



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones

TEMA:

“SISTEMA DE COMUNICACIÓN VIRTUAL PARA MEJORAMIENTO DEL
CONTROL DE LA INGESTA DE MEDICAMENTOS EN ENFERMOS CRÓNICOS
DEL CENTRO DE MEDICINA INTEGRAL”

Trabajo de Graduación. Modalidad: TEMI. Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

AUTOR: Santiago Oswaldo Valdiviezo Pulgar

TUTOR: Ing. Juan Pablo Pallo Noroña, M.Sc.

Ambato - Ecuador

Septiembre 2012

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “Sistema de comunicación virtual para mejoramiento del control de la ingesta de medicamentos en enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral”, de el señor Valdiviezo Pulgar Santiago Oswaldo, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato Septiembre, 2012

EL TUTOR

Ing. Juan Pablo Pallo Noroña, M.Sc.

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: “Sistema de comunicación virtual para mejoramiento del control de la ingesta de medicamentos en enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral”. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato Septiembre, 2012

Santiago Oswaldo Valdiviezo Pulgar

CC: 1721304697

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Marco Jurado, Msc. e Ing. Santiago Altamirano, Msc., revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado “SISTEMA DE COMUNICACIÓN VIRTUAL PARA MEJORAMIENTO DEL CONTROL DE LA INGESTA DE MEDICAMENTOS EN ENFERMOS CRÓNICOS DEL CENTRO DE MEDICINA INTEGRAL”, presentado por el señor Santiago Oswaldo Valdiviezo Pulgar de acuerdo al Art. 17 del Reglamento de Graduación para obtener el título Terminal de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. Oswaldo Paredes, Msc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Marco Jurado, Msc.

DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Santiago Altamirano, MSc.

DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA:

El presente trabajo lo dedico a mi padre por ser mi primer maestro y enseñarme con paciencia y cariño a valorar cada una de las cosas que pasan y hoy me cuida desde el cielo

A mi madre que me enseñó a superar cada obstáculo que se presente por más duro que este parezca y además por el apoyo incondicional y el gran amor que me regala cada día.

A la familia que ha compartido durante este tiempo cada alegría y tristeza que se ha presentado en el camino dejando recuerdos muy gratos en el corazón.

Al Ing. Juan Pablo Pallo, por su guía, consejos y ayuda incondicional en la realización del presente proyecto

A cada uno de mis profesores y amigos que han estado a mi lado brindando su amistad sincera y el apoyo constante para la consecución de este proyecto.

Santiago Oswaldo Valdiviezo Pulgar

AGRADECIMIENTO:

De todo corazón a Dios porque me ha concedido la vida y la fortaleza para seguir adelante cada día disfrutando de los momentos felices y aprendiendo de los errores cometidos.

A toda mi familia por animarme a continuar y perseverar hasta alcanzar las metas planteadas de manera especial a mi madre por la paciencia, los consejos y el infinito cariño mostrado a lo largo de mi vida, también a mi hermana por ser mi mejor amiga y estar en los momentos más difíciles junto a mí.

A la Universidad Técnica de Ambato en especial a la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial, así como a cada uno de los profesores que contribuyeron en mi formación académica por sus enseñanzas y consejos de manera especial al Ing. Juan Pablo Pallo tutor de este proyecto quien con su guía supo ayudarme a cumplir los objetivos propuestos al inicio de este tem.

Al Dr. Vicente Aguilera Zurita director del Centro de Medicina Integral por haber abierto las puertas de su centro médico y prestar todas las facilidades en la investigación y ayuda requerida.

Mi agradecimiento de todo corazón a mis amigos y a cada persona que de una u otra manera ha sido parte de mi vida.

Un agradecimiento de manera especial a Martita por su apoyo incondicional durante todo este tiempo.

Santiago Oswaldo Valdiviezo Pulgar

ÍNDICE

CARÁTULA.....	I
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORÍA.....	III
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA	IV
DEDICATORIA:	V
AGRADECIMIENTO:	VI
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
RESUMEN EJECUTIVO.....	XIV
INTRODUCCIÓN	XVI
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1 TEMA.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.2.2 ÁRBOL DEL PROBLEMA.....	4
1.2.3 ANÁLISIS CRÍTICO.....	4
1.2.4 PROGNOSIS.....	5
1.2.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.2.6 PREGUNTAS DIRECTRICES.....	6
1.2.7 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	6
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	7
1.4 OBJETIVOS.....	7
1.4.1 Objetivo General:	7
1.4.2 Objetivos Específicos:.....	7
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO	9
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	9
2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	9
2.3 GRÁFICA DE INCLUSIÓN DE LAS CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	11
2.3.1 CONSTELACIÓN DE IDEAS	12

2.4	CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	13
2.4.1	Telecomunicaciones	13
2.4.1.1	Tipos de Telecomunicaciones	13
2.4.2	Comunicación Inalámbrica.....	14
2.4.3	Sistemas de Comunicación.....	14
2.4.3.1	Componentes de un Sistema de Comunicación.....	14
2.4.4	Telefonía Móvil.....	16
2.4.4.1	Teléfono Móvil o Celular	16
2.4.4.2	Funcionamiento	17
2.4.5	Red Celular SMS.....	18
2.4.6	Servicio de Mensajes Cortos (SMS).....	19
2.4.7	Comandos AT	19
2.4.7.1	Control de los Comndos AT.....	21
2.4.7.2	Sintaxis de los Comandos AT	22
2.4.7.3	Clasificación de los comandos AT	24
2.4.8	Control de la ingesta de Medicamentos en Enfermos Crónicos	26
2.4.9	Salud Móvil Digital	26
2.4.10	Monitoreo Remoto	27
2.4.11	Telemedicina	27
2.4.12	Base de Datos	28
2.4.12.1	Base de Datos Estática	28
2.4.12.2	Base de Datos Dinámica.....	28
2.4.12.3	Base de datos de Texto Completo	29
2.4.12.4	Bases de Datos Bibliográficas	29
2.4.13	Interfaz	29
2.4.14	Visual Studio .NET	30
2.4.14.1	Visual Basic.NET (VB.NET).....	30
2.4.14.2	.NET Framework.....	31
2.4.15	Módem GSM / GPRS.....	32
2.5	HIPÓTESIS	33
2.6	SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	33
CAPÍTULO III.....		34
METODOLOGÍA		34
3.1	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	34
3.2	MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN	34
3.3	TIPOS DE INVESTIGACIÓN	35
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	35
3.4.1	POBLACIÓN	35
3.4.2	MUESTRA.....	35
3.5	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	37
3.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.7	RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	40
3.8	PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	40
3.9	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	40

CAPÍTULO IV	41
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	41
4.1 INTRODUCCIÓN.....	41
4.2 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	42
CAPÍTULO V	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
5.1. CONCLUSIONES:	53
5.2. RECOMENDACIONES:.....	54
CAPÍTULO VI	56
LA PROPUESTA	56
6.1 DATOS INFORMATIVOS.....	56
6.1.1 Título	56
6.1.2 Instituciones Ejecutoras.....	56
6.1.3 Beneficiarios.....	57
6.1.4 Ubicación	57
6.1.5 Tiempo Estimado para la Ejecución.....	57
6.1.6 Equipo Responsable	57
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA:.....	58
6.3 JUSTIFICACIÓN:	58
6.4 OBJETIVOS:	59
6.4.1 Objetivo general	59
6.4.2 Objetivos específicos.....	59
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD	60
6.5.1 Factibilidad Institucional	60
6.5.2 Factibilidad Técnica Operativa.....	60
6.5.3 Factibilidad Política.....	60
6.5.4 Factibilidad Tecnológica	61
6.5.5 Factibilidad Económico-Financiera.....	61
6.6 FUNDAMENTACIÓN TÉCNICA.....	61
6.6.1 Introducción a la tecnología GSM.....	61
6.6.2 Arquitectura del sistema GSM	62
6.6.2.1 Subsistema de Estación Base (BSS).....	63
6.6.2.2 Subsistema de Red (NSS).....	65
6.6.2.3 Subsistema de operación y apoyo (OSS).....	67
6.6.3 Banda de frecuencias GSM	68
6.6.4 Modulación GSM	69
6.6.4.1 Modulación GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying).....	70
6.6.5 Servicio de mensajes cortos (SMS).....	71
6.6.3.1 Introducción	71
6.6.3.2 Arquitectura de la red SMS	72
6.6.3.3 Modelo de capas.....	74
6.6.3.4 Elementos del SMS	75

6.6.3.5	Características	77
6.6.3.6	Tipos de SMS	78
6.6.3.7	Beneficios de los SMS	79
6.6.3.8	Aplicaciones	80
6.7	METODOLOGÍA	82
6.8	MODELO OPERATIVO	83
6.8.1	Descripción.....	83
6.8.2	Equipos y elementos utilizados para el diseño	84
6.8.2.1	Base de Datos “medicinas”	85
6.8.2.2	Módem GSM-GPRS (Motorola A1200)	87
6.8.2.3	Comandos AT utilizados	90
6.8.3	Diseño de la Interfaz.....	90
6.8.4	Algoritmos de conexión	96
6.9	PREVISIÓN DEL PROTOTIPO	105
6.9.1	Pruebas de caja blanca.....	105
6.9.2	Pruebas de caja negra	105
6.9.3	Pruebas de verificación y validación	106
6.10	FINANCIAMIENTO	111
6.10.1	Análisis Económico del Sistema de Comunicación Virtual para enfermos crónicos	111
6.10.2	Costo Beneficio	113
6.11	CONCLUSIONES	115
6.12	RECOMENDACIONES	116
6.13	BIBLIOGRAFÍA	116
6.13.1	Libros	116
6.13.2	Linkografía.....	117
ANEXOS		120
ANEXO 1. ENCUESTA DIRIGIDA A LOS PACIENTES DEL CENTRO DE MEDICINA INTEGRAL		
		120
ANEXO 2. GLOSARIO TÉCNICO.....		
		122
ANEXO 3. MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN VIRTUAL PARA ENFERMOS CRÓNICOS		
		126

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 1. 1. ÁRBOL DEL PROBLEMA	4
FIGURA N° 2. 1. GRÁFICA DE INCLUSIÓN DE LAS CATEGORÍAS FUNDAMENTALES	11
FIGURA N° 2. 2. CONSTELACIÓN DE IDEAS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE.....	12
FIGURA N° 2. 3. CONSTELACIÓN DE IDEAS DE LA VARIABLE DEPENDIENTE	12
FIGURA N° 2. 4. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN.....	15
FIGURA N° 2. 5. ELEMENTOS DE LA RED CELULAR NECESARIOS PARA PROVEER EL SERVICIO SMS	18
FIGURA N° 2. 6. EJECUCIÓN DE COMANDOS AT.....	21
FIGURA N° 2. 7. USO DE UN COMANDO AT ÚNICO	22
FIGURA N° 2. 8. LÍNEA DE COMANDOS.....	23
FIGURA N° 2. 9. INFORMACIÓN SOBRE LA RESPUESTA Y CÓDIGO DE RESULTADOS.....	24
FIGURA N° 2. 10. CLASIFICACIÓN DE LOS COMANDOS AT	25
FIGURA N° 2. 11. MÓDEM GSM-GPRS	33
FIGURA N° 4. 1. PASTEL DE RESULTADOS DE LA PREGUNTA 1	42
FIGURA N° 4. 2. PASTEL DE RESULTADOS DE LA PREGUNTA 2	43
FIGURA N° 4. 3. PASTEL DE RESULTADOS DE LA PREGUNTA 3	44
FIGURA N° 4. 4. PASTEL DE RESULTADOS DE LA PREGUNTA 4	45
FIGURA N° 4. 5. PASTEL DE RESULTADOS DE LA PREGUNTA 5	46
FIGURA N° 4. 6. PASTEL DE RESULTADOS DE LA PREGUNTA 6	47
FIGURA N° 4. 7. PASTEL DE RESULTADOS DE LA PREGUNTA 7	48
FIGURA N° 4. 8. PASTEL DE RESULTADOS DE LA PREGUNTA 8	49
FIGURA N° 4. 9. PASTEL DE RESULTADOS DE LA PREGUNTA 9	50
FIGURA N° 4. 10. PASTEL DE RESULTADOS DE LA PREGUNTA 10.....	51
FIGURA N° 6. 1. ARQUITECTURA DEL SISTEMA GSM.....	63
FIGURA N° 6. 2. SUBSISTEMA DE ESTACIÓN BASE (BSS)	64
FIGURA N° 6. 3. SUBSISTEMA DE RED (NSS)	67
FIGURA N° 6. 4. GMSK IMPLEMENTADA POR MODULACIÓN FSK CON FM-VCO.....	71
FIGURA N° 6. 5. ARQUITECTURA DE RED SMS	72
FIGURA N° 6. 6. ESTRUCTURA GENERAL DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN VIRTUAL PARA ENFERMOS CRÓNICOS DEL CENTRO DE MEDICINA INTEGRAL	84
FIGURA N° 6. 7. MODELO FÍSICO DE LA BASE DE DATOS “MEDICINAS”	87
FIGURA N° 6. 8. MOTOROLA A1200	88
FIGURA N° 6. 9. GROUPBOX CONFIGURACIÓN DEL MÓDEM.....	91
FIGURA N° 6. 10. COMPONENTES INTERNOS DEL SISTEMA.....	92
FIGURA N° 6. 11. GROUPBOX CONSULTAS A LA BASE DE DATOS.....	93
FIGURA N° 6. 12. GROUPBOX MENSAJES DE TEXTO SMS.....	94
FIGURA N° 6. 13. LABEL DE HORA Y FECHA DEL SISTEMA	94

FIGURA N° 6. 14. TEXTBOX RESPUESTAS DEL MÓDEM	95
FIGURA N° 6. 15. INTERFAZ DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN VIRTUAL PARA ENFERMOS CRÓNICOS DEL CENTRO DE MEDICINA INTEGRAL	96
FIGURA N° 6. 16. ALGORITMO PARA EL ENVÍO DE MENSAJES DE TEXTO CORTO.....	99
FIGURA N° 6. 17. ALGORITMO PARA LA VERIFICACIÓN DE NUEVOS MENSAJE DE TEXTO Y CONSULTAS A LA BASE DE DATOS	100
FIGURA N° 6. 18. ALGORITMO PARA LA CONEXIÓN A LA BASE DE DATOS	101
FIGURA N° 6. 19. ALGORITMO PARA LA CONFIGURACIÓN DEL MÓDEM O TELÉFONO MÓVIL CONECTADO	102
FIGURA N° 6. 20. ALGORITMO DE LA SUBROUTINA GETSERIALPORTNAMES().....	103
FIGURA N° 6. 21. ALGORITMO PARA LA AUTOMATIZACIÓN DEL ENVÍO DE MENSAJES DE TEXTO A LOS PACIENTES DEL CENTRO DE MEDICINA INTEGRAL	104
FIGURA N° 6. 22. USUARIO SELECCIONADO PARA LA PRUEBA DE ENVÍO DEL RECORDATORIO	106
FIGURA N° 6. 23. RECEPCIÓN DEL RECORDATORIO POR PARTE DEL PACIENTE.....	107
FIGURA N° 6. 24. DATOS MODIFICADOS DEL PACIENTE EN LA BASE DE DATOS LUEGO DE ENVIADO EL SMS.....	108
FIGURA N° 6. 25. ENVÍO DEL SMS DE CONSULTA AL SISTEMA	109
FIGURA N° 6. 26. VERIFICACIÓN DE DATOS RECIBIDOS POR EL SISTEMA.....	109
FIGURA N° 6. 27. SMS DE NOTIFICACIÓN USUARIO NO REGISTRADO	110
FIGURA N° 6. 28. SMS DE NOTIFICACIÓN USUARIO REGISTRADO	111
FIGURA A. 1. PANTALLA DE INICIO DE LA INSTALACIÓN DE LOS DRIVERS PARA EL MÓDEM MOTOROLA A1200	127
FIGURA A. 2. TÉRMINOS DE LA LICENCIA DE LOS DRIVERS DEL MÓDEM MOTOROLA A1200.....	128
FIGURA A. 3. PROCESO DE LA INSTALACIÓN DE LOS DRIVERS DEL MÓDEM MOTOROLA A1200	129
FIGURA A. 4. DRIVERS INSTALADOS CORRECTAMENTE EN EL COMPUTADOR	130
FIGURA A. 5. CONFIGURACIÓN DEL TELÉFONO MÓVIL MOTOROLA A1200 COMO MÓDEM.....	131
FIGURA A. 6. VERIFICACIÓN DEL MÓDEM EN EL ADMINISTRADOR DE DISPOSITIVOS DEL COMPUTADOR	132
FIGURA A. 7. VERIFICACIÓN DEL PUERTO DE COMUNICACIÓN DEL MÓDEM	133
FIGURA A. 8. PANTALLA DE CONFIRMACIÓN DE CONEXIÓN EXITOSA A LA BASE DE DATOS.....	134
FIGURA A. 9. PANTALLA DE NOTIFICACIÓN DE ERROR EN LA CONEXIÓN A LA BASE DE DATOS	134
FIGURA A. 10. INTERFAZ DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN VIRTUAL.....	135
FIGURA A. 11. CONEXIÓN DEL MÓDEM O DISPOSITIVO MÓVIL A LA INTERFAZ	136
FIGURA A. 12. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA	137

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3. 1. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: SISTEMA DE COMUNICACIÓN VIRTUAL.....	37
TABLA 3. 2. OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE: INGESTA DE MEDICAMENTOS EN ENFERMOS CRÓNICOS DEL CENTRO DE MEDICINA INTEGRAL.....	38
TABLA 4. 1. RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE LA PREGUNTA 1.....	42
TABLA 4. 2. RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE LA PREGUNTA 2.....	43
TABLA 4. 3. RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE LA PREGUNTA 3.....	44
TABLA 4. 4. RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE LA PREGUNTA 4.....	45
TABLA 4. 5. RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE LA PREGUNTA 5.....	46
TABLA 4. 6. RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE LA PREGUNTA 6.....	47
TABLA 4. 7. RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE LA PREGUNTA 7.....	48
TABLA 4. 8. RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE LA PREGUNTA 8.....	49
TABLA 4. 9. RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE LA PREGUNTA 9.....	50
TABLA 4. 10. RESULTADOS DE LA ENCUESTA DE LA PREGUNTA 10.....	51
TABLA 6. 1. BANDA DE FRECUENCIAS GSM.....	69
TABLA 6. 2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TELÉFONO MÓVIL MOTOROLA A1200.....	89
TABLA 6. 3. COSTO DE LOS EQUIPOS.....	112
TABLA 6. 4. COSTO DE INSTALACIÓN.....	112
TABLA 6. 5. COSTO DE INSTALACIÓN.....	113
TABLA 6. 6. ANÁLISIS DE COSTO BENEFICIO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN VIRTUAL PARA ENFERMOS CRÓNICOS.....	114

RESUMEN EJECUTIVO

Mediante el diseño del sistema de comunicación virtual para mejoramiento del control de la ingesta de medicamentos en enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral se pretende tener un mayor beneficio para cada paciente, ya que los tratamientos impuestos se podrán cumplir con mayor regularidad lo cual traerá mejores resultados en la salud de cada persona tratada.

El presente Proyecto consta del siguiente contenido:

En el primer capítulo se realiza la prognosis y evaluación del problema de investigación, así como la contextualización y delimitación del mismo, además de un análisis crítico en el que se evalúan las causas y consecuencias del problema investigado y finalmente contiene la justificación de la investigación así como los objetivos planteados al realizar la misma.

En el segundo capítulo se realiza una revisión de los antecedentes investigativos y de la fundamentación legal de la investigación posteriormente se detallan cada una de las categorías fundamentales descritas en la gráfica de inclusión y la constelación de ideas que forman parte del marco teórico general; además se describen las variables del problema.

El tercer capítulo trata sobre la metodología utilizada que consiste en el enfoque, modalidad y tipos de la investigación además de realizarse un estudio de la población y muestra de la investigación así como la operacionalización de variables y las técnicas de recopilación de información usadas para análisis de datos obtenidos y procesamiento de los mismos.

El cuarto capítulo trata sobre el análisis e interpretación de resultados obtenidos, para lo cual se realizaron encuestas a pacientes del Centro de Medicina Integral a los que se realizaron diferentes preguntas acerca de como llevan el control de sus

tratamientos y si les gustaría tener un sistema de recordatorios en sus teléfonos móviles.

El quinto capítulo muestra las conclusiones y recomendaciones que se pudieron obtener acerca de los resultados obtenidos en el capítulo anterior.

Finalmente el sexto y último capítulo trata sobre la propuesta para el diseño del sistema de comunicación virtual para mejoramiento del control de la ingesta de medicamentos en enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral, realizando un previo análisis de factibilidad, justificación de la propuesta, descripción de los objetivos a cumplir, una breve fundamentación técnica de la red GSM y los SMS; así como el diseño de la interfaz de comunicación, descripción de los elementos utilizados, algoritmos de conexión y finalmente pruebas de conectividad con la red GSM verificando el correcto funcionamiento del prototipo.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe un gran número de personas que padecen enfermedades consideradas crónicas a las que se debe dar un tratamiento muy riguroso y en la mayoría de los casos necesitan ser controlados toda la vida. Sin embargo el stress diario o la misma enfermedad hacen que la persona no cumpla con el tratamiento como fue impuesto por el médico; lo que provoca que éste no tenga los resultados esperados. Esto, junto con la falta de una buena disciplina por parte de cada persona agrava la enfermedad e incluso puede llegar a provocar daños irreversibles en la salud, lo que genera un gasto económico muy elevado por conceptos de salud.

Por las razones anteriormente señaladas en el Centro de medicina Integral se propone un sistema de comunicación virtual que permita controlar la ingesta de medicamentos en enfermos crónicos y a su vez generar una mayor disciplina respecto al tratamiento de cada paciente con el uso de la telefonía móvil, al unir la red GSM de una operadora móvil y la base de datos del centro logrando así llegar a cada persona en el lugar en el que se encuentre.

Son evidentes las ventajas que brinda la telefonía móvil y siendo un sistema en continuo desarrollo, resulta factible, la implantación de sistemas de control y monitoreo.

El sistema de comunicación virtual para mejoramiento del control de la ingesta de medicamentos en enfermos crónicos del Centro de medicina Integral envía recordatorios a cada paciente, recordándole la hora correspondiente a la ingesta de su respectiva medicina y siendo además un sistema interactivo ya que el usuario puede realizar consultas sobre el nombre de los medicamentos, la cantidad total o la frecuencia de ingesta de estos, información que se encuentra almacenada en la base de datos del centro y que es enviada cada vez que el usuario lo solicite.

Para que el paciente pueda recibir las notificaciones de ingesta y realizar consultas únicamente debe estar registrado en la base de datos del centro, mientras que el costo de operación del sistema para el Centro de Medicina Integral es relativamente bajo ya que solo se debe cancelar un pequeño rubro mensual a la operadora móvil por concepto de arrendamiento de la red GSM; y se pueden obtener grandes beneficios del diseño planteado para el sistema.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 TEMA

“Sistema de comunicación virtual para mejoramiento del control de la ingesta de medicamentos en enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral.”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

A nivel mundial existen varios países con visión futurista, los cuales han desarrollado aplicaciones de telesalud o telemedicina, las mismas que consisten en dar atención médica a distancia pudiendo llegar simultáneamente a varios pacientes, enviando recordatorios vía celular para la ingesta de medicinas, entre otras aplicaciones en el campo médico.

Un ejemplo de esto se realiza en España mediante mensajes de texto celular ya que la capacidad de estos para entrar en la vida de cualquier persona abre

todo un mundo de posibilidades en medicina. Por ejemplo, para recordar a las embarazadas su dosis diaria de ácido fólico o con el fin de finalizar un tratamiento con antibióticos, “Muchos lo abandonan antes y eso es un problema para todos porque propicia que las bacterias se hagan resistentes al fármaco”, señala Oscar Martínez director del proyecto en el área de Obstetricia y Ginecología del Hospital Infanta Elena en Valdemoro (Madrid). En varios países de África se utiliza un sistema similar para controlar tratamientos en enfermos de SIDA o para prevenir la adulteración de medicamentos.

A nivel de América Latina son pocos los países que utilizan la industria de las comunicaciones móviles en el campo de la medicina.

Un ejemplo de ello fue un estudio realizado por el Sistema de Cuidado de la Salud de Asuntos de Veteranos en Ann Arbor y la Universidad de Michigan que indica que los teléfonos móviles podrían ayudar a pacientes de bajos ingresos en todo el mundo en el manejo de la diabetes y otras enfermedades crónicas, para probar el sistema los investigadores enrolaron a pacientes con diabetes en una clínica en un área semi-rural de Honduras. Los pacientes recibieron llamadas telefónicas semanales, automatizadas e interactivas, y en su gran mayoría señalaron que el programa les había ayudado a mejorar el manejo de la diabetes y en el cuidado general de la salud.

En el Ecuador la telefonía móvil aún no ha sido aplicada en el campo de la medicina y la telemedicina. El IESS implementó un sistema que permite el agendamiento de citas médicas y otros servicios de salud a los jubilados o pensionistas a través de una llamada telefónica a los números convencionales 140 o 1800-100000, los pacientes piden un turno para una especialidad médica determinada y una persona le indicará la hora y el día que deberá

asistir a la consulta, estas llamadas son receptadas en un Call-Center el mismo que es operado por la empresa Recapt que verifica los turnos y horario disponibles de cada médico y notifica al interesado.

También se puede llamar al 161 para que un médico evalúe al paciente y lo refiera, según su gravedad a emergencias o a un especialista.

Actualmente se atienden un total de 1,5 millones de llamadas en promedio al mes, de las cuales se agendan 260000 citas médicas y 1,3 millones quedan sin agendar, por falta de disponibilidad de médicos.

El Centro de Medicina Integral en la actualidad no cuenta con ningún sistema de comunicación que le permita al médico tratante enviar recordatorios a cada paciente en las horas correspondientes a la ingesta de sus medicamentos siendo imposible un control en la disciplina de cada enfermo para lograr una mayor efectividad de los respectivos tratamientos.

1.2.2 ÁRBOL DEL PROBLEMA

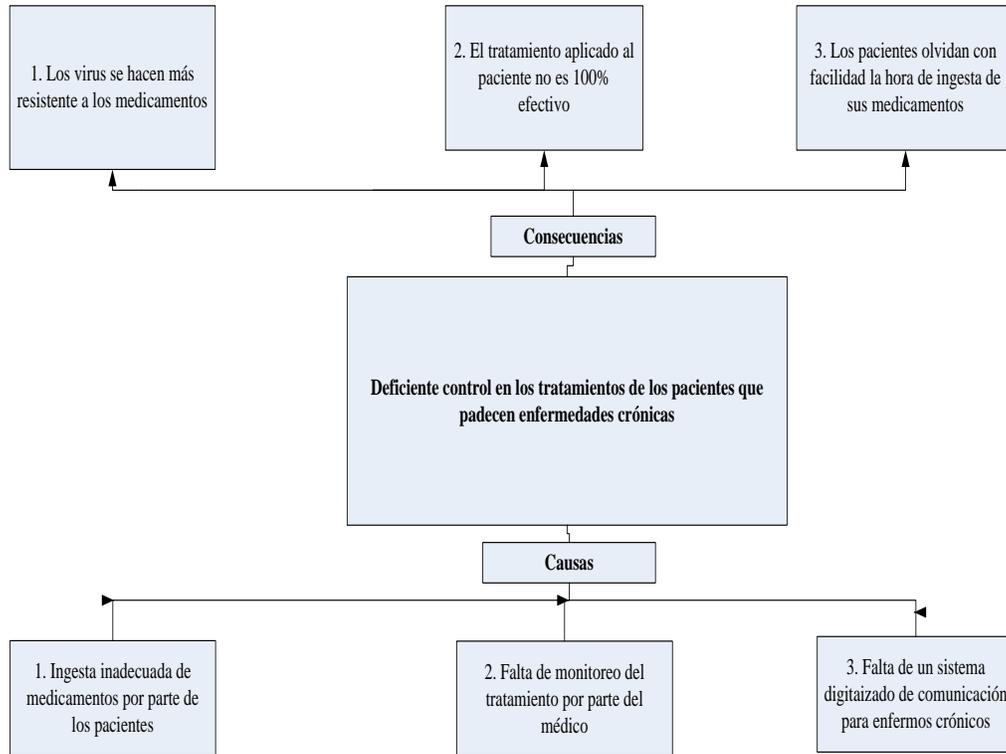


Figura N^o 1. 1. Árbol del problema

Elaborado por: El Investigador

1.2.3 ANÁLISIS CRÍTICO

A menudo se ha visto que los virus en el cuerpo humano se han hecho más resistentes a los medicamentos debido a la ingesta inadecuada de los mismos por parte de los pacientes, produciéndose una reacción desfavorable en el organismo de cada persona, lo que conlleva muchas veces a que el médico deba cambiar constantemente las recetas dadas a cada paciente.

En la última década hemos presenciado una revolución impresionante de las comunicaciones enfocadas al área de telemedicina, y en esta época de

continuo desarrollo tecnológico en el país y particularmente el Centro de Medicina Integral, no existe ningún sistema de monitoreo en los tratamientos dados a los pacientes por parte del médico lo que ocasiona que éstos no sean totalmente efectivos.

La falta de un sistema digitalizado de comunicación para enfermos crónicos en el Centro de Medicina Integral que permita enviar recordatorios automáticos a cada persona sobre los horarios respectivos de ingesta de sus medicinas hace que los pacientes olviden con facilidad tomar sus medicamentos en las horas que el médico tratante les señale, ocasionando con ello que los tratamientos no sean cumplidos a cabalidad, además las personas que padecen enfermedades crónicas ven que su salud se va deteriorando.

1.2.4 PROGNOSIS

Si los tratamientos que reciben los pacientes que sufren enfermedades crónicas no son controlados de forma adecuada con monitoreo electrónico, dichos medicamentos no surtirán el efecto deseado en el paciente; ocasionando con ello el agravamiento de los trastornos que sufren las personas y por lo tanto el deterioro en la salud de cada afectado.

1.2.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo ayudaría un sistema de comunicación virtual a mejorar el deficiente control que existe actualmente en los tratamientos de los pacientes que sufren enfermedades crónicas?

1.2.6 PREGUNTAS DIRECTRICES

- 1.- ¿Existen sistemas de monitoreo que permitan al médico controlar el tratamiento dado a los pacientes?
- 2.- ¿Cómo controla el Centro de Medicina Integral la ingesta adecuada de medicamentos de cada paciente?
- 3.- ¿Cómo se mejorará el control de enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral?

