



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE MEJORA DE UNA CERRADURA ELECTRÓNICA
PARA QUE TRANSMITA, RECIBA, COMANDOS DE SEGURIDAD Y
CAPTURE FOTOGRAFÍAS ENVIADAS HACIA UN TELÉFONO
MÓVIL CON RECEPCIÓN DE ALERTA EN LA CASETA DE
VIGILANCIA DEL CONJUNTO RESIDENCIAL “VICTORIA VILLAS”.**

Autor:
Mendoza, Sergio
C.I.: 23.649.991

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master)



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES**

**PROPUESTA DE MEJORA DE UNA CERRADURA ELECTRÓNICA
PARA QUE TRANSMITA, RECIBA, COMANDOS DE SEGURIDAD Y
CAPTURE FOTOGRAFÍAS ENVIADAS HACIA UN TELÉFONO MÓVIL
CON RECEPCIÓN DE ALERTA EN LA CASETA DE VIGILANCIA DEL
CONJUNTO RESIDENCIAL “VICTORIA VILLAS”.**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES.**

Autor
Mendoza, Sergio
C.I.: 23.649,991
Tutor:
Ing. Salcedo, María

San Diego, Junio del 2019



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES

ACEPTACION DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero María Salcedo, titular de la cedula de identidad N° 24.969.397, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano MENDOZA M. SERGIO D. titular de la cedula de identidad N° 23.649.991 titulado "PROPUESTA DE MEJORA DE UNA CERRADURA ELECTRÓNICA QUE TRANSMITA, RECIBA, COMANDOS DE SEGURIDAD Y CAPTURE FOTOGRAFÍAS ENVIADAS HACIA UN TELÉFONO MÓVIL CON RECEPCIÓN DE ALERTA DE SEGURIDAD EN LA CASETA DE VIGILANCIA DEL CONJUNTO RESIDENCIAL "VICTORIA VILLAS". presentado como requisito parcial para optar al título de ingeniero en Telecomunicaciones, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 10 de Enero del año 2019

Ing. María Salcedo
C.I: 24.969.397



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES**

DEDICATORIA

Una familia bien constituida es la base de una sociedad, siendo los Padres y Abuelos quienes darán el cimiento en valores y principios para que sus miembros se conviertan en entes sociales prósperos, bien lleguen a ser estos profesionales o no; pero que, de seguro enfrentarán la vida con una visión altruista, siendo emprendedores de sueños para lograr un futuro mejor.

Sergio D. Mendoza M.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pp.
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE TABLAS.....	xii
RESUMEN INFORMATIVO.....	1i
INTRODUCCIÓN	2
 CAPÍTULO	
 I EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 Formulación del problema.....	5
1.3 Objetivos de la investigación	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Justificación.....	6
1.5 Alcance	7
1.6 Limitaciones	7
 II MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la Investigación	8
2.2 Bases teóricas	10
2.2.1 Cerradura electrónica	10
2.2.2 Arduino uno r3.....	10
2.2.3 Shields para arduino	12

2.2.4 Ethernet shield	13
2.2.5 Wifi shield	13
2.2.6 NodeMCU ESP8622	14
2.2.6.1 Posibles usos del ESP8266.....	14
2.2.6.2 Especificaciones del chip ESP8266	15
2.2.7 ESP32 Cam	17
2.2.8 Cámaras de seguridad.....	17
2.2.9 Lenguajes de Programación.	17
2.3 Definición de términos básicos	18

III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación	20
3.2 Diseño de la Investigación	21
3.3 Nivel de la Investigación.....	21
3.4 Población y Muestra.....	22
3.4.1 Población	22
3.4.2 Muestra.....	22
3.5 Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos.....	23
3.6 Fases metodológicas.....	23

IV RESULTADOS

4.1 Fase I	25
4.2 Fase II:	29
4.2.1 Proteus 7 Professional	30
4.2.2 Plataforma de desarrollo Arduino	30
4.2.3 Desarrollo de la programación	33
4.2.4 Simulación de la programación	37
4.2.5 Lista de Materiales	42
4.2.5.1 Teclado Matricial	43

4.2.5.2 Relé de 6V	43
4.2.5.3 ESP32 CAM	44
4.2.5.4 Display LCD	44
4.2.5.5 Modulo RF	45
4.2.5.6 Conversor USB – SERIAL	46
4.3 Fase III.....	46
4.3.1 Costos de diseño de la cerradura electrónica.....	48

