



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

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA
MULTIPARAMÉTRICA DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS
FISIOLÓGICOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

REALIZADO POR

Br. Briceño Gudiño, Gabriela A.

Br. Díaz González, Maira A.

PROFESOR GUÍA

Prof. Escalona, Iván

FECHA

Febrero de 2013



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

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA
MULTIPARAMÉTRICA DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS
FISIOLÓGICOS

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de
INGENIERO DE TELECOMUNICACIONES

REALIZADOPOR

Br. Briceño Gudiño, Gabriela Andreina

Br. Díaz González, Maira Alejandra

PROFESOR GUÍA

Prof. Escalona, Iván

FECHA

Febrero de 2013



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

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA
MULTIPARAMÉTRICA DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS
FISIOLÓGICOS

Este jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: _____

JURADO EXAMINADOR

Firma:

Firma:

Firma:

Nombre: _____ Nombre: _____ Nombre: _____

REALIZADO POR

Br. Briceño Gudiño, Gabriela Andreina

Br. Díaz González, Maira Alejandra

PROFESOR GUÍA

Prof. Escalona, Iván

FECHA

Febrero de 2013

RESUMEN

El presente trabajo especial de grado está enfocado en el área de la telemedicina y trata sobre el diseño y desarrollo de una aplicación capaz de captar y mostrar la lectura de dos de los datos fisiológicos que pueden ser tomados a través de una tarjeta multiparamétrica marca Goldwei modelo MGW830KIT, la cual fue adquirida en la Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones de la Universidad Católica Andrés Bello.

En primer lugar se realizó un estudio detallado de la tarjeta multiparamétrica y sus componentes electrónicos, con el objetivo de facilitar su posterior análisis y manejar de forma rápida sus conexiones. Una vez entendida la forma de envío de datos de la tarjeta, se logró la conexión de la misma con la computadora y la transmisión de los datos de los parámetros fisiológicos; se procedió al diseño de la aplicación, realizando una interfaz gráfica sencilla, versión 1.0, que permitió tomar los datos fisiológicos de la tarjeta correspondientes a los parámetros de oximetría y de temperatura de personas y visualizarlos tanto en una computadora como en una página web que se creó. Los datos que a su vez fueron almacenados en un servidor ya existente en la Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones, con la utilización de una base de datos sencilla de tipo relacional que pudiera transmitir la información hasta la página web logró que los resultados puedan ser vistos tanto por el personal de salud como por los pacientes.

Palabras Claves: telemedicina, tarjeta multiparamétrica, servidor, aplicación web.

DEDICATORIA

A Dios Todopoderoso por mantener viva la fe en todo momento, guiarnos en el camino correcto e iluminarnos para alcanzar este, nuestro sueño.

A nuestros padres y hermanos, ellos que siempre han creído en nosotras y nos han brindado apoyo incondicional, atentos en todo momento, motivándonos con su alegría y cariño.

A nuestros familiares y amigos por estar siempre pendientes de la culminación de este proyecto.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos agradecer profundamente al Lic. Armando Prieto, por brindar su apoyo y conocimientos en el área de programación, además de sus excelentes orientaciones que permitieron desarrollar y finalizar la investigación.

Al Br. Fernando Farías por haber realizado el diseño de la caja de la tarjeta multiparamétrica.

Al profesor ingeniero Joao De Gouveia por su apoyo y colaboración en la realización de la caja protectora de la tarjeta multiparamétrica, además de orientarnos teóricamente en el desarrollo de la investigación.

A nuestros padres por sus palabras de incentivación y apoyo, que permitieron iniciar y culminar el proyecto.

A nuestro tutor Prof. Iván Escalona por sus orientaciones valiosas y pertinentes, por su apoyo y confianza en la realización esta investigación.

A todas las personas que contribuyeron y facilitaron esta investigación.

INDICE GENERAL

RESUMEN	1
DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS	3
INDICE GENERAL	4
INDICE DE ILUSTRACIONES	8
INDICE DE TABLAS	9
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO I	13
PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	13
I.1- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
I.2 – OBJETIVOS	15
I.2.1– Objetivo General	15
I.2.2 – Objetivos Específicos.....	15
I.3– ALCANCE	16
I.4- LIMITACIONES	16
I.5– JUSTIFICACIÓN	17
CAPÍTULO II.....	18
MARCO TEÓRICO	18
II.1 – TELEMEDICINA.....	19
II.1.1 – Comienzos y Evolución	19
II.1.2 – Telemedicina en Venezuela	21
II.2 – Temperatura Corporal.....	24
II.2.1 - El Termómetro.....	25

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

II.3 – Oximetría.....	25
II.3.1 – El Oxímetro	26
II.3.2 - Precauciones al momento de interpretar la SpO2	28
II.4 – Modelo de Referencia OSI y TCP/ IP	29
II.4.1 - Modelo OSI.....	29
II.4.2- Modelo TCP/IP	30
II.5– Servidor	32
II.6 – Base de Datos	32
II. 7 – Protocolo SSH (Secure Shell)	33
II.9 - VPN Client.....	34
II.10 - Lenguaje de programación.....	34
II.10.1 - Lenguaje JAVA.....	35
II.10.2- Lenguaje PHP.....	35
II.10.3 - Lenguaje SQL	36
II.10.4 - Lenguaje HTML.....	37
II.11 - La Tarjeta Multiparamétrica	38
II.11.1 - Especificaciones Técnicas de la Tarjeta Multiparamétrica.....	39
CAPÍTULO III	40
MARCO METODOLÓGICO.....	40
III.1 – Tipo de Investigación.....	40
III.2 - METODOLOGÍA EMPLEADA	41
CAPÍTULO IV	47
DESARROLLO	47
IV.1 - Documentación.....	47

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

IV.2 - LA TARJETA.....	49
CAPÍTULO V	54
RESULTADOS	54
V.I - Envío de datos.....	54
V.2 - Captura de Paquetes de Información.....	55
V.2.1 - Definición de la identificación del tipo de paquete de la temperatura	57
V.2.2 - Definición de la identificación del tipo de paquete de Oximetría.....	62
V.3 - Interfaz Gráfica.....	65
V.5 - Página Web	69
V.6 - Base de Datos	72
CAPÍTULO VI.....	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
Recomendaciones	76
CAPÍTULO VII.....	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
GLOSARIO.....	80
ANEXOS	82
ANEXO A-1	83
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA	83
ANEXO A-2.....	91
FOTOGRAFÍAS DE LA CAJA PROTECTORA DE LA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA.....	91
ANEXO B	96

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

CAPTURA DE PAQUETES DE LA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA HACIENDO USO DEL PROGRAMA 232 ANALYZER.....	96
ANEXO C	102
TABLA COMPARATIVA ENTRE DATOS TOMADOS POR LA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA Y EQUIPOS TRADICIONALES.....	102
ANEXO D.....	104
ESQUEMA DE TRABAJO DE LA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA.....	104
APÉNDICE A.....	106
FACTIBILIDAD DE LA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA	106

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Esquema del Marco Teórico.....	18
Ilustración 2Telemedicina: TEGs Presentados 2006 – 2012.....	23
Ilustración 3Telemedicina: Estudiantes 2006 - 2012	24
Ilustración 4. Relación entre el coeficiente de extinción y longitud de onda, en nanómetros (nm).....	26
Ilustración 5. Posición de los Emisores y el Receptor.....	27
Ilustración 6 Patrones de curva pletismográfica de la señal de oximetría.....	28
Ilustración 7 Modelo OSI vs. Modelo TCP/IP	31
Ilustración 8 Software de Prueba de la Tarjeta Multiparamétrica	48
Ilustración 9 Parámetros mostrados por el software de prueba	48
Ilustración 10 Paquetes obtenidos desde el 232Analyzer.....	50
Ilustración 11. Presentación Interfaz Gráfica	66
Ilustración 12 Presentación Interfaz Teletarjeta v1.0, con contraseña pre-establecida	67
Ilustración 13 Presentación Interfaz Teletarjeta v1.0, seleccionando la opción de crear usuario de un personal médico	67
Ilustración 14 Datos del paciente para la toma de parámetros	68
Ilustración 15 Código generado al momento de enviar los valores de la medición	69
Ilustración 16 Página web (interfaz principal)	70
Ilustración 17 Resultados de oximetría y temperatura en la página web creada	71
Ilustración 18. Ejemplo de base de datos que almacena información de los pacientes que se toman valores de temperatura y oximetría, visto desde la plantilla de trabajo PHP Myadmin.	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. TEGs Presentados 2006 – 2012	22
Tabla 2. Estudiantes en el área de Telemedicina 2006 - 2012	23
Tabla 3 Metodología Aplicada.....	46
Tabla 4 Comparación de paquete o información de acuerdo al número de bytes.....	56
Tabla 5 Especificaciones de paquetes de Temperatura.....	58
Tabla 6 Ejemplo de un paquete para el parámetro de temperatura	59
Tabla 7 Ejemplo de un paquete Original para el parámetro de temperatura (con bits alterados).....	60
Tabla 8 Tabla de especificación de Oximetría.....	63
Tabla 9 Especificaciones de paquetes de Oximetría.....	64
Tabla 10 Especificaciones Técnicas de la Tarjeta Multiparamétrica.....	90
Tabla 11 Tabla comparativa de valores de oximetría utilizando equipo tradicional y tarjeta multiparamétrica	103
Tabla 12 Tabla comparativa de valores de temperatura utilizando equipos tradicionales y tarjeta multiparamétrica.....	103

INTRODUCCIÓN

La utilización de las tecnologías de la información y de las comunicaciones como medio para proveer servicios médicos, independientemente de la localización tanto de los que ofrecen el servicio, como los pacientes que los reciben, ha tomado un papel importante hoy en día. Los pacientes con problemas agudos cardiovasculares, circulatorios, respiratorios, entre otros, presentan la necesidad de asistir a una institución médica con el fin de llevar un control y registro de la patología respectiva, haciendo esto que el paciente pase gran parte de su tiempo trasladándose a una clínica u hospital. Es por ello que la medicina ha ido utilizando diversos equipos sofisticados de naturaleza portátil que además permiten mejorar la precisión, velocidad de respuesta, y disminuir el margen de error para llegar a diagnósticos más acertados y confiables.

A título de ejemplo se puede encontrar que actualmente existen tarjetas multiparamétricas, creadas para fines médicos capaces de registrar valores de temperatura corporal, espirometría, electrocardiograma, oximetría, presión arterial, entre otros. En la Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones se ha adquirido una tarjeta marca Goldwei modelo MGW830KIT para su uso en proyectos de telemedicina. Sin embargo, esta tarjeta no cuenta con una interfaz que traduzca los datos contenidos en ella, de allí surge la necesidad de este proyecto de Trabajo Especial de Grado, el cual consiste en desarrollar un software que permita la lectura o traducción de datos obtenidos, con una interfaz confiable y de fácil manejo al usuario que muestre la data contenida en la tarjeta multiparamétrica, con la finalidad de que la información sea recibida por el personal médico sin la necesidad de estar presente en el lugar, mejorando los tiempos de respuesta. Así mismo el uso de varias tarjetas permite recibir los distintos datos fisiológicos de varios pacientes con ubicaciones remotas diferentes.

Para este trabajo de investigación se debe realizar inicialmente un estudio detallado de las capacidades y funcionamiento de la tarjeta multiparamétrica; para luego seleccionar al menos dos datos fisiológicos para ejercer en ellos el diseño de la aplicación a ser mostrada y utilizada por el usuario final. Además se comprobará la compatibilidad entre el software diseñado y la tarjeta multiparamétrica, realizando la lectura de los valores correspondientes. Finalmente se hará una comparación entre los datos de la tarjeta multiparamétrica con los obtenidos utilizando equipos tradicionales, para garantizar así el buen funcionamiento y la rentabilidad que ofrece el uso de esta tarjeta.

A su vez se pretende presentar una opción que permita mejorar y agilizar los tiempos de análisis de datos fisiológicos de pacientes de manera remota mediante una página web, así como la construcción de una base de datos simple para el manejo de la información correspondiente que será almacenada en el servidor de la Escuela.

Este Trabajo Especial de Grado se encuentra dentro de la modalidad de investigación descriptiva, científica y de campo, ya que para llevarla a cabo es necesario describir tal y como son cada uno de los elementos que componen la tarjeta multiparamétrica. Además se toman y analizan sistemáticamente datos fisiológicos reales de personas que participan en el proyecto con el propósito de describirlos, analizarlos e interpretarlos, incluyendo el diseño de la aplicación y página web que permitirán visualizar dichos datos. Cabe destacar que para desarrollar esta metodología y cumplir con los objetivos propuestos, se realizó una consulta a expertos tanto en el área de medicina como en el área de telecomunicaciones, lo que facilitó el entendimiento y uso de esta tarjeta multiparamétrica.

La investigación descrita anteriormente está estructurada en siete capítulos; en el primer capítulo se define el proyecto, presentando el planteamiento del problema, los objetivos propuestos, alcances y limitaciones, mientras que en el capítulo dos se expone la información teórica necesaria para empezar el desarrollo de este proyecto. Dentro de la información conceptual se encuentra la telemedicina, la temperatura, oximetría, los

diferentes lenguajes de programación necesarios tales como JAVA, PHP, MySQL, HTML, los diferentes modelos de referencia tales como modelo OSI y modelo TCP/IP; además se mostrarán las principales características de la tarjeta multiparamétrica utilizada en este proyecto. En el capítulo III se explica la metodología empleada, donde se conocerán las diferentes fases de realización del proyecto junto con los métodos, técnicas y procedimientos utilizados en cada fase. El capítulo IV muestra el desarrollo de cada una de las fases necesarias para conseguir la culminación del proyecto, mientras que el capítulo V demuestra los resultados obtenidos de acuerdo al desarrollo realizado y sus respectivos análisis para proponer ciertas conclusiones y recomendaciones. En el capítulo VI se presenta la conclusión referente al proyecto, los distintos logros alcanzados y las recomendaciones pertinentes que pudiesen ser bases fundamentales para futuros proyectos; por último se presenta el capítulo VII donde se destacan las referencias bibliográficas y electrónicas utilizadas. Además se presentarán ciertos anexos y apéndices como soporte del presente proyecto.

A lo largo de este Trabajo Especial de Grado se explicará detalladamente cada uno de los capítulos nombrados anteriormente, para el entendimiento del desarrollo de este proyecto.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

I.1- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con el pasar del tiempo la medicina en su incansable búsqueda de soluciones que permitan solventar el problema de salud ha ido evolucionando en el campo tecnológico, buscando realizar de forma más automática tareas que le son propias, con la intención de liberarse y agilizar los trabajos más pesados y fatigosos, ayudándose con instrumentos nuevos y recurriendo a otras áreas, como por ejemplo la ingeniería mecánica, ingeniería electrónica y la ingeniería en telecomunicaciones. Esta última mediante la telemedicina, la cual facilita la realización de diagnósticos y tratamientos a distancia utilizando videoconferencias y equipos que permiten la transmisión de signos vitales e imágenes para su posterior análisis, todo lo cual ha permitido el desarrollo de diversas aplicaciones que facilitan el estudio y registro de datos imprescindibles en la evaluación de los pacientes con diferentes patologías hipertensivas, cardíacas, pulmonares, circulatorias, entre otras, siendo estas las más comunes en la sociedad.

La utilización de las tecnologías de la información y de las comunicaciones como medio para proveer servicios médicos, independientemente de la localización tanto de los que ofrecen el servicio, como los pacientes que los reciben, ha tomado un papel importante hoy en día, facilitando en gran medida la monitorización de pacientes que presenten patologías como las nombradas anteriormente, superando los obstáculos y barreras que dificultan o imposibilitan el desplazamiento de las personas a centros médicos, ya sea por barreras geográficas, climatológicas entre otras, o bien aportando soluciones que impliquen menor costo y tiempo garantizando la eficiencia en los exámenes realizados.

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

Los pacientes con problemas agudos cardiovasculares, circulatorios, respiratorios, entre otros, presentan la necesidad de asistir a una institución médica con el fin de llevar un control y registro de la patología respectiva, haciendo esto que el paciente pase gran parte de su tiempo trasladándose a una clínica u hospital, es por ello que la medicina ha ido utilizando diversos equipos sofisticados de naturaleza portátil que además permiten mejorar la precisión, velocidad de respuesta, y disminuir el margen de error para llegar a diagnósticos más acertados y confiables.

Actualmente existe una tarjeta multiparamétrica, dispositivo creado para fines médicos, capaz de registrar valores de temperatura corporal, espirometría, electrocardiograma, oximetría y presión arterial. En la Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones se ha adquirido una tarjeta como la descrita anteriormente, marca Goldwei modelo MGW830KIT para su uso en proyectos de telemedicina. Sin embargo, esta tarjeta no cuenta con una interfaz que traduzca los datos contenidos en ella, de allí la necesidad del presente proyecto de Trabajo Especial de Grado, el cual consiste en desarrollar un software que permita la lectura o traducción de ciertos datos, y cuente con una interfaz confiable y de fácil manejo al usuario de la data contenida en la tarjeta multiparamétrica, con la finalidad de que la información sea recibida por el personal médico sin la necesidad de estar presente en el lugar, mejorando los tiempos de respuesta. Así mismo el uso de varias tarjetas permite recibir los distintos datos fisiológicos de varios pacientes con ubicaciones remotas diferentes.

I.2 – OBJETIVOS

I.2.1– Objetivo General

Desarrollar una aplicación a través de una interfaz gráfica utilizando una tarjeta multiparamétrica que permita el registro y lectura de algunos datos fisiológicos.

I.2.2 – Objetivos Específicos

1. Realizar un estudio detallado de las capacidades y funcionamiento de la tarjeta multiparamétrica marca Goldwei modelo MGW830KIT, existente en la Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones para demostrar su funcionalidad.
2. Seleccionar al menos dos datos fisiológicos para el diseño de la aplicación a ser montada en el servidor de la Escuela.
3. Comprobar la compatibilidad entre el software diseñado y la tarjeta multiparamétrica realizando la lectura de los valores en ella.
4. Comparar los datos de la tarjeta multiparamétrica con los obtenidos con equipos tradicionales.
5. Construir una base de datos para el manejo de la información correspondiente.
6. Desarrollar una página web en el servidor de la Escuela.

I.3- ALCANCE

Se pretende lograr el correcto funcionamiento de la aplicación desarrollada para mejorar y facilitar el empleo de equipos médicos conectados en una sola tarjeta, lo que ahorrará costos y tiempo, además demostrará precisión en la toma de registros y análisis de datos fisiológicos en los pacientes, por lo que se presume que con esta investigación el médico tendrá una gran herramienta de ayuda para su desempeño laboral e investigativo, demostrando también así el gran apoyo que la Ingeniería en Telecomunicaciones brinda a la ciencia en general, en este caso específico a la medicina.

I.4- LIMITACIONES

El proyecto no incluirá la comprobación de las seis funciones que contiene la tarjeta multiparamétrica, y por razones de tiempo se enfocará solamente en algunas de estas.