1.2.7 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

Campo: Ingeniería Electrónica y Comunicaciones

Área: Telefonía móvil

Aspecto: Comunicación con mensajes de texto para utilizarlos en recordatorios para pacientes con enfermedades crónicas.

Delimitación espacial: Esta investigación se realizó en la ciudad de Quito y cantones aledaños de la provincia de Pichincha de donde acuden los pacientes al Centro de Medicina Integral.

Delimitación temporal: El presente problema de investigación tuvo una duración de seis meses, a partir de que fue aprobado por el Honorable Consejo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo se justifica debido al impresionante uso de los celulares y a la exitosa unión lograda entre el computador y el teléfono celular alcanzada gracias a la integración entre la telefonía móvil y el Internet, es muy atractivo utilizar esta herramienta como un medio para generar aplicaciones que sean útiles en el campo de la medicina, es por esto que la creación de una aplicación que mediante mensajes cortos de texto SMS (Short Message Service) permita enviar recordatorios sobre la ingesta de medicamentos en las horas correspondientes a pacientes que sufren enfermedades graves y además recordando al usuario la fecha y hora de su siguiente cita médica ayudará a optimizar los resultados de los tratamientos respectivos ya que a más de ser un sistema de bajo costo para el enfermo ayuda al mismo a cumplir de una manera efectiva el tratamiento impuesto por el médico tratante, intentando de esta manera llegar a la mayor parte de la sociedad del país creando una buena disciplina en los pacientes y siendo la antesala para la creación de novedosas aplicaciones en el campo de la salud.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General:

Diseñar un sistema de comunicación virtual para mejoramiento del control de la ingesta de medicamentos en enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral.

1.4.2 Objetivos Específicos:

1. Analizar el uso de sistemas de comunicación virtuales en el control de enfermedades crónicas.

2. Realizar un estudio sobre el control de la ingesta de medicamentos de los enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral.
3. Plantear una propuesta que mediante mensajes de texto permita a los enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral recibir recordatorios sobre la ingesta adecuada de sus medicamentos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Revisados varios temas anteriores de tesis en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial no se ha encontrado un tema parecido. También se revisaron los repositorios de otras universidades referentes a la carrera de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones en las cuales se encontraron temas sobre aplicaciones con mensajes de texto corto, sin embargo éstas tienen otro campo de aplicación y con otras conclusiones principales por ejemplo en sistemas de monitoreo para seguridad, ordeño mecánico entre otros.

2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

Ésta investigación se basó en la Ley Especial de Telecomunicaciones y en las normas que rigen la telefonía móvil; como por ejemplo el reglamento para la prestación del Servicio Móvil Avanzado, firmados por las operadoras móviles y emitidos por la SENATEL, en el reglamento del Centro de Medicina Integral para atención a enfermos crónicos que fue creado por el Doctor Vicente Aguilera Zurita el 14 de marzo de 1984, luego de haber presentado su título de Médico

General en el Ministerio de Salud Pública del Ecuador y el Colegio de Médicos de Pichincha, instituciones que le facultan ejercer su profesión libremente en este centro hasta la actualidad y en los reglamentos de la Universidad Técnica de Ambato realizando un TEMI como requisito para la graduación.

2.3 GRÁFICA DE INCLUSIÓN DE LAS CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

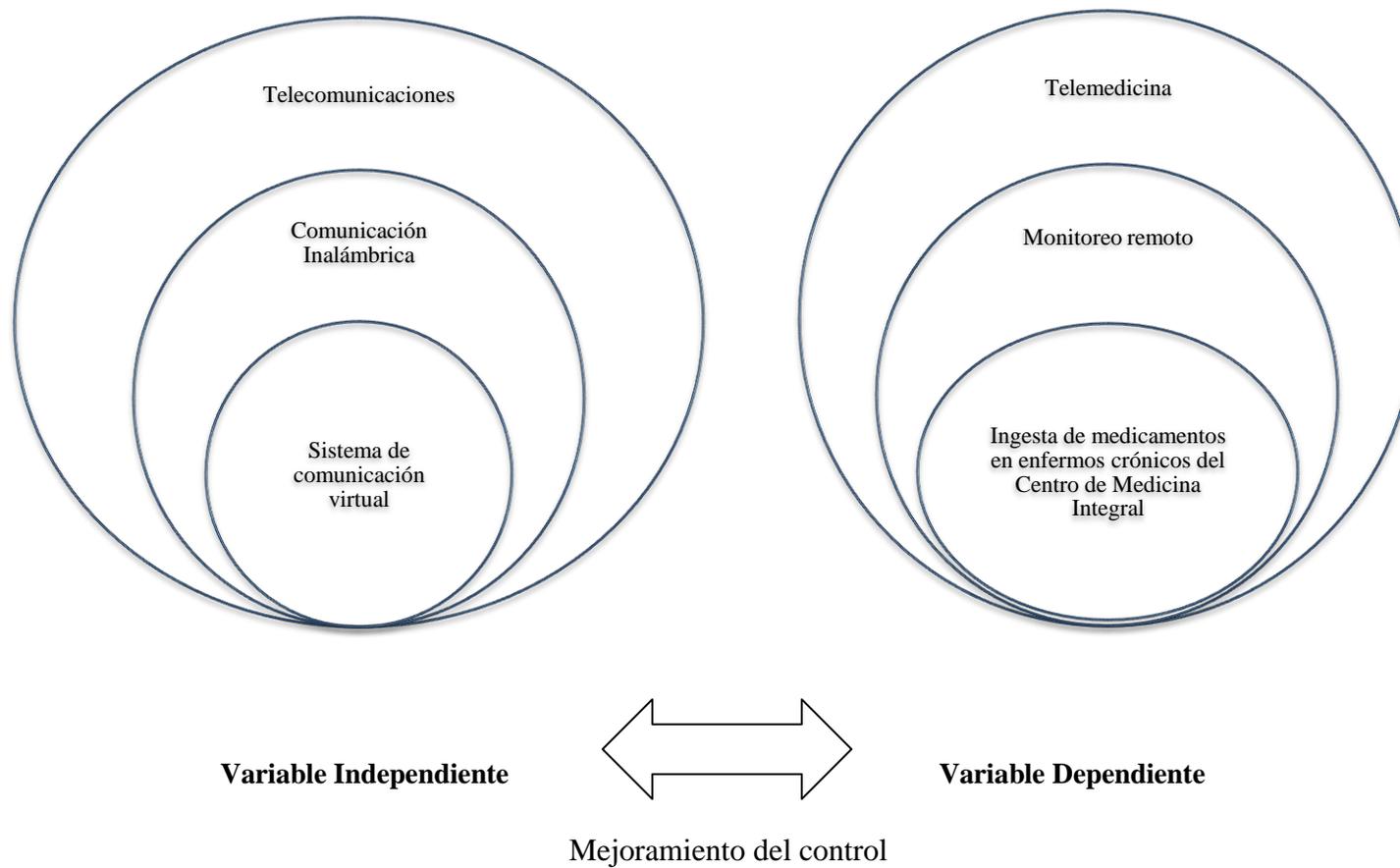


Figura N° 2. 1. Gráfica de inclusión de las categorías fundamentales

Elaborado por: El Investigador

2.3.1 CONSTELACIÓN DE IDEAS

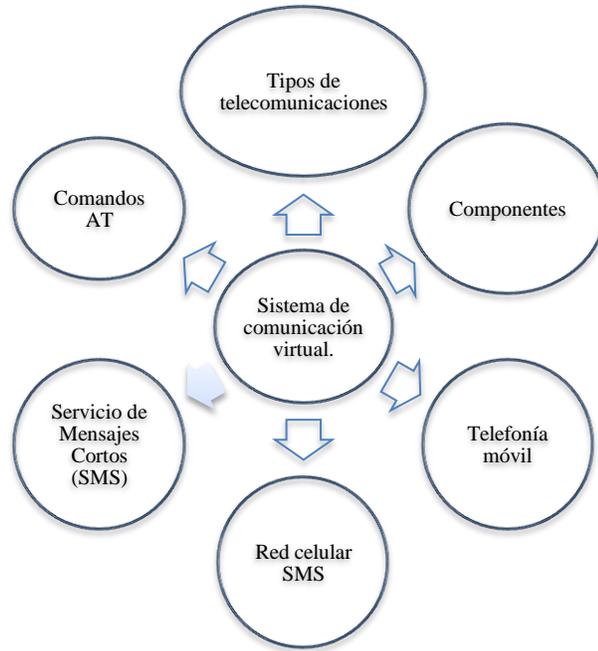


Figura Nª 2. 2. Constelación de ideas de la variable independiente
Elaborado por: El Investigador

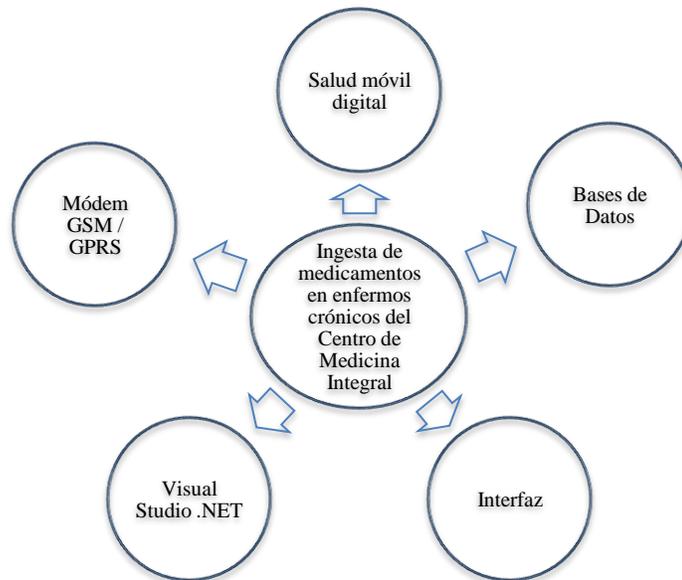


Figura Nª 2. 3. Constelación de ideas de la variable dependiente
Elaborado por: El Investigador

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

2.4.1 Telecomunicaciones

El término telecomunicación cubre todas las formas de comunicación a distancia, incluyendo radio, telegrafía, televisión, telefonía, transmisión de datos e interconexión de computadoras a nivel de enlace. Telecomunicaciones, es toda transmisión, emisión o recepción de signos, señales, datos, imágenes, voz, sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúa a través de cables, medios ópticos, físicos u otros sistemas electromagnéticos.

2.4.1.1 Tipos de Telecomunicaciones

Los tipos de telecomunicaciones son de los siguientes:

Telecomunicaciones Terrestres: Telecomunicaciones terrestres son aquellas cuyo medio de propagación son líneas físicas, estas pueden ser cables de cobre, cable coaxial, fibra óptica, par trenzado, etc.

Telecomunicaciones Radioeléctricas: Telecomunicaciones radioeléctricas son aquellas que utilizan como medio de propagación la atmósfera terrestre, transmitiendo las señales en ondas electromagnéticas, ondas de radio, microondas, etc. dependiendo de la frecuencia a la cual se transmite.

Telecomunicaciones Satelitales: Telecomunicaciones satelitales son aquellas comunicaciones radiales que se realizan entre estaciones espaciales, entre estaciones terrenas con espaciales o entre estaciones terrenas (mediante retransmisión en una estación espacial).

2.4.2 Comunicación Inalámbrica

La comunicación inalámbrica o sin cables es aquella en la que los extremos de la comunicación (emisor/receptor) no se encuentran unidos por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnéticas a través del espacio. En este sentido, los dispositivos físicos sólo están presentes en los emisores y receptores de la señal.

2.4.3 Sistemas de Comunicación

Un sistema de comunicación es el conjunto de equipos y enlaces tanto físicos como electromagnéticos, utilizables para la prestación de un determinado servicio de telecomunicaciones.

2.4.3.1 Componentes de un Sistema de Comunicación

En toda comunicación existen tres elementos básicos que conforman el sistema de comunicaciones los cuales son: el transmisor, el canal de transmisión y el receptor, los cuales permiten el intercambio de la información como se puede observar en la figura N^a 2.4.

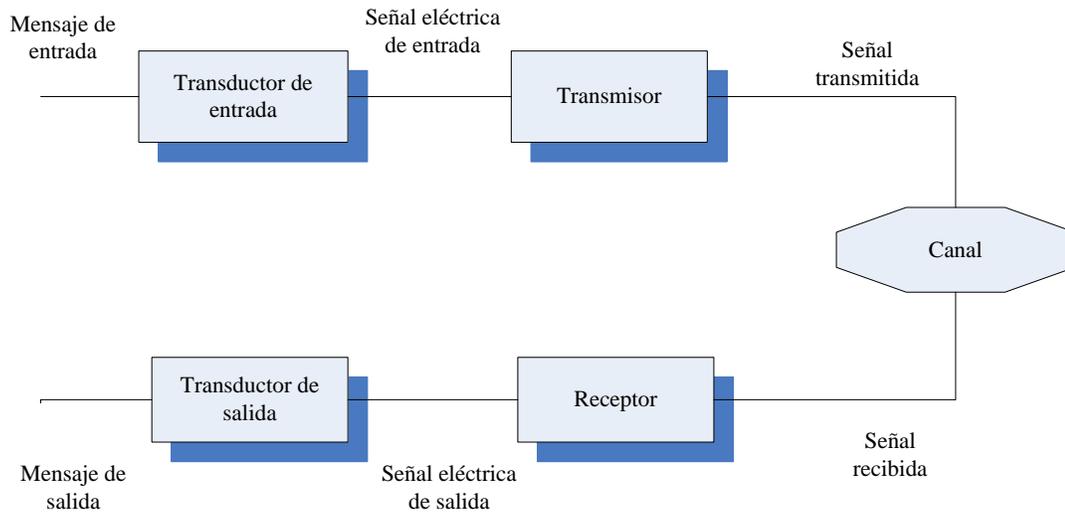


Figura N^a 2. 4. Elementos de un sistema de comunicación
Elaborado por: El Investigador

El **transductor de entrada** convierte el mensaje a un formato adecuado para su transmisión.

El **Transmisor** adecua la señal de entrada a las características del medio de transmisión. Para lograr una transmisión eficiente y efectiva, se deben desarrollar varias operaciones de procesamiento de la señal. La más común e importante es la modulación en la que se modifica el parámetro de una portadora de acuerdo al mensaje, como puede ser AM, FM, PSK, FSK, entre otras. Otra operación es la codificación en la que se elimina la redundancia presente en el mensaje (compresión) y se agrega redundancia (bits de paridad) para aumentar la inmunidad frente al ruido. Otras funciones del transmisor son amplificar y filtrar.

El **Canal de Transmisión** o medio, es el puente de unión entre la fuente y el destino. Este medio puede ser cable coaxial, fibra óptica, par trenzado de cobre, guías de onda, el aire, etc. Pero sin importar el tipo, todos los medios de transmisión degradan la señal, ya que introducen ruido,

distorsión, interferencia y atenuación que es la disminución progresiva de la potencia de la señal conforme aumenta la distancia.

El **Receptor** reconstruye la señal de entrada a partir de la señal recibida. Proceso inverso al realizado en el transmisor. Como las señales son frecuentemente muy débiles, como resultado de la atenuación, el receptor debe tener varias etapas de amplificación. En todo caso, la operación clave que ejecuta el receptor es la demodulación, con lo cual vuelve la señal a su forma original, otras funciones del receptor son demodular, decodificar, amplificar y filtrar.

El **transductor de salida** convierte la señal eléctrica a su entrada en una forma de onda adecuada.

2.4.4 Telefonía Móvil

La telefonía móvil, también llamada telefonía celular, básicamente está formada por dos grandes partes: una red de comunicaciones (o red de telefonía móvil) y los terminales (o teléfonos móviles) que permiten el acceso a dicha red.

La telefonía celular permite tener una comunicación en tiempo real, transmitiendo voz y datos, gracias a la velocidad con que viaja la información por las redes existentes.

2.4.4.1 Teléfono Móvil o Celular

El teléfono móvil es un dispositivo inalámbrico electrónico que permite tener acceso a la red de telefonía celular o móvil. Se denomina celular en

la mayoría de países latinoamericanos debido a que el servicio funciona mediante una red de celdas, donde cada antena repetidora de señal es una célula. Su principal característica es su portabilidad, que permite comunicarse desde casi cualquier lugar. La principal función es la comunicación de voz, como el teléfono convencional.

2.4.4.2 Funcionamiento

La telefonía móvil celular se basa en un sistema de áreas de transmisión denominadas células o celdas, que abarcan áreas comprendidas entre 1,5 y 5 Km, dentro de las cuales existen una o varias estaciones repetidoras que trabajan con una determinada frecuencia, que debe ser diferente de las célula circundantes.

La comunicación telefónica es posible gracias a la interconexión entre centrales móviles y públicas.

Según las bandas o frecuencias en las que opera el móvil, podrá funcionar en una u otra parte del mundo.

El teléfono móvil envía la señal que es recibida por la estación y es remitida a través de la red al destinatario, conforme se desplaza el usuario también se conmuta la celda receptora, variando la frecuencia que da soporte a la transmisión. Según los sistemas la señal enviará datos secuencialmente o por paquetes, que pueden estar comprimidos y encriptados.

Cada estación base está situada en una de estas celdas y tiene asignado un grupo de frecuencias de transmisión y recepción propio. Como el número de frecuencias es limitado, es posible reutilizar las mismas frecuencias en otras células, siempre que no sean adyacentes, para evitar interferencia entre ellas, permitiendo que miles de personas puedan usar los teléfonos al mismo tiempo.

2.4.5 Red Celular SMS

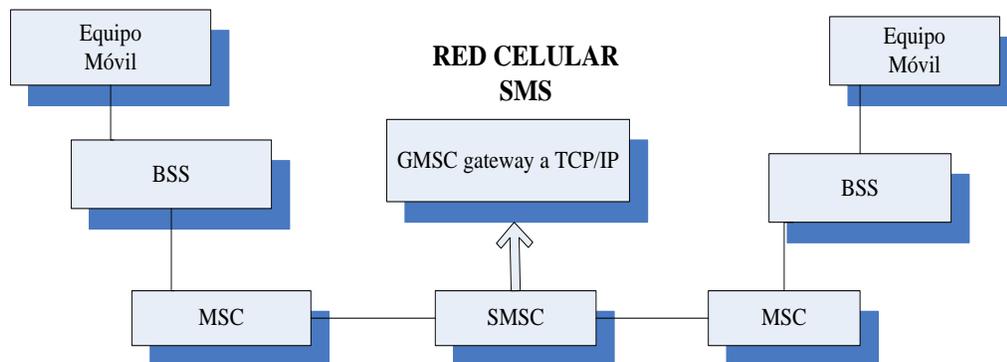
El Servicio de Mensajes SMS (Short Menssages Service) es una red digital que permite a los usuarios de teléfonos celulares enviar y recibir mensajes de texto.

Un mensaje de texto SMS puede ser enviado desde un teléfono celular, un módem o desde una dirección IP, cada mensaje tiene una longitud de hasta 160 caracteres. Estos 160 caracteres pueden ser palabras, números o una combinación alfanumérica y no contiene imágenes o gráficos.

Para utilizar el servicio de mensajes cortos los usuarios necesitan la suscripción y el hardware específico, determinados por los siguientes puntos:

- Una suscripción a una red de telefonía móvil que soporte SMS.
- Un teléfono móvil que soporte SMS.
- Un destino para enviar o recibir el mensaje, un PC, un terminal móvil o un buzón de e-mail.

Los elementos de red celular necesarios para proveer el servicio SMS, se pueden observar en la figura N^ª 2.5.:



BSS: Estación Base del Sistema
SMSC: Centro de Servicio de Mensajes Cortos
MSC: Centro de Conmutación Móvil
GMSC: Gateway del Centro de Conmutación Móvil

Figura N^ª 2. 5. Elementos de la red celular necesarios para proveer el servicio SMS

Elaborado por: El Investigador

2.4.6 Servicio de Mensajes Cortos (SMS)

Mensajes Cortos (SMS) es un servicio inalámbrico aceptado globalmente, este permite la transmisión de mensajes alfanuméricos entre clientes de teléfonos móviles y sistemas externos tales como correo electrónico, paging (Servicio de radio unidireccional que permite el envío de mensajes escritos para los aparatos de paging numéricos o alfanuméricos) y sistemas de mensajes de voz.

Los mensajes SMS pueden ser enviados desde teléfonos TDMA, CDMA, GSM, bajo la red móvil celular y son transferidos entre teléfonos por medio del Centro de Servicio de Mensajes Cortos (SMSC). El SMSC es un software de la operadora de red que se encarga de manejar, procesar y facturar los mensajes.

El despacho de los mensajes se realiza en colas de espera de tal forma que el mensaje tarda un tiempo en llegar al usuario destino el cual depende de la cantidad de mensajes y de la velocidad del software de la operadora.

El desarrollo en los últimos años de la tecnología celular permite realizar transferencia de mensajes entre diferentes operadoras. La interoperatividad posibilita al cliente utilizar SMS de la misma forma que el servicio de voz, es decir se puede enviar y recibir mensajes de texto de un teléfono a otro en un tiempo muy corto.

2.4.7 Comandos AT

Los comandos AT son instrucciones codificadas que conforman un lenguaje de comunicación entre el hombre y un terminal modem.

Los comandos AT fueron desarrollados en 1977 por Dennis Hayes como un interfaz de comunicación con un modem para así poder configurarlo y proporcionarle

instrucciones, tales como marcar un número de teléfono. Más adelante, con el avance del budio, fueron las compañías Microcomm y US Robotics las que siguieron desarrollando y expandiendo el juego de comandos hasta universalizarlo.

Los comandos AT se denominan así por la abreviatura de Attention.

Aunque la finalidad principal de los comandos AT es la comunicación con módems, la telefonía móvil GSM también ha adoptado como estándar este lenguaje para poder comunicarse con sus terminales. De esta forma, todos los teléfonos móviles GSM poseen un juego de comandos AT específico que sirve de interfaz para configurar y proporcionar instrucciones a los terminales, permiten acciones tales como realizar llamadas de datos o de voz, leer y escribir en la agenda de contactos y enviar mensajes SMS, además de muchas otras opciones de configuración del terminal.

La implementación de los comandos AT corresponde a los dispositivos GSM y no depende del canal de comunicación a través del cual estos comandos sean enviados, ya sea cable de serie, canal Infrarrojos, Bluetooth, etc.

Los comandos AT son cadenas de caracteres ASCII que comienzan con AT y terminan con un retorno de carro (ASCII 13). Cada vez que el módem recibe un comando este lo procesa y emite su respuesta dependiendo como se lo haya configurado al módem.

El software del teléfono se comunica con el módem por medio de comandos AT. Este software le permite al teléfono en si comunicarse por medio de menús y el programa de comunicaciones transmite estas selecciones al módem en el formato que este requiere. De esta manera el módem realiza la tarea que se le ha comunicado. Para el uso de aplicaciones más específicas se necesita el uso de aplicaciones como Hyperterminal en el caso de Windows, y Minicom en el caso de Linux.

2.4.7.1 Control de los Comandos AT

El diagrama de flujo de la figura 2.6 indica que los comandos AT son enviados por el computador al módem o teléfono móvil, el módem envía de vuelta una respuesta de la información es decir la información solicitada en relación con la acción iniciada por el comando AT. Esto es seguido de un código de resultado. El código de resultado indica si la ejecución del comando tuvo éxito.

También hay códigos de resultados no solicitados que se devuelven automáticamente por el módem para notificar que ha ocurrido un evento, por ejemplo la recepción de un mensaje de texto SMS obligará al módem a devolver un código de resultado no solicitado.

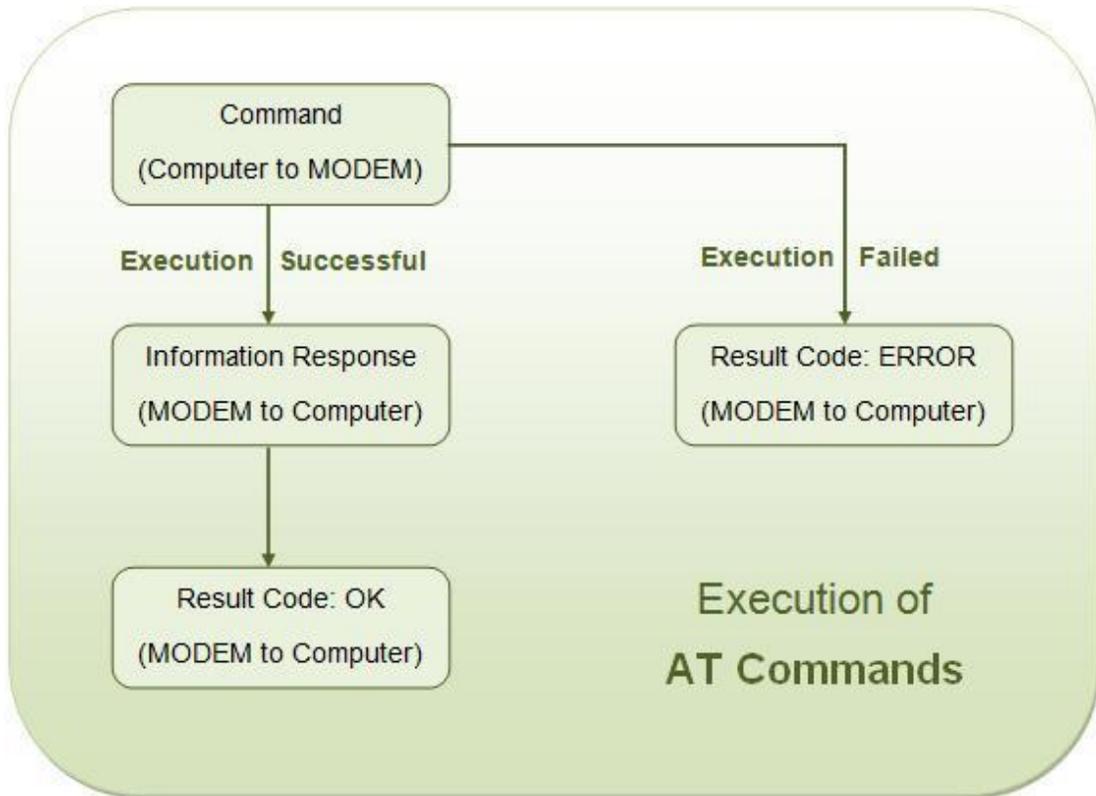


Figura N^o 2. 6. Ejecución de comandos AT

Fuente: <http://www.engineersgarage.com/articles/gsm-gprs-modules?page=4>

2.4.7.2 Sintaxis de los Comandos AT

La sintaxis de los comandos AT tiene las siguientes características:

Sensibilidad a las mayúsculas

Los comandos AT se usan generalmente en letras mayúsculas. Sin embargo, algunos módems y teléfonos móviles permiten tanto mayúsculas y letras minúsculas.

Comando único

Los comandos AT inician con el prefijo AT que indica el comienzo de la orden del módem, y un retorno de carro que indica el final del comando. Como se puede observar en la figura N^a 2.7.:

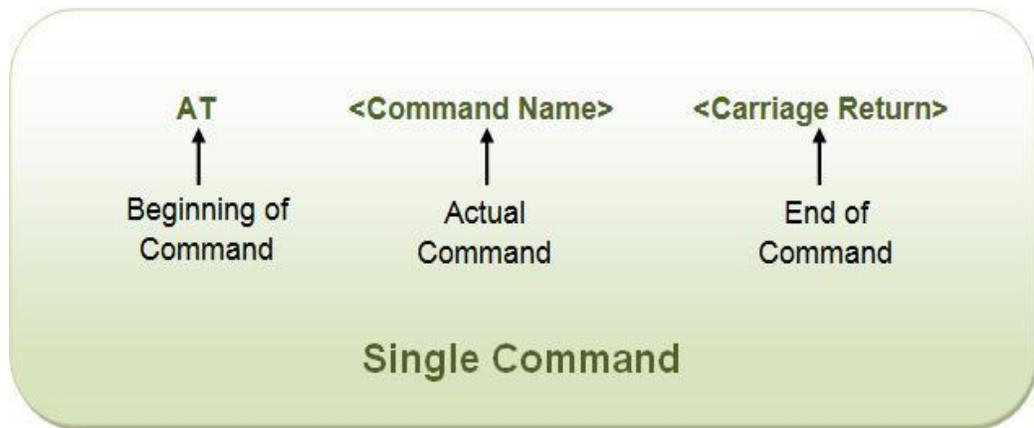


Figura N^a 2. 7. Uso de un comando AT único

Fuente: <http://www.engineersgarage.com/articles/gsm-gprs-modules?page=5>

Sin embargo, la cadena 'AT' en sí no es parte del comando. Por ejemplo en ATD, D es el nombre del comando no ATD.

Los comandos AT ampliados tienen un '+' en el nombre del comando.

Ejemplo: AT+CGMI <retorno de carro>

Línea de Comandos:

Múltiples comandos AT pueden ser enviados al módem en una sola línea de comandos. Los comandos en la misma línea están separados por un punto y coma (;). Como se puede observar en la figura Nª 2.8.:

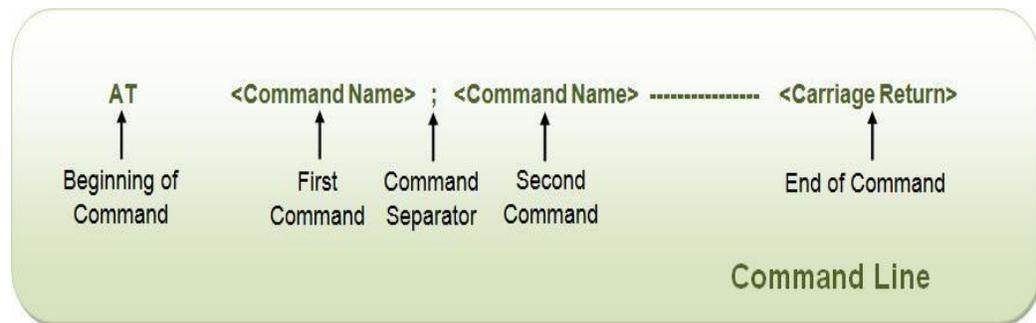


Figura Nª 2. 8. Línea de comandos

Fuente: <http://www.engineersgarage.com/articles/gsm-gprs-modules?page=5>

Ejemplo: `AT+CGMI; +CBS <retorno de carro>`

Cadena en una línea de comandos:

Las cadenas en una línea de comandos se escriben entre comillas (“”).

