



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

AUTORES: GAVILEMA CASA, JORGE ALEXANDER

MULLO GUILCAMAIGUA, EDWIN DAVID

**TEMA: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE
MEDICIÓN DE SEÑALES FISIOLÓGICAS, QUE AYUDA AL DIAGNÓSTICO
MÉDICO UTILIZANDO FPGA, CON COMUNICACIÓN INALÁMBRICA A
TABLET, CON MONITOREO REMOTO EN TIEMPO REAL.**

DIRECTOR: ING. BUCHELI, JOSÉ

CODIRECTOR: ING. RIVAS, DAVID

LATACUNGA, DICIEMBRE 2014

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros: Gavilema Casa Jorge Alexander

Mullo Guilcamaigua Edwin David

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE MEDICIÓN DE SEÑALES FISIOLÓGICAS, QUE AYUDA AL DIAGNÓSTICO MÉDICO UTILIZANDO FPGA, CON COMUNICACIÓN INALÁMBRICA A TABLET, CON MONITOREO REMOTO EN TIEMPO REAL”, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las paginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Diciembre del 2014.

Gavilema Casa Jorge Alexander

C.I.: 0502992339-4

Mullo Guilcamaigua Edwin David

C.I.: 0503050125-6

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN

CERTIFICADO

Ing. Bucheli José (DIRECTOR DE TESIS)
Ing. Rivas David (CODIRECTOR DE TESIS)

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE MEDICIÓN DE SEÑALES FISIOLÓGICAS, QUE AYUDA AL DIAGNÓSTICO MÉDICO UTILIZANDO FPGA, CON COMUNICACIÓN INALÁMBRICA A TABLET, CON MONITOREO REMOTO EN TIEMPO REAL”, realizado por los Señores Gavilema Casa Jorge Alexander y Mullo Guilcamaigua Edwin David, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatuarías establecidas por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico y aplicable para el desarrollo profesional, **SI** recomiendan su aplicación.

El mencionado trabajo consta de un documento empastado y un disco compacto el cual contiene los archivos en formato portátil de Acrobat (pdf). Autorizan a los Señores Gavilema Casa Jorge Alexander y Mullo Guilcamaigua Edwin David que lo entregue al Ing. José Bucheli Andrade, en su calidad de Director de Carrera.

Latacunga, Diciembre del 2014.

Ing. José Bucheli.
DIRECTOR

Ing. Rivas David.
CODIRECTOR

**UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA E INSTRUMENTACIÓN**

AUTORIZACIÓN

Nosotros: Gavilema Casa Jorge Alexander

Mullo Guilcamaigua Edwin David

Autorizamos a la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE, la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del Trabajo “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE MEDICIÓN DE SEÑALES FISIOLÓGICAS, QUE AYUDA AL DIAGNÓSTICO MÉDICO UTILIZANDO FPGA, CON COMUNICACIÓN INALÁMBRICA A TABLET, CON MONITOREO REMOTO EN TIEMPO REAL”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Latacunga, Diciembre del 2014

Gavilema Casa Jorge Alexander

C.I.: 0502992339-4

Mullo Guilcamaigua Edwin David

C.I.: 050350125-6

DEDICATORIA

Jorge Alexander Gavilema Casa.

Quiero dedicar este trabajo a mi Dios, ya que él es mi guía espiritual en todo momento, a mis padres que han sido el pilar fundamental ya que ellos me han sabido guiar con sus consejos y enseñanzas de los valores éticos como morales, a mis hermanos que me han sabido comprender y disculpar por los malos momentos que vivieron durante todo este tiempo para llegar a culminar mi carrera, y a todas las personas que de una u otra manera supieron brindarme su apoyo desinteresadamente para seguir adelante y no desmayar en el duro caminar de mi vida, enseñándome a encarar las adversidades que me puso el destino para conseguir mis objetivos.

Edwin David Mullo Guilcamaigua.

A mis padres y hermanos que han sido ejemplo de superación, gracias a los consejos que me han impartido para sobrepasar de barreras que existieron durante este largo camino, llegando a culminar esta etapa de mi vida con éxito y felicidad.

A todas las personas que me han acompañado en el transcurso de este camino con palabras de aliento y motivación.

AGRADECIMIENTO

Jorge Alexander Gavilema Casa.

Agradezco eternamente a mi Dios por el milagro de la vida, a mis abuelitos que me dieron su amor cuando estuvieron junto a mí hoy desde el cielo seguirán guiándome por el camino del bien, a mis padres que lucharon junto a mí día a día dándome su apoyo incondicional para verme triunfar, a mis queridas maestras y maestros, desde los primeros años, hasta el día de hoy, que sembraron la semilla del saber en mi mente ténganlo por seguro que no lo han hecho en un terreno árido, ya que con el tiempo cosecharan el fruto de sus enseñanzas. A mis queridos hermanos, Stefanny y Ronier, a mis tíos y tías pero sobre todo un agradecimiento a mi tía Malú por estar siempre pendiente de mí. Resulta difícil poder nombrar a todos, pero mi inmensa gratitud, a todos quienes hicieron posible la culminación de mis estudios ténganlo por seguro que no los defraudare y les agradezco de todo corazón.

Edwin David Mullo Guilcamaigua.

Este proyecto es el resultado del esfuerzo de cada día. Por esto agradezco a Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad hasta ahora.

A mi familia, quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyeron en mí en todo momento y no dudaron de mis habilidades. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general.

A mis compañeros que han formado parte de mi formación académica ayudándome de una y otra manera, compartiendo momentos inolvidables que han hecho de mí una gran persona.

INDICE DE CONTENIDOS.

Contenido	
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	ii
CERTIFICADO.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
LISTADO DE TABLAS.....	x
LISTADO DE FIGURAS.....	xi
LISTADO DE ANEXOS.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO 1	1
1.1 Señales Fisiológicas.....	1
1.1.1 El cuerpo como sistema y las señales biomédicas.....	1
1.1.2 Origen y características de las señales biomédicas.....	2
1.1.3 Clasificación de bioseñales.....	3
1.1.4 Problemas de señales Biomédicas.....	4
1.2 Patologías.....	5
1.2.1 Presión Arterial.....	5
1.2.2 Temperatura Corporal.....	7
1.2.3 ECG (Electrocardiograma).....	11
1.3 Frecuencia Cardíaca.....	18
1.4 Sensores Biomédicos.....	18
1.4.1 Tipos de sensores usados en aplicaciones biomédicas.....	19
1.4.2 Importancia de los sensores de señales bioeléctricas.....	21
1.5 Software para el desarrollo.....	22
1.5.1 LabVIEW.....	22
1.5.2 Eclipse.....	24

1.6	NI LabVIEW RIO Evaluation Kit.....	28
1.6.1	SBRIO 9636.....	29
1.7	Comunicación inalámbrica con FPGA.....	31
1.7.1	Comunicación Serial.....	32
1.7.2	Comunicación RS-232.....	34
1.7.3	Bluetooth.....	35
CAPÍTULO 2.....		38
2.1	Descripción del proyecto.....	38
2.2	Adquisición de señales analógicas.....	40
2.2.1	Medición de Temperatura.....	41
2.2.2	Presión arterial.....	43
2.2.3	ECG y ritmo cardiaco.....	45
2.3	Acondicionamiento de las señales analógicas.....	48
2.3.1	Temperatura.....	48
2.3.2	Presión arterial.....	48
2.3.3	ECG y ritmo cardiaco.....	49
2.4	Programación de un FPGA SBRIO-9636.....	49
2.4.1	Reconocimiento de tarjeta SBRIO-9636.....	49
2.4.2	Programación FPGA.....	50
2.4.3	Programación Real-Time (RT).....	52
2.4.4	Puerto RS-232 SBRIO-9636.....	53
2.4.5	Conversión comunicación RS-232 a señal TTL.....	53
2.4.6	Utilización del dispositivo bluetooth.....	57
CAPÍTULO 3.....		59
3.1	Eclipse Android.....	59
3.2	Características Eclipse Android.....	60
3.2.1	Aplicaciones del software Eclipse Android.....	60
3.2.2	Descripción: Interfaz de usuario.....	62

3.2.3	Configuración para el desarrollo de aplicaciones Android.....	64
3.2.4	Carpetas del paquete Eclipse.....	65
3.3	Lenguaje de programación del Software Eclipse Android.....	67
3.3.1	Sentencia IF.....	67
3.3.2	Sentencias Switch.....	68
3.3.3	Sentencias For.....	69
3.3.4	Clases implementadas en Android.....	69
3.3.5	Actividades de la aplicación Android.....	70
3.3.6	Eventos Android.....	71
3.4	Desarrollo del programa en eclipse Android.....	71
3.4.1	Diagrama de flujo de la aplicación en Android.....	76
CAPÍTULO 4.....		80
4.1	Generalidades.....	80
4.2	Pruebas realizadas en el médico virtual implementado.....	80
4.3	Alcances y limitaciones.....	88
4.3.1	Alcances.....	88
4.4	Limitaciones.....	89
4.5	Análisis Económico.....	90
CAPÍTULO 5.....		92
5.1	Conclusiones.....	92
5.2	Recomendaciones.....	94
BIBLIOGRAFÍA.....		95
LINKGRAFÍA.....		96
ANEXOS.....		97

LISTADO DE TABLAS.

CAPÍTULO 1.

TABLA 1.1: NIVELES DE PRESIÓN ARTERIAL Y EFECTOS [4].	6
TABLA 1.2: TEMPERATURA NORMAL APROXIMADA POR EDAD.	8
TABLA 1.3: DIFERENTES SENSORES FÍSICOS Y VARIABLES AFECTADAS [6].	19
TABLA 1.4: ALGUNOS EJEMPLOS DE APLICACIÓN BIOMÉDICA DE LOS SENSORES FÍSICOS [6].	20
TABLA 1.5: SEÑALES BIOELÉCTRICAS DETECTADAS POR LOS ELECTRODOS DE BIOPOTENCIALES [6].	21
TABLA 1.6: COMPLEMENTOS ADICIONALES DE ECLIPSE.	27
TABLA 1.7: ESPECIFICACIONES GENERALES SBRIO-9636 [10].	30

CAPÍTULO 2

TABLA 2.1: CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR DE TEMPERATURA DE SUPERFICIE [14].	42
TABLA 2.2: CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR DE PRESIÓN ARTERIAL.	44
TABLA 2.3: CARACTERÍSTICAS ECG SENSOR.	46
TABLA 2.4: NIVELES DE VOLTAJE MAX-232.	56

CAPÍTULO 4

TABLA 4.1: COMPARACIÓN DE LAS MEDICIONES ENTRE EL PROTOTIPO Y EQUIPO DE REFERENCIA PARA TEMPERATURA.	83
TABLA 4.2: COMPARACIÓN DE LAS MEDICIONES REALIZADAS EN PERSONAL A PRUEBA DE LA TEMPERATURA CORPORAL.	84
TABLA 4.3: COMPARACIÓN DE LAS MEDICIONES REALIZADAS PARA LA PRESIÓN.	85
TABLA 4.4: RESPUESTA DE LA FRECUENCIA CARDIACA DEL PROTOTIPO A VARIOS PACIENTES.	88
TABLA 4.5: COSTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.	90

LISTADO DE FIGURAS.

CAPÍTULO 1.

FIGURA 1.1: SEÑAL DE UN ECG [5].	11
FIGURA 1.2: ICONO LABVIEW NATIONAL INSTRUMENTS [7].	22
FIGURA 1.3: ICONO ECLIPSE [8].	24
FIGURA 1.4: ENTORNO DE TRABAJO DE ECLIPSE.	25
FIGURA 1.5: ÁREA DEL EDITOR DE JAVA.	26
FIGURA 1.6: ARQUITECTURA DE LA PLATAFORMA ECLIPSE [9].	27
FIGURA 1.7: SBRIO-9636 [10].	29
FIGURA 1.8: BLUETOOTH HC-5 [11].	35
FIGURA 1.9: LA PILA DE PROTOCOLOS BLUETOOTH [12].	36
FIGURA 1.10: MODELO OSI DE COMUNICACIÓN [13].	37

CAPÍTULO 2

FIGURA 2.1: DESCRIPCIÓN GRAFICO DEL PROYECTO.	40
FIGURA 2.2: SENSOR DE TEMPERATURA SUPERFICIAL [14].	41
FIGURA 2.3: MONTAJE DEL SENSOR DE TEMPERATURA.	43
FIGURA 2.4: SENSOR DE PRESIÓN ARTERIAL.	44
FIGURA 2.5: MONTAJE DEL SENSOR DE PRESIÓN.	45
FIGURA 2.6: ECG SENSOR.	46
FIGURA 2.7: MONTAJE SENSOR ECG.	47
FIGURA 2.8: ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL DEL SENSOR DE TEMPERATURA.	48
FIGURA 2.9: ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL DEL SENSOR DE LA PRESIÓN ARTERIAL.	48
FIGURA 2.10: ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL DEL SENSOR ECG Y RITMO CARDIACO.	49
FIGURA 2.11: NY MAX PANTALLA PRINCIPAL.	49
FIGURA 2.12: RECONOCIMIENTO SBRIO (MEDICO VIRTUAL- ESPE).	50
FIGURA 2.13: DIRECCIONAMIENTO IP A MEDICO VIRTUAL- ESPE (SBRIO-9636).	50
FIGURA 2.14: PANEL DE SELECCIÓN DE ENTRADAS DIGITALES Y ANALÓGICAS.	51
FIGURA 2.15: ASIGNACIÓN DE BITS PARA LA PARTE ENTERA Y DECIMAL.	51
FIGURA 2.16: VI. FINALIZADO PARA FPGA.	52
FIGURA 2.17: PROGRAMACIÓN PARA CORRER EL VI. DE LA FPGA EN RT.	52

FIGURA 2.18: CONECTORES RS-232/CAN.....	53
FIGURA 2.19: VISA WRITE.....	54
FIGURA 2.20: ESCRIBIENDO AL PUERTO SERIAL CON UNA SESIÓN VISA EN LABVIEW.....	54
FIGURA 2.21: MAX - 232.....	55
FIGURA 2.22: CONEXIÓN TARJETA SBRIO-9636 Y CIRCUITO INTEGRADO MAX-232.....	56
FIGURA 2.23: DISPOSITIVO BLUETOOTH HC-05.	57
FIGURA 2.24: CONEXIÓN ENTRE DISPOSITIVOS MAX-232 Y BLUETOOTH HC-05.....	58

CAPÍTULO 3

FIGURA 3.1: RECEPCIÓN DE SEÑALES DEL DISPOSITIVO BLUETOOTH.....	59
FIGURA 3.2: LAYOUT EN FORMATO XML.....	63
FIGURA 3.3: DIALOGO EN ANDROID.....	63
FIGURA 3.4: EJEMPLO NOTIFICACIÓN EN ANDROID.....	64
FIGURA 3.5: EJEMPLO NOTIFICACIÓN EN ANDROID.....	64
FIGURA 3.6: CARPETAS DEL SOFTWARE ECLIPSE.....	66
FIGURA 3.7: USO SENTENCIA IF.....	68
FIGURA 3.8: USO SENTENCIA SWITCH.....	68
FIGURA 3.9: USO SENTENCIA FOR.....	69
FIGURA 3.10: CREACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO ANDROID.....	72
FIGURA 3.11: CONFIGURACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO ANDROID.....	73
FIGURA 3.12: CONFIGURACIÓN ICONO DE LA APLICACIÓN.....	74
FIGURA 3.13: ICONO DEL PROYECTO PARA LA APLICACIÓN ANDROID.....	74
FIGURA 3.14: CREACIÓN DE UNA ACTIVIDAD PARA UN NUEVO PROYECTO ANDROID.....	75
FIGURA 3.15: NUEVA ACTIVIDAD EN BLANCO PARA EL PROYECTO ANDROID.....	75
FIGURA 3.16: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ACTIVITY (PRINCIPAL).....	76
FIGURA 3.17: LAYOUT DE LA ACTIVITY (PRINCIPAL).....	76
FIGURA 3.18: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ACTIVITY (INFORMACIÓN TÉCNICA).....	77
FIGURA 3.19: LAYOUT DE LA ACTIVITY (INFORMACIÓN TÉCNICA).....	77
FIGURA 3.20: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ACTIVITY (MEDICO VIRTUAL).....	78

FIGURA 3.21: LAYOUT DE LA ACTIVITY (MEDICO VIRTUAL)	78
FIGURA 3.22: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ACTIVITY (MANUAL)	79
FIGURA 3.23: LAYOUT DE LA ACTIVITY (MANUAL).....	79

CAPITULO 4

FIGURA 4.1: SENSOR DE TEMPERATURA.	80
FIGURA 4.2: SENSOR DE PRESIÓN.	81
FIGURA 4.3: SENSOR DE ELECTROCARDIOGRAMA.....	81
FIGURA 4.4: EQUIPO LABQUEST 2.	82
FIGURA 4.5: CURVA DE RESPUESTA DE LA TEMPERATURA DEL PROTOTIPO, RESPECTO A UN INSTRUMENTO PATRÓN.....	84
FIGURA 4.6: RESPUESTA DEL ECG DEL PROTOTIPO PACIENTE 1.	86
FIGURA 4.7: RESPUESTA DEL ECG DEL INSTRUMENTO PATRÓN PACIENTE 1.	86
FIGURA 4.8: RESPUESTA DEL ECG DEL PROTOTIPO PACIENTE 2.	87
FIGURA 4.9: RESPUESTA DEL ECG DEL INSTRUMENTO PATRÓN PACIENTE 2.	87

LISTADO DE ANEXOS.

A. Glosario de Términos.

B. Circuitos Esquemáticos.

C. Circuitos Impresos.

D. Programación Android.

E. Programación SBRIO-9636.

F. Manual de Usuario.

RESUMEN.

El objetivo es la propuesta y estudio de viabilidad de un sistema de uso portátil-domiciliario y de los procedimientos validados asociados, para el análisis y caracterización de diversas señales biomédicas, de las que se extraen parámetros fundamentales para las más novedosas técnicas de diagnóstico. Se trata de reducir el número de sensores y señales relevantes a efectos de diagnóstico.

El análisis sistemático comparativo de sensores multifunción, aplicados a trastornos cardíacos, de presión y temperatura, frente a las técnicas convencionales, es un aspecto poco abordado. Por ello, en este estudio se propone, mediante técnicas de procesamiento digital de la señal, extraer las variables fisiológicas útiles para el diagnóstico de los diferentes tipos de fenómenos de temperatura, presión y cardíacos anormales durante la actividad cotidiana.

A partir de la segregación, partiendo de los datos de los sensores, se obtendrán los parámetros relativos al ritmo cardíaco y su variabilidad, la actividad de temperatura y presión, con las técnicas aplicadas en la medición de señales fisiológicas se demuestra experimentalmente, que es posible realizar una aproximación eficaz a la valoración de los parámetros con personas saludables, empleando para ello un sistema de bajo coste y uso sencillo.

Finalmente, se desarrollará un sistema prototipo, para el registro inalámbrico y el análisis de los datos proporcionados por los sensores, en dispositivos móviles con sistema operativo Android mediante una aplicación de fácil operación.

PALABRAS CLAVES: \SEÑALES FISIOLÓGICAS \ COMUNICACIÓN INALÁMBRICA \ DISPOSITIVOS MÓVILES \ CENTRAL DE MONITOREO \

ABSTRACT

The aim is the proposal and feasibility study of a portable-home use and associated procedures validated for the analysis and characterization of various biomedical signals, of which fundamental parameters for the newest diagnostic techniques are extracted. This is to reduce the number of sensors and diagnostic purposes relevant signals.

The comparative systematic analysis of multifunction sensors, applied to cardiac disorders, pressure and temperature compared to conventional techniques, is a little discussed aspect. Therefore, this study proposes, through techniques of digital signal processing, extracting useful physiological variables for the diagnosis of different types of phenomena of temperature, pressure and abnormal heart during everyday activity.

From segregation, based on the sensor data, the parameters relating to heart rate variability will be obtained and the activity of temperature and pressure, with the techniques applied in the measurement of physiological signals shown experimentally that it is possible for efficient approximate value of the parameters with healthy people, employing a low-cost and easy to use.

Finally, a prototype system for wireless recording and analysis of data provided by sensors in mobile devices with Android operating system through an application of easy operation will develop.

KEYWORDS: \ PHYSIOLOGICAL SIGNALS \ WIRELESS COMMUNICATION \ MOBILE \ CENTRAL MONITORING \

CAPÍTULO 1.

GENERALIDADES.

En este capítulo, se describirá el comportamiento del cuerpo humano como sistema, el origen, características y clasificación de las señales fisiológicas, los conceptos básicos y patologías acerca de las señales fisiológicas a ser estudiadas y desarrolladas del proyecto, el software utilizado para nuestro proyecto y las técnicas a aplicar en el desarrollo del proyecto.

1.1 Señales Fisiológicas.

Se define como una señal biológica o fisiológica a la representación gráfica bidimensional del registro de una actividad eléctrica de ciertos órganos y partes del cuerpo humano en función de una unidad tiempo.

Generalmente, el registro de la actividad eléctrica de una parte del cuerpo humano se lleva a cabo a través de un electrodo, el cual es un elemento conductor, normalmente metálico, que recibe o transfiere corriente eléctrica del cuerpo al momento de entrar en contacto.

La presión arterial o la temperatura no son señales fisiológicas de tipo eléctrico, en muchas ocasiones dichas magnitudes pueden ser cambiadas al dominio eléctrico mediante determinados dispositivos, denominados sensores o transductores eléctricos.

1.1.1 El cuerpo como sistema y las señales biomédicas.

El cuerpo humano es un conjunto de procesos químicos, electroquímicos, biológicos y fisiológicos para controlar y mantener el medio interno. Todos estos procesos son fenómenos complejos, que se presentan mediante señales que reflejan su naturaleza y actividad. Las mismas que pueden ser de varios tipos, como señales bioquímicas, eléctricas, y físicas.

Las enfermedades y trastornos en sistemas biológicos causan alteraciones en los procesos fisiológicos normales, transformando estos procesos y provocando el mal funcionamiento del sistema, entendiendo como tal al organismo. Por tanto, un proceso patológico está asociado a señales de diferente naturaleza que aquellas que operan en condiciones normales.

Si se es capaz de comprender de forma específica el sistema, será posible observar estas señales y como afectan al sistema.

La representación de las señales biomédicas de forma electrónica facilita el procesado y análisis de los datos. Los principales objetivos del procesamiento y análisis de estas señales son la adquisición de información, diagnóstico, monitorización, terapia y control y evaluación [1].

1.1.2 Origen y características de las señales biomédicas.

Samir S. Soliman [2] define “Las señales son magnitudes físicas o variables detectables mediante las que se pueden transmitir mensajes o información”.

Arnon Cohen [3] aclara referente a las señales biomédicas que son “... señales, usadas en el campo de la medicina con información del sistema biológico bajo investigación”.

El procesamiento de las señales posee características especiales basadas en la complejidad del sistema en estudio, ya que serán necesarios en la mayoría de los casos métodos y técnicas no invasivas para su medida.

Las señales biomédicas son registros espaciales, temporales o espacio-temporales de eventos tales como el latido del corazón. La actividad eléctrica, química o mecánica que ocurre durante estos eventos biológicos frecuentemente produce señales que pueden ser medidas y analizadas.

En consecuencia las bioseñales contienen información que puede ser utilizada para explicar los mecanismos fisiológicos subyacentes en un evento o un sistema biológico específico.

1.1.3 Clasificación de bioseñales.

Las bioseñales pueden ser clasificadas de muchas maneras. Algunas de las formas más importantes de clasificarlas son según:

La fuente.

Las bioseñales se clasifican según la fuente o naturaleza física. Esta clasificación puede ser usada cuando las características físicas básicas de los procesos subyacentes son de interés, como ocurre cuando se desea un modelo para la señal.

De acuerdo a la fuente de la señal, se distingue entre señales bioeléctricas, biomagnéticas, bioquímicas, biomecánicas, bioacústicas o bioópticas.

En función de su naturaleza física, es posible distinguir entre bioseñales continuas (están definidas a lo largo de un intervalo continuo de tiempo o de espacio y son descritas por funciones variables continuas) o discretas (definidas solo en puntos discretos del tiempo o del espacio y representadas como secuencias de números).

Las señales producidas por sistemas biológicos son casi siempre señales continuas.

La aplicación biomédica.

La señal biomédica es adquirida y procesada con propósitos de diagnóstico, monitorización o de otro tipo.

La clasificación puede ser concebida de acuerdo con el campo de aplicación, por ejemplo cardiología o neurología.

Las características de la señal.

Desde el punto de vista del análisis, éste es el método de clasificación más relevante. Cuando el propósito fundamental es el procesamiento, no es relevante cual es la fuente de la señal o a que sistema biomédico ésta pertenece; lo que es primordial son las características de la señal.

En este sentido, las bioseñales pueden ser clasificadas como determinísticas o como aleatorias.

Las señales determinísticas pueden ser descritas mediante funciones matemáticas o reglas. Las funciones matemáticas no pueden ser usadas para describir precisamente las señales aleatorias, que exhiben distribuciones probabilísticas y pueden ser expresadas en términos de propiedades estadísticas.

1.1.4 Problemas de señales Biomédicas.

Las bioseñales suelen ser muy pequeñas, ya que contienen ruido innecesario y pueden estar enmascaradas por otras bioseñales de diferentes fenómenos.

Con el objetivo de extraer la información de la bioseñal, lo que puede ser crucial para entender un sistema o evento biológico particular, comúnmente son utilizados sofisticados equipos y técnicas de adquisición de datos.

Es importante preservar la información de la bioseñal original a lo largo de todo el procedimiento de adquisición de los datos. Las señales, primeramente son detectadas en un medio biológico, como puede ser una célula o la superficie de la piel, utilizando un sensor. El sensor convierte la medición física en una salida eléctrica y ofrece una interfaz entre el sistema biológico y un instrumento de registro eléctrico.

1.2 Patologías.

Las patologías son enfermedades o dolencias que padece una persona a causa de síntomas en momentos ocasionales. Además pertenece a la rama de la medicina encargada del estudio de las enfermedades en los humanos. De forma más específica, esta disciplina se encarga del estudio de los cambios estructurales bioquímicos y funcionales que subyacen a la enfermedad en células, tejidos y órganos.

1.2.1 Presión Arterial.

La presión arterial (PA) o tensión arterial (TA) es la presión que ejerce la sangre contra la pared de las arterias. Esta presión es imprescindible para que circule la sangre por los vasos sanguíneos y aporte el oxígeno y los nutrientes a todos los órganos del cuerpo para que puedan funcionar (Tabla 1.1)

Componentes de la presión arterial.

Presión arterial sistólica: Corresponde al valor máximo de la tensión arterial en sístole (cuando el corazón se contrae). Se refiere al efecto de presión que ejerce la sangre eyectada del corazón sobre la pared de los vasos.

Presión arterial diastólica: Corresponde al valor mínimo de la tensión arterial cuando el corazón está en diástole o entre latidos cardíacos. Se refiere al efecto de distensibilidad de la pared de las arterias, es decir el efecto de presión que ejerce la sangre sobre la pared del vaso.

Medidas de la presión arterial y su significado.

Tabla 1.1: Niveles de presión arterial y efectos [4].

Tipo de presión arterial	Medida (mm Hg)	Qué significa la medida para usted
Normal	Menor a 120/80	Hable con su médico si tiene diabetes o enfermedad renal. Incluso un leve aumento en cualquiera de las cifras incrementa el riesgo de enfermedad cardíaca y derrame cerebral.
Prehipertensión	120/80 a 140/90	Puede provocar presión arterial más alta. Pregunte a su médico las medidas que puede tomar para disminuir la presión arterial.
Presión arterial alta (hipertensión)	140/90 y más alta	Consulte a su médico si su presión arterial es siempre alta.

Patologías originadas por cambios en la presión arterial.

Cuando la presión arterial permanece alta durante mucho tiempo, puede causar daños en el organismo. Por ejemplo:

- El corazón puede agrandarse o debilitarse, lo cual puede producir insuficiencia cardíaca. La insuficiencia cardíaca es una enfermedad en la que el corazón no puede bombear suficiente sangre para atender las necesidades del cuerpo.
- Se pueden formar aneurismas en los vasos sanguíneos. Un aneurisma es un abultamiento anormal de la pared de una arteria. Los lugares frecuentes en que se presentan aneurismas son: la arteria principal que lleva la sangre del corazón al resto del cuerpo; las arterias del cerebro, las piernas y los intestinos; y la arteria que va al bazo.

- Los vasos sanguíneos de los riñones se pueden estrechar. Esto puede causar insuficiencia renal.
- Las arterias del cuerpo se pueden estrechar en algunos lugares, lo cual limita la circulación (especialmente la que llega al corazón, el cerebro, los riñones y las piernas). Esto puede causar un ataque cardíaco, un accidente cerebrovascular (derrame cerebral) o insuficiencia renal. También podría provocar la amputación de parte de la pierna.
- Los vasos sanguíneos de los ojos pueden romperse o sangrar. Esto puede ocasionar alteraciones de la vista o ceguera.

1.2.2 Temperatura Corporal.

La temperatura corporal es la medida relativa de calor o frío asociado al metabolismo del cuerpo humano y su función es mantener activos los procesos biológicos, esta temperatura varía según la persona, la edad, la actividad y el momento del día y normalmente cambia a lo largo de la vida.

La temperatura corporal normal promedio que generalmente se acepta es de 37° C (98,6° F). Una temperatura por encima de 38° C (100.4°F) generalmente significa que la persona tiene una infección o una enfermedad.

La temperatura corporal normal (Tabla 1.2), de acuerdo a la Asociación Médica Americana (American Medical Association), puede oscilar entre 97,8° F y 99°F. Aumenta lentamente a lo largo del día, hasta alcanzar un máximo de 37,2 °C (algo más en algunas personas) entre las 6 y las 10 de la tarde, y desciende lentamente hasta un mínimo a las 2-4 de la madrugada. La temperatura es más lábil en lactantes, y con el ejercicio físico intenso suelen producirse grandes subidas de la misma.

Tabla 1.2: Temperatura normal aproximada por edad.

Edad	Temperatura °F	Temperatura °C
Niños 0-3 meses	99,4 °F	37.44 °C
Niños 3-6 meses	99,5 °F	37.50 °C
Niños 6 meses-1 año	99,7 °F	37.61 °C
Niños 1 a 3 años	99 °F	37.22 °C
Niños 3 a 5 años	98,6 °F	37 °C
Niños 5 a 9 años	98,3 °F	36.83 °C
Niños 9 a 13 años	98 °F	36.67 °C
Niños 13 años hasta adulto.	97,8 a 99.1 °F	36.56 a 37.28 °C

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Medición de la temperatura corporal.

Es un método para tomar la temperatura de una persona y determinar si se encuentra o no dentro de un rango normal. La temperatura alta corresponde a una fiebre.

La temperatura corporal se puede determinar en tres zonas:

- La axila.
- La boca.
- El recto.

Las dos últimas son las que nos dan una idea más precisa de la temperatura real del organismo, ya que el termómetro se aloja en una de sus cavidades (“temperatura interna”, frente a la “temperatura externa” axilar). En general, la temperatura rectal suele ser 0.5 °C mayor que la oral y, ésta, 0.5 °C mayor que la axilar.

Temperatura rectal.

Este método de medición es la más exacta de las tres, aunque es la más incómoda. Está indicada en los niños menores de 6 años y en los enfermos inconscientes o confusos.

Temperatura oral o bucal

Entre sus ventajas se encuentran el ser accesible y cómoda, además de bastante fiable. Como desventajas hay que mencionar el posible riesgo de lesión y/o de intoxicación por mercurio si el termómetro se rompe dentro de la cavidad oral. Está contraindicada en las siguientes situaciones:

- Bebés y niños menores de 6 años, ya que su comportamiento es imprevisible.
- Pacientes con patologías y cirugías orales o que tienen dificultad para respirar por la nariz (incluidos los enfermos con sonda nasogástrica).
- Pacientes inconscientes, confusos, alterados o con convulsiones.
- Paciente que están recibiendo oxígeno a través de una mascarilla.

Temperatura axilar

Es la más cómoda y segura, aunque la menos exacta (“temperatura externa”).

A continuación se presenta algunas patologías debido a la elevación de la temperatura corporal:

Neumonía: La neumonía es una infección que afecta a los pulmones provocados por una bacteria, atacando a los alveolos pulmonares que se localizan en el extremo de los bronquiolos.

Apendicitis: La apendicitis es una inflamación del apéndice. Es una enfermedad rara antes de los 5 años, y excepcional antes de los 3 años.

Peritonitis: La aparición de un vientre duro confirma la complicación de una apendicitis hacia una peritonitis. La peritonitis, es una infección abdominal aguda que provoca dolores violentos y un abdomen muy duro cuando lo tocamos. La peritonitis infecciosa generalizada comienza en general por un dolor en un punto preciso del abdomen y se difumina en un segundo tiempo.

Tuberculosis: La tuberculosis es una enfermedad contagiosa causada por bacterias del género de las Mycobacterias: el germen más frecuentemente implicado es el Mycobacterium tuberculosis o bacilo de Koch. La tuberculosis se contagia por vía aérea, el bacilo de Koch se encuentra en las gotitas de la saliva.

Meningitis: La meningitis es una inflamación que afecta a las meninges, tres membranas que recubren y protegen el sistema nervioso central (cerebro y médula espinal). La mayoría de las veces es de origen infeccioso y cursa generalmente con fiebre, dolores de cabeza y signos neurológicos.

Gripe A H1N1: Las complicaciones debidas a la gripe A H1N1 son numerosas y cada vez más graves, como por ejemplo: las infecciones por neumococo.

- Las infecciones pulmonares por neumococo pueden aparecer frecuentemente en personas afectadas por la gripe A H1N1, especialmente los bebés y las personas de edad avanzada.
- Los fumadores son también propensos a contraer infecciones pulmonares debido a la gripe A H1N1.

La infección urinaria: La infección urinaria es una patología frecuente en los niños. Afecta más a las niñas que a los niños. La infección es provocada por un germen presente en la vejiga o en las vías urinarias. La infección urinaria se define por la presencia de bacterias en la orina.

Leucemia: La leucemia es una patología cancerosa que afecta a las células de la médula ósea. La médula ósea produce normalmente los glóbulos rojos de la sangre, las plaquetas y los glóbulos blancos.