V CONCLUSIONES

5.1 Conclusiones	51
5.2 Recomendaciones	52

REFERENCIAS	53
--------------------------	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pp.
Figura 1. Diagrama de pines Arduino uno	12
Figura 2. Espaciado de pines para shield Arduino.....	13
Figura 3. Puertos GPIO.....	15
Figura 4. Plataforma de desarrollo Proteus	30
Figura 5. Plataforma de desarrollo Arduino.....	31
Figura 6. Diagrama de flujo 1	33
Figura 7. Declaración de librerías y variables en el programa Arduino.....	34
Figura 8. Comprobación de la clave en el programa Arduino.	35
Figura 9. Clave errónea en el programa Arduino.	35
Figura 10. Diagrama de flujo 1	36
Figura 11. Conexión GSM al teléfono	37
Figura 12. Cerradura electrónica Proteus.....	38
Figura 13. Simulación contraseña correcta	39
Figura 14. Simulación clave incorrecta 1.....	40
Figura 15. Simulación clave incorrecta 2.....	40
Figura 16. Salida de la cámara	41
Figura 17. Simulación Módulo RF 1	42
Figura 18. Simulación Módulo RF 2	42
Figura 19. Teclado Matricial.....	43
Figura 20. Relé de 6V.....	44
Figura 21. ESP32 CAM	44
Figura 22. Display LCD.....	45
Figura 23. Modulo RF	46
Figura 24. Conversor USB – SERIAL	46

Figura 25. Conexión del módulo RF para el emisor.	47
Figura 26. Conexión del módulo RF para el emisor.	47
Figura 27. NodeMCU ESP8622	49

ÍNDICE DE TABLAS

CONTENIDO	Pp.
Tabla 1. Características técnicas	11
Tabla 2. Especificaciones técnicas de la placa ArduinoUNO.....	28
Tabla 3. Especificaciones técnicas del software Arduino	32
Tabla 4. Conexión Display LCD – ESP8266.....	45
Tabla 5. Tabla de precios.....	48



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE TELECOMUNICACIONES**

**“PROPUESTA DE MEJORA DE UNA CERRADURA ELECTRÓNICA
QUE TRANSMITA, RECIBA, COMANDOS DE SEGURIDAD Y
CAPTURE FOTOGRAFÍAS ENVIADAS HACIA UN TELÉFONO MÓVIL
CON RECEPCIÓN DE ALERTA DE SEGURIDAD EN LA CASETA DE
VIGILANCIA DEL CONJUNTO RESIDENCIAL “VICTORIA VILLAS”**

Autor: Sergio Mendoza

Tutor: Ing. María Salcedo

Fecha: Junio 2019.

RESUMEN INFORMATIVO

El trabajo de investigación presentado a continuación está referido a la mejora de una cerradura electrónica para obtener un mejor sistema de seguridad por distintos tipos de comunicación, el concepto desarrollado se hizo bajo la tecnología de Arduino y distintas conexiones como modulo RF, teclado, pantallas LCD, mejora realizada de manera simulada con el programa Proteus Design 7, dicha investigación se realizaron bajo la modalidad de proyecto factible con diseño experimental. Se realizó programación de código en programa Arduino IDE para el funcionamiento del sistema de seguridad con comandos y alertas hacia una caseta de vigilancia y un teléfono móvil, destinado a un conjunto residencial de varias casas con el fin de en un futuro sea implementado en la misma, al culminar el desarrollo se realiza una tabla de factibilidad de costo sobre materiales a utilizar en caso de un implementación futura así como recomendaciones de mejora de la misma

Descriptor: Arduino, Mejora, Comandos de seguridad

INTRODUCCIÓN

En la actualidad una de las amenazas de inseguridad más comunes es la clonación o detección de contraseñas personales para acceder a distintos tipos de información privada, atentando así con la integridad física o económica siendo un riesgo para los propietarios de viviendas que contemplan el acceso a las mismas mediante cerraduras electrónicas. El tener el control de acceso mediante avisos y comandos disponibles ante una situación irregular además de obtener un registro fotográfico del sujeto que intenta acceder a la privacidad es una de las funciones que son necesarias para proteger los bienes o información. Siendo un comando una instrucción u orden que el usuario proporciona a un sistema informático.

