



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS E INFORMÁTICA**

**PROCESO DE TITULACIÓN**

**MARZO 2018 – OCTUBRE 2018**

**PROPUESTA TECNOLÓGICA DE GRADO O DE FIN DE CARRERA**  
**PRUEBA PRÁCTICA**

**INGENIERÍA EN SISTEMAS**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN SISTEMAS**

**TEMA:**

**PULSERA DE CONTROL DE SIGNOS VITALES PARA LOS PACIENTES CON  
PROBLEMAS DE PRESION ARTERIAL**

**EGRESADO:**

**ANDRADE MOLINA CESAR ENRIQUE.**

**TUTOR:**

**ANA DEL ROCIO FERNÁNDEZ TORRES**

**AÑO - 2018.**

## **DEDICATORIA**

### **A Dios.**

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor,

### **Mi mamá**

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

### **Mi papá**

por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis tres hermanas por ser el ejemplo de la cual aprendí aciertos y de momentos difíciles; y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis. ¡Gracias a ustedes!

### **A mis maestros.**

por su gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y para la elaboración de esta tesis por su tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional y por apoyarnos en su momento.

### **A mis amigos.**

Que nos apoyamos mutuamente en las situaciones buenas y malas, que supimos superar cada adversidad en nuestra vida universitaria y que hasta ahora, seguimos siendo amigos:

## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Agradezco a mis padres y hermanas por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron.

Agradezco a los todos docentes que, con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad técnica de Babahoyo

Mi más profundo agradecimiento para el Ing. José Sandoya Villafuerte Mae, Ing. Omar Montece, a la Ing. María Isabel Gonzales Valero y mi tutora de tesis Ing. Ana del Roció Fernández, a todas las autoridades y personal académico que hacen parte de la universidad técnica de Babahoyo, por confiar en mí, quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a todos de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad., abrireme las puertas y permitirme realizar todo el proceso dentro de la universidad técnica de Babahoyo.

Agradecimiento total a todos mis amigos que compartí dentro y fuera de las aulas. Aquellos amigos universitarios que se convierten en amigos de vida y aquellos que serán mis colegas, gracias por todo su apoyo en las buenas y malas.

## Contenido

INTRODUCCIÓN.....	7
<b>Capítulo I .....</b>	<b>3</b>
<b>Diagnóstico de Necesidades y Requerimientos.....</b>	<b>3</b>
1.    Ámbito de Aplicación: descripción del contexto y hechos de interés .....	3
1.1 Porque Es Importante .....	5
1.2 Que lo Hace Diferente.....	5
1.3 Contribución de la Propuesta .....	5
2. Establecimiento de Requerimientos.....	6
2.1. Requerimientos Funcionales .....	8
<b>Personal Involucrado .....</b>	<b>9</b>
Departamento encargado de realizar cuidados y supervisión a los pacientes. ....	9
2.2 Requerimientos no funcionales.....	11
3. Justificación .....	13
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>15</b>
<b>Desarrollo del Prototipo Tecnológico.....</b>	<b>15</b>
1.    Definición del Prototipo Tecnológico.....	15
2.    Fundamentación Teórica del Prototipo .....	15
2.1    Metodología .....	16
2.2    Tecnología usada en el prototipo .....	18
2.2.1 Arduino.....	18
2.2.2    Plataforma Arduino Mega 2560.....	19
2.2.3    Software .....	20
2.2.4    Hardware .....	20
2.2.5    Sensores.....	21
2.2.6    Sensor de Pulso Ritmo Cardíaco Arduino .....	22
2.2.7    Módulo Gsm/Gprs Sim 900.....	23
2.7.1.1 Características.....	24
2.2.8    Diagrama en Bloques del Módulo:.....	26
2.2.9    Pantalla lcd.....	27
2.2.10    Zumbador 3-28vac .....	29
2.10.1 Características:.....	30
2.10.2    Protoboard.....	30

3. OBJETIVOS .....	33
3.1 Objetivo General.....	33
3.2 Objetivo Específicos .....	33
4. Diseño del prototipo .....	34
4.1 Diagrama de casos de uso. ....	34
4.1 Diseño Modular. ....	34
4.2 Diagrama de Caso de Uso.....	35
4.2 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES .....	38
4.3 Ejecución y/o ensamblaje del prototipo .....	40
4.4 Ensamblaje.....	40
4.5 Codificación y Ejecución .....	53
<b>Capítulo III .....</b>	<b>57</b>
Plan de evaluación.....	57
1.2 Funcionalidad y facilidad de uso.....	57
1.2 Estabilidad .....	58
1.3 Compatibilidad .....	60
1.4 Interoperabilidad.....	61
2. Resultados de la evaluación. ....	62
2.1 Análisis de resultados .....	62
3. Conclusiones y recomendaciones.....	64
3.1 Conclusiones.....	64
3.2 Recomendaciones.....	66
<b>Bibliografía .....</b>	<b>67</b>

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración-1(Arduino Mega) .....	19
Ilustración-2 Modulo GSM/GPRS Sim 900 .....	23
Ilustración-3 Modulo Sim 900 .....	24
Ilustración-4 diagrama del modulo.....	26
Ilustración -5 Pantalla lcd .....	27
Ilustración -6 Pines del Circuito.....	28
Ilustración -7 Zumbador 3-28VAV .....	29
Ilustración -8 protoboard .....	30
Ilustración-9 Partes del protoboard .....	32
Ilustración-10(Diseño Modular).....	34
Ilustración -11Diagrama de uso .....	35
<i>Ilustración -12(2 Descripción del diagrama de caso de uso del sistema) .....</i>	<i>36</i>
Ilustración-13Descripción del diagrama de caso de uso del sistema de alerta.....	38
Ilustración-14Diagrama de Actividad .....	39
Ilustración-15Diagrama Esquemático .....	40
Ilustración-16 circuito del Prototipo.....	41
Ilustración-17Diagrama PCB .....	42
Ilustración-18Modulo Gps shield parte trasera.....	43
Ilustración -19 parte delantera de la tarjeta gprs shield .....	43
Ilustración-20 led.....	44
Ilustración-21 protoboard .....	44
Ilustración -22placa Arduino uno.....	45
Ilustración -23 Buzzer .....	45
Ilustración -24Sensor de ritmo Cardiacos .....	46
Ilustración-25Sensor de ritmo .....	46
Ilustración-26Circuito armado simulando pulsos cardiacos y temperatura corporal.....	47
Ilustración -27Circuito listo para la visualización de la temperatura corporal y latidos del corazón .....	47
Ilustración-28Circuito armado .....	48
Ilustración -29Circuito armado realizando la llamada de alerta al doctor encargado.....	48
Ilustración-30Circuito armado simulando pulsos cardiacos y temperatura corporal.....	49
Ilustración-31Muestra en el LCD el valor del bpm.....	53
Ilustración -32Función para el cliente, llama al doctor en alguna emergencia .....	53
Ilustración -33Inicia la pantalla led .....	54

Ilustración -34Función para mandar mensaje de texto al cliente .....	54
Ilustración -35comandos de mensajes .....	55
Ilustración-36Comandos de mensajes .....	55
Ilustración-37Pantalla de inicialización.....	56
Ilustración -38Resultados de los valores del bpm temperatura y datos de llamada y mensaje al doctor ....	56
Ilustración -39Arbol de Problema .....	71
Ilustración-40Fachada exterior izquierdo .....	72
Ilustración-41Fachada exterior central .....	73
Ilustración-42Area de comedor y cocina para los pacientes .....	74
Ilustración -43Sala de descanso para los pacientes .....	74

**INDICE DE TABLA**

Tabla 1 Rfi .....	8
Tabla 2PI- Supervisar a los pacientes .....	9
Tabla 3PI- Revisar los informes de los pacientes.....	9
Tabla 4PI- Encargada de realizar los cuidados de los pacientes .....	10
Tabla 5PI- Encargado del mantenimiento y cuidado del centro.....	10
Tabla 6PI- Encargada de realizar los cuidados de los pacientes .....	11
Tabla 7PI- Encargada de realizar los cuidados de los pacientes .....	11
Tabla 8Resultados obtenidos al medir temperatura corporal .....	50
Tabla 9Resultados obtenidos al medir la frecuencia cardiaca.....	51
Tabla 10Funcionalidad y facilidad de uso. ....	58
Tabla 11Estabilidad .....	58
Tabla 12 Compatibilidad .....	60
Tabla 13Interoperabilidad.....	61
Tabla 14Resultados de la evaluación.....	62
Tabla 15Matriz Foda .....	70



## INTRODUCCIÓN

El monitoreo de los Signos Vitales (frecuencia cardiaca, temperatura corporal) es de suma importancia, para las personas que necesitan obligatoriamente este tipo de controles y no se los pueden hacer por varios factores; ya sea por falta de tiempo de ellos o por problemas de movilidad del paciente; es por este motivo el cual se va a proceder realizar un prototipo de bajo costo, para que las personas que necesiten realizarse este tipo de controles médicos pueden hacerlo sin ningún problema.

En el presente trabajo se va a diseñar una pulsera de control de signos vitales (frecuencia cardiaca, temperatura corporal) para los pacientes con problemas de presión arterial del Centro Gerontológico del Buen Vivir de la ciudad de Babahoyo, permitiendo realizar llamadas o enviar un mensaje en caso de detectarse algún tipo de irregularidad en sus signos vitales del paciente, por medio de la utilización de Arduino Mega, que permite la conexión con los sensores y el módulo GSM SIM 900 que va a permitir la conexión con redes de telefonía móvil.

En este prototipo se utilizará Arduino, por lo cual el mismo enviará alertas a través de mensajes de texto y llamadas que informarán los signos vitales del paciente y dará a conocer en qué estado se encuentra; si el paciente ha tenido algún tipo de caída o sus signos vitales están pasados del rango estimado, lo que permitirá que el encargado del cuidado del paciente lo vaya atender de manera inmediata.

Esta propuesta está enfocada en la Sub - línea de Investigación Desarrollo de sistemas informáticos, determinada por la carrera de Ingeniería de Sistemas de la Facultad de Administración Finanzas e Informática, la metodología utilizada en la realización del sistema fue

ROPES, como menciona (Ciencia y Tecnología, 2014) “este método se basa en un proceso de desarrollo iterativo (o en espiral)”, para la obtención de los resultados se aplicara la técnica de la observación y la entrevista, con lo cual se pudo constatar los problemas existentes en el Centro Gerontológico del Buen Vivir en la Ciudad de Babahoyo y a su vez determinar la viabilidad del prototipo.

Palabras Clave: Arduino, Signos Vitales, Sensores, Gsm sim 900.

## Capítulo I

### Diagnóstico de Necesidades y Requerimientos.

#### 1. **Ámbito de Aplicación: descripción del contexto y hechos de interés**

En la ciudad de Monterrey los estudiantes del Instituto Tecnológico de Colima en el evento organizado por el ENEIT (Evento Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica, Convocatoria Retos Transformacionales del ENEIT 2018), desarrollaron una pulsera monitor de uso médico para registrar y rastrear los signos vitales de los pacientes, consta de una pulsera y un dedal con sensores a fin de detectar la temperatura corporal, la frecuencia cardiaca y la oxigenación de la sangre. (TECNOLÓGICA, 2018).

El proyecto de **“PRODUCCIÓN DE PULSERAS CONTROLADORES DE SIGNOS VITALES PARA LAS CLÍNICAS DE LA PROVINCIA DE HUANCAYO”**, en este dispositivo se registra la actividad física y los signos vitales se presentan sensores específicos para la medición de los signos vitales los cuales obtendrán la información, que luego serán analizados por los médicos de turno.

El proyecto propuesto se desarrollará en el Centro Gerontológico del Buen Vivir de la ciudad de Babahoyo durante el año 2018, que está ubicado en la Av. Malecón "9 de octubre" (malecón de la ciudad). Previamente al análisis hecho, se estableció como solución óptima, elaborar un dispositivo que permita ofrecer una herramienta para el cuidado de los adultos mayores del Centro Gerontológico.

Este dispositivo en forma de pulsera permitirá el monitoreo de signos vitales (frecuencia cardiaca, temperatura corporal) en adultos mayores, una vez tomado sus datos en tiempo real,

se enviara un mensaje en el que se determine cuáles son los signos vitales del adulto, se pudo determinar mediante datos, que ninguno de los centros gerontológicos de la ciudad o de la Provincia de Los Ríos poseen dicha tecnología, que permita brindarle un monitoreo en tiempo real de los adultos mayores por parte del personal de salud de los centros gerontológicos.

Bajo este criterio podemos citar los siguientes puntos:

- Índice bajo de dispositivos móviles para los adultos mayores en Centros Gerontológicos.
- Índice alto de la brecha digital entre los centros gerontológicos de la ciudad de Babahoyo.
- Problemas en las tomas de decisiones al momento de buscar mecanismo de ayuda para escoger dispositivos que mejor les convenga a adultos mayores.
- Inconformidad por parte de los centros gerontológicos al no saber utilizar adecuadamente el uso de dispositivos tecnológicos en las personas que conviven en la institución.

Hoy se puede contar con una plataforma de hardware y software de código abierto, basada en una sencilla placa con entradas y salidas, analógicas y digitales, en un entorno de desarrollo que está basado en el lenguaje de programación Processing, es decir, una plataforma de código abierto para prototipos electrónicos.

### **1.1 Porque Es Importante**

La importancia del dispositivo radica en el monitoreo en tiempo real de los signos vitales (señales de los pulsos cardiacos, temperatura corporal) en adultos mayores.

Dicha aplicación facilitara la toma de decisiones a la hora de tener alguna deficiencia en los signos vitales (pulsos cardiacos, en la temperatura corporal y frecuencia cardiaca) y ser atendida de forma inmediata por la persona encargada de su cuidado. Esta aplicación hará que las instituciones gerontológicas se motiven más a el uso de las tecnologías actuales.

### **1.2 Que lo Hace Diferente**

El análisis desarrollado estima que el uso de los dispositivos que registran los signos vitales (pulsos cardiacos, en la temperatura corporal y frecuencia cardiaca) buscan ir más allá de los relojes y pulseras inteligentes, la idea promete tener una plataforma de monitoreo de datos relacionados con el área médica, con la combinación de varios sensores.

Además, esta pulsera permite que, tanto pacientes como médicos o cuidadores, tengan una vía de comunicación por medio de los sensores que disparan una alerta en cuanto los valores de los signos vitales son distintos a los normales.

### **1.3 Contribución de la Propuesta**

Esta propuesta ayuda a mejorar la calidad de vida de los adultos mayores permitiéndoles realizar a ellos sus tareas habituales, sabiendo que en caso de presentarse una decaída en la salud, tendrá una ayuda personalizada del médico o persona encargada de cuidarla. Así también contribuye al proceso de innovación tecnológica, ya que son pocas las aplicaciones para los adultos mayores.

También nos permite dejar plantado un hito al marcar un interés en desarrollar aplicaciones para las personas con capacidades especiales logrando una mejor interacción entre las mismas.

## **2. Establecimiento de Requerimientos**

Una vez determinados los problemas que tiene los adultos mayores en el centro gerontológicos, se elaborará una herramienta tecnológica basada en una plataforma de hardware y software es open-source, lo que nos permitirá tener total libertad de modificación, pudiendo adaptar el hardware y el software según nuestras necesidades, cuenta con entradas y salidas, analógicas y digitales.

Su entorno de desarrollo está basado en el lenguaje de programación Processing, permita manejar la información proveniente de los datos adquiridos a través de los sensores, mejorando así los siguientes puntos.

- Facilidad en la toma de acciones en las tomas de decisiones al momento de buscar mecanismo de ayuda para escoger dispositivos que mejor les convenga a adultos mayores.
- Fácil accesibilidad a la información en tiempo real de los signos vitales (frecuencia cardiacos, en la temperatura corporal).
- Mayor confianza en la compra de su producto deseado.
- Mejora la interacción entre médicos o encargados de adultos mayores en el centro gerontológico.

El dispositivo desarrollado aumentara la interacción que hay entre los adultos mayores y médicos o personas que los cuidan, se tendrá una aplicación amigable que permita el fácil manejo y monitoreo de la adquisición de datos.

La principal herramienta con la que se pretende desarrollar este prototipo es Arduino, que es una tarjeta electrónica digital, cuyo lenguaje de programación está basado en C++ que es “open-source”

Arduino es entonces una herramienta de procesamiento digital parecido a una computadora. Como tal, tiene elementos de entrada o salida digital a los cuales se les puede conectar: botones, pantallas lcd, teclados, teclados matriciales o sensores digitales.

Motivos principales por los que se decidió utilizar esta herramienta en el desarrollo del prototipo:

- Es de libre distribución, por lo que no hay que pagar licencia para poder usarlo o modificarlo.
- Tiene una gran comunidad, es decir que gente de todo el mundo colabora de forma gratuita en su desarrollo.
- El lenguaje de programación es simple.
- Es multiplataforma. por lo que podemos instalar Windows, Mac...
- Reutilización del código

Adicionalmente para la correcta utilización de este prototipo debemos contar con las siguientes características de hardware y software:

- Microcontrolador ATmega328.
- Voltaje de entrada 7-12V.
- 14 pines digitales de I/O (6 salidas PWM).
- 6 entradas análogas.
- 32k de memoria Flash.