1.2.3 ECG (Electrocardiograma).

El corazón es un músculo que late rítmicamente para bombear la sangre a todo el organismo. En el corazón existe un marcapasos natural (nodo sinoauricular) que genera de forma automática una serie de impulsos eléctricos. Estos impulsos se transmiten por una serie de vías específicas al resto del corazón (primero a las aurículas y luego a los ventrículos) y gracias a ellos las fibras musculares cardiacas se contraen. (Figura 1.1).

El ECG (electrocardiograma) es una prueba que permite medir esta actividad eléctrica del corazón, se lo realiza durante 15 minutos, totalmente inofensiva. Presentan gráficamente el registro la actividad eléctrica del corazón mediante electrodos que se colocan sobre la piel del paciente, repartidos de la siguiente manera: seis sobre la piel del tórax, en la zona del corazón y cuatro más en las extremidades, uno en cada muñeca y cada tobillo.

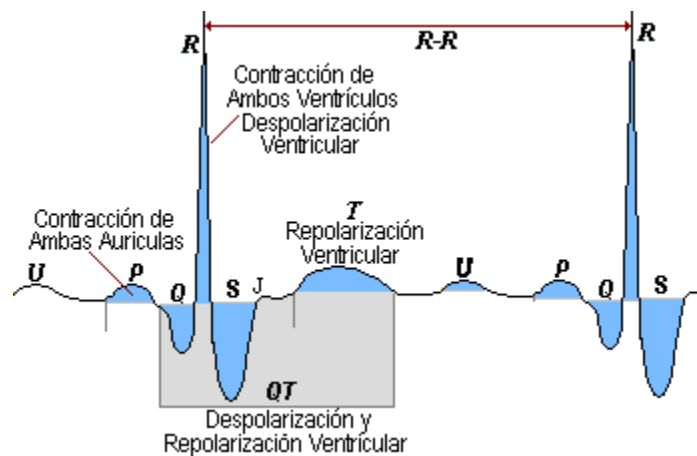


Figura 1.1: Señal de un ECG [5].

La combinación de electrodos así colocados captan las señales eléctricas del corazón y las convierten en un registro gráfico, desde doce puntos de observación, llamados derivaciones, que informan del estado de la zona del corazón hacia la

que están orientadas. Los doce registros gráficos de las derivaciones (que tienen los siguientes nombres: I, II, III, aVL, aVR, aVF, V1, V2, V3, V4, V5 y V6) se estudian e informan al médico del buen estado o de la existencia de determinadas enfermedades del corazón.

El aparato que se utiliza es el electrocardiógrafo, que detecta los impulsos eléctricos del corazón y los registra en una tira de papel. Este registro se conoce como electrocardiograma y nos permite detectar las alteraciones del ritmo cardiaco (arritmias), así como las alteraciones de la conducción de los impulsos eléctricos a través del corazón (bloqueos) que pueden producirse por diversas enfermedades.

Utilización de un ECG en reposo

La información obtenida en un electrocardiograma puede utilizarse para descubrir diferentes tipos de enfermedad cardiaca. También puede ser de utilidad para averiguar de qué manera el paciente está respondiendo al tratamiento.

- Se utiliza para la exploración, ante síntomas como disnea (dificultad para respirar), dolor torácico (angina de pecho), desvanecimiento, palpitaciones, o cuando alguien cree que su latido cardiaco es anómalo.
- Un ECG dictamina si el paciente ha sufrido una crisis coronaria, o si existen pruebas de crisis anteriores.
- Mediante el ECG puede analizarse en el tiempo el efecto de los medicamentos empleados para la enfermedad coronaria.
- El ECG puede revelar problemas del ritmo cardiaco (arritmias), tales como el enlentecimiento (bradicardia), aceleración (taquicardia) y otras alteraciones del ritmo normal.
- El ECG puede mostrar la presencia de un aumento del tamaño del músculo cardiaco (denominada hipertrofia ventricular).
- Con el ECG puede conocerse si existe una escasez de ciertos minerales en la sangre, como el potasio.

El trazado de un ECG puede ser normal, incluso en presencia de una enfermedad cardíaca significativa. Por tanto, puede estar indicado hacer un estudio completo cardíaco mediante la práctica de otras exploraciones.

El ECG es de utilidad para estudiar la repercusión cardíaca ante la presencia de determinadas enfermedades o síntomas. En algunos casos puede confirmar el diagnóstico que se sospecha por las manifestaciones clínicas del paciente. Con frecuencia el ECG se solicita cuando:

- Se descubre un soplo cardíaco.
- Se sospecha una enfermedad de una válvula cardíaca.
- Para el diagnóstico y el control de la hipertensión arterial.
- Para valorar de forma periódica el desarrollo de la hipertrofia del ventrículo izquierdo.
- Se detecta alguna arritmia (alteración en el ritmo o frecuencia cardíaca) en el pulso.
- Ante la presencia de dolor torácico, sobre todo para diagnosticar una angina de pecho o un infarto de miocardio.
- Ante la sospecha de pericarditis
- En el paciente que ha padecido un síncope o pérdida brusca de la conciencia.
- En el paciente con disnea o dificultad respiratoria con el esfuerzo.

Un ECG se emplea para medir:

- Cualquier daño al corazón.
- Qué tan rápido está palpitando el corazón y si lo está haciendo normalmente.
- Los efectos de fármacos o dispositivos utilizados para controlar el corazón (como un marcapasos).
- El tamaño y la posición de las cámaras del corazón.

Valores normales

- Frecuencia cardíaca: 60 a 100 latidos por minuto
- Ritmo cardíaco: constante y uniforme

Significado de los resultados anormales

Los resultados anormales de un ECG pueden ser un signo de:

- Ritmos cardíacos anormales (arritmias).
- Daño o cambios en el miocardio.
- Cambios en la cantidad de sodio o potasio en la sangre.
- Anomalía cardíaca congénita.
- Agrandamiento del corazón.
- Líquido o hinchazón en el saco alrededor del corazón.
- Inflamación del corazón (miocarditis).
- Un ataque cardíaco pasado o presente.
- Riego sanguíneo insuficiente a las arterias del corazón.

Patologías originadas por cambios en el ritmo cardíaco.

Una alteración en el ECG, puede describir una de las patologías que se describe:

Arritmias:

Es un trastorno de la frecuencia cardíaca (pulso) o del ritmo cardíaco, como latidos demasiado rápidos (taquicardia), demasiado lentos (bradicardia) o con un patrón irregular.

Las arritmias son causadas por problemas con el sistema de conducción eléctrica del corazón. Cuando se presenta una arritmia, sus latidos cardíacos pueden ser:

- Demasiado lentos (bradicardia).
- Demasiado rápidos (taquicardia).
- Irregulares.

Miocardiopatía dilatada:

Es una afección en la cual el corazón se debilita y se dilata. Como resultado, no puede bombear suficiente sangre al resto del cuerpo.

Los síntomas frecuentes son:

- Dolor o presión en el pecho.
- Tos.
- Fatiga, debilidad, desmayo.
- Pulso irregular o acelerado.
- Inapetencia.
- Dificultad respiratoria con actividad.
- Hinchazón de los pies y de los tobillos (en adultos).

Pericarditis:

Es una afección en la cual la cubierta similar a un saco alrededor del corazón (pericardio) resulta inflamada.

Síntomas:

- El dolor torácico está presente
- Puede sentirse en el cuello, el hombro, la espalda o el abdomen.
- Con frecuencia, aumenta con la respiración profunda y al acostarse en posición horizontal; puede incrementarse con la tos y la deglución.
- Puede ser agudo, punzante.

Taquicardia supraventricular paroxística (TSVP):

Son episodios de frecuencia cardíaca rápida que comienzan en una parte del corazón por encima de los ventrículos. "Paroxística" significa de vez en cuando.

Los síntomas por lo regular empiezan y se detienen súbitamente y pueden durar unos pocos minutos o varias horas. Estos síntomas pueden abarcar:

- Ansiedad.
- Opresión torácica.

- Palpitaciones (sensación táctil de los latidos del corazón), a menudo con una frecuencia cardíaca irregular o rápida (acelerada).
 - Pulso rápido.
 - Dificultad para respirar

Síndrome del seno enfermo:

Es una serie de trastornos del ritmo cardíaco que abarcan:

- Bradicardia sinusal: frecuencias cardíacas lentas del marcapasos natural del corazón.
- Pausas sinusales: cuando el marcapasos natural del corazón deja de funcionar por períodos de tiempo.

Las personas con estos trastornos también pueden tener otros ritmos cardíacos anormales, tales como:

- Taquicardia auricular: frecuencias cardíacas rápidas que comienzan en las cámaras superiores del corazón (aurículas).
- Bradicardia-taquicardia: ritmos cardíacos que alternan entre rápidos y lentos.

Fibriloaleteo auricular:

Es un tipo común de latido cardíaco anormal en el cual el ritmo cardíaco es rápido e irregular.

Síntomas:

- Pulso que puede sentirse acelerado, rápido, palpitante, agitado, irregular o demasiado lento.
- Sensación táctil de los latidos cardíacos (palpitaciones).
- Confusión.
- Vértigo, mareo.
- Desmayos.
- Fatiga.
- Pérdida de capacidad para el ejercicio.
- Dificultad respiratoria.

Insuficiencia cardíaca:

Es una afección en la cual el corazón no puede bombear suficiente sangre al resto del cuerpo.

Los síntomas de la insuficiencia cardíaca con frecuencia empiezan de manera lenta. Al principio, pueden sólo ocurrir cuando se está muy activo. Con el tiempo, se pueden notar problemas respiratorios y otros síntomas incluso cuando se está descansando.

Los síntomas de insuficiencia cardíaca también pueden empezar de manera repentina después de un ataque cardíaco u otro problema del corazón.

Los síntomas comunes son:

- Tos.
- Fatiga, debilidad, desmayos.
- Inapetencia
- Necesidad de orinar en la noche.
- Inflamación de los pies y los tobillos.
- Pulso irregular o rápido o una sensación de percibir los latidos cardíacos (palpitaciones).
- Dificultad respiratoria cuando usted está activo o después de acostarse.
- Abdomen o hígado inflamado (agrandado).
- Hinchazón de pies y tobillos.
- Despertarse después de un par de horas debido a la dificultad respiratoria.
- Aumento de peso.

Taquicardia auricular multifocal:

Es una frecuencia cardíaca rápida que ocurre cuando se envían demasiadas señales (impulsos eléctricos) desde la parte superior (aurículas) a la parte inferior (ventrículos) del corazón.

Algunas personas pueden ser asintomáticas. Cuando los síntomas se presentan, pueden abarcar:

- Opresión torácica.
- Mareos.

- Desmayo.
- Sensación táctil de los latidos del corazón (palpitaciones).
- Dificultad respiratoria.
- Pérdida de peso y retraso en el desarrollo en bebés.

1.3 Frecuencia Cardíaca.

Se define la frecuencia cardíaca como las veces que el corazón realiza el ciclo completo de llenado y vaciado de sus cámaras en un determinado tiempo. Por comodidad se expresa siempre en contracciones por minuto.

El número de contracciones por minuto está en función de muchos aspectos y por esto y por la rapidez y sencillez del control de la frecuencia hace que sea de una gran utilidad, tanto para médicos, como para entrenadores.

Por regla general, la frecuencia normal en reposo oscila entre 50 y 100 latidos por minuto. Sin embargo hay que detallar algunos aspectos que alteran su estado:

- Cuando se nace se tiene una frecuencia cardíaca elevada porque la actividad del organismo es muy intensa. A partir del primer mes de vida, va disminuyendo hasta llegar a la edad adulta, manteniéndose estable después de los 20 años.
- Varía a lo largo del día y la noche y en respuesta a diversos estímulos, por lo que su medición tiene gran variabilidad.
- Al realizar ejercicio físico el corazón produce una respuesta normal que es la taquicardia (la frecuencia cardíaca en reposo está por encima de 100 latidos por minuto -lpm-).
- También puede producirse bradicardia (la frecuencia cardíaca está por debajo de 50 lpm).

1.4 Sensores Biomédicos.

Los sensores biomédicos toman señales que representan variables biomédicas y las convierten en lo que usualmente son señales eléctricas. Los sensores

biomédicos sirven como una interfaz entre los sistemas biológico y electrónico y deben funcionar de manera tal que no afecten adversamente a ninguno de estos sistemas.

1.4.1 Tipos de sensores usados en aplicaciones biomédicas.

Diferentes tipos de sensores pueden ser usados en aplicaciones biomédicas:

Sensores Físicos:

Las variables físicas asociadas a los sistemas biológicos son medidas por un grupo de sensores conocidos como sensores físicos. Aunque son muchas las variables que pueden ser medidas en un sistema biomédico, éstas pueden ser clasificadas de la siguiente manera. (Tabla 1.3).

Tabla 1.3: Diferentes sensores físicos y variables afectadas [6].

Magnitud Física.	Sensor.	Variable
Geometría.	Indicador de estiramiento.	Estiramiento.
Cinemática.	LVDT.	Desplazamiento.
	Tiempo de transito ultrasónico.	Desplazamiento.
	Velocímetro.	Velocidad.
	Acelerómetro.	Aceleración.
Fuerza – Torque.	Célula de carga.	Fuerza aplicada.
	Transductor de presión.	Presión.
Térmica.	Termómetro.	Temperatura.
Flujo.	Medidor de flujo.	Flujo.
	Sensor de flujo térmico.	Flujo calorífico.

En aplicaciones biomédicas estas pueden incluir: el desplazamiento de un músculo, la presión sanguínea, temperatura corporal, flujo sanguíneo, presión del fluido cerebroespinal o crecimiento de un hueso.

Sensores Químicos:

Miden cantidades químicas, identificando, por ejemplo, la presencia de determinados compuestos químicos, detectando la concentración de varias

especies químicas, y monitorizando la actividad química en el cuerpo por motivos terapéuticos o de diagnóstico.

Es posible distinguir entre sensores químicos gaseosos, electroquímicos, fotométricos y de otros métodos químico-físicos.

Electrodos de biopotenciales:

Los sistemas biológicos frecuentemente tienen actividad eléctrica asociada a ellos. Esta actividad puede ser un campo eléctrico o corriente constante, o un campo eléctrico o corriente variables en el tiempo relacionados con determinado fenómeno biológico o bioquímica dependiente del tiempo. (Tabla 1.4).

Tabla 1.4: Algunos ejemplos de aplicación biomédica de los sensores físicos [6].

Sensor.	Aplicación.	Rango de la señal.
Indicador de estiramiento de metal.	Movimiento respiratorio.	0-0.05
Sensor magnético de desplazamiento.	Movimiento respiratorio.	0-10mm
LVDT.	Contracción muscular.	0-20mm
	Sensor de contracción.	0.5mm
Calla de carga.	Escala electrónica.	0-440lbs (0-200 Kg)
Acelerómetro.	Actividad del sujeto.	0-20 mls ²
Sensor de presión miniatura.	Presión intra-arterial.	0-50Pa (0-350mmHg)
	Presión de la vejiga.	0-10Pa (0-70mmHg)
	Presión intrauterina.	0-15Pa (0-100mmHg)
	Gasto cardiaco.	0-500 ml/min
Sensor electromagnético de flujo.	Flujo sanguíneo de un órgano.	0-100ml/min
Líquido.	Pletismógrafo.	0-0.02

Existe toda una serie de señales de especial importancia para el diagnóstico y comprensión de los sistemas biológicos. La más popular de las aplicaciones de los electrodos de biopotenciales es la obtención de electrocardiogramas para el diagnóstico y las aplicaciones de monitorización de pacientes. (Tabla 1.5)

Tabla 1.5: Señales bioeléctricas detectadas por los electrodos de biopotenciales [6].

Señal Bioeléctrica.	Abreviatura	Fuente Biológica.
Electrocardiograma.	ECG	Corazón – desde la superficie del cuerpo.
Electrograma cardiaco.	-	Corazón – desde dentro.
Electromiograma.	EMG	Músculo.
Electroencefalograma.	EEG	Cerebro.
Electroptígrama.	EOG	Campo dipolar del ojo.
Electroretinograma.	ERG	Retina del ojo
Potencial de acción.	-	Nervio o músculo.
Electrogastograma.	EKG	Estómago.
Reflejo galvánico en la piel.	GSR	Piel.

1.4.2 Importancia de los sensores de señales bioeléctricas.

Es muy importante que el sensor utilizado para detectar las señales biológicas no afecte las propiedades y características de la señal que esta, midiendo.

Después que la bioseñal ha sido detectada utilizando un sensor, usualmente es amplificada y filtrada. Los amplificadores operacionales son circuitos electrónicos que usualmente son utilizados para incrementar la amplitud de las bioseñales. Un filtro analógico puede ser, entonces, utilizado para eliminar el ruido o para compensar las distorsiones causadas por el sensor. La amplificación y el filtrado de la bioseñal pueden ser también necesarios para ajustarla a las especificaciones del hardware del sistema de adquisición de los datos. Las señales continuas deben ser limitadas cierta banda de frecuencias antes de que la señal pueda ser digitalizada utilizando la conversión A/D.

Para cambiar la forma de la bioseñal de onda analógica continua a señal digital se utiliza un convertidor A/D. Un convertidor A/D es un voltímetro controlado por un ordenador, que mide una señal de entrada analógica y brinda una representación numérica de la señal en su salida. La onda analógica originalmente detectada por el sensor y posteriormente amplificada y filtrada, es una señal continua. El

convertidor A/D transforma la señal analógica continua en una señal digital discreta. La señal discreta consiste de una secuencia de números que puede ser fácilmente almacenada y procesada en un ordenador.

La conversión A/D es particularmente importante porque, debido a los avances de la tecnología de los ordenadores, se incrementa el almacenamiento y análisis de las bioseñales basados en los ordenadores.

1.5 Software para el desarrollo.

Los Software para desarrollar el proyecto son LabVIEW y ECLIPSE Android los cuales por su característica para altas prestaciones son adecuados para aplicar en la telemedicina.

1.5.1 LabVIEW.



Figura 1.2: Icono LabVIEW National Instruments [7].

LabVIEW es un entorno gráfico de programación. El lenguaje utilizado para programar en él se llama “Lenguaje G”, donde la “G” simboliza que es un lenguaje tipo gráfico. (Figura 1.2)

Los programas desarrollados en LabVIEW se llaman VI's (Virtual Instruments), su origen proviene del control de instrumentos, pero hoy en día su uso se ha expandido más allá.

Los programas se dividen en dos partes bien diferenciadas, una llamada "Panel Frontal", y otra "Diagrama de Bloques".

Panel Frontal:

Se trata de la interfaz gráfica del VI con el usuario. Esta interfaz recoge las entradas procedentes del usuario y representa las salidas proporcionadas por el programa. Un panel frontal está formado por una serie de botones, pulsadores, potenciómetros, gráficos, etc.

Cada uno de ellos puede estar definido como un control o un indicador. Los primeros sirven para introducir parámetros al VI, mientras que los indicadores se emplean para mostrar los resultados producidos, ya sean datos adquiridos o resultados de alguna operación.

Diagrama de bloques:

El diagrama de bloques constituye el código fuente del VI. En el diagrama de bloques es donde se realiza la implementación del programa del VI para controlar o realizar cualquier procesado de las entradas y salidas que se crearon en el panel frontal.

El diagrama de bloques incluye funciones y estructuras integradas en las librerías que incorpora LabVIEW. En el lenguaje G las funciones y las estructuras son nodos elementales. Son análogas a los operadores o librerías de funciones de los lenguajes convencionales.

Los controles e indicadores que se colocaron previamente en el Panel Frontal, se materializan en el diagrama de bloques mediante los terminales.

LabVIEW posee una extensa biblioteca de funciones, entre ellas, aritméticas, comparaciones, conversiones, funciones de entrada/salida, de análisis, etc.

Los cables son las trayectorias que siguen los datos desde su origen hasta su destino, ya sea una función, una estructura, un terminal, etc. Cada cable tiene un color o un estilo diferente, lo que diferencia unos tipos de datos de otros.

1.5.2 Eclipse.



Figura 1.3: Icono Eclipse [8].

Eclipse es una plataforma de desarrollo de código abierto basada en Java. (Figura 1.3) Por sí misma, es simplemente un marco de trabajo y un conjunto de servicios para la construcción del entorno de desarrollo de los componentes de entrada.

Eclipse tiene un conjunto de complementos, incluidas las Herramientas de Desarrollo de Java (JDT), también incluye el Entorno de Desarrollo de Complementos (PDE), que es de interés principalmente para los desarrolladores que quieren extender Eclipse, dado que les permite construir herramientas que se integran sin dificultades con el entorno de Eclipse.

El marco de trabajo de Eclipse puede también utilizarse como base para otros tipos de aplicaciones que no se relacionen con el desarrollo del software, como los sistemas de gestión de contenido.

Entorno de trabajo de Eclipse.

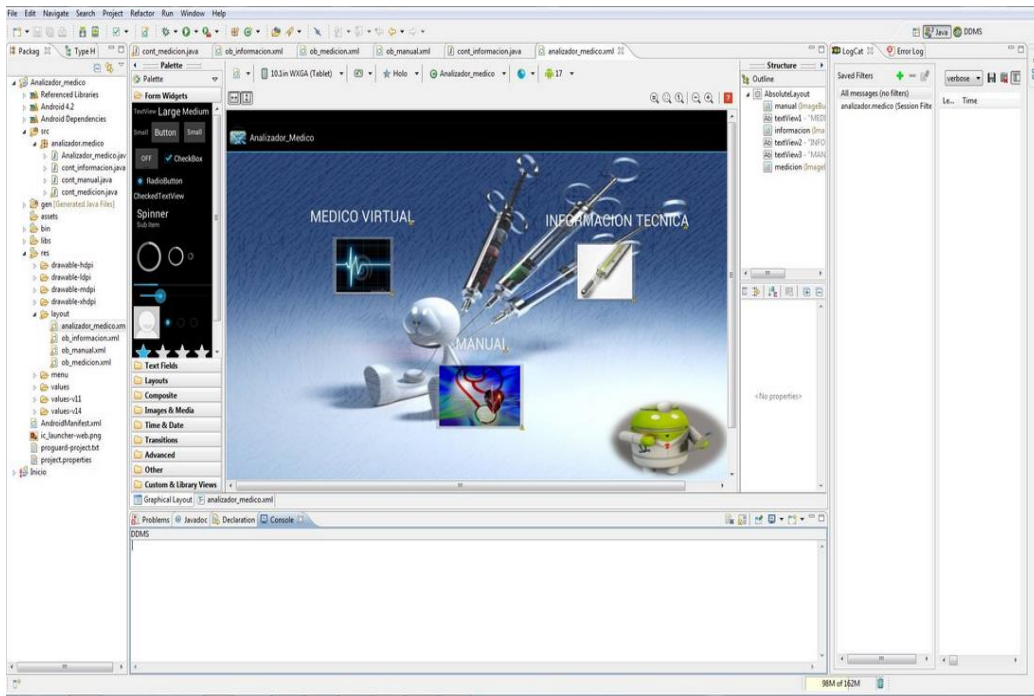


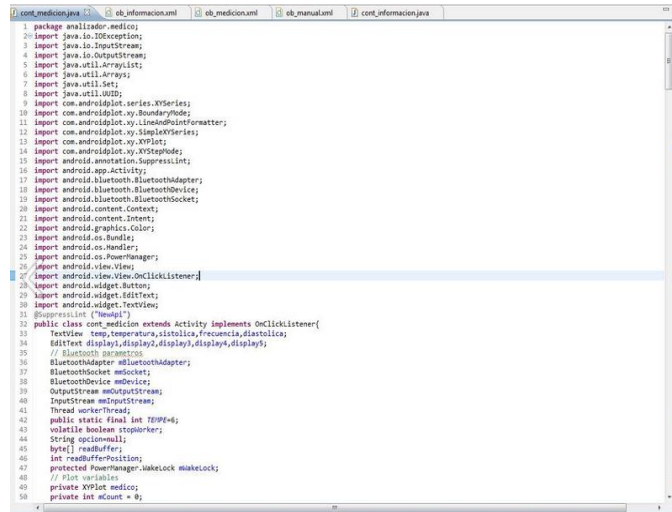
Figura 1.4: Entorno de Trabajo de Eclipse.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

El entorno de trabajo de Eclipse consiste de varios paneles conocidos como vistas. Una colección de paneles se denomina una perspectiva. La perspectiva por defecto es la Perspectiva de Recursos, que es un conjunto básico y genérico de vistas para proyectos de gestión y para la visualización y edición de archivos en un proyecto. (Figura 1.4)

Eclipse también incluye un sistema robusto de ayuda que incluye una guía del usuario para el entorno de trabajo y los complementos incluidos como las Herramientas de Desarrollo de Java.

Entorno de desarrollo de JAVA (JDE).



```

1 package analizador_medico;
2 import java.io.IOException;
3 import java.io.InputStream;
4 import java.io.OutputStream;
5 import java.util.ArrayList;
6 import java.util.Arrays;
7 import java.util.Set;
8 import java.util.UUID;
9 import com.androidplot.series.XYSeries;
10 import com.androidplot.xy.BoundaryMode;
11 import com.androidplot.xy.LineOfInfoFormatter;
12 import com.androidplot.xy.SimpleXYSeries;
13 import com.androidplot.xy.XYPlot;
14 import com.androidplot.xy.XYScrubber;
15 import android.annotation.SuppressLint;
16 import android.app.Activity;
17 import android.bluetooth.BluetoothAdapter;
18 import android.bluetooth.BluetoothDevice;
19 import android.bluetooth.BluetoothSocket;
20 import android.content.Context;
21 import android.content.Intent;
22 import android.graphics.Color;
23 import android.os.Bundle;
24 import android.os.Handler;
25 import android.os.PowerManager;
26 import android.view.View;
27 import android.view.View.OnClickListener;
28 import android.widget.Button;
29 import android.widget.EditText;
30 import android.widget.TextView;
31 @SuppressWarnings("deprecation")
32 public class cont_medicion extends Activity implements OnClickListener{
33     TextView temp,temperatura,istolica,frecuencia,distolica;
34     EditText display1,display2,display3,display4,display5;
35     // Bluetooth parameters
36     BluetoothAdapter mBluetoothAdapter;
37     BluetoothSocket mSocket;
38     BluetoothDevice mDevice;
39     OutputStream mOutputStream;
40     InputStream mInputStream;
41     Thread workerThread;
42     public static final int TIMEOUT=5;
43     volatile boolean stopWorker;
44     String opcionnull;
45     byte[] readBuffer;
46     int readBufferPosition;
47     protected PowerManager.WakeLock mWakeLock;
48     // Plot variables
49     private XYPlot medico;
50     private int mCount = 0;

```

Figura 1.5: Área del editor de JAVA.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

En este entorno se crea las aplicaciones, creando la clase según el respectivo nombre asignado y un método main vacío en el área del editor de java. (Figura 1.5).

Plug-in adicionales.

Además de los complementos como el JDT para la edición, la compilación y las aplicaciones de depuración, los complementos que se encuentran disponibles y que soportan el proceso de desarrollo completo desde el modelado, la automatización de la creación, hasta las pruebas de rendimiento, el control de las versiones y la gestión de la configuración.

Eclipse incluye un complemento para trabajar con CVS, el Sistema de Versiones Concurrentes para el control de fuentes. El complemento del Equipo conecta el servidor CVS, lo que permite que los miembros de un equipo de desarrollo trabajen en un conjunto de archivos de códigos fuente sin pasar por arriba los cambios de otros. (Tabla 1.6).

Tabla 1.6: Complementos adicionales de Eclipse.

Complemento de terceros.	
Control de versión y gestión de configuración.	CVS. Merant PVCS. Rational ClearCase.
Modelaje UML	OMONDO EclipseUML. Rational XDE (reemplaza a Rose). Junto con la Edición de WebSphere Studio.
Gráficos.	Batik SVG. Macromedia Flash
Desarrollo Web, HTML, XML	Macromedia Dreamweaver. XMLBuddy.
Integración del Servidor de Aplicaciones.	Lanzador Sysdeo Tomcat.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Arquitectura de la plataforma Eclipse.

La Plataforma de Eclipse es un marco de trabajo con un conjunto poderoso de servicios que soporta complementos, como JDT y el Entorno de Desarrollo de Complementos. Consiste de varios componentes principales: un tiempo de ejecución de la plataforma, un Espacio de Trabajo, un Entorno de Trabajo, Equipo de Soporte y Ayuda. (Figura 1.6).

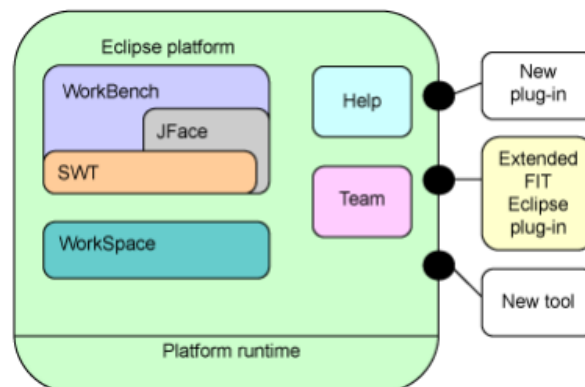


Figura 1.6: Arquitectura de la plataforma Eclipse [9]

Plataforma: El tiempo de ejecución de la plataforma es el núcleo que descubre en el inicio qué complementos están instalados y crea un registro de información sobre ellos. Para reducir el tiempo de inicio y el uso de los recursos, no carga ningún complemento hasta que realmente se lo necesita. Excepto el núcleo, todo lo demás se implementa como un complemento.

Espacio de trabajo: El espacio de trabajo es el complemento responsable de la administración de los recursos del usuario. Este incluye todos los proyectos que crea el usuario, los archivos de esos proyectos y los cambios en los archivos y otros recursos. El espacio de trabajo también es responsable de notificar a otros complementos interesados sobre los cambios en los recursos, como archivos que se crearon, eliminaron o cambiaron.

Entorno de trabajo: El entorno de trabajo proporciona a Eclipse una interfaz de usuario (IU). Se crea con la utilización de un Kit de Herramientas Estándar (SWT) — una alternativa no estándar para el Swing/AWT GUI API de Java — y un API, JFace con un nivel superior, construido por sobre SWT que proporciona componentes de la IU.

1.6 NI LabVIEW RIO Evaluation Kit.

Las NI LabVIEW RIO Evaluation Kit son tarjetas de altas prestaciones en cuanto a la adquisición de datos y sistemas embebidos en tiempo real, que ayudan al trabajo de manera óptima en los procesos para las cuales son utilizadas.

1.6.1 SBRIO 9636.



Figura 1.7: SBRIO-9636 [10].

El dispositivo embebido de control y adquisición NI sbRIO-9636 integra un procesador en tiempo real, un a FPGA reconfigurable por el usuario y E/S en una sola tarjeta de circuito impreso (PCB). Tiene un procesador industrial de 400 MHz, un FPGA Xilinx Spartan-6 LX45, 16 canales de una sola terminal / 8 canales diferenciales de entrada analógica de 16 bits a 200 kS/s y cuatro canales de salida analógica de 16 bits y 28 líneas de E/S digital (DIO). (Figura 1.7)

El sbRIO-9636 ofrece rango de temperatura de operación ambiente y local de -40 a 85 °C junto con un rango de entrada de suministro de potencia de 9 a 30 VDC. Brinda 256 MB de DRAM para operación embebida y 512 MB de memoria no volátil para almacenamiento de programas y registro de datos.

El sbRIO-9636 tiene un puerto de Ethernet integrado de 10/100 Mbits/s que usted puede usar para llevar a cabo comunicación programática en la red y Web integrada (HTTP) y servidores de archivos (FTP). También tiene puertos USB, CAN, SDHC, seriales RS232 y seriales RS485 para controlar dispositivos periféricos.

El sbRIO-9636 está diseñado para ser fácilmente embebido en aplicaciones de alto volumen que requieren flexibilidad, fiabilidad y alto rendimiento, son ideales

para aplicaciones de volumen bajo y medio y rápida generación de prototipos.
(Tabla 1.7)

Tabla 1.7: Especificaciones generales SBRIO-9636 [10].

General	
Producto	sbRIO-9636
Familia de Productos	Board-level Embedded
Número de Parte	000000-00
Sistema Operativo/Objetivo	Real-Time
Soporte para LabVIEW RT	Sí
Formato Físico	Single-Board RIO
Certificaciones de Productos	RoHS , UL - Product Safety
Compatibilidad con RoHS	Sí
Conformal Coated	No
Entrada Analógica	
Canales	16
Resolución	16 bits
Velocidad de Muestreo	200 kS/s
Máx. Voltaje de Entrada Analógica	10 V
Rango de Voltaje Máximo	-10 V - 10 V
Muestreo Simultáneo	No
Salida Analógica	
Canales	4
Resolución	16 bits
Máx. Voltaje de Entrada Analógica	10 V
Rango de Voltaje Máximo	-10 V - 10 V
E/S Digital	
Canales Bidireccionales	28
Niveles Lógicos	3.3 V
Contadores/Temporizadores	
Número de Contadores/Temporizadores	0
FPGA Reconfigurable	
FPGA	Spartan-6 LX45
Especificaciones Físicas	
Longitud	15.4 cm
Ancho	10.3 cm
Temperatura de Operación	-40 °C
Temperatura de Operación	85 °C
Temperatura de Almacenamiento	-40 °C
Temperatura de Almacenamiento	85 °C

1.7 Comunicación inalámbrica con FPGA.

Podemos clasificar las tecnologías inalámbricas, en función de la banda de frecuencia del espectro electromagnético sobre la que operan, en dos tipos:

- Tecnologías inalámbricas basadas en medios ópticos.
- Tecnologías inalámbricas basadas en radiofrecuencias.

Las **tecnologías inalámbricas basadas en radiofrecuencia**, utilizan una zona de menor frecuencia del espectro electromagnético, la banda de radiofrecuencia, para modular las señales de datos a transmitir.

Son las más utilizadas hoy en día para realizar comunicaciones inalámbricas y poseen como ventaja que no tienen por qué tener visibilidad directa entre emisor y receptor, aunque hay determinados materiales que pueden hacer que la señal se pierda o atenué de manera drástica.

Existen multitud de tecnologías basadas en radio frecuencia, como por ejemplo:

- Bluetooth.
- Wi-Fi.
- ZigBee.
- Wireles USB.

