

**SISTEMA ELECTRÓNICO BASADO EN TECNOLOGÍAS WIFI E
IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA (RFID) PARA EL REGISTRO
AUTOMÁTICO DE PERSONAS EN LUGARES DE GRAN AFLUENCIA**

MARIO ANTONIO SUAREZ PÉREZ

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS TECNOLOGÍA E INGENIERÍA – ECBTI
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
MONTERÍA – CÓRDOBA
CCAV SAHAGUN
2021**

**SISTEMA ELECTRÓNICO BASADO EN TECNOLOGÍAS WIFI E
IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA (RFID) PARA EL REGISTRO
AUTOMÁTICO DE PERSONAS EN LUGARES DE GRAN AFLUENCIA**

MARIO ANTONIO SUAREZ PÉREZ

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**DIRECTOR:
OSCAR CAMILO FUENTES AMIN**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS TECNOLOGÍA E INGENIERÍA – ECBTI
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
MONTERÍA – CÓRDOBA
CCAV SAHAGUN**

2021

NOTA DE ACEPTACIÓN

ASESOR

JURADO

Montería, Córdoba, julio 23 de 2021

PAGINA DE EXCLUSIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Mario Antonio Suarez Pérez, declaro bajo juramento que el trabajo aquí elaborado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento, por ello cualquier utilización de este documento viola los derechos de propiedad del autor.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre y padre, por ser los pilares más importantes, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. A mi esposa, por estar siempre conmigo en los momentos buenos y no tan buenos, por compartir momentos significativos conmigo y por siempre estar dispuesta a escucharme y ayudarme en cualquier momento. A todas las personas que de alguna u otra manera aportaron a que este momento se hiciera realidad.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mis padres, que con sus demostraciones ejemplares me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada y siempre perseverar a través de sus sabios consejos.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional, por creer en mí y ser un ejemplo a seguir.

Al Ing. Oscar Fuentes, director de tesis, por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

RESUMEN

El principal propósito de la presente investigación fue el de desarrollar un dispositivo prototipo dotado con conectividad Wifi y lectura de tarjetas RFID para el registro automático de personas que visitan zonas de gran afluencia, para lo cual, se requirió de la caracterización de la tecnología de las tarjetas NODEMCU V3 ESP8266 y RFID RC522 teniendo en cuenta los requerimientos técnicos para el desarrollo del prototipo, se realizó un circuito electrónico mediante las tecnologías de comunicación Wifi y RFID para la lectura de tarjetas de proximidad y la programación de las funciones de lectura de tarjetas de proximidad a través del IDE de Arduino con el fin de tener el registro de la información en una plataforma web.

Para el desarrollo de la investigación, se utilizó un enfoque cuantitativo, ya que se recolectaron datos que permitieron medir la confiabilidad del modelo desarrollado, además de un tipo de investigación aplicada, esto se debe a que se propuso la utilización práctica de la tecnología RFID y Wifi en los procesos de localización y control de aforos en sitios de gran afluencia de personas, adicional a esto, la investigación fue de tipo descriptivo y explicativo. La población que se utilizó está conformada por el volumen de datos que se pudieron transmitir entre los tags o tarjetas y el modelo diseñado mediante la utilización de la tecnología RFID y Wifi para su almacenamiento. Se diseñó el modelo del sistema electrónico basado en tecnologías Wifi y RFID, para el registro automático de la información, a través de la integración de una serie de dispositivos. Adicional a esto, se realizaron pruebas de conectividad y observaciones directas del funcionamiento del dispositivo y registro de los datos.

Dentro de los principales resultados obtenidos con la puesta en marcha, del dispositivo prototipo diseñado se encuentra una transferencia de datos con un 100% de efectividad, se estableció una distancia de lectura entre las tag o tarjetas y el dispositivo de 0.5cm ideal para la lectura. Finalmente, se midió el tiempo promedio

que le toma al sistema enviar la información a la base de datos, el cual es de 5.8 segundos.

La obtención de los resultados de esta investigación abre el camino para la creación de una herramienta tecnológica que le permita a las empresas o entidades que la utilicen, poseer un dispositivo que permitirá tener un registro de los datos y realizar gestión de los mismos para mitigar la propagación de coronavirus, además de esto esta tecnología se podría utilizar en otras aplicaciones como: controles de acceso, conteo de animales entre otras. Finalmente, se logró concluir que es necesario incrementar el rango de acción del dispositivo para que no sea necesario acercarse tanto a las tarjetas para su lectura adicional a esto, es necesario luego del desarrollo realizar pruebas de funcionamiento del dispositivo en un entorno real para medir su funcionamiento.

Palabras clave: sistemas electrónicos, Wifi, identificación por radio frecuencia, aforos.

ABSTRACT

The main purpose of this research was to develop a prototype device equipped with Wi-Fi connectivity and RFID card reading for the automatic registration of people visiting high-traffic areas, for which the characterization of the technology of the NODEMCU V3 ESP8266 and RFID RC522 cards, taking into account the technical requirements for the development of the prototype, an electronic circuit was developed using Wi-Fi and RFID communication technologies for reading proximity cards and programming card reading functions. proximity through the Arduino IDE in order to have the information recorded on a web platform.

For the development of the research, a quantitative approach was used, since data was collected that allowed to measure the reliability of the developed model, in addition to a type of applied research, this is because the practical use of RFID technology was proposed and Wifi in the processes of location and control of capacity in places with a large influx of people, in addition to this, the research was descriptive and explanatory. The population that was used is made up of the volume of data that could be transmitted between the tags or cards and the model designed by using RFID and Wi-Fi technology for storage. The electronic system model based on Wi-Fi and RFID technologies was developed for the automatic registration of information, through the integration of a series of devices. In addition to this, connectivity tests and direct observations of the operation of the device and data recording were developed.

Among the main results obtained with the start-up of the designed device prototype is a data transfer with 100% effectiveness, a reading distance between the tags or cards and the device of 0.5cm was established, ideal for reading. Finally, the average time it takes for the system to send the information to the database was measured, which is 5.8 seconds.

Obtaining the results of this research opens the way for the creation of a technological tool that allows companies or entities that use it, to have a device that will allow them to have a record of the data and carry out their management to mitigate the spread of coronavirus, in addition to this, this technology could be used in other applications such as: access controls, animal counting, among others. Finally, it was concluded that it is necessary to increase the range of action of the device so that it is not necessary to bring the cards so close for additional reading to this, it is necessary after development to perform functional tests of the device in a real environment to measure its operation.

Keywords: electronic systems, Wi-Fi, radio frequency identification, gauges.

TABLA DE CONTENIDO

	Págs.
INTRODUCCIÓN	15
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.1. DESCRIPCIÓN	17
1.2. FORMULACIÓN.....	18
2. OBJETIVOS	19
2.1. OBJETIVO GENERAL	19
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3. JUSTIFICACIÓN	20
3.1. DELIMITACIÓN.....	21
3.2. LIMITACIONES	22
4. MARCO DE REFERENCIA	23
4.1. ANTECEDENTES	23
4.2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	25
4.2.1. Tecnología RFID.....	25
4.2.2. Etiquetas o Tags RFID	27
4.2.3. Módulos Wifi	28
4.2.3.1. NODEMCU ESP8266	29
4.2.3.2. Primera Generación V0.9.....	29
4.2.3.3. Segunda Generación V1.0 / V2.....	30
4.2.3.4. Tercera Generación V1.0 / V3.....	31
4.2.4. Pantalla LCD.....	32
4.2.4.1. Pines de Alimentación.....	33
4.2.4.2. Pines de Control.....	33
5. METODOLOGÍA	35
5.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	35

5.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	35
5.2.1. Fase 1: Levantamiento de la Información.....	35
5.2.2. Fase 2: Análisis de las Tecnologías y Requerimientos.....	36
5.2.3. Fase 3: Diseño del Dispositivo.....	36
5.2.4. Fase 4: Desarrollo del Circuito Impreso.....	37
5.2.5. Fase 5: Ensamble Global del Sistema.....	38
5.2.6. Fase 6: Pruebas de Funcionamiento.....	40
5.3. POBLACIÓN.....	41
5.4. MUESTRA.....	41
5.5. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	41
5.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información.....	41
5.7. Recolección de la Información.....	42
5.8. Validación y Confiabilidad.....	43
6. RESULTADOS.....	44
6.1. DESARROLLO DEL CIRCUITO IMPRESO.....	44
6.2. ENSAMBLE Y PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO EN PROTOBOARD... ..	47
6.3. ENSAMBLE DEL DISPOSITIVO.....	49
6.3.1. Diagrama de Bloques del Sistema.....	49
6.3.2. Bosquejo de Diseño del Dispositivo.....	50
6.3.3. Consumo Eléctrico del Dispositivo y programación.....	50
6.3.4. Construcción de la Caja.....	52
6.3.5. Ensamble en Caja.....	54
6.4. REALIZACIÓN Y EJECUCIÓN DE PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA.....	56
6.4.1. Distancia de Lectura de la Tarjeta RFID con el Lector.....	56
6.4.2. Porcentaje de Aciertos en Diferentes Lecturas.....	57
6.4.3. Tiempo Transcurrido entre el Paso de una Tarjeta y el Registro en la Base de Datos.....	58
6.4.4. Distancia de Conexión del Dispositivo Prototipo con el Modem o Router Wifi.....	59

7. CONCLUSIONES	61
8. RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFÍA	64

LISTA DE FIGURAS

	Págs
<i>Figura 1.</i> RFID Module. Fuente.	26
<i>Figura 2.</i> Tags RFID. Fuente.	28
<i>Figura 3.</i> Primera Generación V0.9.	30
<i>Figura 4.</i> Primera Generación V1.0 / V2.	31
<i>Figura 5.</i> Identificación de los Pines V1.0 / V2.	31
<i>Figura 6.</i> Tercera Generación V1.0 / V3.	32
<i>Figura 7.</i> Identificación de los Pines V1.0 / V3.	32
<i>Figura 8.</i> Pantalla LCD 2X16.	33
<i>Figura 9.</i> Interfaz Principal 000webhost.	38
<i>Figura 10.</i> Cpanel Administración de la Base de Datos MySQL.	39
<i>Figura 11.</i> Base de Datos. Fuente.	39
<i>Figura 12.</i> Base de Datos con Información Almacenada del Lector RFID.	40
<i>Figura 13.</i> Circuito Esquemático.	44
<i>Figura 14.</i> Diagrama de PCB. Fuente.	45
<i>Figura 15.</i> Diseño 3D.	46
<i>Figura 17.</i> Lectura e Identificación de Código UID de la Tarjeta RFID.	47
<i>Figura 18.</i> Respuesta Satisfactoria de Servidor.	48
<i>Figura 19.</i> Alarma de Error de Conexión Wifi.	48
<i>Figura 20.</i> Diagrama de Bloques del Sistema.	50
<i>Figura 21.</i> Bosquejo de Diseño del Dispositivo.	50
<i>Figura 23.</i> Subida Exitosa del Código de Programación.	52
<i>Figura 24.</i> Diseño de la Caja del Dispositivo.	53
<i>Figura 25.</i> Caja Terminada del Dispositivo.	54
<i>Figura 26.</i> Medición de Pistas de la Tarjeta Lector RFID V1.	54
<i>Figura 27.</i> Soldadura de Conectores Heder para Montaje del Microcontrolador.	55
<i>Figura 28.</i> Ensamble de Pantalla, Leds y Cableado General del Sistema.	55
<i>Figura 29.</i> Lector RFID Ensamble Completo.	56
<i>Figura 30.</i> Prueba de Distancia.	57

Figura 31. Imagen de los Datos en la Base de Datos.

58

Figura 32. Router de Prueba de Conectividad.

60

LISTA DE TABLAS

	Págs.
<i>Tabla 1.</i> Consumo Eléctrico del Dispositivo. Fuente. Elaboración propia	51
<i>Tabla 2.</i> Lecturas de Tarjeta RFID. Fuente. Elaboración propia	57
<i>Tabla 3.</i> Tiempo de Lecturas de Tarjeta RFID y Promedio. Fuente. Elaboración propia	59
<i>Tabla 4.</i> Distancia de Conectividad. Fuente. Elaboración propia	60

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, debido al surgimiento de la pandemia por el SARS-CoV2, se han generado millones de muertes en el mundo, por su letalidad y rapidez de propagación entre las personas. Este escenario ha impactado negativamente a la sociedad, por lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS) sugirió el aislamiento social como una forma de mitigar la propagación del virus (Barrutia, Silva, & Sánchez, 2021). Lo anterior ha dejado como consecuencia la reducción de las actividades económicas, por lo que muchos sectores se han visto afectados. Es así como la sociedad ha quedado expuesta a dos situaciones desfavorables, ya que si las personas se aíslan corren el riesgo de dejar de producir, pero si siguen produciendo corren el riesgo de contagiarse.