De esta manera la siguiente investigación propone mejorar una cerradura electrónica ya existente, añadiendo la función de poder enviar ciertos comandos a un teléfono celular donde se puedan realizar modificación de contraseña, bloqueo inmediato del dispositivo y detección de introducción incorrecto de contraseña, así también como un aviso a la caseta de vigilancia del conjunto residencial “Victoria Villas” delimitado por medio de una señal wifi y capturar un fotografía por medio de una pequeña cámara de seguridad de la persona que intente ingresar al lugar protegido por la cerradura, para esto se realizaron estudios acerca de distintos sistemas de seguridad con las modificaciones a proponer con el fin de obtener un sistema de seguridad con mayor control y confiabilidad

La siguiente investigación presenta cuatro capítulos.

Capítulo I: Dirigido hacia el problema, su planteamiento y objetivos de la investigación así como la justificación y el alcance del mismo.

Capitulo II: Se enfoca a los antecedentes, por investigaciones previas que aportan información y datos necesarios para el desarrollo del proyecto, además de las bases teóricas y definición de términos básicos.

Capitulo III: Se centra en el marco metodológico describiendo el tipo de investigación, el diseño e instrumentos relacionados con la investigación, además de incluir las fases metodológicas a realizarse para el cumplimiento de los objetivos.

Capitulo IV: Dirigido a los resultados obtenidos en el proyecto realizado luego de varias pruebas al concluirse el diseño, programación e instalación del mismo por medio de fases

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Es de hacer notar que la seguridad, es uno de los principales temas a considerar a nivel mundial ya que esta enlazada a la integridad física y económica de las personas desde lo más básico como la contraseña de una red social hasta el resguardo de la vida humana. Latinoamérica no es la excepción sino todo lo contrario, este cuenta con situaciones extremas de robos, violaciones, secuestros, entre otros, llevando esto a tomar mayores precauciones y buscar sistemas de seguridad más confiables.

Adicionalmente la búsqueda de la seguridad ciudadana en Venezuela está en ascenso debido a los altos índices de inseguridad que se registran en el país, donde en el ranking de las 50 ciudades más violentas del mundo elaborado anualmente por el Consejo Ciudadano para la Seguridad Pública y Justicia Penal A.C. (México), figuran 7 ciudades venezolanas, como lo son: Caracas ocupando el número uno a nivel mundial, acompañada de Maturín, Ciudad Guayana, Valencia, Barquisimeto, Cumaná y Barcelona, Estas ciudades manejan indicadores que van desde los 47 hasta los 130 fallecidos cada 100 mil habitantes. Según lo señalado por el Observatorio Venezolano de Violencia, Yuncoza (2017).

Por otra parte, Se ha hecho prioritario el tema de seguridad destinada a las residencias debido a lo alarmante que puede resultar vivir en uno de los países con mayor índice de peligrosidad, es de hacer notar que en el Conjunto Residencial “Victoria Villas” Urbanización la Campiña II, Municipio Naguanagua, Valencia, estado Carabobo, cuenta con un sistema de seguridad a cargo de la empresa de vigilancia “Centinela Preventivo 24horas C.A” sinembargo, el citado espacio habitacional carece de un cerco eléctrico, contando únicamente con una pared perimetral y rejas sencillas de protección.

La actual condición podría considerarse de poca seguridad, prestándose de fácil acceso para que ingresen personas ajenas a la residencia y atenten así, contra la seguridad de todos los que hacen vida en cada uno de los Town House.

Es por ello que los propietarios deberían buscar mejoras en un sistema de seguridad para sus casas. La intención de esta propuesta es motivar a los dueños para que implementen un nuevo acceso a sus hogares, proporcionándoles una mejora para alcanzar una protección óptima y confiable.

1.2 Formulación del problema

Ahora bien, ante esta situación surge la siguiente interrogante ¿de qué manera se podría mejorar la seguridad de una vivienda con el uso de las telecomunicaciones en el conjunto residencial “Victoria Villas” ubicado en el Municipio Naguanagua del estado Carabobo Valencia- Venezuela?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Proponer la mejora de una cerradura electrónica para que transmita, reciba comandos de seguridad y capture fotografías enviadas hacia un teléfono móvil, con recepción de alerta en la caseta de vigilancia, del Conjunto Residencial “Victoria Villas”.