Las **tecnologías inalámbricas basadas en medios ópticos**, son aplicaciones que aprovechan las propiedades físicas de la luz. En concreto usan zonas de alta frecuencia del espectro electromagnético para modular las señales de datos que deseen transmitir, habitualmente en torno a la banda visible del espectro. En este marco se engloban tecnologías tales como la infrarroja, o la tecnología láser. Aunque estas presentan como ventaja una velocidad de transmisión potencialmente alta, también presentan el inconveniente de que entre el emisor y el receptor tiene que haber una línea de visibilidad.

1.7.1 Comunicación Serial.

La comunicación serial es un protocolo muy común (no hay que confundirlo con el Bus Serial de Comunicación, o USB) para comunicación entre dispositivos que se incluye de manera estándar en prácticamente cualquier computadora. La mayoría de las computadoras incluyen dos puertos seriales RS-232. La comunicación serial es también un protocolo común utilizado por varios dispositivos para instrumentación; existen dispositivos compatibles con GPIB que incluyen un puerto RS-232. Además, la comunicación serial puede ser utilizada para adquisición de datos si se usa en conjunto con un dispositivo remoto de muestreo.

El concepto de comunicación serial es sencillo. El puerto serial envía y recibe bytes de información un bit a la vez. Aun y cuando esto es más lento que la comunicación en paralelo, que permite la transmisión de un byte completo por vez, este método de comunicación es más sencillo y puede alcanzar mayores distancias. Por ejemplo, la especificación IEEE 488 para la comunicación en paralelo determina que el largo del cable para el equipo no puede ser mayor a 20 metros, con no más de 2 metros entre dos dispositivos, utilizando comunicación serial el largo del cable puede llegar a los 1200 metros.

Típicamente, la comunicación serial se utiliza para transmitir datos en formato ASCII. Para realizar la comunicación se utilizan 3 líneas de transmisión: (1) Tierra (o referencia), (2) Transmitir, (3) Recibir. Debido a que la transmisión es asincrónica, es posible enviar datos por una línea mientras se reciben datos por otra. Existen otras líneas disponibles para realizar handshaking, o intercambio de pulsos de sincronización, pero no son requeridas.

Las características más importantes de la comunicación serial son la velocidad de transmisión, los bits de datos, los bits de parada, y la paridad. Para que dos puertos se puedan comunicar, es necesario que las características sean iguales.

Velocidad de transmisión (baut rate): Indica el número de bits por segundo que se transfieren, y se mide en baudios (bauds). Por ejemplo, 300 baudios representan 300 bits por segundo.

Las velocidades de transmisión más comunes para las líneas telefónicas son de 14400, 28800, y 33600. Es posible tener velocidades más altas, pero se reduciría la distancia máxima posible entre los dispositivos. Las altas velocidades se utilizan cuando los dispositivos se encuentran uno junto al otro, como es el caso de dispositivos GPIB.

Bits de datos: Se refiere a la cantidad de bits en la transmisión. Cuando la computadora envía un paquete de información, el tamaño de ese paquete no necesariamente será de 8 bits. Las cantidades más comunes de bits por paquete son 5, 7 y 8 bits. El número de bits que se envía depende en el tipo de información que se transfiere.

Un paquete se refiere a una transferencia de byte, incluyendo los bits de inicio/parada, bits de datos, y paridad. Debido a que el número actual de bits depende en el protocolo que se seleccione, el término paquete se usar para referirse a todos los casos.

Bits de parada: Usado para indicar el fin de la comunicación de un solo paquete. Los valores típicos son 1, 1.5 o 2 bits. Debido a la manera como se transfiere la información a través de las líneas de comunicación y que cada dispositivo tiene su propio reloj, es posible que los dos dispositivos no estén sincronizados. Por lo tanto, los bits de parada no sólo indican el fin de la transmisión sino además dan un margen de tolerancia para esa diferencia de los relojes. Mientras más bits de parada se usen, mayor será la tolerancia a la sincronía de los relojes, sin embargo la transmisión será más lenta

Paridad: Es una forma sencilla de verificar si hay errores en la transmisión serial.

Existen cuatro tipos de paridad: par, impar, marcada y espaciada. La opción de no usar paridad alguna también está disponible. Para paridad par e impar, el puerto serial fijará el bit de paridad (el último bit después de los bits de datos) a un valor para asegurarse que la transmisión tenga un número par o impar de bits en estado alto lógico.

Esto permite al dispositivo receptor conocer de antemano el estado de un bit, lo que serviría para determinar si hay ruido que esté afectando de manera negativa la transmisión de los datos, o si los relojes de los dispositivos no están sincronizados.

1.7.2 Comunicación RS-232.

RS-232 (Estándar ANSI/EIA-232) es el conector serial hallado en las tarjetas Sbrio9636 y compatibles. Es utilizado para una gran variedad de propósitos, como conectar un ratón, impresora o módem, así como instrumentación industrial.

RS-232 está limitado a comunicaciones de punto a punto entre los dispositivos y el puerto serial de la computadora. El hardware de RS-232 se puede utilizar para comunicaciones seriales en distancias de hasta 50 pies.

Funciones de los pines en RS-232:

- Datos: TXD (pin 3), RXD (pin 2)
- Handshake: RTS (pin 7), CTS (pin 8), DSR (pin 6), DCD (pin 1), DTR (pin 4)
- Tierra: GND (pin 5)

1.7.3 Bluetooth.



Figura 1.8: Bluetooth HC-5 [11].

Bluetooth es el nombre común de la especificación industrial IEEE 802.15.1 que define un estándar global de comunicación inalámbrica segura que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes equipos mediante un enlace por radiofrecuencia. (Figura 1.8)

Los principales objetivos que se pretende conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos.
- Eliminar cables y conectores entre estos.
- Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre nuestros equipos personales.

La tecnología Bluetooth comprende hardware, software y requerimientos de interoperabilidad, por lo que para su desarrollo ha sido necesaria la participación de los principales fabricantes de los sectores de las telecomunicaciones y la informática, tales como Ericsson, Nokia, Motorola, Toshiba, IBM e Intel, entre otros.

La frecuencia de radio con la que trabaja se sitúa en la escala de 2.4 a 2.48GHz de la banda ISM, disponible a nivel mundial y que no requiere licencia de operador, lo que garantiza una compatibilidad universal entre dispositivos Bluetooth. Con el fin de evitar interferencias con otros protocolos que operen en la

misma banda de frecuencias, Bluetooth emplea la técnica de salto de frecuencias, conocida como FHSS, que consiste en dividir la banda en 79 canales de longitud 1 MHz y realizar 1600 saltos por segundo.

Pila de protocolos Bluetooth.

La pila de protocolos Bluetooth es la especificación desarrollada por el SIG, que define como funciona la tecnología bluetooth, proporcionando un estándar para que diversas implementaciones del protocolo puedan interoperar.

Como se muestra en la siguiente figura (Figura 1.9), se encuentra constituida por varios niveles siguiendo un modelo similar al definido por OSI (Figura 1.10).

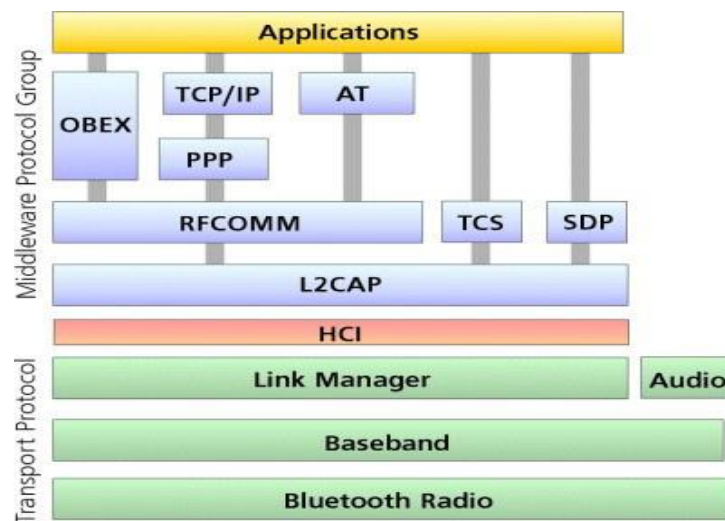


Figura 1.9: La pila de Protocolos Bluetooth [12].

Algunas de las capas de la pila Bluetooth se describen a continuación:

- **Baseband (Banda base) y Bluetooth Radio:** Su función principal es permitir el enlace físico por medio del uso de radiofrecuencia entre unidades Bluetooth, realizando las modulaciones y demodulaciones de los datos para que estos puedan ser transmitidos/recibidos.
- **Link Manager (Gestor del enlace):** Es la capa responsable de la configuración y control del enlace entre dispositivos Bluetooth, incluyendo el

control y negociación del tamaño de los paquetes a manejar por la banda base.

- **HCI:** Es la capa encargada de abstraer el hardware de capas inferiores para que pueda ser manejado por el software de las capas superiores.
- **L2CAP:** Ofrece una capa homogénea para las capas superiores, además se encarga de la segmentación de paquetes de datos demasiado grandes para la capa de banda base.
- **SDP:** Proporciona un protocolo para realizar la búsqueda de servicios ofrecidos por un dispositivo Bluetooth.
- **RFCOMM:** Proporciona la emulación de cable serie RS-232.
- **AT:** Protocolo basado comandos formados por cadenas de caracteres, tradicionalmente usado para el control y configuración de módems. El nombre viene de que los comandos suelen empezar por la cadena "AT".
- **OBEX:** Protocolo que facilita el intercambio de objetos binarios entre dispositivos.

Bluetooth ofrece una gran flexibilidad a la hora de añadir nuevas capas de protocolos a las ya existentes.

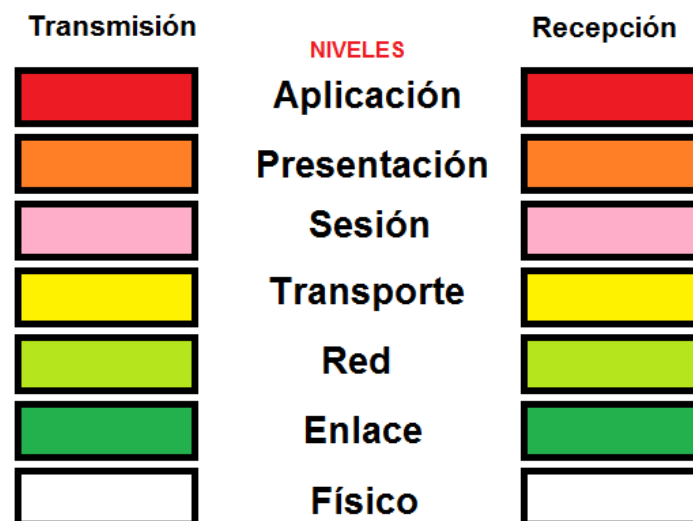


Figura 1.10: Modelo OSI de comunicación [13].

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

CAPÍTULO 2.

ADQUISICIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE SEÑALES FISIOLÓGICAS

En este capítulo se describirá, el proceso de adquisición de las señales generadas por los sensores utilizados en el proyecto, las características de cada sensor, los protocolos para el correcto montaje de los sensores en el paciente, y el acondicionamiento respectivo para cada señal fisiológica a utilizar.

2.1 Descripción del proyecto.

El presente proyecto (Figura 2.1), permite tener como parámetros fundamentales, establecer atención médica inmediata y rápida sin la presencia física del médico tratante, mantener un registro electrónico de los pacientes para un diagnóstico emergente y oportuno, tomar decisiones iniciales a través de un sistema experto por parte de asistencias que permitan mejorar la calidad de atención sanitaria, ya que es uno de los temas más novedosos en la telemedicina, proyectándose a una visión futura en el campo de la medicina.

El objetivo es la propuesta y estudio de viabilidad de un sistema de uso portátil-domiciliario y de los procedimientos validados asociados, para el análisis y caracterización de diversas señales biomédicas, de las que se extraen parámetros fundamentales para las más novedosas técnicas de diagnóstico. Se trata de reducir el número de sensores y señales relevantes a efectos de diagnóstico.

En particular, el estudio se centra en la validación de los resultados proporcionados por el empleo de sensores aplicados al cuerpo humano de un conjunto de pacientes hospitalizados en una Unidad Médica (UM) y a otro conjunto de pacientes ordinarios sin ningún síntoma de enfermedad.

El análisis sistemático comparativo de sensores multifunción, aplicados a trastornos cardíacos, de presión y temperatura, frente a las técnicas convencionales, es un aspecto poco abordado en la literatura. Por ello, en este

estudio se propone, mediante técnicas de procesamiento digital de la señal, extraer las variables fisiológicas útiles para el diagnóstico de los diferentes tipos de fenómenos de temperatura, presión y cardíacos anormales durante el la actividad cotidiana.

A partir de los datos de los sensores, se obtendrán los parámetros relativos al ritmo cardíaco y su variabilidad, la medida de temperatura y presión. Con las técnicas aplicadas en la medición de señales fisiológicas se demuestra experimentalmente, que es posible realizar una aproximación eficaz a la valoración de los parámetros con personas saludables, empleando para ello un sistema de bajo coste y uso sencillo.

Además se propone el empleo de técnicas adicionales para la identificación de eventos o para la discriminación de pacientes.

Finalmente, se desarrollará un sistema prototipo, para el registro inalámbrico y el análisis de los datos proporcionados por los sensores, de fácil aplicación.

Se persigue la reducción de costos y el aumento de la productividad, índices fundamentales de la futura sanidad electrónica.

El diseño del sistema se ha realizado en base a los siguientes objetivos fundamentales:

- Diseño e implementación del sistema de registro de información en un dispositivo portátil, que permita el posterior intercambio de información con una Tablet y almacenamiento con un soporte SD.
- Transmisión de datos empleando el servicio Serial Port de la FPGA con un dispositivo Bluetooth, extendido en la instrumentación biomédica.
- Diseño e implementación del software sobre la Tablet que analizará los datos adquiridos en la FPGA

- Conectividad automática con dispositivos Bluetooth, con una severa descripción e identificación de errores
- Interfaz sencilla de usuario con posibilidad de definir diferentes parámetros:
Duración del experimento.
Fichero con los datos registrados en el test.
- Fácil auto montaje de sensores sobre el cuerpo del paciente.
- Alta autonomía con indicadores y alarmas de bajo nivel de baterías.

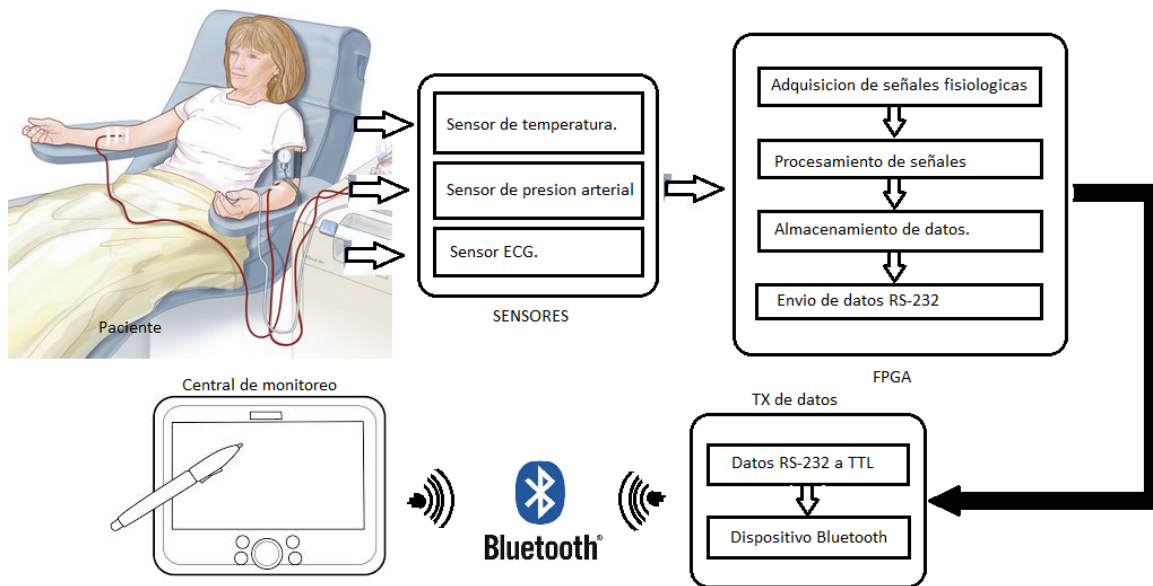


Figura 2.1: Descripción gráfico del proyecto.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

2.2 Adquisición de señales analógicas.

Las señales de los sensores utilizados tienen una naturaleza análoga que requieren parte de digitalizado para el procesamiento posterior.

Para la interpretación de los datos registrados durante la evaluación al paciente, fue necesario realizar la consulta a un especialista en medicina, para asesorar sobre las formas de medida y ubicación de los sensores utilizados en el proyecto y comparar estos resultados con los valores dados por el medico utilizando sus propios instrumentos.

Mediante el entrenamiento previo a la toma de datos en campo, se estableció un protocolo de medidas de los datos durante la evaluación al paciente.

2.2.1 Medición de Temperatura.

La medición de la temperatura es fundamental antes de cualquier proceso médico, ya que es indispensable para el conocimiento medico saber su medida.

Sensor y características.



Figura 2.2: Sensor de temperatura superficial [14].

El sensor de temperatura superficial (Figura 2.2), fue seleccionado ya que posee un termistor expuesto que se traduce en un tiempo de respuesta extremadamente rápido. Este diseño permite el uso en el aire y el agua. Para las mediciones de temperatura en los ambientes más severos que requieren una investigación más duradera, fabricado con acero inoxidable.

Tabla 2.1: Características del sensor de temperatura de superficie [14].

Características:	
Rango de temperatura.	-25 a 125°C (-13 a 257°F)
Temperatura máxima que el sensor puede tolerar sin daños.	150°C
Resolución.	0.08 °C (-25 a 0°C) 0.03 °C (0 a 40°C) 0.1 °C (40 a 100°C) 0.25 °C (100 a 125°C)
Sensor de temperatura.	20 kW Termistor NTC.
Precisión.	± 0,2 ° C a 0 ° C. ± 0,5 ° C a 100 ° C
Tiempo de respuesta.	Tiempo de cambio del 90% en la lectura: - 50seg. (en el aire quieto). - 20seg. (en el aire en movimiento).
Dimensiones de sonda.	Longitud de la sonda (mango más cuerpo) 15.5 cm.

Protocolo de medida de temperatura y montaje del sensor.

La medición de la temperatura corporal (Figura 2.3), se lo realiza mediante la inducción del sensor en la boca, siguiendo el siguiente protocolo:

No debe haber nada caliente o frío en su boca en los 10 minutos anteriores a la toma de su temperatura.

- Saque el sensor del estuche.
- Inserte la punta del sensor en el cobertor nuevo, plástico y desechable, si hay uno disponible. Si no tiene un cobertor, limpie el extremo puntiagudo con agua y jabón o con alcohol de fricciones. Enjuáguelo con agua fría.
- Con su boca abierta, coloque la punta cubierta debajo de su lengua.
- Cierre suavemente sus labios alrededor del sensor.

- Mantenga el sensor bajo su lengua durante tres minutos.
- Retire el sensor cuando los números salgan en la Tablet.
- Lea los números en la Tablet. Estos números indican su temperatura.
- Retire o expulse el cobertor desechable si usted usó uno de ellos.
- Coloque nuevamente el sensor en el estuche.

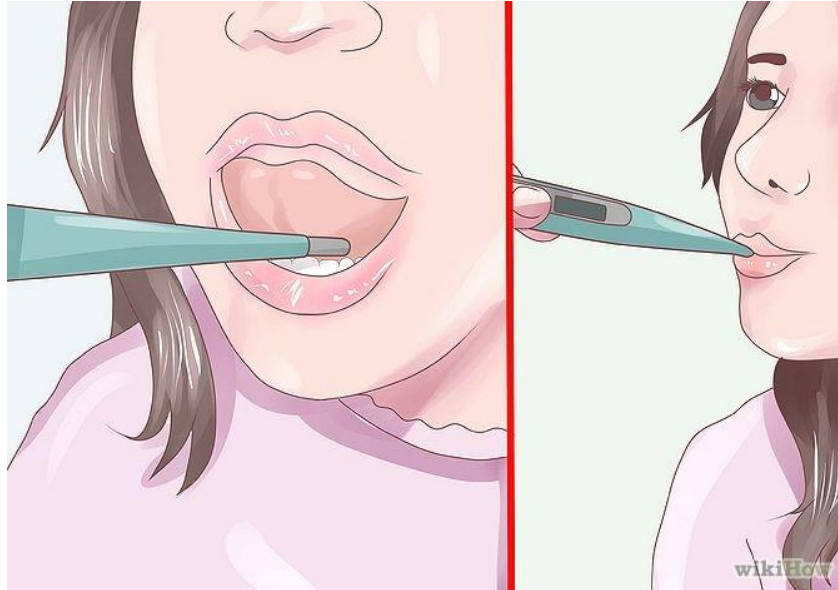


Figura 2.3: Montaje del sensor de temperatura.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

2.2.2 Presión arterial.

Al igual que los demás signos vitales, la presión arterial es una manifestación del estado de salud. Cualquier alteración de estos signos vitales indica anomalía en el cuerpo.

Sensor y características.



Figura 2.4: Sensor de presión arterial.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

El sensor de la presión arterial (Figura 2.4) seleccionado, es un sensor no invasivo diseñado para medir la presión de la sangre humana. Mide presión sistólica, diastólica y media de la presión arterial utilizando la técnica oscilometría. También se informa de la frecuencia del pulso.

Tabla 2.2: Características del sensor de presión arterial.

Características:	
Rango de presión.	0mm Hg a 250mm Hg.
Presión máxima sin daño permanente.	1.030mm Hg.
Presión típica.	± 3 mm Hg
Elemento del sensor.	SenSym SDX05D4.
Linealidad e histéresis combinado.	\pm típica 0,2% de escala completa.
Compensación de temperatura.	0°C a 50 °C.
Tiempo de respuesta.	100 microsegundos.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Protocolo de toma de datos y montaje.

Para tomarse la presión (Figura 2.5), siéntese tranquilamente 5 minutos, sin haber fumado ni tomado café y con la vejiga vacía.

- Ponga el brazo izquierdo si es diestro y viceversa a la altura del corazón, apoyándolo en una mesa o el brazo del sillón.

- Ponga el manguito alrededor del brazo desnudo, entre el hombro y el codo.
- Bombear la pera con rapidez hasta que la presión alcance 30 mm Hg más de la máxima esperada.
- Desinfe el manguito lentamente, haciendo que la presión disminuya 2 a 3 mm Hg por segundo. Cuando observe en la Tablet el dato del pulso a medida que cae la presión. anote la presión, que es la presión máxima o sistólica. Siga desinflando. Cuando deja de observarse, anote de nuevo la presión, que es la presión mínima o diastólica.
- Repita el proceso al menos una vez más para comprobar las lecturas

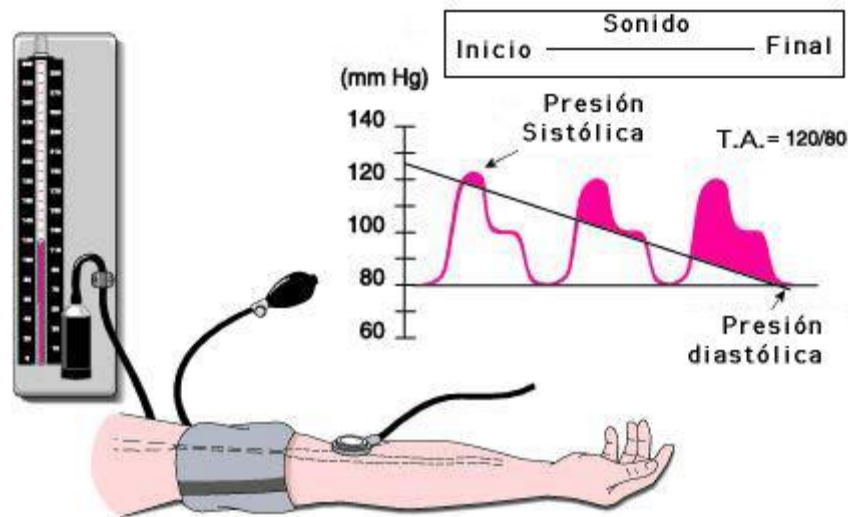


Figura 2.5: Montaje del sensor de presión.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

2.2.3 ECG y ritmo cardiaco.

Los electrocardiogramas y el ritmo cardiaco ayudan al paciente a la representación gráfica de las actividades eléctricas del corazón.

Sensor y características.



Figura 2.6: ECG sensor.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

El sensor de ECG (Figura 2.6), mide las señales eléctricas producidas durante las contracciones musculares, y se puede utilizar para hacer trazos de ECG de 3 derivaciones estándar o superficie registros de EMG.

Tabla 2.3: Características ECG sensor.

Características:	
Offset.	~ 1,00 V ($\pm 0,3$ V).
Ganancia.	1mV cuerpo potencial de salida del sensor/1V.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Protocolo de toma de datos y montaje.

La prueba del electrocardiograma (ECG) es absolutamente indolora.

Para su realización la persona se tumba boca arriba en una cama o camilla. Si no tolera el estar tumbado del todo, le subirán el cabecero de la cama.

Le solicitarán que se desprenda de todos los objetos metálicos que lleve encima (reloj, pulseras, anillos, pendientes, monedas, cinturones...), ya que pueden alterar el registro.

El técnico le pondrá tres electrodos, como parches o pegatinas, a veces en lugar de pegatinas se usan unas pequeñas ventosas. En caso de personas amputadas o personas que llevan una escayola, la pegatina se pone en la parte de la extremidad que lo permita, o en el tronco, lo más próximo posible a la extremidad. En ocasiones es necesario limpiar con alcohol, o incluso rasurar, la zona donde se ponen las pegatinas para facilitar la conducción a través de los electrodos.

Finalmente, se conectan unos cables a los electrodos y estos al aparato del EKG (Figura 2.7). La recogida del registro dura unos pocos segundos en los que hay que permanecer quieto y sin hablar, aunque se puede respirar con normalidad.

Muchas veces, cuando los pacientes están en observación o ingresados, y es necesario realizar varios electrocardiogramas el mismo día, puede que las pegatinas no se retiren y se utilicen las mismas en los EKG sucesivos.

Esto ayuda a comparar los electrocardiogramas, pues han tomado el registro exactamente en los mismos puntos.

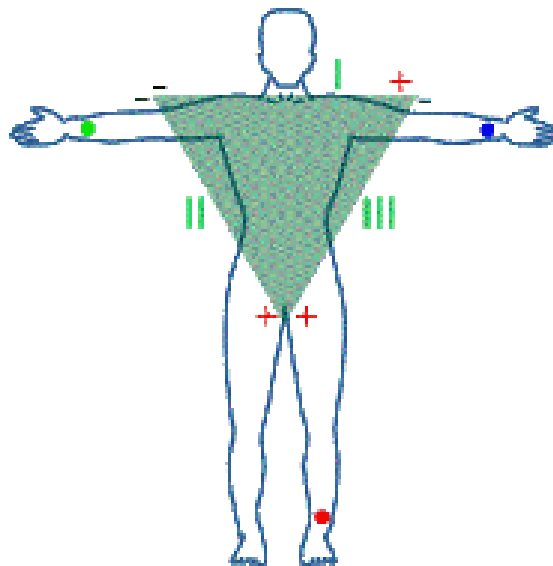


Figura 2.7: Montaje sensor ECG.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

2.3 Acondicionamiento de las señales analógicas.

El acondicionamiento de las señales cambia dependiendo de la señal analógica que tiene como salida de repuesta, y su cambio frente a las variaciones eléctricas y físicas del cuerpo humano.

2.3.1 Temperatura.

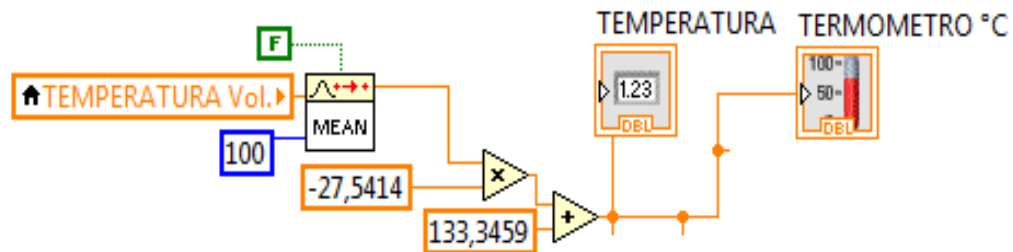


Figura 2.8: Acondicionamiento de señal del sensor de temperatura.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

2.3.2 Presión arterial.

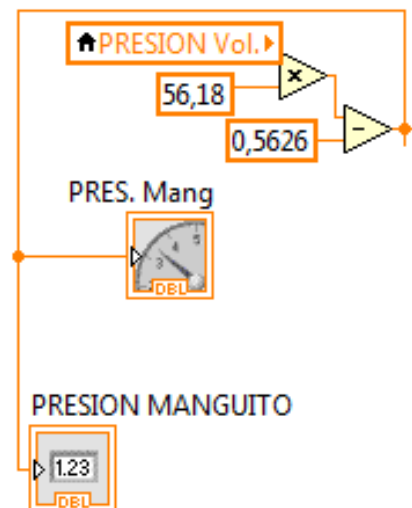


Figura 2.9: Acondicionamiento de señal del sensor de la presión arterial.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

2.3.3 ECG y ritmo cardiaco.

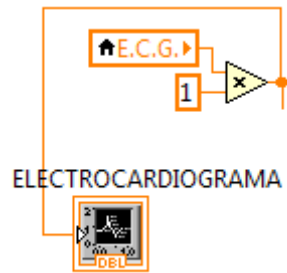


Figura 2.10: Acondicionamiento de señal del sensor ECG y ritmo cardiaco.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

2.4 Programación de un FPGA SBRIO-9636.

La programación se empieza mediante el reconocimiento de la tarjeta de adquisición, para luego pasar a la toma de datos, procesarlos y emitir valores correctos de cada parámetro estudiados en el proyecto.

2.4.1 Reconocimiento de tarjeta SBRIO-9636.

Para realizar el reconocimiento de la tarjeta utilizada ingresamos a NY MAX donde reconoceremos a la SBRIO-9636 (Figura 2.11).

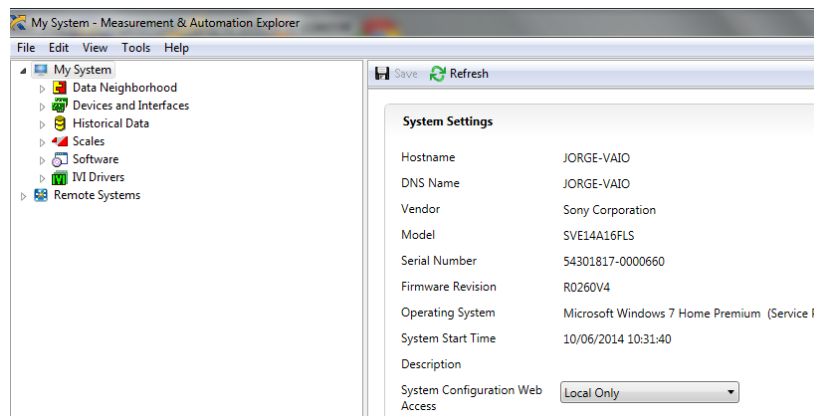


Figura 2.11: NY MAX pantalla principal.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Escaneamos nuestro dispositivo SBRIO (Figura 2.12):

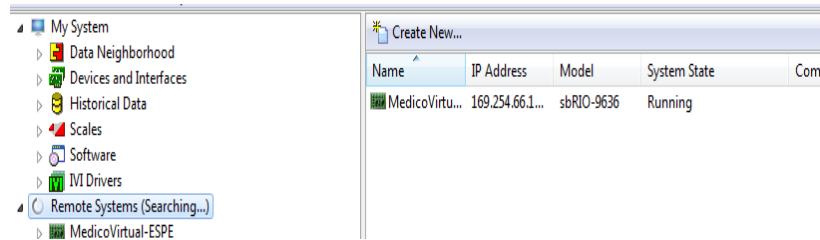


Figura 2.12: Reconocimiento SBRIO (Médico Virtual- ESPE).

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Otorgamos una dirección IP al dispositivo para mejorar la conectividad con nuestra Pc (Figura 2.13):

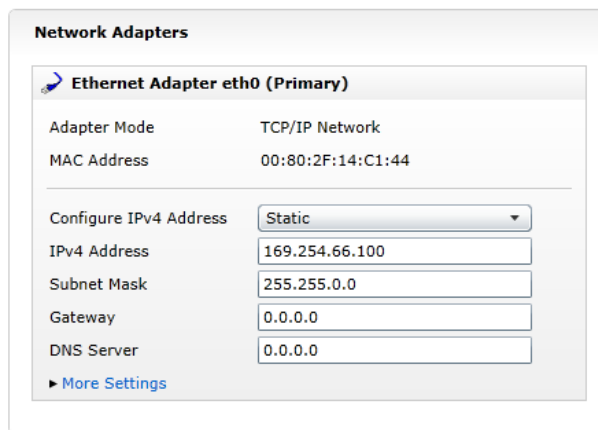


Figura 2.13: Direccionamiento IP a Medico Virtual- ESPE (SBRIO-9636).

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

2.4.2 Programación FPGA.

Para la programación de la tarjeta de evaluación una vez reconocido nuestro dispositivo procedemos a crear un proyecto en LabView, el cual será programado en la FPGA, seleccionando las entradas analógicas y arrastrando a nuestro VI (Figura 2.14).

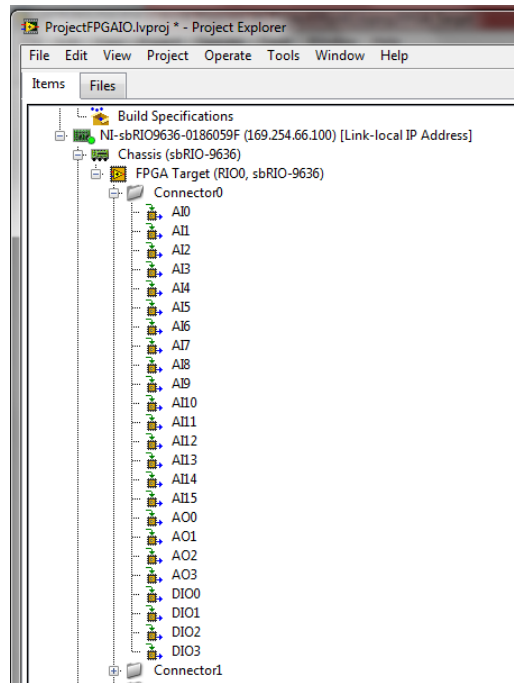


Figura 2.14: Panel de selección de entradas digitales y analógicas.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Una vez arrastradas las entradas a nuestro VI procedemos a dar el espacio de memoria para que el dato pueda ser distinguido entre valores enteros y decimales (Figura 2.15).

