

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Diseño e implementación de un sistema de control de acceso
para dispositivos de seguridad basado en tecnología IoT.

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero en Telecomunicaciones

Presentado por:

Benny Rodolfo García Yagual

Leopoldo Aníbal Mancheno Poveda

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2023

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico primeramente a mi abuelita Teresa por todo su apoyo a lo largo de mis estudios, a mis padres Anibal y Jacqueline y hermana Vanessa que siempre estuvieron para ayudarme en las dificultades que he tenido. Finalmente, a mis amigos por su apoyo incondicional para mi desarrollo como profesional.

Leopoldo Mancheno

Poveda

El presente proyecto lo dedico a Dios por ser guía en todo este camino y a mi familia por su apoyo incondicional en todo este proceso.

Benny García Yagual

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios por la oportunidad de culminar esta meta que me propuse cuando inicié la carrera, a ESPOL por la enseñanza a lo largo de estos años, a mi familia por su apoyo incondicional. Por último, a mis amigos que me han acompañado en mis logros.

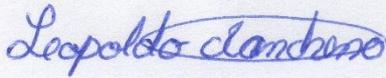
**Leopoldo Mancheno
Poveda**

Agradezco a Dios y a mis padres por todo el apoyo que he recibido en estos años.

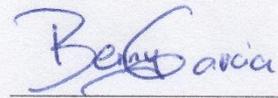
Benny García Yagual

DECLARACIÓN EXPRESA

“Los derechos de titularidad y explotación, me(nos) corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; **García Yagual Benny Rodolfo y Mancheno Poveda Leopoldo** doy(damos) mi(nuestro) consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



Leopoldo Manchén Poveda
CI: 0958486110



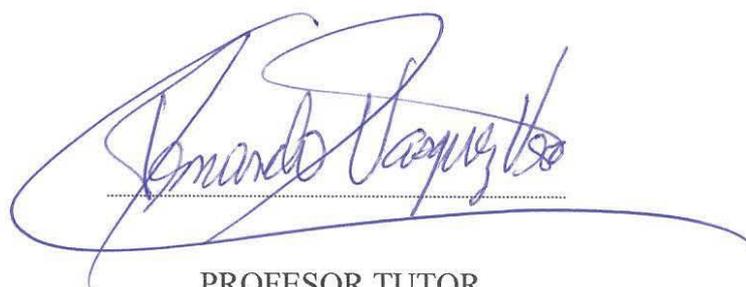
Benny García Yagual
CI: 0942737768

EVALUADORES

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Washington Medina', written over a horizontal dotted line.

PROFESOR DE LA MATERIA

MSc. Washington Medina

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Fernando Vásquez Vera', written over a horizontal dotted line.

PROFESOR TUTOR

MSc. Fernando Vásquez Vera

RESUMEN

En los últimos años Ecuador ha sufrido un aumento de delincuencia siendo el robo a casas el segundo delito más cometido por antisociales. El presente proyecto integrador se basará en un sistema de control para dispositivos de seguridad usando tecnología IoT como WiFi y Bluetooth, para ello se trabajará con programas de simulación y modelado en 3D. Así como sensores como lectores biométricos y teclados matriciales.

El diseño del dispositivo constará de dos partes. La primera parte o sistema principal posee una App donde el usuario accederá a un menú y podrá conectarse por WiFi o por Bluetooth, si el usuario ingresa por WiFi debe colocar una dirección IP para accionar la cerradura por otro lado si ingresa por Bluetooth tendrá que colocar una clave de 4 dígitos para validar su ingreso. Para la segunda parte o sistema secundario se lo diseñó pensando que el usuario podría extraviar su móvil. Este sistema consta de una doble validación, el usuario tiene que digitalizar una clave de 5 dígitos y luego colocar su huella dactilar en el sensor y si dicha huella se encuentra en la base de datos accionará la cerradura, cabe recalcar que el usuario previamente debe guardar su huella dactilar. También se colocó un sensor de movimiento para que el usuario pueda salir con solo pasar su mano por el componente electrónico y así accionar la cerradura desde adentro de su casa. Por último se añadió un contacto magnético en la entrada del hogar para precaución ante los delitos de robos, debido a que si un atracador fuerza la puerta y logra abrirla, el sensor magnético enviará una notificación al correo electrónico del usuario.

Se logró innovar las cerraduras para puertas dejando a un lado la apertura de estas por medio de llaves. El sistema incluye comunicaciones inalámbricas que ayudan al usuario a abrir una puerta usando solo su teléfono móvil. Así también usando credenciales como un código y la huella dactilar del usuario.

Palabras Clave: IoT, WiFi, Bluetooth, App

ABSTRACT

In recent years, Ecuador has suffered an increase in crime, with house robbery being the second most committed crime by antisocials. This integrative project will be based on a control system for security devices using IoT technology such as WiFi and Bluetooth, for which 3D simulation and modeling programs will be used. As well as sensors such as biometric readers and matrix keyboards.

The design of the device will consist of two parts. The first part or main system has an App where the user will access a menu and can connect via WiFi or Bluetooth. If the user enters via WiFi, they must enter an IP address to activate the lock. On the other hand, if they enter via Bluetooth, they will have to enter a 4-digit password to validate your entry. For the second part or secondary system, it was designed thinking that the user could lose his mobile. This system consists of a double validation, the user has to digitize a 5-digit password and then place his fingerprint on the sensor and if said fingerprint is found in the database, it will activate the lock, it should be noted that the user must previously save your fingerprint. A motion sensor was also placed so that the user can leave by simply passing his hand through the electronic component and thus activate the lock from inside his house. Finally, a magnetic contact was added at the entrance to the home as a precaution against robbery crimes, because if a robber forces the door and manages to open it, the magnetic sensor will send a notification to the user's email.

It was possible to innovate the locks for doors leaving aside the opening of these by means of keys. The system includes wireless communications that help the user to open a door using only their mobile phone. So also using credentials such as a code and the user's fingerprint.

Keywords: IoT, WiFi, Bluetooth, App

ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
ÍNDICE GENERAL	8
ÍNDICE DE FIGURAS	12
ÍNDICE DE TABLAS	15
ÍNDICE DE PLANOS.....	16
CAPÍTULO 1	18
1. Introducción.....	18
1.1 Descripción del problema.....	19
1.2 Justificación del problema.....	21
1.3 Objetivos	22
1.3.1 Objetivo General.....	22
1.3.2 Objetivos Específicos	22
1.4 Estado del Arte.....	23
1.5 Alcance	25
1.6 Impacto Comercial	26
1.7 Metodología	27
2. MARCO TEÓRICO	29
2.1 Robótica y Arduino.....	29
2.2 Redes Domótica.....	29
2.2.1 Protocolo X-10.....	30
2.2.2 Protocolo KNX	30
2.3 Microcontroladores.....	31
2.4 Arduino.....	31
2.5 Tipo de Arduino.....	32

2.5.1	Arduino Uno.....	32
2.5.2	Arduino Leonardo	33
2.5.3	Arduino Mega 2560	34
2.5.4	Arduino Nano.....	35
2.5.5	Arduino Mega vs Nano vs Uno	36
2.6	Módulo ESP	37
2.6.1	Módulo ESP 32.....	37
2.6.2	Modelo ESP8266.....	38
2.6.3	Modulo Esp 32 vs ESP8266	39
2.7	Plataforma Arduino.....	40
2.8	Arduino IDE.....	40
2.8.1	Componente del IDE	40
2.9	Pin Output	40
2.9.1	Entradas Y Salidas Análogas	40
2.9.2	Entradas Y Salidas Digitales	41
2.10	Lenguaje de Programación	41
2.11	Tipo de lenguaje de Programación	41
2.11.1	Lenguaje de bajo nivel.....	41
2.11.2	Lenguaje de alto nivel.....	42
	Python.....	42
	Java.....	42
2.11.3	Lenguaje de medio Nivel	43
2.12	Módulos	43
2.12.1	Modulo Relé	44
2.12.2	Teclado Matricial	44
2.13	Sensores.....	45
2.14	Clasificación de Sensores.....	45

2.14.1	Sensores Activos o Pasivos	45
2.14.2	Sensores con señal analógica y digital.....	45
2.15	Sensor de Huella Dactilar	46
2.16	Sensor PIR.....	46
2.17	Detector Magnético de Apertura	47
2.18	Transistores	47
2.18.1	Transistor 2N222A	48
2.19	Comunicación Inalámbrica.....	48
2.19.1	WiFi	48
2.19.2	TIPOS DE WIFI	49
2.19.3	Protocolo de Wi-Fi IEEE 802.1	49
2.20	Tecnología Bluetooth	50
2.20.1	ALCANCE DEL BLUETOOTH.....	50
2.20.2	BLUETOOTH LOW ENERGY (BLE)	51
2.21	Internet de las cosas (IoT)	51
2.22	MIT Inventor.....	52
2.23	EasyEDA.....	52
2.24	Autodesk Inventor Profesional	53
CAPÍTULO 3		54
3.	DISEÑO DE LA SOLUCIÓN	54
3.1	Diseño del Prototipo.....	55
3.2	Desarrollo de la Solución	56
3.3	Diagrama de bloques	57
3.3.1	Diagrama de Bloques Sistema Principal.....	57
3.3.2	Diagrama de bloques – Sistema Secundario.....	58
3.4	Diagrama de Flujo.....	59
3.4.1	Diagrama de Flujo Sistema Principal.....	59

3.4.2	Diagrama de Flujo - Sistema Secundario	60
3.5	Materiales del producto	61
3.6	Diagrama Esquemático	62
3.7	Conexiones del Dispositivo	64
3.8	PCB.....	67
3.9	Diseño del Modelo 3D	68
3.10	Implementación del Prototipo.....	69
3.11	Funcionamiento del Prototipo	76
3.12	Pruebas y Errores	80
CAPÍTULO 4		83
4.	Análisis de Resultados	83
Conclusiones y Recomendaciones		89
Conclusiones		89
Recomendaciones		90
BIBLIOGRAFÍA		91
5.	Bibliografía	91
6. APÉNDICES		97
6.1 APÉNDICE A – MATERIALES.....		97
6.2 APÉNDICE B – MODELO 3D		101
6.3 APÉNDICE C – PCB.....		105
6.4 APÉNDICE D – PRUEBAS		108
6.5 APÉNDICE E – CODIGO		110
6.6 APÉNDICE F – DATASHEET		112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Arduino Uno [32]	32
Figura 2.2 Arduino Leonardo [33].....	33
Figura 2.3 Arduino Mega 2560 [34]	34
Figura 2.4 Arduino Nano [35]	35
Figura 2.5 Módulo ESP 32 [37]	38
Figura 2.6 Módulo ESP8266 [40]	38
Figura 2.7 Shields WiFi [45]	43
Figura 2.8 Rele de 5vdc [46]	44
Figura 2.9 Teclado Matricial [47]	44
Figura 2.10 Sensor de Huella Dactilar [49].....	46
Figura 2.11 Sensor PIR. [50].....	46
Figura 2.12 Contacto Magnético. [51]	47
Figura 2.13 Transistor NPN – PNP [52]	47
Figura 2.14 Transistor 2N222A [54]	48
Figura 2.15 Sistema aplicando Tecnología IoT	51
Figura 2.16 Aplicación MIT APP Inventor.....	52
Figura 2.17 Programa EasyEda	52
Figura 2.18 Inventor Professional 2022.....	53
Figura 3.1 Diseño de la solución Sistema Principal.....	55
Figura 3.2 Diseño de la solución Sistema Secundario	55
Figura 3.3 Desarrollo del Diagrama de Bloques Sistema Principal	56
Figura 3.4 Desarrollo del Diagrama de Bloques Sistema Secundario.....	57
Figura 3.5 Diagrama de Bloques – Sistema Principal	57
Figura 3.6 Diagrama de Bloques Sistema Secundario.....	58
Figura 3.7 Diagrama de Flujo del sistema principal.....	59
Figura 3.8 Diagrama de Flujo - Sistema Secundario.....	60
Figura 3.9 Diagrama Esquemático- Sistema Principal	62
Figura 3.10 Diagrama Esquemático- Sistema Secundario.....	63
Figura 3.11 Diseño PCB- Sistema Principal.....	67
Figura 3.12 Diseño PCB- Sistema Secundario.....	67
Figura 3.13 Diseño del Modelo 3D.....	68
Figura 3.14 Creación de aplicación en Mit Inventor.	69

Figura 3.15 Interface del diagrama de bloques.	70
Figura 3.16 Interfaz para nombre de usuario y contraseña.	70
Figura 3.17 Interfaz para registrar un usuario	71
Figura 3.18 Sistema de acceso inalámbrico.	71
Figura 3.19 Sistema de acceso por wifi.	72
Figura 3.20 Sistema inalámbrico Bluetooth.	72
Figura 3.21 Proceso de descarga de la APP.	73
Figura 3.22 Instalación de la APP en un Smartphone.	73
Figura 3.23 Puerto COM 6	74
Figura 3.24 Verificación del código.	74
Figura 3.25 Registro en el Módulo ESP32.	75
Figura 3.26 Obtención de la dirección IP.	75
Figura 3.27 Programa para apertura cerradura descargado en celular.	76
Figura 3.28 Conexión del Sensor de Huella Dactilar (MZ)	77
Figura 3.29 Arduino Ide - Enrollar las Huellas Dactilares	77
Figura 3.30 Sistema de control de acceso.	78
Figura 3.31 Prototipo del sistema de control de acceso.	79
Figura 3.32 Modelos De Conversores - TTL - Arduino Nano	80
Figura 3.33- Diagrama de Conexiones del Módulo HC-05.	81
Figura 3.34 Error en la Librería I2C	82
Figura 4.1 Interfaz de Bluetooth y WiFi.	84
Figura 4.2 Realtime Database.	84
Figura 4.3 Obtencion de la Dirección	85
Figura 4.4 RealtimeDatabase.	86
Figura 4.5 Notificación de aperturas de puertas.	86
Figura 4.6 Apertura de puerta usando el navegador.	87
Figura 4.7 Interfaz del sistema principal.	87
Figura 6.1 PCB - Sistema Principal	105
Figura 6.2 Modelo 3D - Sistema Principal	105
Figura 6.3 PCB - Sistema Secundario.	106
Figura 6.4 Modelo 3D - Sistema Secundario.	106
Figura 6.5 Placa del sistema principal.	107
Figura 6.6 Placa del sistema secundario.	107
Figura 6.7 Ensamblaje del Prototipo	108

Figura 6.8 Pruebas.....	108
Figura 6.9 Prueba Primario	109
Figura 6.10 Prueba del Secundario.....	109
Figura 6.11 Sistema Principal.....	110
Figura 6.12 Sistema Secundario	111

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Características del arduino Leonardo.....	33
Tabla 2-2 Características del Arduino Uno - Mega - Nano.....	36
Tabla 2-3 Característica del Módulo ESP32.	37
Tabla 2-4 Característica del Modelo ESP8266.....	39
Tabla 2-5 Modulo Esp 32 vs ESP8266.....	39
Tabla 2-6 Protocolo de Wi-Fi IEEE 802.1	49
Tabla 2-7 Alcance del BLUETOOTH.....	50
Tabla 3-1 Cuadro de conexiones de dispositivo- Sistema Principal	64
Tabla 3-2 Cuadro de conexiones de dispositivo- Sistema Secundario.....	65
Tabla 6-1- Lista de Materiales	97
Tabla 6-2- Lista de Materiales - Proceso de Soldadura PCB	100
Tabla 6-3- DataSheet Esp32 PinOut	112

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Modelo 3D - Prototipo - Tapa Superior

PLANO 2 Modelo 3D - Prototipo - Tapa Inferior

PLANO 3 Caja 2 - Tapa Inferior

GLOSARIOS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
IoT	Internet de las Cosa
ISM	Bandas de radio industriales, científica y médicas
LCD	Liquid-Crystal Display
GSM	Global System For Mobile Comunication
GPS	Sistema de posicionamiento Global
RAM	Random Access Memory
ROM	Read Only Memory
NFC	Near Field Communication
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
BLE	Bluetooth Low Energy
GHz	GigaHerzios
Mbit/s	Megabit por segundo
BJT	Transistores de unión bipolar

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país que presenta un aumento del 12% de robos a domicilios a comparación de años anteriores siendo este el segundo delito más realizado por los delincuentes [1] ya que el primero es robo a personas. Se espera que el mercado de tecnología inteligente, que se enfoca en realizar sistemas de acceso a hogares, alcance un aumento del 11.2% entre el 2021 y 2026. En la actualidad solo un 35% de la población cuenta con un sistema de seguridad eficiente [2] capaz de reforzar la seguridad de un domicilio ya que son poco comunes o simplemente tienen costos muy elevados.

Se espera que el mercado de tecnología inteligente, que se enfoca en realizar sistemas de acceso a hogares, alcance un aumento del 11.2% entre el 2021 y 2026. En la actualidad solo un 35% de la población cuenta con un sistema de seguridad eficiente [2] capaz de reforzar la seguridad de un domicilio ya que son poco comunes o simplemente tienen costos muy elevados.

A pesar de que se han diseñado métodos para evitar que antisociales desvalijen una vivienda, los índices de robo tanto a urbanizaciones, casas o edificios siguen en aumento generando pérdidas materiales. Este proyecto está enfocado en proponer una solución al alto índice delincencial que sufren los domicilios. Para cumplir con los objetivos planteados se diseñó e implementó un sistema de control de acceso para puertas porque es la parte de la vivienda más vulnerable por antisociales.

Este proyecto trata sobre la implementación de un sistema de control de acceso con el propósito de disminuir o evitar robos a viviendas teniendo en cuenta que este tipo de delitos ha aumentado considerablemente en los últimos años

El trabajo de materia integradora está enfocado en proponer una solución al alto índice delincriminal que sufren los domicilios. Para cumplir con los objetivos planteados se diseñó e implementó un sistema de control de acceso para puertas porque es la parte de la vivienda más vulnerable por antisociales.

El sistema cuenta con un lector biométrico que es eficiente, rápido y fácil de usar agregando un sistema de cifrado por teclado, donde el usuario es el único que tiene autorización de ingresar. El dispositivo almacena información del lector biométrico y del cifrado en una base de datos.

Para estar a la vanguardia de la tecnología se usará un teléfono inteligente como llave, este sistema enlazará al celular por medio de un sistema de comunicación inalámbrico permitiendo así la apertura y cierre de una puerta estando a un máximo de 5 metros de la entrada de una vivienda. El objetivo con esta propuesta de solución es dejar de lado las cerraduras tradicionales que usan llaves como instrumento de apertura de puertas y enfocarnos más en sistemas actualizados como sensores y sistemas inalámbricos.

El trabajo detalla la elaboración del sistema de acceso acoplado a una puerta, así como el código y los componentes que se usaron, dando a conocer al usuario que son materiales que se pueden conseguir en el país y que posee precios muy accesibles al ciudadano común.

1.1 Descripción del problema

El robo a viviendas es un problema mundial que va en aumento, toda persona está a merced de esta problemática sin importar el tipo de etnia, color de pelo o religión. Ninguna vivienda se encuentra exenta de sufrir la visita de delincuentes sin importar si es un pequeño pueblo o una ciudad.

En los últimos años se ha registrado un aumento de la delincuencia en el Ecuador, teniendo un crecimiento del 12% de casos de robos a domicilios con respecto a cifras del año 2020. Entre enero y noviembre del 2021, el robo a domicilio es el segundo tipo robo que más se registran en el Ecuador [1] , reportando alrededor de 8000 casos.

La policía nacional del Ecuador menciona que se han registrado y denunciado 533 robos a viviendas hasta el 21 de mayo de este año [3], los casos que se denuncian son robos a viviendas, urbanizaciones y condominios, lugares que cuentan con guardianía y todo tipo de seguridades (videovigilancia y alarmas de intrusión).

En México, lugares denominados casa habitación presentan un aumento en la tasa de robos llegando hasta 55.526 saqueos y 90 intentos de sustracción cada 30 minutos [4], estos delitos en países como México son muy constante debido al bajo índice de seguridad que poseen. Entre enero a junio del 2022 se han registrado 23 casos de robos al día, siendo cinco de ellos con violencia [5] dejando en algunos casos a la víctima con cicatrices físicas.

Perú es el país de América latina que más sufre de robos a casas dado que ocurren 2.086 robos por cada 100.000 personas [6]. Así queda demostrado que el robo a domicilios es global puesto que países europeos también padecen de esta problemática, siendo Grecia el país europeo que posee los más altos índices de robos a casas, siendo sus principales ciudades como Atenas y Salónica las más afectadas.

En España los robos a casas aumentan en verano siendo la ciudad de Madrid las más afectadas debido a su alta densidad poblacional en esa época, generando un robo en una vivienda cada 20 minutos [7]. Aunque España es considerado uno de los países de Europa más seguros, los robos a casas no han cesado puesto que los delincuentes utilizan nuevos métodos para el ingreso a las viviendas.

Para ingresar a una vivienda los delincuentes estudian la zona, la casa y la rutina de la víctima a la cual van a desvalijar [8], los métodos que usan para el ingreso a una vivienda van desde usar una llave maestra en la cerradura y golpearla para abrir la puerta hasta usar instrumentos para replicar una llave.

Después de realizar un allanamiento a una vivienda el 95% de este tipo de robos no son resueltos por las autoridades competentes [9], ya que solo el 3.1% de estos casos dan lugar a una condena del infractor. En Reino Unido, Londres es la ciudad que presenta el mayor índice y que registra un total de 40.309 de robos a viviendas. El 70% de los robos a viviendas el delincuente ingresa por la puerta y el 30% por la ventana [10]. Los robos más frecuentes en el Reino Unido son registrados entre las 6pm a 6am horario en el cual los dueños del inmueble están durmiendo.

1.2 Justificación del problema

Es preocupante el robo a viviendas puesto que muchos casos mencionan que existen sustracciones con violencia donde el dueño del hogar es intimidado con palabras y golpes.

El artículo 34 de la Constitución de la república del Ecuador [11] menciona que el derecho a seguridad social es para todos los ciudadanos ecuatorianos y será deber primordial del estado ecuatoriano hacerlo cumplir.

Así mismo el Plan Específico de Seguridad Pública y Ciudadana [12] menciona que el Ministerio del Interior y Policía Nacional es la entidad encargada de proteger a habitantes que estén pasando por situaciones de violencia, delincuencia común y crimen organizado.

Con el aumento de los delitos a robos a casas es necesario tener un sistema de seguridad que sea difícil de vulnerar por el delincuente y sea de fácil acceso para el usuario, por lo tanto, se dispone a crear un sistema de

acceso que será controlado por diferentes sensores entre estos componentes tenemos lectores biométricos y un teclado que responderá a un cifrado para la apertura de la puerta.

Muchos hogares son afectados por este tipo de robo debido a que poseen un sistema de fácil acceso por los antisociales. El mecanismo que deseamos implementar posee un alto nivel de seguridad ya que el único capaz de poder abrir la puerta ya sea con el celular, lector de huellas o una clave será el dueño del hogar.

La motivación del proyecto es mejorar la seguridad en los hogares, es cierto que estos sistemas son aplicados en países del primer mundo que tiene las facilidades de adquirir este tipo de seguridad, es por eso que damos a conocer un sistema económico y fácil de usar.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General.

- Diseñar e implementar un sistema de control de acceso para dispositivos de seguridad basados en tecnología IoT.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Realizar un estudio de mercado para identificar las falencias de sistemas de acceso implementado por empresas.
- Diseñar un diagrama esquemático del sistema de acceso en una vivienda para mejorar la seguridad.
- Programar un código mediante el hardware Arduino para el control de los sensores.
- Implementar un prototipo del sistema de acceso por medio de un móvil con el protocolo de comunicación inalámbrico.
- Preparar un manual de usuario para el uso del sistema de acceso en un hogar.

1.4 Estado del Arte

La seguridad que debe existir en los hogares debe generar una vida tranquila pero lo cierto es que la delincuencia ha tenido un aumento considerable siendo los robos a casas uno de los más efectuados por ladrones, ocasionando pérdidas económicas. A continuación, se menciona varios proyectos que tienen la misma problemática y plantearon una solución para resolverla.

El principal problema de estos sistemas es que debido a la falta de mantenimiento pueden presentar problemas en su funcionamiento como daño del lector biométrico o microcontrolador. El desarrollo de mecanismos específicos para la apertura forzada vuelve a los sistemas mecánicos vulnerables [13].

Existen proyectos que, al presionar un pulsador, se encarga de captar y enviar coordenadas de latitud y longitud para determinar la ubicación exacta de un usuario [14]. Este método permite encontrar a una persona que está extraviada, está siendo víctima de un robo o secuestro.

Se ha desarrollado aplicaciones móviles que simulan un botón de pánico dentro de una Institución de Educación Superior para disminuir robos a estudiantes [15]. Dicha aplicación solo está enfocada en ser usada por estudiantes. También se han desarrollado proyectos botones de pánico inteligentes configurables vía web con un bajo presupuesto con la finalidad de disminuir la inseguridad de la ciudad de México [16], para esto se usaron micro controles y sensores PIR.

Gracias a los avances tecnológicos y a la domótica, hoy existen sistemas de control y vigilancia para nuestros hogares, los cuales utilizan una unidad central, que recibe las instrucciones, procesa y envía las órdenes para los distintos dispositivos a controlar que han sido conectados a dicha unidad [17].

La seguridad es actualmente una necesidad para toda empresa, existe una gran oportunidad de mercado en este campo, especialmente para sistemas de control de acceso y su primer elemento es una buena cerradura. Se presenta un sistema de control de acceso basado en una cerradura inteligente y una llave electrónica [18]. Así como el sistema de una cerradura de puerta NFC [19] que es de bajo costo usando placas de Arduino como controlador.

Para disminuir robos en hogares han desarrollado un sistema de seguridad que reporta estas incidencias a un UPC más cercano. Otro enfoque que se da a este tipo de problemáticas es disminuir la ineficiencia que presenta el servicio policial a la sociedad.

Un proyecto que relaciona los botones de pánico con la red es el desarrollo de este sistema, usando tecnología IoT incluyendo en el procedimiento comunicaciones móviles (GSM) [20] y posicionamiento global (GPS).

La vigilancia de seguridad basados en IoT [21] usa sensores de movimiento, actuadores, plataforma como Arduino y un asistente virtual. Mediante este sistema se integran varias plataformas que pueden ser implementadas con más sensores generando que el usuario pueda saber lo que está ocurriendo en su casa aun si este no está en su hogar.

La tecnología IoT puede transformar una casa normal en una que sea inteligente ya que engloba muchos aspectos como el encendido o apagado de una bombilla o de un electrodoméstico mediante sensores o actuadores. Cuando existe un robo este sistema de seguridad inteligente [22] captura la imagen del infractor y la envía por medio de un correo usando el protocolo para transferencia simple de correo (SMTP).

Así mismo se realizan implementaciones donde un teléfono antiguo usando tecnología GSM [23] es el encargado de manipular cualquier

dispositivo además de enviar información como ubicación y un mensaje de alerta cuando el usuario está pasando por una situación de peligro.