1.3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el modelo a utilizar para las conexiones entre las casas y la caseta de vigilancia del Conjunto Residencial “Victoria Villas”.
- Desarrollar un programa para la transmisión, recepción de los comandos y fotografía al celular del propietario de la vivienda.
- Diseñar el sistema de alerta de seguridad en la caseta de vigilancia en el Conjunto Residencial.

1.4 Justificación

Esta propuesta se justifica inclinada en la necesidad de mejorar la seguridad en los Town House del conjunto residencial “Victoria Villas”, realizándole una mejora a una cerradura electrónica existente en las viviendas implementando el uso de las telecomunicaciones, con la que se podría tener control de supervisión de cierta manera con la entrada principal y en caso de presentarse una situación donde algún desconocido logró burlar la vigilancia a la entrada del conjunto residencial e intente ingresar en una de las casas tener a la mano tanto el propietario como el vigilante de turno, la inspección de la misma, y además poder, identificar a la persona extraña que intente violentar la cerradura.

De tal forma, ofrecerle así al servicio de seguridad la opción de ubicar con rapidez la residencia donde se presente la situación de riesgo en un menor tiempo, con la oportunidad de dar alerta al propietario en caso de éste no encontrarse en el lugar. Esta propuesta se formula en pro a la seguridad de las residencias, apoyada en las telecomunicaciones en sus avances tecnológicos, logrando así tener un mejor control de acceso por parte de personas desconocidas que intenten ingresar a la casa sin autorización, resultando una inversión eficaz y económica a largo plazo. En relación a la inseguridad que va aumentando anualmente a nivel mundial y tomando en cuenta las actualizaciones tecnológicas que se van desarrollando día a día las cuales pueden ser adaptadas e implementadas en el tema de la seguridad, por ello es de hacer notar el hecho de que en un país con alto nivel de inseguridad como lo es Venezuela.

En cuanto al punto de vista metodológico la investigación servirá de base y apoyo para investigaciones futuras, ofreciendo referencia bibliográfica que funcione de consulta o guía.

1.5 Alcance

El sistema funcionara de manera remota, pudiendo controlar el bloqueo de una cerradura por medio de una tarjeta NodeMCU. Para la administración se hará una propuesta de mejora a una cerradura electrónica controlada por un teclado. Siendo así, la señal de la cerradura tendrá como salida la transmisión y recepción de comandos de seguridad que recibirá el teléfono celular del propietario para controlar el bloqueo de la misma y cambio de clave de la misma .Agregado a esto, capturar de manera fotográfica el rostro del sujeto desconocido, enviándola así, al teléfono celular registrado en la cerradura, por consiguiente, la empresa que brinda el servicio de seguridad recibirá una alerta indicándole el sitio exacto donde se detectó la situación.

1.6 Limitaciones

Es de hacer notar que hay ciertas limitantes como lo son la factibilidad económica para la rentabilidad de la cerradura al ser mejorada, así como los permisos exigidos por medio de la empresa de seguridad para acceder a trabajar con dicho sistema. El sistema solo estará enfocado a realizarse en la puerta principal de cada casa. El presente trabajo va dirigido a uno de los town house en el conjunto residencial Victoria Villas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Son los postulados generales que poseen referencias teóricas, técnicas y principios que se utilizarán como base para realizar el estudio a desarrollar, estos serán de utilidad para darle pertinencia y validez teórica al tema que se investiga.

2.1 Antecedentes de la Investigación

Toda referencia a trabajos previos directamente relacionados con el estudio, servirán para situar la investigación. En este sentido Bavaresco (1997) afirma “quien o quienes con anterioridad han estudiado esta problemática, aunque sea con variables diferentes o con las mismas variables pero con temporalidad diferente, son apoyos referenciales como antecedentes”. (p.55) Es por esto que, esta investigación está tomando en consideración antecedentes internacionales y nacionales, independientemente a su temporalidad, con el solo propósito de dar un mayor soporte y solidez investigativa al presente trabajo.