## 2.1. Requerimientos Funcionales

<p>El encargado llevara un control de los sensores</p>	<p>El prototipo tendrá el control de cada sensor y enviara un mensaje al encargado del paciente.</p>
<p>El administrador podrá modificar el sistema</p>	<p>El sistema deberá permitir la modificación de los rangos en cada sensor si el usuario lo requiera</p>
<p>Visualizar las tomas de los sensores</p>	<p>El sistema proporcionara al usuario la información de las tomas de los sensores.</p>
<p>Tener un control del sistema</p>	<p>El sistema proporciona un manejo total, donde podemos tenerlo activo o desactivado</p>

*Tabla 1 Rfi*

Desarrollado por: Cesar Andrade



**Personal Involucrado**

Nombre	Roberto Manrique
Rol	Director
Categoría profesional	Lcdo. en enfermería
Responsabilidades	Supervisar a los pacientes
Información del contacto	Robertman@hotmail.com

*Tabla 2PI- Supervisar a los pacientes**Desarrollado por: Cesar Andrade***Departamento encargado de realizar cuidados y supervisión a los pacientes.**

Nombre	Omar Mora
Rol	Sub director
Categoría profesional	Doctor
Responsabilidades	Revisar los informes de los pacientes
Información del contacto	Oma234@hotmail.com

*Tabla 3PI- Revisar los informes de los pacientes**Desarrollado por: Cesar Andrade*

**Personal del departamento que se encarga de revisar los informes de los pacientes.**

Nombre	Thalía Márquez
Rol	Enfermera
Categoría profesional	Lcda. en enfermería
Responsabilidades	Encargada de realizar los cuidados de los pacientes
Información del contacto	taliama@hotmail.com

*Tabla 4PI- Encargada de realizar los cuidados de los pacientes*

Desarrollado por: Cesar Andrade

**Personas involucradas de enfermería encargada del cuidado todos los pacientes.**

Nombre	Julio Moreira
Rol	Guardia
Categoría profesional	Seguridad
Responsabilidades	Encargado del mantenimiento y cuidado del centro
Información del contacto	julimo@hotmail.com

*Tabla 5PI- Encargado del mantenimiento y cuidado del centro*

Desarrollado por: Cesar Andrade

**Encargado del mantenimiento y cuidado del centro medico**

*Tabla 6PI- Encargada de realizar los cuidados de los pacientes*

Nombre	Odalís Martínez
Rol	Enfermera
Categoría profesional	Lcda. en enfermería
Responsabilidades	Encargada de realizar los cuidados de los pacientes
Información del contacto	adolmo@hotmail.com

Desarrollado por: Cesar Andrade

## 2.2 Requerimientos no funcionales

### Departamento con la responsabilidad de cuidar a los pacientes del centro médico

Usabilidad	De tener un manejo fácil
Seguridad	El ingreso o cambios solo podrá hacerlos la persona encargada del paciente
Portabilidad	el sistema debe de brindar comodidad al usuario y en otras áreas
Multiplataforma	el sistema deberá funcionar en otra plataforma de hardware
Rendimiento	El sistema debe soportar el manejo de gran cantidad de información durante su proceso de lecturas de los sensores
Desempeño	el sistema no presentara problema para su manejo ya que es de fácil uso.

*Tabla 7PI- Encargada de realizar los cuidados de los pacientes*

Desarrollado por: Cesar Andrade

## 2.3 Especificaciones Técnicas

### Software:

- Arduino version 1.8.5

### Hardware:

- Procesador Intel Core I7-7700 7ma Generación}
- Motherboard Asus H110 Ideal para Juegos
- Disco Duro de 2 Tera 7200 RPM
- Memoria Ram 8GB Hyperx Fury
- Puertos USB
- Tarjeta de Video GTX-1050 2GB DDR5

### Sensores:

- Sensor de Pulso Ritmo Cardíaco Arduino
- Modulo GSM/GPRS Sim 900
- Pantalla LCD
- Zumbador 3-28vac
- Protoboard

### 3. Justificación

El presente proyecto de investigación busca ser una alternativa de monitoreo de los signos vitales para uso cotidiano, orientado a las personas con problemas de presión arterial y poca movilidad, que permitirá solicitar ayuda en el momento necesario; emitiendo una alerta a las personas encargadas de su atención cuando se presenten variaciones bruscas en los signos vitales.

La forma de llevar a cabo este tipo de requerimientos como profesional formado en la Universidad Técnica de Babahoyo, es que en el ámbito laboral se debe destacar, por su ética, sabiduría y siempre por el bienestar social, aplicando conocimientos adquiridos en la etapa estudiantil.

El mecanismo de interacción entre discapacitados visuales con su entorno sigue siendo de la manera más rústica e ineficiente posible, formando así una brecha tecnológica muy amplia entre estos aspectos.

En la actualidad en los centros gerontológicos de la ciudad de Babahoyo no existen dispositivos portátiles para la medición de signos vitales (temperatura corporal y frecuencia cardíaca), ya que aún se continúa llevando el cuidado de los adultos mayores de una manera rústica y poco ortodoxa, es decir sin la utilización de la tecnología creando así una brecha tecnológica muy amplia entre estos aspectos.

Este conjunto de personas prioritarias nombradas “adultos mayores” después de tantos años de vida productiva, ofreciéndoles servicios a la sociedad, muchos de ellos finalizan parte de su nueva etapa de vida en el centro gerontológico para adultos mayores Babahoyo el buen vivir, debido al no uso de la tecnología adecuada no reciben la atención necesaria por entidad

responsable, por lo cual he creído realizar este prototipo de forma que contribuya considerablemente a la sociedad.

La necesidad de implementar el presente proyecto se debe a que en nuestro país no existen dispositivos portátiles de bajo costo para la medición de signos vitales, ya que los existentes no son accesibles para todas las personas; lo que causa inconvenientes a los pacientes que tienen que no pueden salir a realizarse controles frecuentes.

Este conjunto de personas prioritarias nombradas “adultos mayores “después de tantos años de vida productiva, ofreciéndoles servicios a la sociedad deberían pasar con sus familias teniendo un buen trato en sus hogares por parte de cada uno de ellos, por el contrario los familiares no ven eso y lo que hacen es separarlos del centro familiar porque ya a su edad se los considera una carga y terminan enviándolos al centro gerontológico para adultos mayores Babahoyo el buen vivir, por lo cual no reciben la atención necesaria en el centro gerontológico y lo que queremos con nuestro sistema de monitoreo de signos vitales y alerta temprana es que el adulto mayor tenga un chequeo óptimo para así evitar cualquier percance no deseado.

## **CAPÍTULO 2**

### **Desarrollo del Prototipo Tecnológico**

#### **1. Definición del Prototipo Tecnológico**

El dispositivo de Pulsera de Control de Signos Vitales para los Pacientes con problemas de presión arterial del Centro Gerontológico de la ciudad de Babahoyo está desarrollado por una aplicación basada en la plataforma Arduino, la cual se encarga de capturar las señales biológicas del cuerpo (señales de los pulsos cardiacos, temperatura corporal y presión arterial) y procesar la información contenida en ellas mediante el uso de sensores que nos proporcionaran la información del adulto mayor, estos datos se envían a través de un mensaje de texto y una llamada a un teléfono determinado por el paciente, creando un sistema de alerta temprana sobre posibles fallos de salud.

#### **2. Fundamentación Teórica del Prototipo**

Actualmente las tecnologías de la información y las comunicaciones han permitido el diseño de complejos sistemas de transmisión, recepción y análisis de señales de origen biológico. Este tipo de sistemas se caracterizan por monitorizar las señales biológicas y establecer un control continuo de los diferentes parámetros fisiológicos en los pacientes, además de contribuir a la prevención de enfermedades.

## 2.1 Metodología

ROPES (*Rapid Object-Oriented Process for Embedded Systems*) se propone (Douglass., 1999.) como un proceso completo de desarrollo de sistemas embebidos, incluyendo los que tienen requisitos de tiempo real. La metodología en que se enmarca ROPES, emplea como notación y marco semántico los propios de UML y añade un proceso de desarrollo que se define como iterativo (o en espiral) y basado en modelos.

ROPES es una combinación de diversas tendencias de la ingeniería del software, las principales actividades que constituyen el proceso se encuentran organizadas en cuatro grandes fases: análisis, diseño, traducción y pruebas, que se encadenan de manera cíclica hasta lograr el nivel de aceptación y calidad deseados, siendo los artefactos resultantes de cada fase modelos o diagramas UML que se refinan o corrigen en las siguientes. Estas actividades se describen a continuación sucintamente (Powel, 2000):

- Análisis:
  - Análisis de requisitos: especificación de caja negra de los requisitos funcionales y no funcionales del sistema.
  - Análisis de Sistema: determina la división de responsabilidades entre el hardware y el software, la arquitectura de alto nivel del sistema y los algoritmos de control necesarios.
  - Análisis de objetos: se divide en dos sub - fases, en una se determinan los modelos estructurales de los objetos que han de componer el sistema y en la otra se modela su comportamiento mediante colaboraciones o diagramas de secuencias.
- Diseño:



- Diseño de arquitectura: apunta a las decisiones estratégicas del diseño que afectan a la aplicación en su conjunto, tales como el modelo de despliegue, recursos de tiempo de ejecución y la concurrencia.
- Diseño de mecanismos: optimiza el comportamiento de las colaboraciones.
- Diseño detallado: optimiza el sistema de cara a su implementación.
- Traducción: comprende la generación de código ejecutable a partir del diseño del sistema, implica tanto el código de la aplicación como el necesario para la verificación independiente de cada uno de sus objetos.
- Pruebas: se trata de verificar la conformidad de la aplicación, sea para encontrar defectos o para observar un cierto nivel funcional. Incluye pruebas de integración y de validación
- El proceso define así mismo los modelos o diagramas UML con que se expresan los resultados de cada fase y que constituyen además la información de partida para las fases subsiguientes.
- Como herramienta de soporte para la elaboración y gestión de estos artefactos, su autor propone (Rhapsody, 2018), en parte debido a que con ella se automatiza la generación del código.

Con esta herramienta se implementa en gran medida y de manera controlada la fase de Traducción, pues facilita enormemente la generación del código, no sólo el código que corresponde a los “esqueletos” de clases y métodos explícitamente declarados, sino que además permite la generación del cuerpo de muchos de ellos en base a la utilización de diagramas de estados/transiciones, para los que se ha definido acciones predefinidas y

pautas de conversión, que permiten al desarrollador entrenado con la herramienta definir prácticamente la totalidad del código desde el modelo, considerando desde luego un modelo de diseño detallado anotado convenientemente para su operación en un lenguaje y entorno de operación concretos (sistema operativo, librerías de tiempo de ejecución disponibles, etc.). (Medina, 2018)

## **2.2 Tecnología usada en el prototipo**

### **2.2.1 Arduino**

Es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto (open-source) basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar. Estas instrucciones se logran escribir utilizando un lenguaje de programación que va a permitir que el usuario logre crear distintos programas que van a lograr interactuar con los circuitos electrónicos. Es normal que un microcontrolador tenga sus puertos de salida y sus puertos de entrada digitales, puertos de entradas y puertos de salidas analógicas y puertos de entradas y puertos de salidas para los diversos puntos de comunicación (García, 2015).

Esta herramienta tiene como mecanismo de conectividad red y adicionalmente permite implementar un servidor de alto nivel, como el Hypertext Transfer Protocol (HTTP); tiene memoria, capacidad de procesamiento autónomo, compiladores de lenguajes de programación como C y puertos físicos para interconectar con dispositivos. (García, 2015)

El Arduino Mega 2560, es una placa electrónica basada en el ATmega2560 (hoja de datos). Tiene 54 pines digitales de entrada/salida, 16 entradas analógicas, cuatro UARTs

(puertos seriales), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, una cabecera ICSP y un botón de reinicio. (Schmidt, 2011)

El micro controlador en la placa Arduino está basado en Wiring y su entorno de desarrollo Arduino, basado en Processing. El cual es un lenguaje de programación de código abierto, para las personas que quieran crear imágenes, animaciones e interacciones. Inicialmente desarrollado para servir como un software como block de dibujo y para enseñar los fundamentos de la programación de computadora en un contexto visual. (Fry & Reas, 2015).

### 2.2.2 Plataforma Arduino Mega 2560

Es una plataforma open-hardware basada en una sencilla placa con entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales. El elemento principal el microcontrolador Atmega 2560, un chip sencillo y de bajo coste que permite el desarrollo de múltiples diseños (PNTIC, 2013).

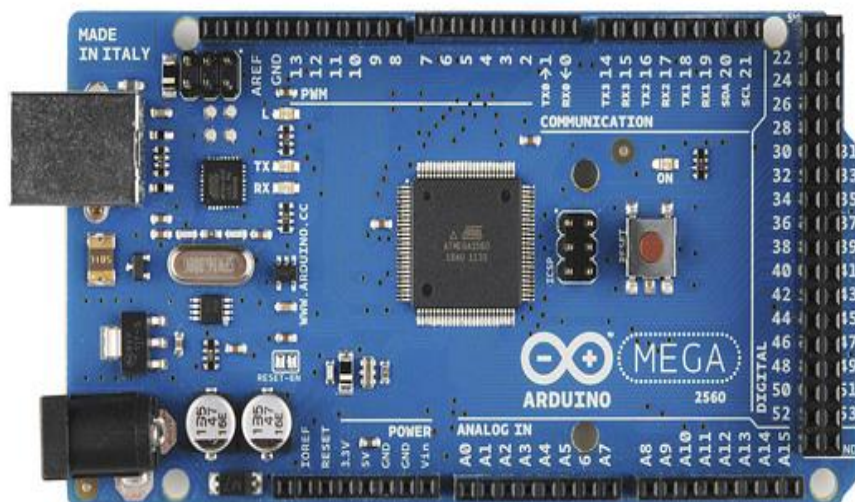


Ilustración **Error! Use the Home tab to apply 0 to the text that you want to appear here.-1**(Arduino Mega)

Fuente:(ruiz, 2016)

### 2.2.3 Software

Dado que el Arduino es como un pequeño ordenador que ejecuta una serie de códigos que previamente le ha introducido, Martínez (2015) “menciona que necesita un programa para poder meter estos códigos a la propia placa. Este programa se llama IDE, que significa "Integrated Development Environment" ("Entorno de Desarrollo Integrado"). Este IDE estará instalado en nuestro PC, es un entorno muy sencillo de usar y en él escribiremos el programa que queramos que ejecute. Una vez escrito, lo cargaremos a través del USB y comenzará a trabajar de forma autónoma”.

### 2.2.4 Hardware

La estructura del microprocesador ATmega 2560 tiene las siguientes características.

- Microcontrolador: ATmega2560.
- Voltaje Operativo: 5V.
- Voltaje de Entrada: 7-12V.
- Voltaje de Entrada(límites): 6-20V.
- Pines digitales de Entrada/Salida: 54 (de los cuales 15 proveen salida PWM)
- Pines análogos de entrada: 16.
- Corriente DC por cada Pin Entrada/Salida: 40 mA. (panamahitek, 2013)

### 2.2.5 Sensores

Un sensor es un dispositivo para detectar y señalar una condición de cambio. Con frecuencia, una condición de cambio, se trata de la presencia o ausencia de un objeto o material (detección discreta). También puede ser una cantidad capaz de medirse, como un cambio de distancia, tamaño o color (detección analógica).

Los sensores posibilitan la comunicación entre el mundo físico y los sistemas de medición y/o de control, tanto eléctricos como electrónicos, utilizándose extensivamente en todo tipo de procesos industriales y no industriales para propósitos de monitoreo, medición, control y procesamiento. (Bell, 2017)

#### **Criterios Para la Selección de Sensores**

- Sensibilidad. - Se define como el cociente entre la tasa de cambio de valores de salida para el cambio los valores de entrada.
- Linealidad. - Es la medida de la constancia de la tasa de salida con respecto a la entrada.
- Rango. - Es la medida de la diferencia entre el mínimo y el máximo valor medido.
- Tiempo de Respuesta. - Puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.
- Precisión. - Es el error de medida máximo esperado.
- Repetitividad. - Error esperado al repetir varias veces la misma medida.
- Resolución. - Mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.

### 2.2.6 Sensor de Pulso Ritmo Cardiaco Arduino



*Ilustración Sensor de Pulso Ritmo Cardiaco Arduino*

Fuente: (TECMIKRO, 2018)

El "Pulse sensor" es un sensor para Arduino utilizable que permite medir el pulso de una persona. Está perfectamente adecuado para la investigación, que quieren fácilmente incorporar datos creados por el pulso de una persona en sus proyectos.

Este sensor combina un sensor óptico de latidos amplificado con un circuito de cancelación de ruido que permite una lectura rápida y fiable de los datos. Además, su consumo de corriente es sólo de 4mA a 5 voltios, lo que resulta ser muy cómodo para aplicaciones móviles. Solo debe ser conectado al Arduino para empezar a leer los latidos. El cable de 61 cm se termina con un conector macho por lo que no hace falta soldarlo (dA, 2015).

### 2.2.7 Módulo Gsm/Gprs Sim 900

Es un módulo de banda cuádruple GSM/GPRS, que compagina la tecnología GPRS y la navegación por satélite. Este diseño compacto que una el GPRS y GPS en un paquete SMT lo que nos permitirá el envío de información con rapidez y con un bajo costo.

Con una función de interfaz y el GPS estándar de la industria, que permite que los activos variables para hacer un seguimiento completo en cualquier lugar y en cualquier momento con cobertura de la señal (simCom, 2016).



Fuente: (amazon, 2016)

*Ilustración-2 Modulo GSM/GPRS Sim 900*

### 2.7.1.1 Características

Este módulo Sim 900 es compatible con gran parte de las placas Arduino, nos permite establecer comunicación con él, tal cual fuese un teléfono móvil. Ya que este dispositivo permite el uso de sim, con lo cual nos permite enviar y recibir llamadas, mensajes y acceder a Internet, convirtiendo nuestro modulo en un teléfono móvil.

A continuación, en la Figura modulo sim 900 A podemos observar de forma detallada como se encuentra formada ya sea por los pines, puertos y distintos elementos que conforman esta placa.