A partir de estas dos situaciones, los gobiernos se han puesto en la tarea de crear estrategias que permitan equilibrar de manera gradual la reapertura de la economía, frenando la propagación del virus. En este sentido, se crearon protocolos de bioseguridad para salvaguardar la salud y la integridad de las personas durante los procesos de reactivación económica.

Lo anterior, fue base para la puesta en marcha de una normatividad presentada por el Estado colombiano, en la cual, se promueve el autocuidado para la reactivación de la economía, en la Resolución 777 de 2021:

“Por medio de la cual establece los criterios y condiciones para el desarrollo de las actividades económicas, sociales y del Estado, y adopta el protocolo general de bioseguridad que permita el desarrollo de estas, derogando protocolos de bioseguridad establecidos para cada una de las actividades” (MinSalud, 2021).

Dadas estas directrices, es necesario promover sistemas que permitan viabilizar la bioseguridad y generar condiciones para el desarrollo de actividades sociales y económicas, que se requieren para adelantar la reactivación de la normalidad de la vida de las personas.

Partiendo de las diferentes necesidades que han ido surgiendo con la evolución del COVID – 19 durante el último año de confinamiento, las investigaciones han girado en torno a la prevención de la propagación del virus amparado en los protocolos de bioseguridad para la reapertura del país como lo expone Bravo (2020), además del desarrollo de recomendaciones para los diferentes niveles de atención como lo propone Quimí, Giraldo, Rojas, Avilés, & Pazos (2021), y también, la utilización de Equipos de Protección Personal (EPP) como lo propone Badanian (2020). Pero a pesar de estos avances y de la puesta en marcha de diversas metodologías para promover la bioseguridad, es necesario que desde las nuevas tecnologías se implementen sistemas que permitan hacerle mayor seguimiento a los contagios, por lo tanto se tiene como propósito desarrollar un dispositivo prototipo, dotado con conectividad Wifi y lectura de tarjetas RFID para el registro automático de personas que visitan las zonas de gran afluencia, lo que permite contribuir a los procesos de reactivación de la economía del país y la reapertura de los diversos entornos donde confluyen gran cantidad de personas.

Este dispositivo sería de gran ayuda para las empresas públicas y privadas, ya que estas necesitan controlar los aforos de personas que ingresan en sus instalaciones y así cumplir con las normas establecidas por el gobierno nacional.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

A finales del mes de enero de 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró el brote de Coronavirus COVID – 19 como una emergencia de salud pública de interés mundial (OMS, 2020). El día 11 de marzo y tras la evaluación permanente del brote y los alarmantes niveles de propagación, gravedad e inacción de los gobiernos de turno y la incapacidad promovida por el desconocimiento total de la enfermedad, la OMS declaró a la enfermedad COVID – 19 producida por el nuevo Coronavirus como una pandemia que promueve efectos a nivel mundial (Lázaro & Herrera,2020).

Teniendo en cuenta lo anterior, el método más seguro y en el cual hizo énfasis la OMS para evitar el contagio del virus fue el aislamiento social, que a su vez fue adoptado y promovido por los diferentes países del mundo; por este motivo, y a partir del aislamiento social propuesto, surgieron diversos problemas de orden económico, para lo cual, se buscó la reapertura por sectores y el aislamiento social inteligente; propuestas que en un principio dieron resultados pero que a la postre promovieron el incremento de contagios dada la escasa prevención.

Partiendo de lo anterior, se puede decir que en la actualidad no existen plataformas o herramientas tecnológicas de seguimientos personalizados, que permitan de manera temprana, ayudar a detectar el contagio del virus, y así implementar estrategias de aislamiento o cuarentena a individuos o grupos contagiados para evitar que el virus se propague con más rapidez.

1.1.DESCRIPCIÓN

Actualmente, el seguimiento de ingreso de personas en sitios de gran afluencia se realiza a través de procesos lentos e incluso hay sitios donde estos procesos no se realizan. Es así como se tiene poca trazabilidad de la información en este tipo de

entornos, necesaria para implementar una adecuada toma de decisiones al respecto de las condiciones actuales. Así mismo, son pocos los lugares que se han puesto en la tarea de registrar los datos de sus visitantes, para garantizar una base de datos adecuada en estos momentos de incertidumbre. La falta de compromiso por parte de las entidades, tanto públicas como privadas, trae como consecuencia un control ineficiente sobre la propagación del virus, y expone a la población a situaciones adversas:

- En primer lugar, el cese de sus labores personales, sociales y laborales para aislarse en sus casas.
- En segundo lugar, la continuación de las actividades económicas bajo el riesgo de incrementar los niveles de propagación del virus o de su propio contagio y posible muerte.

1.2. FORMULACIÓN

Con base en la problemática expuesta, es posible plantear dentro de la presente investigación la siguiente pregunta, ¿De qué manera las tecnologías RFID y Wifi pueden convertirse en un instrumento de rastreo del Coronavirus?

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un dispositivo prototipo dotado con conectividad Wifi y lectura de tarjetas RFID para el registro automático de personas que visitan las zonas de gran afluencia.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la tecnología de las tarjetas NODEMCU V3 ESP8266 y RFID RC522 teniendo en cuenta los requerimientos técnicos para el desarrollo del prototipo.
- Desarrollar un circuito electrónico mediante las tecnologías de comunicación Wifi y RFID para la lectura de tarjetas de proximidad RFID.
- Programar las funciones de lectura de tarjetas de proximidad a través del IDE de Arduino con el fin de tener el registro de la información en una plataforma web.
- Ensamblar un prototipo que integre las tecnologías Wifi, RFID y otros elementos electrónicos de apoyo para el registro automático de credenciales RFID en una plataforma web.

3. JUSTIFICACIÓN

La gran velocidad de propagación y contagio del Coronavirus ha dejado entre dicho los mecanismos de control que existen en la actualidad, dejando a las personas a merced de dos situaciones no muy alentadoras, salir de casa a buscar el sustento, exponiéndose al contagio del virus o simplemente quedarse confinado en casa, pero esto trae consecuencias económicas negativas. En este sentido, se han venido creando estrategias para mitigar el virus mediante protocolos de bioseguridad, en los que se destaca el lavado de manos y el uso del tapabocas, esto en gran medida ha ayudado a bajar la velocidad de propagación del virus, sin embargo, es pertinente proponer una estrategia de monitoreo, seguimiento, control y registro de las personas en lugares o recintos de alta afluencia, lo que permitirá la consolidación de una fuente de información importante a tener en cuenta dentro del control que se debe ejercer de la pandemia y de las personas que se encuentran en riesgo en la actualidad.

Partiendo de lo anterior, esta estrategia se fundamenta en la elaboración de un dispositivo, el cual permite llevar un registro automático de tarjetas o llaveros de proximidad RFID, que pueden ser portados por personas que visitan lugares en los cuales se evidencia una alta interacción social. El proceso consiste en la lectura de tarjetas, de manera que, al acercarse al dispositivo, se efectúe automáticamente el registro en una base de datos. Con el desarrollo de este prototipo se ofrecerá un aporte a la vigilancia y control para la mitigación de la propagación del Coronavirus, lo cual será de gran ayuda al mejoramiento de las condiciones actuales, promoviendo así la reactivación de la economía nacional. Con este dispositivo se espera ofrecer una herramienta tecnológica que aporte de manera significativa en la estrategia de control del virus, con un costo de fabricación bajo y con facilidad de operación para el monitoreo de ingreso de personas a sitios de alta interacción social. Es importante mencionar que el dispositivo es fácilmente escalable, es decir, que se puede implementar de manera masiva en todo el territorio y además se

puede usar para otras aplicaciones como control de acceso, conteo de animales entre otros.

3.1. DELIMITACIÓN

El presente proyecto tiene como uno de sus pilares fundamentales, contribuir con el registro de personas en lugares de gran afluencia, lo que permite a las entidades que lo integren conocer el aforo que posea el lugar en un determinado momento y así contribuir con el cumplimiento de las normas de bioseguridad establecidas por el gobierno nacional con respecto a la pandemia a causa del Coronavirus. Por otro lado, se analizará el dispositivo durante su elaboración y puesta en marcha para determinar en los resultados las diversas opciones en las cuales puede ser utilizado.

Los programas de aplicación de las normas de bioseguridad deben tener la capacidad de integrar componentes tecnológicos para contribuir con una mejor gestión de los lugares de gran afluencia de personas, los cuales deben ajustarse a diversos criterios que permitan determinar la cantidad de personas que pueden estar en un determinado lugar, y definir en qué momento es necesario restringir el ingreso. Ahora bien, dentro de los alcances particulares del proyecto se tienen los siguientes:

- La caracterización del módulo Wifi y la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID), además de los componentes que permiten su integración.
- Brindar una herramienta que permita a las empresas implementar estrategias de aforos en lugares determinados.
- Realizar la verificación del funcionamiento del dispositivo y su capacidad para transferir información.

- Validación del dispositivo teniendo en cuenta aspectos técnicos como capacidad de lectura, distancia de conexión y tiempo que ocupa en el proceso.

3.2. LIMITACIONES

Como factores que determinen las limitaciones del proyecto se encuentran las siguientes:

- El dispositivo se diseñó con las especificaciones técnicas requeridas frente al coronavirus, sin embargo, podría servir de base para el seguimiento de contagio de otras enfermedades virales. Se debe realizar un análisis sistemático que permita su adaptación y correcto funcionamiento ante una eventual propagación de otro virus.
- El intervalo de duración del proyecto es de entre tres y cuatro meses, por lo que se limitaría el seguimiento del funcionamiento del dispositivo y su aplicación a diversos sitios.
- El dispositivo propuesto carga información a una base de datos, pero no gestiona dicha información, ya que esto sería un punto de partida para desarrollar estrategias de seguimiento de los contagios.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1. ANTECEDENTES

En la actualidad se están desarrollando nuevas tecnologías, como el internet de las cosas, la robótica, la inteligencia artificial, entre otras, basadas en la conectividad, a raíz de esto, se han logrado toda una serie de avances tecnológicos que se conocen como la cuarta revolución industrial. En este orden de ideas y como parte fundamental del proyecto fue necesario reconocer una serie de antecedentes que permitieron demostrar la evolución que ha tenido la utilización de tecnologías como la Wifi y la RFID, las cuales, han sido utilizadas para el desarrollo de diversos dispositivos y en diversos procesos.

A nivel general, uno de los estudios más pertinentes para mencionar es el de Vega, Sánchez, Salgado, & Lagos (2018), los cuales presentaron el desarrollo de un prototipo de un sistema de acceso a un centro de datos, usando como identificación una tarjeta de radio frecuencia o RFID y verificación del rostro del usuario y su posicionamiento. Este sistema lo integraron 3 módulos de entrada y un módulo central. El objetivo fue diseñar un sistema para transmitir, desde cada módulo de entrada al módulo central, el identificador único universal de la tarjeta RFID y la imagen del rostro del usuario para consultar en una base de datos MySQL y en un directorio de fotografías si el usuario tenía permiso para acceder al área correspondiente.

Así mismo, la investigación de Yarín (2017), la cual tuvo por objetivo identificar el estado del arte y la implementación de la Tecnología RFID en la gestión de almacenes y su aplicación en la industria. Se obtuvieron los indicadores necesarios para determinar las mejoras obtenidas después de su diseño e implementación, permitiendo fundamentar la reducción del tiempo de atención y los costos de operación. Se estableció un procedimiento para la implementación de un sistema

de localización y control de inventarios que utiliza tecnología RFID. A partir de la investigación realizada, se identificó que las tecnologías aplicadas a la gestión de almacenes contribuyeron a la simplificación de las operaciones y reducción de costos, mientras que los principales obstáculos para su diseño e implementación fueron los altos costos de la tecnología y la inadecuada estructuración de los procesos.