Resulta pertinente dar a conocer como referencia de algunos antecedentes a la investigación, los siguientes trabajos presentando así el estudio realizado por; González M., Infante. M., (2017) titulado **“Construcción de un prototipo de robot social basado en un miniordenador raspberry pi 3 y arduino”** para optar por el título de Ingeniero Electrónico en la Universidad José Antonio Páez (Venezuela), donde presentan emular características de robots sociales ya elaborados por grandes empresas como Google, Microsoft y Amazon, con el fin de facilitar las labores cotidianas y repetitivas del usuario, siendo capaz de tomar decisiones sencillas como encender una bombilla mediante comandos de voz hasta hacer un recordatorio

de las actividades planificadas en la agenda del usuario. En este trabajo se utilizaron lenguajes de programación como C++, python y JavaScript para finalmente realizar las pruebas de la implementación del robot. Dentro de las recomendaciones se hace referencia a la adaptación del reconocimiento facial a manera de generar interacción entre el usuario y el prototipo, tomando esto como iniciativa y referencia a nuestro sistema, puesto que esta tecnología ha transformado campos, tales como, la medicina, la seguridad, el marketing entre otros, incorporando así el procesamiento de imágenes como una valiosa fuente de información.

De igual manera se hace referencia al trabajo realizado por; Aviles A. y Cobeña, K. (2015), de la universidad politécnica salesiana de ecuador titulado **“Diseño e Implementación de un Sistema de Seguridad a través de Cámaras, Sensores y Alarma, Monitorizado y Controlado Teleméricamente para el Centro de Acogida Patio mi Pana perteneciente a la a la Fundación Proyecto Salesiano”** para optar por el título de ingeniero en electrónica teniendo como finalidad elaborar un diseño y realizar la implementación de un sistema de seguridad que ayude al personal que habita y labora en las instalaciones de la fundación. El diseño consistió en un proceso que comenzó con la elaboración de un diagrama de conexiones físicas que detalla la conexión y funcionamiento de todos los equipos que integran el sistema de seguridad, el siguiente paso fue la simulación y programación de la tarjeta electrónica de la central de alarma haciendo uso de herramientas de software como lo son Proteus, Pic c, pickit 2, entre otro programas se prosiguió con la fabricación e implementación de los equipos que conforman la tarjeta impresa y las pruebas telemétricas, luego de ello se realizó la instalación y programación de cámaras IP de vigilancia, sensores alarmas y demás equipos en el establecimiento antes mencionado, para finalmente realizar las pruebas necesarias y verificar el correcto funcionamiento del sistema de seguridad.

Con igual relevancia está el estudio presentado por, Pineda G. (2015), de la universidad tecnológica de Pereira de Colombia titulado “**Diseño de un sistema de Alarma Inalámbrica para Pequeñas Empresas y Hogares en Pereira y Dosquebradas**” para optar por el título en ingeniería en mecatronica el sistema ha sido pensado para reducir al máximo el cableado y de esta manera facilitar la instalación, por lo que la comunicación entre los distintos dispositivos se hace de manera inalámbrica por medio de un protocolo descrito en la norma IEEE 802.15.4 llamado ZigBee. La red estará compuesta por varios sensores encargados de medir las variables del entorno como movimiento, gases, humo, vibración y temperatura, cada sensor se conectara una placa Arduino encargada de procesar, transformar y transmitir dicha información al módulo Xbee. Para integrar dicho sistema se propone una placa de bajo costo llamado RaspBerryPi, en el que se encuentra alojado un servidor el cual realizar el proceso de control y envío de los datos ya procesados al usuario, a través de una aplicación para dispositivos móviles y computadores.

2.2 Bases teóricas

Las bases teóricas de la presente investigación serán reflejadas en diferentes constructos que, de una u otra manera ayudarán a la comprensión del tema en estudio.

2.2.1 Cerradura electrónica

Un cerrojo electrónico o teclado de código, es un teclado electrónico usado para teclear un código de seguridad, que permite abrir una puerta de un edificio. Se utiliza en lugar de la llave haciendo accionar un electroimán de apertura de los cerrojos de las puertas en diferentes lugares, como por ejemplo: las puertas de acceso a áreas restringidas, las puertas de las habitaciones de los hoteles, las puertas de los edificios para permitir el acceso a las personas autorizadas, entre otras.

2.2.2 Arduino uno r3

Es una placa electrónica de las muchas que tiene Arduino y con la que es muy fácil introducirse en el mundo de la programación electrónica, Arduino es una

plataforma de código abierto (open-source) lo que permite realizar proyectos y modificaciones tanto de hardware como de software a cualquier persona sin ningún problema. Resulta pertinente mostrar las diferentes partes y características presentes en el cuadro 1 y figura 1 que tiene la placa electrónica Arduino Uno R3.

