



**Implementación de un equipo de medición de temperatura corporal con indicaciones por voz utilizando la plataforma de creación electrónica de código abierto Arduino para los clientes de locales comerciales.**

Aguirre Verdesoto, Esteban Ricardo

Departamento de Eléctrica y Electrónica.

Carrera de Tecnología en Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica.

Monografía, previo a la obtención de título de Tecnólogo en Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica

Ing. Cajas Buenaño, Mildred Lisseth

17 de marzo del 2021



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

**CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que la monografía, “IMPLEMENTACIÓN DE UN EQUIPO DE MEDICIÓN DE TEMPERATURA CORPORAL CON INDICACIONES POR VOZ UTILIZANDO LA PLATAFORMA DE CREACIÓN ELECTRÓNICA DE CÓDIGO ABIERTO ARDUINO PARA LOS CLIENTES DE LOCALES COMERCIALES” fue realizado por el señor **Esteban Ricardo Aguirre Verdesoto**, la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 17 de marzo de 2021

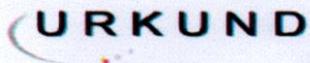
Firma:

Ing. Cajas Buenaño, Mildred Lisseth

C.C: 0503497604

## Reporte de verificación

## REPORTE DE VERIFICACIÓN



## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** TESIS AGUIRRE VERDESOTO ESTEBAN.pdf (D98544287)  
**Submitted:** 3/16/2021 4:32:00 PM  
**Submitted By:** eraguirre3@espe.edu.ec  
**Significance:** 8 %

## Sources included in the report:

Tesis para urkund.docx (D97674812)  
<https://docplayer.es/59964684-Centro-universitario-uaem-texcoco.html>  
<https://tecmikro.com/arduino/618-arduino-uno-r3.html>  
<http://robots-argentina.com.ar/didactica/tag/linea-arduino/>  
<https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/3704/Informe-Proyecto%20Final-Lombardo-Tentor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>  
<https://descubrearduino.com/arduino-uno/>

## Instances where selected sources appear:

9

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Mildred Lisseth", written over a horizontal dotted line.

Ing. Cajas Buenaño, Mildred Lisseth

C.C: 0503497604



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Aguirre Verdesoto, Esteban Ricardo**, con cédula de ciudadanía N° 1719518555 declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“Implementación de un equipo de medición de temperatura corporal con indicaciones por voz utilizando la plataforma de creación electrónica de código abierto Arduino para los clientes de locales comerciales”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 17 de marzo de 2021

Firma



.....  
Aguirre Verdesoto Esteban Ricardo

C.C.: 1719518555



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN Y AVIÓNICA

**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo Aguirre Verdesoto, Esteban Ricardo, con cédula de ciudadanía N° 1719518555, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía **“Implementación de un equipo de medición de temperatura corporal con indicaciones por voz utilizando la plataforma de creación electrónica de código abierto Arduino para los clientes de locales comerciales “**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 17 de marzo de 2021

Firma

Aguirre Verdesoto Esteban Ricardo

C.C.: 1719518555

**Dedicatoria**

Este trabajo de titulación lo quiero dedicar a mi madre Ruth que gracias a su esfuerzo y dedicación siempre me ha guiado por el buen camino, a mi hermana Cristina que a pesar de ser unos años menor siempre ha sido un ejemplo, pero especialmente a mis hijos Tomás y Joaquín que han sido desde el primer día de clases mi mayor motivación para crecer como persona y profesional.

**AGUIRRE VERDESOTO, ESTEBAN RICARDO**

## **Agradecimiento**

Quiero agradecer a Dios que siempre ha guiado mi camino y me ha bendecido a través de mi madre, además a todas las personas que colaboraron desde el principio de mi carrera hasta el último día.

A “Clip Papelería” que me permitieron desarrollar mi proyecto dentro de sus instalaciones en la ciudad de Quito.

También quiero agradecer a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE que a través de sus docentes me han impartido su conocimiento en el trayecto de mis estudios.

**AGUIRRE VERDESOTO, ESTEBAN RICARDO**

**Tabla de contenidos**

<b>Carátula.....</b>	<b>1</b>
<b>Certificación .....</b>	<b>2</b>
<b>Reporte de verificación .....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de auditoría .....</b>	<b>4</b>
<b>Autorización de publicación.....</b>	<b>5</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>6</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>7</b>
<b>Tabla de contenidos .....</b>	<b>8</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>12</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>13</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>16</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>17</b>
<b>Generalidades .....</b>	<b>18</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>18</b>
<b>Planteamiento del problema.....</b>	<b>19</b>
<b>Justificación e importancia.....</b>	<b>20</b>
<b>Objetivos.....</b>	<b>20</b>
<b><i>Objetivo general.</i> .....</b>	<b>20</b>
<b><i>Objetivos específicos.</i> .....</b>	<b>20</b>

Alcance.....	21
Fundamentación teórica .....	22
Normas de Bioseguridad para empresas.....	22
<i>Medidas de Bioseguridad al Ingreso y Fuera del Local Comercial.....</i>	<i>23</i>
Temperatura Corporal. ....	23
Termómetro Corporal. ....	24
<i>Termómetro Digital.....</i>	<i>25</i>
<i>Termómetro Infrarrojo No Invasivo Digital.....</i>	<i>26</i>
<i>Características del Sensor GY-906. ....</i>	<i>27</i>
Arduino.....	28
<i>Arduino UNO.....</i>	<i>29</i>
<i>Programación en un Arduino.....</i>	<i>31</i>
<i>Entradas y Salidas del Arduino UNO.....</i>	<i>31</i>
Periféricos del equipo de Medición. ....	33
<i>Sensor de Ultrasonido HCSR04.....</i>	<i>33</i>
<i>Amplificador PAM8403. ....</i>	<i>34</i>
<i>Parlante Altavoz.....</i>	<i>36</i>
<i>Pantalla OLED I2C. ....</i>	<i>36</i>
<i>Modulo Tarjeta SD.....</i>	<i>38</i>
Desarrollo del tema. ....	39

	10
<b>Programación en Arduino.....</b>	<b>40</b>
<i>Código de Programación.....</i>	<i>40</i>
<i>Funcionamiento del Programa. ....</i>	<i>45</i>
<b>Elaboración de Indicaciones Auditivas.....</b>	<b>46</b>
<i>Guión de Grabación. ....</i>	<i>46</i>
<i>Proceso de grabación.....</i>	<i>48</i>
<i>Rangos de respuesta auditiva. ....</i>	<i>49</i>
<i>Periférico de Tarjeta SD.....</i>	<i>49</i>
<b>Conexiones del Equipo. ....</b>	<b>50</b>
<b>Comprobación del Circuito en Protoboard.....</b>	<b>51</b>
<b>Diseño de la estructura. ....</b>	<b>52</b>
<i>Lado frontal del equipo.....</i>	<i>52</i>
<i>Lado lateral derecho del equipo.....</i>	<i>53</i>
<i>Lado trasero del equipo.....</i>	<i>54</i>
<b>Construcción del equipo de medición. ....</b>	<b>55</b>
<i>Montaje de la tarjeta Arduino y sus periféricos.....</i>	<i>55</i>
<b>Funcionamiento del Equipo.....</b>	<b>58</b>
<i>Encendido del Equipo.....</i>	<i>58</i>
<i>Mensaje de Inicio.....</i>	<i>59</i>
<i>Mensaje de Bienvenida.....</i>	<i>60</i>

	11
<b><i>Toma de Temperatura Corporal.....</i></b>	<b>61</b>
<b><i>Rango de Temperatura 36°C a 37.2°C.....</i></b>	<b>62</b>
<b><i>Rango de Temperatura 37.3°C a 49°C.....</i></b>	<b>62</b>
<b><i>Rango de Temperatura Inferior a 20°C.....</i></b>	<b>63</b>
<b><i>Rango de Temperatura Superior a 50°C.....</i></b>	<b>64</b>
<b><i>Botón de Reset.....</i></b>	<b>65</b>
<b><i>Control de Volumen.....</i></b>	<b>66</b>
<b><i>Apagado del equipo.....</i></b>	<b>67</b>
<b>Puesta en operación del equipo.....</b>	<b>67</b>
<b><i>Toma de Temperatura Corporal a Clientes.....</i></b>	<b>68</b>
<b><i>Respuesta Auditiva del Equipo de Medición.....</i></b>	<b>69</b>
<b><i>Proceso de Bioseguridad Aplicado.....</i></b>	<b>69</b>
<b>Conclusiones y recomendaciones.....</b>	<b>70</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>70</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>72</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>73</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>75</b>

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Temperatura Corporal detallada</i> .....	24
<b>Tabla 2</b> <i>Especificaciones del Sensor GY-906</i> .....	27
<b>Tabla 3</b> <i>Especificaciones de la Placa Arduino UNO</i> .....	30
<b>Tabla 4</b> <i>Especificaciones del Sensor de Ultrasonico HC-SR04</i> .....	34
<b>Tabla 5</b> <i>Especificaciones del Amplificador PAM8403</i> .....	35
<b>Tabla 6</b> <i>Especificaciones de la Pantalla OLED I2C</i> .....	37
<b>Tabla 7</b> <i>Especificaciones del Módulo SD CARD</i> .....	38
<b>Tabla 8</b> <i>Guión de Grabación</i> .....	46
<b>Tabla 9</b> <i>Detalle de Conexiones</i> .....	51

**Índice de figuras**

<b>Figura 1</b> <i>Termómetro Digital Mediante Resistencia</i> .....	25
<b>Figura 2</b> <i>Termómetro Infrarrojo No Invasivo Digital</i> .....	26
<b>Figura 3</b> <i>Sensor GY-906</i> .....	27
<b>Figura 4</b> <i>Icono de Arduino</i> .....	28
<b>Figura 5</b> <i>Placa de Arduino UNO</i> .....	29
<b>Figura 6</b> <i>Mapa de Pines de ATmega168</i> .....	32
<b>Figura 7</b> <i>Sensor HC-SR04</i> .....	33
<b>Figura 8</b> <i>Amplificador PAM8403</i> .....	35
<b>Figura 9</b> <i>Altavoz AIWA</i> .....	36
<b>Figura 10</b> <i>Pantalla Oled I2C</i> .....	37
<b>Figura 11</b> <i>Modulo Tarjeta SD</i> .....	38
<b>Figura 12</b> <i>Esquema Gráfico</i> .....	39
<b>Figura 13</b> <i>Software Arduino IDE</i> .....	40
<b>Figura 14</b> <i>Programación Detallada</i> .....	41
<b>Figura 15</b> <i>Programación de Bienvenida</i> .....	42
<b>Figura 16</b> <i>Detalles de Programa</i> .....	43
<b>Figura 17</b> <i>Detalles de Programa</i> .....	44
<b>Figura 18</b> <i>Diagrama de Flujo del Programa</i> .....	45
<b>Figura 19</b> <i>Proceso de Grabación</i> .....	48