Ejemplo:

`AT+CGML=”ALL” <retorno de carro>`

Información sobre la respuesta y código de resultados:

La información sobre la respuesta y códigos de resultado, que devuelve el módem tiene un retorno de carro y salto de línea en el principio, así como al final. Como se puede observar en la figura Nª 2.9.:

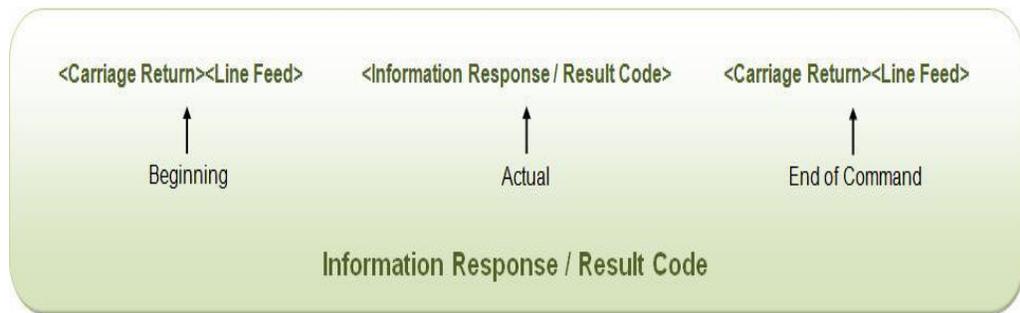


Figura N^a 2. 9. Información sobre la respuesta y código de resultados
Fuente: <http://www.engineersgarage.com/articles/gsm-gprs-modules?page=6>

Ejemplos:

<retorno de carro> <salto de línea> OK <retorno de carro> <salto de línea>
 <retorno de carro> <salto de línea> ERROR <retorno de carro> <salto de línea>

Secuencia de ejecución:

En la línea de comandos, el comando se ejecuta primero el comando que aparece en primer lugar. La ejecución sigue a continuación, para el segundo comando y así sucesivamente. La ejecución de comandos se realiza en forma secuencial.

Si se produce un error en la ejecución de un comando, el módem devuelve un código de error de resultado y la ejecución de la línea de comando se termina sin importar la presencia de otros comandos siguientes en la línea de comandos.

2.4.7.3 Clasificación de los comandos AT

Los comandos AT tienen la siguiente clasificación; como se puede observar en la figura N^a 2.10.:

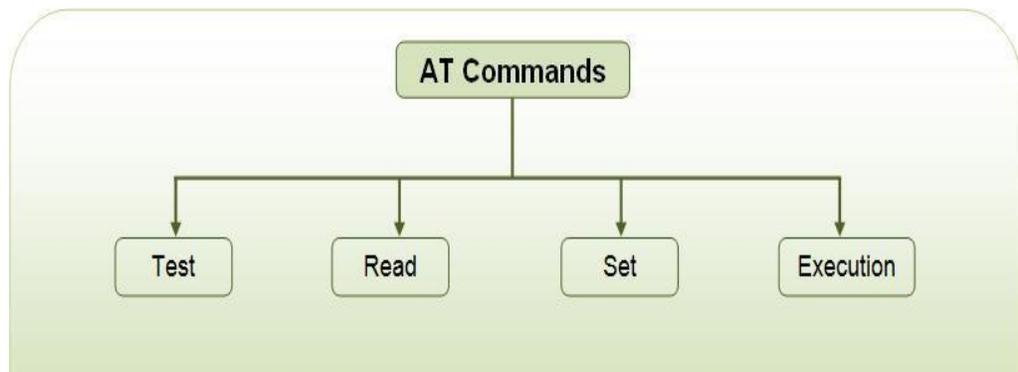


Figura Nª 2. 10. Clasificación de los comandos AT

Fuente: <http://www.engineersgarage.com/tutorials/at-commands?page=2>

- a. Comandos de prueba:** Los comandos de prueba se utilizan para comprobar si un comando es o no compatible con el módem.

Sintaxis: AT <nombre del comando>=?

Ejemplo: ATD =?

- b. Comandos de lectura:** Los comandos de lectura son usados para obtener la configuración del teléfono móvil o modem para una operación.

Sintaxis: AT <nombre del comando>?

Ejemplo: AT+CBC?

- c. Comandos de configuración:** Los comandos de configuración se utilizan para modificar la configuración del teléfono móvil o módem para una operación

Sintaxis: AT<nombre comando>= valor1, valor2, ..., valorN

Algunos de los valores en los comandos de configuración pueden ser opcionales.

Ejemplo: AT+CSCA="9876543210", 120

- d. Comandos de ejecución:** Los comandos de ejecución se utilizan para llevar a cabo una operación.

Sintaxis: AT<nombre comando>=parámetro1, parámetro2, ..., parámetroN

Los comandos de lectura no están disponibles para obtener el valor del parámetro del parámetro asignado en la última ejecución, porque los parámetros de los comandos de ejecución no se almacenan.

Ejemplo: AT+CMSS=1,"+9876543210",120

2.4.8 Control de la ingesta de Medicamentos en Enfermos Crónicos

El control de la ingesta de medicamentos en enfermos crónicos es un Servicio que consiste en el cuidado, en sus propias casas, de personas mayores o con algún grado de dependencia. El objetivo de este Servicio es que las personas se mantengan en su entorno habitual integradas a la sociedad sintiéndose totalmente capacitadas para desarrollar sus labores diarias con total tranquilidad. Para cumplir con este objetivo el servicio se apoya en el uso intensivo de tecnología. Esta tecnología consiste en la instalación de un terminal de teleasistencia en el domicilio de la persona, el cual está conectado a la línea de teléfono y/o a la corriente eléctrica

2.4.9 Salud Móvil Digital

Salud Móvil Digital es una asociación de iniciativa pública y privada que se ha puesto en marcha para crear un modelo innovador para el desarrollo y suministro de sanidad a millones de personas en países en desarrollo.

El concepto de salud digital se refiere a cualquier aplicación relacionada con la salud basada en tecnologías que han sido utilizadas durante varios años.

2.4.10 Monitoreo Remoto

El monitoreo remoto es aquel que nos da la posibilidad de medir y monitorear algunos parámetros del organismo de los pacientes a través de medios electrónicos y de comunicación remota. Entre estos parámetros se encuentran la glucosa, la presión arterial, etc.

2.4.11 Telemedicina

Telemedicina significa Medicina practicada a distancia, incluye tanto diagnóstico y tratamiento, como también la educación médica. Es un recurso tecnológico que posibilita la optimización de los servicios de atención en salud, ahorrando tiempo y dinero y facilitando el acceso a zonas distantes para tener atención de especialistas. Otra de las utilidades que presta el uso de la transmisión de datos médicos sobre redes adecuadas es la educación, donde los alumnos de medicina y enfermería pueden aprender remotamente, apoyados por su profesor y con la presencia del paciente.

Para su implementación se emplean usualmente tecnologías de la información y las comunicaciones.

La telemedicina puede ser tan simple como dos profesionales de la salud discutiendo un caso por teléfono hasta la utilización de avanzada tecnología en comunicaciones e informática para realizar consultas, diagnósticos y hasta cirugías a distancia y en tiempo real.

2.4.12 Base de Datos

Una base de datos o banco de datos es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto y almacenados sistemáticamente para su posterior uso.

En la actualidad, y debido al desarrollo tecnológico de campos como la informática y la electrónica, la mayoría de las bases de datos están en formato digital (electrónico), que ofrece un amplio rango de soluciones al problema de almacenar datos.

Existen programas denominados sistema gestor de bases de datos, abreviado SGBD, que permiten almacenar y posteriormente acceder a los datos de forma rápida y estructurada.

Las bases de datos pueden clasificarse de varias maneras, de acuerdo al contexto que se esté manejando, la utilidad de las mismas o las necesidades que satisfagan así tenemos por ejemplo:

2.4.12.1 Base de Datos Estática

Las bases de datos estáticas son bases de datos de sólo lectura, utilizadas primordialmente para almacenar datos históricos que posteriormente se pueden utilizar para estudiar el comportamiento de un conjunto de datos a través del tiempo, realizar proyecciones y tomar decisiones.

2.4.12.2 Base de Datos Dinámica

Las bases de datos dinámicas son aquellas bases de datos donde la información almacenada se modifica con el tiempo, permitiendo operaciones como actualización, borrado y adición de datos, además de las operaciones fundamentales de consulta.

2.4.12.3 Base de datos de Texto Completo

Las bases de datos de texto completo son aquellas que almacenan las fuentes primarias, como por ejemplo, todo el contenido de todas las ediciones de una colección de revistas científicas.

2.4.12.4 Bases de Datos Bibliográficas

Las bases de datos bibliográficas sólo contienen un subrogante (representante) de la fuente primaria, que permite localizarla. Un registro típico de una base de datos bibliográfica contiene información sobre el autor, fecha de publicación, editorial, título, edición, de una determinada publicación, etc. Puede contener un resumen o extracto de la publicación original, pero nunca el texto completo.

2.4.13 Interfaz

La interfaz es parte de un programa que permite el flujo de información entre un usuario y la aplicación, o entre la aplicación y otros programas o periféricos. Esa parte de un programa está constituida por un conjunto de comandos y métodos que permiten estas intercomunicaciones.

Permite la conexión entre dos ordenadores o máquinas de cualquier tipo dando una comunicación entre distintos niveles.

En electrónica, un interfaz es el puerto por el cual se envían o reciben señales desde un sistema hacia otros. Por ejemplo, el interfaz USB

2.4.14 Visual Studio .NET

Microsoft Visual Studio .NET es un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) para sistemas operativos Windows. Soporta varios lenguajes de programación tales como Visual C++, Visual C#, Visual J#, ASP.NET y Visual Basic .NET, aunque actualmente se han desarrollado las extensiones necesarias para muchos otros.

Visual Studio permite a los desarrolladores crear aplicaciones, sitios y aplicaciones web, así como servicios web en cualquier entorno que soporte la plataforma .NET. Así se pueden crear aplicaciones que se intercomunican entre estaciones de trabajo, páginas web y dispositivos móviles.

2.4.14.1 Visual Basic.NET (VB.NET)

Visual basic .NET es un lenguaje de programación orientado a objetos que se puede considerar una evolución de Visual Basic implementada sobre el framework.NET. Su introducción resultó muy controvertida, ya que debido a cambios significativos en el lenguaje VB.NET no es compatible hacia atrás con Visual Basic, pero el manejo de las instrucciones es similar a versiones anteriores de Visual Basic, facilitando así el desarrollo de aplicaciones más avanzadas con herramientas modernas.

Entorno de Desarrollo

El Entorno de Desarrollo recibe el nombre de Entorno de Desarrollo de Microsoft Visual Studio .NET. Este entorno es personalizable y contiene todas las herramientas necesarias para construir programas para Microsoft Windows.

El Entorno de Desarrollo contiene múltiples ventanas y múltiples funcionalidades y es por consecuencia llamado un entorno de desarrollo integrado (integrated development environment IDE).

La ventana central es la ventana de diseño (Designer Window), la cual contiene el formulario a desarrollar.

La caja de herramientas (ToolBox) se localiza de lado izquierdo. En el extremo derecho tenemos la ventana de explorador de soluciones (Solution Explorer).

La ventana de propiedades (Properties window) contiene tres partes:

- La parte superior contiene un combobox que muestra el nombre y la clase del objeto seleccionado.
- La parte media contiene la lista de propiedades del objeto seleccionado, de lado derecho contiene un conjunto de cajas para ver y editar el valor de la propiedad seleccionada.
- La parte inferior es un cuadro descriptivo que proporciona una breve descripción de la propiedad seleccionada.

2.4.14.2 .NET Framework

.NET Framework es una herramienta de Visual Studio .NET con Visual Basic, Visual C++, Visual C#, etc. Que además es una interfaz subyacente que forma parte del propio sistema operativo Windows.

La estructura de .NET Framework es por clases, las mismas que se puede incorporar a los proyectos a través de la instrucción Imports, dependiendo de la función que realizará el programa que se va a diseñar.

2.4.15 Módem GSM / GPRS

Un módem GSM / GPRS es un dispositivo modulador-demodulador que se utiliza para establecer la comunicación entre un ordenador y un sistema GSM – GPRS.

Los módems se fabrican para ser usados en una red específica celular que puede ser (GSM / UMTS / CDMA) o para redes celulares de datos estándar específicas como son (GSM / UMTS / GPRS / EDGE / HSDPA) o la tecnología (GPS / SIM). Los dispositivos módems utilizan la comunicación serial con la interfaz y necesitan comandos AT Hayes compatibles para comunicarse con el computador o con cualquier sistema basado en un microcontrolador o microprocesador.

El módem GSM / GPRS es un tipo de los dispositivos de módem inalámbricos que están diseñados para permitir la comunicación entre un ordenador y la red GSM y GPRS. Éstos requieren una tarjeta SIM (Módulo Identificador de Usuario) al igual que los teléfonos móviles para activar la comunicación con la red. También tienen un IMEI (Identidad Internacional del Equipo Móvil) al igual que los celulares para su identificación. Un módem GSM / GPRS puede realizar las siguientes operaciones:

- Recibir, enviar o borrar mensajes SMS en una tarjeta SIM.
- Leer, agregar o buscar números de contactos de la tarjeta SIM.
- Realizar, recibir o rechazar una llamada de voz.

En la figura N^o 2.11. se puede observar un módem GSM / GPRS con interfaz de comunicación serial RS-232 y una fuente de alimentación externa.

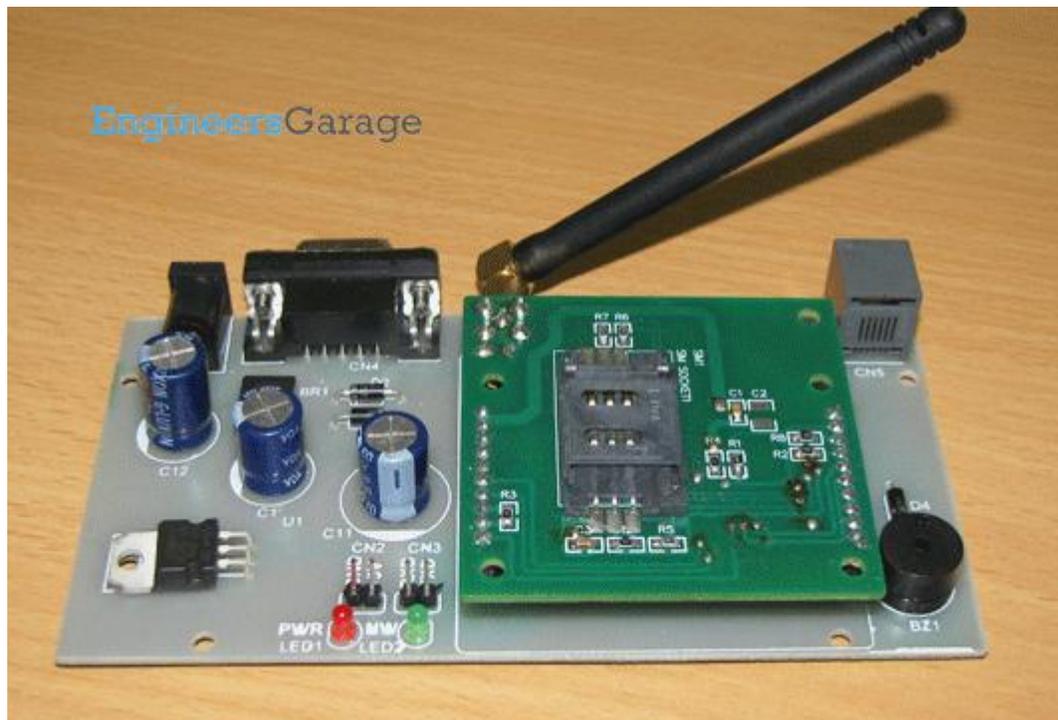


Figura N^o 2. 11. Módem GSM-GPRS

Fuente: <http://www.engineersgarage.com/articles/gsm-gprs-modules?page=2>

2.5 HIPÓTESIS

¿El diseño de un sistema de comunicación virtual mejorará el control de la ingesta de medicamentos en enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral?

2.6 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

Variable independiente: Sistema de comunicación virtual.

Variable dependiente: Ingesta de medicamentos en enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación de un Sistema de comunicación virtual para mejoramiento del control de la ingesta de medicamentos en enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral tuvo un enfoque cuantitativo y cualitativo ya que se basó en la interacción de los objetos investigados y el investigador para saber sus necesidades en lo que respecta a la comunicación que se necesita entre los enfermos crónicos del centro y el médico tratante. También se realizaron estudios electrónicos para lograr el diseño de la comunicación para el control de la ingesta de medicamentos.

3.2 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se contextualizó en la modalidad de investigación de campo porque se recolectaron datos de los pacientes del Centro de Medicina Integral y bibliográfica porque se buscaron datos en internet, en libros sobre

comunicación móvil, mensajes cortos SMS, arquitectura de red para SMS, bases de datos, interfaz para conectar una base de datos al modem GSM, entre otros.

3.3 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

La investigación llegó a un nivel exploratorio cuando se realizó un diagnóstico para conocer las particularidades del sistema de monitoreo virtual para enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral mediante mensajes de texto, el nivel descriptivo permitió determinar las implicaciones del mismo, luego, se alcanzó el nivel explicativo cuando se compararon las variables dentro del contexto lo que permitió explicar la factibilidad o no de esta investigación explicando sus causas. Por último la asociación de variables también estuvo presente ya que están fuertemente ligadas en la presente investigación.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 POBLACIÓN

La presente investigación se realizó en la ciudad de Quito a pacientes del Centro de Medicina Integral que tienen tratamientos muy rigurosos por la gravedad de sus enfermedades los cuales no pueden olvidar la ingesta de sus medicamentos en las horas indicadas por los médicos tratantes.

3.4.2 MUESTRA

El cálculo de la muestra se realizó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N}{E^2(N - 1) + 1}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

$N = \text{Población} = 200$

$E = \text{Error de Muestreo} = 9\%$

Como la población es más de 100 se calculó la muestra.

Entonces:

$$n = \frac{200}{0.09^2(200 - 1) + 1}$$

$$n = 76.57 \approx 77$$

Para la ejecución del proyecto se realizaron un total de 78 encuestas, las cuales estuvieron dirigidas a pacientes que acuden al Centro de Medicina Integral.

3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3. 1. Operacionalización de la variable independiente: Sistema de comunicación virtual.

CONCEPTO	DIMENSIONES (ABSTRACTAS)	INDICADORES (CONCRETOS)	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS INSTRUMENTALES
Comunicación: es proceso en el que intervienen un emisor y un receptor, en un ambiente determinado a través del cual se logra la transmisión e intercambio de información, comprensible entre las partes.	Emisor	Prescripción Control	Tipos de control Almacenamiento	Observación/Guía
	Receptor	Utilización Cobertura Disciplina	Medios Tecnológicos De Comunicación	
	Intercambio de información	Capacidad Medios utilizados	Interfaces	

Elaborado por: El Investigador

Tabla 3. 2. Operacionalización de la variable dependiente: Ingesta de medicamentos en enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral.

CONCEPTO	DIMENSIONES (ABSTRACTAS)	INDICADORES (CONCRETOS)	ITEMS BÁSICOS	TÉCNICAS INSTRUMENTALES
<p>Ingesta de medicamentos en enfermos crónicos: son los tratamientos que se dan a aquellas personas que padecen alteraciones en su salud de larga duración cuyo fin no puede preverse claramente o no ocurrirá nunca y requieren de tratamientos continuos e incluso por toda su vida.</p>	Diagnóstico	<p>Síntomas</p> <p>Signos</p> <p>Cuadro clínico</p>	<p>¿Cómo son almacenadas las recetas prescritas por el médico en el Centro de Medicina Integral?</p> <p>¿Existe seguimiento para los tratamientos de los enfermos del Centro de Medicina Integral?</p>	<p>Entrevista / Guía de la entrevista</p> <p>Encuesta /Cuestionario</p>
	Enfermedades	<p>Insuficiencia cardíaca</p> <p>Enfermedades pulmonares</p> <p>Diabetes</p>	<p>¿Conoce los síntomas de las enfermedades crónicas más comunes?</p> <p>¿Sufre de alguna enfermedad por largo tiempo?</p>	

	Tratamientos	<p>Medicamentos</p> <p>Posología</p> <p>Horarios</p>	<p>¿Sigue Usted rigurosamente el tratamiento dado por el médico?</p> <p>¿Olvida con facilidad los horarios en los que debe tomar los medicamentos recetados por su doctor?</p> <p>¿Le gustaría recibir recordatorios en su celular que le ayuden a cumplir a cabalidad su tratamiento médico?</p> <p>¿Estaría de acuerdo en activar un servicio de salud en su celular?</p>	
--	--------------	--	---	--

Elaborado por: El Investigador

3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

Las técnicas que se emplearon en la investigación fueron: la encuesta, la entrevista, el cuestionario y la observación. La encuesta se utilizó para recopilar información.

3.7 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Se construyeron los documentos y se realizaron las entrevistas tanto a los pacientes del Centro de Medicina Integral como a los médicos tratantes.

3.8 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

- Revisión crítica de la información recogida y limpieza de información defectuosa.
- Repetición de la recolección para corregir fallas de contestación.
- Tabulación de los datos cuantitativos.
- Se organizaron los resultados en tablas de resultado y gráficas
- Manejo de la información, estudio estadístico de datos para presentación de resultados.

3.9 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

- Análisis de los resultados estadísticos, destacando tendencias relacionadas fundamentalmente de acuerdo con los objetivos e hipótesis.
- Interpretación de los resultados porcentuales, gráfica y estadísticamente con apoyo del marco teórico, en el aspecto pertinente.
- Comprobación de hipótesis, para la investigación estadística conviene seguir la asesoría de un experto en el tema.
- Redacción de conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Introducción

Una encuesta es un estudio observacional en el cual el investigador no modifica el entorno ni controla el proceso que está en observación. Los datos se obtienen a partir de realizar un conjunto de preguntas normalizadas dirigidas a una muestra representativa o al conjunto total de la población estadística en estudio, formada en este caso por un grupo de pacientes que acuden al Centro de Medicina Integral, para el presente proyecto se utilizó esta técnica de recolección de información con el fin de conocer la opinión de las personas acerca de cómo llevan los tratamientos para cada enfermedad así como si descuidan los mismos con facilidad, además si conocen las enfermedades crónicas y los síntomas que estas presentan. A su vez se han seleccionado las preguntas más convenientes para saber si los pacientes de este centro estarían de acuerdo en activar un servicio de salud mediante mensajes de texto en sus teléfonos móviles que les permita recordar la hora indicada para la ingesta de sus medicamentos, el costo que debería tener el mismo y si ayudaría a mejorar los resultados de los tratamientos.

4.2 Análisis e interpretación de resultados

Pregunta 1:

¿Cómo es almacenado su historial clínico por parte del doctor luego de cada cita médica?

Tabla 4. 1. Resultados de la encuesta de la pregunta 1

Respuesta vs Número	Número	Porcentaje
Computador	50	64,10%
Papel	10	12,82%
No se almacena	18	23,08%
Total	78	100,00%

Elaborado por: El Investigador

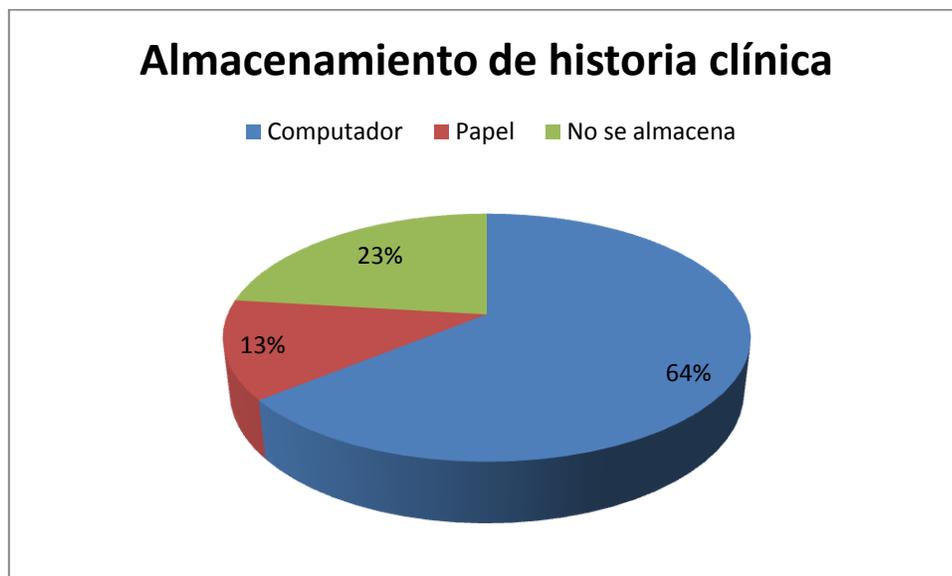


Figura Nª 4. 1. Pastel de resultados de la pregunta 1

Elaborado por: El Investigador

Análisis: Se puede apreciar que el 64% de las personas encuestadas concuerdan que el historial de cada paciente es almacenado en un computador, mientras que el 13% dice que dichas historias clínicas son recopiladas solamente en papel y el 23% restante afirma que no se lleva ningún registro luego de la respectiva cita médica, por lo que se puede ver que en el Centro de Medicina Integral no existe un control adecuado de cada enfermo atendido.

Pregunta 2:

¿Existe seguimiento para los tratamientos de los enfermos del Centro de Medicina Integral?

Tabla 4. 2. Resultados de la encuesta de la pregunta 2

Respuesta vs Número	Número	Porcentaje
Si	13	16,67%
No	65	83,33%
Total	78	100,00%

Elaborado por: El Investigador

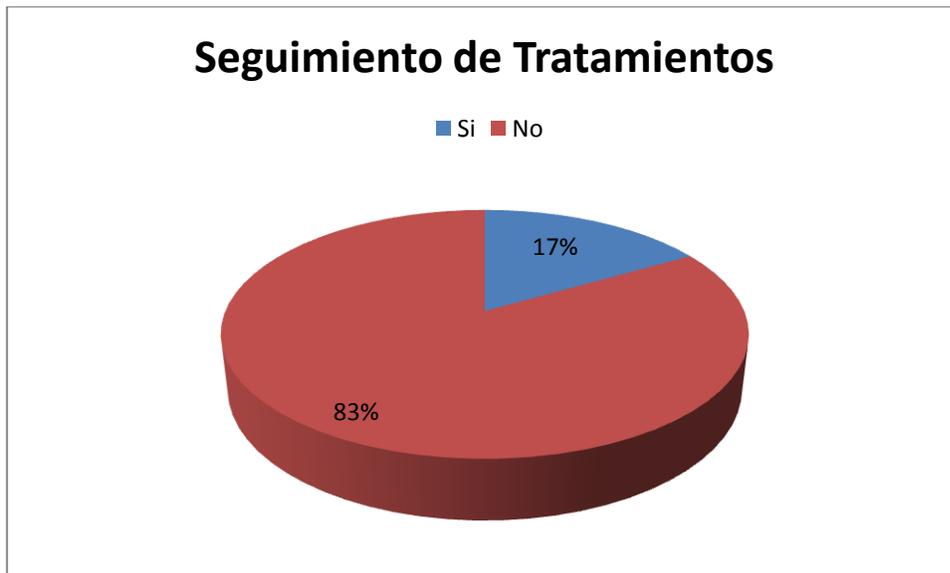


Figura N° 4. 2. Pastel de resultados de la pregunta 2

Elaborado por: El Investigador

Análisis: Se observa que de las personas encuestadas solo el 17% afirman que en el Centro de Medicina Integral se da seguimiento para los tratamientos de cada enfermo, mientras que el 83% concuerdan en que no existe ningún tipo de control en los medicamentos y tratamientos recetados; limitándose a esperar la siguiente cita médica para observar la evolución del enfermo.

Pregunta 3:

¿Usted sigue rigurosamente el tratamiento dado por el médico?

Tabla 4. 3. Resultados de la encuesta de la pregunta 3

Respuesta vs Número	Número	Porcentaje
Si	36	46,15%
No	42	53,85%
Total	78	100,00%

Elaborado por: El Investigador

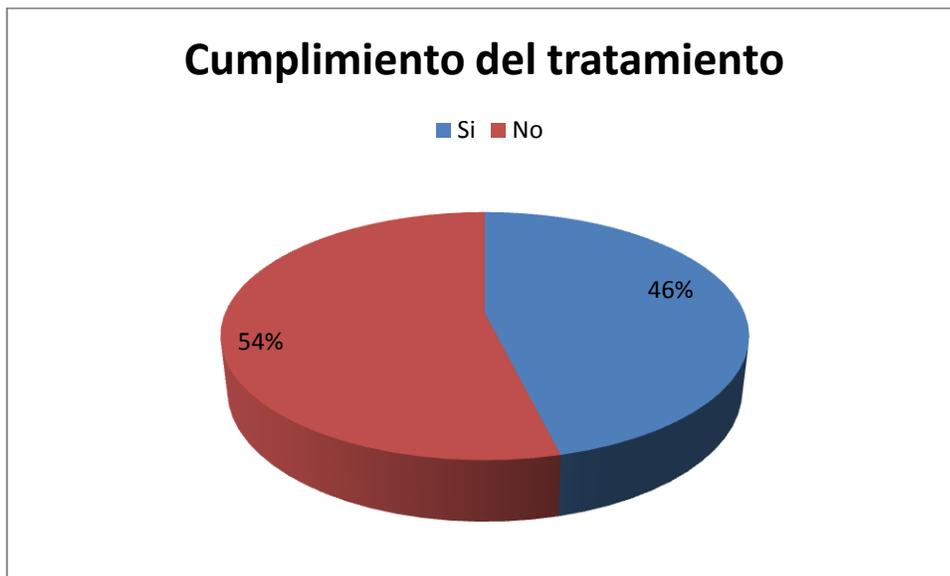


Figura N° 4. 3. Pastel de resultados de la pregunta 3

Elaborado por: El Investigador

Análisis: El 54% de la población encuestada en el Centro de Medicina Integral afirma seguir rigurosamente los tratamientos enviados por el médico para tratar cada afección; en tanto que el 46% restante dice no cumplir a cabalidad los mismos, por lo tanto se puede apreciar que una gran parte de los pacientes no cumple de manera disciplinada la prescripción médica enviada.

Pregunta 4:

¿Conoce cuáles son las enfermedades crónicas más comunes y sus principales síntomas?

Tabla 4. 4. Resultados de la encuesta de la pregunta 4

Respuesta vs Número	Número	Porcentaje
Si	18	23,08%
No	60	76,92%
Total	78	100,00%

Elaborado por: El Investigador



Figura Nª 4. 4. Pastel de resultados de la pregunta 4

Elaborado por: El Investigador

Análisis: Se observa que en el Centro de Medicina Integral el 77% de las personas encuestadas indican que desconocen cuáles son las enfermedades crónicas y sus síntomas más comunes mientras que solo un 23% afirma saber sobre estos padecimientos, lo que deja ver claramente que existe una gran falta de información sobre estas graves afectaciones en la salud, su tratamiento y cuidados.