En segundo lugar, la implementación del programa dependerá de la existencia de una conexión a Internet en el consultorio. Es necesario que en cada sitio donde se desee implementar el servicio se cuente con conexión a la red, ya que toda la información se almacena en un servidor, se tendrá acceso a estos datos mediante una página web.

Por último, el usuario final al momento de utilizar la aplicación deberá tener conocimientos sobre el uso y manejo del programa, para así poder guardar y actualizar correctamente la información de los pacientes registrados en la tarjeta multiparamétrica.

I.5– JUSTIFICACIÓN

Este Trabajo Especial de Grado se realiza con la intención de probar dispositivos tecnológicos destinados a usos en telemedicina, actualizados y de gran ayuda que brindan la facilidad tanto a médicos como a pacientes de registrar datos fisiológicos de manera muy rápida, que antes eran obtenidos utilizando un equipo especializado para cada área en estudio y que ahora pueden ser medidos mediante un solo dispositivo que incluye todas las funciones, como son temperatura corporal, oximetría, presión arterial, espirometría y electrocardiograma, ahorrando costos, tiempo y espacio físico.

El desarrollo de la aplicación para el uso de esta tarjeta multiparamétrica pretende proponer una solución tecnológica y de fácil acceso, que permita a las personas especializadas en el área de la medicina monitorizar pacientes que presenten patologías como las ya nombradas anteriormente y registrar los respectivos valores mediante una base de datos, de manera que puedan ser visualizados y analizados mediante el uso de una computadora o un dispositivo móvil y así manejar la información correspondiente de manera efectiva, evitando que el paciente pase gran parte de su tiempo yendo a una clínica u hospital.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Este proyecto de Trabajo Especial de Grado involucra definiciones correspondientes al área de la medicina, específicamente de diversos datos fisiológicos necesarios para el entendimiento y avance del desarrollo del proyecto. Cabe destacar que este trabajo de grado es una extensión de otras investigaciones enmarcadas dentro de esta corriente que es telemedicina. La siguiente ilustración muestra los puntos teóricos más importantes a ser conocidos para llevar a cabo el proyecto.

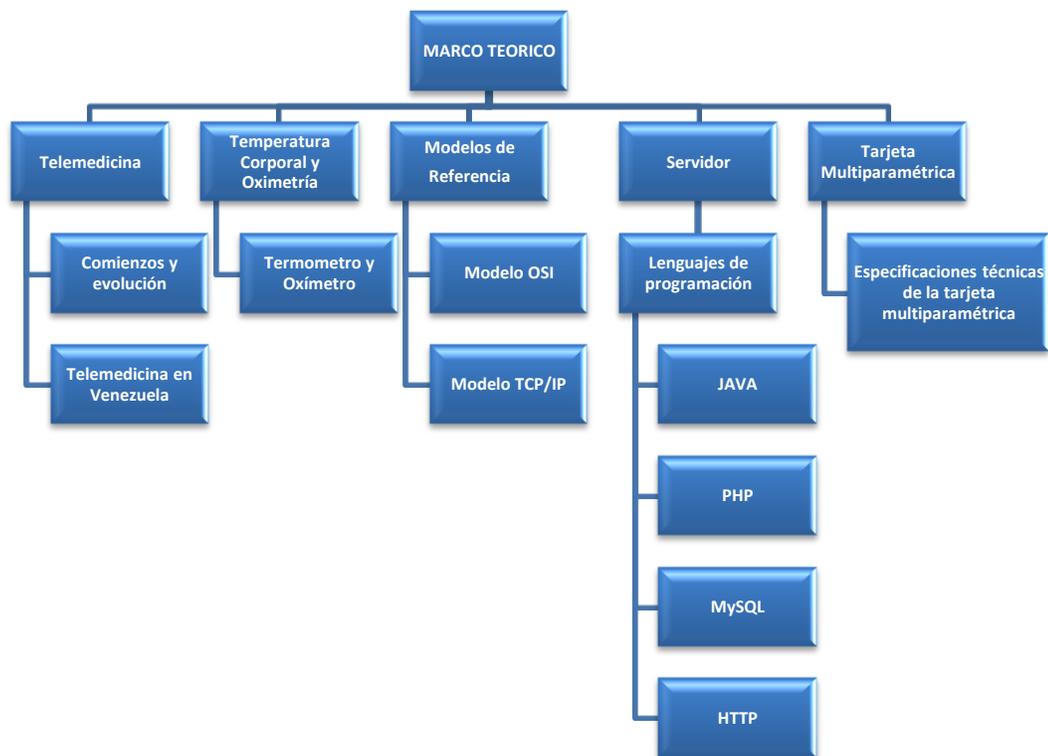


Ilustración 1 Esquema del Marco Teórico
Fuente: Elaboración Propia

II.1 – TELEMEDICINA

A partir de la Biotelemedicina se originó la Telemedicina, definida como la práctica médica a distancia, ya sea en tiempo real o diferido, entre profesionales de la salud, haciendo uso de las tecnologías de la información. La telemedicina es el proceso de utilización de la comunicación a través de audio y vídeo, para transmitir o intercambiar información sobre un paciente con un médico o también de un profesional médico a otro.

La telemedicina básicamente es un recurso tecnológico que permite la prestación de servicios médicos a distancia, utilizando aplicaciones informáticas y de telecomunicaciones, facilitando el intercambio de información médica sin la necesidad de estar físicamente cerca de un individuo o grupo de individuos.

II.1.1 – Comienzos y Evolución

La Telemedicina existe como tal desde finales de la década de 1950. Una de las primeras implementaciones se efectuó en la Universidad de Nebraska en los Estados Unidos, y consistió en un circuito cerrado de televisión bidireccional comunicado por microondas, que se usó para tratamiento a distancia y educación médica.

Los primeros proyectos estuvieron dirigidos a la tele-consulta y a la tele-educación. El desarrollo de la Telemedicina hasta su sofisticado nivel actual ha pasado por muchas etapas, y resulta indudable que ha estado íntimamente relacionado con aspectos eminentemente tecnológicos.

“En el año 1967, se creó en Boston el primer sistema de Telemedicina en el que existía una interacción regular entre médicos y pacientes. Fue dirigido por los doctores Byrd, Fitzpatrick y Sanders, los cuales acuñaron el nombre de “Telemedicina”. Este sistema se estableció entre la Estación Médica del Aeropuerto Internacional Logan y el Massachusetts General Hospital. Mediante este sistema se prestaban servicios de medicina a los empleados del aeropuerto y atención médica a los viajeros, usando un circuito audiovisual bidireccional basado en microondas. La estación estaba atendida por varias enfermeras las 24 horas, y un médico que estaba durante las horas pico de llegada o salida de vuelos”. Martínez, C. (2009)

En los años siguientes a 1968 se fue expandiendo y desarrollando el campo de la Telemedicina en muchos países como Estados Unidos, Australia, Canadá y distintos países de Europa. Sin embargo en las décadas de los 70’s, 80’s e inicio de los 90’s existieron muchos proyectos fallidos. Es entonces a partir de 1994 cuando se empiezan a obtener una gran cantidad de proyectos exitosos en Telemedicina.

Actualmente existen numerosas aplicaciones de telemedicina como por ejemplo teleconsulta, para el médico general, telediagnóstico, telepatología, teleradiología, teledermatología, entre muchas, que permite cuidados de enfermería para lesiones leves por medio de enlaces de video y atención telefónica que satisfacen demandas de la población.

“En la última década ha existido un considerable interés en la posibilidad de utilizar la telemedicina como una ayuda en la atención sanitaria de la enfermería domiciliaria. Se han estudiado diferentes tipos de equipos tecnológicos con la esperanza de que la atención que se proporciona a los pacientes con enfermedades crónicas sea más barata o de mayor calidad que las tradicionales visitas a hospitales o clínicas” como expresa Giménez, S (2009).

En el futuro próximo continuará el desarrollo de nuevas técnicas de imagen y su accesibilidad remota, así como el avance de la cirugía mínimamente invasiva,

mediante la incorporación de soportes de robótica, los sistemas de monitorización avanzada en la cama del hospital o transportados por el propio paciente y la difusión de sistemas de videoconferencia.

II.1.2 – Telemedicina en Venezuela

En Venezuela se ha venido desarrollando cierto número de iniciativas importantes tanto con carácter personal como institucional. Como ejemplo se puede ver la labor desarrollada por la empresa Telesalud www.tele-salud.com junto con la fundación Maniapure www.maniapure.org y en diversas universidades, tales como UC, UCLA, USB y UCV, en esta última el Proyecto SOS Telemedicina para Venezuela <http://caibco.ucv.ve>.

En el año 2005 en la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), el profesor Iván Escalona perteneciente al grupo de Física Médica de la Facultad de Ciencias de la UCV y centros clínicos asociados, propuso la posibilidad de desarrollar algunos Trabajos Especiales de Grado (TEG) en la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), en la Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones en el área de Telemedicina, teniendo como centro asociado inmediato el Centro de Salud Santa Inés. (Escalona & Pirrone, 2012)

Desde mediados del 2006, vista la potencialidad que estaba tomando el área, se había comenzado a perfilar la necesidad de conformar el Grupo de Telemedicina como primer grupo de investigación dentro de la Escuela de Ingeniería en Telecomunicaciones, cuya existencia formal facilitaría la coordinación de esfuerzos para el desarrollo de proyectos, la búsqueda de financiamiento y los convenios de cooperación con otras instituciones. (Escalona & Pirrone, 2012)

El objetivo principal del Grupo de Telemedicina quedó inicialmente establecido como la contribución con el bienestar social, mediante la implementación de redes de

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

telecomunicaciones para soporte de actividades médicas e investigaciones en sus aplicaciones a salud y el uso de dispositivos móviles.

Todas las actividades desarrolladas en seis años y medio de Trabajos Especiales de Grado y Pasantías se detalla en las siguientes tablas y gráficos, los cuales sustentan la búsqueda de convenios de cooperación y financiamiento, tanto a nivel nacional como a nivel internacional, que le dé continuidad a los proyectos ya desarrollados en áreas de conectividad y aplicaciones, o permita el inicio de nuevos proyectos correlacionados.

De acuerdo a los siguientes datos de Trabajos Especiales de Grado presentados hasta los momentos, se tiene:

Tabla 1. TEGs Presentados 2006 – 2012

Año	Telemática	Conectividad	Telem.+Conect.
2006	1	-	1
2007	2	2	4
2008	3	2	5
2009	5	18	23
2010	6	20	26
2011	5	1	6
2012	4	-	4
Total	26	43	69

Fuente: Elaboración Propia

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

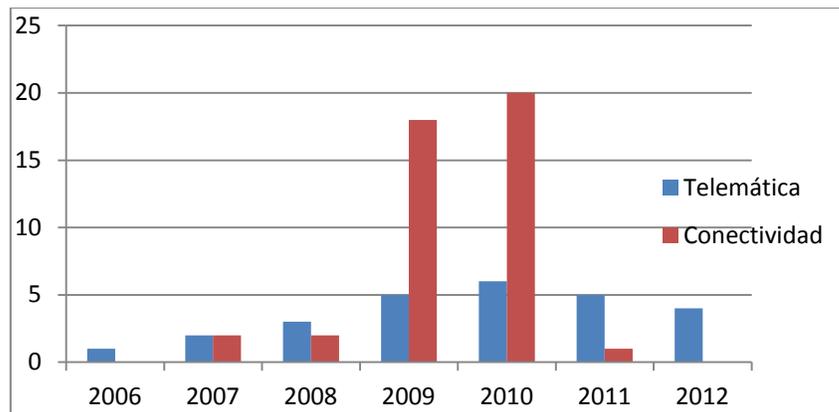


Ilustración 2 Telemática: TEGs Presentados 2006 – 2012
Fuente: Propia

De acuerdo a los siguientes datos de los tesis y pasantes hasta la actualidad, se tiene:

Tabla 2. Estudiantes en el área de Telemática 2006 - 2012

	Tesis	Pasantes	Tesis+Pasantes
2006	2	2	4
2007	8	-	8
2008	9	3	12
2009	41	11	52
2010	46	13	59
2011	11	17	28
2012	7	-	7
Total	124	46	170

Fuente: Elaboración Propia

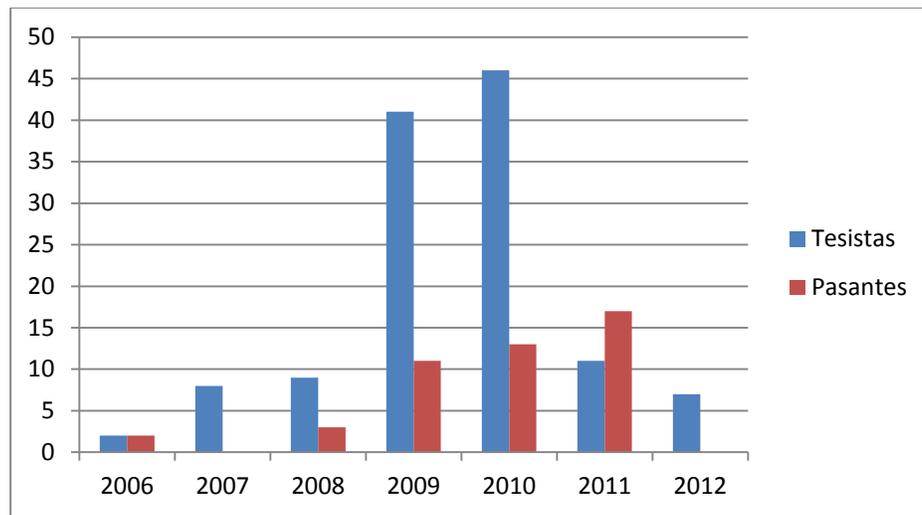


Ilustración 3Telemedicina: Estudiantes 2006 - 2012
Fuente: Elaboración Propia

II.2 – Temperatura Corporal

La temperatura corporal es una medida que refleja la intensidad del calor que manifiesta el nivel térmico del cuerpo. La temperatura depende del movimiento de las moléculas que componen el cuerpo; si éstas están en mayor o menor movimiento, será mayor o menor su temperatura respectivamente. (Campbell & Reece, 2005)

La temperatura normal es el resultado del equilibrio establecido entre el calor producido y el calor perdido por el organismo; de esta manera en el ser humano la temperatura normal promedio es de 37° C.

La temperatura que se registra en la axila, oscila en el paciente sano entre 36°C y 37 °C. Se considera que una persona presenta:

- * Un estado subfebril: Cuando la temperatura oscila entre 37 y 37,5 °C.
- * Hipotermia: Cuando la temperatura es menor de 35,0 °C.
- * Hipertermia: Cuando la temperatura es mayor de 41 °C

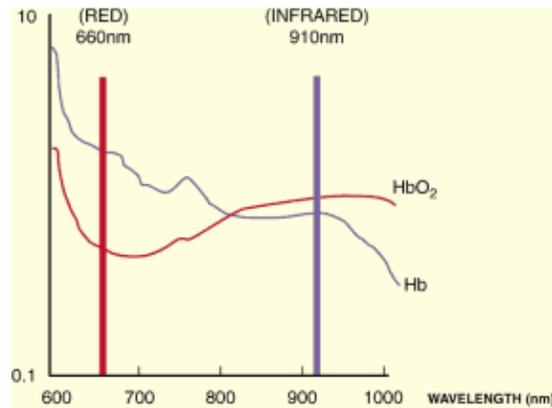
II.2.1 - El Termómetro

Es el instrumento que mide la temperatura, si se enfoca en la parte humana se utiliza el termómetro clínico, cuyo aparato comprende divisiones de décimas de grados entre 32°C y 42°C, existiendo hoy día termómetros más actualizados, digitales.

II.3 - Oximetría

La oximetría de pulso (SpO₂) es la estimación de la saturación arterial de oxígeno (SaO₂) en forma no invasiva, usando dos emisores de luz y un receptor colocados a través de un lecho capilar pulsátil. (Palacios, Cecilia, & Juan, 2010)

La hemoglobina oxigenada (HbO₂) y la hemoglobina desoxigenada (Hb) absorben y transmiten determinadas longitudes de onda del espectro luminoso, en este caso: se tiene para la luz roja, a 660 nm, y para la luz infrarroja, a 910 nm. La física de la oximetría de pulso se ha basado en la ley de Lambert Beer, en la que intervienen el coeficiente de extinción, la concentración y la longitud de la vía óptica, ello se expone en la Ilustración 4, que muestra la relación entre el coeficiente de extinción y la longitud de onda en nanómetros (nm), con detección de la luz roja e infrarroja a 660 y 910 nm., respectivamente. (Lemme, 2007)



**Ilustración 4. Relación entre el coeficiente de extinción y longitud de onda, en nanómetros (nm).
Fuente: Daniel Lemme**

Las lecturas normales de saturación de oxígeno en la sangre a nivel o cerca del nivel del mar se encuentran entre 92% y 100%, medidas con el oxímetro de pulso. El flujo arterial normal y la frecuencia cardíaca calculada dependen del estado y la edad del paciente, además se conoce que el pulso normal de un adulto puede variar entre 60 a 100 bpm (pulsos por minuto).