La seguridad en el hogar se vuelve necesario debido al aumento de robos, es por eso que se diseñó una aplicación móvil basada en redes inalámbricas de punto a multipunto y un sensor de nodo [24] que está conectado a un microcontrolador para la seguridad del hogar.

Un sistema de seguridad inteligente para un hogar se incorpora un reconocimiento facial [25] para que al momento de detectar a una persona y permita el ingreso a la vivienda este realice un reconocimiento facial en tiempo real usando un patrón binario local (LBP).

Comparación con la propuesta

El sistema que se implementa en este trabajo usa microcontroladores como ESP32, también se han acoplado a estos dispositivos sensores como lectores biométricos, módulos, led, resistencias entre otros componentes. Los elementos electrónicos como teclado matricial, Buzzer y pantallas LCD serán parte del sistema como indicadores de un suceso.

Así mismo se usó el ESP32 porque posee dos núcleos capaces de agregar al sistema una conexión inalámbrica que permite enlazar con el celular del usuario y así utilizar este el dispositivo móvil como llave para apertura la cerradura.

Todos los componentes usados en la implementación son comprados en tiendas de electrónica nacionales. Cada elemento posee un costo accesible al usuario en el caso de cambiar algún componente.

1.5 Alcance

El sistema de acceso tiene como finalidad aumentar la seguridad en los hogares de las familias ecuatorianas a sabiendas que se tiene un

aumento de inseguridad siendo los robos a casas el segundo caso de robos más realizados por delincuentes.

El sistema de control permitirá abrir una puerta siempre y cuando el usuario inserte correctamente la clave por cifrado o el lector biométrico reconozca a la persona que está autorizada para ingresar. Para delimitar la solución se registrará tres usuarios que tendrá la autorización para usar tanto el lector como el teclado.

La implementación del sistema de acceso a una casa estará instalada en la puerta principal de una vivienda, el dispositivo permite la apertura y cierre de la vivienda por medio del teléfono del usuario que está vinculado al sistema inalámbrico Bluetooth o usando el lector biométrico y teclado matricial.

Se establece comunicación con el módulo ESP32 que permite una conectividad inalámbrica para proceder a la apertura o cerrar la puerta, el dispositivo permanecerá encendido las 24 horas del día los 7 días de la semana.

El código por Arduino determina quien tiene acceso para ingresar al hogar debido a que guarda en una base de datos la información de la persona autorizada y permite agregar o borrar información del usuario.

1.6 Impacto Comercial

A comparación con una cerradura normal, este sistema de seguridad puede generar más confianza y confort en el usuario debido a que es muy difícil de ser vulnerado y además no ocupa mucho espacio en la entrada de un hogar.

Para estar a la vanguardia y entrar al mundo de los sistemas inalámbricos y eliminar las limitaciones que posee el cableado, usaremos nuestros celulares inteligentes como llave para poder abrir una puerta de

manera inalámbrica, dejando de lado tarjetas que se pueden extraviar o robar. Este sistema de acceso es muy fácil de usar para el cliente, aún si este no está familiarizado con este tipo de tecnologías.

Por lo tanto, el sistema de acceso a viviendas será muy económico y fiable debido a que será diseñado con los más altos estándares de calidad y se usarán componentes electrónicos que pueden ser adquiridos en cualquier tienda de electrónica.

1.7 Metodología

Inicialmente, se investigó acerca de estudios previos enfocados a robos a casas. Cabe recalcar que con los estudios realizados hasta el momento el número de robos a casas donde irrumpen la puerta son el 70%, mientras que el 30% entran por ventanas, este proyecto está centrado en la seguridad en puertas.

Después se realizó una investigación de los diferentes sistemas de seguridad y qué tipo de parámetros fueron usados los cuales permiten el control de la cerradura usando sensores o módulos wifi o de bluetooth.

Luego, se realizó la identificación de microcontroladores que cumplan con los requerimientos para el control de la cerradura, para ello se hará uso del Arduino Nano y de un módulo ESP32. Además, se consideró el uso del lenguaje de programación para la implementación de un algoritmo el cual permita al usuario el control de una cerradura, por lo que se consideró usar Arduino Ide.

Posteriormente se procedió a la implementación con los dispositivos de acuerdo con la propuesta la cual consiste en dos partes, la primera parte se compone por un sistema inalámbrico controlado por un móvil donde el usuario controlará la cerradura, y la segunda parte es de respaldo, ya que contará con un sistema electrónico de doble validación donde el usuario tendrá que ingresar su clave y su huella dactilar.

Finalmente, se realizará una base de datos registrando hora y fecha de cada vez que el usuario active o desactive la cerradura, dichos datos se podrán observar en la nube.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presentarán las definiciones teóricas las cuáles serán las bases del proyecto integrador. En primer lugar, se iniciará describiendo algunos microcontroladores, además se indicará los diferentes tipos de placas de Arduino y finalmente se hablará de los sensores y módulos que serán implementados.

2.1 Robótica y Arduino

Arduino es predilecto para llevar a cabo proyectos tecnológicos, debido a su versatilidad por la gran cantidad de sensores que puede utilizar, y por la facilidad con la que se puede programar e interactuar con el medio que nos rodea, por lo tanto, este dispositivo electrónico puede interactuar en el mundo de la robótica, domótica y tecnología creando proyectos y plasmando ideas en el campo de la tecnología. [26]

2.2 Redes Domótica

La domótica es la tecnología que permite la comunicación entre dispositivos para el control de una vivienda [27]. Este sistema se caracteriza por poseer varios sensores que recopilan información para luego procesarlas y enviar una orden a dispositivos actuadores. Mediante este sistema se crean diseños que permiten controlar cerraduras, prender o apagar un foco entre otros procesos de automatización.

Cuando se desea implementar un sistema domótico existen diferentes redes o protocolos a cumplir, y cuando se habla de protocolo se hace referencia a la comunicación que existe entre los dispositivos con un sistema.

2.2.1 Protocolo X-10

X-10, es un protocolo de comunicación que hace posible el control de dispositivos y aparatos eléctricos desde una instalación de red eléctrica, usa una instalación de corriente eléctrica del hogar para transmitir los datos necesarios entre los componentes del sistema domótico, creando una red de dispositivos domótico que estarán intercomunicados mediante el cableado de la red eléctrica del hogar. [28]

2.2.2 Protocolo KNX

El protocolo KNX aparece como iniciativa de integración de tres importantes empresas europeas (EIBA, BCI, EHSA), dicho protocolo es versátil y sumamente escalable y completamente abierto, además es un sistema descentralizado en la que todos sus componentes disponen de su propia inteligencia mediante su microcontrolador. [29]

Este tipo de protocolo usa una comunicación por red que se emplea en los llamados edificios inteligentes y existen 2 nodos de configuración para dicho protocolo.

2.2.2.1 Aplicaciones

El sistema KNX puede ser implementado en todo tipo de instalaciones, desde viviendas hasta oficinas, centros públicos, incluso en grandes edificios, entre las aplicaciones más comunes tenemos las siguientes.

- Sistemas de Alarmas
- Puertas de Garaje
- Iluminación
- Calefacción
- Control de Colectores Solares [29]

2.3 Microcontroladores

En el mercado existen varias alternativas al momento de adquirir un microcontrolador, siendo marcas muy reconocidas a nivel mundial las que poseen una mayor capacidad de procesamiento y con diferentes características entre la que podemos destacar las combinaciones de los periféricos integrados. Pero hoy en día estas alternativas se les pueden sumar otras plataformas de desarrollo que ayuda a disminuir el tiempo de implementación que consta del microcontrolador + fuente + grabador + placa de expansión. [30]

Un circuito integrado puede ejecutar ordenes que han sido grabadas en su memoria y cuya finalidad es controlar elementos entrada/salida. Dentro del circuito integrado se encuentran un CPU y sus unidades de almacenamiento RAM y ROM. Existen microcontroladores que pueden usar el sistema inalámbrico Wifi y Bluetooth debido a que el recibir y enviar datos a través de la red es un sistema que se está comenzando a implementar en este tipo de componentes.

2.4 Arduino

Es una plataforma electrónica que utiliza un código abierto para crear diferentes tipos de microordenadores con múltiples usos. Esta placa tiene incorporado un microcontrolador AMTEL donde se puede grabar indicaciones mediante un lenguaje de programación.

El microcontrolador que posee Arduino tiene una interfaz de entrada capaz de conectarse a diferentes periféricos [31]. La información que dan los periféricos será enviada al microcontrolador.

También posee interfaz de salida que sirven para enviar la información que ha recibido a componentes electrónicos como altavoces o pantallas. Arduino se caracteriza por conectar periféricos de entrada y salida.

2.5 Tipo de Arduino

Arduino es una placa basada en un microcontrolador ATMEL, posee un circuito integrado que tiene como principal función guardar instrucciones usando el lenguaje de programación de Arduino IDE. Entre los tipos de Arduino que se encuentran en el mercado tenemos el Arduino Ethernet, Leonardo, Mini, FIO, Nano, Esplora. A continuación, se van a describir el Arduino Uno, Mega, Leonardo y Nano.

2.5.1 Arduino Uno

Este tipo de Arduino es de gama básica y cuenta con 14 pines entrada/salidas digitales de las cuales se pueden usar 6 como PWM y cuenta con 6 entradas analógicas. Posee conexiones USB, ICSP y botón de reinicio. Puede aceptar voltaje de 7 a 20 voltios. En características físicas posee mucha similitud al Arduino Nano y Leonardo.

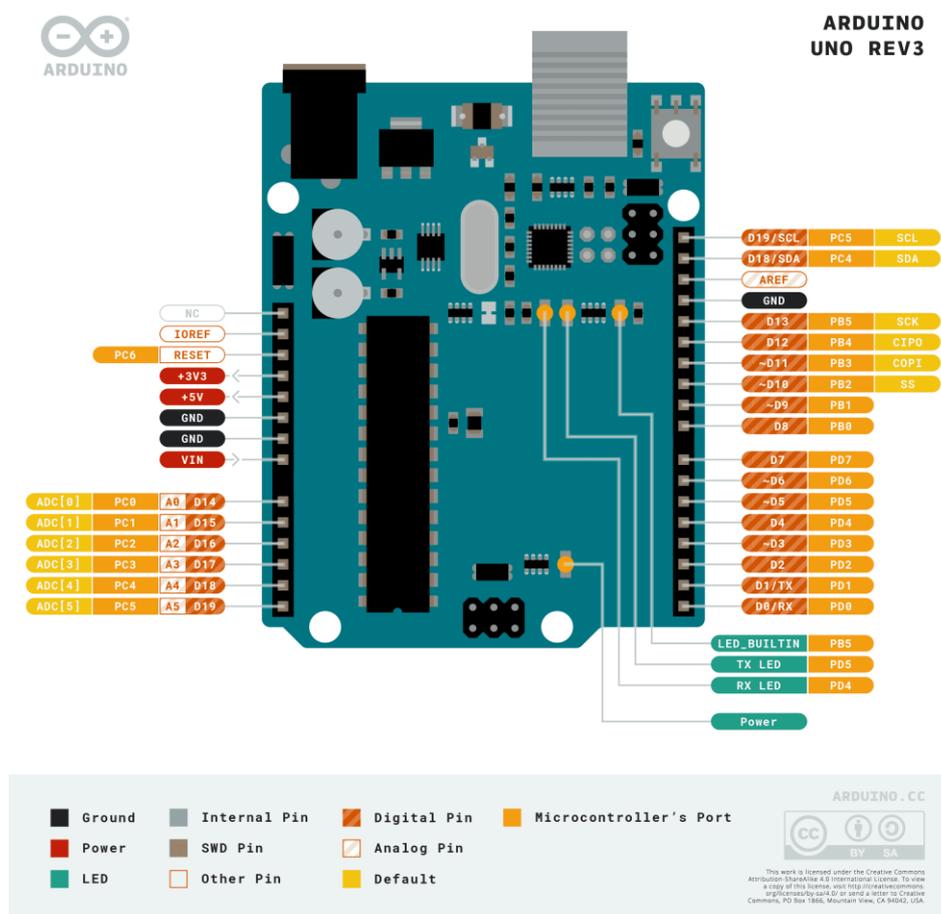


Figura 2.1 Arduino Uno [32]

2.5.2 Arduino Leonardo

Este Arduino tiene características similares al Arduino uno, sin embargo, tiene 12 entradas analógicas y 20 entradas/salidas digitales, posee un microcontrolador ATmega32u4, además tiene comunicación SPI y dos módulos UART. Parecido al Arduino UNO R3, pero con un puerto USB.

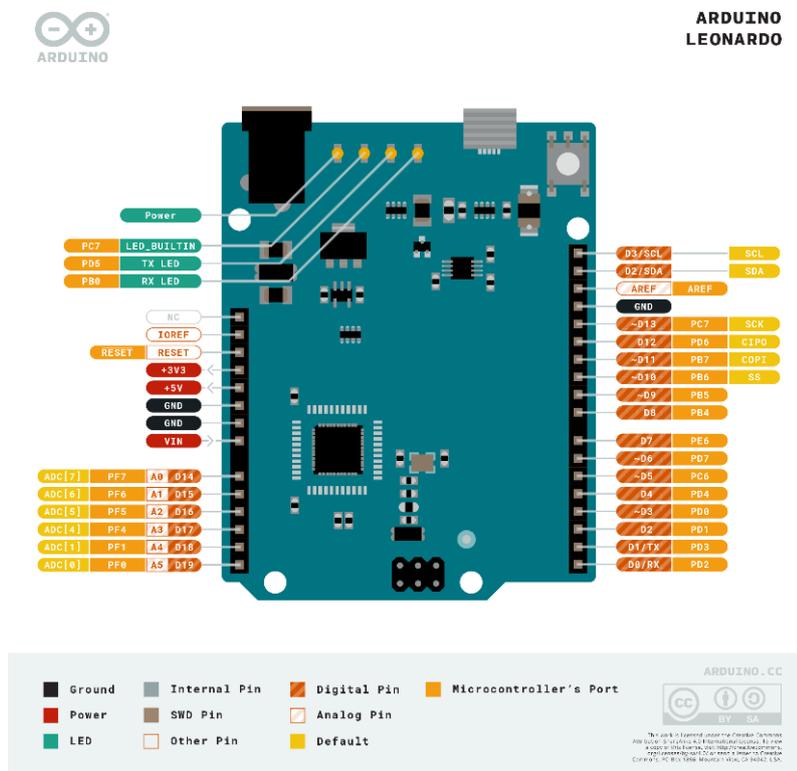


Figura 2.2 Arduino Leonardo [33]

2.5.2.1 Características del dispositivo

Tabla 2-1 Características del arduino Leonardo.

Microcontrolador	Mega32u4
Velocidad	16MHz
Voltaje de trabajo	5V
Pinout	54 pines digitales y 16 analógicos
Memoria	8KB RAM

2.5.3 Arduino Mega 2560

Este tipo de Arduino es un microcontrolador ATmega2560 y tiene 54 entradas/salidas digitales, además 16 de ellas pueden usarse como PWM, 16 entradas analógicas y 4 modelos UART, una gran ventaja de dicho Arduino es que es compatible con todos los shields de Arduino. Se lo conocer como una versión actualizada del Arduino Mega.

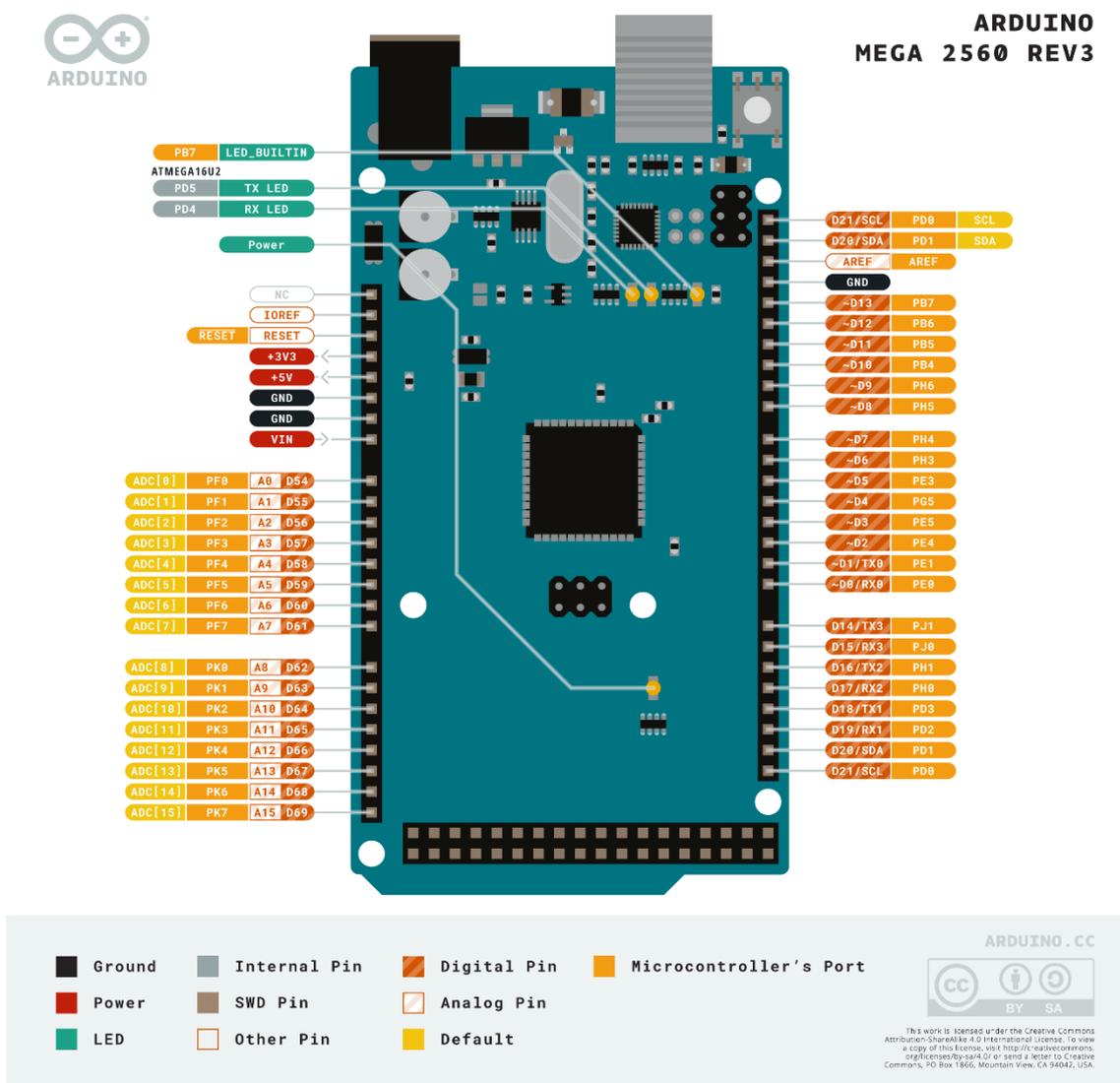


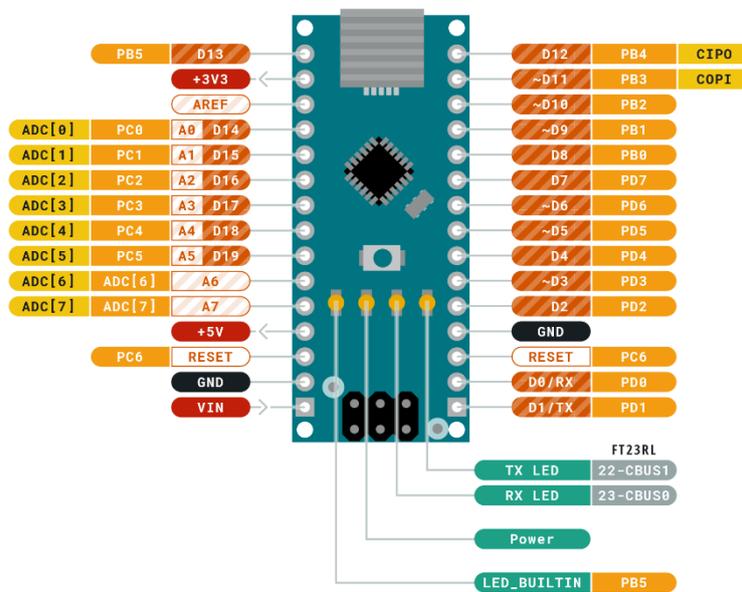
Figura 2.3 Arduino Mega 2560 [34]

2.5.4 Arduino Nano

El Arduino Nano es un componente compacto similar al Arduino UNO. Este microcontrolador es pequeño, completo y amigable con la placa de prueba basada en el Atmega328, tiene más o menos la misma funcionalidad que el Arduino Duemilanove, pero en un paquete diferente.



**ARDUINO
NANO**



Ground	Internal Pin	Digital Pin	Microcontroller's Port
Power	SWD Pin	Analog Pin	
LED	Other Pin	Default	

ARDUINO . CC

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1886, Mountain View, CA 94042, USA.

Figura 2.4 Arduino Nano [35]

2.5.5 Arduino Mega vs Nano vs Uno

Tabla 2-2 Características del Arduino Uno - Mega - Nano

Características	Arduino Uno	Arduino Mega2560	Arduino Nano
Precio	\$20.00 - \$ 23.00	\$36.00 - \$ 39.00	\$20.00 - \$ 23.00
Dimensiones	2.7 in x 2.1 in	4 in x 2.1 in	4.5 x 1.8
Procesador	ATmega328P	ATmega2560	ATmega168ATmega328P
Velocidad de Reloj	16MHz	16 MHz	16 MHz
Flash Memory	32 kB	256 kB	1632 kB
EEPROM	1kB	5kB	0.5120 kB
SRAM	2kB	8 kB	12 kB
Voltaje Operación	5V	5V	5 V
Pines Digitales	14	54	8/0
Pines Analógicos	6	15	14/14
USB	Estándar A/B USB	Estándar A/B USB	----
WiFi / Bluetooth / Ethernet	No	No	No

Como se muestra en la Tabla 2.2 se resume las características entre diferentes modelos de Arduino, se llegó a la conclusión que para el presente proyecto se usará el Arduino Nano debido a sus dimensiones, por su micro controlador ATmega 328p, además posee 2 entradas Analógicas Adicionales y es de bajo costo.

2.6 Módulo ESP

Los módulos ESP, están basados en el SoC (System On Chip). Posee un potente procesador con arquitectura de 32 bits y conectividad WiFi, dichos módulos pueden trabajar en dos modos, el primero como estación WiFi y el segundo como Punto de Acceso.

2.6.1 Módulo ESP 32

Este módulo incluye conexiones inalámbricas como Bluetooth, Wifi entre otras aplicaciones. Posee seguridad criptográfica e interfaces periféricas como: PWM, SPIN entre otros.

Debido a que este microcontrolador posee conexión Wifi nos permite conectarnos a una red de medio alcance como son las redes LAN o un router, también posee conexión por Bluetooth que nos permite realizar una comunicación inalámbrica con un celular o computadores portátiles. [36]

Cuenta con dos microprocesadores de bajo consumo Tensila Xtensa de 32 bits LX6, también incluye una co-procesadora capaz de realizar conversiones analógica-digitales.

Tabla 2-3 Característica del Módulo ESP32.

Características	Modulo Esp 32
Rango de temperatura de funcionamiento	Entre -40°C a +85°C
Tensión de funcionamiento	2.5V a 3.6V
Corriente operativa	80 mA
Protocolos de red	IPv4, IPv6, SSL, TCP/UDP/HTTP/FTP/MQTT
ROM	448 kB de ROM
FLASH (externo)	4Mbytes
Interfaz periférica	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Control Remoto GPIO/ADC/DAC/Touch/PWM/LED

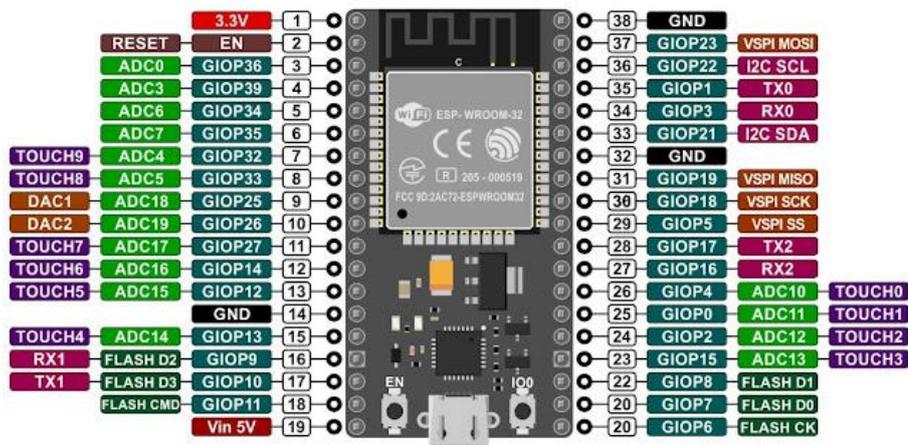


Figura 2.5 Módulo ESP 32 [37]

2.6.2 Modelo ESP8266

Es un microcontrolador que está siendo implementado en muchos proyectos basados en tecnología IoT. Posee un chip integrado que permite conexión Wifi además de ser compatible con el protocolo de transmisión TCP/IP [38]. Tiene incorporado un CPU RISC de 32 bits diseñado por Tensilica usando como base el modelo Xtensa LX106 y trabajando a 80 MHz.

Como no posee memoria flash integrada, este componente tiene integrado un módulo. No posee ROM por lo que usa un ROM externo SPI [39], soportando hasta 16Mb.

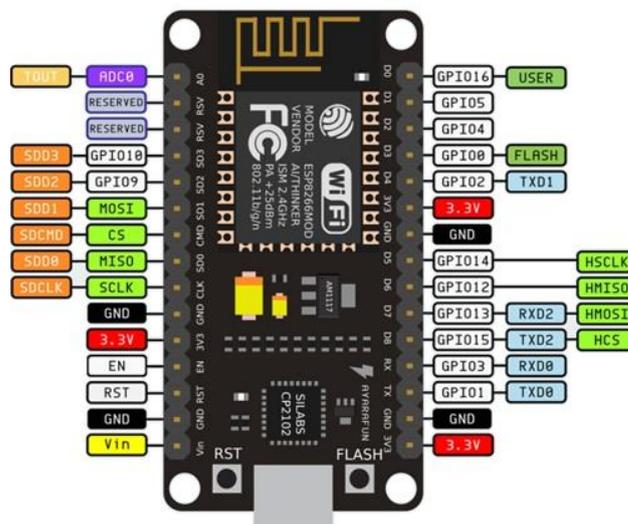


Figura 2.6 Módulo ESP8266 [40]

Tabla 2-4 Característica del Modelo ESP8266

Características	Modulo Esp 8266
Rango de temperatura de funcionamiento	-40 a 125°C
Tensión de funcionamiento	3.0 a 3.6V
Corriente operativa	80mA
Protocolos de red	TCP/UDP/HTTP/HTTPS/FTP
ROM	--
FLASH (externo)	512 KB a 4 MB
Interfaz periférica	SPI/I2C/UART

2.6.3 Modulo Esp 32 vs ESP8266

Tabla 2-5 Modulo Esp 32 vs ESP8266

Características	Modulo ESP 32	Modelo ESP8266
CPU	Xtensa Dual-Core 32-bit LX6 con 600 DMIPS	Xtensa Single-Core 32-bit L106
Velocidad del Wi-Fi	802.11n hasta 150 Mbps	Hasta 72,2 Mbps
Protocolo Wi-Fi	802,11 b/g/n (2,4 GHz)	802,11 b/g/n (2,4 GHz)
GPIO	36	17
Bluetooth	Si	No
SPI/I2C/I2S/UART	4/2/2/3	2/1/2/2
Modos Wi-Fi	Station/SoftAP/SoftAP+Station/P2P	Station/SoftAP/SoftAP+Station/P2P

Como se observó en la Tabla 2.5, se concluyó que para la realización del proyecto se hará uso del Módulo Esp32 debido a que integra dos

microprocesadores (Xtensa Dual-Core), otro punto a favor es la velocidad de Wifi donde el ESP32 duplica la cantidad Mbps (Megabit por Segundo).