Por otro lado, la investigación de Rodríguez & Mora (2016), la cual, expuso los sistemas de seguridad como una herramienta que permite reconocer las falencias y/o vulnerabilidades de un sistema con el fin de preservar, ubicar y guardar información o elementos dependiendo de su uso. La seguridad es un factor de amplia importancia en la organización moderna, su despliegue en todas las esferas de la sociedad, determina el papel preponderante de las nuevas tecnologías que minimizando el error convencional del ser humano ofrece amplia cobertura y despliegue para la catalogación de servicios, de esta manera, se puede decir que RFID es un sistema o método de fácil utilización que evita el error humano, esta tecnología ha demostrado auge en los últimos años hablando de auto identificación de elementos ya que es muy segura y su valor no es alto en comparación a otros sistemas que cumplen la misma misión, esta tecnología conserva una constante evolución y se ha mantenido por su confiabilidad en la lectura de información.

La investigación de Álvarez & Castillo (2015), tuvo por objetivo presentar la tecnología de identificación por radio frecuencia y determino estrategias que sirvieron a la formación de los futuros ingenieros industriales. Se analizó el funcionamiento y orígenes de la tecnología y se realizó una revisión de la literatura existente sobre sus aplicaciones. Luego se identificó su relación con áreas de conocimiento incluidas en el programa de Ingeniería Industrial (ciencias básicas, ciencias de la ingeniería, asignaturas de especialidad) y se analizaron las estrategias de adopción de la tecnología en las distintas actividades que desarrollaron los estudiantes de Ingeniería Industrial en su formación profesional.

Se concluyo que las instituciones de educación superior tienen una gran oportunidad de potenciar su línea de acción al incorporar esta tecnología en la resolución de problemas de procesos empresariales y organizacionales, considerando su directa relación con las necesidades de la sociedad actual.

Finalmente, la investigación de Chang & Lozano (2013), la cual buscó la forma de desarrollar e implementar un sistema moderno de control e inventario utilizando la comunicación inalámbrica, por medio de la tecnología RFID, lo que facilitó la gestión de la biblioteca de la Universidad de Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, por lo cual permitió evitar las pérdidas de materiales y fuentes de consulta para los alumnos. Esta tecnología permitió integrar un nuevo y moderno sistema de gestión de préstamos, control de inventario, ingreso de nuevas tesis, control de salidas no autorizadas, todo realizado mediante comunicación inalámbrica RFID.

Los aportes mencionados anteriormente se encuentran dentro de todo un sin número de investigaciones realizadas por parte de la comunidad científica, de esta manera es válido anotar que las nuevas tecnologías han tomado un rol importante dentro de lo que puede ser la solución de la crisis.

4.2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

Es pertinente describir los elementos que hacen parte del sistema planteado, estas tecnologías son vitales para el óptimo funcionamiento del dispositivo.

4.2.1. Tecnología RFID

La tecnología RFID corresponde a la sigla en inglés de “Radio Frequency Identification”, que en español se puede traducir como Identificación por Radiofrecuencia. Este tipo de tecnología permite etiquetar objetos, en este caso sujetos e identificarlos a través de un campo electromagnético, para desarrollar su

trabajo. Este tipo de dispositivos utilizan ondas de radiofrecuencia para transmitir un código único hacia un lector que se encuentra a la entrada o la salida de un sitio determinado (Sheng, Li, & Zeadally, 2008). Un sistema RFID consta de dos elementos esencialmente, los cuales se exponen a continuación:

- Una tarjeta RFID: permite la identificación de manera remota e inalámbrica de un objeto en el que es colocado un chip mediante una señal de radio.
- Un lector de tarjetas.

Estos dos elementos son responsables de crear un campo electromagnético a través del cual se obtiene el código de las tarjetas utilizadas, las cuales, son tarjetas RFID poseen internamente un chip y una antena, el chip posee el código que será transmitido y la antena es la responsable de transmitir la información del chip una vez detecte el campo electromagnético generado por un lector RFID que se utiliza en el dispositivo diseñado (Chang & Lozano, 2013).

Las tarjetas no necesitan de una fuente de alimentación, es decir, no requiere de energía eléctrica, ya que son capaces de realizar sus funciones con la energía que se maneja en el propio campo electromagnético que se genera por el lector (Zhu, Mukhopadhyay, & Kurata, 2012).



Figura 1. RFID Module. Fuente. (Last Minute Engineers, 2021)

Como se ha mencionado antes, la tecnología RFID en la actualidad ha sido de gran utilidad en diferentes sectores de la industria, ya que el etiquetado electrónico de objetos suministra un servicio que provee de información a las diferentes organizaciones que los utilizan internamente. Es necesario tener en cuenta que para la utilización de este tipo de tecnología no solo existen las tarjetas, también se han creado nuevos dispositivos como los son pequeños y llamativos llaveros, que al igual que las tarjetas se pueden conseguir a muy bajo costo en el mercado y son de fácil uso.

Este tipo de dispositivos tampoco requiere de alimentación eléctrica, ya que al igual que las tarjetas se alimentan directamente del campo electromagnético del sistema, los llaveros tienen estilos compactos y las tarjetas tienen un tamaño parecido al de un documento de identidad; todas estas características hacen de la tecnología RFID una buena alternativa para utilizarla como dispositivos de rastreo de las personas ante la presencia de la pandemia del Coronavirus.

4.2.2. Etiquetas o Tags RFID

Las etiquetas o tags RFID son un dispositivo que dentro de sus componentes contiene una antena y un chip, el cual permite la identificación de objetos mediante un código que será leído por el lector y posteriormente decodificado para lograr presentar información recolectada según el interés de usuario; en el mercado se encuentran en varias formas de presentación de las etiquetas o tags como lo son llaveros, brazaletes, etiquetas adhesivas, tarjetas plásticas y chips subcutáneos que se utilizan en estos casos para lograr transmitir la información de autenticación que se requiere.

La figura 3 expone las diferentes presentaciones que se pueden adquirir las etiquetas o tags en el mercado nacional, las cuales son uno de los dispositivos que hacen parte del módulo integrado que se desarrollará y que garantiza el

posicionamiento de las personas a través de la identificación al utilizar las tecnologías Wifi y RFID.



Figura 2. Tags RFID. Fuente. (TSF Informática Industrial, 2021)

4.2.3. Módulos Wifi

WIFI es un acrónimo creado a partir del inglés “Wireless Fidelity”, es el estándar de redes inalámbricas dominante en la actualidad. Entre sus múltiples ventajas se encuentran la gran variedad de dispositivos que se puede adaptar a esta tecnología, la movilidad, la cual permite cambiar de punto de acceso sin interrumpir la conectividad y la escalabilidad que facilita la ampliación de las redes debido a su característica inalámbrica, por lo que gozan de una gran popularidad. Sin embargo, esta tecnología presenta algunas desventajas como la seguridad, el rango y la fiabilidad.

La inseguridad proviene de la misma inseguridad del medio en que viajan las señales, que es el aire por el cual se propagan las ondas electromagnéticas que llevan la información, ya que pueden ser fácilmente bloqueadas o interceptadas por un tercero, razón por la cual están provistas de otros mecanismos que permiten mejorar la seguridad de las comunicaciones tales como la encriptación de la información y la limitación de acceso a la red. En cuanto al rango de alcance es limitado, por lo cual se requiere de otros dispositivos para aumentar la cobertura de la red.

Finalmente se tiene la fiabilidad, que al ser las ondas electromagnéticas el medio de transmisión, estas son proclives a todo tipo de interferencias que comprometen la adecuada propagación de las ondas. El estándar IEEE 802.11 es el conjunto de normativas para las diferentes características de las redes inalámbricas en el cual se especifica principalmente los rangos de frecuencia en que se puede emitir, que va desde la banda de 2,4 GHz hasta de 5 GHz (Viloria, Cardona, & Lozano, 2009).

En este orden de ideas, los módulos WIFI permiten la utilización de este tipo de tecnología en diferentes dispositivos para lograr interconectar diferentes elementos con el objetivo de cumplir un proceso como lo es el seguimiento, monitoreo y recolección de información.

4.2.3.1. NODEMCU ESP8266

Partiendo de lo expuesto por Llamas (2018), NODEMCU es una placa de desarrollo en el ESP12E, el cual se considera el módulo más popular que posee el SoC ESP8266. Por su parte, el firmware NODEMCU fue posterior al ESP8266. Para el año 2014, un año después de su aparición en el mercado se publicó la primera versión del firmware NODEMCU en Github, así mismo, dos meses después se publicaba la primera placa de desarrollo NODEMCU, denominada devkit V0.9, el cual se consideró la primera generación. Por otro lado, al inicio de la publicación del ESP8266 no se poseía suficiente información de él, ya que el interés giraba en torno al ESP01, pero con el pasar del tiempo, el nuevo módulo fue ganando terreno en el mercado. El firmware NODEMCU permitía ser grabado en un ESP8266, tras lo cual podía ser programarlo con el lenguaje script Lua (Llamas, 2018).

4.2.3.2. Primera Generación V0.9

La primera generación de NODEMCU fue denominada devkit V0.9, e integraba un conversor serial ESP12 junto a 4MB de flash (es necesario recordar que la memoria en el ESP8266 es externa y se conecta por SPI). El ESP12 es similar al ESP12E, pero se diferencian en que el primero carece de una hilera de pines, lo que hace que disponga de menos GPIO (Llamas, 2018). Partiendo de lo anterior se puede observar la primera generación V0.9 del ESP en la siguiente figura.



ESP12

ESP12E

Figura 3. Primera Generación V0.9. Fuente. (Llamas, 2018)

4.2.3.3. Segunda Generación V1.0 / V2

La segunda generación de la placa NODEMCU fue denominada V1.0 V2, para la cual la compañía Amica propuso una versión mejorada de la versión V0.9, para el cual el equipo de NODEMCU después de un análisis pormenorizado la declaró una versión oficial (Llamas, 2018). Esta nueva versión integraba más estabilidad en los procesos y una mejor conectividad para los dispositivos o equipos que la utilizan, lo que genera una mayor confiabilidad en la transmisión y procesamiento de los datos para su posterior almacenamiento.

Partiendo de lo anterior se puede observar la primera generación V1.0 / V2 del ESP en la siguiente figura.

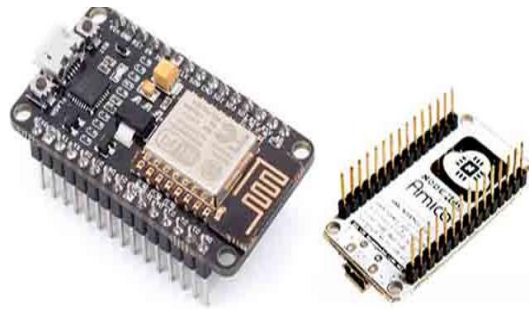


Figura 4. Primera Generación V1.0 / V2. Fuente. (Llamas, 2018)

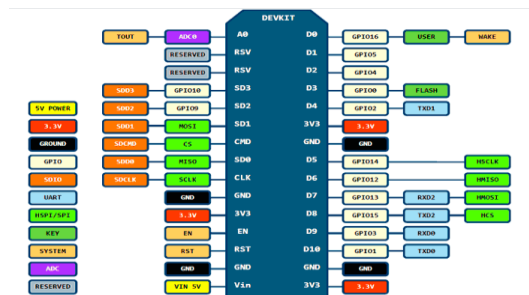


Figura 5. Identificación de los Pines V1.0 / V2. Fuente. (Llamas, 2018)

4.2.3.4. Tercera Generación V1.0 / V3

Esta tercera generación fue denominada versión 1.0 V3, el cual partió de un diseño del fabricante Lolin/Wemos para el cual se integraron 4 modificaciones menores, la principal de ellas propone la integración de un conversor serial CH340G el cual reemplazo al CP2102, lo que permite que el puerto USB sea más robusto, por otro lado, les dieron un nuevo uso a los pines de la V2, lo que permitió integrar un GND y un VUSB más eficientes (Llamas, 2018).

Partiendo de lo anterior se puede observar la tercera generación V1.0 / V3 del ESP en la siguiente figura.

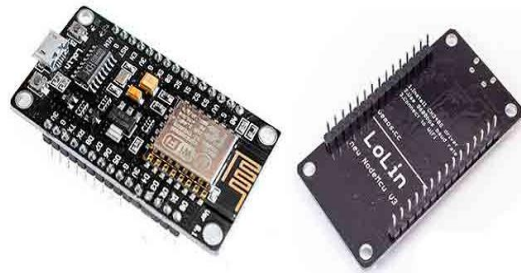


Figura 6. Tercera Generación V1.0 / V3. Fuente. (Llamas, 2018)

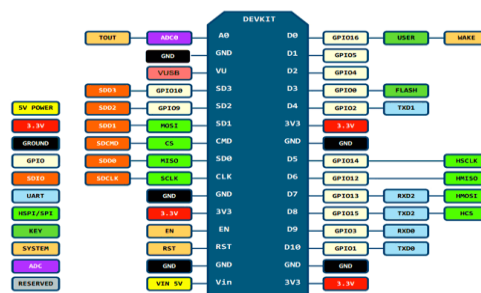


Figura 7. Identificación de los Pines V1.0 / V3. Fuente. (Llamas, 2018)

4.2.4. Pantalla LCD

El LCD (Liquid Crystal Display) o pantalla de cristal líquido es un dispositivo que se emplea para visualizar contenidos o información de una forma gráfica, mediante caracteres, símbolos o pequeños dibujos dependiendo del modelo que se emplee, lo que facilita la identificación de la información en la pantalla, generando mejores resultados en su utilización de dispositivos.