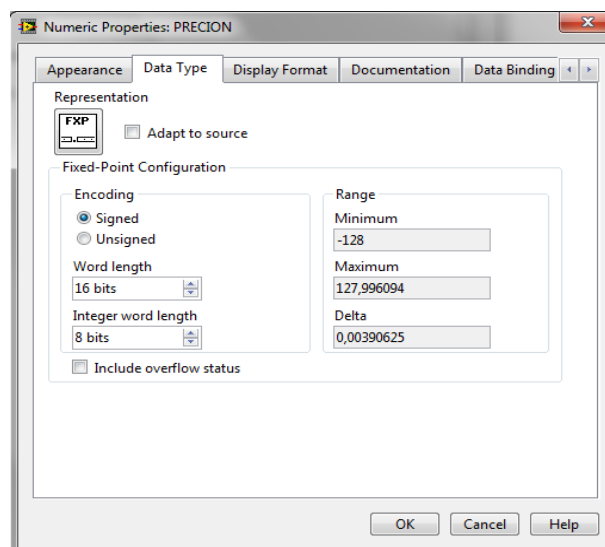


Figura 2.15: Asignación de bits para la parte entera y decimal.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Una vez finalizado la asignación de entradas analógicas para los sensores a utilizar, introducimos en un lazo While para que sea de manera repetitiva la adquisición de datos, y creamos un botón de paro (Figura 2.16).

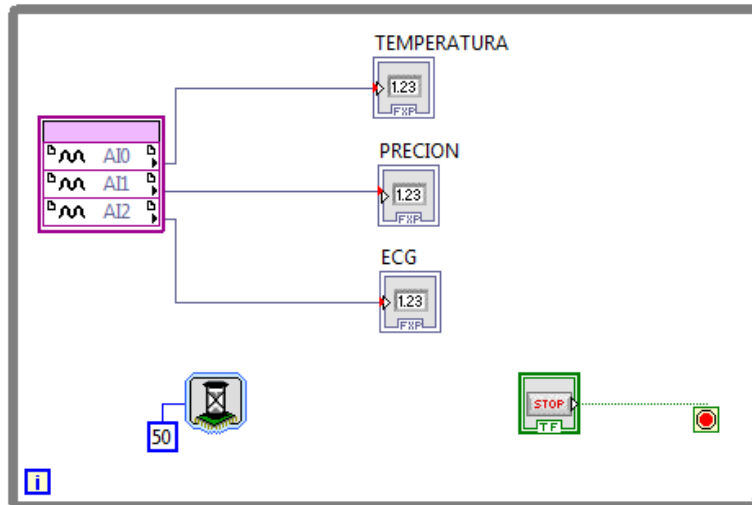


Figura 2.16: VI. Finalizado para FPGA.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

2.4.3 Programación Real-Time (RT).

En el VI del Real Time, ejecutamos el programa de la FPGA, y dentro de un lazo WHILE procedemos a la adquisición de los datos para procesarlos según nuestros requerimientos (Figura 2.17).

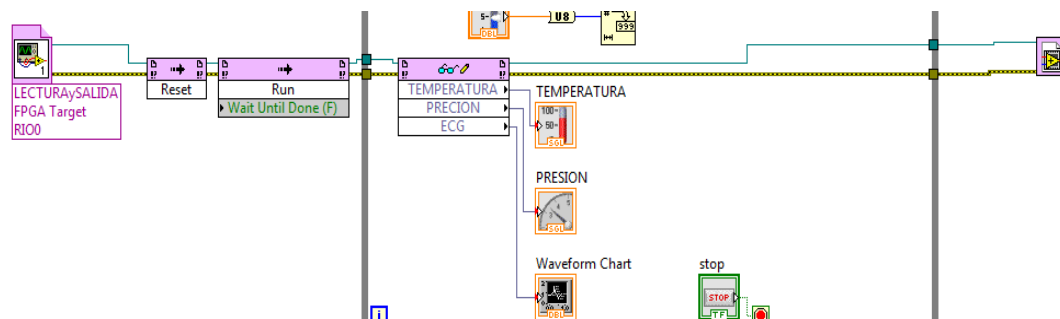


Figura 2.17: Programación para correr el VI. De la FPGA en RT.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

2.4.4 Puerto RS-232 SBRIO-9636.

La tarjeta SBRIO-9636 posee puertos de comunicación RS-232 y RS-485 (Figura 2.18), los cuales podemos utilizar para hacer comunicación con otros dispositivos.

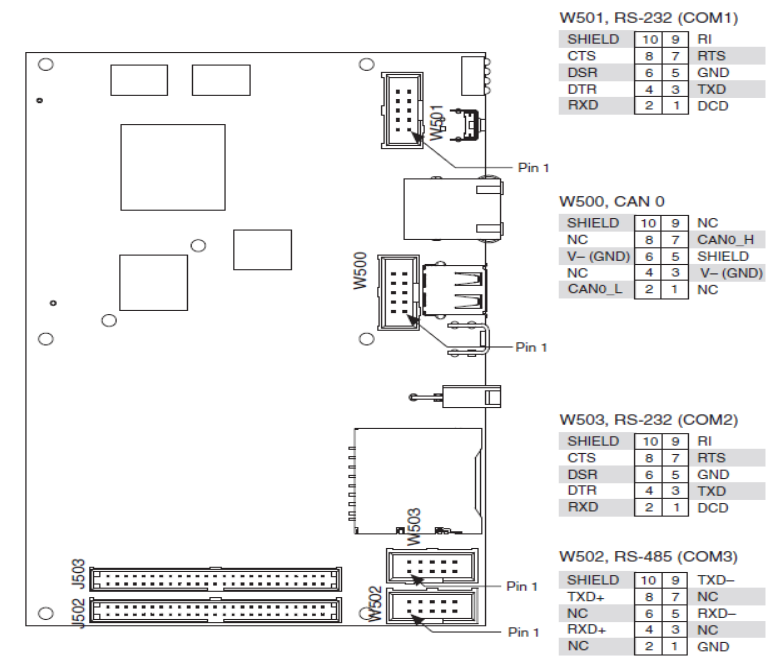


Figura 2.18: Conectores RS-232/CAN.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

El puerto RS-232 (COM 1) es el utilizado en nuestra aplicación, y solo se toman en cuenta los tres pines siguientes.

- Pin: 2 Recepción (RXD).
- Pin: 3 Transmisión (TXD).
- Pin: 5 Tierra (GND).

2.4.5 Conversión comunicación RS-232 a señal TTL.

Primero, se inicializa una sesión VISA, con un “VISA Configure Serial Port”. Luego, se coloca un “VISA Write” que se puede encontrar en Functions >> Programming >> Instrument I/O >> VISA Write (Figura 2.19).

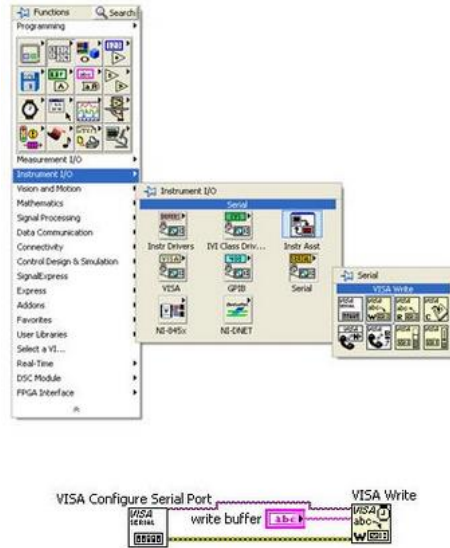


Figura 2.19: VISA Write.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Por último se cierra la sesión VISA con un “VISA close” y un “Simple Error Handler”. El VI de escritura en puerto serial puede quedar como se muestra a continuación (Figura 2.20).

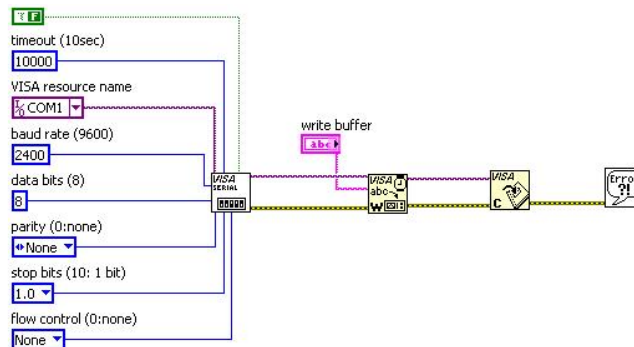


Figura 2.20: Escribiendo al puerto serial con una sesión VISA en LabVIEW.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Al igual que en la lectura del puerto serial, la velocidad de transferencia es primordial y es importante sincronizar las tareas de escritura y lectura respectivamente, de tal manera que la Tablet estén listos para enviar o recibir un

dato en el puerto serial. Para ello se puede programar un loop que no permita que el programa avance hasta que no se reciba cierto texto.

Dispositivo conversor de nivel lógico. MAX-232.

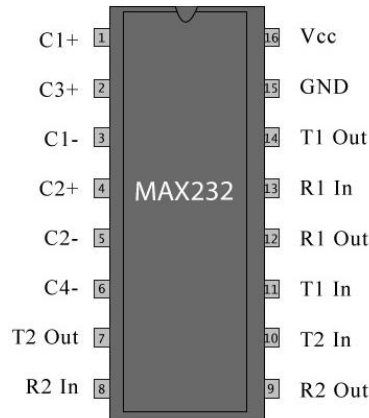


Figura 2.21: MAX - 232.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

El MAX232 (Figura 2.21), es un circuito integrado que convierte las señales de un puerto serie RS-232 a señales compatibles con los niveles TTL de circuitos lógicos. El MAX232 sirve como interfaz de transmisión y recepción para las señales RX, TX, CTS y RTS.

El circuito integrado tiene salidas para manejar niveles de voltaje del RS-232 (aprox. ± 7.5 V) que las produce a partir de un voltaje de alimentación de + 5 V utilizando multiplicadores de voltaje internamente en el MAX232 con la adición de condensadores externos. Esto es de mucha utilidad para la implementación de puertos serie RS-232 en dispositivos que tengan una alimentación simple de + 5 V.

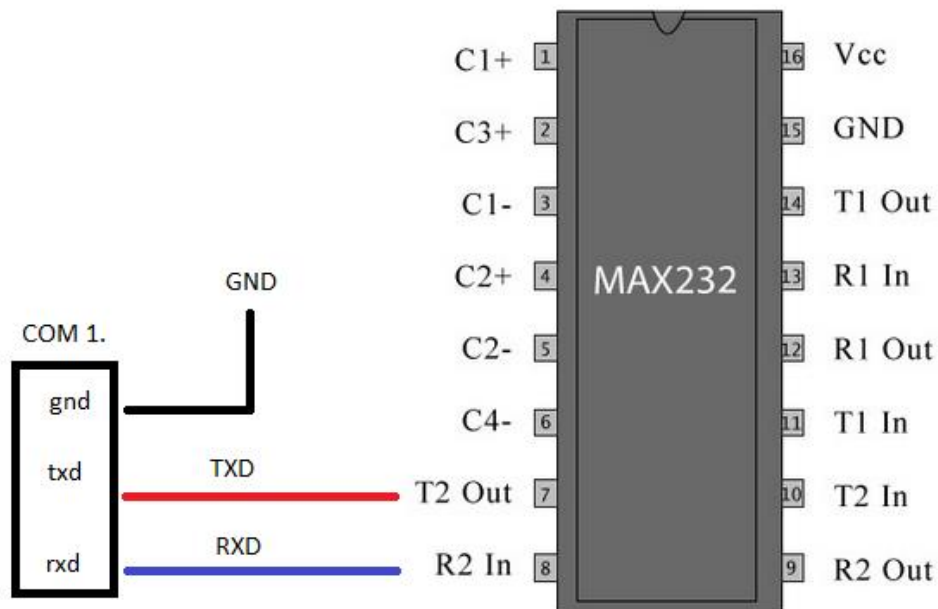
Las entradas de recepción de RS-232 (las cuales pueden llegar a ± 25 V), se convierten al nivel estándar de 5 V de la lógica TTL. Estos receptores tienen un umbral típico de 1.3 V, y una histéresis de 0.5 V (Tabla 2.4).

Tabla 2.4: Niveles de voltaje MAX-232.

Tipo de línea RS-232 y nivel lógico.	Voltaje RS-232	Voltaje TTL hacia o desde MAX-232.
Transmisión de datos (Rx/Tx) Nivel lógico 0.	+3V a +15V.	0 V
Transmisión de datos (Rx/Tx) Nivel lógico 1.	-3V a -15V.	5 V
Señales de control (RST/CTS/DTR/DSR) nivel lógico 0.	-3V a -15V.	5 V
Señales de control (RST/CTS/DTR/DSR) nivel lógico 1.	+3V a +15V.	0 V

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

La tarjeta SBRIO-9636 tiene salida RS-232 con niveles de voltaje de -5V a +5V, la cual convertimos en niveles del voltaje TTL de 0V a +5V la cual es óptima para poder transmitir datos mediante el dispositivo Bluetooth (Figura 2.22).

**Figura 2.22:** Conexión tarjeta SBRIO-9636 y circuito integrado MAX-232.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

2.4.6 Utilización del dispositivo bluetooth.



Figura 2.23: Dispositivo bluetooth HC-05.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

El módulo de bluetooth HC-05 (Figura 2.23), es seleccionado porque es el que ofrece una mejor relación de precio y características, ya que es un módulo Maestro-Eslavo, quiere decir que además de recibir conexiones desde una PC o Tablet, también es capaz de generar conexiones hacia otros dispositivos bluetooth. Esto nos permite por ejemplo, conectar dos módulos de bluetooth y formar una conexión punto a punto para transmitir datos entre dos microcontroladores o dispositivos.

Para comunicarnos con el módulo y configurarlo, es necesario tener acceso al módulo mediante una interfaz serial. Podemos usar un arduino con un par de cables (aprovechando el puente USB-Serial del Arduino), un kit para XBee o un simple MAX3232 en el puerto serie de la PC (Figura 2.24).

El dispositivo bluetooth HC-05 posee 6 pines los cuales se distribuyen de la siguiente manera:

- STATE
- RXD
- TXD
- GND
- VCC
- KEY

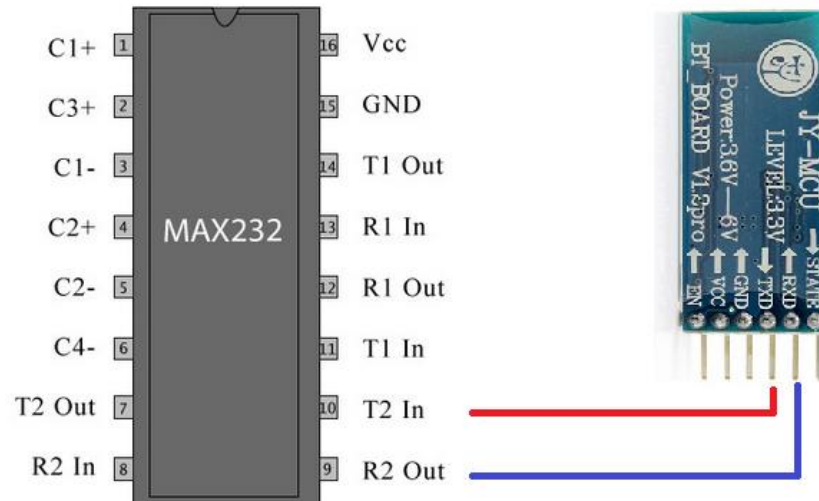


Figura 2.24: Conexión entre dispositivos MAX-232 y Bluetooth HC-05.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

CAPITULO 3.

RECEPCIÓN DE LAS SEÑALES FISIOLÓGICAS

La recepción de las señales fisiológicas requiere un dispositivo con las características necesarias, con fin de visualizar los datos en tiempo real, para dicho propósito se utilizará una Tablet, la cual recibirá información proveniente de un dispositivo bluetooth, la Tablet procesa la información mediante una aplicación Android para ser visualizados en la pantalla. (Figura 3.1).

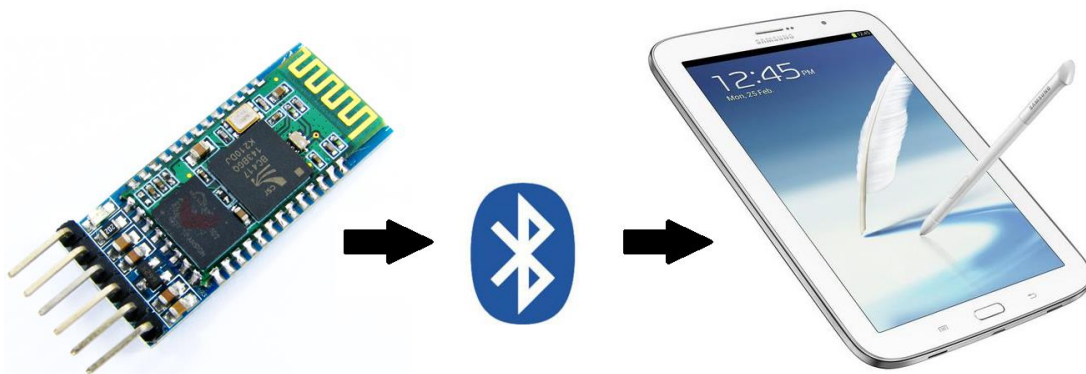


Figura 3.1: Recepción de señales del dispositivo Bluetooth.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

3.1 Eclipse Android.

El sistema Android está inmerso en el ámbito de la medicina, proporcionando una amplia gama de herramientas y bibliotecas que permite construir gran variedad de aplicaciones virtuales, como por ejemplo monitorear los signos vitales de una persona en tiempo real.

La aplicación que se desarrolló en este proyecto consiste en un dispositivo médico virtual (Electrocardiograma, Presión arterial, Temperatura Corporal, Frecuencia Cardíaca), esta aplicación puede ser visualizada en cualquier dispositivo que contenga el sistema operativo Android, con la facilidad de que puede ser transportada a cualquier lugar.

3.2 Características Eclipse Android.

Por la cantidad de datos que se maneja en la programación de Android se requiere disponer de una versión de eclipse actualizada que disponga la mayoría de herramientas necesarias para el proyecto.

Para el presente proyecto se utilizó un paquete ADT Bundle, el mismo que ofrece las herramientas necesarias para comenzar el desarrollo de nuestra aplicación, incluye una versión IDE de Eclipse con una función de ADT (Android Developer Tools), al poseer esta versión, se agiliza el desarrollo de la aplicación, este paquete posee un entorno de desarrollo completo e integrado ahorrando la configuración previa que se realiza al momento de su instalación. En general la versión posee todo lo necesario para el desarrollo de la aplicación como herramientas y librerías.

3.2.1 Aplicaciones del software Eclipse Android.

Los tres tipos de aplicaciones básicas utilizadas para el ensamblado del proyecto se describen a continuación:

- Actividad.
- Servicios y receptores.
- Gestión de datos con ContentProvider.

Actividad

La actividad presenta la forma más visible de una aplicación Android utilizando clases para la presentación de las UI. La clase vista se implementa con varios elementos UI, tales como recuadros de texto, etiquetas, botones, entre otros. Una aplicación puede contener una o más actividades.

Servicios y receptores.

Los servicios son aplicaciones Android que no tiene Interfaz de Usuario, mientras que un receptor es un componente de la aplicación que recibe solicitudes para procesar alguna acción. El receptor no tiene un elemento UI y están registrados en el archivo AndroidManifest.xml.

Gestión de datos con ContentProvider.

El ContentProvider proporciona un mecanismo Android para facilitar el almacenamiento de datos, por ejemplo en un dispositivo móvil Android sería: la base de datos de los contactos que contiene los números telefónicos. Implementando un ContentProvider se puede tener el acceso a un almacenamiento de datos determinado.

La actividad Android emplea las vistas para mostrar los elementos UI (Interfaz de Usuario). Las vistas siguen uno de los siguientes diseños.

- **Linear Vertical:** Cada elemento subsiguiente sigue su predecesor al fluir debajo de este en una única columna.
- **Linear Horizontal:** Cada elemento subsiguiente sigue su predecesor al fluir hacia la derecha en una única fila.
- **Relative:** Cada elemento subsiguiente se describe en términos de desplazamientos desde el elemento anterior.

Una vez que se ha seleccionado un diseño particular (o una combinación de diseños), las vistas individuales se usan para presentar la UI.

Los elementos de vista consisten en elementos UI familiarizados, que incluyen:

- Button
- ImageButton
- EditText

- TextView (similar a una etiqueta)
- CheckBox
- Galería e ImageSwitcher para mostrar múltiples imágenes
- Lista
- Grilla
- DatePicker
- TimePicker
- AutoComplete (EditText con la función auto completar el texto).

3.2.2 Descripción: Interfaz de usuario.

La Interfaz de usuario es todo lo que el usuario puede ver e interactuar. Ofrece una variedad de componentes, como objetos de diseño estructurados y controles de interfaz de usuario que permiten construir la interfaz gráfica del proyecto.

En la interfaz de usuario existen varios componentes, de estos describiremos los más importantes.

Layouts.

Un Layout define la estructura visual para una interfaz de usuario de una clase de la actividad o aplicación. Se puede declarar un diseño de dos maneras:

- **Declarar elementos de la interfaz en XML:** El diseño es realizado mediante vocabulario XML proporcionado por Eclipse Android que corresponde a clases y subclases de la aplicación.
- **Crear instancias elementos de diseño en tiempo de ejecución:** En la aplicación son creadas vistas y objetos, mediante programación se edita las propiedades de diseño.

A continuación observamos un ejemplo de cómo implementar la estructura layout usando XML como se ilustra en la Figura 3.2.

```

1 <AbsoluteLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
2   xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
3   android:layout_width="match_parent"
4   android:layout_height="match_parent"
5   android:background="@drawable/fondo"
6   android:orientation="horizontal"
7   tools:context=".Analizador_medico" >
8
9   <ImageButton
10    android:id="@+id/manual"
11    android:layout_width="wrap_content"
12    android:layout_height="wrap_content"
13    android:layout_x="496dp"
14    android:layout_y="400dp"
15    android:src="@drawable/presion" />
16
17   <TextView
18    android:id="@+id/textView1"
19    android:layout_width="wrap_content"
20    android:layout_height="wrap_content"
21    android:layout_x="200dp"
22    android:layout_y="104dp"
23    android:text="MEDICO VIRTUAL"
24    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
25    android:textSize="15pt" />
~

```

Figura 3.2: Layout en formato XML.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Dialogo.

Un diálogo permite al usuario tomar una decisión o introducir alguna información adicional, usualmente son pequeñas ventanas. Un dialogo es utilizado normalmente para eventos modales como se ilustra en la Figura 3.3, donde el usuario puede tomar una acción.

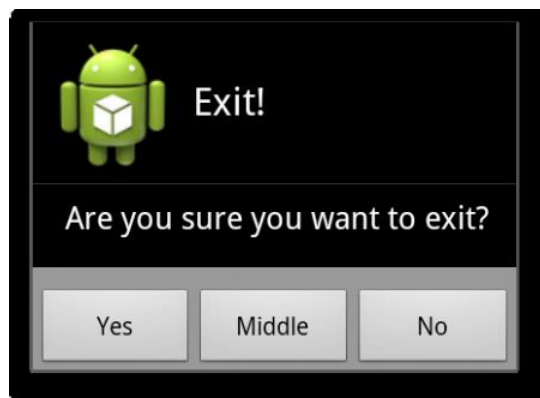


Figura 3.3: Dialogo en Android.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Notificaciones.

Una notificación son mensajes mostrados en el exterior de la interfaz de usuario de la aplicación como se ilustra en la Figura 3.4, estas pueden ser omitidas. Para ver las notificaciones se ingresa al buzón de notificaciones y pueden ser vistas en cualquier momento.

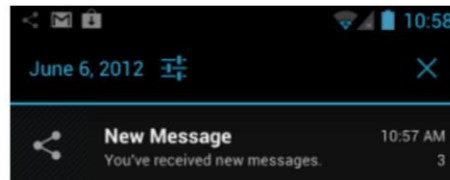


Figura 3.4: Ejemplo notificación en Android.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Toasts.

Un Toast proporciona información sencilla acerca de una acción en pequeñas ventanas emergentes como se ilustra en la Figura 3.5. Ocupa el espacio necesario para el mensaje y la actividad actual permanece visible. Los Toasts desaparecen automáticamente después de un tiempo de espera.



Figura 3.5: Ejemplo notificación en Android.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

3.2.3 Configuración para el desarrollo de aplicaciones Android.

El SDK Android posee bibliotecas API y las herramientas necesarias para crear, probar y depurar aplicaciones para el sistema Android. Este paquete se lo puede descargar libremente de la página web:

<http://developer.android.com/sdk/index.html>.

Cuando se realiza la descarga, el paquete incluye todas las bibliotecas y herramientas necesarias para comenzar a realizar la aplicación del proyecto:

- Versión de Eclipse con el ADT-plugin ya integrado.
- Componentes de la librería Android SDK.
- Android Platform-tools.
- La imagen más reciente del sistema Android para el emulador.

Como primer paso en el desarrollo de la aplicación, se debe contar con la actualización del Java Development Kit o (JDK), este software proporciona las herramientas requeridas para el desarrollo de la creación de programas en Java, de esta manera se pueda corregir o depurar problemas en cuanto al código de programación.

Una vez que el IDE ya está cargado con el Android Developer Tools plugin y SDK se puede empezar a desarrollar el proyecto.

3.2.4 Carpetas del paquete Eclipse.

En la presente aplicación disponemos de todos los componentes necesarios para nuestra aplicación como se ilustra en la Figura 3.6.

.

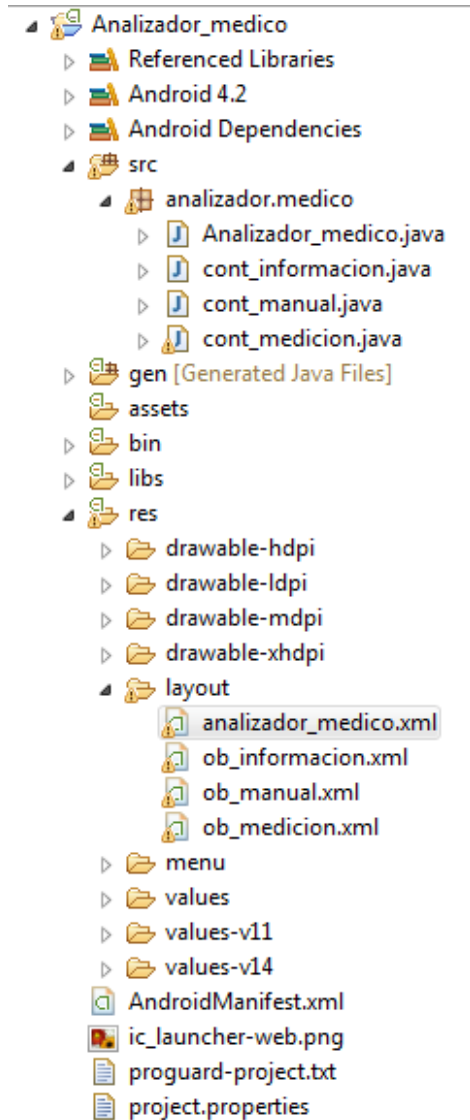


Figura 3.6: Carpetas del software Eclipse.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Los elementos del paquete incluyen:

- **Carpeta SCR:** En esta carpeta básicamente encontramos el código fuente de nuestra aplicación, las clases y paquetes.
- **R.java:** Las Herramientas desarrolladoras de Android crean este archivo automáticamente y representan las constantes necesarias para acceder a varios recursos de la aplicación Android.

- **Analizador_Medico.java:** Implementación de la clase de actividad principal de la aplicación.
- **Bibliotecas de referencia:** Contiene a android.jar, que es el archivo clase jar de tiempo de ejecución de Android.
- **Carpeta res:** Contiene los recursos para la aplicación: Iconos, archivos de diseño, y cadenas.
- **AndriodManifest.xml:** Fichero XML que describe cómo se va a construir la aplicación y de que partes se compone: servicios, actividades. Además se especifica los permisos que se necesita en la aplicación.
- **Bin/:** Contiene la aplicación compilada.
- **Libs/:** Contiene bibliotecas externas. Por ejemplo, componentes desarrollados por otros y que queremos incorporar a nuestros proyectos.
- **Layout/:** Carpeta con los diseños de los "fragments" y "actividades".
- **Menu/:** Valores de los menús de la aplicación.
- **Values/:** Contiene los recursos adicionales como cadenas "Strings", estilos y otros elementos. Otras carpetas como "values-v11", son igualmente repositorios para otras versiones de Android.

3.3 Lenguaje de programación del Software Eclipse Android.

El software Elipse Android se basa en un lenguaje de programación en java que implementa un entorno gráfico para el diseño de pantallas de visualización de la aplicación. La programación completa de una aplicación Android está conformada por clases, paquetes y librerías necesariamente importadas para completar el desarrolla de una actividad, estos métodos y clases se describirán a continuación.

3.3.1 Sentencia IF.

Si la condición es verdadera realiza una acción dada, caso contrario realiza otra acción (Figura 3.7).

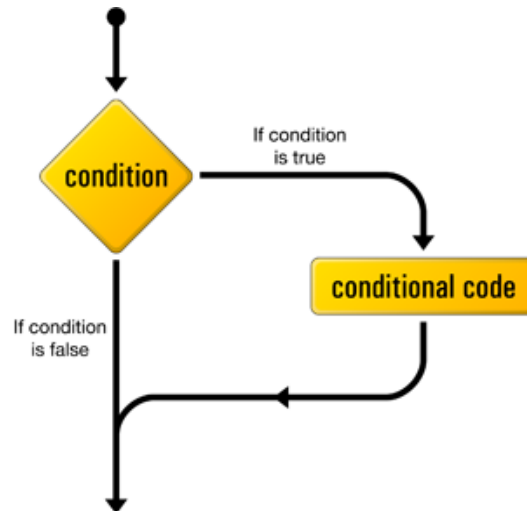


Figura 3.7: Uso sentencia IF.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

3.3.2 Sentencias Switch.

Esta sentencia permite la opción de comparar un rango de valores de variables, que cuando cumpla alguna de ellas realizará la acción correspondiente. (Figura 3.8).

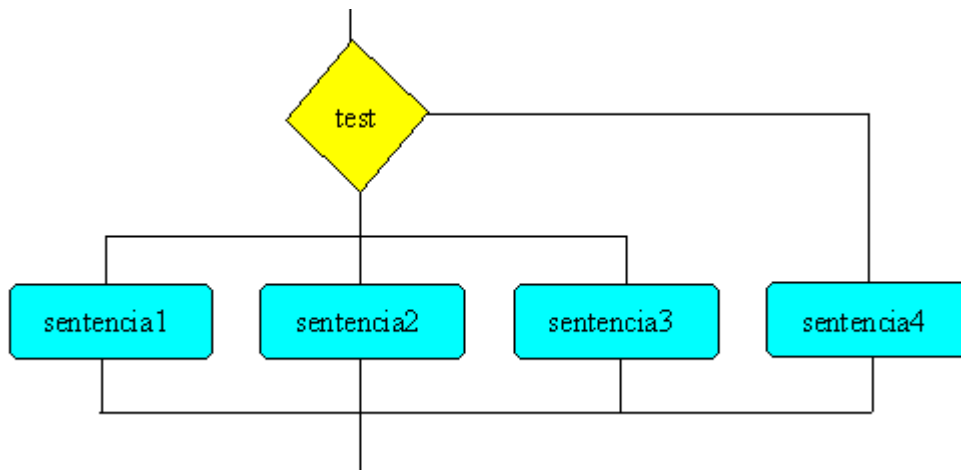


Figura 3.8: Uso sentencia Switch.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

3.3.3 Sentencias For.

Realiza una tarea específica hasta que se cumpla una condición. (Figura 3.9).

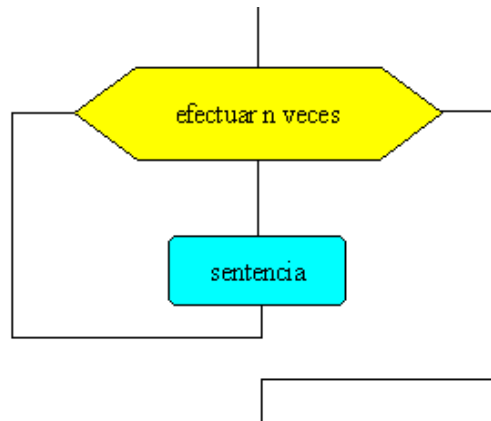


Figura 3.9: Uso sentencia FOR.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

3.3.4 Clases implementadas en Android.

Las clases son funciones que realizan tareas de manera independiente, estas pueden ser llamadas en cualquier instante de nuestra aplicación para que realice un evento específico.

Las clases implementadas en el presente trabajan de manera independiente sin la necesidad de recibir información. A continuación se describe las clases utilizadas y las funciones que realizan:

- **Private void findBT () throws IOException {}:** clase utilizada para la conexión del Bluetooth HC-05 con la Tablet mediante la obtención del nombre del dispositivo Bluetooth.
- **Private void openBT () throws IOException {}:** clase desarrollada para abrir la línea o hilo de comunicación entre el Bluetooth y la Tablet,
- **Void beginListenForData() {}:** clase implementada que desarrolla la recepción y el desentramado de los datos obtenidos en la comunicación,

utiliza un array para guardar cada dato que recepta y es transformado a un tipo de dato decimal.

- **Public void mostrar (String dato) {}:** clase utilizada para la visualización de los datos (ECG, Temperatura, Presión Arterial, frecuencia cardiaca), se los puede visualizar en textView o editText y el graficador de señales Plot utilizado en la visualización del ECG.

3.3.5 Actividades de la aplicación Android.

Las actividades son controladores para una aplicación, permitiendo la creación de botones, métodos y clases que llevan al cumplimiento de una función, especificando el orden del proceso que se desarrolla.