2.7 Plataforma Arduino

Arduino es una plataforma de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre. Los lenguajes de programación que se pueden usar en la plataforma Arduino son Java, Matlab, Gambas, Python y Ruby.

2.8 Arduino IDE

Es un software flexible que nos ayuda a operar con diferentes placas oficiales y no oficiales compatibles con Arduino, por ende, podemos utilizar tanto Arduino Ide y el lenguaje de programación C para programar placas.

2.8.1 Componente del IDE

Los componentes del programa IDE son los siguientes:

- **Editor de Texto:** Nos ayuda a escribir la programación.
- **Compilador:** Permite traducir la programación al lenguaje de Máquina.
- **Depurador:** Permite probar y eliminar errores de la Programación.
- **Editor Gráfico:** Permite crear y diseñar la interfaz gráfica
- **Interprete:** Logra ejecutar el código.

2.9 Pin Output

Los microcontroladores poseen diferentes tipos de pines como los pines análogos, digitales, alimentación, comunicación y pines de doble función, a continuación, se detallará las características de los Pines.

2.9.1 Entradas Y Salidas Análogas

Las entradas y salidas analógicas usan módulos que permiten transformar una magnitud análoga en digital para su respectivo procesamiento. Así mismo las salidas analógicas convierten la señal digital en forma de intensidad o tensión.

2.9.2 Entradas Y Salidas Digitales

La función que cumplen estos pines en los diferentes microcontroladores como Arduino o los módulos ESP, es la conexión de los sensores y actuadores para recibir y enviar información, cabe recalcar que dichos sensores funcionan con 5V y disponen de una resistencia Interna "Pull-Up" la cual la activamos mediante la programación si deseamos utilizarla.

2.10 Lenguaje de Programación

El lenguaje de programación posee un conjunto de reglas, símbolos y palabras que tiene como finalidad expresar procesos específicos que puedan ser ejecutados de una manera ordenada.

Permite al programador plasmar una serie de secuencias o instrucciones en forma de algoritmo con la finalidad de ejecutar acciones físicas o lógicas en un sistema informático. Es por eso que todo conjunto de ordenes escritas basadas en un lenguaje de programación se los llama programa informático.

Entre los lenguajes de programación tenemos:

- Java
- Python
- C
- C++

2.11 Tipo de lenguaje de Programación

2.11.1 Lenguaje de bajo nivel

Son lenguajes independientes de la arquitectura de la computadora, entre las funciones que cumplen es que pueden cumplir instrucciones muy elementales, la eficiencia en memoria y tiempo de ejecución son la prioridad para este tipo de lenguaje. [41]

Ensamblador: Es un lenguaje de baja nivel para computadoras, microprocesadores, microcontroladores y otros circuitos integrados programables.

2.11.2 Lenguaje de alto nivel

Son lenguajes que son dependientes de una máquina, entre las principales funciones que poseen está la de cumplir instrucciones semánticamente complejas, dando prioridad a la productividad y la legibilidad. [42]

Entre los lenguajes de alto nivel están:

Python

Es un lenguaje de programación interpretado cuya función hace énfasis en una sintaxis. Python es usado en la creación de aplicaciones web, machine learning y la ciencia de datos que permiten recolectar información para luego analizarla [43]. Es un programa que es gratis y de fácil instalación.

Es un sistema compacto debido a que simplifica líneas de códigos a comparación de otros lenguajes de programación. Puede ser instalado en diferentes sistemas operativos como por ejemplo Windows, Linux entre otros.

Java

Es un lenguaje de programación que está orientado a objetos, diseñados para tener pocas dependencias de implementación. Trabaja mucho con lenguaje de programación C y C++.

Java ha estado en constante evolución desde sus inicios formando parte del mundo digital, debido a que presenta características muy fiables capaces de crear aplicaciones y servicios. [44]

2.11.3 Lenguaje de medio Nivel

Los lenguajes de medio Nivel son aquellos que depende de una máquina, poseen instrucciones muy elementales, son eficientes en memoria, tiempo de ejecución y no existen detección de errores. Permite crear sistemas operativos debido a su compleja programación abstracta.

Este tipo de lenguaje se encuentra en un punto intermedio, donde tiene tanto ventajas como desventajas, el ejemplo más común es el tipo de programación del lenguaje en C. [42]

2.12 Módulos

Los módulos o también conocidos como Shields son componentes que se puede integrar a un Arduino o Módulos ESP y nos ofrecen variedad de funciones como obtener la temperatura, longitud entre otros parámetros.

Al integrar estos módulos podemos tener conectividad para implementar la tecnología IoT.

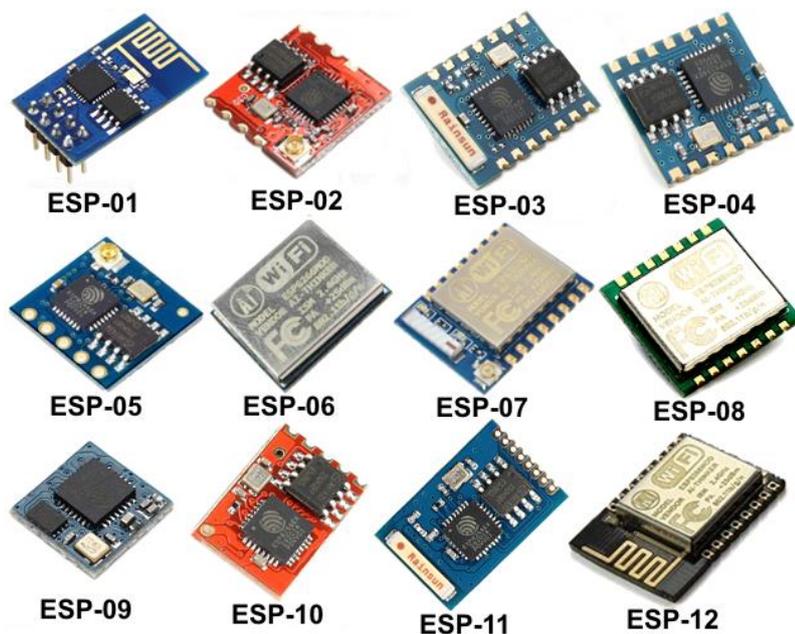


Figura 2.7 Shields WiFi [45]

2.12.1 Modulo Relé

Modulo relé es un componente electromagnético que trabaja como un switch y es controlado por un sistema eléctrico, que permite pasar corriente cuando cumple ciertas condiciones.

Características del componente

- Led indicador de encendido y apagado.
- Voltaje de alimentación de 5Vdc.
- Controla dispositivos en ac Y DC.



Figura 2.8 Rele de 5vdc [46]

2.12.2 Teclado Matricial

Es un componente que posee varios pulsadores. Presenta los pulsadores agrupados en filas y columnas generando una matriz.

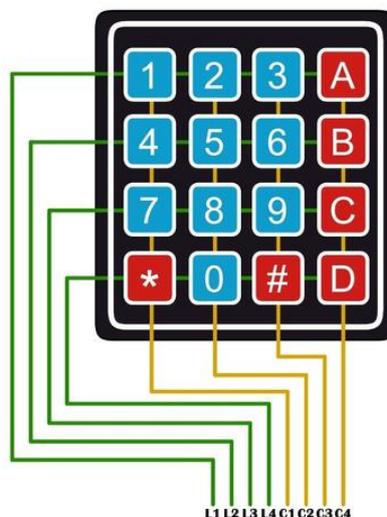


Figura 2.9 Teclado Matricial [47]

2.13 Sensores

Los sensores son dispositivo que detectan el cambio en un entorno y son capaces de captar información para luego convertirla en señales analógicas para su respectivo procesamiento digital [48].

2.14 Clasificación de Sensores

Existen mucha variedad de sensores capaces de detectar, medir, analizar y procesar datos, entre los datos que se analizan están longitud, alturas entre otros parámetros.

2.14.1 Sensores Activos o Pasivos

Los sensores activos necesitan de una fuente de alimentación eléctrica para el funcionamiento, por otro lado, los sensores que no requieran de una fuente de alimentación son denominados sensores pasivos.

2.14.2 Sensores con señal analógica y digital

Los sensores analógicos proporcionan una magnitud analógica, lo que significa que su valor varía respecto al tiempo entre los ejemplos posibles tenemos los sensores de iluminación, viento, presión y humedad.

En cambio, los sensores digitales son aquellos que transmiten un número determinado de valores posible a la salida, mostrando valores en la salida como abierto o cerrado, On-Off, encendido-apagado, uno-cero.

2.15 Sensor de Huella Dactilar

Es un dispositivo electrónico que permite guardar, leer e identificar huellas dactilares de una persona. Se caracterizan porque son sensibles al tacto. En los últimos años se han hecho muy populares debido a que teléfono, tables y computadores han incorporado este tipo de sensores a su sistema.

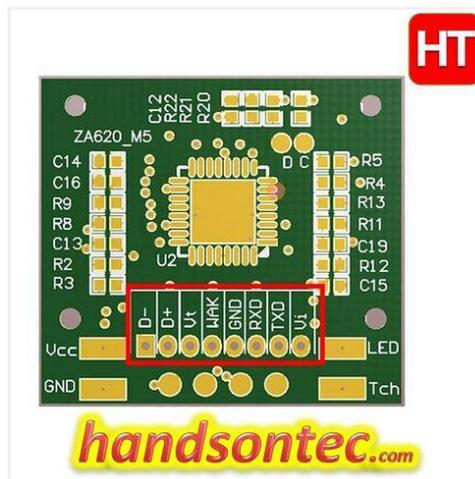


Figura 2.10 Sensor de Huella Dactilar [49]

2.16 Sensor PIR

Los sensores PIR o también conocidos como detectores pasivos infrarrojos son componentes electrónicos que permiten detectar personas debido al calor que emiten. Se denomina sensores pasivos porque solo entran en funcionamiento cuando detectan radiación infrarroja. Posee en su interior un sensor pieza eléctrica que capta la radiación para convertirla en señal eléctrica

Son componentes de baja potencia, económicos y de fácil funcionamiento. Debido a estas características son muy usados en el campo de la domótica y sistemas de seguridad.

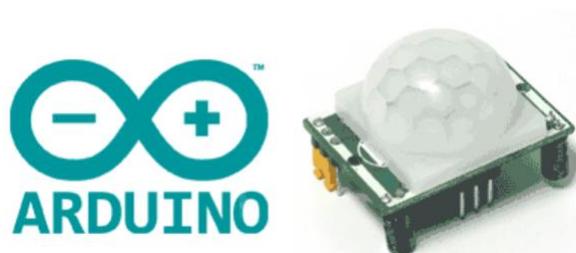


Figura 2.11 Sensor PIR. [50]

2.17 Detector Magnético de Apertura

El detector magnético para puerta es un componente electrónico fácil de instalar y es el más usado cuando se trata de sistemas de intrusión.

El funcionamiento de este tipo de detector se da de las siguientes formas: Normalmente cerrado y normalmente abierto. El sistema es normalmente cerrado cuando se le acerca un campo magnético caso contrario el sistema estará en estado normalmente abierto. Su principal característica es detectar cuando una puerta o ventana es abierta.

La instalación de este tipo de detector es colocar el interruptor red en una parte fija y el imán en la puerta.



Figura 2.12 Contacto Magnético. [51]

2.18 Transistores

Es un dispositivo semiconductor de tres elementos: base, colector y emisor. Posee estados como transistor en saturación y en corte.

Las partes de un transistor son

- Base: Controla el paso de Electrones
- Colector: Recibe los Electrones
- Emisor: Emite los Electrones

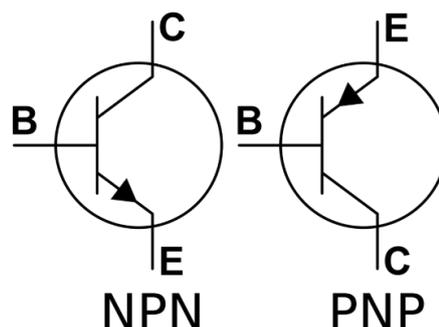


Figura 2.13 Transistor NPN – PNP [52]

En la Ilustración 2-11 se observa los tipos de transistor , el NPN representa que la corriente positiva polariza en la base para controlar el flujo de corriente del Colector al Emisor , en cambio PNP la corriente negativa polariza en la Base para controlar el flujo del Emisor al Colector.

2.18.1 Transistor 2N222A

Es un transistor BJT (Transistor de Unión Bipolar) de juntura NPN. Su estructura es de plástico posee 3 pines [53]. Este tipo de transistor puede trabajar como switch o amplificador.

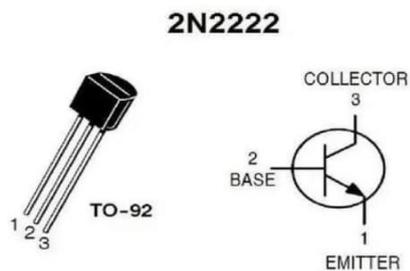


Figura 2.14 Transistor 2N222A [54]

2.19 Comunicación Inalámbrica

Conexión inalámbrica es aquel sistema capaz de realizar una comunicación entre emisor y receptor mediante modulaciones de ondas electromagnéticas dejando de lado el cableado como método de propagación físico.

2.19.1 WiFi

Este tipo de comunicación inalámbrica de baja potencia, pero versátil y cómoda es usada para la comunicación de varios dispositivos electrónicos e informáticos. Actualmente es el sistema de comunicación inalámbrico más usado empleando ondas de radio para la transmisión de información [55]. El nombre WIFI proviene de la abreviatura Wireless Fidelity.

Dispositivos como computadoras, celulares, tablets entre otros dispositivos electrónicos pueden conectarse a internet por medio de un punto de acceso de red inalámbrica.

Existen dos tipos de sistemas WIFI que se utilizan con mucha frecuencia:

- 802.11b que trabaja a 10Mb/s
- 802.11g que trabaja a 50Mb/s

2.19.2 TIPOS DE WIFI

Existen dos tipos de wifi de acuerdo con los estándares a continuación se describen.

2.19.2.1 Banda de 2,4 GHz

En esta banda se encuentran los estándares IEEE 802.11n entre otros permitiendo velocidades de 11Mbit/s hasta 300 Mbit/s [56]. Este tipo de banda poseen muchas interferencias debido a que comparte con otros sistemas inalámbricos como Bluetooth.

2.19.2.2 Banda de 5 GHz

Posee el estándar IEEE 802.11ac estando en un canal completamente nuevo que no tiene interferencias. A pesar de que la distancia de cobertura es limitada se compensa con su estabilidad y velocidad.

2.19.3 Protocolo de Wi-Fi IEEE 802.1

Tabla 2-6 Protocolo de Wi-Fi IEEE 802.1

Protocolo	Frecuencia	Ancho del canal	Velocidad de datos máxima
802.11ax	2,4 o 5 GHz	20, 40, 80, 160 MHz	2,4 Gbps
802.11ac wave2	5 GHz	20, 40, 80, 160 MHz	1,73 Gbps
802.11ac wave1	5 GHz	20, 40, 80 MHz	866,7 Mbps
802.11n	2,4 o 5 GHz	20, 40 MHz	450 Mbps
802.11g	2,4 GHz	20 MHz	54 Mbps

802.11a	5 GHz	20 MHz	54 Mbps
802.11b	2,4 GHz	20 MHz	11 Mbps

Para obtener este servicio inalámbrico solo se necesita de un punto de acceso que se conecta a un modem y un dispositivo wifi.

2.20 Tecnología Bluetooth

Permite la transmisión de voz y datos usando un enlace de radiofrecuencia en banda ISM (2.402GHz y 2.480GHz) [57]. Este tipo de tecnología permite conectar diferentes dispositivos electrónicos de manera inalámbrica a un sistema para la transferencia de datos.

Este tipo de conexión inalámbrica ha llegado a evolucionar a tal punto de llegar a funcionar a más de 100 metros de distancias. Cuando se creó este sistema de comunicación se transmitía datos a 720kbs, al pasar las décadas se ha llegado a transmitir datos a 50Mbps.

A diferencia de otras formas de transferencias de datos, Bluetooth se especializa en transferir datos a distancias cortas, así como establecer conexiones de bajo consumo y sencillas.

2.20.1 ALCANCE DEL BLUETOOTH

Tabla 2-7 Alcance del BLUETOOTH

Tipo	Máxima potencia de Transmisión	Máximo alcance en exteriores	Máximo alcance en interiores	Aplicaciones
Tipo I	100mW	100 m	200 m	Ordenadores Portátiles
Tipo II	2,5 mW	10 m	50 m	Adaptadores y ordenadores
Tipo III	1 mW	1 m	10 m	Celulares

2.20.2 BLUETOOTH LOW ENERGY (BLE)

Este sistema inalámbrico se caracteriza por consumir poca energía, usando solo el 10% de energía de un sistema de Bluetooth tradicional. Este sistema inalámbrico posee un cifrado de 128 bits. Debido a que posee un espectro ensanchado por salto de frecuencia (AFH) es considerado un protocolo de transmisión robusto. Permite corregir errores al momento de transmitir alguna información dejando de lado el reenvío de datos.

Funciona con potencias muy bajas y posee un rango de alcance de hasta 200 metros. Debido a esta característica las aplicaciones que usen este tipo de conexión inalámbrica pueden funcionar durante cuatro o cinco años.

Este tipo de tecnología BLE [58] es implementado mucho en dispositivos médicos como sensores o medidores de pulso, luces y otros dispositivos pequeños.

2.21 Internet de las cosas (IoT)

La tecnología de Internet de las cosas permite combinar sensores con objetos físicos capaz de intercambiar datos con otros dispositivos usando internet o algunos de los sistemas de comunicaciones que existen. Las placas de Arduino o Módulos ESP, están siendo diseñadas para ser probadas dentro del Internet de las Cosas.

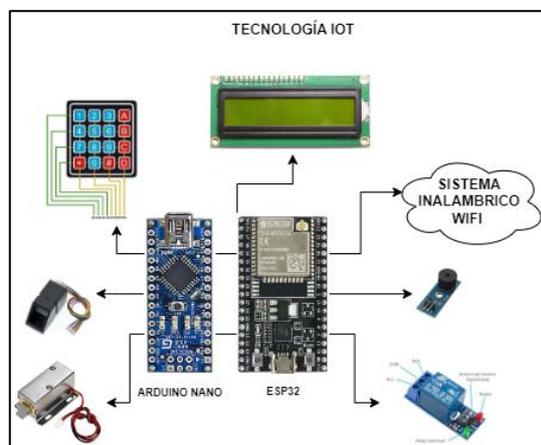


Figura 2.15 Sistema aplicando Tecnología IoT

2.22 MIT Inventor

MIT Inventor es un entorno de programación que nos permite crear aplicaciones móviles de forma muy sencilla y que funcionan en dispositivos Android o iOS. Trabaja con un sistema de bloques para la programación de programas.



Figura 2.16 Aplicación MIT APP Inventor

2.23 EasyEDA

La herramienta Easy EDA es usado en la realización de proyectos electrónicos. Con este simulador se puede diseñar circuitos eléctricos y placas PCB sin necesidad de instalar un programa ya que es un software online.

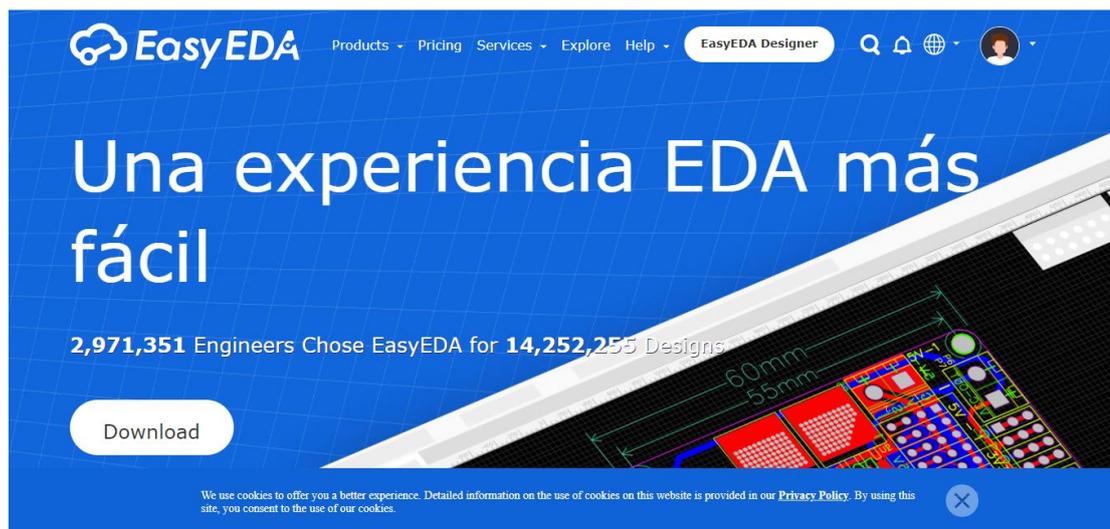


Figura 2.17 Programa EasyEda

2.24 Autodesk Inventor Profesional

Inventor Profesional es un software Cad 3D, que nos ofrece una gran variedad de herramientas para el diseño y simulación de alta calidad.

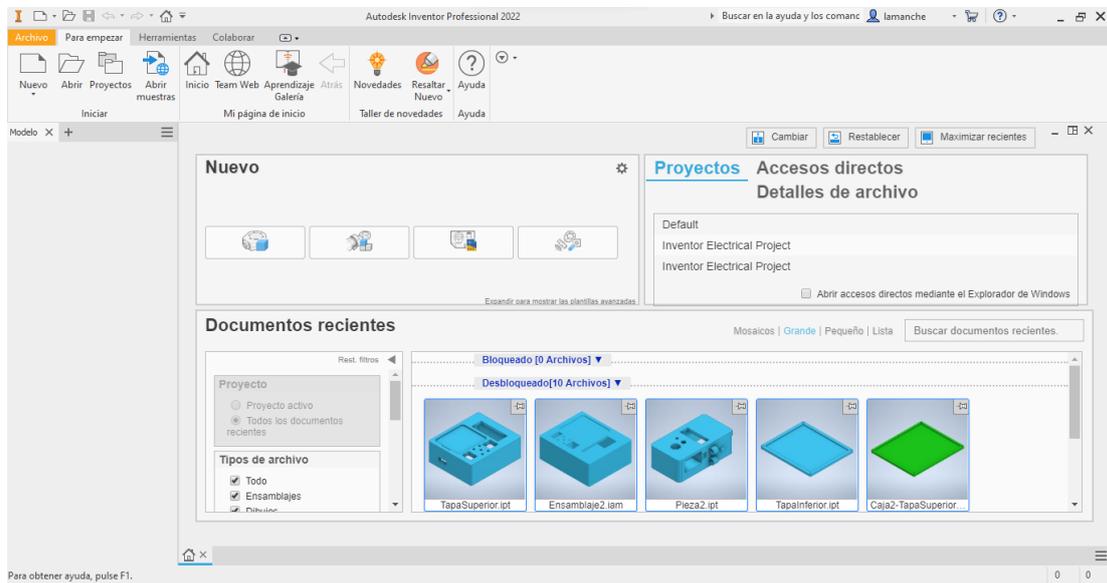


Figura 2.18 Inventor Profesional 2022

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

En este capítulo se detalla el proceso de diseño de la solución del presente proyecto, donde se explica por medio de diagramas de bloques y flujo el diseño del prototipo. Además, se explicará el diagrama esquemático y conexiones. Por último, se detallará el funcionamiento del prototipo.

La propuesta de diseño para el presente proyecto consta de dos partes, la primera parte se trata de un sistema principal compuesto por un microcontrolador que usa la tecnología WiFi, este sistema permite al usuario conectar de manera inalámbrica con un móvil y por medio de una dirección IP activar o desactivar la cerradura eléctrica.

En cambio, la segunda parte del control de acceso consiste en un sistema de doble autoidentificación controlado por un microcontrolador, este método de autenticación es de doble validación, la primera parte está compuesta para que el usuario digite por teclado su clave y si dicha clave es correcta accede a la validación por huella dactilar, si el lector biométrico reconoce la huella del usuario la cerradura se activará. Así también el sistema se bloqueará cuando el usuario digite la clave por teclado errónea 3 veces.

3.1 Diseño del Prototipo

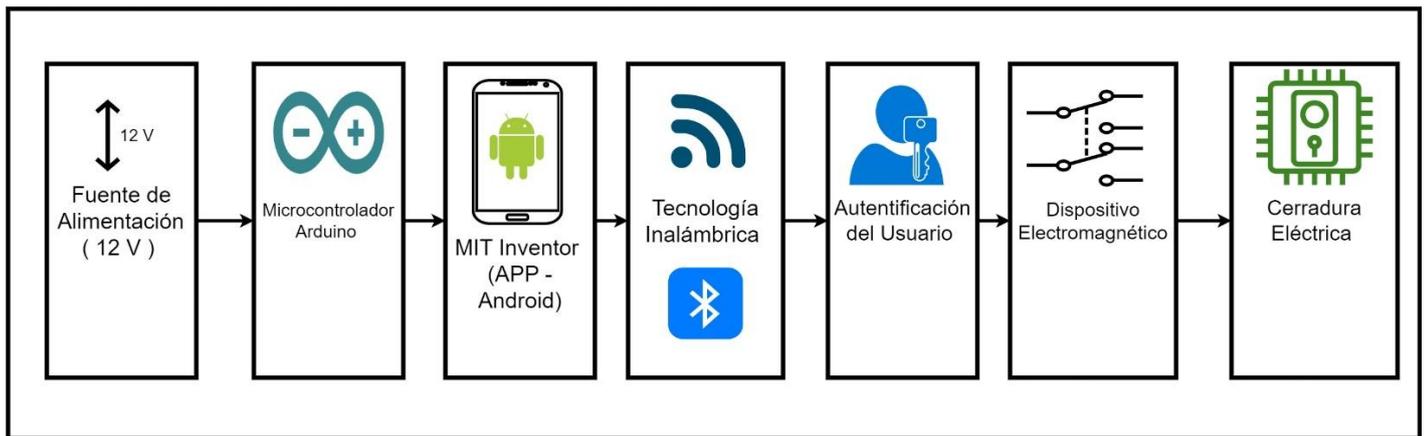


Figura 3.1 Diseño de la solución Sistema Principal

En la Figura 3.1 se muestra el diseño de la solución para el sistema primario que está constituida de diferentes bloques. El sistema se inicia con la respectiva alimentación del circuito para ello se hará uso de una placa “MB102” que proporciona una tensión de 5V al circuito, una fuente de poder de 12 V, luego se muestra la etapa del microcontrolador, a continuación, se instala la App en el dispositivo Android del Usuario cabe recalcar que el usuario debe aceptar los términos y condiciones de la App. Después el usuario tendrá un menú de dos opciones la primera por conexión WiFi donde deberá colocar una dirección IP en la App que será entregada por el Router del Usuario y la segunda por Bluetooth donde el usuario se deberá conecta al módulo Bluetooth y luego colocar una clave de 4 dígitos para activar la cerradura.



