

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE
SISTEMA REMOTO AUTOMATIZADO PARA LA
MONITORIZACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentada ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

REALIZADO POR: Abramovich, Carlos

Pozzobon, Kharella

TUTOR Alomá, Eduardo

FECHA Caracas, Febrero de 2013

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIONES

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE
SISTEMA REMOTO AUTOMATIZADO PARA LA
MONITORIZACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL**

REALIZADO POR: Abramovich, Carlos

Pozzobon, Kharella

TUTOR Alomá, Eduardo

FECHA Caracas, febrero de 2013

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Resumen

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE SISTEMA REMOTO AUTOMATIZADO PARA LA MONITORIZACIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL

Kharella V. Pozzobon R.
kvapr19p57@gmail.com
Carlos D. Abramovich A.
carlosabramovich@gmail.com

El siguiente Trabajo Especial de Grado consistió en la elaboración de un prototipo de sistema para la monitorización remoto de la presión arterial, creando una alternativa para los pacientes que necesiten un seguimiento continuo de estos valores, de tal manera que disminuya la cantidad de visitas al consultorio médico al momento de iniciar o continuar el tratamiento, garantizando una comunicación efectiva entre el paciente y la persona tratante.

Durante el desarrollo del proyecto se creó una aplicación en lenguaje de programación Java que permitiese la conexión, manejo y comunicación entre el dispositivo que mide la tensión arterial (Tarjeta Multiparamétrica Goldwei 830kit) y la base de datos que almacena lo correspondiente al paciente y a las mediciones realizadas; por otra parte se llevó a cabo el diseño de una página Web en donde se visualizan los datos y resultados del paciente, tomando en cuenta la seguridad en el acceso por medio de la implementación de una Red Privada Virtual (VPN); esta página Web puede ser visualizada en un dispositivo móvil con sistema operativo Android garantizando el acceso en forma remota.

Palabras Claves: Telemedicina, Presión Arterial, VPN, Página Web, Android.

DEDICATORIA

*A mis padres y hermano, por haberme apoyado en todo momento y brindarme
todo lo necesario para salir adelante.*

Kharella V. Pozzobon R.

*A mi familia y amigos, por haberme alentado en todos esos momentos difíciles
y compartido todos esos momentos de alegría.*

Carlos D. Abramovich A.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de vivir, el carácter y la fuerza para cumplir esta meta.

A mi padre, por ser el mejor ejemplo a seguir, marcar la pauta para realizarme y por darme la mejor herencia del mundo, tus buenos valores y mis estudios.

A mi madre por sus ánimos y alegrías, por tus cuidados y estar pendiente de mí en todo momento del día durante toda mi vida.

A mi hermano, por tu infinita paciencia, tu disponibilidad ante cualquier problema que se me presentó, por quererme tanto y brindarme todo su cariño.

A José Luis por estar siempre a mi lado, por tenerme paciencia en los momentos difíciles y brindarme su cariño incondicional, a la Sra. Elvira, Sr José L., Elvirita y Gerardo por todos los consejos y el apoyo recibido en todo momento, los quiero mucho.

A mis amigos y todas las personas con quienes compartí durante la carrera, por todos los momentos y vivencias que nunca olvidaré, a Carlos por haber sido un excelente compañero de tesis y amigo, y por motivarme en los momentos de desesperación a lo largo del desarrollo del proyecto.

A todos los profesores que influyeron fuertemente en mi desarrollo personal, académico y profesional, al Prof. Eduardo Alomá, por haber sido tutor de este proyecto, al Prof. José Gregorio Castillo, por su disponibilidad, paciencia y por haber aportado los conocimientos fundamentales para la culminación del proyecto.

A todos ustedes, muchas gracias.

Kharella V. Pozzobon R.

AGRADECIMIENTOS

A D-os por darme la salud, inteligencia y fuerza para conseguir esta meta.

A mi padre y madre, por apoyarme en toda mi carrera, darme sus consejos y creer en mí.

A mis hermanas, por sus alegrías, paciencia y por todo eso que hemos compartido hasta ahora.

A todos mis amigos y personas que pasaron por lo mismo que yo en la carrera, por todos esos momentos críticos, momentos de alegría y momentos que nos unieron para que lleguemos a este día.

A mi compañera de tesis Kharella Virginia Altair por ser la mejor compañera que pude tener, alegrarme con sus dotes culinarias, ser una gran amiga y a su familia llena de valores que nos impulso a seguir adelante.

Al Prof. Eduardo Alomá, por haber sido tutor de este proyecto y al Prof. José Gregorio Castillo, por su sabiduría infinita aportada para lograr este proyecto.

A todos los que se me olvidaron y los nombrados, muchas gracias.

Carlos D. Abramovich A.

ÍNDICE GENERAL

Resumen.....	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
AGRADECIMIENTOS	IV
ÍNDICE GENERAL.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
Introducción	XII
Capítulo I.....	1
Planteamiento del Proyecto.....	1
I.1 Planteamiento del problema.....	1
I.2 Objetivos	2
I.2.1 Objetivo General	2
I.2.2 Objetivos Específicos.....	2
I.3 Alcances y Limitaciones	3
I.4 Justificación	4
Capítulo II	7
Marco Referencial.....	7
II.1 Antecedentes.....	8
II.2 Telemedicina.....	9

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

II.3 Presión Arterial	11
II.4 Dispositivos de monitoreo de la TA.....	13
II.5 Redes inalámbricas.....	16
II.6 VPN (Virtual Private Network)	20
II.7 Protocolo TCP/IP (<i>Transmission Control Protocol</i>).....	23
II.8 SSH (<i>Secure Shell</i>)	24
II.9 Base de Datos	25
II.10. Página Web	26
II.11 PHP (<i>Hypertext Processor</i>).....	27
II.12 Lenguaje de Programación Java.....	27
II.13 Android	28
Capítulo III	33
Metodología.....	33
III.1 Fase I: Investigación Documental.....	34
III.2 Fase II: Selección de los dispositivos y tecnología.....	34
III.3 Fase III: Diseño del sistema.....	34
III.4 Fase IV: Implementación del sistema.	35
III.5 Fase V: Pruebas de funcionamiento del sistema.....	35
III.6 Fase VI: Redacción y elaboración del tomo.	35
Capítulo IV	37
Desarrollo	37
IV.1 Diseño del sistema	37
IV.2 Implementación del sistema	38

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Capítulo V	63
Resultados	63
V.1 Aplicación en Java con Netbeans IDE 7.2	63
V.2 Conexión enlace VPN	68
V.3 Manejo y gestión de la Base de Datos	69
V.4 Página Web.....	74
V.5 Aplicación en Android	81
Capítulo VI.....	85
Conclusiones y Recomendaciones	85
VI.1 Conclusiones	85
VI.2 Recomendaciones.....	87
Bibliografía	89
Apéndices	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura General del Marco Referencial.....	8
Figura 2. Diagrama de una red WiMAX	19
Figura 3. Mapa de cobertura de Caracas de la empresa MOVILMAX	19
Figura 4 Ejemplo de código HTML	26
Figura 5 Flujograma Metodológico.....	33
Figura 6 Esquema general del prototipo de sistema remoto para la monitorización de la tensión arterial	38
Figura 7 Trama de presión arterial mediante Serial Monitor	39
Figura 8 Trama de presión arterial y software de MGW830Goldwei.....	40
Figura 9 Interfaz VPN Cisco Client	42
Figura 10 Configuración de enlace VPN.....	42
Figura 11 Conexión exitosa con el servidor de la UCAB	43
Figura 12 Interfaz del programa Putty.....	44
Figura 13 Conexión al servidor de la UCAB mediante Putty	45
Figura 14 Accediendo al servidor mediante Putty.....	46
Figura 15 Accediendo al sector MySQL del servidor mediante Putty	47
Figura 16 Accediendo a la base de datos mediante Putty.....	47
Figura 17 Esquema lógico de las tablas de la Base de Datos.....	48
Figura 18 Creación de la tabla en la base de datos en el servidor	49
Figura 19 Tablas creadas en la Base de Datos del servidor.....	50
Figura 20 Interfaz Dreamweaver 8.....	51
Figura 21 Configuración del Servidor Local UCAB.....	52
Figura 22 Configuración del Servidor Local 000Webhost.com.....	52
Figura 23 Configuración del Servidor Remoto UCAB y 000Webhost.com	54
Figura 24 Configuración del Servidor Prueba y 000Webhost.com.....	56
Figura 25 Conexión Base de datos UCABacceso	57

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Figura 26 Conexión Base de Datos 000Webhost.com.....	57
Figura 27 Tabla de Base de Datos de UCABAcceso.....	58
Figura 28 Tabla de Base de Datos de 000WebHost.com.....	58
Figura 29 Asignación de estructura SQL a Dreamweaver.....	59
Figura 30 Creación tabla dinámica	60
Figura 31 Interfaz principal de la aplicación para recolección de datos.....	64
Figura 32 Interfaz de la aplicación que permite registrar un Nuevo Usuario	65
Figura 33 Ejemplo de registro de un nuevo usuario	66
Figura 34 Interfaz para toma de datos de presión arterial.....	67
Figura 35 Ejemplo de toma de datos de presión arterial.....	68
Figura 36 Ping Servidor-Cliente	69
Figura 37 Ping Cliente-Servidor	69
Figura 38 Ingreso de Datos en la página Web vía VPN	71
Figura 39 Verificación de actualización de datos en la Base de Datos UCAB.....	71
Figura 40 Ingreso de datos vía 000Webhost.com.....	72
Figura 41 Verificación de actualización de datos en la Base de Datos de 000Webhost.com.....	72
Figura 42 Verificación de actualización de Datos en UCAB mediante 000Webhost.com.....	73
Figura 43 Verificación de actualización de Datos en 000Webhost.com vía VPN.....	73
Figura 44 Vista Mapa Adobe Dreamweaver 8.....	74
Figura 45 Acceso a la página Web desde ambos servidores.....	75
Figura 46 Registro de datos de un Nuevo Usuario en la página Web	76
Figura 47 Mensaje mostrado luego de registrar exitosamente un Nuevo Usuario en la página Web.....	76
Figura 48 Ingreso de un usuario en Modo Médico	77
Figura 49 Visualización de pacientes registrados en Modo Médico.....	78
Figura 50 Ingreso como Modo Usuario en la página Web	78
Figura 51 Mediciones de presión arterial en la página Web.....	79

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Figura 52 Procedimiento para recuperar contraseña o reportar problemas en la página Web.....	80
Figura 53 Mensaje mostrado luego de enviar el reporte en la página Web.....	80
Figura 54 Mensaje recibido en el correo proyectopresionarterial2013@hotmail.com por el usuario para reportar problemas	81
Figura 55 Samsung Galaxy Ace S5830 con aplicación Portal Presión Arterial instalada.....	82
Figura 56 Tableta Samsung Galaxy 10.1 con aplicación Portal Presión Arterial instalada.....	82
Figura 57 Tableta y teléfono Android con aplicación Portal Presión Arterial funcionando	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores de la presión arterial sistólica y diastólica	13
Tabla 2. Ventajas y desventajas de un holter	16
Tabla 3. Tabla comparativa de parámetros de las redes WiFi y WiMAX	20

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Introducción

Hoy en día las enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares constituyen un problema que afecta fuertemente a la población y causa millones de muertes al año en todo el mundo, en nuestro país la hipertensión arterial constituye una de las primeras causas de muerte, por lo que un diagnóstico temprano disminuiría considerablemente la posibilidad de complicaciones cardiovasculares y cerebrovasculares, para ello es indispensable un monitoreo periódico de los valores de presión arterial.

Con los avances de las Telecomunicaciones y la Telemedicina, se tiene la posibilidad de intercambiar datos, registros, valores, y demás informaciones médicas por medios electrónicos, a la vez que se puede obtener la información en forma remota sin la necesidad de estar presencialmente en una consulta médica.

En vista de la cantidad de mediciones periódicas de presión arterial que deben hacerse para poder diagnosticar cualquier alteración en el funcionamiento cardíaco, se expone en el presente trabajo el diseño de un sistema para la monitorización de la presión arterial en forma remota, de tal manera que cualquier persona que deba realizarse un examen de este tipo no tenga la obligación de dirigirse a un centro médico en forma recurrente para recibir un tratamiento adecuado, o advertir a un médico o familiar cualquier emergencia para recibir la medicación correspondiente.

Este sistema se caracteriza por tener una interfaz amigable para el usuario, a la vez que ofrece seguridad en la transmisión de los datos tanto para el envío como para la recepción de los mismos y se garantiza una conexión en forma remota siempre y cuando se tenga acceso a Internet.

El contenido del presente proyecto se presentará en seis capítulos, organizados de la siguiente manera:

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

- Capítulo I: se describe el planteamiento del problema, los objetivos que se quieren lograr, los alcances y limitaciones del proyecto y la justificación que le da origen.
- Capítulo II: se exponen las bases teóricas que sustentan todo el desarrollo del trabajo, brindando una base firme de los conocimientos necesarios a saber.
- Capítulo III: se presenta el marco metodológico, donde se incorporan los procedimientos y métodos utilizados para llevar a cabo la investigación.
- Capítulo IV: contempla el desarrollo de los pasos y actividades detalladas, describiendo la manera de lograr concretar el proyecto en cada una de sus etapas.
- Capítulo V: se presentan los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto.
- Capítulo VI: se describen las conclusiones y recomendaciones tomando en cuenta los resultados obtenidos.

Capítulo I

Planteamiento del Proyecto

El presente capítulo establece las bases fundamentales del trabajo, especificando el problema y sus características, determinando los alcances y posibles limitaciones, dejando claro los objetivos y dirección del presente trabajo.

I.1 Planteamiento del problema

La incorporación del monitoreo ambulatorio de la presión arterial (MAPA) a la práctica clínica permite conocer los valores de PA que el paciente hipertenso presenta fuera de la consulta del médico, así como describir diferentes patrones circadianos de dicha presión arterial.

Para el tratamiento referido a irregularidades con los valores de la presión arterial se necesita realizar un seguimiento continuo y así poder observar la evolución del paciente, generándose así un chequeo con cierto patrón de periodicidad que puede llegar a ser diario para asegurar una mejora, planteando un tratamiento adecuado. La disponibilidad necesaria tanto del paciente como del médico para mantener estos intervalos periódicos de chequeo no siempre puede ser efectiva, debido a factores tiempo, económicos, distancia o alcance.

Es por eso que la aplicación de las Telecomunicaciones en la Telemedicina y Teleasistencia, da una alternativa para el seguimiento de pacientes con hipertensión o hipotensión, creando así la situación de no requerir asistir a una consulta médica al momento de iniciar, mantener o continuar un tratamiento; conservando la eficiencia por medio de la obtención y visualización en tiempo real del efecto y avance del

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

mismo. Gracias a este monitoreo remoto se puede optimizar la comunicación entre paciente-médico, su progreso y lo más importante la calidad de vida del paciente.

Actualmente, en Venezuela no se dispone de sistemas automatizados para la monitorización de la presión arterial, aunque algunas tecnologías, por tanto el propósito de este trabajo es desarrollar un sistema remoto automatizado con tecnología inalámbrica, empleando recursos y herramientas tecnológicas disponibles en el mercado nacional.

I.2 Objetivos

I.2.1 Objetivo General

Desarrollar e implementar un sistema que permita realizar la monitorización continua de la presión arterial a través de un sistema remoto automatizado que garantice la comunicación eficiente entre el paciente y médico u otra persona competente autorizada para el tratamiento del individuo.

I.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar la investigación documental sobre presión arterial, hipertensión arterial, redes inalámbricas, Android y tópicos relacionados.
- Efectuar la investigación documental de los distintos dispositivos electrónicos que conformarán el sistema, como el transmisor, receptor y la red a implementar.
- Obtener conocimientos básicos sobre la utilización y funcionamiento de la tarjeta Goldwei MGW 830 kit, para la obtención de los datos de la presión arterial.
- Analizar las diferentes tecnologías disponibles en el mercado nacional para la creación de un enlace eficiente y seguro entre el paciente y dispositivo receptor.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

- Desarrollar un sistema de comunicación para el envío de datos entre el sistema transmisor (paciente) y el dispositivo receptor, que permita al médico conocer los valores de la presión arterial del paciente.
- Diseñar un sistema de “monitorización supervisada”, a través del acceso remoto especializado en transmisión de datos de presión arterial importantes para el control y posibles diagnósticos.
- Implementar el diseño planteado, mediante la utilización de un medidor de presión arterial, enviando estos datos a través de WiMAX ó WiFi y ser recibidos en un dispositivo con sistema operativo Android.

I.3 Alcances y Limitaciones

I.3.1 Alcances

El alcance de este proyecto incluyó el diseño de un sistema compuesto por la realización de aplicaciones que permiten la comunicación entre un paciente y un médico o persona tratante, en donde se transmitan y se visualicen los resultados de la medición de presión arterial correspondientes para poder realizar un diagnóstico apropiado en forma remota.

La implementación de este proyecto comprende la conexión en un sitio remoto con la finalidad de verificar el correcto funcionamiento del sistema y que la información pueda transmitirse eficaz y eficientemente.

I.3.2 Limitaciones

Algunas de las limitaciones que se presentan en el proyecto son las siguientes:

En primer lugar y mayor dificultad presentada fue la utilización de la Tarjeta Multiparamétrica MGW 830 kit Goldwei para la obtención de los datos de medición, el idioma del manual del fabricante es chino, al igual que fue imposible obtener el

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

código de funcionamiento de la tarjeta, por lo que fue necesario aplicar otro software para la detección de las tramas que contienen la información requerida.

Para la implementación del sistema se debe contar con acceso a Internet tanto en la parte de transmisión de datos (paciente) como en la recepción (médico), el equipo transmisor, debe contar con un puerto serial RS232 para poder establecer conexión con la Tarjeta Multiparamétrica MGW830 kit.

Para poder acceder al servidor ubicado en la UCAB, debe realizarse la conexión en forma remota fuera de la cobertura de la red interna de la universidad, por cuestiones de configuración, diseño y los datos de acceso proporcionados por el DTI.

Por su parte, el acceso remoto a este servidor en la UCAB, desde dispositivos como celulares y tabletas está restringido, ya que los datos proporcionados por el DTI limitan los privilegios de este modo de acceso en estos equipos.

Otra limitación que se puede presentar al momento de utilizar las aplicaciones del sistema es que se debe aprender a usarlas, para así poder almacenar los datos y mediciones del paciente correctamente, y poder visualizar los mismos posteriormente, ya que estos resultados son sumamente importantes para poder realizar diagnósticos acertados. Pueden ser los mismos usuarios quienes deseen utilizar el sistema, o pueden ser terceras personas, es por ello que deben dedicar unos minutos para aprender a manejar las aplicaciones.

I.4 Justificación

La realización de un prototipo automatizado para la monitorización de la presión arterial surge con la necesidad de crear una nueva alternativa para las personas que requieran el seguimiento de la presión arterial en determinado momento, facilitando el acceso a esta información a las personas involucradas.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

El propósito de realizar un proyecto con estos fines, permite a un mayor grupo de personas evitar el traslado a un centro médico para el control de la presión arterial, conservando la eficiencia por medio de la obtención y visualización del efecto y avance del mismo.

Así mismo se puede optimizar la comunicación entre un posible paciente y médico, su progreso y lo más importante la calidad de vida de la persona.

**Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para
la monitorización de la presión arterial**

Capítulo II

Marco Referencial

Definido el enfoque y los objetivos del proyecto, a continuación se presentan los aspectos teóricos que le dan soporte. En primer lugar se hace referencia a los proyectos que constituyen sus antecedentes, como se puede apreciar en la Figura 1, las bases teóricas que le dan apoyo se dividen en cuatro ramas principales, partiendo desde los aspectos generales de la Telemedicina como la Telemedicina en Venezuela y la presión arterial, definiendo específicamente el ritmo circadiano, la presión arterial sistólica y diastólica, necesarios para la descripción de los fundamentos que sostienen las bases del proyecto.

Como segunda ramificación, se plantean los conceptos de las redes inalámbricas como WiFi y WiMAX, así como la caracterización de las Redes Privadas Virtuales (VPN) definiendo los protocolos de túnel y los tipos de VPN y de conexión, en la tercera rama se encuentran lo propio del protocolo TCP/IP, así como el concepto y utilización de las bases de datos y las páginas Web y por último las herramientas disponibles en el sistema operativo Android para lograr llevar a cabo la recepción de la información relacionada con la presión arterial, y así alcanzar los objetivos planteados.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

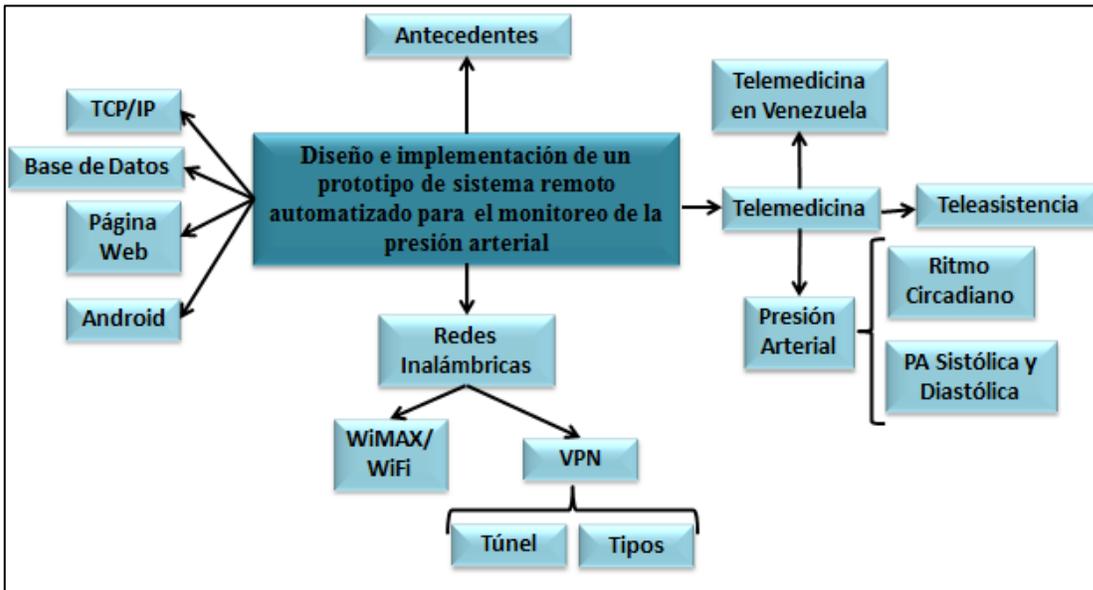


Figura 1. Estructura General del Marco Referencial

Fuente: Elaboración Propia

II.1 Antecedentes

Para el desarrollo del trabajo de grado se realizó la lectura de varios trabajos con temas relacionados a sistemas remotos automatizados, redes WiMAX y WiFi presión arterial entre los que podemos encontrar:

En el año 2002 se realizó en la USB un trabajo llamado “Sistema de Telemonitoreo de la Hipertensión vía CDPD”, se enfoca en el diseño e implementación de un sistema que facilite el telemonitoreo de la hipertensión mediante tecnología de MODEM CDPD con PDA, que podrían ser basados en Windows CE o PalmOS por medio de internet. Este trabajo fue desarrollado por Vera M, Iván J.

En el año 2006 se realizó en la UCAB un trabajo llamado “Sistema remoto automatizado para el control glucémico de la diabetes”, en este se crea un sistema

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

remoto automatizado de la diabetes en pacientes por medio de un glucómetro de marca privada y programas como Visual Basic C, desarrollado por los alumnos Juan M. Arenas y Gilmar Rendón y con la tutoría del profesor Iván Escalona.

En el 2012 se inició un proyecto con el título “Desarrollo de una aplicación para uso de una tarjeta multiparamétrica de adquisición de algunos datos fisiológicos”, con la monitorización de los parámetros de oximetría y temperatura de la Tarjeta MGW 830 kit Goldwei, desarrollado por Gabriela Briceño y Maira Díaz, con la tutoría del profesor Iván Escalona.

II.2 Telemedicina

La Organización Mundial de la Salud (OMS):

- Define la telemedicina como el suministro de servicios de atención sanitaria a distancia por medio de tecnologías de información y telecomunicaciones, con el fin de intercambiar datos para hacer diagnósticos, prevenir enfermedades y accidentes, y formar permanentemente a profesionales de atención de salud, que mejoren la salud de las personas y de las comunidades en que viven.

La Asociación Americana de Telemedicina (ATA por sus siglas en inglés):

- Define esta disciplina como el intercambio de información médica entre dos lugares distintos, usando comunicaciones electrónicas, para la salud y educación del paciente o el proveedor de los servicios sanitarios, y con el fin de mejorar la asistencia del paciente. (Núñez, 2009)

II.2.1 Teleasistencia

Entre las aplicaciones que se tienen con la Telemedicina, la Teleasistencia es un servicio que está destinado principalmente a personas mayores o discapacitados, la función principal es que estas personas puedan ponerse en contacto de forma inmediata con un centro de atención las 24 horas del día, permitiendo la permanencia

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

de los usuarios en su medio habitual de vida, así como el contacto con su entorno socio-familiar, evitando el desarraigo y asegurando la intervención inmediata en crisis personales, sociales o médicas para proporcionar seguridad y mejor calidad de vida. (Inmerso, 2009).

II.2.2 Telemedicina en Venezuela

Entre las primeras organizaciones en Venezuela sin fines de lucro es la Fundación Maniapure, la cual en el año 2000 instituyó un ambulatorio rural llamado La Milagrosa, brindando apoyo a la región ubicada en el estado Bolívar, ofreciendo servicio médico integral a través de la telemedicina, así como servicios de laboratorio, odontología y nutrición, además de educación y desarrollo comunitario, lo cual representa hoy en día una importante mejora en la calidad del servicio de salud.

Otras iniciativas importantes desarrolladas en Venezuela se encuentran a cargo de varias universidades como la Universidad de Carabobo UC, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado UCLA, Universidad Simón Bolívar USB, Universidad Central de Venezuela UCV y la Universidad Católica Andrés Bello UCAB.

En 2001 se crea la Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones en la UCAB y cuatro años después se planteó la posibilidad de hacer uso de las telecomunicaciones para la aplicaciones en salud y es así como empezaron a surgir los primeros Trabajos Especiales de grado enfocados en Telemedicina, y a mediados del 2006 se comenzó a discutir la necesidad de conformar el Grupo de Telemedicina como primer grupo de investigación dentro de la Escuela de Telecomunicaciones.