Pregunta 5:

¿Cuál de las siguientes enfermedades considera usted que son crónicas?

Tabla 4. 5. Resultados de la encuesta de la pregunta 5

Respuesta vs Número	Número	Porcentaje
Diabetes	48	29,63%
Hipotiroidismo	26	16,05%
Hipertiroidismo	35	21,60%
Hipertensión	25	15,43%
Otra respuesta	28	17,28%
Total	162	100,00%

Elaborado por: El Investigador

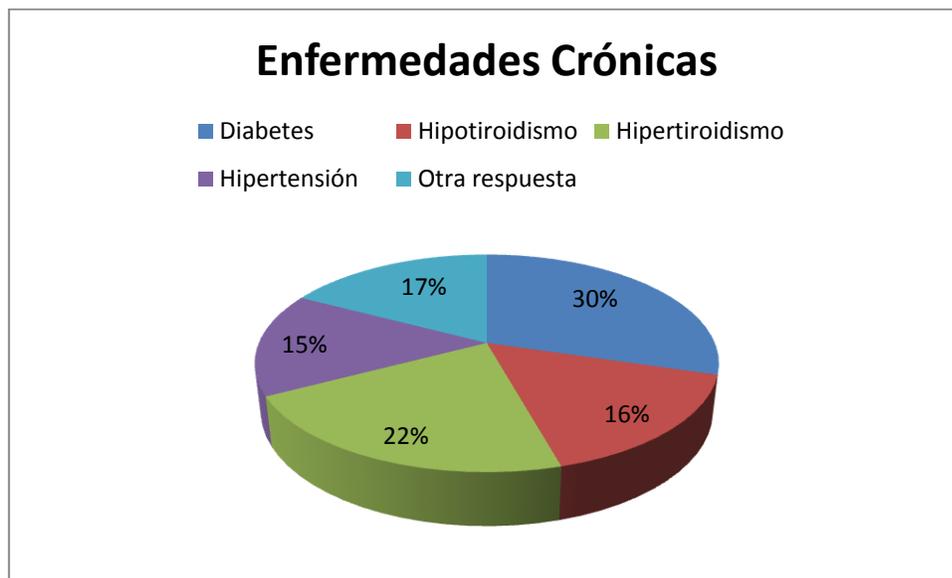


Figura Nª 4. 5. Pastel de resultados de la pregunta 5

Elaborado por: El Investigador

Análisis: Se puede observar en esta pregunta que se han dado una gran variedad de respuestas sobre cuales se consideran enfermedades crónicas así el 30% consideran a la diabetes, mientras que el hipotiroidismo tuvo un 16% de respuestas, el 22% cataloga al hipertiroidismo como una afección grave, la hipertensión se considera dentro de estas afecciones con un 15% y se obtuvo un 17% con otro tipo de respuestas dentro de las cuales se mencionan la insuficiencia renal, la anemia, la insuficiencia cardíaca, el Alzheimer y la trombosis.

Pregunta 6:

¿Padece alguna enfermedad crónica?

Tabla 4. 6. Resultados de la encuesta de la pregunta 6

Respuesta vs Número	Número	Porcentaje
Si	35	44,87%
No	43	55,13%
Total	78	100,00%

Elaborado por: El Investigador

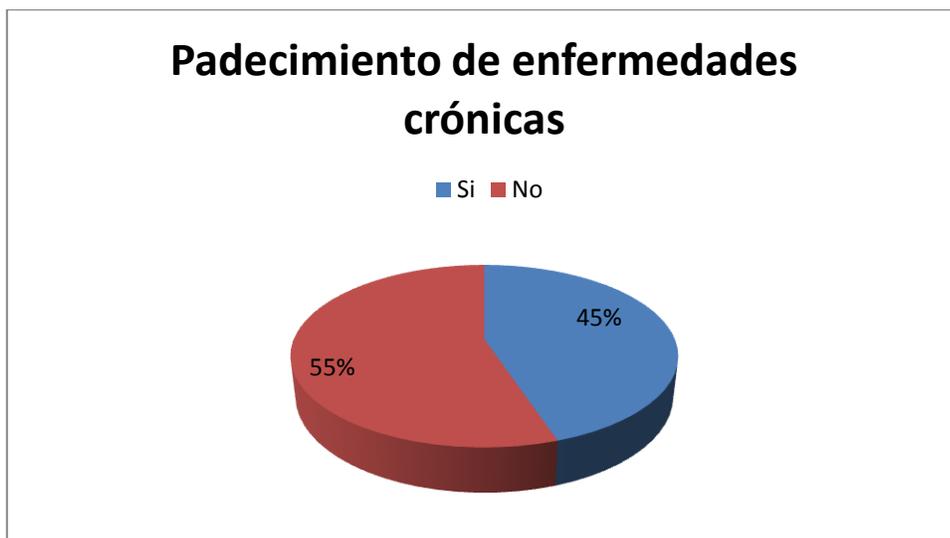


Figura Nª 4. 6. Pastel de resultados de la pregunta 6

Elaborado por: El Investigador

Análisis: En el Centro de Medicina Integral el 55% de los encuestados aseguran padecer de alguna enfermedad crónica en tanto que el 45% restante afirma no sufrir de ninguna afección de este tipo en su salud o solamente tener malestares leves; como se puede observar existe un gran número de pacientes con padecimientos severos.

Pregunta 7:

¿Descuida con facilidad los horarios en los que debe tomar los medicamentos recetados por su médico?

Tabla 4. 7. Resultados de la encuesta de la pregunta 7

Respuesta vs Número	Número	Porcentaje
Si	69	88,46%
No	9	11,54%
Total	78	100,00%

Elaborado por: El Investigador

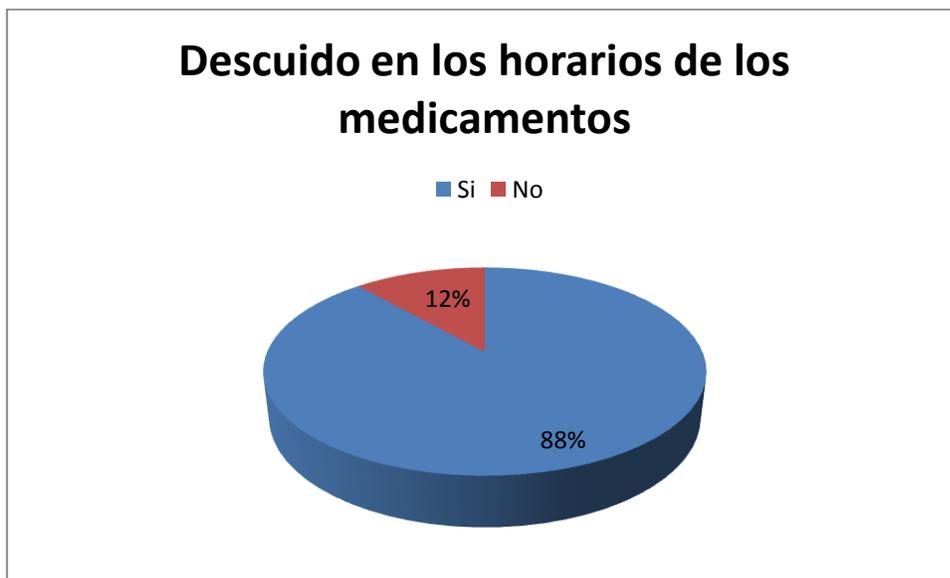


Figura N° 4. 7. Pastel de resultados de la pregunta 7

Elaborado por: El Investigador

Análisis: El 88% de las personas encuestadas concuerdan en que a menudo descuidan con facilidad los horarios en los que deben tomar los medicamentos recetados por el médico para tratar cada enfermedad en tanto que solo el 12% afirmó ingerir de manera estricta cada medicina recetada, lo que nos permite apreciar que los tratamientos no se cumplen de la manera indicada en la prescripción.

Pregunta 8:

¿Estaría usted de acuerdo en recibir recordatorios en su celular en forma de mensajes de texto que le ayuden a cumplir a cabalidad su tratamiento médico?

Tabla 4. 8. Resultados de la encuesta de la pregunta 8

Respuesta vs Número	Número	Porcentaje
Si	73	93,59%
No	5	6,41%
Total	78	100,00%

Elaborado por: El Investigador

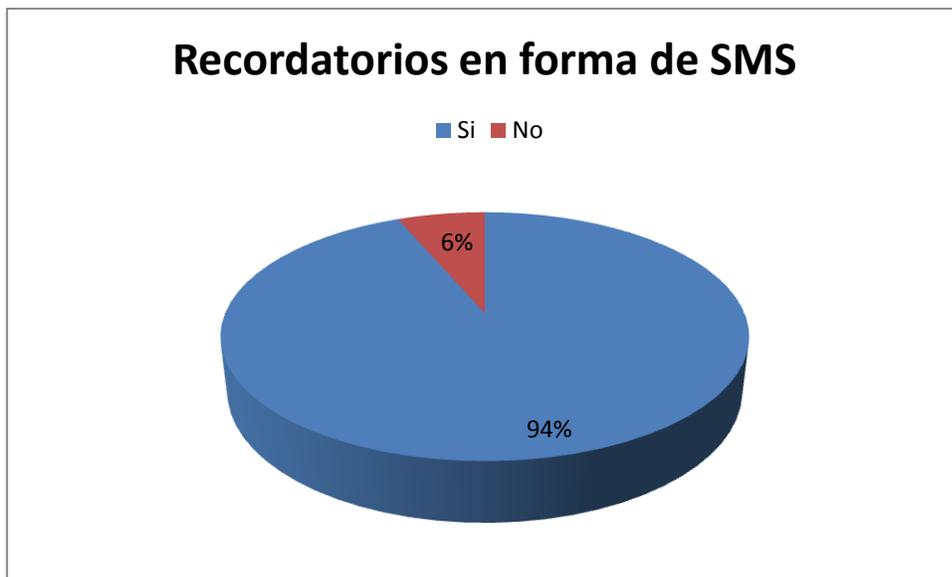


Figura Nª 4. 8. Pastel de resultados de la pregunta 8

Elaborado por: El Investigador

Análisis: El 94% de la población encuestada estaría de acuerdo en recibir recordatorios en su celular en forma de mensajes de texto a la hora respectiva de la ingesta de cada medicina y tan solo al 6% restante no le gustaría recibir estos avisos en sus teléfonos móviles, como se puede observar la mayoría de los consultados cree que sería de gran utilidad los SMS en forma de alerta para cumplir a cabalidad su respectivo tratamiento.

Pregunta 9:

¿Estaría usted de acuerdo en activar un servicio de salud en su celular?

Tabla 4. 9. Resultados de la encuesta de la pregunta 9

Respuesta vs Número	Número	Porcentaje
Si	76	97,44%
No	2	2,56%
Total	78	100,00%

Elaborado por: El Investigador



Figura Nª 4. 9. Pastel de resultados de la pregunta 9

Elaborado por: El Investigador

Análisis: El 97% de las personas encuestadas están de acuerdo en activar un servicio de salud en sus teléfonos móviles mientras tanto que solo el 3% no considera importante activarlo, esto nos permite ver que la mayoría de la población cree necesario e indispensable tener una aplicación médica en su celular.

Pregunta 10:

¿En caso de activar este servicio, cuánto estaría usted dispuesto a pagar por el mismo?

Tabla 4. 10. Resultados de la encuesta de la pregunta 10

Respuesta vs Número	Número	Porcentaje
3 USD	47	60,26%
5 USD	25	32,05%
10 USD o más	6	7,69%
Total	78	100,00%

Elaborado por: El Investigador

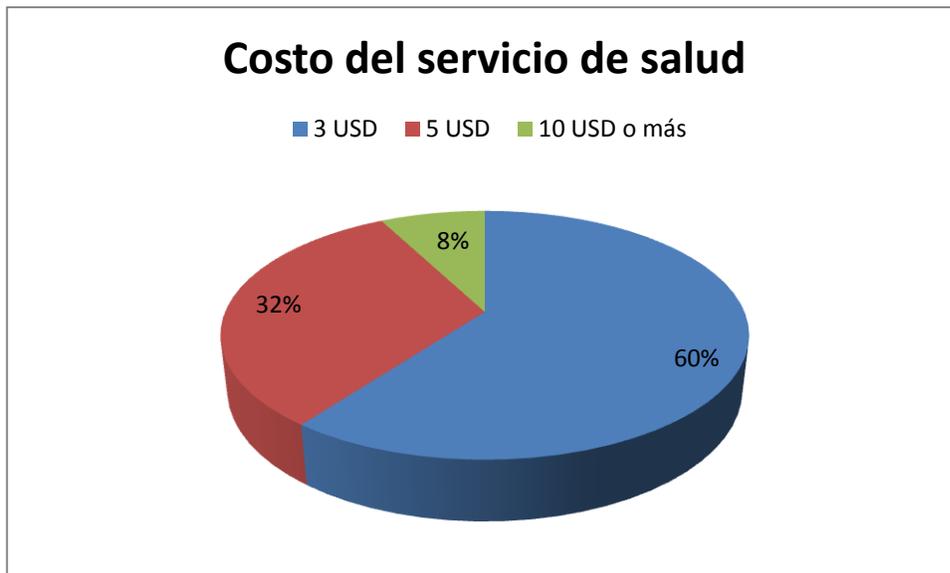


Figura N° 4. 10. Pastel de resultados de la pregunta 10

Elaborado por: El Investigador

Análisis: El 60% de las personas encuestadas concuerdan en que el costo de un servicio de salud para cada terminal móvil no debe exceder los tres dólares, a su vez el 32% pagarían hasta cinco dólares por este concepto y el 8% restante invertiría diez dólares o más, esto nos permite determinar que se debe crear una aplicación móvil en el campo médico que tenga un costo accesible a todos los usuarios.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones:

1. En el Centro de Medicina Integral a pesar de disponer de una base de datos para los pacientes no se lleva un adecuado control de cada enfermo y tampoco existe seguimiento para cada tratamiento especialmente de quienes padecen enfermedades crónicas; por lo que no se puede tener datos confiables acerca de la evolución de cada persona atendida.
2. En la población existe mucha falta de información acerca de cuáles son las enfermedades crónicas y sus principales síntomas por lo que la mayoría de pacientes no acude a su médico a tiempo lo que hace que el tratamiento sea más costoso y muchas veces el enfermo sufra daños irreversibles en su salud.
3. Los pacientes descuidan a menudo las horas correspondientes a la ingesta de sus medicamentos por lo que el control sobre la enfermedad no es adecuado

además en ocasiones se debe cambiar el tratamiento recetando dosis más altas de medicinas lo que afecta muchas veces a otros órganos del cuerpo.

4. Al implementar un sistema de comunicación virtual para enfermos crónicos con mensajes de texto se puede crear una aplicación con bajo costo, ya que no se requeriría que el paciente disponga de un terminal costoso pudiendo llegar de esta manera a toda la población.

5.2. Recomendaciones:

1. Que cada médico tratante registre el diagnóstico y tratamiento en la base de datos del Centro de Medicina Integral, a su vez que los pacientes puedan observar que su información es registrada y se sientan seguros de que se está llevando un control adecuado de su información médica para evaluar de manera concisa la evolución de cada enfermo.
2. Se debe dictar charlas o dar información tanto a las personas que padecen enfermedades crónicas como a sus familiares y en general a los pacientes que acuden al Centro de Medicina Integral para que de esta manera se pueda prevenir a tiempo y evitar que estas afecciones se agraven seriamente.
3. Se recomienda implementar cualquier sistema de recordatorios en la hora correspondiente a la ingesta de medicamentos de cada enfermo crónico, para crear una mayor disciplina en los mismos e incrementar la eficacia de los tratamientos.

4. Se recomienda que el sistema de comunicación virtual para enfermos crónicos mediante mensajes de texto utilice la infraestructura de red actual para telefonía móvil de cualquier operadora, y que además sea interactiva permitiendo al usuario realizar consultas al sistema, e informando a los pacientes sobre los beneficios que obtendrán en su salud al suscribirse al mismo.

CAPÍTULO VI

LA PROPUESTA

6.1 Datos Informativos

6.1.1 Título

“SISTEMA DE COMUNICACIÓN VIRTUAL PARA MEJORAMIENTO DEL CONTROL DE LA INGESTA DE MEDICAMENTOS EN ENFERMOS CRÓNICOS DEL CENTRO DE MEDICINA INTEGRAL.”

6.1.2 Instituciones Ejecutoras

Institución Educativa: Universidad Técnica de Ambato – Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial

Nombre de la Institución

Médica: Centro de Medicina Integral

Tipo de Organización: Salud

Departamento: Medicina Interna

6.1.3 Beneficiarios

Los que gozarán de los beneficios de esta propuesta son:

- Personas que padecen enfermedades crónicas y son tratadas en el Centro de Medicina Integral.
- La sociedad en general.

6.1.4 Ubicación

Provincia: Pichincha

Cantón: Rumiñahui

Dirección: Al suroriente de Quito en el Valle de los Chillos; en la Avenida Gral. Enríquez y Río Coca 152, urbanización San Jorge; Sangolquí.

6.1.5 Tiempo Estimado para la Ejecución

El presente proyecto fue llevado a cabo en un período de seis meses.

6.1.6 Equipo Responsable

Investigador: Santiago Oswaldo Valdiviezo Pulgar

Ejecutor: Director del Centro de Medicina Integral Dr. Vicente Aguilera Zurita.

Director de Tesis: Ing. Juan Pablo Pallo, M.Sc.

6.2 Antecedentes de la propuesta:

En base a las conclusiones y recomendaciones se ha comprobado que los pacientes sugieren que se implemente un sistema de comunicación virtual para mejoramiento del control de la ingesta de medicamentos en enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral.

Las comunicaciones en la actualidad permiten estar en contacto con cualquier persona sin importar el lugar en el que nos encontremos, además podemos estar informados de lo que sucede en cualquier parte del mundo; ya sea a través de televisión, radio internet, entre otros medios de comunicación, pudiendo aprovechar la infraestructura de telecomunicaciones existente para desarrollar un sistema de comunicación virtual que mediante mensajes de texto corto recuerde a cada paciente crónico del Centro de Medicina Integral la ingesta de sus medicamentos, teniendo un adecuado control del tratamiento y evitando la irregularidad del mismo, mejorando la evolución de cada persona y utilizando las redes de telefonía móvil para brindar un servicio de salud a un bajo costo.

6.3 Justificación:

Las redes de telefonía móvil permiten intercambiar información en cualquier lugar y momento, siendo posible que esta información se presente a solicitud del usuario o en el mismo instante en que esta se genere. Además cubren la necesidad de movilidad y abarcan una gran área de cobertura.

Lo expuesto anteriormente da paso a desarrollar sistemas utilizando el servicio de mensajería SMS en el campo de la medicina, aplicaciones que sean de gran utilidad y que faciliten la vida diaria; es por esto que la creación de una aplicación que mediante mensajes de texto corto SMS, envíe recordatorios sobre la ingesta de medicamentos en las horas correspondientes a pacientes que sufren enfermedades graves y además recuerde al usuario la

fecha y hora de su siguiente cita médica ayudará a optimizar los resultados de los tratamientos respectivos, ya que a más de ser un sistema de bajo costo para el enfermo ayudará al mismo a cumplir regularmente el tratamiento impuesto por el médico tratante permitiendo que exista un monitoreo remoto por parte del los doctores con cada enfermo, respondiendo las posibles dudas que éstos puedan tener en caso de presentarse alguna complicación o efectos secundarios en su salud a causa de las medicinas que están tomando, intentando así llegar a la mayor parte de la sociedad del país creando una buena disciplina en los pacientes y siendo la antesala para la creación de novedosas aplicaciones en el campo de la salud.

6.4 Objetivos:

6.4.1 Objetivo general

Diseñar un sistema de comunicación virtual para mejoramiento del control de la ingesta de medicamentos en enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral.

6.4.2 Objetivos específicos

- Establecer el área de cobertura para la red GSM de cada operadora móvil, necesaria para cubrir las casas de los usuarios con el Centro de Medicina Integral.
- Diseñar una interfaz que permita conectar la base de datos con la red GSM.
- Establecer los parámetros de configuración de los equipos a utilizar en la conexión de la base de datos con la red GSM.
- Proponer el diseño de un sistema de comunicación virtual para mejoramiento del control de la ingesta de medicamentos en

enfermos crónicos del centro de Medicina Integral mediante mensajes de texto.

6.5 Análisis de factibilidad

La puesta en marcha de la propuesta se fundamenta en los siguientes aspectos:

6.5.1 Factibilidad Institucional

Se visualiza en los pacientes con enfermedades crónicas del Centro de Medicina Integral que por no tener una disciplina adecuada en sus tratamientos no ven los resultados esperados en su salud y deseen poner en práctica la propuesta.

6.5.2 Factibilidad Técnica Operativa

La factibilidad técnica operativa se tiene porque existen los recursos tanto humanos, tecnológicos y económicos para el desarrollo de la propuesta.

6.5.3 Factibilidad Política

Las decisiones políticas y gubernamentales son de gran relevancia para el desarrollo del sector de la salud, lo que se constituye en fuente de numerosas oportunidades y de muchos cambios en el perfil tecnológico del mismo. Como se ha podido constatar en la inversión que realiza el presente gobierno para el desarrollo del sector.

6.5.4 Factibilidad Tecnológica

Los centros médicos y de salud necesitan adaptarse e incorporar tecnología actualizada que permita al médico controlar remotamente los tratamientos dados, enviando recordatorios para la ingesta adecuada de medicamentos por parte de cada paciente; obteniendo regularidad y mejores resultados en la salud de cada persona tratada.

6.5.5 Factibilidad Económico-Financiera

Los centros médicos, hospitales, clínicas y demás casas de salud se encuentran vinculados al desarrollo del sector de la salud, no obstante son el eje principal de bienestar de la ciudadanía y por lo tanto permite mantener la economía estable.

6.6 Fundamentación Técnica

Previo a desarrollar el presente proyecto, es importante conocer acerca de la tecnología GSM y el servicio de mensajes de texto SMS, su historia, estructura de red, funcionalidades, características y aplicaciones de esta tecnología, las mismas que se presentan a continuación para tener un concepto más claro del funcionamiento de la red GSM.

6.6.1 Introducción a la tecnología GSM

Las telecomunicaciones en Europa siempre habían estado regidas por la estandarización. El CEPT (Conférence Européene des Postes et Télécommunications) es una organización para la estandarización presente en más de 20 países europeos. Todos estos factores, llevaron a la creación

en 1982 de un nuevo cuerpo de estandarización dentro del CEPT, cuya tarea era especificar un único sistema de radiocomunicaciones para Europa a 900 MHz. El Groupe Special Mobile (GSM) tuvo su primer encuentro en Diciembre de 1982 en Estocolmo, bajo la presidencia de Thomas Haug de la administración Sueca. Treinta y una personas de once países estuvieron presentes en este primer encuentro. En 1990, por requerimiento del Reino Unido, se añadió al grupo de estandarización la especificación de una versión de GSM a la banda de frecuencia de 1800 ± 75 MHz. Esta variante se la llamó DCS1800 (Digital Cellular System 1800).

El significado actual de las siglas GSM se ha cambiado y en la actualidad significa Global System for Mobile Communications.

Los servicios de datos presentan una tasa de hasta 14,4 kbps. Posee servicios adicionales como FAX, servicio de mensajería corta, desvío de llamadas, prohibición de llamadas, llamada en espera, identificadores de número, informe de costos, roaming, entre otros.

6.6.2 Arquitectura del sistema GSM

La estructura básica del sistema GSM se organiza como una unidad de celdas radioeléctricas continuas, que proporcionan cobertura al área de servicio. El estándar GSM únicamente especifica entidades funcionales e interfaces normalizadas para permitir compatibilidad entre diferentes proveedores de equipos.

La Arquitectura de Red definida por el estándar GSM se compone por tres subsistemas principales como se indica en la figura N^o. 6.1:

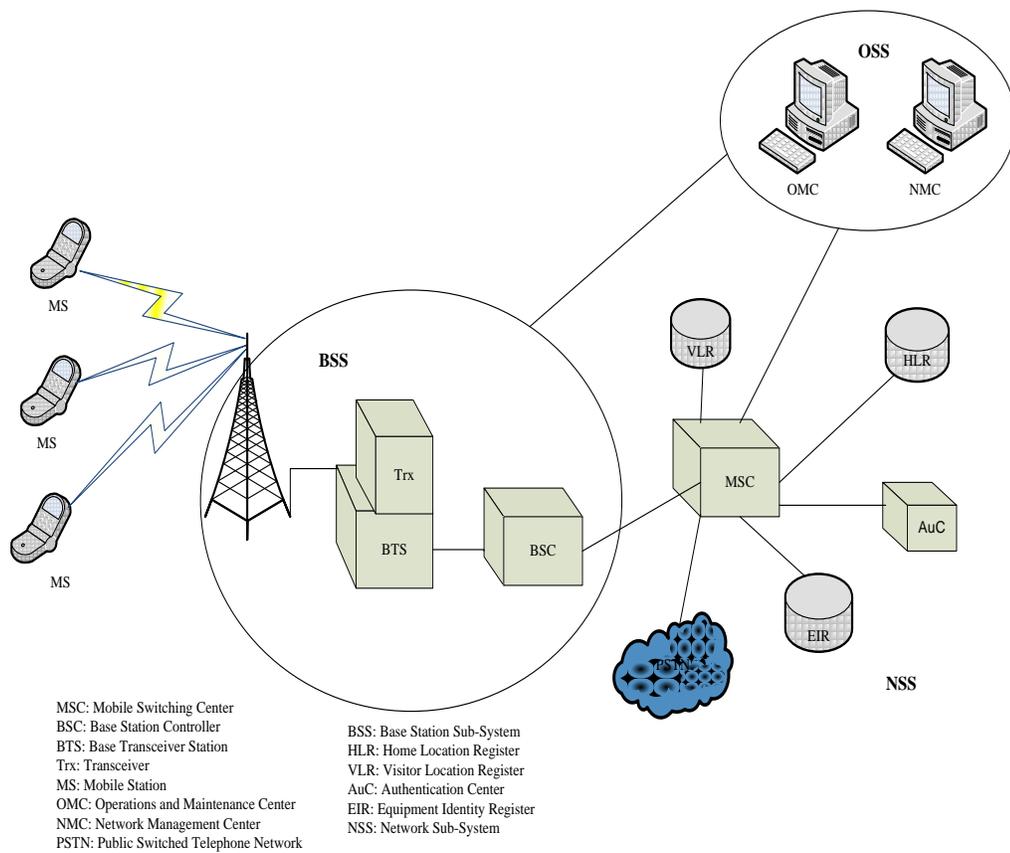


Figura N^a 6. 1. Arquitectura del sistema GSM
Elaborado por: El Investigador

Los subsistemas de la red GSM están formados por:

6.6.2.1 Subsistema de Estación Base (BSS)

El subsistema de estación base (BSS) constituye la interfaz entre los terminales móviles y el subsistema de red y lo conforman el BSC y sus correspondientes BTS's, como se muestra en la figura N^a. 6.2:

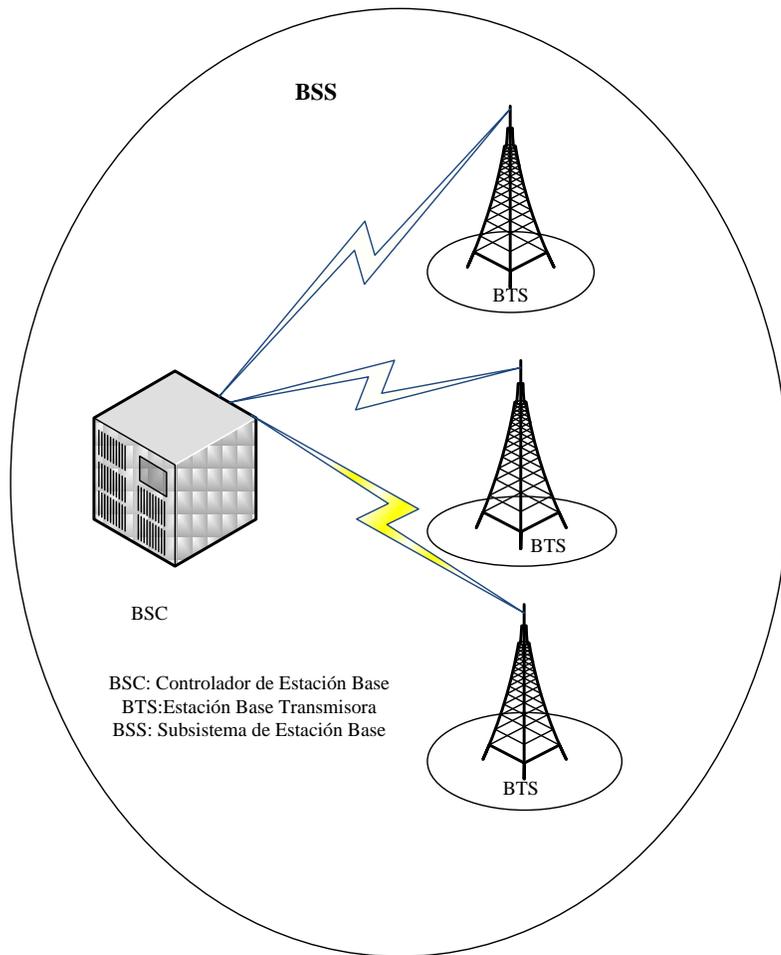


Figura N^o 6. 2. Subsistema de estación base (BSS)
Elaborado por: El Investigador

El Subsistema de Estación Base es una parte de la red que se ocupa de las siguientes funciones principales:

- Control de la Red de Radio
- Establecimiento de la conexión entre la MS y el NSS
- Gestión de la Movilidad
- Tratamiento y Transcodificación de la Voz
- Recopilación de Material Estadístico

Los elementos que la componen son:

El BSC (Controlador de Estación Base) es el elemento de red central del BSS y controla la red de radio.

La BTS (Estación Base) es un elemento de red que mantiene el interfaz Aire. Se ocupa de la señalización y cifrado del interfaz Aire y del procesamiento de la voz.

El TRX (Transcodificador) es un elemento del BSS que se ocupa de la transcodificación de la voz, es capaz de convertir voz de un formato de codificación digital a otro y viceversa.

La transmisión se considera una parte del BSS debido al hecho de que el BSS es típicamente una entidad geográfica razonablemente grande. La especificación de GSM define sólo los interfaces del equipo; por lo tanto hay una gran cantidad de alternativas para desarrollar una red de transmisión entre elementos del BSS.