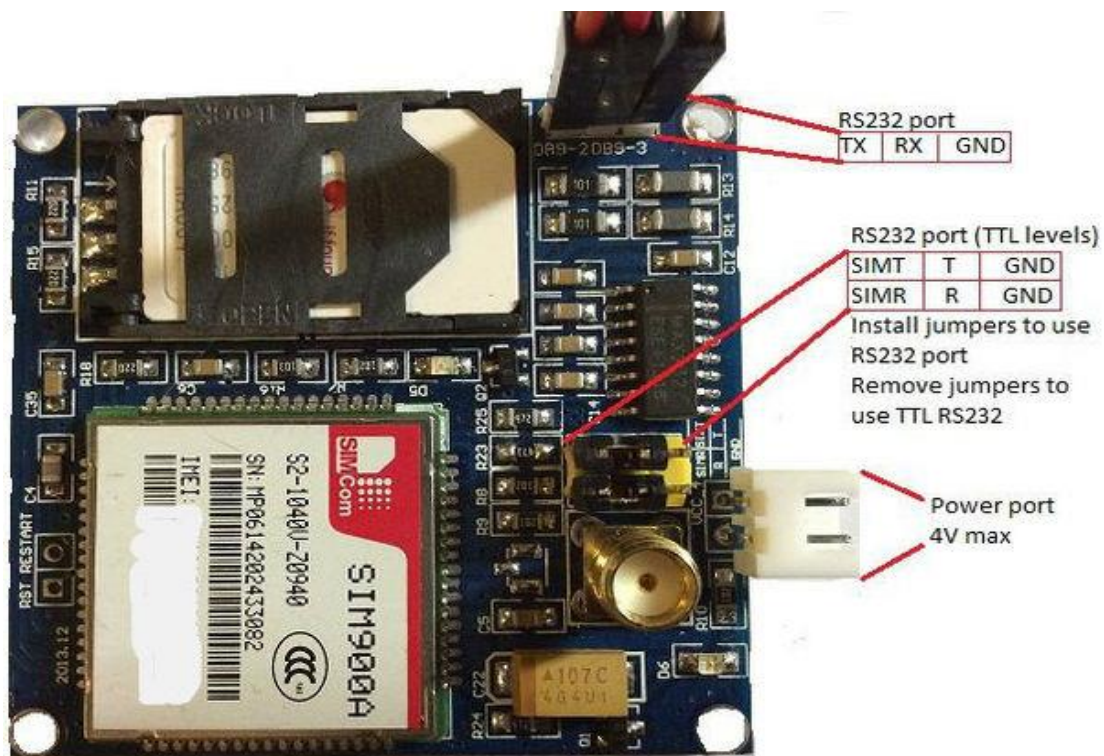


Ilustración-3 Modulo Sim 900

Fuente: (prometec, 2018)



## Características Generales

- Cuatri Banda 850/ 900/ 1800/ 1900 MHz
- GPRS multi-slot clase 10/8
- GPRS estación móvil clase B
- Cumple con GSM phase 2/2+
- Clase 4 (2 W @850/ 900 MHz)
- Clase 1 (1 W @ 1800/1900MHz)
- Dimensiones: 24mm x 24mm x 3mm
- Peso: 3.4gramos
- Control vía comandos AT (GSM 07.07 ,07.05 y comandos AT SIMCOM mejorados)  
SIM aplicación toolkit
- Rango de Alimentación: 3.1 ... 4.8VDC.
- Bajo consumo de Energía: 1.5mA
- Temperatura de operación: -40°C to +85 °C
- GPRS clase 10: max. 85.6 kbps (downlink)
- Modo No Transparente
- SMS cell broadcast
- Modo Texto y PDU (Software features)
- Interfase a SIM externa de 3V/ 1.8V
- Interfase de Audio Analógico
- Interfase Serial
- Pad de Antena
- I2C

- GPIO
- PWM
- Compatibilidad ADC
- Interface Celular de comandos AT

### 2.2.8 Diagrama en Bloques del Módulo:

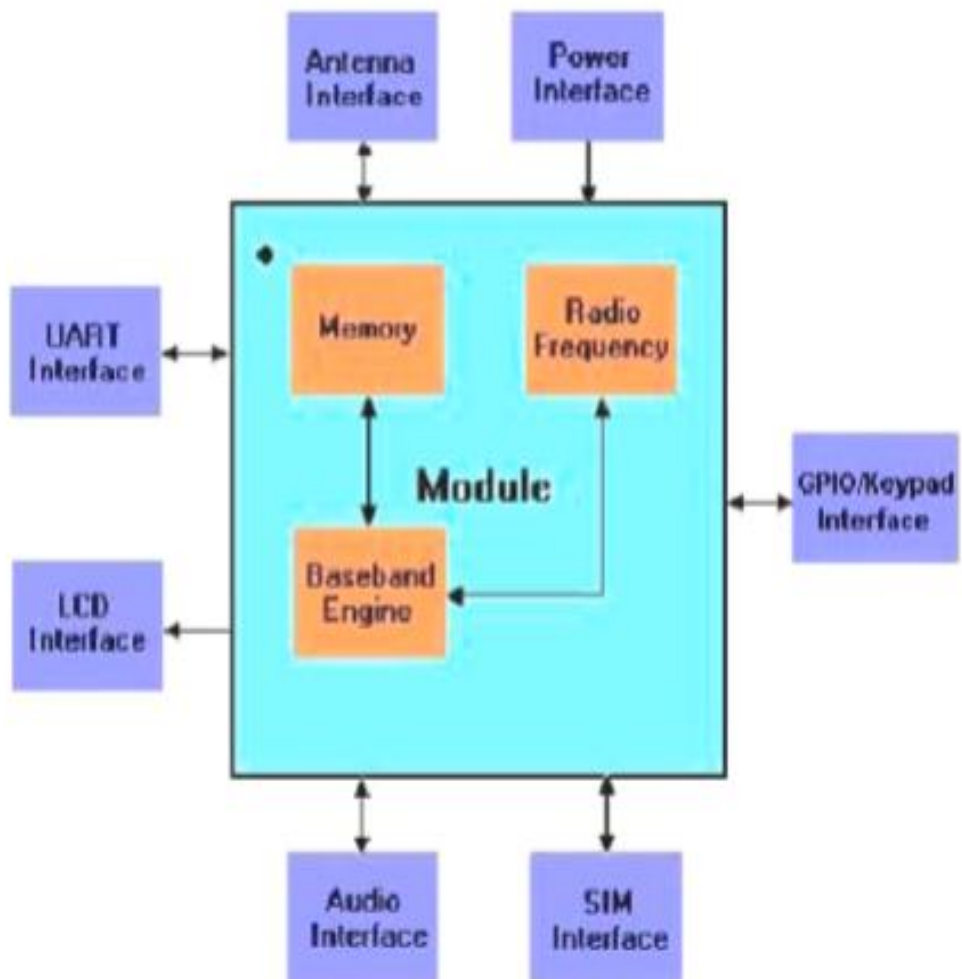


Ilustración-4 diagrama del modulo

### 2.2.9 Pantalla lcd

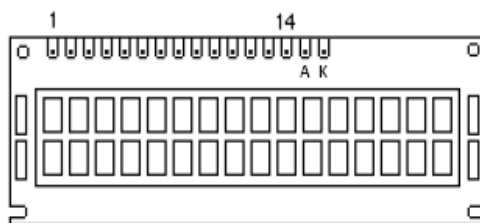


*Ilustración -5 Pantalla lcd*

Fuente: (Bauman, 2018)

Un **Display de cristal líquido** o también conocido por sus siglas como **LCD** (*Liquid Crystal Display*), es un elemento que reemplaza fácilmente a los **Displays de segmentos** que existen en el mercado, estas pequeñas pantallas no se ven limitadas por la falta de espacio ya que actualmente se pueden conseguir de un tamaño suficiente para cubrir cualquier necesidad, además el aumento en el tamaño del dispositivo no significa un aumento en las conexiones eléctricas del mismo (Adafruit, 2014).

Estos displays se controlan muy fácilmente con una placa Arduino o un PIC y muy pocas líneas de código. Para ello veamos sus pines para saber cómo se conectan:



Pin No	Name	Description
1	Vss	GND
2	Vdd	+5v
3	Vo	Contrast Control
4	RS	Register Select
5	R/W	Read/Write
6	E	Enable ( <i>Strobe</i> )
7	D0	Data <i>LSB</i>
8	D1	Data
9	D2	Data
10	D3	Data
11	D4	Data
12	D5	Data
13	D6	Data
14	D7	Data <i>MSB</i>

*Ilustración -6 Pines del Circuito*

Fuente: (Yepez, 2014)

- **Pin 1 – Vss:** GND o tierra.
- **Pin 2 – Vdd:** Alimentación Vcc o +5V. (Algunos pueden alimentarse a 3 Vcc)
- **Pin 3 – V0:** Control del contraste del display, conectamos este pin al terminal variable de un potenciómetro conectado a Vcc y Masa en sus terminales extremos.
- **Pin 4 – RS:** Selección de Registro.  
 0 lógico: Registro de comandos (escritura),  
 1 lógico: Registro de datos (escritura, lectura)

- **Pin 5 – R/W:**  
0 lógico: Escritura del LCD.  
1 lógico: Lectura del LCD.
- **Pin 6 – Enable:** El famoso Enable de casi todos los componentes de la electrónica digital. Un 1 lógico señala el inicio de escritura o lectura del LCD, un 0 lógico, desactiva todas las funciones.
- **Pin 7-10 – D0/D3:** Pines correspondientes al bus de datos.  
D0 corresponde al bit menos significativo.  
Estos pines no se utilizan si realizamos operaciones sobre el LCD de 4 bits.
- **Pin 11-14 – D4/D7:** Pines correspondientes al bus de datos.  
D7 corresponde al bit más significativo y puede utilizarse como “Busy Flag”, si leemos sobre este pin, un 1 lógico nos indicará que el LCD se encuentra ocupado, no permitiéndonos realizar ninguna operación hasta que se deshabilite.

### 2.2.10 Zumbador 3-28vac



*Ilustración -7 Zumbador 3-28VAV*

Fuente: (codebender\_cc, 2015)

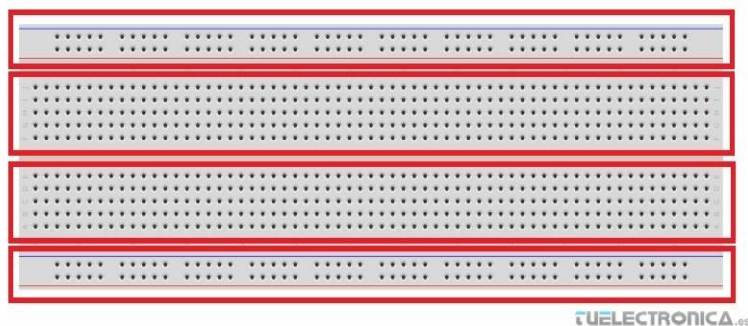
El zumbador es una pieza simple pegada a un disco de cerámica (peizo) encima de una base vibrante el que genera los sonidos (diotronic, 2011)

### 2.10.1 Características:

- \* alimentación: 3-28Vac
- \* tensión nominal: 5Vac
- \* consumo de corriente: 1.5mA
- \* frecuencia de resonancia:  $4.0 \pm 0.5\text{kHz}$
- \* nivel de presión sonora: 85dB.

### 2.10.2 Protoboard

El Protoboard es una placa que tiene orificios que se conectan inalámbicamente en un lado horizontal y el otro vertical. En esta placa se realizan pruebas de circuitos electrónicos, insertando en la misma placa componentes electrónicos cables para puentear, se pueden usar:



*Ilustración -8 protoboard*

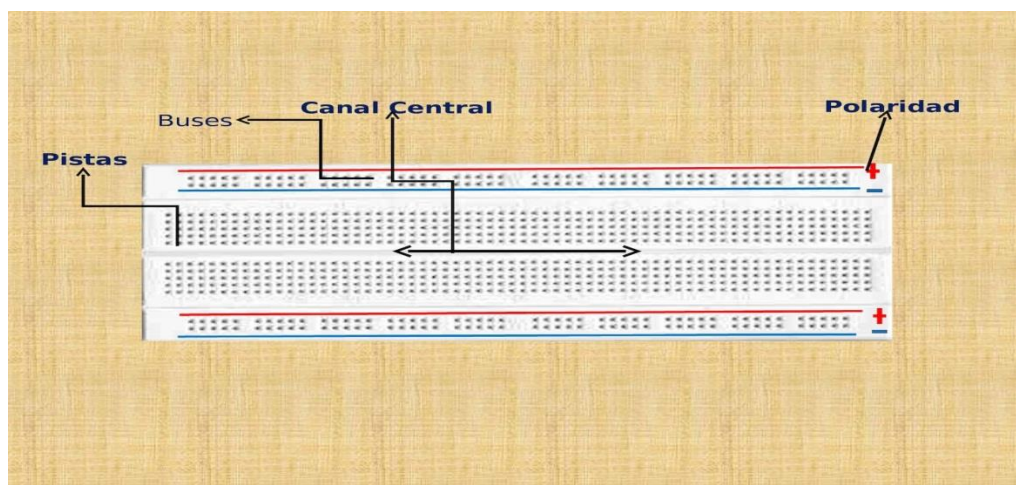
Fuente: (tuelectronica, 2016)

Los contactos están separados entre sí por una distancia de 0.1" (2,54 mm), correspondiente a la separación de los pines o terminales de los circuitos integrados, principales componentes de los circuitos electrónicos actuales. Esta disposición también permite instalar fácilmente los demás componentes electrónicos como transistores, resistencias y condensadores. (Marticorena, 2017)

La estructura de un protoboard, están formada por una base de plástico que tiene una serie de perforaciones con una disposición especial, debajo de estas perforaciones, se encuentran unas láminas metálicas que forman contactos, en donde se unen los diferentes terminales de los componentes del circuito.

Estas láminas se fabrican de un metal flexible de berilio-cobre recubierto con plata-níquel y en algunos casos de oro. El recubrimiento impide que los contactos se oxiden y la flexibilidad del metal permite utilizar cables y terminales de diferente diámetro, sin deformarse. (Marticorena, 2017)

Para hacer las uniones entre puntos distantes de los circuitos se utiliza cable sólido (alambre) calibre 22 aislado (cable telefónico).



*Ilustración-9 Partes del protoboard*

Fuente: *(valentalopez)*

Como se puede observar en la figura anterior, de la estructura del protoboard, las filas de orificios tienen cinco perforaciones que se conectan entre sí en forma vertical (marcados con la letra A). Sin embargo, entre cada fila no hay contacto. Además, existe un canal central separador cuya distancia es igual a la que existe entre las filas de terminales de los circuitos integrados (0.3”). Esto es con el fin de ubicar sobre dicha separación todos los integrados que tenga el circuito. (Marticorena, 2017)



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo General.**

Desarrollar un sistema de monitoreo continuo de variables fisiológicas clínicas (frecuencia cardíaca, en la temperatura corporal) con sensores no invasivos y transmisión inalámbrica de datos del Centro Gerontológico del buen vivir de la ciudad de Babahoyo

#### **3.2 Objetivo Específicos**

- Ofrecer al personal médico del Centro Gerontológico del Buen Vivir de la ciudad de Babahoyo, una herramienta que les permita realizar un seguimiento en tiempo real de los signos vitales (frecuencia cardíaca, temperatura corporal) de los pacientes.
- Identificar por medio de un análisis situacional, las necesidades y prioridades que se realizarían para el monitoreo signos vitales para los pacientes con problemas de presión arterial del Centro Gerontológico del Buen Vivir de la ciudad de Babahoyo.
- Realizar interfaz gráfica para visualización de los datos adquiridos por el equipo y almacenamiento de estos para su análisis.
- Desarrollar sistema de monitoreo para medición de las principales variables fisiológicas (frecuencia cardíaca y temperatura corporal), con el uso de sensores no invasivos y transmisión inalámbrica de datos.

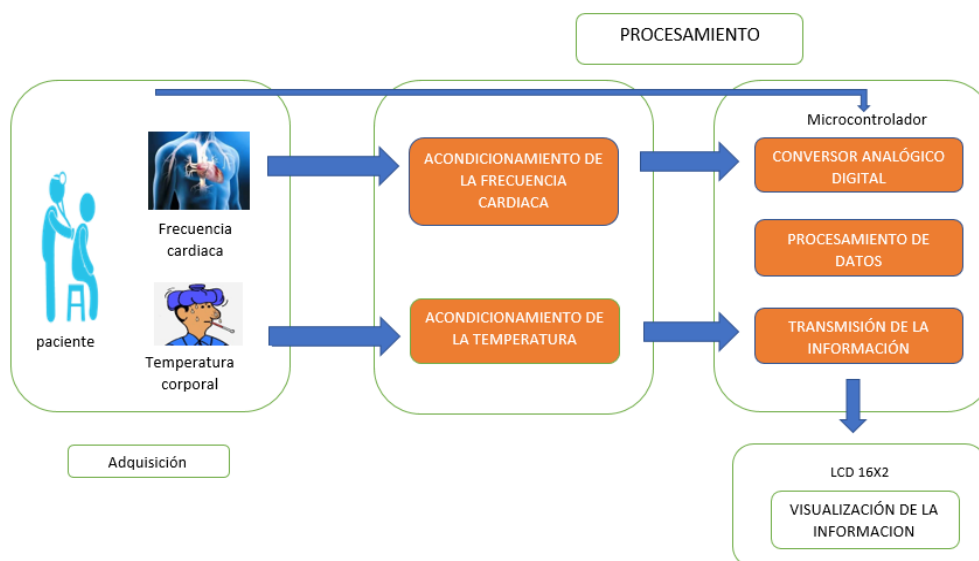
#### 4. Diseño del prototipo

El presente prototipo está diseñado como una pulsera de control de signos (frecuencia cardíaca y temperatura corporal) destinado a los adultos mayores del centro Gerontológico del Buen Vivir de la ciudad de Babahoyo, este dispositivo permite realizar llamadas o enviar un mensaje en caso de detectarse algún tipo de irregularidad en los signos vitales del paciente.

A continuación, se detallarán los diagramas usados en el desarrollo del prototipo:

##### 4.1 Diagrama de casos de uso.

##### 4.1 Diseño Modular.



*Ilustración-10(Diseño Modular)*

Desarrollado por: Cesar Andrade

Este prototipo permite la detección, procesamiento y visualización en tiempo real de los parámetros fisiológicos (frecuencia cardíaca y temperatura corporal) del paciente. Además, posee un módulo de alarmas el cual envía mensajes y llamadas a través de la tecnología en GSM.