Figura 3.2 Diseño de la solución Sistema Secundario

En la Figura 3.2 se muestra el diseño de la solución que está constituido por diferentes bloques conectados al microcontrolador, entre ellos tenemos la visualización de datos, la autoidentificación de datos, las alarmas visuales y auditivas. Por último, tenemos el dispositivo electromagnético que activará la cerradura eléctrica. Cabe mencionar que el programa de los sistemas se realiza mediante Arduino IDE, pero existen una gran cantidad de programas como Python o C++ donde se puede programar, en este caso se usó este software de código abierto porque es un tipo de lenguaje de programación de nivel medio que es didáctico para el usuario.

3.2 Desarrollo de la Solución

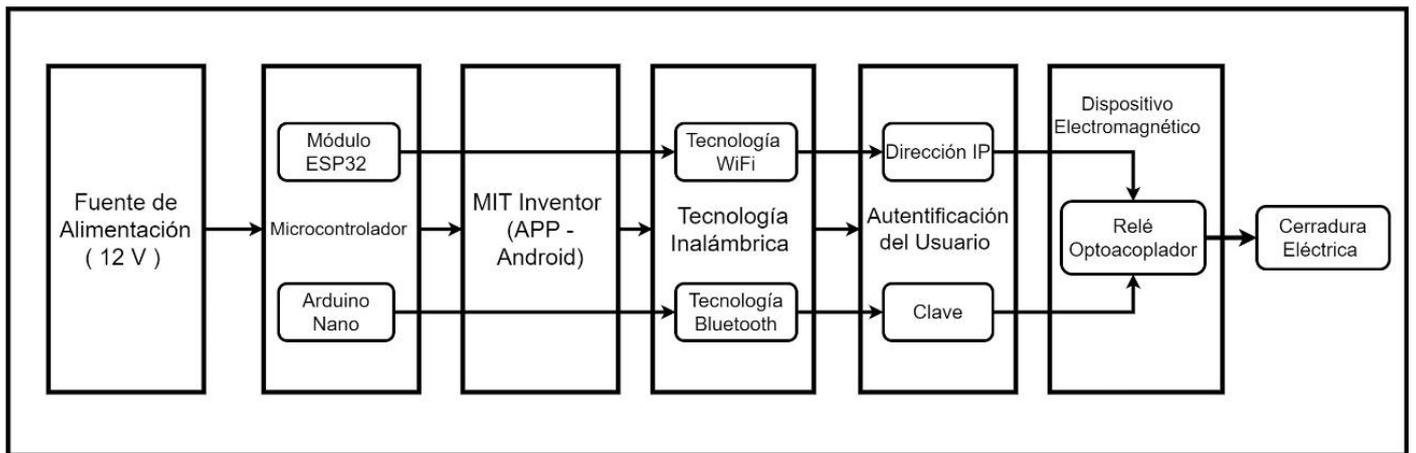


Figura 3.3 Desarrollo del Diagrama de Bloques Sistema Principal

En la Figura 3.3 se muestra el sistema principal donde se implementó el sistema de conexión inalámbrica WiFi para que el Módulo ESP32 se pueda conectar al router de una vivienda, así también se usó el puerto 80 para que nos entregue una dirección IP, y el usuario pueda acceder a dicha dirección y activar la cerradura. Se desarrolló un programa en MIT App Inventor para diseñar una interfaz con opciones de apertura o cerrar una cerradura.

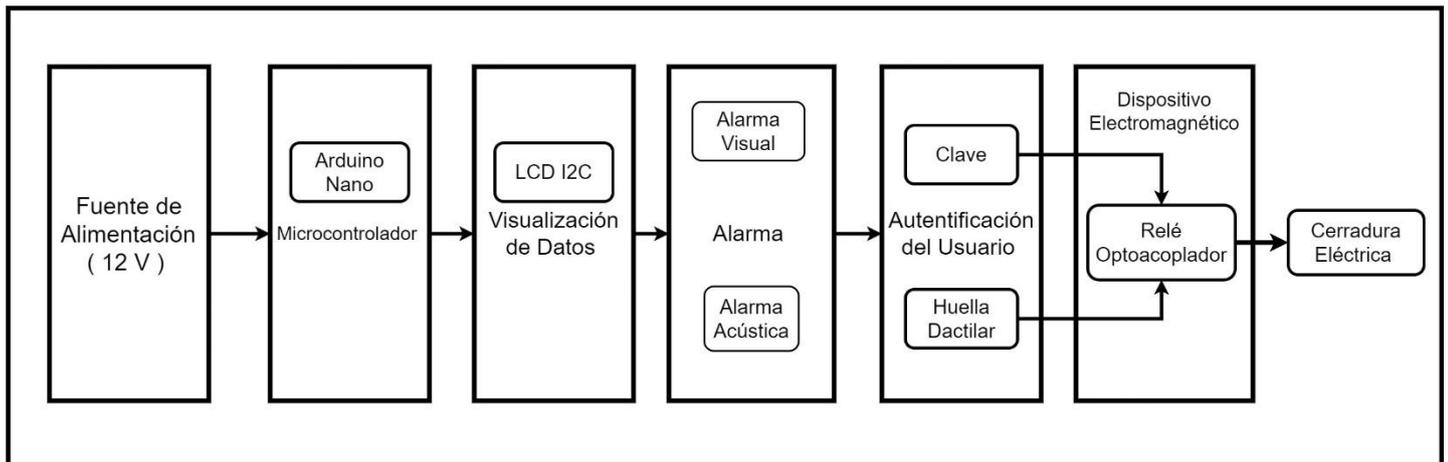


Figura 3.4 Desarrollo del Diagrama de Bloques Sistema Secundario

En la Figura 3.4 se muestra los bloques que constituyen el Sistema Secundario, que consta de los bloques tales como la visualización de datos por medio de una Pantalla LCD I2C, luego se valida la autenticación del Usuario mediante una clave por teclado o por Huella Dactilar y por último el dispositivo electromagnético que activa la cerradura eléctrica.

3.3 Diagrama de bloques

En los siguientes diagramas de bloques se detalla el diseño del proyecto que se está trabajando. Se explican los diagramas de bloques tanto para el sistema principal y secundario.

3.3.1 Diagrama de Bloques Sistema Principal

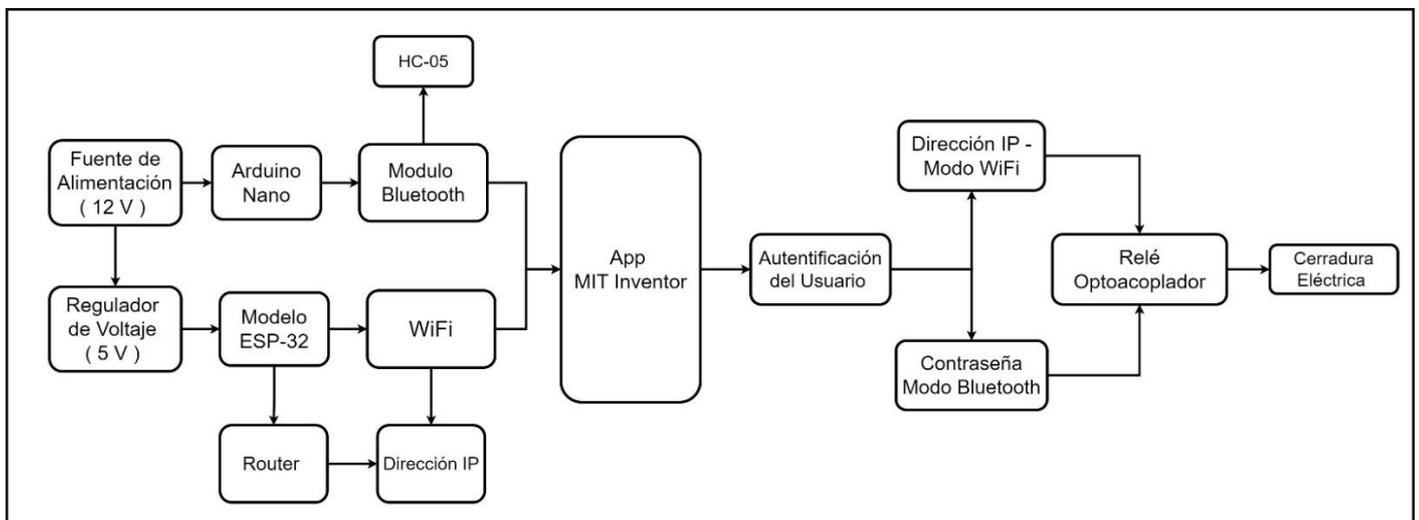


Figura 3.5 Diagrama de Bloques – Sistema Principal

En la Figura 3.5 se muestra el diagrama de bloques donde se tiene el módulo que se usará en la implementación, así como el sistema inalámbrico wifi que se utilizará para realizar la conexión con el teléfono inteligente. Así mismo se explica gráficamente que tiene que hacer un usuario para poder abrir una cerradura eléctrica. El proceso que se desea implementar es que el usuario coloque una contraseña en el celular cuando se conecta por medio del sistema inalámbrico Bluetooth.

3.3.2 Diagrama de bloques – Sistema Secundario

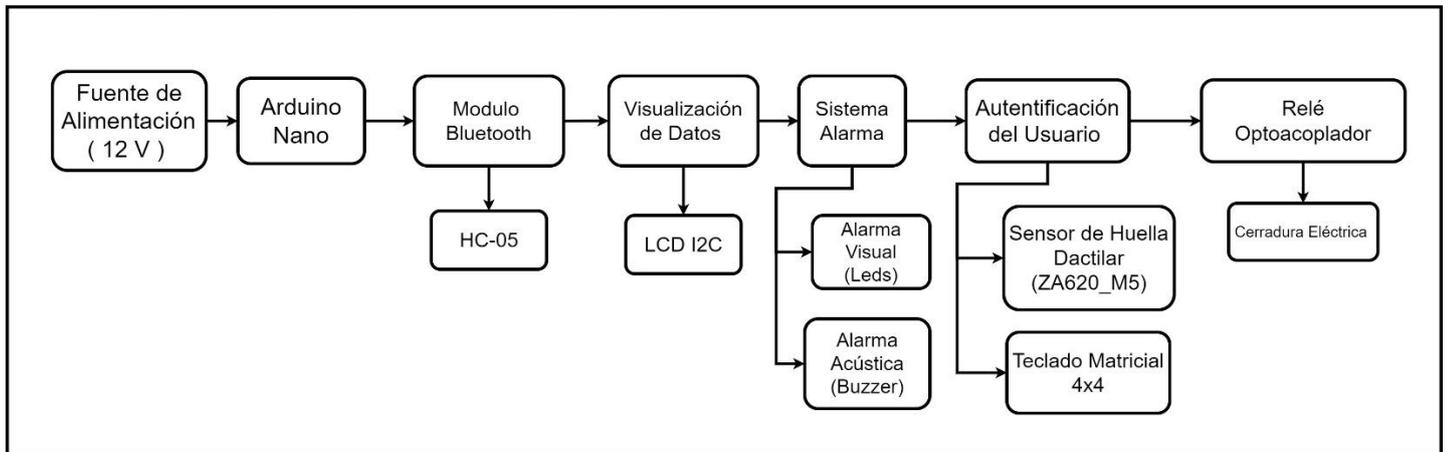


Figura 3.6 Diagrama de Bloques Sistema Secundario

Como se observa en la Figura 3.6, se muestra el diagrama de bloques del sistema secundario que está constituido por el Arduino nano, y donde se detallan los equipos que lo componen, entre ellos tenemos el sistema de doble validación que consta que el usuario digite su clave mediante el teclado matricial y luego coloque su huella para abrir la cerradura. Cabe recalcar que para el desarrollo de la solución se tuvieron que descargar ciertas librerías para el funcionamiento correcto del prototipo, entre dichas librerías tenemos la librería para el teclado matricial, el sensor de huella, el módulo I2C. También se utilizó un programa universal para guardar las huellas en el sensor, dicho programa nos permite guardar alrededor de 127 huellas dactilares. En el sistema secundario se detalla el sistema secundario, el Arduino nano, estará conectado con la pantalla LCD, teclado matricial, sensor de huella dactilar, cabe mencionar que el usuario solo puede abrir la cerradura electrónica, cuando digite su clave correctamente y su huella dactilar sea igual a la base de datos.

3.4 Diagrama de Flujo

3.4.1 Diagrama de Flujo Sistema Principal

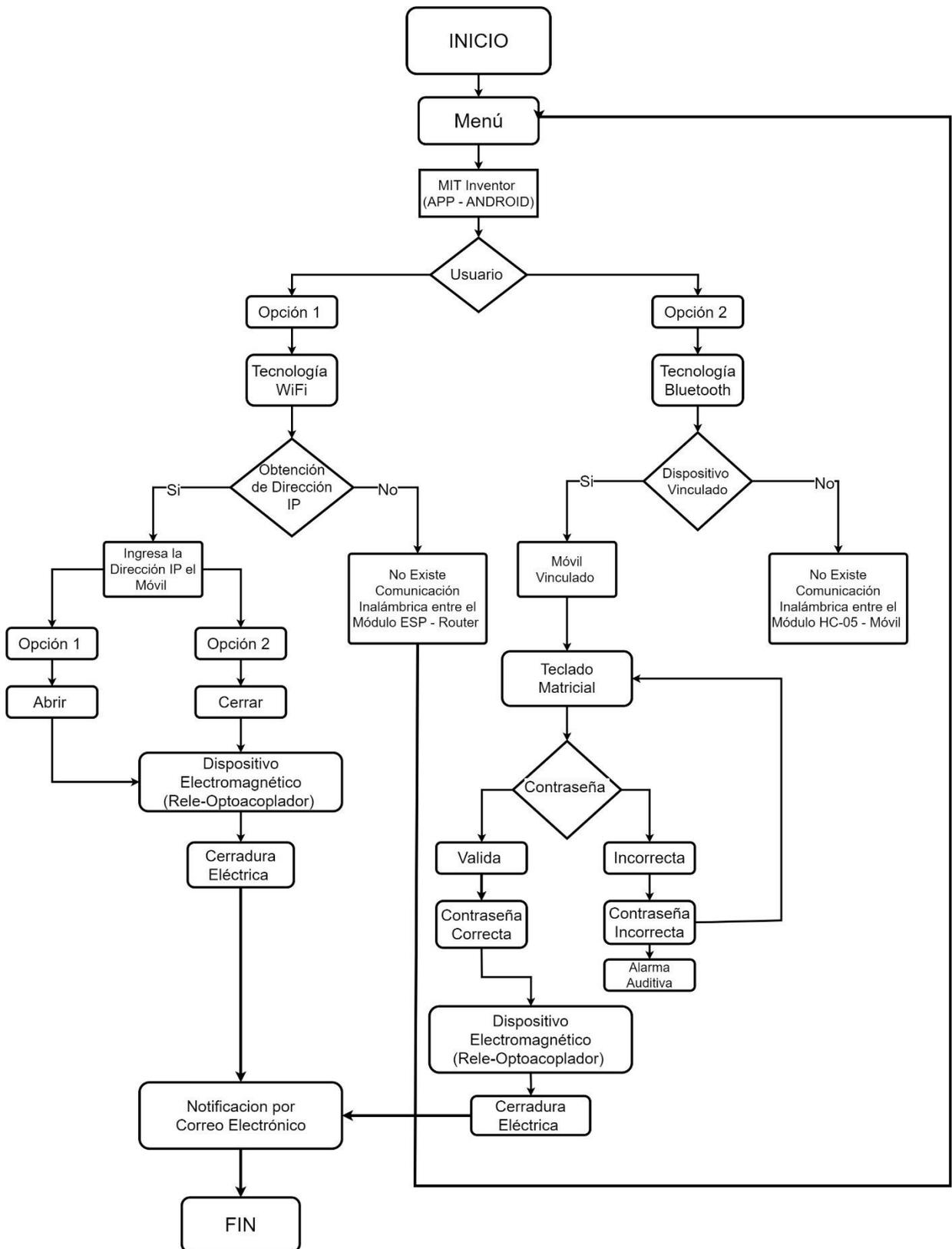


Figura 3.7 Diagrama de Flujo del sistema principal.

3.4.2 Diagrama de Flujo - Sistema Secundario

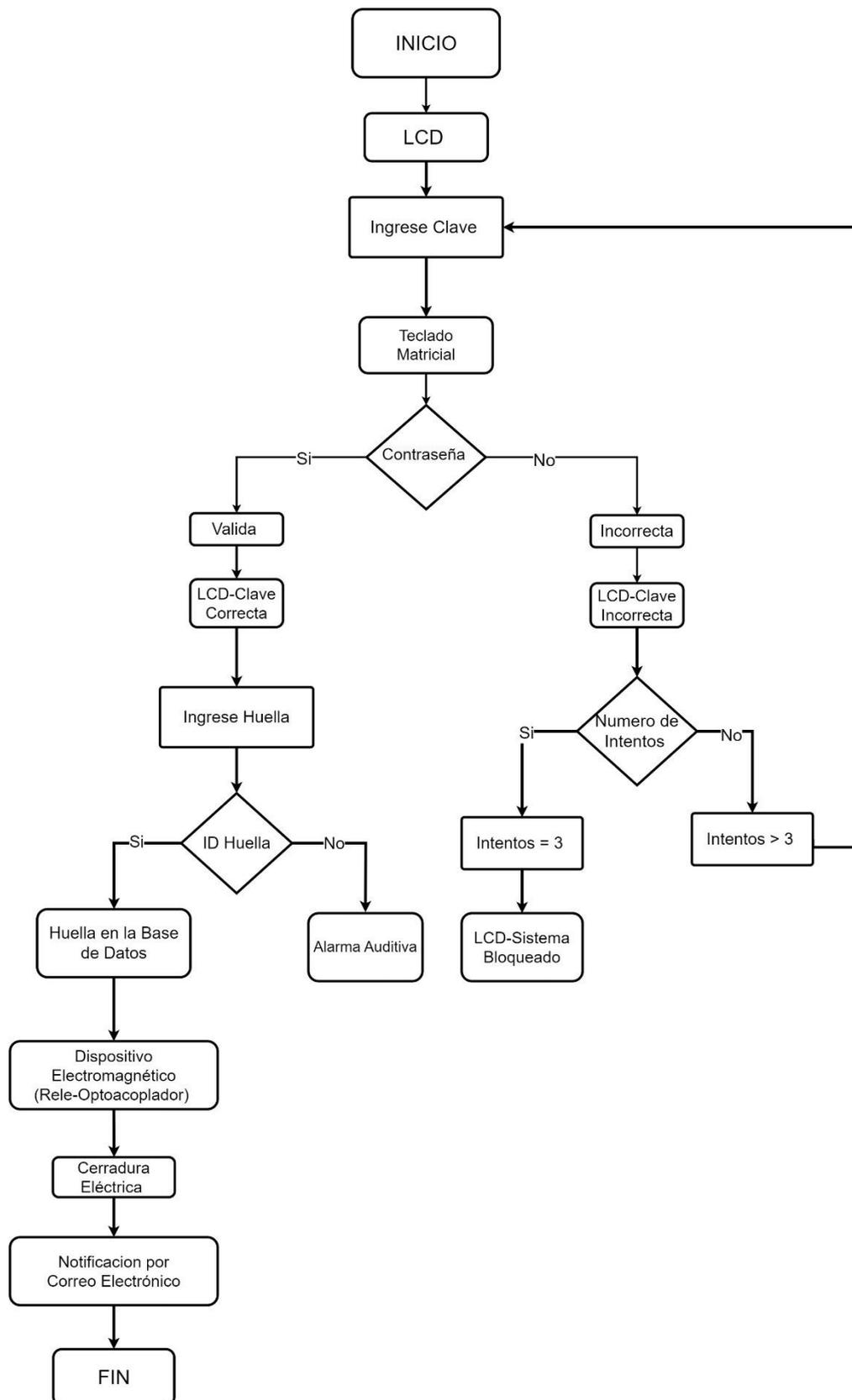


Figura 3.8 Diagrama de Flujo - Sistema Secundario

Como se muestra en la Figura 3.8, se detalla el diagrama de flujo del sistema de respaldo que inicia en el menú principal, donde el usuario ingresa su clave y si es correcta accede al siguiente nivel de validación donde el usuario tiene que colocar su huella en el lector biométrico y si dicha huella consta en el almacenamiento del Sensor Biométrico, entonces el relé cambia de posición por lo consiguiente la cerradura eléctrica se abre por un lapso de 10 segundos. Pero en caso de que el usuario digite su clave 3 veces erróneamente el sistema se bloqueará por 30 segundos y sonará una alarma acústica.

3.5 Materiales del producto

Entre los componentes que conforman al dispositivo tenemos:

- Un Arduino Nano que realiza funciones de control y procesamiento de las señales del sistema y posee precargado un código de computador necesario para ejecutar las funciones requeridas en el proyecto.
- Módulo ESP32 DetKit V1
- Una pantalla LCD para visualizar los resultados.
- Buzzer.
- Placa para conexión de los componentes.
- Teclado Matricial
- Sensor de Huella Dactilar
- Sensor de Movimiento PIR
- Contacto Magnético
- Módulo Bluetooth
- Leds

3.6 Diagrama Esquemático

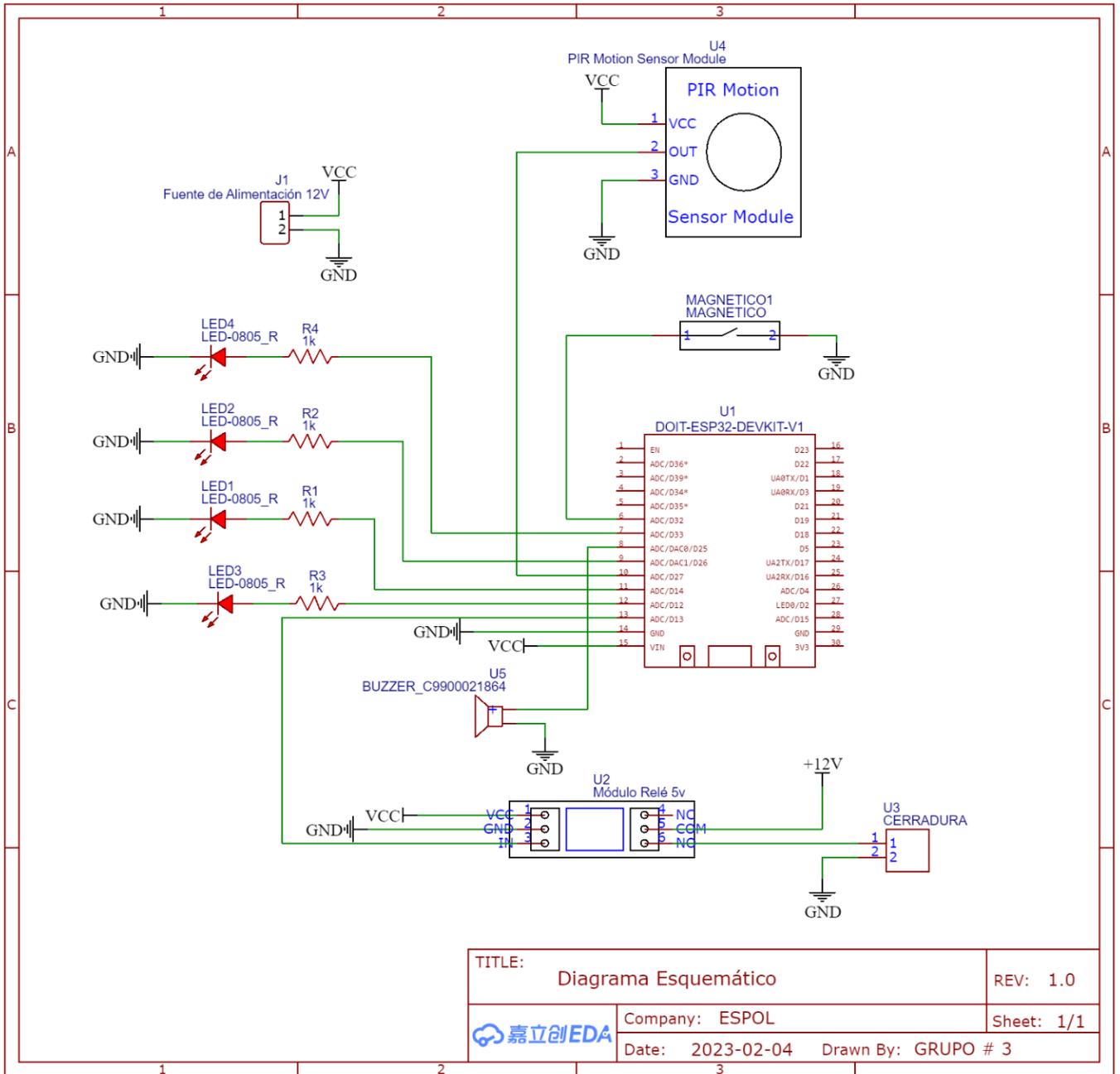


Figura 3.9 Diagrama Esquemático- Sistema Principal

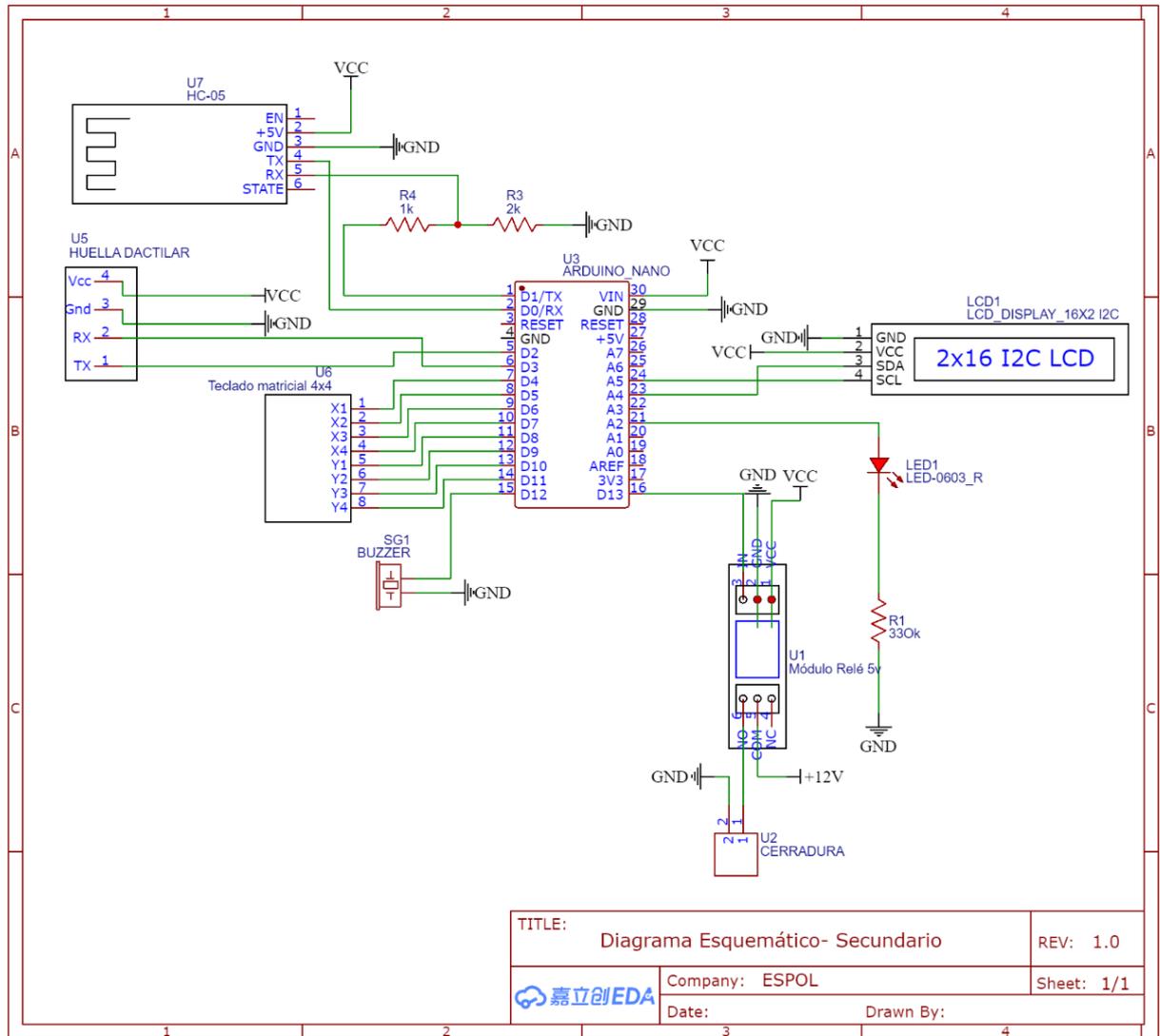


Figura 3.10 Diagrama Esquemático- Sistema Secundario

Como se muestra en la Figura 3.9 y 3.10 para el proceso de la implementación del prototipo se tuvo que realizar los diagramas esquemáticos para el sistema principal y respaldo. Entre los elementos del sistema principal consta de un Módulo ESP32 DevKit V1, Relé High Trigger, Sensor Movimiento PIR, Buzzer y el Sensor Magnético. En cambio, para el sistema de respaldo consta del Microcontrolador Arduino Nano, Sensor de Huella Dactilar, Teclado Matricial, Módulo Bluetooth, LCD I2C, Buzzer, Relé High Trigger. También se muestra que pines se están usando y como es la conexión entre sensores y microcontroladores.