	14
<b>Figura 20</b> <i>Modulo Tarjeta SD</i> .....	49
<b>Figura 21</b> <i>Diagrama de Conexiones</i> .....	50
<b>Figura 22</b> <i>Pruebas de funcionamiento</i> .....	51
<b>Figura 23</b> <i>Lado frontal equipo de medición</i> .....	52
<b>Figura 24</b> <i>Lado derecho equipo de medición</i> .....	53
<b>Figura 25</b> <i>Lado trasero equipo de medición</i> .....	54
<b>Figura 26</b> <i>Estructura del Equipo</i> .....	55
<b>Figura 27</b> <i>Parte Derecha de la estructura</i> .....	56
<b>Figura 28</b> <i>Periféricos de la parte frontal interna</i> .....	57
<b>Figura 29</b> <i>Periféricos de la parte frontal externa</i> .....	57
<b>Figura 30</b> <i>Encendido del Equipo</i> .....	58
<b>Figura 31</b> <i>Equipo encendido</i> .....	59
<b>Figura 32</b> <i>Mensaje de Inicio</i> .....	59
<b>Figura 33</b> <i>Mensaje de Bienvenida</i> .....	60
<b>Figura 34</b> <i>Tomando temperatura</i> .....	61
<b>Figura 35</b> <i>Temperatura 36.2°C</i> .....	62
<b>Figura 36</b> <i>Temperatura 37.5°C</i> .....	63
<b>Figura 37</b> <i>Temperatura 1.4°C</i> .....	64
<b>Figura 38</b> <i>Temperatura 154.6°C</i> .....	65
<b>Figura 39</b> <i>Botón Reset</i> .....	66

<b>Figura 40</b> <i>Local Comercial “Clip Papelería”</i> .....	67
<b>Figura 41</b> <i>Cliente utilizando el equipo</i> .....	69

**Resumen.**

El presente proyecto de titulación es la implementación de un equipo de medición de temperatura corporal con indicaciones por voz para los clientes del local comercial “Clip Papelería”, el mismo que utiliza un sensor infrarrojo que mide temperatura corporal sin contacto que se activa mediante un sensor de proximidad programado a 2 cm. de distancia, los valores medidos de temperatura corporal se verán reflejados en una pantalla OLED y reproducidos los respectivos comandos de voz según la temperatura tomada. Estos dos sensores están conectados a una tarjeta Arduino mediante los pines digitales SCL(clock), SDA(data) sensor infrarrojo y 5,6 sensor proximidad, la cual activa los comandos de voz y ejecutados desde una Micro SD Card, los rangos de trabajo programados son menor de 20C° y mayor de 50C° el comando de voz ejecutado indica que la medición no es de un humano promedio, si el rango de temperatura obtenido se mantiene entre mayor a 20C° e inferior 49C° el comando de voz ejecutado indica el valor de medición tomado, si la medición del sensor arroja valores entre 36C° a 37.2C° se ejecuta un comando adicional de voz al de la temperatura que indica que el cliente tiene una temperatura normal y debe mantenerse saludable esto permite que el cliente ingrese al interior de local por último si la temperatura tomada es superior a los 37.2C° el comando de voz ejecutado será un advertencia que el cliente tiene temperatura y debe acudir a un médico esto sirve para detectar una posible afección médica relacionada con el COVID-19.

Palabras clave:

- **EQUIPO DE MEDICIÓN CORPORAL**
- **ARDUINO**
- **TEMPERATURA CORPORAL**

**Abstract.**

This degree project is the implementation of a body temperature measurement equipment with voice prompts for customers of the “Clip Papelería” business premises, the same one that uses an infrared sensor that measures body temperature without contact that is activated by a sensor proximity programmed at 2 cm. away, the measured values of body temperature will be reflected on an OLED screen and the respective voice commands will be reproduced according to the temperature taken. These two sensors are connected to an Arduino board through the digital pins SCL (clock), SDA (data) infrared sensor and 5,6 proximity sensor, which activates the voice commands and executed from a Micro SD Card, the working ranges The programmed values are less than 20C ° and greater than 50C ° the executed voice command indicates that the measurement is not from an average human, if the temperature range obtained remains between greater than 20C ° and less than 49C ° the executed voice command indicates the measurement value taken, if the sensor measurement shows values between 36C ° to 37.2C ° an additional voice command is executed to the temperature that indicates that the customer has a normal temperature and should be kept healthy this allows the customer to enter Finally, inside the premises, if the temperature taken is higher than 37.2 ° C, the voice command executed will be a warning that the customer has a temperature and should see a doctor, this serves to detect a possible medical condition. ca related to COVID-19.

Key words:

- **BODY MEASUREMENT EQUIPMENT**
- **ARDUINO**
- **BODY TEMPERATURE**

## **CAPÍTULO I**

### **1. Generalidades**

#### **1.1. Antecedentes.**

A partir de los acontecimientos ocurridos en diciembre de 2019 con el inicio de la pandemia mundial COVID-19, las medidas de bioseguridad y la tecnología en el campo médico han avanzado a gran escala para combatir la enfermedad y evitar más decesos a nivel mundial.

El desarrollo de la tecnología enfocado al campo de la salud es de suma importancia en los actuales momentos, por esta razón el Señor Adrián Leonel Cuenca Vicente de la Universidad Politécnica Salesiana del Ecuador en el año 2014. En su proyecto de graduación titulado “Diseño y construcción de un prototipo de lámpara de fototerapia con sistema de control digital para tratamiento de ictericia en neonatos”, determinó que la selección de la tecnología de iluminación idónea (Led) para la lámpara; además de un minucioso estudio lumínico de los niveles de radiación lumínica, son necesarios para una fototerapia exitosa, y fundamentales en el diseño del prototipo. (Cuenca, 2014)

En la Universidad de San Buenaventura Cali de Colombia, Murcia Javier Augusto y Buitrago Juan David en el año 2014. En su proyecto de grado titulado “Sistema Electrónico Para Monitoreo Y Alerta De Temperatura Corporal” se determinó una forma práctica y eficiente el monitoreo de la temperatura en seres humanos, con el sistema electrónico innovador y diferente a lo existente en el mercado, debido a que no existe un embebido electrónico con las características del dispositivo, el cual alerte de

manera inalámbrica al encargado y/o por medio de un mensaje de texto en caso de tener fiebre. (Murcia & Buitrago, 2014)

Por consiguiente, una de las normas de bioseguridad aplicados en el ingreso de los locales comerciales es designar a una persona encargada de la toma de temperatura corporal a sus clientes y verificar que no contengan una enfermedad gripal o COVID-19, ya que la temperatura es un indicador de enfermedad en el cuerpo humano. En consecuencia, es menester desarrollar un equipo de medición de temperatura corporal con indicaciones por voz para evitar el contacto entre personas y contribuir a la no propagación del virus.

## **1.2. Planteamiento del problema.**

La empresa “Clip Papelería” fue creada para ofrecer productos de carácter escolar, de oficina y académicos entregando calidez en su servicio de atención al cliente, misma empresa que cuenta con varias sucursales en la ciudad de Quito.

La empresa posee protocolos de bioseguridad que se exigen en los actuales momentos para evitar la propagación de la enfermedad COVID-19, uno de estos es la toma de temperatura al momento de ingresar al local comercial, esto ha dado lugar al contacto entre el cliente y personal de la empresa pudiendo así provocar la transmisión del virus.

Por tal motivo la implementación de un equipo de medición de temperatura corporal con indicaciones por voz, evitará el contacto cercano entre clientes y personal, así el equipo interactúa con el cliente midiendo su temperatura corporal e indicando mediante voz el valor obtenido y una frase de aprobación o desaprobación de ingreso al local comercial.

### **1.3. Justificación e importancia.**

En los actuales momentos los termómetros digitales acompañados de personal quien los opera son de uso común en los ingresos a restaurantes, locales comerciales, cines, etc., es por esto que se ve la necesidad de emplear termómetros digitales sin contacto con interacción auditiva entre personas y equipo, mejorando la experiencia de atención al cliente en normas de bioseguridad y principalmente evitando transmisión de virus.

La implementación de estos equipos de medición de temperatura es de vital importancia para cumplir con normas de Bioseguridad que se exigen en los locales comerciales y será efectuado al ingreso de la empresa “Clip Papelería”, permitiendo a los clientes interactuar de manera innovadora a través de un sistema de prevención de contagios.

### **1.4. Objetivos.**

#### **1.4.1. Objetivo general.**

- Implementar un equipo de medición de temperatura corporal con indicaciones por voz utilizando la plataforma de creación electrónica de código abierto Arduino.

#### **1.4.2. Objetivos específicos.**

- Indagar información relacionada a los equipos medidores de temperatura corporal mediante Arduino.
- Diseñar la arquitectura del equipo de medición de temperatura corporal con indicaciones por voz mediante Arduino.
- Implementar el equipo de medición de temperatura corporal con indicaciones por voz en local comercial.

- Realizar análisis del comportamiento del cliente frente al equipo de medición por voz y muestra de resultados.

### **1.5. Alcance.**

El presente proyecto se realizará en el local comercial de la empresa “Clip Papelería” ubicado en la ciudad de Quito.

En el desarrollo de la práctica se generará un equipo de medición de temperatura corporal hombre máquina utilizando periféricos que se acoplan a la placa Arduino, la programación se realizará en el software Arduino, además se desarrollará las indicaciones auditivas de temperatura y estado de la persona que requiere ingresar a “Clip Papelería”.