Los objetivos principales del Grupo de Telemedicina serían la contribución con el bienestar social mediante la implementación de redes de telecomunicaciones e investigación sobre el uso de dispositivos móviles en aplicaciones de salud.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

En la Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones se ha continuado con los proyectos basados en la Telemedicina, contribuyendo así la UCAB con un aporte vital para la salud, elaborándose hasta la actualidad más de 50 Trabajos Especiales de Grado en el área y con un número importante de artículos y presentaciones en congresos nacionales e internacionales. (Escalona & Pirrone, 2010)

II.3 Presión Arterial

La presión arterial (PA) es el volumen de sangre generado por el bombeo del corazón hacia todo el cuerpo, actúa sobre la sangre dentro de las arterias, éstas son vasos sanguíneos por los que pasa la sangre desde el corazón hasta todas las partes vivas del organismo, variando en el transcurso del día debido al ritmo circadiano, el cual opera mediante un reloj biológico sincronizado, controlando funciones en el organismo como el sueño y el comportamiento. La falta de monitoreo de la PA es una de las principales causas del aumento de la Hipertensión Arterial (HTA) que representa por sí misma una enfermedad, como también un factor de riesgo importante para otras enfermedades, como las cerebro-vasculares, cardíacas, renales, entre otras. (Martínez, 1999)

Para contextualizarlo mejor, si la presión arterial fuera cero la sangre se mantendría atrapada en las arterias, y el organismo no obtendría los recursos necesarios para su supervivencia, concluyendo con la muerte.

II.3.1 Ritmo Circadiano

Son las variaciones de la presión arterial durante el día que comprende 24 horas, en donde la cifra más baja corresponde al sueño profundo en horas de la madrugada, después de ese momento comienza a subir y llega a su nivel más alto entre a mediados de la tarde, manteniéndose hasta la caída del sol, donde comienza de nuevo a descender, repitiéndose el ciclo. (Martínez, 1999)

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

II.3.2 Presión arterial diastólica y sistólica

La sangre pasa a los ventrículos mediante las aurículas, cuando estos ventrículos se agrandan o ensanchan se habla de la presión arterial diástole, en cambio, cuando los ventrículos se contraen la sangre se expulsa hacia las arterias principales produciendo la presión arterial denominada sístole.

Cuando el corazón se encuentra en reposo hay existencia de una presión inmerso en las arterias denominada tensión diastólica o baja. Suele ser de 80mmHg, que es una cifra suficiente para empujar y mantener a la sangre en todo el organismo.

La entrada de sangre en la arteria aorta y sus ramas, empujada por la sístole ventricular, determina que transitoriamente aumente la tensión arterial. Este aumento transitorio de tensión arterial, que coincide con cada latido del corazón, es la tensión arterial sistólica (alta), suele ser de 120mmHg, en sístole la sangre no retrocede a las aurículas porque se lo impide el cierre de las válvulas tricúspide y mitral. (Morales, s.f.)

II.3.3 Hipertensión e Hipotensión

La Hipertensión Arterial no es más que un aumento fuera de los rangos normales tolerantes por el ser humano, que viene definida por la presión arterial sistólica a partir de 140mmHg o una presión arterial diastólica a partir de 90mmHg.

Es necesario tener en cuenta el riesgo que tienen los pacientes hipertensos en relación con las enfermedades cardiovasculares, el cual se determina no sólo por el nivel de su presión arterial sino además por la presencia o ausencia de daño en órganos o de otros factores de riesgo como el tabaquismo y diabetes, entre otros.

Por su parte la hipotensión arterial (presión baja) es el estado de la presión arterial sistólica y diastólica por debajo de lo normal. Sin embargo, hay que

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

considerar que lo que, para una persona es una presión sanguínea baja, para otra puede ser normal.

Cuando la presión sanguínea está demasiado baja, hay un flujo inadecuado de sangre al corazón, al cerebro y a los demás órganos vitales, lo que puede ocasionar diversas patologías debido a que, junto con la sangre no llegan suficiente oxígeno y nutrientes a las células. (Morales, s.f.)

Categoría	Sistólica (mmHg)	Diastólica (mmHg)
Hipotensión	Menor a 90	Menor a 60
Óptima	120	80
Normal	Menos de 130	Menos de 85
Normal Alta	130-139	85-89
Hipertensión		
Nivel 1 (Discreta)	140-159	90-99
Nivel 2 (Moderada)	160-179	100-109
Nivel 3 (Severa)	180-209	110-119
Nivel 4 (Muy Severa)	210más	120 más

Tabla 1 Valores de la presión arterial sistólica y diastólica

Fuente: (Salud Participativa, 2009)

II.4 Dispositivos de monitoreo de la TA

II.4.1 Tensiómetro

La presión arterial se mide mediante un aparato denominado tensiómetro o esfigmomanómetro. Estos aparatos están compuestos por un manguito de tela que incorpora una goma hinchable y un sistema de medición en contacto con este

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

manguito. Los sistemas de medición que emplean son diferentes y, en base a ellos, se pueden distinguir diferentes tipos de tensiómetros o esfigmomanómetros.

II.4.1.1 Tensiómetro de mercurio

Consiste en un cubeta que contiene mercurio conectada a un tubo vertical de cristal con un extremo abierto por donde sube el mercurio al inflar el manguito. En el tubo hay una escala que va desde los 0 y los 300 mm/Hg (milímetros de mercurio). El sistema va conectado mediante un tubo de goma al mecanismo de inflado que consiste en una pera y una válvula que regula el paso del aire. Durante su uso debe estar en posición vertical sobre una mesa horizontal o, mejor aún, colgado de una pared.

II.4.1.2 Tensiómetro de aneroide

Se trata de un mecanismo a resorte que se moviliza a una presión determinada y, de forma proporcional a esta, mueve una aguja en una esfera graduada en mm/Hg. Aunque vienen bien calibrados de fábrica, son sensibles a la temperatura y la humedad por lo que es conveniente recalibrarlos cada 6 meses.

II.4.1.3 Tensiómetro Oscilométrico

Es un aparato electrónico basado en el análisis de la onda del pulso. Algunos equipos que llevan este tipo de esfigmomanómetro pueden ser muy sofisticados, siendo programables y permitiendo el inflado automático del manguito. Incluso algunos se han desarrollado como periféricos para conectar a un PC. En los más sencillos y baratos, el inflado es manual. La fiabilidad de estos aparatos ha sido bien establecida, lo que los hace ideales para tomarse la tensión en casa. (Salud Participativa, 2009)

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

II.4.2 Holter

Es una técnica de medida de la presión arterial, en la que se coloca un equipo de medida y un manguito para ir recogiendo múltiples medidas de la PA durante las actividades diarias habituales incluso durante el sueño. La duración del registro es generalmente de 24 horas y la frecuencia de las lecturas de 15-20 minutos durante la actividad, y de 20-30 minutos durante el sueño. El registro comenzará por la mañana antes de la toma del fármaco antihipertensivo. El objetivo: obtener una medida de la PA durante la actividad del sujeto. (Salud Participativa, 2009)

II.4.2.1 Características del monitoreo

El manguito, igual que los de medida habitual, se coloca en el brazo no dominante del paciente. Los cables se camuflan debajo de la ropa y se conectan al equipo registrador, de unos 12 x 10 cm (como un radiocassette) que se engancha en el cinturón. Funciona con pilas que le dan autonomía para 200 lecturas aproximadamente. A las 24 o 48 horas se retira el equipo y con ayuda de un ordenador se efectúa la lectura e interpretación de todas las medidas. Generalmente se presentan unos valores medios de 24 horas, del periodo diurno y del nocturno y unos porcentajes por encima de valores predeterminados. Suele dibujarse una gráfica que refleja el comportamiento de la presión arterial a lo largo del día y la noche.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

II.4.2.2 Ventajas y Desventajas

Ventajas	<ul style="list-style-type: none">• Múltiples medidas de PA.• Mediciones durante las actividades diarias habituales.• Mediciones durante el sueño.• Estimación del ritmo circadiano• Precisa un mínimo adiestramiento para el paciente• No induce reacción de alerta durante el inflado• Ofrece muchos posibles análisis de datos.• Mejor correlación con lesión de órgano y pronóstico cardiovascular.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none">• Posible pérdida de datos por fallo del equipo o de cooperación• Meticulosa atención a la utilización del equipo• Puede interferir durante el trabajo o el sueño• Posible intolerancia por molestias, erupciones cutáneas, o alergias, incluso síntomas de isquemia en el brazo• Coste de la técnica.

Tabla 2. Ventajas y desventajas de un holter

Fuente: (Sociedad Espanola de Hipertension, 2012)

II.5 Redes inalámbricas

Hoy día las redes inalámbricas hacen más simple muchas operaciones que se realizan en sitios donde no hay cableado. No significa que estas vayan a remplazar las redes alámbricas. Pero muchas de las redes inalámbricas son más veloces, en algún momento se espera que éstas lleguen a alcanzar hasta los 100 Mbps. Las inalámbricas no necesitan hacer su conexión mediante un alambre, sino que también se puede hacer por el uso de satélites, un láser y microondas.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Lo que diferencia a una red convencional a una inalámbrica es la capa de enlace de datos y la capa física. La red alámbrica se da por medio de la transmisión de información conductor que lleva corriente eléctrica, mientras que la red inalámbrica se da mediante la información que viaja en forma de impulsos eléctricos o en forma de luz.

Hay dos amplias categorías de redes inalámbricas, las cuales son, de larga distancia (Redes de Area Metropolitana MAN) que son utilizadas para distancias de hasta de un país a otro. Dos tipos de estas redes son, Redes de Conmutación de Paquetes y Redes Telefónicas Celulares, también se encuentran las de corta distancia que llegan alcanzar hasta 2 Mbps éstas se usan para un mismo edificio.

El Wi-fi es una unión de redes inalámbricas las cuales pueden establecer comunicaciones a una cierta velocidad (llega a alcanzar hasta los 100 Mbps).

Las redes públicas de radio, (por ejemplo ARDIS y MOBITEX) producen más canales de radio en zonas metropolitanas. Estas son de gran importancia en el mercado de redes de área local (LAN) estas permiten conectar a los usuarios para que estos puedan compartir diferentes archivos o recursos. También están las redes infrarrojas las cuales se usan para manos a distancia, de este modo no interfieren con otras señales electromagnéticas.(WILAC, 2012)

II.5.1 Wi-Fi

Comprende una gran cantidad de estándares para redes de comunicación inalámbrica basados en las especificaciones IEEE 802.11. En Wi-Fi un punto de acceso inalámbrico (*accesspoint*) transmite y recibe datos a través de ondas de radio y los equipos remotos, que cuentan con un transceptor (transmisor-receptor) en una tarjeta de acceso, el punto de acceso inalámbrico (*accesspoint*) se conecta a un MODEM que se comunica de manera cableada con el núcleo de la red. Por cuestiones de seguridad, se utiliza un esquema más robusto llamado WPA en donde

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

los datos reciben un tratamiento criptográfico con códigos de más de 128 bits y solo los usuarios con contraseña pueden acceder a la red. (Núñez, 2009).

II.5.2 WiMAX

Es la síntesis de *Interoperability for Microwave Access*, proveniente del grupo de estándares de la IEEE 802.16 y aprobado por el WiMAX forum. Es una tecnología inalámbrica diseñada para redes metropolitanas que ofrece el acceso de última milla a redes de comunicaciones de banda ancha, planteando así una alternativa a las tecnologías normalmente utilizadas como cable y DSL. Al estar diseñado para redes metropolitanas tiene una cobertura de 30 -70 km por celda y una tasa de transmisión de hasta 124 Mbps en constante aumento, todo esto mediante la implementación de la tecnología LMDS (Local Multipoint Distribution Service).

Con WiMAX se puede aumentar las áreas de cobertura geográficas manteniendo una calidad de servicio que son suficientes para la transmisión de video y data, un hecho de suma importancia en la implementación de la telemedicina como una solución a distintos problemas.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

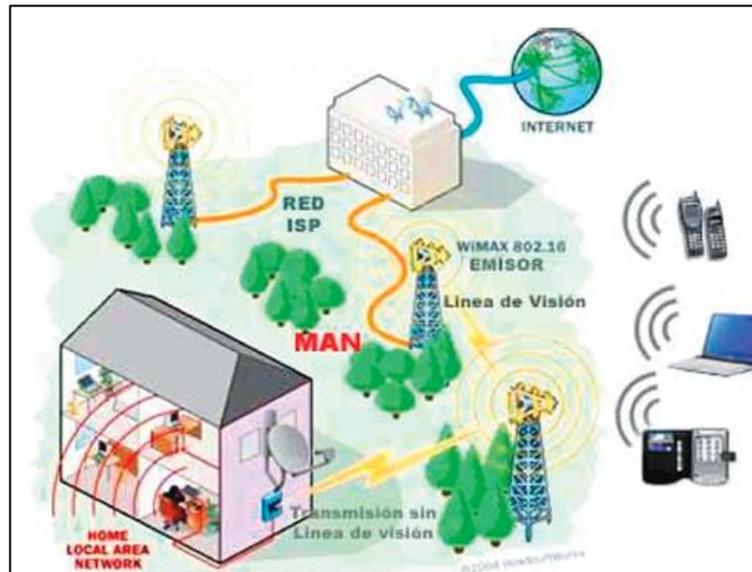


Figura 2. Diagrama de una red WiMAX

Fuente: (Núñez, 2009)

II.5.2.1 Área de cobertura de WiMAX en Región Capital



Figura 3. Mapa de cobertura de Caracas de la empresa MOVILMAX

Fuente: (MOVILMAX, 2012)

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

II.5.3 Comparación entre WiFi y WiMAX

Parámetro	WiFi	WiMAX
Estándar	802.11a/g/n	802.16
Alcance	Optimizado para un radio de 100m	Optimizado para tamaños de celda entre 7-10km y hasta 50km
Cobertura	Entornos de interior	Entornos exteriores
Escalabilidad	Ancho de Banda fijo(20MHz)	Ancho de banda flexible (entre 1,5MHz a 20MHz)
Velocidad	2,7bps/Hz hasta 54Mbps en canal de 20MHz	<ul style="list-style-type: none"> • 3,8bps/Hz hasta 75Mbps en canal de 20MHz • 5bps/Hz hasta 75Mbps en un canal de 20MHz
Calidad de Servicio (QoS)	No soporta	Si soporta, para voz o video
Seguridad	WEP, WPA, WPA2	DES3 y AES
Costos	Mínimos(0BsF)	1.670 BsF aproximadamente
Disponibilidad	Inmediata(uso de los equipos y redes instalados en la UCAB)	Requiere compra de equipos y plan de servicios con MOVILMAX Venezuela
Área de Servicio	Uso de red local (WiFi UCAB)	Ajustado a la cobertura ofrecida por MOVILMAX en la Región Capital

Tabla 3. Tabla comparativa de parámetros de las redes WiFi y WiMAX

Fuente: (Bayon, 2007), (MOVILMAX, 2012)

II.6 VPN (Virtual Private Network)

La Red Privada Virtual conocida por sus siglas en inglés como VPN, es una tecnología que nos permite tener una extensión de red local sobre una red no

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

controlada o red pública. Un gran ejemplo de una red no controlada o red pública es el Internet.

Las VPN permiten que cada miembro remoto de una red se comunique mediante un sistema seguro y confiable, utilizando la Internet como el medio de conexión a una red privada virtual. Una VPN puede crecer lo suficiente como para acomodar muchos usuarios en distintas ubicaciones, siendo el costo mínimo comparado con el sistema de líneas dedicadas.

Se dice que es una red virtual porque conecta dos redes “físicas” (redes de área local) a través de una conexión poco fiable (Internet) y privada porque sólo los equipos que pertenecen a una red de área local de uno de los lados de la VPN pueden “ver” los datos.

Una red privada virtual se basa en un protocolo denominado “protocolo de túnel”, el cual consiste en un protocolo que cifra los datos que se transmiten desde un lado de la VPN hacia otro, en una VPN de dos equipos, el cliente de VPN es la parte que cifra y descifra los datos del lado del usuario y el servidor VPN (comúnmente llamado servidor de acceso remoto) es el elemento que cifra los datos del lado de la organización, de esta manera el equipo remoto le proporciona los datos al servidor VPN en su red y éste envía la respuesta cifrada, cuando el cliente de VPN del usuario recibe los datos, los descifra y finalmente los envía al usuario.(Hernández, 2006)

II.6.1 Protocolos de túnel

Los principales protocolos de túnel son:

II.6.1.1 Protocolo PPTP

El protocolo de túnel punto a punto consiste en crear tramas con el protocolo PPP (Punto a Punto) y encapsularlas mediante un datagrama de IP, de esta manera los datos de la red de área local se encapsulan dentro de un mensaje PPP, que a su vez está encapsulado dentro de un mensaje IP.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

II.6.1.2 Protocolo L2TP

Es un estándar creado por la IETF (*Internet Engineering Task Force*) que combina las mejores características de dos protocolos: L2F (*Cisco's Layer 2 Forwarding*) y el protocolo PPTP, permitiéndoles a los usuarios conectarse a su intranet o extranet corporativa a través de cualquier medio que soporte datagramas punto a punto. Este túnel se crea encapsulando una trama L2TP en un paquete UDP (*User Datagram Protocol*) el cual es encapsulado a su vez en un paquete IP, cuyas direcciones de origen y destino definen los extremos del túnel.

II.6.1.3 Protocolo IPSec

Internet Protocol Security es un protocolo definido por el IETF que se usa para transferir datos de manera segura en la capa de red. En realidad es un protocolo que mejora la seguridad del protocolo IP para garantizar la privacidad, integridad y autenticación de los datos enviados, está basado en tres módulos, encabezado de autenticación IP, carga útil de seguridad encapsulada y asociación de seguridad.

II.6.2 Tipos de VPN

- VPN de acceso remoto: es el tipo de VPN más comercial ya que facilita tanto al cliente como al proveedor de servicio tener acceso a la red una vez sea autenticada la identidad del mismo desde cualquier zona geográfica siempre y cuando haya servicio a Internet.
- VPN punto a punto: está compuesta por un servidor VPN fijo con conexión a Internet permanente, el cual crea un túnel con el fin de establecer conexión con distintos servidores que deseen intercambiar información con el mismo a través del Internet.
- VPN interna: se conecta a través de una red LAN (*Local Area Network*) lo cual permite tener más control sobre la información que se encuentre en el servidor, separando tanto partes de la red como servicios.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

II.6.3 Tipos de conexión VPN

- Conexiones *Client-to-Site*: permite establecer conexión entre el cliente y el servidor de forma segura a los recursos del mismo a un costo bastante bajo, dándole la oportunidad a los usuarios de tener acceso remoto a los servidores sin importar la ubicación del mismo.
- Conexiones *Site-to-Site*: representa la forma más común de establecer una conexión remota segura entre dos ubicaciones geográficamente separadas, establece la conexión entre dos servidores independientemente de la ubicación geográfica de cada uno, ofreciendo las mismas ventajas de una conexión física. (Moreno, 2009)

II.7 Protocolo TCP/IP (*Transmission Control Protocol*)

Es un conjunto de protocolos de red en los que se basa Internet y que permiten la transmisión de datos entre redes de computadoras. En ocasiones se le denomina conjunto de protocolos TCP/IP, en referencia a los dos protocolos más importantes que la componen: Protocolo de Control de Transmisión (TCP) y Protocolo de Internet (IP), el TCP/IP es la base de Internet, y sirve para enlazar computadoras que utilizan diferentes sistemas operativos, incluyendo PC, minicomputadoras y computadoras centrales sobre redes de área local (LAN) y área extensa (WAN).

Dentro de los servicios que ofrece se encuentran:

Acceso remoto, transferencia de archivos FTP (File Transfer Protocol), Sistemas de archivo en red, Comunicación fiable, HTTP (HyperText Transfer Protocol), para acceder a páginas Web, SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) y el POP (Post Office Protocol) para correo electrónico, TELNET para acceder a equipos remotos, entre otros. (Parziale, Britt , & Davis, s.f.)

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

II.7.1 HTTP (*HyperText Transfer Protocol*)

Protocolo de transferencia de hipertexto) es el protocolo usado en cada transacción de la World Wide Web, o WWW, mediante HTTP los clientes y los servidores determinan de forma dinámica el formato de los documentos, lo que permiten que utilicen formato de datos no estándar para el intercambio de datos. Si el receptor no tiene un modo de ver o acceder a los datos, puede descargar un programa complemento que le permita recibir el contenido.

Las cabeceras de HTTP pueden contener información acerca de los objetos que transmite la aplicación a través de la Web. Con la información de las cabeceras, las aplicaciones Cliente-Servidor negocian formatos que pueden utilizar para transferir los objetos. Si no reconocen la información de la cabecera, la ignoran. Por tanto, puede probar nuevos protocolos en la Web sin comprometer la integridad del HTTP. Además el protocolo está basado en texto por lo cual es legible y no necesita decodificación. (Marshall, 2012)

II.8 SSH (*Secure Shell*)

Es un protocolo que facilita las comunicaciones seguras entre dos sistemas usando una arquitectura cliente/servidor y permite a los usuarios conectarse a un host remotamente. El uso de métodos seguros para registrarse remotamente a otros sistemas reduce los riesgos de seguridad tanto para el cliente como para el servidor.

Características de SSH:

- Después de la conexión inicial, el cliente puede verificar que se está conectando al mismo servidor al que se conectó anteriormente.
- El cliente transmite su información de autenticación al servidor usando una encriptación robusta de 128 bits.
- Todos los datos enviados y recibidos durante la sesión se transfieren por medio de encriptación de 128 bits. (Red Hat Enterprise Linux 4, 2010)

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

II.9 Base de Datos

Una base de datos es un conjunto de información organizada en registros o tablas, que son guardados en una computadora y se manejan por el usuario a través de una interfaz gráfica. Cada registro constituye una unidad independiente de información que puede estar a su vez estructurada en diferentes campos o tipos de datos que se recogen en dicha base de datos. En cada registro se recogerán determinados datos, como el nombre, cédula, dirección o el teléfono, cada uno de los cuales constituye un campo.

El objetivo de la creación de una base de datos es proporcionar a los usuarios el acceso a datos, que pueden visualizar, ingresar o actualizar los mismos. La administración de las bases de datos se realiza con un sistema DBMS (*Database Management System*), siendo un conjunto de servicios que permite un fácil acceso a los datos, el acceso a la información por parte de múltiples usuarios y la manipulación de los datos encontrados en la base de datos (insertar, eliminar, editar). (Rodríguez, 2011)

II.9.1 MySQL

MySQL cuyas siglas en inglés significan en español Lenguaje de Consulta Estructurado, es un sistema de administración de base de datos.

Una de sus características más importantes es que es un software libre y permite recurrir a bases de datos multiusuario a través de la web y en diferentes lenguajes de programación que se adaptan a las diferentes necesidades y requerimientos. Cuenta con millones de aplicaciones y aparece en el mundo informático como una de las más utilizadas por usuarios del medio. El programa MySQL se usa como servidor a través del cual pueden conectarse múltiples usuarios y utilizarlo al mismo tiempo. (Casillas, 2001)

II.10. Página Web

Las páginas Web son documentos desarrollados especialmente para ser parte de un sitio Web, el cual es un sistema que a través de Internet permite el intercambio de información, estas páginas son creadas en lenguaje HTML (HyperText Markup Language), pueden contener texto, imágenes, sonidos, animaciones, etc. que pueden ser interpretados por los distintos navegadores o exploradores.

HTML es el lenguaje predominante para la elaboración de páginas web y se utiliza para describir y traducir la estructura e información en forma de texto. La estructura más sencilla de código HTML se muestra en la Figura 4. (Luján, 2001)

```
<html>
  <head>
    <title>Ejemplo1</title>
  </head>
  <body>
    <p>ejemplo1</p>
  </body>
</html>
```

Figura 4 Ejemplo de código HTML

Fuente: (Luján, 2001)

II.10.1 Adobe Dreamweaver

Es un software de diseño web que proporciona una interfaz visual intuitiva para la creación y la edición de sitios web HTML y aplicaciones para dispositivos móviles. Es el programa más utilizado en el sector diseño y la programación web por sus funcionalidades y su compatibilidad multiplataforma.

Dreamweaver permite al usuario utilizar la mayoría de los navegadores Web instalados en su ordenador para previsualizar las páginas web. También dispone de herramientas de administración de sitios dirigidas a principiantes como, por ejemplo, la habilidad de encontrar y reemplazar líneas de texto y código por cualquier tipo de

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

parámetro especificado, hasta el sitio web completo. El panel de comportamientos también permite crear JavaScript básico sin conocimientos de código. (Adobe, 2012)

II.11 PHP (*Hypertext Processor*)

Es un lenguaje de programación diseñado para ser utilizado en aplicaciones Web. Sus sintaxis es similar a la del código C. maneja la conexión con la base de datos y la comunicación con ella. PHP resulta un lenguaje fácil de manejar, funciona en varios sistemas operativos, es seguro ya que cualquier usuario no puede acceder a este código y fue diseñado para interactuar especialmente con la base de datos. (PHP Groups, 2001)

II.12 Lenguaje de Programación Java

Java es un lenguaje de programación y la primera plataforma informática creada por *Sun Microsystems* en 1995. Es la tecnología subyacente que permite el uso de programas punteros, como herramientas, juegos y aplicaciones de negocios, es un lenguaje simple orientado a objetos, posee una plataforma de alta interoperabilidad, ya que código escritos en este lenguaje pueden ejecutarse igualmente en cualquier tipo de hardware, para ello se compila el código fuente en un código conocido como “*bytecode*” que son instrucciones máquina simplificadas. (Gosling, 2005)

II.12.1 NetBeans IDE

NetBeans es un entorno de desarrollo integrado libre, hecho principalmente para el lenguaje de programación Java, existiendo un número importante de módulos para extenderlo. NetBeans IDE es un producto libre y gratuito sin restricciones de uso, es un proyecto de código abierto de gran éxito con una gran base de usuarios, una comunidad en constante crecimiento, y con cerca de 100 socios en todo el mundo. Sun Microsystems fundó el proyecto de código abierto NetBeans en junio de 2000 y continúa siendo el patrocinador principal de los proyectos.

La plataforma NetBeans permite que las aplicaciones sean desarrolladas a partir de un conjunto de componentes de software llamados módulos. Un módulo es un

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

archivo Java que contiene clases de java escritas para interactuar con las *APIs* de NetBeans y un archivo especial (*manifest file*) que lo identifica como módulo. Las aplicaciones construidas a partir de módulos pueden ser extendidas agregándole nuevos módulos. Debido a que los módulos pueden ser desarrollados independientemente, las aplicaciones basadas en la plataforma NetBeans pueden ser extendidas fácilmente por otros desarrolladores de software. (Domínguez, 2005)

II.13 Android

Android es un sistema operativo de plataforma abierta para dispositivos móviles como teléfonos inteligentes y tabletas basadas en la versión 2.6 del *kernel* de Linux, desarrollado por *Google* y la *Open Handset Alliance* que es un consorcio de 48 empresas distribuidas por todo el mundo con intereses diversos en la telefonía móvil y un compromiso de comercializar dispositivos móviles con este sistema operativo. Todas las aplicaciones se escriben usando el lenguaje de programación Java.