La pantalla LCD está gobernada por un microcontrolador, el cual dirige todo su funcionamiento y los procesos que debe desarrollar y para la cual es seleccionada según los requerimientos técnicos del dispositivo en el cual se utilizará o implementará.

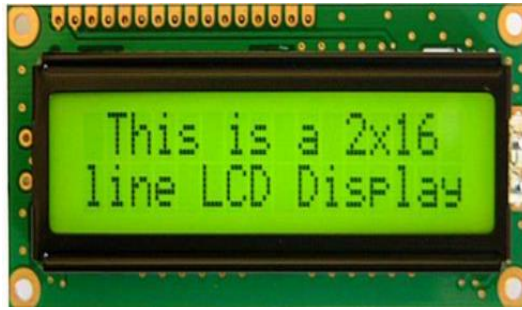


Figura 8. Pantalla LCD 2X16. Fuente. (Herrera, Pérez, & Marciano, 2009, pág. 5)

4.2.4.1. Pines de Alimentación

Las pantallas LCD cuentan con los siguientes pines de alimentación:

- Vss: Gnd.
- Vdd: +5 voltios.
- Vee: es un pin de contraste, se puede regular como un potenciómetro de 10K conectado a Vdd.

4.2.4.2. Pines de Control

Las pantallas LCD cuentan con los siguientes pines de control:

- RS: es un pin de selección de registro de control de datos (0) o registro de datos (1). Este pin funciona en conjunto con los pines del bus de datos. Cuando el RS posee un valor de 0 los datos que se encuentran en el bus hacen parte de un registro de control/instrucción, y el valor es 1 los datos que se encuentran en el bus hacen parte de un registro de datos o un carácter.
- RW: es un pin de escritura (0) o de lectura (1). Este pin permite escribir datos en la pantalla o leer un dato desde la misma.
- E: es un pin que se puede denominar enable o de habilitación. Partiendo de lo anterior se puede decir que si E (0) la LCD no está activada para recibir

datos, pero si E (1) se encuentra activo y se pueden escribir o leer datos desde el LCD (Andia, 2018).

5. METODOLOGÍA

5.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que se recolectaron datos que permitieron medir la confiabilidad del modelo desarrollado, lo que facilita manipular algunas variables que permitieron dar cuenta de la efectividad y funcionamiento del modelo mediante la utilización de las tecnologías RFID y Wifi para el almacenamiento de datos.

5.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para la siguiente investigación, se utilizó un tipo de metodología de investigación aplicada, esto se debe a que se propuso la utilización práctica de la tecnología RFID y Wifi en los procesos de localización y control de aforos en sitios de gran afluencia de personas, adicional a esto, la investigación fue de tipo descriptivo y explicativo. Partiendo de lo anterior, el presente estudio es descriptivo de enfoque cuantitativo, porque se seleccionaron y recolectaron datos técnicos acerca del funcionamiento del dispositivo prototipo. Se empleó también la investigación explicativa, la cual, permite exponer el funcionamiento técnico de las características de las tecnologías RFID y Wifi para mejorar las condiciones actuales de pandemia en entornos que requieran verificación de aforos, llegando hasta la fase funcional del dispositivo.

El proyecto fue desarrollado a partir de seis etapas, las cuales se describen a continuación:

5.2.1. Fase 1: Levantamiento de la Información

En la primera fase se integraron una serie de subprocesos o actividades que se exponen a continuación:

- Se recopiló toda la información referente a la tecnología RFID, identificación, control, etc.
- Se especificaron las acciones para la creación de escenarios de simulación para la investigación.
- Se realizó un bosquejo del prototipo a realizar y los servicios a ofrecer en el sistema.

5.2.2. Fase 2: Análisis de las Tecnologías y Requerimientos

Se determinó el contexto en el cual se pondría en funcionamiento el sistema y se establecieron las especificaciones y requisitos del dispositivo, teniendo en cuenta la fase anterior. Se limitó el campo de acción y se detallaron las actividades a desarrollar que debe disponerse en él. En esta fase se distinguen las siguientes actividades:

- Se realizó la caracterización de las tecnologías a utilizar en el dispositivo prototipo.

5.2.3. Fase 3: Diseño del Dispositivo

En esta tercera etapa, se procedió a la elaboración de un diagrama esquemático, donde se establecieron las conexiones entre pines y la inclusión de una fuente de alimentación adecuada, así como la de otros elementos de apoyo como pantalla LCD, puertos de conexión, entre otros elementos que hicieron parte del dispositivo.

Se diseñó un dispositivo integrado por una pantalla LCD, un led de color rojo y otro de color verde, para indicar la lectura correcta de la tarjeta o error de lectura o conexión y conectividad RFID y Wifi.

Con el diagrama esquemático listo, el siguiente paso fue la conexión del primer prototipo; en primer lugar, se realizó la programación de las funciones de lectura de tarjetas de proximidad mediante el módulo RFID RC522, esta se realizó a través del IDE de Arduino, así mismo se corroboró el funcionamiento en el monitor serial de la interfaz, cada vez que se aproximó una tarjeta RFID al módulo lector RFID RC522.

Seguidamente se cargaron las librerías necesarias para el funcionamiento de los componentes electrónicos que se integraron al prototipo, se cargaron las librerías de las credenciales de la red Wifi, librerías de programación de las peticiones http cliente para el envío de información a la base de datos en la nube, se crearon los mensajes para mostrar en la pantalla LCD y se realizó la programación de los pines digitales de los indicadores lumínicos.

Se procedió a realizar la carga del código de programación, evidenciando su funcionamiento mediante la pantalla LCD, donde se verificó que el dispositivo se conectó a una red Wifi, se mostró el mensaje de bienvenida, lectura correcta de tarjetas RFID con su respectivo ID y mensaje de envío de datos al servidor. Posterior a esto, se consolidó un diseño completo del dispositivo, compuesto de un circuito impreso PCB, y otros elementos de apoyo, así mismo, se realizó el diseño de la carcasa para el almacenaje de los componentes que hicieron parte del sistema, se escogió un material que aportara robustez al prototipo.

5.2.4. Fase 4: Desarrollo del Circuito Impreso

Después de haber determinado los requerimientos de diseño, se realizó el circuito impreso, a través de las siguientes actividades:

- Diseño del circuito impreso.
- Elaboración del circuito impreso.
- Montaje de los componentes.

- Pruebas de prototipo.

5.2.5. Fase 5: Ensamble Global del Sistema

Se realizó el ensamble de un módulo, teniendo en cuenta el diseño general que corresponden a las 4 etapas descritas anteriormente, en esta fase se distinguen las siguientes actividades:

- Se identificaron las principales variables que permitieron darle una viabilidad técnica a la elaboración del dispositivo prototipo.
- Se determinaron los elementos de apoyo necesarios para la elaboración del dispositivo prototipo.
- Se establecieron los tag o tarjetas RFID, para las pruebas del dispositivo.
- Se establecieron métodos de validación en el diseño.
- Se integró una base datos MySQL, la cual se alojó en un hosting, de servicio de alojamiento de sitio web, se realizó la base de datos llamada “controlrfidlector” y las configuraciones para el almacenamiento de los datos.

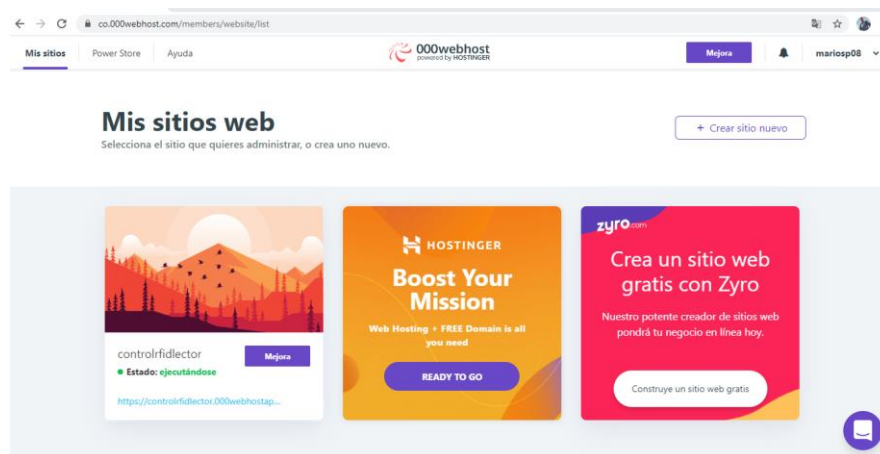


Figura 9. Interfaz Principal 000webhost. Fuente. Elaboración propia

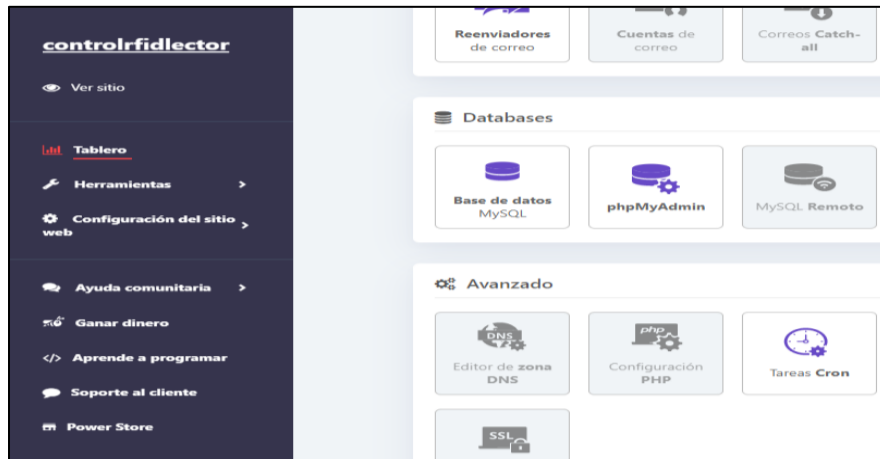


Figura 10. Cpanel Administración de la Base de Datos MySQL. Fuente.

Elaboración propia

La información que se almacenó en la base datos fue: el ID o número que identifica a cada fila, este parámetro se programó auto incrementable por cada nueva lectura efectuada, otro parámetro almacenado fue la fecha actual y la ahora en la que se efectuó la lectura de una tarjeta RFID, también se almacenó el chipID que es el número que identifica al microcontrolador NODEMCU 8266, este número de identificación es único, finalmente se guardó el UID, que es número que identifica cada llavero o tarjeta de proximidad RFID.