6.6.2.2 Subsistema de Red (NSS)

El Subsistema de Red (NSS) es una parte de la red GSM que se ocupa de las siguientes funciones:

- Control de la llamadas
- Interfuncionamiento de redes
- Datos del abonado y gestión de los servicios
- Tarifación
- Recogida de material estadístico
- Gestión de la movilidad
- Gestión de la seguridad
- Señalización del Interfaz A y PSTN
- Control del BSS

Los elementos que la componen son:

El MSC (Centro de Conmutación de Servicios Móviles) es el elemento principal del NSS. Es responsable del control de llamadas, funciones de control del BSS, funciones de interfuncionamiento, tarificación, estadísticas y señalización de los interfaces A y PSTN.

El HLR (Registro de Posición Base) es el lugar donde se almacenan permanentemente todos los datos del abonado. El HLR también da una posición conocida fija, para la información del encaminamiento de variables. Las funciones principales del HLR son los datos del abonado y gestión de servicios, estadísticas y gestión de la movilidad.

El VLR (Registro de Posición Visitante) da memoria local para las variables y funciones necesarias para gestionar llamadas hacia y desde un abonado móvil en el área correspondiente al VLR.

El AuC (Centro de Autenticación) y el EIR (Registro de Identificación del Equipo) son elementos de la red del NSS que se ocupan de los aspectos relacionados con la seguridad. El AuC se ocupa de la información de seguridad de identidad del abonado junto con el VLR. El EIR se ocupa de la información de seguridad del equipo móvil (hardware) junto con el VLR.

En la figura 6.3 se puede apreciar los elementos que componen el NSS:

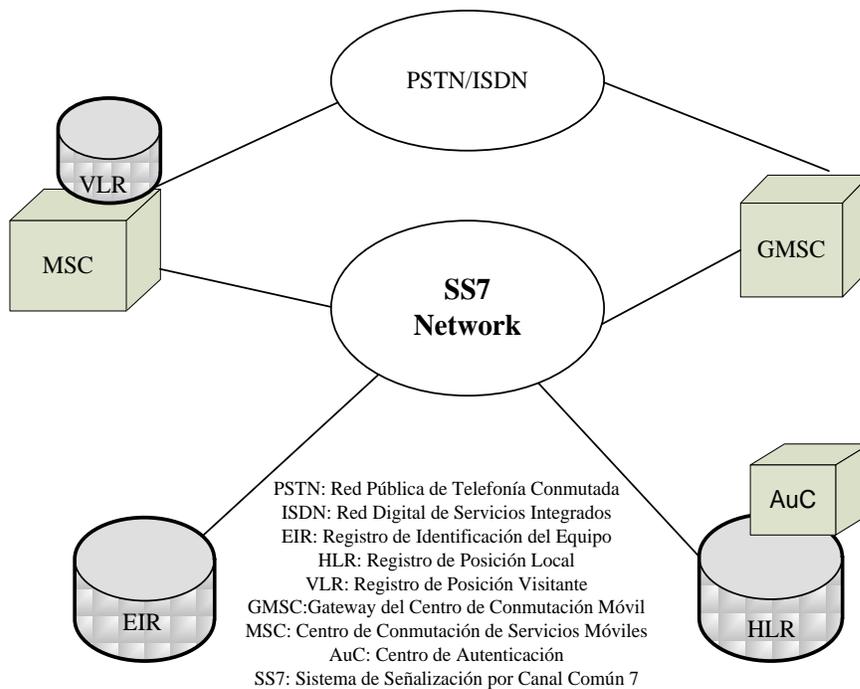


Figura N° 6. 3. Subsistema de Red (NSS)

Elaborado por: El investigador

De la figura 6.3, el elemento de red GMSC no se ha mencionado antes. El GMSC (Gateway Mobile Switching Center) es un nodo que permite interrogar al HLR para obtener información de encaminamiento para una llamada dirigida a un móvil. Por lo tanto, es el nexo de unión de la red GSM con otras redes externas.

6.6.2.3 Subsistema de operación y apoyo (OSS)

El subsistema de operación y apoyo (OSS) está conformado por el OMC y por el NMC. El OMC (Centro de operación y mantenimiento) es un centro de trabajo donde se encuentra un cierto número de funciones de operación y mantenimiento que típicamente son:

- Modificación de parámetros de servicio en la MSC-VLR, HLR y BSC
- Gestión indirecta de los datos relativos a cada terminal móvil
- Registro de datos de transmisión, de tráfico y de alarmas
- Registro de datos estadísticos relativos a las prestaciones de la red
- Configuración de los aparatos de la red
- Registro de los datos de tasación

El NMC (Centro de gestión de la red) junto con el OMC controla y gestiona el funcionamiento de la red.

La MS (Estación Móvil) es una combinación de terminal y abonado. El terminal en sí mismo se llama ME (Equipo Móvil) y los datos del abonado se guardan en un módulo separado llamado SIM (Módulo de Identidad del Abonado). Por tanto, ME + SIM = MS. La SIM es una “tarjeta inteligente” que puede utilizarse con cualquier estación móvil portátil.

El IMSI (Identificador de Terminal Móvil Internacional), memorizado en la tarjeta inteligente, sirve al operador de GSM para identificar al abonado en la red.

6.6.3 Banda de frecuencias GSM

La interfaz de radio de GSM se ha implementado en diferentes bandas de frecuencia, cada una de las cuales tiene un nombre específico de acuerdo a la frecuencia en la cual trabaja y cuenta con un número determinado de canales para su funcionamiento; así también se asigna un rango de operación tanto para el enlace descendente como para el enlace ascendente de cada frecuencia GSM. Cada banda es usada de manera indistinta en diferentes lugares del planeta como se puede observar en la tabla 6.1.

Tabla 6. 1. Banda de frecuencias GSM

Banda	Nombre	Canales	Uplink (MHz)	Downlink (MHz)	Notas
GSM 850	GSM 850	128 - 251	824,0 - 849,0	869,0 - 894,0	Usada en los EE.UU., Sudamérica y Asia.
GSM 900	P-GSM 900	0-124	890,0 - 915,0	935,0 - 960,0	La banda con que nació GSM en Europa y la más extendida
	E-GSM 900	974 - 1023	880,0 - 890,0	925,0 - 935,0	E-GSM, extensión de GSM 900
	R-GSM 900	n/a	876,0 - 880,0	921,0 - 925,0	GSM ferroviario (GSM-R).
GSM1800	GSM 1800	512 - 885	1710,0 - 1785,0	1805,0 - 1880,0	
GSM1900	GSM 1900	512 - 810	1850,0 - 1910,0	1930,0 - 1990,0	Usada en Norteamérica, incompatible con GSM-1800 por solapamiento de bandas

Elaborado por: El Investigador

6.6.4 Modulación GSM

La modulación GSM tiene como objetivo principal el convertir los datos a ser transmitidos en una forma que se ajuste tanto a los requisitos de transmisión del medio usado como a cualquiera impuesto por el sistema y las operaciones.

El GSM utiliza un formato de modulación digital llamado de 0,3GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying) que es una modulación en frecuencia

digital binaria con un índice de modulación de 0,5 en la que se ha realizado previamente sobre la señal moduladora un filtrado gaussiano con 0.3 de producto BT (ancho de banda por el periodo de bit de la señal moduladora).

El 0,3G describe la Banda del Filtro Gaussiano de pre-modulación utilizado para reducir el espectro de señal modulado.

6.6.4.1 Modulación GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying)

Este tipo de modulación se engloba dentro de las modulaciones PSK como se dijo anteriormente se antepone un filtro gaussiano y cuya misión principal es reducir el ancho de banda de la señal y mejorar su eficiencia espectral. Para filtros gaussianos se define el parámetro BT que describe el ancho de banda del filtro gaussiano con relación a la tasa de bits de la señal.

Características de GMSK:

- Variante de MSK (o de OPSK): 1 y 0's, por lo tanto +/- 67.7 KHz
- Mejora lóbulos secundarios y lóbulo principal más angosto, por lo tanto minimiza Ancho de banda e interferencia en canal adyacente.
- Índice de modulación: $BT=0.3$ a 270.8 Kbps

Hay dos métodos para generar GMSK. Uno es modulación FSK (Frequency Shift Keying), y el otro es QPSK (Quadrature Phase Shift Keying).

MSK (Minimum Shift Keying) es un tipo especial de modulación FSK (Frequency Shift Keing) en donde 1's y 0's son representados por locomociones en la frecuencia de la portadora de RF. Cuando la tasa de bits de la señal modulante es exactamente cuatro veces la locomoción de la frecuencia de la portadora se consigue minimizar el espectro y la modulación es llamada de MSK (Minimum Shift Keying).

En el caso del GSM, la tasa de datos de 273,833 kbit/s fue elegida para ser exactamente cuatro veces la locomoción de la frecuencia de RF (+/- 67,708 KHz).

En la figura N^o. 6.4. se puede observar un ejemplo de implementación de un sistema de modulación GSMK implementado mediante FSK con frecuencia modulada y un oscilador controlado por voltaje.

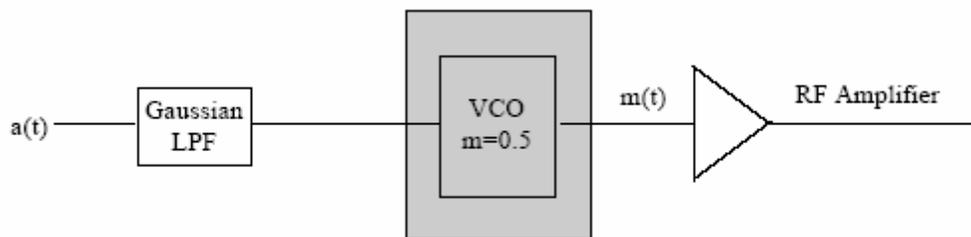


Figura N^o 6. 4. GSMK implementada por modulación FSK con FM-VCO
Fuente: Siemens Network Planning Basic

6.6.5 Servicio de mensajes cortos (SMS)

6.6.3.1 Introducción

SMS apareció en escena en 1991 en Europa, donde la tecnología inalámbrica digital dio raíces. El Standard Europeo para la tecnología inalámbrica digital, es ahora conocido globalmente como el Standard para móviles (GSM), que incluye el servicio de mensajería corta desde el principio.

En Norte América, SMS estuvo disponible en las redes inalámbricas digitales construidas por los primeros pioneros tales como BellSouth Mobility y Nextel. En 1998, con el desarrollo de las redes basadas en GSM como el servicio de comunicación personal (PCS), código de acceso por división múltiple (CDMA), y acceso por división de tiempo

(TDMA), estos métodos ayudaron a la completa implementación del SMS.

6.6.3.2 Arquitectura de la red SMS

En la figura 6.5 se puede apreciar la arquitectura de la red SMS y cada uno de los elementos que la conforman; los cuales cumplen funciones específicas que permiten el envío y recepción de mensajes de texto corto, así como las notificaciones y facturación por parte de la operadora y la interoperabilidad entre cada empresa prestadora del servicio móvil avanzado.

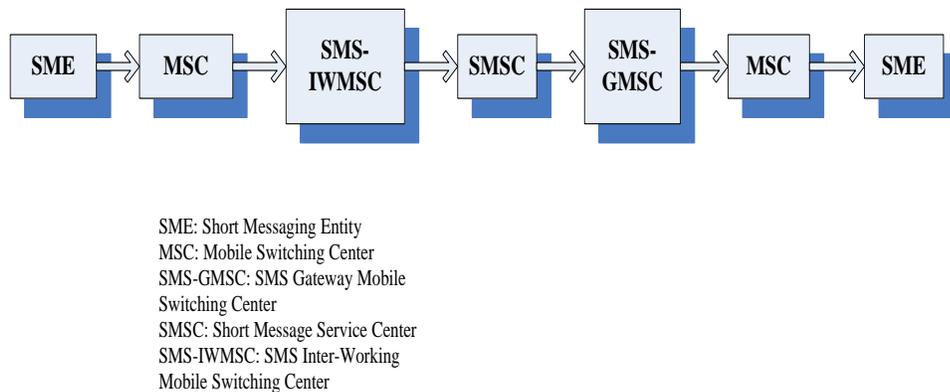


Figura N° 6. 5. Arquitectura de red SMS

Elaborado por: El Investigador

a. SME (Short Messaging Entity)

El SME es una entidad que puede ser un teléfono móvil, un computador o cualquier otro dispositivo capaz de enviar y recibir mensajes cortos en formato SMS.

b. MSC (Mobile Switching Center)

El MSC realiza funciones de conmutación. Recibe y transfiere los SMS, además puede suministrar información sobre errores en la transferencia de los mensajes de texto.

c. SMSC (Short Message Service Center)

El SMSC es un centro de almacenamiento y retransmisión, responsable de garantizar la entrega de los mensajes de texto a través de la red. Puede ser parte integrante del MSC o una entidad de red independiente.

Almacena los mensajes hasta que el destino se encuentre disponible y luego los retransmite. Los SMS no pueden enviarse directamente entre SME's sin pasar por este centro. Además el SMSC intercambia con la red mensajes de confirmación de recepción/ envío de los mensajes cortos.

d. SMS-GMSC (SMS Gateway Mobile Switching Center)

El SMS-GMSC es un centro de conmutación móvil (MSC), capaz de recibir SMS desde un centro de servicio de mensajes cortos. El SMS-GMSC interroga al registro de posición local (HLR) sobre la información de encaminamiento, localiza la MSC actual del receptor y le entrega el SMS para ser enviado al SME destino.

e. SMS-IWMSC (SMS inter-working Gateway Mobile Switching Center)

El SMS-IWMSC es un centro de conmutación móvil (MSC) capaz de recibir un mensaje corto de la red móvil y enviarlo hacia el SMSC apropiado. El SMS-GMSC y SMS-IWMSC están normalmente integrados en el SMSC.

6.6.3.3 Modelo de capas

El stack de protocolos SMS está compuesto de cuatro capas: Aplicación, Transferencia, Retransmisión y Enlace.

a. Capa de Aplicación

La capa de aplicación consiste en las aplicaciones (editor de mensajes, juegos, etc.) implementadas en el SME para enviar, recibir e interpretar el contenido de los mensajes. Esta capa es también conocida como SM-AL (Short Message Application Layer).

b. Capa de Transferencia

La capa de transferencia considera al mensaje como una secuencia de octetos que contiene información como la longitud del mensaje, creador y destinatario del mensaje, fecha de recepción, etc. Esta capa es también conocida como SM-TL (Short Message Transfer Layer).

c. Capa de Retransmisión

La capa de retransmisión permite el transporte de mensajes entre varios elementos de red. Un elemento de red puede almacenar temporalmente un mensaje si el siguiente elemento en la cadena no está disponible para recibir el mismo. Esta capa es también conocida como SM-RL (Short Message Relay Layer).

d. Capa de Enlace

La capa de enlace realiza la transmisión del flujo de bits del mensaje a través del medio físico, entre las entidades de la red SMS. Esta capa es también conocida como SM-LL (Short Message Link Layer).

6.6.3.4 Elementos del SMS

Un mensaje de texto corto contiene siete elementos los cuales permiten la recepción y transferencia de manera correcta de éste y son los siguientes:

a. Validity Period

Período durante el cual puede estar almacenado un SMS en el SMSC mientras no pueda ser entregado a su destino, si se supera este tiempo el mensaje es eliminado.

b. Service Center Time Stamp

Elemento que informa el tiempo al que el SMSC recibió el SMS para ser entregado al SME.

c. Protocol Identifier

Este elemento indica la forma en la que la aplicación receptora maneja los mensajes entrantes.

d. More Messages to Send

Elemento que le permite al SMSC informarle al SME que más mensajes están esperando para ser entregados. Utiliza un parámetro booleano para indicar si hay más mensajes para enviar.

e. Priority

Elemento provisto por el SMSC o SME que indica la importancia relativa de un mensaje.

f. Messages Waiting

Cuando un mensaje no puede ser entregado porque el SME no está disponible, permite indicar al HLR que notifique al SMSC cuando ya esté accesible el SME para realizar la entrega del mensaje.

g. Alert SMSC

Permite avisar al SMSC de que un SME al que se le había intentado entregar un mensaje sin éxito ya está disponible.

6.6.3.5 Características

Las características generales de SMS son:

a. Concatenación

Se pueden concatenar algunos SMS estándar para formar un mensaje largo. Se pueden concatenar hasta 255 mensajes. Cuando esta característica es usada se debe incluir información adicional para que la aplicación puede reensamblar correctamente los mensajes cortos concatenados.

Existe una versión mejorada que también permite concatenar hasta 255 mensajes pero utiliza un campo de referencia de 16 bits en vez de 8 bits que utiliza la versión normal. El campo de referencia de 16 bits reduce la probabilidad de errores en el proceso de concatenación.

b. Compresión

Permite comprimir los datos de usuario del mensaje. Esta característica es opcional, y se basa en un algoritmo donde la longitud de la secuencia de salida es inversamente proporcional a la frecuencia con que el carácter ocurre en la secuencia de entrada.

c. Mensajería binaria

El SMS puede ser configurado en modo carácter o binario. El modo binario permite mejorar la eficiencia de los datos transmitidos.

d. Facturación

Cada mensaje tiene una referencia de facturación asociada, ésta le dice al sistema de facturación la tarifa que se le debe cargar al mensaje.

6.6.3.6 Tipos de SMS

Los SMS pueden clasificarse según el número de destinatarios en:

a. Mensajes punto a punto

En este tipo de mensajes el destinatario es único y se pueden clasificar según la dirección de envío en: Mobile Originated y Mobile Terminated.

b. Mobile Originated

El mensaje puede ser enviado a un número corto, que previamente ha sido contratado a las operadoras móviles por parte de las empresas que prestan servicios utilizando SMS. Este tipo de mensajes son los que se emplean para participación en concursos, votaciones, petición de alertas o de recepción de información en el móvil.

c. Mobile Terminated

El mensaje es enviado desde la fuente hasta el terminal móvil, la fuente puede ser otro usuario móvil o una aplicación. Una vez que el mensaje llega al terminal móvil un reporte confirma a la fuente que la entrega fue completada.

d. Mensajes punto multipunto

En este tipo, el mensaje es enviado a un conjunto de usuarios. A este tipo corresponde Cell Broadcast. El destino del mensaje está descrito en términos de identificadores de celda utilizados por la BSC para enrutar el contenido del mensaje a los usuarios de la BTS.

6.6.3.7 Beneficios de los SMS

Los beneficios del servicio SMS para el proveedor son los siguientes:

- El aumento de llamadas gracias a las capacidades de notificación del SMS en las redes inalámbricas.
- Una alternativa al servicio de búsqueda de personas alfanumérico “Paging”.
- Activa el acceso inalámbrico a datos para usuarios de empresas.
- Provisiones de servicios con valor agregado como el e-mail, buzón de voz, la integración de fax, etc.
- Proporciona una herramienta administrativa para servicios como avisos de precios, descargas en forma inalámbrica.

Los beneficios del SMS a los clientes se centran en la conveniencia, flexibilidad y la integración de servicios de mensajes y acceso a datos.

Desde esta perspectiva, el beneficio es ser capaz de usar un equipo móvil como una extensión del computador.

6.6.3.8 Aplicaciones

Las principales aplicaciones basadas en SMS son:

a. Mensajes de persona a persona

Los usuarios de telefonía móvil utilizan comúnmente el servicio de mensajería corto para comunicarse con otro usuario móvil de su misma operadora e incluso de una operadora diferente.

b. Alertas de E-mail

Los SMS permiten notificar al usuario que tiene un nuevo e-mail. Este mensaje usualmente contiene la dirección de quien envía, el título y unas pocas palabras del inicio de E-mail.

c. Servicios de notificación

Permite el envío de mensajes a ciertos usuarios que constan en una base de datos específica tales como: clientes de compañías de televisión, clubs deportivos, supermercados y otros minoristas, aerolíneas y bancos. Estos mensajes pueden ser publicitarios o de notificación entre otros.

d. Servicios de información

Permite enviar al terminal móvil mensajes con pequeños contenidos de información periódica, de un amplio rango como reporte del clima, reportes financieros, información deportiva.

e. Servicios de localización

Aplicado a la localización de vehículos, integra GPS. Los datos de longitud y latitud son transferidos a un terminal móvil. El terminal por medio de un SMS envía estos datos a un servidor donde se procesan para indicar la localización actual del vehículo en un mapa geográfico.

f. Supervisión Remota

El servicio de mensajería corta puede usarse para gestionar máquinas en ambientes de supervisión remota. Esta aplicación proporciona valiosa información sobre el estado o el suceso de algún evento ocurrido sobre la máquina, que el usuario precisa saber.

g. Comercio electrónico

El comercio electrónico mediante mensajes de texto corto permite llevar a cabo transacciones financieras a través del terminal móvil, para la cual será necesario tener convenios con algunas instituciones bancarias.

6.7 Metodología

La metodología que se utilizó para la realización del sistema de comunicación virtual para enfermos crónicos se detalla a continuación:

- Primero se realizará un análisis de los pacientes con enfermedades crónicas que acuden al Centro de Medicina Integral y como éstos llevan a cabo los tratamientos impuestos por el médico tratante y si los mismos se cumplen de manera adecuada.
- En base al análisis obtenido se realizará una explicación de las ventajas, uso y mantenimiento del sistema de comunicación virtual para enfermos crónicos y su control.
- Luego se procederá a realizar las pruebas de conexión entre la base de datos y la interfaz del sistema de comunicación virtual para enfermos crónicos en el Centro de Medicina Integral con el objetivo de poder extraer los datos para posteriormente ser enviados a cada paciente.
- Se procederá a realizar pruebas de envío automático de alertas vía SMS a los pacientes crónicos del Centro de Medicina Integral y se verificará si las mismas llegan a tiempo y sirven como recordatorio a cada usuario.
- Se realizaran pruebas de consulta a la base de datos por parte de los pacientes vía mensajes de texto SMS, para verificar si las consultas realizadas al sistema dan la respuesta esperada a cada usuario.
- Por último se presentará el diseño del sistema de comunicación virtual para enfermos crónicos al director del Centro de Medicina Integral explicando sus ventajas y demostrando los beneficios en el cumplimiento adecuado de los tratamientos a cada paciente.

6.8 Modelo Operativo

6.8.1 Descripción

El área de medicina interna del Centro de Medicina Integral atiende a personas que padecen enfermedades crónicas las mismas que para su respectivo tratamiento requieren tener regularidad y cumplir a cabalidad lo prescrito por el médico.

Mediante el envío de mensajes de texto como recordatorios se busca generar una mayor disciplina en los pacientes y lograr una mejor evolución en salud de cada enfermo.

Se realizará el diseño de un sistema de comunicación virtual utilizando la infraestructura de red GSM existente, la base de datos que maneja este centro médico y los mensajes de texto corto (SMS).

El diseño general del sistema de comunicación virtual para mejoramiento del control de la ingesta de medicamentos en enfermos crónicos del centro de medicina integral se puede apreciar en la figura N^a. 6.6, en este gráfico se puede observar el servidor de base de datos conectado en red con un computador, en el cual está alojada la interfaz que está programada con comandos AT para permitir el envío-recepción de mensajes de texto corto, los mismos que a través del módem conectado mediante cable al puerto USB del computador son enviados a la red GSM, la cual envía los recordatorios a los terminales móviles de cada paciente a la hora señalada previamente por el médico tratante, alternativamente pueden llegar las alertas por Internet al correo electrónico de cada paciente, como una aplicación extra.

Además los pacientes pueden realizar consultas enviando un mensaje de texto al sistema el mismo que responderá con el nombre del medicamento, la hora de inicio, la frecuencia con la que se debe ingerir cada medicina y la fecha en la que el paciente debe empezar el

tratamiento; lo que hace que la comunicación sea bidireccional ya que los mensajes se enviarán a los usuarios y estos también podrán realizar consultas.

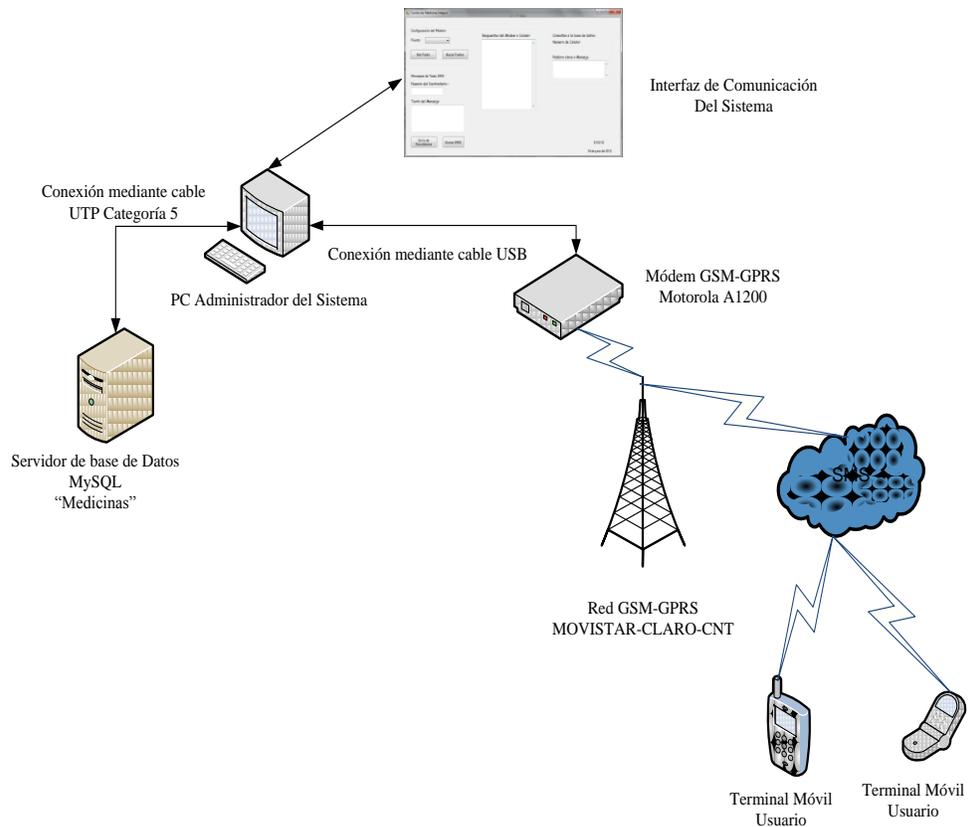


Figura Nª 6. 6. Estructura general del sistema de comunicación virtual para enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral
Elaborado por: El Investigador

6.8.2 Equipos y elementos utilizados para el diseño

Para el diseño del sistema de comunicación virtual para mejoramiento de la ingesta de medicamentos en enfermos crónicos del Centro de

Medicina Integral se utilizó una base de datos, un módem GSM-GPRS y la interfaz de comunicación los cuales se detallan a continuación:

6.8.2.1 Base de Datos “medicinas”

Se utilizó la base de datos existente en el Centro de Medicina Integral para la realización del sistema de comunicación virtual para enfermos crónicos, la misma que fue diseñada con el motor MySQL y que consta de cuatro tablas las mismas que se detallan a continuación:

- a. Tabla Pacientes:** Contiene la información detallada de cada persona atendida en este centro los nombres, apellidos, fecha de nacimiento, dirección, teléfono y la fecha de ingreso al centro de cada paciente.
- b. Tabla Medicamentos:** En esta tabla se detallan los nombres en general de cada medicina recetada por los médicos tratantes para las diferentes afecciones de salud, así como las unidades y si estas son tabletas, inyecciones, etc.
- c. Tabla Paciente_medicina:** En esta tabla se relacionan los identificadores de cada paciente con los identificadores de cada medicamento de las tablas pacientes y medicamentos respectivamente, además se tiene la cantidad, frecuencia, tipo, fecha de inicio y hora de inicio del tratamiento de cada persona del Centro de Medicina Integral.
- d. Tabla Suministrotratamiento:** Esta es la tabla de procesos en la que se recoge la información sobre el avance de los tratamientos

que tienen cada uno de los pacientes respectivamente, la fecha, hora y el estado de la notificación si fue o no enviada.

La relación de las tablas de la base de datos “medicinas” descritas anteriormente, así como cada una de ellas se puede observar en la figura N^o. 6.7. el cual es el modelo lógico de la base de datos implementada en el Centro de Medicina Integral.

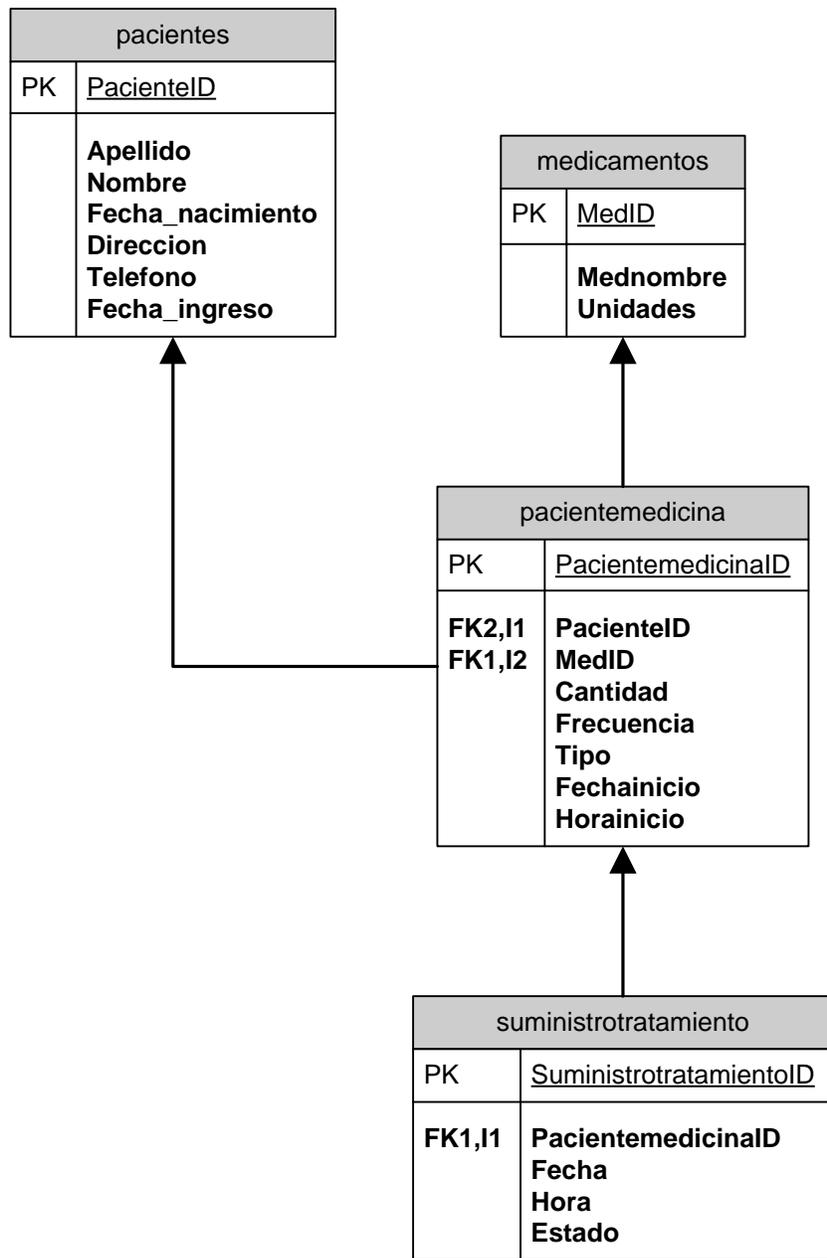


Figura N° 6. 7. Modelo físico de la base de datos “medicinas”

Fuente: Centro de Medicina Integral

6.8.2.2 Módem GSM-GPRS (Motorola A1200)

El módem GSM-GPRS que será utilizado en el presente proyecto será el módem incorporado en el teléfono celular de tecnología

GSM modelo Motorola A1200 que se puede observar en la figura N^o. 6.8.