Android da acceso a las últimas tecnologías e innovaciones a través de múltiples dispositivos, arquitecturas y precios a partir de múltiples núcleos de procesamiento de gráficos y de alto rendimiento, pantallas táctiles, tales como *NearFieldCommunication (NFC)*, *Wi-Fi Direct*, etc. Android ofrece una plataforma abierta para la creación de cualquier experiencia de aplicación que se pueda imaginar. (Android).

II.13.1 Arquitectura de Android

Android presenta una arquitectura basada en 4 niveles:

- Un kernel linux versión 2.6 que sirve como base de la pila de software y se encarga de las funciones más básicas del sistema: gestión de drivers, seguridad, comunicaciones, etc.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

- Una capa de bibliotecas de bajo nivel en lenguajes C y C++, como *SQLite* para persistencia de datos; *OpenGLES* para gestión de gráficos 3D, y motor de renderizado HTML.
- Un *framework* para el desarrollo de aplicaciones, dividido en subsistemas para gestión del sistema como el "Administrador de paquetes", el "Administrador de telefonía" (para la gestión del hardware del teléfono anfitrión) o el acceso a *API's* sofisticadas de geolocalización o mensajería XMPP. Los desarrolladores tienen acceso completo a los mismos *API's* del framework usados por las aplicaciones base.

Incluye un sistema de vistas para manejar la interfaz de usuario de las aplicaciones, que incluyendo posibilidad de visualización de mapas directamente en la interfaz gráfica de la aplicación.

- Aplicaciones: Las aplicaciones base incluyen un teléfono, cliente de email, programa de envío de SMS, calendario, mapas, navegador, contactos, etc. que pueden a su vez ser usados por otras aplicaciones.

Las aplicaciones Android están programadas en Java, corriendo en una máquina virtual desarrollada por *Google* y optimizada para dispositivos móviles. La creación de una Máquina Virtual propia es un movimiento estratégico que permite a *Google* evitar conflictos por la licencia de la máquina virtual, así como asegurarse el poder innovar y modificar ésta.

II.13.2 Modelado de las aplicaciones

Cada aplicación de Android corre su propio proceso de *Linux*, y a su vez, cada uno de estos procesos corre su propia Máquina virtual Java. (Se aísla la ejecución entre aplicaciones).

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Para facilitar la reutilización de código y agilizar el proceso de desarrollo, las aplicaciones Android se basan en componentes. Los componentes pueden ser de 4 tipos:

- **Actividades:** Son interfaces visuales que esperan alguna acción del usuario. (Por ejemplo, una aplicación para el envío de mensajes podría tener una actividad que fuera la lista de contactos de la que el usuario elige a uno, otra que fuera el editor de textos para que el usuario escriba el mensaje y otra con parámetros de configuración de la aplicación).

Una aplicación puede tener una actividad o más, y desde una actividad se puede invocar a otras y volver nuevamente a la original.

- **Servicios:** Los servicios no tienen interfaz gráfica. Un ejemplo sería la reproducción de una canción, por lo que esta aplicación deberá controlar un servicio para que se reproduzca la música.
- **Receptores de Eventos:** Estos componentes simplemente están escuchando a que se produzcan determinados eventos (batería baja, cambio del idioma del dispositivo, la descarga de una imagen nueva, etc.) Cualquier aplicación puede tener tantos receptores para tantos eventos como quiera.
- **Proveedores de contenidos:** Permite que una aplicación ponga ciertos datos a disposición de otras aplicaciones. Por ejemplo, una grabadora de sonidos puede compartir esos datos con un reproductor de música. Estos datos pueden almacenarse en el sistema de ficheros o en base de datos.

Además, todas las aplicaciones Android deben tener un fichero *AndroidManifest.xml* donde se definan todos los componentes de la aplicación así como los permisos que requiere, o los recursos y librerías que utiliza. (Paco Blanco, 2009)

II.13.2 Software Eclipse

Es un entorno de desarrollo integrado de código abierto multiplataforma para desarrollar diversas aplicaciones, esta plataforma, típicamente ha sido usada para desarrollar entornos de desarrollo integrados (del inglés IDE), como el IDE de Java llamado Java Development Toolkit (JDT) y el compilador (ECJ), se puede utilizar para crear aplicaciones tan diversas como sitios web, programas en Java y aplicaciones para sistema operativo Android.

**Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para
la monitorización de la presión arterial**

Capítulo III

Metodología

Una vez definidas las bases teóricas del trabajo, a continuación se presenta la metodología que le da forma, y la función de cada una de las fases que la componen, como se muestra en la Figura 5

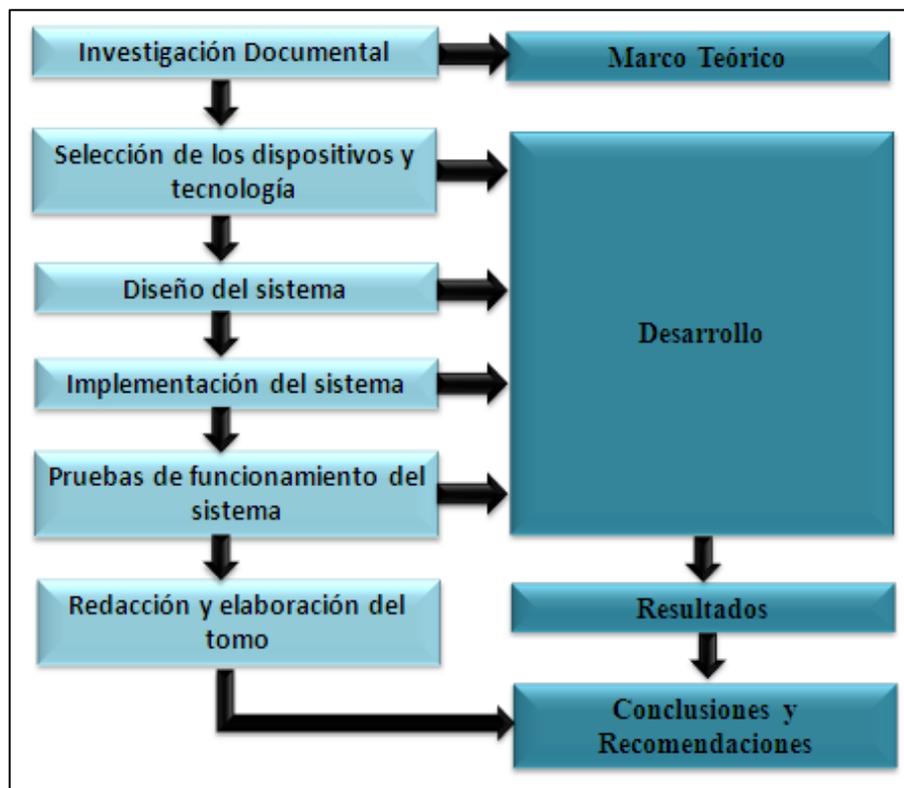


Figura 5 Flujograma Metodológico

Fuente: Elaboración propia

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

III.1 Fase I: Investigación Documental.

En primer lugar se realizó la investigación documental en libros, proyectos y publicaciones que han sido desarrollados previamente que permitieron elaborar la base teórica elemental, con el fin de adquirir diversos conocimientos con respecto a tópicos que abarcan este trabajo.

III.2 Fase II: Selección de los dispositivos y tecnología.

Esta fase corresponde con la caracterización y selección de los equipos y software a usar que dan forma al sistema, tomando en cuenta la disponibilidad en el mercado nacional para la creación del enlace entre el equipo transmisor y receptor.

En primer lugar se seleccionó como medidor de presión arterial la Tarjeta Multiparamétrica Goldwei 830kit, ya que fue adquirida recientemente por la Escuela de Telecomunicaciones para el uso de los estudiantes, mide 6 parámetros fisiológicos que son: ECG (Electrocardiograma), RESP (Respiración), NIBP (Presión Arterial No Invasiva), SPO2 (Oximetría), TEMP (Temperatura) e IBP, (Presión Arterial Invasiva) y posee conexión puerto serial RS232, así como también se determinó que el servidor que contendría todos los datos e información generada del proyecto fuera el servidor de Telemedicina ubicado en la UCAB, de tal manera que pudiese en un futuro ampliar el alcance de este proyecto.

III.3 Fase III: Diseño del sistema

Comprende la realización del diseño de todo el sistema, integrando los distintos equipos que lo conforman, tomando en cuenta las características y limitaciones de cada uno.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

En primer lugar fue necesaria la creación de un aplicación en Java que permitiese la comunicación y gestión de datos con la Tarjeta Multiparamétrica Goldwei 830 kit, de tal manera que con esta misma aplicación se enviaran a las bases de datos. Asimismo se realizó el diseño de la página web con el software de diseño Dreamweaver 8, a través de la cual pueden visualizarse los datos del paciente desde un dispositivo con sistema operativo Android, una vez instalada la aplicación propiamente se establece el enlace con el mismo y abre la página Web.

III.4 Fase IV: Implementación del sistema.

En esta fase se integran todas las partes y aplicaciones realizadas en la etapa anterior, se realizaron los ajustes de programación necesarios para establecer la comunicación transmisor-receptor, desde el dispositivo que mide la presión arterial hasta las bases de datos, estas con la página Web y desde el dispositivo receptor (dispositivo Android) con la misma, teniendo la completitud del sistema.

III.5 Fase V: Pruebas de funcionamiento del sistema.

Una vez culminada la implementación del sistema completo se realizaron pruebas, para verificar el correcto funcionamiento, de tal manera que las mediciones y los datos introducidos por el paciente fueran los propios almacenados en las bases de datos, lográndose esto con la comunicación efectiva a través del enlace VPN, y así por otra parte confirmar la actualización de los datos en la página web comprobándose la conexión, y por último el acceso en forma remota a estos datos por medio de un dispositivo con Android de manera eficiente.

III.6 Fase VI: Redacción y elaboración del tomo.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Una vez finalizado el establecimiento del acceso a los datos en forma remota, el envío y almacenamiento de los mismos, se llevó a cabo la redacción y elaboración del tomo con la finalidad de realizar un informe final que contemple la base teórica en la cual se sustentó el trabajo y el desarrollo práctico basado en la metodología, como la herramienta que asegurará el cumplimiento de los objetivos que definen el trabajo.

Capítulo IV

Desarrollo

IV.1 Diseño del sistema

En la Figura 6 se muestra el esquema general del prototipo de sistema remoto para la monitorización de la presión arterial, el cual cuenta primeramente con el paciente y/o persona que va a tomarse la tensión, con el mango debidamente colocado, conectado a la tarjeta MGW830 Goldwei, y ésta a la PC por medio del puerto serial RS232, estableciéndose la conexión con el servidor en la UCAB vía túnel VPN y la aplicación en Java, en donde se transmiten los datos hacia la red para poder ser recibidos en forma remota en una computadora o laptop con acceso a la VPN que abra la página Web; simultáneamente con la aplicación en Java se establece la conexión con el servidor 000Webhost.com por medio de Internet teniendo disponible la información a los dispositivos Android con una aplicación que direcciona a la página Web.

Por otra parte se realizó la construcción de un contenedor de la Tarjeta Multiparamétrica, para proteger los conectores y circuitería de la misma, fue realizado por el grupo de trabajo de grado integrado por Maira Díaz y Gabriela Briceño, con la ayuda de la Escuela de Ingeniería Industrial.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

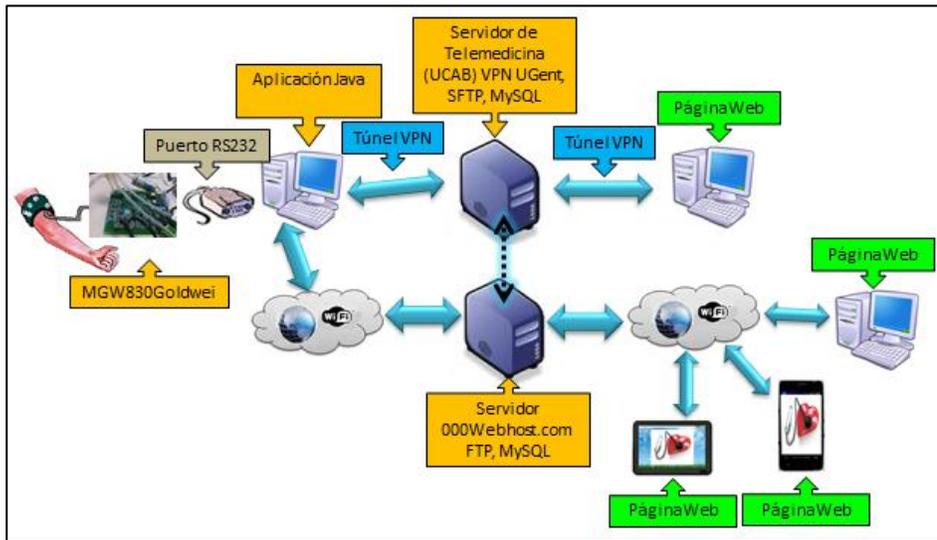


Figura 6 Esquema general del prototipo de sistema remoto para la monitoreo de la tensión arterial

Fuente: Elaboración propia

IV.2 Implementación del sistema

IV.2.1 Recolección de datos

Esta etapa correspondiente a la recolección o captura de los datos provenientes de la tarjeta Multiparamétrica Goldwei MGW 830, específicamente de los datos de presión arterial (NIBP), se presentaron varios inconvenientes, ya que no pudo obtenerse el código de funcionamiento de la tarjeta por razones de seguridad de la empresa fabricante y el idioma del manual obtenido es una traducción del chino mandarín al inglés y no contenía la información necesaria para obtener los datos de raíz, por ello fue necesario probar con distintos programas lectores de puerto serial para detectar la trama que contiene la data de la presión arterial; sin embargo no funcionaron ya que ocupaban el puerto serial y no permitían iniciar el software de la empresa para realizar las pruebas.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

El programa que permitió la lectura del puerto serial, fue el denominado *Free Serial Port Monitor*, cuya interfaz se muestra en la Figura 7, este software permite interceptar, mostrar y analizar toda la data intercambiada entre el sistema operativo Windows y el equipo con todos los puertos disponibles, entre ellos el serial RS232.

Para capturar la trama de medición de la tarjeta Multiparamétrica, se seleccionó la vista *Raw Data* en el software *Serial Monitor*, seguidamente se inició una medición de presión arterial con la tarjeta Goldwei presionando “*Start Measure*”, mostrándose inmediatamente en pantalla la trama hexadecimal “55 5d”, correspondiente en la sección de escritura (*Write*), como se observa en la Figura 7.

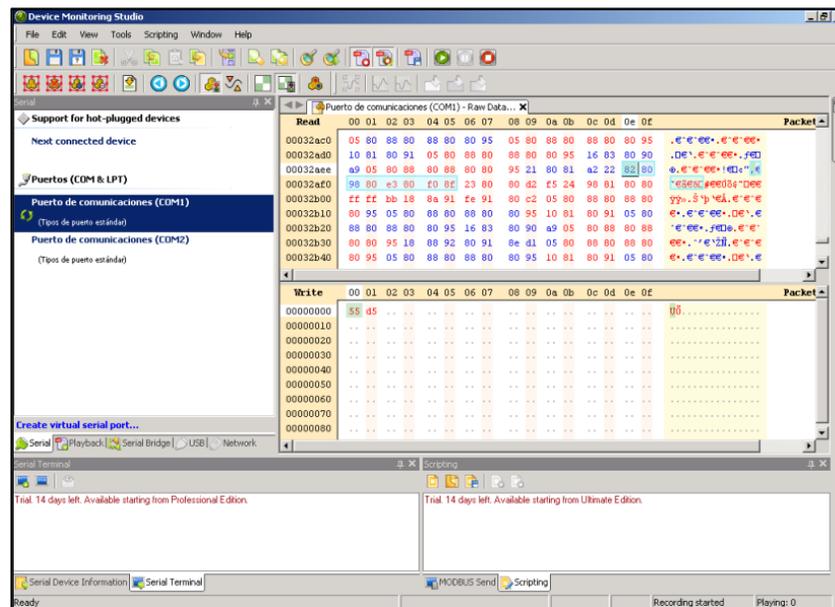


Figura 7 Trama de presión arterial mediante Serial Monitor

Fuente: Elaboración Propia

Una vez terminada la medición, se pausó la lectura del software *Serial Monitor*, y se procedió a analizar la trama resultante, consultando con el Manual de Usuario de la Tarjeta Goldwei, se determinó que la trama que contiene los valores de la medición es la número hexadecimal 22, como se observa en la Figura 8, en la sección de lectura (*Read*), como estos datos se encuentran en formato hexadecimal,

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

fue necesario transformarlos a decimal, para verificar que fueran en efecto los datos de la medición.

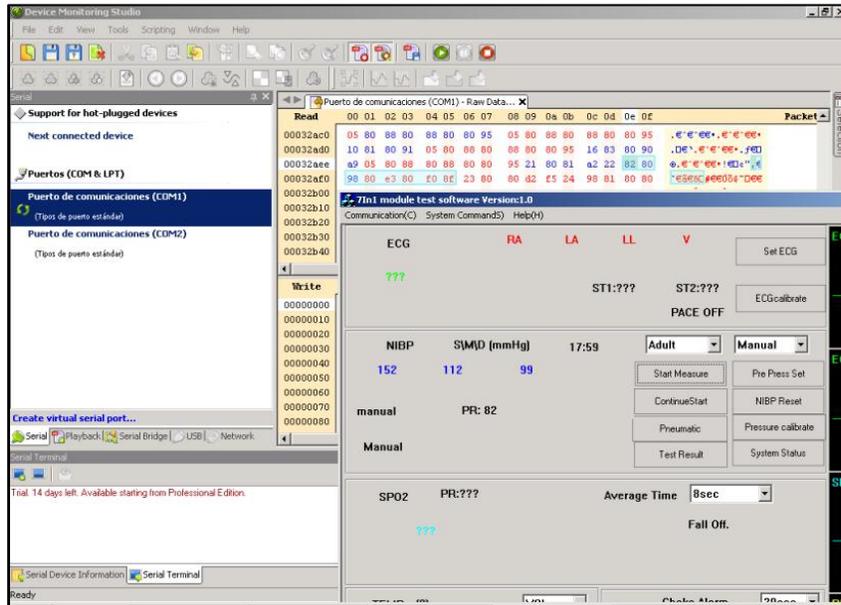


Figura 8 Trama de presión arterial y software de MGW830Goldwei

Fuente: Elaboración Propia

IV.2.2 Manejo de los datos de Presión Arterial

Para el manejo de los datos de presión arterial provenientes de la Tarjeta Multiparamétrica Goldwei, fue necesario en uso del lenguaje de programación Java con el programa Netbeans IDE 7.2, el cual contiene distintas clases que permiten la lectura, obtención y almacenamiento de datos del puerto serial RS232.

Fue necesaria la realización de un código que diera inicio a la medición, así como la creación de una interfaz gráfica para el usuario que permitiera cargar los datos en la Base de Datos, para mostrarse en la página Web, el código en Java que controla estas funciones se puede observar en la sección de Apéndices.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Cabe destacar que al iniciar esta aplicación en Java con la Tarjeta Multiparamétrica, se envían las tramas de inicialización de todos los parámetros de la misma, sólo así se logró el correcto funcionamiento de la tarjeta para la medición de la presión arterial, estas tramas de inicialización fueron detectadas de igual forma por el software *Free Serial Monitor*.

IV.2.3 Configuración de enlace VPN

Para incluir seguridad en el sistema entre el equipo de medición y el servidor de Telemedicina ubicado en la Universidad Católica Andrés Bello, el Departamento de Dirección de Tecnologías de Información (DTI), encargado de administrar las conexiones a este servidor habilitó una porción del servidor con acceso SSH, y por medidas de seguridad se encargaron completamente de la configuración de esta conexión, proporcionándonos el acceso al servidor.

Una vez que el personal encargado configurara el servidor, nos facilitaron el nombre de usuario y la contraseña, así como el programa que permitió tener acceso privado a dicho servidor, denominado *VPN Client*.

Una vez instalado el Cliente VPN, se puede observar la interfaz del *VPN Client* en la Figura 9.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

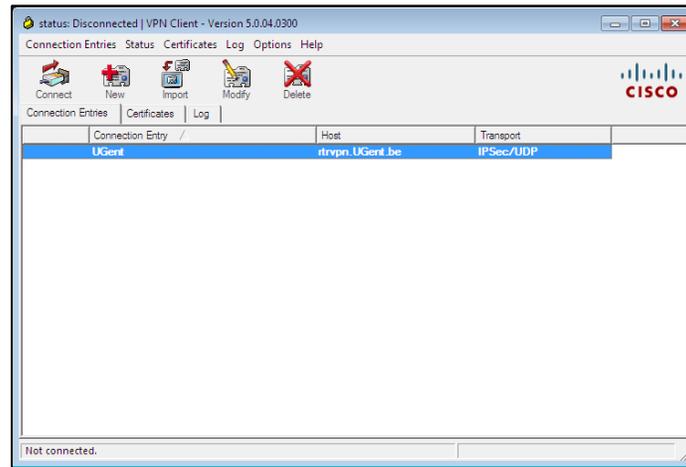


Figura 9 Interfaz VPN Cisco Client

Fuente: Elaboración Propia

Se introdujeron los datos proporcionados por el DTI para una Nueva Conexión en el *Cliente VPN*, lográndose una nueva conexión VPN, denominada “Tesis_PA”, entre el servidor ubicado en la UCAB y la computadora personal, esta configuración se muestra en la Figura 10.

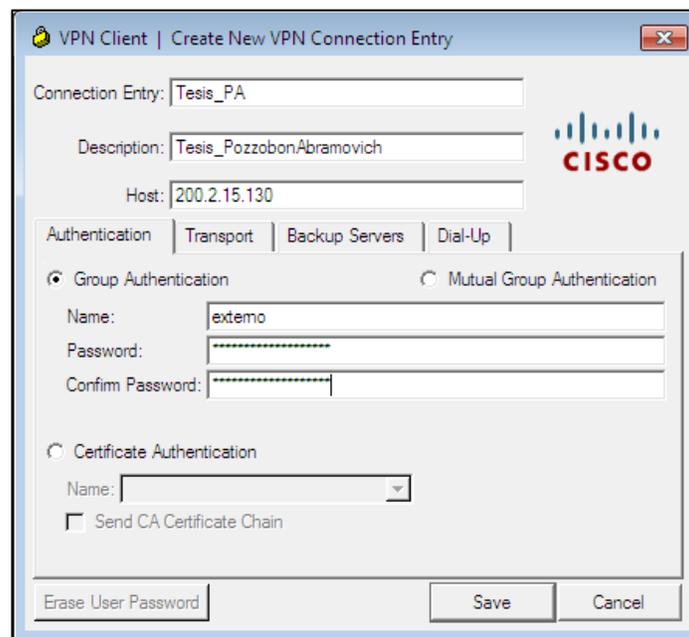


Figura 10 Configuración de enlace VPN

Fuente: Elaboración Propia

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Luego de salvar los datos, se realizó la conexión con el servidor de forma remota, resultando exitosa ya que se mostró en pantalla el mensaje de la Figura 11.