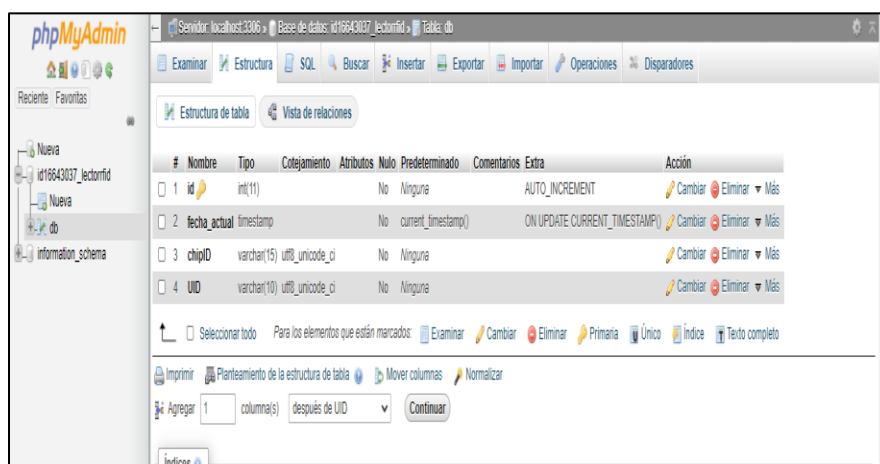


Figura 11. Base de Datos. Fuente. Elaboración propia

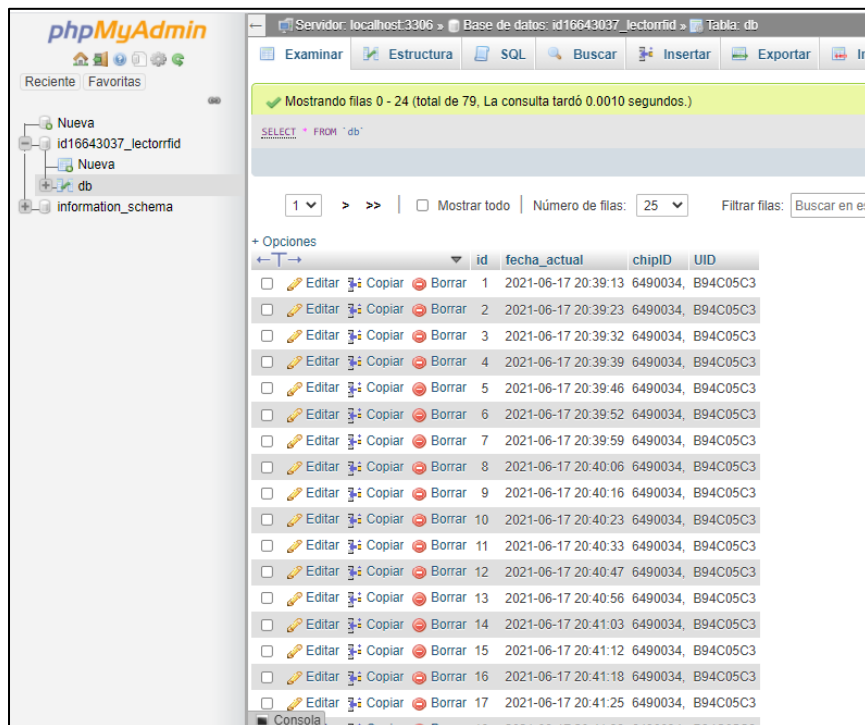


Figura 12. Base de Datos con Información Almacenada del Lector RFID. Fuente. Elaboración propia

5.2.6. Fase 6: Pruebas de Funcionamiento

En este punto se desarrollaron las pruebas de funcionamiento las cuales están comprendidas en:

- Se realizaron las mediciones de distancia de lectura de la tarjeta RFID por el dispositivo.
- Se identificaron las lecturas de tag o tarjetas RFID y porcentaje de lecturas correctas.
- Se verificó la distancia de conexión del dispositivo prototipo con el modem o Router Wifi.
- Se contabilizó el tiempo promedio de lectura de la tarjeta RFID y envió de información a la base de datos.

5.3. POBLACIÓN

La población es considerada un conjunto de personas o elementos sobre los cuales se realizan observaciones. Por lo tanto, la población de la presente investigación estuvo conformada por el volumen de datos que se pudieron transmitir entre los tags o tarjetas y el modelo diseñado mediante la utilización de la tecnología RFID y Wifi para su almacenamiento.

5.4. MUESTRA

Una muestra es un segmento o subconjunto finito e importante tomado de una población seleccionada. Dentro de cualquier proceso investigativo de amplio espectro, es esencial seleccionar una muestra, de esta manera se utilizaron muestras conformadas por los datos, los cuales, posteriormente fueron transmitidos para su almacenamiento en una base de datos, lo que permitió demostrar la capacidad del dispositivo para cumplir sus funciones de transmisión de información a la plataforma web.

5.5. FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes de información utilizadas en la presente investigación fueron de orden primario y secundario, dentro de las que se incluyen monografías, trabajos de grado, registros de información a través de listas de chequeo, evidencias fotográficas del desarrollo del prototipo, captures de pantalla referentes al circuito electrónico y la programación de las funciones de lectura de proximidad.

5.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Se realizó un trabajo de laboratorio en el desarrollo del modelo de sistema electrónico basado en tecnologías Wifi e identificación por radiofrecuencia (RFID),

para el registro automático de personas en lugares de gran afluencia, a través de la integración de una serie de dispositivos. Adicional a esto, se desarrollaron pruebas de conectividad y observaciones directas del funcionamiento del dispositivo y registro de los datos.

La información se recopiló en una base de datos MySQL virtual, lo que permitió medir parámetros en cuanto a la conectividad RFID y Wifi donde se determinó el volumen de datos transmitidos.

5.7. Recolección de la Información

La información correspondiente a las observaciones y medidas tomadas en el desarrollo de la investigación y ensamble del prototipo, fue diligenciada y expuesta en los resultados de la investigación. Se realizaron pruebas de funcionalidad del dispositivo, como por ejemplo prueba de la eficacia de la lectura de las tarjetas RFID y envío de información a la base de datos, para ello se realizaron 20 lecturas de una de las tarjetas RFID, en primer lugar, se mostró en la pantalla LCD del dispositivo el mensaje “Bienvenido acerque tarjeta” luego se realizó la lectura de la tarjeta y se mostró en pantalla el ID de la tarjeta, que es el número que la identifica, posterior a esto el dispositivo mostró el mensaje “tarjeta leída correctamente” y por último de manera automática el dispositivo envió la información al servidor, después de realizar todos los pasos mencionados, se repitió hasta completar las veinte (20) lecturas.

Siguiendo con las pruebas de funcionalidad del prototipo se realizó la prueba de distancia de lectura de la tarjeta RFID, la cual consistió en acercarse de manera inicial la tarjeta al dispositivo a una distancia de 5cm e ir reduciendo en una unidad la distancia en caso de fallo de lectura, la medición de la distancia se realizó con una regla, cada una de las pruebas de distancia de lectura se almacenó en una tabla, en la cual se indicó la distancia de lectura y si el dispositivo fue capaz de realizar la lectura o no.

Luego de esta prueba se midió el tiempo que tardo el dispositivo desde que se acerca una tarjeta RFID y esta es leída, hasta en enviar la información al servidor. Para ello se utilizó un cronometro, se realizaron 20 lecturas y se registró el tiempo de cada una en una tabla, luego se calculó el promedio de todos los tiempos.

Por último, se realizó la prueba de distancia de conectividad Wifi del dispositivo a el Router de internet, es importante recalcar que la distancia máxima de conexión puede variar dependiendo del tipo de Router que se utilice, para ello se utilizó el HUAWEI modelo HG531 V, en esta prueba la distancia máxima de conectividad fue de 9 metros, donde se evidenció el envío correcto de la información obtenida de las tarjetas RFID a la base datos, la información de la distancia de conectividad se almacenó en una tabla.

5.8. Validación y Confiabilidad

Los datos obtenidos en el desarrollo de la presente investigación se fundamentaron en las pruebas de campo que se realizaron donde se verificó la confiabilidad y funcionamiento del dispositivo, la pruebas se realizaron múltiples veces en las cuales se pudo corroborar que el dispositivo es 100% confiable, en las lecturas de las tarjetas RFID, distancia de conectividad Wifi y envío de información a la base de datos. Así mismo, se expone cómo se realizaron cada una las pruebas de validación y confiabilidad, cuántas se desarrollaron con éxito y cuántas no, lo que permitió verificar el funcionamiento adecuado del dispositivo. Con esto se logró demostrar que el dispositivo es válido para lo que fue creado y es confiable en el desarrollo de los procesos para los cuales fue diseñado.

6. RESULTADOS

6.1. DESARROLLO DEL CIRCUITO IMPRESO

Con el desarrollo del dispositivo se obtuvieron los siguientes resultados:

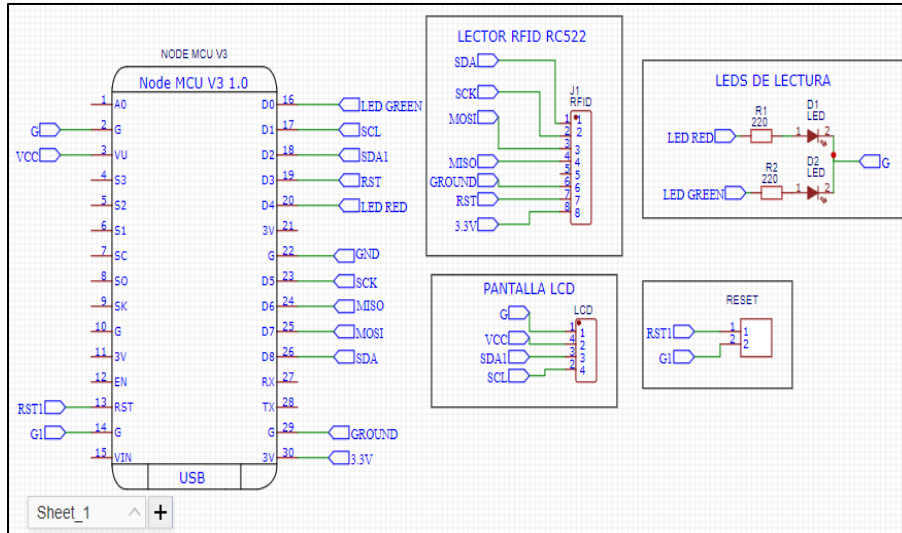


Figura 13. Circuito Esquemático. Fuente. Elaboración propia

La figura anterior muestra el diseño del diagrama esquemático, para lo cual se utilizó el programa de diseño electrónico denominado EASY EDA, la particularidad de este programa es que es gratuito y está alojado en la nube, siendo de fácil acceso para el desarrollo de este tipo de proyectos.

Se realizó la conexión de los pines de alimentación de voltaje de 3Vdc para alimentar el lector RFID, y se demarcaron los pines de datos del mismo, adicional a esto se realizó la conexión de los pines de alimentación de 5Vdc de la pantalla, y los pines de datos, se realizó la conexión de los leds indicadores y se conectaron las pistas para un botón de reset opcional, permitiendo una mayor funcionalidad.

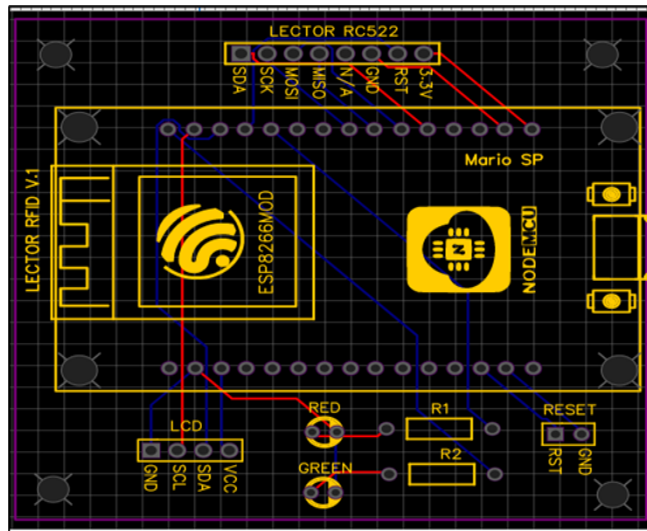


Figura 14. Diagrama de PCB. Fuente. Elaboración propia

Posteriormente se realizó el auto ruteado de la tarjeta, se diseñó con dos conectores tipo header uno para la conexión de la pantalla LCD y el segundo para conexión del lector RFID, se agregaron orificios para un conector opcional para hacer reset al dispositivo, se agregaron conectores de pines header para la instalación de la NODE MCU ESP 8266, por último, se agregaron los orificios de conexión de los leds indicadores.

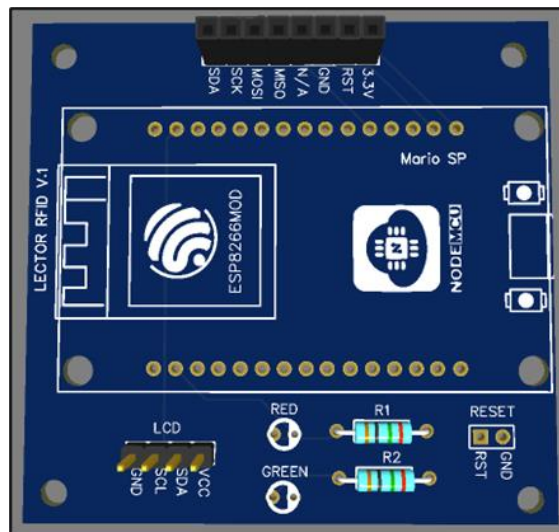


Figura 15. Diseño 3D. Fuente. Elaboración propia

Luego de realizar las simulaciones pertinentes y verificaciones de todos los puntos de conexión se procedió a extraer los archivos GERBER de fabricación, se contrataron los servicios de construcción de la placa electrónica con una empresa dedicada la fabricación de PCBs de manera profesional, obteniendo resultados de construcción acorde al diseño digital, esta cumplió con todos los requerimientos de materiales solicitados, la siguiente imagen muestra la construcción de la PCB lector RFID V1 tal y como se expuso en la figura 15.