Para la creación de las actividades existen métodos los cuales son llamados cuando sea necesario:

- **onCreate ():** método que se ejecuta cuando la actividad es creada por primera vez.
- **onStart ():** método llamado después del onCreate, solo se ejecuta si es visible la actividad para el usuario.
- **onResume ():** este método es ejecutado cuando la actividad empieza a interactuar con el usuario.
- **onPause ():** método ejecutado cuando la actividad es pausada y otra actividad se despliega en la pantalla.
- **onStop ():** este método se ejecuta cuando la actividad ya no es visible para el usuario.
- **onRestart ():** Se ejecuta cuando la actividad ha sido detenida y está reiniciando.

3.3.6 Eventos Android.

Los eventos permiten interactuar con un botón o interfaces con el fin de llamar una actividad.

- **OnClick:** Este evento permite el desarrollo de una acción a ejecutar cuando un botón es accionado o presionado.
- **Intent:** Evento que cumple con la acción de empezar la actividad, usa botones para interactuar con las clases implementadas en las interfaces gráficas.

3.4 Desarrollo del programa en eclipse Android.

Nuestro proyecto Android contiene todos los archivos que componen el código fuente de la aplicación Android. Las herramientas del SDK de Android facilitan el inicio de un nuevo proyecto proporcionando un conjunto de directorios y archivos de proyecto por defecto.

Para el desarrollo de un nuevo proyecto en eclipse Android se sigue los siguientes pasos:

PRIMERO:

Ir a la barra de herramientas y hacer clic en Nuevo, seleccionar la carpeta Android, y escoger “Android Application Project”, hacer clic en Siguiente, y rellenar el contenido de la ventana que aparece, Figura 3.10:

- **Nombre de la Aplicación:** Nombre de la aplicación que aparece a los usuarios. Para nuestro proyecto el nombre es “Analizador Médico”.
- **Nombre del Proyecto:** Nombre del directorio del proyecto, este nombre será visible en Eclipse.

- **Nombre del paquete:** Nombre del paquete para la aplicación, será el mismo de la aplicación, éste nombre debe ser único en todos los paquetes instalados en el sistema Android.
- **SDK Mínimo requerido:** Es la versión más baja de Android que admite la aplicación, indican usando el nivel de API.
- **SDK Target:** Indica la versión más alta de Android (también mediante el nivel de API). A medida que se disponga de nuevas versiones de Android, se debe probar la aplicación en la nueva versión y actualizar este valor para que coincida con el último nivel de API y aprovechar las nuevas características de la plataforma.
- **Compilar:** Es la versión de la plataforma Android con cual se compila la aplicación.
- **Tema:** Especifica el estilo de interfaz de usuario de Android que tendrá la aplicación.

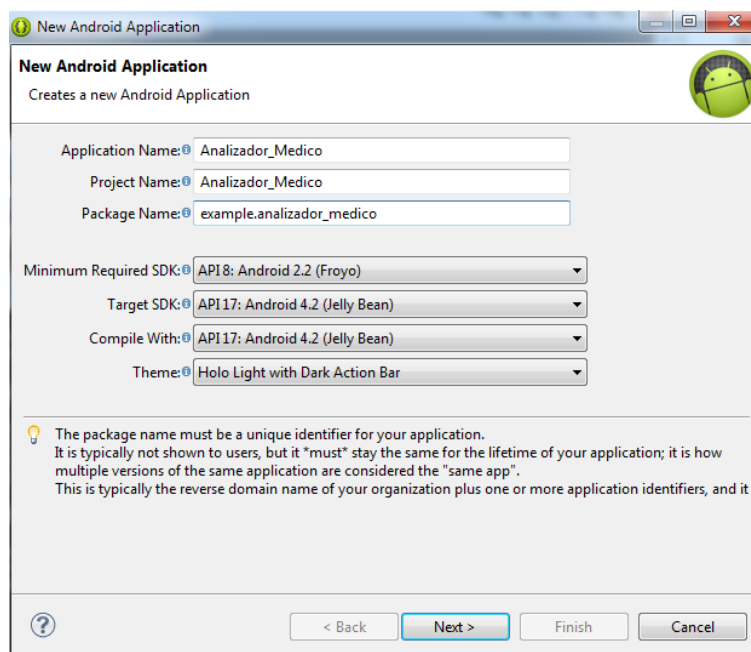


Figura 3.10: Creación de un nuevo proyecto Android.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

SEGUNDO:

En la siguiente pantalla se describe los detalles de la configuración del proyecto, dejar las opciones seleccionadas por defecto como se ilustra en la Figura 3.11 y hacer dar clic en siguiente.

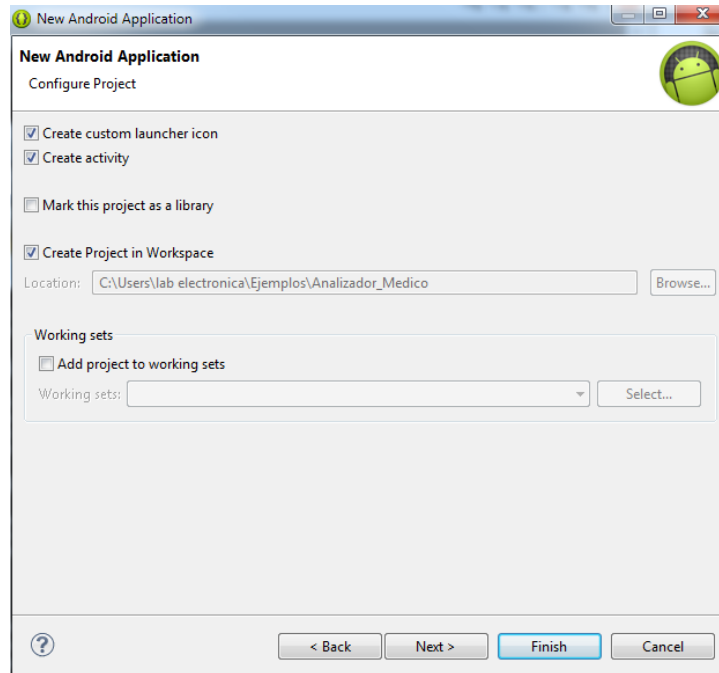


Figura 3.11: Configuración de un nuevo proyecto Android

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

TERCERO:

La siguiente pantalla que aparece permite la opción de crear un icono para la aplicación como se ilustra en la Figura 3.12, esta presenta varias opciones para el diseño del icono. Antes de elegir el icono revisar las especificaciones de diseño requeridas y hacer clic en siguiente. El icono creado para el proyecto se muestra en la Figura 3.13.

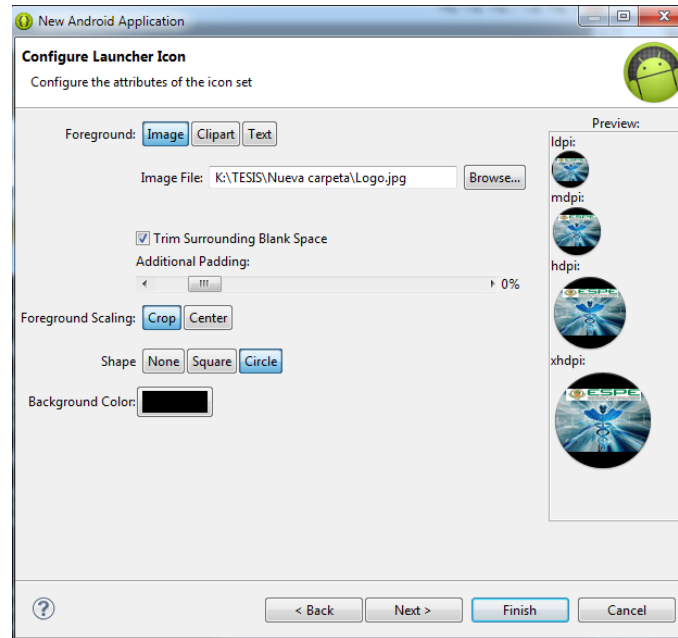


Figura 3.12: Configuración icono de la aplicación.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.



Figura 3.13: Icono del proyecto para la aplicación Android.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

CUARTO:

En la siguiente pantalla se muestra la plantilla en la que se va a trabajar. Por defecto aparecen 4 opciones como se ilustra en la Figura 3.14, para nuestro proyecto se seleccionó BlankActivity, y se cambia el nombre de la actividad por “Medico_Virtual”, por último se pulsa sobre finalizar (Figura 3.15).

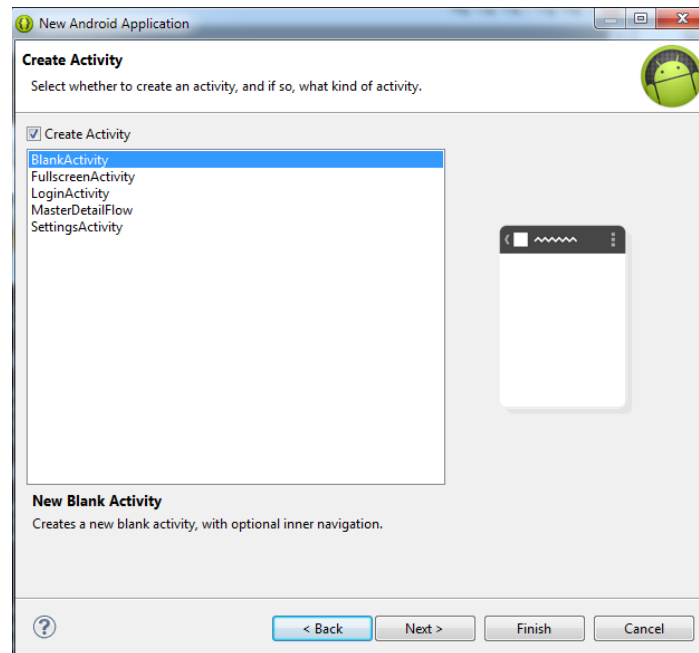


Figura 3.14: Creación de una actividad para un nuevo proyecto Android.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

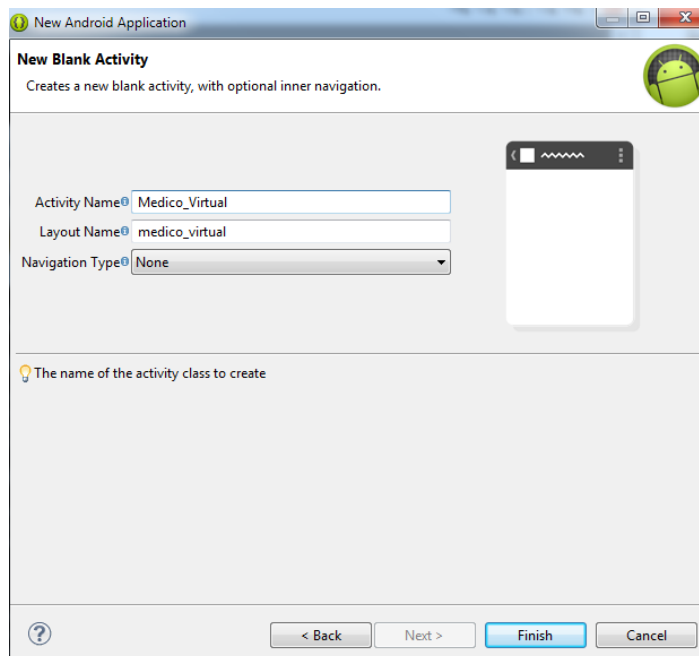


Figura 3.15: Nueva actividad en blanco para el proyecto Android.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

3.4.1 Diagrama de flujo de la aplicación en Android.

El diagrama de flujo del código de la aplicación realizada en la plataforma Android se puede observar en la Figura 3.16, Figura 3.18, Figura 3.20 y Figura 3.22; En la Figura 3.17, Figura 3.19, Figura 3.21 y Figura 3.23 se muestran los Layout's de las actividades realizadas en el proyecto.

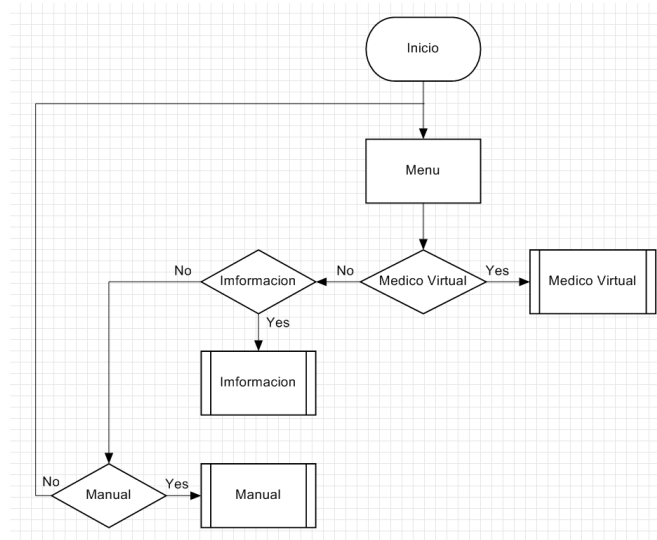


Figura 3.16: Diagrama de flujo de la Activity (Principal).

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

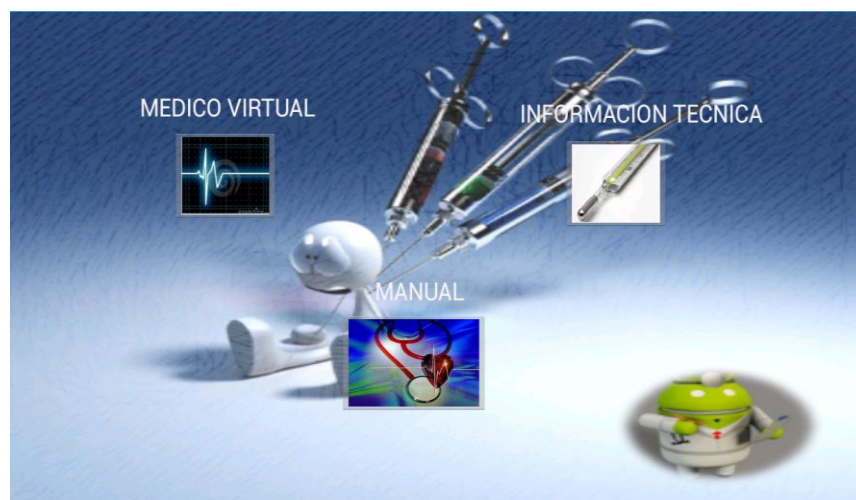


Figura 3.17: Layout de la Activity (Principal).

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

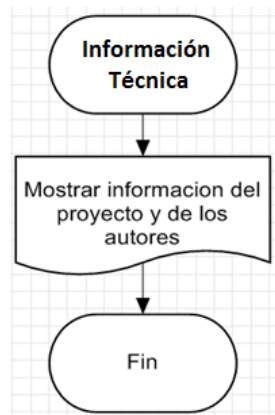


Figura 3.18: Diagrama de flujo de la Activity (Información Técnica)

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Analizador_Medico

ESCUELA POLITÉCNICA DEL CARRITO
ELECTRÓNICA

PROYECTO DE GRADO DE LA CARRERA
INGENIERIA EN ELECTRONICA E INSTRUMENTACION

TEMA

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE
MEDICION DE SEÑALES FISIOLÓGICAS, QUE AYUDA AL DIAGNOSTICO
MÉDICO UTILIZANDO FPGA, CON COMUNICACION INALÁMBRICA A
TABLET, CON MONITOREO EN TIEMPO REAL.

AUTORES

 Jorge Alexander Gavilema Casa
Nació el 11 de Febrero del 1991
en la ciudad de Latacunga

 Edwin David Mullo Guilcamaigua
Nació el 04 de Enero del 1991
en la ciudad de Latacunga

Figura 3.19: Layout de la Activity (Información Técnica)

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

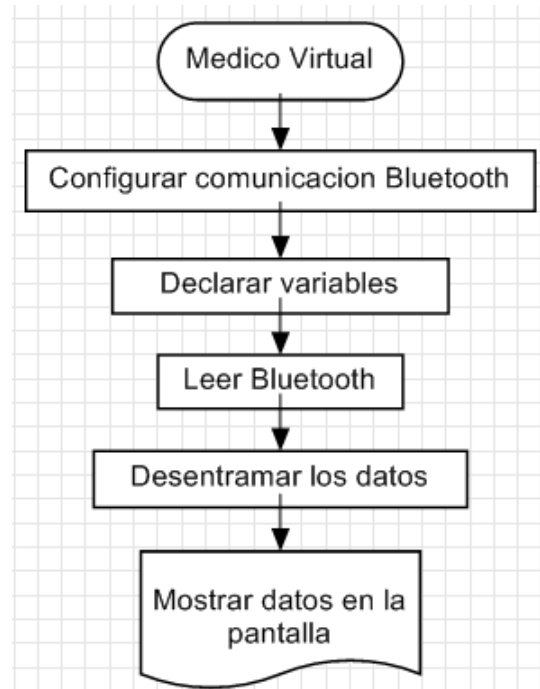


Figura 3.20: Diagrama de flujo de la Activity (Medico Virtual)

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

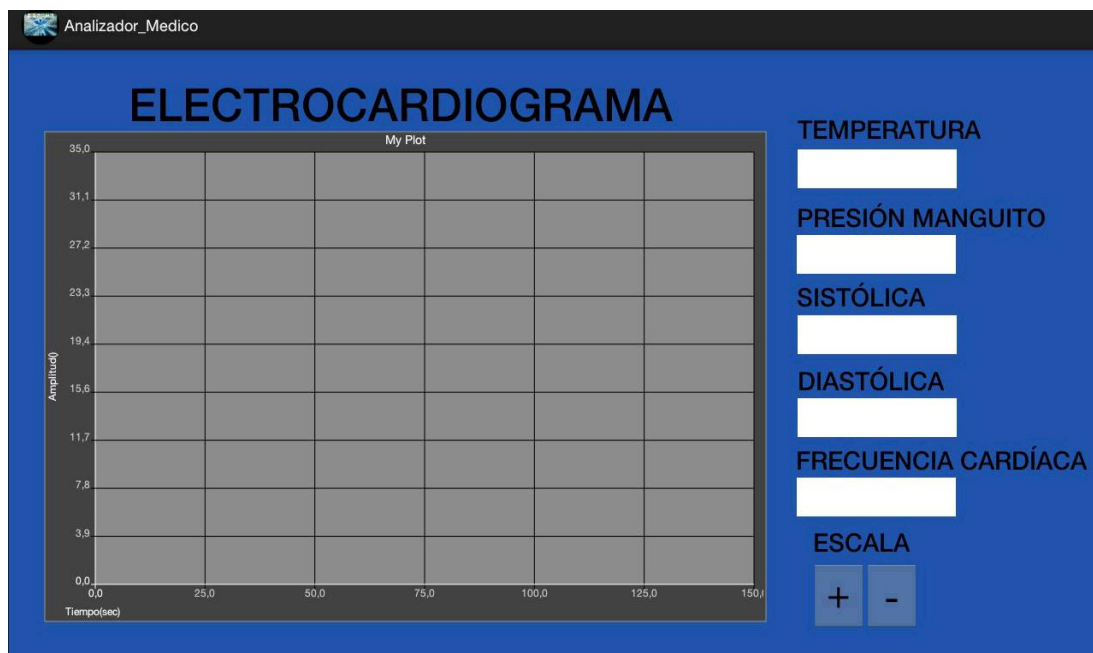


Figura 3.21: Layout de la Activity (Medico Virtual)

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

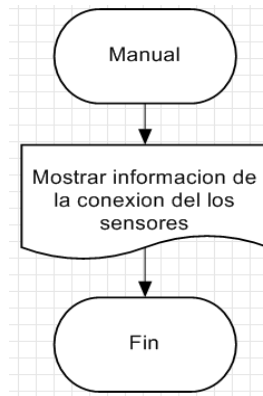


Figura 3.22: Diagrama de flujo de la Activity (Manual)

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

CONEXIÓN DE LOS SENSORES



- * Retire el sensor del estuche e inserte en un cobertor de plástico. En caso de no tenerlo, limpiar con agua o alcohol.
- * Colocar el sensor en la Boca, debajo de la lengua.
- * Cierre la boca y mantenga el sensor durante tres minutos.
- * Observar la medición en la Tablet.



- * Colocar el brazo izquierdo si es diestro y viceversa a la altura del corazón apoyado en una mesa o sillón.
- * Colocar el manguito alrededor del brazo, entre el hombro y el codo.
- * Bombee la pera hasta que la presión alcance mayor a 180 mmHG.
- * Desinfle el manguito lentamente de 2 a 3 mmHg por segundo. A medida que decae, produce la presión sistólica cuando se dio el primer pulso y la diastólica con el último pulso.
- * Observar la medición en la Tablet.



- * Colocar los electrodos en el brazo izquierdo, derecho y la tierra. y relajarse.
- * Situarse en una camilla boca arriba. En algunos casos limpiar con alcohol o rasurar para mejor conducción.
- * Conectar los cables a los electrodos respectivamente.
- * Observar la gráfica en la Tablet.

Figura 3.23: Layout de la Activity (Manual)

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

CAPITULO 4.

PRUEBAS Y RESULTADOS OPERACIÓN DEL EQUIPO

4.1 Generalidades.

En este capítulo se describe el análisis del funcionamiento del dispositivo virtual, aplicado a diferentes voluntarios especialmente de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Extensión Latacunga. El objetivo de estas pruebas permitió determinar las deferencias en las mediciones con un equipo patrón y establecer si error está dentro de un rango aceptable y realizar las calibraciones en caso de ser necesario.

4.2 Pruebas realizadas en el médico virtual implementado.

Una vez integrado los componentes del sistema de medición de señales fisiológicas, se procede necesariamente a realizar las pruebas para obtener el grado de confiabilidad que presenta el prototipo implementado.

Para las pruebas de medición de señales fisiológicas, se empleó a personal voluntario de diferentes edades, especialmente de la Universidad de Las Fuerzas Armadas - ESPE Extensión Latacunga. Los sensores utilizados fueron como se indicó en capítulos anteriores de la fábrica Vernier (Figura 4.1, Figura 4.2, Figura 4.3), por su alta sensibilidad, lo que ayudó a tener un error aceptable en las mediciones y que permitirá un diagnóstico médico confiable.



Figura 4.1: Sensor de Temperatura.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.



Figura 4.2: Sensor de Presión.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.



Figura 4.3: Sensor de Electrocardiograma.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Se utilizó como mediciones de referencias las obtenidas con el equipo LabQuest 2 de la compañía Vernier Software & Technology (Figura 4.4), instrumento patrón seleccionado para el presente proyecto, el cual muestrea a una frecuencia de adecuada para el tipo de señales que se adquieren. Toma datos de los sensores conectados a sus entradas, presenta los mismos en tiempo real ya sea en valor numérico o en forma gráfica de acuerdo a su selección.

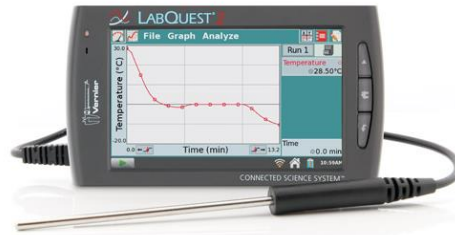


Figura 4.4: Equipo LabQuest 2.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Antes de empezar las pruebas es necesario comprobar que los sensores estén conectados correctamente y el equipo este en modo de trabajo, además asegurarse que las baterías estén cargadas y dentro de los límites requeridos (18 a 24V), para el funcionamiento óptimo del prototipo.

En cuanto al error que presenta el equipo en cada tipo de medición, se realizó su análisis tomando los valores medidos con ambos equipos y mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Error}(\%) = \frac{V_P - V_{IBP}}{V_P} * 100 \quad (4.1)$$

Dónde:

V_P : Valor indicado por el instrumento patrón

V_{IBP} : Valor indicado por el instrumento bajo prueba

Temperatura Corporal

Antes de realizar las pruebas en una persona, se quiso probar la respuesta del sensor en condiciones estables, para esto se utilizó una fuente de temperatura regulable. Se realizaron incrementos de temperatura y por medio de los dos equipos se tomaron las mediciones para cada valor. Estos resultados se muestran en la Tabla 4.1.

De esta curva se concluye que el sensor presenta una respuesta lineal de 0 a 5V, para el rango de valores comprendidos entre -25°C y 125°C (Rango de valores según el fabricante).

Tabla 4.1: Comparación de las mediciones entre el prototipo y equipo de referencia para temperatura.

PATRÓN ($^{\circ}\text{C}$)	IBP ($^{\circ}\text{C}$)	ERROR (%)
25,3	25,401	0,39
29,9	30,234	1,12
35,4	35,109	0,82
40	39,894	0,27
45,1	45,018	0,19
50,2	50,313	0,23
55,1	55,26	0,29
60,1	60,252	0,25
65	65,52	0,8
Error promedio		$\pm 0,48$

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

En la Figura 4.5, se representa la curva de respuesta de las mediciones de temperatura realizadas con el prototipo y el instrumento patrón. Se observan unas pequeñísimas desviaciones que pueden considerarse despreciables.

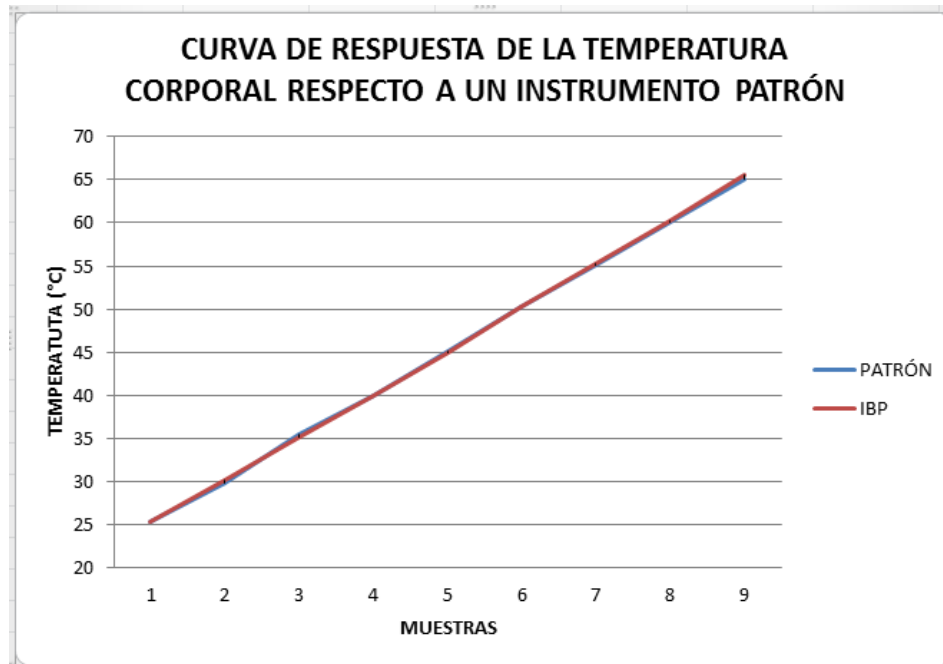


Figura 4.5: Curva de respuesta de la Temperatura del prototipo, respecto a un instrumento patrón.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

La temperatura corporal en los humanos varía normalmente entre 35.5 y 37 °C como se puede notar en la Tabla 4.2, las mediciones realizadas al personal voluntario con el prototipo y el instrumento patrón.

Tabla 4.2: Comparación de las mediciones realizadas en personal a prueba de la Temperatura corporal.

PERSONAL A PRUEBA	PATRÓN (°C)	IBP (°C)	ERROR (%)
1	36,5	36,523	0,06
2	36,3	36,322	0,06
3	36,7	36,677	0,06
4	35,7	35,73	0,08
5	36,5	36,558	0,16
Error Promedio			± 0,084

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Presión Arterial

Las pruebas realizadas sobre la Presión arterial consistieron en evaluaciones a distintas personas por medio de los dos equipos. Encendido el prototipo en modo de trabajo y colocado el sensor, se registró los datos. Estos resultados se muestran en la Tabla 4.3.

De los datos se concluye que el prototipo implementado presenta pequeñas variaciones en la presión sistólica como en la diastólica, esto se debe a que no es posible realizar dos mediciones en una persona al mismo instante.

Tabla 4.3: Comparación de las mediciones realizadas para la Presión.

Personal a Prueba	Patrón		IBP	
	Sistólica (mmHg)	Diastólica (mmHg)	Sistólica (mmHg)	Diastólica (mmHg)
Andrés Tobar	114	77	112,56	78,647
Jorge Gavilema	112	75	110,48	72,475
Alex Paredes	102	65	109,6	65,992
Javier Mamarandi	101	65	106,31	78,05
Edwin Mullo	109	75	109,38	72,934
Edison Velasco	123	60	122,11	64,036

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Electrocardiograma

Para esta prueba se realizó la colocación de los electrodos del sensor en base a las tres derivaciones principales ya indicadas en capítulos anteriores. Luego por medio de los dos equipos se registraron los datos de las evaluaciones en dos personas voluntarias. Estos resultados se muestran en las figuras (Figura 4.6, Figura 4.7, Figura 4.8, Figura 4.9), donde se muestra la amplitud del segmento que corresponde a la frecuencia cardíaca de una persona sometida a prueba.

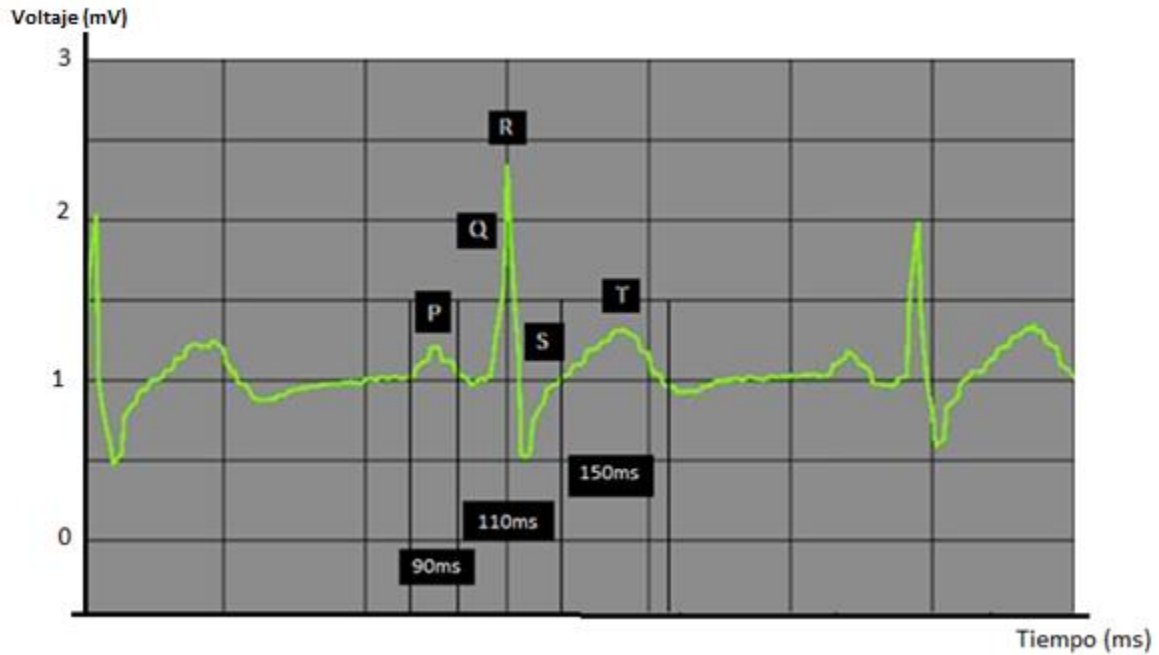


Figura 4.6: Respuesta del ECG del prototipo paciente 1.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

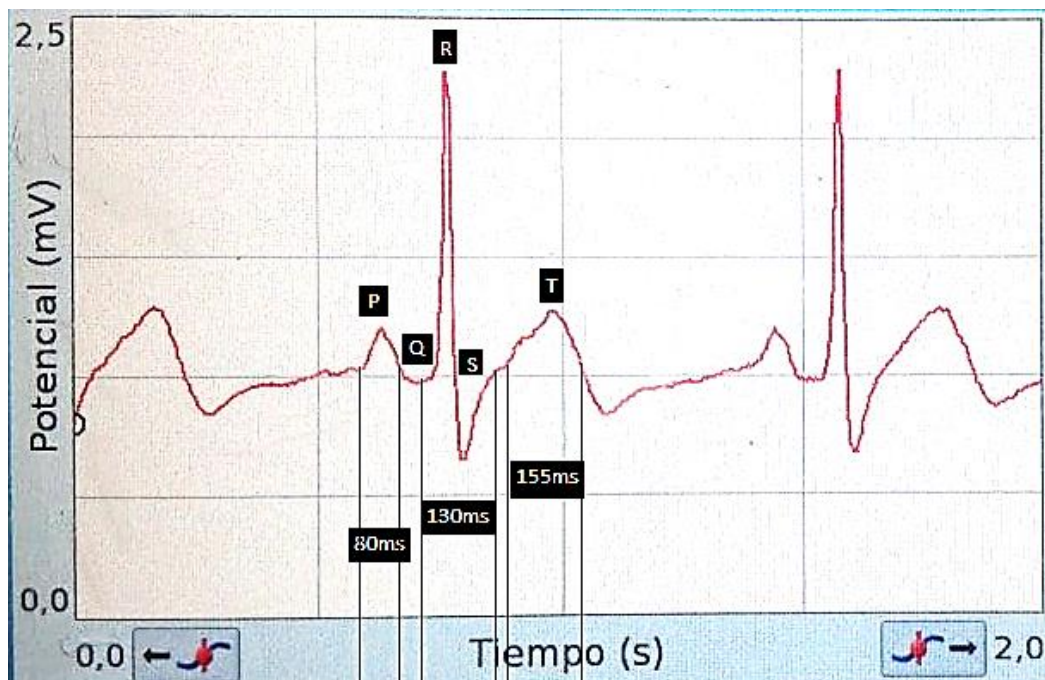


Figura 4.7: Respuesta del ECG del instrumento patrón paciente 1.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

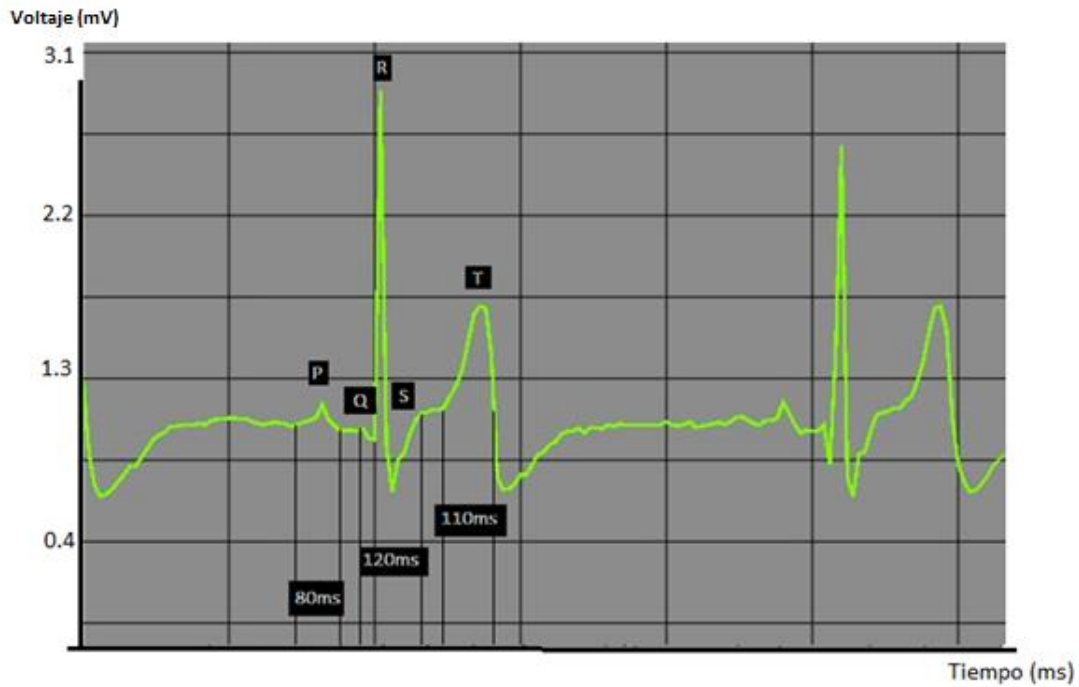


Figura 4.8: Respuesta del ECG del prototipo paciente 2.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

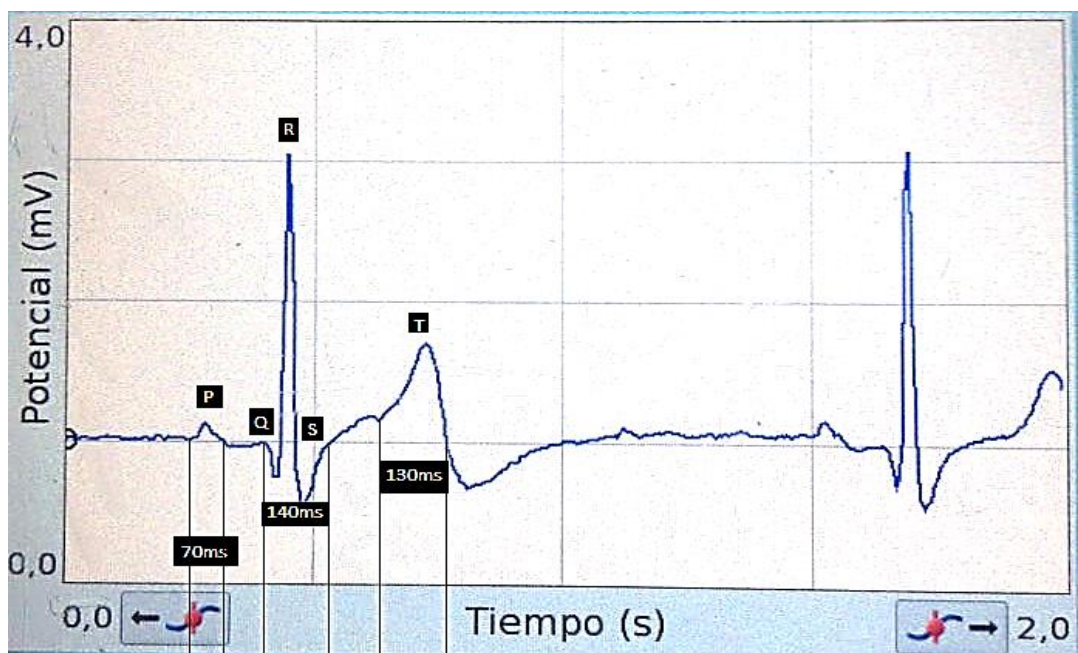


Figura 4.9: Respuesta del ECG del instrumento patrón paciente 2.