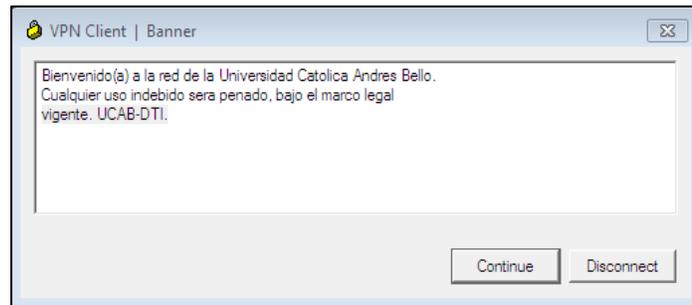


Figura 11 Conexión exitosa con el servidor de la UCAB

Fuente: Elaboración Propia

Una vez confirmada la conexión del enlace VPN, se buscó la manera de interactuar con el servidor y poder manejar la base de datos, para ello se utilizó el programa llamado *Putty*, un software gratuito que permite la conexión a servidores de forma remota mediante líneas de comando, la interfaz del software *Putty* se muestra en la Figura 12.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

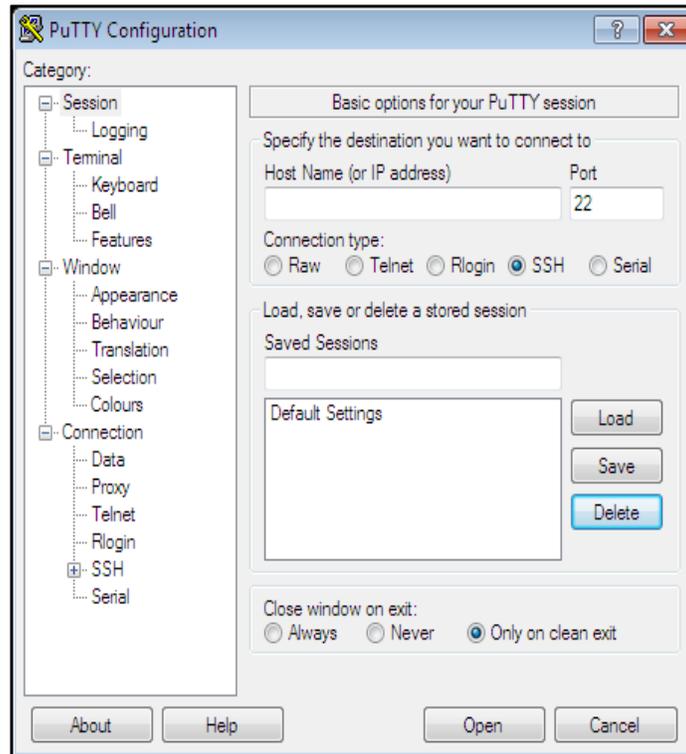


Figura 12 Interfaz del programa Putty

Fuente: Elaboración Propia

Se ingresaron los datos proporcionados por el DTI, como se muestra en la Figura 13.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

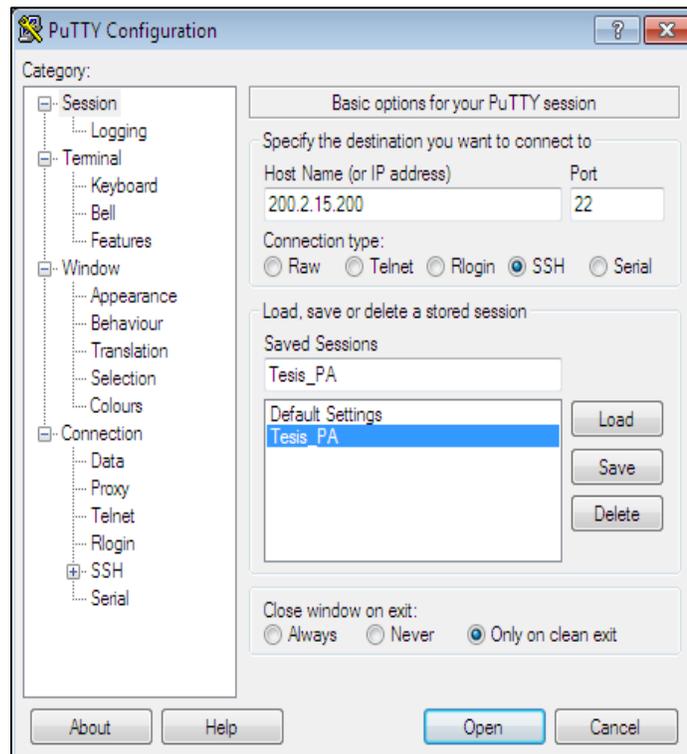
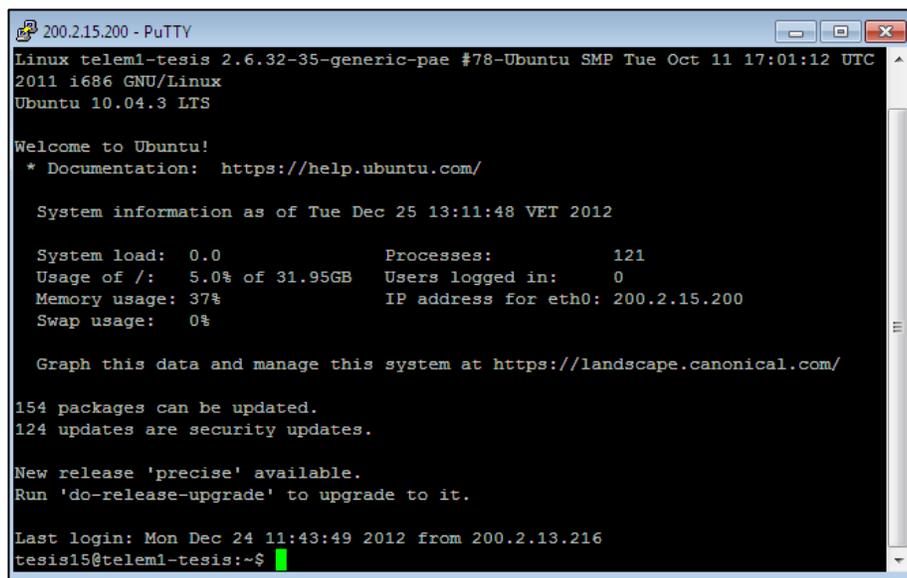


Figura 13 Conexión al servidor de la UCAB mediante Putty

Fuente: Elaboración Propia

Una vez dentro del servidor por medio del usuario y contraseña proporcionados de igual forma por el DTI, se confirmó el ingreso exitoso como se muestra en la Figura 14, y así poder continuar con la configuración de la base de datos.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial



```
200.2.15.200 - PuTTY
Linux telem1-tesis 2.6.32-35-generic-pae #78-Ubuntu SMP Tue Oct 11 17:01:12 UTC
2011 i686 GNU/Linux
Ubuntu 10.04.3 LTS

Welcome to Ubuntu!
* Documentation: https://help.ubuntu.com/

System information as of Tue Dec 25 13:11:48 VET 2012

System load:  0.0          Processes:      121
Usage of /:   5.0% of 31.95GB  Users logged in:  0
Memory usage: 37%          IP address for eth0: 200.2.15.200
Swap usage:   0%

Graph this data and manage this system at https://landscape.canonical.com/

154 packages can be updated.
124 updates are security updates.

New release 'precise' available.
Run 'do-release-upgrade' to upgrade to it.

Last login: Mon Dec 24 11:43:49 2012 from 200.2.13.216
tesis15@telem1-tesis:~$
```

Figura 14 Accediendo al servidor mediante Putty

Fuente: Elaboración Propia

IV.2.4 Base de datos

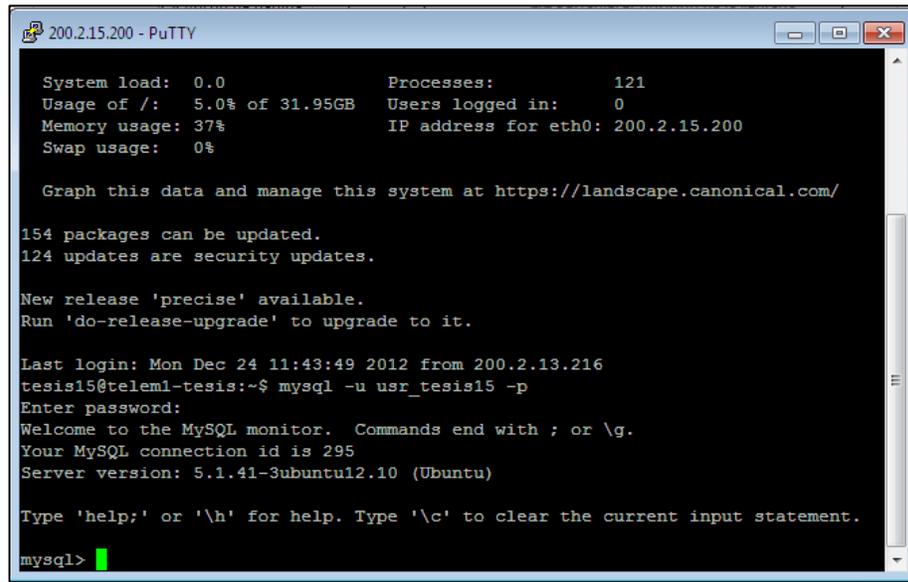
Una vez verificado el acceso al servidor de forma remota, se procedió a realizar el diseño de la base de datos en donde estuviese contenida toda la información necesaria para el paciente y disponible para el médico o persona especializada.

Para ingresar en la base de datos se utilizó el comando:

mysql -u usr_tesis15-p

Luego de ingresar la contraseña, se accedió de forma exitosa como se muestra en la Figura 15,

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial



```
200.2.15.200 - PuTTY
System load: 0.0          Processes:      121
Usage of /:  5.0% of 31.95GB  Users logged in:  0
Memory usage: 37%         IP address for eth0: 200.2.15.200
Swap usage:  0%

Graph this data and manage this system at https://landscape.canonical.com/

154 packages can be updated.
124 updates are security updates.

New release 'precise' available.
Run 'do-release-upgrade' to upgrade to it.

Last login: Mon Dec 24 11:43:49 2012 from 200.2.13.216
tesis15@telem1-tesis:~$ mysql -u usr_tesis15 -p
Enter password:
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 295
Server version: 5.1.41-3ubuntu12.10 (Ubuntu)

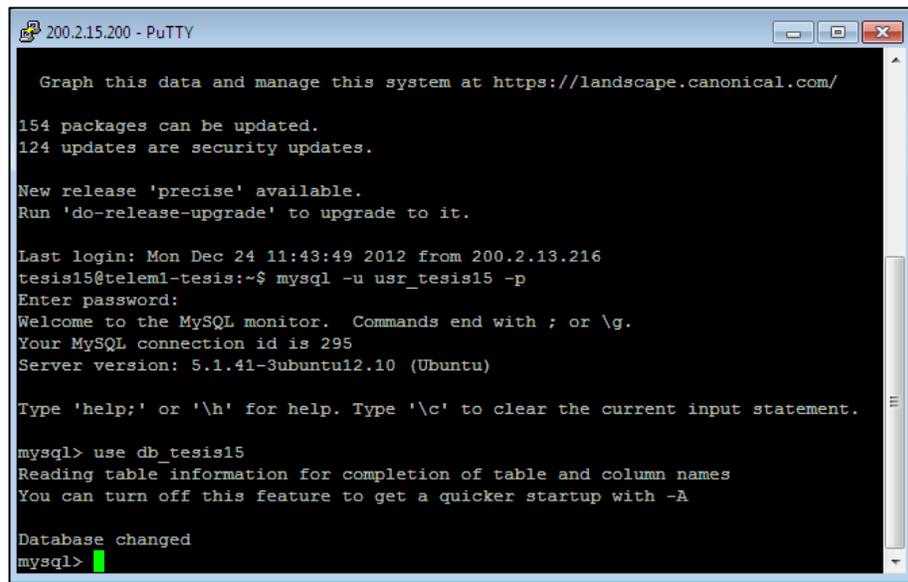
Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql>
```

Figura 15 Accediendo al sector MySQL del servidor mediante Putty

Fuente: Elaboración Propia

Con el comando `use db_tesis15`, se logró ingresar a la base de datos, como se muestra en la Figura 16,



```
200.2.15.200 - PuTTY
Graph this data and manage this system at https://landscape.canonical.com/

154 packages can be updated.
124 updates are security updates.

New release 'precise' available.
Run 'do-release-upgrade' to upgrade to it.

Last login: Mon Dec 24 11:43:49 2012 from 200.2.13.216
tesis15@telem1-tesis:~$ mysql -u usr_tesis15 -p
Enter password:
Welcome to the MySQL monitor.  Commands end with ; or \g.
Your MySQL connection id is 295
Server version: 5.1.41-3ubuntu12.10 (Ubuntu)

Type 'help;' or '\h' for help. Type '\c' to clear the current input statement.

mysql> use db_tesis15
Reading table information for completion of table and column names
You can turn off this feature to get a quicker startup with -A

Database changed
mysql>
```

Figura 16 Accediendo a la base de datos mediante Putty

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Fuente: Elaboración Propia

Una vez verificado el acceso a la base de datos, se procedió a realizar el diseño de la misma para el almacenamiento de la información y los datos de las personas, tal como se muestra en la Figura 17, en la entidad *Paciente* se muestran los atributos Cédula, Nombre, Apellido, Sexo, Fecha de Nacimiento, Teléfono, Dirección, email, password, que describen e identifican unívocamente al paciente; en la entidad *Medición* se muestran los atributos correspondientes a la tensión arterial, como sístole, diástole, ritmo cardiaco, la cedula del paciente, fecha y hora de la misma.

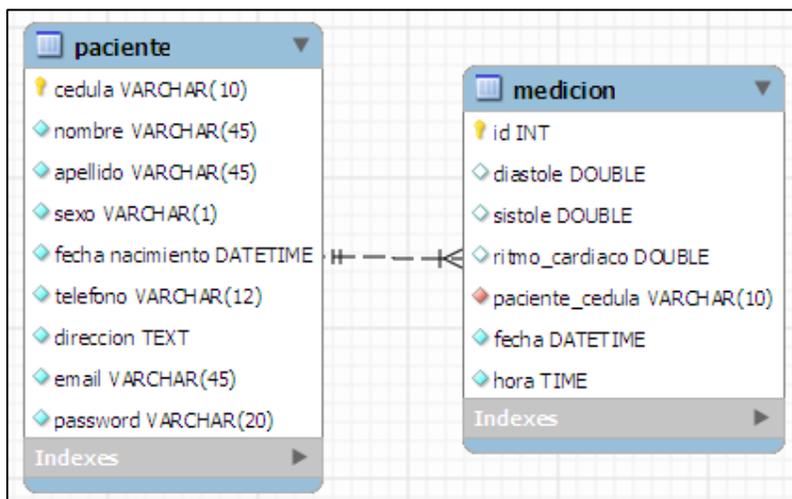


Figura 17 Esquema lógico de las tablas de la Base de Datos

Fuente: Elaboración propia

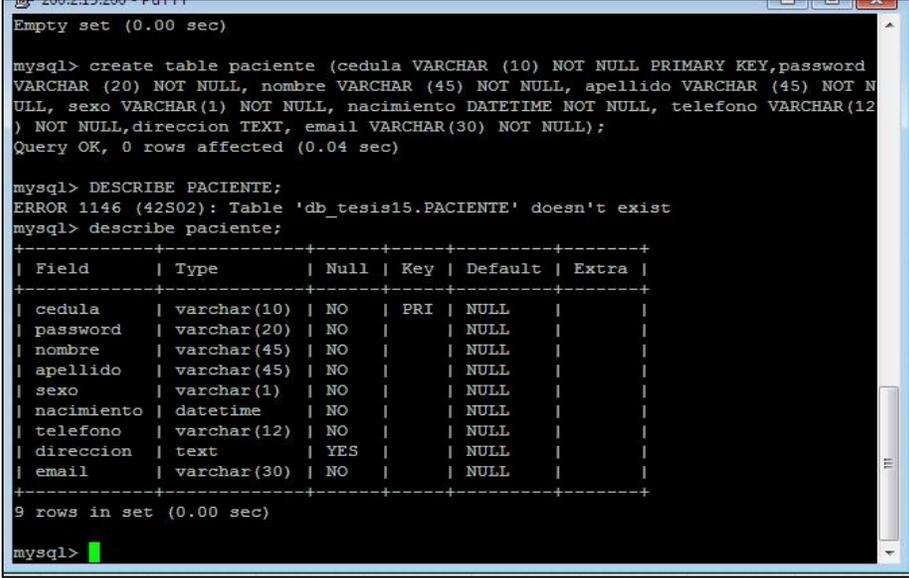
Una vez que se obtuvo el diseño de la base de datos fueron creadas las tablas correspondientes en el servidor de la UCAB, con el siguiente comando:

```
CREATE TABLA nombre_de_la_tabla (atributo TIPO_DE_VARIABLE (longitud), atributo TIPO_DE_VARIABLE (longitud),...);
```

Con el comando `DESCRIBE nombre_de_la_tabla`, se muestran los detalles de la tabla.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

En la Figura 18, se muestra la línea de código para la creación de la tabla *Paciente*, y el resultado correspondiente.



```
Empty set (0.00 sec)

mysql> create table paciente (cedula VARCHAR (10) NOT NULL PRIMARY KEY,password
VARCHAR (20) NOT NULL, nombre VARCHAR (45) NOT NULL, apellido VARCHAR (45) NOT N
ULL, sexo VARCHAR(1) NOT NULL, nacimiento DATETIME NOT NULL, telefono VARCHAR(12
) NOT NULL,direccion TEXT, email VARCHAR(30) NOT NULL);
Query OK, 0 rows affected (0.04 sec)

mysql> DESCRIBE PACIENTE;
ERROR 1146 (42S02): Table 'db_tesis15.PACIENTE' doesn't exist
mysql> describe paciente;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field      | Type          | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| cedula     | varchar(10)  | NO   | PRI | NULL    |       |
| password   | varchar(20)  | NO   |     | NULL    |       |
| nombre     | varchar(45)  | NO   |     | NULL    |       |
| apellido   | varchar(45)  | NO   |     | NULL    |       |
| sexo       | varchar(1)   | NO   |     | NULL    |       |
| nacimiento | datetime     | NO   |     | NULL    |       |
| telefono   | varchar(12)  | NO   |     | NULL    |       |
| direccion  | text         | YES  |     | NULL    |       |
| email      | varchar(30)  | NO   |     | NULL    |       |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
9 rows in set (0.00 sec)

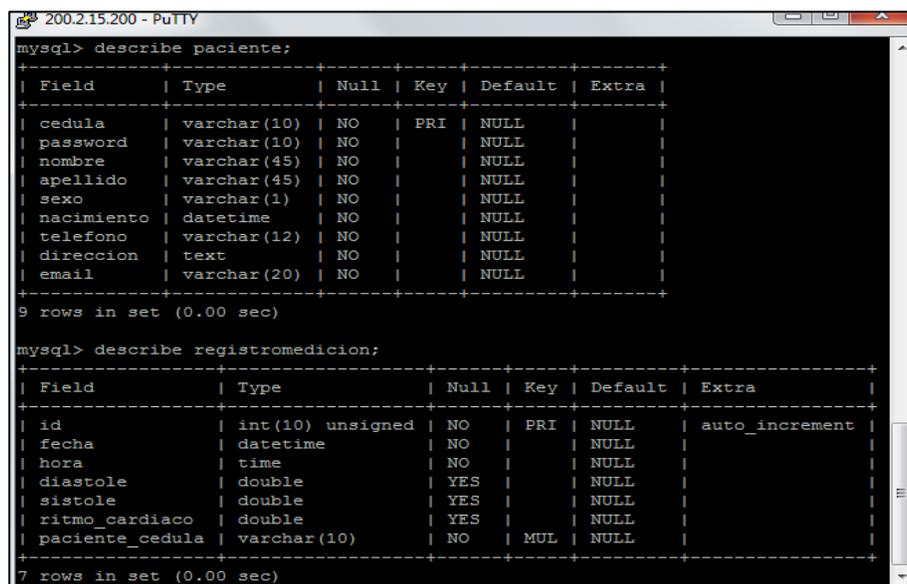
mysql>
```

Figura 18 Creación de la tabla en la base de datos en el servidor

Fuente: Elaboración Propia

De igual forma se realizó para la tabla *Medición*, quedando de esta manera las tablas creadas en el servidor como se muestra en la Figura 19,

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial



```
mysql> describe paciente;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| cedula | varchar(10) | NO | PRI | NULL | |
| password | varchar(10) | NO | | NULL | |
| nombre | varchar(45) | NO | | NULL | |
| apellido | varchar(45) | NO | | NULL | |
| sexo | varchar(1) | NO | | NULL | |
| nacimiento | datetime | NO | | NULL | |
| telefono | varchar(12) | NO | | NULL | |
| direccion | text | NO | | NULL | |
| email | varchar(20) | NO | | NULL | |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
9 rows in set (0.00 sec)

mysql> describe registromedicion;
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| Field | Type | Null | Key | Default | Extra |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| id | int(10) unsigned | NO | PRI | NULL | auto_increment |
| fecha | datetime | NO | | NULL | |
| hora | time | NO | | NULL | |
| diastole | double | YES | | NULL | |
| sistole | double | YES | | NULL | |
| ritmo_cardiaco | double | YES | | NULL | |
| paciente_cedula | varchar(10) | NO | MUL | NULL | |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
7 rows in set (0.00 sec)
```

Figura 19 Tablas creadas en la Base de Datos del servidor

Fuente: Elaboración Propia

IV.2.5 Página Web

Como medio de interfaz se realizó una página Web, en donde el usuario puede ingresar los datos personales de registro así como visualizar las mediciones correspondientes, y por otra parte el médico o persona encargada puede visualizar el registro de mediciones realizadas.

Para dar formato a la página Web se utilizó el programa Macromedia Dreamweaver 8, el cual es un software con una interfaz interactiva al desarrollador de páginas Web que permite crear una relación entre la vista de la página y el código implementado, la interfaz se muestra en la Figura 20.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial



Figura 20 Interfaz Dreamweaver 8

Fuente: Elaboración propia

Para crear una página Web que interactúe con servidor remoto y utilice bases de datos se debe configurar tres tipos de servidores, servidor local, servidor remoto y servidor de pruebas.

IV .2.5.1 Servidor Local

Se define mediante una carpeta en el disco local. Los documentos HTML, PHP entre otros normalmente se crean en dicha carpeta, mientras que para contener las imágenes, se deben crear en carpetas dentro de ésta para mantener una mejor organización.

En Dreamweaver 8 para crear un nuevo Servidor local se debe crear un Nuevo Sitio, y se definieron las carpetas de colocación de los archivos locales.

La dirección HTTP se colocó de manera automática por el programa al definir el Servidor Remoto UCAB, como se muestra en la Figura 21; en la Figura 22 se muestra lo propio para el servidor 000Webhost.com

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

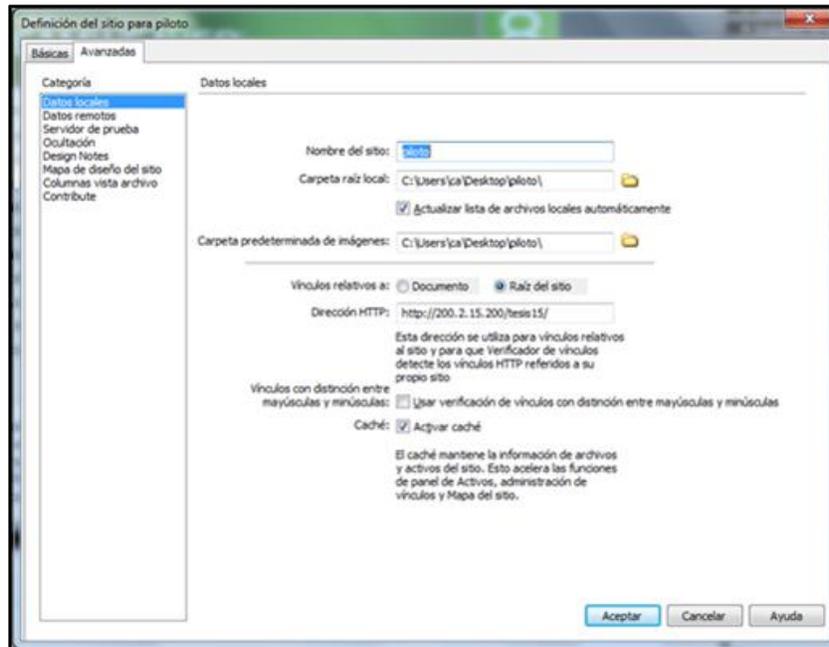


Figura 21 Configuración del Servidor Local UCAB

Fuente: Elaboración propia

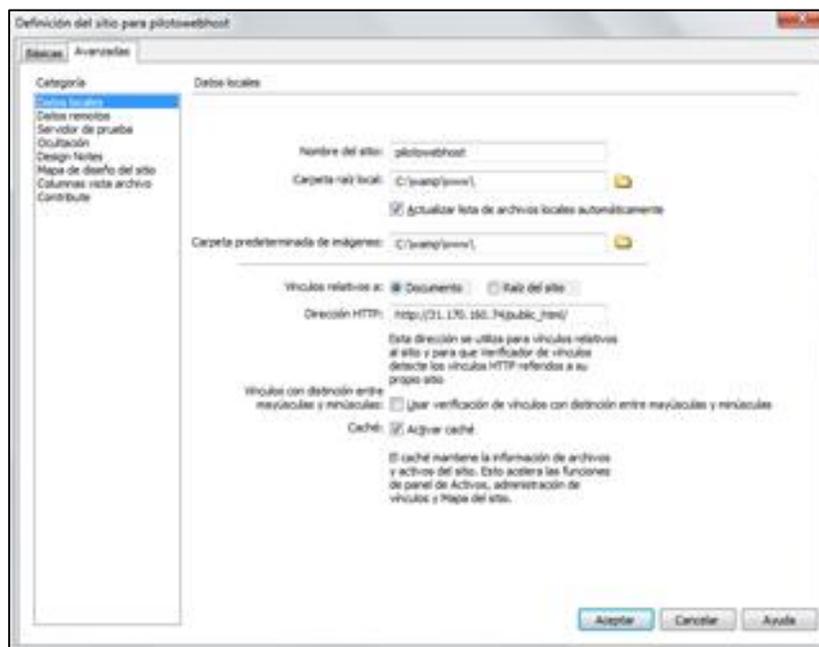


Figura 22 Configuración del Servidor Local 000Webhost.com

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Fuente: Elaboración propia

2.5.2 Servidor Remoto

Definir un Servidor Remoto significa establecer una configuración de modo que Dreamweaver sea capaz de comunicarse directamente con un servidor en Internet. El modo en el que el programa se comunica con el Servidor Remoto elegido (Servidor de la UCAB) es SFTP, este protocolo es uno de los más utilizados para la transferencia de archivo de manera segura.

En Macromedia Dreamweaver 8 para la creación de la conexión con el Servidor UCAB de manera remota se definieron los parámetros dados por el DTI

Sumado a esto, se colocaron las opciones:

- Utilizar FTP seguro (SFTP).
- Mantener información de sincronización: Permite sincronizar el Servidor Local con el Servidor Remoto.
- Cargar archivos en el servidor automáticamente al guardar: Dreamweaver sube los archivos cada vez que se guarde.

Mientras que para la creación de la conexión con el Servidor Remoto en 000Webhost.com se definieron ciertos parámetros proporcionados al registrarse como miembro.

Sumado a esto, se colocaron las opciones:

- Mantener información de sincronización: Permite sincronizar el Servidor Local con el Servidor Remoto.
- Cargar archivos en el servidor automáticamente al guardar: Dreamweaver sube los archivos cada vez que se guarde.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Por último se coloca prueba para probar que efectivamente la conexión es adecuada y aceptar, como se observa en la Figura 23.

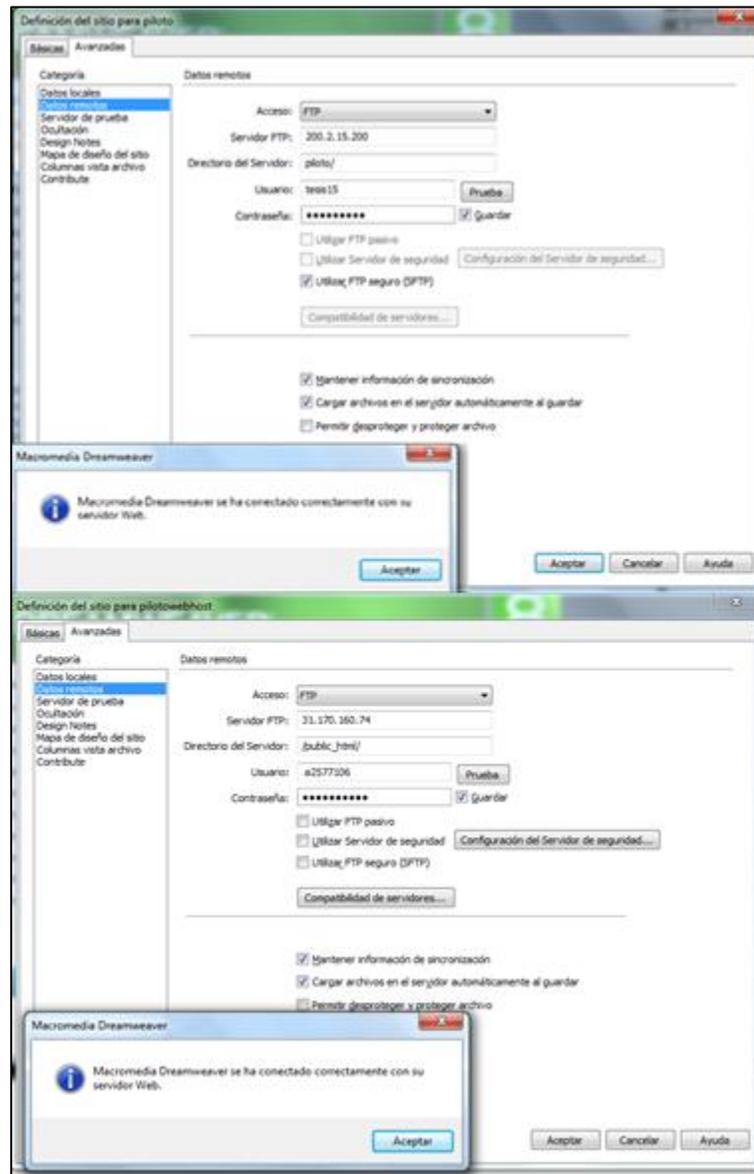


Figura 23 Configuración del Servidor Remoto UCAB y 000Webhost.com

Fuente: Elaboración propia

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

2.5.3 Servidor de Prueba

Para generar un dinamismo en la página y en el sitio se necesitó el uso de archivos PHP y acceso a una base de datos para gestionar tablas rellenas con información necesaria.