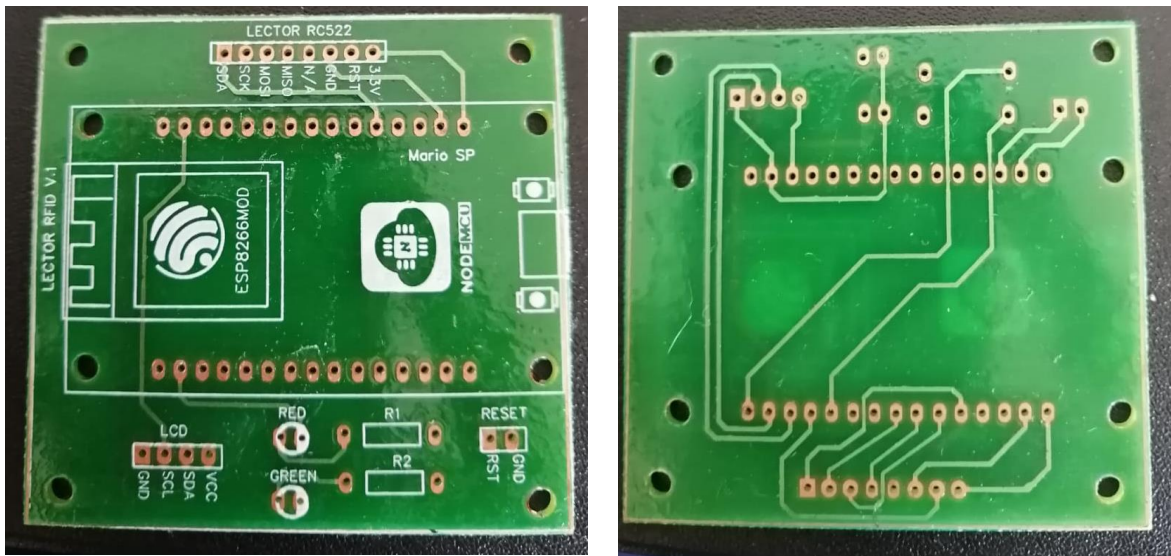


Figura 16. Tarjeta Electrónica Lector RFID V1 Vista Delantera y Trasera. Fuente. Elaboración propia

Esta tarjeta llamada lector RFID V1 versión uno (1), se construyó con la finalidad de realizar el montaje de todos los componentes electrónicos que integraron el dispositivo iniciando por la NODE MCU 8266, la cual, se incorporó por medio de conectores header para no utilizar soldaduras en los pines del micro controlador, esto permitió realizar el desmontaje de manera rápida cuando fue necesario.

Por otro lado, se realizaron las conexiones de la pantalla LCD y modulo RFID RC522 utilizando el mismo tipo de conectores, se integró la conexión de las resistencias de protección de los leds y se adicionó un pin opcional para realizar el reset del dispositivo.

6.2. ENSAMBLE Y PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO EN PROTOBOARD

Inicialmente se realizó el montaje del sistema en Protoboard, esto con el fin de garantizar que todos los componentes y elementos funcionaran de manera correcta y realizar los ajustes pertinentes, para luego proceder con el ensamble en caja.

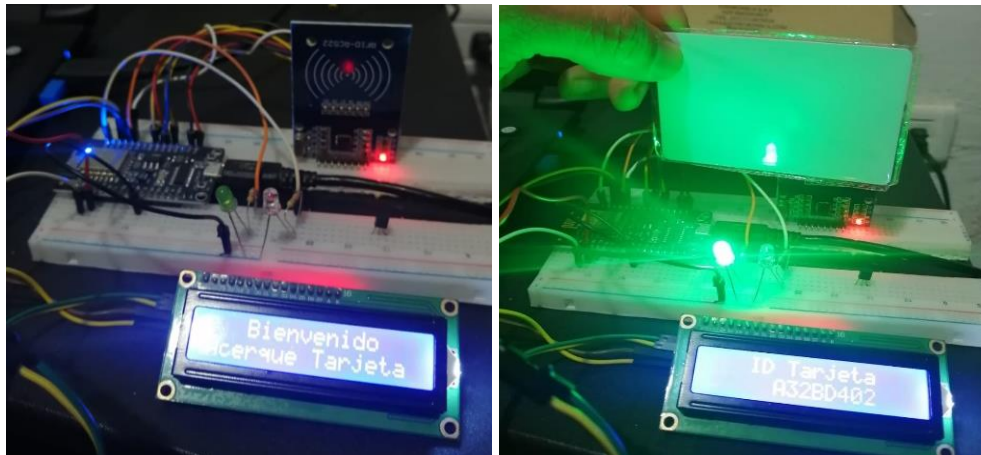


Figura 17. Lectura e Identificación de Código UID de la Tarjeta RFID. Fuente.

Elaboración propia

En la imagen anterior el dispositivo muestra en pantalla el mensaje “Bienvenido acerque tarjeta”, cuando se acercó la tarjeta inmediatamente esta fue leida por el modulo RFID RC 522, y se mostró en patalla el UID de la tarjeta, que es el código unico que identifica cada tarjeta RFID o llavero de proximidad.

Posteriormente, se realizó la petición http y envío de la información a la base de datos, el servidor envió una respuesta al microcontrolador y esta se mostró en

pantalla: “Resuesta server OK”, con este mensaje se comprobó que los datos fueron almacenados satisfactoriamente en la base de datos, ver figura 18.

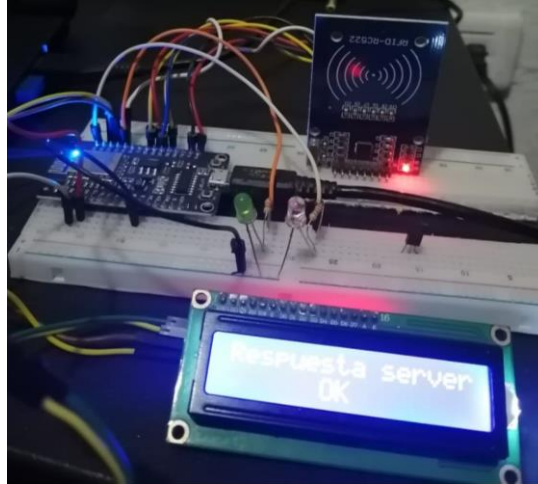


Figura 18. Respuesta Satisfactoria de Servidor. Fuente. Elaboración propia

Por otro lado, se simuló un error en la conexión con la red Wifi, para lo cual se integró un led de color rojo, exponiendo un sistema de alarma visual error, además el dispositivo mostró en la pantalla LCD un mensaje de “Error de conexión Wifi”.

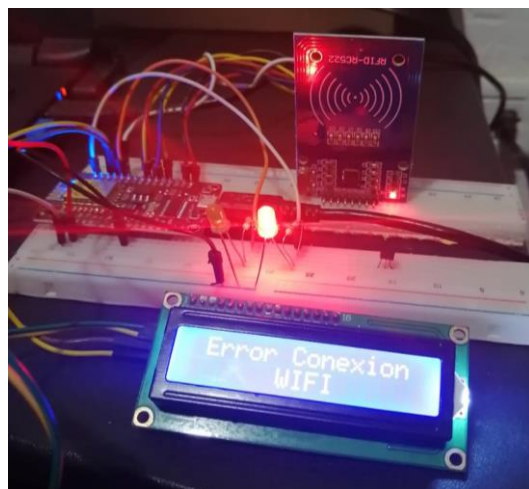


Figura 19. Alarma de Error de Conexión Wifi. Fuente. Elaboración propia

6.3. ENSAMBLE DEL DISPOSITIVO

Para lograr el desarrollo adecuado del dispositivo ensamblado fue necesario el diseño del diagrama de bloques del sistema, el diseño de la carcasa en 3D, para finalmente lograr mostrar el prototipo ensamblado. Se describió el tamaño, material, entre otras características que se consideraron importantes en el desarrollo del prototipo.

6.3.1. Diagrama de Bloques del Sistema

Para iniciar con el ensamble del dispositivo se creó el diagrama de bloques de los componentes principales que integraron el dispositivo, en el cual se observa el funcionamiento interno y la dirección de envío de la información, se definió la jerarquía de los componentes electrónicos, donde el componente principal fue el micro controlador NODE MCU 8266 el cual gestiona toda la información y programación necesaria para la conexión de los componentes secundarios como el lector RFID RC522 y la pantalla LCD de 2*16 segmentos.

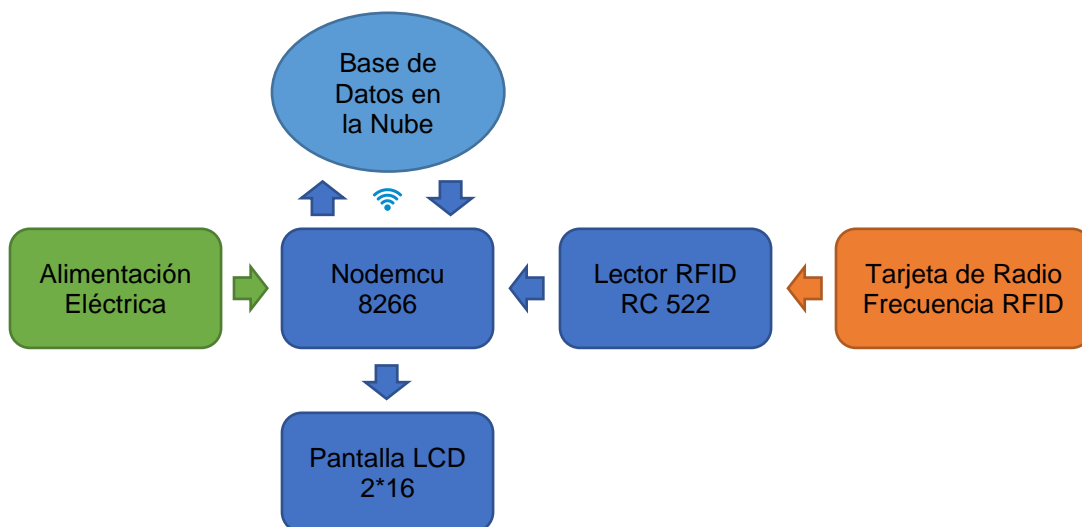


Figura 20. Diagrama de Bloques del Sistema. Fuente. Elaboración propia

6.3.2. Bosquejo de Diseño del Dispositivo

Se propuso una caja para el contenido de los elementos electrónicos como de la tarjeta PCB y el cableado de conexión, la caja tiene las siguientes medidas: Alto 12.5cm, Ancho 9.2cm y una profundidad de 3cm. Para el cálculo de la dimensión de la caja se tomó en cuenta las dimensiones de la pantalla LCD, la NODE MCU 8266, el módulo RFID RC522 y los leds, el material de construcción es plástico de filamento ABS, utilizado en impresoras 3D que es muy resistente a los golpes

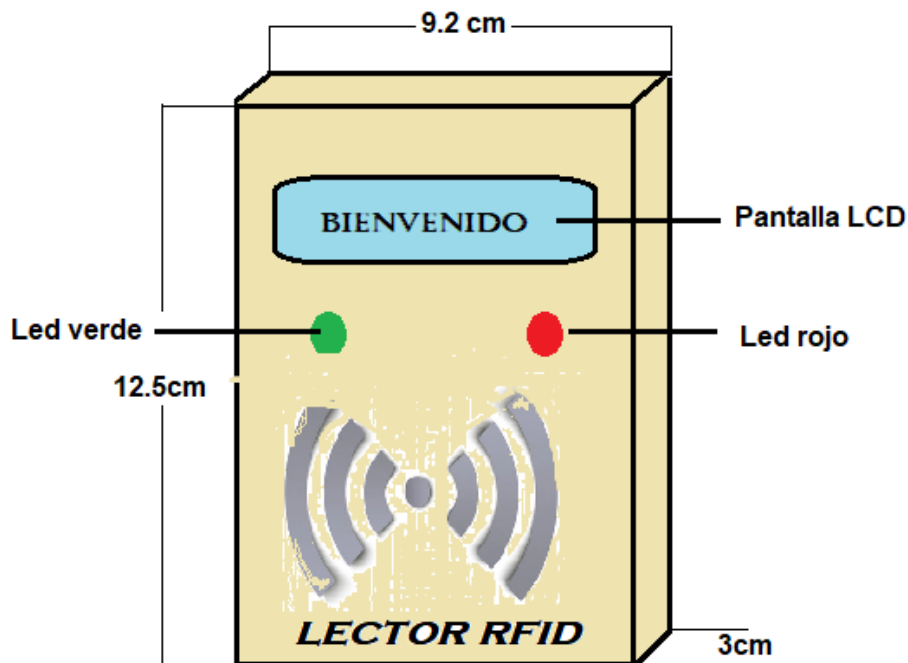


Figura 21. Bosquejo de Diseño del Dispositivo. Fuente. Elaboración propia

6.3.3. Consumo Eléctrico del Dispositivo Y Programación

Un aspecto fundamental fue conocer el consumo energético que tendría el dispositivo ya que esto permitió el adecuado cálculo de la fuente de alimentación. La siguiente tabla describe el consumo eléctrico del prototipo.