II.3.1 – El Oxímetro

El sensor del oxímetro de pulso consiste en dos diodos emisores de luz, uno para la luz roja y otro para la infrarroja, y un fotodiodo detector. Para mejorar el rendimiento, los diodos emisores y el detector deben colocarse en puntos opuestos de un lugar perfundido que sea translúcido. El fotodiodo mide tres niveles lumínicos diferentes: la luz roja, la luz infrarroja y también la luz ambiente. (Zamora & Moreno)

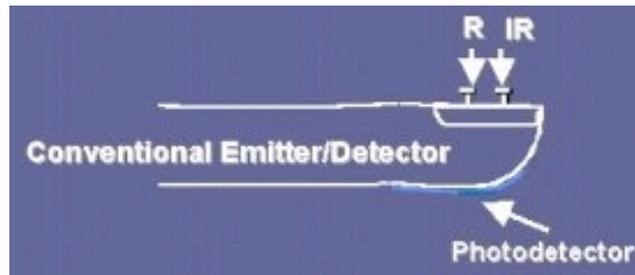


Ilustración 5. Posición de los Emisores y el Receptor
Fuente: Gaspar Zamora

En la oximetría de pulso se transmite luz roja e infrarroja a través de tejido perfundido y se detectan las señales fluctuantes causadas por los pulsos de la presión arterial. La sangre bien oxigenada es de color rojo vivo, mientras que la sangre con oxigenación deficiente es de color rojo oscuro. El pulsioxímetro determina la saturación de oxígeno funcional de la hemoglobina arterial a partir de esta diferencia de color, midiendo la proporción de la luz roja e infrarroja absorbida durante las fluctuaciones del volumen sanguíneo con cada latido cardíaco. Ya que las condiciones estacionarias (flujo sanguíneo venoso estacionario, el espesor de la piel, los huesos, las uñas, etc.) no provocan fluctuaciones, tampoco afectan las mediciones de saturación. (Zamora & Moreno)

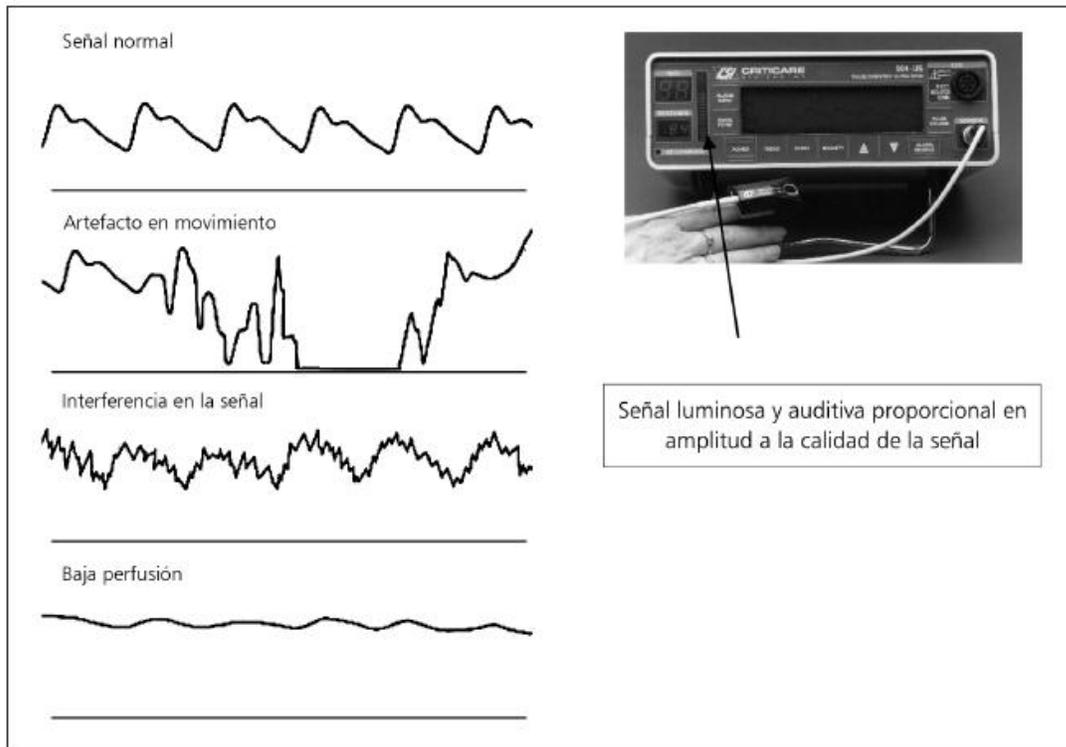


Ilustración 6 Patrones de curva pletoisométrica de la señal de oximetría
Fuente: Sylvia Palacios

II.3.2 - Precauciones al momento de interpretar la SpO₂

Se debe considerar que existen situaciones y/o condiciones donde la oximetría de pulso puede dar información errónea y no se recomienda su uso; éstas son las siguientes:

1. Valores de SpO₂ < 80%

No tienen buena correlación con mediciones por co-oximetría, por lo que se recomienda corroborar estos valores con mediciones de SaO₂ a través de gasometría arterial. También hay que considerar que de acuerdo a la curva de

disociación de la hemoglobina valores de SaO₂ de 100% no cuantifican el grado de hiperoxemia en pacientes con oxigenoterapia suplementaria.

2. Alteraciones de la hemoglobina:

a. Inhalación de monóxido de carbono (CO) conduce a altos niveles de carboxihemoglobina, la cual tiene un coeficiente de absorción de luz similar a la oxihemoglobina, en esta condición el oxímetro de pulso sobreestima el valor de SpO₂.

b. En pacientes con sospecha de altos niveles de metahemoglobinemia, que también tiene un coeficiente de absorción de luz similar a la oxihemoglobina, el oxímetro de pulso sobreestima el valor de SpO₂ (enfermedades congénitas del metabolismo, intoxicación por nitritos, metoclopramida, sulfas, lidocaína, entre otros).

En estos casos no se recomienda utilizar oxímetro de pulso.

II.4 – Modelo de Referencia OSI y TCP/ IP

II.4.1 - Modelo OSI

Las siglas OSI son la abreviatura en inglés para el modelo de Interconexión de Sistemas Abiertos, el cual es un modelo de arquitectura por niveles, desarrollado por la Organización Internacional de Normas (ISO) que permite la comunicación de equipos de distinto tipo. Este modelo está compuesto por siete capas o niveles, separados pero relacionados, cada uno de los cuales representa una función que debe ejecutarse para completar el proceso de transmisión de información a través de una red.

Para garantizar la comunicación entre dos sistemas, los niveles presentes en cada equipo terminal deben ser equivalentes, ya que cada uno se preocupa exclusivamente por entenderse con su par del mismo nivel en el otro extremo del enlace. Cada nivel está definido como la función de la comunicación que puede ejecutarse por varios protocolos, por lo que cada nivel tiene una familia de protocolos asociados que realizan funciones distintas.

II.4.2- Modelo TCP/IP

El modelo TCP/IP es la base de Internet, y sirve para comunicar todo tipo de dispositivos, fue desarrollado y demostrado por primera vez en 1972 por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, ejecutándolo en ARPANET, una red de área extensa del Departamento de Defensa. (Modelo TCP/IP, 2009)

TCP/IP es software, es decir, es un modelo para ser implementado en cualquier tipo de red, facilita el intercambio de información independientemente de la tecnología y el tipo de subredes a atravesar, pudiendo ser redes de área local (LAN) o área extensa (WAN) proporcionando una comunicación transparente a través de sistemas heterogéneos, por todo esto, TCP/IP no define una capa física ni de enlace. (Ruiz, 2012)

Este protocolo define solamente tres capas que funcionan en los niveles superiores a las capas físicas y de enlace, para hacerlo así un modelo independiente del hardware en el que se implemente.

Durante una transmisión, los datos cruzan cada una de las capas en el nivel del equipo remitente. En cada capa, se le agrega información al paquete de datos. Esto se llama encabezado, es decir, una recopilación de información que garantiza la transmisión. En el nivel del equipo receptor, cuando se atraviesa cada capa, el

encabezado se lee y después se elimina. Entonces, cuando se recibe, el mensaje se encuentra en su estado original. (Torres, 2009)



Ilustración 7 Modelo OSI vs. Modelo TCP/IP
Fuente: Networking, Seguridad

Como se puede observar, las capas del modelo TCP/IP tienen tareas mucho más diversas que las del modelo OSI, considerando que ciertas capas del modelo TCP/IP se corresponden con varios niveles del modelo OSI.

Dentro de las comparaciones notorias que muestra cada modelo, se encuentran las siguientes:

- Describen una arquitectura jerárquica en niveles.
- La funcionalidad de las capas guardan “cierta” correspondencia.

- Consideran un gran número de protocolos independientes.
- TCP/IP originalmente no distinguía en forma clara entre servicio, interfaz y protocolo. Se ha tratado de asemejar a OSI.

II.5– Servidor

Existen diferentes interpretaciones para la palabra servidor según el área donde estemos trabajando, según (Gutierrez, Herrera, & Garcia, 2012); se tiene que un servidor “En Internet, es un ordenador remoto que provee los datos solicitados por parte de los navegadores de otras computadoras. En redes locales se entiende como el software que configura un PC como servidor para facilitar el acceso a la red y sus recursos, y en informática, un servidor es un tipo de software que realiza ciertas tareas en nombre de los usuarios”.

En cuanto a la función que cumplen los servidores, se encuentra que son los que almacenan información en forma de páginas web y a través del protocolo HTTP y son entregados a los clientes en formato HTML. Cabe destacar que un servidor también es un ordenador físico donde funciona el software, el cual proporciona datos de modo que otras máquinas puedan utilizar esos datos. De esta manera se utilizó un servidor en este trabajo especial de grado para acceder a los archivos registrados por la tarjeta multiparamétrica.

II.6 – Base de Datos

Una base de datos es una colección organizada de datos relacionados. Una base de datos se utiliza para almacenar y recuperar datos. Físicamente, los datos se almacenan como archivos de datos en una computadora. Una colección de datos

computarizados, que constituyen una base de datos, son almacenados como un archivo de datos en una computadora. (IBM, Education Services, 2007)

II. 7 – Protocolo SSH (Secure Shell)

SSH es un protocolo que facilita las comunicaciones seguras entre dos sistemas usando una arquitectura cliente/servidor y que permite a los usuarios conectarse a un host remotamente. A diferencia de otros protocolos de comunicación remotas, tales como Telnet, SSH encripta la sesión de conexión, haciendo imposible que alguien pueda obtener contraseñas no encriptadas. (Red Hat, Inc., 2005)

Características de SSH

El protocolo SSH proporciona los siguientes tipos de protección:

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, lo cual los hacen extremadamente difíciles de descifrar y leer. (Red Hat, Inc., 2005).

II.8 - FileZilla

FileZilla es un software de código abierto que se distribuye gratuitamente bajo los términos de la Licencia Pública General de GNU. Es un programa que permite subir y bajar archivos de un servidor remoto, es gratuito y su rendimiento es superior a la media. (Benedetti, 2012).

II.9 - VPN Client

Es un programa que sirve para establecer túneles encriptados para la conectividad remota altamente segura para empleados móviles o teletrabajadores; es una herramienta fácil de desplegar y usar que tiene seguridad en la encriptación.

En este Trabajo Especial de Grado se ha utilizado el cliente VPN de Cisco, siendo un programa fácil de desplegar y usar, aparte de ser la herramienta suministrada por la Dirección de Tecnologías de Información (DTI).

El cliente VPN de Cisco:

- Requiere poca intervención del usuario para las conexiones iniciales
- Soporta Cisco Easy VPN capacidades, la disminución de la seguridad de red de configuración de la política en la ubicación remota
- Complementa al cliente de Cisco Any Connect Secure Mobility.

II.10 - Lenguaje de programación

Cuando se programa, se indica una serie de instrucciones para que la computadora las ejecute. Para asegurarse que la computadora entienda las instrucciones, se han establecido lenguajes bien definidos para especificar y poder generar la comunicación con la computadora. Estos lenguajes tienen características similares a los lenguajes comunes que utilizan las personas para comunicarse unas con otras, pues cuentan con reglas y estructuras que deben seguirse.

Un lenguaje de programación es un lenguaje que puede ser utilizado para controlar el comportamiento de una máquina, particularmente una computadora. Consiste en un conjunto de reglas sintácticas y semánticas que definen su estructura y el significado de sus elementos, respectivamente (Saavedra, 2005).

II.10.1 - Lenguaje JAVA

Java es un lenguaje de programación y la primera plataforma informática fue creada por Sun Microsystems en 1995. Es la tecnología subyacente que permite el uso de programas punteros, como herramientas, juegos y aplicaciones de negocios. Java se ejecuta en más de 850 millones de ordenadores personales de todo el mundo y en miles de millones de dispositivos, como dispositivos móviles y aparatos de televisión (¿Qué es Java?).

II.10.2- Lenguaje PHP

PHP, acrónimo de “Hyertext Preprocessor”, es un lenguaje interpretado de alto nivel que se ejecuta del lado del servidor. PHP está especialmente diseñado para desarrollos web y puede ser embebido en páginas HTML, ya que se puede incorporar código PHP directamente dentro de código HTML; es de plataforma cruzada, esto se refiere a que se puede utilizar en plataformas bajo distintos sistemas operativos. PHP ha evolucionado por lo que ahora incluye también una interfaz de línea de comandos que puede ser usada en aplicaciones gráficas independientes. PHP puede ser usado en la mayoría de los servidores web (Pelissier).

También se conoce que PHP es un lenguaje de código abierto; significa que su distribución es libre (se puede obtener sin pagar una licencia de software) y además su código fuente es accesible para todos los interesados. La mayor parte de su sintaxis es similar a C. El objetivo de este lenguaje es permitir a los desarrolladores web crear páginas dinámicas de una manera rápida y sencilla. (IBM, Education Services, 2008)

Cuando el cliente hace una petición al servidor para que le envíe una página web, el servidor ejecuta el intérprete de PHP. Éste procesa el script solicitado que generará el contenido de manera dinámica (por ejemplo obteniendo información de una base de datos). El resultado es enviado por el intérprete al servidor, quien a su vez se lo envía al cliente. Mediante extensiones es también posible la generación de archivos PDF, Flash, así como imágenes en diferentes formatos.

II.10.3 - Lenguaje SQL

SQL (Structured Query Language), es un lenguaje sencillo, orientado principalmente a base de datos relacionales. El principal objetivo de SQL es la realización de consultas y cálculos con los datos de una o varias tablas. El lenguaje SQL está compuesto por comandos, cláusulas, operadores y funciones de agregado. Estos elementos se combinan en las instrucciones para crear, actualizar y manipular las bases de datos. (¿Qué es SQL?)

Es un lenguaje declarativo de "alto nivel" o "de no procedimiento" que, gracias a su fuerte base teórica y su orientación al manejo de conjuntos de registros permite una alta productividad en codificación y la orientación a objetos. De esta forma, una sola sentencia puede equivaler a uno o más programas que se utilizarían en un lenguaje de bajo nivel orientado a registros.

MySQL es un sistema de administración de base de datos de código abierto, este incorpora soporte al estándar SQL-92, presenta una gran cantidad de sentencias y funciones, maneja un sistema de privilegios muy seguro, su uso se extiende a más de 50 millones de registros y los clientes pueden conectarse al servidor MySQL usando TCP/IP sobre cualquier plataforma. (IBM, Education Services, 2007).

II.10.4 - Lenguaje HTML

HTML significa *Hyper Text Markup Language*. Según (Lamarca, 2011). “HTML se basa en el metalenguaje SGML (*Standard Generalized Markup Language*) y es el formato de los documentos de la World Wide Web. El World Wide Web Consortium (W3C) es la organización que desarrolla los estándares para normalizar el desarrollo y la expansión de la Web y la que publica las especificaciones relativas al lenguaje HTML.”

Los documentos HTML son archivos de texto plano (también conocidos como ASCII) que pueden ser creados mediante cualquier editor de texto, aunque también existen programas específicos para editar HTML (los editores más conocidos son Microsoft FrontPage, Netscape Composer, Macromedia Dreamweaver y Adobe PageMill), concebidos específicamente para editar páginas web en HTML. (Lamarca, 2011)

HTML no permite definir de forma estricta la apariencia de una página, aunque en la práctica, se utiliza también como un lenguaje de presentación. Los archivos de HTML se leen en un navegador web tal como Netscape Navigator, Microsoft Explorer, Mozilla, entre otros. La presentación de la página es muy dependiente del navegador o *browser* utilizado ya que el mismo documento no produce el mismo resultado en la pantalla si se visualiza con uno u otro, o sea, HTML se limita a describir la estructura y el contenido de un documento, y no el formato de la página y su apariencia. (Lamarca, 2011).

II.11 - La Tarjeta Multiparamétrica

La tarjeta multiparamétrica es fabricada por la empresa Lefu Technology Co. Ltd, empresa fundada en el año 2003, profesionales en dispositivos médicos, proveedor y fabricante. Sus productos incluyen varios parámetros para la monitorización de pacientes y accesorios, como oxímetros de pulso, entre otros. Tienen sede en Shenzhen, China. Lefu posee un equipo profesional de I + D (Investigación y Desarrollo) y el equipo de gestión de ventas. (Goldwei Corporation, 2011).

A su vez la empresa Goldwei Medical, perteneciente a Goldwei Corporation, es un proveedor líder con sede en Estados Unidos dedicados a la profesión de la salud y la fabricación de equipos médicos, cuya gama de productos médicos han sido cuidadosamente seleccionados para asegurarse de que son complementarios a los contratados por profesionales de la salud. Se benefician de las relaciones de exclusividad con los fabricantes y proveedores que proporcionan capacidades de fabricación y de marca para una serie de productos. Los productos y la variedad de los servicios se pueden adaptar a cada cliente, respondiendo a las necesidades de las prácticas de hoy en día.

GOLDWEI Corp. se especializa en la promoción del comercio electrónico, el abastecimiento global, la prestación de apoyo y servicios de Internet, el abastecimiento y distribución de mercancías diversas incluyendo equipos de medición biomédica, instrumentos de evaluación, la informática de alto rendimiento, productos de servidor y productos de tecnología de la información y servicios. (Golwei Corporation, 2011)

El Módulo de Modelo MGW830 MULTI-PARAMETRO 6-en-1 con ECG, RESP, TEMP, NB, SPO2 KIT De Evaluación, contiene tablas de parámetros que incluyen circuitos de medida de parámetros físicos, como ECG, RESP, NIBP (tensión arterial no invasiva), SPO2 (oxímetro de pulso), Temp1 (temperatura), temp2, el IBP

(opcional), entre otros, con el plano superior del sistema de protección disponibles para ECG, RESP, Temp, NIBP, SPO2, y otros parámetros físicos para la tutela de adultos, niños y pacientes neonatales. (Goldwei Corporation, 2011).

Sus características incluyen: la adopción de un CPU que controla siete módulos de parámetros funcionales con alta fiabilidad, alto rendimiento, bajo costo, bajo consumo, pequeño tamaño, son las mejores opciones para monitorización de pacientes. Este es el kit de evaluación con todos los accesorios necesarios para la investigación y el objetivo de desarrollo del diseño.

II.11.1 - Especificaciones Técnicas de la Tarjeta Multiparamétrica

La tarjeta MGW830kit puede conseguir la comunicación con el sistema del CPU a través de un puerto serial DB9. Puede proporcionar en tiempo real la forma de onda ECG 2 y forma de onda SPO2; a través del análisis se pueden proporcionar datos de personas y parámetros físicos como RR, SPO2, PR, NIBP (presión sistólica, presión diastólica, media) e IBP.

El módulo puede ser integrado fácilmente a los conjuntos completos de los equipos del monitor gracias a su diseño especial. Para poder conocer el funcionamiento de la tarjeta multiparamétrica marca Goldwei MGW830kit, se consiguió un manual en el cual se muestran diversos aspectos de la tarjeta, los más importantes para poder seguir con la planificación planteada del trabajo de grado se muestran en el Anexo A-1.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Se asumió la metodología de investigación científica y de campo. Cada una de las fases utilizadas en esta metodología ayudó al estudio, entendimiento y desarrollo de la aplicación creada, logrando así el cumplimiento de los objetivos planteados de este Trabajo Especial de Grado.

III.1 – Tipo de Investigación

La investigación realizada es de tipo descriptiva, ya que según Balestrini, M., este tipo de investigación “intenta captar, reconocer y evaluar sobre el terreno los componentes y las relaciones que se establecen en una situación estudiada, con el propósito de lograr su verdadera comprensión y avanzar en su resolución”. En este caso se recolectaron los datos y la información teórica necesaria de la tarjeta multiparamétrica, para proceder a su análisis y buscar la descripción de los hechos a partir de un modelo teórico bien definido.

También se asumió la metodología de investigación científica y de campo con la finalidad de tomar y analizar sistemáticamente datos fisiológicos reales de personas que participarán en el proyecto con el propósito de describirlos interpretarlos y analizarlos.

Esta metodología permite estudiar y entender el desarrollo de la aplicación creada.