#### 4.1 Diseño Procedimental.

#### 4.2 Diagrama de Caso de Uso.

Figura #1: descripción del diagrama de caso de uso de la ejecución del sistema automático

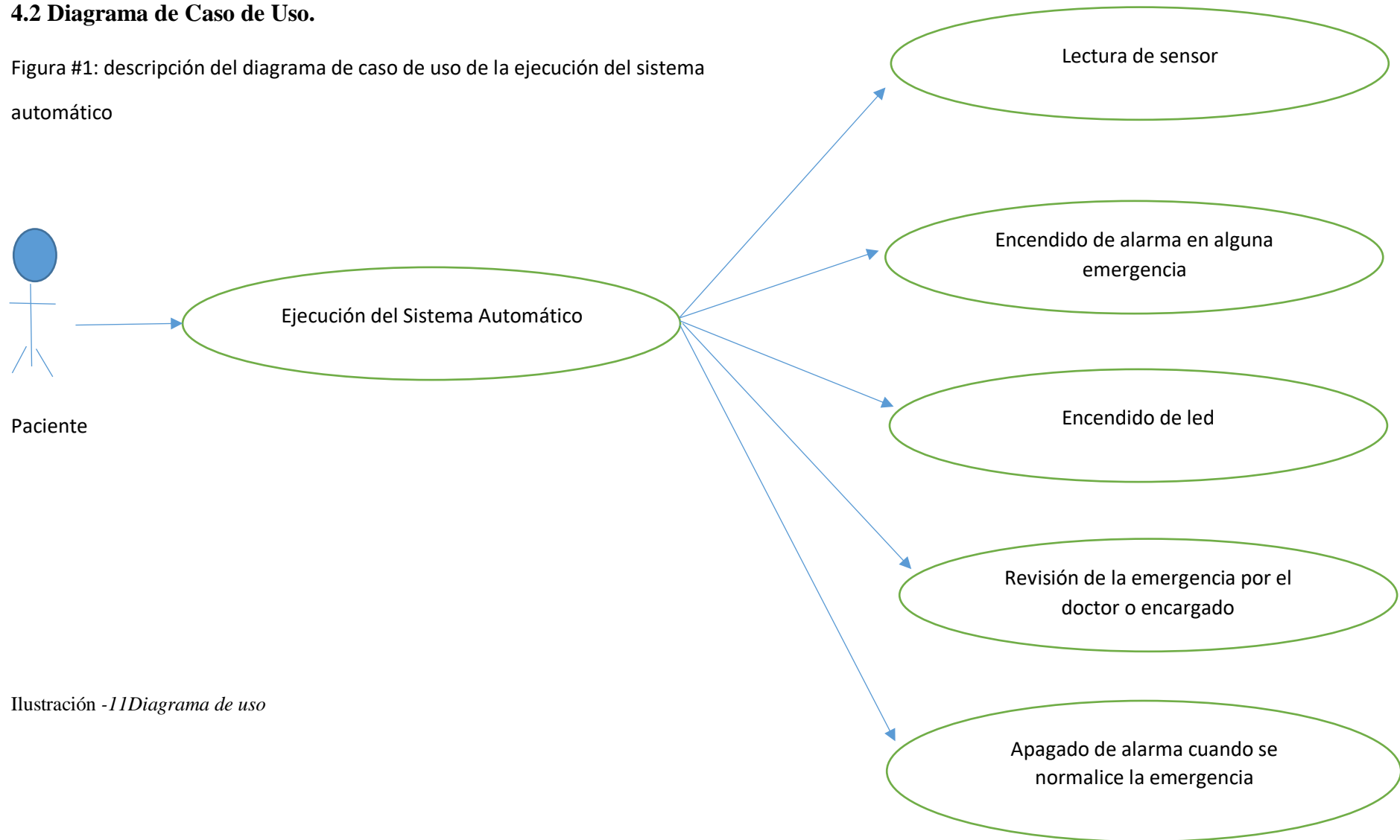


Ilustración -11 Diagrama de uso

Desarrollado por: Cesar Andrade

figura #2 Descripción del diagrama de caso de uso acción del desarrollador

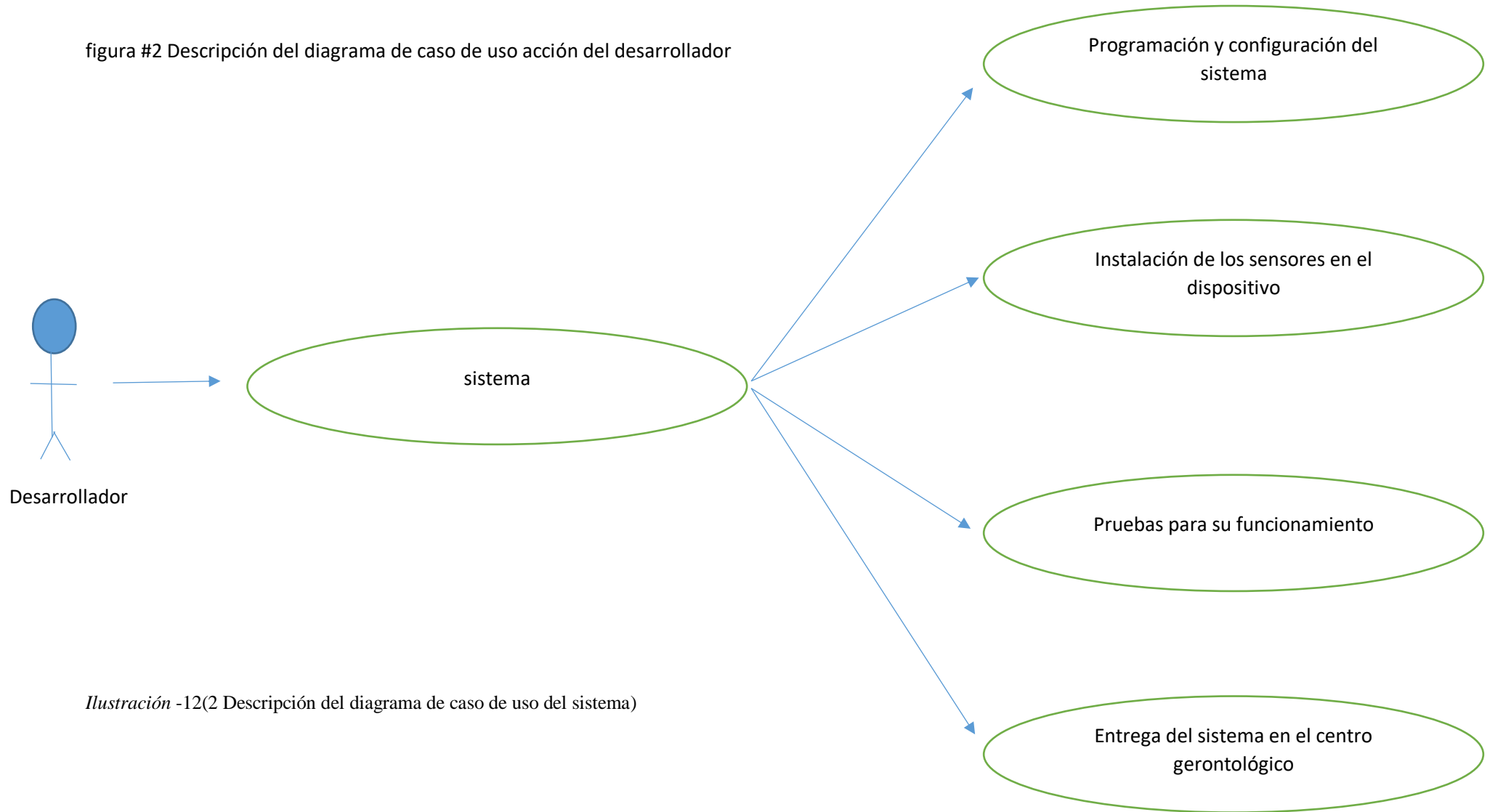


Ilustración -12(2 Descripción del diagrama de caso de uso del sistema)

