



**Implementación de un prototipo de lavamanos inteligente con el uso de dispositivos electrónicos para prevenir el contagio de Covid-19**

Rojas Titoaña, Cristofer Bryan y Sangucho Rojas, Dilan Joel

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Trabajo de Integración Curricular, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en  
Electromecánica

Ing. Bustillos Escola, Diego Israel

07 de febrero del 2023

Latacunga

## Reporte de verificación de contenido

### Document Information

Analyzed document	MONOGRAFIA ROJAS - SANGUCHO.pdf (D157739388)
Submitted	2/3/2023 1:45:00 PM
Submitted by	Juan Carlos Altamirano
Submitter email	jc.altamiranoc@uta.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	jc.altamiranoc.uta@analysis.urkund.com

### Sources included in the report

W	URL: <a href="https://www.geriatricarea.com/2020/03/03/recomendaciones-de-la-oms-para-protegerse-frente-al-c...">https://www.geriatricarea.com/2020/03/03/recomendaciones-de-la-oms-para-protegerse-frente-al-c...</a> Fetched: 2/3/2023 1:49:00 PM	2
W	URL: <a href="https://anphibius.com/blog/tipos-de-electrovalvulas-para-riego/">https://anphibius.com/blog/tipos-de-electrovalvulas-para-riego/</a> Fetched: 2/3/2023 1:48:00 PM	2
W	URL: <a href="https://www.andira.org.mx/2017/12/08/como-funciona-la-valvula-solenoid/">https://www.andira.org.mx/2017/12/08/como-funciona-la-valvula-solenoid/</a> Fetched: 2/3/2023 1:48:00 PM	1
W	URL: <a href="https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/sensores/sensor-de-proximidad/">https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/sensores/sensor-de-proximidad/</a> Fetched: 2/3/2023 1:49:00 PM	3
W	URL: <a href="https://www.digikey.com/es/articles/the-fundamentals-of-proximity-sensors-selection-and-use-in...">https://www.digikey.com/es/articles/the-fundamentals-of-proximity-sensors-selection-and-use-in...</a> Fetched: 2/3/2023 1:49:00 PM	1
W	URL: <a href="http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/taee:congreso-2004-1034/S1F05.pdf">http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/taee:congreso-2004-1034/S1F05.pdf</a> Fetched: 2/3/2023 1:48:00 PM	3
W	URL: <a href="http://labelectronica.weebly.com/proteus.html">http://labelectronica.weebly.com/proteus.html</a> Fetched: 2/3/2023 1:49:00 PM	1
W	URL: <a href="https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/fsancac/2018/02/06/arduino-sensor-ultrasoni...">https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/fsancac/2018/02/06/arduino-sensor-ultrasoni...</a> Fetched: 2/3/2023 1:48:00 PM	2
W	URL: <a href="https://naylorpmechatronics.com/sensores-proximidad/10-sensor-ultrasonido-hc-sr04.html">https://naylorpmechatronics.com/sensores-proximidad/10-sensor-ultrasonido-hc-sr04.html</a> Fetched: 2/3/2023 1:49:00 PM	1
W	URL: <a href="http://ceca.uaeh.edu.mx/informatica/oas_final/OA4/mdulo_rel.html">http://ceca.uaeh.edu.mx/informatica/oas_final/OA4/mdulo_rel.html</a> Fetched: 2/3/2023 1:48:00 PM	1
W	URL: <a href="https://www.dbuelectronics.cr/modulo-relay/116-modulo-relay-jqc-3ff-s-z.html">https://www.dbuelectronics.cr/modulo-relay/116-modulo-relay-jqc-3ff-s-z.html</a> Fetched: 2/3/2023 1:49:00 PM	1
W	URL: <a href="https://corpnewline.com/reguladores.htm#:~:text=Un%20regulador%20de%20voltaje%20es.tensi%C3%B3...">https://corpnewline.com/reguladores.htm#:~:text=Un%20regulador%20de%20voltaje%20es.tensi%C3%B3...</a> Fetched: 2/3/2023 1:49:00 PM	2
W	URL: <a href="https://avelectronics.cc/producto/convertidor-voltaje-buck-dc-dc-adjustable-step-down-1m2596/">https://avelectronics.cc/producto/convertidor-voltaje-buck-dc-dc-adjustable-step-down-1m2596/</a> Fetched: 2/3/2023 1:48:00 PM	2

Firma:



Ing. Bustillos Escola, Diego Israel

C.C.: 0503159808



Departamento de Eléctrica y Electrónica  
Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

**Certificación**

Certifico que el trabajo de integración curricular: “ **Implementación de un prototipo de lavamanos inteligente con el uso de dispositivos electrónicos para prevenir el contagio del Covid 19.**” fue realizado por los señores **Rojas Titoaña, Cristofer Bryan y Sangucho Rojas Dilan Joel**; los mismos que cumplen con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 07 de febrero del 2023

Firma:



Ing. Bustillos Escolá, Diego Israel  
C.C.: 0503159808



Departamento de Eléctrica y Electrónica  
Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica

Responsabilidad de Autoría

Nosotros, **Rojas Titoaña, Cristofer Bryan** con cédula de ciudadanía N° 1723290613 y **Sangucho Rojas Dilan Joel** con cedula de ciudadanía N° 1751363647, declaramos que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **Implementación de un prototipo de lavamanos inteligente con el uso de dispositivos electrónicos para prevenir el contagio del Covid 19** es de nuestra 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, 07 de febrero del 2023

Firma

Rojas Titoaña, Cristofer Bryan

C.C.: 1723290613

Firma

Sangucho Rojas, Dilan Joel

C.C.: 1751363647



**Departamento de Eléctrica y Electrónica**  
**Carrera de Tecnología Superior en Electromecánica**

**Autorización de Publicación**

Nosotros, **Rojas Titoaña, Cristofer Bryan** con cédula de ciudadanía N° 1723290613 y **Sangucho Rojas, Dilan Joel** con cédula de ciudadanía N° 1751363647, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **“Implementación de un prototipo de lavamanos inteligente con el uso de dispositivos electrónicos para prevenir el contagio del Covid 19.”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 07 de febrero del 2023

Firma

Firma

.....  
**Rojas Titoaña, Cristofer Bryan**

C.C.: 1723290613

.....  
**Sangucho Rojas, Dilan Joel**

C.C.: 1751363647

## **Dedicatoria**

Este logro lo dedicamos en especial y primer lugar a Dios, por brindarnos paciencia y sabiduría en la realización del trabajo de titulación y por darnos unos padres geniales que nos han brindado ese apoyo incondicional en este proceso que es fundamental para lograr nuestro objetivo académico.

A los Ingenieros por brindarnos sus conocimientos durante en proceso de aprendizaje en la carrera, y en especial al tutor de tesis Diego Israel Bustillos Escola, que más que un profesor ha sido nuestro amigo en el proceso de titulación. Agradecimientos sinceros por la paciencia y confianza que nos ha brindado durante este periodo de actividades.

Y por último, agradecemos a todos nuestros amigos por ese apoyo y ayuda incondicional que nos brindaron, un Dios le pague a todos los involucrados en este proceso que han hecho posible que este trabajo haya sido sacado y realizado con éxito.

**Rojas Titoaña, Cristofer Bryan**

**Sangucho Rojas, Dilan Joel**

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

<b>Carátula .....</b>	<b>1</b>
<b>Reporte de verificación de contenido .....</b>	<b>2</b>
<b>Certificación .....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de Autoría .....</b>	<b>4</b>
<b>Autorización de Publicación.....</b>	<b>5</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>6</b>
<b>Índice de contenidos .....</b>	<b>7</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>12</b>
<b>Índice de tablas .....</b>	<b>15</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>16</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>17</b>
<b>Capítulo I: Introducción .....</b>	<b>18</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>19</b>
<b>Planteamiento del problema .....</b>	<b>20</b>
<b>Justificación .....</b>	<b>22</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>23</b>
<b><i>Objetivo General.....</i></b>	<b>23</b>
<b><i>Objetivos Específicos .....</i></b>	<b>23</b>
<b>Alcance.....</b>	<b>23</b>

Capítulo II: Marco teórico.....	25
Electroválvulas .....	25
<i>Tipos de electroválvulas.....</i>	25
Sencillas.....	25
Asistidas .....	26
De tres vías .....	26
<i>Funcionamiento de las electroválvulas .....</i>	27
<i>Corriente de la electroválvula .....</i>	28
Sensores de proximidad .....	28
<i>Tipos de sensores de proximidad.....</i>	28
Inductivo .....	28
Capacitivo .....	28
Óptico .....	28
Magnético .....	29
Ultrasónico .....	29
Protoboard .....	30
<i>Estructura interna de la placa de pruebas (Protoboard).....</i>	30
Pistas.....	30
Línea divisora.....	31
Rieles de Alimentación .....	31
Softwares .....	32
Arduino IDE.....	32
Solidworks .....	32
Proteus .....	33
<i>ISIS.....</i>	33



<b>ARES .....</b>	<b>33</b>
<b>Capítulo III: Selección de los elementos.....</b>	<b>34</b>
<b>Parte electrónica .....</b>	<b>34</b>
<b><i>Circuito del grifo automatizado .....</i></b>	<b>34</b>
<b><i>Funcionamiento del circuito .....</i></b>	<b>34</b>
<b>Sensor Ultrasónico HC-SR04 .....</b>	<b>36</b>
<b>Modulo relé accionado 5V .....</b>	<b>38</b>
<b>Regulador de voltaje DC LM2596.....</b>	<b>39</b>
<b>Electroválvula 12V de ½ in .....</b>	<b>41</b>
<b>Módulo DFPlayer Mini MP3 Player.....</b>	<b>42</b>
<b><i>Circuito del dispensador automático.....</i></b>	<b>43</b>
<b>Módulo sensor infrarrojo .....</b>	<b>44</b>
<b>Mini bomba de agua sumergible 120 L/H.....</b>	<b>46</b>
<b><i>Sistema de control .....</i></b>	<b>47</b>
<b>Módulo ESP32-WROOM-32.....</b>	<b>47</b>
<b>Parte Mecánica .....</b>	<b>49</b>
<b><i>Madera de melamina .....</i></b>	<b>49</b>
<b>Capítulo IV: Diseño y programación del proyecto.....</b>	<b>51</b>
<b>Diseño del sistema para la automatización del proyecto .....</b>	<b>51</b>
<b><i>Esquema general del funcionamiento del prototipo .....</i></b>	<b>51</b>
<b><i>Estructuración de la aplicación Telegram.....</i></b>	<b>52</b>
<b><i>Estructuración de la aplicación Gmail.....</i></b>	<b>55</b>
<b><i>Configuración del módulo - Esp 32.....</i></b>	<b>56</b>
<b><i>Inclusión de la tarjeta del Esp32 al Arduino IDE.....</i></b>	<b>57</b>
<b><i>Inclusión de librerías para el respectivo manejo de los elementos electrónicos.....</i></b>	<b>58</b>

<i>Conexión a la red WIFI</i> .....	60
<i>Configuración del Token y ID chat para el Telegram en la programación</i> .....	61
<i>Creación de variables</i> .....	61
<i>Distribución de pines</i> .....	62
<i>Configuración del Set Up</i> .....	63
<i>Subrutinas del proyecto</i> .....	64
<i>Subrutina de la RTC</i> .....	64
<i>Subrutina del correo electrónico</i> .....	65
<i>Subrutina de la bomba para la dispensación de jabón</i> .....	67
<i>Cálculos de las dispensaciones diarias para el mantenimiento</i> .....	68
<i>Subrutina del ultrasónico</i> .....	69
<b>Subrutina del Módulo DFPlayer Mini MP3 Player</b> .....	69
<b>Diseño del circuito impreso</b> .....	71
<i>Diseño de la PCB con ARES</i> .....	72
<b>Diseño de la estructura en SolidWorks</b> .....	74
<b>Capítulo V: Implementación y pruebas de funcionamiento</b> .....	75
<b>Implementación del prototipo</b> .....	75
<i>Fabricación de la estructura maderable a base de melaminico</i> .....	75
<i>Fabricación de la placa PBC: Ensamblaje de los elementos electrónicos en la PBN</i> 76	
<i>Instalación de sensores</i> .....	77
<i>Instalación de la bomba de jabón</i> .....	79
<i>Instalación de la electroválvula</i> .....	79
<i>Instalación de la baquelita con el ESP32</i> .....	80
<b>Pruebas de funcionamiento</b> .....	81

<i>Pruebas de automatización</i> .....	82
<i>Pruebas de envío de mensajes</i> .....	83
Mensaje al correo electrónico .....	85
Resultados .....	85
Capítulo VI: conclusiones y recomendaciones.....	87
Conclusiones.....	87
Recomendaciones .....	89
Bibliografía .....	90
Anexos .....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Tipos de electroválvulas</i> .....	26
<b>Figura 2</b> <i>Principio de funcionamiento de una electroválvula</i> .....	27
<b>Figura 3</b> <i>Tipos de sensores y su simbología</i> .....	29
<b>Figura 4</b> <i>Estructura de una protoboard y sus partes principales</i> .....	31
<b>Figura 5</b> <i>Descripción gráfica y funcional del circuito del grifo automático</i> .....	35
<b>Figura 6</b> <i>Funcionamiento del sensor ultrasónico</i> .....	36
<b>Figura 7</b> <i>Módulo relay JQC-3FF-S-Z</i> .....	38
<b>Figura 8</b> <i>LM2596</i> .....	40
<b>Figura 9</b> <i>Electroválvula solenoide</i> .....	41
<b>Figura 10</b> <i>Modulo DFPlayer Mini MP3 Player</i> .....	42
<b>Figura 11</b> <i>Principio de funcionamiento del dispensador de jabón automatizado</i> .....	44
<b>Figura 12</b> <i>Sensor FC-51</i> .....	45
<b>Figura 13</b> <i>Mini bomba de agua sumergible 120 L/H</i> .....	46
<b>Figura 14</b> <i>Microcontrolador modelo ESP 32 Wi-Fi</i> .....	47
<b>Figura 15</b> <i>Modelo del material melaminico (MDF)</i> .....	49
<b>Figura 16</b> <i>Esquema de funcionamiento del proyecto</i> .....	52
<b>Figura 17</b> <i>Creación del Bot</i> .....	53
<b>Figura 18</b> <i>Configuración del nombre del bot del proyecto</i> .....	54
<b>Figura 19</b> <i>Designación de un ID chat, para él envío de los mensajes</i> .....	55
<b>Figura 20</b> <i>Dirección del correo electrónico del proyecto</i> .....	56
<b>Figura 21</b> <i>Diagrama general del proyecto</i> .....	57
<b>Figura 22</b> <i>Configuración para incluir la tarjeta del Esp 32 al Arduino IDE</i> .....	58
<b>Figura 23</b> <i>Librerías para la comunicación WIFI</i> .....	58
<b>Figura 24</b> <i>Librería para la comunicación con el BOT de Telegram</i> .....	59

<b>Figura 25</b> <i>Librería utilizada para realizar peticiones al servidor.....</i>	59
<b>Figura 26</b> <i>Librería para la conexión del ESP 32 con el correo electrónico.....</i>	59
<b>Figura 27</b> <i>Librería para el manejo de la RTC.....</i>	60
<b>Figura 28</b> <i>Librería para la interpretación de datos del mini DFPlayer.....</i>	60
<b>Figura 29</b> <i>Variables para la conexión a la red WLAN.....</i>	61
<b>Figura 30</b> <i>Variables de programación para el Telegram.....</i>	61
<b>Figura 31</b> <i>Creación de variables para el sistema.....</i>	62
<b>Figura 32</b> <i>Distribución de pines.....</i>	63
<b>Figura 33</b> <i>Configuración de la comunicación serial.....</i>	64
<b>Figura 34</b> <i>Definición de los pines como entradas y salidas respectivamente.....</i>	64
<b>Figura 35</b> <i>Programación y configuración de la RTC.....</i>	65
<b>Figura 36</b> <i>Configuración de la fecha y hora para el envío del correo electrónico.....</i>	65
<b>Figura 37</b> <i>Configuración del correo electrónico para remitir el mensaje.....</i>	66
<b>Figura 38</b> <i>Configuración del correo electrónico para un aviso del recargo de jabón.....</i>	67
<b>Figura 39</b> <i>Configuración para el proceso de la bomba.....</i>	68
<b>Figura 40</b> <i>Configuración del ultrasónico.....</i>	69
<b>Figura 41</b> <i>Establecemos las variantes del DFPlayer mini.....</i>	70
<b>Figura 42</b> <i>Configuración del DFPlayer.....</i>	70
<b>Figura 43</b> <i>Configuración del volumen del sonido.....</i>	71
<b>Figura 44</b> <i>Diseño del circuito en el software Proteus.....</i>	72
<b>Figura 45</b> <i>Diseño de las pistas del proyecto.....</i>	73
<b>Figura 46</b> <i>Perspectiva isométrica de la estructura del proyecto a implementar.....</i>	74
<b>Figura 47</b> <i>Estructura del lavamanos inteligente.....</i>	76
<b>Figura 48</b> <i>Colocación de los elementos y soldadura.....</i>	77
<b>Figura 49</b> <i>Instalación sensor ultrasónico.....</i>	78
<b>Figura 50</b> <i>Implementación del sensor infrarrojo.....</i>	78

<b>Figura 51</b> <i>Implementación de la bomba de jabón</i> .....	79
<b>Figura 52</b> <i>Implementación de la electroválvula</i> .....	80
<b>Figura 53</b> <i>Colocación de circuito principal a la estructura</i> .....	81
<b>Figura 54</b> <i>Funcionamiento del sensor ultrasónico</i> .....	82
<b>Figura 55</b> <i>Funcionamiento del sensor infrarrojo</i> .....	83
<b>Figura 56</b> <i>Envío de mensajes de funcionamiento a Telegram</i> .....	84
<b>Figura 57</b> <i>Mensaje de recargar el jabón al correo electrónico</i> .....	85
<b>Figura 58</b> <i>Mensaje de realizar el mantenimiento al prototipo al correo electrónico</i> .....	85

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Características básicas del Sensor Ultrasónico HC-SR04</i> .....	37
<b>Tabla 2</b> <i>Características básicas</i> .....	39
<b>Tabla 3</b> <i>Características generales</i> .....	40
<b>Tabla 4</b> <i>Características generales de la Válvula Electromagnética Válvula Solenoide</i> .....	41
<b>Tabla 5</b> <i>Características básicas del módulo DFPlayer Mini MP3 Player</i> .....	43
<b>Tabla 6</b> <i>Características básicas de un módulo sensor infrarrojo</i> .....	45
<b>Tabla 7</b> <i>Características del elemento</i> .....	46
<b>Tabla 8</b> <i>Características básicas del módulo ESP 32</i> .....	48
<b>Tabla 9</b> <i>Características del material melaminico</i> .....	50
<b>Tabla 10</b> <i>Especificaciones técnicas del dispensador</i> .....	68
<b>Tabla 11</b> <i>Resultados de la encuesta realizada a los 20 usuarios</i> .....	86

## Resumen

El proyecto de integración curricular propuesto, tiene como finalidad la investigación y aplicación de nuevas tecnologías como lo es uso del IoT en conjunto con elementos electrónicos en el desarrollo de un prototipo para aseo personal en el que no es necesario el contacto físico del usuario para su activación y secuencia de funcionamiento, también permite guiar el buen procedimiento de desinfección y el control un tiempo de uso mínimo, se contabilizara el número de activaciones de funcionamiento para determinar cuándo se deba recargar el jabón y dar un mantenimiento mecánico. Se desarrollara un prototipo de lavamanos inteligencia que utiliza elementos electrónicos para la interfaz con el usuario y activación del prototipo (sensores, actuadores, procesadores), también tendrá una implementación con IoT para el registro de uso y la emisión de alerta de recargo de jabón y paros para mantenimiento programados. El objetivo esencial de la implementación de este prototipo es reducir el contagio de Covid 19, ya que hacemos que el contacto físico con el grifo no sea necesario, activándolo de forma automática con un sensor ultrasónico y de la misma manera el dispensador de jabón se activa a través de un sensor infrarrojo que activa los elementos electromecánicos, y a la vez nos indica cual es el debido procedimiento de un buen lavado de manos como indica la OMS.

*Palabras clave:* lavamanos inteligente, sensores electrónicos, elementos electromecánicos.



### **Abstract**

The proposed curricular integration project has as its purpose the investigation and application of new technologies such as the use of IoT in conjunction with electronic elements in the development of a prototype for personal hygiene in which the physical contact of the user is not necessary for its use. activation and sequence of operation, it also allows to guide the proper disinfection procedure and control a minimum time of use, the number of activations of operation will be counted to determine when the soap should be recharged and mechanical maintenance performed. An intelligence sink prototype will be developed that uses electronic elements for the interface with the user and activation of the prototype (sensors, actuators, processors), it will also have an implementation with IoT for the registration of use and the issuance of soap recharge alerts and Scheduled maintenance shutdowns. The essential objective of the implementation of this prototype is to reduce the spread of Covid 19, since we make physical contact with the faucet unnecessary, activating it automatically with an ultrasonic sensor and in the same way the soap dispenser is activated through an infrared sensor that activates the electromechanical elements, and at the same time indicates the proper procedure for a good hand washing as indicated by the WHO.

*Keywords:* smart sink, electronic sensors, electromechanical elements.

## Capítulo I

### Introducción

El lavado de manos ha sido una de varias maneras para combatir el contagio del coronavirus (Covid 19), y está comprobado científicamente. Desde el inicio de esta trágica pandemia esta medida de bioseguridad ha sido implementada en cada uno de los hogares y establecimiento a la intemperie, para lo cual se ha planteado crear un lavamanos automatizado.

Con el fin de hacer el lavado de manos más seguro y eficiente, y de igual manera desde un punto de vista ecológico como es el de hacer un buen uso del agua. Comúnmente cada persona gasta 4 litros de agua al usar un lavamanos convencional y con el proyecto a realizar lo que se busca es reducir el consumo de agua a través de un lavamanos automatizado.

El prototipo tiene mejoras basadas en el estudio de otros trabajos realizados anteriormente y las necesidades que se presentan ante la emergencia de salud en la que estamos pasando. Para lo cual hemos incorporando la tecnología IoT (Internet de las Cosas), para obtener anuncios de mantenimiento del prototipo y hacer que el mismo tenga una vida útil prolongada. Es lo que se busca que el mismo sea de excelente calidad y servicio, para lo cual se realizara las pruebas de funcionamiento técnicas correspondientes.

El uso de sensores y elementos electromecánicos nos permite que el software y el hardware del prototipo satisfagan las necesidades del usuario, el buen lavado de manos se basa en el mojado de las manos, dispensación de jabón líquido y el lavado total. Nos basamos en las recomendaciones de la OMS para programar un buen procedimiento del lavado automático.

## Antecedentes

Ante las dimensiones que está tomando el contagio del Covid-19, desde la Organización Mundial de la Salud (OMS) se ha difundido una serie de recomendaciones para protegerse del coronavirus, entre ellas lavarse las manos, evitar lugares públicos con gran afluencia o no realizar viajes si se tiene tos o fiebre (Geriatricarea, 2020).

Como trabajo similar tenemos uno realizado en la ciudad de Quito en la Escuela Politécnica Nacional con el tema implementación de un prototipo de lavamanos inteligente portátil donde menciona lo siguiente:

El funcionamiento del presente proyecto se basa en minimizar el contacto del usuario con superficies que pueden ser fuentes de contagio. Esto se logró mediante el uso de sensores ultrasónicos para detectar la presencia de las manos del usuario, válvulas para apertura/cierre del flujo de agua y para dispensar jabón, una interfaz gráfica para mostrar mediante imágenes el correcto proceso de lavado de las manos. Además, incluye funcionalidades extra como medir la temperatura del usuario mediante el sensor infrarrojo y enviar una notificación por correo electrónico en caso de superar el rango de temperatura normal a través del módulo Wi-Fi (Chuquitarco Chida & Trujillo Ballagan , 2021, p. 68-69).

El presente proyecto cumple con el objetivo de construir un lavamanos inteligente portátil, dando como resultado que los usuarios realicen de manera correcta el proceso de lavado de manos, logrando mantener unos hábitos mínimos de higiene y así prevenir ciertas enfermedades de fácil transmisión originadas por virus y bacterias (Chuquitarco Chida & Trujillo Ballagan , 2021, p. 69).

Según Centeno Alvares, Vásquez Ramos & Villanueva Gonzales (2013) en su trabajo que se realizó en la Universidad Tecnológica de El Salvador con el tema implementación de un sistema de lavabo touch-less como apoyo al ahorro e higiene para el kínder de la sociedad de señoras de médicos menciona lo siguiente:

En el presente trabajo de investigación el lector tendrá a su disposición información sobre el desarrollo, diseño y construcción del proyecto: Implementación de un sistema de lavabo automatizado, como apoyo al ahorro y evitar desperdicio de agua del kínder de la sociedad de señoras de médicos así como también mejorar la higiene y evitar el contagio de enfermedades transmitidas en los servicios sanitarios.

El proyecto propuesto como una posible solución consiste en fabricar diseñar e instalar dentro de las instalaciones del kínder de la “Sociedad de Señoras de Médicos” un sistema embebido con el propósito de automatizar la forma de utilizar el sistema de agua potable dicho sistema estará basado en la tecnología digital programable mediante la utilización de un microcontrolador ATMEGA328, también dispondrá de un sensor de presencia el cual detectará la presencia de las manos así se activará la válvula de agua solamente cuando la persona la necesite (Centeno Alvares, Vasquez Ramos, & Villanueva Gonzales , 2013, p. 2).

### **Planteamiento del problema**

A días de culminar el mes de diciembre del 2019, se reporta en Wuhan (una ciudad de China) la presencia de una neumonía con síntomas más fuertes a la común. Al pasar el tiempo a principios de Enero del 2021, la OMS (Organización Mundial de la Salud) declaró que se trataba de un virus de alta peligrosidad, entonces todos los países fueron advertidos de esto y declararon el inicio de una pandemia.

Como consecuencia de este virus mortal (Covid 19) el sistema de salud se vio saturado y como resultado de esto millones de personas perdieron la vida, provocando el pánico en la población por la gravedad de la situación que no podía ser controlada con la medicina convencional. En el aspecto económico, potencias mundiales se vieron afectadas por el cierre total de empresas comerciales, las ciudades más importantes del mundo se convirtieron en ciudades fantasmas por el confinamiento que se estableció a nivel mundial.

Por otro lado, la OMS estableció ciertas medidas de bioseguridad, por ejemplo, el lavado de manos constante, desinfección de manos y cuerpo con alcohol, uso obligatorio de mascarillas, distanciamiento social, todo esto para evitar el aumento de contagios y reducir la tasa de mortalidad que fue impresionante.

Entonces basándonos en estas medidas nosotros como futuros tecnólogos electromecánicos optamos por ver esta situación no como un problema sino más como una oportunidad de poner en práctica nuestros conocimientos y ayudar al mundo a combatir el Covid 19. Realizando un lavamanos automatizado para que el lavado sea más eficiente y no tenga contacto con la superficie del lavamanos que es en donde se asienta este virus.

En el caso de no lograr realizar el proyecto de prototipo de lavamanos inteligente o automatizado en palabras técnicas, el aumento de contagios en espacios públicos o residenciales se elevaría. Y por el lado ecológico el agua sería mal gastada con el uso del lavamanos convencional.

Finalmente el problema se soluciona con la implementación del prototipo planteado anteriormente con el cual se está seguro que no existirán dificultades al momento de realizar el mismo. Se busca satisfacer las necesidades y cumplir con los objetivos planteados.

## **Justificación**

La alarma generada por la pandemia del COVID 19, empezó a generar pánico entre las personas de todo el mundo, en vista que la pandemia cada día cobraba muchas vidas, las grandes potencias comenzaron a buscar nuevas alternativas para evitar los contagios masivos a nivel mundial una de ellas era evitar el menor contacto con otras personas u objetos.

Mediante la implementación de un prototipo de lavamanos inteligente, se busca evitar el menor contacto posible, con el fin de disminuir los contagios en lugares donde suelen frecuentar mayor cantidad de personas, a su vez ayudaría a que las personas puedan desinfectarse y tener un adecuado lavado de manos.

Los beneficiarios de este proyecto serán los residentes de una casa, ubicada en la parte rural del centro histórico de Quito, barrio San Salvador. Esta casa tiene antecedentes de mayor número de contagios a nivel comunitario, entonces sería de gran ayuda implementar en este ambiente el prototipo de lavamanos inteligentes para que se reduzcan estos contagios. El inmueble cuenta con 3 familias que conviven independientemente en pisos diferentes, cada familia con 5 o 6 miembros.

El prototipo a implementar ayudaría en nuevas investigaciones para poder mejorar nuevas innovaciones con el fin de que cada día se involucren en tecnologías alternativas que ayuden al bienestar de las personas, así como también irse adaptando a que la tecnología va introduciendo cada día más en nuestras vidas.

## **Objetivos**

### ***Objetivo General***

1. Implementar un prototipo de lavamanos inteligente con el uso de dispositivos electrónicos para prevenir el contagio del Covid 19.

### ***Objetivos Específicos***

1. Analizar proyectos similares para el entendimiento del estado del arte en esta tecnología y plantear el marco teórico de los elementos del dispositivo y la plataforma a utilizar.
2. Seleccionar y describir las características técnicas de los elementos mecánicos y electrónicos necesarios para la implementación del prototipo y el despliegue de la aplicación en la plataforma IoT.
3. Implementar el prototipo de lavamanos inteligente.
4. Realizar pruebas de funcionamiento del prototipo y resultados de la aplicación.

## **Alcance**

En la implementación del prototipo de lavamanos inteligente se busca llevar a cabo un estudio de los factores que intervienen al realizar un buen lavado de manos, para esto se ejecutarán una serie de preguntas a diferentes personas con el fin de saber su punto de vista acerca del tema.

Se comenzará con la explicación a qué tipos de microbios están expuestas nuestras manos con cada una de las actividades diarias, con ayuda de la encuesta sabremos las necesidades de las personas, con el fin de tomar en cuenta sus diferentes inquietudes y en qué forma ayudaría el prototipo a eliminar las bacterias por completo.

Para la ejecución del proyecto se debe tener en cuenta los elementos eléctricos y electrónicos que se van a utilizar en la implementación del lavamanos inteligente, con la intención de seleccionar a detalle cada uno de los elementos de mejor manejar, los sensores de proximidad ayudará a detectar cuando las personas acerquen sus manos al lavamanos automatizado, ya que estos cumplirán una función específica en su ensamblaje, la electroválvula servirá para la activación y desactivación del flujo del agua.

Una vez seleccionado los elementos se procederá con el respectivo ensamblaje para realizar las pruebas pertinentes y posteriormente a corregir cualquier falla con anterioridad, a fin de que el proyecto esté en óptimas condiciones a la hora de ponerlo en uso.

Mediante la implementación del prototipo se ayudará a que los beneficiarios tomen conciencia de que el buen lavado de manos, evita contagios en estos momentos de pandemia por el cual estamos atravesando, adicional comprender que el ahorro del agua ayuda a conservar más tiempo este recurso natural.



## Capítulo II

### Marco teórico

Para el desarrollo del problema planteado acerca de la propagación del virus por causa de COVID-19 se ha propuesto realizar un prototipo de lavamanos inteligente, con el fin de disminuir los contagios, para la implementación del prototipo se va a utilizar elementos electrónicos y electromecánicos los cuales se van a conocer a continuación con una breve explicación de cada uno de ellos.

#### **Electroválvulas**

“Cuando hablamos de una electroválvula, nos referimos a un dispositivo electromecánico diseñado para controlar el flujo que circula por un conducto. Por lo habitual, solamente dispone de las posiciones de abierto y cerrado” (Arco, 2020).

#### ***Tipos de electroválvulas***

**Sencillas.** “Estos modelos pueden ser del tipo normalmente cerradas o normalmente abiertas, siendo los primeros los que permanecen cerradas cuando no existe ninguna alimentación eléctrica, mientras que los segundos se quedan abiertos ante la falta de alimentación” (Anphibius, 2020).

También son conocidas como válvulas de tipo directo, se mantienen en reposo (cerradas) hasta que el solenoide ejerce fuerza sobre un muelle para abrirlas. Se utilizan con mayor frecuencia en lavadoras y en lavaplatos. (SHI, s.f.)

**Asistidas.** Estas electroválvulas se llaman así porque el solenoide no las controla directamente, sino que lo hace sobre una válvula piloto secundaria que produce energía y suministra la presión que necesita la válvula principal. (SHI, s.f.)

En este caso, la electroválvula depende mucho del nivel de presión que el agua ejerza sobre el dispositivo. Si hay demasiada, la válvula se abre sin el control del solenoide, por lo cual es recomendable para su uso en sistemas de riego donde existe una salida directa a la presión atmosférica (Anphibius, 2020).

**De tres vías.** Una válvula de este tipo es conocida así porque su función principal no es la de abrir y cerrar, sino que permiten la entrada de una sustancia determinada, entre dos salidas, lo que forma las tres vías. Un ejemplo de su aplicación son los sistemas de calefacción. (SHI, s.f.)

## Figura 1

*Tipos de electroválvulas.*



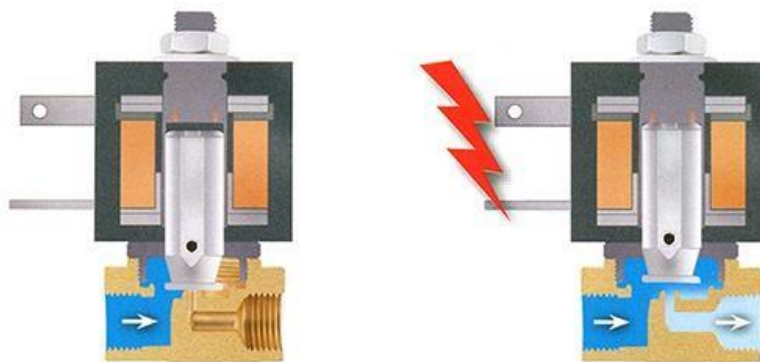
*Nota.* Tipos de electroválvulas aplicadas en los sistemas de control y automatización. Tomado de MercadoLibre Ecuador Cia. Ltda (2023).

### ***Funcionamiento de las electroválvulas***

El funcionamiento de una electroválvula para agua es sencillo: la membrana de la válvula se apoya en el cuerpo con la ayuda del muelle, y evita que el agua pase por la presión que ella misma ejerce y que está unificada tanto en la parte inferior como en la superior. En el momento en que se envía una señal eléctrica al solenoide de la electroválvula, la bobina se imanta y levanta el émbolo. De esta manera, queda un pequeño agujero en la tapa de la válvula, por donde sale el agua de la cámara superior. Así, cambia la presión y se libera el orificio de paso general. Esto hace que se comuniquen la entrada y la salida de agua del cuerpo de la válvula (Arco, 2020).

### **Figura 2**

*Principio de funcionamiento de una electroválvula.*



*Nota.* La figura del lado izquierdo indica que la electroválvula no está activada esto porque no existe un pulso eléctrico, mientras, que en la figura del lado derecho ya existe un pulso eléctrico y se activa el contacto de la electroválvula dejando fluir la sustancia líquida. Tomado de <https://www.pasai.es/blog/herramienta/electrovalvulas-servopilotadas/>

### ***Corriente de la electroválvula***

“Es importante decir que existen válvulas de solenoide aptas para su uso con corriente alterna, de 24 a 600 volts (V), o para su uso con corriente continua, de 12 a 24 V” (Andira, 2019).

### **Sensores de proximidad**

El sensor de proximidad es un transductor que detecta la presencia de objetos u obstáculos sin la necesidad de contacto, existen diferentes tipos de sensores de proximidad según el principio físico, también es posible configurar para la medición de la distancia (MecatrónicaLATAM, 2021).

### ***Tipos de sensores de proximidad***

Mencionaremos los tipos más utilizados en proyectos y sus características para posteriormente escoger el más adecuado en la implementación del prototipo.

**Inductivo.** “Se recomienda para la detección de objetos metálicos”  
(MecatrónicaLATAM, 2021).

**Capacitivo.** “Detección de objetos que no sean necesariamente metálicos, estos también pueden ser utilizados como interruptores de nivel, ya que pueden detectar presencia de líquido o sólido a través de un visor de vidrio o acrílico” (MecatrónicaLATAM, 2021).

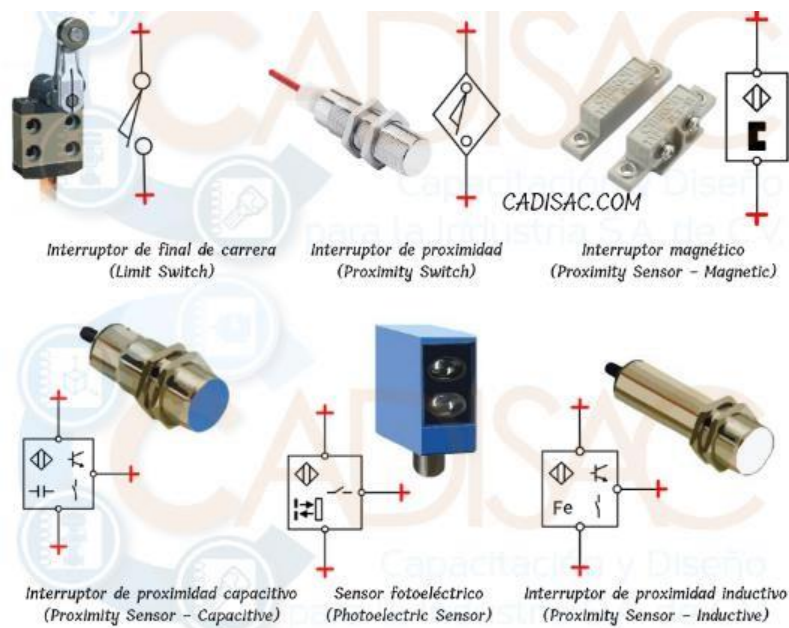
**Óptico.** “Los sensores ópticos de proximidad utilizan luz -infrarroja o visible- para detectar objetos. Tienen la ventaja de que no es necesario que el objetivo sea magnético o metálico, solo tiene que obstruir o reflejar la luz” (Pini, 2021).

**Magnético.** “Utilizados para medir la posición y la velocidad de componentes metálicos en movimiento” (Pini, 2021).

**Ultrasónico.** Estos sensores detectan objetos de cualquier tipo a distancias de hasta varios metros (m). La base de la medición es el tiempo de vuelo de un impulso ultrasónico emitido por el transmisor del sensor que se refleja en el objeto objetivo y es captado por el receptor del sensor (Pini, 2021).

### Figura 3

*Tipos de sensores y su simbología.*



*Nota.* Tomado de CADISAC (2020).

## Módulo ESP32

El módulo ESP 32, Es una serie de SoC (System on Chip), módulo de bajo costo y bajo consumo de energía, consta con una serie de micro controladores, en su parte interna, adicional tiene un sistema de “Wi-Fi y Bluetooth” incluido,( Beningo, 2020).

Los ESP 32 poseen un nivel alto adaptación, su encapsulado incluye:

- Interruptores de antena
- Balun de RF
- Amplificador de potencia
- Amplificador de recepción de bajo ruido
- Filtros y módulos de administración de energía

Tiene una gran ventaja la cual es un instrumento para cualquier tipo de proyecto que se energice con baterías o aplicaciones IoT.

## Protoboard

“Un protoboard o placa de pruebas sirve para realizar prototipos y experimentos de forma ágil sin la necesidad de perder soldar componentes” (Veloso, 2021).

### ***Estructura interna de la placa de pruebas (Protoboard)***

**Pistas.** “Las pistas o líneas de conexión están unidas de forma vertical, es decir que cada columna vertical de orificios es independientes, no están conectadas eléctricamente” (Veloso, 2021).

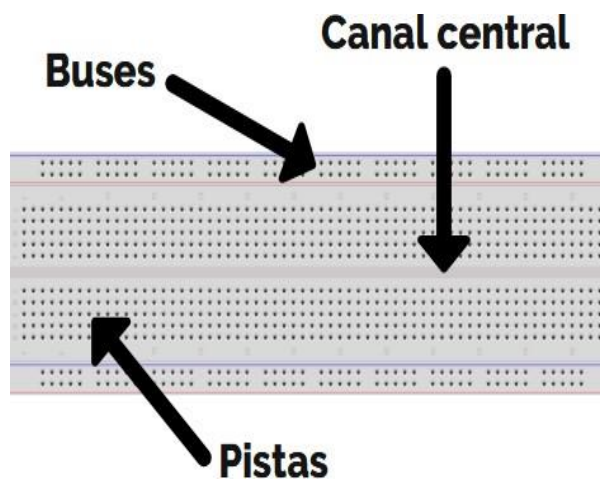
**Línea divisora.**

El canal central o línea divisoria se encuentra en la mitad de la placa, está construido con un material aislante cuyo único objetivo es separar las zonas de conexión superior de la inferior. Es decir que la parte de arriba es independiente de la parte de abajo, para utilizar ambas en un único circuito hay que conectarlas vía puentes de cableado (Veloso, 2021).

**Rieles de Alimentación.** “Son las dos líneas horizontales que se encuentran en los extremos de la placa, su objetivo es brindar alimentación a la placa, donde una línea debe ser utilizada como polo positivo mientras que la otra como polo negativo” (Veloso, 2021).

**Figura 4**

*Estructura de una protoboard y sus partes principales.*



*Nota.* Estructura del protoboard y sus partes principales. Tomado de Electrónica fácil (s.f.).

## **Softwares**

### **Arduino IDE**

IDE es un software que permite al programador hacer los códigos necesarios, con el fin de que haga los que ellos quieran, cuenta con las herramientas necesarias para crear, editar y cargar diferentes programas, en el mundo de la programación se los conoce como “sketches”.

### **Solidworks**

SolidWorks es un software tipo CAD, de diseño mecánico, que utilizando un entorno gráfico basado en Microsoft Windows permite de manera intuitiva y rápida la creación de Modelos sólidos en 3D, Ensamblajes y Dibujos. Se basa en el modelado paramétrico, reduciendo el esfuerzo necesario en modificar y crear variantes en el diseño, ya que las cotas y relaciones usadas para realizar operaciones se almacenan en el modelo (Adr Formacion, s.f.).

SolidWorks, proporciona un software de diseño de fácil uso y poderosas herramientas para los ingenieros y diseñadores, permitiéndoles cubrir todo el proceso (crear, validar, comunicar y gestionar) de desarrollo de producto, asegurándose de que este es correcto antes de fabricarlo. De esta manera es posible conseguir costes de fabricación más bajos y acelerar la introducción de productos en el mercado debido a la mejora en el flujo de información y comunicación del diseño de estos en toda la empresa, además de entre sus proveedores y clientes (Adr Formacion, s.f.).



## **Proteus**

“Se trata de un software comercial fabricado por Labcenter Electronics, caracterizado por su potencia y facilidad de uso” (Barron Ruiz, 2004, p. 1).

Proteus es un sistema completo de diseño electrónico que combina un avanzado programa de captura de esquemas, un sistema de simulación mixto (analógico y digital) basado en Spice, y un programa para disposición de componentes en placas de circuito impreso y auto-ruteado (Barron Ruiz, 2004, p. 1).

Dentro de sus sub-programas tenemos:

**ISIS.** “Es la herramienta para la elaboración avanzada de esquemas electrónicos, que incorpora una librería de más de 6.000 modelos de dispositivos digitales y analógicos” (Laboratorio de Electronica , s.f.).

**ARES.** Es la herramienta para la elaboración de placas de circuito impreso con posicionador automático de elementos y generación automática de pistas, que permite el uso de hasta 16 capas. Con ARES el trabajo duro de la realización de placas electrónicas recae sobre el PC en lugar de sobre el diseñador (Laboratorio de Electronica , s.f.).

“La razón principal que nos condujo a experimentar con Proteus fue su capacidad para simular circuitos basados en microcontroladores” (Barron Ruiz, 2004, p. 1).

## Capítulo III

### Selección de los elementos

El prototipo se divide en 3 partes fundamentales: parte eléctrica, electrónica y mecánica. Dentro de la parte eléctrica tenemos el cableado de los elementos, y en la parte electrónica tenemos placas de ESP 32 Wifi Bluetooth, sensores y actuadores. Y por último la parte mecánica se encuentra la estructura en que se va a construir el prototipo.

#### Parte electrónica

##### ***Circuito del grifo automatizado.***

Para la elaboración de este circuito utilizamos elementos electrónicos y electromecánicos. Los cuales son identificados en la figura 5., y los describimos a continuación:

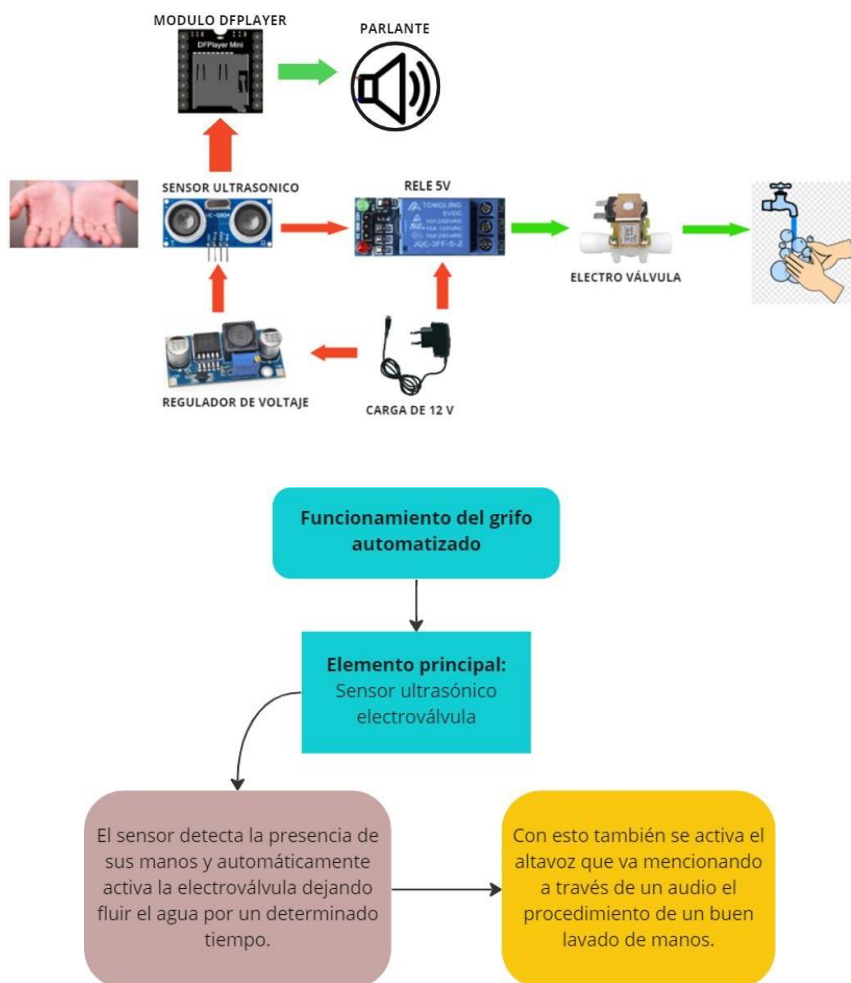
- Sensor ultrasónico.
- Módulo relay de 5V.
- Regulador de voltaje.
- Electroválvula.
- Una fuente de alimentación de 12V.

##### ***Funcionamiento del circuito.***

Su funcionamiento se basa en lo siguiente, el sensor ultrasónico detecta la presencia de las manos a una distancia de 10 cm (distancia < 10), y activa el relay por un determinado tiempo en este caso 20 segundos (20.000 milisegundos en la programación).

## Figura 5

Descripción gráfica y funcional del circuito del grifo automático.



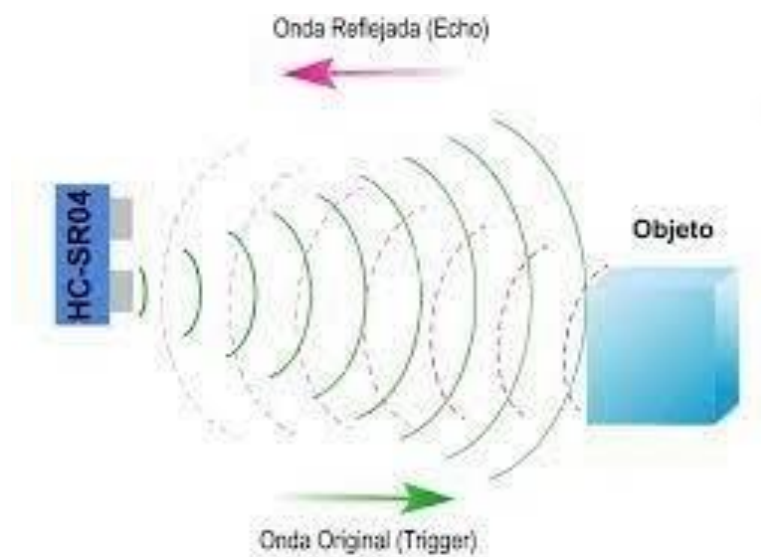
*Nota.* La figura indica los elementos que intervienen en el control y accionamiento del grifo automatizado y el audio incluido.

Como mencionamos anteriormente dentro de esta parte tenemos sensores, actuadores y placas electrónicas. Para lo cual se han seleccionado los siguientes elementos para implementar y automatizar el grifo del lavamanos inteligente.

**Sensor Ultrasónico HC-SR04.** “Los sensores ultrasónicos miden la distancia en la que se encuentra el objeto mediante ondas ultrasónicas, contando el tiempo de la emisión y recepción” (Keyence Corporation , s.f.)

### Figura 6

*Funcionamiento del sensor ultrasónico.*



*Nota.* Su funcionamiento consiste en emitir un sonido ultrasónico por uno de sus transductores (Trigger), y esperar que el sonido rebote de algún objeto presente, el eco es captado por el segundo transductor (Echo) (Arencibia Gil, 2018). Tomado de ZonaMaker (s.f.).

**Tabla 1**

*Características básicas del Sensor Ultrasónico HC-SR04.*

Característica	Descripción
Voltaje de Operación	5V DC
Corriente de reposo	<2mA
Corriente de trabajo	15mA
Rango de medición	2cm a 450cm
Precisión	+3mm
Ángulo de apertura	15°
Frecuencia de ultrasonido	40KHz
Duración mínima de pulso de disparo TRIG (nivel TTL)	10 $\mu$ S
Duración de pulso ECO de salida (nivel TTL)	100-25000 $\mu$ S
Dimensiones	(45*20*15) mm
Tiempo mínimo de espera entre medida y el inicio de otra	20ms

*Nota.* La tabla indica las características técnicas del sensor utilizado. Tomado de Naylamp Machatronics SAC (s.f.).

### Modulo relé accionado 5V.

Es un dispositivo electromagnético que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes (Arduino, 2021).

“Si activamos el relé, poniendo a 5 Volts el pin de control dejará pasar la corriente (se cierra el circuito interruptor), mientras que si la tensión es 0 Volts se interrumpirá la corriente” (Arduino, 2021).

### Figura 7

*Módulo relay JQC-3FF-S-Z.*



*Nota.* Tomado de Arca Electrónica (2023).

**Tabla 2***Características básicas.*

<b>Tipo de bobina</b>	Sin enclavamiento	<b>Forma de contacto</b>	SPDT
<b>Numero de circuitos</b>	1	<b>Clasificación de voltaje (Bobina)</b>	5 VDC
<b>Corriente (conmutación)</b>	10A	<b>Voltaje de conmutación</b>	250 VAC
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-40°C a 105°C	<b>Interfaz</b>	Transistor

*Nota.* Tomado de DBU ELECTRONICS (2023).

**Regulador de voltaje DC LM2596.** “Un regulador de voltaje es un dispositivo eléctrico diseñado para suministrar un voltaje estable y proteger a los equipos eléctricos y electrónicos conectados a una línea de tensión contra fenómenos como sobre voltaje, caída de tensión y variaciones de voltaje” (Organos de Palencia, 2021).

“Un regulador de voltaje es capaz de recibir un voltaje de entrada variable y busca proveer un voltaje de salida apropiado para el funcionamiento correcto de los equipos conectados como carga a la salida del mismo” (New Line, s.f.).

**Figura 8**

LM2596.



*Nota.* Tomado de AV Electronics (2023)

**Tabla 3**

*Características generales.*

<b>Basada en el regulador</b>	LM2596, Salida entre 1,5 y 35Vdc.	<b>Voltaje de entrada</b>	4.5-40V.
<b>Corriente de salida</b>	Máxima 3A.	<b>Voltaje de salida</b>	1.5-35V (Ajustable).
<b>Frecuencia de switching</b>	150 KHz.	<b>Dimensiones</b>	43*20*14mm.

*Nota.* Tomado de AV Electronics (2023)



**Electroválvula 12V de ½ in.** También son conocidas como válvulas de tipo directo, se mantienen en reposo (cerradas) hasta que el solenoide ejerce fuerza sobre un muelle para abrirlas. Se utilizan con mayor frecuencia en lavadoras y en lavaplatos. (SHI, s.f.)

**Figura 9**

*Electroválvula solenoide.*



*Nota.* Tomado de MercadoLibre Ecuador Cia (s.f.).

**Tabla 4**

*Características generales de la Válvula Electromagnética Válvula Solenoide.*

<b>Material</b>	<b>Metal + plástico</b>	<b>Voltaje</b>	<b>DC 12V</b>
<b>Potencia</b>	8 W	<b>Corriente</b>	0.6 A
<b>Entrada y salida</b>	Para manguera de ½ in (diámetro exterior) manguera	<b>Presión</b>	0.02-0.8 MPa
<b>Tipo de válvula</b>	Diafragma (operado por servo)	<b>Uso</b>	Agua y fluidos de baja viscosidad.

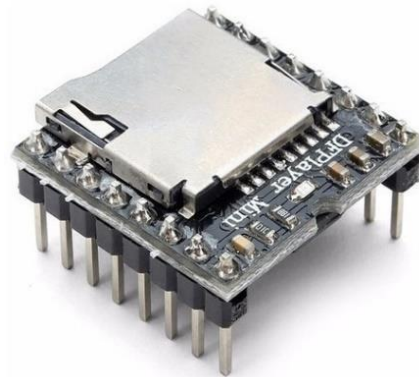
*Nota.* Tomado de MercadoLibre Ecuador Cia (s.f.).

**Módulo DFPlayer Mini MP3 Player.** “Esta pequeña placa es un pequeño reproductor de audio MP3 con amplificador integrado y que puede funcionar por si sólo simplemente conectando unos pulsadores que permiten la reproducción de archivos directamente cargados en una tarjeta de memoria Micro SD” (AV Electronics, s.f.).

Tiene dos modos de funcionamiento. El primero conectando pulsadores (play, stop etc) y otro mediante una comunicación serial que puede ser conectada a cualquier microcontrolador con pines TX/RX como por ejemplo los de la familia Arduino. Al disponer de un amplificador de audio integrado, se puede conectar directamente un altavoz de 4 o 8 Ohm (AV Electronics, s.f.).

### Figura 10

*Modulo DFPlayer Mini MP3 Player.*



*Nota.* Es compatible con arduino. Tomado de MercadoLibre Ecuador Cia.Ltda (2023)

**Tabla 5**

*Características básicas del módulo DFPlayer Mini MP3 Player.*

<b>Alimentación</b>	3.2V a 5V	<b>Interfaz</b>	Pines de control I/O para pulsadores o modo Serial
<b>Samples soportados (kHz)</b>	8/11.025/12/16/22.05/24/32/44.1/48.	<b>Soporta</b>	Hasta 100 directorios. Cada directorio soporta un máximo de 255 archivos de audio.
<b>Salida</b>	24 -bit DAC con soporte para rango dinámico 90dB.	<b>Volumen</b>	Ajustable en 30 niveles.
<b>Sistema de archivos</b>	FAT16 y FAT32. Máx: 32G (tarjeta Micro SD no incluida).		

*Nota.* Aspectos importantes para la elección del elemento y sus características. Tomado de AV Electronics (2023)

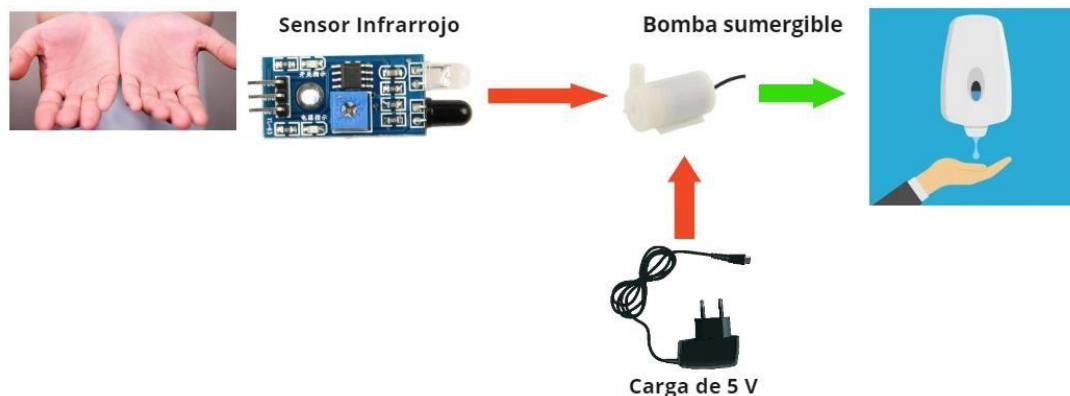
### ***Circuito del dispensador automático.***

Para llevar a cabo este circuito se han utilizado elementos electrónicos y mecánicos muy sencillos. A continuación los elementos que componen este circuito:

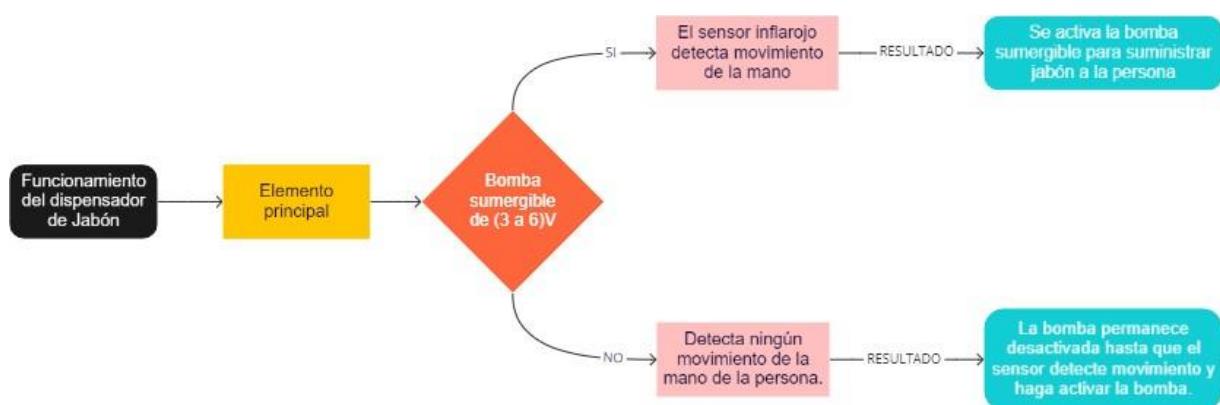
- Sensor infrarrojo.
- Mini bomba sumergible.
- Una fuente de alimentación de 5V.

Figura 11

Principio de funcionamiento del dispensador de jabón automatizado.



Nota. El circuito representado es una breve descripción grafica de como es el funcionamiento.



Nota. La figura indica los elementos que intervienen en el control y accionamiento del grifo automatizado

A continuación detallamos los aspectos generales de los elementos a utilizar:

**Módulo sensor infrarrojo.** El Módulo Sensor De Obstáculos Reflectivo Infrarrojo FC-51 es un dispositivo opto electrónico activo capaz de medir proximidad por infrarrojo IR, está compuesto por un transmisor que emite energía infrarroja IR y un receptor que detecta la energía

IR reflejada por la presencia de cualquier obstáculo en la parte frontal del módulo. Se puede comunicar con Arduino, Raspberry Pi o cualquier microcontrolador que tenga un nivel de tensión de IO de 3.3V a 5V. Sus pines de conexión son tres: VCC, OUT Y GND.

## Figura 12

*Sensor FC-51.*



*Nota.* Representación física del módulo sensor infrarrojo. Tomado de Electro store (s.f.)

## Tabla 6

*Características básicas de un módulo sensor infrarrojo.*

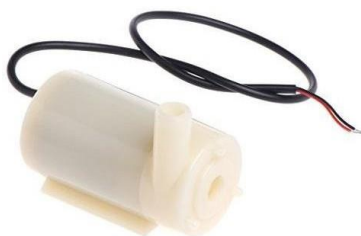
<b>Voltaje de funcionamiento:</b>	3.3V~5V
<b>Corriente de trabajo:</b>	18 mA – 20 mA a 5 V
<b>Ángulo para detección:</b>	35°
<b>Señal de nivel eléctrico de salida:</b>	Bajo nivel al detectar objetos / nivel alto cuando no objetos / 0 o 1 decide si existen objetos.

*Nota.* Tomado de Electro store (s.f.)

**Mini bomba de agua sumergible 120 L/H.** “Esta Bomba de Agua Sumergible, a diferencia de otras, tiene la capacidad de mover líquidos desde un punto a otro, estando dentro del recipiente en donde se desea extraer el contenido” (Electro Store , s.f.).

### Figura 13

*Mini bomba de agua sumergible 120 L/H.*



*Nota:* representación gráfica de la mini bomba sumergible. Tomado de AV Electronics (2023).

### Tabla 7

*Características del elemento.*

<b>Tensión:</b>	2.5-6V.	<b>Altura:</b>	aprox.30mm / 1.2'.
<b>Elevación máxima:</b>	40-110cm / 15.75'- 43.4'	<b>Material:</b>	Plástico de ingeniería. La carcasa es de termoplástico.
<b>Diámetro exterior :</b>	7.5mm / 0.3'.	<b>Durabilidad</b>	Hasta 500 horas.
<b>Diámetro interior:</b>	5mm / 0.2'.		

*Nota.* Especificaciones de la mini bomba sumergible. Tomado de AV Electronics (2023).

## **Sistema de control**

### **Módulo ESP32-WROOM-32.**

Es un potente módulo que integra WiFi y Bluetooth, ideal para desarrollar productos de IoT. La integración de Bluetooth, Bluetooth LE y Wi-Fi permite una amplia gama de aplicaciones, el uso de WiFi permite una comunicación de mediano alcance y conectarse a una red LAN y a través de un Modem Router conexión a Internet, mientras que el Bluetooth nos permite conectarse directamente a otro dispositivo como un celular (Naylamp Mechatronics SAC, s.f.).

### **Figura 14**

*Microcontrolador modelo ESP 32 Wi-Fi.*



*Nota. Microcontrolador ESP32 con wifi y bluetooth. Tomado de Prometec (s.f.)*

**Tabla 8**

*Características básicas del módulo ESP 32.*

<b>Procesador</b>	Dual core Xtensa LX6 de 32 bits
<b>Voltaje de operación</b>	5V DC
<b>Voltaje de Entradas/Salidas</b>	3.3V DC
<b>Pines de entrada GPIO</b>	24 Algunos pines solo como entrada
<b>Memoria</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>€ 448 KByte ROM</li> <li>€ 520 KByte SRAM</li> <li>€ 16 KByte SRAM in RTC</li> <li>€ QSPI Flash/SRAM, 4 MBytes</li> </ul>
<b>Wifi</b>	802.11 b/g/n/e/i (802.11n @ 2.4 GHz hasta 150 Mbit/s)
<b>Bluetooth</b>	v4.2 BR/EDR and Bluetooth Low Energy (BLE)
<b>Chip USB-Serial</b>	CP2102

*Nota.* Aspectos importantes del microcontrolador para la implementación del prototipo. Tomado de Prometec (s.f.)



## Parte Mecánica

### ***Madera de melamina.***

La melamina es un material que simula la madera. No es madera en sí, pero su material base proviene igualmente de los árboles. Los tableros de melamina son, en realidad, tableros de conglomerado recubiertos de melamina, para que tengan la apariencia de la madera que quieras (Servei Estacio, s.f.).

### **Figura 15**

*Modelo del material melaminico (MDF).*



*Nota.* También conocida como madera en falso. Tomado de Maderame (s.f.).

**Tabla 9**

*Características del material melaminico.*

<b>Acabado</b>	Resistente y duradero
<b>Ventajas</b>	Calidad y precio
<b>Densidad</b>	Aproximadamente 1,57 g/m <sup>3</sup>
<b>Dureza</b>	Alta resistencia a temperaturas, (tableros de conglomerado)
<b>Durabilidad</b>	No se diluye con solventes y aguanta 700 ciclos de abrasión.

*Nota.* Aspectos importantes de la elección y características de la madera con respecto a la construcción del prototipo del lavamanos inteligente. Tomado de Gomez (2020).

## Capítulo IV

### Diseño y programación del proyecto

#### Diseño del sistema para la automatización del proyecto.

##### *Esquema general del funcionamiento del prototipo.*

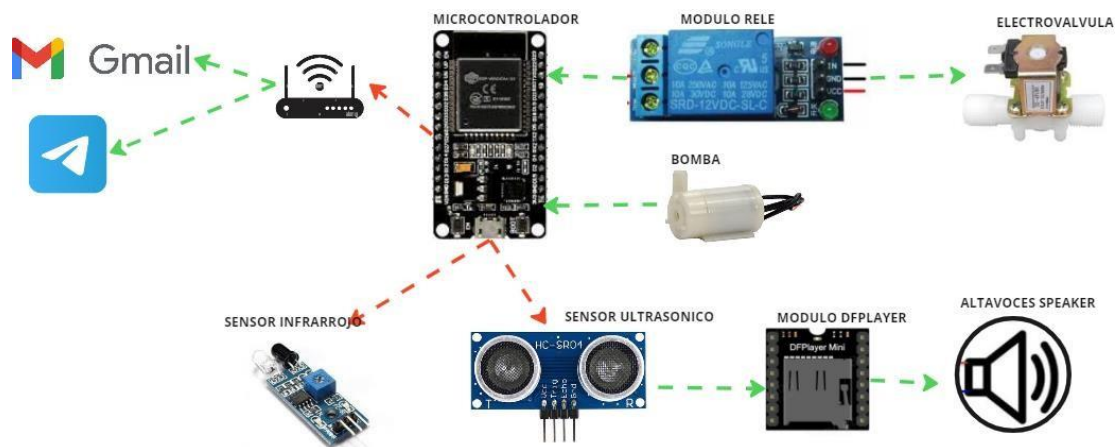
Dentro del esquema general se describe como es el funcionamiento y cómo interactúan los elementos que componen el mismo. El prototipo se compone de dos sistemas de control: el primero se basa en la comunicación de los elementos electrónicos y electromecánicos. El segundo realiza el envío y recibimiento de notificaciones a un administrador por medio del internet de las cosas (IoT).

En la Figura 16, las líneas rojas hacen referencia a la recepción de datos por parte del microcontrolador Esp32, las líneas verdes indican la salida de datos del mismo microcontrolador a los elementos actuadores. La unión de estos dos tipos de líneas representa la recepción y envío de datos del Esp 32 con la aplicación del correo electrónico y el telegram a través del Wi-Fi (conexión de internet).

El proceso inicia conectándose el microcontrolador Esp 32 al Wi-Fi (Internet), siempre y cuando se establezca esta comunicación, el usuario podrá hacer uso del siguiente servicio. Entonces el usuario aproxima sus manos al recto del sensor instalado, este lo identifica y emite un mensaje al telegram indicando que se está haciendo uso del lavamanos.

Figura 16

Esquema de funcionamiento del proyecto.



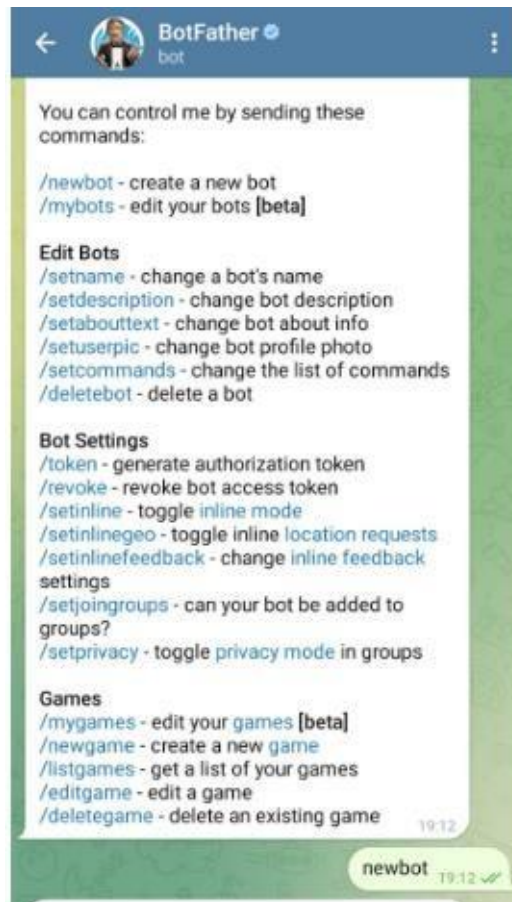
### Estructuración de la aplicación Telegram.

La aplicación móvil de Telegram tiene la ventaja de tener su propio protocolo de comunicación, el cual es MTProto, el mismo que se proyecta a varias sesiones, plataformas y transfiere archivos de todos los formatos existentes, lo más importante que no importa el tamaño del archivo. Los mensajes que se envían son seguros, ya que ni siquiera los servidores de Telegram pueden observar lo que se envía.

Se procede a crear el bot mediante un **BotFather**. Lo principal que se debe hacer es enviar un mensaje al **BotFather** (@BotFather), mencionando “/newbot”, como se indica en la figura 17.

Figura 17

Creación del Bot



Posterior a esto, el **BotFather** realiza la pregunta de cómo quieres nombrar a tu bot, entonces estaremos escribiendo nombres hasta que el sistema nos acepte un nombre ideal, en este caso "lava\_intel\_esp\_bot"

## Figura 18

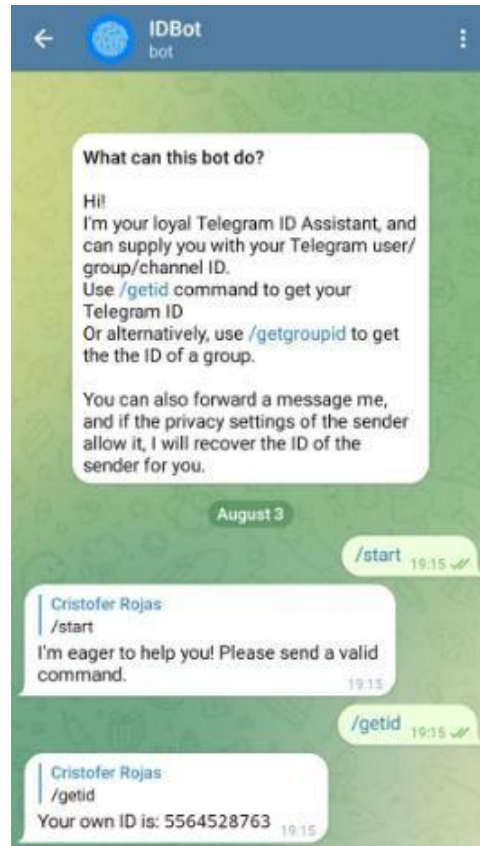
*Configuración del nombre del bot del proyecto.*



El sistema nos arroja un mensaje de notificación de que el bot ha sido creado con éxito, y con ello un Token, el cual debemos colocar en la programación del microcontrolador. Así mismo en otro subsistema de Telegram “**IDBot**” obtenemos nuestro ID del proyecto, podemos ver en la figura 18, que de igual manera lo colocamos en la configuración del ESP 32 en la sección del Telegram, como indica la figura 19.

## Figura 19

*Designación de un ID chat, para él envió de los mensajes.*

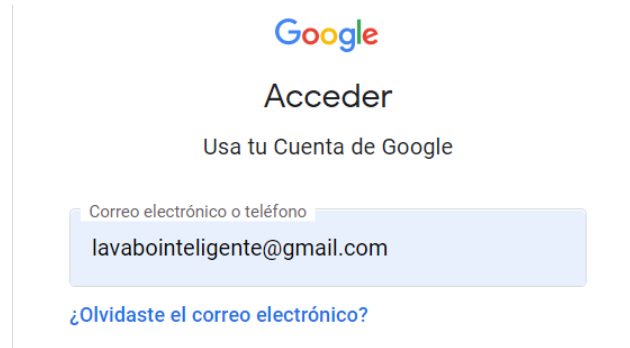


## ***Estructuración de la aplicación Gmail***

Lo esencial en este caso, es crearnos un correo electrónico al cual recibiremos la notificación pertinente del proyecto, [lavamanosinteligente@gmail.com](mailto:lavamanosinteligente@gmail.com) es una dirección de correo donde recibiremos cuantos usuarios se han contabilizados diariamente.

**Figura 20**

*Dirección del correo electrónico del proyecto.*

**Configuración del módulo - Esp 32**

Para la elaboración del código de programación del módulo ESP32 se lo realizo en la aplicación ARDUINO IDE utilizando el lenguaje de programación C. Para una explicación más explícita de funcionamiento de todo el proyecto ver la siguiente Figura 16.

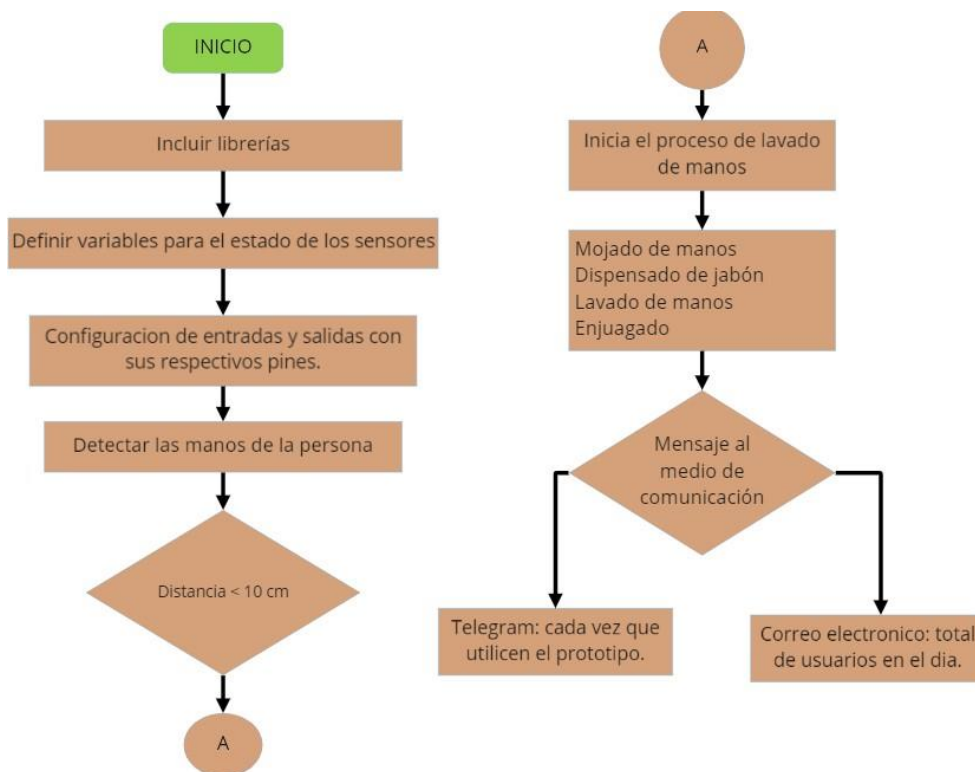
Para el avance del código en el módulo Esp 32 se consideró varios aspectos los cuales son:

- Incluir la tarjeta del Esp 32 al programa de Arduino IDE.
- Incluir librerías para el manejo de los elementos.
- Conexión a la red Wifi.
- Configuración en la parte del setup.
- Creación de variables para la automatización del sistema.



**Figura 21**

*Diagrama general del proyecto.*

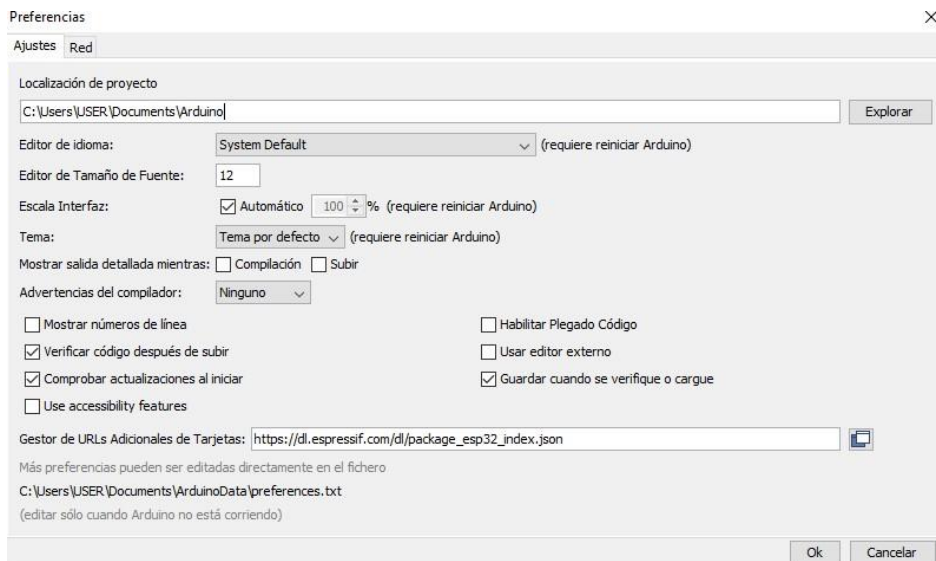


### ***Inclusión de la tarjeta del Esp32 al Arduino IDE***

Para la comunicación del Arduino IDE con el Esp 32 se tuvo que configurar las preferencias de las URLs , con el fin de que puede compilar el código de programación y no de ningún tipo de error. Esto se visualiza en la figura 22.

Figura 22

Configuración para incluir la tarjeta del Esp 32 al Arduino IDE.



### ***Inclusión de librerías para el respectivo manejo de los elementos electrónicos.***

Para la utilización del módulo WI-FI, Se adiciono la librería <WiFi.h>, la cual permite utilizar el módulo Esp32, se utilizó la librería <WiFiClientSecure.h>, la cual viene por defecto en el Arduino IDE. Esto se observa en la Figura 23.

Figura 23

*Librerías para la comunicación WIFI.*

```
#include <WiFi.h> //Librería para la conexión WIFI
#include <WiFiClientSecure.h> //Librería para la conexión con Telegram
```

Para el envío de mensajes desde el ESP32 a la aplicación de Telegram se utilizó la siguiente librería <UniversalTelegramBot.h>. La cual nos ayuda con la comunicación con el BOT creado en la aplicación. Esto se observa en la Figura 24.

### **Figura 24**

*Librería para la comunicación con el BOT de Telegram.*

```
#include <UniversalTelegramBot.h> //Librería para la comunicación con el BOT de Telegram
```

Para enviar y recibir los datos en forma de texto plano, se añadió la librería <ArduinoJson.h>. La librería JSON es la que nos ayuda a emitir peticiones. Se observa en la Figura 25.

### **Figura 25**

*Librería utilizada para realizar peticiones al servidor.*

```
#include <ArduinoJson.h>
```

Para la conexión del ESP32 con el correo electrónico se incluyó la siguiente librería "ESP32\_MailClient.h". La cual se utiliza especialmente para enviar los mensajes al correo electrónico. Como se indica en la figura 26.

### **Figura 26**

*Librería para la conexión del ESP 32 con el correo electrónico.*

```
#include "ESP32_MailClient.h"// librería para la conexión con el correo electrónico
```

Para el manejo del tiempo real o de la RTC se incluyó la librería "RTCLib.h". La cual nos ayuda con las mediciones del tiempo en unidades temporales. Lo podemos observar en la Figura 27.

### **Figura 27**

*Librería para el manejo de la RTC.*

```
#include "RTCLib.h" //Librería para el manejo de la RTC o del tiempo real
```

Para controlar el modulo DF mini Player instalamos la siguiente librería. El programa de programación establecerá una comunicación en serie con el modulo reproductor.

### **Figura 28**

*Librería para la interpretación de datos del mini DFPlayer.*

```
#include "DFRobotDFPlayerMini.h"
```

### **Conexión a la red WIFI**

Para la conexión a la red WIFI se procedió a configurar el usuario y contraseña a donde va estar conectado nuestro ESP32. Mediante la creación de dos variables las cuales son de tipo WIFI\_SSID, en la cual podemos almacenar el nombre de usuario de la red WIFI y la otra variable es WIFI\_PASSWORD, la cual almacena la contraseña de la red WIFI. Esto se observa en la Figura 29.

## Figura 29

*Variables para la conexión a la red WLAN.*

```
#define WIFI_SSID "Damaris" //// Usuario de la red
#define WIFI_PASSWORD "0999828098" ////Contraseña de la red
```

## **Configuración del Token y ID chat para el Telegram en la programación.**

Se realiza la escritura del Token en la programación del proyecto para crear la comunicación HTTP como indica la figura 17. La definición de las variables BOT\_TOKEN e Id\_Chat se muestra en la Figura 30.

## Figura 30

*Variables de programación para el Telegram.*

```
#define BOT_TOKEN "5376702191:AAGg8BhtKhtUVlvtGUCLHcE_W6L6fmG13Ss"
#define Id_Chat "5564528763"
```

## **Creación de variables**

Dentro del proyecto, en la programación se deben utilizar variables para el desarrollo de diferentes procesos en el prototipo.

Para almacenar información de las dispensaciones de jabón se utilizó una variable tipo string <data\_con\_jabon>. Al igual que, para el almacenamiento de las dispensaciones de agua <data\_con\_agua>

Para la función de enviar la información en forma de texto a la aplicación de Telegram se utilizó una variante de tipo string en donde ya recoge la primera información almacenada y con un mensaje programado lo envía. Para las notificaciones de agua la variable es <data\_unido\_agua> y para el jabón <data\_unido\_jabon>.

Se utiliza una variantes de contadores para el almacenamiento de las veces en las que tanto el jabón como el agua son utilizadas.

### Figura 31

*Creación de variables para el sistema.*

```
String data_unido_jabon = "";  
String data_con_jabon = "";  
  
String data_unido_agua = "";  
String data_con_agua = "";  
  
String men_correo = "";  
String men_correo_com = "";  
  
cont_sen = 0;  
cont_ultra = 0;
```

### ***Distribución de pines***

Es importante la designación de pines para los elementos electrónicos, definir que pines del microcontrolador del ESP 32 van a ser utilizados y así mismo establecer de qué manera, como entradas o como salidas.

En la conexión del sensor infrarrojo (sen\_bomba) se le asignó el pin 27 y de la mano para el control de la bomba se le asignó el pin 28. Para el control de la electroválvula se le asignó al relé el pin 14, y para el sensor ultrasónico los pines 4 (TrigPin) y 2 (EchoPin). Lo cual observamos en la figura 32.

Los pines designados para el RTC se excluyen de la programación, ya que vienen dados por la librería dentro de la programación misma, pero para tener en cuenta los pines asignados fueron el 21 y 22 para SDA Y SCL respectivamente.

### **Figura 32**

*Distribución de pines.*

```
#define bomba 28
#define rele 14
#define sen_bomba 27

const int TrigPin = 4;
const int EchoPin = 2;
```

### **Configuración del Set Up**

En esta parte se realizan las configuraciones que son antes del arranque del sistema, es decir, colocamos la velocidad de transmisión con la que el ESP 32 va a conectarse y va a arrancar el sistema. La programación se observa en la figura 33.

### Figura 33

*Configuración de la comunicación serial.*

```
void setup() {  
  // put your setup code here, to run once:  
  Serial.begin(115200);  
  /////
```

Seguido de esto, se declaran los pines de cada sensor y actuador que intervienen en el sistema de control, tanto entradas como salidas. Que se observa en la siguiente figura 34.

### Figura 34

*Definición de los pines como entradas y salidas respectivamente.*

```
pinMode(bomba, OUTPUT);  
pinMode(rele, OUTPUT);  
pinMode(sen_bomba, INPUT);  
  
pinMode(TrigPin, OUTPUT);  
pinMode(EchoPin, INPUT);
```

### **Subrutinas del proyecto**

#### **Subrutina de la RTC**

Se pone el código principal para ejecutarlo repetidamente, con la variable "DateTime now" la cual expresa la hora local, los minutos y los segundos, con la variable "Serial.print" podemos enviar los datos de comunicación serial. Esto se muestra en la Figura 35.



**Figura 35**

*Programación y configuración de la RTC.*

```

///Subrutina de la RTC
void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  DateTime now = rtc.now();
  Serial.print(now.hour(), DEC);
  Serial.print(':');
  Serial.print(now.minute(), DEC);
  Serial.print(':');
  Serial.print(now.second(), DEC);
  Serial.println();
}

```

**Figura 36**

*Configuración de la fecha y hora para el envío del correo electrónico.*

```

Serial.println("RTC lost power, lets set the time!");
// following line sets the RTC to the date & time this sketch was compiled
rtc.adjust(DateTime(F(__DATE__), F(__TIME__)));
// This line sets the RTC with an explicit date & time, for example to set
// January 21, 2014 at 3am you would call:
rtc.adjust(DateTime(2022, 8, 5, 19, 6, 0));

```

**Subrutina del correo electrónico**

Se comenzó configurando el servidor del correo electrónico SMTP, establecemos el nombre del remitente y el Email, establecemos la importancia del mensaje que tiene que llegar al Gmail por medio de High, Normal, Low, podemos establecer uno o varios destinatarios y finalmente enviamos el mensaje al correo electrónico. Esto lo vemos en la Figura 37.

Dentro de la configuración tenemos una condición de programación la cual dice que cuando el sensor infrarrojo, el cual activa el dispensador de jabón se activado 20 veces o más, inmediatamente nos envía un correo electrónico de AVISO IMPORTANTE, diciéndonos que debemos recargar el jabón. Observemos la figura 37.

### Figura 37

*Configuración del correo electrónico para remitir el mensaje.*

```

if(data_con_jabon <= 20){
if(now.hour() == 1 && now.minute() == 59 && now.second() <= 5){
    String data_men = String(cont_ultra);
    men_correo = "La cantidad de dispensaciones de jabón fueron: "+ data_con_jabon;
    men_correo = "El jabón necesita ser recargado. ";
    //men_correo_com = men_correo + "La cantidad de dispensaciones de jabon son: " + cont_sen;
    Serial.println(men_correo);
    digitalWrite(23, HIGH);
    //Configuración del servidor de correo electrónico SMTP, host, puerto, cuenta y contraseña
    datosSMTP.setLogin("smtp.gmail.com", 465, "lavabointeligente@gmail.com", "fjnzikojunemddb");
    // Establecer el nombre del remitente y el correo electrónico
    datosSMTP.setSender("esp32lavabo", "lavabointeligente@gmail.com");
    // Establezca la prioridad o importancia del correo electrónico High, Normal, Low o 1 a 5 (1 es el más alto)
    datosSMTP.setPriority("High");
    // Establecer el asunto
    datosSMTP.setSubject("AVISO IMPORTANTE");
    // Establece el mensaje de correo electrónico en formato de texto (sin formato)
    datosSMTP.setMessage(men_correo, false);
    // Agregar destinatarios, se puede agregar más de un destinatario
    datosSMTP.addRecipient("lavabointeligente@gmail.com");
    //Comience a enviar correo electrónico.
    if (!MailClient.sendMail(datosSMTP))
    Serial.println("Error enviando el correo, " + MailClient.smtpErrorReason());
    //Borrar todos los datos del objeto datosSMTP para liberar memoria
    datosSMTP.empty();
    delay(10000);
    digitalWrite(23, LOW);
}
}

```

Así mismo, tenemos la misma condición para que cuando el sensor ultrasónico se active 20 veces o más nos envíe un mensaje al correo electrónico del prototipo, que le mismo necesita un mantenimiento mecánico, eléctrico y electrónico preventivo. Observamos la figura 58.

## Figura 38

*Configuración del correo electrónico para un aviso del recargo de jabón.*

```

if(data_con_agua <= 20){
if(now.hour() == 1 && now.minute() == 59 && now.second() <= 5){
String data_men = String(cont_ultra);
men_correo = "La cantidad de dispensaciones de agua fueron: "+ data_con_agua;
men_correo = "Realizar un mantenimiento a los sensores. ";
//men_correo_com = men_correo + "La cantidad de dispensaciones de jabon son: " + cont_sen;
Serial.println(men_correo);
digitalWrite(23, HIGH);
//Configuración del servidor de correo electrónico SMTP, host, puerto, cuenta y contraseña
datosSMTP.setLogin("smtp.gmail.com", 465, "lavaboInteligente@gmail.com", "fjnzikojunemddib");
// Establecer el nombre del remitente y el correo electrónico
datosSMTP.setSender("esp32lavabo", "lavaboInteligente@gmail.com");
// Establezca la prioridad o importancia del correo electrónico High, Normal, Low o 1 a 5 (1 es el más alto)
datosSMTP.setPriority("High");
// Establecer el asunto
datosSMTP.setSubject("AVISO IMPORTANTE");
// Establece el mensaje de correo electrónico en formato de texto (sin formato)
datosSMTP.setMessage(men_correo, false);
// Agregar destinatarios, se puede agregar más de un destinatario
datosSMTP.addRecipient("lavaboInteligente@gmail.com");
//Comience a enviar correo electrónico.
if (!MailClient.sendMail(datosSMTP))
Serial.println("Error enviando el correo, " + MailClient.smtpErrorReason());
//Borrar todos los datos del objeto datosSMTP para liberar memoria
datosSMTP.empty();
delay(10000);
digitalWrite(23, LOW);
}
}

```

### **Subrutina de la bomba para la dispensación de jabón**

Se comienza con la función IF que significa un valor verdadero, con el fin de que al final del proceso envíe un mensaje a Telegram diciendo los valores de dispensación de jabón son 1,2,3, etc. Esto lo podemos apreciar en la Figura 39.

### Figura 39

Configuración para el proceso de la bomba.

```
//Subrutina de la bomba
if(val_sen == LOW){
  cont_sen++;
  digitalWrite(bomba, HIGH);
  delay(2000);
  digitalWrite(bomba, LOW);
  data_con_jabon = String(cont_sen);
  data_unido_jabon = "Los valores de dispensacion de jabon es: " + data_con_jabon;
  bot.sendMessage(Id_Chat, data_unido_jabon, "");
}
```

**Cálculos de las dispensaciones diarias para el mantenimiento.**

### Tabla 10

Especificaciones técnicas del dispensador.

Especificaciones técnicas del dispensador	
Capacidad	65 ml
Peso neto	0.65 kg
Cantidad dispensada / pulsación	2.0 ml

*Dispensacion final = cantidad por dispensacion \* veces activadas*

*Dispensacion final = 2.0 ml \* 20 veces*

*Dispensacion final = 40 ml*

### **Subrutina del ultrasónico**

Se procede con la lectura de los pines TrigPin y EchoPin, los cuales sirven para son de emisión y recepción del pulso ultrasonido, uno es la entrada y el otro la salida aquí vemos el grado de importancia de cada uno mediante (High y Low), la onda que emite el sensor ultrasónico es guardada en la variable "tiempo". Esto lo podemos ver en la Figura 40.

### **Figura 40**

*Configuración del ultrasónico.*

```
//Subrutina sensor ultrasónico
digitalWrite(TrigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(TrigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(TrigPin, LOW);
tiempo = pulseIn(EchoPin, HIGH);
distanciaCm = tiempo * vel_son/2;

if(distanciaCm < 10){
  cont_ultra++;
  digitalWrite(rele, HIGH);
  delay(20000);
  digitalWrite(rele, LOW);
}
```

### **Subrutina del Módulo DFPlayer Mini MP3 Player**

Se procede con la lectura de los pines RX y TX que emiten los datos de archivo, y procede a remitir los pines SPK1 y SPK2 que son los que se conectan al pequeño parlante del dispositivo donde nos indica el procedimiento de cómo hacer un buen lavado de manos.

## Figura 41

*Establecemos las variantes del DFPlayer mini.*

```
HardwareSerial mySoftwareSerial(1); // RX, TX
DFRobotDFPlayerMini myDFPlayer;
void printDetail(uint8_t type, int value);
```

A continuación configuramos para que el DFPlayer inicie el proceso, siempre y cuando este reconozca la tarjeta de memoria, en caso contrario nos saldrá error al conectarse con el sistema.

## Figura 42

*Configuración del DFPlayer.*

```
Serial.begin(115200);
Serial.println();
Serial.println(F("DFRobot DFPlayer Mini Demo"));
Serial.println(F("Initializing DFPlayer ... (May take 3~5 seconds)"));
if (!myDFPlayer.begin(mySoftwareSerial)) { //Use softwareSerial to communicate with mp3.
  Serial.println(F("Unable to begin:"));
  Serial.println(F("1.Please recheck the connection!"));
  Serial.println(F("2.Please insert the SD card!"));
  while (true);
}
```

Configuramos el volumen del audio, este entre un rango de 0 como máximo y 30 como máximo. Establecimos un nivel estándar para el prototipo.

### Figura 43

*Configuración del volumen del sonido.*

```

Serial.println(F("DFPlayer Mini online.));
myDFPlayer.setTimeout(500); //Set serial communication time out 500ms
//----Set volume----
//myDFPlayer.volume(25); //Set volume value (0~30).
//myDFPlayer.volumeUp(); //Volume Up
//myDFPlayer.volumeDown(); //Volume Down
//----Set different EQ----
myDFPlayer.EQ(DFPLAYER_EQ_NORMAL);
//----Set device we use SD as default----
myDFPlayer.outputDevice(DFPLAYER_DEVICE_SD);
/////

```

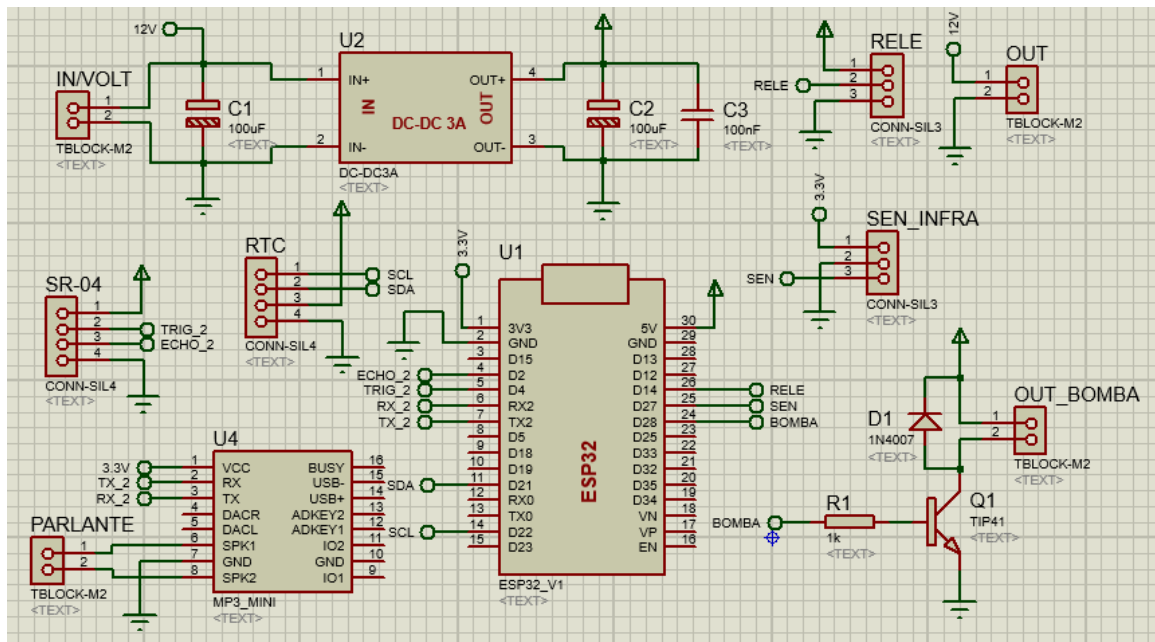
### Diseño del circuito impreso

Para el diseño del circuito se utilizó el Software de simulación Proteus, el cual nos ayudó con los elementos electrónicos necesarios, ya que es un sistema de simulación analógico y digital.

Ya seleccionados los elementos se procedió a conectar cada uno de ellos parte por parte, teniendo en cuenta la distribución de pines y voltajes a los que trabajan. Esto se puede ver en la Figura 44.

Figura 44

*Diseño del circuito en el software Proteus.*



### **Diseño de la PCB con ARES.**

Realizado el esquema final de conexiones del circuito, procedemos a realizar el diseño del circuito impreso. En la cual definimos los siguientes aspectos:

- Dimensiones de la placa electrónica.
- Ubicación de los elementos electrónicos, optimizando el espacio dentro de la placa electrónica.

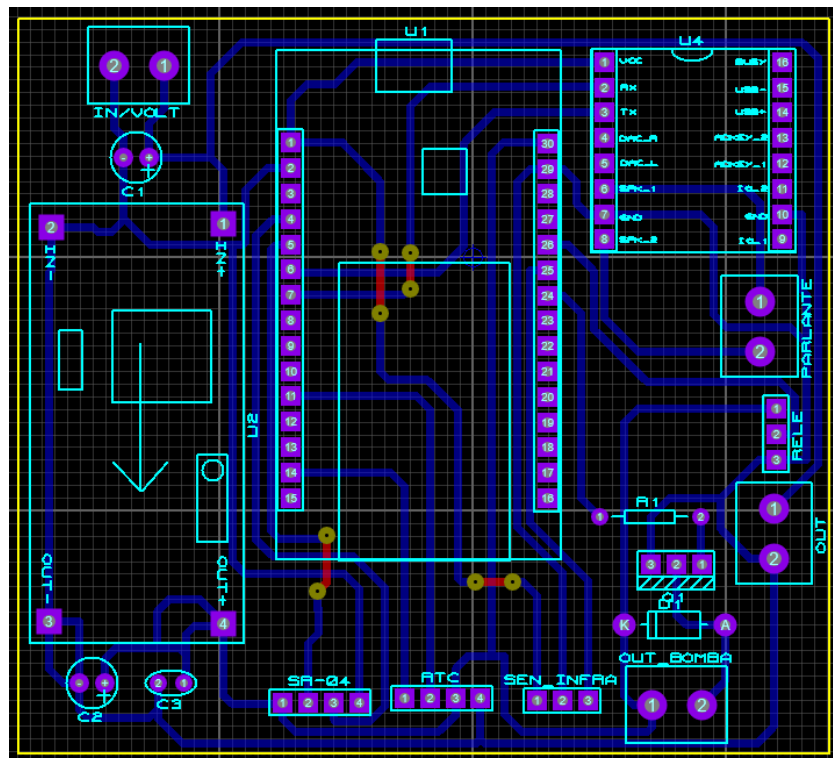
Lo primero que vamos a definir es las dimensiones de la placa, en nuestro caso es 10cm\*10cm. Y ubicando los elementos a una distancia prudente y adecuada para que no queden muy unidos y a futuro causen un problema en la implementación total del prototipo final.



Como podemos observar en la figura 39, hemos colocado al ESP 32 en medio de todo los elementos con el fin de tener una buena presentación estética, ya que demostramos que el microcontrolador es el cerebro y es el elemento principal del proyecto.

**Figura 45**

*Diseño de las pistas del proyecto.*



*Nota.* Las líneas de color azul eléctricas demuestran las pistas de la PCB.

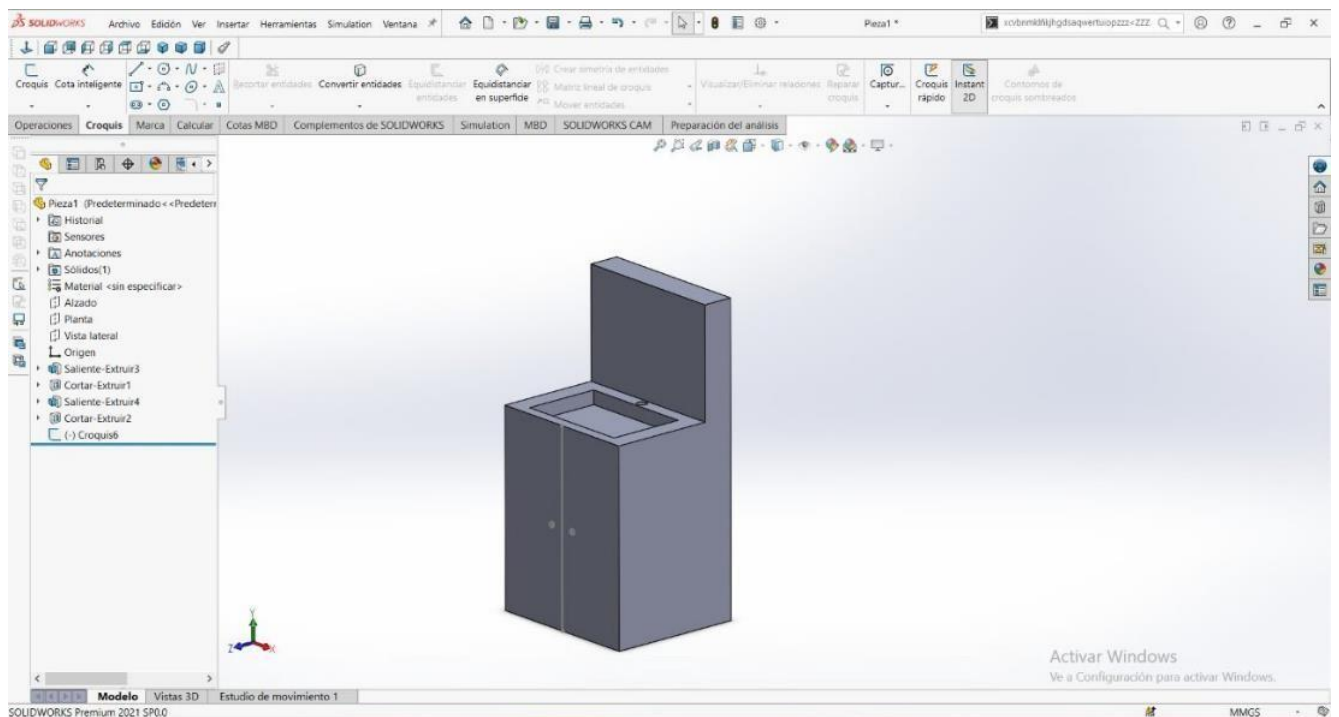
## Diseño de la estructura en SolidWorks.

Para el diseño, procuramos tener en cuenta hasta el mínimo detalle. Las mismas que se detallaran a continuación:

- Las dimensiones del lavamanos en porcelana con una tolerancia de  $\pm 0.5$  cm.
- La altura promedio de una persona, referencia que este a la altura de su cintura.
- Altura de la conexión de agua potable directamente de la tubería.
- Dimensiones de la llave de agua y dispensador de jabón.

### Figura 46

*Perspectivo isometría de la estructura del proyecto a implementar.*



## Capítulo V

### Implementación y pruebas de funcionamiento

#### Implementación del prototipo.

#### *Fabricación de la estructura maderable a base de melaminico*

Una vez terminado el proceso de diseño, se procede a la fabricación del mismo. En una escala real. Para el proceso de fabricación contamos con la ayuda de un experto en el corte y armado de estas muebles maderadas.

- Para este proceso, primero se realiza el corte de la plancha de melamina en diferentes medidas como se puede observar en ANEXO I.
- Posterior a esto, se procede a atornillar el socalo de la estructura con tornillos de 1 ½ para una buena sujeción y firmeza. Antes de atornillar, se realiza una guía con el taladro y una broca delgada en la parte donde va el tornillo.
- Después se realiza un pequeño avellanado para que la cabeza del tornillo quede al ras de la estructura y cubrimos con pegatinas en forma circular.
- Procedemos a sujetar la estructura de forma recta y con ayuda de una escuadra observamos que las partes estén rectas para proceder a atornillar.

**Figura 47**

*Estructura del lavamanos inteligente.*

***Fabricación de la placa PCB: Ensamblaje de los elementos electrónicos en la PBN***

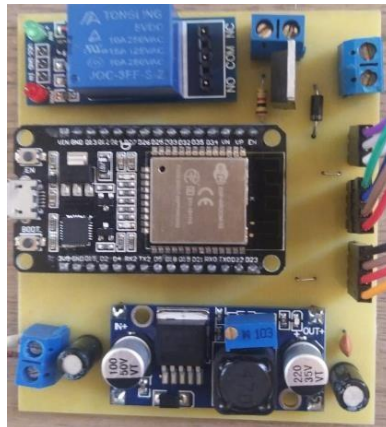
Luego de haber ya realizado la placa PCB se procedió a soldar los elementos a la placa de baquelita, con el fin de que los elementos queden fijos y no llegue hacer ningún tipo de corto. Para ello se siguió los diferentes pasos.

- Primero se usó el papel fotográfico para imprimir el circuito, se utilizó este material ya que es fácil transferir el circuito a la baquelita, aplicado calor encima de ella.
- El impreso del circuito se colocó encima de la placa de baquelita, aplicando calor mediante el uso de una plancha.
- Ya colocado las pistas en la baquelita se aplicó percloruro férrico en agua, esto ayudo a que salga el exceso de cobre de la baquelita y solo quede las pistas diseñadas.

- Se procedió a secar el líquido en donde fue sumergida la placa de baquelita para posterior realizar los agujeros con ayuda del taladro, con el fin de colocar los elementos en donde corresponde y luego soldarlos a la placa. Esto se puede observar en la figura 48.

### **Figura 48**

*Colocación de los elementos y soldadura.*

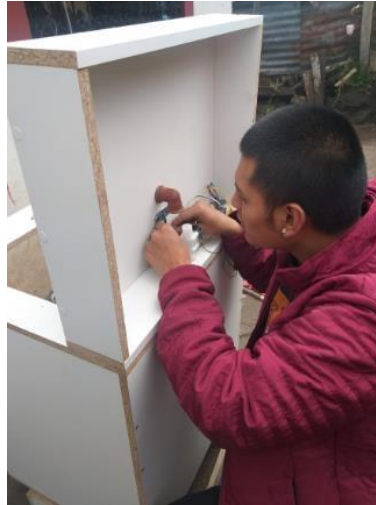


### ***Instalación de sensores***

Para la instalación de los elementos electrónicos se procedió a instalarlo en la parte trasera de la estructura. El sensor ultrasónico se instaló delante de la electroválvula, con el fin de que detecte con mucha facilidad el movimiento de las manos y se active la llave con un cierto tiempo. Esto se aprecia en la figura 49.

**Figura 49**

*Instalación sensor ultrasónico.*



Para la instalación del sensor infrarrojo se instaló a un lado derecho de la llave de agua, con el fin de que el usuario tenga una buena posición de obtener el jabón. Esto se muestra en la Figura 50.

**Figura 50**

*Implementación del sensor infrarrojo.*



### ***Instalación de la bomba de jabón***

La bomba se instaló dentro del líquido de jabón en la parte izquierda de la estructura separada de la parte de los circuitos, con el fin de evitar algún daño, la conexión de la bomba fue conectada a la salida del regulador de voltaje que está colocado en la placa del circuito impreso. Como se puede apreciar en la Figura 51.

### **Figura 51**

*Implementación de la bomba de jabón.*



### ***Instalación de la electroválvula***

La electroválvula se instaló en la mitad de la estructura, su conexión es la parte positiva al módulo relé en NO y la parte negativa a la bornera de 12V. Esto se muestra en la Figura 52.

**Figura 52**

*Implementación de la electroválvula.*

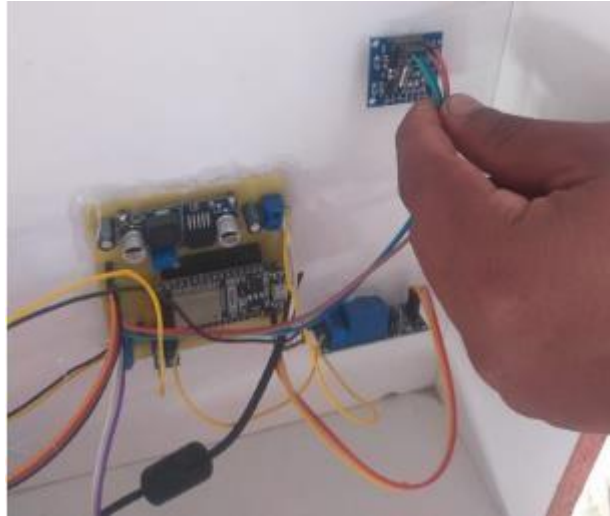
***Instalación de la baquelita con el ESP32***

Para ello se tomó muy en cuenta que tiene que estar separado de la electroválvula para evitar alguna fuga de agua y cause daño al circuito diseñado, se colocó en la parte derecha de la estructura, cuenta con los voltajes necesarios para alimentar todos los elementos electrónicos. Esto se muestra en la siguiente Figura 53.



### Figura 53

*Colocación de circuito principal a la estructura.*



### Pruebas de funcionamiento

Se realizó las pruebas del prototipo, con el fin de descartar algún error, se comenzó con la inspección del circuito diseñado, para verificar que las pistas en la baquelita este correctamente impresas y no estén levantadas las mismas, lo siguiente fue verificar la soldadura de cada elemento para estar verificar que todo el cableado este correctamente unido y en óptimas condiciones.

Adicional se verifico que el módulo relé se conecte sin ningún problema a la red wifi, con el fin de que al activarse los sensores nos llegue la notificación a la mensajería de Telegram o a su vez al Gmail.

### ***Pruebas de automatización***

En estas pruebas se procedió a verificar que los sensores estén funcionando correctamente sea el sensor ultrasónico que activa la electroválvula como a su vez el sensor infrarrojo que activa la bomba de jabón, que cada uno funcione a los tiempos establecidos. Esto se muestra en la siguientes Figura 54 y 55.

#### **Figura 54**

*Funcionamiento del sensor ultrasónico.*



## Figura 55

*Funcionamiento del sensor infrarrojo.*



Como dato adicional, informamos que mientras el grifo de agua se mantenga activado, la bomba de jabón no se activara con el fin de mantener el orden de un buen lavado de manos.

### ***Pruebas de envío de mensajes***

Con la ayuda de las librerías de Arduino IDE, se pudo realizar el envío de mensajes a Telegram como al Gmail.

Los mensajes del funcionamiento del prototipo se envían cada que se activa algún sensor, el mensaje que llegan a Telegram son: "Los valores de dispensación de jabón es: y la cantidad de dispensaciones de agua son:". Esto se puede ver en la Figura 56.

Figura 56

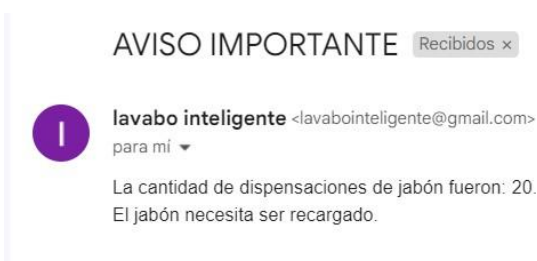
Envío de mensajes de funcionamiento a Telegram.



**Mensaje al correo electrónico.** El funcionamiento del correo electrónico en este caso sería que al final de cada día nos llegue una notificación de cuantas dispensaciones de agua se hicieron, con el fin de contar si las personas tienen el hábito de lavarse las manos con frecuencia, la hora del mensaje se puede modificar gracias al código de programación y al elemento electrónico que hace esto posible es la RTC que ayuda a ver la hora, los minutos y segundos, ya que nos ayuda con el tiempo real en cada instante. Esto se puede ver en la Figura 57.

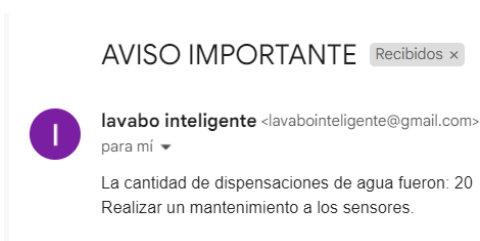
### Figura 57

*Mensaje de recargar el jabón al correo electrónico.*



### Figura 58

*Mensaje de realizar el mantenimiento al prototipo al correo electrónico.*



## Resultados

La encuesta nos arroja resultados positivos. Con una calificación del 4.5 sobre 5 en la aceptación del prototipo. Como podemos apreciar en la tabla 11 de resultados.

**Tabla 11**

*Resultados de la encuesta realizada a los 20 usuarios.*

<b>Pregunta</b>	<b>Resultados</b>
¿Usted ya había utilizado un lavamanos inteligente dentro del país? ¿Dónde?	50% de los usuarios no hay tenido la oportunidad de utilizar nunca antes un prototipo de lavamanos inteligente.
¿Se le presento alguna dificultad al utilizar nuestro prototipo?	El 100% de los usuarios pudimos utilizar el prototipo de una manera sencilla y práctica.
¿Considera que estos prototipos son importantes para reducir el contagio del COVID19?	El 100% de los usuarios considera que es la mejor manera de reducir los contagios en espacios públicos del Covid 19.
¿El funcionamiento del prototipo se le hizo adecuado para un correcto lavado de manos?	Los usuarios hicieron una valoración positiva, que están muy a gusto con el funcionamiento del prototipo, incluso les parece innovador que tenga una mando de voz indicando el procedimiento de un buen lavado de manos.
Del 1 al 5, como califica a nuestro prototipo. Tu opinión es importante para mejoras a futuro.	La calificación promedio que los usuarios calificaron al prototipo es de 4.5/5

## Capítulo VI

### Conclusiones y Recomendaciones

#### Conclusiones

El proyecto, ayuda que los usuarios realicen un buen lavado de manos ya que actualmente de este proceso depende que el nivel de contagios por Covid-19 aumente o disminuya. Es claro que con un buen lavado la estadística de contagios se reducirá, ya que, el usuario ya no deberá tener contacto con la llave del grifo y con el dispensador de jabón ya que los mismo están automatizados, lo cual justifica el objetivo del proyecto, que es sintetizar procesos cotidianos a través de elementos eléctricos y electrónicos.

Teniendo en cuenta lo que requiere el prototipo tanto en la parte del software y hardware, se seleccionó los elementos más convenientes y adecuados para la implementación. Dentro del software se seleccionó un microcontrolador ESP 32, que cuenta con conectividad Wi-Fi y bluetooth compatible con Bluetooth v4.2 y bluetooth low energy (BLE). La frecuencia de operación: 240 MHz es decir ejecutas instrucciones 15 veces más rápido que una placa de Arduino UNO. En los ESP 32 es posible adicionar más memoria de forma externa, si la que tiene no es suficiente para el proyecto.

El funcionamiento se basa en que el usuario ya no realice el contacto físico con las superficies del grifo y del dispensador de jabón que provocan el contagio entre personas cercanas al entorno. Para el grifo, lo automatizamos a través de un sensor ultrasónico que trabaja a la par con la electroválvula, es decir, activa/desactiva el flujo de agua por determinado tiempo, siempre y cuando que detecte la presencia de las manos, y para el dispensador de jabón

utilizamos un sensor infrarrojo que proporciona una cantidad adecuada de jabón líquido. Lo adicional que implementamos es el envío de mensajes por la aplicación móvil del Telegram cada vez que "X" persona haga uso del prototipo mediante el módulo Wi-Fi que tiene el microcontrolador y por correo electrónico se enviara una notificación de cuantos usuarios hicieron uso del proyecto implementado.

Se concluye que la implementación del proyecto se cumplió como establece el objetivo, obteniendo como resultados que los usuarios tengan mayor confianza en realizar un buen proceso de lavado de manos, incentivando a los demás a hacer del lavado de manos un hábito de higiene personal previniendo contagios de Covid-19 por contacto físico con las superficies.

Al respecto con la elaboración de diagramas de conexión y diseño de la placa electrónica se lo realizo con el software Proteus, nos brinda elementos eléctricos y electrónicos de todos los tipos, por lo cual, podemos realizar previas simulaciones antes de implementarlos.

El proyecto cuenta con todos los recursos técnicos que se necesita en un trabajo de orden técnico, se tiene: planimetría de la estructura empleada (Anexo I), diagramas de flujo (Anexo III), diseño del circuito y placa electrónica (Anexo V), código de programación en Arduino IDE (Anexo II). Se anexa estos documentos con la intención de ayudar a futuros proyectos similares y realizar mejoras al presente proyecto.



## Recomendaciones

Cuando se realiza la conexión del relé en la placa y ponerlo en funcionamiento este se quemó, entonces se recomienda tener mucho cuidado con la frecuencia de conmutación, ya que, es muy baja y se la conecta a una muy alta el relé se quemara. Como dato adicional que el relé no puede asentarse sobre una estructura metálica.

Se recomienda que los sensores no tengan objetos estáticos delante de ellos, esto para evitar que estos detecten movimientos e indique lecturas erróneas, esto con el fin, de tener una buena contabilidad de cuantos usuarios hacen uso del proyecto diariamente.

En el caso de tener errores de conexión del ESP 32 al Wi-Fi, tener en cuenta que los datos de la red sean correctos (usuario y contraseña), con el Telegram que el BOT TOKEN sea una copia exacta del que nos facilita el BOT FATHER y así mismo el ID del chat.

Es recomendable separar la fuente de alimentación del sistema de control, es donde se encuentran todos los dispositivos electrónicos, esto para que la interferencia electromagnética no cause daño alguno a los dispositivos más sensibles. Se tomó como medida de prevención colocar la fuente de alimentación en la parte inferior del prototipo.

## Bibliografía

- Adr Formacion. (s.f.). *adr formacion: soluciones eLearning*. Obtenido de [https://www.adrformacion.com/knowledge/ingenieria-y-proyectos/\\_que\\_es\\_solidworks\\_.html](https://www.adrformacion.com/knowledge/ingenieria-y-proyectos/_que_es_solidworks_.html)
- Andira. (29 de Diciembre de 2019). *Andira*. Obtenido de <https://www.andira.org.mx/2017/12/08/como-funciona-la-valvula-solenoide/>
- Anphibius. (30 de Julio de 2020). *Anphibius*. Obtenido de <https://anphibius.com/blog/tipos-de-electrovalvulas-para-riego/>
- Arca Electrónica. (2023). *Arca Electrónica*. Obtenido de <https://www.arcaelectronica.com/collections/modulos/products/modulo-rele-de-1-canal-arduino-electronica>
- Arco. (2 de marzo de 2020). *Arco*. Obtenido de <https://blog.valvulasarco.com/electrovalvulas-que-es-y-para-que-sirve>
- Arduino. (2021). *Arduino*. Obtenido de [http://ceca.uaeh.edu.mx/informatica/oas\\_final/OA4/mdulo\\_rel.html](http://ceca.uaeh.edu.mx/informatica/oas_final/OA4/mdulo_rel.html)
- Arduino. (s.f.). *Arduino.cl*. Obtenido de <https://arduino.cl/programacion/>
- Arencibia Gil, J. (6 de Febrero de 2018). Obtenido de <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/fsancac/2018/02/06/arduino-sensor-ultrasonico-hc-sr04/#:~:text=Su%20funcionamiento%20consiste%20en%20emitir,demora%20en%20llegar%20el%20eco.>
- AV Electronics. (2023). Obtenido de <https://avelectronics.cc/producto/convertidor-voltaje-buck-dc-dc-adjustable-step-down-lm2596/>
- AV Electronics. (2023). Obtenido de <https://avelectronics.cc/producto/mini-bomba-de-agua-sumergible-120l-h/>

- AV Electronics. (s.f.). *AV Electronics*. Obtenido de [https://avelectronics.cc/producto/modulo-  
dfplayer-mini-mp3-player/](https://avelectronics.cc/producto/modulo-<br/>dfplayer-mini-mp3-player/)
- Barron Ruiz, M. (2 de Febrero de 2004). Obtenido de [http://e-  
spacio.uned.es/fez/eserv/taee:congreso-2004-1034/S1F05.pdf](http://e-<br/>spacio.uned.es/fez/eserv/taee:congreso-2004-1034/S1F05.pdf)
- CADISAC. (27 de Abril de 2020). *Facebook*. Obtenido de [https://www.facebook.com/475077909192230/posts/el-sensor-de-proximidad-es-un-  
transductor-que-detecta-la-presencia-de-objetos-u-/3230403873659606/?locale=hr\\_HR](https://www.facebook.com/475077909192230/posts/el-sensor-de-proximidad-es-un-<br/>transductor-que-detecta-la-presencia-de-objetos-u-/3230403873659606/?locale=hr_HR)
- Centeno Alvares, C. S., Vasquez Ramos, G. A., & Villanueva Gonzales , L. O. (Marzo de 2013). *Sistema Bibliotecario Utec*. Obtenido de <http://biblioteca.utec.edu.sv/siab/virtual/tesis/66475.pdf>
- Chuquitarco Chida, A. J., & Trujillo Ballagan , D. F. (18 de Febrero de 2021). *BIBDIGITAL*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/21426/1/CD%2010916.pdf>
- DBU ELECTRONICS. (2023). *DBU ELECTRONICS*. Obtenido de <https://www.dbuelectronics.cr/modulo-relay/116-modulo-relay-jqc-3ff-s-z.html>
- Electro Store . (s.f.). *Electro Store* . Obtenido de [https://grupoelectrostore.com/shop/motores/bombas-para-agua/mini-bomba-de-agua-  
sumergible-5v/](https://grupoelectrostore.com/shop/motores/bombas-para-agua/mini-bomba-de-agua-<br/>sumergible-5v/)
- Electronicafacil. (s.f.). *Electronicafacil*. Obtenido de <https://mielectronicafacil.com/instrumentacion/protoboard/>
- G. J. (5 de Febrero de 2014). Obtenido de [https://www.genbeta.com/seguridad/asi-funciona-la-  
seguridad-de-telegram](https://www.genbeta.com/seguridad/asi-funciona-la-<br/>seguridad-de-telegram)
- Geriatricarea. (03 de Marzo de 2020). *Geriatricarea*. Obtenido de [https://www.geriatricarea.com/2020/03/03/recomendaciones-de-la-oms-para-protegerse-  
frente-al-coronavirus/](https://www.geriatricarea.com/2020/03/03/recomendaciones-de-la-oms-para-protegerse-<br/>frente-al-coronavirus/)

Gomez , G. (28 de Noviembre de 2020). *Homify*. Obtenido de [https://www.homify.com.mx/libros\\_de\\_ideas/6162623/melamina-que-es-ventajas-y-ejemplos](https://www.homify.com.mx/libros_de_ideas/6162623/melamina-que-es-ventajas-y-ejemplos)

Gutierrez, M. J. (21 de Febrero de 2018). Obtenido de [https://www.elespanol.com/elandroidelibre/tutoriales/20180221/crear-propio-bot-telegram-paso/286722930\\_0.html](https://www.elespanol.com/elandroidelibre/tutoriales/20180221/crear-propio-bot-telegram-paso/286722930_0.html)

Keyence Corporation . (s.f.). *Keyence*. Obtenido de <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/ultrasonic/info/#:~:text=L os%20sensores%20ultras%C3%B3nicos%20miden%20la%20distancia%20al%20objeto %20contando%20el,la%20emisi%C3%B3n%20como%20la%20recepti%C3%B3n>.

Laboratorio de Electronica . (s.f.). *Laboratorio de Electronica* . Obtenido de <http://labelectronica.weebly.com/proteus.html>

Maderame. (s.f.). *Maderame*. Obtenido de <https://maderame.com/clases-de-tableros/melamina/MecatrónicaLATAM>. (5 de Mayo de 2021). *MecatrónicaLATAM*. Obtenido de <https://www.mecatronicalatam.com/es/tutoriales/sensores/sensor-de-proximidad/#:~:text=El%20sensor%20de%20proximidad%20es,la%20medici%C3%B3n %20de%20la%20distancia>.

MercadoLibre Ecuador Cia. Ltda. (s.f.). Obtenido de [https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-525811606-valvula-solenoide-electrovalvula-12v-110v-220v-agua-arduino-\\_JM#position=8&search\\_layout=stack&type=item&tracking\\_id=2b04028b-4394-4bd1-8a3b-ae5c710b62ea](https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-525811606-valvula-solenoide-electrovalvula-12v-110v-220v-agua-arduino-_JM#position=8&search_layout=stack&type=item&tracking_id=2b04028b-4394-4bd1-8a3b-ae5c710b62ea)

MercadoLibre Ecuador Cia. Ltda. (2023). *MercadoLibre Ecuador Cia. Ltda*. Obtenido de [https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-515744392-mgsystem-modulo-dfplayer-mini-mp3-arduino-pic-avr-etc-\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-515744392-mgsystem-modulo-dfplayer-mini-mp3-arduino-pic-avr-etc-_JM)

Naylamp Mechatronics SAC. (s.f.). *Naylamp Mechatronics SAC*. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/espressif-esp/382-modulo-esp-wroom-32-esp32-wifi.html>

New Line. (s.f.). *NEW LINE*. Obtenido de <https://corpnewline.com/reguladores.htm#:~:text=Un%20regulador%20de%20voltaje%20es,tensi%C3%B3n%20y%20variaciones%20de%20voltaje.>

Organos de Palencia. (23 de Diciembre de 2021). Obtenido de <https://organosdepalencia.com/biblioteca/articulo/read/22945-que-es-un-regulador-de-voltaje-y-como-funciona>

Pini, A. (21 de Abril de 2021). *Digi-Key*. Obtenido de <https://www.digikey.com/es/articles/the-fundamentals-of-proximity-sensors-selection-and-use-industrial-automation#:~:text=Los%20sensores%20%C3%B3pticos%20de%20proximidad,obstruir%20o%20reflejar%20la%20luz.>

Promotec. (s.f.). *Promotec*. Obtenido de <https://www.promotec.net/instalando-esp32/>

SAC, N. M. (s.f.). *Naylamp Mechatronics SAC*. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/sensores-proximidad/10-sensor-ultrasonido-hc-sr04.html>

Servei Estacio. (s.f.). *Servei Estacio*. Obtenido de <https://serveiestacio.com/blog/tableros-de-melamina-que-son-tipos-usos-medidas-y-precio/#:~:text=La%20melamina%20es%20un%20material,de%20la%20madera%20que%20quieras.>

SHI. (s.f.). *Servicio Hidraulico Industrial*.

Veloso, C. (9 de Junio de 2021). *Electrontools*. Obtenido de <https://www.electrontools.com/Home/WP/que-es-un-protoboard-y-para-que-sirve/#:~:text=Un%20protoboard%20o%20placa%20de,r%C3%A1pida%20y%20sin%20consumir%20recursos.>

ZonaMaker. (s.f.). *ZonaMaker*. Obtenido de <https://www.zonamaker.com/arduino/modulos-sensores-y-shields/ultrasonido-hc-sr04>

# Anexos