III.2 - METODOLOGÍA EMPLEADA

En el presente capítulo se describe la metodología empleada en este trabajo y se presentan las diferencias y semejanzas entre las aproximaciones metodológicas cuantitativas y cualitativas. Aquí se especifican los objetivos de la investigación y se describen las técnicas empleadas de acuerdo con el procedimiento que siguen.

El desarrollo de esta investigación consta básicamente de las siguientes fases:

Fase I: Documentación:

Inicialmente se procedió a la elaboración de un estudio detallado, incluyendo las especificaciones técnicas y el funcionamiento de la tarjeta multiparamétrica para la comprensión y detección de los valores que registra, (capacidades y limitaciones).

Los datos utilizados en la investigación realizada fueron recolectados mediante la observación directa, entrevistas y fuentes secundarias a través de documentación como manuales, libros y páginas web, en busca de la información necesaria para llevar a cabo este trabajo de investigación.

Estudio y discusión con médicos, acerca de los parámetros que deben tener los diversos instrumentos que se utilizaron para el registro de algunos datos fisiológicos y poder adaptarlos a la aplicación realizada.

Fase II: Prueba de la Tarjeta

Para realizar las pruebas de la tarjeta, en primer lugar, se utilizó un cable RS232 con un cable convertidor RS232 (macho - hembra) para que se pudiese hacer la conexión correspondiente con la tarjeta PCI de la computadora, tarjeta que fue incorporada en la máquina ya que las nuevas computadoras no incluyen un puerto serial, y de esta forma poder observar la medición de ciertos parámetros fisiológicos con la ayuda del software suministrado por la empresa fabricante Goldwei conocido

como MGW830_906_NewAllInOne, y así comprobar el buen funcionamiento de la tarjeta; además con ayuda del programa conocido como Java y el programa 232Analyzer se pudieron rescatar el envío de los datos provenientes de la tarjeta, para luego analizar y trabajar detalladamente sobre dos de los parámetros fisiológicos de un paciente, como son temperatura y oximetría para comenzar a realizar la interfaz gráfica propuesta. Ver Anexo B.

Se procedió a comprobar el adecuado funcionamiento de la tarjeta multiparamétrica, haciendo pruebas de mediciones a través de ella y por métodos tradicionales, registrando los datos obtenidos de personas en tablas para verificar la eficiencia de la tarjeta. Ver Anexo C.

Al observar esta tabla comparativa se comprobó la similitud entre los resultados obtenidos por el termómetro de mercurio y el digital, con los resultados de las mediciones de la tarjeta multiparamétrica, a su vez pudieron compararse los resultados de la oximetría, observando que el rango de diferencia entre los equipos tradicionales y los de la tarjeta no variaron en más de 0,5 °C en el caso de la temperatura y no más 3% en el caso de oximetría.

- **Prueba de Oximetría:**

Con respecto a la forma de trabajo del oxímetro como equipo, de acuerdo al manual de la tarjeta multiparamétrica y a las pruebas realizadas con personas voluntarias:

LaSpO₂ se mide por la forma de recoger datos de la transmisión de señales de luz de partes del cuerpo humano (dedo de la mano), en la situación pulso contra la luz roja y la luz infrarroja; además obtiene la forma de onda de la red de transmisión y la luz infrarroja después de tratar con estas señales.

El circuito de SPO2 está formado por el circuito de accionamiento de corriente constante, un conversor D/A de conmutación de circuitos, el circuito interruptor de luz roja/infrarroja, un circuito amplificador, y el circuito de traducción. El CPU controla la intensidad del diodo emisor de luz y el tiempo de brillo de luz que dispara al dedo con cierta frecuencia; la absorción de tasas de HbO₂ y Hb a la luz roja y la luz infrarroja son diferentes, afectando la intensidad de la luz transmitida, por lo que se necesita transformar la información de la relación de Hb y HbO₂ en señal eléctrica por modulación de la amplitud del pulso.

De acuerdo con los datos del muestreo de la luz roja e infrarroja, el CPU controla el accionamiento de corriente eléctrica de la luz roja y la luz infrarroja para limitar la intensidad luminosa, y ajusta el voltaje del circuito de traducción, haciendo que los datos de la luz roja y la luz infrarroja mantengan un nivel apropiado en el momento de la medición.

- **Prueba de Temperatura:**

En cuanto al parámetro de temperatura, se conoce que la tarjeta toma medidas de la superficie corporal, y las características del termistor presenta diferentes resultados con respecto al número de la temperatura del cuerpo humano. Las señales del termistor en el sensor de la temperatura del cuerpo pueden ser transmitidas en señales digitales a través de un conversor A/D, después pasa por un filtro y un amplificador y de esta forma se conocerá la correspondiente temperatura del termistor de acuerdo a las señales digitales. En pocas palabras este parámetro toma valores sólo con colocar el termistor sobre el cuerpo humano.

Visto desde la parte eléctrica, el circuito de medición con el que cuenta la temperatura se compone de un interruptor controlado por un circuito amplificador y el circuito que actúa de filtro. Bajo el control del CPU, el conmutador analógico

puede tomar el sensor de temperatura, la resistencia de calibración y la resistencia a la intercalación de cero como el encuentro de la entrada de la señal, la señal se envía entonces al conversor A/D para realizar el muestreo después de pasar por el filtro y el amplificador.

Para realizar la prueba de temperatura se colocó el termómetro por defecto que trae la tarjeta en la axila del paciente y se dejó durante unos 3min., se pudo notar el buen funcionamiento de este equipo y los resultados normales que arrojó mediante la utilización del programa MGW830_906_NewAllInOne, suministrado por la empresa fabricante Goldwei.

Fase III: Determinación de aplicaciones y Configuración

Se realizó una investigación exhaustiva sobre las aplicaciones de *software* libre disponible para telemedicina, capaces de mostrar los resultados que se quieren obtener de la tarjeta multiparamétrica de manera más comprensible para el médico tratante a través de una interfaz gráfica, y eligiendo el lenguaje más adecuado, que resultó Java, el cual se utiliza para la programación orientada a objetos y permite el diseño y creación de interfaces gráficas, además de permitir una relación entre otros lenguajes de programación como SQL y php, utilizados para el manejo de la información desde la base de datos.

Fase IV: Selección:

En esta fase se tomó la decisión de escoger un software único, utilizando el lenguaje de programación Java, creando la interfaz gráfica que se desarrolló y utilizando protocolos de transmisión y recepción de la información con la aplicación, que permitieron unir todo el contenido en la creación del software junto con la información almacenada en la base de datos y la página web.

Fase V: Diseño:

Se realizó el diseño final de la interfaz gráfica de fácil interpretación, considerada la versión 1.0, basado en las sugerencias suministradas por los médicos tratantes y especialistas, capaz de tomar los datos fisiológicos que se encuentran registrados en la tarjeta multiparamétrica y que puedan ser visualizados en la aplicación desarrollada y en la página web diseñada para el uso tanto del personal médico como de pacientes.

Fase VI: Análisis de resultados

Esta etapa es de suma importancia en el desarrollo de la investigación, puesto que en ella se hizo el estudio en sí de la aplicación desarrollada y un análisis detallado de los procesos que se llevan a cabo en la misma. Una vez realizadas las pruebas de funcionamiento de la tarjeta y de la aplicación, se realizó el análisis de los resultados obtenidos, para poder realizar conclusiones sobre el buen funcionamiento de la aplicación y comprobar su eficiencia.

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

Tabla 3 Metodología Aplicada

Etapa	Descripción Aplicada	Objetivos	Herramientas
Documentación	- Recolectar información relevante	- Obtener datos a estudiar - Verificar estado de la tarjeta multiparamétrica	- Manual - Entrevistas directas - Observaciones
Prueba de la tarjeta	- Conexión de la tarjeta vía puerto serial RS232	- Conocer el funcionamiento a través de la computadora para la toma de parámetros	- Cable serial RS232 - Software de prueba de la tarjeta multiparamétrica
Determinación y configuración	- Estudio de diferentes lenguajes de programación	- Elegir Lenguaje de programación para realizar la interfaz gráfica	- Tutoriales
Selección	- Selección del Lenguaje de programación Java	- Tomar los datos de la tarjeta y realizar la interfaz gráfica	- Tutoriales
Diseño	- Interfaz Gráfica final	- Lectura de datos de la tarjeta mediante la aplicación creada	- Comentarios de expertos en medicina
Análisis de Resultados	Estudio del desarrollo de cada uno de los objetivos planteados	Analizar y verificar el cumplimiento de todos los objetivos	-

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV

DESARROLLO

Para la realización del proyecto se tomaron en cuenta ciertas pautas para conseguir la culminación de cada fase de la metodología planteada en el capítulo anterior, de esta manera se fue desarrollando el proyecto con la utilización de varios software y lenguajes conocidos, así como también elementos de transmisión de datos, para así cubrir cada uno de los objetivos planteados al inicio del Trabajo Especial de Grado.

IV.1 - Documentación

En primer lugar se realizó una investigación teórica sobre los parámetros que pueden ser medidos por esta tarjeta, realizando primero un estudio de los diversos equipos que realizan estas mediciones en los que se encontraron tensiómetros, termómetros, electrocardiogramas, oxímetros, entre otros, para poder comprender su funcionamiento y forma de medición y de esta manera se lograron definir dos parámetros con los que se trabajaron, los cuales fueron Temperatura y Oximetría; además se consultaron fuentes electrónicas y trabajos de grado anteriores de telemedicina que pudiesen servir en el desarrollo de este proyecto.

Para el estudio de los componentes de la tarjeta multiparamétrica se debe decir que se contó con muy poca información bibliográfica; entre estas estaba el manual de uso que vino incluido con los equipos, sin embargo, este manual estaba escrito en el idioma chino, por lo que se tuvo que realizar su traducción con ayuda de la Embajada China. Posteriormente se estableció contacto con la empresa Goldwei vía correo electrónico, la cual facilitó el manual de uso completo de la tarjeta incluyendo un software de prueba.

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

Con el manual se obtuvo información detallada sobre el funcionamiento de cada parámetro, incluyendo la forma de transmisión de datos e información a través del cable RS232, además, la empresa Goldwei suministró un software de prueba en el que se observó y comprobó el buen funcionamiento de la tarjeta. Ver Ilustración 8 e Ilustración 9.



Ilustración 8 Software de Prueba de la Tarjeta Multiparamétrica
Fuente: Goldwei Corporation

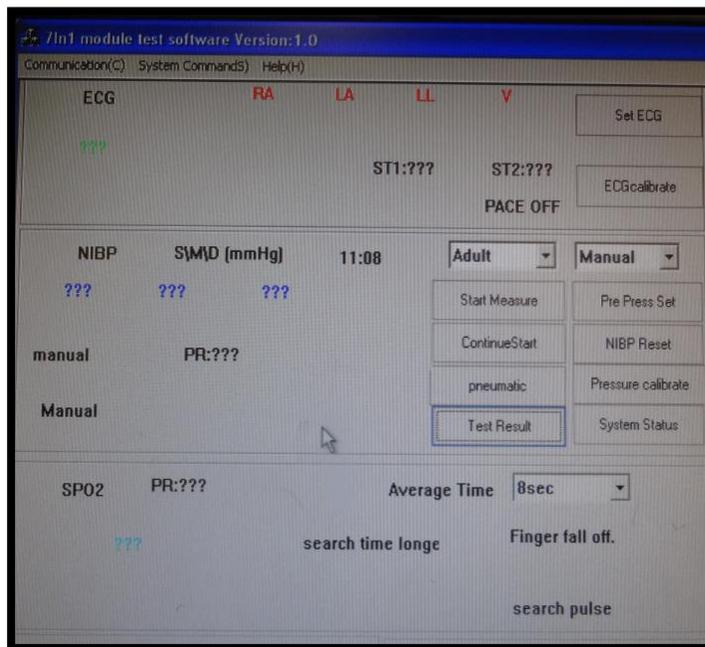


Ilustración 9 Parámetros mostrados por el software de prueba
Fuente: Goldwei Corporation

IV.2 - LA TARJETA

Simultáneamente a la fase de documentación se realizó el diseño de una caja con el programa “Solid Work”, programa que permite modelar piezas y conjuntos y extrae de ellos tanto planos como otro tipo de información necesaria para la producción de diversas piezas; esta caja se elaboró con la finalidad de proteger la tarjeta y hacer que la misma tuviese una mejor distribución en cuanto a los diferentes cables que se le deben conectar para poder realizar las diversas tomas de parámetros. La caja fue hecha con una impresora estereográfica 3D de disposición de hilo, utilizando un cartucho P400 ABS Model Cartridge. Para la realización de esta caja se contó con 36 horas continuas del funcionamiento de la impresora para poder hacer todos los acabados de la misma. Ver fotografías del Anexo A-2.

Una vez culminada la fase de documentación se pasó a la fase de prueba de la tarjeta multiparamétrica, haciendo uso del cable RS232 y del cable convertidor (macho-hembra), que permitió la lectura de los datos a través de la tarjeta PCI que se adquirió debido a que las nuevas computadoras no cuentan con un puerto serial incluido.

Se procedió a sincronizar la velocidad a la que estaba trabajando la tarjeta, con la velocidad que debía utilizar el puerto COM1 de la tarjeta PCI que se encontraba en la computadora, esta es de 115200 bps (velocidad establecida por el manual de la tarjeta Goldwei); a su vez se utilizó el software de prueba enviado por la empresa fabricante mostrada anteriormente, mediante el cual se puede observar la toma de resultados dependiendo el parámetro fisiológico a medir. Los primeros valores obtenidos haciendo uso del software de prueba de los diferentes parámetros fueron tomados por los integrantes del proyecto, para luego realizar mediciones con personas voluntarias.

Simultáneamente, se usó un programa llamado 232 Analyzer, cuya función es controlar, monitorizar, capturar, visualizar y probar actividades en puertos seriales.

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

Estos programas también reciben el nombre de “Sniffer” por su capacidad de espiar y registrar la información de tráfico que envían los periféricos, lo cual fue de gran ayuda porque se pudo descifrar la forma en que venían los paquetes de información desde la tarjeta. Estos datos se pudieron observar en forma decimal, binaria, y hexadecimal. Se decidió trabajar con los datos en forma binaria ya que de esta forma, se hizo más fácil la traducción de los paquetes recibidos y comprobar el funcionamiento de cada bit según la data recibida. La recepción de los datos recibidos en forma binaria se pueden observar en la siguiente ilustración.

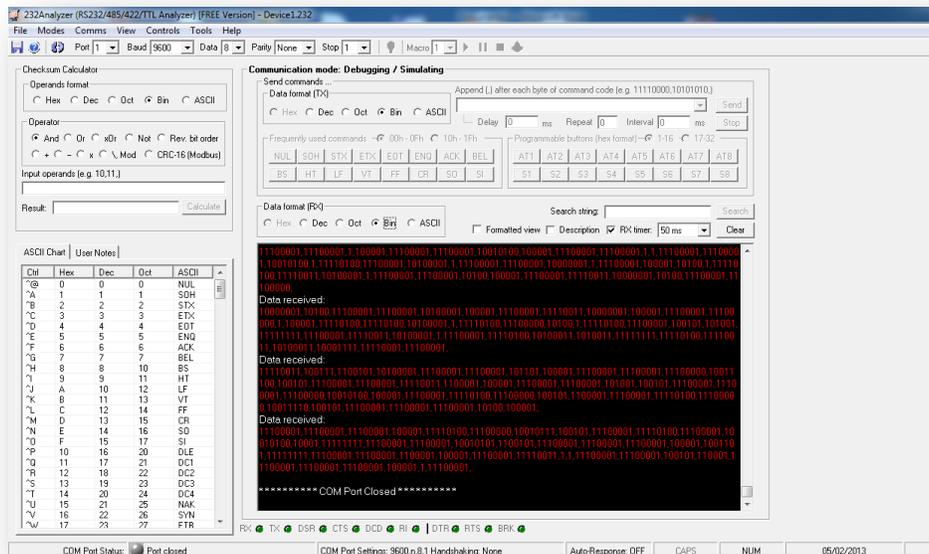


Ilustración 10 Paquetes obtenidos desde el 232Analyzer
Fuente: Elaboración Propia

Ya con los datos visualizados en la computadora a través del programa 232 Analyzer, se observó que la tarjeta una vez que está conectada comienza a enviar constantemente y de forma simultánea la información de los seis parámetros que dicha tarjeta posee en forma de paquetes.

Con el manual se buscó la información referente a los parámetros de temperatura y oximetría, es decir, la forma en que están estructurados estos paquetes

para así pasar a la fase de determinación y configuración, en la que se decidió trabajar con el lenguaje de programación Java, debido a su capacidad de trabajar con objetos electrónicos y a su vez permitir realizar interfaces gráficas para ser utilizadas por los usuarios, ya sea personal de salud o las mismas personas que se hayan tomado las medidas de los parámetros.

La forma de trabajo que se estableció al tener la interfaz gráfica completa, es que una vez que se hayan tomado tanto los datos personales del paciente como las mediciones, se proceda a transmitir los valores al servidor de la escuela mediante una opción de “enviar valores” que se habilitó en la aplicación, luego de esto se genera un código que será suministrado al paciente para que pueda visualizar sus resultados en la página web. Cabe destacar que esta aplicación tiene la opción de tomar un solo parámetro fisiológico (oximetría - temperatura) o ambos, dependiendo lo que requiera el paciente, además el personal médico podrá visualizar la señal plestimográfica en el momento de tomar la oximetría del paciente y así observar los picos de acuerdo al pulso que presente, pudiendo acotar algún comentario en la misma aplicación que podrá ser visto por el médico en el momento en que los resultados se envíen a la página web.

Entre los objetivos planteados también se encuentra el de almacenar los datos de los parámetros medidos en el servidor de la Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones. Para esta fase se utilizó la información suministrada por la Dirección de Tecnologías de Información DTI, la cual habilitó un espacio en dicho servidor, para poder guardar allí todos los códigos y librerías necesarias para que tanto la aplicación como la página web pudiesen ser vistas. De manera que una vez que la tarjeta termina de medir los parámetros, estos quedan almacenados en una base de datos, la cual estará almacenada en el servidor de la Escuela. De acuerdo a los resultados que muestre la tarjeta, se delimitó un rango en cuanto a la temperatura y oximetría de acuerdo a las investigaciones médicas realizadas, para mostrar si el paciente presenta un temperatura normal (entre los 36°C y 37,5 °C) o si presenta un

parámetro alterado (temperatura inferior a 35°C o superior a 37,5 °C); con respecto a la oximetría las lecturas normales oscilan entre 92% y 100%, si la tarjeta arroja un resultado que no se encuentre en este rango, en la página web el resultado se mostrará sobre un fondo rojo y un anuncio de resultado alterado, mostrándole al paciente que este dato no se encuentra en un rango normal.