Desarrollado por: Cesar Andrade

figura #3 Descripción del diagrama de caso de uso del sistema de alerta

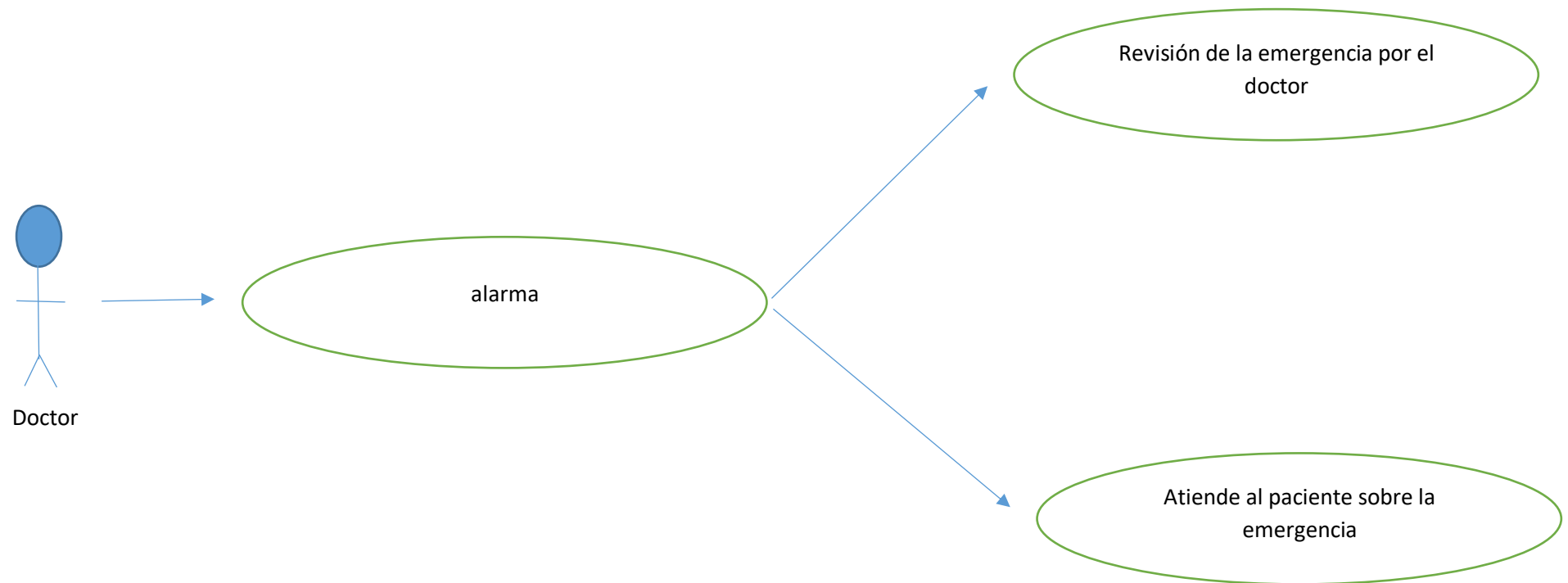


Ilustración-13 Descripción del diagrama de caso de uso del sistema de alerta

Desarrollado por: Cesar Andrade

#### 4.2 DIAGRAMA DE ACTIVIDADES

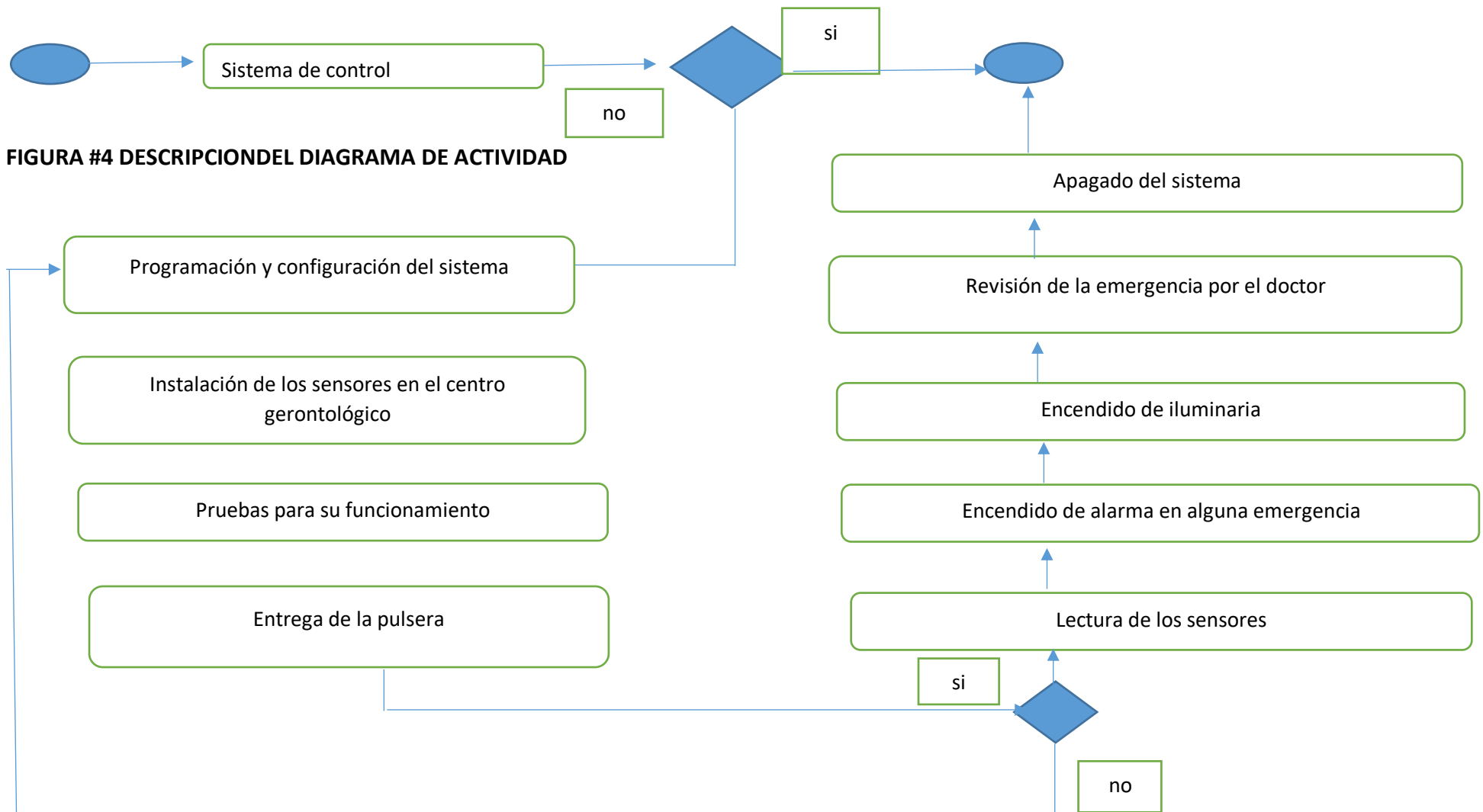


FIGURA #4 DESCRIPCION DEL DIAGRAMA DE ACTIVIDAD

Ilustración-14 Diagrama de Actividad

Desarrollado por: Cesar Andrade





## DIAGRAMA DEL CIRCUITO

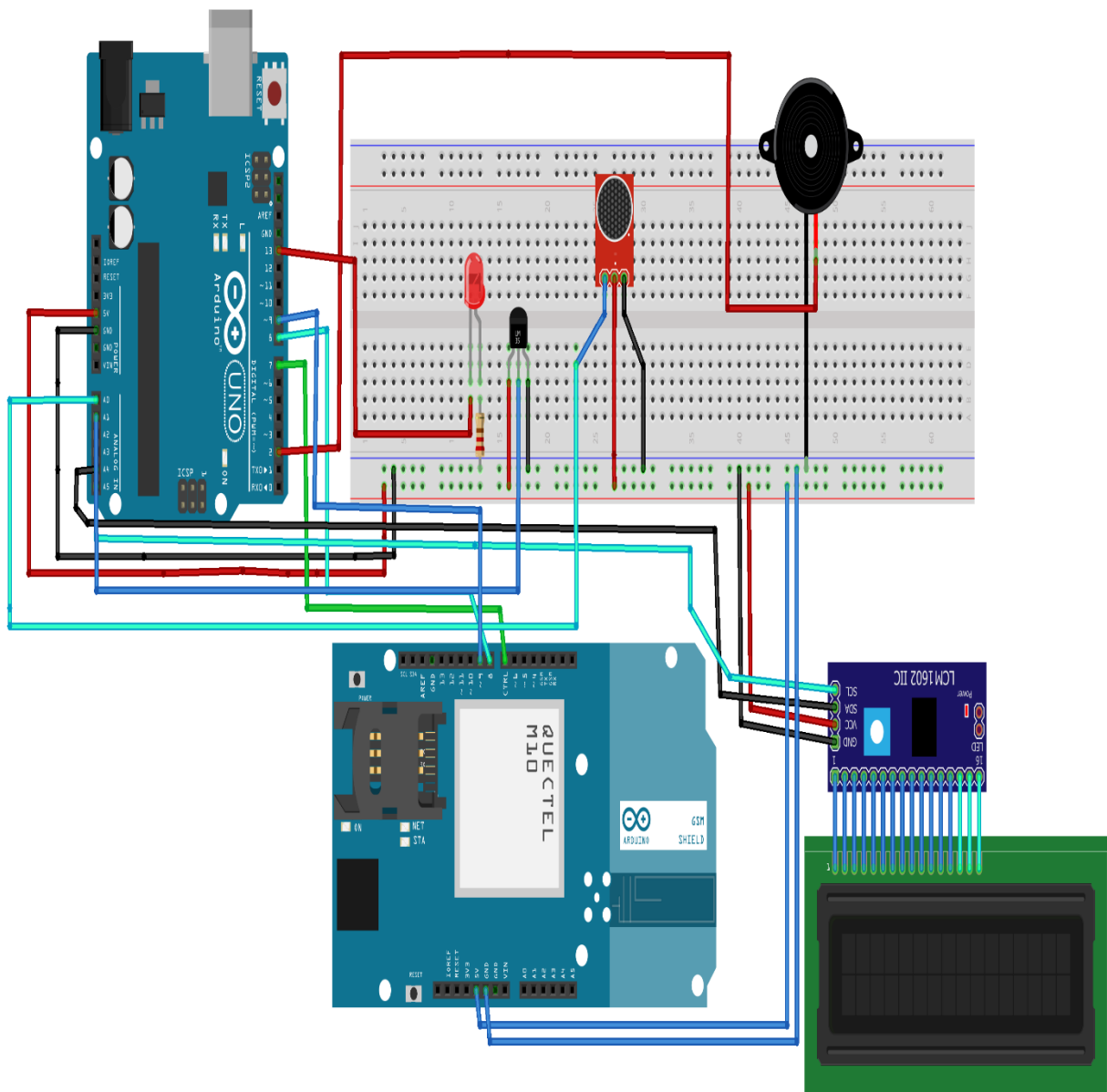


Ilustración-16 *circuito del Prototipo*

Desarrollado por: Cesar Andrade

## DIAGRAMA PCB

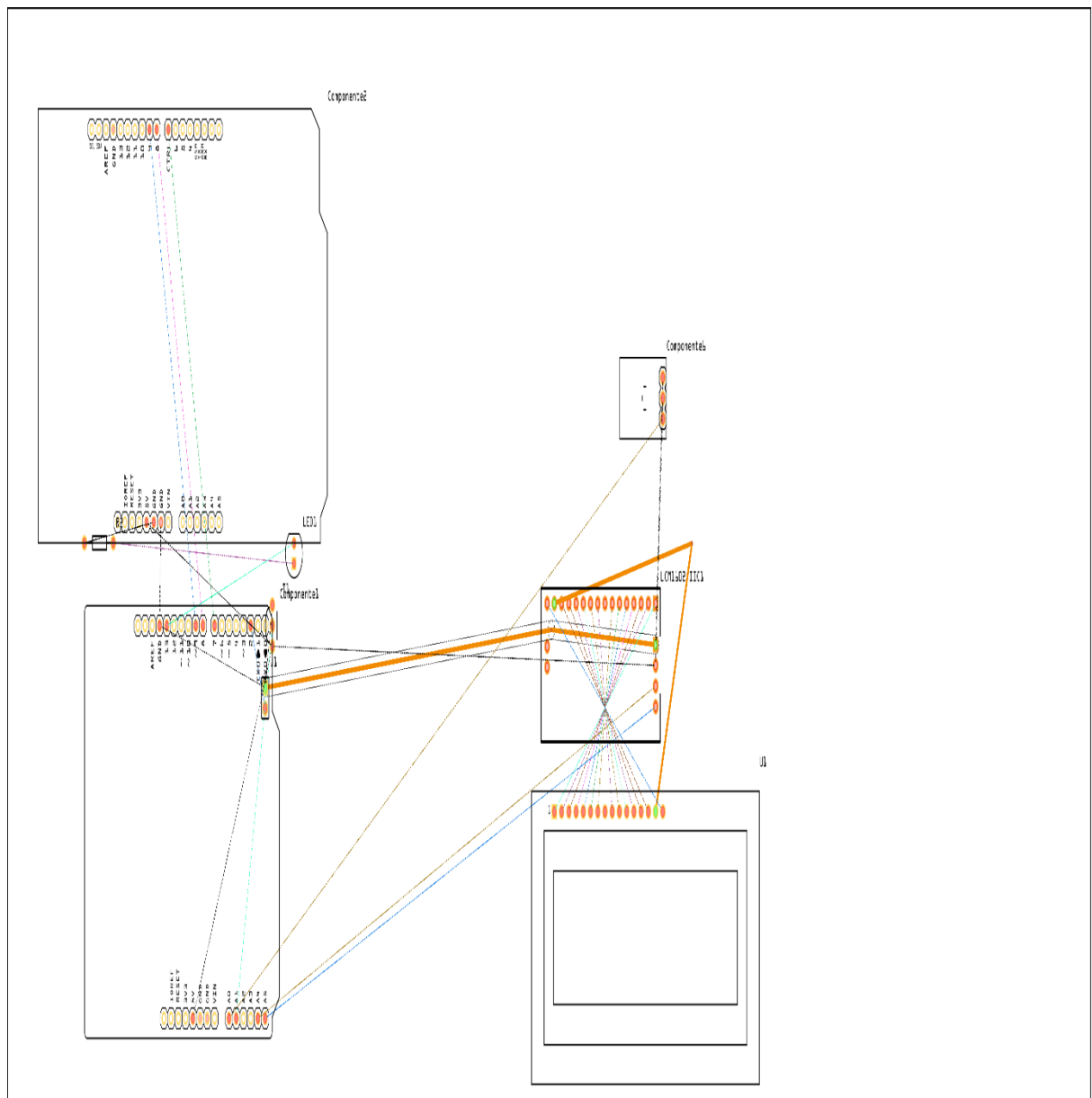
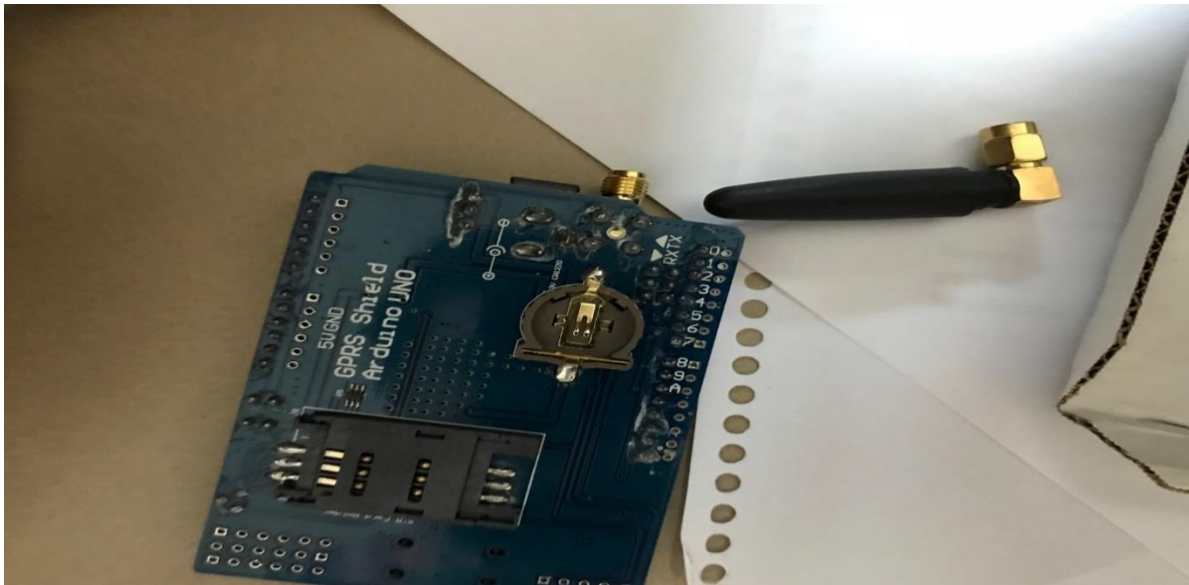


Ilustración-17 Diagrama PCB

Desarrollado por: Cesar Andrade

## Modulo Gprs shield



Permite realizar llamadas y enviar mensajes al doctor avisándole cualquier anomalía.  
 Ilustración-18 Modulo Gps shield parte trasera

Desarrollado por: Cesar Andrade.

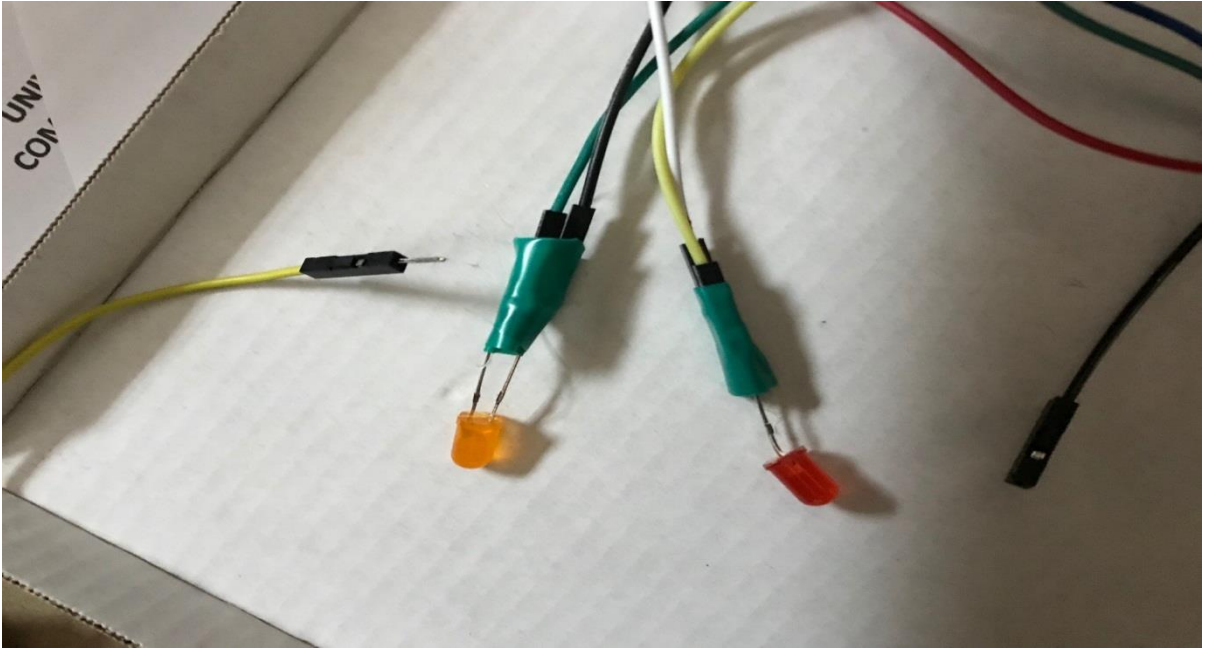
## Modulo gprs shield



Permite realizar llamadas y enviar mensajes al doctor avisándole cualquier anomalía.  
 Ilustración -19 parte delantera de la tarjeta gprs shield

Desarrollado por: Cesar Andrade.

Led

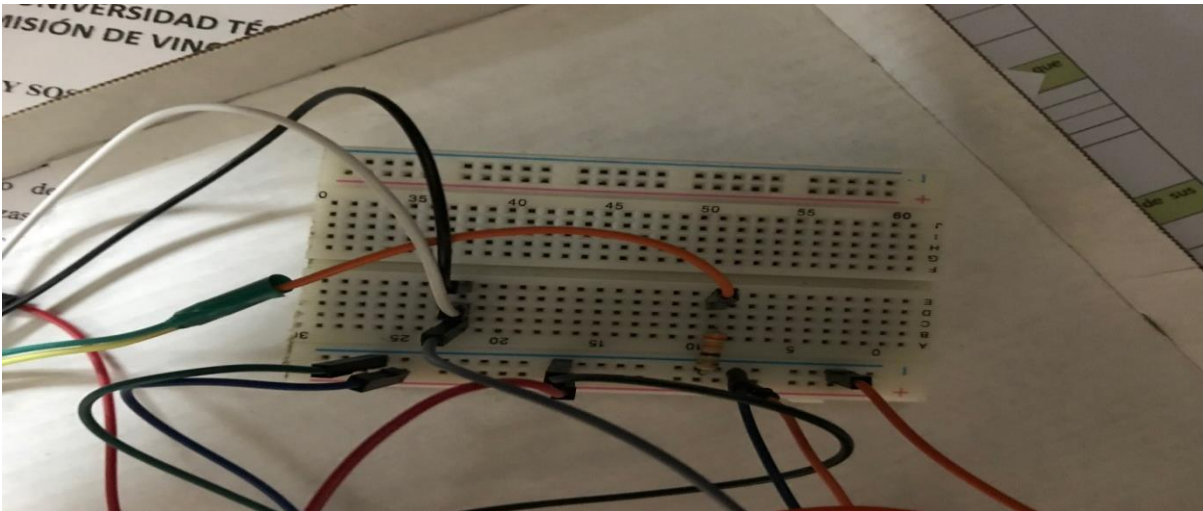


Cada vez que el paciente sufre alguna emergencia el led se enciende alertando de una irregularidad en la salud del paciente.

*Ilustración-20 led*

Desarrollado por: Cesar Andrade.

Protoboard

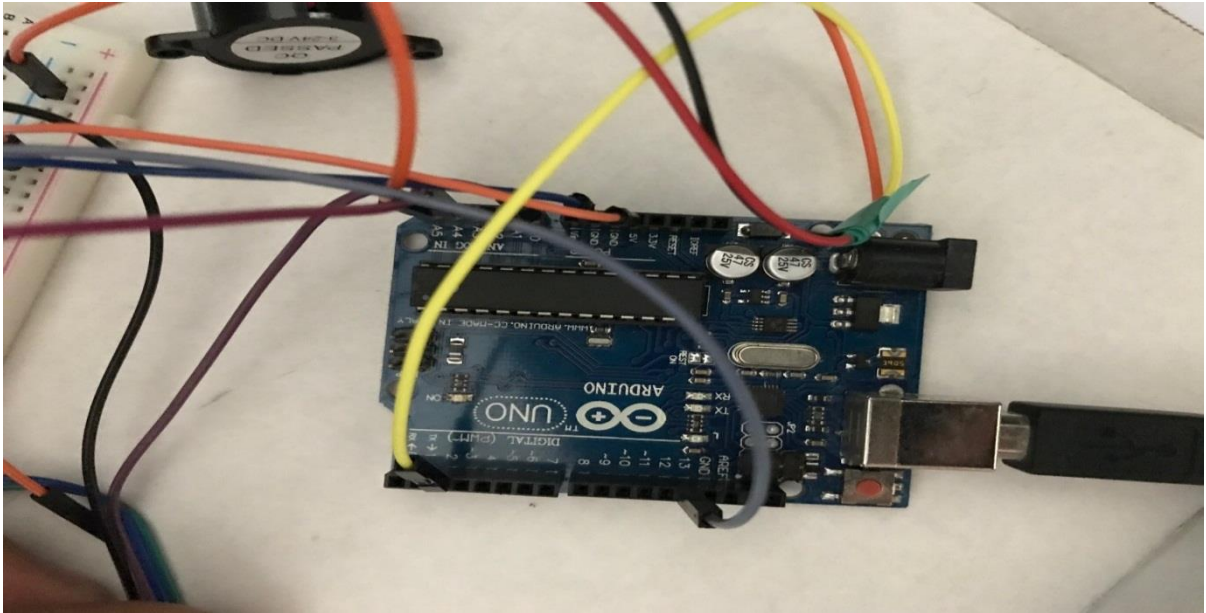


Van conectados todos los cables y resistencias del circuito.

*Ilustración-21 protoboard*

Desarrollado por: Cesar Andrade.

### Placa Arduino uno

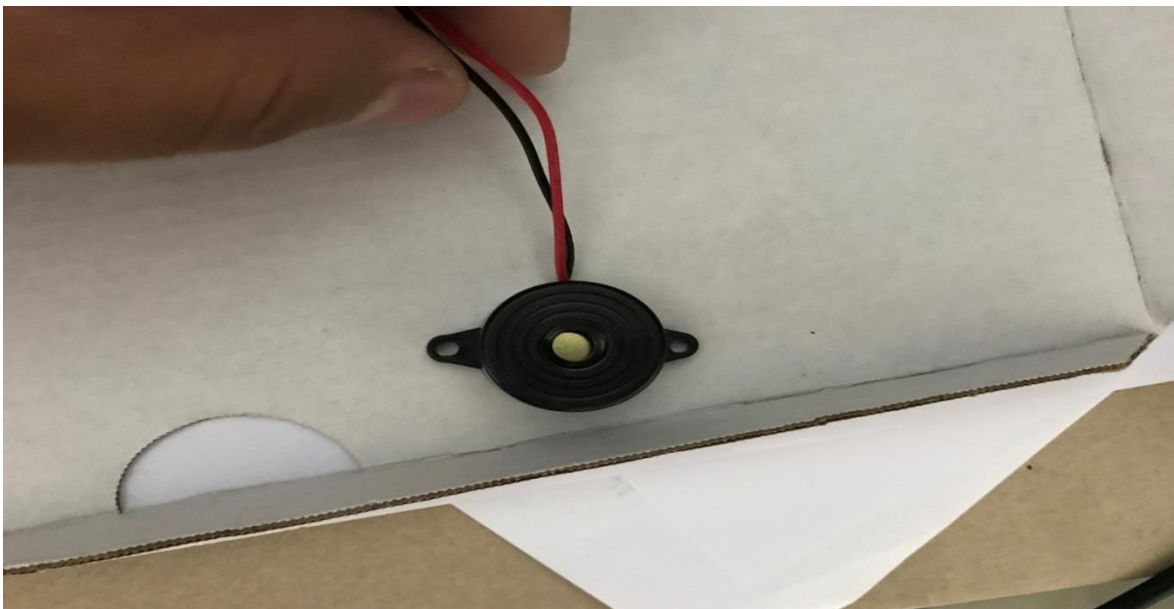


Esta placa nos permite establecer una comunicación Interfaz – Maquina HDI..

*Ilustración -22placa Arduino uno*

Desarrollado por: Cesar Andrade.

### Buzzer



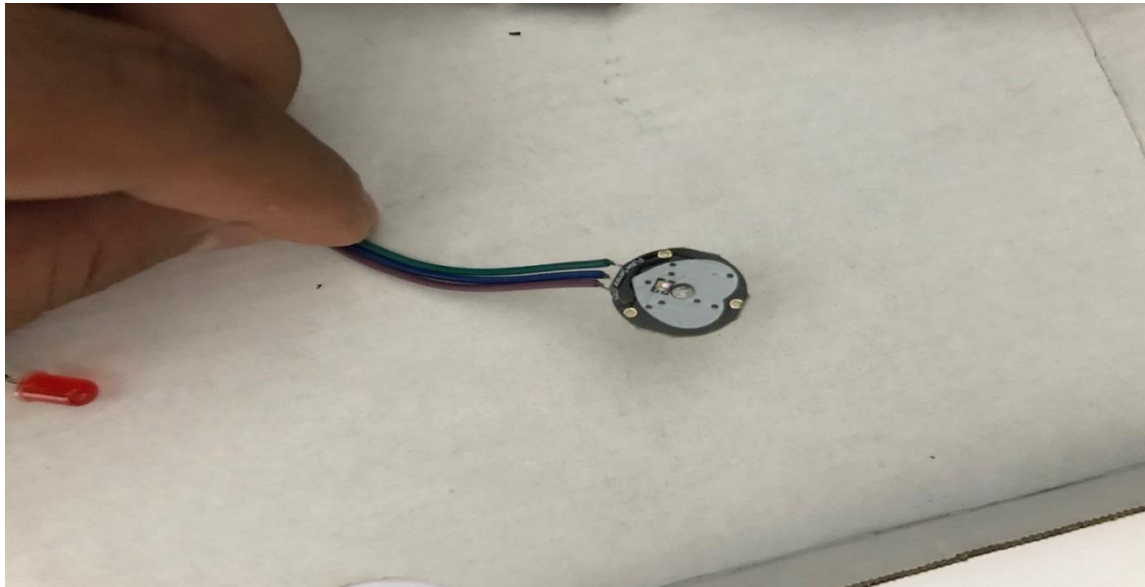
Cada que ocurra una emergencia la bocina emitirá sonido de alerta.