3.7 Conexiones del Dispositivo

Tabla 3-1 Cuadro de conexiones de dispositivo- Sistema Principal

Módulo ESP32 DEVKIT V1		
Componente	DATASHEET	PIN
Rele	VCC	5 V
	GND	GND
	SIGNAL	GPIO13
	NC	-----
	NO	12 V
	COM	Cerradura – VCC
Cargador de 12V	VCC	NO
	GND	GND (Cerradura)
Sensor Movimiento PIR	VCC	5V
	SIGNAL	GPIO27
	GND	GND
Sensor Magnetico	SIGNAL	GPIO32
	GND	GND
Buzzer	SIGNAL	GPIO25
	GND	GND
Led Amarillo	-----	GPIO12
Led Rojo	-----	GPIO14
Led Azul	-----	GPIO26
Led Verde	-----	GPIO33

Tabla 3-2 Cuadro de conexiones de dispositivo- Sistema Secundario

ARDUINO NANO		
Componente	DATASHEET	PIN
Teclado Matricial	1F	D4
	2F	D5
	3F	D6
	4F	D7
	5C	D8
	6C	D9
	7C	D10
	8C	D11
Sensor de Huella Dactilar	VCC	3.3 V
	TX	D2
	RX	D3
	GND	GND
Buzzer	VCC	5 V
	SIGNAL	D12
	GND	GND
Pantalla LCD 16X2	VCC	5 V
	GND	GND
	SDA	A4
	SCL	A5
Cerradura Electrica	VCC	12 V
	GND	NC
	VCC	5 V

Relé	GND	GND
	SIGNAL	A0
	NC	-----
	NO	12 V
	COM	Cerradura – VCC
Cargador de 12V	VCC	NO
	GND	GND (Cerradura)
Módulo Bluetooth	VCC	5V
	GND	GND
	RXD	TX
	TXD	RX

Como se muestra en la Tabla 3.1 y 3.2 se realizó las tablas de conexiones. Para el sistema Principal las conexiones de mayor relevancia podemos mencionar el Sensor de Movimiento PIR y Contacto Magnético que se conectaron hacia los Pines GPIO 27 y 32 respectivamente. Un punto para mencionar en el ESP32 es que no podemos usar los Pines GPIO 34-35-36-39 debido que son Pines de Entrada. En cambio para las conexiones del sistema de respaldo podemos recalcar las conexiones del Módulo Bluetooth debido a que se necesita realizar un divisor de Voltaje para activar el módulo en el PIN RXD, además en los Puertos Seriales del Arduino Nano se conectan de manera invertida hacia el Módulo HC-05, es decir (Nano TX – RXD HC-05) y (Nano RX-TXD HC-05) , otra conexión a mencionar es el relé que sirve para activar o desactivar la cerradura , cabe recalcar que se usó un relé en estado Alto debido a que alimentará la cerradura con 12V.

Para el diseño de la PCB de ambos sistemas, se utilizó el programa EasyEda, este software de simulación permite diseñar, simular y compartir diseños en la nube. También permite crear esquemas y placas de circuito impreso. Cabe recalcar que el diseño se trabajó en la capa inferior. Para el diseño de las pistas en EasyEda, se colocaron los elementos electrónicos como se muestra en la Figura 3.9 y 3.10 , luego se procede a diseñar las pistas para ello se usó una regla de ruteado que nos indica que colocar un grosor de $T50 = 1.270\text{mm}$ es recomendable para la adaptación de las pistas al cobre. Otra regla es que los orificios de los Pad deben ser de 0.80 mm para poder realizar los huecos con la correspondiente broca. Por último, se debe revisar el recorrido de las pistas para ver si no existen pistas sin conectar. Luego continúa el proceso de soldadura de la PCB, para ello es necesario ciertos equipos como el caudín, pasta para soldar y rollo de estaño. Como se muestra en la Figura 3.11 y 3.12.

3.9 Diseño del Modelo 3D

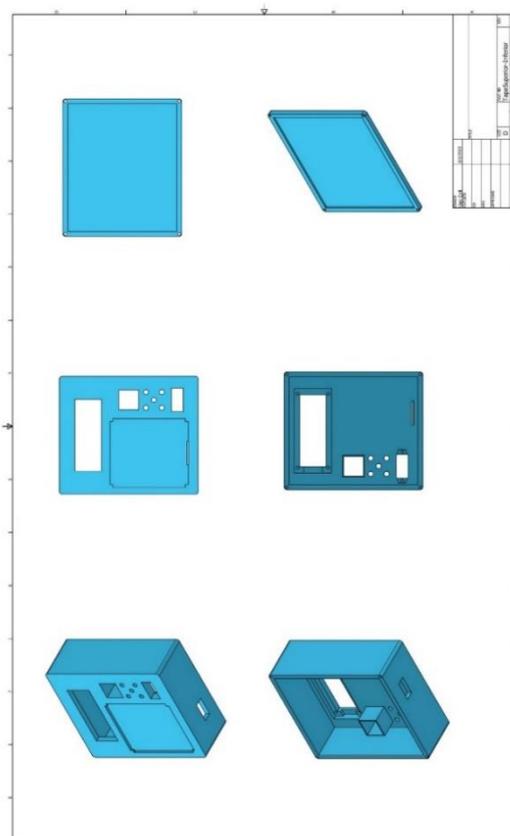


Figura 3.13 Diseño del Modelo 3D

Se realizó un modelo 3D, para el diseño del prototipo en el Programa Inventor Professional 2022, este programa ofrece diferentes herramientas profesionales y específicas para el diseño de modelos 3D. Para ello se crearon 2 piezas. En la parte superior de la pieza se colocará la pantalla LCD Módulo I2C, Teclado Matricial, Sensor de Huella Dactilar, Buzzer y los leds que serán usados para la alarma visual del sistema, en cambio para la parte inferior se colocará la placa PCB con sus respectivas borneras para conectar los componentes electrónicos. El diseño del prototipo se observa en la Figura 3.13.

3.10 Implementación del Prototipo

La primera vez que se carga el código en el ESP32, se debe observar el monitor serial ya este muestra la dirección IP que se tiene que escribir en la app que se diseñó mediante MIT Inventor para ingresar al sistema. En dicha App el usuario podrá activar o desactivar la cerradura eléctrica, cabe recalcar que por medio del programa MIT Inventor se diseñó la parte gráfica. Usando un lenguaje de programación basado en diagramas de bloques se realiza la programación en la App. Como se muestra en la Figura 3.14 y 3.15.

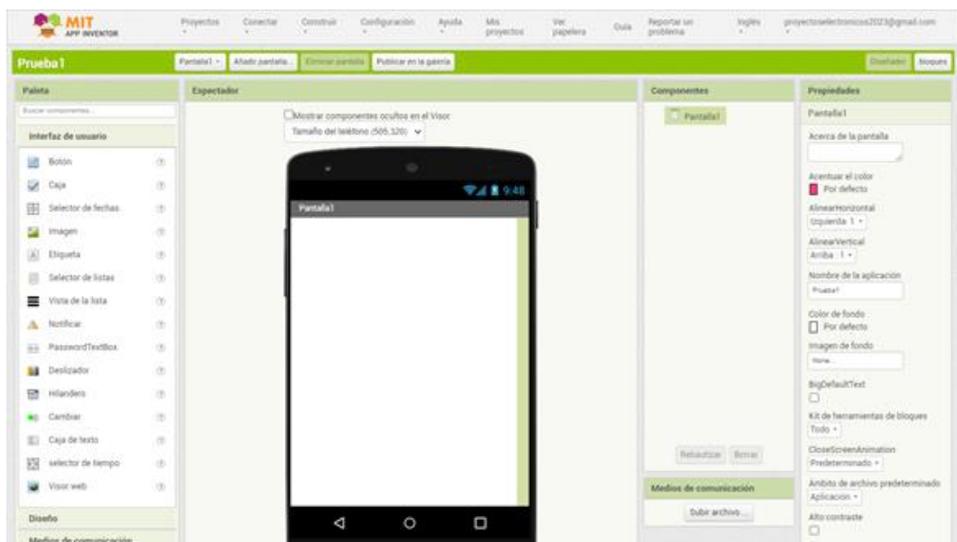


Figura 3.14 Creación de aplicación en Mit Inventor.

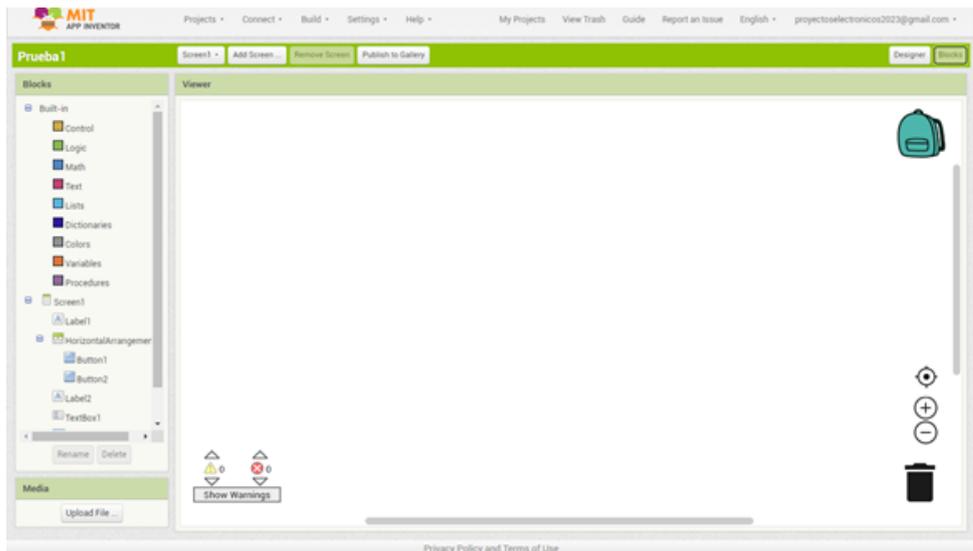


Figura 3.15 Interface del diagrama de bloques.

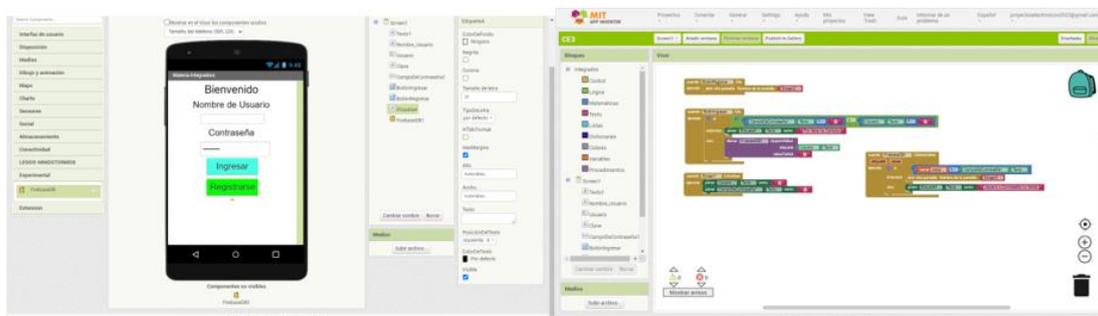


Figura 3.16 Interfaz para nombre de usuario y contraseña.

En la Figura 3.16 se observa la interfaz donde el usuario tiene que escribir un usuario y contraseña para que pueda ingresar al sistema y poder abrir una cerradura. Cabe mencionar que si el usuario no tiene un usuario lo puede crear mediante la opción Registrarse. Además, la programación de la Pestaña 1, se la realizo mediante diagrama de bloques entre las funciones importantes tenemos “Firebase” que es nuestra base de datos donde se almacenan los diferentes usuarios que se han registrado.



Figura 3.17 Interfaz para registrar un usuario

En la Figura 3.17 se muestra la interfaz que el usuario verá en su dispositivo móvil. En el lado derecho se observa el diagrama de bloques que se tuvo que diseñar para que podamos digitalizar un nombre y un usuario, para que dichos datos sean grabados en la nube. Entre las funciones a usar tenemos las condicionales “If” para verificar si el usuario esta registrado o no , así también si el usuario digita mal su clave se muestra un mensaje que las contraseñas no son iguales.



Figura 3.18 Sistema de acceso inalámbrico.

En la Figura 3.18 se puede apreciar la interfaz que se va a observar cuando el usuario entre a la APP y desee la apertura de la cerradura para su hogar. El programa que hemos usado utiliza un entorno de desarrollo integrado para crear las interfaces. En el diagrama de bloque solamente usamos una función “When” que si el usuario presiona un botón automáticamente lo dirige a la siguiente ventana.

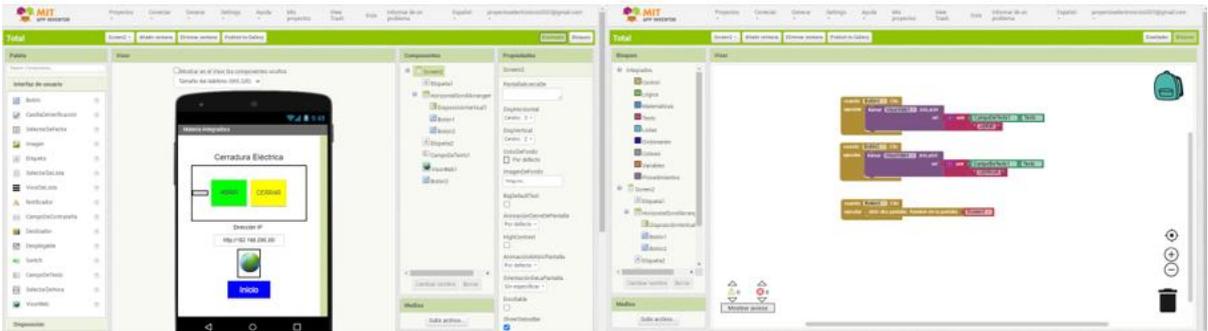


Figura 3.19 Sistema de acceso por wifi.

El editor de bloques de MIT APP Inventor en la cual existen bloques entrelazados que originan la aplicación que va a observar el usuario en su teléfono móvil. Cabe recalcar que esto lo realizamos con la función “VisorWeb” que nos permite entrelazar la App con el ESP32. Como se muestra en la Figura 3.19.



Figura 3.20 Sistema inalámbrico Bluetooth.

La Figura 3.20 es la interfaz que el usuario va a observar cuando desee conectarse usando conexión inalámbrica Bluetooth. También se observa el diagrama de bloques que se diseñó para generar la interfaz. Este bloque permite acceder al usuario ingresando correctamente una clave. Entre las funciones a usar podemos mencionar “ClienteBluetooth” que nos permite vincular nuestro Móvil con el Módulo Bluetooth, también se realizó la validación de la clave usando condicionales.

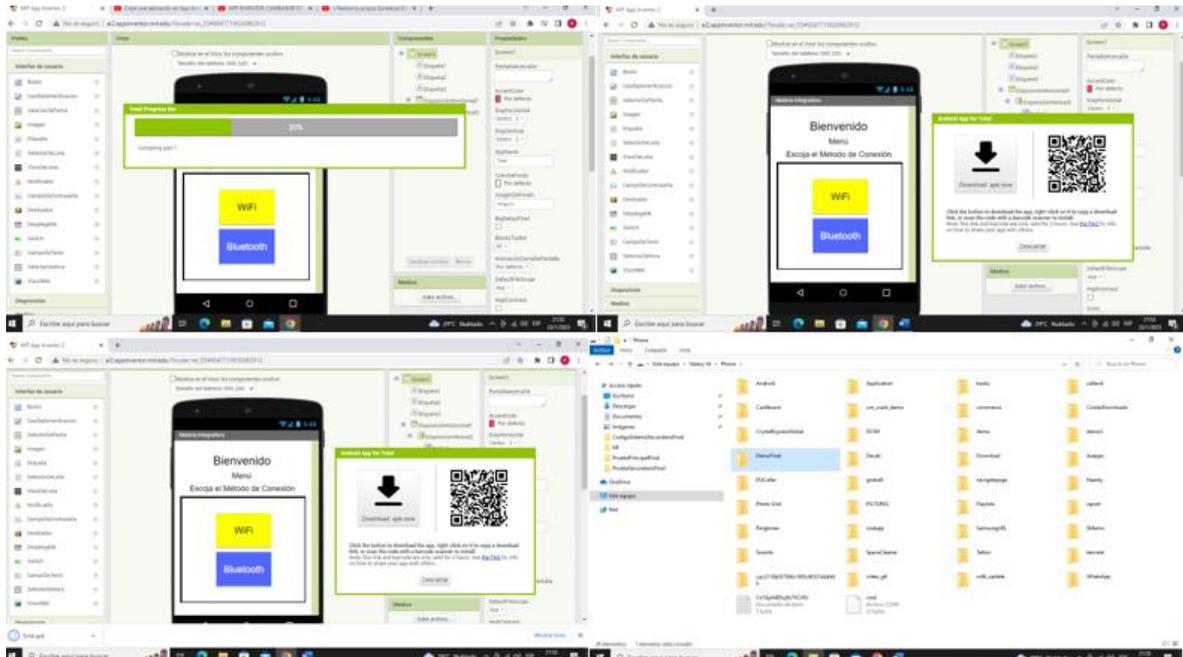


Figura 3.21 Proceso de descarga de la APP.



Figura 3.22 Instalación de la APP en un Smartphone.

Una vez que la App fue desarrollada el siguiente paso es la verificación del funcionamiento para ello lo primero que debemos realizar es descargar la App de la Pagina luego se instala al App en el Móvil para ello debemos aceptar términos y condiciones de la Play Store. Como se muestra en la Figura 3.21 y 3.22.

A continuación, se muestra los pasos a seguir para cargar el código en el ESP32 y en el Arduino Nano.

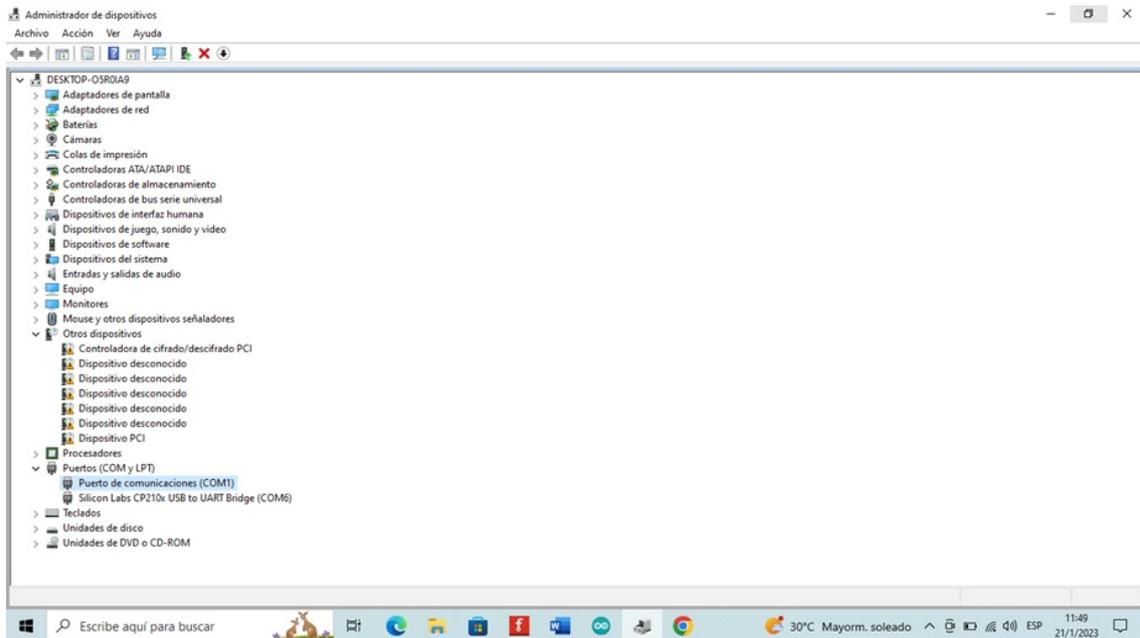


Figura 3.23 Puerto COM 6

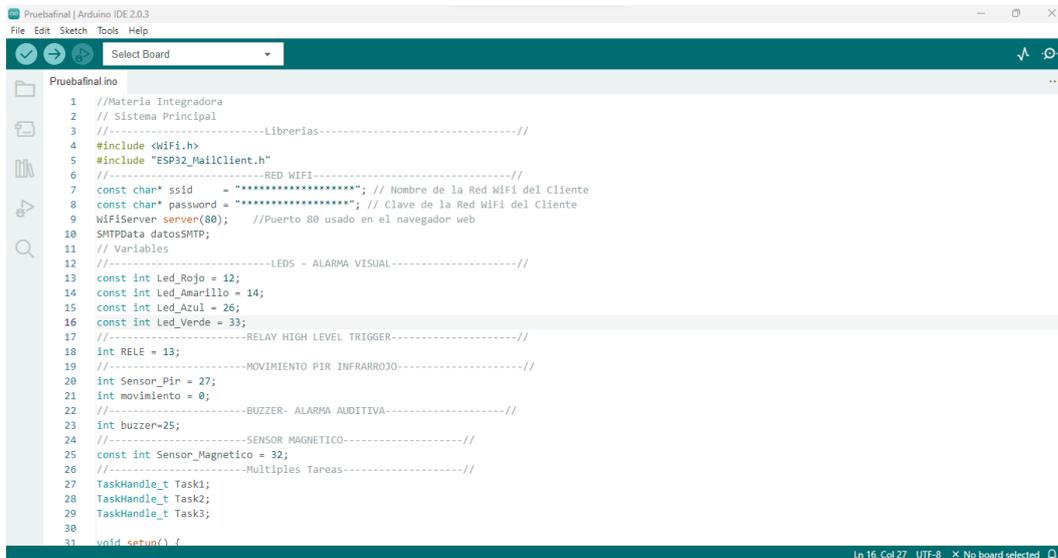


Figura 3.24 Verificación del código.

En la Figura 3.24 observamos como se carga el código para realizar las conexiones inalámbricas, en el debemos colocar el usuario y contraseña de la red a la que deseamos conectarnos para que este genere una dirección IP al microcontrolador ESP32.

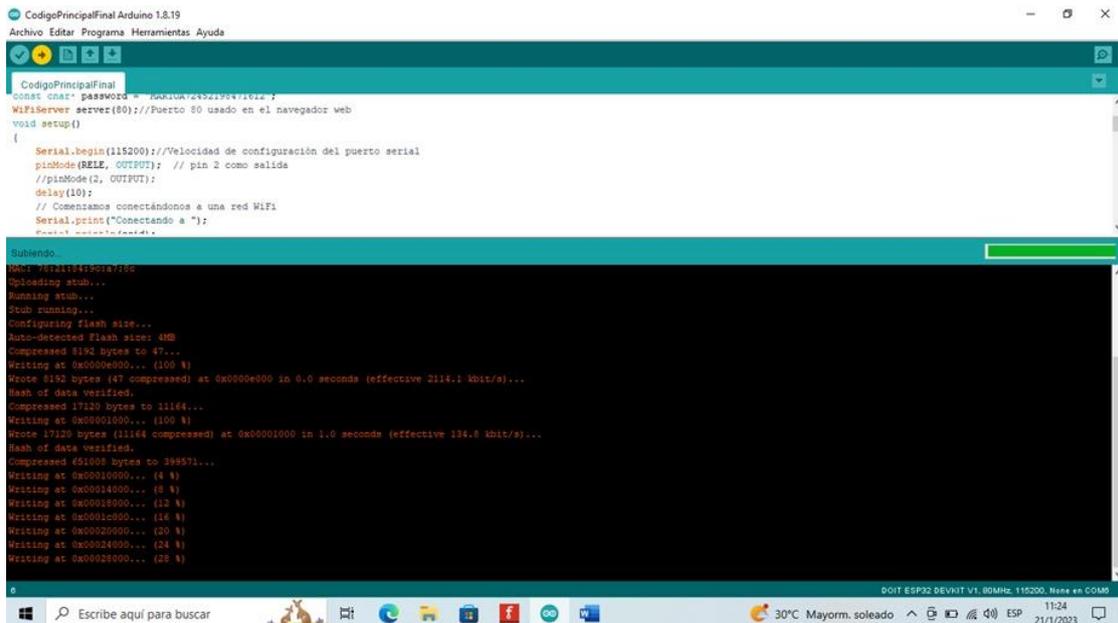


Figura 3.25 Registro en el Módulo ESP32.