Para la base de datos se utilizó sistema de gestión de bases de datos relacional conocido como MySQL, haciendo uso de cuatro comandos fundamentales que permiten la manipulación y el control de la base de datos, para así poder insertar, seleccionar, actualizar o eliminar los parámetros y datos obtenidos de la aplicación. Estos comandos son:

- INSERT: Este comando se utiliza para agregar datos a una tabla
- SELECT: Permite recuperar datos de las tablas
- DELETE: Elimina de la base de datos algún elemento
- UPDATE: Permite actualizar o cambiar los valores de la tabla

Dentro de las tablas utilizadas se almacena información tales como los datos del paciente, datos del personal médico tratante y las contraseñas que el usuario utilizará al acceder a la aplicación, además esta base de datos lleva un control de los pacientes a los que se tome cada parámetro, y así en caso de necesitarlo el personal médico podrá recurrir a esta para rescatar los valores tomados anteriormente en la aplicación. A su vez se utilizó el lenguaje php y html para que pudiese funcionar la página web.

Para la conexión y transporte de datos desde la aplicación de la computadora hasta el servidor de la universidad, como se ha dicho anteriormente, en primer lugar se establece una red privada virtual desde la computadora que contiene la aplicación hasta el servidor de la escuela. Esto se logra mediante el programa suministrado por la DTI “VPN client”, donde se pide la información básica como dirección ip, contraseña del grupo y el nombre de usuario para poder acceder al servidor. A su vez se ha utilizado el programa SSL Secure Shell Client, el cual permite ingresar a la base

de datos que ha sido habilitada de manera segura, ya que es un soporte para conexiones cifradas entre clientes y servidores MySQL.

Una vez ingresado a la base de datos se procedió a colocar los archivos necesarios para que la página web y la información que contenga cada tabla de la base de datos puedan ser vistas desde cualquier computadora que tenga la aplicación y conexión a internet. El puerto por defecto que se utiliza para trabajar con MySQL es el número 3306. Cabe destacar que para la manipulación de la base de datos que está en el servidor de la Escuela, se hicieron una serie de pasos, éstos sólo pueden ser realizados por el administrador de la red, ya que es la única persona que tiene conocimientos de la información necesaria para establecer la VPN entre la computadora y el servidor y acceder a las tablas que allí se encuentran.

En el desarrollo final de este Trabajo Especial de Grado se diseñó una página web con ayuda de una plantilla que se consiguió en la web; se tuvieron que conocer varios comandos del lenguaje html para la inserción de imágenes, textos, cambio y retorno de ventanas. Además se tuvieron que ingresar varias líneas de códigos para que el paciente pueda observar sus resultados médicos mediante la base de datos que se conecta al servidor, ya que al generar un código aleatorio desde la aplicación, dicho código tendrá que introducirse en la página web, en la sección de resultados, y así se mostrarán automáticamente los parámetros que el paciente se haya tomado y los datos del mismo, cuidando siempre el diseño de la página y que la visualización de la misma fuese como una página web común.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

Luego de cubrir la documentación y metodología necesaria de este Trabajo Especial de Grado para poder desarrollar tanto la aplicación como una página web, y poder visualizar los datos mediante una tarjeta multiparamétrica, se tomó en consideración el análisis de los resultados.

En el presente capítulo se presenta la interfaz gráfica realizada y los resultados obtenidos al llevar a cabo cada uno de los pasos concernientes a la captura y transmisión de datos fisiológicos hasta la página web.

V.I - Envío de datos

En primer lugar, se debe comprender la forma en cómo la tarjeta envía los datos y la información de los parámetros, y cómo son recibidos en la computadora. Como se sabe, la tarjeta multiparamétrica MGW-830 se comunica con los parámetros del sistema del CPU a través del puerto de comunicación serial asíncrono, el puerto serial y un cable convertidor (macho-hembra) RS232. Para ello se utilizó el programa 232 Analyzer como se nombró en el capítulo anterior; además con el lenguaje Java se utilizó la función “serial port” que se encuentra en la biblioteca de dicho lenguaje, con lo que es posible establecer la conexión entre la tarjeta y el puerto COM1 de la computadora, y de esta manera se pudo visualizar los datos que estaba enviando la tarjeta multiparamétrica en la ventana de trabajo de Java.

El manual de la tarjeta indica que la información se envía mediante paquetes de tamaños variables, dependiendo del parámetro que se esté midiendo, en este caso

se trabajó con temperatura, cuyos paquetes tienen un tamaño de 8 bytes y el parámetro de oximetría que está compuesto por dos paquetes, uno que envía la información del pulso y del valor de la oximetría, cuyo tamaño es de 7 bytes, y otro paquete que envía la gráfica de la señal de un tamaño de 5 bytes. Cada paquete está subdividido en campos de 1 byte donde cada uno posee la información necesaria para poder ser reconstruido en la computadora.

Además la tarjeta envía los valores de los paquetes alterados, con la finalidad de que no sean confundidos los bytes de identificación con los bytes de información de los valores reales de los parámetros. Para esto cada paquete de los parámetros cuenta con un campo llamado **DataHead** que juega un papel fundamental en la recuperación de la información; esto será explicado detalladamente a continuación.

V.2 - Captura de Paquetes de Información

Todo paquete de datos que transmite la tarjeta multiparamétrica está compuesto por 1 byte de identificación de tipo de paquete, bytes ID +N ($N \leq 8$) byte de datos más 1 byte de checksum.

Tipo de identificación del paquete	Datos de la cabecera	Data 1	...	Dato N-1	Comprobación Checksum
------------------------------------	----------------------	--------	-----	----------	-----------------------

La longitud máxima de un paquete es de 10 bytes (incluyendo la identificación del tipo de paquete y suma de control), la longitud máxima de datos es de 8 bytes; los datos se componen de una cabecera y N-1 datos. Además se conoce

que el mayor orden (Bit7 de los paquetes de tipo ID) es 0; las órdenes más altas Bit7 de datos y de control se representa con 1.

Todas las cabeceras de datos de paquetes contienen el más alto orden de bytes de datos, a su vez, por ejemplo: bit0 de cabecera de datos es bit7 de datos 1; bit 1 de cabecera de datos es bit7 de datos 2.

Una vez definido esto, haciendo uso del lenguaje Java se procedió a utilizar la librería de código “Serial Port” para hacer lectura del puerto serial; esta librería accede a los valores de la tarjeta y arroja una serie de bytes. A partir de aquí se comienza a leer byte a byte de toda la data transmitida por la tarjeta; entonces se estableció la condición en la que se comparan los bytes recibidos con el número 0x80 (esta condición está establecida en la programación de la tarjeta ubicada en el manual de usuario), de manera que mientras los bytes recibidos sean menores al número 0x80 serán códigos de paquetes o también identificadores de paquetes. Esto significa que serán ubicados los paquetes de oximetría, temperatura, ECG, entre otros; en este caso sólo interesa tomar los identificadores de temperatura y oximetría.

El número 0x80 en hexadecimal es equivalente al número 128 en decimal y a su vez a 10000000 en binario; la otra condición es que los bytes recibidos que sean mayores que 0x80 son datos con información, lo que implica que el primer bit comenzará en “1”.

Tabla 4 Comparación de paquete o información de acuerdo al número de bytes

Si byte < 0x80	Id de Paquetes
Si byte >= 0x80	Información

Fuente: Elaboración Propia

De forma resumida y entendible, lo que el código indica es que los bytes recibidos menores al número 0x80 serán identificadores de paquetes, mientras que los mayores o iguales a ese número serán datos con información, lo que quiere decir que

el primer bit comenzará en 1 y será necesario para la identificación de los paquetes de parámetros que se quieran estudiar.

En el manual de usuario de la tarjeta está asignado un número hexadecimal de identificación para cada parámetro, de esta forma se diferencian los datos de cada medición que se realice. Por motivos de tiempo solo se trabajaron con los paquetes que contienen la información de oximetría y temperatura.

Cabe destacar que la tarjeta envía información de forma secuencial, es decir, una vez identificado el parámetro con su respectivo campo de Id, los bytes siguientes a este son de información del parámetro identificado.

Para un mejor entendimiento ir al esquema número 1 del Anexo D.

V.2.1 - Definición de la identificación del tipo de paquete de la temperatura

Para realizar la captura de los paquetes de temperatura en primer lugar se hizo uso del manual, el cual indica que todos los paquetes de este parámetro están asignados por el número 0x15 para ser identificados; se hizo uso del programa 232Analyzer para verificar esta información. De esta forma se muestra la estructura del paquete de temperatura:

Packet ID

ID_TEMP (0x15)

Specification

Tabla 5 Especificaciones de paquetes de Temperatura

ID	0x15
Data	Data head Probe status Channel 1 high byte Channel 1 low byte Channel 2 high byte Channel 2 low byte
Checksum	

Fuente: Manual de Instrucciones MGW

El paquete de temperatura tiene un tamaño de 8 bytes. De esta manera, una vez que se captura el byte de identificación de paquete, es decir, el byte de 0x15 se procede a contar los 7 bytes siguientes que son los que contendrán la información de la medición realizada. Si se retoma la comparación realizada en la sección de estructura de paquetes de datos en el que se señaló que si los bytes recibidos son menores al número 0x80 son de identificación de paquetes y los mayores son de información, pues aquí se tiene que cuando se reciba el byte de 0x15 será el de identificación de temperatura y todo lo que venga posterior a ese byte será la información de la medición, que serán bytes mayores al número 0x80.

Ahora bien, siguiendo la estructura del paquete de temperatura, luego del ID sigue el campo Data, aquí se encuentran 6 bytes que son Data head, Probe status, Channel 1 high byte, Channel 1 low byte, Channel 2 high byte y Channel 2 low byte.

Para empezar se explicará el byte de Data Head. En primer lugar es un byte cuyo primer bit siempre es “1”, seguidamente Data Head guardará en sus próximos 6 bits los valores originales de los campos de Probe status, Channel 1 high byte, Channel 1 low byte, Channel 2 high byte, Channel 2 low byte y Checksum. La tarea de Data Head es almacenar los primeros valores de cada campo originales, ya que la tarjeta altera los primeros bits de cada campo, forzando que comiencen en “1”

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

siempre. Esto se hace para que ninguno de estos campos sean confundidos con valores de bytes de identificación, recordando una vez más que si llegan bytes con valores menores a 0x80 serán considerados de identificación; es por esto que la tarjeta altera estos valores, para no perder la información, de esta forma Data Head contendrá los valores originales y recuperará la información de los bytes.

Para entender más fácil la tarea de Data Head se presenta el siguiente ejemplo:

Suponga que llega un byte de valor 0x15 que en binario es 00010101 y se almacenan los 7 bytes siguientes que se necesitan para saber el valor de la temperatura que se midió. Se trabajará con una captura de paquetes realizada a través del programa 232 Analyzer.

Tabla 6 Ejemplo de un paquete para el parámetro de temperatura

ID	00010101
Data Head	10011000
Probe status	10000010
Channel 1 high byte	10000001
Channel 1 low byte	11100011
Channel 2 high byte	11111111
Channel 2 low byte	10011100
Checksum	10101110

Fuente: Elaboración Propia

Como se sabe este paquete que ha llegado a la computadora está alterado, por lo que se hará uso del datahead para recuperar la información verdadera. En primer lugar se dijo que la tarjeta altera los primeros bits de cada campo que comienzan en “0” para que no sean confundidos con valores de identificación. De esta forma en el ejemplo se han alterado todos los primeros bits de los campos posteriores a DataHead, entonces, DataHead procederá a cambiar de derecha a izquierda los

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

primeros bits de los campos a partir de probe status por su valor original de la siguiente forma:

Data Head

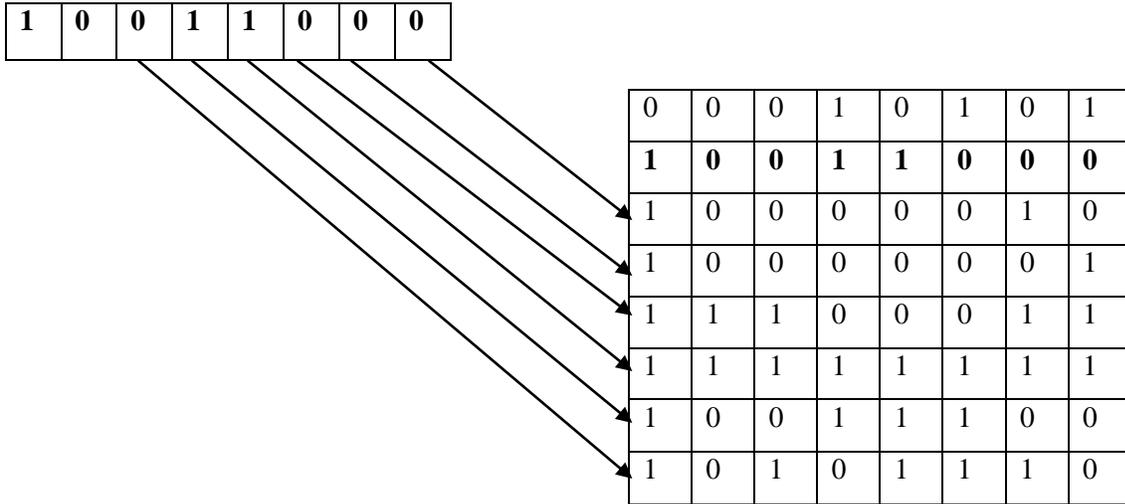


Tabla 7 Ejemplo de un paquete Original para el parámetro de temperatura (con bits alterados)

ID	00010101
Data Head	10011000
Probe status	00000010
Channel 1 high byte	00000001
Channel 1 low byte	01100011
Channel 2 high byte	11111111
Channel 2 low byte	10011100
Checksum	00101110

Fuente: Elaboración Propia

Los valores que se hayan conservado en 1 no serán cambiados, como se puede notar han sobrado dos bits en el campo data head, esto no quiere decir que falte alguno, si no que debido a que el paquete es pequeño se tienen bits sobrantes que no se colocan.

Una vez entendido esto, se pasa al campo Probe Status que también contiene información en un byte. Este campo lo que indica es qué canal se está utilizando para realizar las mediciones de temperatura, si es el canal 1 o el canal 2. Esta información es vista con los dos últimos bits (de izquierda a derecha), de manera que si el bit 1 está en 0 significa que está conectado el canal 2 y si el bit está en 1 indica que está desconectado.

Si se toma el campo Probe Status del ejemplo anterior, se tiene que el byte es:



Como se puede observar los 6 primeros bits son de uso reservado, y los últimos dos son los que indican que canal está conectado, en este caso se está usando el canal 1 porque el bit está en 0, mientras que el canal 2 está desconectado.

En cuanto a los campos Channel 1 high byte y Channel 1 low byte, la forma en que se trabajó esta parte es tomando los dos bytes y concatenándolos, de manera que se obtiene un número de 2 bytes o 16 bits, este número se divide entre 10 (número establecido en el manual de uso), y se obtiene el valor de la temperatura medida por la tarjeta. El por qué de usar estos dos bytes concatenados se debe a la obtención de la precisión, siendo esta la precisión de un decimal. Siguiendo con el ejemplo se tiene:



Siendo Channel 1 high byte el de la izquierda y Channel 1 low byte el de la derecha; se procede a concatenar estos dos bytes y se obtiene:

0000000101100011

Cabe destacar que según el manual de usuario, la concatenación de ambos bytes debe ser menor a 500, en binario expresado en 0000000111110100, de manera que al dividir entre 10 el mayor valor de temperatura que se pueda obtener es de 50°C. Si se transforma este número del ejemplo a formato decimal se obtiene el número 355, si se divide entre 10 se obtiene 35,5°C que es el valor de temperatura medida en ese momento.

Por último está el campo de Checksum de longitud de 1 byte. Este byte se encarga de la suma de comprobación de todos los bytes anteriores y tiene que ser igual a sí mismo. De ser así el paquete está correcto, este byte cumple su función una vez que se ha leído el paquete de identificación y comprueba con los valores alterados por la tarjeta.

En el anexo B puede ser observado un ejemplo de la captura de paquetes de temperatura, de forma binaria y decimal.

V.2.2 - Definición de la identificación del tipo de paquete de Oximetría

Una vez explicado con detalles la forma de captura de datos de temperatura, se cumplen las mismas condiciones para cada parámetro que toma la tarjeta, variando en la complejidad de que algunos muestran gráficas como es el caso de la Oximetría; este parámetro está compuesto por dos tipos de paquetes, los paquetes que muestran

el valor o resultado de la oximetría y los paquetes que muestra la forma de onda y realizan la gráfica.

La estructura del paquete de la forma de onda de Oximetría se muestra a continuación:

Packet ID

ID_SPO2_WAVE (0x16)

Specification

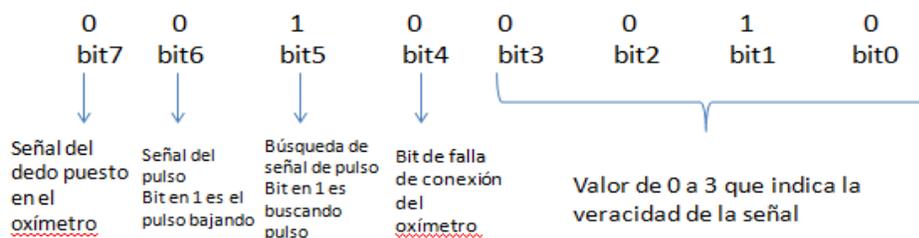
Tabla 8 Tabla de especificación de Oximetría

ID	0x16
Data	Data head SPO2 waveform SPO2 measure status
Checksum	

Fuente: Manual de Instrucciones MGW

Este paquete tiene un tamaño de 5 bytes, en el que está contenida la gráfica del resultado que se ha obtenido.

El campo de SPO2 measure status, consta de 1 byte dividido de la siguiente forma:



El bit 7 indica si el dedo ha sido colocado en el oxímetro; si el bit está en 1 indica que no hay ningún dedo colocado. El bit 4 es el que indica si hay error en la

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

conexión del cable del oxímetro pudiendo advertir que el cable está dañado o no se ha conectado a la tarjeta; si el bit está en 1 indica que hay falla.

Este paquete es enviado 125 veces por segundo, donde el valor de la curva plestimográfica vista mediante una gráfica tendrá el valor SPO2 en el eje y el tiempo el valor en el eje x .

La estructura del paquete de datos de la oximetría se muestra de la siguiente manera:

Packet ID

ID_SPO2_PR (0x17)

Specification

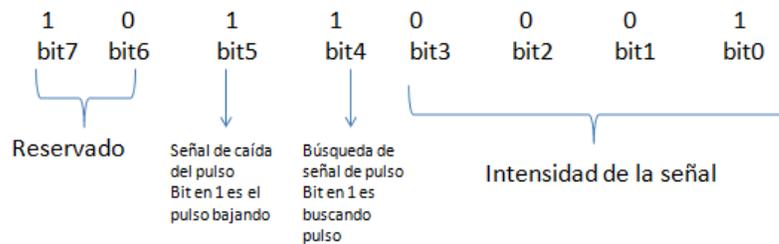
Tabla 9 Especificaciones de paquetes de Oximetría

ID	0x17
Data	Data head SPO2 message Pulse rate high byte Pulse rate low byte SPO2 Data
Checksum	

Fuente: Manual de Instrucciones MGW

Este paquete tiene un tamaño de 7 bytes, donde el byte de identificación es el 0x17. A partir de ahí son contados 6 bytes que contendrán la información del valor de la medición de oximetría. A su vez los campos de pulse rate high y low byte arrojan valores de frecuencia de pulso llevando a cabo la misma forma de trabajo que fue explicada en temperatura, es decir, concatenando estos dos bytes y dividiendo entre 10 para tener un valor de precisión validado hasta el 100.