Figura N^o 6. 8. Motorola A1200

Fuente. <http://businessonline.motorola.com>

Este dispositivo ha sido seleccionado ya que representa un equilibrio entre un buen rendimiento y un precio bajo. En la tabla 6.2 se presentan sus principales características técnicas.

Tabla 6. 2. Especificaciones técnicas teléfono móvil Motorola A1200

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
FUNCIONES GENERALES	ESPECIFICACIÓN
Rango para la frecuencia GSM de 850	824-849 MHz Tx 869-894 MHz Rx
Rango para la frecuencia GSM de 900	880-915 MHz Tx (with EGSM) 925-960 MHz Rx
Rango para la frecuencia GSM de 1800	1710-1785 MHz Tx 1805-1880 MHz Rx
Rango para la frecuencia GSM de 1900	1850-1910 MHz Tx 1930-1990 MHz Rx
Espaciamiento entre canales	200 KHz
Canales	174 EGSM, 374 DCS, 374 PCS, 124 GSM 850 carriers con 8 canales por carrier
Modulación	GMSK at BT = 0.3
Precisión de transmisión de fase	5 Grados RMS, 20 Grados pico
Separación Dúplex	45 MHz GSM, 95 MHz DCS, 80 MHz PCS
Estabilidad de la frecuencia	± 0.10 ppm de la frecuencia de bajada (Rx)
Voltaje de Funcionamiento	3.0V dc to +4.2V dc (Batería) 4.4V dc to +5.5V dc (Fuente externa)
Corriente de transmisión promedio	190 mA max
Corriente de espera promedio	6.0 mA avg (DRX2), 2.0 mA avg (DRX9)
Dimensiones	98.8 mm x 52 mm x 22mm (3.77" x 2.04" x 0.86")
Tamaño (Volumen)	84.4 cc
Peso	100 gm
Rango de temperatura	-10° C to +55° C (+15° F to +130° F)
Duración de la batería, 820 mA Li-Ion battery	Tiempo de conversación 270 - 480 minutes Tiempo de espera 190 - 210 hours

Elaborado por: El Investigador

6.8.2.3 Comandos AT utilizados

Los comandos AT utilizados en el diseño de la interfaz son los que permiten el envío y recepción de mensajes de texto así como la utilización del módem o teléfono móvil en modo texto y se listan a continuación:

- AT+CPMS: Seleccionar lugar de almacenamiento de los SMS
- AT+CMGF: Seleccionar formato de los mensajes SMS
- AT+CMGR: Leer un mensaje SMS almacenado
- AT+CMGL: Listar los mensajes almacenados
- AT+CMGS: Enviar mensaje SMS
- AT+CMGW: Almacenar mensaje en memoria
- AT+CMSS: Enviar mensaje almacenado
- AT+CSCA: Establecer el Centro de mensajes a usar
- AT+WMSC: Modificar el estado de un mensaje

6.8.3 Diseño de la Interfaz

Para lograr el envío de mensajes a la red GSM a través del módem y obtener la información de cada paciente del Centro de Medicina Integral se creó una interfaz desarrollada mediante el lenguaje de programación Visual Basic .NET el cual se encarga de cumplir las siguientes tareas:

- Realizar la conexión a la base de datos del Centro de Medicina Integral.
- Configurar el módem GSM para que pueda enviar y recibir mensajes de texto.

- Gestionar las consultas realizadas a la base de datos por parte de los usuarios para que éstos reciban la información que requieren.
- Programar de manera automática el envío de recordatorios vía mensajes de texto a cada paciente crónicos en la hora correspondiente a la ingesta de sus medicamentos.

Se diseñó la interfaz para lo cual se utilizaron varios botones, varios textbox, un textbox de tipo multilínea , un combobox, varios group box, un data grid view, un timer y un control serial port como se detalla a continuación:

a. Menú configuración del módem:

Dentro de un groupbox se insertó un combobox en el cual aparecen los puertos disponibles o en el que se haya conectado el teléfono móvil o módem además se añadieron dos botones; el primero servirá para abrir el puerto es decir mediante el la programación de una subrutina conectar el puerto con la interfaz y dejarlo listo para la comunicación y el segundo botón permitirá buscar dispositivos conectados en el caso de que se hayan conectado luego de haber ejecutado el programa. En la figura N^a. 6.9 se puede observar el groupbox para la configuración:

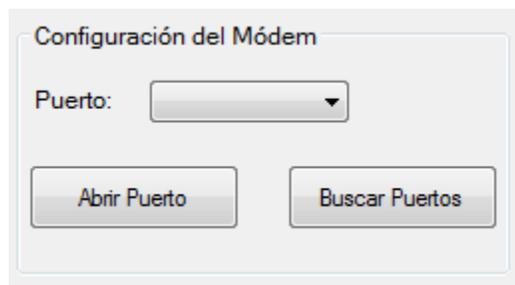


Figura N^a 6. 9. Groupbox configuración del Módem

Elaborado por: El investigador

b. Componentes internos del sistema

Los componentes internos que se añadieron en la interfaz fueron un serialport y dos timers; el primero permitirá la lectura de datos del módem o teléfono móvil conectado, y los segundos controles servirán para mostrar la hora del sistema, para verificar si han sido recibidos nuevos mensajes de texto y para comparar la hora de envío del mensaje con la hora actual del sistema. Los controles internos añadidos los podemos observar en la figura N^o. 6.10.

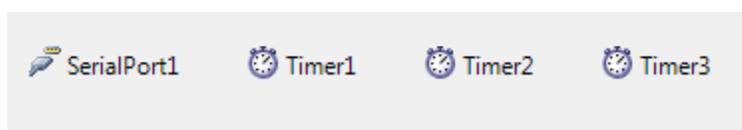


Figura N^o 6. 10. Componentes internos del sistema

Elaborado por: El investigador

c. Groupbox consultas a la base datos

En este groupbox se reciben los mensajes de texto que los usuarios envían al sistema para consultar los nombres de los medicamentos y los horarios de ingesta de los mismos, luego se realiza el proceso de verificación del paciente a través del número de celular del mensaje recibido; si está registrado se consulta a la base de datos la información solicitada para ser enviada después al solicitante mediante un SMS, caso contrario se le notifica que no dispone de este servicio.

Para esto se agregó un label que mostrará el remitente del mensaje y mediante el manejo de cadenas permitirá ver en el textbox “palabra clave o mensaje” el texto del SMS, finalmente se tiene un botón que verifica si el módem ha recibido nuevos mensajes; este botón permanecerá oculto.

Lo expuesto anteriormente se muestra en la figura N^o.6.11.

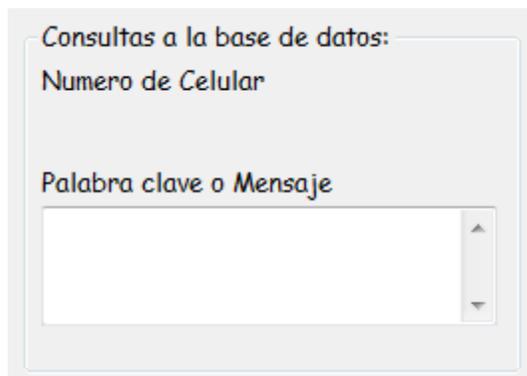


Figura N^o 6. 11. Groupbox consultas a la base de datos

Elaborado por: El investigador

d. Groupbox mensajes de textoSMS

En este groupbox se agregaron dos textbox en el primero se ingresará el destinatario del mensaje y el segundo almacenará el texto del mensaje, estos campos se concatenarán al hacer click en el botón “Enviar SMS” en el que además de poner al módem en modo texto, permitirá enviar los mensajes de texto mediante la programación de los comandos AT correspondientes, esto permitirá enviar mensajes de texto de manera manual, y el botón envío de recordatorios en el cual al hacer click se automatizarán los procesos para enviar los recordatorios a cada paciente al cumplirse la hora de envío del mismo. El diseño se puede observar en la figura N^o. 6.12.



Figura Nª 6. 12. Groupbox mensajes de texto SMS

Elaborado por: El investigador

Además se programó la hora y fecha del sistema en dos label como se ve en la figura Nª. 6.13.

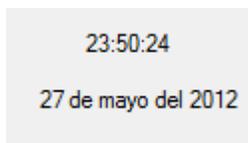


Figura Nª 6. 13. Label de hora y fecha del sistema

Elaborado por: El investigador

Además se agregó un textbox en el cual se puede visualizar las respuestas que el módem envía o los datos que recibe de acuerdo a los eventos programados o que se vayan dando durante la ejecución del programa. Como se puede observar en la figura Nª.6.14.

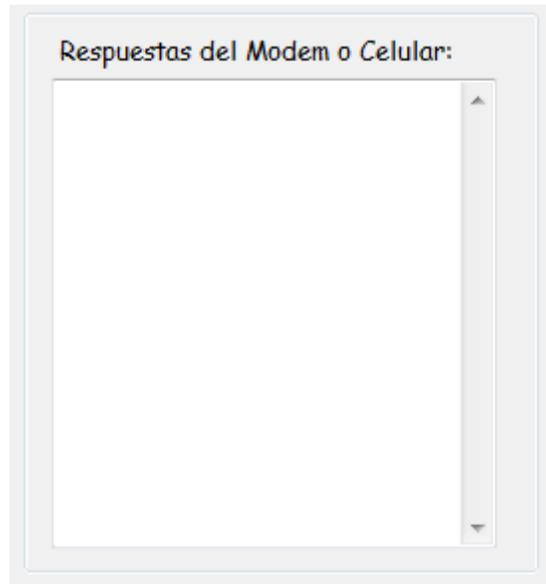


Figura N° 6. 14. Textbox respuestas del módem

Elaborado por: El investigador

El diseño completo de la interfaz se puede observar en la figura N°.6.15.

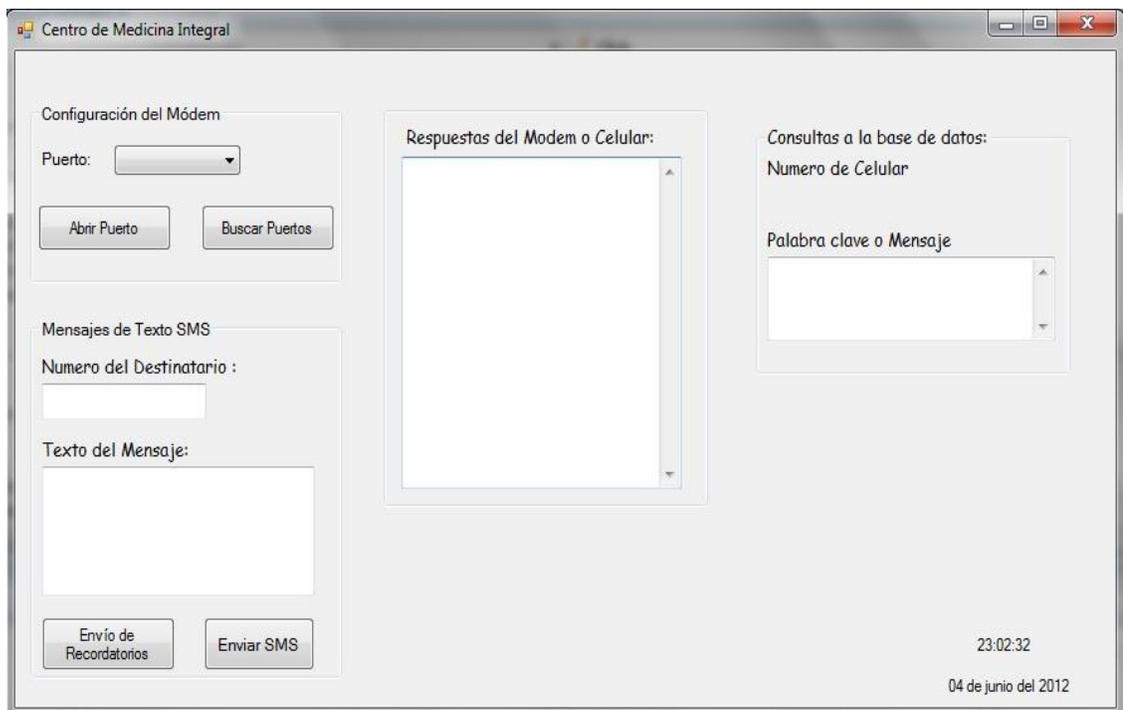


Figura N^{ra} 6. 15. Interfaz del sistema de comunicación virtual para enfermos crónicos del Centro de Medicina Integral

Elaborado por: El Investigador

6.8.4 Algoritmos de conexión

Una vez terminado el diseño se realizan los siguientes procesos:

- Unir a la base de datos con la interfaz de comunicación usando el conector .NET de MySQL el cual nos permitirá extraer los datos necesarios que serán enviados de forma oportuna a cada paciente; esto se realiza con la utilización de adaptadores MySQL y consultas SELECT a la base de datos medicinas.
- Se realizará la automatización de envío de mensajes de texto corto en cada hora correspondiente a la ingesta de medicamentos según la prescripción del médico tratante

establecida en los campos hora inicio y frecuencia de la tabla paciente_medicina en la base de datos “medicinas”.

- Se configura el puerto de conexión mediante la creación de una subrutina que permitirá ver los puertos disponibles para la comunicación
- Se establece el puerto serie (COM) a utilizar, la velocidad de transmisión de los bits expresada en baudios, los bits de datos, en este caso 8 bits de información, 1 bit de inicio y un bit de parada los cuales indican comienzo y terminación de la trama, también se define la paridad y otros parámetros que son necesarios como requisito para la comunicación, finalmente se abre el puerto con la instrucción Open()
- Además se creó otra subrutina llamada GetSerialPortNames() ésta devolverá todos los nombres de los puertos COM disponibles; o aquel en el que se encuentre conectado el módem.
- Se verifica que no existan errores por subprocesos ocurridos al manejar procesos internos de manera paralela y que la comunicación se establezca de manera correcta.
- Una vez realizada la conexión entre el módem y la interfaz de manera correcta y que además se haya extraída la información necesaria se procederá con el envío de mensajes de texto utilizando los comando AT correspondientes; según la sintaxis explicada anteriormente; para esto es necesario colocar el módem o teléfono móvil en modo texto, de esta manera será fácil la visualización del mensaje por parte del usuario, después se realiza la concatenación del número del destinatario y la cadena de texto a ser enviada a la red.
- El control serialport permitirá la lectura de datos, los mismos que servirán para realizar las consultas a la base de datos.

- Las consultas se realizarán mediante lecturas al módem a través de un timer que se ejecutará cada 5 segundos con lo que se verificará si un nuevo mensaje ha llegado al sistema de ser así se procederá a comprobar si el número se encuentra en la base de datos, si el remitente del mensaje está registrado enviará a la cadena de conexión la información requerida para ser enviada como respuesta al usuario, en caso de no encontrarse al usuario dentro del listado de pacientes se le devolverá un mensaje al mismo notificándole que aún no ha sido suscrito al sistema.

Además se tomó en cuenta que todo comando AT finaliza con el dato hexadecimal 0D 0A, es decir, CR LF (retorno de carro y feed line o cambio de línea) lo cual equivale al enter”, dicho enter en ASCII corresponde al caracter 13, por lo que en todas las instrucciones utilizadas se concatenó dicho carácter al final.

En la programación realizada la instrucción no termina en el caracter ASCII13 (ENTER) sino termina con el caracter ASCII26, este caracter equivale a un CONTROL Z que es necesario para completar el envío del SMS.

Los algoritmos para realizar las conexiones y los procesos descritos anteriormente se puede observar en las figuras N^a. 6.16, N^a. 6.17, N^a. 6.18, N^a. 6.19, N^a. 6.20 y N^a. 6.21.

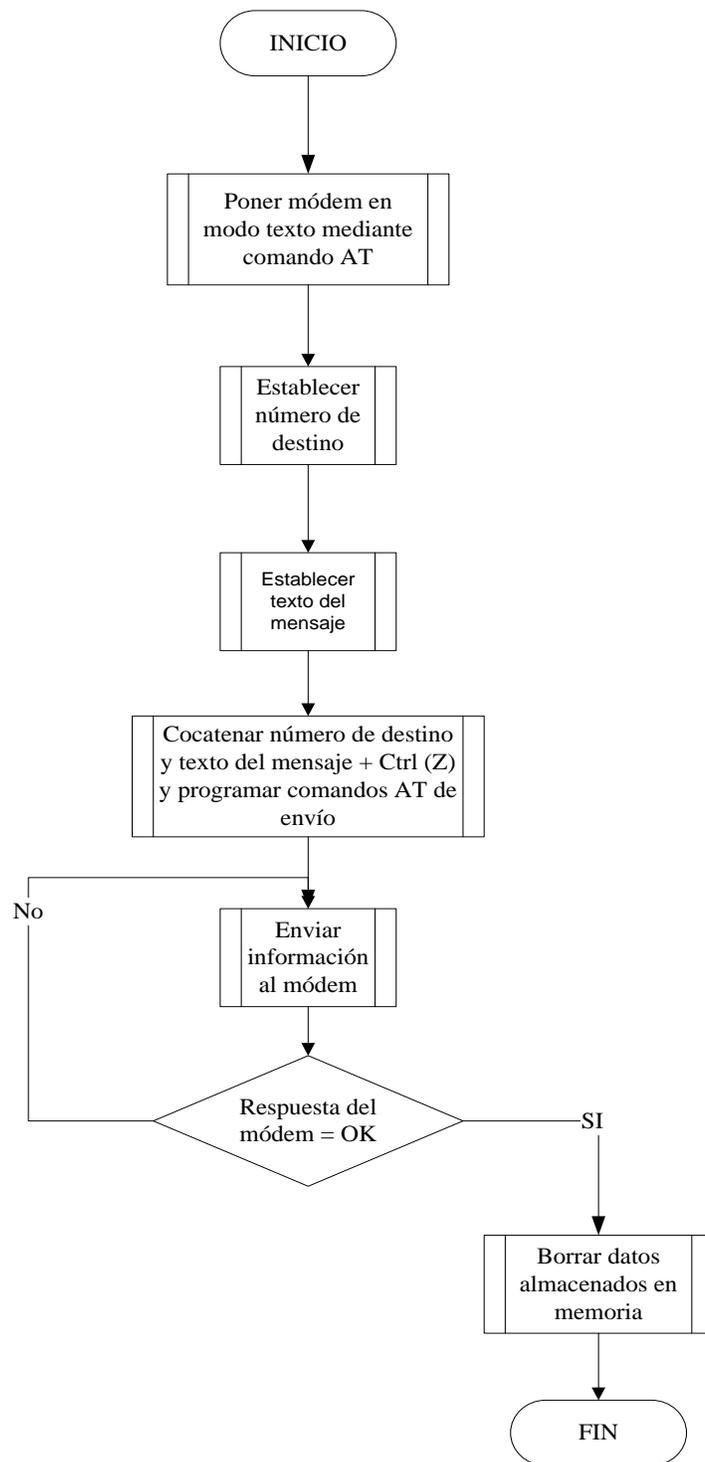


Figura N^a 6. 16. Algoritmo para el envío de mensajes de texto corto

Elaborado por: El Investigador

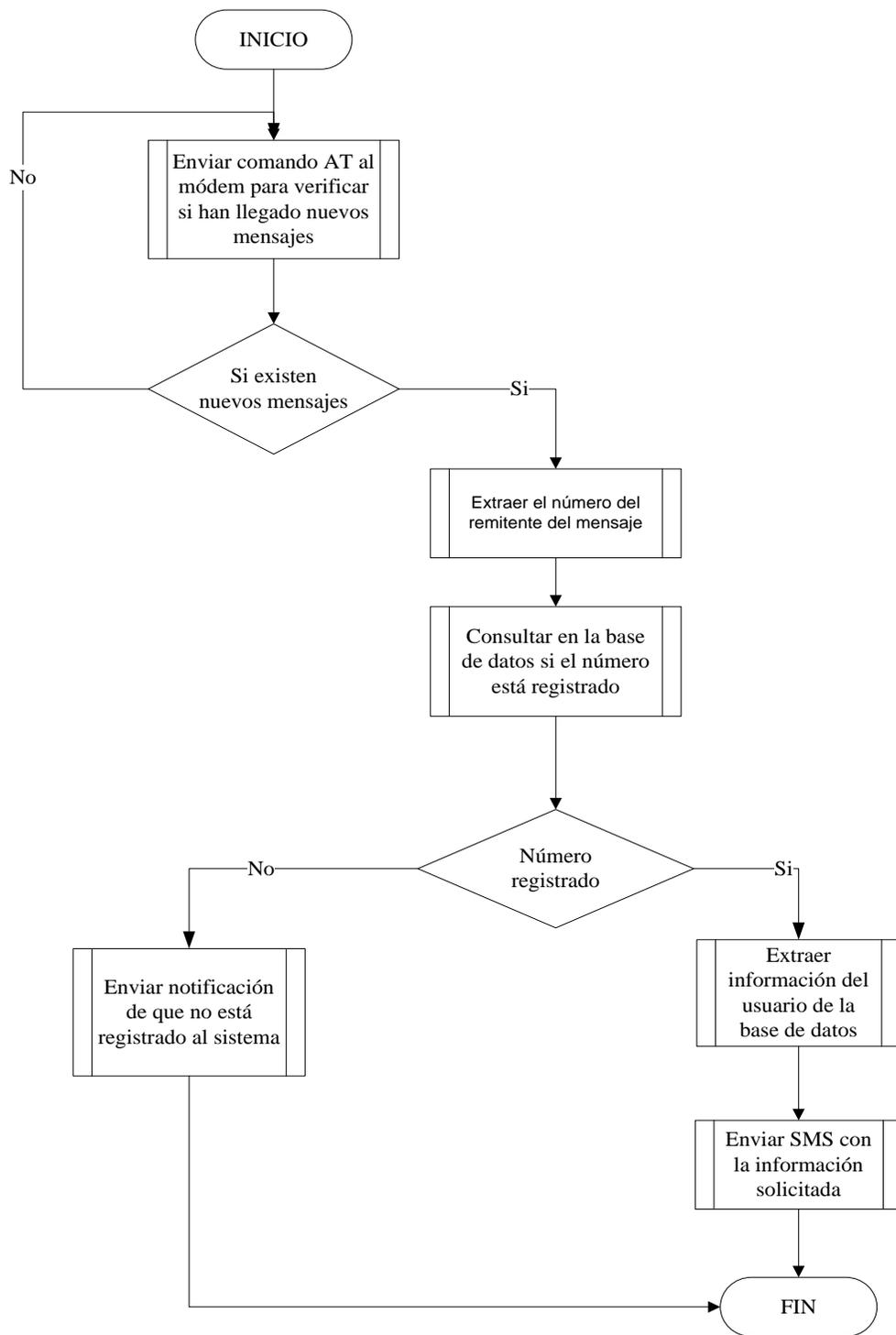


Figura N^o 6. 17. Algoritmo para la verificación de nuevos mensaje de texto y consultas a la base de datos

Elaborado por: El Investigador

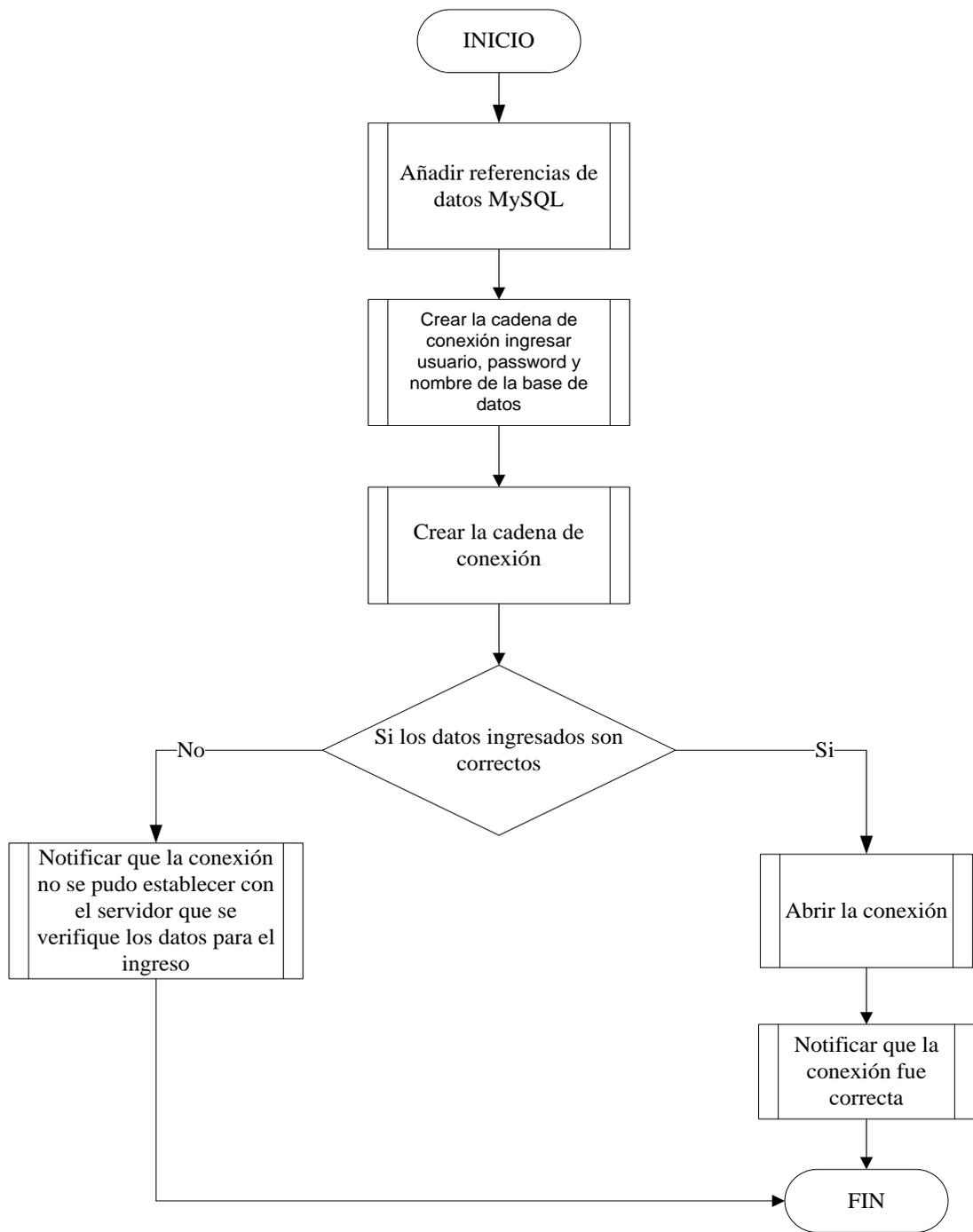


Figura N^o 6. 18. Algoritmo para la conexión a la base de datos

Elaborado por: El Investigador

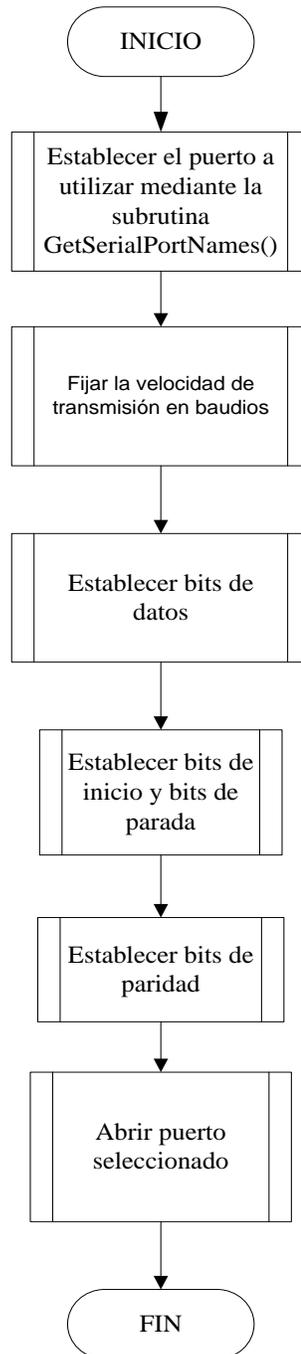


Figura Nª 6. 19. Algoritmo para la configuración del módem o teléfono móvil conectado