Tabla 1. Características técnicas

Fuente: Mendoza, S. (2019)

Microcontrolador	ATmega328P
Tensión de funcionamiento	5V
Voltaje de entrada (recomendado)	7-12V
Voltaje de entrada (límite)	6-20V
Digital pines I/O	14 (de los cuales 6 proporcionan una salida PWM)
PWM digital pines I/O	6
Pines de entrada analógica	6
Corriente DC por Pin I/O	20mA
Corriente DC para Pin 3.3V	60mA
Memoria flash	32KB ATmega328P de los que 0,5 KB son utilizados por el gestor de arranque.
SRAM	2KB ATmega328P
EEPROM	1KB ATmega328P
Velocidad de reloj	16 Mhz
Longitud	68.6 mm
Anchura	53.4 mm
Peso	25g

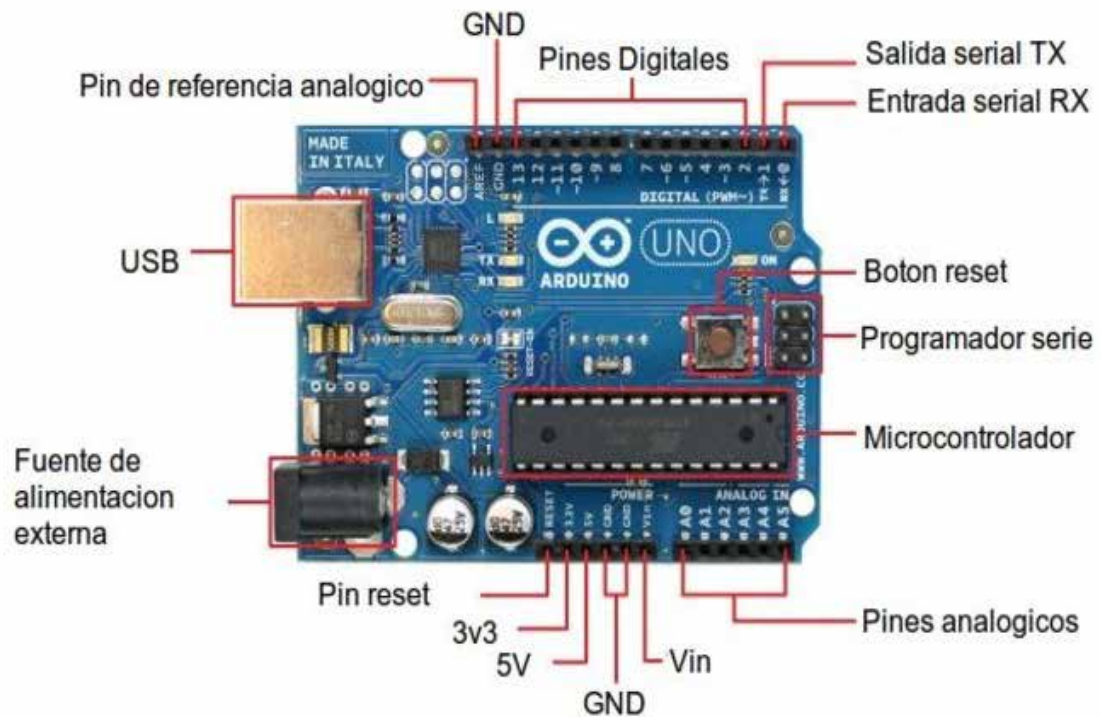


Figura 1. Diagrama de pines Arduino uno
 Fuente: Mendoza, S. (2019)

2.2.3 Shields para arduino

Las shields, son placas de circuitos modulares que se montan unas encima de otras para dar funcionalidad extra a un Arduino. Estas shields son apilables. Un shield en Arduino es una placa que se apila sobre el Arduino o sobre otro shield, de manera tal que, permite ampliar el hardware/capacidades de Arduino.

Por otro lado, las shields se pueden comunicar con el arduino bien por algunos de los pines digitales o analógicos o bien por algún bus como el SPI, I2C o puerto serie, así como usar algunos pines como interrupción. Además estas shields se alimentan generalmente a través del Arduino mediante los pines de 5V y GND. En muchos casos nos encontraremos que los shields vienen sin soldar las patillas o en algunos casos sin algunos componentes soldados. Cada Shield de Arduino debe tener el mismo factor de forma que el standard de Arduino con un espaciado de pines concreto para que solo haya una forma posible de encajarlo. (Figura 2.)