Finalmente se desarrollará el equipo en base a las normas de bioseguridad que se exigen en la actualidad para el ingreso de clientes o personal a la empresa o local comercial midiendo su temperatura corporal y evitando el contacto cercano entre personas.

## CAPÍTULO II

### 2. Fundamentación teórica

#### 2.1. Normas de Bioseguridad para empresas.

Se recomienda para evitar la propagación del COVID-19 estas adecuaciones y controles siguientes:

- Medir temperatura con termómetros infrarrojos (mide sin contacto) a los clientes y trabajadores.
- Se sugiere instalar llaves con control de flujo automático en los servicios higiénicos esto evitará el contacto de quienes se laven las manos dentro del local comercial.
- Instalar en los servicios higiénicos dispensadores de jabón de flujo automático para los empleados del local comercial.
- Colocar dispensadores de gel alcohol al 70% para empleados y clientes.
- Ayudar para que la ventilación del local comercial pueda circular aire ventanas abiertas y evitar espacios cerrados.
- Instalar dispensadores de toalla de papel en los servicios higiénicos al alcance de los empleados y clientes.
- Se debe adecuar los espacios que reciben al cliente para garantizar el distanciamiento social.
- Es recomendable instalar protectores de acrílicos en las estaciones de trabajo o cajas de cobro.
- En el ingreso del local comercial se debe colocar alfombras desinfectantes para colaboradores y clientes.

- Evitar las aglomeraciones dentro del local y mantener el aforo no mayor al 30% de su capacidad.
- La señalética que facilita el distanciamiento entre clientes y colaboradores se debe colocar en desde los exteriores del local comercial hasta el piso al interior.
- Se sugiere implementar la atención por turnos cuando la afluencia de clientes sea alta. (Cámara de Comercio de Quito, 2020, págs. 34-36)

### ***2.1.1. Medidas de bioseguridad al ingreso y fuera del local comercial.***

A continuación, se detallan las medidas de bioseguridad requeridas para el funcionamiento de los locales comerciales en la ciudad de Quito.

- Para garantizar el distanciamiento social mínimo de 2 metros entre personas el local comercial debe asignar a colaboradores que eviten las aglomeraciones.
- Cuando los locales comerciales se puedan atender con un colaborador se sugiere que la entrada se mantenga cerrada con letreros informativos que indiquen la atención por turnos.
- En la parte exterior del local comercial se debe colocar letreros informativos referente a las normas de bioseguridad que se aplican dentro del establecimiento aprobado por entidades correspondientes. (Cámara de Comercio de Quito, 2020, págs. 36,37)

### **2.2. Temperatura Corporal.**

La temperatura corporal del ser humano cambia según las actividades realizadas, la edad y el momento del día. Un promedio de temperatura corporal

aceptado como normal es 37°C. En diferentes investigaciones se considera un rango de temperatura “normal” entre los 36.1°C hasta los 37.2°C.

Un valor superior de 38°C de temperatura corporal se puede considerar como fiebre y esto es un indicativo de una enfermedad o infección. Por lo general, la temperatura corporal cambia durante el día. (American Accreditation HealthCare Commission, 2021)

**Tabla 1**

*Temperatura Corporal detallada.*

<b>TIPO</b>	<b>VALOR</b>
<b>Hipotermia</b>	Desde 35°C a menos de 17°C
<b>Temperatura Normal</b>	Desde 36°C a 37.2°C
<b>Fiebre</b>	Desde 37.3°C hasta 41.5°C

*Nota:* Se indica el tipo de temperatura corporal según los valores medidos.

### **2.3. Termómetro Corporal.**

El termómetro se diseñó para recibir los cambios de temperatura y representarlos mediante valores que se puedan leer, mostrados en números en pantalla, receptando distintos colores en imagen, etc.

Existen diferentes tipos de termómetros que se pueden dividir dependiendo de su funcionamiento y su manera de expresar. En el campo clínico encontraremos termómetros muy útiles que medirán con alta precisión.

Algunos están destinados a la industria porque pueden leer temperaturas muy altas que el cuerpo humano no produce y son muy costosos. (MedicoPlus, 2020)

### **2.3.1. Termómetro Digital.**

En el mundo clínico los termómetros digitales son los más usados y han reemplazado a los termómetros de mercurio al ser tóxicos. Estos termómetros miden mediante recepción de energía a través de una resistencia. A continuación, esta energía se traduce en valores eléctricos que son representados en números mediante una pantalla.

Para los usuarios les resulta ser muy amigable el uso aparte de ser económicos. Se utiliza en cualquier parte del cuerpo humano y su precisión es muy exacta, detectando valores decimales en pocos minutos. (MedicoPlus, 2020)

#### **Figura 1**

*Termómetro Digital Mediante Resistencia.*



*Nota:* Recuperado de Médico, Tipos de termómetros. (MedicoPlus, 2020)

### **2.3.2. Termómetro Infrarrojo No Invasivo Digital.**

La principal diferencia de los termómetros infrarrojos es que miden la temperatura corporal sin contacto. Estos no funcionan mediante cambio de propiedades térmicas de un líquido o cambios en la energía de una resistencia eléctrica, más bien detectan la radiación que emiten los cuerpos.

El termómetro detecta las variaciones de la radiación infrarroja que emite el cuerpo humano, la misma que varía según nuestra temperatura. Por lo tanto, cuando la temperatura corporal es superior a la normal (verificar valores Tabla 1), es directamente proporcional a la radiación infrarroja, esta señal analógica lo convierte en digital que se refleja en un display. (MedicoPlus, 2020)

#### **Figura 2**

*Termómetro Infrarrojo No Invasivo Digital.*



*Nota:* Recuperado de Adtemp™ Sin-Contacto Termómetro. (Atemp™, 2020)

### 2.3.3. Características del Sensor GY-906.

Este es un sensor de temperatura IR (infrarrojo) sin contacto, que detecta valores entre 70°C - 380°C y tiene una resolución de 0,02 ° C. Este periférico utiliza el Sensor de temperatura MLX906. (Wiltronics, 2011)

#### Figura 3

Sensor GY-906.



*Nota:* Recuperado de Non-Contact Infrared Temperature Sensor GY-906. (Wiltronics, 2011)

#### Tabla 2

*Especificaciones del Sensor GY-906.*

Especificaciones	
<b>Alimentación</b>	5V
<b>Modelo</b>	GY-906
<b>Sensor</b>	MLX90614
<b>Temperatura de Operación</b>	40°C -125°C
<b>Rango de Detección de Temperatura</b>	Desde 70°C hasta -380°C
<b>Resolución de Medición (Salida PWM)</b>	0.14°C

---

<b>Especificaciones</b>	
<b>Resolución de Medición (Salida TWI)</b>	0.02°C
<b>Color</b>	Azul
<b>Material</b>	Inmersión Gold PCB
<b>Peso</b>	3g

---

*Nota:* Recuperado del cuadro de especificaciones. (Wiltronics, 2011)

#### **2.4. Arduino.**

La plataforma electrónica de código abierto Arduino que se basa en hardware y software amigable con el usuario. La placa de Arduino lee entradas midiendo distancia o la temperatura de un sensor y convirtiéndola en salidas que activan motores o encendiendo un LED. Recapta instrucciones al microcontrolador de la placa. Este utiliza lenguaje de programación Arduino y el software Arduino IDE (Integrated Development Environment). (Arduino, 2018)

#### **Figura 4**

*Icono de Arduino.*



*Nota:* Tomado de la página oficial de Arduino IDE. (Arduino, 2018)

### 2.4.1. *Arduino UNO.*

Es un microcontrolador basado en el ATmega328P. Diseñado con 14 pines digitales de entrada/salida (seis se pueden programar como salidas PWM), seis entradas analógicas, un oscilador de 16MHz, con conexión USB, alimentación y botón de reinicio. (Arduino, 2018)

#### **Figura 5**

*Placa de Arduino UNO.*



*Nota:* Tomado de la página Oficial de Arduino IDE. (Arduino, 2018)

**Tabla 3***Especificaciones de la Placa Arduino UNO.*

<b>Especificaciones</b>	
<b>Microcontrolador</b>	ATmega328P
<b>Tensión de funcionamiento</b>	5v
<b>Voltaje de entrada (recomendado)</b>	7-12V
<b>Voltaje de entrada (límite)</b>	6-20V
<b>Pines de E/S digitales</b>	14 (de los cuales 6 proporcionan salida PWM)
<b>Pines de E/S digitales PWM</b>	6
<b>Pines de entrada analógica</b>	6
<b>Corriente de CC por pin de E/S</b>	20 mA
<b>Corriente DC para pin de 3.3V</b>	50 mA
<b>Memoria flash</b>	32 KB (ATmega328P) de los cuales 0,5 KB utilizados por el gestor de arranque
<b>Sram</b>	2 KB (ATmega328P)
<b>Eeprom</b>	1 KB (ATmega328P)
<b>Velocidad del reloj</b>	16 MHz
<b>LED_BUILTIN</b>	13

---

<b>Especificaciones</b>	
<b>Longitud</b>	68,6 mm
<b>Ancho</b>	53,4 mm
<b>Peso</b>	25 g

---

*Nota:* Tomado de la página Oficial de Arduino IDE. (Arduino, 2018)

#### **2.4.2. Programación en un Arduino.**

El software de programación Arduino IDE ayuda la escritura de código y su carga en la placa. Este software se utiliza con cualquier placa Arduino.