Elaborado por: El Investigador

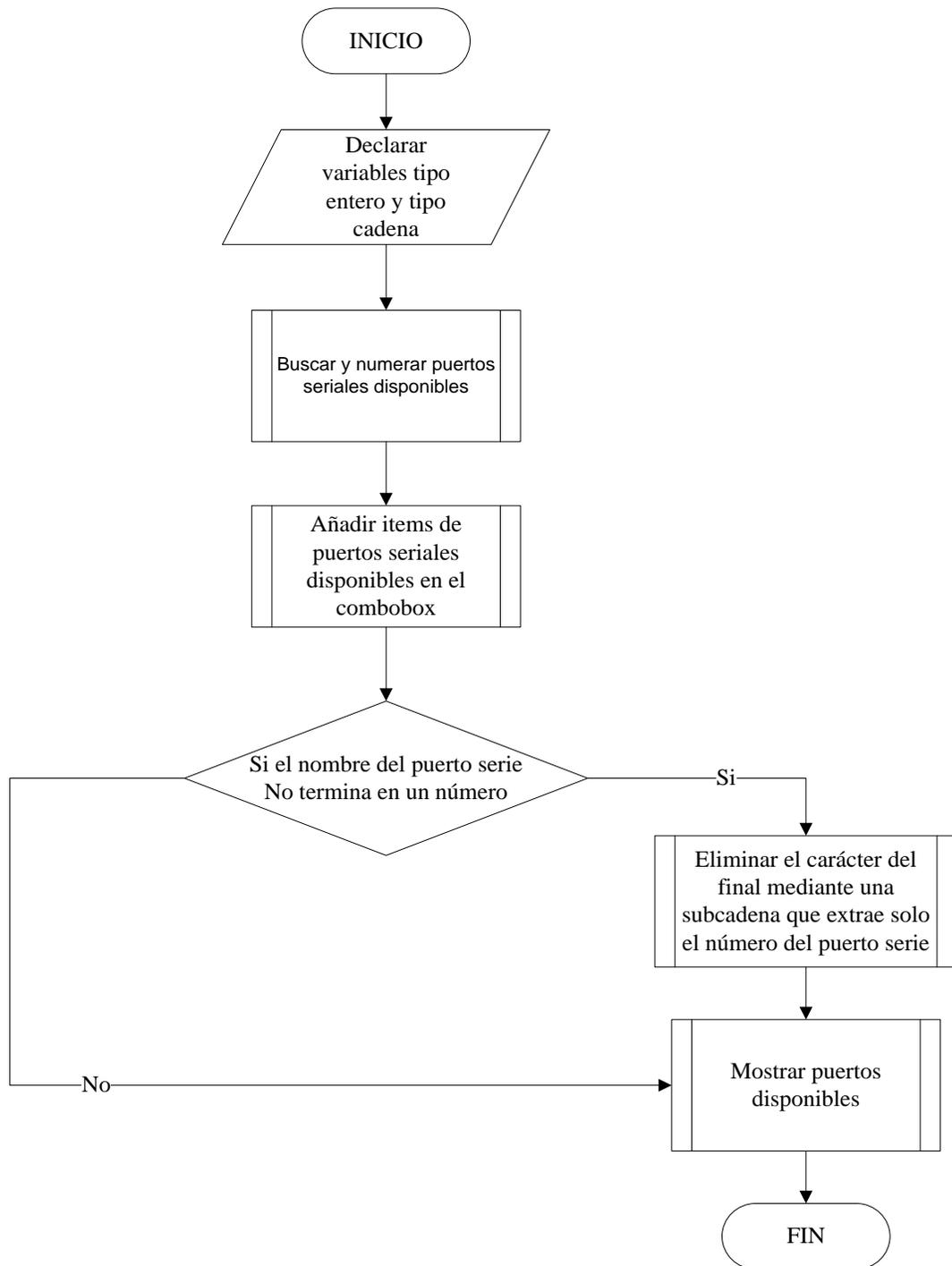


Figura Nª 6. 20. Algoritmo de la subrutina GetSerialPortNames()

Elaborado por: El Investigador

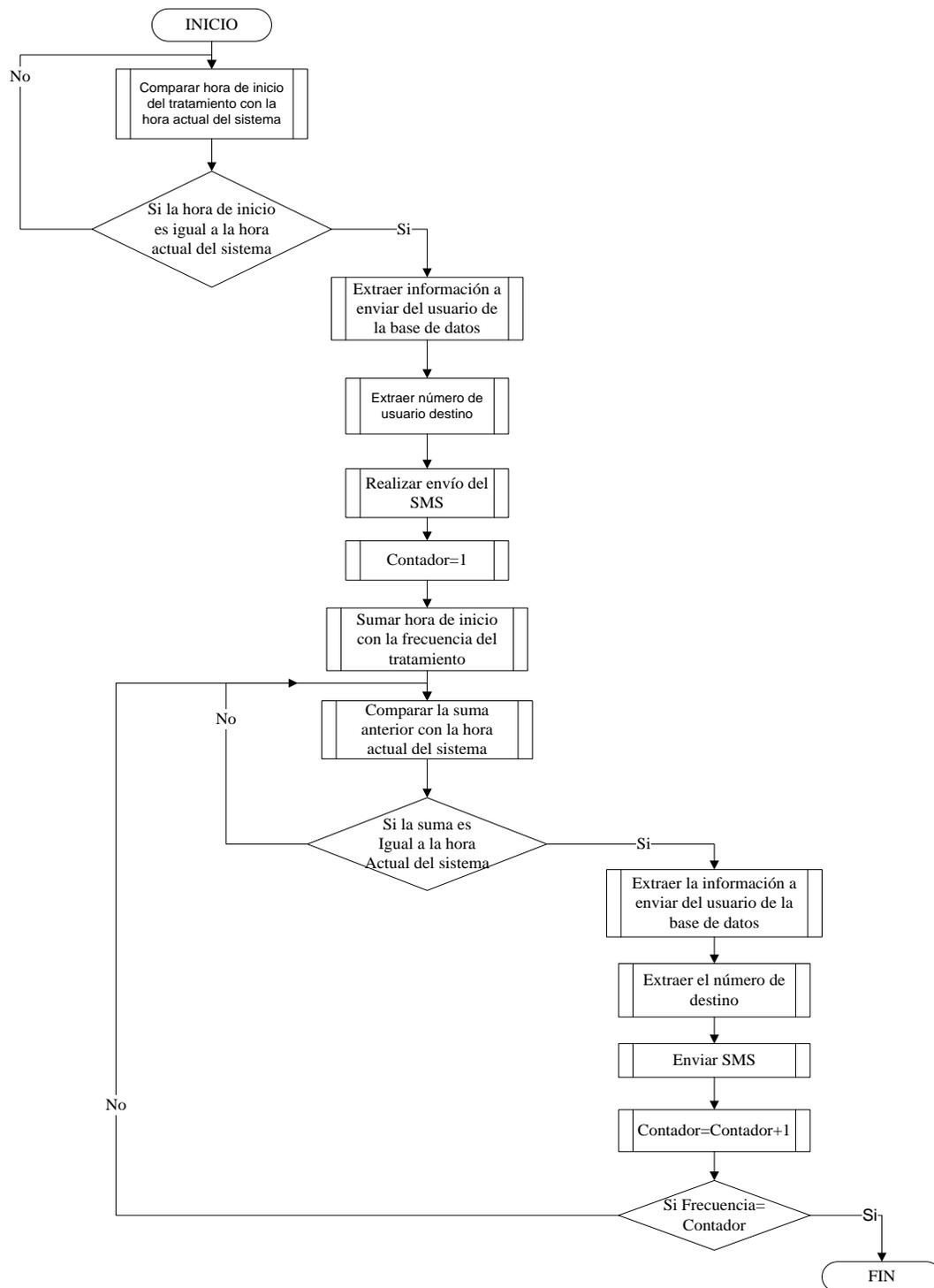


Figura Nª 6. 21. Algoritmo para la automatización del envío de mensajes de texto a los pacientes del Centro de Medicina Integral

Elaborado por: El Investigador

6.9 Previsión del Prototipo

Al finalizar la realización del prototipo se hicieron las siguientes pruebas para revisar si el sistema de comunicación virtual para enfermos crónicos tenía errores, así como su funcionamiento y utilización:

6.9.1 Pruebas de caja blanca

Las pruebas de caja blanca consisten en revisar la estructura interna de los módulos. Este tipo de pruebas se puede aplicar a los métodos que contengan la estructura lógica del software tales como clases, funciones, entre otros. En la mayoría de los casos aunque se realice las respectivas correcciones de los errores, no se va a poder eliminar el 100% de los mismos.

Los objetivos que buscan estas pruebas son los siguientes:

- Probar todos los caminos.
- Probar todas las condiciones (decisiones lógicas).
- Probar bucles.

Para realizar la prueba de caja blanca se realizó suposiciones y envió de mensajes de prueba; aplicando y observando lo que iría a pasar en el programa. De esta manera se verificó la existencia de algún error en cuyo caso se lo corrigió a tiempo con la finalidad de disminuir una gran cantidad de errores.

6.9.2 Pruebas de caja negra

Se aplica a la interfaz del sistema centrándose en los requisitos funcionales del programa. Las pruebas de caja negra es un

complemento a las pruebas de caja blanca. Con este tipo de pruebas se verifica:

- La información se ingrese correctamente.
- La integridad de la información
- Las funciones se ejecuten de manera correcta.

6.9.3 Pruebas de verificación y validación

Son pruebas que se deben realizar obligatoriamente para la verificación de los objetivos y validación de la información recibida por el usuario. Se muestra que las consultas hechas por los usuarios al sistema tienen la respuesta esperada y que las notificaciones son enviadas a tiempo y de manera oportuna a cada paciente. Por lo que se cumple con los objetivos planteados y además la comunicación satisface las necesidades del usuario.

A continuación se realizará una prueba de funcionamiento en la que se comprobará que el usuario recibe el recordatorio a la hora señalada por el médico tratante. Se ha seleccionado un usuario de la base de datos al azar como se puede observar en la figura N^o. 6.22.

PacientemedicalID	PacienteID	MedID	Cantidad	Frecuencia	Tipo	FechaInicio	HorarioInicio	Contador	Estado
1	1	2	10	14:00:00	dyn	2011-08-11	08:42:00	0	no enviado
2	3	1	10	12:00:00	dyn	2011-08-11	00:14:00	0	no enviado
3	2	3	30	09:00:00	dyn	2011-08-10	16:33:00	0	no enviado
4	4	4	30	08:00:00	dyn	2012-02-12	15:00:00	0	no enviado

Figura N^o 6. 22. Usuario seleccionado para la prueba de envío del recordatorio
Elaborado por: El Investigador

Como se puede observar el usuario debe recibir un mensaje recordándole que debe ingerir su medicamento a las 00:30:00, para esto el sistema debe procesar la información y enviarla al usuario una vez cumplida la hora especificada.

En la figura N^a. 6.23. se puede ver que el SMS fue recibido por el paciente a la hora antes señalada.

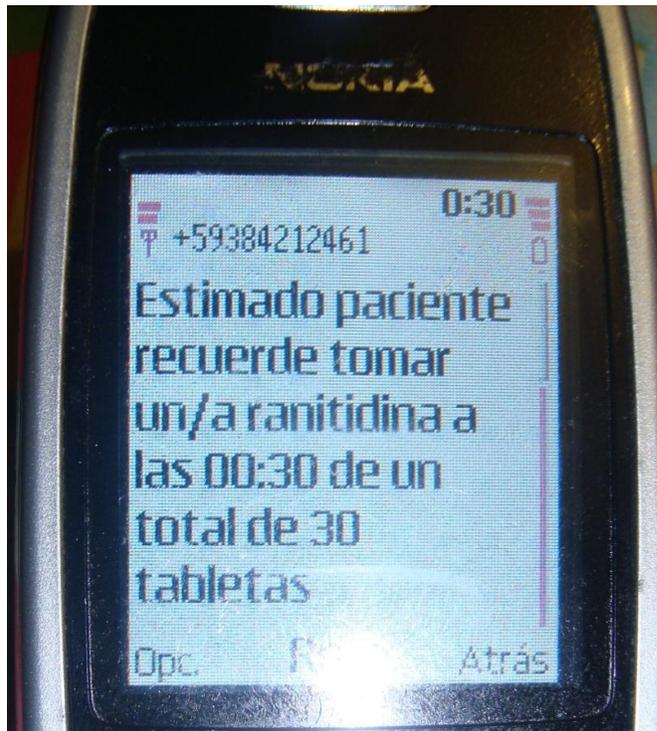


Figura N^a 6. 23. Recepción del recordatorio por parte del paciente

Elaborado por: El Investigador

Luego de enviarse el mensaje de texto corto al paciente la información en la base de datos también se modifica como se puede observar en la figura N^a. 6.24. y el siguiente mensaje se enviará cada vez que se cumpla la frecuencia de ingesta.

PacientemedicinalID	PacienteID	MedID	Cantidad	Frecuencia	Tipo	FechaInicio	Horainicio	Contador	Estado
1	1	2	10	14:00:00	dyn	2011-08-11	08:42:00	0	no enviado
2	3	1	10	12:00:00	dyn	2011-08-11	00:30:00	1	enviado
3	2	3	30	09:00:00	dyn	2011-08-10	16:59:00	0	no enviado
4	4	4	30	08:00:00	dyn	2012-02-12	15:00:00	0	no enviado

Figura N° 6. 24. Datos modificados del paciente en la base de datos luego de enviado el SMS

Elaborado por: El Investigador

Se modifican tanto el estado del mensaje como el contador el cual al ser igual a la cantidad de medicamentos prescritos dejará de enviar los recordatorios.

Las pruebas de consulta por parte de los usuarios al sistema consisten en el envío de un mensaje solicitando la información respecto al tratamiento de cada paciente para lo cual previamente el número que envía el mensaje debe constar en la base de datos. Como se observa en la figura N°. 6.25. se envía un mensaje al número del Centro de Medicina Integral

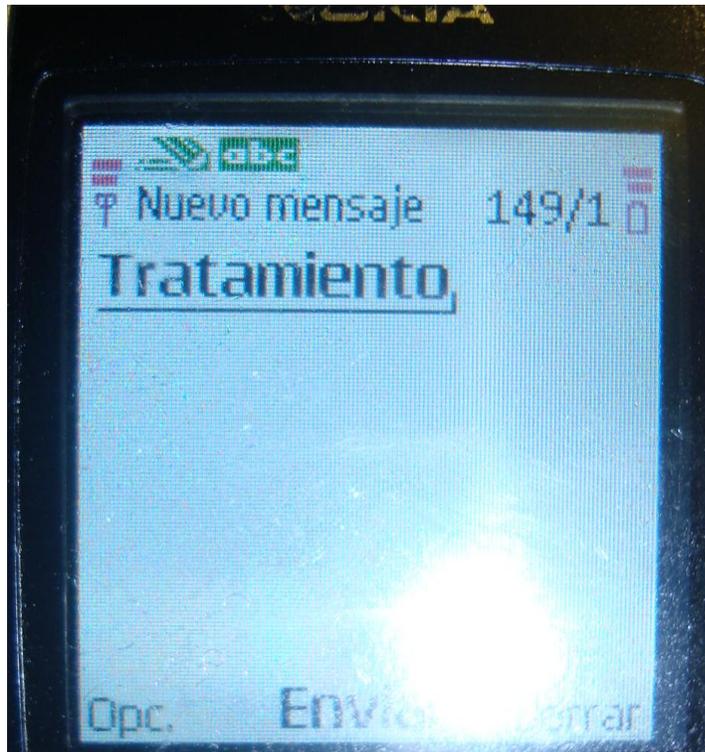


Figura Nª 6. 25. Envío del SMS de consulta al sistema

Elaborado por: El Investigador

Al recibir el sistema el mensaje realiza la respectiva comprobación en la base de datos y muestra los datos en la interfaz de comunicación como se puede observar en la figura Nª. 6.26.

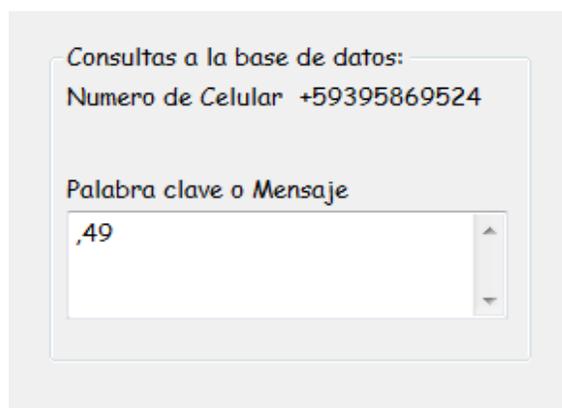


Figura Nª 6. 26. Verificación de datos recibidos por el sistema

Fuente: El Investigador

En este caso como el remitente no se encontraba registrado en el sistema recibirá una notificación que le informará que no está ingresado en la base de datos como se puede observar en la figura N^o. 6.27.:

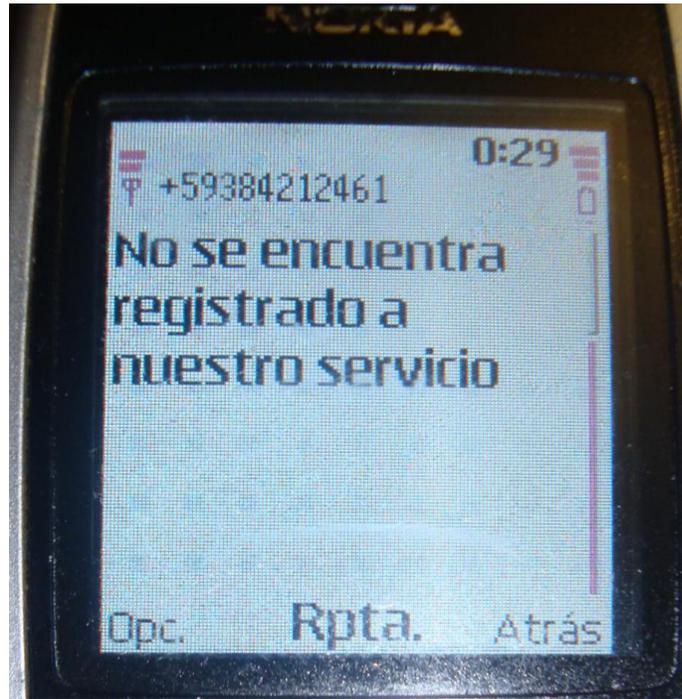


Figura N^o 6. 27. SMS de notificación usuario no registrado

Elaborado por: El Investigador

En el caso de que el sistema verifique que el remitente del mensaje se encuentra registrado en la base de datos enviará como respuesta todos los datos acerca del tratamiento de quien solicita la información como se puede observar en la figura N^o. 6.28.:

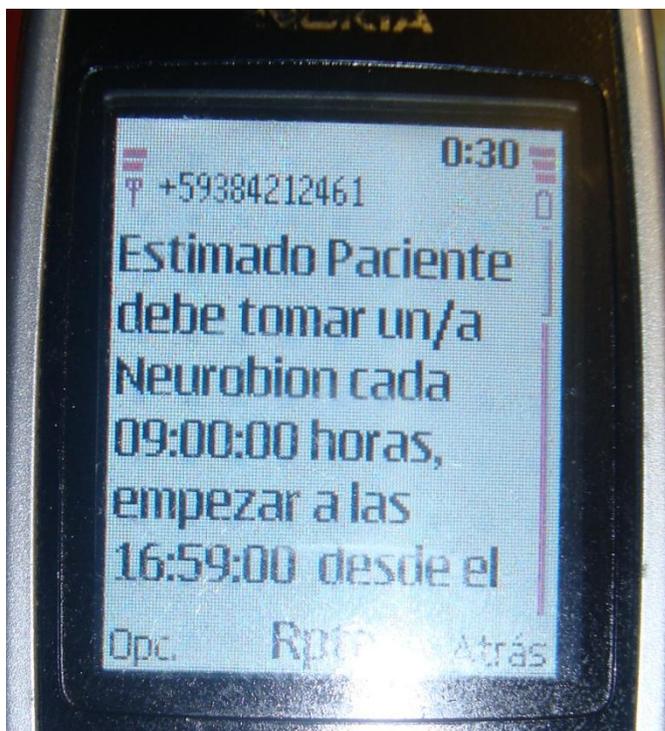


Figura N° 6. 28. SMS de notificación usuario registrado

Elaborado por: El Investigador

6.10 Financiamiento

6.10.1 Análisis Económico del Sistema de Comunicación Virtual para enfermos crónicos

Para el análisis económico se determinó los costos de operación, estudio e ingeniería, también se tomó en cuenta cada uno de los componentes y recursos utilizados en el diagrama general del proyecto; así como las características técnicas de los equipos de comunicación con el fin de obtener un costo estimado de implementación.

Se fijó que el valor para el estudio del diseño sería de \$250.

El costo de los equipos se puede observar en la tabla 6.3

Tabla 6. 3. Costo de los equipos

Costo de los equipos			
Cantidad	Detalle	Valor Unitario	Valor Total
1	Modem GSM-GPRS (Motorola A1200)	\$ 160,00	\$ 160,00
1	PC DELL Inspiron modelo 17R	\$ 1.339,99	\$ 1.339,99
1	Cable USB	\$ 9,50	\$ 9,50
1	Licencia Visual studio 2008	\$ 100,00	\$ 100,00
Total			\$ 1.609,49

Elaborado por: El Investigador

El costo de instalación corresponde a la suma del valor de los equipos más el costo de ingeniería que corresponde al 30% del total del valor de los mismos como se puede observar en la tabla 6.4

Tabla 6. 4. Costo de instalación

Costo de Instalación	
Costo Equipos	\$ 1.609,49
Costo Ingeniería	\$ 482,85
Total	\$ 2.092,34

Elaborado por: El Investigador

El costo total de operación del sistema de comunicación virtual corresponde a la suma los costos de estudio y de instalación a cuyo valor se añadió el costo mensual de arrendamiento de la red GSM, como se puede observar en la tabla 6.5.

Tabla 6. 5. Costo de instalación

Costo de Operación	
Costo Estudio	\$ 250,00
Costo de Instalación	\$ 2.092,34
Costo mensual de arriendo de la Red GSM (SMS)	\$ 50,00
Total	\$ 2.392,34

Elaborado por: El Investigador

6.10.2 Costo Beneficio

El costo beneficio del proyecto para el Centro de Medicina Integral se estima de la siguiente manera:

Existe un total de doscientos pacientes, por usar el servicio cada uno deberá cancelar al mes el valor de \$1, con lo cual descontando el costo de arrendamiento de la red GSM se tiene una ganancia neta total de \$150 mensuales.

6.10.3 Análisis del Costo Beneficio

Mediante el análisis del costo beneficio realizado anteriormente se determina que la inversión inicial se podrá recuperar en aproximadamente doce meses, tomando además como referencia que el Centro de Medicina Integral tiene un crecimiento del 5% de pacientes cada mes, como se puede observar en la tabla 6.6:

Tabla 6. 6. Análisis de costo beneficio del sistema de comunicación virtual para enfermos crónicos

Mes	Usuarios Mensuales	Porcentaje de incremento mensual	Pacientes nuevos	Total de pacientes ingresados	Ingresos mensuales	Egresos mensuales	Ganancia total mensual
Primer mes	200,00	0%	0,00	200,00	200,00	50	150,00
Segundo mes	200,00	5%	10,00	210,00	210,00	50	160,00
Tercer mes	210,00	5%	10,50	220,50	220,50	50	170,50
Cuarto mes	220,50	5%	11,03	231,53	231,53	50	181,53
Quinto mes	231,53	5%	11,58	243,10	243,10	50	193,10
Sexto mes	243,10	5%	12,16	255,26	255,26	50	205,26
Séptimo mes	255,26	5%	12,76	268,02	268,02	50	218,02
Octavo mes	268,02	5%	13,40	281,42	281,42	50	231,42
Noveno mes	281,42	5%	14,07	295,49	295,49	50	245,49
Décimo mes	295,49	5%	14,77	310,27	310,27	50	260,27
Undécimo mes	310,27	5%	15,51	325,78	325,78	50	275,78
Duodécimo mes	325,78	5%	16,29	342,07	342,07	50	292,07
						TOTAL	2583,43

Elaborado por: El Investigador

Según el análisis realizado podemos observar que la inversión inicial se podrá recuperar en un tiempo estimado de doce meses.

6.11 Conclusiones

1. El servicio de mensajes de texto corto SMS será de gran utilidad en aplicaciones de monitoreo, debido a la portabilidad y al bajo costo para los usuarios; ya que no se necesita disponer de un terminal móvil costoso para utilizar el sistema.
2. Casi todos los teléfonos móviles pueden ser utilizados como módems GSM-GPRS, sin embargo no todos soportan los distintos comandos AT existentes y que se emplean para realizar las diferentes actividades de comunicación entre la interfaz y la red.
3. El costo de operación del sistema de comunicación virtual para enfermos crónicos será muy bajo para el Centro de Medicina Integral ya que una vez implementado solo se pagaría un valor mensual por el arrendamiento de la red GSM a la correspondiente operadora de servicio móvil avanzado.
4. La complejidad de la aplicación no depende en sí de los servicios GSM que se utilicen sino de la funcionalidad que se le quiera dar a la misma ya que los mecanismos de acceso al modem o teléfono móvil para enviar o recibir SMS son bastante sencillos

6.12 Recomendaciones

1. Recomendar a cada paciente llevar consigo su celular y también que no necesita adquirir un nuevo teléfono para tener este sistema en el lugar en el que se encuentre.
2. Se debe seleccionar de manera correcta el módem según las características técnicas de transmisión, recepción y comandos AT soportados; de esta manera se evitaría posibles fallas en el funcionamiento del sistema.
3. Se recomienda solicitar a la operadora de telefonía móvil “MOVISTAR” el arrendamiento de su red GSM para la implementación del sistema, ya que la mayoría de pacientes del Centro de Medicina Integral están suscritos a esta red y el costo por los servicios es menor.
4. Se recomienda el uso de comandos AT no solo para trabajar con mensajería corta sino para realizar aplicaciones tales como realización de llamadas, interacción con protocolos IP, procesamiento de imágenes mediante MMS entre otras.

6.13 Bibliografía

6.13.1 Libros

- FIGUEROA DE LA CRUZ, M. Introducción a los sistemas de Telefonía Celular. 1ra. ed. Buenos Aires. Editorial Hispano América HASA, 2008. pp. 256-300.

- SUÁREZ BARZOLA, R. *Aprenda y Domine Visual Basic .NET*. 1ra. ed. Lima. Ritis Graff S.R.L. Editor, 2002. pp. 103-113, 135-160 y 158-160.
- DUBOIS, P. *MySQL*. 1ra. ed. Madrid. Editorial Prentice Hall, 2001. pp. 185-189 y 195-201.
- HUIDOBRO, J.M. *Redes de Comunicaciones*. 1ra. ed. Madrid. Editorial Parainfo SA, 1999. pp. 181-186.
- LEÓN, A. y GARCÍA, W. *Redes de Comunicación Conceptos Fundamentales y Arquitecturas Básicas*. 1ra. ed. Madrid. Mc Graw Hill, 2002. pp. 215-218.
- REGIS, J. y BATES, B. *Comunicaciones Inalámbricas de Banda Ancha*. 1ra. ed. España. Mc Graw Hill Profesional, 2003. pp. 91-112, 133-154 y 251-270.
- CEBALLOS, F. *El Lenguaje de Programación Visual Basic .NET*. 1ra. ed. México. Editorial Alfaomega Ra-Ma, 2003. pp. 347-370.

6.13.2 Linkografía

- Wikipedia. **TELEMEDICINA**. Actualizada el 31 de mayo del 2012.
<http://es.wikipedia.org/wiki/Telemedicina>.
- Wikipedia. **INTERFAZ**. Actualizada el 3 de junio del 2012.
<http://es.wikipedia.org/wiki/Interfaz>
- Wikipedia. **BASE DE DATOS**. Actualizada el 4 de junio del 2012.
http://es.wikipedia.org/wiki/Base_de_datos
- Wikipedia. **Visual Basic .NET**. Actualizada el 1 de junio del 2012.
http://es.wikipedia.org/wiki/Visual_Basic_.NET
- UPS. **COMUNICACIÓN MÓVIL**.
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/41/8/Capitulo2.pdf>

- APISCAM. SALUD DIGITAL MÓVIL.
<http://apiscam.blogspot.com/2011/08/pasando-la-monitorizacion-biomedica.html>
- ALARCÓN, Eduardo. COMUNICACIÓN VIRTUAL.
<http://ilchang.bligoo.com/>
- INTERNELIA (ONTECNIA). Tutorial Visual Basic .NET
Publicada en el año 2012
- <http://www.canalvisualbasic.net/manual-net/vb-net/>
- TELECO ESPAÑOL 2012. Modulación y Red GSM
http://www.teleco.com.br/es/tutoriais/es_tutorialgsm/pagina_3.asp
- ENGINEERSGARAGE Año 2012. Comandos AT
<http://www.engineersgarage.com/articles/gsm-gprs-modules?page=4>
- WIKIPEDIA. Servicio de Mensajes de Texto en GSM. Actualizada 23 de mayo del 2012.
http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio_de_mensajes_cortos
- Corporación Cobis, COBIS UBS. Actualizada enero 2012
<http://www.cobiscorp.com/SolucionesInformáticas/COBISCoreBanking/tabid/121/Default.aspx>
- Vidatelco. Servicio de Mensajes Cortos. Actualizada enero 2012
<http://vidateleco.wordpress.com/2009/03/04/sms-servicio-de-mensajes-cortos/>
- Wikipedia. Bandas de Frecuencia para la red GSM. Actualizada el 4 de junio del 2012.
http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_global_para_las_comunicaciones_m%C3%B3viles
- JUARE. Concepto sistema de comunicaciones. Publicado 22 de Febrero del 2009.

<http://ingenegros.com.ar/Electromagnetismo/sistemas-de-comunicaciones-electronicas-tomasi.html>

- MySQL. Funciones de fecha y hora en una base de datos. Año 2011
<http://dev.mysql.com/doc/refman/5.0/es/date-and-time-functions.html>
- AJPDSOFT. Tutorial de programación y conexión entre MySQL y Visual Basic.NET usando conector .NET. Actualizada el 08 de septiembre del 2011
<http://www.ajpdsoft.com/modules.php?name=News&file=article&sid=567>
- Repositorio ESPOCH. Estudio de comunicación con Comandos AT. Año 2011
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/385/1/38T00194.pdf>
- Repositorio UPS. Interface entre ordenador y Módem GSM. Año 2011
dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/166/3/Capitulo%202.pdf

ANEXOS

ANEXO 1. ENCUESTA DIRIGIDA A LOS PACIENTES DEL CENTRO DE MEDICINA INTEGRAL

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL
(FISEI)**

Encuesta dirigida para los pacientes del Centro de Medicina Integral

OBJETIVO: Recolectar información sobre el control actual de los tratamientos de los pacientes con enfermedades crónicas en el Centro de Medicina Integral.

INSTRUCTIVO:

- Procure ser lo más objetivo y veras
- Marque con una X en el paréntesis la alternativa que usted eligió.

1. ¿Cómo es almacenado su historial clínico por parte del doctor luego de cada cita médica?

Computador () Papel () No se almacena ()

2. ¿Existe seguimiento para los tratamientos de los enfermos del Centro de Medicina Integral?

Si () No ()

3. ¿Usted sigue rigurosamente el tratamiento dado por el médico?

Si () No ()

4. ¿Conoce cuáles son las enfermedades crónicas más comunes y sus principales síntomas?

Si () No ()

5. ¿Cuál de las siguientes enfermedades considera usted que son crónicas? (Señale por lo menos una)

Diabetes () Hipotiroidismo () Hipertiroidismo () Hipertensión ()

Otra Especifique_____

6. ¿Padece alguna enfermedad crónica?