En Macromedia Dreamweaver 8 para la creación de una conexión de un Servidor Prueba con el Servidor UCAB se definieron de igual forma con los parámetros dados por el DTI, con el siguiente tipo:

- Modelo de Servidor: PHP MySQL.
- Acceso: FTP.
- Utilizar FTP seguro (SFTP).

El prefijo URL se coloca de manera automática por el Dreamweaver, seguidamente se probó la conexión y aceptó, como se muestra en la Figura 24.

Para la conexión de un Servidor de Prueba, En Macromedia Dreamweaver 8 para la creación de una conexión de un Servidor Prueba con en 000Webhost.com se definieron los parámetros dados en el registro de cuenta, con el siguiente tipo:

- Modelo de Servidor: PHP MySQL.
- Acceso: FTP.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

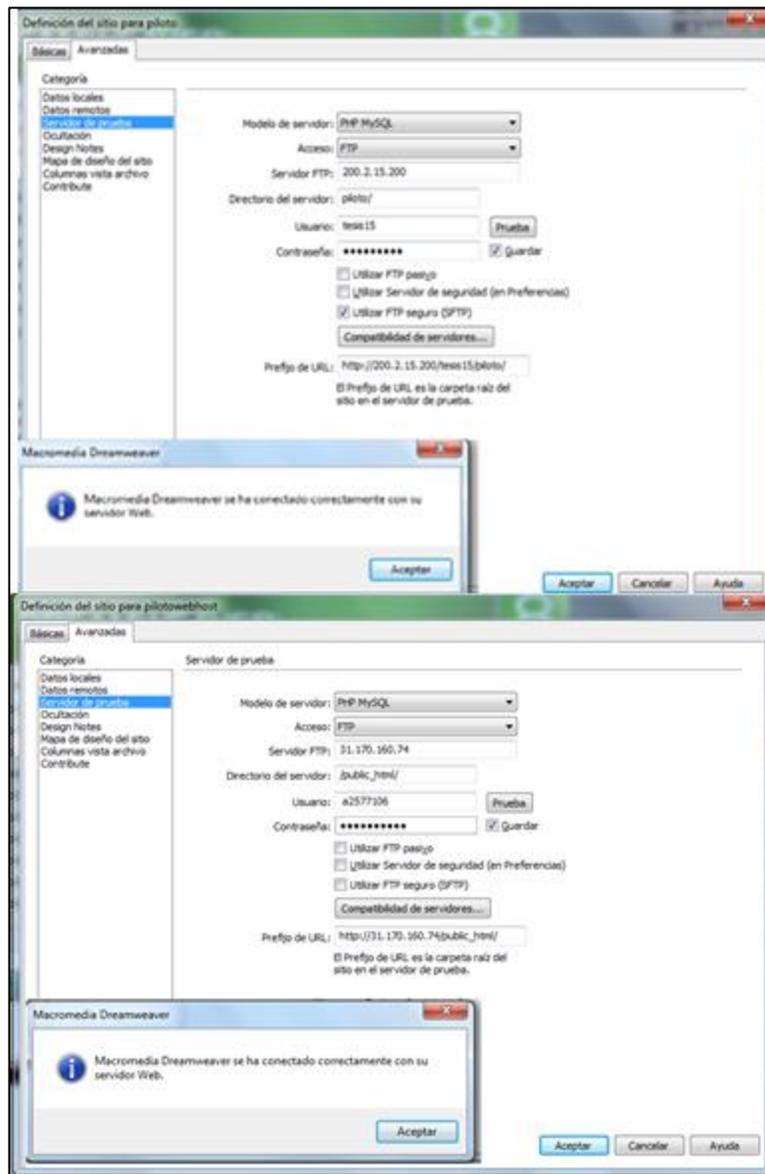


Figura 24 Configuración del Servidor Prueba y 000Webhost.com

Fuente: Elaboración propia

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

IV.2.6 Conexión con la Base de Datos

IV .2.6.1 Base de datos con Dreamweaver

Para la conexión con la base de datos del Servidor UCAB, en la sección de Aplicación, y Base de Datos, se colocaron los parámetros propios de la conexión con el servidor UCAB, de igual manera la del servidor de 000Webhost.com, como se muestra en la Figura 25, y se mostró el contenido de la misma en la Figura 26.

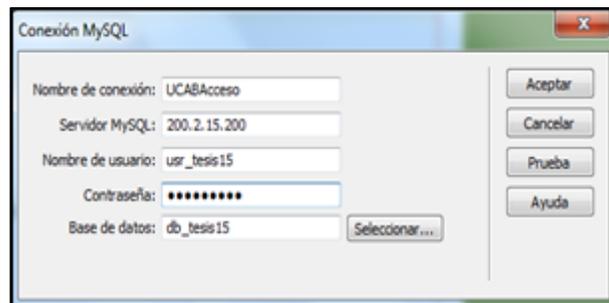


Figura 25 Conexión Base de datos UCABacceso

Fuente: Elaboración propia

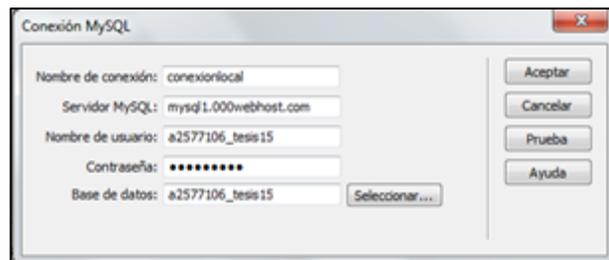


Figura 26 Conexión Base de Datos 000Webhost.com

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 27 y 28 se muestra la tabla de Base de Datos de cada servidor mediante Dreamweaver.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

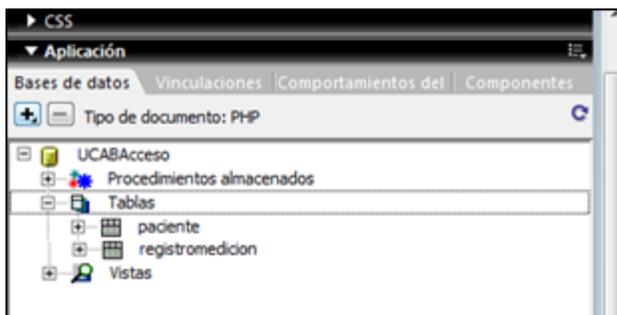


Figura 27 Tabla de Base de Datos de UCABAcceso

Fuente: Elaboración propia

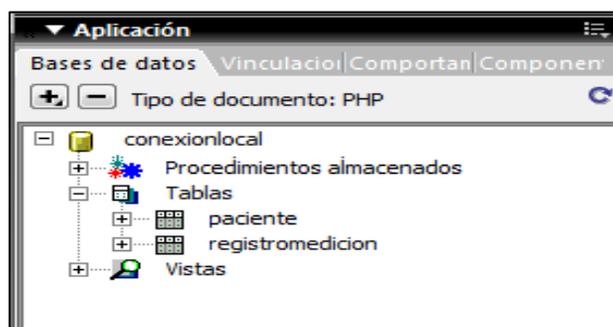


Figura 28 Tabla de Base de Datos de 000WebHost.com

Fuente: Elaboración propia

IV .2.6.2 SQL en Dreamweaver

Se le asignaron instrucciones *sql* a los campos de las páginas por medio de una funcionalidad de Dreamweaver llamada Comportamiento del Servidor.

En la Figura 29 se observa un ejemplo de la verificación de usuario y contraseña, escogiendo la conexión *UCABAcceso* y la tabla de base de datos *paciente* con sus entidades *cédula* y *password*.

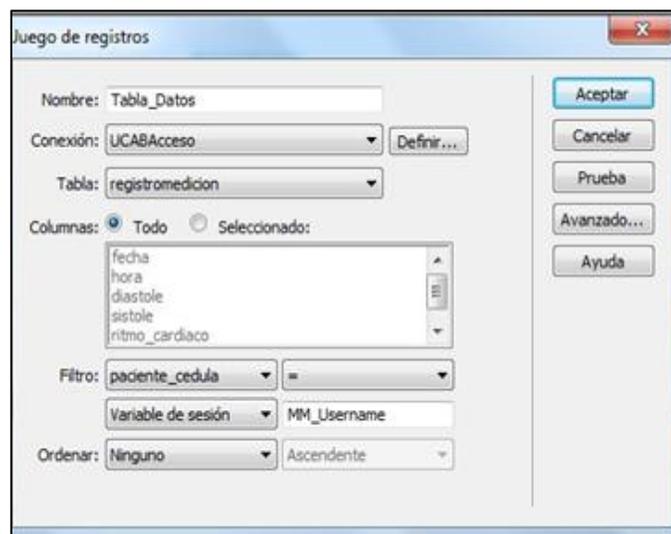
Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial



Figura 29 Asignación de estructura SQL a Dreamweaver

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 30 se muestra un ejemplo de para realizar una tabla dinámica utilizando la función de *juego de registros* con base de datos, implementando la tabla de base de datos *registromedicion* y todos sus campos, además de filtrar lo mostrado por la tabla que solo incluirá registros que sean iguales a la variable de inicio de sesión MM_Username (en este caso la cédula del paciente) que se colocó en *usuariologin.php*.



Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Figura 30 Creación tabla dinámica

Fuente: Elaboración propia

IV.2.7 Aplicación en Sistema Operativo Android

Con el uso del software Eclipse se creó una aplicación en Android con una interfaz sencilla, que permite conectar al usuario a la página Web creada en el proyecto.

Ya creado el *Layout* de nuestra aplicación (ventana principal), se utilizó la edición gráfica del mismo y agregamos un "Button" de la Ventana "Pallete", que se arrastró al lugar de la ventana principal donde queríamos que aparezca.

Seleccionamos el nuevo botón, en la parte derecha la ventana "Properties" donde indicamos las dos propiedades más importantes:

La primera propiedad será el id que es el nombre que identificará el Button para referenciarlo en el código Java.

La otra propiedad el texto que se mostrará al usuario. Antes de asignarle un texto al Button creamos un "Value" en "Resources". Para ello seguimos los siguientes pasos, abrimos las siguientes carpetas en "Project Explorer": "res" - "values", haremos doble click en "strings.xml". En la parte derecha Eclipse mostró los values actuales, pulsaremos "Add", donde introducimos un nombre identificativo para el nuevo String en "Name".

Una vez añadido el string volvimos a la ventana, seleccionamos el Button y en la propiedad "Text" pulsaremos el botón "...":

En la ventana de selección de recurso (Resource Chooser) seleccionaremos el string añadido anteriormente "text_url".

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Seguidamente abrimos el fichero con extensión .java de nuestra aplicación que está en el "Project Explorer", en la carpeta "src", para trabajar con el Button tuvimos que realizar un import al principio del programa:

```
import android.widget.Button;
```

En la clase de la aplicación añadiremos la siguiente línea:

```
private Button btURL;
```

(donde "btURL" será el nombre que le hayamos asignado al botón al crearlo en el layout, la propiedad "Id")

Por último añadimos dentro de "public void onCreate..." las siguientes líneas de código Java para crear el evento OnClick, que será el código que se ejecute cuando el usuario pulse en el botón:

```
btURL = (Button) findViewById(R.id.btURL);  
btURL.setOnClickListener(new OnClickListener()  
{  
  
    @Override  
    public void onClick(View v)  
    {  
        Intent browserIntent =  
            new Intent(Intent.ACTION_VIEW,  
                        Uri.parse("http://presionarterial.web44.net/  
"));  
        startActivity(browserIntent);  
    }  
});
```

**Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para
la monitorización de la presión arterial**

Capítulo V

Resultados

Una vez ejecutadas las partes que componen la metodología y el desarrollo del trabajo, se presentan a continuación los resultados obtenidos:

V.1 Aplicación en Java con Netbeans IDE 7.2

Como se señaló en el capítulo 4 fue necesaria la creación de una aplicación en lenguaje de programación Java para la obtención de los datos del paciente y de las mediciones de la presión arterial que tuvieran lugar, en la Figura 31 se muestra la interfaz principal de la aplicación, si se ingresa por primera vez al sistema, debe ingresar a la sección de *Nuevo Usuario*, como se muestra en la Figura 32 , si ya se tiene registrado el usuario se presiona el botón *Ingresar*, de lo contrario tiene la opción de *Salir* del sistema.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial



Figura 31 Interfaz principal de la aplicación para recolección de datos

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 32, se muestra la interfaz correspondiente al ingreso de los datos de un Nuevo Usuario, en donde deben llenarse los campos correspondientes y presionar *Agregar* y de esta manera se estaría registrando en el sistema el paciente y posteriormente realizar mediciones.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Trabajo de Grado Presión Arterial 2013

Trabajo de Grado Presión Arterial 2012-2013

Por favor introduzca sus datos personales

Cédula:

Contraseña:

Nombre:

Apellido:

Sexo: F M

Fecha de Nacimiento:

Teléfono:

Email:

Dirección:

**Solo para Médicos*

Nombre Apellido Médico:

Clave Médico:

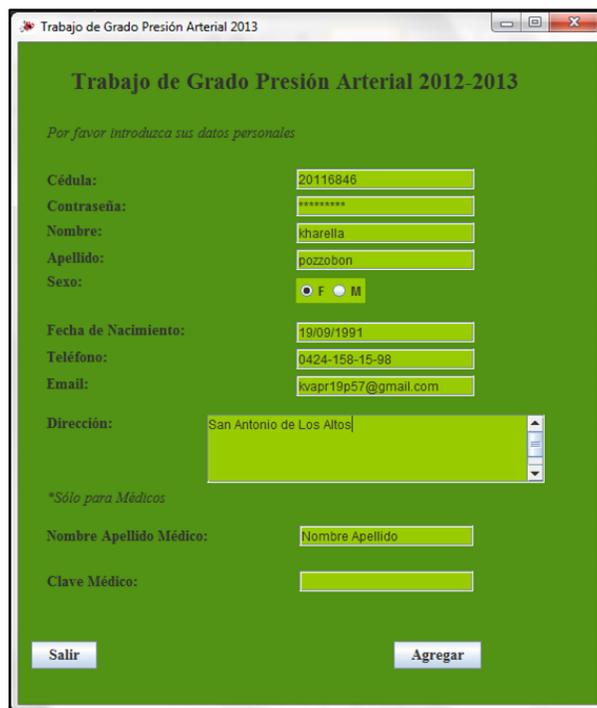
Salir Agregar

Figura 32 Interfaz de la aplicación que permite registrar un Nuevo Usuario

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 33 se puede observar un ejemplo de un Nuevo Usuario registrando sus datos.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial



The image shows a web browser window with the title "Trabajo de Grado Presión Arterial 2013". The page content is on a green background and is titled "Trabajo de Grado Presión Arterial 2012-2013". Below the title, it says "Por favor introduzca sus datos personales". The form contains the following fields:

- Cédula: 20116846
- Contraseña: [masked]
- Nombre: kharella
- Apellido: pozzobon
- Sexo: F M
- Fecha de Nacimiento: 19/09/1991
- Teléfono: 0424-158-15-98
- Email: ivapr19p57@gmail.com
- Dirección: San Antonio de Los Altos

Below these fields, there is a section for medical professionals:

- *Sólo para Médicos
- Nombre Apellido Médico: Nombre Apellido
- Clave Médico: [empty]

At the bottom of the form, there are two buttons: "Salir" and "Agregar".

Figura 33 Ejemplo de registro de un nuevo usuario

Fuente: Elaboración propia

Una vez ingresados los datos a la base de datos, se puede ingresar al sistema con la cédula y usuario para tomar mediciones, como se muestra en la Figura 34.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial



Figura 34 Interfaz para toma de datos de presión arterial

Fuente: Elaboración propia

Para tomar la medición de la presión arterial debe presionarse el botón *Conectar* en primer lugar para abrir la conexión con el puerto serial RS232 y la tarjeta MGW 830 Goldwei, y cuando esté lista la persona con el mango de medición colocado, según el manual de utilización en el Apéndice H, se presiona el botón *Medir Presión*, y al presionar Desconectar se tienen los resultados como se muestra en la Figura 35.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

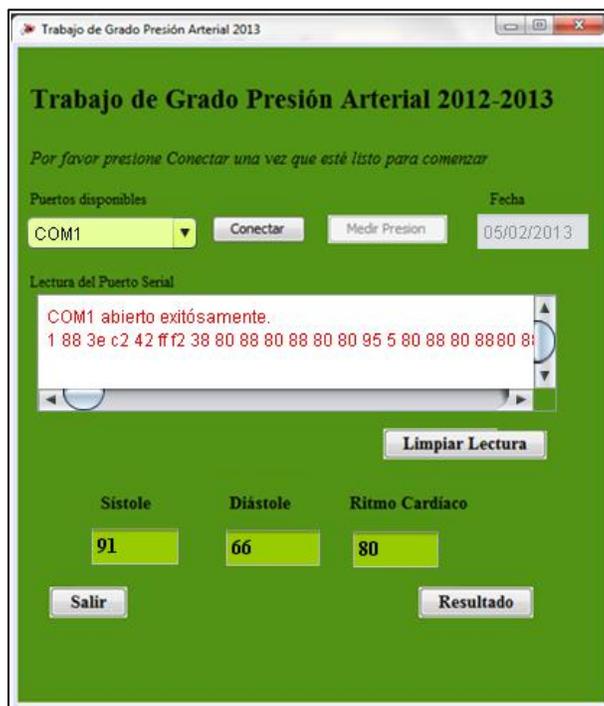


Figura 35 Ejemplo de toma de datos de presión arterial

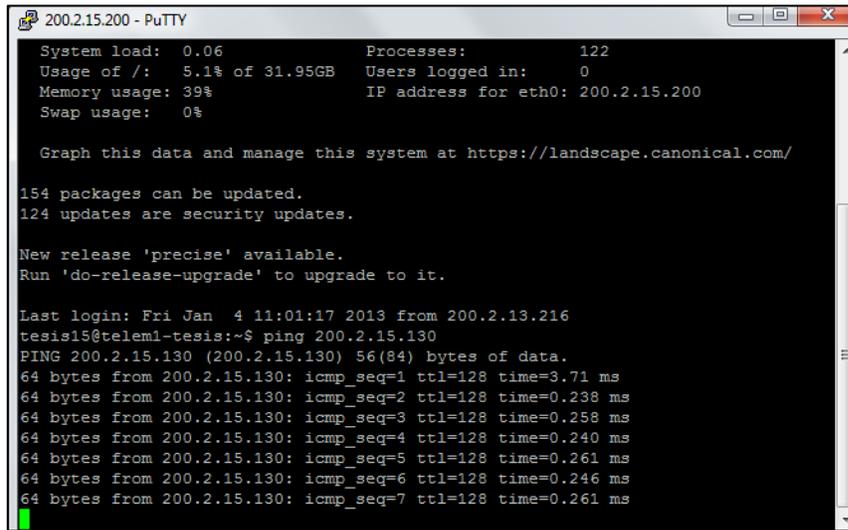
Fuente: Elaboración propia

V.2 Conexión enlace VPN

En el caso de la red VPN, después de haber realizado tanto la configuración del lado del cliente como la del lado del servidor, se procedió a comprobar la conexión. Para lograr esto se realizó un PING entre ambos, gracias a esto se confirmó que ambos equipo se comunicaban.

A través de la Figura 36 y 37 se puede comprobar la conexión entre el servidor, el cual tiene la dirección IP: 200.2.15.200, el cliente con dirección IP: donde se puede observar que no hubo pérdidas de paquetes y el 100% de ellos se transmitieron exitosamente.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial



```
200.2.15.200 - PuTTY
System load: 0.06          Processes:      122
Usage of /:  5.1% of 31.95GB  Users logged in:  0
Memory usage: 39%         IP address for eth0: 200.2.15.200
Swap usage:  0%

Graph this data and manage this system at https://landscape.canonical.com/

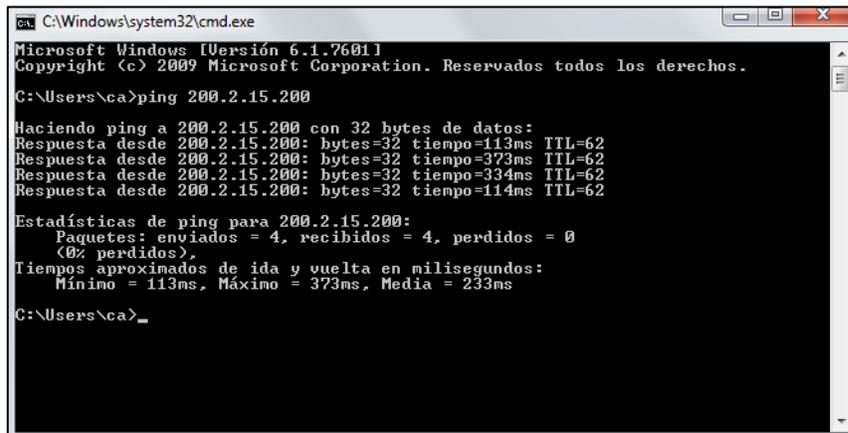
154 packages can be updated.
124 updates are security updates.

New release 'precise' available.
Run 'do-release-upgrade' to upgrade to it.

Last login: Fri Jan  4 11:01:17 2013 from 200.2.13.216
tesis15@teleml-tesis:~$ ping 200.2.15.130
PING 200.2.15.130 (200.2.15.130) 56(84) bytes of data:
64 bytes from 200.2.15.130: icmp_seq=1 ttl=128 time=3.71 ms
64 bytes from 200.2.15.130: icmp_seq=2 ttl=128 time=0.238 ms
64 bytes from 200.2.15.130: icmp_seq=3 ttl=128 time=0.258 ms
64 bytes from 200.2.15.130: icmp_seq=4 ttl=128 time=0.240 ms
64 bytes from 200.2.15.130: icmp_seq=5 ttl=128 time=0.261 ms
64 bytes from 200.2.15.130: icmp_seq=6 ttl=128 time=0.246 ms
64 bytes from 200.2.15.130: icmp_seq=7 ttl=128 time=0.261 ms
```

Figura 36 Ping Servidor-Cliente

Fuente: Elaboración propia



```
C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

C:\Users\ca>ping 200.2.15.200

Haciendo ping a 200.2.15.200 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 200.2.15.200: bytes=32 tiempo=113ms TTL=62
Respuesta desde 200.2.15.200: bytes=32 tiempo=373ms TTL=62
Respuesta desde 200.2.15.200: bytes=32 tiempo=334ms TTL=62
Respuesta desde 200.2.15.200: bytes=32 tiempo=114ms TTL=62

Estadísticas de ping para 200.2.15.200:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
              (<0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 113ms, Máximo = 373ms, Media = 233ms

C:\Users\ca>_
```

Figura 37 Ping Cliente-Servidor

Fuente: Elaboración propia

V.3 Manejo y gestión de la Base de Datos

Ya que el sistema debe ser actualizado constantemente, la base de datos puede modificarse desde 3 sitios del sistema, la primera desde la aplicación de Java que permite sincronizar las dos bases de datos, la segunda desde en una computadora en la página Web en modo seguro utilizando el servidor de la UCAB y la tercera desde

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

un celular o tableta con sistema operativo Android en la página Web usando el servidor 000Webhost.com.

Para el manejo simultáneo de las dos bases de datos localizadas en UCAB y 000Webhost.com, se creó un código en Java, que permite sincronizar las dos bases de datos cada vez que la aplicación de Java se ejecute, igualmente para el registro de pacientes desde las páginas Web se crearon dos códigos PHP colocados en la sección de Apéndices.

V.3.1 Sincronismo entre las Bases de Datos

Para verificar el correcto funcionamiento del sincronismo entre las bases de datos se generó un registro de nuevo usuario desde ambas páginas Web, modo seguro y modo liberado.

En la Figura 38 se puede observar el ingreso un Nuevo Usuario mediante el acceso VPN en modo seguro, por su parte en la Figura 39 se observa el registro en la Base de Datos del servidor de la UCAB comprobado mediante consola a través de la interfaz *Putty*.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

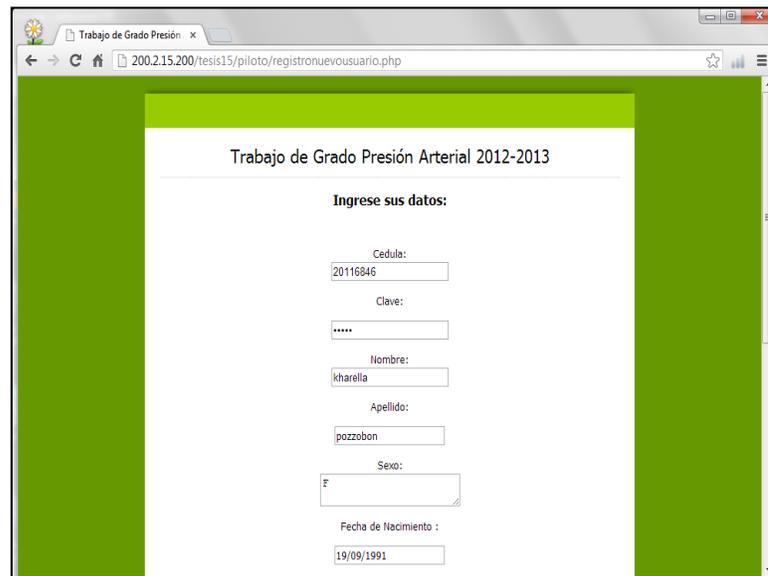


Figura 38 Ingreso de Datos en la página Web vía VPN

Fuente: Elaboración propia

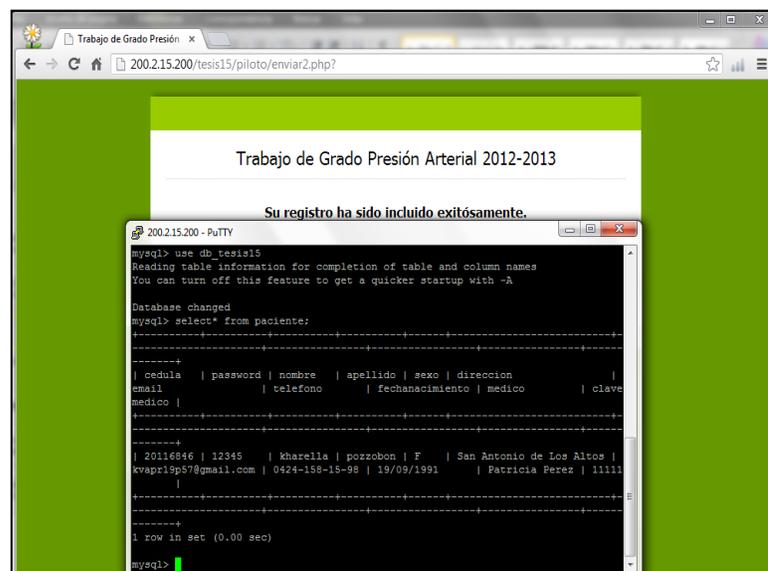
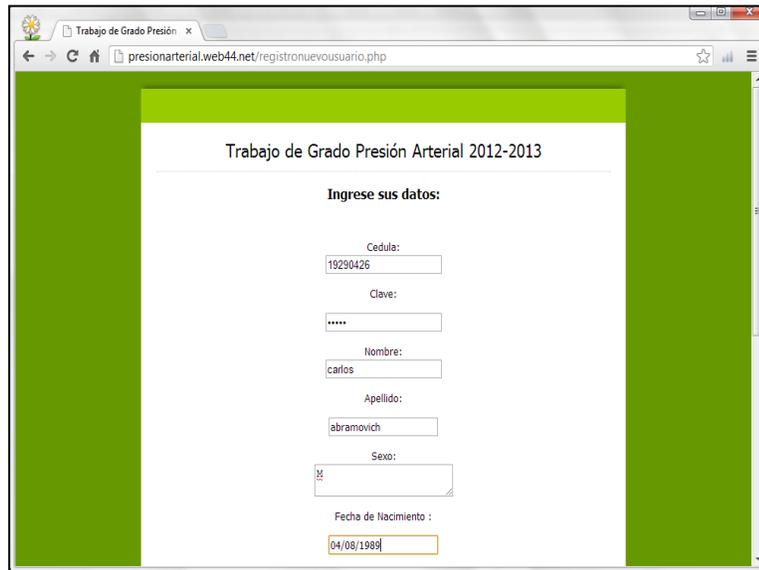


Figura 39 Verificación de actualización de datos en la Base de Datos UCAB

Fuente: Elaboración propia

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

De igual manera se ingresó por el modo liberado, registrando un nuevo usuario y verificándose la actualización de los datos en la Base de Datos de 000Webhost.com como se observa en la Figura 40 y 41.