El ATmega328 del Arduino Uno tiene una programación previa con un gestor de arranque que le facilita crear un nuevo código sin el uso del programador de hardware externo. La comunicación que utiliza es el protocolo STK500. Además, omite el gestor de arranque y programa el microcontrolador con el encabezado ICSP (In-Circuit Serial Programming). (Arduino, 2018)

#### **2.4.3. Entradas y Salidas del Arduino UNO.**

Los 14 pines digitales del Arduino Uno se pueden programar como entradas o salidas, con los siguientes comandos `pinMode()`, `digitalWrite()` y `digitalRead()`. Utiliza 5 voltios. Cada uno de los pines entregan o reciben 20mA como recomendación y su resistencia es de 20-50k ohmios. Además, un máximo de 40mA es el valor que no debe excederse en ningún pin de entrada/salida indica el fabricante. (Arduino, 2018)

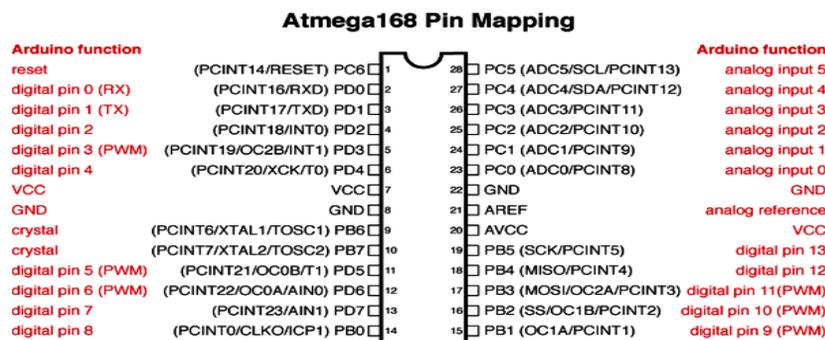
A continuación, se detallan las especificaciones de algunos pines:

- Serie: 0 (RX) y 1 (TX). Recibe (RX) y transmite (TX) datos en serie TTL. Estos pines están conectados al ATmega.
- Los pines 2 y 3 sirven como interrupciones externas.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10 y 11. Proporciona una salida PWM de 8 bits con la función `analogWrite()`.
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Estos pines admiten la comunicación SPI.
- LED: 13. Hay un LED incorporado impulsado por el pin digital 13. Cuando el pin es de alto valor, el LED está encendido, cuando el pasador es BAJO, está apagado.
- TWI: Pasador A4 o SDA y pin A5 o SCL. Soporte de comunicación TWI utilizando la biblioteca de cables.

El Arduino Uno tiene 6 entradas analógicas, con los nombres A0 a A5, cada una de las cuales proporciona 10 bits de resolución. Por defecto miden de tierra a 5 voltios, aunque es posible cambiar el extremo superior de su rango utilizando el pin AREF y la función `analogReference()`.

## Figura 6

Mapa de Pines de ATmega168.



Nota: Tomado de la página Oficial de Arduino IDE. (Arduino, 2018)

## 2.5. Periféricos del equipo de Medición.

### 2.5.1. Sensor de Ultrasonido HCSR04.

El módulo de rango ultrasónico HC - SR04 puede medir en un rango entre 2 - 400 cm, la precisión puede ser de 3mm. El módulo incluye transmisores ultrasónicos, receptor y circuito de control.

El principio básico de trabajo:

- Usando el disparador IO para al menos 10us de señal de alto nivel.
- El módulo envía automáticamente ocho 40 kHz y detecta si hay una señal de pulso de vuelta.
- Si la señal de regreso, a través de un nivel alto, el tiempo de duración de E / S de salida alta es el tiempo desde el envío de ultrasonidos hasta el regreso.

Distancia de prueba = (tiempo de alto nivel  $\times$  velocidad del sonido (340 M / S) / 2. (ElecFreaks, 2011)

### Figura 7

Sensor HC-SR04.



Nota: Tomado de Product Features ElecFreaks (ElecFreaks, 2011).

**Tabla 4***Especificaciones del Sensor de Ultrasónico HC-SR04.*

<b>Especificaciones</b>	
<b>Voltaje de Operación</b>	5v DC
<b>Corriente de Operación</b>	15 mA
<b>Frecuencia de Trabajo</b>	40Hz
<b>Rango Máximo</b>	4mt
<b>Rango Mínimo</b>	2cm
<b>Angulo de Medición</b>	15 grados
<b>Trigger Señal de Entrada</b>	10us TTL pulso.
<b>Echo Señal de Salida</b>	Entrada de la señal de la palanca TTL y el rango en proporción
<b>Dimensiones</b>	45*20*15mm

*Nota:* Tomado de Product Features Elecbreaks (Elecbreaks, 2011)

### **2.5.2. Amplificador PAM8403.**

El módulo amplificador de sonido PAM8403 con una potencia de 3 W. Ofrece una reproducción de sonido de alta calidad. Este no tiene filtro y permite que el dispositivo controle el altavoz.

Con la misma cantidad de componentes externos, la eficiencia del PAM8403 es mejor otros de la misma clase. (Power Analog Microelectronics, 2008)

**Figura 8***Amplificador PAM8403*

*Nota:* Tomado del Data Sheet de PAM. (Power Analog Microelectronics, 2008)

**Tabla 5***Especificaciones del Amplificador PAM8403.*

<b>Especificaciones</b>	
<b>Voltaje de Operación</b>	2.5 a 5.5V DC
<b>Potencia de Salida</b>	3W
<b>Relación señal a ruido (SNR)</b>	90db
<b>Eficiencia</b>	Mayor 90%
<b>Rango Mínimo</b>	2cm
Apagado térmico	
Bajo ruido superior	
Protección para corto circuitos	
No requiere filtro	

*Nota:* Tomado del Data Sheet de PAM. (Power Analog Microelectronics, 2008)

### **2.5.3. Parlante Altavoz.**

Este es un transductor electroacústico que su principio de funcionamiento es la conversión de energía eléctrica en acústica se los puede encontrar en radios, televisión y todo aparato electrónico que emita sonidos, se los puede encontrar de diferentes potencias y resistencia por último posee dos terminales positivo y tierra.

#### **Figura 9**

*Altavoz AIWA.*



*Nota:* Parlantes altavoces AIWA 3W y 7ohm.

### **2.5.4. Pantalla OLED I2C.**

Las pantallas OLED (Organic light-emitting diode) se utiliza en los proyectos de electrónica mediante Arduino. Un OLED es un tipo de LED en el que la capa emisiva está formada por un compuesto orgánico que emite luz en respuesta a la electricidad.

(Vishay, 2016)

**Figura 10***Pantalla Oled I2C.*

*Nota:* Tomado del Data Sheet de VISHAY. (Vishay, 2016)

**Tabla 6***Especificaciones de la Pantalla OLED I2C.*

<b>Especificaciones</b>	
<b>Tipo</b>	Display Oled
<b>Resolución</b>	128x64 1.3 Pulgadas
<b>Monocromo</b>	Píxeles Blancos
<b>Driver</b>	SH1106
<b>Interfaz</b>	I2C (Dirección I2C: 0X3C)
<b>Pines</b>	4(VDD, GND, SCK , SDA)
<b>Dimensiones</b>	35*33*3mm
<b>Voltaje de operación</b>	3-5.5V DC

*Nota:* Tomado del Data Sheet de VISHAY. (Vishay, 2016)

### 2.5.5. Módulo Tarjeta SD.

Este módulo nos ayuda con la lectura y escritura de una tarjeta de memoria SD controlada con Arduino. Mediante la programación, se puede leer y escribir en la tarjeta, además se puede utilizar como reproducción de archivos de audio como WAV (Waveform) en el que se utiliza en este equipo. (AG Electrónica, 2018)

**Figura 11**

*Módulo Tarjeta SD.*



*Nota:* Tomado del Data Sheet de AG Electrónica. (AG Electrónica, 2018)

**Tabla 7**

*Especificaciones del Módulo SD CARD.*

<b>Especificaciones</b>	
<b>Voltaje de operación</b>	3-5.5V DC
<b>Dimensiones</b>	51*30*4mm
<b>Color</b>	Azul
<b>Peso Neto</b>	10g

*Nota:* Tomado del Data Sheet de AG Electrónica. (AG Electrónica, 2018).

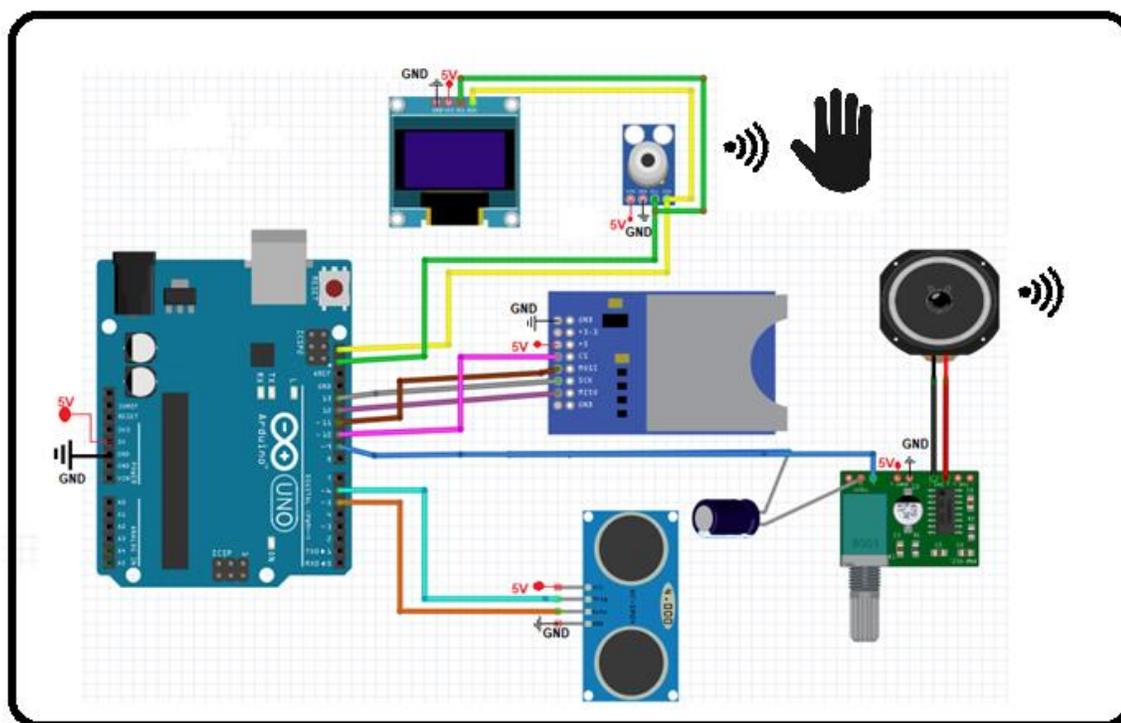
## CAPÍTULO III

### 3. Desarrollo del tema.

En el siguiente capítulo se describe la implementación de un equipo de medición de temperatura corporal con indicaciones por voz para locales comerciales utilizando la placa Arduino UNO, sensor infrarrojo, sensor de proximidad, módulo amplificador de sonido y MicroSD, se detalla el diseño de la estructura y su funcionamiento.