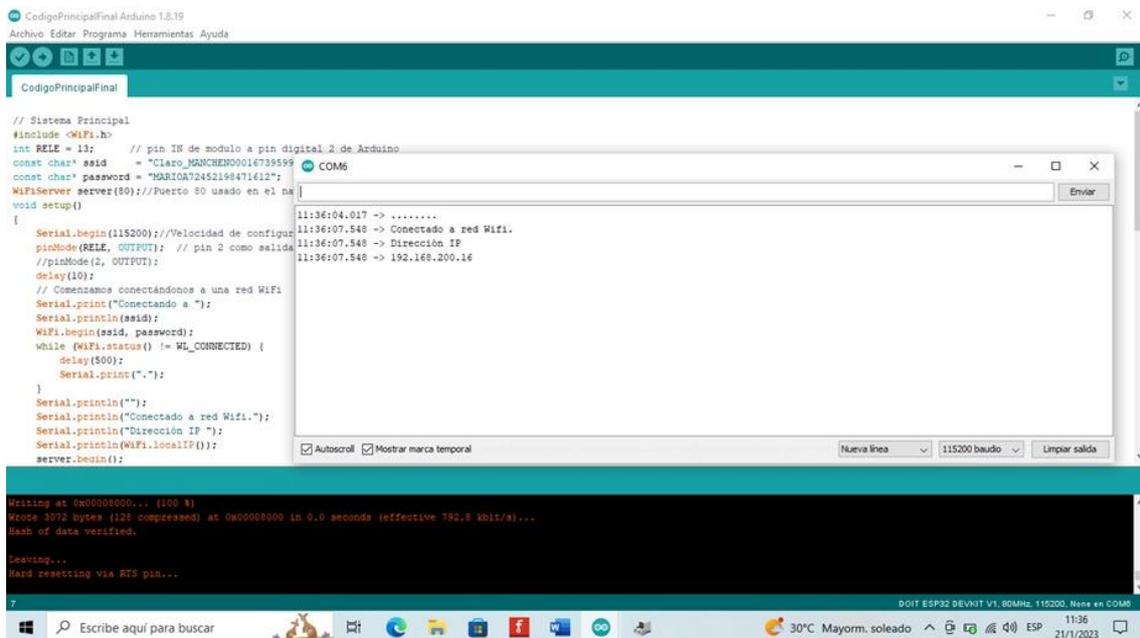


Figura 3.26 Obtención de la dirección IP.

A continuación se muestra la compilación del código y una vez que el código ha sido cargado se muestra un mensaje "Writing at 100%" que significa que el código ha sido cargado correctamente. Luego debemos abrir el Monitor Serial para observar la dirección IP 19.168.XXX.XX para que el usuario ingrese a la aplicación y pueda aperturar la cerradura por medio de una interfaz. Como se muestra en la Figura 3.25 y 3.26.

3.11 Funcionamiento del Prototipo

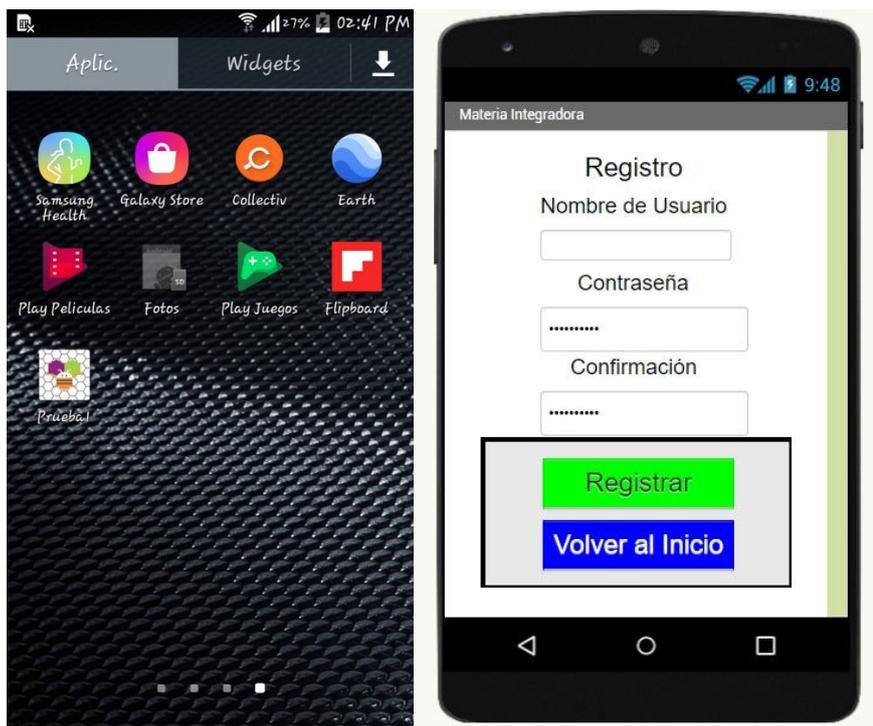


Figura 3.27 Programa para apertura cerradura descargado en celular.

Para el correcto funcionamiento del prototipo del sistema secundario o respaldo se deben seguir diferentes pasos.

Con respecto al funcionamiento del prototipo para el sistema secundario al momento de usar el lector biométrico se tiene que tomar en cuenta que existe una base de datos de todas las huellas almacenadas para ello se debe realizar lo siguiente. Para guardar o eliminar una huella de la base de datos, se debe cargar un código “Enrollar Huella” si se desea guardar una huella caso contrario si se quiere eliminar una huella se debe usar el código “Eliminar Huella”.

Para el caso que el usuario desee guardar una huella debe colocar un ID que nos indica en que posición ha sido almacenada la huella, cabe recalcar que para el presente proyecto el lector biométrico nos permite almacenar 127 huellas. Para el proceso de almacenar o eliminar es necesario tener la librería Fingerprint, dicha librería ayuda a guardar las huellas dactilares, las conexiones para nuestro sensor (PIN 2 = TX) y (PIN 3 = RX). Como se muestra en la Figura 3.28.

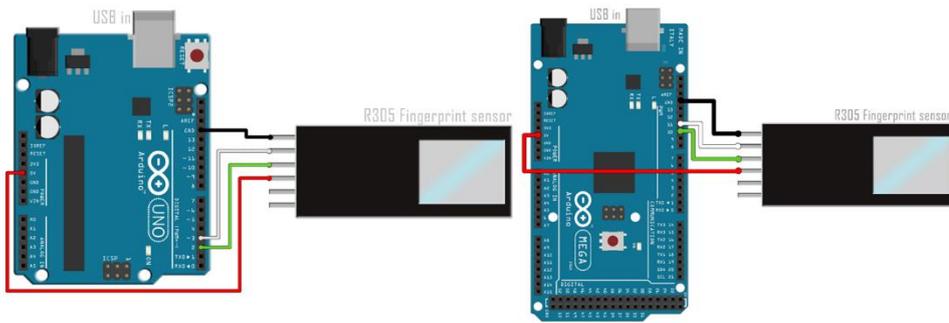


Figura 3.28 Conexión del Sensor de Huella Dactilar (MZ)

```

1 //*****
2 This is an example sketch for our optical Fingerprint sensor
3
4 Designed specifically to work with the Adafruit BMP885 Breakout
5 ----> http://www.adafruit.com/products/751
6
7 These displays use TTL Serial to communicate, 2 pins are required to
8 interface
9 Adafruit invests time and resources providing this open source code,
10 please support Adafruit and open-source hardware by purchasing
11 products from Adafruit!
12
13 Written by Limor Fried/Ladyada for Adafruit Industries.
14 BSD license, all text above must be included in any redistribution
15 *****
16
17 #include <Adafruit_Fingerprint.h>
18
19
20 #if defined(_AVR_) || defined(ESP8266) && !defined(_AVR_ATmega2560_)
21 // For UNO and others without hardware serial, we must use software serial...
22 // pin #2 is IN from sensor (GREEN wire)
23 // pin #3 is OUT from arduino (WHITE wire)
24 // Set up the serial port to use softwareserial..
25 SoftwareSerial mySerial(2, 3);
26
27 #else
28 // On Leonardo/M0/etc, others with hardware serial, use hardware serial!
29 // #0 is green wire, #1 is white
30 #define mySerial Serial1
31
32 #endif
33
34
35 Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(mySerial);
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

```

Figura 3.29 Arduino Ide - Enrollar las Huellas Dactilares

Como se puede observar en la Figura 3.29, el código ayuda a activar el sensor de huellas dactilares, cabe recalcar que el sensor permite guardar 127 huellas.

Una vez que las huellas dactilares se han guardado o eliminado, se procede a cargar el código “Secundario”, en la programación se han incluido todas las librerías que se deben usar para el presente proyecto entre ellas tenemos “Keypad” que nos permite usar los teclados de estilo matricial con Arduino, “LCD” para observar los datos por medio de la pantalla por medio de la comunicación I2C, también tenemos la librería “Fingerprint” que nos permite guardar o eliminar las huellas dactilares.

Finalmente se procede a alimentar el circuito, donde el usuario procede a digitalizar su clave por teclado, cabe recalcar que el usuario solo podrá ingresar su clave al menos 3 veces, después de eso el sistema

procede a bloquearse por unos segundos. Pero si el usuario digita su clave de forma correcta observara por medio de la LCD un mensaje “Clave Correcta”, que da paso con la segunda etapa de validación donde el usuario tiene que colocar su huella, una vez de ingresar su huella se procede a realizar una comparación de las huellas almacenadas previamente y si dicha huella se encuentra con el ID se procede a abrir la cerradura eléctrica.



Figura 3.30 Sistema de control de acceso.

En la Figura 3.30 podemos observar todos los componentes que se van a usar en el proyecto de materia integradora. Entre ellos estan el lector biométrico, cerradura eléctrica, módulo relé, teclado matricial, módulo Bluetooth entre otros componentes electrónicos. Tambien se muestra la interfaz que el usuario observará cuando entre al sistema inalámbrico donde podrá abrir la puerta usando un dispositivo móvil.

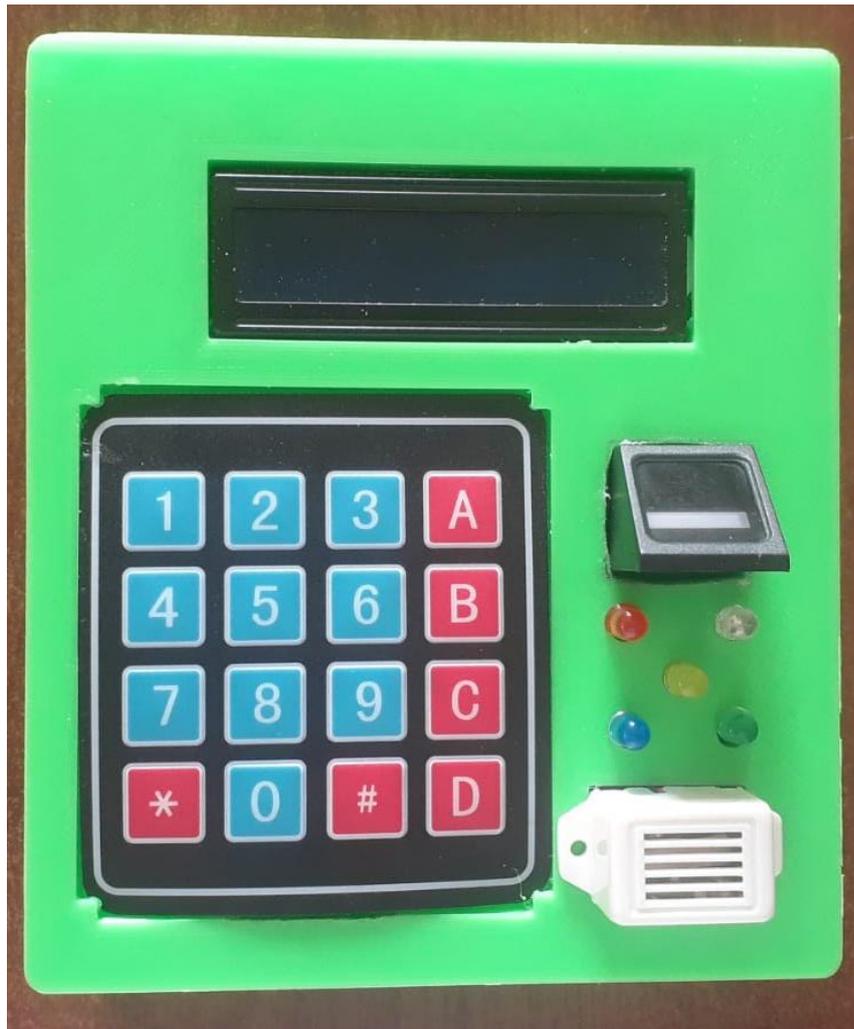


Figura 3.31 Prototipo del sistema de control de acceso.

Como se puede observar en la Figura 3.31 tenemos el modelado en 3D del Sistema de control de acceso. El Sistema cuenta con teclado matricial, lector biométrico, pantalla LCD 16X2 y luces led y buzzer como alarmas visuales y sonoras respectivamente. Este Sistema es el secundario donde el usuario tendrá que colocar la clave y su huella dactilar para abrir la Puerta. Así mismo el Sistema se bloqueará cuando el integrante del hogar digite erróneamente 3 veces la contraseña.

3.12 Pruebas y Errores

Para esta sección se hará hincapié en los detalles de la implementación en las diferentes pruebas que se tuvo a lo largo del presente proyecto. Una de las primeras pruebas que se realizaron fue cargar un código simple para encender un Led cada 1000 ms, pero se presentó un problema en el Arduino Nano , debido a que no se habían instalado los drivers correctamente del microcontrolador, para solucionar el problema se debió realizar la instalación, pero antes de realizar la operación se tiene que revisar que modelo de Arduino Nano estamos usando debido a que los fabricantes tiene dos tipo de Conversor “USB-TTL” , entre los conversores tenemos el FT232RL y CH340G , para el presente proyecto se tiene el Arduino Nano Conversor CH340G esto lo podremos observar en el integrado de nuestra placa . A continuación, se muestra los modelos de los conversores. Para descargar los drivers se lo tuvo que realizar desde la página oficial, donde se tenía que seleccionar el sistema operativo. Como se muestra en la Figura 3.32.

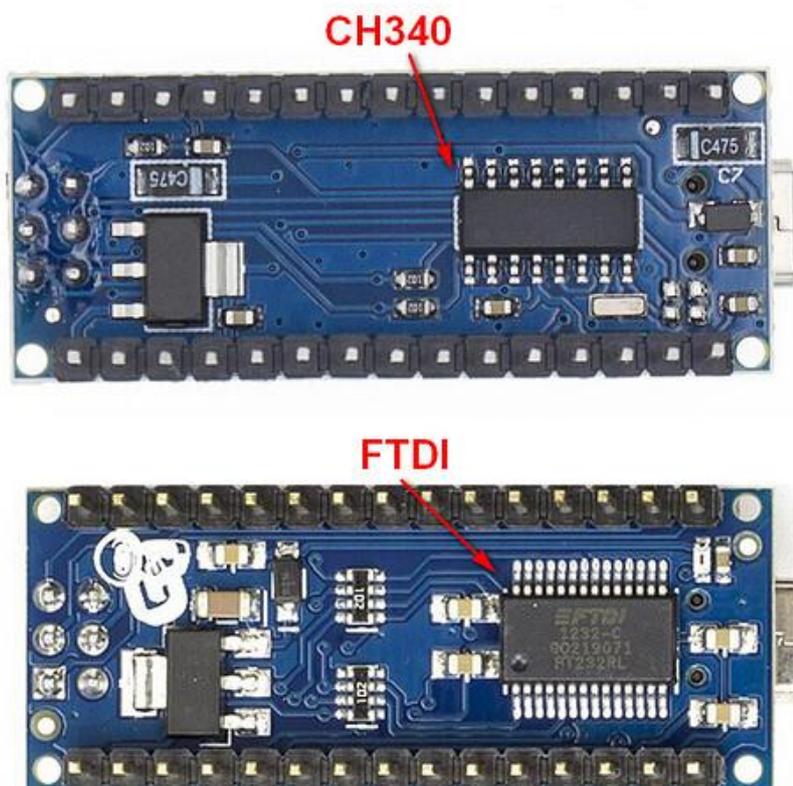


Figura 3.32 Modelos De Conversores - TTL - Arduino Nano

Otro problema que surgió en la etapa de pruebas fue la conexión del Módulo Bluetooth con el Arduino Nano, donde se debe tomar en cuenta que los Pines TXD y RXD, funcionan con 3,3V, pero el problema sucede cuando se conecta el Pin RXD directamente al Arduino, donde no se lo debe conectar debido a que en un corto plazo el circuito funciona correctamente, pero a largo plazo producirá que el Módulo Bluetooth HC-05 se dañe debido a que el Pin RXD deja de funcionar. Se investigó acerca de este problema y se encontró una solución para esto se tiene que acoplar un divisor de Voltaje para que el Pin RXD funcione con 3.3V. A continuación, se muestra el diagrama Esquemático de Conexión. Como se muestra en la Figura 3.33.

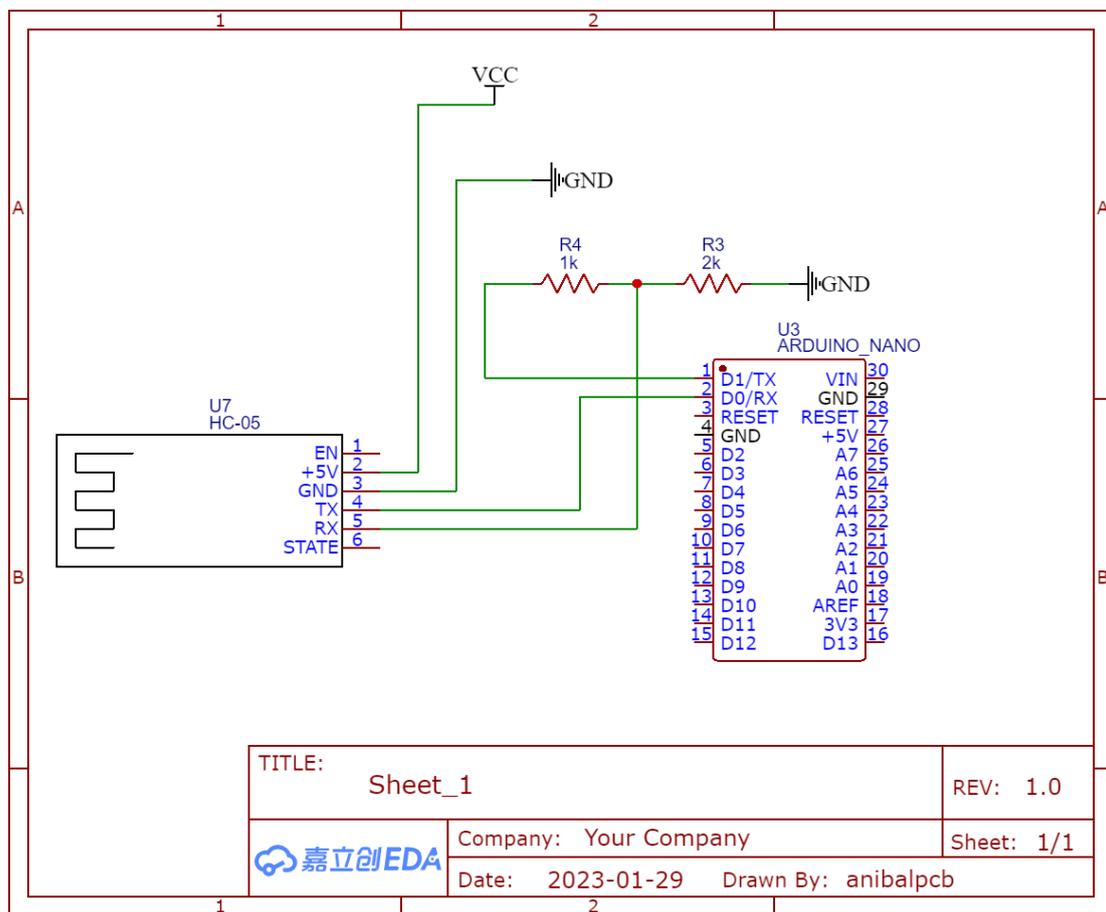
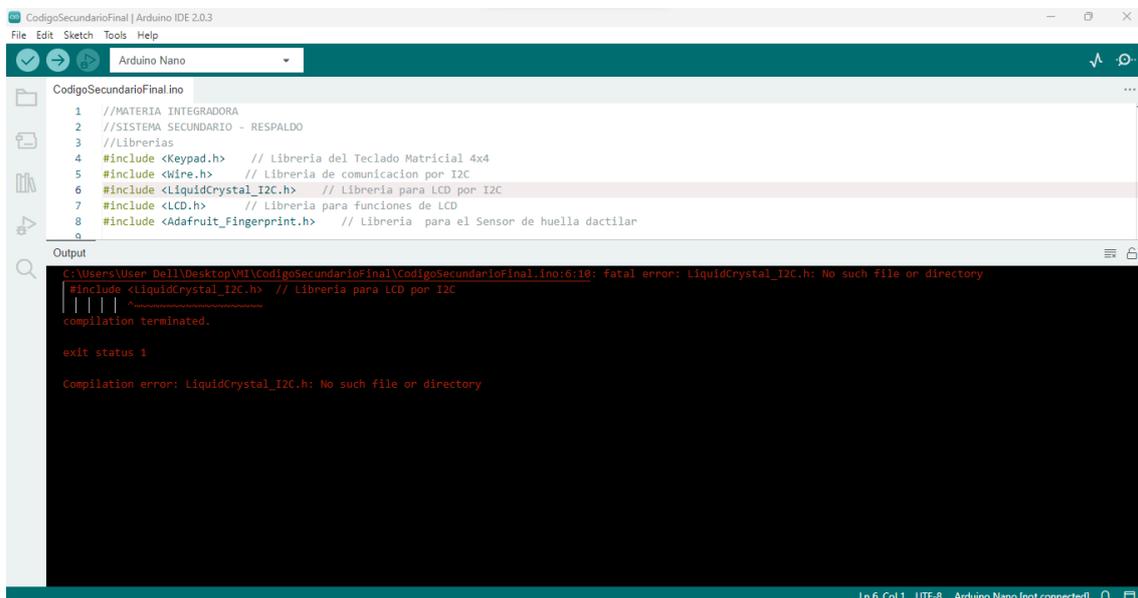


Figura 3.33- Diagrama de Conexiones del Módulo HC-05

Se tuvo problemas al momento de conectar el Módulo LCD I2C con el Arduino Nano, ya que al cargar el código para realizar la respectiva prueba de la comunicación I2C, se produjo un error con la librería I2C como se muestra en la Figura 3.33. La solución para este contratiempo es realizar la sustitución de la Librería “LiquidCrystal” por la “LiquidCrystal_I2C” para lograr una comunicación I2C. Cabe recalcar que los Pines del Módulo I2C se conectaran a los Pines Analógicos. Por último, en el lenguaje de programación del Arduino IDE debemos incluir 3 librerías que son “Wire”, “LCD” y “LiquidCrystal_I2C” para el funcionamiento correcto. Como se muestra en la Figura 3.34.



```
CodigoSecundarioFinal | Arduino IDE 2.0.3
File Edit Sketch Tools Help
Arduino Nano
CodigoSecundarioFinal.ino
1 //MATERIA INTEGRADORA
2 //SISTEMA SECUNDARIO - RESPALDO
3 //Librerias
4 #include <Keypad.h> // Libreria del Teclado Matricial 4x4
5 #include <Wire.h> // Libreria de comunicacion por I2C
6 #include <LiquidCrystal_I2C.h> // Libreria para LCD por I2C
7 #include <LCD.h> // Libreria para funciones de LCD
8 #include <Adafruit_Fingerprint.h> // Libreria para el Sensor de huella dactilar
9
Output
C:\Users\User\Desktop\MI\CodigoSecundarioFinal\CodigoSecundarioFinal.ino:6:18: fatal error: LiquidCrystal_I2C.h: No such file or directory
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Libreria para LCD por I2C
| | | | |
| | | | | ~~~~~
| | | | | compilation terminated.
| | | | |
| | | | | exit status 1
| | | | |
| | | | | Compilation error: LiquidCrystal_I2C.h: No such file or directory
Ln 6, Col 1 UTF-8 Arduino Nano [not connected]
```

Figura 3.34 Error en la Librería I2C

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente proyecto se hicieron pruebas con diferentes microcontroladores entre los que se usaron fueron el Arduino UNO, ESP32 y Arduino NANO. Para que el dispositivo no ocupe mucho espacio en la puerta se optó por utilizar el ESP32 ya que aparte de ser pequeño nos ofrece una conectividad inalámbrica para enlazar un dispositivo móvil y poder apertura la cerradura.

El ESP32 es un microcontrolador que tiene dos núcleos capaces de realizar conexiones inalámbricas como Wifi y Bluetooth de modo dual integrada.

Para que la cerradura funcione se acopló un cargador de 12V 2A que sirve como fuente de alimentación para el actuador. Se agregó un módulo de alimentación para protoboard MB102, con este componente se alimenta los microcontroladores. También usamos un transistor 2N222A para que ayude al módulo relé a lograr energizar con la suficiente corriente y lograr funcionar la cerradura eléctrica.

En el sistema principal se logró crear una app didáctica para el usuario, donde existe un menú y el usuario podrá elegir con que tecnología entra a su vivienda, para la primera opción se usó la tecnología WiFi. Para lograr conectar el dispositivo, se tiene que ingresar una dirección IP y así vincular el módulo ESP32 con el móvil del usuario, la dirección que se escribe en la interfaz sirve para conectarse con el microcontrolador y así controlar la cerradura. También se logró crear otra funcionalidad en la app, debido a que en caso remoto el usuario no tenga acceso a su red wifi, este podrá conectarse por medio de la tecnología Bluetooth, pero en este caso tendrá que colocar una clave para poder accionar la cerradura.



Figura 4.1 Interfaz de Bluetooth y WiFi.

En el transcurso de la implementación se tuvo que acoplar un segundo microcontrolador como es el Arduino nano para la apertura de la puerta manualmente usando un lector biométrico y teclado matricial. Debido a que el ESP32 no tiene suficientes pines para realizar toda la conexión que se necesita.