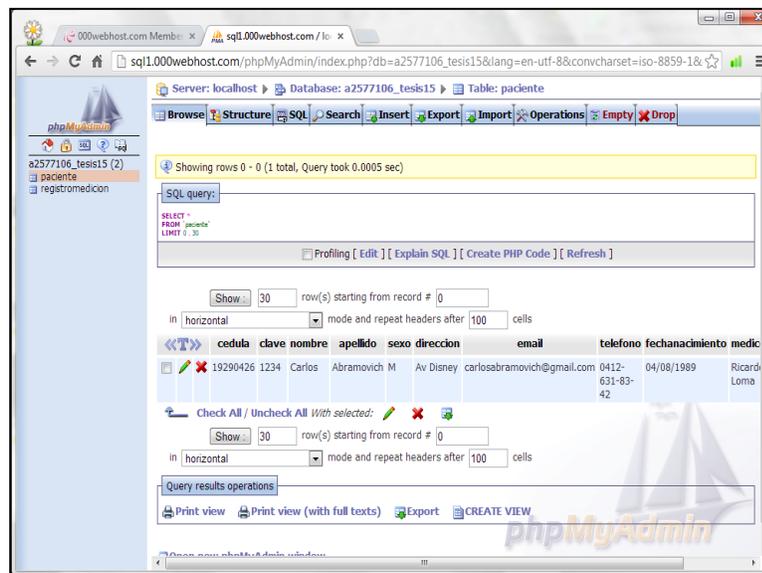


The screenshot shows a web browser window with the URL 'presionarterial.web44.net/registronuevousuario.php'. The page title is 'Trabajo de Grado Presión Arterial 2012-2013'. Below the title, there is a heading 'Ingrese sus datos:' followed by a registration form with the following fields and values:

- Cedula: 19290426
- Clave: *****
- Nombre: carlos
- Apellido: abramovich
- Sexo: M
- Fecha de Nacimiento: 04/08/1989

Figura 40 Ingreso de datos vía 000Webhost.com

Fuente: Elaboración propia



The screenshot shows the phpMyAdmin interface for a database named 'a2577106_tesis15'. The table 'paciente' is selected, and the SQL query 'SELECT * FROM paciente LIMIT 0, 30' is executed. The results show one record for a patient named Carlos Abramovich.

cedula	clave	nombre	apellido	sexo	direccion	email	telefono	fechanacimiento	medic
19290426	1234	Carlos	Abramovich	M	Av Disney	carlosabramovich@gmail.com	0412-631-83-42	04/08/1989	Ricard Loma

Figura 41 Verificación de actualización de datos en la Base de Datos de 000Webhost.com

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Fuente: Elaboración propia

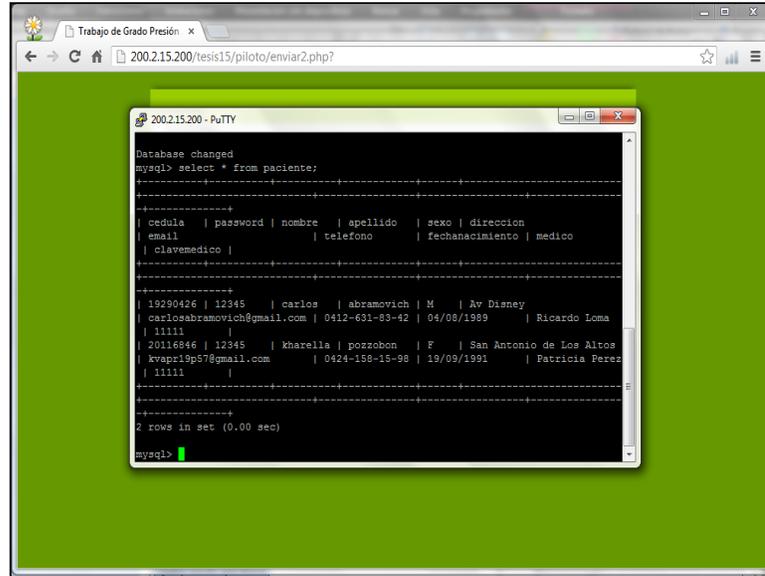


Figura 42 Verificación de actualización de Datos en UCAB mediante 000Webhost.com

Fuente: Elaboración propia

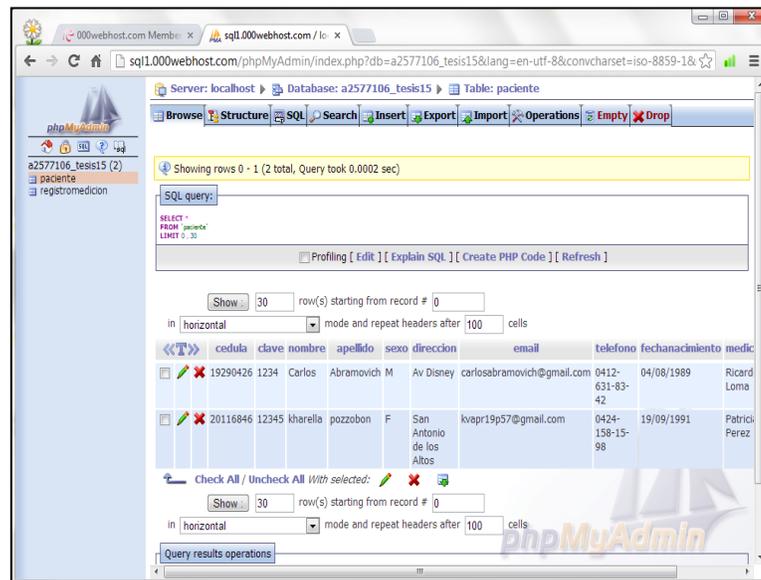


Figura 43 Verificación de actualización de Datos en 000Webhost.com vía VPN

Fuente: Elaboración propia

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

V.4 Página Web

El resultado final de la página Web se muestra a continuación, en la Figura 44 se tiene la vista de un árbol esquema donde se observan las relaciones de todas las páginas creadas, siendo la página de inicio *index.php*.

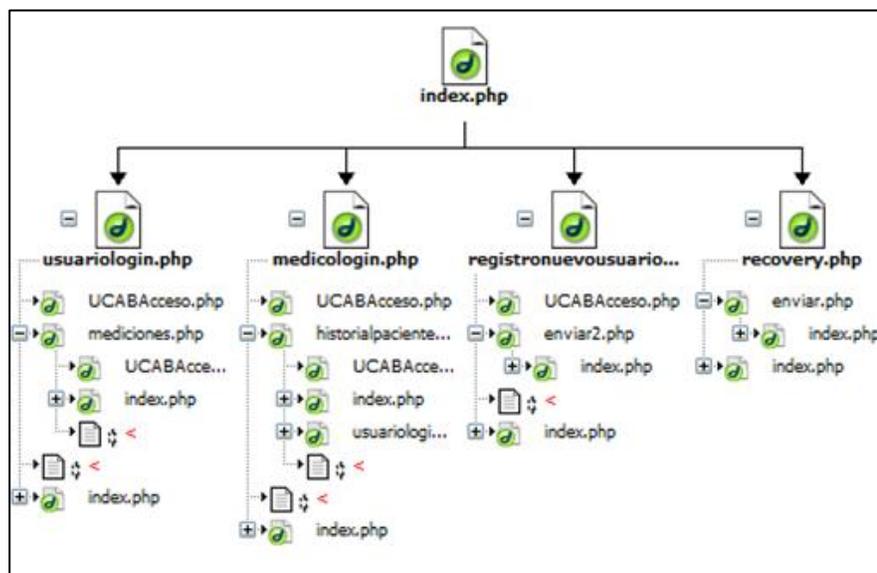


Figura 44 Vista Mapa Adobe Dreamweaver 8

En la página de inicio *index.php*, el usuario elige el modo de acceso dependiendo de la actividad que quiera realizar, como el sistema tiene integrado dos servidores la página Web puede activarse por dos medios como se puede observar en la Figura 45.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

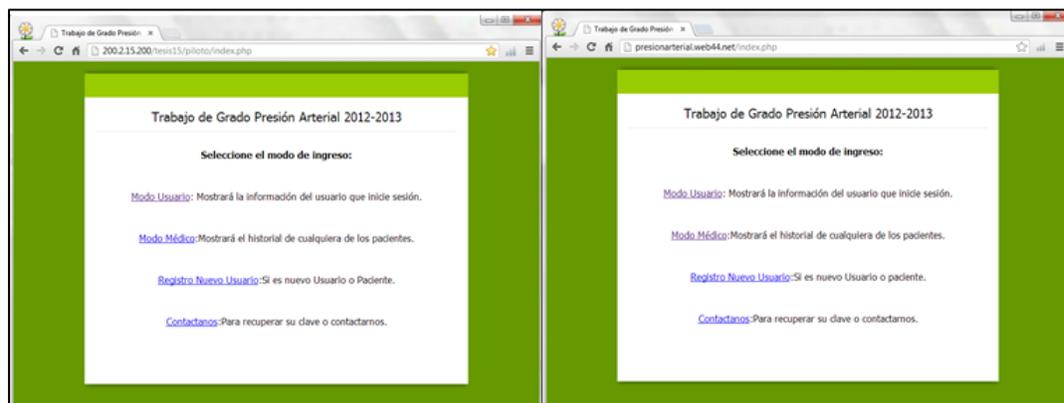


Figura 45 Acceso a la página Web desde ambos servidores

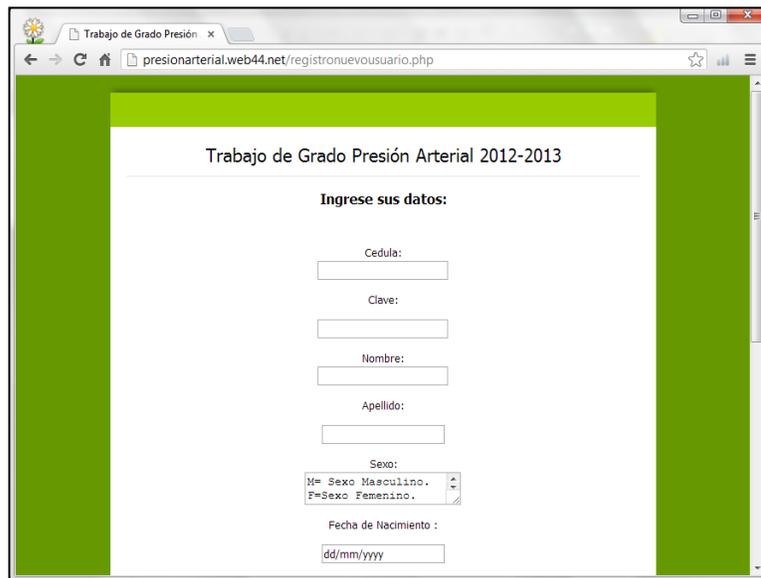
Fuente: Elaboración propia

La primera vista a la izquierda es desde el servidor residente en la UCAB desde la dirección 200.2.15.200/tesis15/piloto/index.php, esta solo podrá activarse una vez que se haya establecido la conexión con la VPN.

La segunda vista a la derecha es desde el servidor localizado desde 000Webhost.com, desde la dirección <http://presionarterial.web44.net/index.php>

Para cualquiera de los dos tipos de acceso, se pueden realizar las mismas funciones, si es un nuevo usuario se ingresa en el vínculo Registro Nuevo Usuario, como se muestra en la Figura 46, y luego de colocar todos los datos se mostrará un mensaje como en el de la Figura 47.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial



The screenshot shows a web browser window with the title 'Trabajo de Grado Presión' and the URL 'presionarterial.web44.net/registronuevousuario.php'. The page content is titled 'Trabajo de Grado Presión Arterial 2012-2013' and features a registration form with the heading 'Ingrese sus datos:'. The form includes the following fields: 'Cedula:' with a text input; 'Clave:' with a text input; 'Nombre:' with a text input; 'Apellido:' with a text input; 'Sexo:' with a dropdown menu showing 'M= Sexo Masculino.' and 'F=Sexo Femenino.'; and 'Fecha de Nacimiento :' with a date input field labeled 'dd/mm/yyyy'.

Figura 46 Registro de datos de un Nuevo Usuario en la página Web

Fuente: Elaboración propia

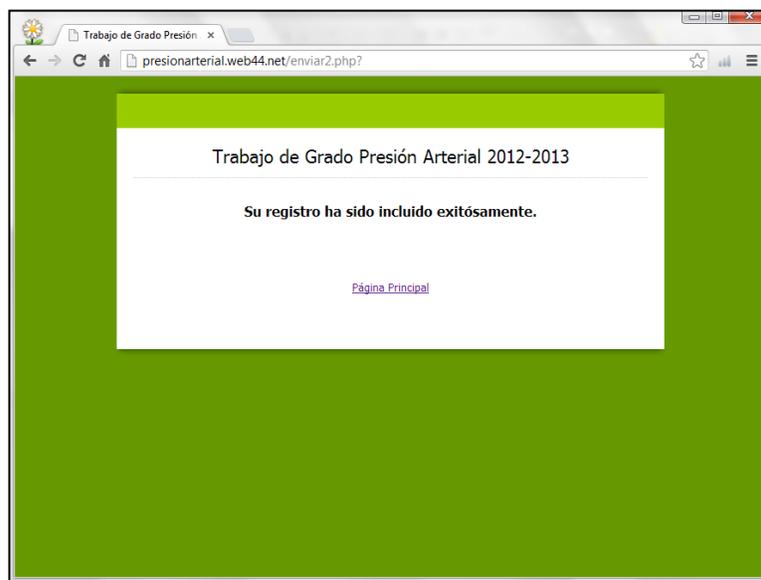


Figura 47 Mensaje mostrado luego de registrar exitosamente un Nuevo Usuario en la página Web

Fuente: Elaboración propia

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Una vez registrado los datos, se vuelve a la página de inicio, y se puede ingresar como Modo Médico para visualizar los pacientes registrados, como se observa en la Figura 48 y en la Figura 49.

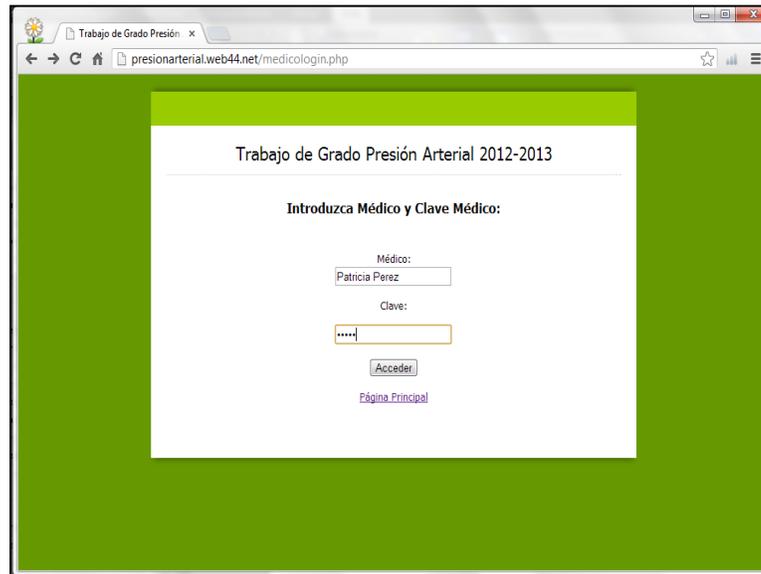
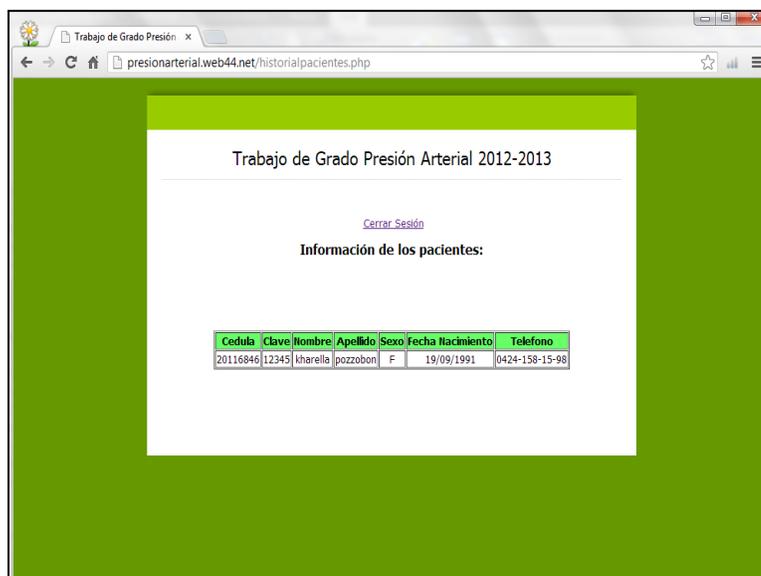


Figura 48 Ingreso de un usuario en Modo Médico

Fuente: Elaboración propia



Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Figura 49 Visualización de pacientes registrados en Modo Médico

Fuente: Elaboración propia

Una vez verificado el registro de los pacientes se puede *Cerrar Sesión*, esta opción permite cerrar la sesión iniciada por el usuario y se direcciona a la página de inicio.

Para visualizar las mediciones de presión arterial, se ingresa como Modo Usuario con los datos de acceso del paciente, como se muestra en la Figura 50 y en la Figura 51 las mediciones correspondientes.

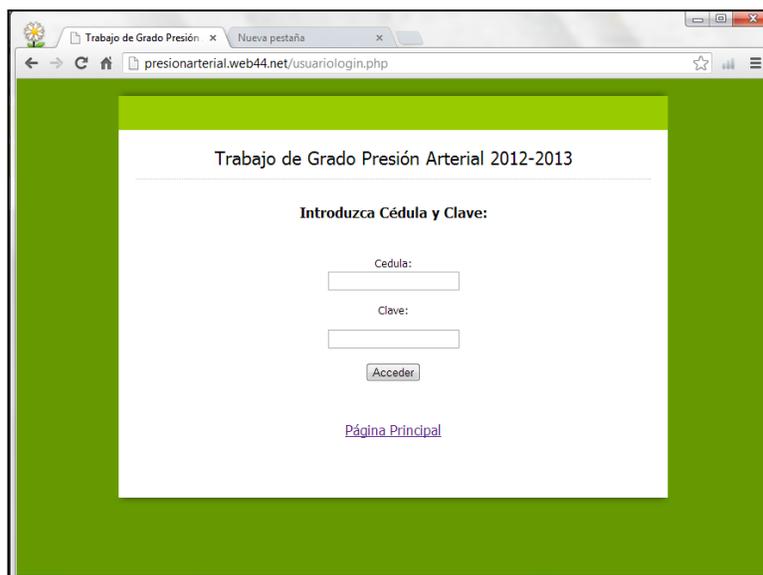
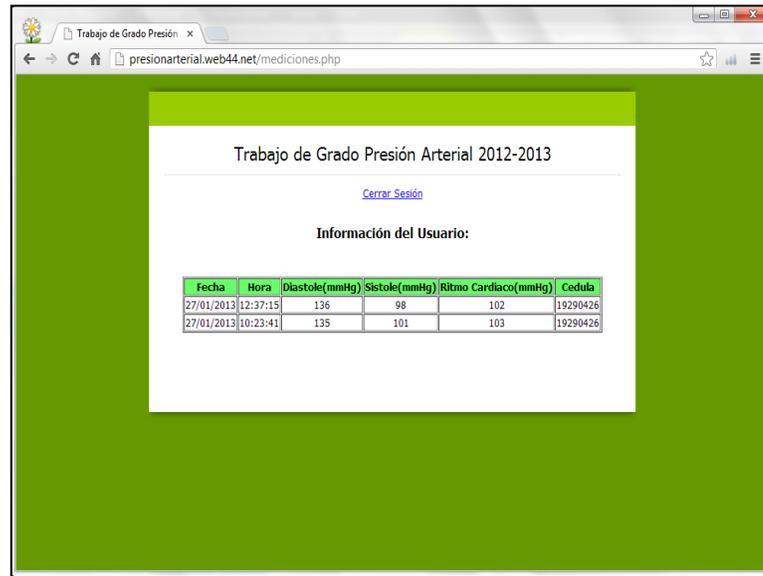


Figura 50 Ingreso como Modo Usuario en la página Web

Fuente: Elaboración propia

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial



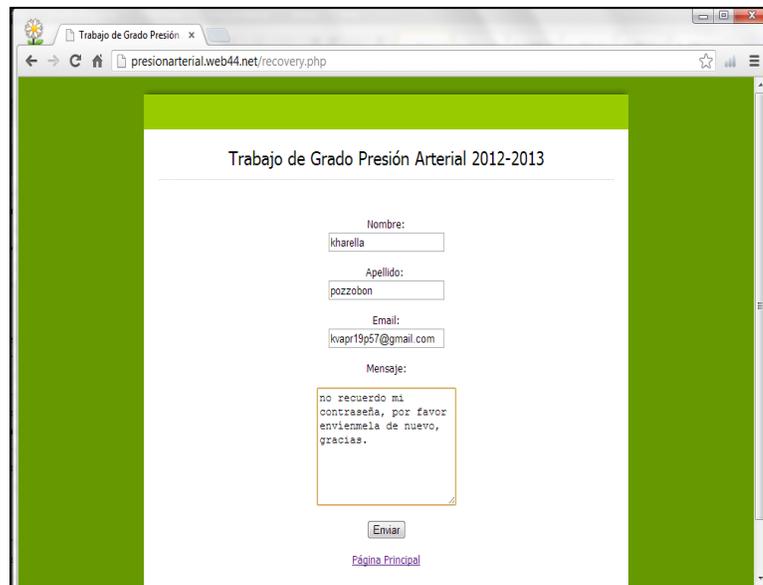
The screenshot shows a web browser window with the title 'Trabajo de Grado Presión' and the URL 'presionarterial.web44.net/mediciones.php'. The page content is titled 'Trabajo de Grado Presión Arterial 2012-2013' and includes a 'Cerrar Sesión' link. Below this is the 'Información del Usuario:' section, which contains a table with the following data:

Fecha	Hora	Diastole(mmHg)	Sistole(mmHg)	Ritmo Cardíaco(mmHg)	Cedula
27/01/2013	12:37:15	136	98	102	19290426
27/01/2013	10:23:41	135	101	103	19290426

Figura 51 Mediciones de presión arterial en la página Web

Fuente: Elaboración propia

En caso de olvidar la contraseña se tiene la opción de recuperarla, por lo que se envía al correo electrónico del sistema el problema presentado por el usuario, como se puede observar en la Figura 52 y la Figura 53.



The screenshot shows a web browser window with the title 'Trabajo de Grado Presión' and the URL 'presionarterial.web44.net/recovery.php'. The page content is titled 'Trabajo de Grado Presión Arterial 2012-2013' and contains a form for password recovery. The form fields are:

- Nombre: kharella
- Apellido: pozzobon
- Email: kvapr19p57@gmail.com
- Mensaje: no recuerdo mi contraseña, por favor envíemela de nuevo, gracias.