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Frecuencia Cardíaca

Para las mediciones y pruebas de la frecuencia cardíaca se utilizó el mismo sensor de ECG. Primero se colocaron los electrodos del sensor de la misma manera que para mediciones de ECG, luego se enciende y coloca el equipo en modo de trabajo y se procede a registrar los pulsos cardíacos tomando como referencia el tiempo de 1 minuto. Los resultados de estas mediciones se muestran en la (Tabla 4.4). Se realizaron evaluaciones a 6 personas

Tabla 4.4: Respuesta de la frecuencia cardiaca del prototipo a varios pacientes.

Pacientes	IBP
Andrés Tobar	64
Jorge Gavilema	74
Alex Paredes	72
Javier Mamarandi	71
David Mullo	65
Edison Velasco	89

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

4.3 Alcances y limitaciones

4.3.1 Alcances

En el transcurso del desarrollo del prototipo se pudo notar los siguientes alcances, los mismos que se pone a consideración.

- Posibilita la visualización de las señales fisiológicas en tiempo real, registrando cuatro signos vitales (Temperatura Corporal, Presión Arterial, Frecuencia Cardíaca y ECG), esto en un ambiente relajado.
- Concentra la información necesaria (configuración y visualización) en una sola interfaz, reduciendo así la complejidad de manejo del equipo.

- Admite el almacenamiento de los datos de las señales en una memoria flash en un tipo de archivo en formato Excel para su posterior procesamiento.
- Permite el manejo de alarmas, estas se activan al detectar signos vitales bajos o altos en comparación con signos vitales normales, estas serán visibles en la interfaz frontal a través de cuadros de texto.
- El módulo es de fácil transportación y puede ser llevado a diferentes lugares, ya que cuenta con un sistema de baterías recargables integrado.
- El sistema de adquisición presenta gran flexibilidad ante cambios y mejoras, debido a que permite acceder fácilmente al programa de la SBRIO.

4.4 Limitaciones

Al finalizar el proyecto se pudo confirmar ciertas limitaciones que presente el sistema y son expuestas a continuación.

- La aplicación de la Tablet no puede ser instalada en dispositivos móviles con una versión inferior de Android 4.0.3, esto se debe a que no cumple con las características necesarias de compatibilidad.
- La comunicación bluetooth tiene un alcance aproximadamente de 10 m, al estar fuera de este rango la transferencia de los datos están propensos a interrupciones y pérdidas de los mismos.
- El sistema de baterías recargables permite cierto tiempo de autonomía, cuando el nivel está por debajo del límite (15V), se puede tener problemas en los reguladores utilizados en el circuito y por lo tanto el funcionamiento del prototipo no sería el óptimo.

4.5 Análisis Económico

En la Tabla 4.5, se muestra los elementos utilizados para en la implementación del prototipo y sus costos aproximados:

Tabla 4.5: Costo de implementación del proyecto.

Elementos	Cantidad	Costo Unit. (\$)	Costo Total (\$)
Sbrío 9636	1	400	400
Sensor de Temperatura Corporal	1	15	15
Sensor de Presión Arterial	1	145	145
Sensor de ECG	1	200	200
Baterías	4	10	40
Tablet Samsung	1	350	350
Bluetooth	1	29	29
Max 232	1	1	1
Regulador de voltaje	2	0,6	1,2
Capacitores	8	0,1	0,8
Placa de baquelita	1	1	1
Borneras	2	0.50	1
Conectores BTA	3	1	3
Switch	2	1	2
Conectores Banana Hembra	2	0,5	1
Cables	20	0,2	4
Caja	1	40	40
TOTAL			1194

Elaborado por: Jorge Gavilema - Edwin Mullo.

Para la implementación del prototipo se empleó la cantidad de mil ciento noventa y cuatro dólares.

Los costos más elevados corresponden a la tarjeta SBRIO 9636 y a la Tablet, componentes necesarios para el funcionamiento del equipo de medición de señales fisiológicas.

Una de las ventajas del prototipo es que se pueden ampliar hasta 8 el número de señales de entrada, para lo cual solo se requiere el acondicionamiento según el tipo de señal, aprovechándose de esta manera la mayoría de los recursos de la tarjeta, lo que le hace un equipo con mayores prestaciones en comparación a otros existentes en el mercado en el mismo nivel.

CAPÍTULO 5.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1 Conclusiones.

- Se cumplió con el objetivo principal del proyecto, el cual consiste en el diseño y construcción de un sistema electrónico de medición de señales fisiológicas, que ayuda al diagnóstico médico utilizando FPGA, con comunicación inalámbrica a Tablet, con monitoreo remoto en tiempo real.
- Se desarrolló un dispositivo compacto que integre funciones de un analizador de señales fisiológicas en una sola aplicación para dispositivos móviles bajo la plataforma Android.
- Se desarrolló de forma satisfactoria una aplicación móvil sencilla, que permite una fácil conexión entre el dispositivo de adquisición de datos y el dispositivo móvil con sistema Android, a través del protocolo de comunicación inalámbrica bluetooth.
- El dispositivo desarrollado cumplió con las condiciones y requerimientos para dispositivos médicos donde se utilizó una velocidad de 34800 la misma que garantizo que los datos transmitidos cumplan con las especificaciones de monitoreo en equipos médicos.
- El desarrollo de la aplicación Android se la realizó en la plataforma de programación JAVA, con la ayuda del software de programación Eclipse, por la gran cantidad de tutoriales disponibles en la web y sin costo.
- El desarrollo del ECG se lo hizo con ayuda de la librería androidplot que permite representar gráficamente un vector numérico de n posiciones, de una forma sencilla, además existen tutoriales de la utilización de esta librería en la web.

- La comunicación entre el módulo de adquisición de datos y el dispositivo móvil con un sistema Android fue satisfactoria en un rango de 10 m, después de esta distancia la comunicación se vio interrumpida.
- Los valores medidos difieren en un porcentaje de 0.02% de los valores reales, debido principalmente a las tolerancias de los elementos pasivos utilizados.
- El dispositivo de telemetría tiene uso intuitivo y flexible, su portabilidad y su conexión permanente, además son dispositivos de bajo costo, por lo que es posible masificar el uso de este tipo de aplicaciones.
- En este trabajo se presentó el desarrollo de un sistema de telemetría de adquisición de señales biomédicas utilizando como centro de monitoreo una Tablet estándar. De acuerdo a los resultados experimentales se puede afirmar que es posible implementar rutinas de adquisición, procesamiento, y transmisión de señales con tasas de muestreo suficiente para algunas variables biomédicas como la temperatura corporal, presión arterial, frecuencia cardíaca y realizar un electrocardiograma.

5.2 Recomendaciones.

- En caso de que la aplicación del Médico_Virtual no se conecte automáticamente al módulo de adquisición de datos, es necesario salir de la aplicación y emparejar el bluetooth del módulo de adquisición de datos con el del dispositivo Android.
- Para manejar el módulo bluetooth de la tarjeta de adquisición de datos, con el del dispositivo Android por primera vez, se debe ingresar la contraseña por defecto ("1234"), en la caja de dialogo que aparece por defecto para el dispositivo bluetooth.
- El dispositivo móvil debe contener la versión Android 4.0.3 o superior.
- Tomar en cuenta la capacidad de memoria para dispositivos extraíbles para poder monitorear datos en tiempos prolongados de mediciones.

BIBLIOGRAFÍA.

- [1] R. M. Rangayyan, «Biomedical Signal Analysis,» Wiley-IEEE Press, 2002.
- [2] S. S.Soliman, «Señales y sistemas continuos y discretos.,» Pretice Hall Ibaria, Madrid, 1999.
- [3] A. Cohem, *Ben-Gurion*, CRC Press LLC, 2000.

LINKGRAFÍA.

- [4] A. S. o. Hypertension, «La presión arterial y su salud,» 2010. [En línea]. Available: <http://www.ash-us.org/documents/BloodPressureHealthSpanish.pdf>. [Último acceso: 22 Septiembre 2014].
- [5] «El corazon,» galeon, [En línea]. Available: <http://qtcorregido.galeon.com/miocardio.htm>. [Último acceso: 22 Septiembre 2014].
- [6] S. M. Daniel, «Procesado y transmision de señales biomedicas para el diagnostico de trastornos y enfermedades del sueño,» Cádiz, 2008.
- [7] LabVIEW, «LabVIEW,» Wiki, [En línea]. Available: <http://labviewwiki.org/LabVIEW>. [Último acceso: 22 Septiembre 2014].
- [8] E. Medina, «Empezando a programar android,» 12 Julio 2012. [En línea]. Available: <http://emacorpandroid.blogspot.com/2012/07/sesion-4-estructura-de-un-proyecto.html>. [Último acceso: 22 septiembre 2014].
- [9] «La plataforma eclipse,» 17 Octubre 2013. [En línea]. Available: http://ocw.uca.es/pluginfile.php/2494/mod_resource/content/0/P2%20-%20La%20plataforma%20Eclipse.pdf. [Último acceso: 22 Septiembre 2014].
- [10] NI, «NI,» NI, 2014. [En línea]. Available: <http://www.ni.com/white-paper/7820/en/>. [Último acceso: 22 Septiembre 2014].
- [11] «Micro4you,» [En línea]. Available: <http://www.micro4you.com/store/bluetooth-module-breakout-hc-05.html>. [Último acceso: 22 Septiembre 2014].
- [12] U. C. d. R. d. Janeiro, «Redes de Sensores Sem Fio,» 05 Junio 2010. [En línea]. Available: http://www.gta.ufrj.br/grad/10_1/rssf/protocolos.html. [Último acceso: 22 Septiembre 2014].
- [13] J. A. Cruz, «Monografias,» 2010. [En línea]. Available: <http://www.monografias.com/trabajos82/instalacion-red/instalacion-red2.shtml>. [Último acceso: 22 Septiembre 2014].
- [14] V. S. & Technology, «Vernier Software & Technology,» 2014. [En línea]. Available: <http://www.vernier.com/products/sensors/temperature-sensors>

ANEXOS

ANEXOS A
GLOSARIO DE TERMINOS.

A**ADQUISICIÓN DE DATOS**

Consiste en la toma de muestras del mundo real (sistema analógico) para generar datos que puedan ser manipulados por un ordenador u otro sistema electrónico (sistema digital).

ALVEOLOS

Son unas estructuras globulares que forman racimos al final de los bronquiolos. En ellos se da el intercambio de gases (oxígeno y CO₂) entre el aire inspirado y la sangre que circula por los pulmones.

ANALÓGICA

Aquella cuya magnitud se representa mediante variables continuas.

ANDROID

Es un sistema operativo basado en el kernel de Linux diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil, como teléfonos inteligentes o tabletas.

ANEURISMA

Es un ensanchamiento o abombamiento anormal de una porción de una arteria debido a una debilidad en la pared del vaso sanguíneo.

ARRITMIA

Es una perturbación del ritmo cardíaco que afecta su frecuencia, la intensidad de sus contracciones y su regularidad. Durante una arritmia el corazón puede latir demasiado rápido, demasiado despacio o de manera irregular.

ASINCRÓNICA

Aquella comunicación que se establece entre dos o más personas de manera diferida en el tiempo, es decir, cuando no existe coincidencia temporal.

AURÍCULA

Cavidad del corazón que recibe la sangre en circulación. Cuando la aurícula se llena de sangre se abren las válvulas auriculo-ventriculares y la sangre pasa al ventrículo. El corazón se contrae y los ventrículos se vacían, bombeando la sangre al sistema circulatorio.

AUTOMATIZACIÓN

Es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores para controlar maquinarias o procesos de elementos tecnológicos.

B**BACTERIA**

Se trata de un microorganismo unicelular procarionte que puede provocar enfermedades, fermentaciones o putrefacción en los seres vivos o materias orgánicas.

BANDA DE FRECUENCIA

Son intervalos de frecuencias del espectro electromagnético asignados a diferentes usos dentro de las radiocomunicaciones. El espacio asignado a las diferentes bandas abarca el espectro de radiofrecuencia y parte del de microondas y está dividido en sectores.

BAUDIO

Unidad de medida, usada en telecomunicaciones, que representa el número de símbolos por segundo en un medio de transmisión digital. Cada símbolo puede codificar 1 o más bits dependiendo del esquema de modulación.

BIT

Unidad mínima del código binario usado por los ordenadores para almacenar información.

BLUETOOTH

Es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia.

BRADICARDIA SINUSAL

Situación en la que los latidos del corazón se originan y se transmiten de forma normal, pero son más lentos de lo necesario. Hablamos de bradicardia sinusal cuando la frecuencia cardíaca es inferior a 60 latidos por minuto

BYTE

Unidad fundamental de datos en los ordenadores personales, un byte son ocho bits contiguos. El byte es también la unidad de medida básica para memoria, almacenando el equivalente a un carácter.

C**CAVIDAD**

Son espacios huecos del cuerpo humano revestidos internamente por diversos tipos de tejido, ocupados por una serie de órganos que en conjunto forman a los sistemas orgánicos.

CONTRACCIÓN MUSCULAR

Acortamiento o tensión de un músculo que se produce al recibir un estímulo nervioso y que permite realizar una función, ya sea dinámica o estática. La contracción muscular se produce al acortarse las fibras que forman el sarcómero, que es la unidad contráctil básica de la célula muscular.

D**DEMODULACIÓN**

Es el proceso inverso de modulación. Se utiliza para recuperar la señal de mensaje y la información en la señal por el receptor.

DISPOSITIVO

Componentes que leen o escriben datos en medios o soportes de almacenamiento, y juntos conforman la memoria o almacenamiento secundario de la computadora. Estos dispositivos realizan las operaciones de lectura o escritura de los medios y soportes donde se almacenan o guardan, lógicamente y físicamente, los archivos de un sistema informático.

DRAM

Tipo de memoria dinámica de acceso aleatorio que se usa principalmente en los módulos de memoria RAM.

E**EMISOR**

Aquél que transmite la información (un individuo, un grupo o una máquina).

ERROR

La inexactitud que se acepta como inevitable al comparar una magnitud con su patrón de medida. El error de medición depende de la escala de medida empleada, y tiene un límite.

ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

Es la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas. Referido a un objeto se denomina espectro electromagnético o simplemente espectro a la radiación electromagnética que emite (espectro de emisión) o

absorbe (espectro de absorción) una sustancia. Dicha radiación sirve para identificar la sustancia de manera análoga a una huella dactilar.

ESTÁNDAR

Es un conjunto de reglas que deben cumplir los productos, procedimientos o investigaciones que afirmen ser compatibles con el mismo producto.

ETHERNET

Es un estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por detección de la onda portadora y con detección de colisiones (CSMA/CD). Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI.

F

FHSS

Técnica de modulación en espectro ensanchado en el que la señal se emite sobre una serie de radiofrecuencias aparentemente aleatorias, saltando de frecuencia en frecuencia sincrónicamente con el transmisor.

H

HANDSHAKING

Proceso automatizado de negociación que establece de forma dinámica los parámetros de un canal de comunicaciones establecido entre dos entidades antes de que comience la comunicación normal por el canal.

HARDWARE

Se refiere a todas las partes tangibles de un sistema informático; sus componentes son: eléctricos, electrónicos, electromecánicos y mecánicos. Son

cables, gabinetes o cajas, periféricos de todo tipo y cualquier otro elemento físico involucrado.

HISTÉRESIS

Tendencia de un material a conservar una de sus propiedades, en ausencia del estímulo que la ha generado. Haciendo que el proceso de variación sea distinto en un sentido que en el contrario.

I

IEEE 802.15.1

Estándar para redes inalámbricas de área personal (WPAN). El primer estándar de WPAN es Bluetooth Special Interest Group (SIG).

INFRARROJA

Tipo de radiación electromagnética y térmica, de mayor longitud de onda que la luz visible, pero menor que la de las microondas.

INSTRUMENTO PATRÓN

Dispositivo usado como referencia para comparar su respuesta frente a la respuesta de un instrumento es llamado "calibration standard" o "patrón".

INTERFAZ

Hace referencia al conjunto de métodos para lograr interactividad entre un usuario y una computadora.

J**JAVA DEVELOPMENT KIT**

Es un software que provee herramientas de desarrollo para la creación de programas en Java. Puede instalarse en una computadora local o en una unidad de red.

L**LENGUAJE JAVA**

Lenguaje de programación por objetos creado por Sun Microsystems, Inc. que permite crear programas que funcionan en cualquier tipo de ordenador y sistema operativo. Se usa el Java para crear programas especiales denominados applets, que pueden ser incorporados en páginas web para hacerlas interactivas. Los aplicativos Java requieren que el navegador utilizado sea compatible con Java.

M**MAGNITUD**

Propiedad de los cuerpos que puede ser medida.

MEDIOS ÓPTICOS

Son aquellos que se basan en propiedades ópticas generalmente relacionadas con la reflexión de la luz.

MICROCONTROLADOR

Es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria.

MODEM

Dispositivo que convierte señales digitales en analógicas, o viceversa, para poder ser transmitidas a través de líneas de teléfono, cables coaxiales, fibras ópticas y microondas; conectado a una computadora, permite la comunicación con otra computadora por vía telefónica.

MODULACIÓN

Variación de alguna de las características de una onda (llamada portadora) en función de las características de otra onda (llamada onda moduladora) cuya información se desea transmitir.

MUESTREO

Técnica para la selección de datos a partir de una población.

N

NEUROTRANSMISORES

Sustancia o compuesto que permite los impulsos nerviosos y provoca respuesta muscular, glandular y neuronal.

O

OSCILOMETRÍA

Técnica que permite medir la presión arterial y la amplitud de las oscilaciones de las paredes arteriales.

P

PAROXÍSTICA

Que sucede de forma repentina y recurrente.

PARTÍCULAS

Parte muy pequeña de alguna cosa o cuerpo muy pequeño.

PEGATINA

Lamina de papel, plástico u otro material con un dibujo o texto impreso que impregnado por una de sus partes en una materia adhesiva o pegajosa, sirve para adherirlo en una superficie.

PERICARDITIS

Enfermedad que suele responder a infecciones virales, de mayor o menor importancia producida por el pericardio, la capa que cubre el corazón.

PROCESADOR

Componente electrónico donde se realizan los procesos lógicos.

PROTOCOLO

Conjunto de reglas y estándares que controlan la secuencia de un procedimiento durante la ejecución.

PUERTO

Forma genérica de denominar a una interfaz a través de la cual los diferentes tipos de datos se pueden enviar y recibir. Puede ser de tipo físico o a nivel de Software.

R**RADIOFRECUENCIA**

Radiación electromagnética utilizada en las radiocomunicaciones.

RECEPTOR

Que recibe señales eléctricas, telegráficas, telefónicas o radiofónicas y las convierte en sonidos o señales que se pueden oír o ver.

RESOLUCIÓN

Exactitud o claridad en el detalle que se puede distinguir en una imagen producida por un dispositivo.

RITMO CARDÍACO

Es el movimiento del corazón originado por el bombeo constante de sangre.

S**SENSIBILIDAD**

La sensibilidad nos indica la capacidad de nuestro estimador para dar como casos positivos los casos realmente enfermos; proporción de enfermos correctamente identificados. Es decir, la sensibilidad caracteriza la capacidad de la prueba para detectar la enfermedad en sujetos enfermos.

SENSOR

Es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

SEÑALES BIOQUÍMICAS

Las señales bioquímicas son el resultado de mediciones químicas de los tejidos vivos o de muestras analizadas en el laboratorio clínico. Un ejemplo de este tipo de señal es la medición de la concentración de iones dentro y en las vecindades de una célula, por medio de electrodos específicos para cada ion.

SERVIDOR CVS

Es una aplicación informática que implementa un sistema de control de versiones: mantiene el registro de todo el trabajo y los cambios en los ficheros (código fuente principalmente) que forman un proyecto (de programa) y permite que distintos desarrolladores (potencialmente situados a gran distancia) colaboren.

SINCRONIZADO

Describe el ajuste temporal de eventos. Se habla de sincronización cuando determinados fenómenos ocurran en un orden predefinido o a la vez.

SÍNTOMA

Es la referencia subjetiva que da un enfermo de la percepción que reconoce como anómala o causada por un estado patológico o una enfermedad.

STREAMING

El streaming (también denominado lectura en continuo, difusión en flujo, lectura en tránsito, difusión en continuo, descarga continua o mediaflujo) es la distribución de multimedia a través de una red de computadoras de manera que el usuario consume el producto, generalmente archivo de video o audio, en paralelo mientras se descarga.

T**TABLET' S**

Es una computadora portátil de mayor tamaño que un teléfono inteligente o una PDA, integrada en una pantalla táctil (sencilla o multitáctil) con la que se interactúa primariamente con los dedos o un estilete (pasivo o activo), sin necesidad de teclado físico ni ratón.

TAQUICARDIA

Es la contracción demasiado rápida de los ventrículos. Se considera cuando la frecuencia cardíaca es superior a cien latidos por minuto en reposo.

TOLERANCIA

Diferencia máxima entre el valor nominal y el valor real de la cualidad o la cantidad de una sustancia, medida o de un material.

TRANSDUCTOR

Es un dispositivo capaz de transformar o convertir una determinada manifestación de energía de entrada, en otra diferente a la salida, pero de valor muy pequeños en términos relativos con respecto a un generador.

TRASTORNO

Hace referencia a una alteración leve de la salud o a un estado de enajenación mental.

U**USB**

Universal Serial Bus: es un estándar industrial, que define los cables, conectores y protocolos usados en un bus para conectar, comunicar y proveer de alimentación eléctrica entre ordenadores y periféricos y dispositivos electrónicos.

V**VASOS SANGUÍNEOS**

Es una estructura hueca y tubular que conduce la sangre impulsada por la acción del corazón, que recogen la sangre de todos los rincones del cuerpo.

VENTRÍCULOS

Se refiere a cada una de las cámaras inferiores del corazón, reciben sangre de las cámaras superiores del mismo lado del corazón y se contrae durante la sístole, que es el período del ciclo cardíaco en que el corazón bombea la sangre hacia los pulmones y el resto del cuerpo.

W

WI-FI

WiFi, es una marca y también la sigla utilizada por la compañía que la creó para referirse a una tecnología de redes inalámbricas (se ha usado el término como Wireless Fidelity (Wi-Fi) por la misma compañía, que literalmente significa Fidelidad inalámbrica, aunque en estricto rigor no significa nada en especial, sino que la marca es un juego de palabras que sugiere esta alta fidelidad, ideada como un buen nombre para la tecnología).

WIRELESS

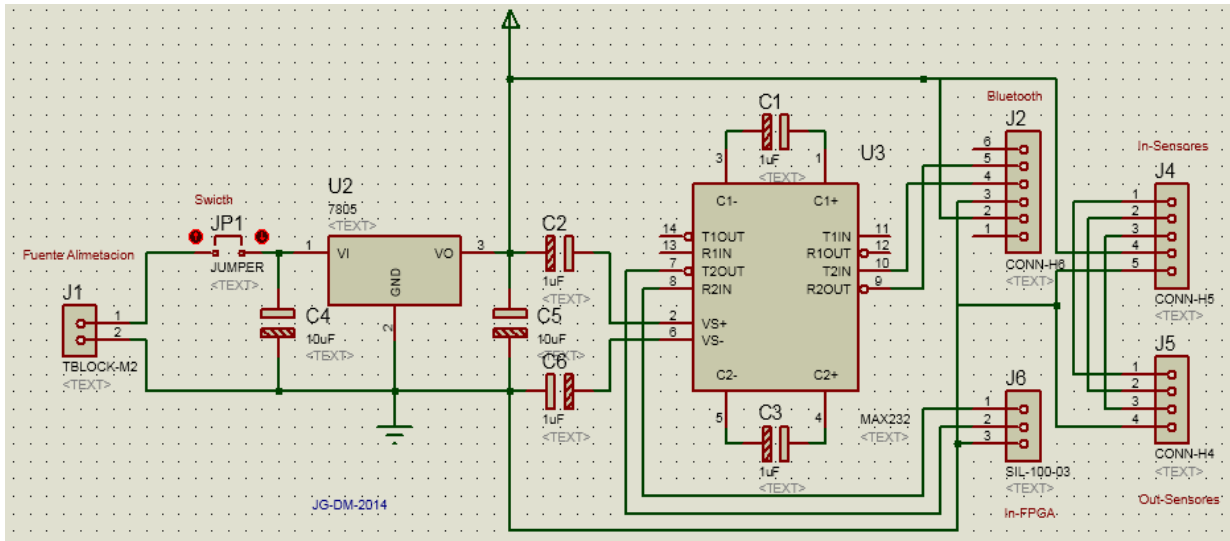
Wireless (inalámbrico o sin cables) es un término usado para describir las telecomunicaciones en las cuales las ondas electromagnéticas (en vez de cables) llevan la señal sobre parte o toda la trayectoria de la comunicación.

Z**ZIGBEE**

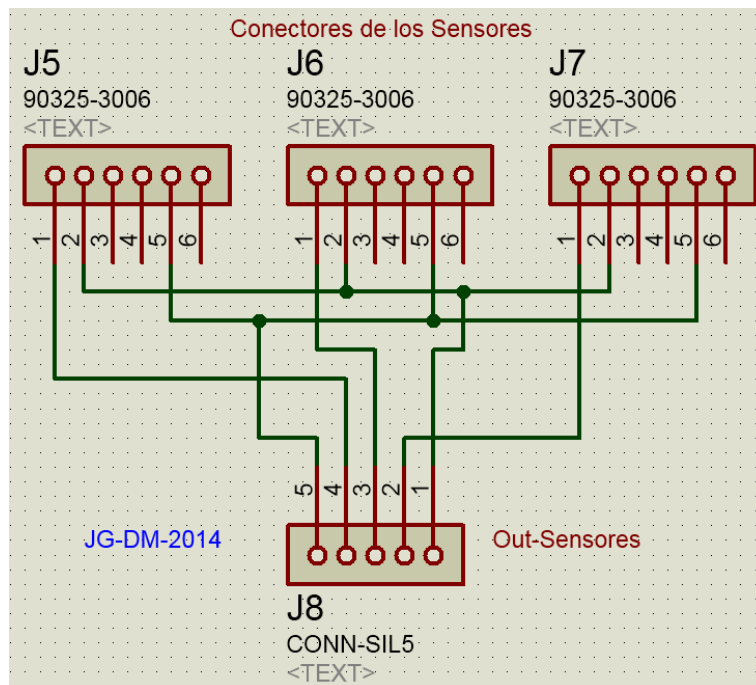
Es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (wireless personal area network, WPAN).

ANEXOS B
CIRCUITOS ESQUEMATICOS.

COMUNICACIÓN MAX - 232.

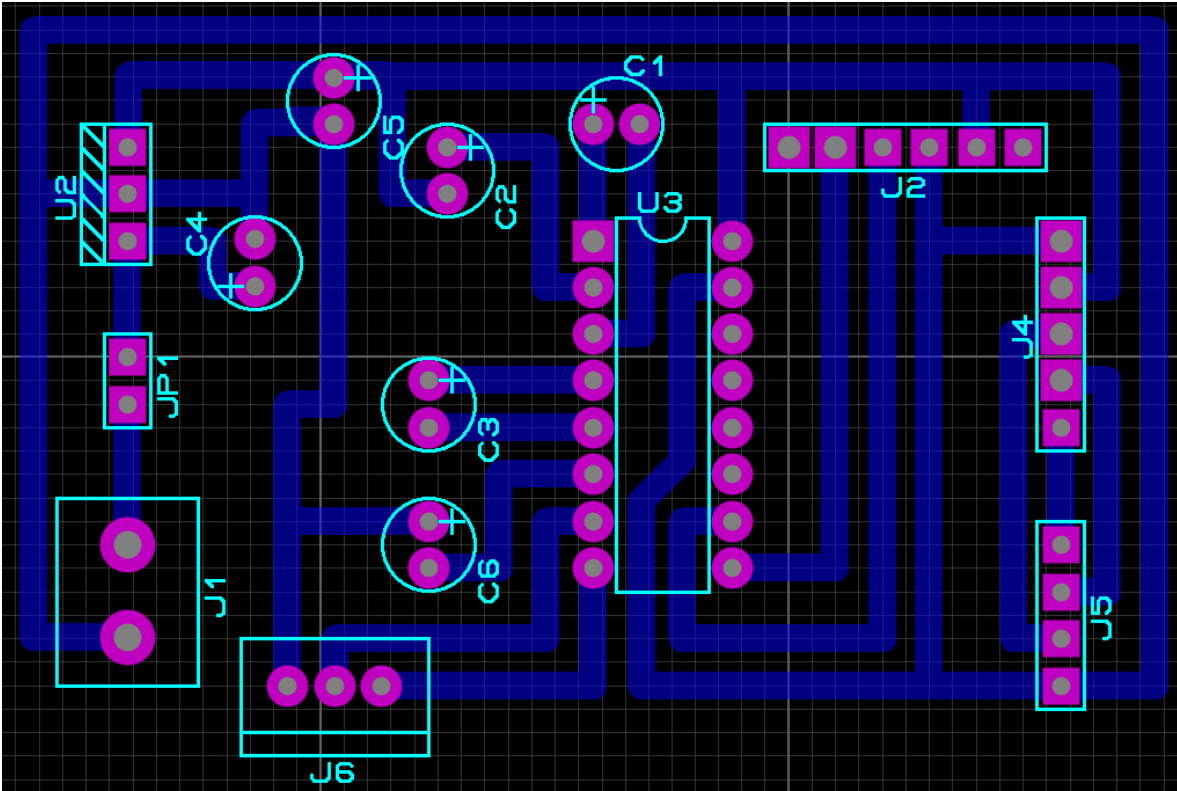


CONEXIÓN SENSORES

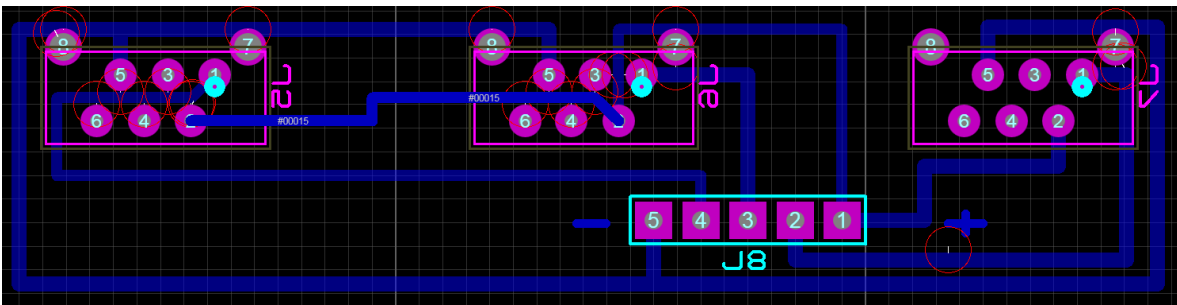


ANEXO C
CIRCUITOS IMPRESOS.