El campo de SPO2 message es de 1 byte, dividido de la siguiente manera:



El bit 4 se coloca en 1 cuando busca el pulso por un tiempo mayor a 15 seg, la intensidad de la señal es validada en un rango del 0 al 8. El paquete de SPO2 Data es enviado cada segundo.

En el Anexo B puede ser observado un ejemplo de captura de paquetes de gráfica e información de valores de oximetría de forma binaria y decimal haciendo uso del programa 232 analyzer.

V.3 - Interfaz Gráfica

Una vez comprendida la forma de transmisión de datos por medio de paquetes a través del cable serial RS232 incluyendo su programación, se procedió al estudio y documentación de software de programación que permitiera la lectura de estos datos a través de una interfaz gráfica, eligiendo el lenguaje de programación orientado a objetos Java, que además de ser orientado a objetos se caracteriza por presentar interfaces gráficas amigables a usuarios que no pertenecen al área de informática, que es uno de los objetivos propuestos en este proyecto, ya que los resultados de las mediciones de la tarjeta serán vistos por el personal de salud y por los pacientes.

Se decidió realizar una interfaz sencilla establecida como la versión 1.0, mostrándose en una primera parte dos opciones, una que indica tomar mediciones y la otra que es la de registro de usuario, para el caso que sea la primera vez que la aplicación sea utilizada por el personal de salud.

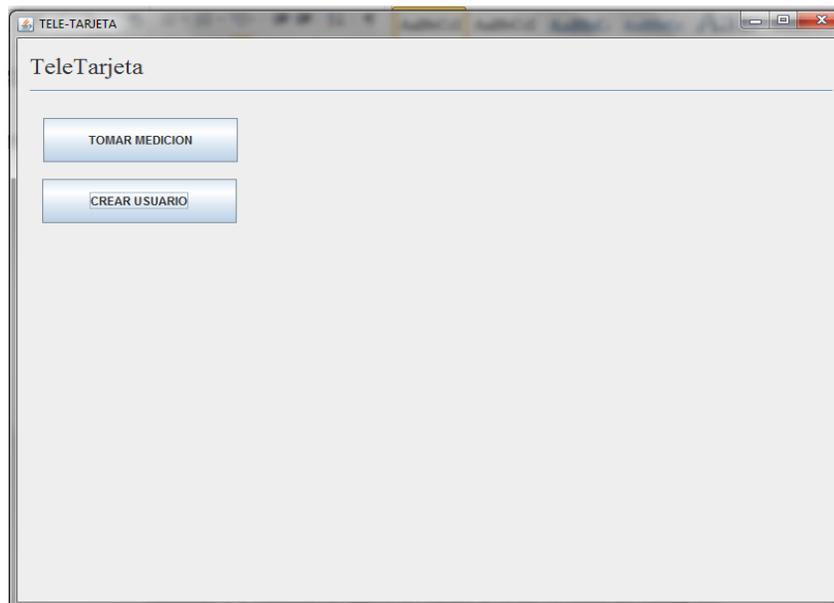


Ilustración 11. Presentación Interfaz Gráfica
Fuente: Elaboración Propia

Por motivos de seguridad, para evitar que cualquier persona pueda ingresar al sistema como personal de salud, o que pueda crear un usuario, al seleccionar la opción de crear usuario, se solicita un usuario y una contraseña pre-establecida que será suministrada al personal de salud en caso de que se implemente la aplicación en alguna institución, una vez ingresado el usuario y la contraseña, aparece una nueva ventana donde se le solicitan ya sea al médico o a la enfermera(o) una serie de datos como nombre, apellido, qué tipo de personal de salud es (médico o enfermera), y se pide que cree su nombre de usuario y contraseña, que utilizará cada vez que vaya a ingresar a la aplicación para realizar las mediciones de temperatura y oximetría.

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

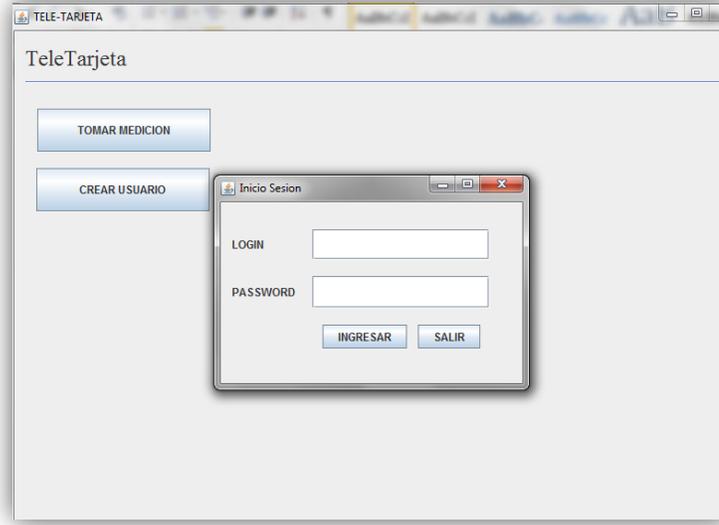


Ilustración 12 Presentación Interfaz Teletarjeta v1.0, con contraseña pre-establecida
Fuente: Elaboración Propia

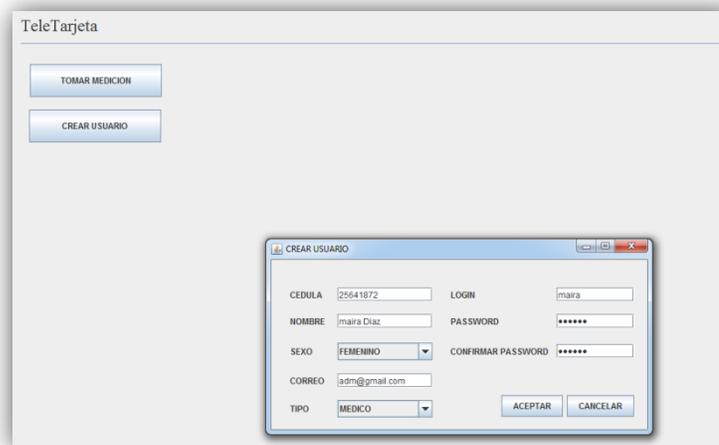


Ilustración 13 Presentación Interfaz Teletarjeta v1.0, seleccionando la opción de crear usuario de un personal médico
Fuente: Elaboración Propia

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

Para la opción de tomar medición, se hace la solicitud del usuario y su contraseña y a continuación aparece la ventana en la que se tienen que rellenar los datos del paciente al que se tomará la medición y se tiene la opción de tomar ambos parámetros (temperatura y oximetría) o uno de los dos, cuando se inicia la medición, es posible ver la gráfica de oximetría y los valores de ambos parámetros; el personal de salud tomará la medición durante el tiempo que considere necesario, hasta que presione la opción de detener; a su vez, existe un campo llamado observación en el que el personal de salud puede colocar su opinión con respecto a los resultados que ha visto de la medición.

The screenshot shows a software window titled 'TELE-TARJETA'. It is divided into several sections:

- Datos del Paciente:** Contains input fields for 'CEDULA' (19654823), 'FECHA NAC' (1/03/1990), 'CORREO-E' (joseperez@hotmail.com), 'NOMBRE' (Jose Perez), 'SEXO' (MASCULINO), and 'TELEFONO' (0212)573-02-06.
- Parámetros Fisiológicos:** Features checkboxes for 'TEMPERATURA' and 'OXIMETRIA', both of which are checked. Below each checkbox are 'MEDICIÓN' and 'PULSO' input fields. There are also 'RESULTADO: BUENO' labels for both parameters.
- Buttons:** A row of three buttons: 'INICIAR', 'DETENER', and 'RESTABLECER'.
- OBSERVACIONES:** A large text area for notes.
- Graph:** A line graph on the right side showing 'Bpm' (Beats per minute) on the y-axis, ranging from 0 to 300. The graph displays a fluctuating red line representing pulse data.
- Bottom Buttons:** 'ENVIAR VALORES' and 'CANCELAR'.

Ilustración 14 Datos del paciente para la toma de parámetros
Fuente: Elaboración Propia

Por último está la opción enviar valores, si se pulsa esta opción se genera inmediatamente un código, que será suministrado al paciente para que lo introduzca en la opción de resultados de la página web, y así visualizar sus resultados y una

estimación de sus datos de acuerdo al rango establecido previamente. Esto se observa en la Ilustración 15.

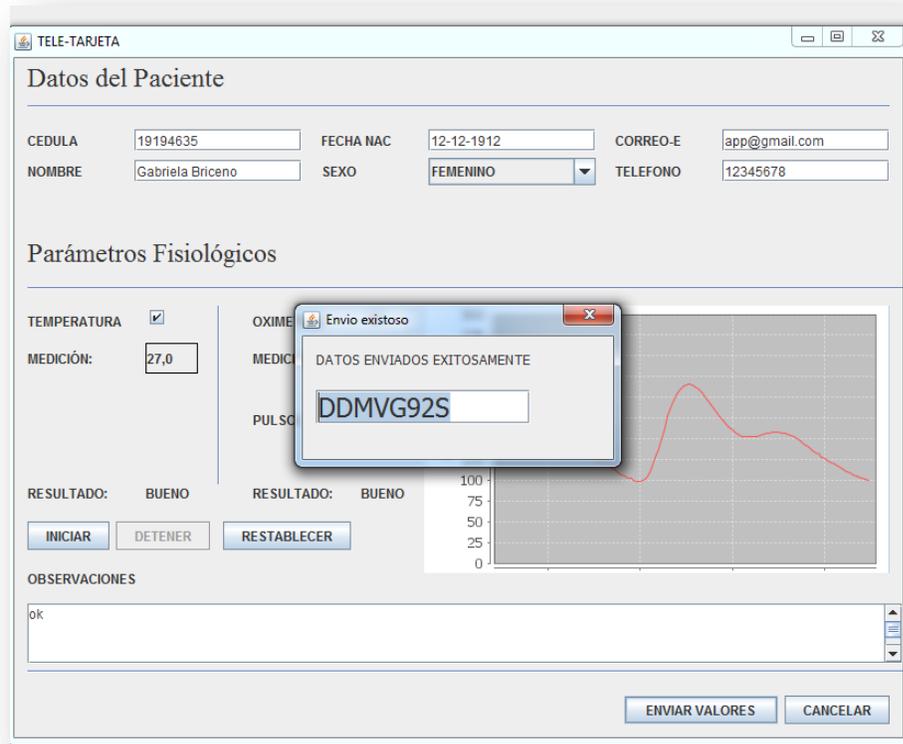


Ilustración 15 Código generado al momento de enviar los valores de la medición

Fuente: Elaboración Propia

V.5 - Página Web

La página web fue elaborada de una manera sencilla donde el usuario pudiese acceder de forma rápida. Esta se creó con el uso de una plantilla donde con ayuda del lenguaje html que tiene ciertos comandos que se debieron aprender en el transcurso de la elaboración del proyecto, se logró la recepción de los resultados que arroja la aplicación como principal objetivo de esta para que pudiese ser visto por el paciente,

esto con ayuda del código aleatorio que genera la aplicación en el momento de enviar los valores.

Al acceder a la página se presenta la interfaz principal con imágenes referentes a la telemedicina y al equipo que toma los parámetros médicos como lo es la tarjeta multiparamétrica marca Goldwei modelo MGW830kit. En esta parte se da la bienvenida al usuario, también presenta ciertas pestañas donde el usuario puede ingresar cuando lo desee. Ver ilustración16.



Ilustración 16 Página web (interfaz principal)

Fuente: Elaboración Propia

Además se pudo insertar cierta información de interés sobre la telemedicina como concepto clave en la transmisión de datos médicos a distancia y la telemedicina en el país, mostrando los avances que ha tenido a lo largo del tiempo y ciertos centros asistenciales a nivel nacional que prestan servicio en algunos lugares remotos de Venezuela (estos presentan un acceso directo para que el usuario pueda ingresar haciendo click encima del nombre de la página de interés a ser vista).

Esta página web también cuenta con un campo donde se muestra información teórica de los parámetros fisiológicos en los que se enfoca este trabajo (oximetría y temperatura) y los rangos normales que una persona debe presentar; a su vez se puede observar en la página los contactos que no son más que los correos de integrantes de este proyecto a los cuales se podrá recurrir en caso de algún imprevisto con la página o recepción de datos.

Con respecto a la pestaña referente a “RESULTADOS”, es allí donde se dirá al paciente que debe ingresar el código que le fue suministrado por el personal médico para que de esta manera pueda observar sus datos personales y resultados del examen de oximetría y temperatura realizados (según sea el caso); además podrá ver las observaciones del personal (si existiese alguna). Esto se puede visualizar en la ilustración 17, donde a manera de ejemplo se muestran los resultados de un voluntario al cual se le tomaron los parámetros fisiológicos. Cabe destacar que se dejó la temperatura hasta ese valor para que se pudiese observar el color rojo y la etiqueta que se mostrará en el resultado en la página web si éste está por debajo o por encima del rango normal, esto también sucederá en el resultado de la oximetría si el valor no fuese normal.

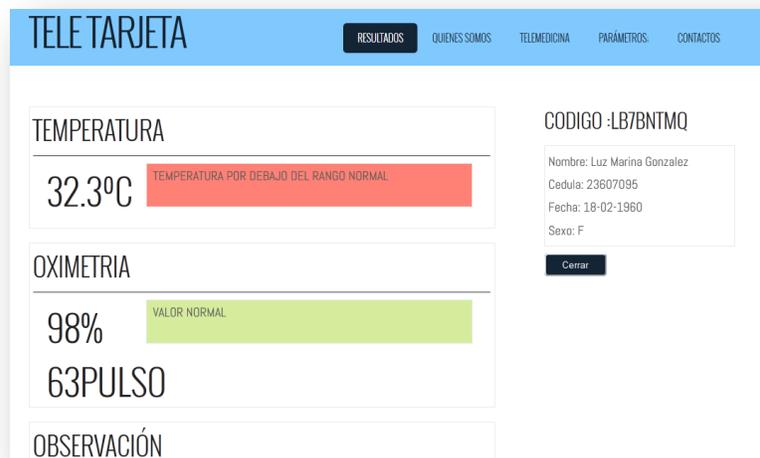


Ilustración 17 Resultados de oximetría y temperatura en la página web creada
Fuente: Elaboración Propia

V.6 - Base de Datos

La información de todos los campos de la interfaz gráfica es almacenada en la base de datos que está ubicada en el servidor de la Escuela, tanto los del personal de salud como los datos de los pacientes.

Si se toma como referencia el modelo de capas OSI, o el modelo TCP/IP, esta parte del proyecto que tiene que ver con base de datos se ubicaría en la capa número tres, que es la capa de red o Internet. Esta capa se encarga de direccionar y guiar los datos desde el origen al destino a través de la red o redes intermedias, y en el presente proyecto esto tiene que ver con el envío y almacenamiento de datos en el servidor de la Escuela de Ingeniería de Telecomunicaciones, datos que han sido suministrados por el DTI.

Como se dijo en el capítulo anterior, se decidió trabajar con una base de datos de tipo relacional, para poder registrar los datos de los parámetros e información tanto del personal de salud como de los pacientes y tenerlos almacenados en tablas, de manera que se pueda tener acceso a esta información de forma rápida y sencilla.

La base de datos fue realizada con ayuda del programa “PHP MyAdmin”, el cual facilitó la organización de los campos y datos que se quisieron registrar en la base de datos. Ver ilustración 18.

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

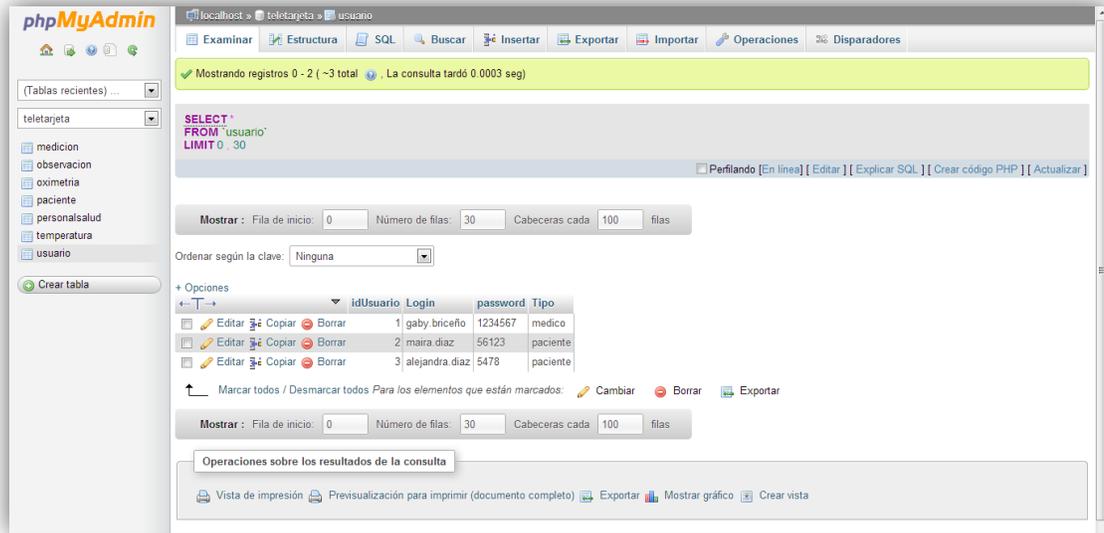


Ilustración 18. Ejemplo de base de datos que almacena información de los pacientes que toman valores de temperatura y oximetría, visto desde la plantilla de trabajo PHP Myadmin. Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tanto el proceso para materializar la aplicación de la adquisición de ciertos datos fisiológicos de la tarjeta multiparamétrica, como los resultados de la misma, han proporcionado la información suficiente para afirmar la validez de la aplicación, que incorpora a través de los distintos casos de uso que la componen, la funcionalidad demandada por los usuarios.

Se ha conocido que los datos que toma la tarjeta multiparamétrica son muy utilizados en centros de salud en todo el país, por lo que se ha podido deducir que los casos de uso relacionados con la monitorización de la oximetría y temperatura, constituyen hoy en día parámetros iniciales que se necesitan en la consulta de ciertos pacientes que presenten algún problema de salud. Actualmente los centros de salud solo cuentan con equipos tradicionales para la toma de datos fisiológicos, por lo que el envío de estos no llegan al médico de manera inmediata.

La realización del presente Trabajo Especial de Grado reunió las características básicas que lo inspiraron: integración de los servicios de telemedicina, atención centrada en el paciente y rapidez en los tiempos de recolección y envío de resultados.

Luego de llevar a cabo las diversas pruebas realizadas se puede afirmar que el desarrollo de la aplicación para uso de una tarjeta multiparamétrica de adquisición para datos fisiológicos, facilita la atención al paciente y la facilidad que se puede observar en el uso de la aplicación y página web es notable, haciendo que tanto profesionales de la salud como personal de centros asistenciales puedan realizar su trabajo de manera práctica, rápida y eficaz.