**Figura 12**

*Esquema Gráfico*



*Nota:* Esquema gráfico realizado en Fritzing.



## Figura 14

### Programación Detallada.

```

1 #include <SD.h> // SDCARD
2 #define SD_ChipSelectPin 10 // SDCARD
3 #include <TMRpcm.h> // ARCHIVO WAV
4 #include <Adafruit_MLX90614.h> // SENSOR TEMPERATURA
5 //PANTALLA
6 #include "SSD1306Ascii.h"
7 #include "SSD1306AsciiAvrI2c.h"
8 #define I2C_ADDRESS 0x3C //
9 #define RST_PIN -1 //|
10
11 //PANTALLA
12 Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614(); //SENSOR TEMPERATURA
13 SSD1306AsciiAvrI2c oled; // LCD PANTALLA
14 TMRpcm tmrpcm; // AUDIO PLAY
15 double temp; // GRABA TEMPERTURA
16 const int TRIG = 6; //ULTRASONIDO
17 const int ECO = 5; //ULTRASONIDO
18 long tiempo;
19 int distancia;
20 int pasol = 0;
21
22

```

*Nota:* Se puede observar las librerías utilizadas para la pantalla OLED, el sensor GY-906, el sensor de HC-SR04, módulo SD Card y módulo amplificador, además de las variables declaradas para el uso del programa.

Figura 15

Programación de Bienvenida.

```

22
23 void setup(){
24 //PANTALLA
25 #if RST_PIN >= 1
26   oled.begin(&Adafruit128x64, I2C_ADDRESS, RST_PIN);
27 #else // RESET PIN 0
28   oled.begin(&Adafruit128x64, I2C_ADDRESS);
29 #endif // RST_PIN >= 1
30 // SE PUEDE CAMBIAR LA FRECUENCIA PREDETERMINADA
31   oled.setFont(Adafruit5x7);
32 //PANTALLA
33
34   tmrpcm.speakerPin = 9; //PIN 9 SALIDA DE AUDIO
35   Serial.begin(9600);
36   if (!SD.begin(SD_ChipSelectPin)) { // INDICACION DE SD CARD ERROR O CORRECTO
37     Serial.println("ERROR SD CARD");
38     Serial.println("CORRECTA SD");
39     oled.clear();
40     oled.set2X();
41     oled.println("ERROR SD");
42     return;
43   }
44   else{
45     Serial.println("OK SD CARD");
46     oled.clear();
47     oled.set2X();
48     oled.println("OK SD CARD");
49   }
50
51   {delay(1000);
52   tmrpcm.play("m_equipo.wav"); //AUDIO DE BIENVENIDA AL PRENDER EQUIPO O AL RESETEAR
53   tmrpcm.volume(1);
54   oled.clear();
55   oled.set2X();
56   oled.println("");
57   oled.println("  CLIP");
58   oled.set2X();
59   oled.println("");
60   oled.println(" PAPELERIA");
61   delay(8000);
62   oled.clear();
63   oled.set2X();
64   oled.println("");
65   oled.println("Bienvenidos");
66   oled.set2X();
67   oled.println("");
68   oled.println("  CLIP");
69   }
70   pinMode(TRIG, OUTPUT); // Establece el TRIG como salida
71   pinMode(ECO, INPUT); //Establece el ECO como una entrada
72   Serial.begin(9600);
73   mlx.begin(); //iniciar termómetro infrarrojo
74   delay(2000); //espera el audio de bienvenida
75 }
76

```

*Nota:* Se programa el mensaje de bienvenida que se puede visualizar en la pantalla

OLED además de dos indicaciones por voz de inicio.

**Figura 16***Detalles de Programa.*

```

109   oled.clear();
110   oled.set2X();
111   oled.println("");
112   oled.println(" Tu Temp:");
113   oled.set2X();
114   oled.println("");
115   oled.print(" ");
116   oled.print(temp,1);
117   oled.println(" C");
118
119   tmrpcm.play("m_sutemperatura.wav");
120   delay(2380);
121
122   if (temp<20){
123     tmrpcm.play("m_sobre20.wav");  //// indica por debajo de 20 grados
124     delay(3380);                  //// espera a que finalice el audio
125     tmrpcm.play("m_nohumano.wav"); // dice no eres un humano
126     delay(3300);                  //espera a que finalice el audio
127   }
128   else{
129     if (temp>50){
130       tmrpcm.play("m_sobre50.wav"); //indica que temperatura es superior a
131       delay(3340);
132       tmrpcm.play("m_nohumanowav"); //dice no eres un humano
133     }

```

*Nota:* Se programa las indicaciones por voz: normal entre 36°C hasta 37.2°C, temperatura alta superior a los 37.3°C, temperatura debajo de 20°C y temperatura superior a los 50°C este será reproducido mediante el parlante y visualizado en pantalla.

**Figura 17***Detalles de Programa.*

```

153 void speak_out(double temperature_result){
154
155     temperature_result = temperature_result*10;
156     temperature_result = round(temperature_result);
157     int temp0 = temperature_result;
158     int temp1 = temp0/10; //
159     int temp2 = temp1%10;
160     int temp3 = temp0%10; //
161
162     if(temp1<20){
163         tmrpcm.play("m_sobre20.wav");
164         delay(3340);
165     }
166     if(temp1>50){
167         tmrpcm.play("m_sobre50.wav"); //
168         delay(3380);
169     }
170     if((temp1>=20)&&(temp1<=29)){
171         tmrpcm.play("m_veinte.wav"); //
172         delay(850);
173     }
174     if((temp1>=30)&&(temp1<=39)){
175         tmrpcm.play("m_treinta.wav"); //
176         delay(900);

```

*Nota:* Se detalla las grabaciones que reproducirá el programa con el valor de temperatura.

### 3.1.2. Funcionamiento del Programa.

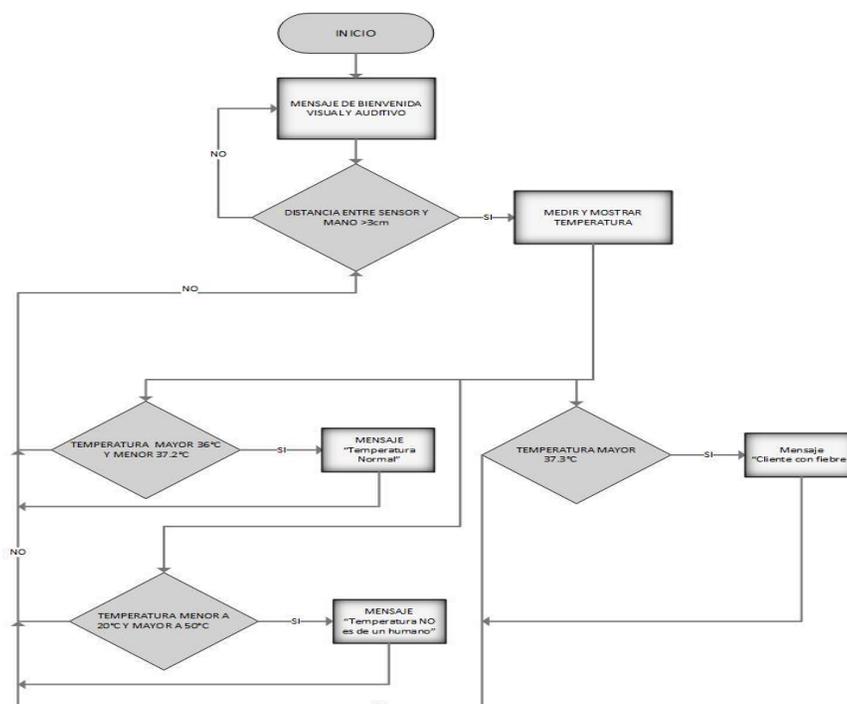
El funcionamiento del programa se basa en los siguientes pasos:

1. Al encender el equipo emite un mensaje de bienvenida tanto en la pantalla oled como una indicación por voz.
2. Se acerca la mano o frente al sensor de proximidad, el sensor de temperatura mide la temperatura al cliente que verá reflejada en la pantalla y escuchada mediante la indicación por voz.
3. El equipo queda a la espera de medir una nueva temperatura y seguir con el proceso.

El proceso se puede visualizar en el diagrama de flujo detallado a continuación.

**Figura 18**

*Diagrama de Flujo del Programa.*



*Nota:* Diagrama de flujo realizado en Visio.

### 3.2. Elaboración de Indicaciones Auditivas.

El equipo de medición de temperatura corporal emite indicaciones auditivas al momento de encender, cuando empieza la lectura de temperatura al cliente, indica la temperatura que se refleja en la pantalla oled y además dependiendo de la temperatura medida indica un mensaje adicional.

#### 3.2.1. Guión de Grabación.

El guión de grabación se realizó de acuerdo a las necesidades del equipo de medición al ser este con indicaciones auditivas se necesita una grabación previa de los mismos.

**Tabla 8**

*Guión de Grabación.*

TÍTULO	MENSAJE AUDITIVO
<b>Encendido del Equipo de Medición</b>	“Equipo de medición de temperatura corporal con indicaciones por voz”
<b>Bienvenida</b>	“Bienvenido al sistema de medición de temperatura de “Clip Papelería”, Por favor ponga su mano o frente en el sensor a dos centímetros de distancia.”
<b>Temperatura entre 36°C a 37.2°C</b>	“Su temperatura es normal, así que por favor mantente saludable”

TÍTULO	MENSAJE AUDITIVO
<b>Temperatura mayor a 37.2°C y menor a 50°C</b>	"Estimado cliente usted tiene fiebre por favor acuda a un médico"
<b>Indicación auditiva reproducido previo al valor de temperatura medido</b>	"Su temperatura es:"
<b>Indicación auditiva valor en números medido por el sensor desde 20°C a 50°C (Depende del valor medido la combinación de números se reproducirá)</b>	"Uno, dos, tres, cuatro, cinco, seis, siete, ocho, nueve, cero, veinte y, treinta y, cuarenta y,"
<b>Indicación auditiva Punto decimal</b>	"Punto"
<b>Indicación auditiva posterior al valor de temperatura medido</b>	"Grados Centígrados"
<b>Indicación auditiva si la temperatura es menor a 20°C y mayor a 50°C</b>	"No creo que seas humano no me engañes"
<b>Temperatura medida menor a 20°C</b>	"Por debajo de veinte grados centígrados"
<b>Temperatura medida mayor a 50°C</b>	"Sobre 50 grados centígrados"

*Nota:* Las indicaciones fueron grabadas de acuerdo a este guión.