*Ilustración -23 Buzzer*

Desarrollado por: Cesar Andrade



### Sensor de ritmo cardiaco

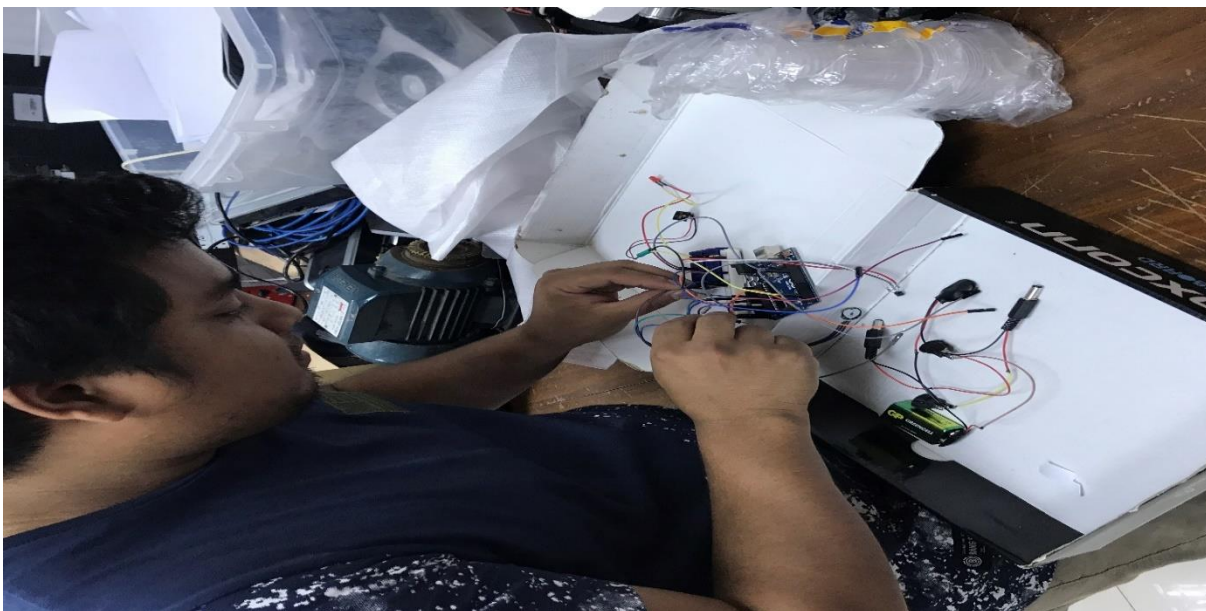


Sensor que permite obtener el cálculo el ritmo cardiaco del paciente.

*Ilustración -24Sensor de ritmo Cardiaco*

Desarrollado por: Cesar Andrade.

### Ensamblaje de circuito

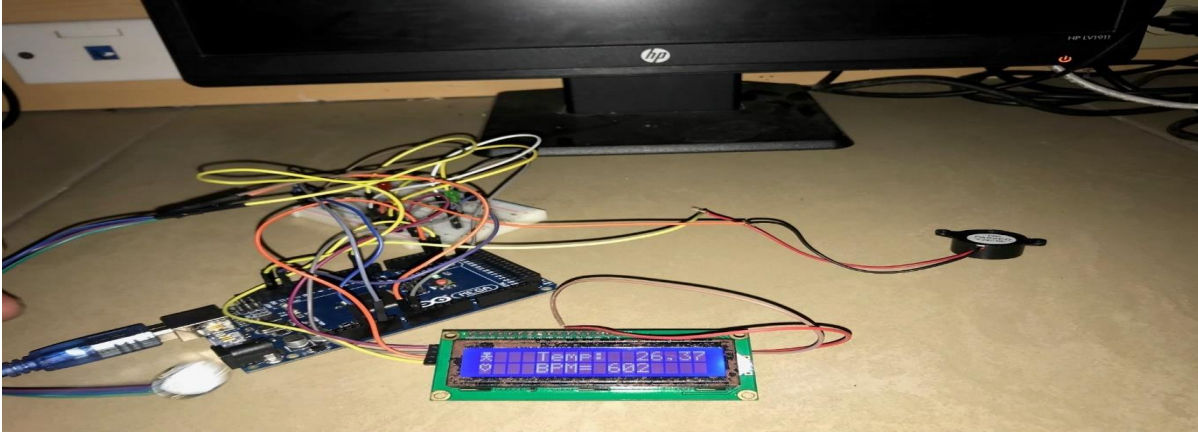


Ensamblaje y desarrollo del prototipo por parte del desarrollador.

*Ilustración-25Sensor de ritmo*

Desarrollado por: Cesar Andrade.

Circuito armado simulando pulsos cardiacos y temperatura corporal.

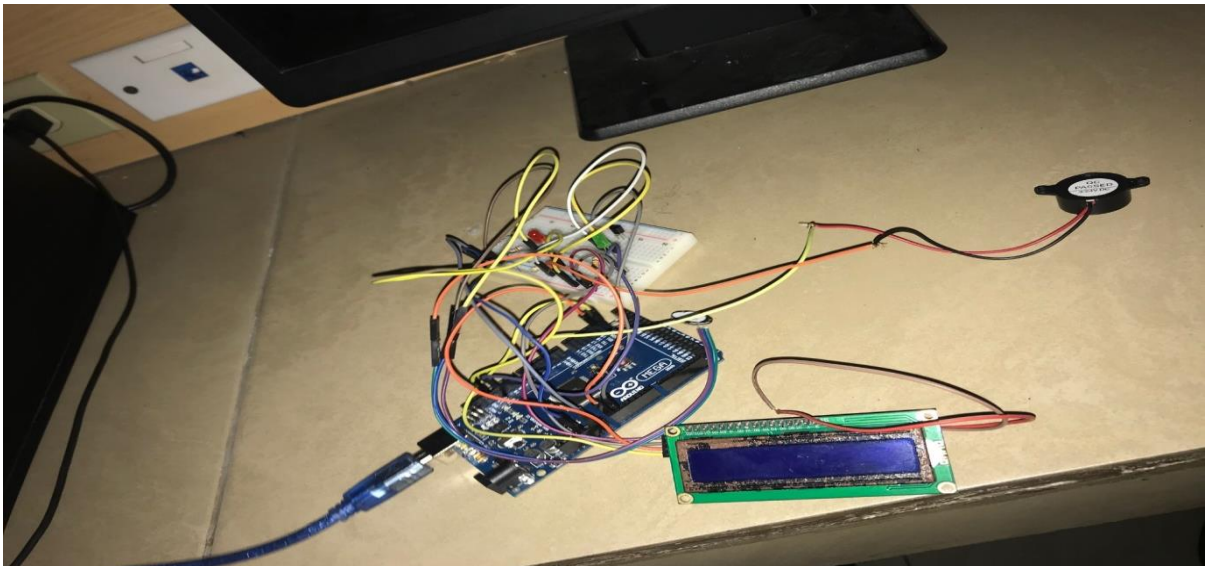


Pantalla que permite la visualización de la temperatura corporal y los latidos del corazón

*Ilustración-26* Circuito armado simulando pulsos cardiacos y temperatura corporal.

Desarrollado por: Cesar Andrade.

Circuito armado

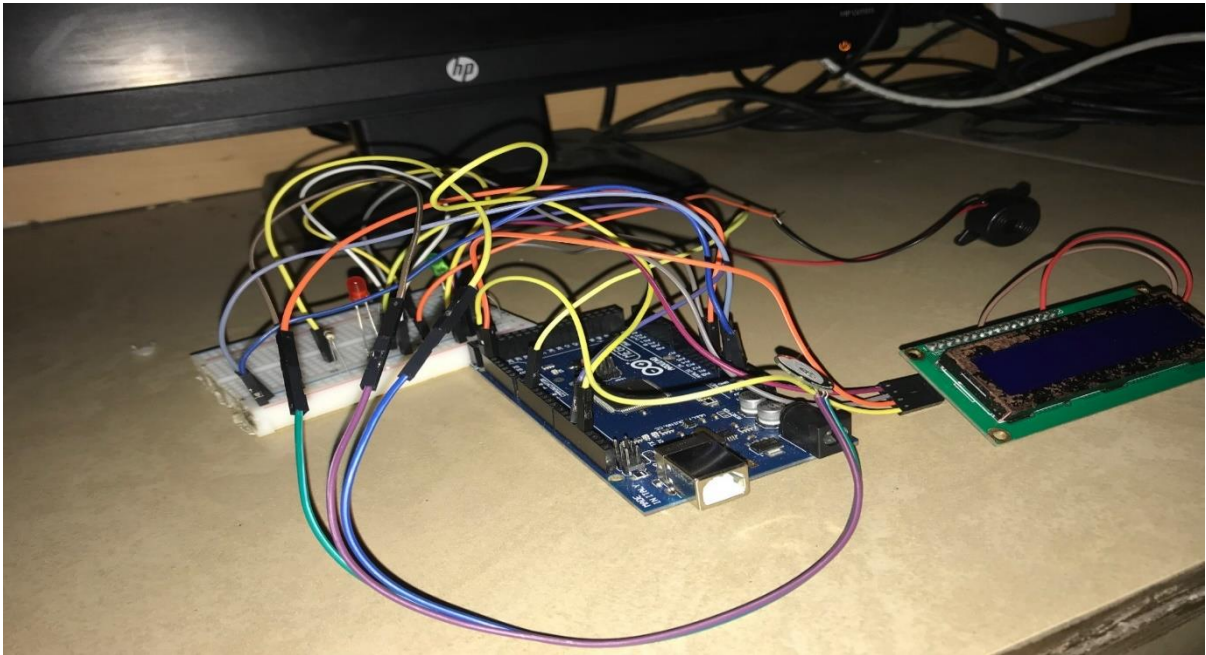


Circuito listo para la visualización de la temperatura corporal y latidos del corazón

*Ilustración -27* Circuito listo para la visualización de la temperatura corporal y latidos del corazón

Desarrollado por: Cesar Andrade

Circuito armado

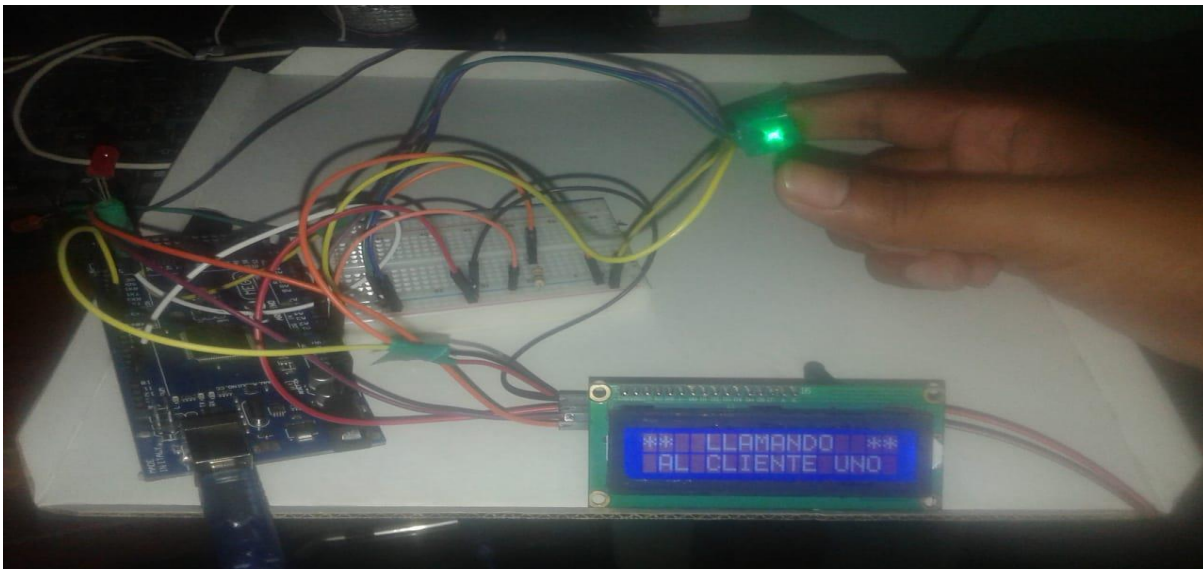


Circuito ensamblado listo para el funcionamiento

*Ilustración-28* Circuito armado

Desarrollado por: Cesar Andrade

Circuito armado realizando la llamada de alerta al doctor encargado



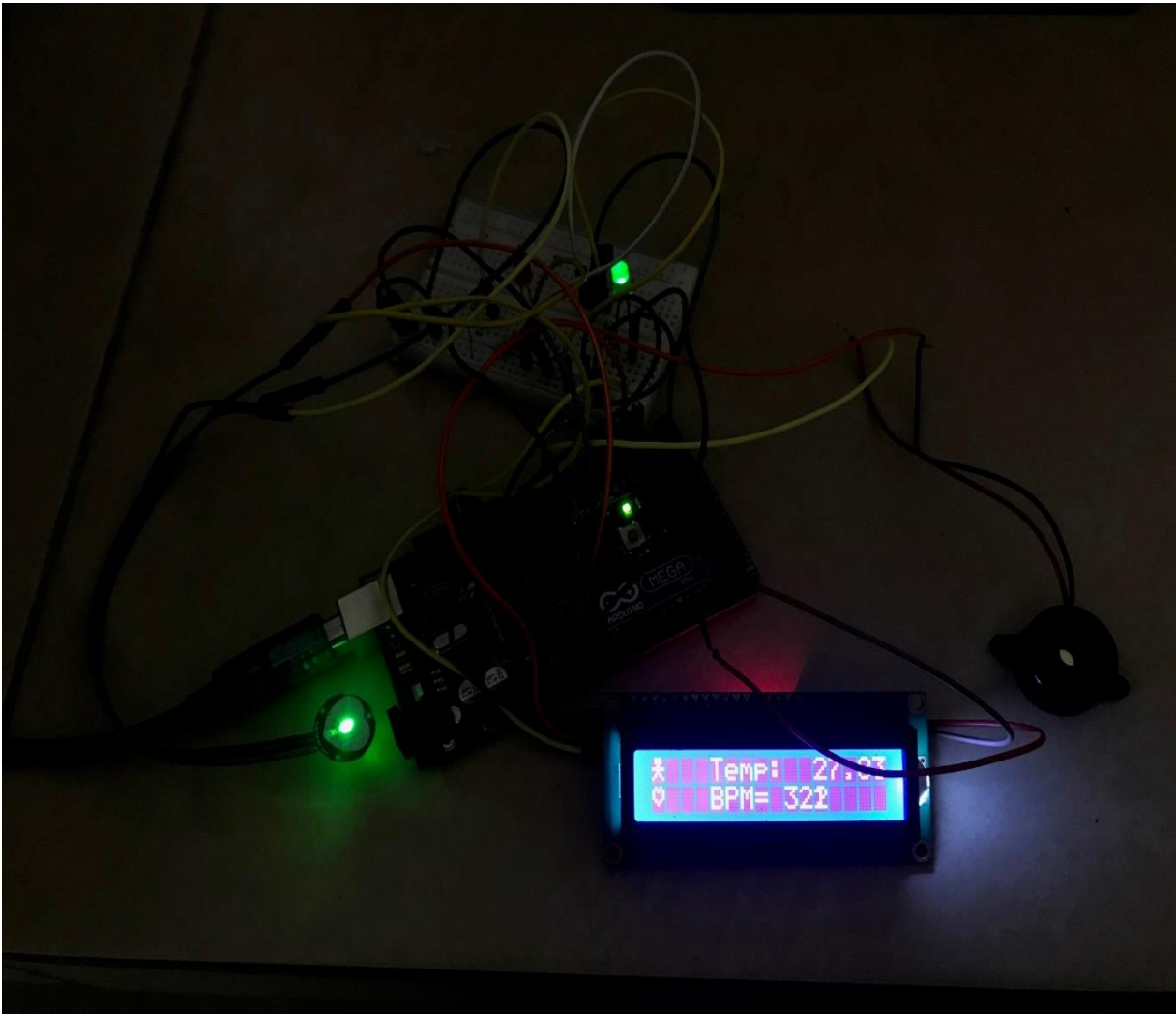
Llamada al doctor por emergencia del paciente

*Ilustración -29* Circuito armado realizando la llamada de alerta al doctor encargado

Desarrollado por: Cesar Andrade



Circuito armado simulando pulsos cardiacos y temperatura corporal.



Demostración de la Temperatura corporal y bpm en la pantalla LCD  
*Ilustración-30* Circuito armado simulando pulsos cardiacos y temperatura corporal

Desarrollado por: Cesar Andrade.