El sistema de conexión inalámbrico puede conectarse a una distancia máxima de 5 metros en bluetooth. Por otro lado, cuando el usuario desea conectarse por medio de wifi su distancia máxima depende del rango de cobertura del router.

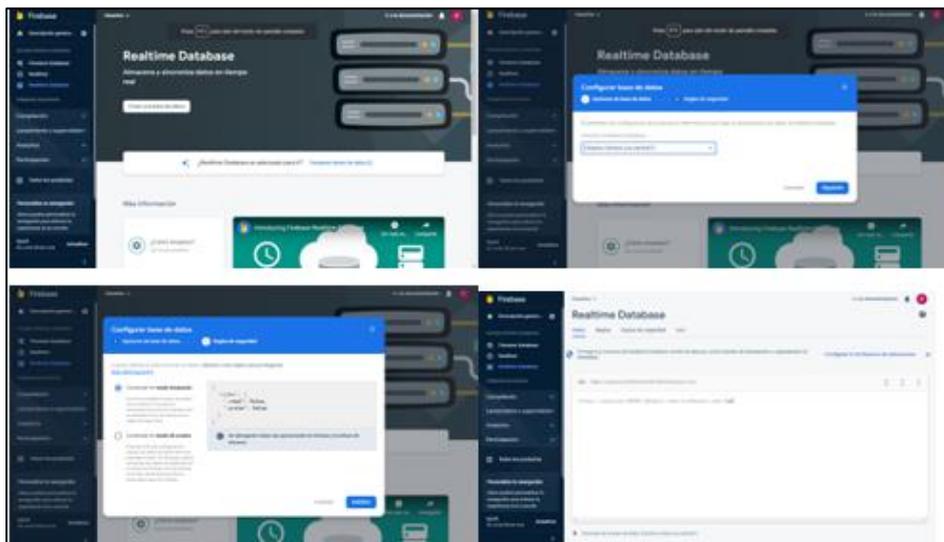
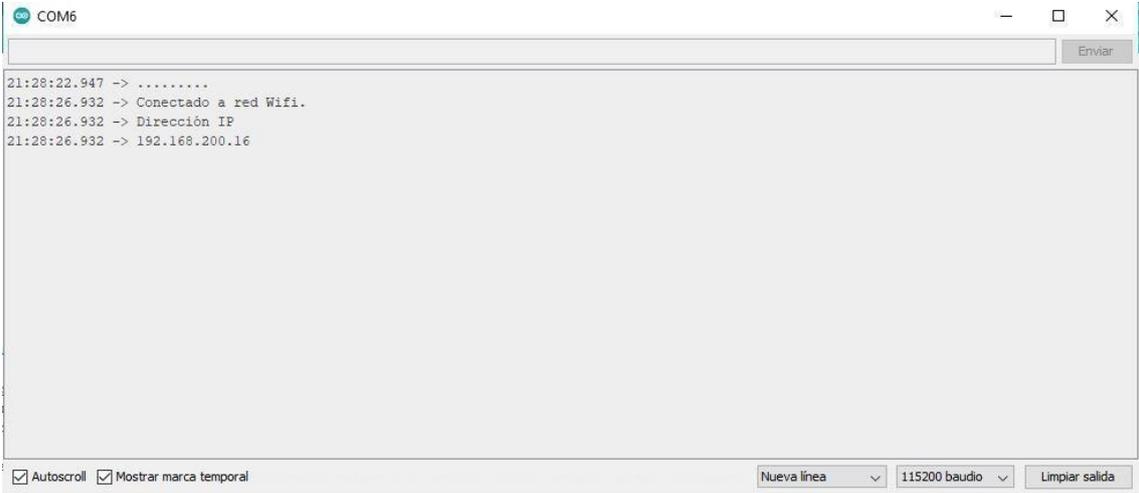


Figura 4.2 Realtime Database

Se logró que los datos que se van registrando en el interfaz se queden guardados en la nube para poder monitorear los usuarios y contraseñas que ingresan al sistema. Para esto el usuario ingresa su nombre y una contraseña personal, después de ingresar los datos estos quedan guardados en la base de datos del sistema.

El sistema posee un contacto magnético que se colocará en la puerta capas de accionarse cuando se logre abrir la puerta, cuando el sistema es accionado se envía un mensaje al correo electrónico del usuario diciendo que se ha usado el sistema de control de acceso.



```
COM6
21:28:22.947 -> .....,
21:28:26.932 -> Conectado a red Wifi.
21:28:26.932 -> Dirección IP
21:28:26.932 -> 192.168.200.16
```

Figura 4.3 Obtencion de la Dirección

Cuando se carga el código en los microcontroladores, se coloca tanto el usuario y la contraseña de la red a la que se quiere conectar. Cuando se compila el código aparece el cuadro de la Figura 4.3 donde nos indica que el ESP32 se está conectando a la red Wifi y generando una dirección IP. Esta dirección es fundamental porque nos permitirá conectarnos al sistema por medio de un dispositivo móvil.

En la implementación inalámbrica cuando se coloca el nombre de la red y la contraseña que se va a utilizar para vincular el ESP32, la dirección IP que genera el módulo por DHCP es la misma para todas las ocasiones en la cual el usuario desee ingresar a la vivienda. La única manera que la IP cambie es cuando se ejecute nuevamente el código en el ESP32.



Figura 4.4 RealtimeDatabase

La Figura 4.4 muestra la interfaz que observa el administrador cuando comienzan a registrarse los usuarios y contraseñas de los clientes. Permite saber la hora y la contraseña que se utilizaron por los clientes, también se puede borrar las cuentas de los usuarios que no estén usando desde esta aplicación. Por último, se puede colocar que en la base de datos también podemos crear usuarios con sus claves. Como alternativa también se puede crear usuarios y contraseñas usando el celular.

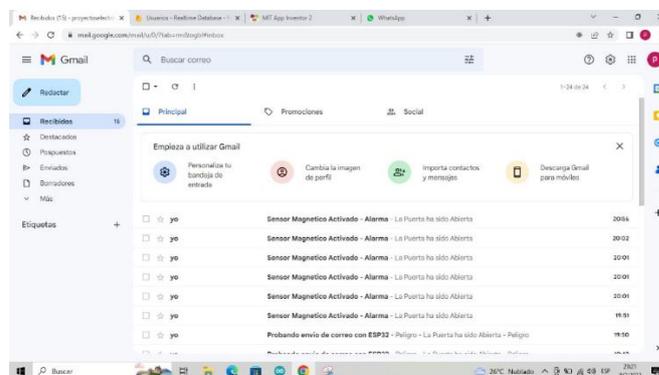


Figura 4.5 Notificación de aperturas de puertas

Como se puede observar en la Figura 4.5 el sistema funciona las 24 horas del día enviando un mensaje de advertencia al usuario cada cierto tiempo. Se envía al correo del usuario un mensaje que dice sensor magnético activado cuando alguien ha abierto la puerta.



Figura 4.6 Apertura de puerta usando el navegador.

El usuario puede ingresar la dirección IP que genera el Microcontrolador ESP32 en un navegador como se observa en la Figura 4.6, después de ingresar dicha dirección aparecerán las opciones de abrir y cerrar generando así un Sistema para apertura la Puerta por medio del navegador.

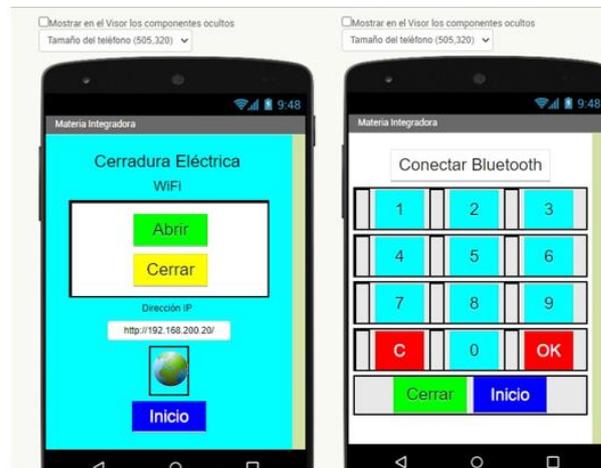


Figura 4.7 Interfaz del sistema principal.

El sistema de control de acceso por conexión inalámbrica posee un interfaz en el teléfono móvil de un fácil manejo aun para personas que no tengan conocimientos de tecnología.

En la Figura 4.7 se tiene la interfaz que el usuario va a observar en su teléfono celular cuando ingrese al sistema y quiera realizar la apertura de la puerta de su hogar. Para esto el usuario se vincula con el módulo ESP32. Cuando entre al sistema por bluetooth tendrá que escribir una clave, si se ingresa dicho cifrado erróneamente tres veces el sistema se bloqueará.

La cerradura que se usó para desarrollar este proyecto es una muy económica que se puede encontrar en las tiendas de electrónica, el problema es que este componente es muy fácil de vulnerar. El sistema que se ha diseñado puede ser acoplado a cerraduras con altos índices de seguridad que son difícilmente vulnerados por antisociales. El precio de estas cerraduras bordea los \$100 y existen de diferentes modelos como por ejemplo cerraduras eléctricas y cerraduras electromagnéticas.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

El sistema de control de acceso de una vivienda está diseñado para crear un ambiente de seguridad dentro del hogar para que la familia se sienta protegida.

El fácil manejo de este sistema permite que cualquier persona que no posea conocimientos de tecnología pueda usarla sin problemas, teniendo un alto índice de seguridad ya que permite que personas ajenas al hogar no puedan ingresar con facilidad.

Los componentes que se usaron para la implementación poseen altos estándares de calidad debido a que se realizó cotizaciones en varias tiendas de electrónica seleccionando los mejores productos para este proyecto.

El sistema está diseñado para que funcione de dos métodos, el sistema principal se enfoca en la apertura de una puerta inalámbricamente mientras que el sistema secundario es manualmente donde el usuario usa credenciales que solo el posee como huella dactilar y código.

La inversión del proyecto es muy económica debido a que son componentes muy fáciles y baratos de adquirir en una tienda electrónica, a comparación de los sistemas de acceso que están en el mercado cuyo precio es muy elevado.

El sistema respalda en su base de datos las contraseñas que se van agregando de los usuarios que tienen permitido entrar a la vivienda. Así mismo se pueden borrar dichas contraseñas para evitar el acceso.

Se envía un mensaje de alerta cada vez que se apertura la cerradura al correo electrónico del usuario.

El sistema queda operativo y debido a la programación que se trabajó es posible su instalación en cualquier vivienda de la ciudad de Guayaquil. No ocupa mucho espacio en la puerta de una vivienda.

Se diseñó una placa PCB donde se colocaron toda la circuitería evitando así el cableado en el sistema. Así mismo un modelado en 3D con Autodesk Inventor donde se colocó todo el sistema electrónico.

Se logró diseñar un manual que permite a los usuarios que no están familiarizados con la tecnología poder manipular sin ningún riesgo el prototipo.

Recomendaciones

Antes de realizar cualquier tipo de implementación de sistemas de control de acceso o seguridad, es necesaria la visita técnica para conocer el lugar y recomendar los componentes correctos.

Explicar a los miembros de la familia el funcionamiento del sistema de control de acceso para que no exista desacuerdos al momento de culminar con el proyecto.

Se recomienda agregar un código al sistema de acceso de control de puertas que permita agregar o eliminar contraseñas que van a ser usadas en el sistema matricial.

Se tiene que realizar cada cierto tiempo un mantenimiento a los componentes para alargar la vida útil de los dispositivos, así como una pequeña capacitación de cómo funciona el sistema.

Tener varios componentes o micro controlares como respaldo para cambiar cuando el que se está usando comience a presentar fallas en el sistema.

BIBLIOGRAFÍA

5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] F. G. d. Estado, «Ecuador: Las cifras de robos,» 2021.
- [2] «Mordor Intelligence,» [En línea]. Available: <https://www.mordorintelligence.com/es/industry-reports/united-states-smart-lock-market>.
- [3] D. Bravo, «Urbanizaciones cerradas son víctimas de la delincuencia en Quito,» *Urbanizaciones cerradas son víctimas de la delincuencia en Quito*, 29 Agosto 2021.
- [4] R. T. Ramírez, «En 2021 se reportaron más de 55 mil robos a casa habitación en México,» 2 Agosto 2022. [En línea]. Available: <https://inmobiliare.com/en-2021-se-reportaron-mas-de-55-mil-robos-a-casa-habitacion-en-mexico/>.
- [5] A. Martinez, «Milenio,» 13 Agosto 2022. [En línea]. Available: <https://www.milenio.com/policia/robo-a-casa-habitacion-en-edomex-primer-lugar-a-nivel-nacional>.
- [6] TRESB, «20 minutos,» 23 Marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.20minutos.es/imagenes/vivienda/4974597-los-paises-de-europa-que-mas-sufren-los-robos-en-casa/>.
- [7] MAPFRE, «¿En qué ciudades se producen más robos en casas?,» [En línea]. Available: <https://www.mapfre.es/particulares/seguros-de-hogar/articulos/ciudades-mas-robos-casa/>.
- [8] «Tu alarma sin cuotas,» 19 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.tualarmasincuotas.es/blog/entran-los-ladrones-casa-te-contamos-tecnicas/>.
- [9] M. Police, «Crime Statistics,» UK, 2018.
- [10] «Estadísticas de robos en el Reino Unido,» 2022.
- [11] «Constitucion de la Republica del Ecuador,» Montecristi, 2008.

- [12] M. P. R. Rodríguez, Plan Específico de Seguridad Pública y Ciudadana, 2019.
- [13] E. M. Garrote Sola, «CERRADURA ELECTRÓNICA CON SISTEMA DE ALIMENTACIÓN INTEGRADO EN LLAVE,» Madrid, 2018.
- [14] Reyes Jarrín, Danny José, Sánchez Sánchez y Jessenia Katherine, «“Diseño e implementación de un prototipo de semáforo controlado inalámbricamente y con sistema de energía emergente para el control del tránsito vehicular en la Ciudad de Guayaquil...,» Guayaquil, 2019.
- [15] M. G. Moncayo Unda, A. R. Coro Pilaguano y J. C. Imbaquingo Romero, «Desarrollo de una aplicación móvil que simule un botón de pánico en tiempo real dentro de la Universidad Central del Ecuador,» Quito, 2019.
- [16] I. Olguín Ávila, «DESARROLLO DE UN BOTÓN DE PÁNICO INTELIGENTE CON TECNOLOGÍA IOT,» Puebla, Mexico, 2018.
- [17] E. S. DÍAZ ROA, «DESARROLLO DE UN SISTEMA DOMÓTICO BASADO EN IOT PARA LA SEGURIDAD RESIDENCIAL Y MEJORAMIENTO DEL CONSUMO ENERGÉTICO, APLICANDO CONCEPTOS DE BIG DATA,» Bogota, 2019.
- [18] A. Ramírez Jaramillo y L. Medina Álvarez, «Cerradura inteligente de alta seguridad,» Mexico, 2019.
- [19] J. Pacheco y K. Miranda, «Design of a low-cost NFC Door Lock for a Smart Home System,» Vancouver, BC, Canada, 2020.
- [20] M. I. Espinosa y R. A. Retana González, «Prototipo de geolocalización para personas vulnerables: botón de pánico, SOS,» 2022.
- [21] H. González, P. Díaz, J. Toledo y S. E. Restrepo, «Design of an occupancy simulation system in Smart homes based on IoT,» IEEE, Valparaiso, Chile, 2021.
- [22] M. R. Chandra, B. Varun Kumar y B. Suresh Babu, «IoT enabled home with smart security,» Chennai, India, 2017.
- [23] A. Ramkumar, T. Vaigaiselvam, S. Rajendran, S. Saravanel, A. Kamalesh y K. Rajesh, «Android Controlled Smart Home Automation with Security System,» Greater Noida, India, 2020.

- [24] M. R. A. Fitri, Unan Yusmaniar Oktiawati y Irving Vitra Papatungan, «Mobile based Application Design of Wireless Motion Detection for Home Security,» 2019 IEEE International Conference on Sensors and Nanotechnology, Penang, Malaysia, 2019.
- [25] S. Pawar, Vipul Kithani, Sagar Ahuja y Sunita Sahu, «Smart Home Security Using IoT and Face Recognition,» Pune, India, 2018.
- [26] P. P. Lopez, Robótica y Domótica Básica con Arduino, Bogotá, 2016.
- [27] «Ferrovial,» 12 Enero 2023. [En línea]. Available: <https://comparaiso.es/domotica>.
- [28] R. G. Pérez, Mantenimiento Preventivo de Sistemas Domóticos e Inmóticos, Malaga : IC , 2015.
- [29] M. M. Vallina, Instalaciones Domótica, Madrid - España , 2011.
- [30] C. A. Centeno, Programado en C : X 86 y Sistemas Embebidos, Buenos Aires : AIT Servicios Graficos , 2014.
- [31] Y. FERNÁNDEZ, 23 Septiembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>.
- [32] «ARDUINO Documentation,» [En línea]. Available: https://docs.arduino.cc/hardware/uno-rev3?queryID=08b1f9ca2df9ac89eab717fcac3e10e0&_gl=1*80zjdk*_ga*MjAxNzQwNTQ4Ny4xNjc1MDIwNjUy*_ga_NEXN8H46L5*MTY3NTAyMDY1MS4xLjEuMTY3NTAyMDY2NS4wLjAuMA...
- [33] «Arduino,» [En línea]. Available: https://docs.arduino.cc/hardware/leonardo?queryID=871da82b8ec30131eb6f9519f5f8e353&_gl=1*1gykuw9*_ga*MjAxNzQwNTQ4Ny4xNjc1MDIwNjUy*_ga_NEXN8H46L5*MTY3NTAyMDY1MS4xLjEuMTY3NTAyMDc2MS4wLjAuMA...
- [34] «Arduino,» [En línea]. Available: <https://docs.arduino.cc/hardware/mega-2560?queryID=undefined>.
- [35] «Arduino,» [En línea]. Available: https://docs.arduino.cc/hardware/nano?queryID=25193069dff4577807e47f34aca8c165&_gl=1*xdI5d*_ga*MjAxNzQwNTQ4Ny4xNjc1MDIw

NjUy*_ga_NEXN8H46L5*MTY3NTAyMDY1MS4xLjEuMTY3NTAyMT
UzMS4wLjAuMA...

- [36] V. A. A., «vasanza.blogspot,» 2021. [En línea]. Available: <https://vasanza.blogspot.com/2021/07/especificaciones-del-modulo-esp32.html>.
- [37] «Manual básico de pruebas del NodeMCU versión ESP32 DevKit V1. Arduino IDE,» 2020.
- [38] L. d. V. Hernández. [En línea]. Available: <https://programarfacil.com/podcast/esp8266-wifi-coste-arduino/>.
- [39] «Aprendiendo Arduino,» [En línea]. Available: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/09/12/que-es-esp8266/>.
- [40] «NodeMCU ESP8266,» 22 Abril 2020. [En línea]. Available: <https://components101.com/development-boards/nodemcu-esp8266-pinout-features-and-datasheet>.
- [41] D. Aranda, Electrónica : Plataformas Arduino y Raspberry Pi, Buenos Aires , 2014.
- [42] J. D. Corrales, E. P. Cifredo y L. G. Villar, Técnicos de Soporte Informático, Madrid , 2006.
- [43] «Santander Universidades,» 09 abril 2021. [En línea]. Available: <https://www.becas-santander.com/es/blog/python-que-es.html>.
- [44] F. Reyes Cortés y J. Cid Monjaraz, Arduino . Aplicaciones en Robótica , Mecatrónica e Ingenierías, México D.F , 2015.
- [45] «Robots Didacticos,» [En línea]. Available: <https://robots-argentina.com.ar/didactica/esp8266-hacer-que-parpadee-un-led-desde-el-ide-de-arduino/>.
- [46] «Diseño construcción e implementación mecatronica,» [En línea]. Available: <https://dcimecuador.com/producto/modulo-rele-para-arduino-5-voltios-10-amperios/>.

- [47] «Naylamp mechatronics,» [En línea]. Available: <https://naylampmechatronics.com/interfaz-de-usuario/19-teclado-matricial-4x4-tipo-membrana.html>.
- [48] G. M. Smith, 9 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://dewesoft.com/es/daq/que-es-un-sensor>.
- [49] «Arduino,» 02 Abril 2021. [En línea]. Available: <https://forum.arduino.cc/t/lector-de-huella-as608-arduino-mega-2560-no-encuentra-el-lector/849024>.
- [50] 24 Julio 2015. [En línea]. Available: <https://www.luisllamas.es/detector-de-movimiento-con-arduino-y-sensor-pir/>.
- [51] O. Toro, «Contacto magnético,» 11 Enero 2015. [En línea]. Available: <https://www.masseguridad.es/es/76-contacto-magnetico-el-mas-simple-y-basico.html>.
- [52] «SHOP TRANSMITTER,» 13 Agosto 2018. [En línea]. Available: <https://shoptransmitter.com/blog/what-is-the-difference-between-pnp-and-npn/>.
- [53] «Automatizacion y robotica,» [En línea]. Available: <https://rambal.com/componentes/484-transistor-2n2222a-npn-to-92.html>.
- [54] «Electro Crea,» [En línea]. Available: <https://electrocrea.com/products/transistor-de-pequena-senal-npn-2n2222>.
- [55] C. Valero, «ADSL Zone,» 05 Diciembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.adslzone.net/reportajes/tecnologia/que-es-wifi-como-funciona/>.
- [56] «Wifi,» [En línea]. Available: <https://concepto.de/wifi/>.
- [57] «Digital Guide IONOS,» 01 Diciembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/que-es-bluetooth/>.
- [58] C. Pastorino, «We Live Security,» 17 Marzo 2020. [En línea]. Available: <https://www.welivesecurity.com/la-es/2020/03/17/como-funciona-bluetooth-low-energy/>.

[59] «Intel,» 28 Octubre 2021. [En línea]. Available: <https://www.intel.la/content/www/xl/es/support/articles/000005725/wireless/legacy-intel-wireless-products.html>.

[60] «WIFI,» [En línea]. Available: <https://concepto.de/wifi/>.

6. APÉNDICES

6.1 APÉNDICE A – MATERIALES

Tabla 6-1- Lista de Materiales

Componentes Electrónicos	Equipos	Precios
Modulo ESP32 WROOM 32	 A black ESP32 WROOM 32 module with a gold-colored PCB and various components like a USB-C port, a micro-USB port, and a small antenna.	\$14,00
Arduino Nano	 A blue Arduino Nano board with a USB Type-B port, a micro-USB port, and a small antenna.	\$9,00
Modulo Bluetooth	 A small blue Bluetooth module with a gold-colored PCB and a small antenna.	\$2,50
Teclado Matricial	 A blue matrix keyboard with a grid of buttons. The buttons are labeled with numbers 1-9, 0, *, #, and letters A, B, C, D.	\$2,00
		\$15,00

<p>Sensor de Huella Dactilar</p>		
<p>LCD 16x02 Modulo I2C</p>		<p>\$ 8,00</p>
<p>Relé</p>		<p>\$2,00</p>
<p>Buzzer</p>		<p>\$2,00</p>

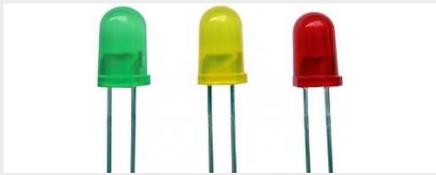
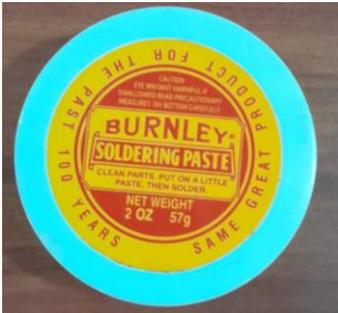
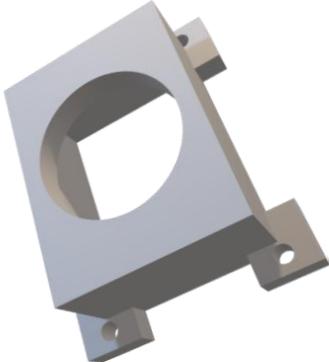
<p>Leds – Resistencias</p>		<p>2 x \$0,15 2 x \$1.20</p>
<p>Cerradura Eléctrica</p>		<p>\$10,00</p>
<p>Sensor PIR</p>		<p>\$3,00</p>
<p>Contacto Magnético</p>		<p>\$2,00</p>

Tabla 6-2- Lista de Materiales - Proceso de Soldadura PCB

Materiales	Dispositivos	Precios
<p>Multímetro TRUPER MUT- 830</p>		<p>\$10,00</p>
<p>Cautín</p>		<p>\$10,00</p>
<p>Rollo Estaño</p>		<p>\$5,00</p>
<p>PASTA (SOLDAR)</p>		<p>\$3,00</p>