Below the form is an 'Enviar' button and a 'Página Principal' link.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Figura 52 Procedimiento para recuperar contraseña o reportar problemas en la página Web

Fuente: Elaboración propia

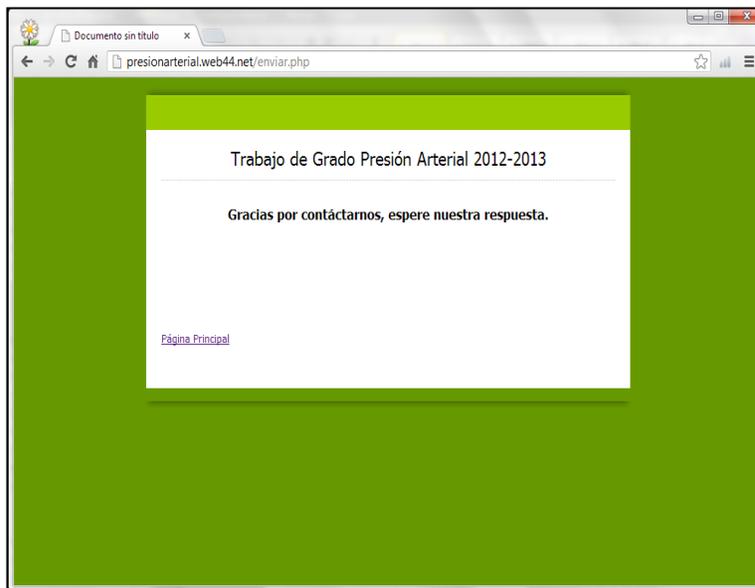


Figura 53 Mensaje mostrado luego de enviar el reporte en la página Web

Fuente: Elaboración propia

Luego de unos instantes el problema del usuario llega el email al correo proyectopresionararterial2013@hotmail.com, que solo pueden acceder los administradores de la página, quienes atenderán el problema dependiendo la situación, como se puede observar en la Figura 54.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

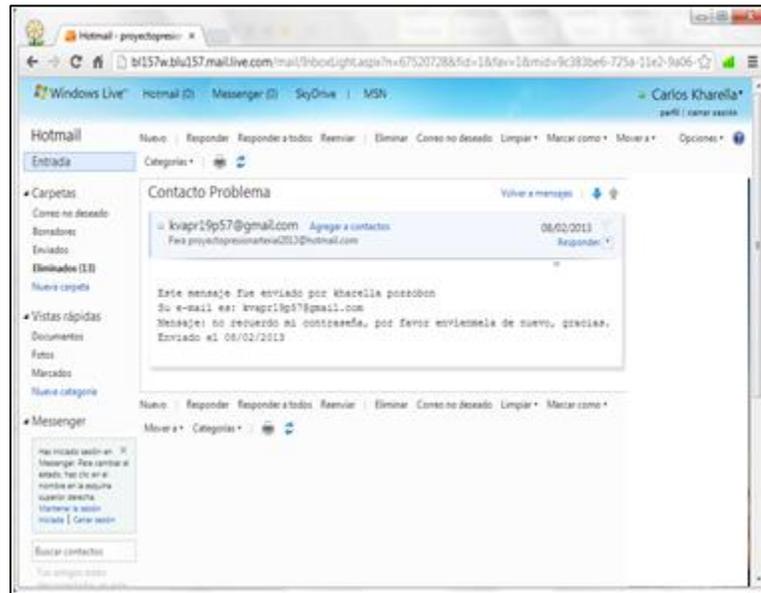


Figura 54 Mensaje recibido en el correo proyectopresionarterial2013@hotmail.com por el usuario para reportar problemas

Fuente: Elaboración propia

V.5 Aplicación en Android

Se creó una aplicación que permitiera la conexión con la página Web que se encuentra en el servidor 000Webhost.com, la aplicación tiene por nombre Portal Presión Arterial.

En la Figura 55 se puede observar el ícono de la aplicación desde un celular Samsung Galaxy Ace S5830, mientras que en la Figura 56 se puede observar el icono de la aplicación desde una Tableta Samsung Galaxy 10.1

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial



Figura 55 Samsung Galaxy Ace S5830 con aplicación Portal Presión Arterial instalada

Fuente: Elaboración propia



Figura 56 Tableta Samsung Galaxy 10.1 con aplicación Portal Presión Arterial instalada

Fuente: Elaboración propia

Al activar la aplicación esta muestra una interfaz gráfica sencilla con un botón que permite direccionar a la página Web creada y poder realizar todas sus consultas, registros de nuevos pacientes e inconvenientes como se muestra en la Figura 57.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

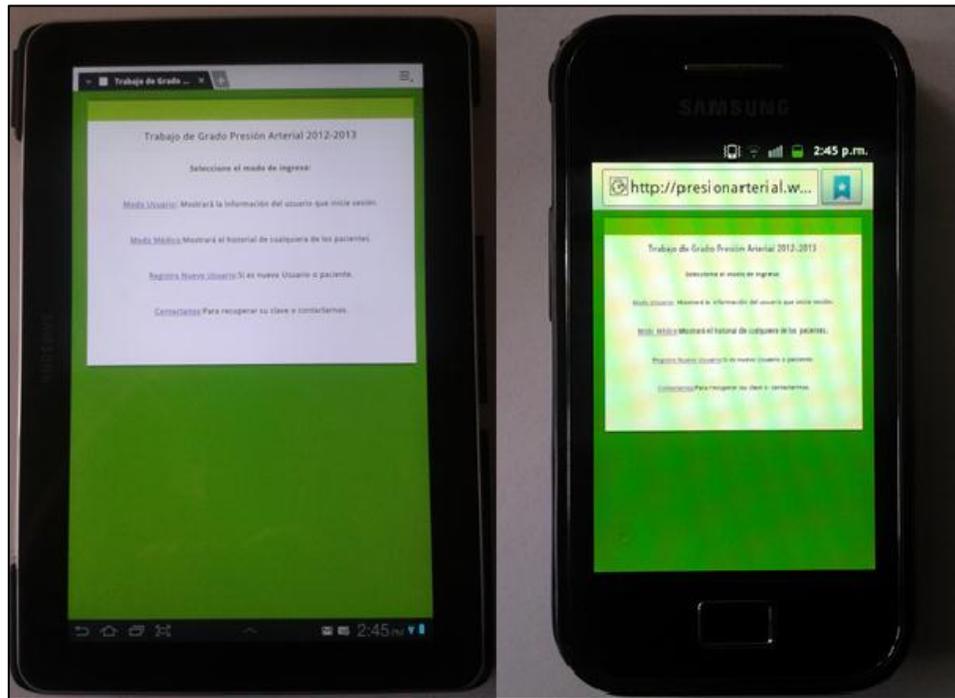


Figura 57 Tableta y teléfono Android con aplicación Portal Presión Arterial funcionando

Fuente: Elaboración propia

**Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para
la monitorización de la presión arterial**

Capítulo VI

Conclusiones y Recomendaciones

Una vez desarrolladas cada una de las partes que componen el trabajo especial de grado, se presentan a continuación las conclusiones y recomendaciones obtenidas luego de su realización.

VI.1 Conclusiones

Mediante la elaboración del presente Trabajo Especial de Grado se logró llevar a cabo el diseño e implementación del prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial, explicando en detalle cada fase del proyecto y señalando todas las características y propuestas que cumplieran con los objetivos planteados.

Debido a que el software proporcionado por la empresa fabricante de la Tarjeta Multiparamétrica Goldwei 830kit no cubría con las necesidades del proyecto, y por políticas de seguridad de la empresa no fue posible la obtención del código de funcionamiento, fue necesaria la creación de un software en lenguaje de programación Java que permitiera la comunicación, control, almacenamiento y gestión de los datos referidos a la medición de la presión arterial.

Para agregar seguridad al sistema, el túnel SSH brindó una conexión segura entre el equipo de medición y el servidor ubicado en la UCAB; de tal manera que pudieran administrarse y gestionarse de forma remota los datos referidos al paciente y sus mediciones.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Para la autenticación de pacientes registrados se utilizó la conexión tunneling SSH, permitiendo la obtención de datos de la Base de Datos del servidor en la UCAB, comparándolos con los introducidos por los usuarios en la aplicación Java.

Debido a las limitaciones en el acceso al servidor de la UCAB por los datos y los privilegios de acceso proporcionados por el DTI, para ingresar de forma remota, no fue posible la conexión desde un dispositivo celular o tableta con Android. Sin embargo, esto puede lograrse cambiando la configuración de los privilegios de acceso remoto que pueden ser modificados exclusivamente por el DTI.

Con el uso de una aplicación en Android aumentan las posibilidades de acceso a la información proveniente del posible paciente, con el acceso a una página Web que muestra los datos contenidos en la Base de Datos, esto fue posible a través de la utilización de un servidor FTP, MySQL en 000Webhost.com, permitiendo una monitorización supervisado por personas competentes, reduciendo así la cantidad de visitas a centros médicos por personas con tratamientos de presión arterial.

Cabe acotar que se tienen dos modos de acceso al sistema, el primero utilizando la VPN y el servidor UCAB, de tal manera que pueden visualizarse los datos desde una computadora o laptop con acceso a Internet y la VPN activa, y el segundo utilizando el servidor 000Webhost.com con cualquier dispositivo Android y/o computadora con acceso a Internet.

Una de las ventajas de usar dos servidores para el sistema, es el respaldo de la información entre ambos, por medio de la sincronización entre estos servidores realizada en la aplicación de Java, que al activarse se compara el contenido de ellos y se actualizan e insertan los registros en caso de ser necesario.

Otra de las ventajas que se tiene con este sistema, es la posibilidad de recuperar los datos que pudieran ser afectados o alterados por terceros, mediante la sincronización de ellos.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

La implementación del sistema, genera beneficios en el intercambio de datos de presión arterial, no sólo a personas autorizadas sino también a centros de salud independientemente de su ubicación geográfica siempre y cuando cuente con acceso a Internet.

El avance y desarrollo de una “monitorización supervisado” dependerá fundamentalmente de la implementación adecuada del sistema por parte de los usuarios, así como la capacidad de adaptación al mismo.

VI.2 Recomendaciones

La eficacia del sistema dependerá fundamentalmente de la capacitación que se tenga para usar el sistema, es de vital importancia dedicar un tiempo para aprender a usar todas su aplicaciones para así garantizar el correcto funcionamiento del mismo para el beneficio de las partes, es imprescindible que el equipo transmisor cuente con un puerto serial RS232 para poder hacer la conexión con el dispositivo medidor de presión arterial.

Es de suma importancia mantener la seguridad en los datos, para ello sólo las personas autorizadas que posean la información para acceder al sistema deberán mantener la confidencialidad de los mismos, se recomienda almacenar estos datos en algún directorio que no pueda ser accedido a través del Internet, como los datos de acceso a los servidores, bases de datos y VPN.

Para que se mantenga la comunicación en el sistema es indispensable tener conexión a Internet en ambos equipos, tanto en el transmisor como en el receptor, por ello la conexión debe ser lo suficientemente estable para así mantener actualizado el flujo de datos en todo el sistema y evitar interrupciones que puedan ocurrir al cargar algún dato o información.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Con la implementación de este sistema se logran beneficios en el área de salud para todas las personas, en especial aquellas que posean discapacidades, mujeres embarazadas o personas de edad avanzada que por algún motivo o circunstancia no puedan trasladarse a un centro de salud para realizar el chequeo de la presión arterial o ante una emergencia contactar con una persona competente, aumentando su calidad de vida al no tener que asistir presencialmente a la consulta, sino desde su propio domicilio recibir el diagnóstico o atención.

Sería de gran ayuda para los centros de salud contar con este conjunto de aplicaciones que proporcionan un acceso remoto a la información proveniente de los pacientes desde cualquier lugar con acceso a Internet.

Al momento de realizar mejoras en el sistema una alternativa que se propone la habilitación de permisos y privilegios en el acceso remoto por parte del DTI, teniendo mayor seguridad en el mismo sin vulnerar los datos con el uso de un servidor público.

Al igual que se recomienda para futuras investigaciones ampliar el alcance del sistema, monitoreando otros parámetros vitales del organismo que pueden ser medidos desde la Tarjeta Multiparamétrica MGW Goldwei 830 kit, como oximetría, electrocardiograma y temperatura por ejemplo.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Escalona, I., & Pirrone, J. (2010). *Grupo de Telemedicina*. Consultado el día 15/07/2012 de http://www.ucab.edu.ve/tl_files/Ingenieriatelecom/grupos_investigacion/telemedicina_ucab/Telemed-Pres.pdf

Gosling, J. (2005). *A brief history of the Green project*. Jana.net.

Hernández, J. F. (2006, Septiembre). *Redes Virtuales*. Consultado el día 06/06/ 2012 de http://gredos.usal.es/jspui/bitstream/10366/21739/1/DIA_Redres%20privadas%20virtuales.pdf

Inmerso. (2009). Consultado el día 14/09/2012 de http://www.imserso.es/imserso_01/envejecimiento_activo/teleasistencia_domiciliaria/index.htm

J.Segura de la Morena, J. M. (s.f.). *SciVerse* . Consultado el día 05/02/2012, de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0212824105715735>

Luján, S. (2001). *Programación en Internet:Clientes Web*. Club Universitario.

Marshall, J. (2012, diciembre). Consultado el día 17/12/2012 de <http://www.jmarshall.com/easy/http/>

Morales, A. G. (s.f.). Consultado el día 05/02/2012 de <http://perso.orange.es/antonioguijarrom/ha/a.html>

Moreno, J. (2009, junio). *Slideshare*. Consultado el día 10/09/2012 de <http://www.slideshare.net/jmorenol/vpn-virtual-private-network>

MOVILMAX. (2012, 06 20). *movilmax banda ancha movil*. Consultado el día 06/06/2012, de <http://www.movilmax.com/index.php/planesytarifas>

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Núñez, C. V. (2009, Junio). *Ingeniería y Desarrollo*. Consultado el día 06/2012 de <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/1584/1037>

Parziale, L., Britt , D., & Davis, C. (s,f.). *TCP/IP Tutorial and Technical Overview*. IBMRedbooks.

PHP Groups. (2001). *PHP*.

Red Hat Enterprise Linux 4. (2010). Consultado el día 12/10/2012, de <http://www.gb.nrao.edu/pubcomputing/redhatELWS4/RH-DOCS/rhel-rg-es-4/ch-ssh.html>

Rodriguez, L. (2011, octubre 1). *Bases de datos documentales*. Consultado el día 16/12/2012 de www.unav.es/dpp/documentacion/proteger/Iryunta.pdf

Salud Participativa. (2009). *Tension Arterial*. Consultado el día 15/12/2012 de <http://www.tension-arterial.com/tipos-de-tensiometro-o-esfingomanometro.html>

Sociedad Espanola de Hipertension. (2012, 6 8). *SEH-LEHLA*. Consultado el día 15/6/2012 de <http://www.seh-lelha.org/>

Vera, M., & Iván, J. (2002). *Sistema de Telemonitoreo de la hipertensión mediante tecnología de MODEM CDPD con PDA*. Caracas: Tesis de Grado.

WILAC. (2012, Mayo). *WILAC*. Consultado el día 06/06/2012 de http://www.wilac.net/modules/gallery/main.php?g2_itemId=3845

**Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para
la monitorización de la presión arterial**

Apéndices

**Apéndice A: Código Java utilizado para la comunicación de puerto
serial entre la Tarjeta Goldwei Kit y la aplicación en Java.**

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

```
/**
 * Busca todos los Puertos Seriales
 * Agrega todos en un Combo Box en {@link PAFrame}.
 */

    public void searchForPorts() {
        puertos = CommPortIdentifier.getPortIdentifiers();
        while (puertos.hasMoreElements()) {
            CommPortIdentifier curPort = (CommPortIdentifier) puertos.nextElement();
//Toma solamente los puertos seriales.
            if (curPort.getPortType() == CommPortIdentifier.PORT_SERIAL) {
                window.puertosComboBox.addItem(curPort.getName());
                puertoMap.put(curPort.getName(), curPort);
            }
        }

/**
 * Conecta el puerto seleccionado en el Combo Box del {@link PAFrame}.
 * El puerto COM conectado es guardado en el commPort, si no se genera una
 * excepcion.
 */

        public void connect() {
            String selectedPort = (String) window.puertosComboBox.getSelectedItem();
            seleccionPuertoIdentificado = (CommPortIdentifier)
                puertoMap.get(selectedPort); CommPort commPort = null;

            try {
//Retorna un objeto de tipo CommPort

                commPort = seleccionPuertoIdentificado.open("PresionArterialPanel",
                    TIMEOUT);

//El objeto commPort es convertido a tipo puerto serial.

                puertoSerial = (SerialPort) commPort;

//Controla los componentes de {@link PAFrame}

                setConnected(true);

//Se abre el puerto.
```

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

```
logText = selectedPort + " abierto exitosamente.";
window.dataTextArea.setForeground(Color.black);
window.dataTextArea.append(logText + "\n");
```

//Se proporcionan los parámetros para la comunicación adecuada del puerto.

```
puertoSerial.setSerialPortParams(115200, SerialPort.DATABITS_8,
SerialPort.STOPBITS_1, SerialPort.PARITY_NONE);
} catch (PortInUseException e) {
    logText = selectedPort + " is in use. (" + e.toString() + ")";
    window.dataTextArea.setForeground(Color.RED);
    window.dataTextArea.append(logText + "\n");
    } catch (Exception e) {
    logText = "Failed to open " + selectedPort + "(" + e.toString() + ")";
    window.dataTextArea.append(logText + "\n");
    window.dataTextArea.setForeground(Color.RED);
    }}
```

**Apéndice B: Código Java para la obtención del resultado de la
medición de presión arterial.**

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

```
/**
 * Permite iniciar de manera manual la medición de la Presión Arterial.
 */
    public void sendPressureOrder1() {

        try {
            byte[] message = new byte[2];
            message[0] = 0x55;
            message[1] = (byte)0xD5;
            output.write(message);
            output.flush();
        } catch (Exception e) {
            logText = "Failed to write data. (" + e.toString() + ")";
            window.dataTextArea.setForeground(Color.red);
            window.dataTextArea.append(logText + "\n");
        }
    }

/**
 * @param evt
 * Busca la trama 0x22 y 0x23.
 * Imprime la data recibida por en el puerto serial en el
 * {@link PAFrame}.
 */

    @Override
    public void serialEvent(SerialPortEvent evt) {

        if (auxiliar == 2) {
            auxiliary=0;
        }
        if (evt.getEventType() == SerialPortEvent.DATA_AVAILABLE) {
            try {

//Lee la data del puerto serial.

                int singleData = input.read();

//Convierte la data a hexadecimal.

                logText = Integer.toHexString(singleData);
                window.dataTextArea.append(logText + " ");
                buscatramaresul(auxiliar, singleData);
            }
        }
    }
}
```

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

```
        if (singleData == 0x22) {
            auxiliar = 1;
        }
        if (singleData == 0x23) {
            auxiliar = 2;
        }
        catch (Exception e) {
            logText = "Failed to read data. (" + e.toString() + ")";
            window.dataTextArea.setForeground(Color.red);
            window.dataTextArea.append(logText + "\n");
        }}
    }

/**
 * @param auxiliar
 * @param singleData
 * Guarda y verifica si la casilla de la sístole posición 3 tramaresul, diástole posición *
 *5 tramaresul y ritmo cardiaco posición 7 tramaresul usa el ultimo bit de medición o
 *de señalización.
 */

    public void buscatramaresul(int auxiliar, int singleData) {
        if (auxiliar == 1) {
            tramaresul[auxtrama] = singleData;
            auxtrama++;
        }
        if (auxiliar == 2) {
            if (tramaresul[3] <= 218) {
                tramaresul[3] = tramaresul[3] - 128;
            }
            tramaresul[5] = tramaresul[5] - 128;
            tramaresul[7] = tramaresul[7] - 128;
            tramaresultexto=pasaresultexto(tramaresul);
        }
    }

/**
 * @param tramaresul
 * @return tramaresultexto2
 * Convierte los resultados numéricos enteros de la diástole, sístole y ritmo cardíaco a
 *String.
 */

    public String[] pasaresultexto(int[] tramaresul) {
        String[] tramaresultexto2 = new String[3];
        tramaresultexto2[0] = Integer.toString(tramaresul[3]);
        tramaresultexto2[1] = Integer.toString(tramaresul[5]);
    }
}
```

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

```
    ramareultexto2[2] = Integer.toString(tramarecul[7]);
    return tramareultexto2;
}

/**
 * Desconecta el puerto serial.
 */
public void disconnect() {

    try {
        puertoSerial.removeListener();
        puertoSerial.close();
        input.close();
        output.close();
        setConnected(false);
        logText = "Desconectado.";
        window.dataTextArea.setForeground(Color.red);
        window.dataTextArea.append(logText + "\n");
    } catch (Exception e) {
        logText = "Falló al cerrar " + puertoSerial.getName() + "(" + e.toString() + ")";
        window.dataTextArea.setForeground(Color.red);
        window.dataTextArea.append(logText + "\n");
    }
}
```

**Apéndice C: Código Java para la conexión, sincronización, inserción
y obtención de datos con las Bases de Datos.**

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

```
/**
 * Importa el DriverManager para realizar la conexión.
 * Utiliza los valores necesarios para conectar a la base de datos permitiendo la
 * conexión.
 */
    public ConexionBD() {
        try {
//Importar DriverManager para realizar la conexión.
//Se reservaron ciertos datos de acceso por seguridad del servidor de la UCAB.
        Class.forName("org.gjt.mm.mysql.Driver");
        String basededatos = "db_tesis15";
        String usuario = "usr_tesis15";
        String password = "#####";

//Comando que me permite comunicar por medio del driver.

        conexion = DriverManager.getConnection("jdbc:mysql://200.2.15.200:3306/"
+ basededatos, usuario, password);
        System.out.println("Conectado a UCAB");
        } catch (ClassNotFoundException ex) {
        System.out.println("Error en el Driver");
        } catch (SQLException ex) {
        System.out.println("Error en la Conexion");
        }}
/**
 * Importa el DriverManager para realizar la conexión.
 * Utiliza los valores necesarios para conectar a la base de datos permitiendo la
 * conexión.
 */
    public ConexionBD1() {
        try {
//Importar DriverManager para realizar la conexión.
//Por seguridad del servidor de 000Webhost.com no se colocó la clave.
        Class.forName("org.gjt.mm.mysql.Driver");
        String basededatos = "a2577106_tesis15";
        String usuario = "a2577106_tesis15";
        String password = "#####";

//Comando que me permite comunicarme por medio del driver sin try catch hay error
//de reporte
```

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

```
Conexion=DriverManager.getConnection("jdbc:mysql://mysql1.000webhost.com:3306/" + basededatos, usuario, password);
System.out.println("conectado 000Webhost.com");
} catch (ClassNotFoundException ex) {
System.out.println("Error en el Driver");
} catch (SQLException ex) {
System.out.println("Error en la Conexion 000Web");
}}

/**
 *Este procedimiento funciona para sincronizar las bases de datos verificando la
cantidad *de registros.
 *Importa los registros de la base de datos y coloca en una lista de java que contiene
un *objeto con las características de las tablas de la base de datos.
 *Cuando la cantidad de registros de las bases de datos sea distinta entre ellas se
*actualizará la de menor cantidad con la de mayor cantidad.
 */

public void sincronizarbases(){

String aux;
String aux2;
int validar=0;
tablapacienteUCAB=conectorBD.obtenercompleto();
auxpacienteucab=tablapacienteUCAB.size();
tablapacientePAWeb=conectorBD1.obtenercompleto();
auxpacientePresionArterial=tablapacientePAWeb.size();
if(auxpacienteucab > auxpacientePA){
for (DefinirDatos datosbasesUCAB : tablapacienteUCAB) {
validar=0;
aux = datosbasesUCAB.getcedula();
for (DefinirDatos datosbasesPAWeb : tablapacientePAWeb) {
aux2 = datosbasesPAWeb.getcedula();
if (aux.equalsIgnoreCase(aux2)){
validar=1;
}}
}
if(validar != 1){

conectorBDWeb.insertarTabla(datosbasesUCAB.getcedula(),
```

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

```
datosbasesUCAB.getPassword(),datosbasesUCAB.getnombre(),
datosbasesUCAB.getapellido(),datosbasesUCAB.getsexo() ,
datosbasesUCAB.getdireccion(), datosbasesUCAB.getemail(),
datosbasesUCAB.gettelefono(), datosbasesUCAB.getfechanacimiento(),
datosbasesUCAB.getmedico(),datosbasesUCAB.getclavemedico());
}}}
```

```
if(auxpacienteucab < auxpacientePA){
for (DefinirDatos datosbasesPAWeb : tablapacientePAWeb) {
validar=0;
aux = datosbasesPAWeb.getcedula();
for (DefinirDatos datosbasesUCAB : tablapacienteUCAB) {
aux2 = datosbasesUCAB.getcedula();
if (aux.equalsIgnoreCase(aux2)){
validar=1;
}}
if(validar != 1){
conectorBDwEB.insertarTabla(datosbasesPAWeb.getcedula(),
datosbasesPAWeb.getPassword(),datosbasesPAWeb.getnombre(),
datosbasesPAWeb.getapellido(),datosbasesPAWeb.getsexo() ,
datosbasesPAWeb.getdireccion(), datosbasesPAWeb.getemail(),
datosbasesPAWeb.gettelefono(),datosbasesPAWeb.getfechanacimiento(),
datosbasesPAWeb.getmedico(),datosbasesPAWeb.getclavemedico());
}}}}
```

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

```
/**
 * Realiza una Consulta en la base de datos de UCAB en la tabla paciente verificando
 *cedula y clave.
 */

    public String[] buscardatos(String comprobarcedula) {
        String[] cedulaclave = new String[2];
//Consulta la base de datos

        PreparedStatement consulta;

//busca y consulta todos los datos de la tabla.

        try {
            consulta = conexion.prepareStatement("SELECT cedula,password From
            paciente");
// lee linea a linea la tabla de la base de datos

            ResultSet lector = consulta.executeQuery();
            while (lector.next()) {

// permite consultar si en la tabla existe algún usuario con esa cédula.

                if (comprobarcedula.equalsIgnoreCase(lector.getString("cedula"))) {
                    cedulaclave[0] = lector.getString("cedula");
                    cedulaclave[1] = lector.getString("password");
                }
            } catch (SQLException ex) {
                System.out.println("Error de consulta");
            }
            return cedulaclave;
        }
    }
/**
 *Inserta el registro del usuario en la tabla paciente.
 */

    public void insertarTabla(String cedula, String password, String nombre,
        String apellido, String sexo,String direccion,String email,String
        telefono, String fechanacimiento,String medico,String clavemedico) {

        try {
// Crea una instancia de consulta especial para insertar.
```

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

```
Statement consultaInsertar = conexion.createStatement();
consultaInsertar.executeUpdate("INSERT into paciente VALUES('" +
cedula + "','" + password + "','" + nombre + "','" + apellido + "','" + sexo
+ "','" + direccion + "','" + email + "','" + telefono + "','"
+ fechanacimiento + "','" + medico + "','" + clavemedico + "')");

} catch (SQLException ex) {
System.out.println("Error en la inserción");
} }

/**
 *Inserta el registro del usuario en la tabla registromedicion.
 */

public void insertarmedicion(String fecha, String hora, String diastole,
String sistole, String ritmo_cardiaco, String paciente_cedula) {
try {
// Crea una instancia de consulta especial para insertar.

Statement consultaInsertar = conexion.createStatement();
consultaInsertar.executeUpdate("INSERT into registromedicion
VALUES('" + fecha + "','" + hora + "','" + "" + diastole + "','" + sistole +
"', " + ritmo_cardiaco + "','" + paciente_cedula + "')");
} catch (SQLException ex) {
System.out.println("Error en la inserción de medición");
} }
}
```

**Apéndice D: Código PHP para la conexión de las bases de datos
conexionlocal.php y UCABAcceso.php.**

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Para conexionlocal.php :

```
<?php
```

```
//Define el tipo de archivo y protocolos a implementar.
```

```
    # FileName="Connection_php_mysql.htm"  
    # Type="MYSQL"  
    # HTTP="true"
```

```
//Define el nombre del Servidor donde se contiene la base de datos 000Webhost.com.
```

```
    $hostname_conexionlocal = "mysql1.000webhost.com";
```

```
//Define el nombre de la base de datos.
```

```
    $database_conexionlocal = "a2577106_tesis15";
```

```
//Define el nombre del usuario de la base de datos.
```

```
    $username_conexionlocal = "a2577106_tesis15";
```

```
//Define la contraseña del usuario de la base de datos.
```

```
//Por seguridad del sistema la clave no se habilito.
```

```
    $password_conexionlocal = "#####";
```

```
//Instrucción SQL que define conectarse al servidor, en la base de datos, con
```

```
//el usuario definido anteriormente o genere error.
```

```
    $conexionlocal = mysql_pconnect($hostname_conexionlocal,  
    $username_conexionlocal, $password_conexionlocal) or  
    trigger_error(mysql_error(),E_USER_ERROR);
```

```
?>
```

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Para UCABAcceso.php:

```
<?php
//Define el tipo de archivo y protocolos a implementar.

        # FileName="Connection_php_mysql.htm"
        # Type="MYSQL"
        # HTTP="true"

//Define el nombre del Servidor donde se contiene la base de datos residente en la
//UCAB.

        $hostname_UCABAcceso = "200.2.15.200";

//Define el nombre de la base de datos.

        $database_UCABAcceso = "db_tesis15";

//Define el nombre del usuario de la base de datos.

        $username_UCABAcceso = "usr_tesis15";

//Define la contraseña del usuario de la base de datos.
//Por seguridad del sistema la clave no se habilito.

        $password_UCABAcceso = "#####";

//Instrucción SQL que define conectarse al servidor, en la base de datos, con
//el usuario definido anteriormente o genere error.

        $UCABAcceso = mysql_pconnect($hostname_UCABAcceso,
        $username_UCABAcceso, $password_UCABAcceso) or
        trigger_error(mysql_error(),E_USER_ERROR);

?>
```

**Apéndice E: Manual de uso e implementación del sistema de
monitorización de Presión Arterial.**

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Requerimientos en la estación transmisora (Paciente)

- Computadora o Laptop con Puerto Serial RS232
- Acceso a Internet
- UGent VPN instalado
- Aplicación Java Trabajo de Grado Presión Arterial 2013

Instalaciones Previas

Instalación de UGent VPN:

1. Descargue el contenido del siguiente link:

http://helpdesk.ugent.be/vpn/download/VPNclient5_UGent.msi

2. Una vez descargado, presione Ejecutar y siga las instrucciones.
3. Al tener instalado el UGent Client observará una interfaz como la de la Figura 1.