Si () No ()

7. ¿Descuida con facilidad los horarios en los que debe tomar los medicamentos recetados por su médico?

Si () No ()

8. ¿Estaría usted de acuerdo en recibir recordatorios en su celular en forma de mensajes de texto que le ayuden a cumplir a cabalidad su tratamiento médico?

Si () No ()

9. ¿Estaría usted de acuerdo en activar un servicio de salud en su celular?

Si () No ()

10. ¿En caso de activar este servicio, cuánto estaría usted dispuesto a pagar por el mismo?

3 USD () 5 USD () 10 USD o más ()

Comentarios:

¡Agradecemos cordialmente su colaboración!

ANEXO 2. GLOSARIO TÉCNICO

AT: Atención

AuC: Centro de Autenticación

BSC: Controlador de Estación Base

BSS: Subsistema de Estación Base

BT: Ancho de Banda por Período

BTS: Estación Base Transmisora

CDMA: Acceso Múltiple por División de Código

CEPT: Conferencia Europea de Administraciones de Correo y Telecomunicaciones

CNT: Corporación Nacional de Telecomunicaciones

DCS: Sistema Digital Celular

EDGE ó EGPRS: Tasa de Datos Mejorada para la Evolución GSM ó GPRS Mejorado

EIR: Registro de Identificación de Equipo

FSK: Modulación por Desplazamiento de Frecuencia

GMSC: Gateway del Centro de Conmutación Móvil

GMSK: Modulación por Desplazamiento Mínimo Gaussiano

GPRS: Servicio General de Paquetes vía Radio

GPS: Sistema de Posicionamiento Global

GSM: Sistema Global para las Comunicaciones Móviles

HLR: Registro de Posición Local

HSDPA: Acceso a Descarga de Paquetes a Alta Velocidad

IDE: Entorno de Desarrollo Integrado

IMEI: Identidad Internacional de Equipo Móvil

IMSI: Identificador de Terminal Móvil Internacional

IP: Protocolo de Internet

ISDN: Red Digital de Servicios Integrados

ME: Equipo Móvil

MS: Estación Móvil

MSC: Centro de Conmutación Móvil

NMC: Centro de Gestión de la Red

NSS: Subsistema de Red

OMC: Centro de Operación y Mantenimiento

OSS: Subsistema de Operación y Apoyo

PC: Computador Personal

PCS: Sistema de Comunicación Personal

PSK: Modulación por Desplazamiento de Fase

PSTN: Red Telefónica Pública Conmutada

QPSK: Modulación por Desplazamiento de Cuadratura de Fase

RF: Radio Frecuencia

Rx: Receptor

SENATEL: Secretaría Nacional de Telecomunicaciones

SGBD: Sistema Gestor de Base de Datos

SIM: Módulo de Identificación del Suscriptor

SM-AL: Capa de Aplicación del Mensaje Corto

SME: Entidad de Mensajería Corta

SM-LL: Capa de Enlace del Mensaje Corto

SM-RL: Capa de Retransmisión del Mensaje Corto

SMS: Mensajes de Texto Corto

SMSC: Central de Servicio de Mensajes Cortos

SMS-GMSC: Gateway del Centro de Conmutación Móvil del Servicio de Mensajes de Texto Corto.

SMS-IWMSC: Inter-Working Centro de Conmutación Móvil del Servicio de Mensajes de Texto Corto

SM-TL: Capa de Transferencia del Mensaje Corto

SS7: Sistema de Señalización por Canal Común 7

TDMA: Acceso Múltiple por División de Tiempo

TRX: Transcodificador

Tx: Transmisor

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones

UMTS: Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles

USB: Bus Serial Universal

VCO: Oscilador Controlado por Voltaje

VLR: Registro de Posición Visitante

ANEXO 3. MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN VIRTUAL PARA ENFERMOS CRÓNICOS

Para el correcto funcionamiento del sistema de comunicación virtual para enfermos crónicos se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Instalar los drivers correspondientes al módem o teléfono móvil a utilizarse para la comunicación.

Tener instalado Microsoft .NET Framework para que la aplicación funcione sin ningún problema, el paquete de instalación es gratuito y se lo puede descargar de la siguiente página:

<http://www.microsoft.com/downloads/eses/details.aspx?familyid=9cfb2d51-5ff44491-b0e5-b386f32c0992>

PASO 1:

Instalación de los drivers:

Para este manual se utilizará como referencia el archivo de instalación del teléfono móvil Motorola A1200, que contiene los drivers y controladores para que el dispositivo trabaje como módem GSM-GPRS, el proceso es similar si se va a utilizar cualquier otro celular o módem como se detalla a continuación:

- a.** Ejecutar el archivo de instalación luego de lo cual se inicia el proceso y se puede observar la pantalla de la figura A.1.:

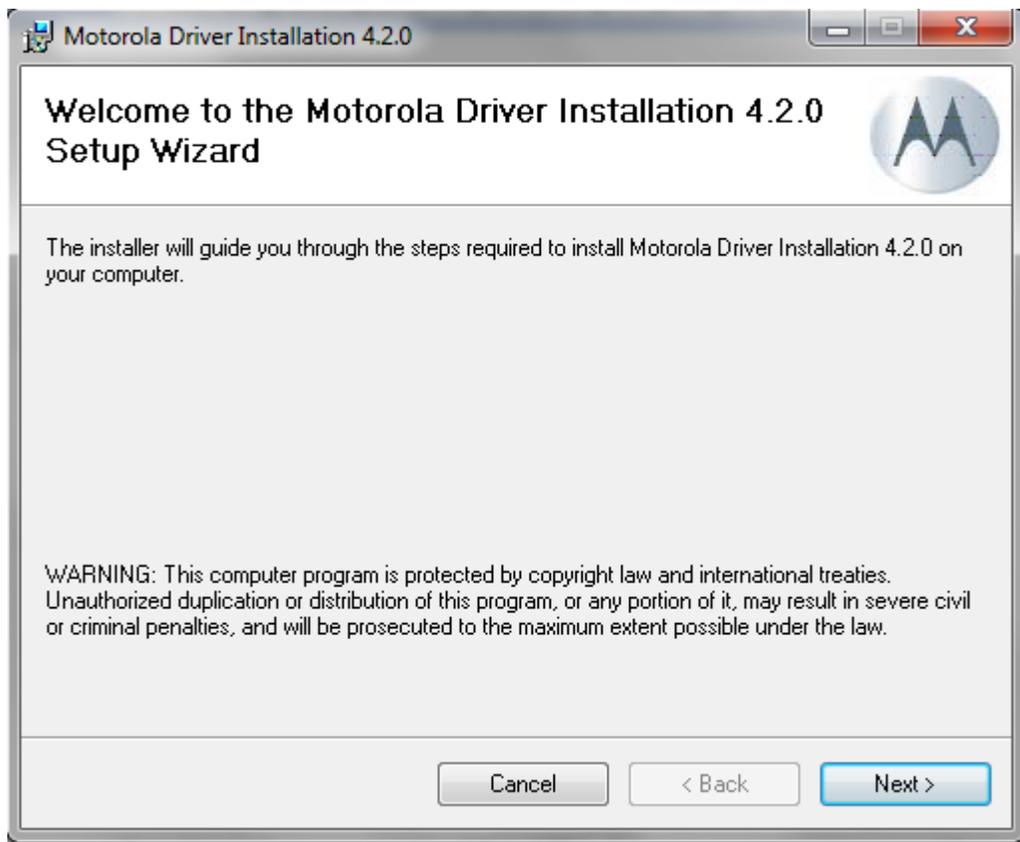


Figura A. 1. Pantalla de inicio de la instalación de los drivers para el módem Motorola A1200

Elaborado por: El Investigador

- b.** Luego hacer click en el botón Next, aparecerá una pantalla en la que nos mostrará los términos de la licencia, en la que se debe marcar la opción I Agree y hacer click en el botón siguiente como se ve en la figura A.2.:



Figura A. 2. Términos de la licencia de los drivers del módem Motorola A1200

Elaborado por: El Investigador

- c. Luego de realizar los pasos anteriores la instalación comenzará y se podrá visualizar su progreso en una pantalla como la que se muestra en la figura A.3.:

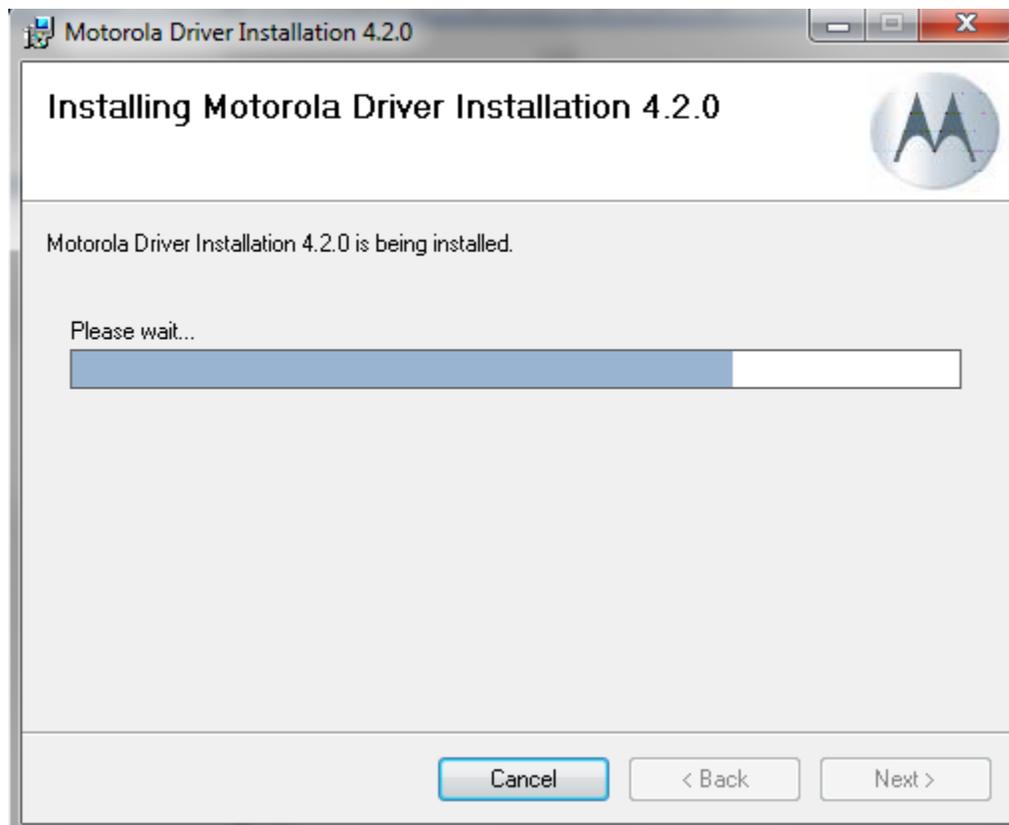


Figura A. 3. Proceso de la instalación de los drivers del módem Motorola A1200

Elaborado por: El Investigador

- d.** Finalmente se mostrará una ventana que indicará que la instalación se realizó de manera correcta, como se ve en la figura A.4.:

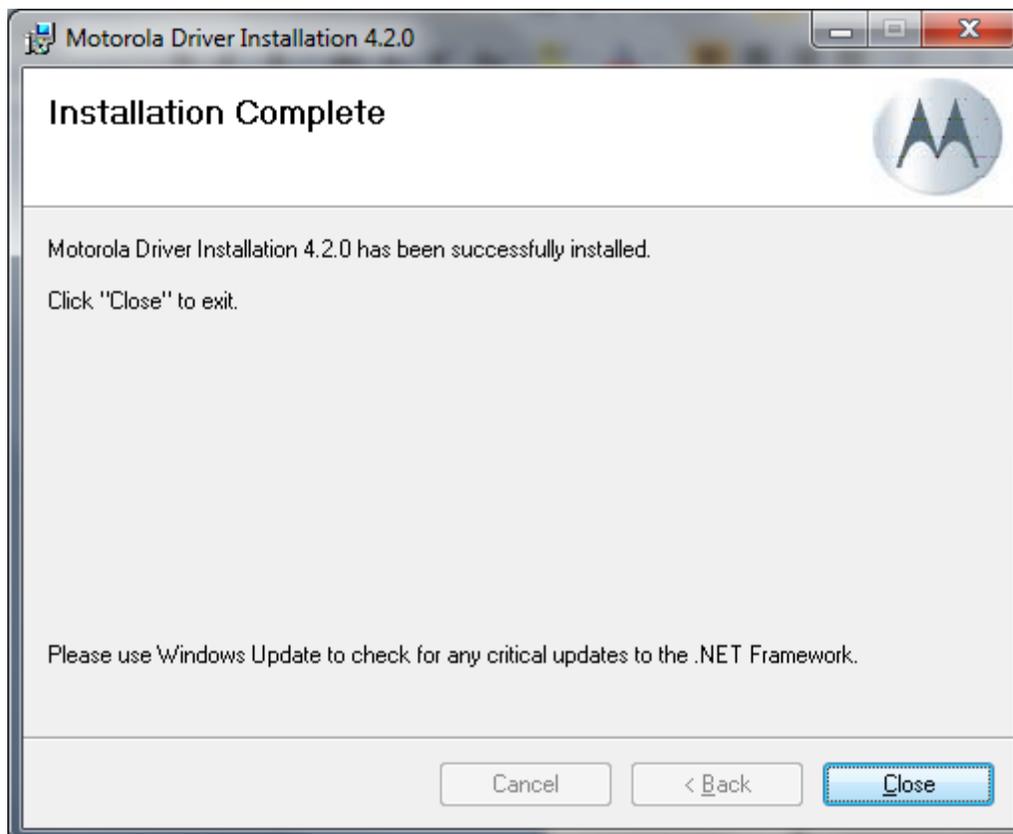


Figura A. 4. Drivers instalados correctamente en el computador

Elaborado por: El Investigador

PASO 2

Se cierra la ventana y la instalación finalizará. Una vez realizado el proceso se conectará el dispositivo móvil al computador para lo cual se utilizará el cable USB mini en cualquier puerto del PC; previamente se configura al teléfono para que trabaje en modo módem, en el caso del Motorola A1200 en la pantalla del menú principal se selecciona la opción “Configuración”, luego se busca “Modo USB” y se selecciona el modo USB “Módem”, como se ve en la figura A.5.:



Figura A. 5. Configuración del teléfono móvil Motorola A1200 como módem

Elaborado por: El Investigador

PASO 3:

Una vez realizada la conexión se procede a verificar si el dispositivo ha sido reconocido como módem para lo cual hay que dirigirse al Administrador de Dispositivos del computador en el cual se podrá observar algo similar a la figura A.6.:

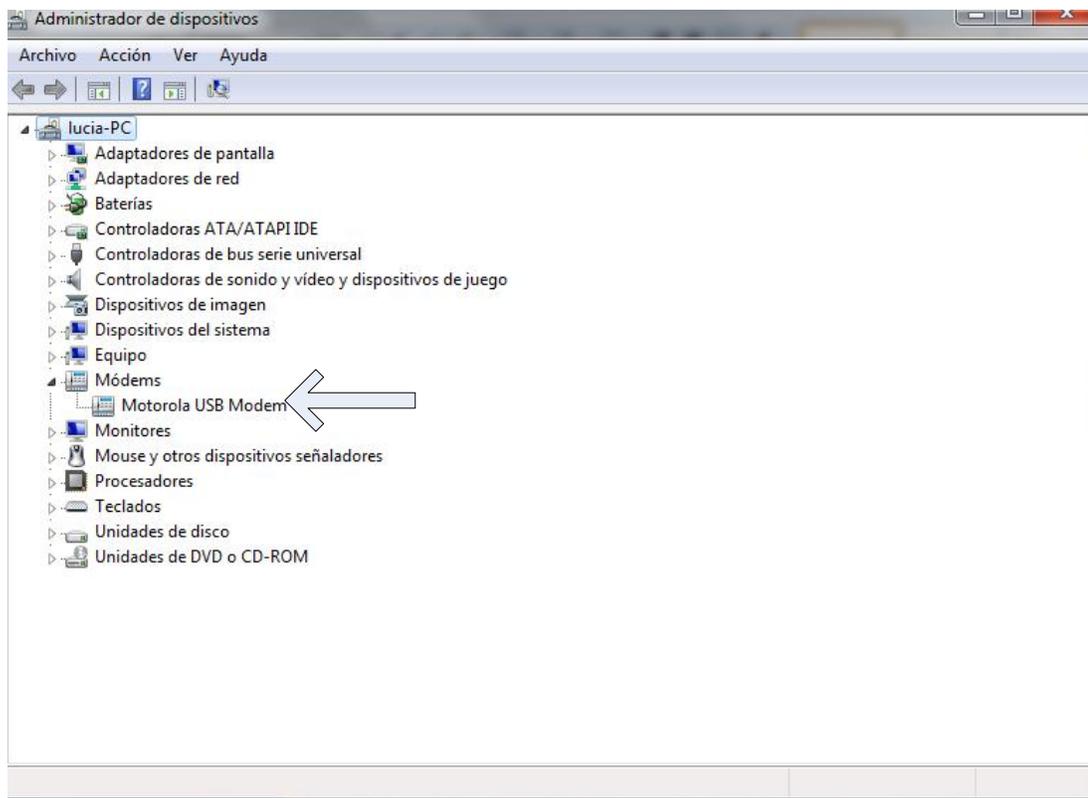


Figura A. 6. Verificación del módem en el administrador de dispositivos del computador

Elaborado por: El Investigador

Al seleccionar el módem se puede observar las propiedades del mismo y el puerto COM en el que está conectado como se ve en la figura A.7.:

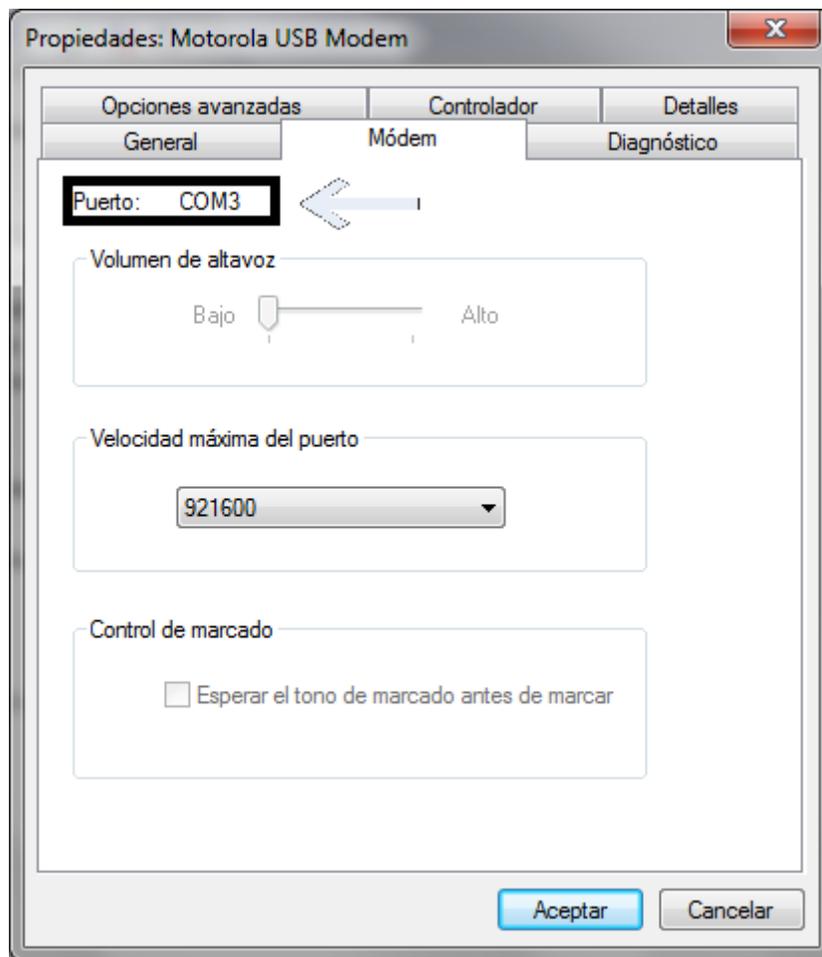


Figura A. 7. Verificación del puerto de comunicación del módem

Elaborado por: El Investigador

PASO 4

Manejo de la Interfaz

Al ejecutar el programa aparecerá una ventana, la cual indicará que la conexión a la base de datos se realizó de manera exitosa, también se tiene un botón “Aceptar” en el que al darle click permitirá visualizar la interfaz de conexión. La notificación se puede observar en la figura A.8.:

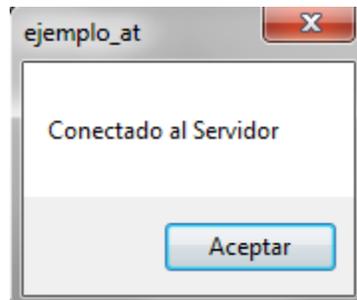


Figura A. 8. Pantalla de confirmación de conexión exitosa a la base de datos

Elaborado por: El Investigador

En caso de que la conexión con la base de datos no se realice se mostrará una advertencia, como se puede observar en la figura A.9.; en este caso se deberá informar al administrador de la base de datos sobre este error.

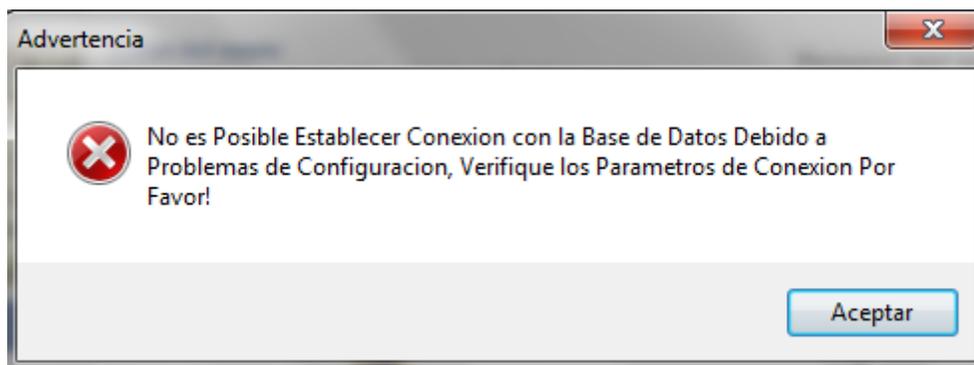


Figura A. 9. Pantalla de notificación de error en la conexión a la base de datos

Elaborado por: El Investigador

Al hacer click en el botón aceptar se podrá visualizar la interfaz del sistema de comunicación virtual la cual está compuesta de un menú de configuración, un menú de consultas a la base de datos, una pantalla de verificación de datos enviados por el módem al sistema y un menú para enviar mensajes de manera manual como se puede observar en la figura A.10.

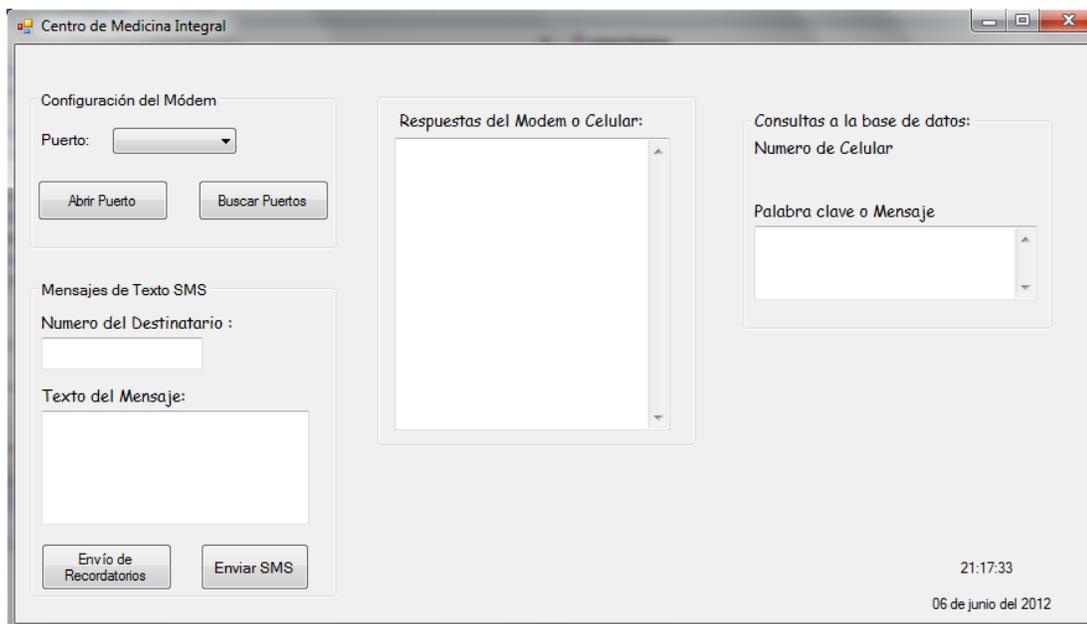


Figura A. 10. Interfaz del sistema de comunicación virtual

Elaborado por: El Investigador

Una vez conectado el módem o teléfono móvil al computador hay que abrir la comunicación con la interfaz, como se verificó anteriormente se debe seleccionar el puerto COM en el cual está conectado el dispositivo y dar click en el botón “Abrir Puerto”, si el módem no aparece en el cuadro de texto se debe dar click en el botón “Buscar Puerto”; esto se puede observar en la figura A.11.:

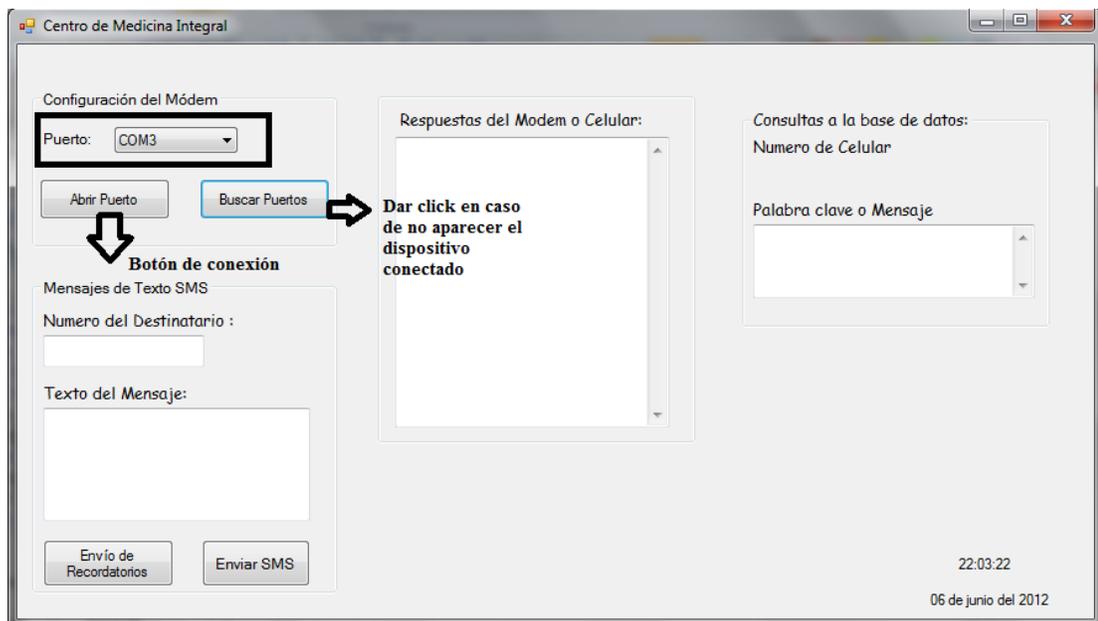


Figura A. 11. Conexión del módem o dispositivo móvil a la interfaz

Elaborado por: El Investigador

Una vez realizada la conexión, en el botón “Abrir Puerto” aparecerá escrito “Cerrar Puerto”, por lo que la comunicación quedará establecida, finalmente se debe dar click en el botón “Envío de Recordatorios” para que los mensajes se envíen de manera automática a cada paciente según lo prescrito por el médico tratante y que consta en la base de datos. También el sistema recibirá las consultas de los usuarios y responderá con la información solicitada. Como se puede observar en la figura A.12.:

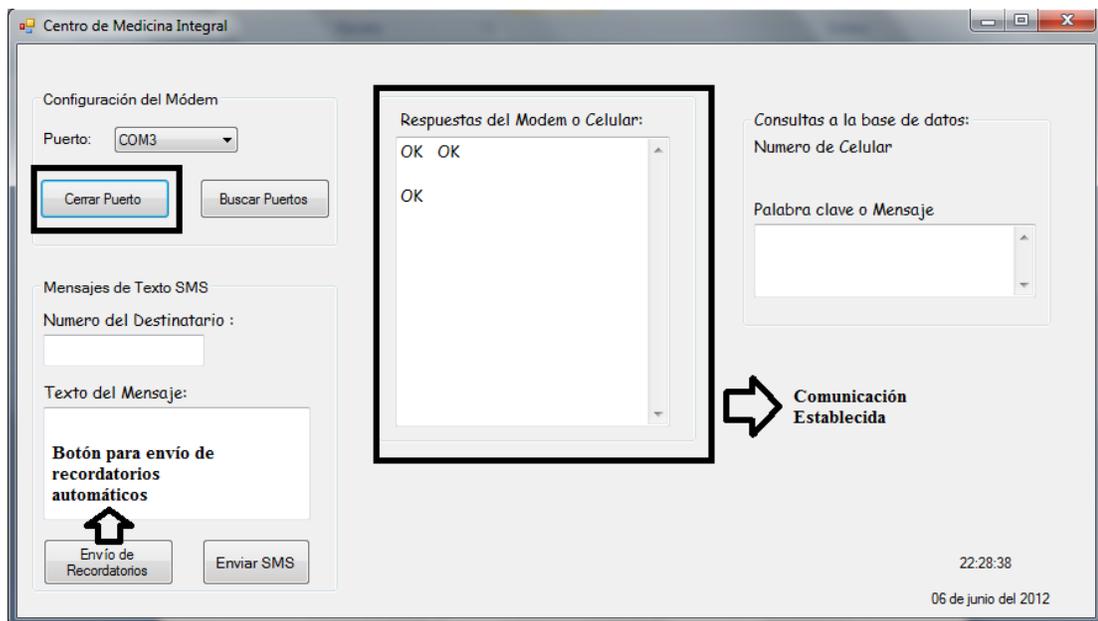


Figura A. 12. Funcionamiento del sistema

Elaborado por: El Investigador

Adicionalmente se pueden enviar mensajes de texto de manera manual utilizando los campos número de destinatario, texto del mensaje y el botón enviar SMS.