Cabe destacar la practicidad que muestra la tarjeta multiparamétrica marca Goldwei modelo MGW830KIT, la cual cumple con todas las especificaciones

pertinentes para tomar diversos datos fisiológicos de una persona al mismo tiempo, así como la inigualable simplicidad del producto, que en comparación con el tamaño y espacio que ocupan juntos todos los equipos tradicionales que son capaces de tomar los mismos parámetros es bastante notoria. El avance de la tecnología sigue mostrando que se busca la simplicidad y mejoras en el funcionamiento de productos.

La metodología utilizada, basada en ciertos lenguajes tales como java, php, sql y html, han sido muy útiles para la realización del trabajo, sobre todo por las facilidades que ofrece para el funcionamiento de la aplicación y la página web.

El presente Trabajo Especial de Grado ha cumplido todos sus objetivos propuestos:

- Se logró realizar el estudio detallado de las capacidades y funcionamiento de la tarjeta multiparamétrica marca Goldwei modelo MGW830KIT existente en la Escuela para demostrar su funcionalidad.
- Se hizo la selección de dos datos fisiológicos para el diseño de la aplicación a ser montada la Universidad los cuales fueron la oximetría y temperatura.
- Se comprobó la compatibilidad entre la aplicación diseñada y la tarjeta multiparamétrica realizando la lectura de los valores en ella.
- Se pudo comparar los datos de la tarjeta multiparamétrica con los obtenidos con equipos tradicionales.
- Se creó una base de datos para el manejo de la información correspondiente.
- Se desarrolló una página web en el servidor de la Escuela, para así poder visualizar la aplicación y los resultados obtenidos por la tarjeta.

Recomendaciones

- Se recomienda en trabajos futuros ampliar la aplicación, para que se puedan adquirir los demás parámetros fisiológicos desde la tarjeta, y que estos puedan ser mostrados en la página web a fin de continuar con los mismos lineamientos del presente trabajo especial de grado.
- Además se podría crear una aplicación que sea capaz de transmitir el patrón de curva plestismográfica de la señal de oximetría en una página web, para que no solo el personal de asistencia médica sea el único capaz de observar la señal.
- Sería un gran avance el desarrollo de aplicaciones basadas en sistemas inalámbricos, inteligentes y automáticos.
- Utilizar tarjetas multiparamétricas no sólo en el campo de telemedicina, sino en diversas áreas que involucren el estudio de parámetros fisiológicos de personas que desempeñen ciertas actividades (ejemplo industrias).
- Se recomienda el estudio sobre la forma de trabajo de un convertidor RS232 a puerto USB para poder utilizar la aplicación del presente proyectos en computadoras portátiles.

Cabe destacar que las propuestas planteadas vislumbran un interesante escenario de investigación centrado en la adquisición y envío de datos fisiológicos con el uso de la tarjeta multiparamétrica. Desde las líneas ya iniciadas de la aplicación planteada, centrados en el usuario, se abren nuevas áreas de trabajo que ofrecen una clara continuidad a los resultados presentados en este Trabajo Especial de Grado y que se prevé centrarán las aportaciones en el ámbito de la telemedicina de los próximos años.

CAPÍTULO VII

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- *¿Qué es Java?* (s.f.). Recuperado el Noviembre de 2012, de http://www.java.com/es/download/faq/whatis_java.xml?printFriendly=true
- *¿Qué es SQL?* (s.f.). Recuperado el Noviembre de 2012, de <http://www.virensis.com/cursos/sql/intro.htm>
- Balestrini, M (1998). *Cómo se elabora el proyecto de investigación*. Consultores Asociados, Servicio Editorial. Caracas, Venezuela.
- Campbell, A., & Reece, B. (2005). *Biología*. Madrid: Panamericana.
- Escalona, I., & Pirrone, J. (Marzo de 2012). *Grupo de Telemedicina UCAB*. Recuperado el Junio de 2012, de <http://tematicos-en-telemedicina-ucab.wikispaces.com/>
- Gimenez, S (2009). *Telemedicina. Recientes avances*. Recuperado el 25 de febrero de 2012 de <http://www.medicina21.com/doc.php?op=especialidad3&ef=Miscelanea&id=77>
- Goldwei Corporation. (2011). *MODEL MGW830 MULTI-PARAMETER MODULE 6-IN-1 WITH ECG, RESP, TEMP, NB, SPO2 OEM BOARD*. Recuperado el Junio de 2012, de <http://www.goldwei.com/products/item.asp?itemid=444>
- Golwei Corporation. (2011). *About GOLDWEI Medical*. Recuperado el Junio de 2012, de <http://www.goldwei.com//custom.asp?recid=17>
- Gutierrez, L., Herrera, V., & Garcia, M. (2012). *Conmutación de Redes de Datos*. Recuperado el Noviembre de 2012, de ricardocrd3b.files.wordpress.com/.../simbologia-y-nomenclaturas.pptx

- IBM, Education Services. (2007). *Libro 1: Base de Datos I*. IBM Corp.
- IBM, Education Services. (2008). *Programación Web Avanzada*. IBM Corp.
- Lamarca, M. (2011). *HTML*. Recuperado el Diciembre de 2012, de <http://www.hipertexto.info/documentos/html.htm>
- Lemme, D. (2007). *Oxímetro de Pulso*. Recuperado el Diciembre de 2012, de www3.fi.mdp.edu.ar/electronica/.../OxímetroDePulso_Lemme.doc
- Marín, D. (2008). Diseño de un dispositivo para el monitoreo de señales electrocardiográficas a través de una red de área local (LAN). Facultad de Ingeniería. Universidad Católica Andrés Bello.
- Martínez, C (2009). *Telemedicina. Origen y Evolución*. Departamento de Cirugía. Facultad de Medicina. Universidad Complutense. Madrid. Recuperado el 20 de febrero de 2012 de <http://www.revistareduca.es/index.php/reduca/article/viewFile/23/24>
- Menéndez, D. y Potenza, A. (2011). *Desarrollo de una plataforma para transmisión y recepción de ECG desde un terminal móvil*. Facultad de Ingeniería. Universidad Católica Andrés Bello
- *Modelo TCP/IP*. (2009). Recuperado el Noviembre de 2012, de <http://www.alfinal.com/Temas/tcpip.php>
- Palacios, S., Cecilia, A., & Juan, C. (2010). *Guía para Realizar Oximetría de Pulso en la práctica clínica*. Recuperado el Diciembre de 2012, de <http://www.scielo.cl/pdf/rcher/v26n1/art10.pdf>
- Pelissier, C. (s.f.). *Programación con php*. Recuperado el Noviembre de 2012, de <http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo330/2s02/projects/pelissier/informe.html>
- Red Hat, Inc. (2005). Massachusetts Institute of Technology. Recuperado el 25 de Junio de 2012, de <http://web.mit.edu/rhel-doc/4/RH-DOCS/rhel-rg-es-4/ch-ssh.html>

- Ruiz, L. (2012). *Modelo OSI y TCP/IP*. Recuperado el Diciembre de 2012, de <http://www.slideshare.net/LarryRuiz/modelo-osi-y-tcp-15503078>
- Saavedra, J. (2005). *Lenguajes de programación*. Recuperado el Noviembre de 2012, de <http://jorgesaavedra.wordpress.com/2007/05/05/lenguajes-de-programacion/>
- Talavera, L. (2010) *Plataforma modular para docencia e investigación de señales biomédicas*. Universidad Rey Juan Carlos. Recuperado el 2 de Abril de 2012 de <http://eciencia.urjc.es/handle/10115/5599>
- Torres, D. (2009). *Modelo TCP/IP por capas*. Recuperado el Diciembre de 2012, de <http://ldc.usb.ve/~daniela/tcp-ip/node22.html>
- Zamora, G., & Moreno, R. (s.f.). *Sistema Multicontrolado para el Diseño de un Oxímetro de Pulso*. Recuperado el Diciembre de 2012, de http://www.edutecne.utn.edu.ar/microcontrol_congr/comunicaciones/Sistema_oximetro_pulso.pdf

GLOSARIO

232Analyzer: Es un software, terminal, eliminador de errores, monitor, detector de puertos seriales avanzado que permite a los programadores, ingenieros de control, eliminar errores, monitorear, detectar, probar y analizar actividades de puertos seriales.

Base de datos: Se define como un fichero en el cual se almacena información en campos o delimitadores, teniendo acceso a ella posteriormente tanto de forma separada como de forma conjunta. Se utiliza normalmente para recoger grandes cantidades de información.

Conector RS232: Es una interfaz que designa una norma para el intercambio de una serie de datos binarios entre un DTE (Equipo terminal de datos) y un DCE (*Data Communication Equipment*, Equipo de Comunicación de datos).

FilleZilla: (*File Transfer Protocol - Protocolo de transferencia de archivos*). Es una aplicación para la transferencia de archivos por FTP.

HTML: (*HyperText Markup Language*), hace referencia al lenguaje de marcado predominante para la elaboración de páginas web que se utiliza para describir y traducir la estructura y la información en forma de texto, así como para complementar el texto con objetos tales como imágenes.

JAVA: Es el lenguaje de programación orientado a objetos.

Oximetría: Determinación de la saturación de oxígeno de la sangre mediante un oxímetro.

Oxímetro: Aparato para medir la saturación de oxígeno en la sangre, registrando la cantidad de luz transmitida o reflejada, que diferencia claramente la oxihemoglobina de la hemoglobina.

PHP: (*PHP Hypertext Pre-processor*), conocido como un lenguaje de programación usado generalmente en la creación de contenidos para sitios web.

Servidor: Son ordenadores remotos que almacenan información en forma de páginas web y a través del protocolo HTTP, lo entregan a petición de los clientes (navegadores web) en formato HTML.

SQL: (*Structured Query Language*), entendida en español como Lenguaje de Consulta Estructurado, la cual identifica a un tipo de lenguaje vinculado con la gestión de bases de datos de carácter relacional que permite la especificación de distintas clases de operaciones entre éstas.

Tarjeta Multiparamétrica: Dispositivo médico capaz de tomar diversos parámetros fisiológicos de un paciente en un mismo instante de tiempo.

Telemedicina: Se conoce como la prestación de servicios de medicina a distancia. Para su implementación se emplean usualmente tecnologías de la información y las comunicaciones.

Temperatura Corporal: Es la magnitud física que puede ser determinada por un termómetro y que caracteriza, de manera objetiva, el grado de calor corporal.

Termómetro: Es un instrumento que permite medir la temperatura.

ANEXOS

ANEXO A-1
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA TARJETA
MULTIPARAMÉTRICA

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

Especificaciones acerca de diversos parámetros que posee la tarjeta multiparamétrica marca Goldwei MGW830kit

Clasificación	
tipo anti-electroshock	Clase I
grado anti-electroshock	CF prueba contra temblor
Normas Aplicadas	
GB 9706.1-2007	La primera parte del cableado médico : seguridad de equipos médicos eléctricos
YY0089-92	Sistema de monitorización del paciente, seguridad especial
solicitud de YY1079-2008 :	Marca especial de monitor de ECG
ANSI / AAMI / IEC 60601-2-21	Parte 2: equipos médicos eléctricos
Y 60601-2-21 Enmienda 1:2000	Requisitos particulares para la seguridad de radiaciones infantiles
ANSI / AAMI EC13 : 2002	Monitores cardíacos, medidores de frecuencia cardíaca y alarmas
60601-2-37	Parte 2-37 equipos médicos eléctricos: Requisitos particulares para la seguridad de los equipos médicos de diagnóstico por monitoreo y ultrasonido

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

El módulo de seguimiento por debajo del nivel:	EN ISO 9001, EN 46001, EN 1441, prEN1041, EN980, IEC878, EN ISO 10993-1, EN540, EN 60601-1, EN60601-1-2, EN60601-1-4, ES 60601-2-27, EN 60601-2-30, EN 60601-2-34, EN475, EN865, EN12470, 60601-2-34, EN475, EN865, EN12470,
Tamaño y peso	
Tamaño / Peso	120 mmx100mmx25 mm / <300 g (sin incluir accesorios)
Fuente de alimentación	Solicitud de la fuente de alimentación externa : voltaje de entrada 12 V DC ($\pm 10\%$), 0,5A , líneas de onda <100 mV, el consumo de energía : estado estático <2W , trabajo <6W . aislado: 4000Vac Corriente de fuga <0,5 Ma
Entrada / Salida para conexión	Elija la conexión RS232 y TTL a través del puerto serie asíncrono
Rango de temperatura	
Laboral	0 ~ 55 °C
Almacenamiento	-20 ~ 65 ° C
Rango de humedad	
Laboral	15% ~ 95% (sin coagular)
Almacenamiento	10% ~ 95% (sin coagular)
Especificación de ECG	Norma 3 o 5 cable de plomo
Cable 3	Ra, la, el modo de LL, cable: I, II, III
Cable 5	RA, LA, LL, RL, V, cable: I, II, III, aVR, aVL, aVF, V
Ganancia	x250, x500, x1000, x2000

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

Rango HR	
Adulto	15 ~ 300 BPM
Neo / Ped	15 ~ 350 BPM
Precisión	$\pm 1\%$ o ± 1 bpm, elija la mayor
Resolución	1BPM
Sensibilidad	> 200 ($\mu\text{V}_{\text{P-P}}$)
Impedancia de entrada	> 5 mW
Ancho de banda	
Diagnóstico / Monitor / Consulta	0,05 ~ 130 Hz / 0,5 ~ 40 Hz / 1 ~ 20 Hz
Módulo común proporción restringida	
Diagnóstico	> 90 dB
Controlar	> 100 dB
Rango de voltaje para la polarización del electrodo	± 300 mV
Inspección ritmo de pulso con la siguiente condición:	
Rango :	± 2 mV ~ ± 700 mV \
Ancho :	0,1 ms ~ 2 ms
Tiempo de subida :	10us ~ 100 μ s
Restringir el ritmo de pulso	

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

Rango :	$\pm 2 \text{ mV}$ del $\sim \pm 700\text{mV}$
Ancho :	0,1 ms ~ 2 ms
Tiempo de subida :	10us ~ 100 μ s
Base para renovar el tiempo	<3 s después de la desfibrilación
Rango de señal	$\pm 8 \text{ mV}$ (PP)
Calibración de la señal	1 (mV _{pp}), Precisión : $\pm 5\%$
Inspección segmentos medidos	
Rango de medida:	-2.0mV ~ 2,0 mV
Rango de Precisión :	-0,8 MV ~ 0,8 mV el rango de error es $\pm 0.02\text{mV} \pm 10\%$ tomar el mayor rango de cualquier Otro que no esté definido
Especificación RESP	
Método de medición	Impedancia entre RF (RA-LL)
Intervalo de medición de impedancia PRAE:	0.3 ~ 3 Ω
Rango de impedancia de línea de base:	200 ~ 4000 Ω
Ancho de banda	0.1 ~ 2,5 Hz
Tasa de PRAE	
Adulto	7 ~ 120BrPM
Neo / Ped	~ 150 BrPM
Resolución	1 BrPM
Precisión	$\pm 2 \text{ BrPM}$

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

Alarma de Apnea	10 ~ 40s
Especificaciones PANI	
Método de medición	onda de pulso oscilométrico
Modo de trabajo	Manual / automático / STAT
Intervalo de medición en el modo AUTO	1,2,3,4,5,10,15,30,60,90,120,180,240,480 minutos
Medición del periodo en el modo STAT	5 Min
Intervalo de la frecuencia del pulso	40 ~ 240 BPM
Rango de Medición y Precisión	
Adultos Modo	
SYS	40 ~ 270mmHg
DIA	10 ~ 215 mm Hg
MEDIA	20 ~ 235 mm Hg
Modo de Pediatría	
SYS	40 ~ 200 mm Hg
DIA	10 ~ 150 mm Hg
MEDIA	20 ~ 165 mm Hg
Modo neonatal	
SYS	40 ~ 135 mm Hg
DIA	10 ~ 100 mm Hg
MEDIA	20 ~ 235 mm Hg

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

Rango del estado de presión estática	0 ~ 300mmHg
Precisión del estado estático de la presión	± 3 mmHg
Protección de sobrepresión	
Modo Adulto	300 mmHg
Modo de Pediatría	240mmHg
Modo neonatal	150 mmHg
Saturación SPO2	
Intervalo de medición	0 ~ 100%
Resolución	1%
Precisión	70 ~ 100% : ± 2 DIGIT 0% ~ 69% sin especificar
Pulso	
Intervalo de medición	20 ~ 300bpm
Resolución	1BPM
Precisión	± 3bpm
TEMP Especificación	
Sensor de temperatura disponible	YSI , CYF
Número de canales	2 canales
Medición	
Rango	0 ~ 50 ° C
Resolución	0,1 °C
Precisión	±0,1 °C (no incluye el error del sensor)

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

Especificación de IBP	
Número de canales	2 canales
Nombres de presión	ARTE, PA, PVC, RAP, LAP, ICP, P1, P2
Rango de medición de presión	
ART	0 ~ 300 mmHg
PA	-6 ~ 120 mmHg
CVP	-10 ~ 40 mm Hg
RAP	-10 ~ 40 mm Hg
LAP	-10 ~ 40 mm Hg
ICP	-10 ~ 40 mm Hg
P1, P2	-10 ~ 300 mm Hg
Precisión	± 1 mm Hg o $\pm 2\%$, tome la mayor (no incluye el error del sensor)
Pulso Sensor	
Sensibilidad	5 mV / V / mmHg
Impedancia	300-3000 Ω

Tabla 10 Especificaciones Técnicas de la Tarjeta Multiparamétrica
Fuente: Manual Goldwei MGW-830 6-in-1 Operating Instructions; desde:
<http://www.goldwei.com/products/item.asp?itemid=482>

ANEXO A-2

**FOTOGRAFÍAS DE LA CAJA PROTECTORA DE LA TARJETA
MULTIPARAMÉTRICA**

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

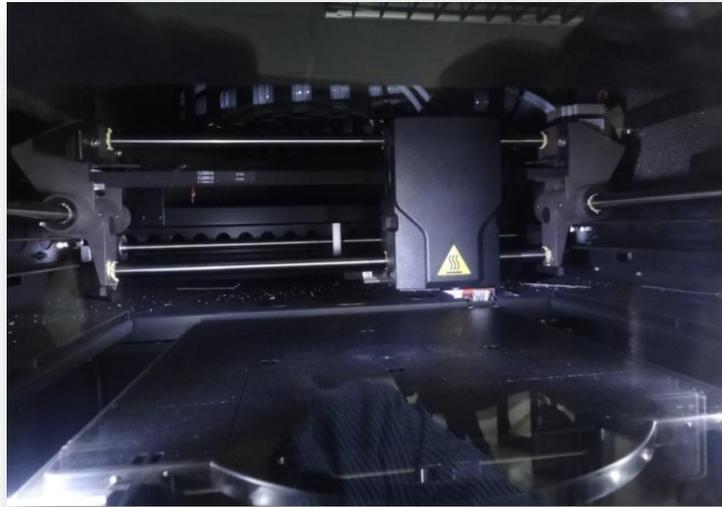


Fotografía 1 Impresora estereográfica 3D de disposición de hilo
Fuente: Elaboración Propia