### **3.2.2. Proceso de grabación.**

La grabación se realizó con una voz femenina que es más acogedora para el usuario que interactúa con equipos electrónicos o inteligentes, así como lo explica Apple en un blog encuentra la voz femenina más grata y agradable que la masculina, también indica que una voz femenina está más apegado a las emociones y relaciones afectuosas por ende el usuario se siente más cómodo al hablar con este asistente virtual denominado Siri.

#### **Figura 19**

*Proceso de Grabación.*



*Nota:* Se realiza la grabación con la ayuda de una voz femenina.

### 3.2.3. Rangos de respuesta auditiva.

Los rangos de respuesta auditiva en el ser humano oscilan entre 20 a 20,000hz, la intensidad de sonido puede variar y es medida en decibeles (dB) por ejemplo:

- Un murmullo es cercano a los 20dB.
- En eventos públicos musicales varía desde 80 a 120dB.
- El motor de un avión es aproximadamente de 140 a 180 dB.

Para efectos de este proyecto se realizó la grabación de las indicaciones auditivas en sonido mono, resolución de 8-bits, en una frecuencia 11025Hz y en formato .wav, para que pueda ser leído desde el módulo de tarjeta SD y reproducido por modulo amplificador mediante un parlante con potencia de 3w y resistencia de 8 ohm.

### 3.2.4. Periférico de Tarjeta SD.

El módulo de tarjeta SD para Arduino nos sirve para insertar una tarjeta MicroSD de 2Gb, en la cual vamos guardar los audios previamente grabados en el formato aceptado son 23 indicaciones auditivas que se detallan en el guión de grabación.

#### Figura 20

*Modulo Tarjeta SD.*



*Nota:* Se observa la MicroSD de 2GB insertada para su funcionamiento.

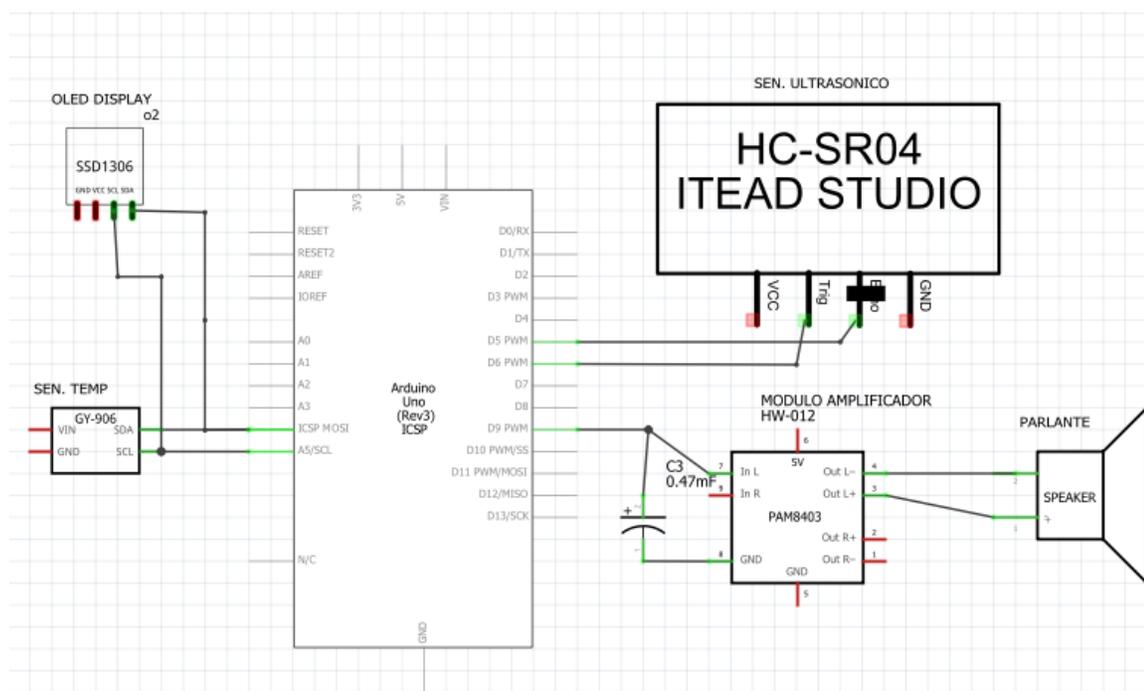
### 3.3. Conexiones del equipo.

Las conexiones del Arduino se colocan en los diferentes pines disponibles en estos podemos conectar tanto de entradas como salidas los periféricos que se usaron son el sensor de temperatura, el sensor de proximidad, la pantalla oled el módulo de tarjeta SD y el amplificador de audio.

Arduino provee un máximo de 40mA por cada pin con un total de 200mA esta es la corriente que circula entre Vcc y Gnd, además los voltajes de trabajo pueden ser entre 0V a 5V con un intermedio de 3.3V.

**Figura 21**

*Diagrama de Conexiones.*



*Nota:* Diagrama de conexiones realizado en Fritzing.

**Tabla 9***Detalle de Conexiones.*

PINES ARDUINO	COMPONENTE
SCD-SCL	Pantalla OLED-Sensor GY-906
Digital 5 y 6	HC-SR04
Digital 9	Amplificador Pam8403
Digital 10, 11, 12 y 13	Módulo SDCard

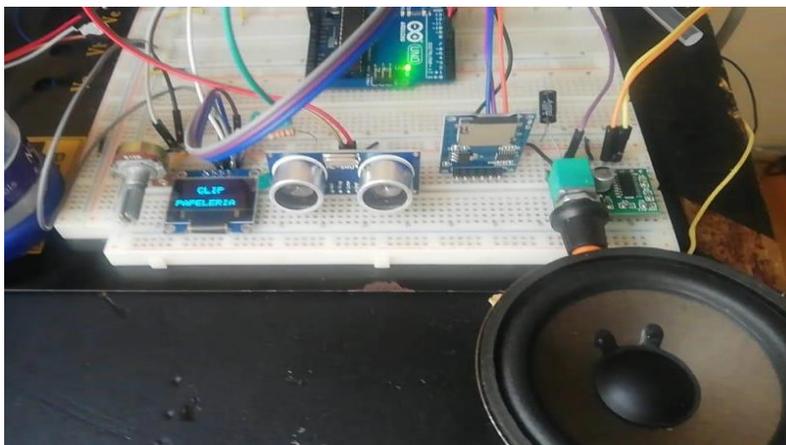
*Nota:* Pines usados en el Arduino uno con sus periféricos.

### 3.4. Comprobación del Circuito en Protoboard.

A partir de que se realizó la programación, las indicaciones auditivas y las conexiones del equipo se procede a probar en el protoboard todos los periféricos con el Arduino UNO en base al diagrama de conexiones de la Figura 19.

### Figura 22

*Pruebas de funcionamiento.*



*Nota:* Se realizaron las conexiones del Arduino con sus periféricos en el protoboard para probar el funcionamiento en físico.

### 3.5. Diseño de la estructura.

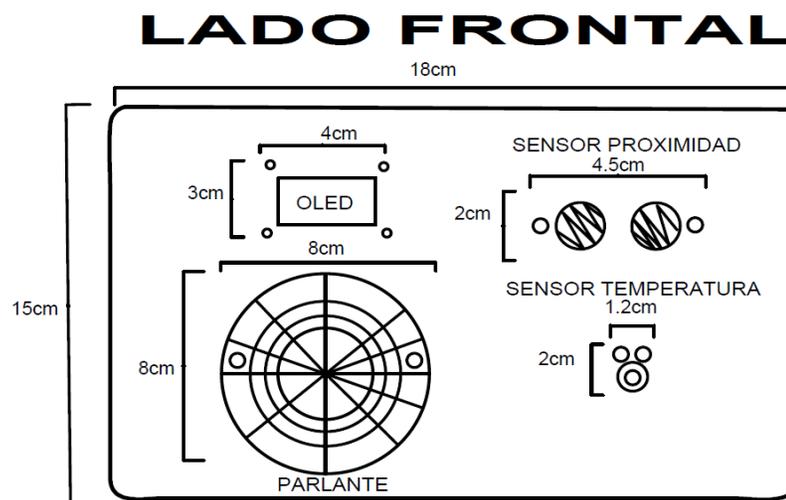
El diseño de la estructura del equipo de medición de temperatura corporal que llevara el Arduino y sus periféricos por dentro se realizó en AutoCAD, la parte frontal, la parte trasera y el lado derecho serán los que tienen componentes expuestos para el funcionamiento.

#### 3.5.1. Lado frontal del equipo.

En el lado frontal de la estructura del equipo se diseñó para poder mostrar el sensor de proximidad que activa al equipo cuando detecta la mano o frente, el sensor de temperatura, el altavoz que reproducirá las indicaciones auditivas y la pantalla oled que muestra los mensajes del equipo y los valores medidos de temperatura corporal con sus respectivos puntos de sujeción, la parte frontal del equipo tiene unas dimensiones de 15x18cm.

**Figura 23**

*Lado frontal equipo de medición.*



*Nota:* El diseño se realizó en AutoCAD con las dimensiones indicadas.