6.3 APÉNDICE C – PCB

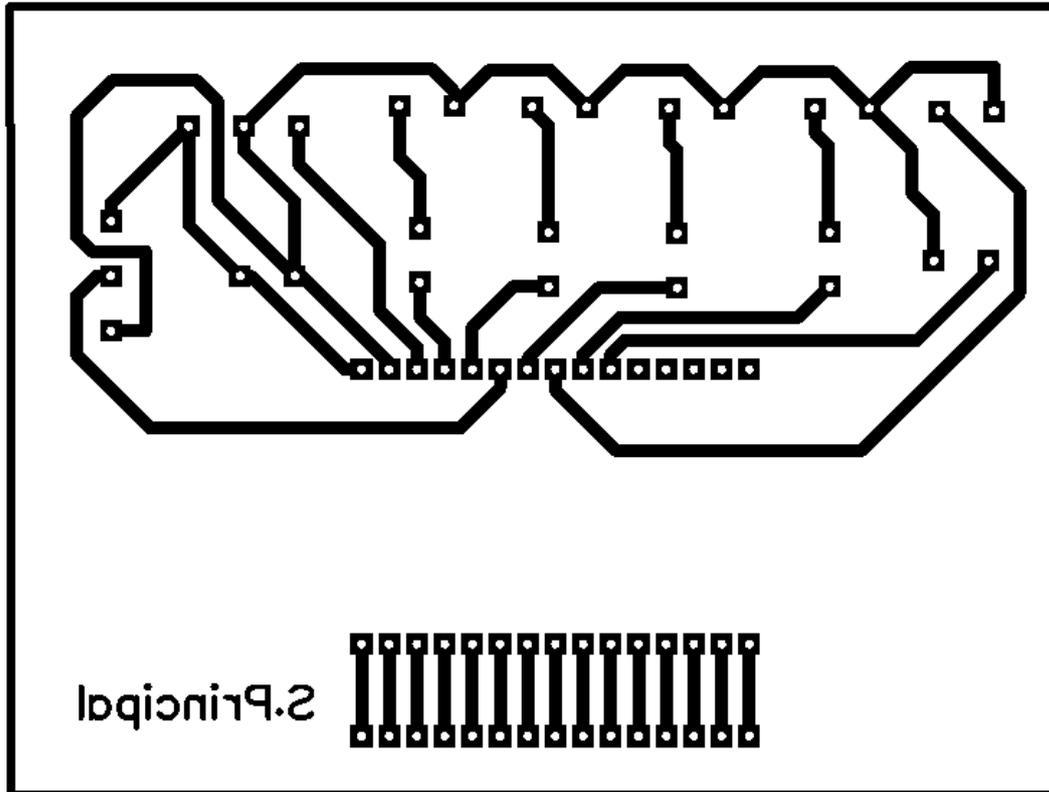


Figura 6.1 PCB - Sistema Principal

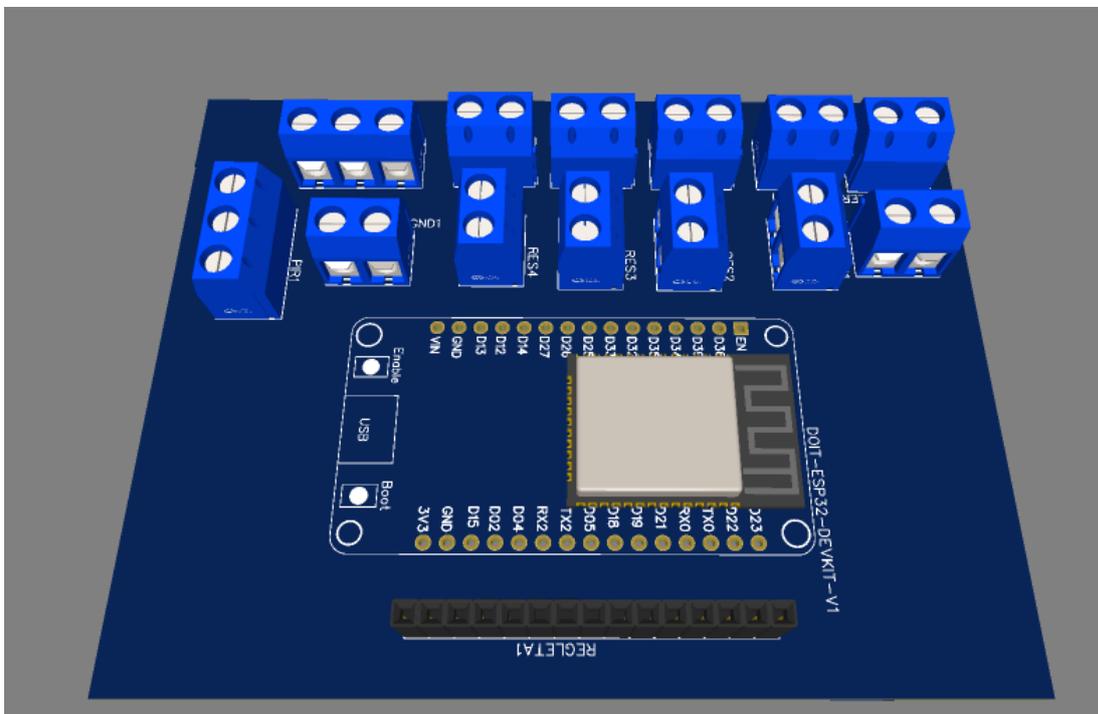


Figura 6.2 Modelo 3D - Sistema Principal

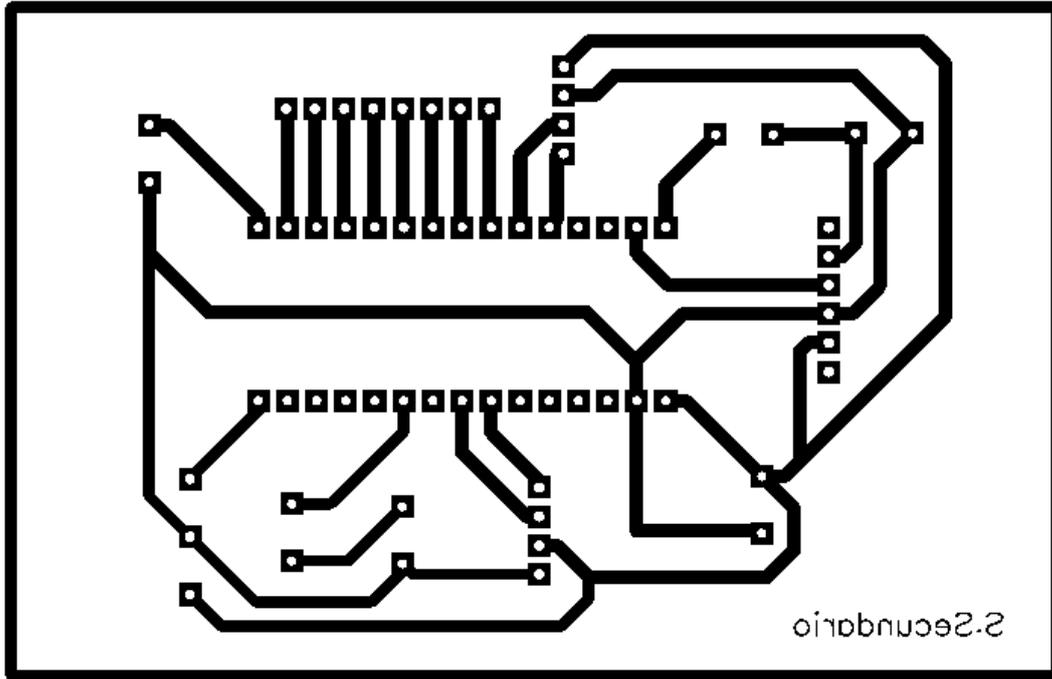


Figura 6.3 PCB - Sistema Secundario

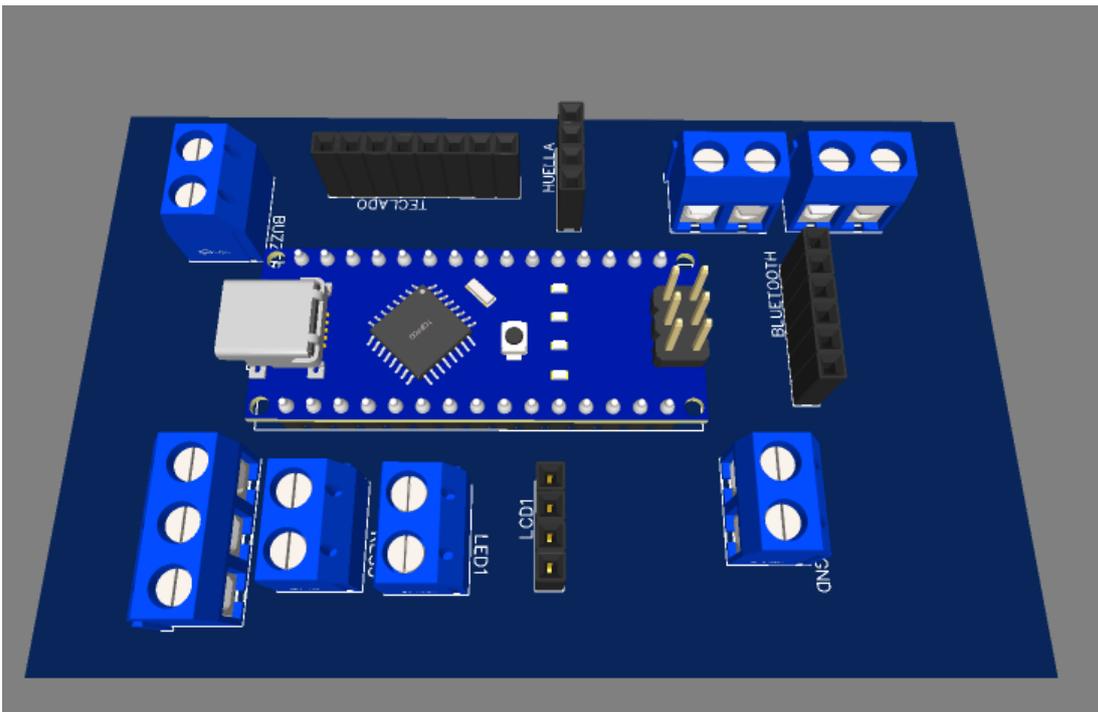


Figura 6.4 Modelo 3D - Sistema Secundario

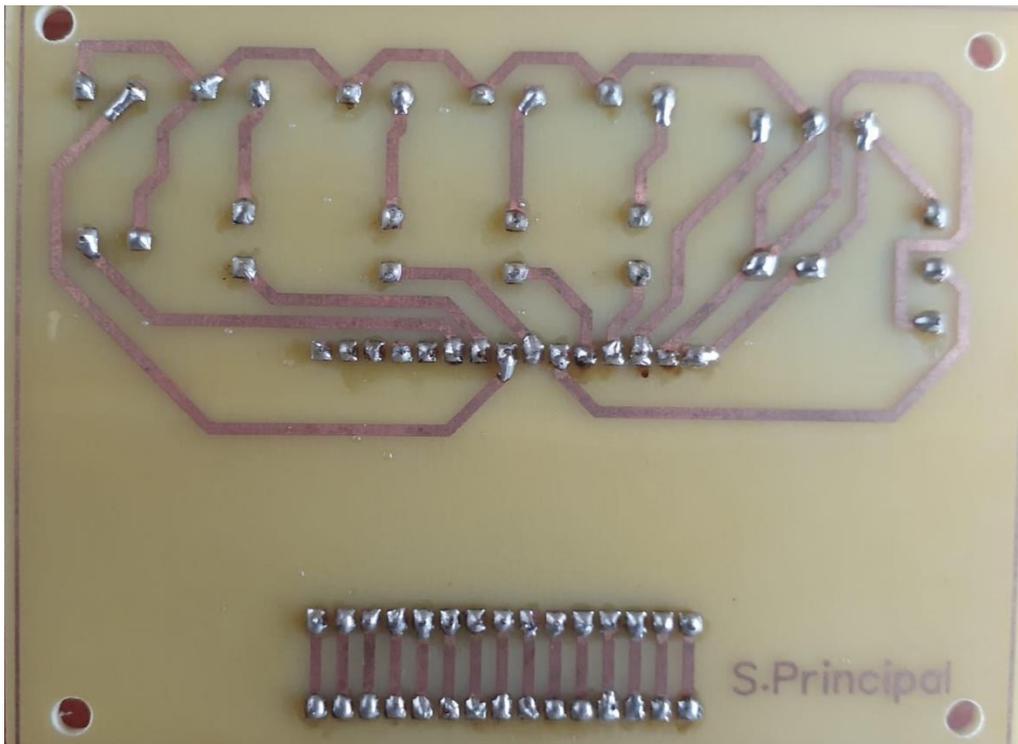


Figura 6.5 Placa del sistema principal.

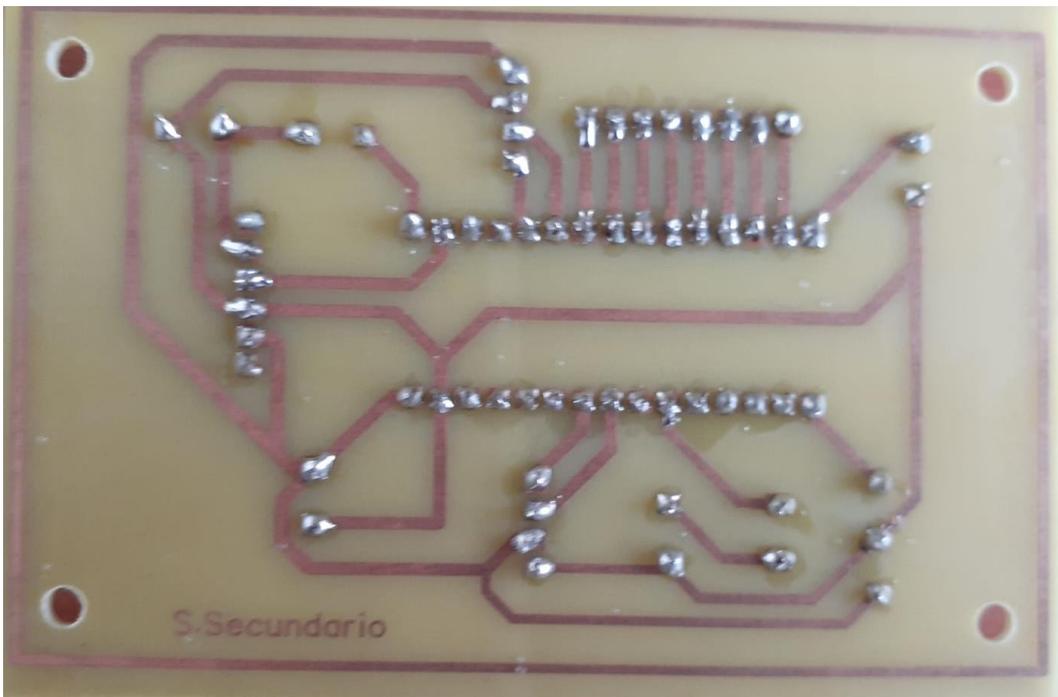


Figura 6.6 Placa del sistema secundario

6.4 APÉNDICE D – PRUEBAS



Figura 6.7 Ensamblaje del Prototipo

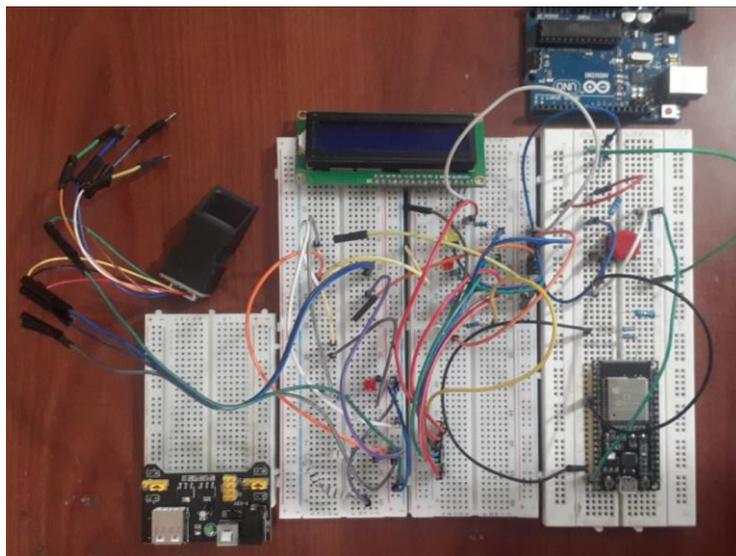


Figura 6.8 Pruebas

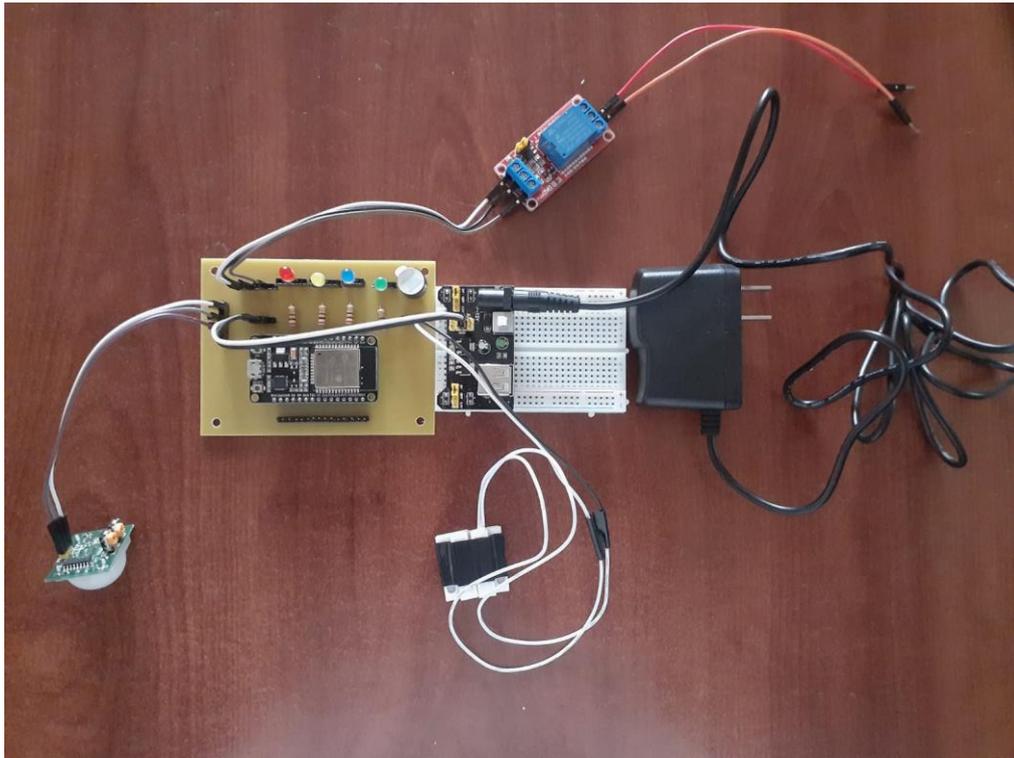


Figura 6.9 Prueba Primario

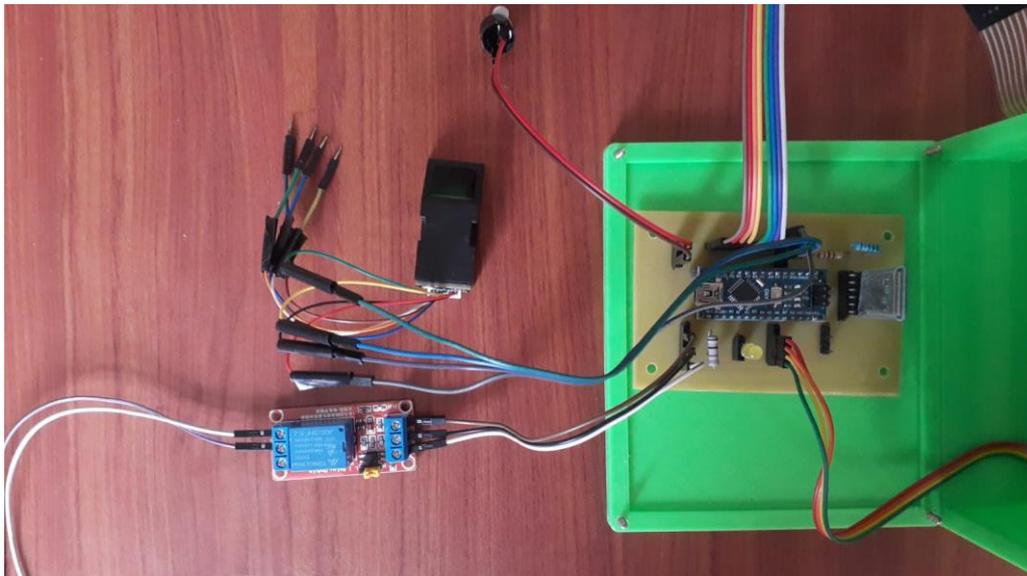


Figura 6.10 Prueba del Secundario

6.5 APÉNDICE E – CODIGO

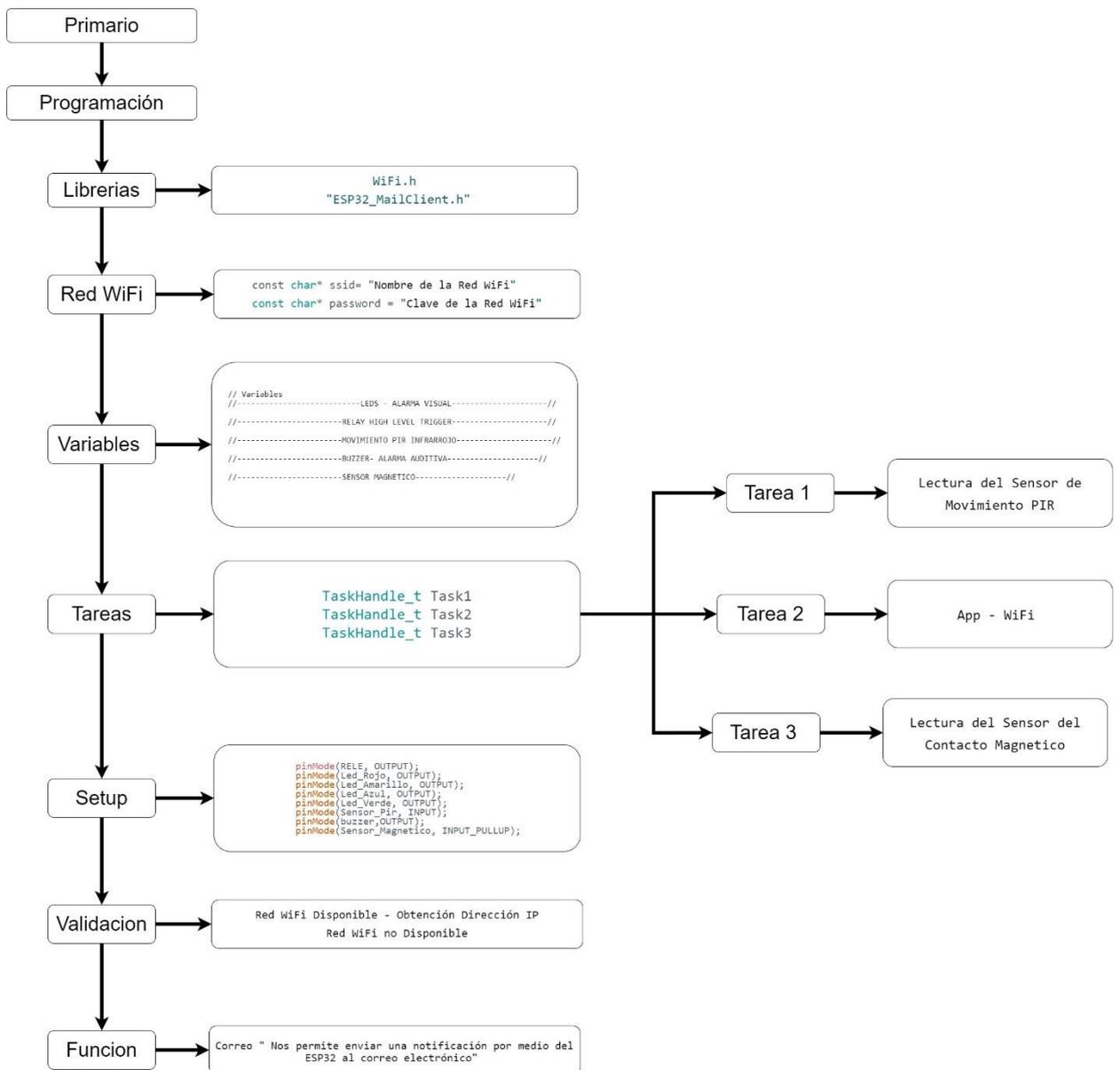


Figura 6.11 Sistema Principal

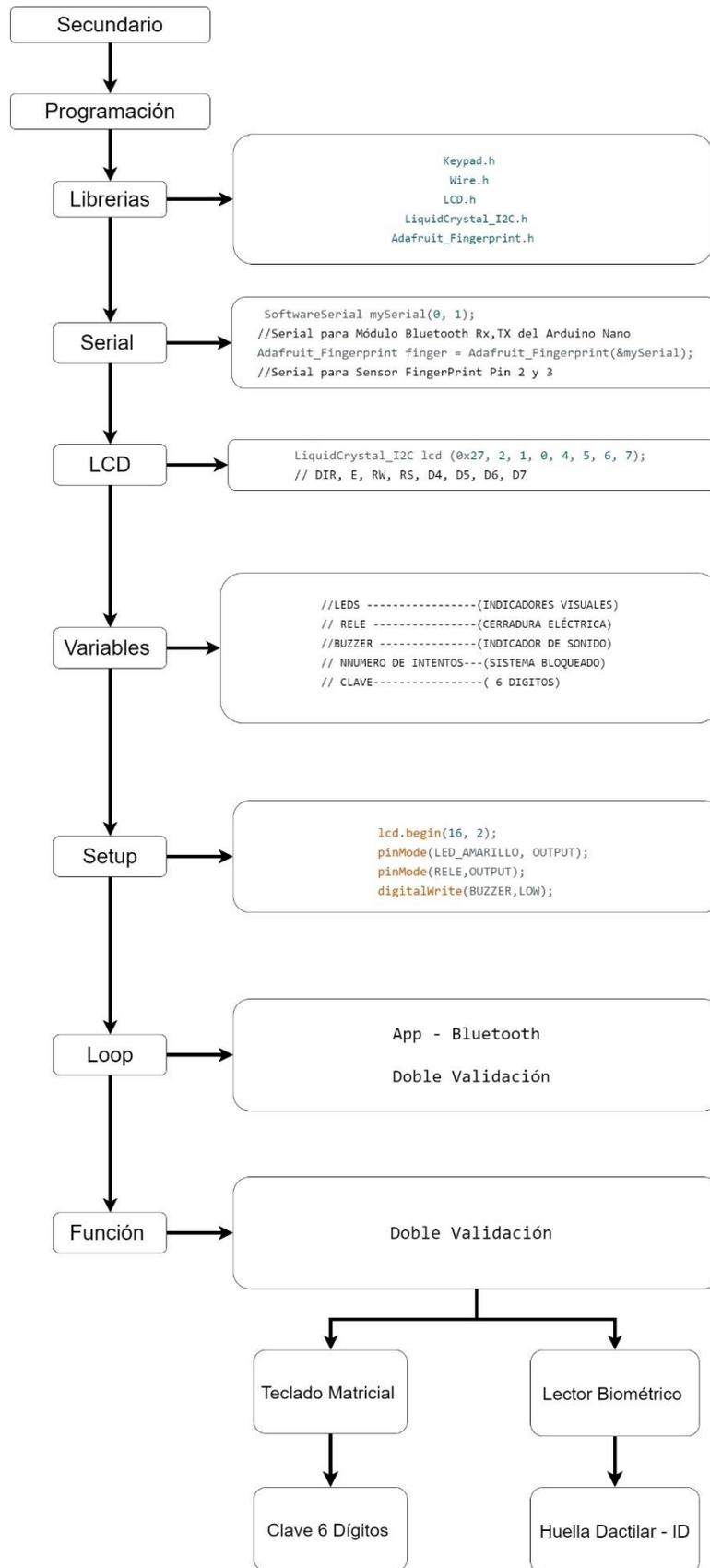


Figura 6.12 Sistema Secundario

6.6 APÉNDICE F – DATASHEET

ESP32

Tabla 6-3- DataSheet Esp32 PinOut

PinOut	Entrada	Salida	Observación
0	Pulled Up	✓	Señal PWM
1	Tx	✓	Arranque (Boot)
2	✓	✓	Led Incorporado
3	✓	Rx	High Arranque(Boot)
4	✓	✓	-----
5	✓	✓	-----
6-7-8-9-10-11	X	X	Flash SPI
12	✓	✓	-----
13	✓	✓	-----
14-15	✓	✓	Señal PWM (Boot)
16-17-18-19-20- 21-22-23-25-26- 27-32-33	✓	✓	-----
34 -35-36-39	✓	-----	Pines de Entrada