Consumo Energético	
Componente	Consumo Eléctrico
Nodemcu 8266	1.0 mA
Pantalla LCD 2*16	3.0 mA
Modulo RFID RC 522	26 mA
Led Rojo	20 mA
Led Verde	20 mA
Total	70 mA

Tabla 1. Consumo Eléctrico del Dispositivo. Fuente. Elaboración propia

De acuerdo a la tabla 1 se pudo observar que el consumo de corriente de operación del dispositivo es de 70 mA, lo que permitió escoger la fuente de alimentación con las características técnicas para ese requerimiento.

Para la programación del microcontrolador NODE MCU 8266 se realizó un algoritmo en el IDE de Arduino, en se cual incluyeron las librerías necesarias de configuración.

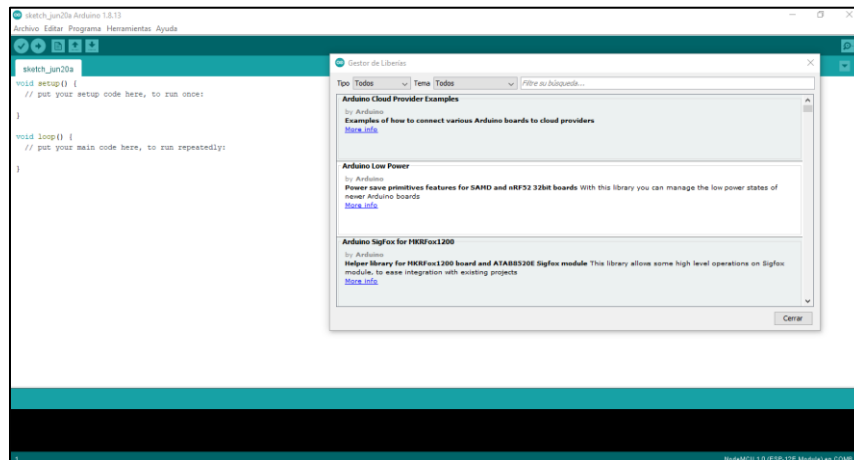


Figura 22. IDE de Arduino más Administrador de Bibliotecas. Fuente. Elaboración propia

se configuró el puerto COM del PC y se otorgaron los permisos de las credenciales de red Wifi.

Lo anterior incluyo el nombre de la red y la contraseña, adicional a esto se programaron los pines de salida y entrada para la adquisición de los datos por medio del módulo RFID RC 522, se programaron los pines de alimentación de la pantalla LCD, y los mensajes que se mostraron, y por último se configuraron los pines de los leds indicadores de lectura exitosa y errores.



```
RFID
#include <SPI.h>
#include <RFID.h>
//-----LIBRERIAS MODOLO RFID-----
#include <SPI.h>
#include <SPI.h>
#include <RFID.h>
#include <SPI.h>
#include <RFID.h>
//-----LIBRERIAS PANTALLA LCD-----
#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd(16, 2);
//-----CREDENCIALES DE MI RED-----
const char ssid = "RFID_V1";
const char password = "106766920";
//-----VARIABLES GLOBALES-----
int boton=0;
int led_verde=2;
//-----
void setup()
{
  pinMode(boton, INPUT);
  pinMode(led_verde, OUTPUT);
}
void loop()
{
  if (digitalRead(boton) == HIGH)
  {
    digitalWrite(led_verde, HIGH);
  }
  else
  {
    digitalWrite(led_verde, LOW);
  }
}
```

Subida exitosa del código de programación. El espacio de almacenamiento de programa, El máximo es 104464 bytes. Las variables globales usan 2972 bytes (5%) de la memoria dinámica, dejando 5248 bytes para las variables locales. El máximo es 8192 bytes.

Variable	Valor
boton	0
led_verde	2

Figura 23. Subida Exitosa del Código de Programación. Fuente. Elaboración propia

6.3.4. Construcción de la Caja

Teniendo en cuenta lo anterior se diseñó la caja donde se alojó la tarjeta lectora RFID V1 y los demás componentes que se describieron en el diagrama de bloques, la construcción se realizó con impresora 3D, respetando la asesoría de diseño y requerimientos.

Para lograr un diseño inicial en 3D de la caja del dispositivo prototipo se utilizó el programa digital de diseño 3D Desing Amazing Elzing para su construcción y presentación.

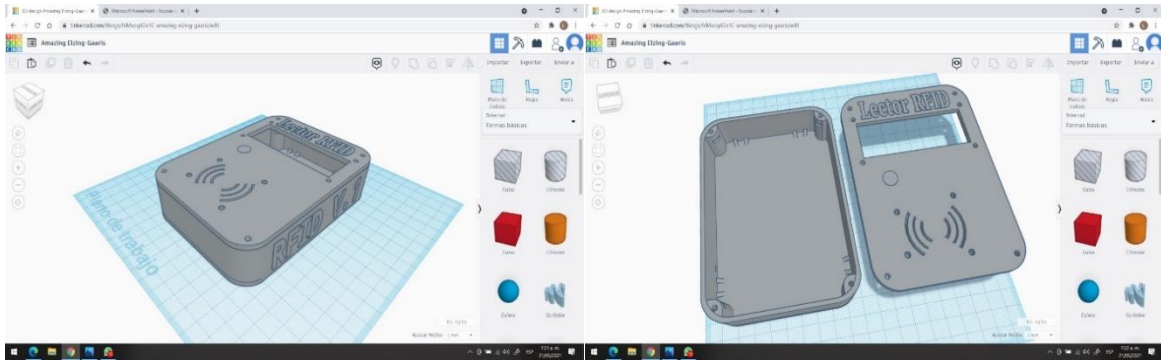


Figura 24. Diseño de la Caja del Dispositivo. Fuente. Elaboración propia

Luego de tener el diseño de la caja se procedio a realizar la construccion de la caja con impresora 3D, obteniendo resultados optimos en cuanto a material de construccion y especificacion de tamaño.



Figura 25. Caja Terminada del Dispositivo. Fuente. Elaboración propia

6.3.5. Ensamble en Caja

Para el ensamble en la caja se prepararon todos los componentes que se integraron en el interior de la caja, se realizó la verificación de las pistas de la tarjeta lectora RFID V1, mediante multímetro como se muestra en la figura 26, lo que permitió verificar que las pistas coincidieran con el diseño y que no hubiera corto entre ellas, el segundo paso fue realizar las soldaduras de los conectores header para realizar el montaje del microcontrolador.



Figura 26. Medición de Pistas de la Tarjeta Lector RFID V1. Fuente. Elaboración propia

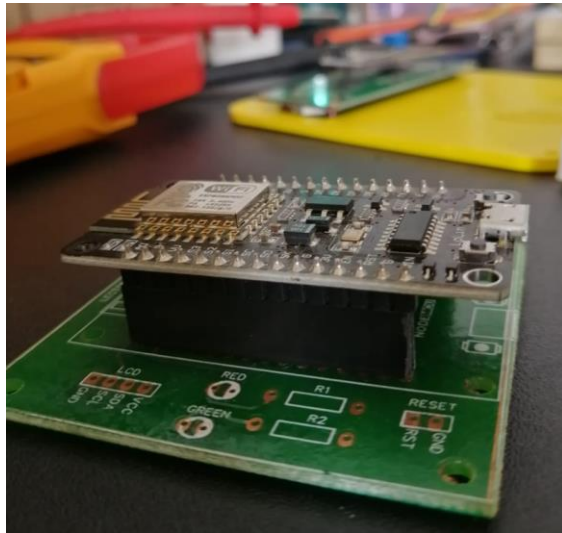


Figura 27. Soldadura de Conectores Heder para Montaje del Microcontrolador.

Fuente. Elaboración propia

Posteriormente, se realizó el ensamblaje de la pantalla LCD en la tapa de la caja y el montaje de los leds indicadores, así mismo, se realizaron las uniones mediante cables y soldaduras.

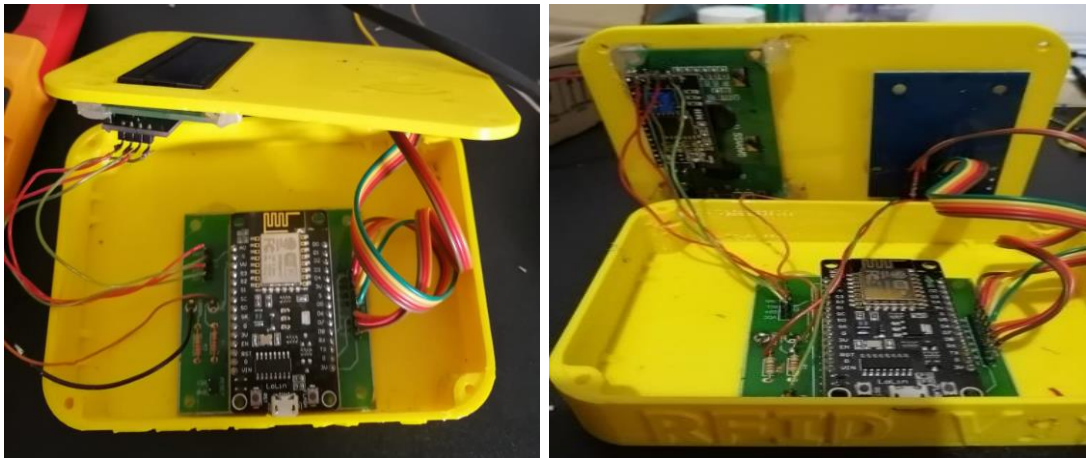


Figura 28. Ensamble de Pantalla, Leds y Cableado General del Sistema. Fuente.

Elaboración propia

Luego se procedió a cerrar la caja con tornillos y se realizaron las pruebas finales de las lecturas de la tarjetas o llavero RFID.



Figura 29. Lector RFID Ensamble Completo. Fuente. Elaboración propia

6.4. REALIZACIÓN Y EJECUCIÓN DE PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA

6.4.1. Distancia de Lectura de la Tarjeta RFID con el Lector

Para esta prueba, se tomó como distancia inicial para la lectura de la tarjeta 5cm, la cual, se fue disminuyendo cuando se detectó que el dispositivo no tuvo la capacidad de realizar la lectura de la tarjeta RFID a esa distancia, se fueron disminuyendo las aproximaciones hasta obtener la lectura adecuada de la tarjeta o del tag, lo que permitió demostrar que la distancia ideal de lectura de las tarjetas RFID fue de 0.5cm y determinar las recomendaciones que se deben tener en cuenta para mejorar la distancia de lectura.



Figura 30. Prueba de Distancia. Fuente. Elaboración propia

Esta prueba permitio establecer que se debe incrementar la distacia o el rango de accion de lectura del dispositivo, para mejorar la experiencia y funcionalidad del dispositivo.