COMUNICACIÓN MAX - 232.



CONEXIÓN SENSORES



ANEXO D
PROGRAMACION ANDROID.

PROGRAMACIÓN ANDROID

CLASE ANALIZADOR_MEDICO

```

package analizador.medico;

import android.os.Bundle;
import android.app.Activity;
import android.content.Intent;
import android.view.Menu;
import android.view.View;
import android.view.View.OnClickListener;
import android.widget.ImageButton;

public class Analizador_medico extends Activity implements OnClickListener {
    ImageButton medicion, informacion, manual;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.analizador_medico);

        medicion=(ImageButton)findViewById(R.id.medicion);
        informacion=(ImageButton)findViewById(R.id.informacion);
        manual=(ImageButton)findViewById(R.id.manual);

        medicion.setOnClickListener(this);
        informacion.setOnClickListener(this);
        manual.setOnClickListener(this);
    }

    @Override
    public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu) {
        // Inflate the menu; this adds items to the action bar if it is present.
        getMenuInflater().inflate(R.menu.analizador_medico, menu);
        return true;
    }

    @Override
    public void onClick(View v) {
        // TODO Auto-generated method stub

        switch(v.getId())
        {
            case R.id.medicion:

                Intent ob_medicion = new Intent(this, cont_medicion.class);
                startActivity(ob_medicion);
                break;

            case R.id.informacion:

                Intent ob_informacion = new Intent(this, cont_informacion.class);
                startActivity(ob_informacion);
                break;
        }
    }
}

```

```

        case R.id.manual:
            Intent ob_manual = new Intent(this, cont_manual.class);
            startActivity(ob_manual);
            break;
        }
    }
}

```

CLASE INFORMACIÓN

```

package analizador.medico;
import android.app.Activity;
import android.os.Bundle;
public class cont_informacion extends Activity{
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState){
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.ob_informacion);
    }
}

```

CLASE MANUAL

```

package analizador.medico;
import android.app.Activity;
import android.os.Bundle;
public class cont_manual extends Activity{
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState){
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.ob_manual);
    }
}

```

CLASE MEDICIÓN

```

package analizador.medico;

import java.io.IOException;
import java.io.InputStream;
import java.io.OutputStream;
import java.util.ArrayList;
import java.util.Arrays;
import java.util.Set;
import java.util.UUID;
import com.androidplot.series.XYSeries;
import com.androidplot.xy.BoundaryMode;
import com.androidplot.xy.LineAndPointFormatter;
import com.androidplot.xy.SimpleXYSeries;
import com.androidplot.xy.XYPlot;
import com.androidplot.xy.XYStepMode;
import android.annotation.SuppressLint;
import android.app.Activity;
import android.bluetooth.BluetoothAdapter;
import android.bluetooth.BluetoothDevice;

```

```

import android.bluetooth.BluetoothSocket;
import android.content.Context;
import android.content.Intent;
import android.graphics.Color;
import android.os.Bundle;
import android.os.Handler;
import android.os.PowerManager;
import android.view.View;
import android.view.View.OnClickListener;
import android.widget.Button;
import android.widget.EditText;
import android.widget.TextView;
@SuppressLint ("NewApi")
public class cont_medicion extends Activity implements OnClickListener{
    TextView temp,temperatura,sistolica,frecuencia,diastolica;
    EditText display1,display2,display3,display4,display5;
    // Bluetooth parametros
    BluetoothAdapter mBluetoothAdapter;
    BluetoothSocket mmSocket;
    BluetoothDevice mmDevice;
    OutputStream mmOutputStream;
    InputStream mmlInputStream;
    Thread workerThread;
    public static final int TEMPE=6;
    volatile boolean stopWorker;
    String opcion=null;
    byte[] readBuffer;
    int readBufferPosition;
    protected PowerManager.WakeLock mWakeLock;
    // Plot variables
    private XYPlot medico;
    private int mCount = 0;
    int max_samples=150,dominio=100;
    private ArrayList <Double> Vector = new ArrayList<Double>();
    Button btn_tmas, btn_tmenos;
    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState){
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.ob_medicion);

        display1=(EditText)findViewById(R.id.display1);
        display2=(EditText)findViewById(R.id.display2);
        display3=(EditText)findViewById(R.id.display3);
        display4=(EditText)findViewById(R.id.display4);
        display5=(EditText)findViewById(R.id.display5);
        temp= (TextView)findViewById(R.id.temp);
        temperatura= (TextView)findViewById(R.id.temperatura);
        sistolica= (TextView)findViewById(R.id.sistolica);
        diastolica= (TextView)findViewById(R.id.diastolica);
        frecuencia= (TextView)findViewById(R.id.frecuencia);

        btn_tmas = (Button)findViewById(R.id.btn_tmas);
        btn_tmenos=(Button)findViewById(R.id.btn_tmenos);

        btn_tmas.setOnClickListener(this);
        btn_tmenos.setOnClickListener(this);

```

```

medico = (XYPlot) findViewById(R.id.Grafica);
medico.setDomainStep(XYStepMode.INCREMENT_BY_VAL, 10);
medico.getRangeLabelWidget().pack();
medico.setRangeBoundaries(0, 3.5, BoundaryMode.FIXED);
medico.setDomainBoundaries(0, max_samples, BoundaryMode.FIXED);
medico.setGridPadding(5, 5, 5, 5);

        //abrir bluetooth
        try {
            findBT();
        } catch (IOException e) {
            // TODO Auto-generated catch block
        }
        PowerManager pm = (PowerManager)
getSystemService(Context.POWER_SERVICE);
        this.mWakeLock =
pm.newWakeLock(PowerManager.SCREEN_BRIGHT_WAKE_LOCK, "My Tag");
    }
    public void onDestroy(){
        if (mWakeLock.isHeld()) {
            mWakeLock.acquire();
        }
        super.onDestroy();
        //mWakeLock.release();
        try {
            closeBT();
        } catch (IOException e) {
        }
    }
    public void closeBT() throws IOException {
        stopWorker = true;
        mmOutputStream.close();
        mmInputStream.close();
        mmSocket.close();
    }
    private void findBT() throws IOException {
        // TODO Auto-generated method stub
        //Toast.makeText(getApplicationContext(), "Conectando..." ,
Toast.LENGTH_LONG).show();
        mBluetoothAdapter = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();
        if (mBluetoothAdapter == null) {
        }
        if (!mBluetoothAdapter.isEnabled()) {
            Intent enableBluetooth = new
Intent(BluetoothAdapter.ACTION_REQUEST_ENABLE);
            startActivityForResult(enableBluetooth, 0);
        }
        Set<BluetoothDevice> pairedDevices =
mBluetoothAdapter.getBondedDevices();
        if (pairedDevices.size() > 0) {
            for (BluetoothDevice device : pairedDevices) {
                System.out.println(device.getName());
                if (device.getName().equals("MEDICO_VIRTUAL"))
{ // Nombre del Bluetooth //

```



```

final String data = new String(tem, "US-ASCII").trim();

readBufferPosition = 0;

handler.post(new Runnable() {

public void run() {

    display1.setText(data + " °C");

    mostrar(data);

    float vpk=Float.parseFloat(data);

    if (vpk>40){

        temperatura.setVisibility(View.VISIBLE);

        temperatura.setText("Temperatura Alta");

    }else{

        if(vpk<30){

            temperatura.setVisibility(View.VISIBLE);

            temperatura.setText("Temperatura Baja");

        }else{

            temperatura.setVisibility(View.INVISIBLE);}

        }

    }

});

readBuffer[x];

}

else

{

    tem[y] =

}

}

if(readBuffer[0]=='P' &&

for (int y=0,x=2; x

    y=x-2;

readBuffer[1]=='r'){

< bytesAvailable; x++){

if(readBuffer[x]=='s'){

final String data1 = new String(pre, "US-ASCII").trim();

readBufferPosition = 0;

```

```

handler.post(new Runnable() {
    public void run() {
        display2.setText(data1 + " mmHg");
        mostrar(data1);
        float vpk1=Float.parseFloat(data1);
    }
});

pre[y] = readBuffer[x];

readBuffer[1]=='i'){
< bytesAvailable; x++){

    if(readBuffer[x]=='t'){
        final String data2 = new String(sis, "US-ASCII").trim();
        readBufferPosition = 0;
        handler.post(new Runnable() {
            public void run() {
                display4.setText(data2 + " mmHg");
                mostrar(data2);
                float vpk2=Float.parseFloat(data2);

                if (vpk2>130){
                    sistolica.setVisibility(View.VISIBLE);
                    sistolica.setText("Presion Alta");
                }else{
                    if(vpk2<110){
                        sistolica.setVisibility(View.VISIBLE);
                    }
                }
            }
        });
    }
}
if(readBuffer[0]=='S' &&
    for (int y=0,x=2; x
        y=x-2;
    }
}

```

```

        sistolica.setText("Presion Baja");
    }else{
        sistolica.setVisibility(View.INVISIBLE);}
    }
}

sis[y] = readBuffer[x];

readBuffer[1]=='i'){
< bytesAvailable; x++){

    if(readBuffer[x]=='s'){
        final String data3 = new String(dis, "US-ASCII").trim();
        readBufferPosition = 0;
        handler.post(new Runnable() {
            public void run() {
                display5.setText(data3 + " mmHg");
                mostrar(data3);
                float vpk3=Float.parseFloat(data3);

                if (vpk3>90){
                    diastolica.setVisibility(View.VISIBLE);
                    diastolica.setText("Presion Alta");
                }else{
                    if(vpk3<70){
                        diastolica.setVisibility(View.VISIBLE);
                        diastolica.setText("Presion Baja");
                    }else{

```



```

    }
    });
    }
    else
    {
        }
    }
    if(readBuffer[0]=='E' &&
        for (int y=0,x=2; x
            y=x-2;

fre[y] = readBuffer[x];}

readBuffer[1]=='c'){
< bytesAvailable; x++){

    if(readBuffer[x]=='g'){
        final String data5 = new String(ecg, "US-ASCII").trim();
        readBufferPosition = 0;
        handler.post(new Runnable() {
            public void run() {
                float vp5=Float.parseFloat(data5);

                if (vp5>80){
                    temp.setVisibility(View.VISIBLE);
                }else{
                    temp.setVisibility(View.INVISIBLE);
                }
                temp.setText(data5);
                mostrar(data5);
                try {
                    double vpk6 = Double.valueOf(data5);
                    Vector.add(vpk6);
                } catch (Exception e) {
                    // p did not contain a valid double
                }
            }
        });
    }
}

```

```

//Comandos para la libreria
XYSeries series = new
SimpleXYSeries(Vector,SimpleXYSeries.ArrayFormat.Y_VALS_ONLY,"SIGNAL");

//Formato a la Linea
LineAndPointFormatter seriesFormat = new LineAndPointFormatter(Color.rgb(127,
255, 0),0x000000,0x000000);

medico.addSeries(series, seriesFormat);

if(mCount > max_samples){
    mCount = 0;
    medico.clear();
    Vector.clear();
}

mCount++;
medico.redraw();

}

});

}
else
{

ecg[y] = readBuffer[x];

}

}

readBufferPosition = 0;
} else {

readBuffer[readBufferPosition++] = b;

}

}

} catch (IOException ex) {
    stopWorker = true;
}

}

});

workerThread.start();
} catch (NullPointerException e) {

```

```

        e.printStackTrace();
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }
}

public void mostrar(String dato) {
    // TODO Auto-generated method stub
}

@Override
public void onClick(View v) {
    // TODO Auto-generated method stub
    switch(v.getId()){
        case R.id.btn_tmas:
            max_samples=max_samples+25;
            medico.setDomainBoundaries(0, max_samples,
BoundaryMode.FIXED);
            break;
        case R.id.btn_tmenos:
            max_samples=max_samples-25;
            medico.setDomainBoundaries(0, max_samples,
BoundaryMode.FIXED);
            break;
    }
}
}
}

```

PROGRAMACIÓN LAYOUT'S

analizador_medico.xml

```

<AbsoluteLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:background="@drawable/fondo"
    android:orientation="horizontal"
    tools:context=".Analizador_medico" >

    <ImageButton
        android:id="@+id/manual"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_x="496dp"
        android:layout_y="400dp"
        android:src="@drawable/presion" />

    <TextView
        android:id="@+id/textView1"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"

```



```

android:layout_x="200dp"
android:layout_y="104dp"
android:text="MEDICO VIRTUAL"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
android:textSize="15pt" />

```

<ImageButton

```

android:id="@+id/informacion"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_x="826dp"
android:layout_y="168dp"
android:src="@drawable/temperatura2" />

```

<TextView

```

android:id="@+id/textView2"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_x="761dp"
android:layout_y="112dp"
android:text="INFORMACION TECNICA"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
android:textSize="15pt" />

```

<TextView

```

android:id="@+id/textView3"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_x="547dp"
android:layout_y="348dp"
android:text="MANUAL"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
android:textSize="15pt" />

```

<ImageButton

```

android:id="@+id/medicion"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_x="249dp"
android:layout_y="158dp"
android:src="@drawable/ecg" />

```

</AbsoluteLayout>

ob_informacion.xml

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<RelativeLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:id="@+id/RelativeLayout1"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:orientation="vertical" >

    <TextView
        android:id="@+id/textView13"
        android:layout_width="wrap_content"

```

```

android:layout_height="wrap_content"
android:layout_alignLeft="@+id/textView11"
android:layout_below="@+id/textView12"
android:layout_marginTop="6dp"
android:layout_x="344dp"
android:layout_y="1015dp"
android:text="Nació el 04 de Enero del 1991"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

<TextView

```

android:id="@+id/textView14"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_alignLeft="@+id/textView11"
android:layout_below="@+id/textView13"
android:layout_marginTop="4dp"
android:layout_x="344dp"
android:layout_y="1046dp"
android:text="en la ciudad de latacunga"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

<TextView

```

android:id="@+id/textView4"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_alignRight="@+id/textView5"
android:layout_below="@+id/textView3"
android:layout_marginRight="38dp"
android:layout_marginTop="23dp"
android:text="DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA ELECTRÓNICO DE"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

<TextView

```

android:id="@+id/textView2"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_below="@+id/textView1"
android:layout_centerHorizontal="true"
android:text="INGENIERIA EN ELECTRONICA E INSTRUMENTACION"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

<TextView

```

android:id="@+id/textView1"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_below="@+id/imageView1"
android:layout_centerHorizontal="true"
android:layout_marginTop="33dp"
android:text="PROYECTO DE GRADO DE LA CARRERA"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

<ImageView

```

android:id="@+id/imageView1"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_alignParentTop="true"

```

```

android:layout_centerHorizontal="true"
android:layout_marginTop="46dp"
android:src="@drawable/electronica" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView6"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignRight="@+id/textView5"
    android:layout_below="@+id/textView5"
    android:text="MÉDICO UTILIZANDO FPGA, CON COMUNICACION INALÁMBRICA A"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView5"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_below="@+id/textView4"
    android:layout_centerHorizontal="true"
    android:text="MEDICION DE SEÑALES FISIOLÓGICAS, QUE AYUDA AL"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

DIAGNOSTICO"

```

<TextView
    android:id="@+id/textView3"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_below="@+id/textView2"
    android:layout_centerHorizontal="true"
    android:layout_marginTop="27dp"
    android:text="TEMA"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
    android:textSize="20pt" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView8"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_below="@+id/textView7"
    android:layout_centerHorizontal="true"
    android:layout_marginTop="26dp"
    android:text="AUTORES"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
    android:textSize="20pt" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView9"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignLeft="@+id/textView8"
    android:layout_alignTop="@+id/imageView2"
    android:layout_marginTop="22dp"
    android:text="Jorge Alexander Gavilema Casa"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView

```

```

    android:id="@+id/textView10"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignRight="@+id/textView9"
    android:layout_below="@+id/textView9"
    android:text="Nació el 12 de Febrero del 1991"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView11"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignLeft="@+id/textView10"
    android:layout_below="@+id/textView10"
    android:text="en la ciudad de Itacunga"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView12"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignLeft="@+id/textView13"
    android:layout_below="@+id/imageView2"
    android:layout_marginTop="37dp"
    android:text="Edwin David Mullo Guilcamaigua"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<ImageView
    android:id="@+id/imageView2"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignRight="@+id/imageView3"
    android:layout_below="@+id/textView8"
    android:src="@drawable/jorge" />

```

```

<ImageView
    android:id="@+id/imageView3"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignLeft="@+id/textView4"
    android:layout_alignTop="@+id/textView12"
    android:src="@drawable/david" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView7"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_below="@+id/textView6"
    android:layout_centerHorizontal="true"
    android:text="TABLET, CON MONITOREO EN TIEMPO REAL."
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

</RelativeLayout>

```

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<AbsoluteLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:id="@+id/AbsoluteLayout1"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent" >

    <TextView
        android:id="@+id/textView26"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text=""
        android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

    <TextView
        android:id="@+id/textView21"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_x="344dp"
        android:layout_y="106dp"
        android:text="* Retire el sensor del estuche e inserte"
        android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

    <TextView
        android:id="@+id/textView24"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_x="344dp"
        android:layout_y="256dp"
        android:text="* Cierre la boca y mantenga el sensor"
        android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

    <TextView
        android:id="@+id/textView4"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_x="344dp"
        android:layout_y="316dp"
        android:text="* Observar la medición en la Tablet."
        android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

    <TextView
        android:id="@+id/textView25"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_x="344dp"
        android:layout_y="286dp"
        android:text=" durante tres minutos."
        android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

    <TextView
        android:id="@+id/textView3"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_x="344dp"
        android:layout_y="226dp"
        android:text=" de la lengua."

```

```
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />
```

```
<TextView
```

```
  android:id="@+id/textView27"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:layout_x="344dp"
  android:layout_y="395dp"
  android:text="* Colocar el brazo izquierdo si es diestro"
  android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />
```

```
<TextView
```

```
  android:id="@+id/textView2"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:layout_x="344dp"
  android:layout_y="196dp"
  android:text="* Colocar el sensor en la Boca, debajo"
  android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />
```

```
<TextView
```

```
  android:id="@+id/textView22"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:layout_x="344dp"
  android:layout_y="136dp"
  android:text=" en un cobertor de plástico. En caso de"
  android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />
```

```
<TextView
```

```
  android:id="@+id/textView23"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:layout_x="344dp"
  android:layout_y="166dp"
  android:text=" no tenerlo, limpiar con agua o alcohol."
  android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />
```

```
<TextView
```

```
  android:id="@+id/textView32"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:layout_x="344dp"
  android:layout_y="755dp"
  android:text="* Observar la medición en la Tablet."
  android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />
```

```
<TextView
```

```
  android:id="@+id/textView31"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:layout_x="344dp"
  android:layout_y="725dp"
  android:text=" diastólica con el ultimo pulso."
  android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />
```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView30"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="344dp"
    android:layout_y="695dp"
    android:text=" cuando se dio el primer pulso y la"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView29"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="344dp"
    android:layout_y="665dp"
    android:text=" que decae, produce la presión sistólica"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView19"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="344dp"
    android:layout_y="635dp"
    android:text=" a 3 mmHg por segundo. A medida"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView17"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="344dp"
    android:layout_y="605dp"
    android:text=" * Desinfe el manguito lentamente de 2""
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView9"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="344dp"
    android:layout_y="575dp"
    android:text=" alcance mayor a 180 mmHG."
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView8"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="344dp"
    android:layout_y="545dp"
    android:text=" * Bombee la pera hasta que la presión"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView7"

```



```

android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_x="344dp"
android:layout_y="515dp"
android:text=" brazo, entre el hombro y el codo."
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
  android:id="@+id/textView6"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:layout_x="344dp"
  android:layout_y="485dp"
  android:text="* Colocar el manguito alrededor del"
  android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
  android:id="@+id/textView28"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:layout_x="344dp"
  android:layout_y="455dp"
  android:text=" apoyado en una mesa o sillón."
  android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
  android:id="@+id/textView5"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:layout_x="344dp"
  android:layout_y="425dp"
  android:text=" y viceversa a la altura del corazón"
  android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
  android:id="@+id/textView18"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:layout_x="344dp"
  android:layout_y="1085dp"
  android:text="* Observar la gráfica en la Tablet."
  android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
  android:id="@+id/textView16"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:layout_x="344dp"
  android:layout_y="1055dp"
  android:text=" respectivamente."
  android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
  android:id="@+id/textView15"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"

```



```

android:layout_x="344dp"
android:layout_y="1025dp"
android:text="* Conectar lo cables a los electrodos"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
  android:id="@+id/textView14"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:layout_x="344dp"
  android:layout_y="995dp"
  android:text=" conducción."
  android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
  android:id="@+id/textView13"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:layout_x="344dp"
  android:layout_y="965dp"
  android:text=" alcohol o rasurar para mejor "
  android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
  android:id="@+id/textView12"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:layout_x="344dp"
  android:layout_y="935dp"
  android:text=" En algunos casos limpiar con"
  android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
  android:id="@+id/textView10"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:layout_x="344dp"
  android:layout_y="905dp"
  android:text="* Situarse en una camilla boca arriba"
  android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
  android:id="@+id/textView11"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:layout_x="344dp"
  android:layout_y="845dp"
  android:text=" brazo izquierdo, derecho y la tierra."
  android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
  android:id="@+id/textView33"
  android:layout_width="wrap_content"
  android:layout_height="wrap_content"
  android:layout_x="344dp"
  android:layout_y="875dp"

```

```

    android:text=" y relajarse."
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView34"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="344dp"
    android:layout_y="815dp"
    android:text="* Colocar los electrodos en el brazo"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<ImageView
    android:id="@+id/imageView1"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="60dp"
    android:layout_y="110dp"
    android:src="@drawable/sensor_temperatura" />

```

```

<ImageView
    android:id="@+id/imageView2"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="62dp"
    android:layout_y="402dp"
    android:src="@drawable/sensor_presion" />

```

```

<ImageView
    android:id="@+id/imageView3"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="60dp"
    android:layout_y="823dp"
    android:src="@drawable/sensor_ecg" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView1"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="150dp"
    android:layout_y="43dp"
    android:text="CONEXIÓN DE LOS SENSORES"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
    android:textSize="17pt" />

```

```

</AbsoluteLayout>

```

ob_medicion.xml

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<AbsoluteLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:orientation="horizontal"
    android:background="#25a" >

```

```

<com.androidplot.xy.XYPlot
    android:id="@+id/Grafica"
    android:layout_width="847dp"
    android:layout_height="560dp"
    android:layout_x="40dp"
    android:layout_y="90dp"
    androidPlot.title=""
    androidPlot.domainLabel="Tiempo(sec)"
    androidPlot.graphWidget.gridLinePaint.color="#000000"
    androidPlot.graphWidget.marginBottom="15dp"
    androidPlot.graphWidget.marginLeft="5dp"
    androidPlot.graphWidget.marginRight="10dp"
    androidPlot.graphWidget.marginTop="10dp"
    androidPlot.legendWidget.heightMetric.value="25dp"
    androidPlot.legendWidget.iconSizeMetrics.heightMetric.value="15dp"
    androidPlot.legendWidget.iconSizeMetrics.widthMetric.value="15dp"
    androidPlot.rangeLabel="Amplitud()" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView1"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="140dp"
    android:layout_y="26dp"
    android:text="ELECTROCARDIOGRAMA"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
    android:textStyle="bold"
    android:textSize="25pt" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/temp"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="959dp"
    android:layout_y="33dp"
    android:text="Large Text"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView5"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="940dp"
    android:layout_y="538dp"
    android:text="ESCALA"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
    android:textStyle="bold"
    android:textSize="14pt" />

```

```

<Button
    android:id="@+id/btn_tmas"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="938dp"
    android:layout_y="580dp"

```

```

    android:text="+"
    android:textSize="22pt" />

```

<Button

```

    android:id="@+id/btn_tmenos"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="1000dp"
    android:layout_y="580dp"
    android:text="-"
    android:textSize="22pt" />

```

<TextView

```

    android:id="@+id/textView2"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="922dp"
    android:layout_y="70dp"
    android:text="TEMPERATURA"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
    android:textSize="14pt"
    android:textStyle="bold" />

```

<TextView

```

    android:id="@+id/textView4"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="920dp"
    android:layout_y="445dp"
    android:text="FRECUENCIA CARDÍACA"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
    android:textSize="14pt"
    android:textStyle="bold" />

```

<EditText

```

    android:id="@+id/display2"
    android:layout_width="186dp"
    android:layout_height="44dp"
    android:layout_x="921dp"
    android:layout_y="210dp"
    android:background="#fff"
    android:clickable="false"
    android:editable="false"
    android:ems="10"
    android:enabled="false"
    android:freezesText="false"
    android:gravity="right"
    android:linksClickable="false"
    android:textColor="#000"
    android:textSize="13pt"
    android:textStyle="bold" />

```

<EditText

```

    android:id="@+id/display3"
    android:layout_width="186dp"
    android:layout_height="44dp"

```

```

android:layout_x="921dp"
android:layout_y="485dp"
android:background="#fff"
android:clickable="false"
android:editable="false"
android:ems="10"
android:enabled="false"
android:freezesText="false"
android:gravity="right"
android:linksClickable="false"
android:textColor="#000"
android:textSize="13pt"
android:textStyle="bold" />

```

<TextView

```

android:id="@+id/temperatura"
android:layout_width="130dp"
android:layout_height="48dp"
android:layout_x="1128dp"
android:layout_y="113dp"
android:text=" "
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceMedium" />

```

<TextView

```

android:id="@+id/sistolica"
android:layout_width="120dp"
android:layout_height="48dp"
android:layout_x="1128dp"
android:layout_y="301dp"
android:text=" "
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceMedium" />

```

<TextView

```

android:id="@+id/frecuencia"
android:layout_width="130dp"
android:layout_height="48dp"
android:layout_x="1128dp"
android:layout_y="485dp"
android:text=" "
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceMedium" />

```

<EditText

```

android:id="@+id/display1"
android:layout_width="186dp"
android:layout_height="44dp"
android:layout_x="922dp"
android:layout_y="113dp"
android:background="#fff"
android:clickable="false"
android:editable="false"
android:ems="10"
android:enabled="false"
android:freezesText="false"
android:gravity="right"
android:linksClickable="false"
android:textColor="#000"

```

```

    android:textSize="13pt"
    android:textStyle="bold" >

```

```

</requestFocus />
</EditText>

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView3"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="921dp"
    android:layout_y="170dp"
    android:text="PRESIÓN MANGUITO"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
    android:textSize="14pt"
    android:textStyle="bold" />

```

```

<EditText
    android:id="@+id/display4"
    android:layout_width="186dp"
    android:layout_height="44dp"
    android:layout_x="922dp"
    android:layout_y="301dp"
    android:background="#fff"
    android:clickable="false"
    android:editable="false"
    android:ems="10"
    android:enabled="false"
    android:freezesText="false"
    android:gravity="right"
    android:linksClickable="false"
    android:textColor="#000"
    android:textSize="13pt"
    android:textStyle="bold" />

```

```

<EditText
    android:id="@+id/display5"
    android:layout_width="186dp"
    android:layout_height="44dp"
    android:layout_x="922dp"
    android:layout_y="395dp"
    android:background="#fff"
    android:clickable="false"
    android:editable="false"
    android:ems="10"
    android:enabled="false"
    android:freezesText="false"
    android:gravity="right"
    android:linksClickable="false"
    android:textColor="#000"
    android:textSize="13pt"
    android:textStyle="bold" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView6"
    android:layout_width="wrap_content"

```

```

    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="921dp"
    android:layout_y="260dp"
    android:text="SISTÓLICA"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
    android:textSize="14pt"
    android:textStyle="bold" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/textView7"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_x="922dp"
    android:layout_y="355dp"
    android:text="DIASTÓLICA"
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
    android:textSize="14pt"
    android:textStyle="bold" />

```

```

<TextView
    android:id="@+id/diastolica"
    android:layout_width="120dp"
    android:layout_height="48dp"
    android:layout_x="1128dp"
    android:layout_y="395dp"
    android:text=""
    android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceMedium" />

```

```
</AbsoluteLayout>
```

AndroidManifest.xml

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    package="analizador.medico"
    android:versionCode="1"
    android:versionName="1.0" >

    <uses-sdk
        android:minSdkVersion="8"
        android:targetSdkVersion="17" />

    <uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH" />
    <uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH_ADMIN" />
    <uses-permission android:name="android.permission.WAKE_LOCK"/>
    <uses-permission android:name="android.permission.WRITE_EXTERNAL_STORAGE"/>

    <application
        android:allowBackup="true"
        android:icon="@drawable/ic_launcher"
        android:label="@string/app_name"
        android:theme="@style/AppTheme" >
        <activity
            android:name=".Analizador_medico"
            android:screenOrientation="landscape"
            android:label="@string/app_name" >

```

```
<intent-filter>
  <action android:name="android.intent.action.MAIN" />

  <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
</intent-filter>
</activity>

  <!-- ventana Medicion-->
<activity
  android:name="analizador.medico.cont_medicion"
  android:screenOrientation="landscape"
  android:label="@string/app_name"/>

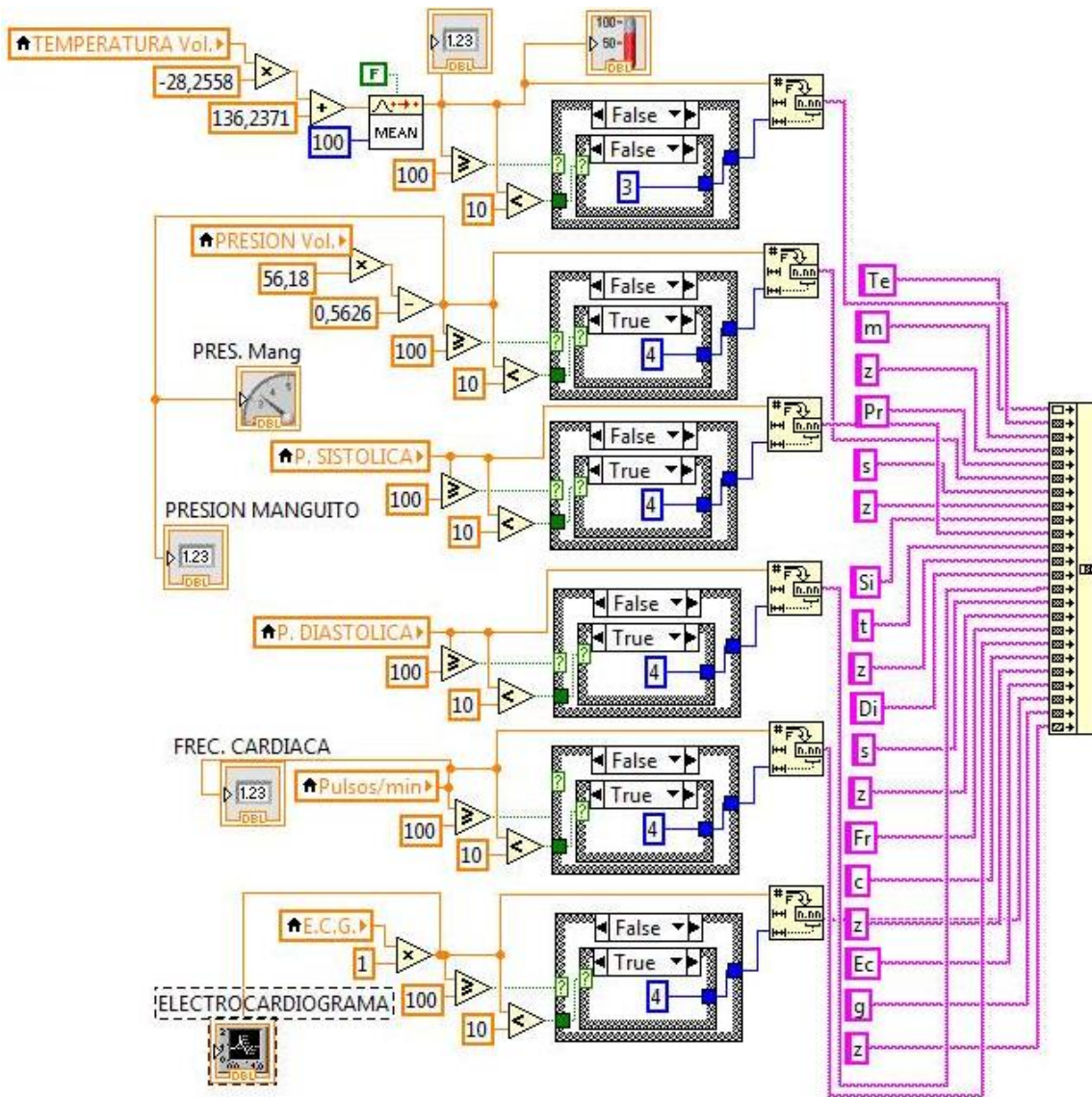
  <!-- ventana informacion-->
<activity
  android:name="analizador.medico.cont_informacion"
  android:screenOrientation="portrait"
  android:label="@string/app_name"/>

