



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

**Implementación de un sistema inteligente para el control de aforo en el local MACAROMI**

Taípe Rocha, Carlos Humberto

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Carrera de Tecnología en Electrónica mención Instrumentación y Aviónica

Monografía, previo a la obtención del título de tecnólogo en Electrónica mención  
Instrumentación & Aviónica

ING. Guerrero Rodríguez, Lucía Eliana

02 de junio del 2021



## DEPARTAMENTO ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

### CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN & AVIÓNICA

#### CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, “**Implementación de un sistema inteligente para el control de aforo en el local MACAROMI**”, fue realizado por el señor **Taipe Rocha Carlos Humberto**, la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto, cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 02 de junio del 2021



Firmado electrónicamente por:

**LUCIA ELIANA  
GUERRERO  
RODRIGUEZ**

.....  
Ing. Guerrero Rodríguez, Lucía Eliana

C.C.: 0501878649

## REPORTE DE VERIFICACIÓN



### Document Information

Analyzed document	PROYECTO_CARLOS_TAIPE.docx (D111013049)
Submitted	8/5/2021 5:37:00 PM
Submitted by	Guerrero Rodriguez Lucia Eliana
Submitter email	leguerrero6@espe.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	leguerrero6.espe@analysis.orkund.com

### Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/21569/PG-2202.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/21569/PG-2202.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a> Fetched: 7/24/2020 6:05:23 PM	4
<b>SA</b>	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / MONOGRAFÍA_GUERRA_DIEGO_202154.pdf</b> Document MONOGRAFÍA_GUERRA_DIEGO_202154.pdf (D110531670) Submitted by: daguerra3@espe.edu.ec Receiver: mlcajas.espe@analysis.orkund.com	1
<b>W</b>	URL: <a href="https://books.google.com.ec/books?id=B2oHEAAAQBAJ&amp;pg=PA110&amp;dq=M%C3%93DULO+WIFI+ESP+8266&amp;hl=es&amp;sa=X&amp;ved=2ahUKEwjAxuzl4JrxAhUSC6wKHXdUBOIQ6AEWAHoECAGQAg#v=onepage&amp;q=M%C3%93DULO%20WIFI%20ESP%208266&amp;f=falsejcrepom">https://books.google.com.ec/books?id=B2oHEAAAQBAJ&amp;pg=PA110&amp;dq=M%C3%93DULO+WIFI+ESP+8266&amp;hl=es&amp;sa=X&amp;ved=2ahUKEwjAxuzl4JrxAhUSC6wKHXdUBOIQ6AEWAHoECAGQAg#v=onepage&amp;q=M%C3%93DULO%20WIFI%20ESP%208266&amp;f=falsejcrepom</a> Fetched: 8/5/2021 5:38:00 PM	2
<b>SA</b>	<b>1607134222_272__Avance_LOPEZ_JOSE.pdf</b> Document 1607134222_272__Avance_LOPEZ_JOSE.pdf (D87983857)	1
<b>SA</b>	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS RICARDO RAMOS - ANTIPLAGIO.pdf</b> Document TESIS RICARDO RAMOS - ANTIPLAGIO.pdf (D47913303) Submitted by: lhmontoya@espe.edu.ec Receiver: lhmontoya.espe@analysis.orkund.com	1



LUCCIA ELIANA  
GUERRERO  
RODRIGUEZ

**Guerrero Rodríguez, Lucía Eliana**  
C.C. 0501878649

.....  
Ing. Guerrero Rodríguez, Lucía Eliana

C.C.: 0501878649



DEPARTAMENTO ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA  
CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN &  
AVIÓNICA

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Taipe Rocha Carlos Humberto**, con cédula de ciudadanía 1724757537, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía **"Implementación de un sistema inteligente para el control de aforo en el local MACAROMI"**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 02 de junio del 2021

Taipe Rocha, Carlos Humberto

C.C.: 1724757537

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

DEPARTAMENTO ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN ELECTRÓNICA MENCIÓN INSTRUMENTACIÓN &  
AVIÓNICA

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Taipe Rocha Carlos Humberto** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: "Implementación de un sistema inteligente para el control de aforo en el local MACAROMI" en el Repositorio institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 02 de junio del 2021

Taipe Rocha, Carlos Humberto

C.C.: 1724757537

## **DEDICATORIA**

La presente monografía quiero iniciar dedicándosela efusivamente a mi Dios todo poderoso quien me ha bendecido cumpliendo esta anhelada etapa en mi vida, por ser el inspirador y guía permitiéndome culminar esta carrera de manera satisfactoria y con valiosos conocimientos profesionales.

A mi madre por hacer de mí una persona de bien, por estar conmigo en todo momento, por su cariño, por extenderme sus manos y brindarme su apoyo incondicional durante todo este proceso.

Aunque en la mayoría de veces parece que estuviéramos en una batalla, hay momentos en los que la guerra cesa y nos unimos para lograr nuestro objetivo. Gracias por no solo ayudarme en gran manera a concluir el desarrollo de la tesis, sino por todos los bonitos momentos que pasamos en el proceso.

Muchas gracias hermanos

## **AGRADECIMIENTO**

Al finalizar esta monografía quiero iniciar expresando mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena de felicidad cada día de mi vida, es mi luz incondicional y guía al permitirme haber llegado hasta esta importante etapa de mi formación profesional.

Mi profundo agradecimiento a toda mi familia quienes son mi motor y mayor inspiración en cada etapa de mi vida, por sus consejos brindados y apoyo fundamental siempre estarán en mi corazón.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a todos los docentes del departamento de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga, quienes durante todo este tiempo han compartido su conocimiento en las aulas, por todo su apoyo y conocimiento impartido muchas gracias.

**TAIPE ROCHA, CARLOS HUMBERTO**

**Tabla de contenidos**

<b>Carátula .....</b>	<b>1</b>
<b>Certificación .....</b>	<b>2</b>
<b>Reporte de verificación .....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de autoría.....</b>	<b>4</b>
<b>Autorización de publicación.....</b>	<b>5</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>6</b>
<b>Agradecimiento.....</b>	<b>7</b>
<b>Tabla de contenidos .....</b>	<b>8</b>
<b>Indice de figuras .....</b>	<b>11</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>13</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>14</b>
<b>Problema de investigación .....</b>	<b>15</b>
<b>Tema .....</b>	<b>15</b>
<b>Justificación .....</b>	<b>15</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>16</b>
<b>Planteamiento del problema .....</b>	<b>17</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>18</b>
<b><i>Objetivo general</i>.....</b>	<b>18</b>
<b><i>Objetivos específicos</i> .....</b>	<b>18</b>
<b>Alcance.....</b>	<b>18</b>

	9
<b>Marco teórico .....</b>	<b>19</b>
<b>Sistema Inteligente .....</b>	<b>19</b>
<i>Arduino UNO.....</i>	<i>20</i>
<i>Hardware libre .....</i>	<i>21</i>
<i>Software libre.....</i>	<i>22</i>
<i>Cómo funciona Arduino .....</i>	<i>22</i>
<b>Software de programación.....</b>	<b>23</b>
<b>Función de la cerradura electromagnética .....</b>	<b>24</b>
<i>Características de la cerradura electromagnética .....</i>	<i>25</i>
<b>Sensor infrarrojo FC-51 .....</b>	<b>26</b>
<i>Características físicas.....</i>	<i>27</i>
<i>Sensor PIR HC-SR501 .....</i>	<i>28</i>
<b>Módulo 1 relevador .....</b>	<b>29</b>
<i>Características .....</i>	<i>30</i>
<b>Módulo WIFI ESP 8266 .....</b>	<b>31</b>
<b>LCD 16X2.....</b>	<b>32</b>
<i>Pines de conexión LCD.....</i>	<i>33</i>
<i>I2C .....</i>	<i>33</i>
<b>Desarrollo del tema.....</b>	<b>36</b>
<b>Preliminares.....</b>	<b>36</b>
<b>Desarrollo de la programación en el Software Arduino.....</b>	<b>38</b>

	10
<b>Activación de librerías.....</b>	<b>38</b>
<b>Declaración del módulo ESP8266 y LCD .....</b>	<b>39</b>
<b>Declaración de la cerradura electromagnética y los sensores .....</b>	<b>40</b>
<b>Declaración de la red wifi para el módulo ESP8266 .....</b>	<b>41</b>
<b>Configuración del módulo WIFI.....</b>	<b>42</b>
<b>Implementación y simulación del sistema.....</b>	<b>44</b>
<b>Pruebas de funcionamiento.....</b>	<b>45</b>
<b>Conexión del relé y cerradura electromagnética .....</b>	<b>46</b>
<b>Implementación del sistema en el local Macaromi .....</b>	<b>47</b>
<b>Instalación de los sensores y la cerradura electromagnética.....</b>	<b>48</b>
<b>Diagrama para el mantenimiento del sistema .....</b>	<b>50</b>
<b>Funcionamiento del sistema inteligente .....</b>	<b>51</b>
<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>54</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>54</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>55</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>56</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>58</b>

**Índice de figuras**

<b>Figura 1</b> <i>Sistema inteligente de información</i> .....	20
<b>Figura 2</b> <i>Placa de Arduino Uno</i> .....	23
<b>Figura 3</b> <i>Software de programación</i> .....	24
<b>Figura 4</b> <i>Cerradura electromagnética 300lb</i> .....	26
<b>Figura 5</b> <i>Sensor infrarrojo FC-51</i> .....	28
<b>Figura 6</b> <i>Sensor infrarrojo PIR</i> .....	29
<b>Figura 7</b> <i>Módulo 1 Relevador</i> .....	31
<b>Figura 8</b> <i>MÓDULO WIFI ESP 8266</i> .....	32
<b>Figura 9</b> <i>LCD 16X2</i> .....	33
<b>Figura 10</b> <i>Comunicación I2C</i> .....	35
<b>Figura 11</b> <i>Diagrama de flujo del sistema inteligente</i> .....	37
<b>Figura 12</b> <i>Gestor de librerías</i> .....	39
<b>Figura 13</b> <i>Pines de conexión del ESP8266 y LCD I2C</i> .....	40
<b>Figura 14</b> <i>Declaración de puertos digitales y estructura de programación del contador</i> 41	
<b>Figura 15</b> <i>Configuración Red WIFI</i> .....	42
<b>Figura 16</b> <i>Lectura del módulo WIFI</i> .....	43

	12
<b>Figura 17</b> <i>Simulación del sistema en Proteus</i> .....	45
<b>Figura 18</b> <i>Pruebas del sistema inteligente del control de aforo</i> .....	46
<b>Figura 19</b> <i>Conexión del módulo relé y cerradura electromagnética</i> .....	47
<b>Figura 20</b> <i>Instalación de la cerradura electromagnética</i> .....	49
<b>Figura 21</b> <i>Instalación de los componentes</i> .....	50
<b>Figura 22</b> <i>Diagrama eléctrico</i> .....	51
<b>Figura 23</b> <i>Navegador con información</i> .....	53

## **RESUMEN**

En la presente monografía se realizó la Implementación de un sistema inteligente para el control de capacidad en el local MACAROMI, que se ve afectado por el problema de capacidad, ya que durante ciertos lapsos de tiempo tiene una gran afluencia de personas y no existe un control que determine el número máximo de clientes que ingresan al local, para realizar el control se realizó la programación en el IDE Arduino, declarando sus componentes como son: ESP 8266, I2C, Sensores, cerradura electromagnética y un contador de personas ascendente – descendente que envía la información correspondiente a la cerradura electromagnética bloqueando el ingreso e impidiendo que no exista en el interior del local más de 5 personas. Esta información se puede visualizar por medio de un LCD colocado en las afueras del establecimiento, también se puede obtener información sobre la IP establecida para el local la cual está basada en el internet de las cosas (IoT) por lo que se puede verificar por medio de un navegador, información es en tiempo real del aforo en el local Macaromi, brindando así, la seguridad que se merece tanto los comerciantes como los clientes.

Palabras clave:

- **SOFTWARE IDE ARDUINO**
- **LENGUAJES DE PROGRAMACION**
- **SISTEMA DE SEGURIDAD**
- **EMPRESA MACAROMI**

## **ABSTRACT**

In this monograph, the implementation of an intelligent system for capacity control in the MACAROMI premises was carried out, which is affected by the capacity problem, since during certain periods of time it has a large influx of people and there is no control that determines the maximum number of clients that enter the premises, to carry out the control the programming was carried out in the Arduino IDE, declaring its components such as: ESP 8266, I2C, Sensors, electromagnetic lock and an ascending-descending people counter that sends the information corresponding to the electromagnetic lock, blocking entry and preventing more than 5 people from inside the premises. This information can be displayed through an LCD placed on the outskirts of the establishment, information about the IP established for the premises can also be obtained which is based on the Internet of Things (IoT) so it can be verified through From a browser, information is in real time of the capacity in the Macaromi store, thus providing the security that both merchants and customers deserve.

Keywords:

- **SOFTWARE IDE ARDUINO**
- **LENGUAJES DE PROGRAMACION**
- **SISTEMA DE SEGURIDAD**
- **EMPRESA MACAROMI**

## Capítulo I

### 1. Problema de investigación

#### 1.1 Tema

“Implementación de un sistema inteligente para el control de aforo en el local MACAROMI”.

#### 1.2 Justificación

El impacto que genera el Covid-19 en la salud, limita a la concentración masiva de personas en lugares cerrados o donde no exista mucha ventilación. La aglomeración y la falta de distanciamiento social, exponen tanto a los comerciantes como a los compradores a contagiarse fácilmente, es por ello, que el presente proyecto de titulación tiene como fin garantizar el aforo máximo de los clientes en el establecimiento y optar por medidas preventivas para evitar este tipo de contagios en la comunidad.

El sistema inteligente de control de aforo en el local comercial “Macaromi” permitirá que solo ingresen al establecimiento el número máximo permitido de personas, logrando mantener las medidas de bioseguridad que se requiere en lugares cerrados.

De continuar los problemas de contagio con el Covid-19 esta propuesta será de gran utilidad ya que podrá utilizarse en cualquier otro establecimiento con igual necesidad.

### 1.3 Antecedentes

En la actualidad los controles de aforo han cobrado gran relevancia en el mercado por la utilidad que pueden prestar para garantizar el distanciamiento social en establecimientos comerciales. Estos son una gran opción para que los comerciantes ofrezcan confianza a sus clientes y visitantes.

En los últimos meses y debido a las nuevas disposiciones emitidas por los organismos de control y prevención para mitigar el contagio de COVID-19, se han implementado mecanismos de control, como por ejemplo el distanciamiento social, un factor clave para evitar el contagio del COVID-19, lo que implica un gran reto, en especial en sitios de alta afluencia de personas.

Por esta razón, en la industria de la seguridad electrónica se ha empezado a hablar con mucha insistencia del control de aforo en tiempo real, que no es otra cosa que el conteo automatizado de las personas que entran y salen de un determinado espacio, con un límite predefinido de cantidad de individuos que pueden permanecer en dicho lugar. (Control de aforo, qué es, cómo implementarlo y cuáles son los beneficios de hacerlo, s. f.)

Por la trascendencia del tema se han revisado trabajos investigativos como los que se exponen a continuación.

- “Diseño e Implementación de un parqueo inteligente utilizando ARDUINO YUN basado en el internet de las cosas (IoT)” de la Universidad Politécnica Salesiana, Leandro Rosales, expone que, en el campo tecnológico, el desarrollo va al menos a la misma velocidad que el desarrollo urbano y la tecnología forma cada vez mas parte de la vida diaria en la ciudad y sus habitantes (Rosales, 2016).

• Sistema de Semáforos Inteligentes para el control de Tráfico Vehicular” de la Universidad Autónoma del Estado de México, exponen que en los últimos años los sistemas inteligentes han adquirido una gran trascendencia en el uso de tecnologías para la solución de problemas en zonas urbana, por ello el desarrollo de sistemas inteligentes son considerados de gran importancia para el desarrollo de una ciudad (Arzate, Manzo, 2019).

Del análisis bibliográfico indicado, los sistemas inteligentes para el control de aforo juegan un papel importante para tener un orden y poder controlar la aglomeración de personas. Por lo que se considera importante implementar este control de aforo inteligente en el local “Macaromi”.

#### **1.4 Planteamiento del problema**

La Universidad de las Fuerzas Armadas “ESPE” a través de la Carrera Tecnología en Electrónica Mención Instrumentación y Aviónica, ha formado profesionales de excelencia en conjunto con los docentes, quienes utilizando el conocimiento y experiencia han instruido responsablemente a sus alumnos con bases éticas y profesionales.

En la ciudad de Quito, en el sector de Solanda 1, la aglomeración de personas en locales comerciales se ha convertido en un gran problema para los vendedores ya que la cantidad de personas que ingresan no respetan el número máximo de aforo en el almacén desacatando las normas de bioseguridad que los entes reguladores han considerado que se debe tener en cuenta debido a la pandemia.

Uno de los locales que se ve afectado por el problema de aforo es el almacén comercial “Macaromi” que durante ciertos lapsos de tiempo tiene una gran afluencia de personas y no existe un control que determine el número máximo de individuos que

ingresan al local. Por lo que se considera necesario implementar un sistema inteligente para el conteo de usuarios que ingresan y salen permitiendo controlar el número máximo de personas en el establecimiento, brindando así, la seguridad que se merecen tanto los comerciantes como los clientes.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo general**

Implementar un sistema de control inteligente para el control de aforo del local “Macaromi”.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

Recopilar información acerca de las técnicas y métodos utilizados para el control de aforo en lugares públicos.

Desarrollar el sistema de control de aforo para el local comercial “Macaromi”.

## **1.6 Alcance**

El presente proyecto se realizará al sur de Quito, en el sector Solanda 1 Avenida Cardenal de la Torre y Manuel Alvarado S23-111 en el local comercial de Mega variedades “Macaromi”, donde un sistema inteligente de conteo de personas permitirá tener el control de aforo máximo al interior del local, con ello se logrará evitar la aglomeración dentro y fuera del mismo.

Con este sistema inteligente se puede dar información al cliente sobre la cantidad de personas que se encuentran dentro del local comercial y así poder tener un buen uso de tiempo además de evitar propagación del virus.

## Capítulo II

### 2. Marco teórico

#### 2.1 Sistema Inteligente

Los sistemas inteligentes se definen como aquellos que presentan un comportamiento externo similar en algún aspecto a la inteligencia humana o animal. Se caracterizan por su capacidad para representar, procesar y modificar de forma explícita conocimiento sobre un problema, y para poder mejorar su desempeño con la experiencia. Esto les permite resolver problemas concretos determinando las acciones a tomar para alcanzar los objetivos propuestos, a través de la interacción con el entorno y adaptándose a las distintas situaciones (*Sistemas inteligentes - Prodimtec, s. f.*).

La capacidad cada vez mayor de integración de elementos sensoriales en dispositivos, y la disponibilidad de redes de comunicaciones y datos accesibles y compartidos, favorece e incluso impone la incorporación en nuevos productos de un procesamiento de la información que proporcione desde una inteligencia aparente, a un control óptimo e inteligente de determinados procesos y situaciones (*Sistemas inteligentes - Prodimtec, s. f.*).

Además, permite ofrecer la integración de las siguientes técnicas en nuevos productos, máquinas y sistemas distribuidos:

- Interpretación de datos multisensoriales y sistemas de autodiagnóstico.
- Sistemas de control multivariable, adaptativos o con aprendizaje.
- Redes de sensores inalámbricas y sistemas de monitorización preventivos.
- Programación de robots industriales y robots de servicio.

- Desarrollo de interfaces de usuario amigables y sociables para industria y consumo.G
- Aplicaciones sobre dispositivos móviles Smart como interfaz de usuario y de comunicaciones.
- Sistemas expertos para el guiado de actuaciones. (*Sistemas inteligentes* - Pro dintec, s. f.)

**Figura 1**

*Sistema inteligente de información.*



*Nota:* La figura indica el diagrama de sistema inteligente de información. Tomado de («MBGE INTERSISTEMAS | Sistemas Inteligente de Información», s. f.)

### 2.1.1 Arduino UNO

Arduino es una plataforma de creación electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso, para poder entender este concepto, primero se debe entender los conceptos de

hardware libre y el software libre (*Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno*, s. f.).

### 2.1.2 Hardware libre

El hardware libre se basa en los mismos principios que el software libre, pero aplicando sus conceptos y bases a su campo. Por lo tanto, para que un dispositivo hardware sea considerado como el mismo será necesario que sus especificaciones y diagramas esquemáticos sean de acceso público, independientemente del corte de los mismos. (*Arduino. Edición 2018 Curso práctico - Alfredo Moreno Muñoz - Google Libros*, s. f.)

El objetivo principal del hardware libre no es otro que la creación de diseños de forma abierta gracias a la participación de cualquier persona que así lo desee.

Dada la naturaleza física del hardware, las consideraciones para que un hardware sea considerado como el mismo está un poco limitada, es por ello que para que sea considerado como libre se debe conocer las siguientes informaciones del mismo. (*Arduino. Edición 2018 Curso práctico - Alfredo Moreno Muñoz - Google Libros*, s. f.)

- Diseño.
- Forma de comunicación con el dispositivo.
- Herramientas utilizadas para el diseño.

Es relativamente nuevo y su objetivo es facilitar y acercar la electrónica y la robótica de forma activa a la gente, ya que permite mirar qué es lo que hay dentro de los dispositivos hardware, y que eso sea éticamente correcto. (*Arduino. Edición 2018 Curso práctico - Alfredo Moreno Muñoz - Google Libros*, s. f.)

La placa Arduino es hardware libre ya que sus ficheros esquemáticos se encuentran disponibles para descarga en la web de Arduino bajo la licencia Creative Commons Attribution Share-Alike, que permite realizar trabajos derivados de dichos diseños siempre y cuando sean publicados bajo la misma licencia. (*Arduino. Edición 2018 Curso práctico - Alfredo Moreno Muñoz - Google Libros, s. f.*)

### **2.1.3 Software libre**

Software libre es el software que respeta la libertad de los usuarios y la comunidad. A grandes rasgos, significa que los usuarios tienen la libertad de ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software. (*¿Qué es el software libre? - Proyecto GNU - Free Software Foundation, s. f.*).

Son programas informáticos cuyo código es accesible para quien pueda utilizarlo y modificarlo. Arduino ofrece la plataforma Arduino IDE (Entorno de Desarrollo Integrado), que es un entorno de programación con el que cualquiera puede crear aplicaciones para las placas Arduino, de manera que se les puede dar todo tipo de utilidades. (*Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno, s. f.*)

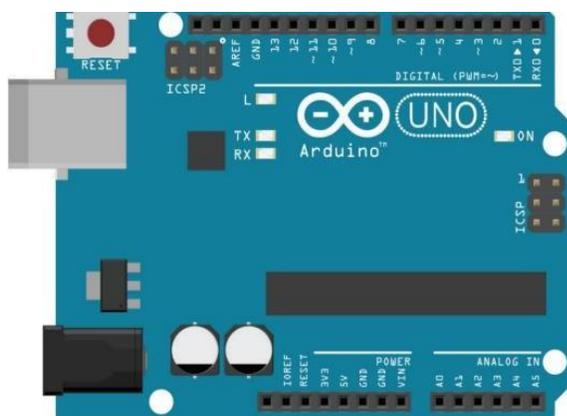
### **2.1.4 Cómo funciona Arduino**

Arduino es una placa basada en un microcontrolador ATMEL. Los microcontroladores son circuitos integrados en los que se pueden grabar instrucciones, las cuales se escribe con el lenguaje de programación que puede utilizar en el entorno Arduino IDE. Estas instrucciones permiten crear programas que interactúan con los circuitos de la placa. (*Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno, s. f.*).

El microcontrolador de Arduino posee lo que se llama una interfaz de entrada, que es una conexión en la que se puede conectar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos conectados se trasladará al microcontrolador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos. (*Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno*, s. f.)

## Figura 2

*Placa de Arduino Uno*



*Nota:* La figura representa un microcontrolador con todos los componentes. Tomado de Alfredo Moreno Muñoz-2018.

## 2.2 Software de programación

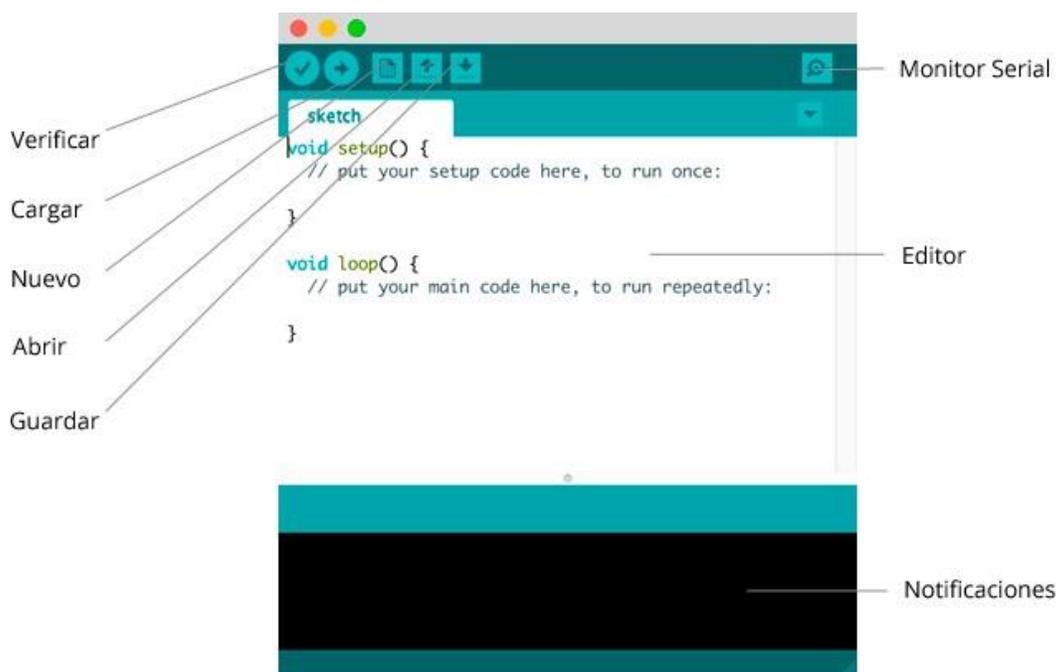
IDE – entorno de desarrollo integrado, llamado IDE (sigla en inglés de integrated development environment), es un programa informático compuesto por un conjunto de herramientas de programación. (*Entorno de Programación de Arduino (IDE) | Aprendiendo Arduino*, s. f.)

Un IDE es un entorno de programación que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir, que consiste en un editor de código, un compilador, un depurador y un constructor de interfaz gráfica (GUI). Además en el caso de Arduino

incorpora las herramientas para cargar el programa ya compilado en la memoria flash del hardware a través del puerto serie. (*Entorno de Programación de Arduino (IDE) | Aprendiendo Arduino, s. f.*)

### Figura 3

*Software de programación*



*Nota:* La figura representa el software de programación en donde se realiza el código de programación. Tomado de (Software Arduino IDE - Curso de primeros pasos con Arduino, s. f.)

### 2.3 Función de la cerradura electromagnética

Se trata de un método efectivo que impide la apertura de la puerta cuando está cerrada, ya que se crea una corriente eléctrica en la misma. Dicha corriente puede

interrumpirse para abrir la puerta, el electroimán deja de funcionar y el campo magnético desaparece por lo que la puerta se libera.

Precisamente, por su funcionamiento se convierten en la cerradura perfecta para un sistema moderno de domótica o para añadir otros elementos de alta seguridad. Por ejemplo, el control de acceso mediante huella dactilar o reconocimiento de pupila. Dadas las características de estos sistemas de cerramiento, son muy adecuados para puertas que deben permanecer cerradas y mantener un acceso limitado. Pero, también, es frecuente encontrarlas en edificios públicos con un alto tránsito de personas. (*cerradura-electromagnetica-300lbs*, s. f.).

### **2.3.1 Características de la cerradura electromagnética**

La cerradura electromagnética de 300lbs, cuenta con las siguientes características:

- Energía de absorción 300lbs.
- Altamente duradera, sin abrasión mecánica.
- Alimentación 12V DC.
- La corriente de iniciación 850mA.
- La corriente de trabajo es 450mA.

Esta cerradura es aplicable en las siguientes áreas: Con sistemas del control de acceso, control de la entrada-salida, sistemas de vigilancia de la seguridad, para usar en puertas de madera, aluminio, vidrio, metal y en puertas de seguridad. (*Cerradura-Electromagnetica-300lbs*, s. f.).

**Figura 4***Cerradura electromagnética 300lb*

*Nota:* La figura representa a una cerradura electromagnética de 12v. Tomado de (CERRADURA ELECTROMAGNÉTICA ATLO-ML-271 - Cerraduras electromagnéticas + accesorios - Delta, s. f.)

**2.4 Sensor infrarrojo FC-51**

El sensor infrarrojo emisor y receptor FC-51 puede adaptar a luz ambiente y distancia de detección a través de un potenciómetro que viene incluido en la board, dicha distancia se encuentra comprendida entre 2cm – 8cm, con un ángulo de detección de 35°. Estos infrarrojos emiten un haz de luz infrarrojo, cuando el haz de luz se encuentra con un obstáculo rebota y es recibido por el receptor que se encarga de recibir la cantidad de luz rebotada, este fenómeno se usa para identificar si hay o no un obstáculo o también si hay una línea negra o blanca, ya que el negro no refleja la luz y el blanco refleja toda la luz. La señal captada por estos sensores es acondicionada mediante un circuito comparador, esto se ve reflejado mediante un LED indicador de

color verde, en donde dependiendo de la configuración del usuario, podrá establecer niveles altos (1 lógico) y bajos (0 lógico) de tensión.

Este sensor suele ser usado en robots diseñados para evadir obstáculos, seguidor de línea de color negra o blanca, entre otras. La señal captada por los sensores puede ser llevada directamente a un circuito de control como un Microcontrolador, board Arduino, entre otros, para ser tratada dependiendo de la necesidad del usuario y/o aplicación en específico. (*Módulo sensor infrarrojo evasor de obstáculos / seguidor de línea | Tecnopura, s. f.*).

#### **2.4.1 Características físicas**

- Voltaje de funcionamiento 3.3V – 5V
- Distancia: 2cm a 8cm.
- Ángulo de detección 35°.
- Terminales de conexión  
OUT: Señal del medio  
GND: Tierra  
VCC: Alimentación

## Figura 5

*Sensor infrarrojo FC-51*



*Nota:* Esta figura representa a un sensor infrarrojo. Tomado de(Sensor infrarrojo FC-51 - Búsqueda de Google, s. f.)

### 2.4.2 Sensor PIR HC-SR501

Este sensor detecta el movimiento de personas hasta 6 metros de distancia mediante el uso de una lente de Fresnel y el elemento sensible al infrarrojo para detectar cambios en los patrones infrarrojos emitidos por los objetos en su cercanía.

En los sensores de movimiento, el sensor PIR consta en realidad de 2 elementos detectores separados, siendo la señal diferencial entre ambos la que permite activar la alarma de movimiento. En el caso del HC-SR501, la señal generada por el sensor ingresa al circuito integrado BISS0001, el cual contiene amplificadores operacionales e interfaces electrónicas adicionales.

Las funciones y ajustes complementarios del sensor de movimiento son:

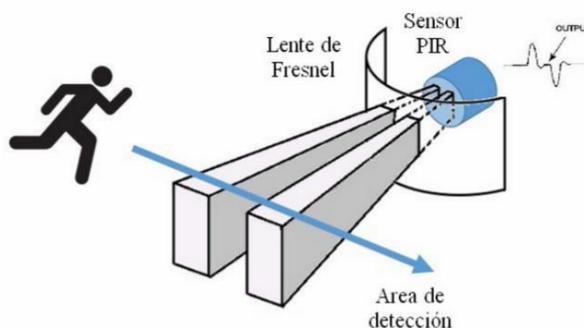
**Ajuste de parámetros:** mediante 2 potenciómetros, el usuario puede modificar tanto la sensibilidad como la distancia de detección del PIR.

**Detección automática de luz** (esta función no está disponible al adquirir el sensor de fábrica): por medio de una foto resistencia CdS (Sulfuro de Cadmio), se deshabilita la operación del sensor encaso que exista suficiente luz visible en el área. Esta función es

utilizada en caso de sensores que enciendan lámparas en lugares poco iluminados durante la noche, y especialmente en corredores ó escaleras (MANUAL-DEL-USUARIO-SENSOR-DE-MOVIMIENTO-PIR-HC-SR501.pdf, s. f.).

### Figura 6

*Sensor infrarrojo PIR*



*Nota:* Esta figura representa a un HC-SR501 PIR Sensor infrarrojo de movimiento.

Tomado de (MANUAL-DEL-USUARIO-SENSOR-DE-MOVIMIENTO-PIR-HC-SR501.pdf, s. f.).

## 2.5 Módulo 1 relevador

Dentro de la gran variedad de proyectos que se realizan con Arduino, se puede llegar a controlar componentes de alto voltaje o alto amperaje, como bombillas o bombas de agua, los cuales no pueden ser manejados directamente con Arduino. En estos casos es necesario utilizar Relays o Reles, estos dispositivos permiten controlar cargas de alto voltaje con una señal pequeña. («Módulo Relé 1 Canal», s. f.).

El módulo posee 1 Relé de alta calidad, capaz de manejar cargas de hasta 250V/10A. Cada canal posee aislamiento eléctrico por medio de un optoacoplador y un led indicador de estado. Su diseño facilita el trabajo con Arduino, este módulo Relé

activa la salida normalmente abierta (NO: Normally Open) al recibir un «0» lógico (0 Voltios) y desactiva la salida con un «1» lógico (5 voltios). Para la programación de Arduino y Relays se recomienda el uso de timers con la función «`millis()`» y de esa forma no utilizar la función «`delay`» que impide que el sistema continúe trabajando mientras se activa/desactiva un relay. («Módulo Relé 1 Canal», s. f.).

### **2.5.1 Características**

- Voltaje de Operación: 5V DC.
- Señal de Control: TTL (3.3V o 5V).
- Modelo Relay: SRD-05VDC-SL-C.
- Capacidad máx: 10A/250VAC, 10A/30VDC.
- Corriente máx: 10A (NO), 5A (NC).
- Tiempo de acción: 10 ms / 5 ms.
- Para activar salida NO: 0 Voltios.
- Entradas Optoacopladas.
- Indicadores LED de activación.

## Figura 7

*Módulo 1 Relevador.*



*Nota:* Esta figura representa a un relevador 1 canal. Tomado de (Módulo Relé 1 Canal | AV Electronics, s. f.).

## 2.6 Módulo WIFI ESP 8266

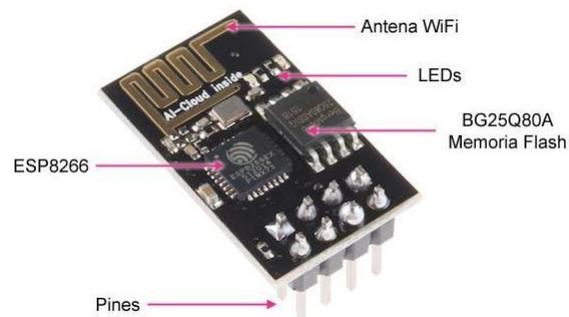
El módulo WiFi ESP8266 es un autocontenedor SOC, con pila integrada protocolo TCP/IP que puede dar acceso a cualquier microcontrolador a su red WiFi. El ESP8266 es capaz de acoger ya sea una aplicación o la descarga de todas las funciones de red Wi-Fi desde otro procesador de aplicaciones. Cada módulo ESP8266 viene pre-programado con un conjunto de firmware de comando AT, es decir, sólo tiene que conectar esto a su dispositivo Arduino y obtener aproximadamente la misma cantidad de WiFi como ofrece WiFi Shield (Jecrespom, 2017).

Este módulo tiene una potente capacidad suficiente a bordo de procesamiento y almacenamiento que le permite integrarse con los sensores y dispositivos específicos de la aplicación a través de sus GPIO con un desarrollo mínimo por adelantado y la carga mínima durante el tiempo de ejecución. Su alto grado de integración en el chip

permite la circuitería externa mínima, incluido el módulo front-end, está diseñado para ocupar la misma área de PCB. El ESP8266 soporta APSD para aplicaciones VoIP y las interfaces de Co-Existence Bluetooth, contiene un auto-calibrado RF que permite que funcione en todas las condiciones, y no requiere de partes externas de RF (Jecrespom, 2017).

### Figura 8

#### MÓDULO WIFI ESP 8266



*Nota:* La gráfica representa las partes del módulo WIFI ESP8266. Tomado por (Internet de las cosas (IOT) con ESP. Manual práctico - PIZARRO PELÁEZ, JESÚS - Google Libros, s. f.)

## 2.7 LCD 16X2

El LCD (Liquid Crystal Display) o pantalla de cristal líquido es un dispositivo empleado para la visualización de contenidos o información de una forma gráfica, mediante caracteres, símbolos o pequeños dibujos dependiendo del modelo. Está gobernado por un microcontrolador el cual dirige todo su funcionamiento (Willyfox, 2013).

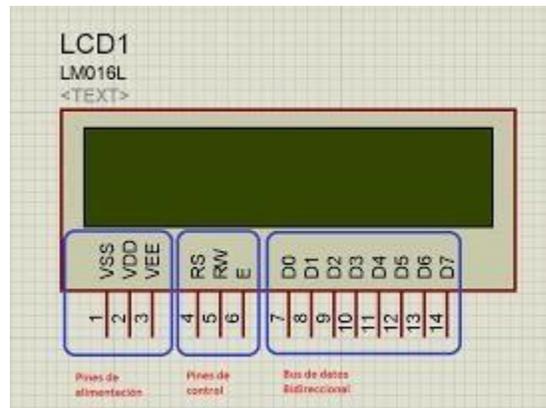
Para el desarrollo del presente proyecto, se va a emplear un LCD de 16x2, esto quiere decir que dispone de 2 filas de 16 caracteres cada una. Los píxeles de cada símbolo o carácter, varían en función de cada modelo (Willyfox, 2013).

### 2.7.1 Pines de conexión LCD

En la siguiente imagen de Proteus se puede observar la estructura de sus pines, y se puede dividir en Pines de alimentación, pines de control y pines del bus de datos bidireccional (Willyfox, 2013).

#### Figura 9

LCD 16X2



*Nota:* La figura representa los pines de conexión de LCD 16X2. Tomado por (Willyfox, 2013).

### 2.7.2 I2C

I2C es un puerto y protocolo de comunicación serial, define la trama de datos y las conexiones físicas para transferir bits entre 2 dispositivos digitales. El puerto incluye dos cables de comunicación, SDA y SCL. Además, el protocolo permite conectar hasta

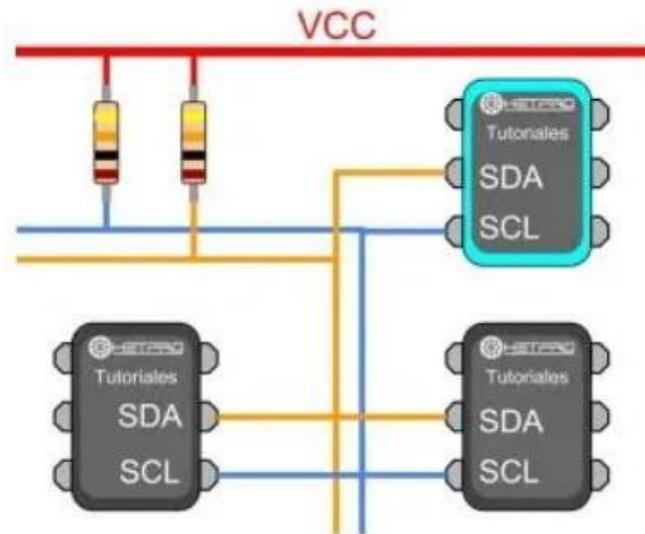
127 dispositivos esclavos con esas dos líneas, con hasta velocidades de 100, 400 y 1000 kbits/s. También es conocido como IIC ó TWI – Two Wire Interface. (*I2C - Puerto, Introducción, trama y protocolo - HETPRO/TUTORIALES, s. f.*)

### **2.7.2.1 I2C – Esquema de comunicación y elementos**

Siempre que se hable de una comunicación oral, se entiende que es entre dos o más personas. Como consecuencia se puede indicar que en una comunicación digital existen distintos dispositivos o elementos. En el caso de I2C se diferencian dos elementos básicos, un MAESTRO y un ESCLAVO. La Figura-1, muestra una conexión típica de tres dispositivos, el bus consiste de dos líneas llamadas, Serial DATA – SDA y Serial CLOCK – SCL. Es decir, Datos Seriales y Reloj Serial. En particular al bus se le conectan dos resistencias en arreglo pull-up, de entre 2.2K y 10K. (*I2C - Puerto, Introducción, trama y protocolo - HETPRO/TUTORIALES, s. f.*)

**Figura 10**

Comunicación I2C



*Nota:* La figura representa conexión de tres dispositivos a un bus de comunicación I2C. Tomado de (I2C - Puerto, Introducción, trama y protocolo - HETPRO/TUTORIALES, s. f.)

## Capítulo III

### 3. Desarrollo del tema

El presente proyecto técnico tiene como finalidad solucionar las necesidades del local “MACAROMI” ubicado en la ciudad de Quito en el sector de Solanda 1, dado la pandemia que se está atravesando a nivel mundial el establecimiento, tuvo la necesidad de adaptar un sistema inteligente para el control de aforo, el cual servirá para que no exista la aglomeración de personas en lugares muy cerrados.

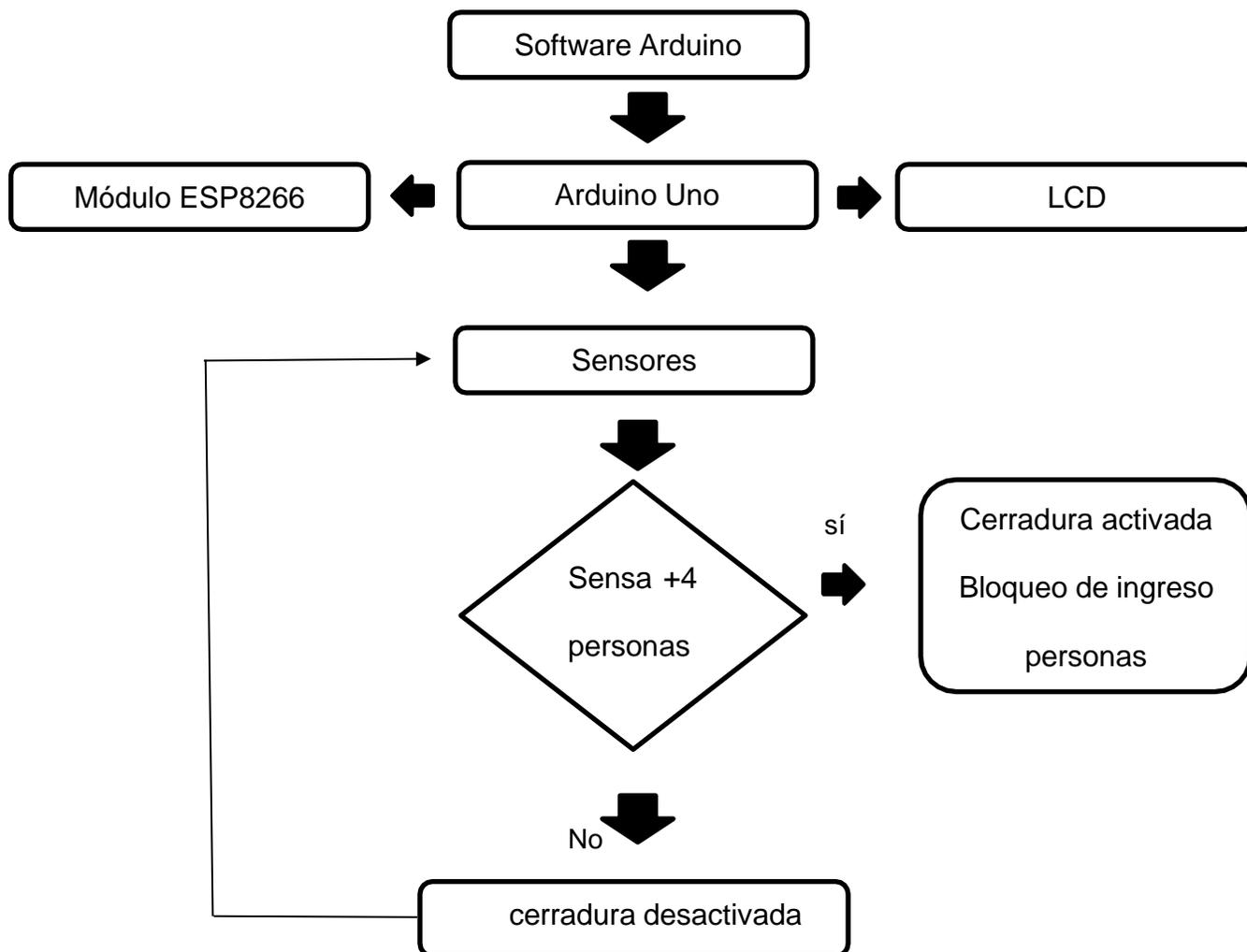
#### 3.1 Preliminares

El almacén “MACAROMI” es un local que da servicio de diversos productos y tiene contacto directo con sus clientes, por eso es de vital importancia implementar un sistema de control de aforo por la salud y seguridad tanto de sus clientes como de sus vendedores.

Para el desarrollo de este sistema se ha considerado seguir los pasos indicados en el diagrama de flujo que se muestra en la figura 11.

**Figura 11**

*Diagrama de flujo del sistema inteligente*



*Nota:* El gráfico representa el procedimiento que debe cumplir el proyecto para obtener su finalidad.

## **3.2 Desarrollo de la programación en el Software Arduino**

La programación del sistema inteligente para el control de aforo del local "MACAROMI", se realizó mediante el software ARDUINO, puesto que permite diseñar su programación de manera práctica la cual consiste en traducir líneas de códigos a tareas automatizadas leyendo los sensores y en función de las condiciones del entorno, programar la interacción con el mundo exterior mediante actuadores.

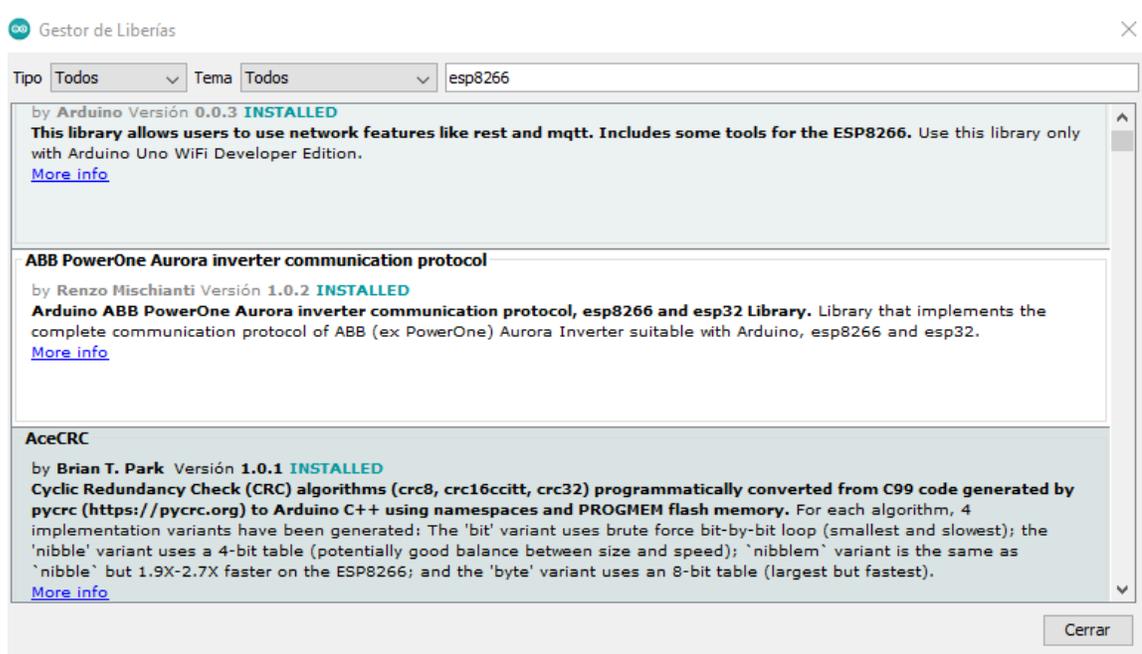
### **3.2.1 Activación de librerías**

Para realizar el proyecto primero se debe instalar las librerías que sean necesarias para no tener ningún inconveniente al ser declaradas en el programa, se puede realizar su activación mediante el mismo software por medio de su plataforma.

La librería requerida para el desarrollo del proyecto es la ESP8266. Esta librería se activó por medio del gestor de librerías de Arduino el cual se indica en la figura 12.

## Figura 12

### Gestor de librerías



*Nota:* La imagen muestra el gestor de librerías en el cual se instalan todas las librerías que no disponga el programa.

### 3.2.2 Declaración del módulo ESP8266 y LCD

En el desarrollo del programa, primero se habilitaron los puertos digitales 2 y 3, de la placa arduino que trabajarán como receptor y transmisor.

Luego se realizó la declaración del LCD I2C por medio de la librería LiquidCrystal\_I2C, la cual es declarada para los pines de conexión del arduino con el LCDI2C.

La declaración efectuada se puede visualizar en la figura 13.

## Figura 13

### Pines de conexión del ESP8266 y LCD I2C

```

#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2); // set the LCD address to 0x27 for a 16 chars and 2 line display

// arduino Rx (pin 2) ---- MODULO Tx
// arduino Tx (pin 3) ---- MODULO Rx
SoftwareSerial MODULO(2,3);

```

*Nota:* La imagen indica la declaración de los pines de conexión para el control de aforo.

### 3.2.3 Declaración de la cerradura electromagnética y los sensores

Para activar y desactivar la cerradura electromagnética mediante la información proporcionada por los sensores se declara la instrucción **int** como un dato entero que puede almacenar valores numéricos de 16 bits en este caso también se ha declarado al pin digital de salida que activará la cerradura tal como se puede ver en la figura 14.

Los sensores son declarados con **const int** ya que es una variable que puede modificar el comportamiento del sensor, los cuales están designados a los pines digitales 10 y 11, como se puede verificar en la figura 14. En esta misma figura, también se visualiza la estructura del contador ascendente y descendente implementado.

Figura 14

*Declaración de puertos digitales y estructura de programación del contador*

```

//CONTAR LAS PERSONAS
int puerta=12; // SENSOR DE TOPE TIPO IMAN PARA BLOKEAR LA PUERTA
const int pulsador = 10; // SENSOR 1
const int tiempoAntirrebote = 10;
int cuenta = 0; // VARIABLE PARA NUMERO DE PERSONAS
int estadoBoton;
int estadoBotonAnterior;
const int pulsador2 = 11; // SENSOR 2
const int tiempoAntirrebote2 = 10;
int estadoBoton2;
int estadoBotonAnterior2;
boolean antirrebote(int pin)
{
  int contador = 0;
  boolean estado;
  boolean estadoAnterior;
do
{
  estado = digitalRead(pin);
  if(estado != estadoAnterior)
  {
    contador = 0;
    estadoAnterior = estado;
  }
  else
  {
    contador = contador+ 1;
  }
}
}
}
delay(1);
} while(contador < tiempoAntirrebote);
return estado;
}
boolean antirrebote2(int pin2)
{
  int contador2 = 0;
  boolean estado2;
  boolean estadoAnterior2;
  do
  {
    estado2 = digitalRead(pin2);
    if(estado2 != estadoAnterior2)
    {
      contador2 = 0;
      estadoAnterior2 = estado2;
    }
    else
    {
      contador2 = contador2+ 1;
    }
    delay(1);
  } while(contador2 < tiempoAntirrebote2);
  return estado2;
}
void setup()

```

*Nota:* La imagen indica la declaración de los pines digitales que controlan la cerradura electromagnética y los sensores, también se indica el contador ascendente y descendente.

### 3.2.4 Declaración de la red wifi para el módulo ESP8266

Wifi es un mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica. Los dispositivos habilitados con wifi como Arduino, pueden conectarse a internet a través de un punto de acceso de red inalámbrica.(Wifi en Arduino | Aprendiendo Arduino, s. f.).

Para desarrollar un programa con Arduino que se conecte automáticamente a una red se debe configurar el módulo con la red wifi y obtener la dirección IP precisa con la que se va a trabajar.

Para obtener la dirección IP del módulo se escribieron las líneas de programación indicadas en la figura 15.

### Figura 15

#### Configuración Red WIFI

```
sendData("AT+RST\r\n",2000);
sendData("AT+CWMODE=1\r\n",1000);
sendData("AT+CWJAP=\"H4RDCOR3.VIRU5\", \"L360.H1331\"\r\n",8000); //
sendData("AT+CIFSR\r\n",1000); // OBTIENE LA DIRECCION IP DEL MODULO
sendData("AT+CIPMUX=1\r\n",1000);
sendData("AT+CIPSERVER=1,80\r\n",1000);}
```

*Nota:* En la imagen se indican los comandos utilizados para la configuración de la red WIFI.

### 3.2.5 Configuración del módulo WIFI

Para la configuración del módulo wifi antes de cargar el programa en la placa Arduino, se debe configurar el módulo ESP8266, para lograr esta configuración se debe dar clic en el serial monitor y seguir los siguientes pasos:

- Verificar si el módulo responde, utilizando el comando AT+ ENTER
- Si el módulo funciona correctamente, deberá responder con OK.
- Para configurar el baute rate a la velocidad estandarizada y evitar problemas con el puerto serial software se ingresa el comando AT+CIOBAUD=9600 Y ENTER.
- Ingresar el comando AT+CWLAP se expondrá todas las redes wifi que tienen disponibles, aquí se debe colocar la red, en este caso AT+CWJAP="H4RDCOR3.V1RU5", "L360.H1331", el módulo confirma su conexión con WIFI DISCONNECT WIFI CONECTED, WIFI GOT IP, OK.

- Luego se utiliza el comando AT+CIFSR el cual ayuda con la IP que se va a trabajar +CIFSR: STAIP,"192.168.0.108".
- AT+CIPMUX=1, se obtiene la confirmación del módulo.
- AT+CIPSERVER=1,80, permite obtener confirmación del servidor.

Ejecutado los pasos indicados se ha configurado el módulo de forma correcta, como se puede ver en la figura 16, posteriormente se puede cargar el código al Arduino.

## Figura 16

### Lectura del módulo WIFI



```

COM4
AT
OK
AT+CIOBAUD=9600

OK
AT+CWMODE?
+CWMODE:1

OK
AT+CWLAP
+CWLAP:(4,"Claro_GOMEZ0016263271",-71,"8c:8a:bb:3b:ef:a8",1,15,0)
+CWLAP:(1,"Claro_RECTO00000708780",-89,"08:3e:8e:5b:2b:0a",1,-6,0)
+CWLAP:(4,"Claro_ARROBA0015303417",-74,"30:93:bc:ed:a4:e6",1,-4,0)
+CWLAP:(4,"Marko0A13x",-84,"88:c3:97:66:49:86",1,38,0)
+CWLAP:(3,"AndroidAP",-91,"ec:1f:72:67:b5:69",1,18,0)
+CWLAP:(4,"Claro_l234567ddh",-86,"6c:ba:b8:f8:6f:9e",1,-9,0)
+CWLAP:(4,"CNT GPON OCHOA",-75,"14:09:dc:a6:57:a8",2,3,0)
+CWLAP:(4,"MORITA",-86,"f8:98:ef:95:99:44",2,6,0)
+CWLAP:(3,"Tvcable_NANCYBARBA",-82,"a0:40:a0:5d:43:d8",2,-16,0)
+CWLAP:(4,"Claro_BASANTES0016280796",-90,"8c:8a:bb:3e:34:16",1,6,0)
+CWLAP:(4,"RAFITA",-72,"f8:98:ef:96:3c:38",1,1,0)
+CWLAP:(4,"NETLIFE-FLIA-ROCHA",-75,"54:13:10:b3:d1:78",3,-9,0)
+CWLAP:(3,"ALFA_LA.ECONOMIA",-81,"e0:e8:e6:54:0b:96",3,1,0)
+CWLAP:(3,"NOLASCO RUEDA",-76,"00:e0:20:37:ec:68",4,1,0)
+CWLAP:(3,"Hilary_Ext",-83,"60:38:e0:fe:85:66",4,10,0)
+CWLAP:(3,"Alfa_Alex",-89,"e0:e8:e6:22:62:b2",4,5,0)
+CWLAP:(4,"CNTFIBRA_HERNANDEZ",-89,"5c:3a:3d:ea:75:aa",5,10,0)
+CWLAP:(3,"CHINOR",-77,"24:05:88:45:ae:6b",6,15,0)
+CWLAP:(4,"Claro_GAON0007810653",-89,"a4:15:88:2c:4f:a0",6,5,0)
+CWLAP:(4,"NANCY BARBA",-73,"d0:ef:c1:9c:17:dc",6,10,0)
+CWLAP:(3,"AndroidAP",-92,"48:c7:96:30:35:cb",6,31,0)
+CWLAP:(1,"Claro_RUIZ0000373913",-84,"a4:15:88:2b:df:10",6,18,0)
+CWLAP:(3,"CNT_EDGAR",-92,"dc:d2:fc:61:26:13",6,-11,0)
+CWLAP:(3,"CXNK005B4E8B",-86,"cc:be:59:fa:7e:50",1,-16,0)
+CWLAP:(4,"H4RDCOR3.VIRU5",-58,"d8:47:32:02:67:a0",8,20,0)
+CWLAP:(4,"Claro_isabeIguaman",-85,"a4:15:88:06:32:30",1,10,0)

 Autoscroll  Mostrar marca temporal

```

```
+CWLAP: (4, "NETLIFE-Familia Almeida", -86, "60:f1:8a:6f:6a:5c", 1, 10, 0)
+CWLAP: (0, "Telconet_Municipio_Quito", -79, "f4:de:af:6b:74:c1", 13, 33, 0)

OK
AT+CWJAP="H4RDCOR3.V1RUS", "L360.H1331"
WIFI CONNECTED
WIFI GOT IP

OK
AT+CIFSR
+CIFSR:STAIP,"192.168.0.108"
+CIFSR:STAMAC,"dc:4f:22:46:85:15"

OK
AT+CIPMUX=1

OK
AT+CIPSERVER=1,80

OK

 Autoscroll  Mostrar marca temporal
```

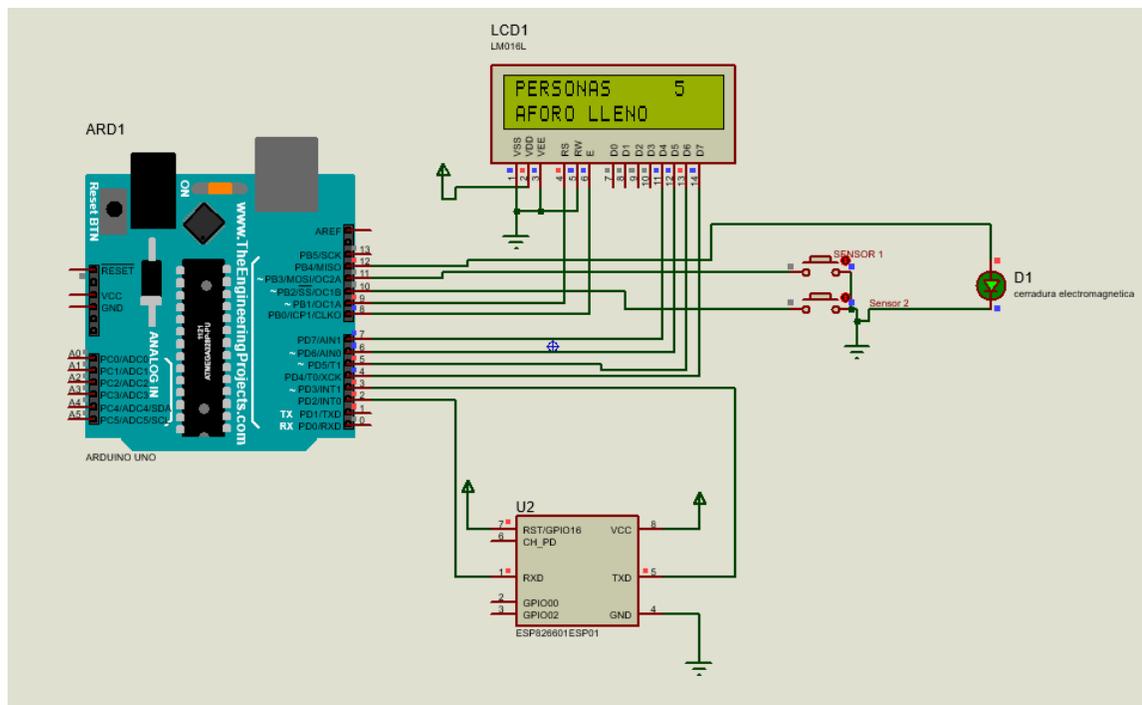
*Nota:* En la figura se indica el Serial Monitor donde se puede observar la lectura de los datos del módulo WIFI ESP 8266.

### 3.3 Implementación y simulación del sistema

Para la implementación de todos los componentes se realizó la simulación en Proteus para verificar el funcionamiento de cada uno de sus dispositivos como son lcd, arduino, módulo ESP 8266 y sensores.

Figura 17

Simulación del sistema en Proteus



*Nota:* En la imagen se observa la simulación y funcionamiento del sistema con todos sus componentes.

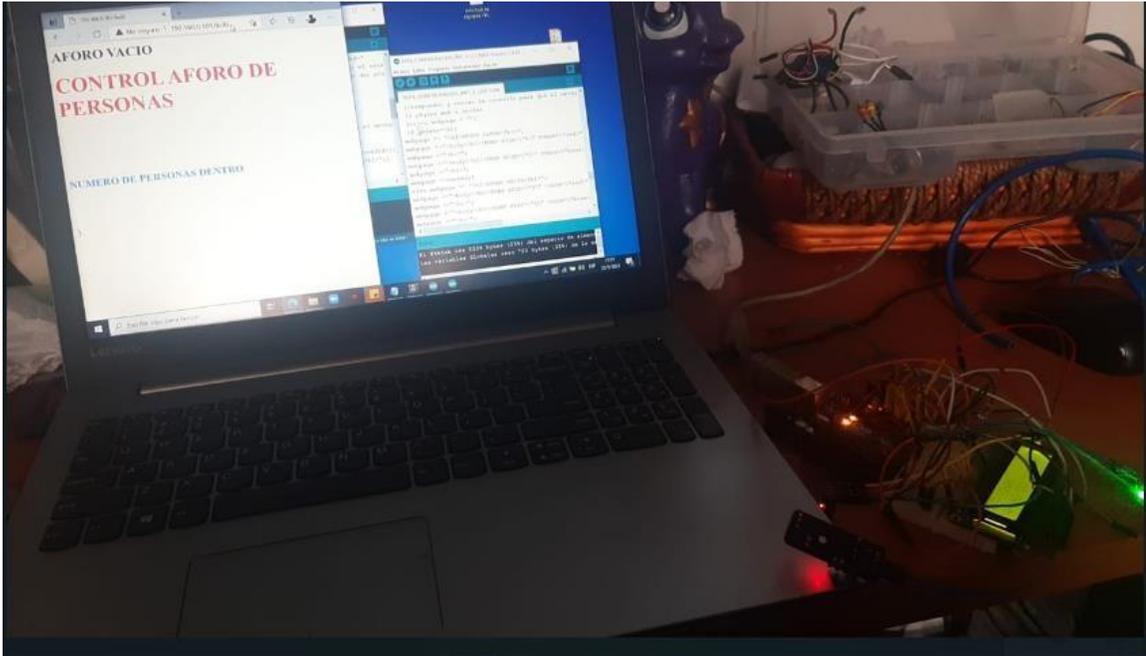
### 3.3.1 Pruebas de funcionamiento

El circuito simulado en Proteus, se implementó de manera física, y se procedió con su verificación. Durante la comprobación, se realizaron varias pruebas de funcionamiento del sistema inteligente del control de aforo en el local Macaromi, para detectar cualquier error posible que pueda existir en el sistema y corregirlo a tiempo.

En la figura 18 se presenta una fotografía de las pruebas ejecutadas.

## Figura 18

### *Pruebas del sistema inteligente del control de aforo*



*Nota:* En la imagen se observan las pruebas que se realizaron en el protoboard para constatar que la programación funcione correctamente.

### **3.3.2 Conexión del relé y cerradura electromagnética**

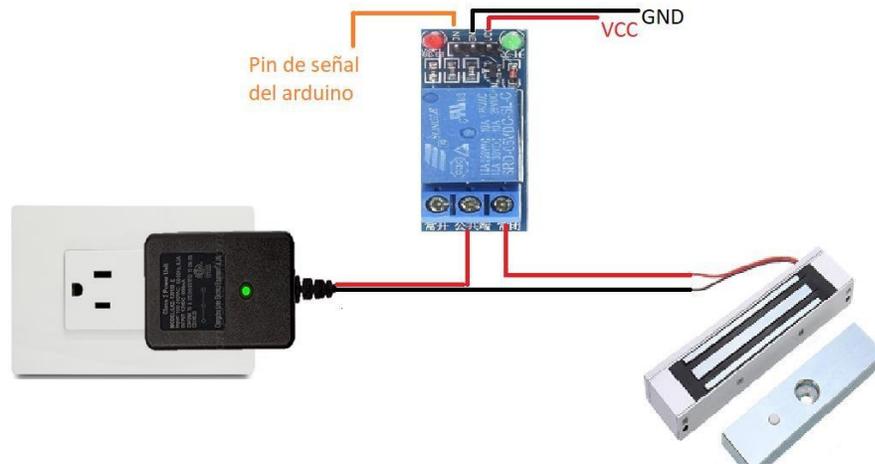
El módulo relé puede controlar un circuito simple para cambiar de encendido / apagado, se cierra cuando la entrada es de 5V y se abre cuando la entrada es 0V.

Esto significa que cuando el relé no tiene ninguna señal de entrada la cerradura está desactivada, y cuando tiene una señal de entrada la cerradura entra en función.

Su instalación se puede apreciar en la figura 19.

**Figura 19**

*Conexión del módulo relé y cerradura electromagnética*



*Nota:* En la imagen se observa la instalación de la cerradura electromagnética.

### 3.4 Implementación del sistema en el local Macaromi

Al realizar las pruebas de funcionamiento pertinentes y constatar que no existe ningún error en la conexión y programación, se procedió a implementar el sistema ubicando los sensores, cerradura y demás elementos en el local de mega variedades Macaromi.

### 3.4.1 Instalación de los sensores y la cerradura electromagnética.

La ubicación de los sensores y de la cerradura electromagnética es un punto estratégico y primordial en el sistema de aforo del local, previo a la instalación se realizó un boceto para analizar el área de cobertura, talla promedio de los clientes y mejor ubicación de los componentes del sistema. Una vez analizado, se consideró que el sensor de entrada debe ir en el dispensador de alcohol para que realice el conteo mientras las personas adquieren el alcohol.

El rango de detección de movimiento de los sensores PIR es ajustable y generalmente funcionan con alcances de hasta 7 metros, con aperturas de 90° a 110°, el montaje del PIR fue en el parte superior del establecimiento ya que ayuda a realizar el conteo de salida de personas. (*MANUAL-DEL-USUARIO-SENSOR-DE-MOVIMIENTO-PIR-HC-SR501.pdf*, s. f.).

La cerradura electromagnética se colocó adecuadamente siguiendo su procedimiento.

- El primer paso es montar la platina en el marco de la puerta, utilizando los tornillos que vienen de fábrica asegurando de que la placa quede fija y no se mueva.
- El electroimán se fija a la platina con los tornillos que vienen en el kit.
- En este caso se colocó a una altura de 106.5cm y se logró una alineación adecuada entre ambas piezas. (*¿Cómo instalar una cerradura electromagnética? | MN Del Golfo MN Del Golfo*, s. f.).

**Figura 20**

*Instalación de la cerradura electromagnética*

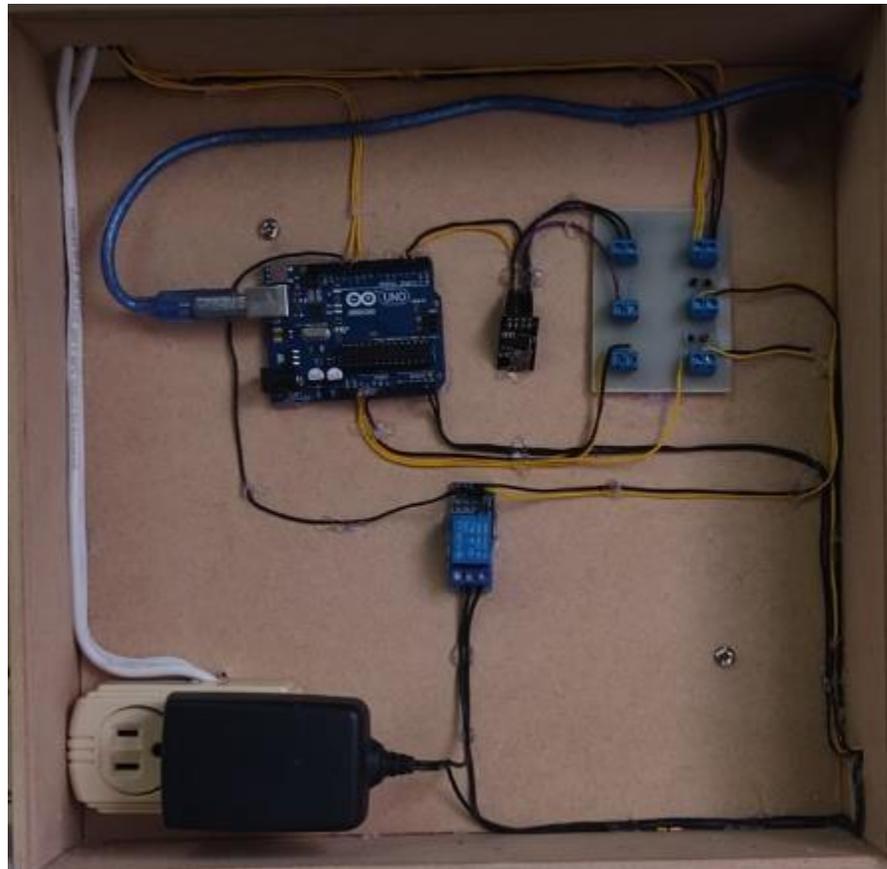


*Nota:* La imagen presenta la instalación en la puerta con la cerradura electromagnética en el local Macaromi.

Junto a la instalación de la cerradura se ubicaron los elementos del sistema del conteo de personas para el control de aforo en una caja como se indica en la figura 21.

**Figura 21**

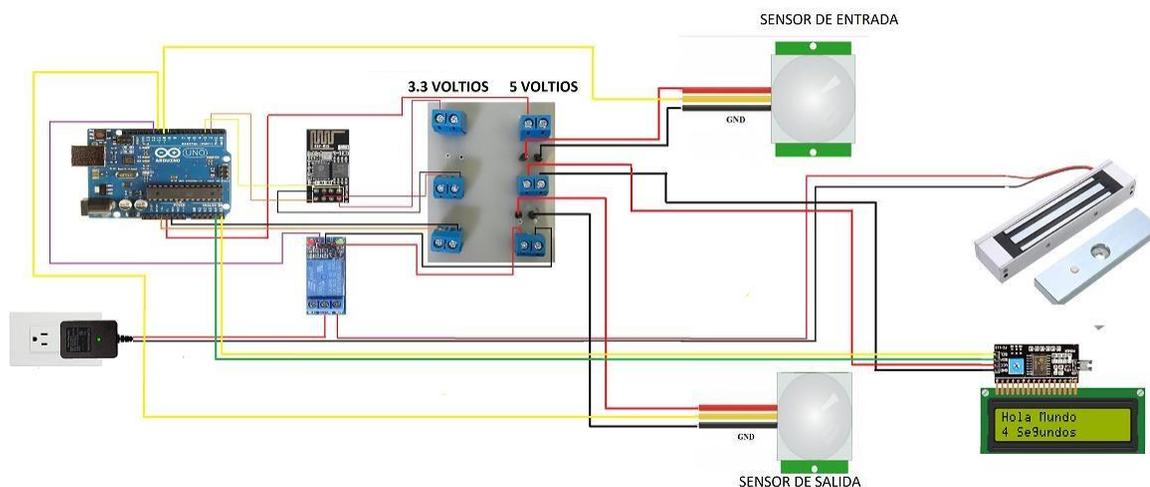
*Instalación de los componentes*



*Nota:* En la imagen se observa la disposición de los componentes de la caja instalada en el local Macaromi.

### **3.5 Diagrama eléctrico**

El diagrama eléctrico, tiene como finalidad mostrar la instalación de los componentes utilizados en el sistema para que a futuro el técnico encargado de vigilar el funcionamiento, pueda desarrollar el mantenimiento sin complicación. En la figura 22 se expone el diagrama eléctrico del sistema de detección de aforo en el local Macaromi.

**Figura 22***Diagrama eléctrico*

*Nota:* En la imagen se observa el diagrama eléctrico del sistema de aforo en el local Macaromi.

### 3.6 Funcionamiento del sistema inteligente

El funcionamiento del sistema inteligente de control de aforo en el local MACAROMI se basa en determinar la cantidad de clientes que puedan ingresar e impedir su acceso, cuando se ha completado el número de máximo personas establecidas que en este caso se consideró 5, por el área del almacén de acuerdo y de acuerdo a las recomendaciones emitidas por los entes reguladores

Para contabilizar el número de personas que ingresan al local, se ha instalado un sensor en el dispensador de alcohol. Este sensor, envía una señal al Arduino uno, activando un contador ascendente que se encarga de procesar y enviar la información

adecuada al ESP8266 y al LCD que indica la información sobre el aforo del local.

La cerradura electromagnética entra en función cuando el sensor de entrada cuenta las 5 personas que ingresan al local y de inmediato la puerta se bloqueará y no permitirá el acceso a más personas al establecimiento.

La cerradura electromagnética se deshabilitará cuando el sensor de salida sense que unas de las 5 personas salgan del establecimiento.

El sensor de salida ubicado estratégicamente en la parte superior del establecimiento, capta la presencia de las personas que van a salir, enviando una señal para que se active un contador descendente en la placa de Arduino y a la vez desactive la cerradura electromagnética y se actualice en el lcd la información del aforo.

Cuando el número de personas en el local sea menor a la máxima permitida, el LCD presentará la información como "AFORO VACIO", "PERSONAS X" cuando el establecimiento complete su número máximo de personas se visualizará "AFORO LLENO", "PERSONAS 5"

En este proyecto se utilizó el módulo ESP8266 el cual ayuda a tener conectividad con la IP que está establecida en el local, este tipo de sistemas está basado en el internet de las cosas (IoT) por lo que se puede verificar por medio de un navegador, información es en tiempo real del aforo en el local Macaromi.

Para tener información se debe seguir los siguientes pasos:

- Acceder a la Red WIFI del local
- Utilizar su navegador ya sea Chrome o Mozilla o el navegador de su preferencia.
- Introducir la IP que está mostrado en la parte externa del local

**Figura 23**

*Navegador con información*



*Nota:* En la imagen se observa el navegador, la IP y la información del control de aforo del establecimiento.

Realizada la implementación, instalación y pruebas de funcionamiento, se ha implementado un sistema inteligentes para el conteo de usuarios que ingresan y salen al local Macaromi, permitiendo controlar el número máximo de personas en el establecimiento, brindando así, la seguridad que se merece tanto los comerciantes como los clientes.

## Capítulo IV

### 4. Conclusiones y recomendaciones

#### 4.1 Conclusiones

- Con el desarrollo e implementación de un sistema inteligente para el control de aforo en el local MACAROMI, basado en el internet de las cosas se pudo comprobar que es factible diseñar un sistema que proporcione información anticipada a los usuarios que buscan que no exista mucha aglomeración de personas para comprar.
- En base al desarrollo del sistema y la investigación se determinó los equipos y tecnología necesarios para la elaboración del sistema de control de aforo tales como: Arduino Uno y plataforma IDE Arduino estos son los principales componentes para el desarrollo del sistema (hardware y software).
- Se logró cumplir los objetivos y adicional brindar información en tiempo real a los usuarios sobre el aforo del local, ya que en la actualidad los locales existentes no brindan esta información al usuario y este solo puede llegar a saberlo cuando está por ingresar al establecimiento.
- El control de aforo se ha realizado con tecnología open source, que permite modificar y distribuir el código de la forma que consideren conveniente ya que a su futuro servirá como base de un proyecto de innovación.

## 4.2 Recomendaciones

- Dada la amplia gama de opciones que brinda este sistema se recomienda que algunos locales comerciales puedan invertir en este tipo de sistemas para mejorar su servicio y puedan tener un control de clientes que entran y salen del establecimiento.
- Para realizar el mantenimiento del sistema de control de aforo se recomienda basarse en el diagrama eléctrico donde se explica las instalaciones realizadas en el establecimiento.
- Es importante que cada cliente que ingrese al local haga uso del gel antiséptico, por lo que se recomienda que el personal que atiende en el almacén solicite el cumplimiento de esta actividad para así determinar de manera correcta el número de personas que ingresan al establecimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

*Arduino. Edición 2018 Curso práctico—Alfredo Moreno Muñoz—Google Libros.* (s. f.).

Recuperado 9 de junio de 2021, de

<https://books.google.com.ec/books?id=yo6fDwAAQBAJ&pg=PA26&dq=hardware+libre&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjL96qczovxAhXuEVkFHSVYAwMQ6AEwAXoECAcQAg#v=onepage&q=hardware%20libre&f=false>

*CERRADURA ELECTROMAGNÉTICA ATLO-ML-271—Cerraduras electromagnéticas + accesorios—Delta.* (s. f.). Recuperado 15 de junio de 2021, de

[https://shopdelta.eu/cerradura-electromagnetica-atlo-ml-271\\_l6\\_p8259.html](https://shopdelta.eu/cerradura-electromagnetica-atlo-ml-271_l6_p8259.html)

*Cerradura-electromagnetica-300lbs.* (s. f.). Recuperado 3 de junio de 2021, de

<http://www.siscontrol.com.ec/cerradura-electromagnetica-300lbs.html#>

*Internet de las cosas (IOT) con ESP. Manual práctico—PIZARRO PELÁEZ, JESÚS - Google Libros.* (s. f.). Recuperado 15 de junio de 2021, de

<https://books.google.com.ec/books?id=B2oHEAAAQBAJ&pg=PA110&dq=M%C3%93DULO+WIFI+ESP+8266&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwjAxuzl4JrxAhUSC6wKHXduBOIQ6AEwAHoECAgQAg#v=onepage&q=M%C3%93DULO%20WIFI%20ESP%208266&f=false>

jecrespom. (2016, noviembre 12). Wifi en Arduino. *Aprendiendo Arduino.*

Recuperado 12 de noviembre de 2016

<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/11/12/wifi-en-arduino/>

jecrespom. (2017, septiembre 12). Qué es ESP8266. *Aprendiendo Arduino.*

Recuperado 12 de noviembre de 2017

<https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/09/12/que-es-esp8266/>

MBGE INTERSISTEMAS | Sistemas Inteligente de Información. (s. f.). *MBGE.*

Recuperado 15 de junio de 2021, de

<https://www.mbge.com.mx/soluciones/transformacion-digital/sistema-inteligente-de-informacion/>

Módulo Relé 1 Canal. (s. f.). *AV Electronics*. Recuperado 3 de junio de 2021, de <https://avelectronics.cc/producto/modulo-rele-1-canal/>

*Módulo Relé 1 Canal | AV Electronics*. (s. f.). Recuperado 15 de junio de 2021, de <https://avelectronics.cc/producto/modulo-rele-1-canal/>

*Módulo sensor infrarrojo evasor de obstáculos / seguidor de línea | Tecnopura*. (s. f.). Recuperado 10 de junio de 2021, de <https://www.tecnopura.com/producto/modulo-sensor-infrarrojo-evasor-de-obstaculos-seguidor-de-linea/>

*Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno*. (s. f.). Recuperado 3 de junio de 2021, de <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>

*¿Qué es el software libre? - Proyecto GNU - Free Software Foundation*. (s. f.). Recuperado 10 de junio de 2021, de <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>

*Sistemas inteligentes—Prodintec*. (s. f.). Recuperado 3 de junio de 2021, de <http://www.prodintec.es/es/nuestra-actividad/ingenieria-electronica/sistemas-inteligentes>

Willyfox. (2013, febrero 10). *TodoElectrodo: Lcd 16x2. TodoElectrodo*.

Recuperado 10 de febrero de 2013

<http://todoelectrodo.blogspot.com/2013/02/lcd-16x2.html>

**ANEXOS**