6.4.2. Porcentaje de Aciertos en Diferentes Lecturas

Lectura de RFID																				
Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Aciertos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Desaciertos																				

Tabla 2. Lecturas de Tarjeta RFID. Fuente. Elaboración propia

Se realizaron 20 de lecturas con una misma tarjeta RFID la cual la identifica el código B94C05C3, estas lecturas se realizaron de manera consecutiva, en las cuales ningunas de las lecturas fallo. Se pudo concluir que el dispositivo tuvo una efectividad de lectura del 100%, esto garantiza que toda la información adquirida de cada tarjeta RFDI será enviada a la base de datos de manera correcta, generando autenticaciones precisas cuando se utilice el dispositivo.

				id	fecha_actual	chipID	UID
<input type="checkbox"/>				1	2021-06-17 20:39:13	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				2	2021-06-17 20:39:23	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				3	2021-06-17 20:39:32	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				4	2021-06-17 20:39:39	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				5	2021-06-17 20:39:46	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				6	2021-06-17 20:39:52	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				7	2021-06-17 20:39:59	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				8	2021-06-17 20:40:06	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				9	2021-06-17 20:40:16	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				10	2021-06-17 20:40:23	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				11	2021-06-17 20:40:33	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				12	2021-06-17 20:40:47	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				13	2021-06-17 20:40:56	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				14	2021-06-17 20:41:03	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				15	2021-06-17 20:41:12	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				16	2021-06-17 20:41:18	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				17	2021-06-17 20:41:25	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				18	2021-06-17 20:41:39	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				19	2021-06-17 20:41:49	6490034,	B94C05C3
<input type="checkbox"/>				20	2021-06-17 20:42:02	6490034,	B94C05C3

Figura 31. Imagen de los Datos en la Base de Datos. Fuente. Elaboración propia

6.4.3. Tiempo Transcurrido entre el Paso de una Tarjeta y el Registro en la Base de Datos

Para esta prueba de funcionamiento se tomó una muestra 20 de lecturas con tarjeta RFID, se contó con un cronometro el tiempo desde que el dispositivo leyó la tarjeta RFID, hasta cuando se observó en la pantalla el aviso de acercar tarjeta RFID, con las 20 mediciones de tiempo se calculó el promedio que tardó el dispositivo en realizar este proceso.

Dentro de los resultados, se obtuvo que el tiempo es de 5.8 segundos desde la lectura de la tarjeta por parte del dispositivo prototipo hasta el envío de la información a la base de datos, como lo corrobora la siguiente tabla.

Tiempo de Lectura RFID																				
Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Segundos	6,1	5,9	5,6	3,5	6,1	6	5,4	6,4	5,7	5,9	6,3	6,2	6,5	5,5	5,9	6,2	5,9	6,3	5,5	5,8
Promedio	5,8																			

Tabla 3. Tiempo de Lecturas de Tarjeta RFID y Promedio. Fuente. Elaboración propia

6.4.4. Distancia de Conexión del Dispositivo Prototipo con el Modem o Router Wifi

Para la prueba de conectividad del dispositivo se realizó con el modem marca HUAWEI modelo HG531 V, el cual posee las siguientes características:

- Velocidad: 300 Mbps.
- Wireless ADSL 2.
- Voltaje: 110v.



Figura 32. Router de Prueba de Conectividad. Fuente. Elaboración propia

Distancia de Conectividad														
Distancia en metros	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Nota: se pueden presentar variaciones dependiendo del modem o Router que se utilice.	
Conexión	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
No hay conexión										X	X	X		

Tabla 4. Distancia de Conectividad. Fuente. Elaboración propia

En la tabla anterior se observa la distancia en la que el dispositivo fue capaz de mantener a conectividad con el modem y pudo enviar la información a la base de datos sin pérdida de la información, el dispositivo fue capaz de mantener la conexión Wifi de manera satisfactoria a una distancia de 9m, cuando se superó esa distancia el dispositivo mostró pérdida de conexión con wifi, de acuerdo a lo anterior el dispositivo tiene muy buena cobertura de conexión, es importante mencionar que esta puede variar de acuerdo al tipo de Router que se utilice.

7. CONCLUSIONES

Partiendo de la realización de la presente investigación se lograron obtener las siguientes conclusiones:

En primer lugar, con la elaboración del dispositivo prototipo para el registro de personas de forma automática en lugares de gran afluencia, se logró el registro de información en una base de datos facilitando la gestión de información, como una estrategia que permita integrar herramientas digitales tecnológicas para mitigar la propagación del virus pandémico por el que está atravesando el mundo en estos momentos.

Por otro lado, con la utilización de la radio frecuencia como mecanismo de lectura de las tarjetas, se logró un registro de manera automática de los códigos de identificación de las tarjetas RFID, este registro de datos es el primer paso para crear estrategias de trazabilidad que ayuden a mitigar la propagación del virus de forma local, lo cual resulta ser muy provechoso ya que con esta información se pueden evitar muchas más muertes, permitiendo la reapertura gradual de la economía, teniendo en cuenta las medidas de bioseguridad que han propuesto los gobiernos locales para contrarrestar los efectos de la pandemia, sin embargo estas estrategias no han sido del todo efectivas, para lograr la mitigación total y reapertura de la economía completamente.

Por lo cual, la creación del dispositivo prototipo es una muy buena estrategia a implementar ya que es capaz de leer al 100% de manera efectiva las tarjetas RFID, enviando en tiempo real la información para luego almacenarla en una base de datos, donde se pueden gestionar brindando un apoyo de información de trazabilidad a los gobiernos locales, para que se tomen las medidas que sean necesarias para contrarrestar la propagación del virus, evitando así muchos más contagios y por ende muchas más muertes.

Finalmente, este dispositivo es fácilmente escalable ya que se puede adaptar a otras aplicaciones con algunas modificaciones y adiciones como por ejemplo conteo de animales, control de acceso de vehículos a parqueadero, control de entrada y salida de personal, entre otras, haciendo que el dispositivo sea muy versátil.

8. RECOMENDACIONES

Dentro de las principales recomendaciones a las cuales se pudieron llegar se encuentran las siguientes:

- Es necesario incrementar la distancia de lectura de las tarjetas RFID.
- Adicional a lo anterior, es necesario desarrollar el montaje del prototipo en un ambiente real, lo que permitirá revisar la interacción del dispositivo con una población seleccionada y así, medir con mayor precisión la efectividad del dispositivo y obtener resultados que permitan su mejoramiento.
- Por otro lado, es necesario realizar el montaje de baterías de respaldo que permitan generar autonomía en los dispositivos en caso de cortes eléctricos.

BIBLIOGRAFÍA

ALVAREZ MARIN, Alejandro y CASTILLO VERGARA, Mauricio. Estrategias para Acercar la Tecnología de Identificación por Radiofrecuencia a la Formación de Futuros Ingenieros Industriales [Online].2015, vol.8, n.1 [Citado 2021-08-16], pp.23-34. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062015000100004&lng=es&nrm=iso.

ANDIA JÍMENEZ, Jean Carlo. Microcontroladores C5-IV [Sitio web].2021 [Citado 2021-08-16]. Disponible en: <http://laboratoriosivmicrocontrolador.blogspot.com/2018/09/>

BADANIAN, Andrea. Bioseguridad en odontología en tiempos de pandemia COVID-19 [Online]. 2020, Odontoestomatología vol.22, suppl.1 [Citado 2021-08-16], pp.4-24. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-93392020000200004&lng=es&nrm=iso.

BARRUTIA BARRETO, Israel; SILVA MARCHAN, Henry Alejandro y SÁNCHEZ SÁNCHEZ, Rosa Marlenne. Consecuencias económicas y sociales de la inamovilidad humana bajo COVID-19: caso de estudio Perú [Online]. 2021, Lecturas

de Economía, núm. 94, 285-303, [Citado 2021-08-16]. Disponible en: <https://doi.org/10.17533/udea.le.n94a344397>

BRAVO, José A. Coronavirus, COVID - 19; prevenir la propagación de virus es más fácil de lo que se piensa; protocolos de bioseguridad, guía para la reapertura del país y para la disminución del riesgo de rebrote del contagio [Online]. 2020, Revista Boliviana de Química vol.37, n.2, [Citado 2021-08-16], pp.94-130. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602020000200004&lng=es&nrm=iso.

CHANG FALCONÍ, David y LOZANO SOLÍS, Alan. Desarrollo e Implementación de un Sistema para el Control e Inventario Continuo, Utilizando Tecnología RFID, para la Biblioteca de la UPS Sede Guayaquil [Online].2013, Repositorio Universidad de Politécnica Salesiana Sede Guayaquil, [Citado 2021-08-16].Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5521/1/UPS-GT000510.pdf>

HERRERA LOZADA, Juan Carlos; PÉREZ ROMERO, Patricia y MARCIANO MELCHOR, Magdalena. Tecnología RFID Aplicada al Control de Accesos. Polibits [Online].2009, n.40 [Citado 2021-08-16], pp.57-62. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-90442009000200009&lng=es&nrm=iso.

LAST MINUTE ENGINEERS. RFID Module. [Sitio web]. 2021, [Citado 2021-08-16]. Disponible en: <https://lastminuteengineers.com/how-rfid-works-rc522-arduino-tutorial/>

LÁZARO RODRÍGUEA, Pedro y HERRERA VIEDMA, Enrique. Noticias sobre Covid-19 y 2019-nCoV en medios de comunicación de España: el papel de los medios digitales en tiempos de confinamiento [Online]. 2020, El profesional de la información, v. 29, n. 3, 1-11 [Citado 2021-08-16], Disponible en: <https://doi.org/10.17533/udea.le.n94a344397>

LLAMAS, Luis. NODEMCU, La Popular Placa de Desarrollo con ESP8266. [Sitio web]. 2018, [2021-08-16], Disponible en: <https://www.luisllamas.es/esp8266-nodemcu/>

MINISTERIO DE SALUD. Resolución 777 de 2021. [Sitio web]. 2021, [2021-08-16], Disponible en: <https://anato.org/resumen-normativo-gobierno-nacional-covid-19/>

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Brote de Enfermedad por Coronavirus (COVID-19). [Sitio web]. 2020 Organización Mundial de la Salud, [2021-08-16] , Diponible en: <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019>

QUIMÍ LÓPEZ, Dennis Ignacio; GIRALDO BARBERY, Enrique José; ROJAS RIVERA Janeth Mabel; AVILÉS QUINTO, Juan Manuel y PAZOS GALEAS, Shurguen Gustavo. Recomendaciones para el primer nivel de atención de salud frente a la emergencia por Covid-19 [Online]. 2021, Revista Eugenio Espejo, vol. 15, núm. 1, 73-83 [Citado 2021-08-16], Disponible en: <https://doi.org/10.37135/ee.04.10.08>

RODRÍGUEZ, Nicolás Andrés y MORA CARRION, Sonia. Diseño de un Prototipo Basado en Tecnología RFID para el Monitoreo de Equipos Digitales [Online].2016, Repositorio Universidad Libre [Citado 2021-08-16]. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10814/RFID.pdf?sequence=1>

SHENG QUAN, Z.; LI, Xue y ZHEADALLY, Sherali. Enabling Next-Generation RFID Applications: Solutions and Challenges [Online].2018, Computer 41(9), 21-28 [Citado 2021-08-16].Disponible en: <https://doi.org/10.1109/MC.2008.386>

SIGMA ELECTRÓNICA. *Tarjeta Nodemcu V3 ESP8266* [Sitio web].2021, [Citado 2021-08-16]. Disponible en: <https://www.sigmaelectronica.net/producto/nodemcu-v3/>

TSF INFORMÁTICA INDUSTRIAL. *Tags RFID*. [Sitio web].2021, [2021-08-16]. Obtenido de <https://www.tsf.info/etiquetas-y-tags-rfid/>

VEGA LUNA, José Ignacio; SÁNCHEZ RANGEL, Francisco Javier; SALGADO GUZMÁN, Gerardo y LAGOS ACOSTA, Mario Alberto. Sistema de Acceso Usando una Tarjeta RFID y Verificación de Rostros [Online]. 2021, Ingenius Revista de Ciencia y Tecnología, núm. 20, 1-26 [2021-08-16. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5055/505555586010/html/>

VILORIA NUÑEZ, Cesar; CARDONA PEÑA, Jairo y LOZANO GARZÓN, Carlos. Análisis comparativo de tecnologías inalámbricas para una solución de servicios de telemedicina [Online]. 2009, *Ingeniería y Desarrollo*, núm. 25, 200-217 [Citado 2021-08-16]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85212371012>

YARÍN ACHACHAGUA, Yasser Hipólito. Diseño e implementación de un sistema de localización y control de inventarios en un almacén de aduanas, utilizando tecnología RFID [Online]. 2017, Obtenido de Repositorio Universidad Nacional Mayor de San Marcos [Citado 2021-08-16]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/5910>

ZHU, Xiaowei; MUKHOPADHYAY SAMAR, K., y KURATA, Hisashi. A review of RFID technology and its managerial applications in different industries [Online]. 2017, *Journal of Engineering and Technology Management*, Volume 29, Issue 1, 152-167, [Citado 2021-08-16]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2011.09.011>