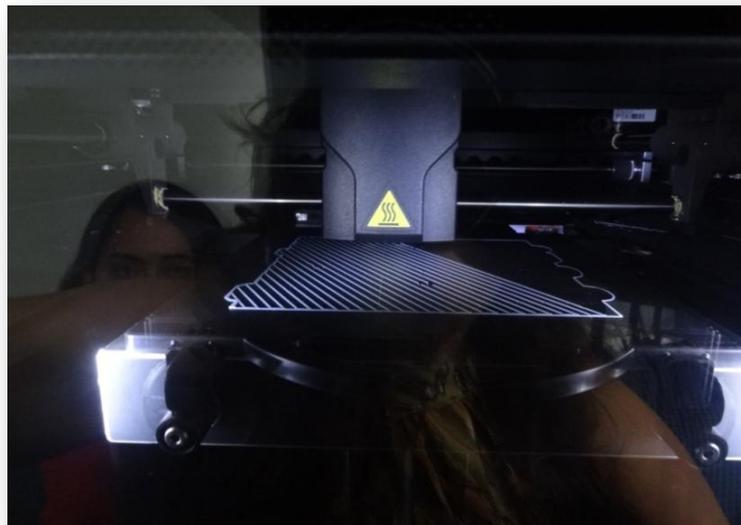


Fotografía 2 Información del proceso de impresión de la caja de la Impresora estereográfica 3D
de disposición de hilo
Fuente: Elaboración Propia

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS



**Fotografía 3 cartucho P400 ABS Model Cartridge de la Impresora estereográfica 3D de
disposición de hilo
Fuente: Elaboración Propia**



**Fotografía 4 Proceso de impresión de la caja
Fuente: Elaboración Propia**

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS



Fotografía 5 Caja impresa con capa protectora
Fuente: Elaboración Propia



Fotografía 6 Caja Completa
Fuente: Elaboración Propia

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS



Fotografía 7 Caja con Tarjeta multiparamétrica instalada

Fuente: Elaboración Propia



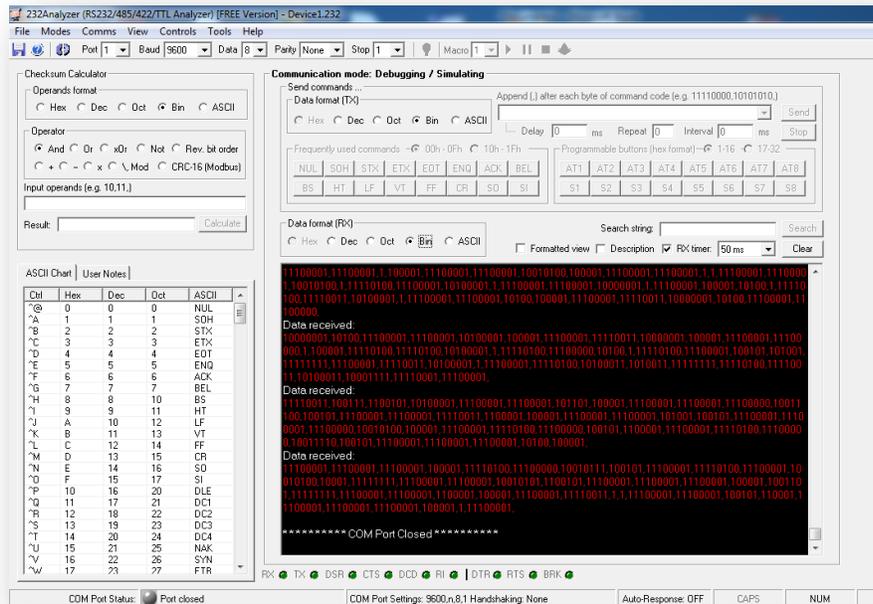
Fotografía 8 Caja conectada con dispositivos de medición

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO B

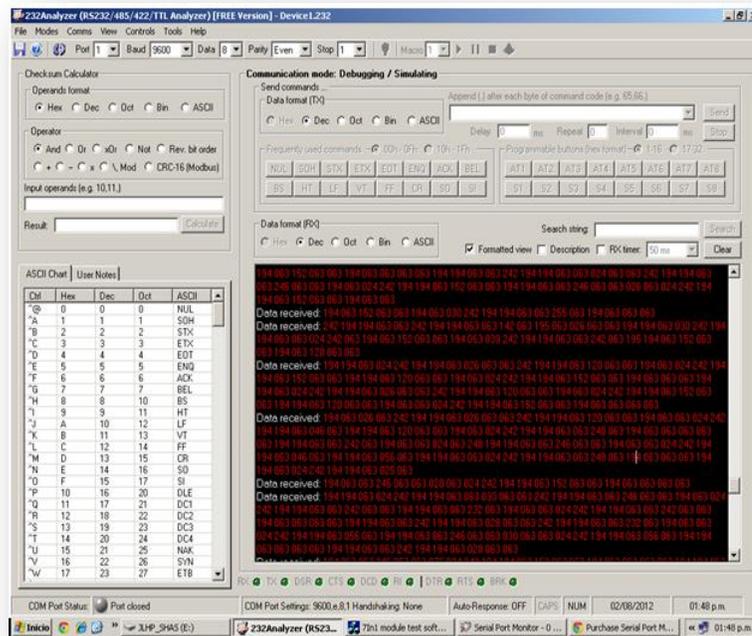
**CAPTURA DE PAQUETES DE LA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
HACIENDO USO DEL PROGRAMA 232 ANALYZER**

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS



Fotografía 9 Datos capturados mediante el programa 232Analyzer de forma binaria

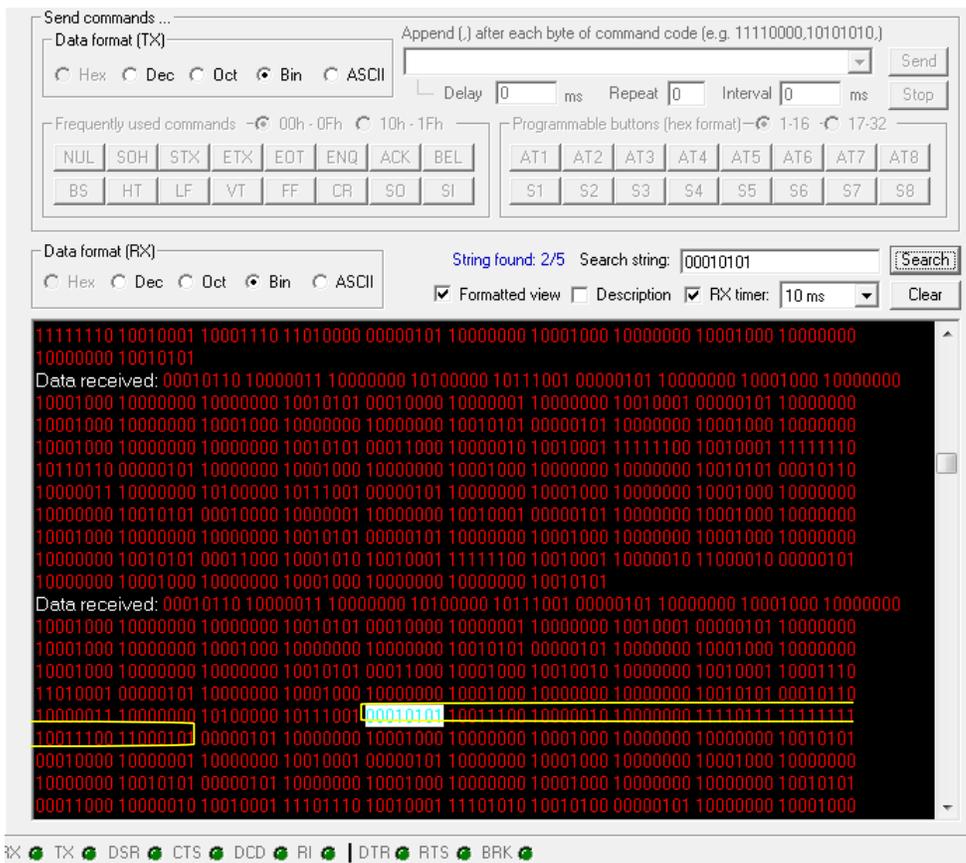
Fuente: Elaboración Propia



Fotografía 10 Datos capturados mediante el programa 232Analyzer de forma decimal

Fuente: Elaboración Propia

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS



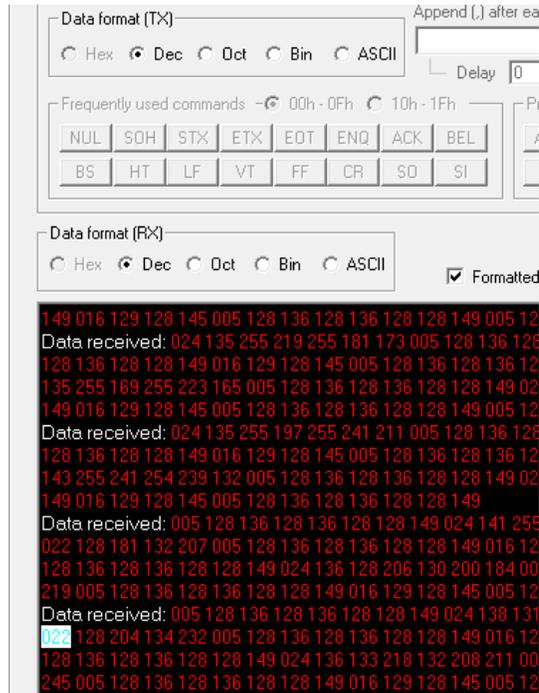
Fotografía 11 Paquete de Temperatura capturado desde el 232Analyzer de forma binaria
Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en la fotografía 11, ha sido capturado un paquete de temperatura el cual consta de un tamaño de 8 bytes; una vez visto el id de temperatura que en binario es el número 0010101, se toman en cuenta los siguientes 7 bytes que son de información del parámetro, y como se observa estos bytes comienzan todos en 1 porque han sido alterados por el campo de datahead.

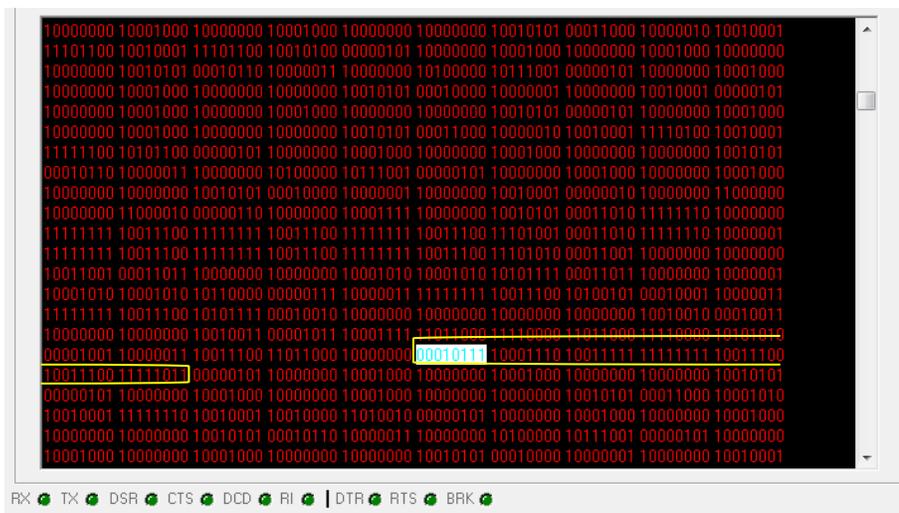
El noveno byte (fuera del recuadro), comienza en cero, indicando que es otro tipo de identificación de otro parámetro o de cualquier información que la tarjeta envía constantemente.

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

La captura de paquetes de la gráfica de oximetría tiene un tamaño de 5 bytes, pudiéndose observar como el ejemplo anterior.



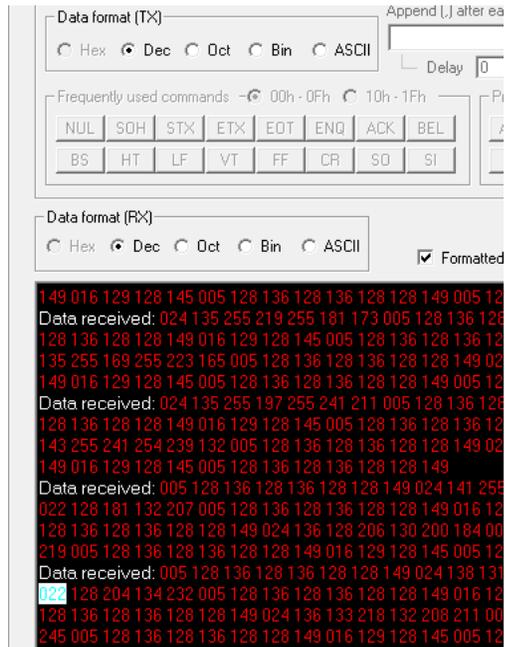
Fotografía 14 Paquete de la Gráfica de Oximetría capturado desde el 232Analyzer de forma decimal
Fuente: Elaboración Propia



Fotografía 15 Paquete de Oximetría capturado desde el 232Analyzer de forma binaria
Fuente: Elaboración Propia

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

La información de paquete de oximetría el contiene los valores del pulso y del porcentaje, consta de 7 bytes, como se observa en la fotografía.



Fotografía 16 Paquete de Oximetría capturado desde el 232Analyzer de forma decimal
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO C

**TABLA COMPARATIVA ENTRE DATOS TOMADOS POR LA
TARJETA MULTIPARAMÉTRICA Y EQUIPOS TRADICIONALES**

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

Tabla 11 Tabla comparativa de valores de oximetría utilizando equipo tradicional y tarjeta multiparamétrica

	Tarjeta multiparamétrica (Parámetro de Oximetría)	Oxímetro Tradicional
Valores		
Voluntario 1: Luz Marina González	98% 63Bpm	98%
Voluntario 2: Eugenio Díaz	97% 62 Bpm	96%
Voluntario 3: Maira Díaz	98% 64 Bpm	98%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12 Tabla comparativa de valores de temperatura utilizando equipos tradicionales y tarjeta multiparamétrica

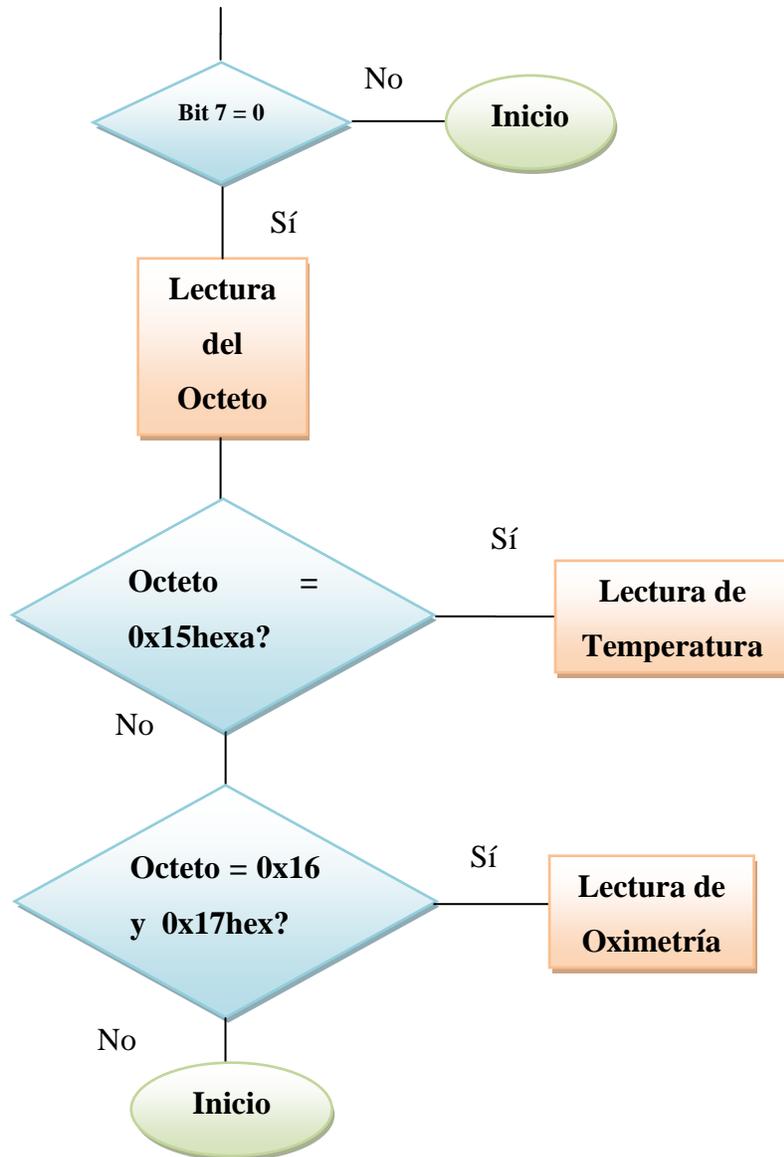
Fuente: Elaboración Propia

	Tarjeta multiparamétrica (Parámetro de Temperatura)	Termómetro Tradicional Term de Merc/Term Digit
Valores		
Voluntario 1: Gabriela Briceño	36,6 °C	36,7 / 36,5 °C
Voluntario 2: Magali Gudiño	35,5 °C	35,3 / 35,0 °C
Voluntario 3: Angela Gudiño	36,0 °C	35,8 / 35,1 °C
Voluntario 4: Eduardo Briceño	36,7 °C	36,8 / 36,7 °C
Voluntario 5: Maira Díaz	36,2 °C	36,2 / 36,1°C

ANEXO D

ESQUEMA DE TRABAJO DE LA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA





Esquema 1 Forma de envío y lectura de paquetes de información
Fuente: Elaboración Propia

APÉNDICE A

FACTIBILIDAD DE LA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA

De acuerdo a las investigaciones realizadas se pudo comprobar la factibilidad de la tarjeta en estudio; la utilización de cuatro instrumentos médicos distintos para realizar la toma de datos del paciente en tiempos diferentes tiene un alto costo al sumar todos los precios que estos implican, mientras que la tarjeta multiparamétrica marca Goldwei modelo MGW830KIT, contiene todos los cuatros instrumentos

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA USO DE UNA TARJETA MULTIPARAMÉTRICA
DE ADQUISICIÓN DE ALGUNOS DATOS FISIOLÓGICOS

médicos pudiendo realizar la toma de parámetros a la vez ahorrando tiempo, además presenta un bajo costo y mayor versatilidad con respecto a trabajar con cada aparato medidor por separado; esto se refleja a continuación:

Instrumento médico de medición de parámetros fisiológicos	COSTO
Electrocardiograma	800 \$
Tensiómetro	48 \$
Termómetro	20 \$
Oxímetro	42 \$
TOTAL	910 \$

Tarjeta Multiparamétrica	COSTO
Tarjeta multiparamétrica marca Goldwei	700\$
TOTAL	700\$