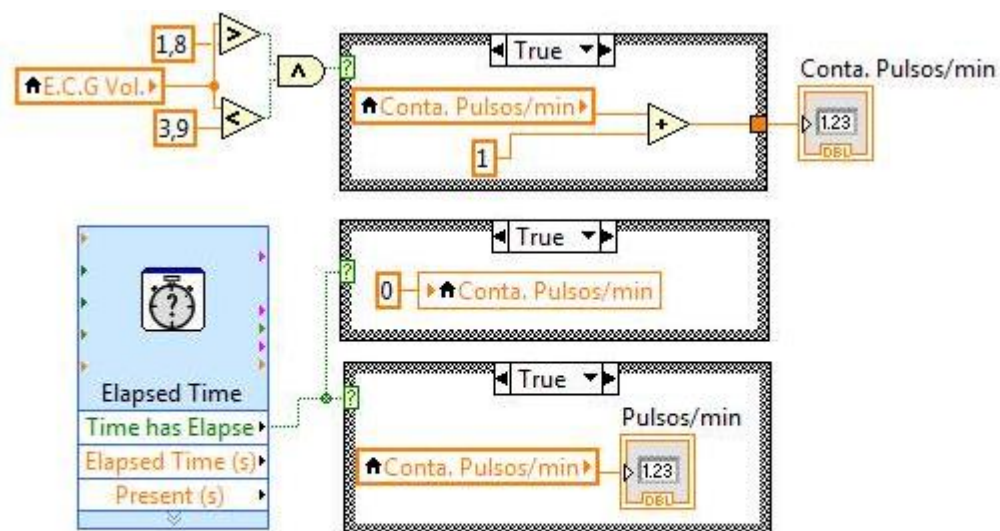
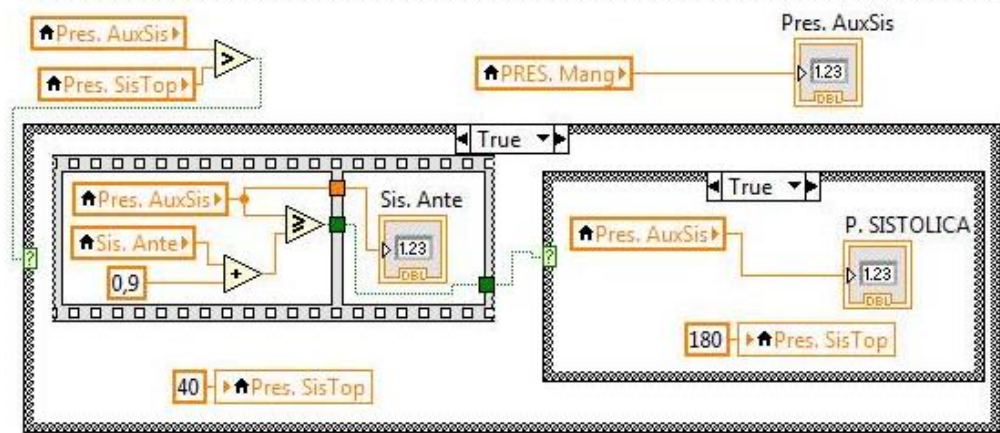
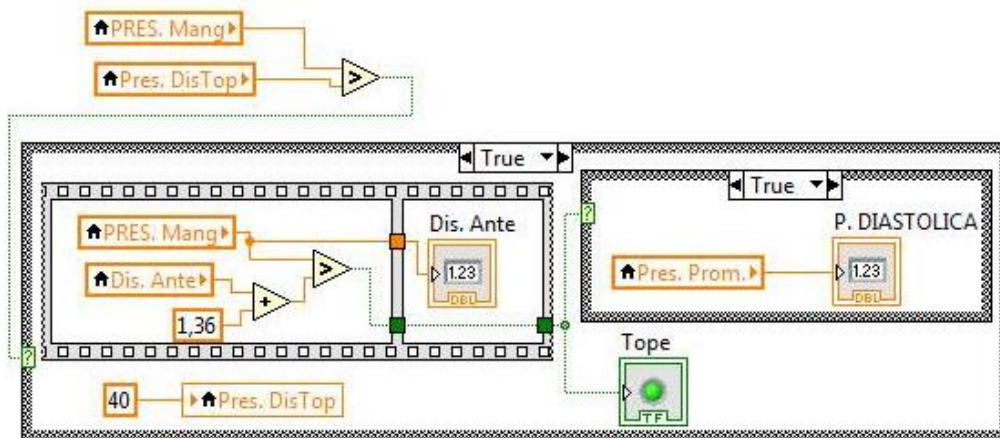
  <!-- ventana Manual-->
<activity
  android:name="analizador.medico.cont_manual"
  android:screenOrientation="portrait"
  android:label="@string/app_name"/>

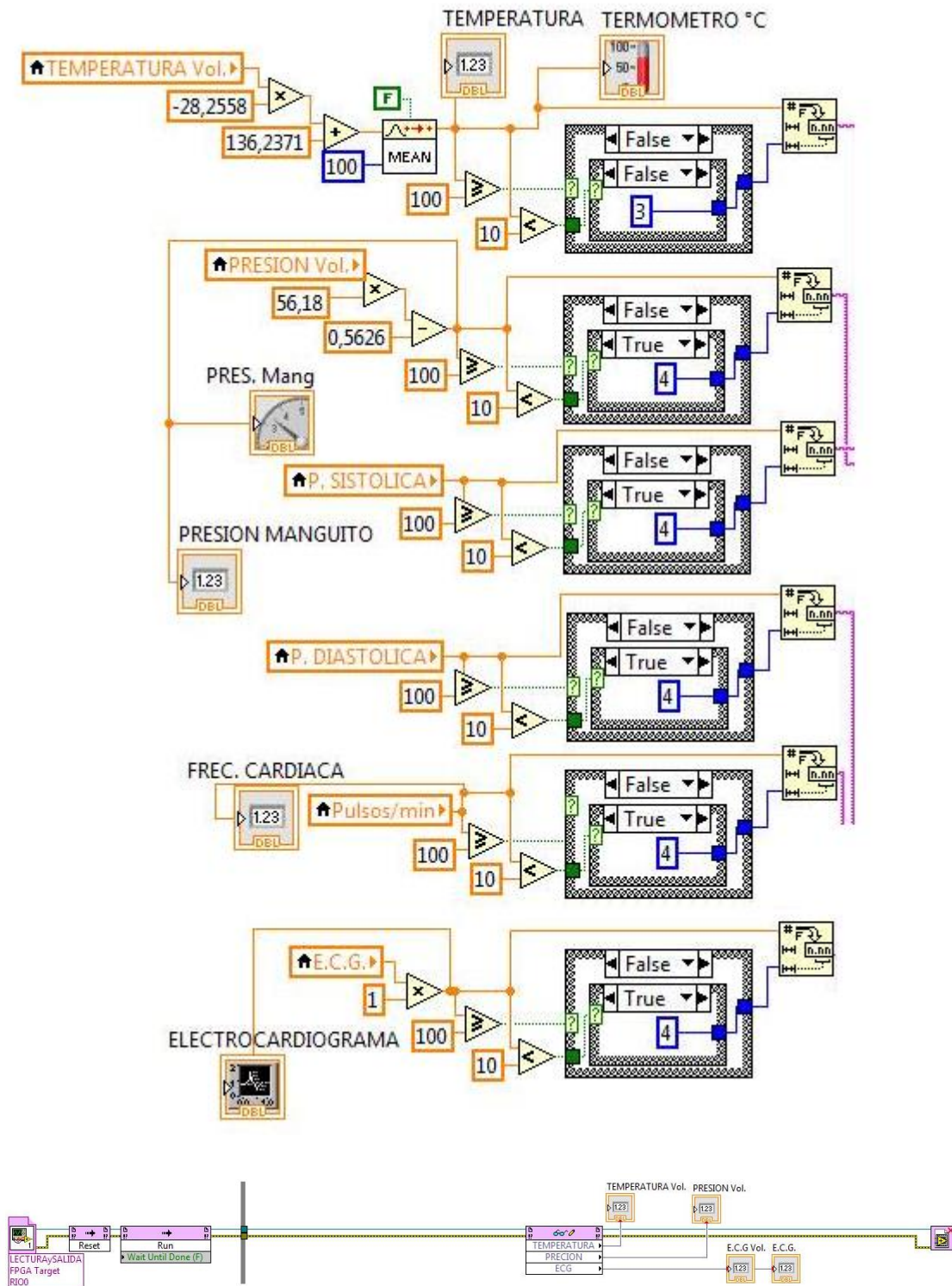
</application>

</manifest>
```


ANEXO E
PROGRAMACION SBRIO-9636.







ANEXO F
MANUAL DE USUARIO.

MANUAL DE USUARIO

EQUIPO MEDICO VIRTUAL UTILIZADO EN LA MEDICION DE LAS SEÑALES FISIOLÓGICAS CON DISPOSITIVOS MÓVILES BAJO LA PLATAFORMA ANDROID.



ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO MÉDICO VIRTUAL.....	3
PERSPECTIVA DEL EQUIPO MÉDICO VIRTUAL.....	3
FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO.....	5
FUNCIÓN CARGA DE BATERÍAS.....	6
FUNCIÓN MÉDICO VIRTUAL.....	6
MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA CORPORAL.....	7
MEDICIÓN DE LA PRESIÓN ARTERIAL.....	9
MEDICIÓN DEL ELECTROCARDIOGRAMA.....	10
PREGUNTAS FRECUENTES Y POSIBLES FALLOS.....	12

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL EQUIPO MÉDICO VIRTUAL

- Dimensiones: Largo: 23 cm
Ancho: 15 cm
Alto: 14 cm
- Voltaje de Alimentación: 24 VDC 1.25 A.
- Entrada de la señal de Temperatura: -25 a 125 °C.
- Entrada de la señal de Presión Arterial: 0 a 250 mmHg.
- Entrada de la señal del Electrocardiograma.
- Entradas de carga de baterías
- Switch de selección de trabajo
- Salida USB
- Puerto Ethernet
- Entrada de Alimentación
- Botón de Reset

PERSPECTIVA DEL EQUIPO MÉDICO VIRTUAL

El Dispositivo Médico Virtual se constituye de algunas conexiones que proporcionan al usuario realizar las mediciones de las siguientes señales Fisiológicas: Temperatura Corporal, Presión Arterial, Frecuencia Cardíaca y Electrocardiograma.

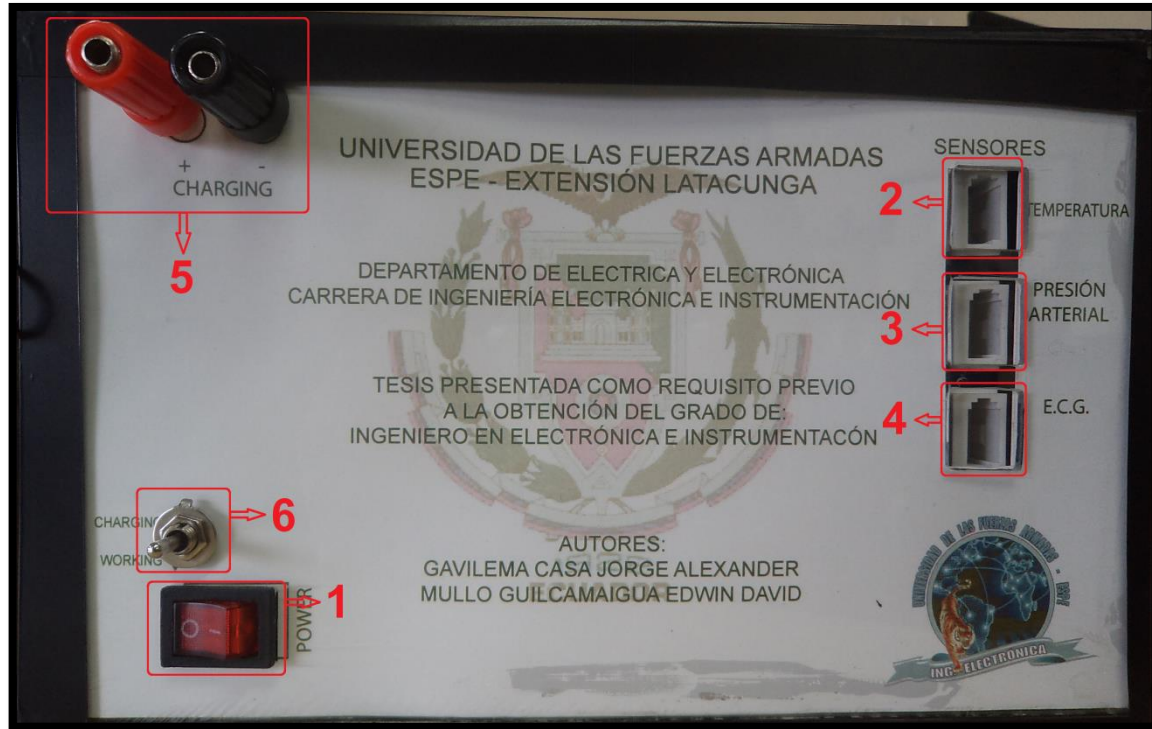


Figura 1. Parte Frontal del Módulo.

1. Interruptor con Luz Piloto de Encendido / Apagado.
2. Entrada Temperatura corporal.
3. Entrada Presión arterial.
4. Entrada Electrocardiograma.
5. Entradas de carga de baterías
6. Switch de selección de trabajo.

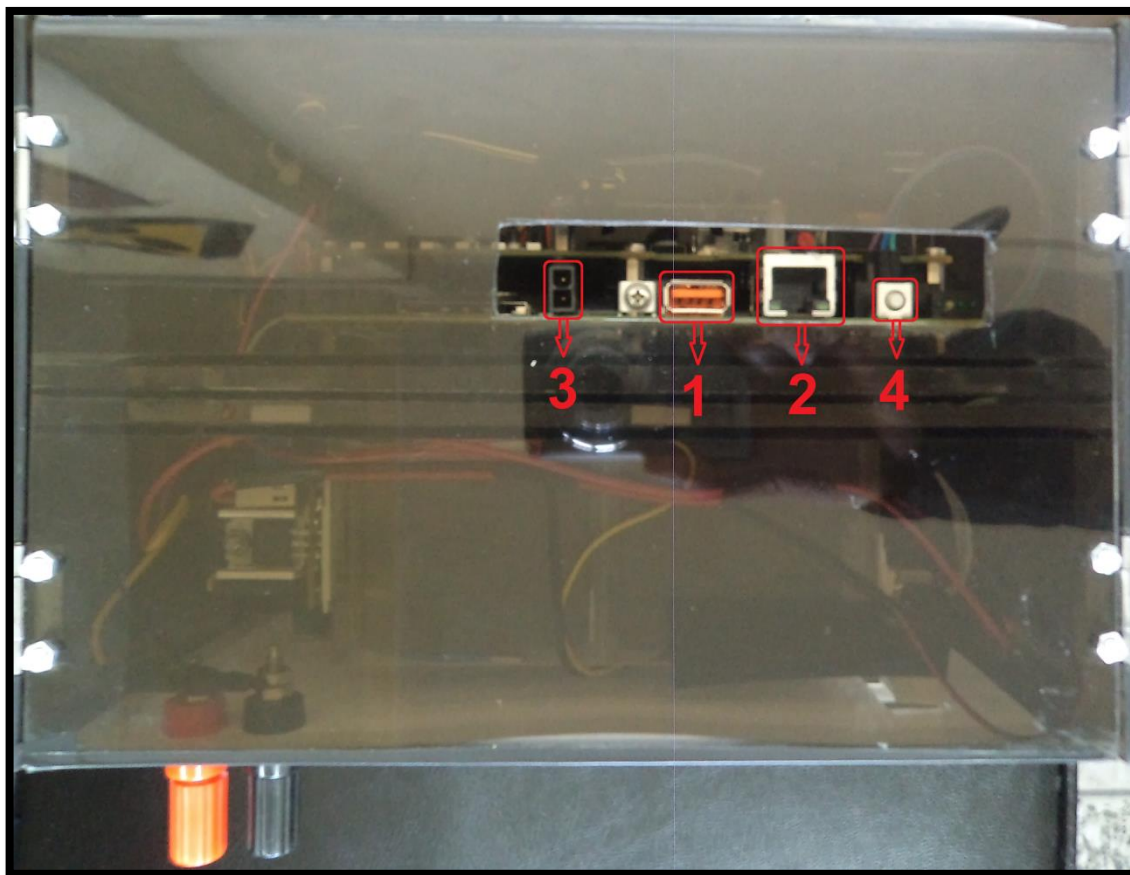


Figura 2. Parte superior del Módulo.

1. Salida USB
2. Puerto Ethernet
3. Entrada de Alimentación
4. Botón de Reset

FUNCIONAMIENTO DEL EQUIPO

En cuanto al funcionamiento del equipo, para tener un óptimo trabajo se debe tomar en cuenta las siguientes recomendaciones.

FUNCIÓN CARGA DE BATERÍAS

1. Seleccione “CHARGING” para seleccionar modo de cargar baterías del equipo mediante el Switch.

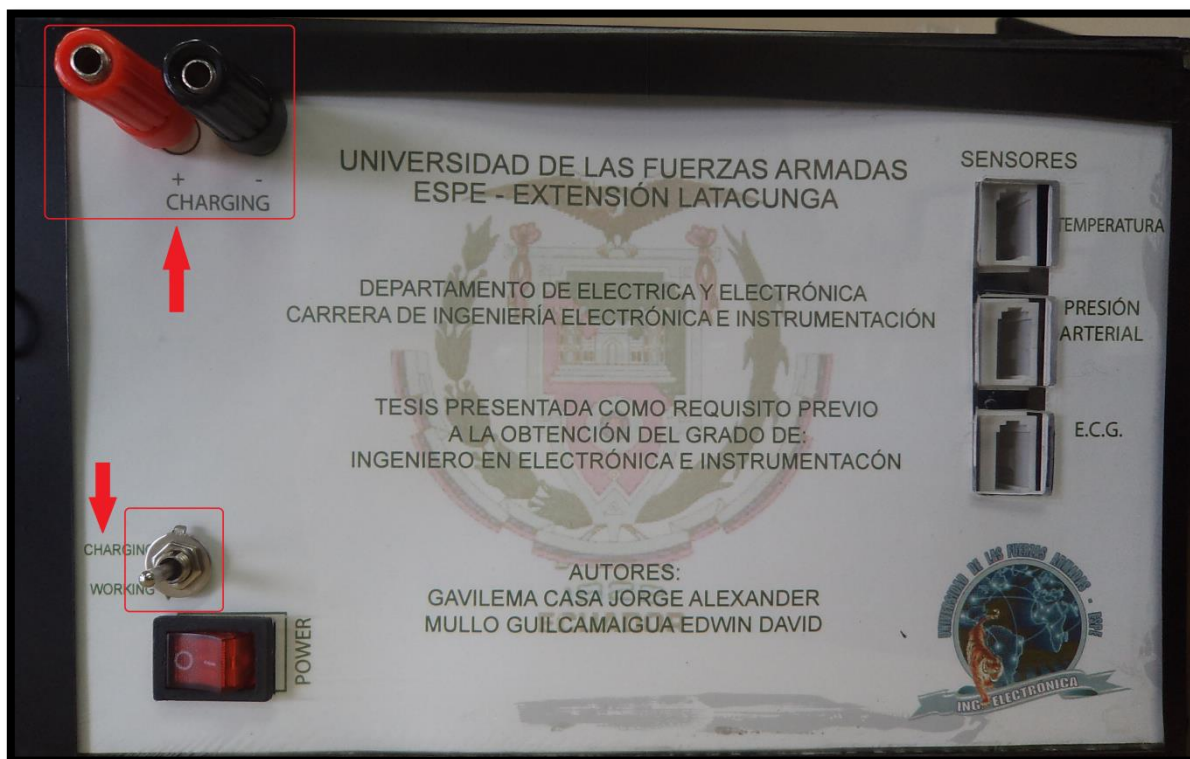


Figura 3. Carga de Baterías del Equipo.

2. Coloque una fuente de 24Vdc a 3A en las entradas de carga.

FUNCIÓN MÉDICO VIRTUAL.

1. Seleccione “WORKING” para seleccionar modo de trabajo del equipo.
2. Encienda el equipo de adquisición de señales.

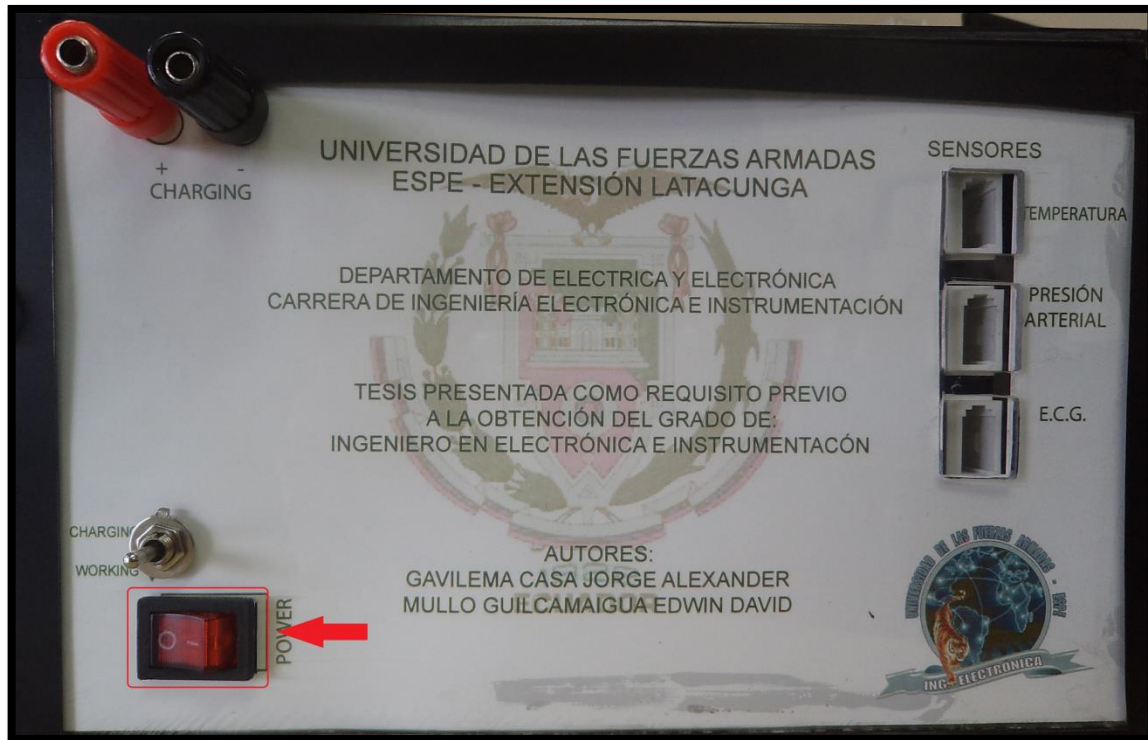


Figura 4. Encendido del equipo de adquisición de señales.

- Empareje el bluetooth denominado Medico_Virtual al dispositivo Android, es este caso la Tablet, insertando el clave "1234" para la conexión.

MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA CORPORAL

- Conecte el sensor de Temperatura en la entrada respectiva.

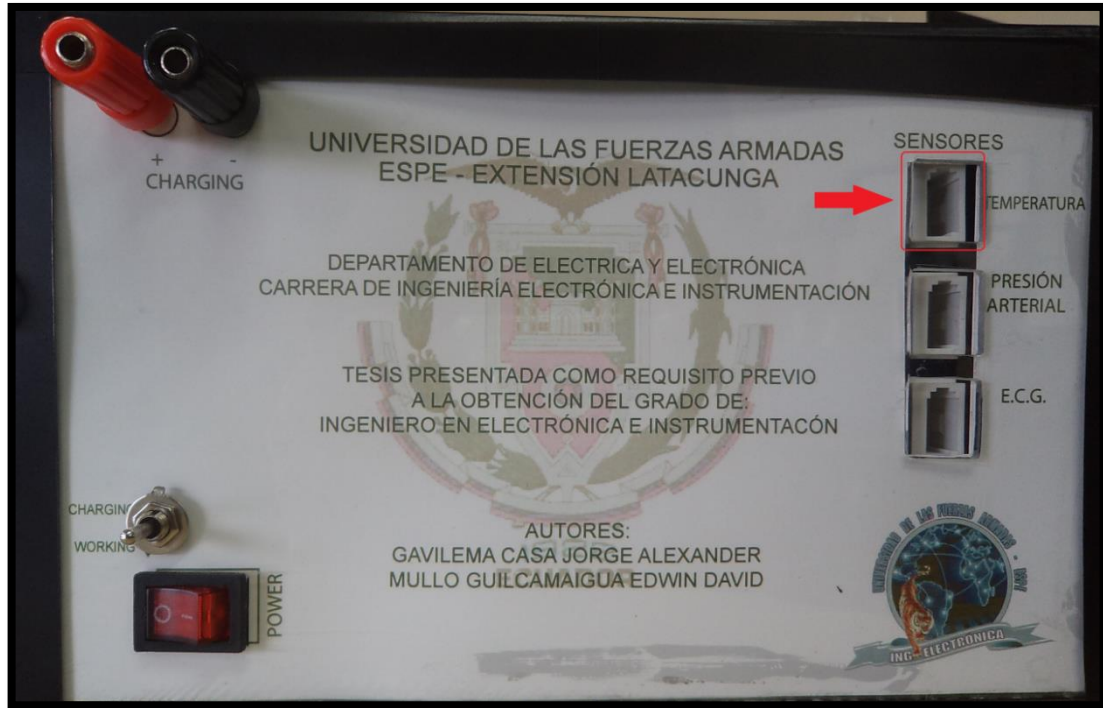


Figura 5. Conexión del Sensor de Temperatura.

2. Ejecutar la aplicación en el dispositivo Android, seleccionar la opción Medico_Virtual.



Figura 6. Interfaz de la aplicación Android, modo Temperatura Corporal.

MEDICIÓN DE LA PRESION ARTERIAL

1. Conecte el sensor de Presión Arterial en la entrada respectiva.

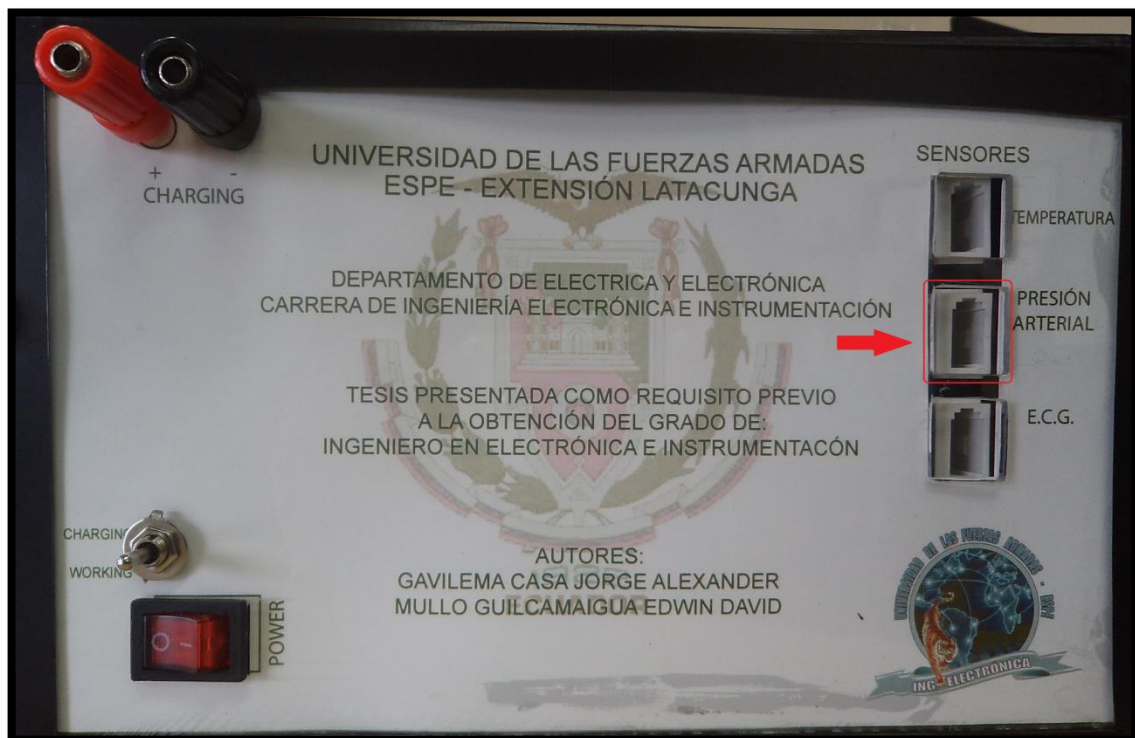


Figura 7. Conexión del Sensor de Presión Arterial.

2. Ejecutar la aplicación en el dispositivo Android, seleccionar la opción Medico_Virtual.



Figura 8. Interfaz de la aplicación Android, modo Presión Arterial.

MEDICIÓN DEL ELECTROCARDIOGRAMA

1. Conecte el sensor del Electrocardiograma en la entrada respectiva.

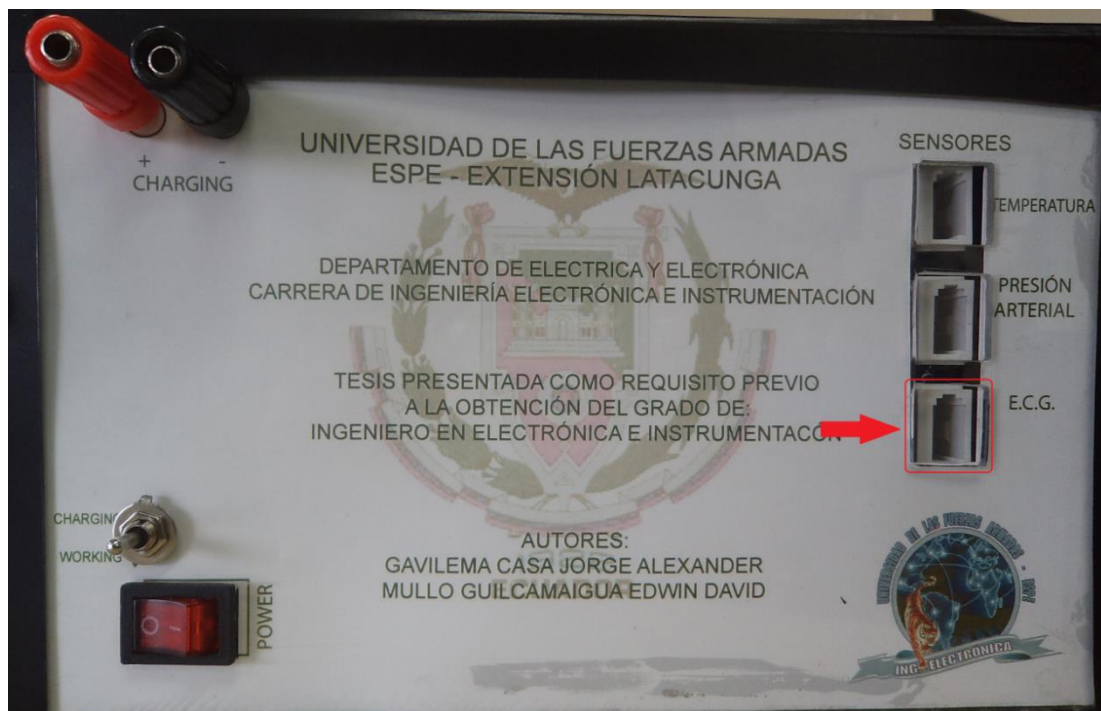


Figura 9. Conexión del Sensor del Electrocardiograma.

2. Ejecutar la aplicación en el dispositivo Android, seleccionar la opción Medico_Virtual.

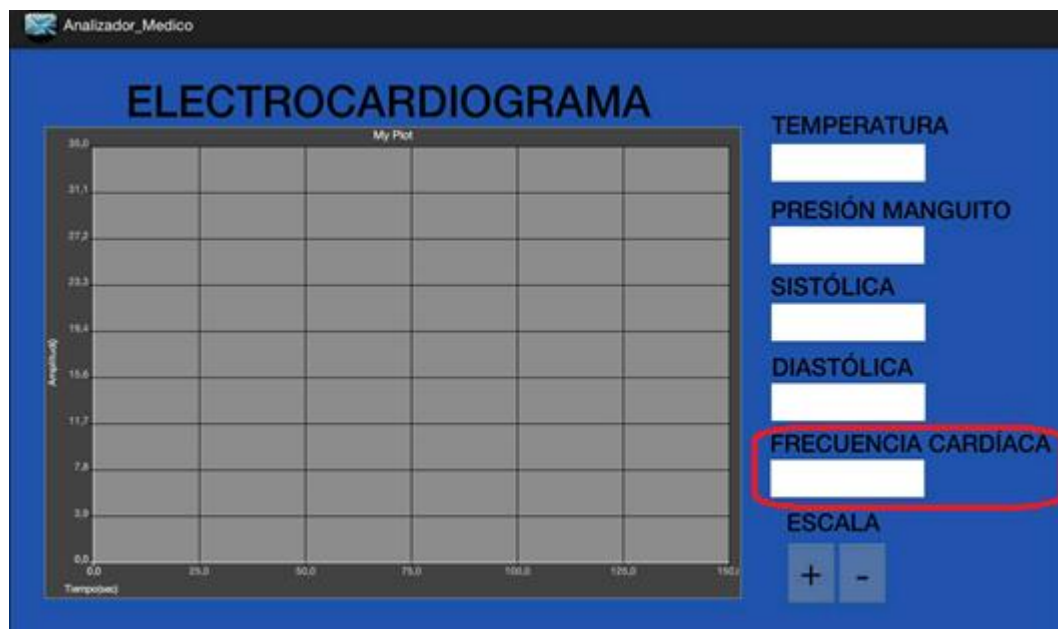


Figura 9. Interfaz de la aplicación Android, modo Electrocardiograma y Frecuencia Cardíaca.

PREGUNTAS FRECUENTES Y POSIBLES FALLOS

1. La aplicación Médico Virtual no se inicia.

Sol. Revise que el equipo este encendido y correctamente conectado los sensores.

2. La señal mostrada del Electrocardiograma no corresponde a la de una persona normal.

Sol. Revise la conexión de los electrodos, estén en contacto con la piel correctamente y la derivación sea la adecuada.

3. El módulo no se enciende.

Sol. Revise que las baterías estén cargadas y el fusible en buen estado, caso contrario retirar la tapa del módulo, con ello poder extraer la placa o las baterías.

Latacunga, Noviembre del 2014.

AUDITORÍA

ELABORADO POR:

Jorge Alexander Gavilema Casa

C.I: 0502923394

Edwin David Mullo Guilcamaigua

C.I: 0503501256

APROBADO POR:

Ing. Franklin Silva.

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA E
INSTRUMENTACIÓN.**

CERTIFICADO POR:

Dr. Rodrigo Vaca C.

SECRETARIO ACADÉMICO

UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO