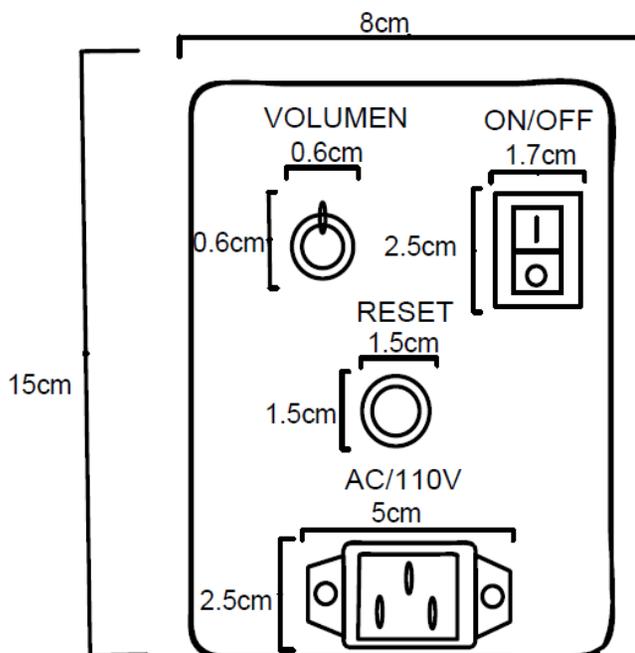
### 3.5.2. Lado lateral derecho del equipo.

En el lado lateral derecho de la estructura del equipo de medición se diseñó para colocar los periféricos de uso y configuración los cuales son el interruptor On/Off, el control de volumen con apagado para las indicaciones por voz que puede ser regulado por el usuario, el botón de reset que servirá para reiniciar el programa y por último el conector hembra para 110V AC, la parte derecha tiene unas dimensiones de 15x8cm.

**Figura 24**

Lado derecho equipo de medición

## LADO DERECHO



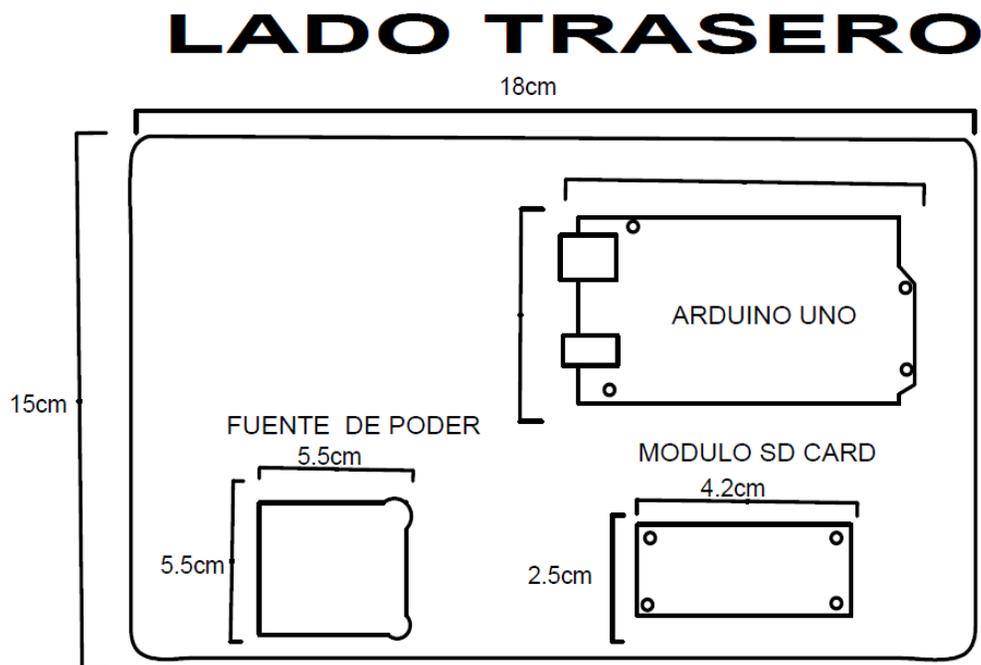
*Nota:* El diseño se realizó en AutoCAD con las dimensiones indicadas.

### 3.5.3. Lado trasero del equipo.

En la parte trasera de la estructura se diseñó los puntos de sujeción para el Arduino UNO es el que controla todo el circuito y periféricos, el módulo SD CARD el cual contiene las indicaciones por voz almacenado en una tarjeta MicroSD de 2GB y la fuente de poder un cargador de 5v a 1000ma la parte trasera tiene unas dimensiones de 15x18cm.

**Figura 25**

*Lado trasero equipo de medición.*



*Nota:* El diseño se realizó en AutoCAD con las dimensiones indicadas.

### 3.6. Construcción del equipo de medición.

#### 3.6.1. Montaje de la tarjeta Arduino y sus periféricos.

Para el montaje de la tarjeta Arduino y sus periféricos se adquirió una caja de conexión eléctrica con las medidas antes diseñadas para esto se necesitó cortar según el componente a ser expuesto en las partes frontales y lateral derecho además de perforar para puntos de sujeción en las partes antes mencionadas y en la parte trasera del equipo.

#### Figura 26

*Estructura del Equipo.*



*Nota:* Parte Frontal antes de ser cortada y perforada para colocar los periféricos.

**Figura 27**

*Parte Derecha de la estructura.*



(a)

(b)

*Nota:* Se muestra en la figura 25 (a) parte derecha de la estructura sin ningún componente y (b) instalada la conexión para AC/110V.

Posteriormente a la adecuación de la estructura para los periféricos se procede a instalarlos en los diferentes puntos de sujeción con tuercas y tornillos para que esté fijo a la estructura en la parte frontal del equipo.

La Figura 27 muestra la parte frontal del módulo para medir la temperatura con sus respectivas etiquetas para la mejor interpretación del usuario.

**Figura 28**

*Periféricos de la parte frontal interna.*



*Nota:* Se puede observar la parte interna y como están sujetos los periféricos del equipo.

**Figura 29**

*Periféricos de la parte frontal externa.*



*Nota:* Se puede observar la parte externa del equipo con los sensores a la vista.

### 3.7. Funcionamiento del Equipo.

A continuación, se detalla las opciones de funcionamiento del equipo de medición de temperatura corporal, las mediciones que realiza y las indicaciones auditivas según los valores medidos.

#### 3.7.1. Encendido del Equipo.

El equipo posee un interruptor de encendido al accionar este el equipo empieza a funcionar revisará si la MicroSD está en correcto funcionamiento y la pantalla oled mostrará un mensaje de “SD CARD OK” si no lo está indicará un mensaje “ERROR SD CARD”.

#### Figura 30

*Encendido del Equipo.*



*Nota:* Se muestra el mensaje “OK SD CARD” indicando que la MicroSD está en correcto funcionamiento.

**Figura 31**

*Equipo encendido.*



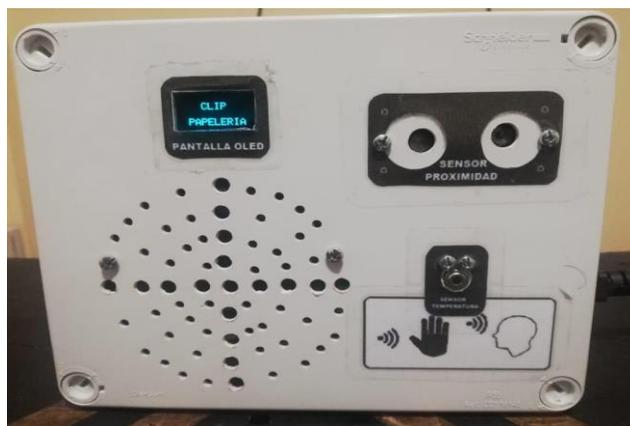
*Nota:* El equipo está encendido en alto volumen y el interruptor con su luz de indicación.

### **3.7.2. Mensaje de Inicio.**

En el mensaje de inicio se puede ver en la pantalla el nombre de “Clip Papelería” y la indicación por voz es: “Equipo de medición de temperatura corporal con indicaciones por voz” como se puede ver en la Figura 30.

**Figura 32**

*Mensaje de Inicio.*



*Nota:* Se puede visualizar el nombre del local comercial “Clip Papelería”.

### 3.7.3. Mensaje de Bienvenida.

En el mensaje de bienvenida se puede observar en la pantalla “Bienvenidos Clip” además de la indicación auditiva: “Bienvenido al sistema de medición de temperatura de “Clip Papelería”, Por favor ponga su mano o frente en el sensor a dos centímetros de distancia”, posterior a este mensaje el equipo queda a la espera de medir la temperatura del cliente.

#### Figura 33

*Mensaje de Bienvenida.*



*Nota:* El mensaje es visual en la pantalla oled y auditivo mediante el parlante.

### 3.7.4. Toma de Temperatura Corporal.

El equipo después de los mensajes de inicio y bienvenida queda a la espera de que el sensor de proximidad active el programa de medición este se activa cuando siente un obstáculo a partir de 2 cm estos pueden ser la mano o la frente del cliente que entre en el local comercial.

Al momento que el sensor de proximidad detecta al cliente empieza el proceso de medición de temperatura indicando en la pantalla oled “Tomando Temperatura” posterior a esto el sensor de temperatura mide al cliente en la pantalla oled indica el valor medido en números y la indicación auditiva lo reproduce con el siguiente mensaje como ejemplo “Su temperatura es: Treinta y Seis Punto Dos Grados Centígrados.”

#### Figura 34

*Tomando temperatura.*



*Nota:* Se muestra el mensaje “Tomando Temperatura” que mide el sensor al usuario.

#### **3.7.4.1. Rango de Temperatura 36°C a 37.2°C.**

Si la temperatura medida al cliente está entre 36°C a 37.2°C el mensaje auditivo será “Su temperatura es normal, así que por favor mantente saludable”, este mensaje es un adicional al mensaje que lee el valor en números de la temperatura esto sirve al local comercial para detectar un cliente dentro del rango normal de temperatura corporal.

#### **Figura 35**

*Temperatura 36.2°C.*



*Nota:* En la pantalla oled se muestra la temperatura medida que está dentro del rango normal del ser humano.

#### **3.7.4.2. Rango de Temperatura 37.3°C a 49°C.**

En este rango que comprende a partir de 37.3°C hasta 49°C el mensaje auditivo que se escuchará después del valor en números de la temperatura medida será “Estimado cliente usted tiene fiebre por favor acuda a un médico”, mensaje que servirá al local comercial para detectar un posible caso de fiebre.

**Figura 36**

*Temperatura 37.5°C.*



*Nota:* En la pantalla OLED se muestra la temperatura medida que se puede interpretar como fiebre ya que supera los 37.2°C.

#### **3.7.4.3. Rango de Temperatura Inferior a 20°C.**

Al medir el sensor de temperatura un valor inferior a 20°C el equipo mostrará en su pantalla oled el valor y su indicación auditiva será “Por debajo de veinte grados centígrados” y un mensaje adicional que indica “No creo que seas humano no me engañes” estos serán una prueba de que el sensor mide temperaturas inferiores que no pueden ser de un ser humano.

**Figura 37**

Temperatura 1.4°C.



*Nota:* En la pantalla oled se muestra la temperatura medida es un valor que no corresponde a un humano.

#### **3.7.4.4. Rango de Temperatura Superior a 50°C.**

Si el sensor de temperatura detecta una medida que es superior a los 50°C este se mostrará en la pantalla oled en números y la indicación auditiva será “Sobre 50 grados centígrados” eh igual que en la anterior indicación será reproducido este mensaje adicional “No creo que seas humano no me engañes”.

**Figura 38**

*Temperatura 154.6°C.*



*Nota:* En la pantalla oled se muestra la temperatura medida es un valor muy alto que no corresponde a un humano.

### **3.7.5. Botón de Reset.**

Se instaló un botón de Reset este tiene la función de reiniciar el funcionamiento del equipo desde cualquier punto en que se encuentre, principalmente nos servirá para evitar cualquier fallo en el sistema.

**Figura 39**

*Botón Reset.*



*Nota:* Se puede observar el botón de Reset, la perilla para controlar el volumen y el interruptor On/Off.

### **3.7.6. Control de Volumen.**

Esta perilla proviene del módulo amplificador PAM8403 y nos permite aumentar o disminuir el volumen de las indicaciones auditivas, además se puede apagar por completo el volumen y que el equipo funcione solo como un termómetro corporal sin indicaciones como se puede observar en la Figura 37.

### **3.7.7. Apagado del Equipo.**

Para apagar el equipo solo basta con accionar el interruptor que se encuentra encendido en el lado derecho del equipo como se muestra en la Figura 37, este cortara la alimentación desde el cable de poder a la fuente de alimentación abriendo el circuito desde la fase.

### **3.8. Puesta en operación del equipo.**

El Equipo De Medición De Temperatura Corporal Con Indicaciones Por Voz se instaló en el local comercial “Clip Papelería” el cual está ubicado en la Av. Alonso de Angulo Oe2-582 en la ciudad de Quito, se lo instaló a la entrada del local comercial para realizar las medidas de temperatura corporal y cumplir con una norma de bioseguridad.

#### **Figura 40**

*Local Comercial “Clip Papelería”.*



*Nota: Se puede observar el acceso principal al local comercial “Clip Papelería”.*

**Figura 41**

*Interior local comercial “Clip Papelería”.*



*Nota:* Se puede observar el interior del local donde se instaló el equipo.

### **3.8.1. Toma de Temperatura Corporal a Clientes.**

Al ingresar al local de “Clip Papelería” el cliente debe medir su temperatura, si la medición está en un rango normal (Revise Tabla 1) puede ingresar a realizar su compra, caso contrario estará en un rango alto de temperatura indicando que tiene fiebre, siendo alertado por el equipo con la indicación respectiva por voz el cliente debe ser dirigido a un centro médico más cercano para su revisión.

**Figura 41**

*Cliente utilizando el equipo.*



*Nota:* Se puede observar como el cliente pone su mano frente al equipo de medición.

### **3.8.2. Respuesta Auditiva del Equipo de Medición.**

La respuesta auditiva que se pudo observar al momento de utilizar el equipo de medición resultó muy satisfactoria ya que el equipo posee un control de volumen y el ruido de exteriores no afecta en poder escuchar las indicaciones auditivas.

### **3.8.3. Proceso de Bioseguridad Aplicado.**

El proceso de bioseguridad que exige la Cámara de Comercio de Quito es la “Medición de temperatura con un termómetro infrarrojo (mediciones sin contacto) de colaboradores, visitantes o clientes” (Cámara de Comercio de Quito, 2020), se cumple ya que el equipo posee un sensor infrarrojo sin contacto que mide la temperatura corporal además que se incorporó indicaciones por voz que nos ayudan a detectar algún cliente con una afección respiratoria desde lejos y así mantener el distanciamiento social sin contacto.

## 4. Conclusiones y recomendaciones.

### 4.1. Conclusiones.

- Mediante la investigación de los sensores medidores de temperatura corporal que son compatibles con la tarjeta Arduino UNO, se pudo encontrar el sensor GY-906 quien se basa en la medición infrarroja con alta precisión. Resulta muy adecuado su uso ya que así se evita el contacto entre el termómetro y el cliente, el rango de medición debe ser de 2cm para lo cual se utilizó los pines digitales SCL señal de reloj y SDA que son los datos que capta el sensor, además como el equipo tiene incorporado indicaciones visuales y auditivas detecta a tiempo un cliente con posible afección respiratoria que puede ser indicada por una temperatura corporal alta en el cuerpo (fiebre) se pueden tomar los diferentes procedimientos a seguir y esto evita la propagación del virus COVID-19.
- Se logró implementar un equipo para detectar la temperatura corporal, este utiliza Arduino UNO, sensor infrarrojo de temperatura, sensor de proximidad, módulo amplificador y una SD CARD la cual me permitirá grabar las indicaciones auditivas para cada condición: temperatura normal entre 36°C hasta 37.2°C, temperatura alta superior a los 37.3°C, temperatura debajo de 20°C y temperatura superior a los 50°C.
- El equipo de medición de temperatura corporal con indicaciones por voz se instaló en el local comercial "Clip Papelería" de la ciudad de Quito para la medición de temperatura corporal y de esta manera evitar el ingreso de personas con valores altos de temperatura (mayor 37.3°C), esto ayuda a cumplir con los protocolos de bioseguridad que se exigen a los locales comerciales por la pandemia mundial COVID-19.

- Se obtuvo mediante una encuesta online realizado a los clientes que del 100% de encuestados el 71.4% está de acuerdo con los protocolos de bioseguridad aplicados, en cambio el 28.6% está en desacuerdo, también al 62%.9 de clientes les resulta seguro el no tener contacto con otras personas que miden temperatura, el 14.9% es inseguro y el 22.9% se le hace irrelevante. El equipo resultó satisfactorio tanto como para colaboradores y clientes.

#### **4.2. Recomendaciones.**

- Para la correcta detección de temperatura corporal y que el sensor infrarrojo no arroje algún valor erróneo se debe colocar la mano o la frente a 2cm mínimos de distancia para evitar el contacto con las superficies.
- El equipo medidor de temperatura corporal se puede instalar sobre una mesa o empotrar en una pared calculando una altura adecuada para que el usuario pueda manipularlo sin problemas, esto se debe al diseño de sobre mesa o para pared que posee la estructura del equipo.
- Se recomienda realizar una limpieza y desinfección con alcohol diaria del equipo con un paño de microfibra para evitar impurezas en los sensores. Al ser un equipo de plástico no corre el riesgo de corrosión o daños mayores por la constante limpieza del mismo, ya que el uso constante de clientes o colaboradores podría contaminarse con algún virus.

## 5. Bibliografía

AG Electrónica, M. (2018). *Módulo de lectura y escritura de tarjeta SD*. El Salvador: AG Electrónica. Recuperado el 09 de febrero de 2021

American Accreditation HealthCare Commission, A. (21 de Enero de 2021). *Medline Plus*. Recuperado el 9 de Febrero de 2021, de Medline Plus: [https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001982.htm#:~:text=Algunos%20estudios%20han%20mostrado%20que,de%20una%20infecci%C3%B3n%20o%20enfermedad.&as\\_qdr=y15](https://medlineplus.gov/spanish/ency/article/001982.htm#:~:text=Algunos%20estudios%20han%20mostrado%20que,de%20una%20infecci%C3%B3n%20o%20enfermedad.&as_qdr=y15)

Arduino. (05 de Febrero de 2018). *Arduino.CC*. Recuperado el 9 de Febrero de 2021, de <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

Atemp™, A. (25 de Abril de 2020). *Manual Plus*. Recuperado el 9 de Febrero de 2021, de <https://manuals.plus/es/adtemp/term%C3%B3metro-sin-contacto-adtemp-429-manual-de-instrucciones/amp>

Camara de Comercio de Quito, C. (Junio de 2020). *Protocolo de Bioseguridad para Locales Comerciales*. Recuperado el 26 de Febrero de 2021, de Camara de Comercio de Quito: <https://ccq.ec/wp-content/uploads/2020/06/PROTOCOLO-BIOSEGURIDAD-LOCALES-COMERCIALES-versi%C3%B3n-2.0.pdf>

Cuenca, A. L. (2014). *Diseño y construcción de un prototipo de lámpara de fototerapia con sistema de control digital para tratamiento de ictericia en neonatos*. Quito: Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador. Recuperado el 12 de Noviembre de 2020

Electfreaks. (2011). *Ultrasonic Ranging Module HC - SR04*. Londond: Electfreaks.

Recuperado el 16 de Febrero de 2021

MedicoPlus. (14 de Abril de 2020). *MedicoPlus*. Recuperado el 26 de Febrero de 2021,

de <https://medicoplus.com/ciencia/tipos-de-termometros>

Murcia, J. A. (2014). *Sistema Electrónico para monitoreo y alerta de Temperatura*

*Corporal*. Cali: Univesidad de San BuenaVentura Cali de Colombia. Recuperado

el 14 de Noviembre de 2020

Power Analog Microelectronics, I. (2008). *Filterless 3W Class-D Stereo Audio Amplifier*.

USA: Power Analog Microelectronics,Inc. Recuperado el 5 de Marzo de 2021

Vishay. (2016). *Graphic OLED 128\*64*. USA: Vishay. Recuperado el 26 de Febrero de

2021

Wiltronics. (2011). *Non-Contact Infrared Temperature Sensor*. Alfredton Victoria:

Wildtronics Research Pty. Ltd. Recuperado el 16 de Febrero de 2021

# **Anexos.**