Figura 1 Interfaz VPN Cisco Client

Fuente: Elaboración Propia

4. Haga *click New* para configurar una nueva conexión, e introduzca los datos proporcionados por las personas autorizadas, como se observa en la Figura 2.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

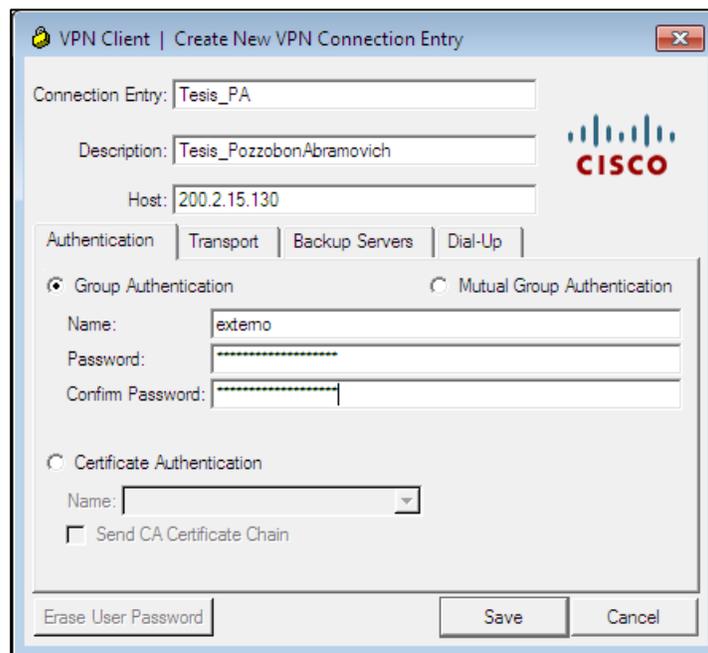


Figura 258 Configuración de enlace VPN

Fuente: Elaboración Propia

5. Presione *Save* para guardar los datos de la nueva conexión, y aparecerá en pantalla una ventana como en la Figura 3.

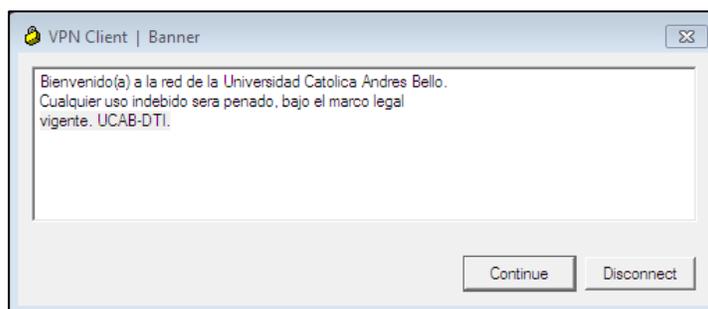


Figura 3 Conexión exitosa con el servidor de la UCAB

Fuente: Elaboración Propia

6. De esta manera ya se encuentra conectado a la red VPN de la UCAB, presione *Continue*.

Uso de la aplicación Java Trabajo de Grado Presión Arterial 2013

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Al momento de querer enviar los datos de las mediciones de presión arterial o querer registrarse siga los siguientes pasos:

Conexión a VPN

1. Inicie la conexión VPN mediante la aplicación UGent Client, y haga doble *click* sobre la conexión Tesis_PA, como se muestra en la Figura 4.

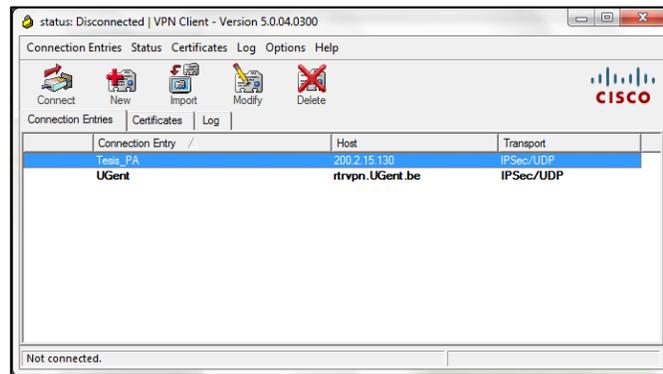


Figura 459 Interfaz de VPN UGent Client para conectarse a una VPN

Fuente: Elaboración propia

2. Introduzca los datos de seguridad requeridos, como se muestra en la Figura 5.

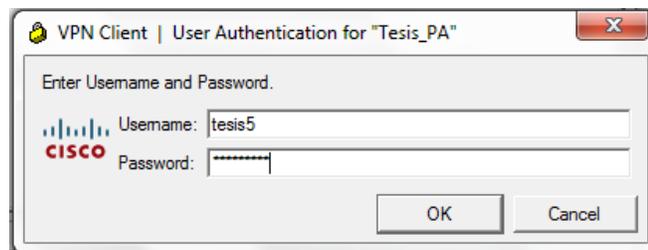


Figura 560 Interfaz de VPN UGent Client para conectarse a una VPN

Fuente: Elaboración propia

3. Espere que se muestre el mensaje como el la Figura 3 y presione *Continue*.
4. Inicie la aplicación **Trabajo de Grado Presión Arterial 2013**, se mostrará una pantalla como en la Figura 6.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

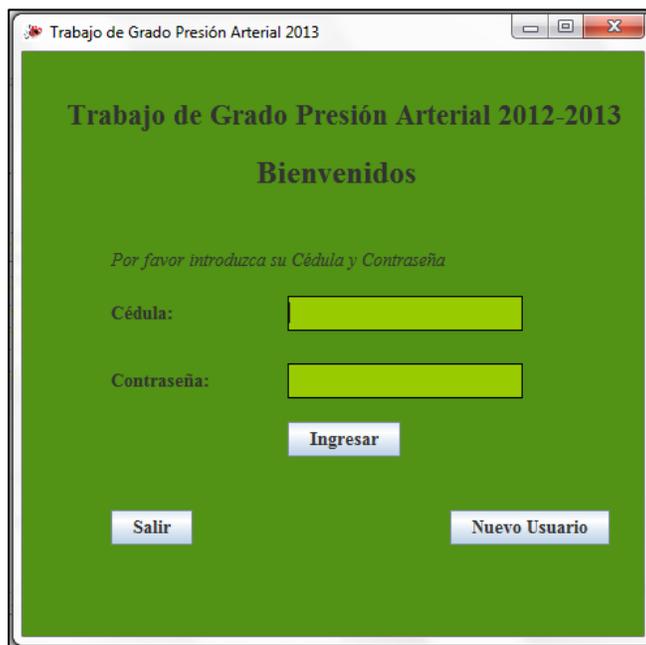


Figura 661 Interfaz principal de la aplicación para recolección de datos

Fuente: Elaboración propia

5. Si está registrándose por primera vez, haga *click* en la sección Nuevo Usuario, y se mostrará una pantalla como la Figura7.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Trabajo de Grado Presión Arterial 2013

Trabajo de Grado Presión Arterial 2012-2013

Por favor introduzca sus datos personales

Cédula:

Contraseña:

Nombre:

Apellido:

Sexo: F M

Fecha de Nacimiento:

Teléfono:

Email:

Dirección:

**Sólo para Médicos*

Nombre Apellido Médico:

Clave Médico:

Figura 7 Interfaz de la aplicación que permite registrar un Nuevo Usuario

Fuente: Elaboración propia

6. Ingrese todos sus datos, si es un Médico solo llene la sección **Sólo para Médicos* y presione Agregar.
7. De esta manera todos sus datos están registrados en la Base de Datos del sistema.
8. Si desea realizar mediciones de presión arterial, introduzca sus datos en la aplicación, y presione Ingresar, se mostrará una pantalla como en la Figura 8.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial



Figura 8 Interfaz para toma de datos de presión arterial

Fuente: Elaboración propia

9. En este momento debe colocarse debidamente el mango de medición en el brazo (ver Uso de MGW Goldwei en la sección Instalaciones Previas), asegúrese que todo esté conectado correctamente.
10. Una vez que esté listo para iniciar una medición, presione *Conectar*, y visualizará una pantalla como en la Figura 9.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial



Figura 9 Interfaz para iniciar toma de datos de presión arterial

Fuente: Elaboración propia

11. Presione Medir Presión y notará que el mango empieza a inflarse, y posteriormente a desinflar, cuando haya desinflado totalmente presione *Desconectar*, y podrá visualizar los resultados de su presión arterial en los campos *Sístole*, *Diástole* y su *Ritmo Cardíaco*. En este momento ya sus resultados están cargados en la Base de Datos del sistema.
12. Si desea tomar otra medición repita el paso 11, de lo contrario presione *Salir*.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Requerimientos en la estación remota (Médico o Persona tratante)

Puede acceder en forma remota al sistema desde cualquiera de los dispositivos que se describen a continuación:

- Computadora o laptop con acceso a Internet
- Teléfono móvil con sistema operativo Android v2.2 o superior
- Tableta con sistema operativo Android v3.2 o superior
- Teléfono móvil con sistema Operativo Symbian, Android, IOS, Blackberry que posea acceso a Internet y puedan visualizarse páginas Web
- Aplicación Portal Presión Arterial 2013 instalada en el dispositivo móvil.

Uso de la página Web Portal Presión Arterial 2013

Acceso mediante **Computadora o Laptop:**

1. Para ingresar en modo Seguro, siga los pasos correspondientes a la sección de **Instalación de UGent VPN** en instalaciones previas y siga los pasos 1,2 y 3 de la sección **Conexión VPN**.
2. Abra el explorador de Internet de su preferencia e ingrese el siguiente link: 200.2.15.200/tesis15/piloto/index.php, allí encontrará la interfaz de la Figura 10. Continúe en la sección 1)

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

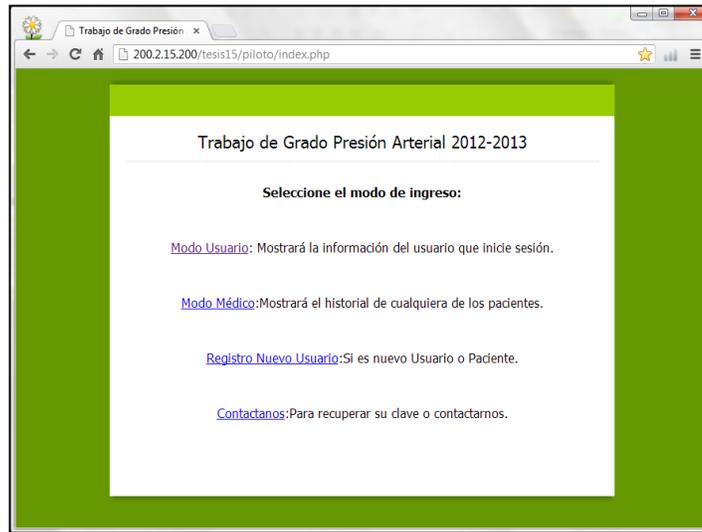


Figura 10 Interfaz de acceso a la página web desde modo seguro

Fuente: Elaboración propia

Acceso mediante **Dispositivos móviles (teléfonos o tabletas):**

Instalaciones Previas

1. Descargue la aplicación **Portal Presión Arterial 2013** en su teléfono o tableta Android y observará un icono como en la Figura 11



Figura 12 Aplicación Portal Presión Arterial instalada en teléfono y tableta Android

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Fuente: Elaboración propia

2. Abra la aplicación y encontrará la interfaz de la Figura 12.

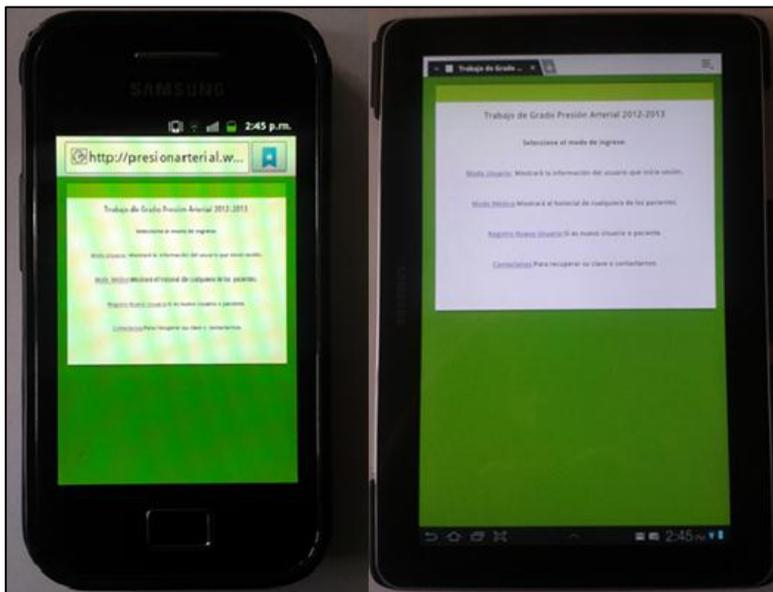
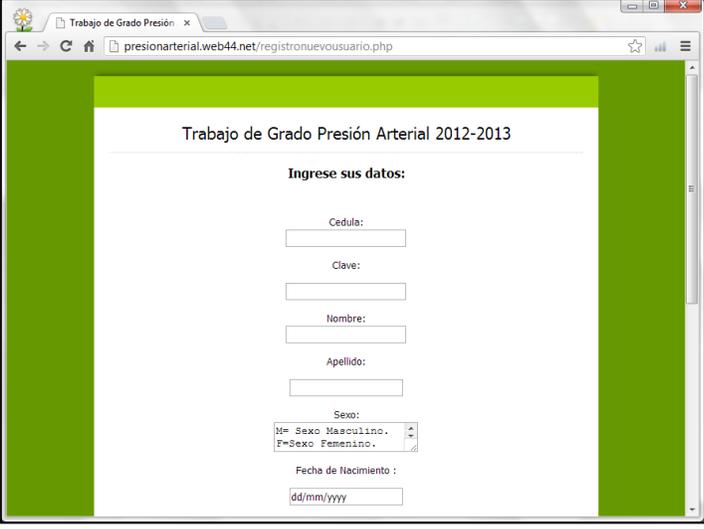


Figura 12 Interfaz de acceso a la página web desde dispositivos móviles

Fuente: Elaboración propia

- 1) Si desea registrarse en el sistema, haga *click* en el vínculo **Registro Nuevo Usuario**, verá una pantalla como en la Figura 13.

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying 'presionarterial.web44.net/registronuevousuario.php'. The page content is centered on a white background with a green border. At the top, it reads 'Trabajo de Grado Presión Arterial 2012-2013'. Below this, the heading 'Ingrese sus datos:' is followed by several input fields: 'Cédula:', 'Clave:', 'Nombre:', 'Apellido:', 'Sexo:' (with a dropdown menu showing 'M= Sexo Masculino.' and 'F=Sexo Femenino.'), and 'Fecha de Nacimiento:' (with a date format 'dd/mm/yyyy').

Figura 13 Interfaz de la página web para ingreso de datos

Fuente: Elaboración propia

- 2) Luego de ingresar sus datos presione Ingresar, y se mostrará un mensaje como el de la Figura 14.

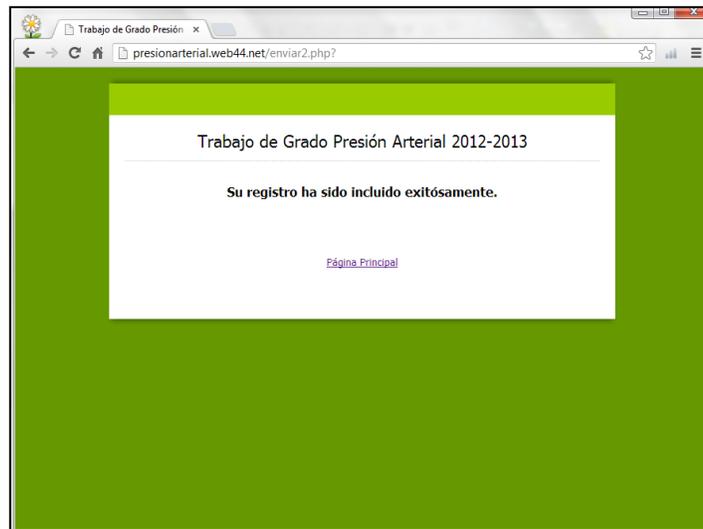


Figura 14 Mensaje mostrado en la página Web de registro exitoso

Fuente: Elaboración propia

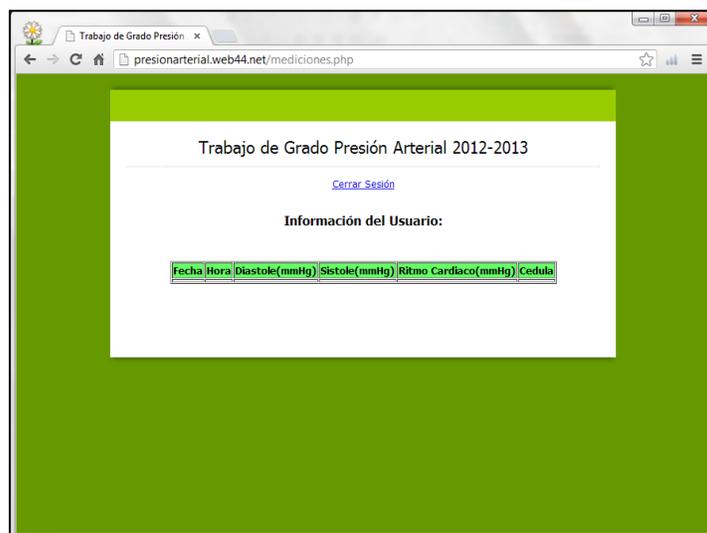
Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

- 3) Presione **Volver a la Página Principal**, y si desea visualizar las mediciones realizadas, ingrese en el vínculo Modo Usuario, se mostrará una pantalla como en la Figura 15, ingrese los datos correspondientes y podrá visualizar lo correspondiente en la Figura 16



Figura 15 Interfaz de acceso a la página web para Modo Usuario

Fuente: Elaboración propia



Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Figura 16 Interfaz de la página web para mostrar los resultados de medición

Fuente: Elaboración propia

- 4) Si es usted la persona tratante y desea ver los pacientes registrados ingrese en el vínculo **Modo Médico** y visualizará una pantalla como en la Figura 17, si desea tener los resultados de la medición de presión arterial de sus pacientes, ingrese como **Modo Usuario** en el paso 3).

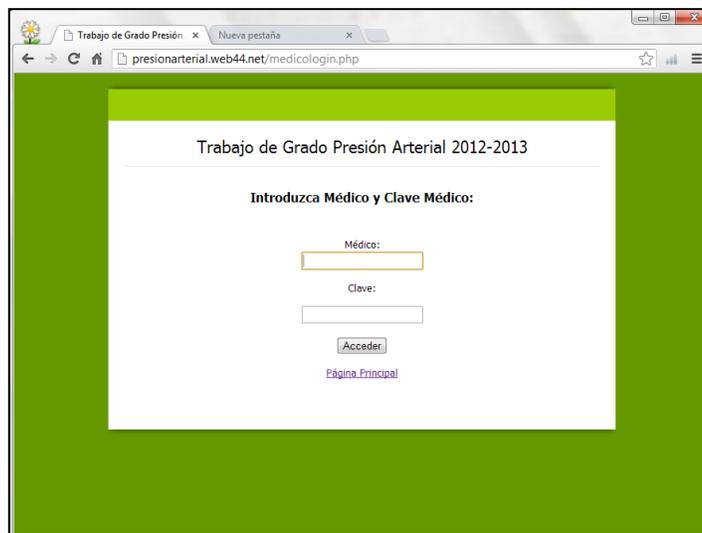
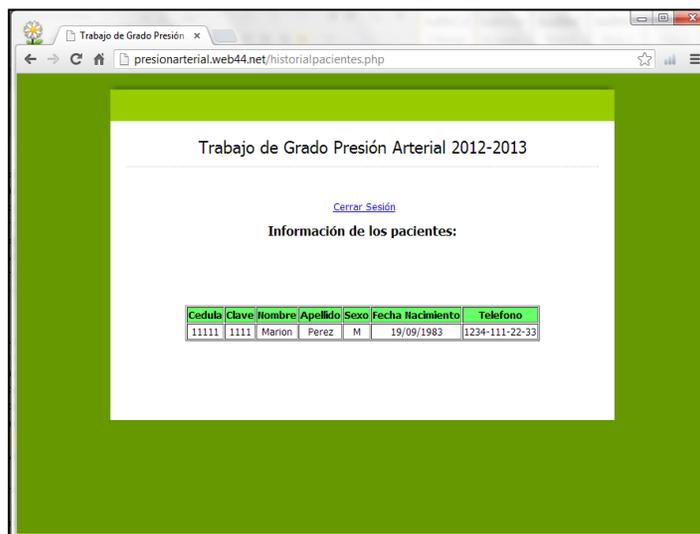


Figura 17 Interfaz de acceso a la página web en Modo Médico

Fuente: Elaboración propia

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

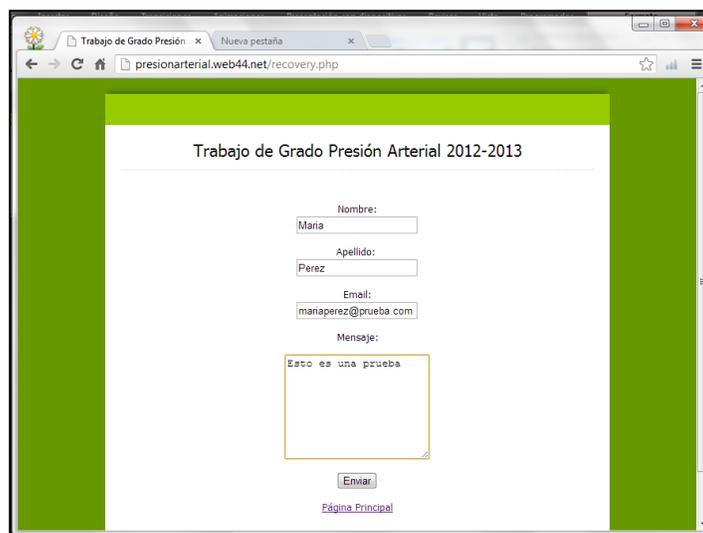


Cedula	Clave	Nombre	Apellido	Sexo	Fecha Nacimiento	Telefono
11111	1111	Marion	Perez	M	19/09/1983	1234-111-22-33

Figura 18 Visualización de paciente registrado y sus datos

Fuente: Elaboración propia

- 5) Si tiene presenta algún problema o inconveniente con el sistema puede reportarlo, accediendo al vínculo **Contáctanos** y observará una pantalla como en la Figura 19, ingrese sus datos y comente su problema, y el personal encargado se comunicará con usted.



Nombre:
Maria

Apellido:
Perez

Email:
maria.perez@prueba.com

Mensaje:
Esto es una prueba

Enviar

[Página Principal](#)

Diseño e implementación de un prototipo de sistema remoto automatizado para la monitorización de la presión arterial

Figura 19 Interfaz de la página web para reporte de problemas en el sistema

Fuente: Elaboración propia

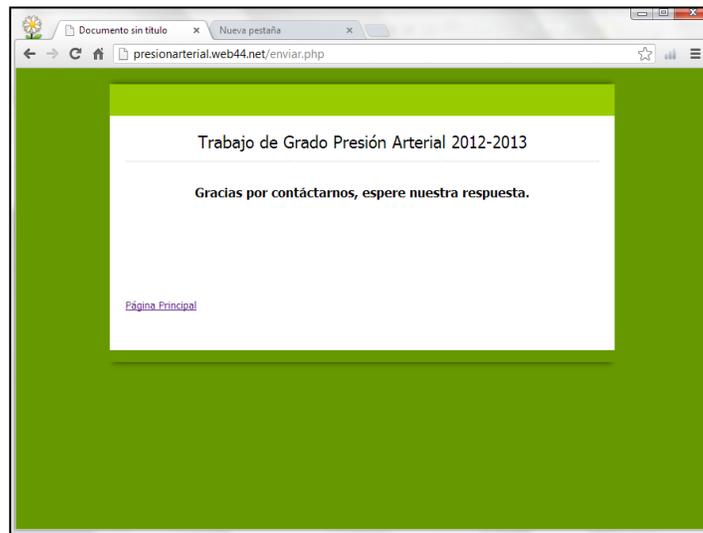


Figura 20 Mensaje de la página web para reporte de problemas en el sistema

Fuente: Elaboración propia