**RESULTADOS OBTENIDOS AL MEDIR TEMPERATURA CORPORAL**

TERMOMETRO DE MERCURIO	MONITOR PORTATIL DE SIGNOS VITALES	DIFERENCIA
36.2	36.4	-0.2
36.8	36.6	-0.1
35.6	35.8	-0.2
36.4	36.9	0.0
36.1	36.3	0.0
7.0	35.0	-0.1
37.0	39.9	0.1
36.5	37.5	0.1
25.1	32.1	0.1
35.9	36.9	-0.1
36.9	34.9	-0.2
36.6	31.6	-0.2
36.7	32.7	-0.2
36.5	33.5	0.2

*Tabla 8 Resultados obtenidos al medir temperatura corporal*

Desarrollado por: Cesar Andrade

### RESULTADOS OBTENIDOS AL MEDIR LA FRECUENCIA CARDIACA

FRECUENCIA PALPADA	FRECUENCIA MEDIDA	DIFERENCIA
73	74	-1
78	76	2
78	78	0
73	79	2
70	64	2
67	65	2
50	61	2
82	63	-3
68	63	-3
56	52	-3
68	52	-3
68	65	-1
69	65	0
120	112	-2
125	12	1
100	120	0

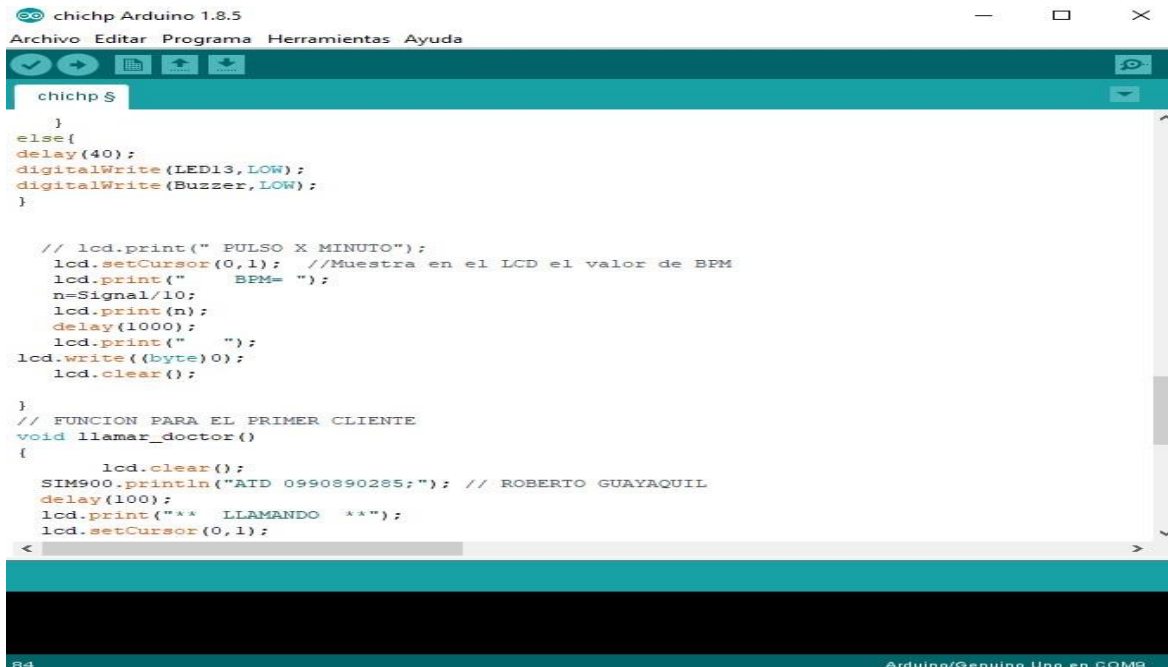
*Tabla 9 Resultados obtenidos al medir la frecuencia cardiaca*

Desarrollado por: Cesar Andrade



## 4.5 Codificación y Ejecución

*Ilustración-31 Muestra en el LCD el valor del bpm*



```

chichp Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
chichp $
}
else{
delay(40);
digitalWrite(LED13,LOW);
digitalWrite(Buzzer,LOW);
}

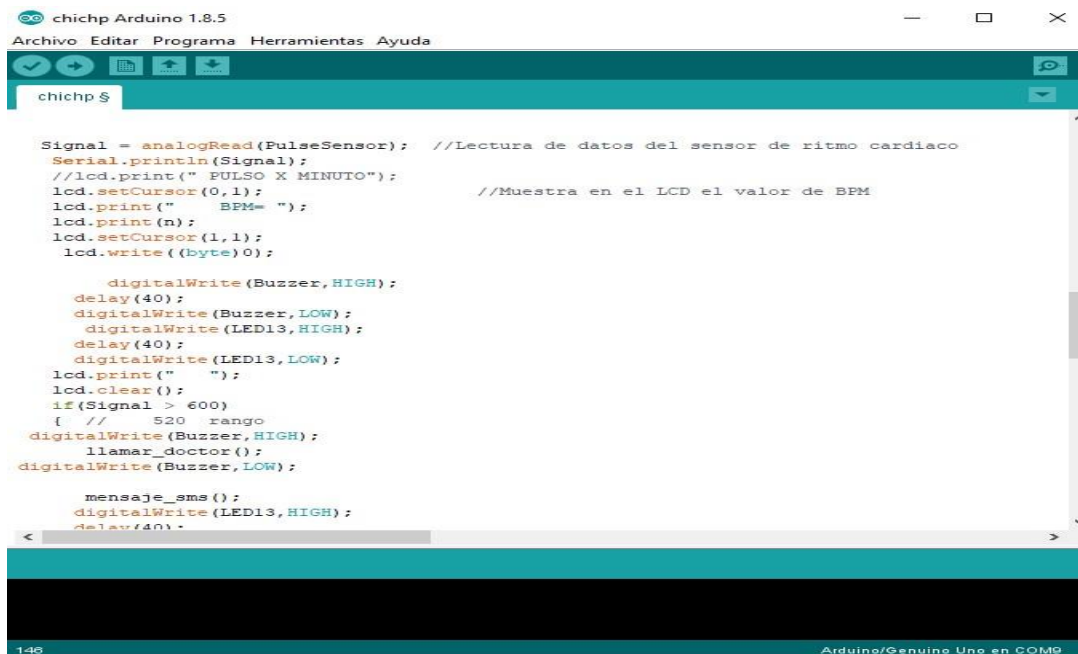
// lcd.print(" PULSO X MINUTO");
lcd.setCursor(0,1); //Muestra en el LCD el valor de BPM
lcd.print("    BPM= ");
n=Signal/10;
lcd.print(n);
delay(1000);
lcd.print("    ");
lcd.write((byte)0);
lcd.clear();
}
// FUNCION PARA EL PRIMER CLIENTE
void llamar_doctor()
{
    lcd.clear();
    SIM900.println("ATD 0990890285;"); // ROBERTO GUAYAQUIL
    delay(100);
    lcd.print("*** LLAMANDO ***");
    lcd.setCursor(0,1);
}

```

84 Arduino/Genuino Uno en COM9

Muestra en el LCD el valor del bpm

Función para el cliente, llama al doctor en alguna emergencia



```

chichp Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
chichp $
Signal = analogRead(PulseSensor); //Lectura de datos del sensor de ritmo cardiaco
Serial.println(Signal);
//lcd.print(" PULSO X MINUTO");
lcd.setCursor(0,1); //Muestra en el LCD el valor de BPM
lcd.print("    BPM= ");
lcd.print(n);
lcd.setCursor(1,1);
lcd.write((byte)0);

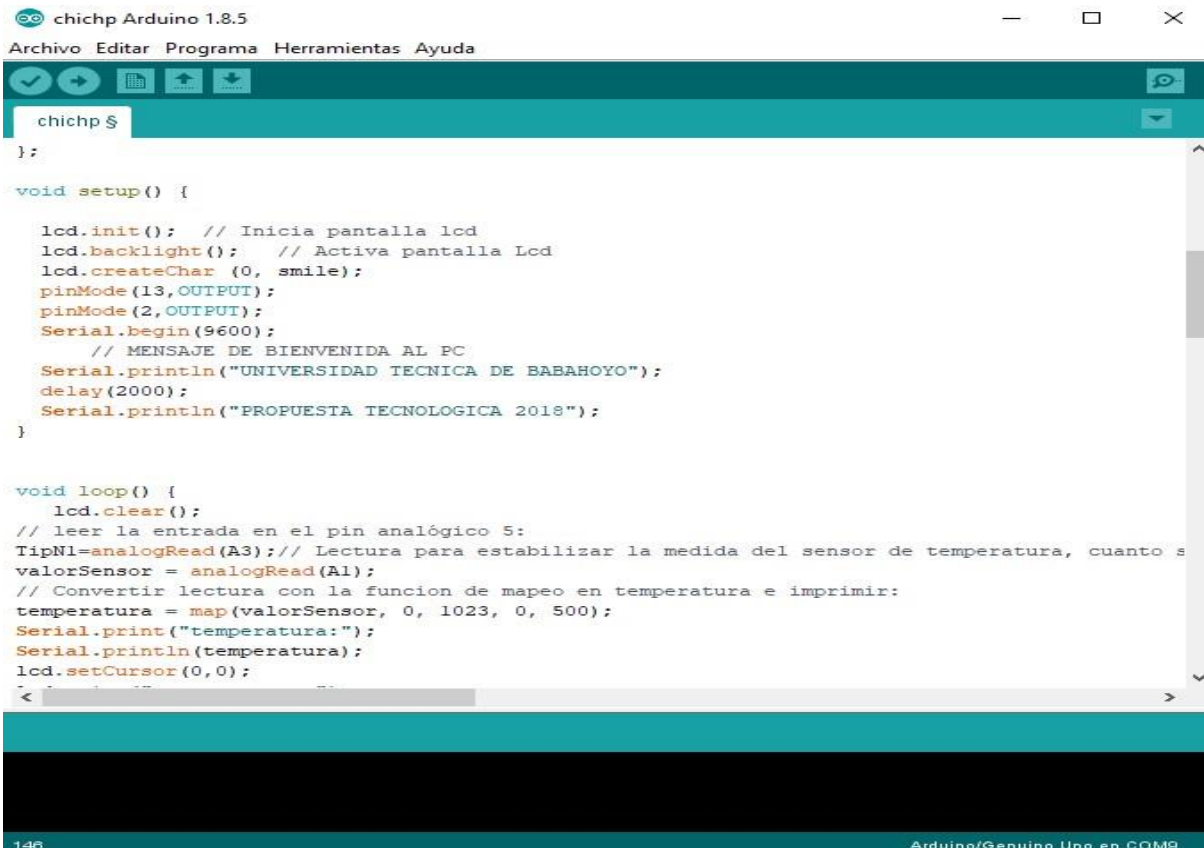
digitalWrite(Buzzer,HIGH);
delay(40);
digitalWrite(Buzzer,LOW);
digitalWrite(LED13,HIGH);
delay(40);
digitalWrite(LED13,LOW);
lcd.print(" ");
lcd.clear();
if(Signal > 600)
{ // 520 rango
digitalWrite(Buzzer,HIGH);
llamar_doctor();
digitalWrite(Buzzer,LOW);

mensaje_sms();
digitalWrite(LED13,HIGH);
delay(40);
}
}

```

146 Arduino/Genuino Uno en COM9

*Ilustración -32 Función para el cliente, llama al doctor en alguna emergencia*



```

chichp Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
chichp $
};

void setup() {

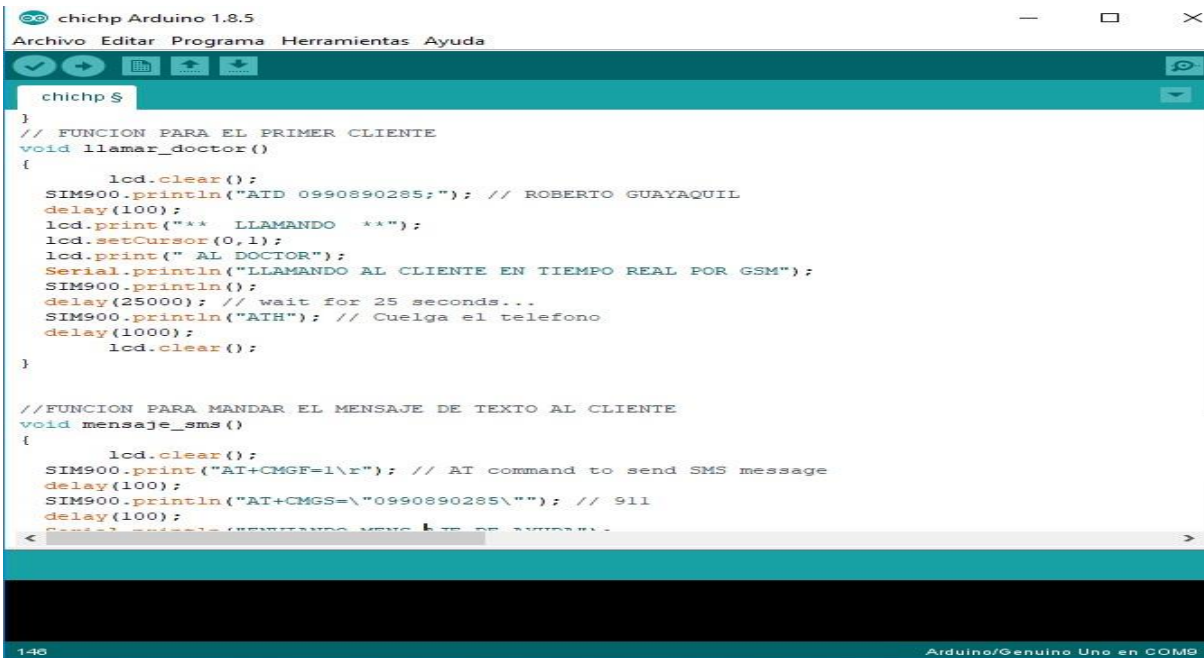
  lcd.init(); // Inicia pantalla lcd
  lcd.backlight(); // Activa pantalla Lcd
  lcd.createChar (0, smile);
  pinMode(13,OUTPUT);
  pinMode(2,OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  // MENSAJE DE BIENVENIDA AL PC
  Serial.println("UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO");
  delay(2000);
  Serial.println("PROPUESTA TECNOLOGICA 2018");
}

void loop() {
  lcd.clear();
  // leer la entrada en el pin analógico 5:
  TipN1=analogRead(A3); // Lectura para estabilizar la medida del sensor de temperatura, cuanto s
  valorSensor = analogRead(A1);
  // Convertir lectura con la funcion de mapeo en temperatura e imprimir:
  temperatura = map(valorSensor, 0, 1023, 0, 500);
  Serial.print("temperatura:");
  Serial.println(temperatura);
  lcd.setCursor(0,0);
}

```

*Ilustración -33*Inicia la pantalla led

Inicia la pantalla led



```

chichp Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
chichp $
}
// FUNCION PARA EL PRIMER CLIENTE
void llamar_doctor()
{
  lcd.clear();
  SIM900.println("ATD 0990890285;"); // ROBERTO GUAYAQUIL
  delay(100);
  lcd.print("*** LLAMANDO ***");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print(" AL DOCTOR");
  Serial.println("LLAMANDO AL CLIENTE EN TIEMPO REAL POR GSM");
  SIM900.println();
  delay(25000); // wait for 25 seconds...
  SIM900.println("ATH"); // Cuelga el telefono
  delay(1000);
  lcd.clear();
}

//FUNCION PARA MANDAR EL MENSAJE DE TEXTO AL CLIENTE
void mensaje_sms()
{
  lcd.clear();
  SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT command to send SMS message
  delay(100);
  SIM900.println("AT+CMGS=\"\0990890285\"); // 911
  delay(100);
}

```

*Ilustración -34*Función para mandar mensaje de texto al cliente

Función para mandar mensaje de texto al cliente

```

chichp Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
chichp $
void llamar_doctor()
{
    lcd.clear();
    SIM900.println("ATD 0990890285;"); // ROBERTO GUAYAQUIL
    delay(100);
    lcd.print("*** LLAMANDO ***");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(" AL DOCTOR");
    Serial.println("LLAMANDO AL CLIENTE EN TIEMPO REAL POR GSM");
    SIM900.println();
    delay(25000); // wait for 25 seconds...
    SIM900.println("ATH"); // Cuelga el telefono
    delay(1000);
    lcd.clear();
}

//FUNCION PARA MANDAR EL MENSAJE DE TEXTO AL CLIENTE
void mensaje_sms()
{
    lcd.clear();
    SIM900.print("AT+CMGF=1\r"); // AT command to send SMS message
    delay(100);
    SIM900.println("AT+CMGS=\"0990890285\""); // 911
    delay(100);
    Serial.println("ENVIANDO MENSAJE DE AYUDA");
    lcd.print("*** ENVIANDO ***");
}

```

Ilustración -35 comandos de mensajes

comandos de mensajes

```

310
temperatura:19
515
temperatura:19
513
temperatura:20
609
LLAMANDO AL CLIENTE EN TIEMPO REAL POR GSM
ENVIANDO MENSAJE DE AYUDA
SMS ENVIADO CORRECTAMENTE
temperatura:20
513
temperatura:20
521
temperatura:18
629
LLAMANDO AL CLIENTE EN TIEMPO REAL POR GSM

```

Autoscroll
 Sin ajuste de línea
 9600 baudio
 Clear output

Ilustración-36 Comandos de mensajes

Resultados de los valores del bpm temperatura y datos de llamada y mensaje al doctor

```

chichp Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

chichp $
#include <SoftwareSerial.h>
// PUNTOS DE ACCESO PARA EL MODULO SIM900
SoftwareSerial SIM900(7, 8); // CONECTAR AL ARDUINO
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // inicializa la interfaz I2C del LCD 16x2//Sensor de ritmo

// Variables
int PulseSensor = A0 ;// Conecte el cable rojo del sensor en pin analogico cero
int LED13 = 13; // Blink del LED segun la frecuencia de pulsos
int Buzzer = 2;
int Signal = 0;
float n;
int temperatura;
int valorSensor;
int TipN1; // Variable a utilizar para estabilizar la medicion del sensor de temperatura!

//int Threshold = 0; //Dato analogico considerado como un pulso

byte smile[8] = {
  0b00000000,
  0b00001010,
  0b00010101,
  0b00010001,
  0b00001010,
  0b00000100,
  0b00000100,
  0b00000100,
}

```

Pantalla de inicialización

*Ilustración-37 Pantalla de inicialización*

```

COM9 (Arduino/Genuino Uno)
UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
PROPUESTA TECNOLOGICA 2018
temperatura:18
533
temperatura:19
503
temperatura:18
511
temperatura:19
513
temperatura:19
513
temperatura:18
513
temperatura:19
514
temperatura:19
514
temperatura:19
513
temperatura:19
536
temperatura:15
510
temperatura:19
514

```

Resultados de los valores del bpm temperatura y datos de llamada y mensaje al doctor

*Ilustración -38 Resultados de los valores del bpm temperatura y datos de llamada y mensaje al doctor*



### Capítulo III

#### Evaluación del prototipo

#### Plan de evaluación

##### 1.2 Funcionalidad y facilidad de uso.

Destinatario	Docente guía	Fecha	Actividades desarrolladas	Observaciones	Cambios en el sistema
Usuarios	Ing. Ana Fernández	03/9/2018	Pruebas de visualización de la información.	No mostrar la información exacta de los signos vitales emitida por los sensores en tiempo real.	Evaluar el correcto uso de los sensores para la obtención correcta de la información.
		04/9/2018	Pruebas de optimización	La ejecución del sistema no presento novedad alguna al momento de su ejecución.	Ninguna.
		05/9/2018	Pruebas de visualización de contenido en tiempo real.	No existieron inconvenientes	Ninguna.
		06/9/2018	Priorizar funcionalidades	Las personas asignadas a el cuidado de los adultos mayores requerían información adicional sobre uno de los signos vitales del paciente.	Se amplio la información solicitada por parte del personal encargados de los adultos mayores.
		07/9/2018	Onboarding y Empty State	Los usuarios manifestaron su satisfacción a la información obtenida del paciente.	Establecer mensajes aún más específicos

*Tabla 10 Funcionalidad y facilidad de uso.*

Desarrollado por: Cesar Andrade

### 1.2 Estabilidad

<b>Destinatario</b>	<b>Docente guía</b>	<b>Fecha</b>	<b>Actividades desarrolladas</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Cambios en el sistema</b>
Sistema	Ing. Ana Fernández	10/9/2018	Pruebas de persistencia de datos	Al realizar el test de envío y recepción de datos, hubo inconvenientes en el sistema.	Se mejoro el proceso de codificación de la información, al envío y recepción de datos.
Sistema		11/9/2018	Pruebas de carga de recursos	Los datos obtenidos fueron enviados correctamente a través de llamadas y SMS.	Ninguno.
Arduino		12/9/2018	Pruebas de funcionalidades	Los sensores envían la información de forma correcta.	Ninguno.
Arduino		13/9/2018	Pruebas de sensores	Los sensores generan información confiable.	Ninguno.

*Tabla 11 Estabilidad*

Desarrollado por: Cesar Andrade

### 1.3 Compatibilidad

Destinatario	Docente guía	Fecha	Actividades desarrolladas	Observaciones	Cambios en el sistema
Arduino	Ing. Ana Fernández	17/9/2018	Pruebas de funcionalidades	La Interfaz Hombre-maquina (IHM) se realizó de manera correcta con el uso de Arduino y los sensores.	Ninguno.
Arduino		18/9/2018	Pruebas de velocidad	El <b>tiempo de muestreo</b> es el ideal en la obtención de los datos en tiempo real.	Ninguno.
Arduino		19/9/2018	Prueba de adquisición de datos	La lectura de la información recabada en los sensores conectado al Arduino y transmitirlos al PC mediante comunicación serie	Ninguno.

*Tabla 12 Compatibilidad*

Desarrollado por: Cesar Andrade

### 1.4 Interoperabilidad

<b>Destinatario</b>	<b>Docente guía</b>	<b>Fecha</b>	<b>Actividades desarrolladas</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Cambios en el sistema</b>
Sistema	Ing. Ana Fernández	20/9/2018	Test de intercambio de datos GSM y los sensores	El estándar GSM permite transmisiones digitales de voz y datos, como mensajes de texto (SMS).	Ninguno.
Sistema		21/9/2018	Nivel de confianza del sistema	Nivel óptimo de confianza del sistema	Ninguno.

*Tabla 13 Interoperabilidad*

Desarrollado por: Cesar Andrade

## 2. Resultados de la evaluación.

<b>Plan de evaluación</b>	<b>Aceptación</b>	<b>Rechazo</b>
Funcionalidad y facilidad de uso	96%	4%
Estabilidad	99%	1%
Compatibilidad	99%	1%
Interoperabilidad	98%	2%
<b>Resultados de la evaluación</b>	<b>94%</b>	<b>6%</b>

*Tabla 14 Resultados de la evaluación*

Desarrollado por: Cesar Andrade

### 2.1 Análisis de resultados

Una vez obtenida la información del plan de evaluación del diseño del prototipo, podemos establecer los siguientes resultados:

- En la etapa de estimación de la funcionalidad y facilidad del prototipo, tuvo un 96% de aceptación y un 4% de observaciones, las mismas que se dieron por No mostrar la información exacta de los signos vitales emitida por los sensores en tiempo real.
- El prototipo en la fase de estabilidad obtuvo un alto margen de aceptación, teniendo un 99% en el envío y recepción de datos, teniendo un 1% de corrección por lo cual se modificó el código obteniendo una velocidad adecuada de la información en tiempo real.
- El prototipo cumplió de manera adecuada la compatibilidad en lo referente a software y hardware teniendo un 99% de compatibilidad entre ambos

componentes, teniendo un 1% de corrección lo cual se dio por la no utilización de versiones actualizadas en uno de los sensores.

- La interoperabilidad existente para el monitoreo e intercambio de datos en el prototipo alcanzo un grado óptimo del 99%, ya que se pudo desarrollar transmisiones digitales de voz y datos y un 1% de error en el estándar GSM que se había utilizado.

El prototipo cumplió con las diversas expectativas creadas en los objetivos propuestos, tales como lo son el monitoreo y registro de signos vitales, el análisis de estos y el lanzamiento de alarmas médicas, la supervisión de los valores de confianza y el estado de conexión con el sensor. Para estas funcionalidades se realizaron diferentes tipos de pruebas, así como la recolección de información con el fin de afinar la precisión de los resultados finales, de esta manera se pudo determinar la viabilidad del mismo.

### 3. Conclusiones y recomendaciones

#### 3.1 Conclusiones

- Con la culminación del prototipo se alcanzó satisfactoriamente los objetivos propuestos en el desarrollo de la pulsera de signos vitales (frecuencia cardiaca, temperatura), los cuales, mediante la comprobación de los parámetros simulados contra los adquiridos, se logró disminuir el error de las lecturas en tiempo real.
- El monitor portátil de signos vitales es un equipo que puede ser operado por cualquier persona sin necesidad de tener conocimientos de medicina o electrónica. Su uso es fácil y no precisa de más de una persona para realizar las mediciones ya sea de temperatura, frecuencia cardiaca o presión arterial.
- Se delineó el sistema para la adquisición del parámetro de la temperatura corporal, utilizando un sensor de temperatura LM35, que por características físicas resulta oportuno para este proyecto, además se utilizó un sensor de frecuencias cardiacas en el cual se alcanzaron los valores máximos y mínimos posibles al medir con el prototipo, dando como resultados que:
- Para la frecuencia cardiaca los valores comprendidos entre 48 y 230 bpm no presenta error considerable ya que el error es de máximo un latido.



- Para la medición de la temperatura corporal se obtuvieron variaciones promedio con un grado sobre la medida en referencia a un medidor de temperatura digital comercial. Al consultar con el personal de salud especialistas en el área hospitalaria, comentan que al monitorizar la temperatura digitalmente es usual que varíe en un grado la lectura digital.
- El desarrollo del prototipo es de gran ayuda para realizar procesos eficaces o mejorar los tiempos que emplea el personal de salud del centro Gerontológico de la ciudad de Babahoyo en adquirir los signos vitales.

### 3.2 Recomendaciones

De la experiencia conseguida durante la elaboración del prototipo, es posible enunciar las siguientes recomendaciones:

- Para tener una lectura óptima de los parámetros de los signos vitales, se recomienda el uso de sensores apropiados y además la correcta colocación del sensor.
- Los electrodos, principalmente los asociados a calentamientos deben ser cambiados periódicamente para evitar irritaciones en la piel.
- Adicionar un sistema de alimentación ininterrumpida de respaldo de energía para que el prototipo sea manipulado con una batería interna.

## Bibliografía

- Adafruit. (2014). *Displays*. Obtenido de <https://learn.adafruit.com/downloads/pdf/rgb>
- amazon. (06 de abril de 2016). *amazon*. Obtenido de amazon:  
<https://www.amazon.es/Kuman-Quad-Band-Modules-Development-Arduino/dp/B01DVYFVXC>
- Bauman. (01 de 01 de 2018). *ebay*. Obtenido de ebay: <https://www.ebay-kleinanzeigen.de/s-anzeige/grosses-zweizeiliges-display-16x2-zeichen-arduino-kompatibel/783249214-168-7626>
- Bell, C. (2017). *Beginning Sensor Networks with Arduino and Raspberry P*.
- Ciencia y Tecnología, U. (marzo de 2014). *scielo*. Obtenido de scielo:  
[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-48212009000100008](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-48212009000100008)
- codebender\_cc. (09 de junio de 2015). *instructables*. Obtenido de instructables:  
<https://www.instructables.com/id/How-to-use-a-Buzzer-Arduino-Tutorial/>
- dA. (6 de Octubre de 2015). *Un sensor de pulsaciones cardiacas con Arduino*. . Obtenido de  
<http://descubrearduino.com/un-sensor-de-pulsaciones-cardiacas-con-arduino>
- diotronic. (04 de diciembre de 2011). *diotronic*. Obtenido de diotronic:  
[https://diotronic.com/zumbador-3-28vac\\_2230/](https://diotronic.com/zumbador-3-28vac_2230/)
- Douglass., B. P. (1999.). *Doing hard time: developing real-time systems with UML, objects, frameworks, and patterns*. USA: Addidson Wesley Longman, Inc.
- García. (2015). *Que es arduino. Placas Electrónicas*. Obtenido de <http://panamahitek.com/que-es-arduino-y-para-que-se-utiliza>
- Marticorena, J. L. (2017). <https://ingenieriaelectronica.org>. Obtenido de <https://ingenieriaelectronica.org>.
- Medina, J. (2018). *Metodología y Herramientas UML para el Modelado y Análisis de Sistemas de Tiempo Real Orientados a Objetos*. Obtenido de <http://www.tesisenred.net/TDR-0209106-103344>
- panamahitek. (23 de enero de 2013). *panamahitek*. Obtenido de panamahitek:  
<http://panamahitek.com/arduino-mega-caracteristicas-capacidades-y-donde-conseguirlo-en-panama/>
- PNTIC. (2013). *Plataforma Arduino*. Obtenido de  
[http://platea.pntic.mec.es/~mhidalgo/documentos/02\\_PlataformaArduino.pdf](http://platea.pntic.mec.es/~mhidalgo/documentos/02_PlataformaArduino.pdf)
- Powel, D. B. (2000). *Real-Time UML: developing efficient objects for embedded systems*. USA: Addidson Wesley Longman, Inc.
- prometec. (24 de julio de 2018). *prometec*. Obtenido de prometec:  
<https://www.prometec.net/gprs-llamar-enviar-sms/>

- Rhapsody, I.-L. (2018). *I-Logix Rhapsody*. Obtenido de I-Logix Rhapsody: <http://embedded-computing.com/products/id/?24913>
- ruiz, A. B. (29 de marzo de 2016). *manueldelgadocrespo.blogspot*. Obtenido de manueldelgadocrespo.blogspot: <http://manueldelgadocrespo.blogspot.com/p/arduino-mega-2560.html>
- Schmidt, M. (2011). *Arduino: A Quick Start Guide*.
- TECMIKRO. (01 de agosto de 2018). *TECMIKRO* . Obtenido de TECMIKRO : <https://www.mercadolibre.com.ec/perfil/TECMIKRO+ECUADOR>
- TECNOLÓGICA, E. G. (2018). *www.cenidet.edu.mx*. Obtenido de [www.cenidet.edu.mx](http://www.cenidet.edu.mx): <http://www.elhorizonte.mx/escena/disenan-pulsera-para-rastrear-signos-vitales-de-pacientes/1910167>
- tuelectronica. (04 de febrero de 2016). *tuelectronica*. Obtenido de tuelectronica: <https://tuelectronica.es/que-es-la-protoboard/>
- valentinalopez. (s.f.). <https://es.calameo.com/books>.
- Yeppez, J. (24 de marzo de 2014). Obtenido de <https://jovannayeppez.wordpress.com/2014/03/24/caracteristicas-de-los-pines-de-la-lcd-16x2/>

# Anexos

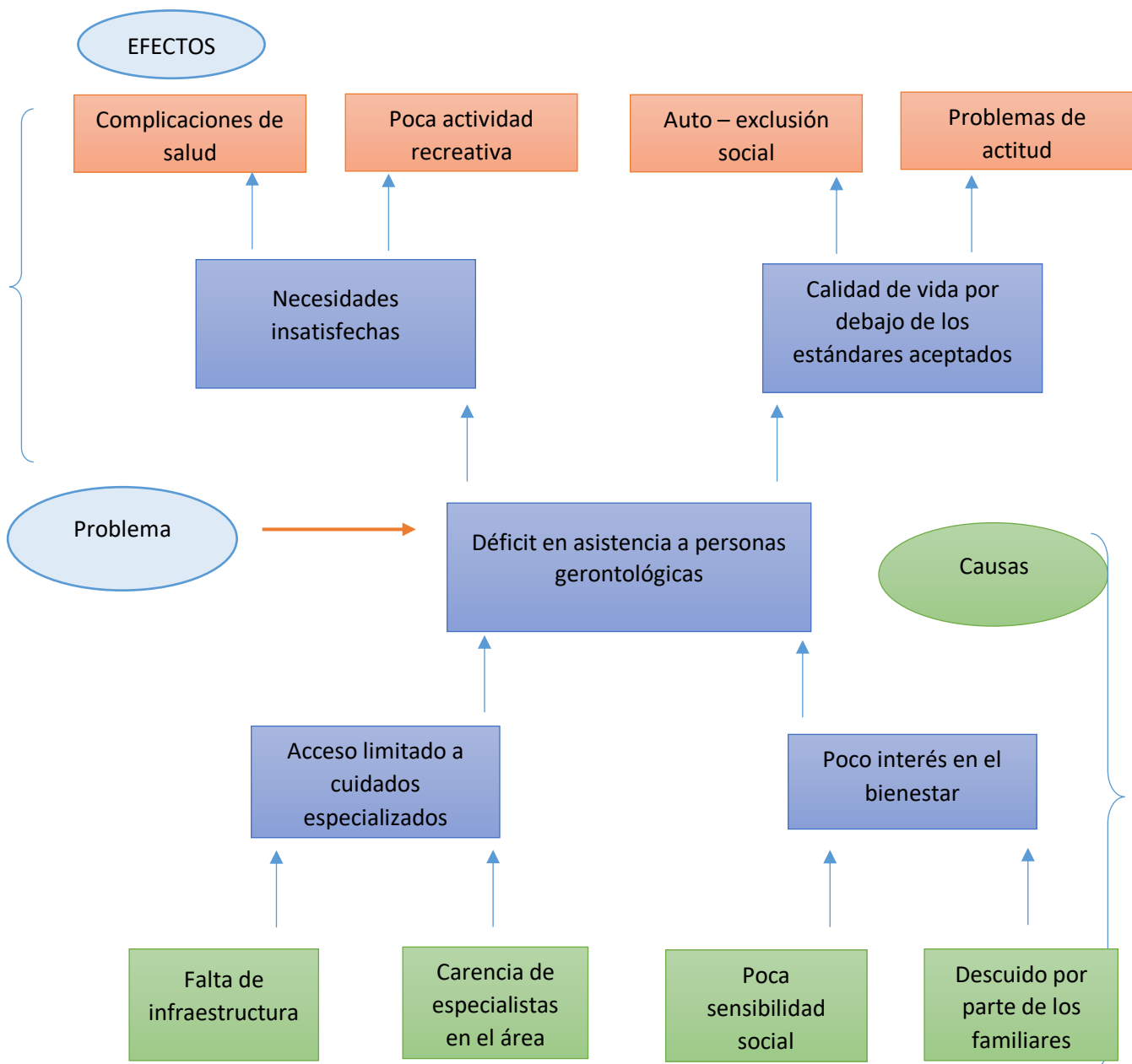
## MATRIZ FODA

MATRIZ FODA	
<p><b>F</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atención en el monitoreo de signos vitales y alerta temprana.</li> <li>• Libre de competidores.</li> <li>• Autosustentable.</li> <li>• Atención y difusión de información que ayudara a minimizar las tensiones familiares del cantón.</li> </ul>	<p><b>O</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Servicio necesario para comunidades.</li> <li>• Primer centro de asistencia gerontológica en el cantón.</li> <li>• Apoyo de instituciones gubernamentales y no gubernamentales.</li> </ul>
<p><b>D</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atención de baja calidad.</li> <li>• Mala administración.</li> <li>• Inadecuadas técnicas al instruir a los familiares de los adultos mayores.</li> </ul>	<p><b>A</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No contar con apoyo de instituciones.</li> <li>• Marketing deficiente que impida captar la atención de las familias del cantón.</li> <li>• Usuarios insatisfechos.</li> </ul>

*Tabla 15 Matriz Foda*

Desarrollo por: cesar Andrade

## ARBOL DE PROBLEMA



*Ilustración -39Arbol de Problema*

Desarrollado por: Cesar Andrade

## PARTE EXTERNA DEL CENTRO GERONTOLÓGICO DE BABAHOYO

fachada exterior izquierdo



*Ilustración-40 Fachada exterior izquierdo*



fachada exterior central



*Ilustración-41 Fachada exterior central*

## **PARTE INTERNA DEL CENTRO GERONTOLOGICO DE BABAHOYO**

### Área de comedor y cocina para los pacientes



*Ilustración-42* Área de comedor y cocina para los pacientes

### sala de descanso para los pacientes



*Ilustración -43* Sala de descanso para los pacientes

## **Entrevista al doctor del Centro Gerontológico del Buen Vivir de la Ciudad de Babahoyo**

**1.- ¿Cuáles son los cuatro signos vitales que ustedes toman como referencia en los pacientes del centro gerontológico del buen vivir de Babahoyo?**

- La temperatura corporal;
- El pulso;
- La frecuencia respiratoria (ritmo respiratorio);
- La presión arterial (si bien no se considera a la presión arterial como un signo vital, por lo general se la controla junto con los signos vitales).

**2.- ¿Cuál estima usted que debe ser el pulso cardiaco que deben tener los adultos mayores que se encuentran en la institución?**

60 años: 160 latidos por minuto.

70 años: 150 latidos por minuto.

**3.- ¿Cuál es el procedimiento para medir la frecuencia cardiaca en el centro gerontológico?**

La frecuencia cardiaca también se puede medir con ciertos aparatos electrónicos, que están especialmente indicados para tomarla cuando se está realizando una actividad física.

Se trata de los conocidos como pulsímetros, aunque su nombre más correcto es el de frecuencímetro cardiaco

**4.- ¿Cuáles son las afecciones principales que puede alterar la temperatura corporal del adulto mayor?**

- Temperatura ambiental
- Poca hidratación del adulto mayor

**5.- ¿Cuál es el BPM óptimo que debe tener los adultos mayores que frecuentan en el centro gerontológico?**

50 años: 170 latidos por minuto.

60 años: 160 latidos por minuto.

70 años: 150 latidos por minuto.