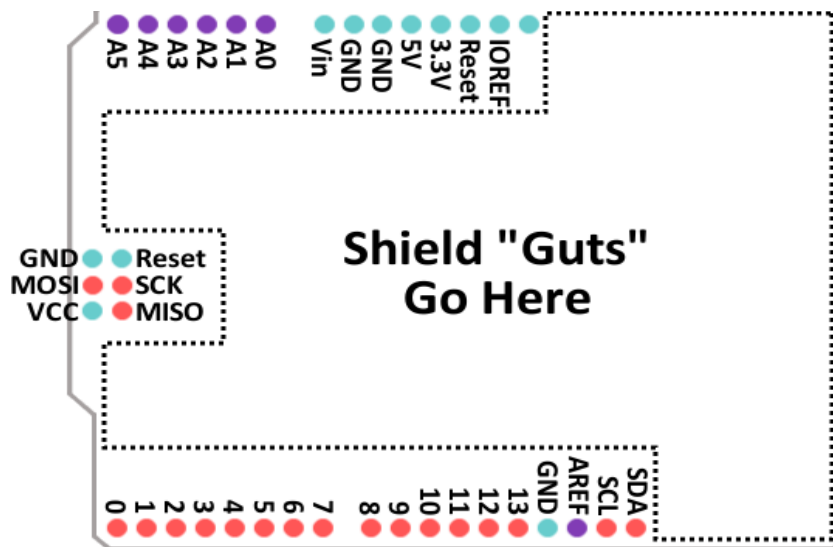


Figura 2. Espaciado de pines para shield Arduino

Fuente: Mendoza, S. (2019)

Es propio tener en cuenta que, cuando instalemos un shield, habrá que leer su documentación que nos dirá si inhabilita algunas de las I/O o si usa un bus y que requisitos tiene para su utilización. Generalmente las shields vienen con un ejemplo o una librería para su uso. En algunos casos los shields pueden tener el pincado que no permita apilar más.

2.2.4 Ethernet shield

La placa Arduino se comunica con el módulo W5100 y la micro-SD utilizando el bus SPI (mediante el conector ICSP). Esto se encuentra en los pines digitales 11, 12 y 13 en el modelo UNO y en los pines 50, 51 y 52 del modelo MEGA. En ambas placas, el pin 10 es utilizado para seleccionar el W5100 y el pin 4 para la micro-SD. Estos pines no pueden ser utilizados para otros fines mientras la Ethernet Shield esté conectada. En MEGA, el pin SS (53) no es utilizado pero debe dejarse como salida para que el bus SPI funcione correctamente.

2.2.5 Wifi shield

Permite conectar un Arduino a Internet mediante Wifi y hace uso de la librería WiFi Library. También dispone de un slot para una tarjeta micro SD. Este shield se

comunica con Arduino a través del bus SPI mediante los pines ICSP y usa los pines 4 y 10 al igual que la Shield Ethernet. También hace uso del pin 7 que no puedes ser usado. Debe tenerse en cuenta que dado que la tarjeta SD y la wifi usan el mismo bus SPI, no pueden trabajar simultáneamente, lo que implica que se debe tenerse este aspecto en cuenta durante la programación si usamos ambos periféricos. Esta tarjeta también dispone de unos interfaces en placa para actualizaciones de firmware y diagnósticos.

2.2.6 NodeMCU ESP8622

Se trata de un chip integrado con conexión WiFi y compatible con el protocolo TCP/IP. El objetivo principal es dar acceso a cualquier microcontrolador a una red. La gran ventaja del ESP8266 es su bajo consumo. Es el producto ideal para wereables y dispositivos del IoT

2.2.6.1 Posibles usos del ESP8266.

En este punto debemos de distinguir entre los módulos y los microcontroladores. El ESP8266 y el ESP8285 son microcontroladores. Podemos trabajar con ellos sueltos o podemos comprarlo integrado dentro de un PCB (Printed Circuit Board o Circuito Impreso).

Ocurre lo mismo que con Arduino. Tenemos la posibilidad de comprar un microcontrolador Atmel o comprar la placa de Arduino donde ya viene integrado.

Dicho todo esto, el uso que le demos dependerá de si lo tenemos como chip o como módulo. Dentro de la gran cantidad de usos caben destacar los siguientes:

- Electrodomésticos conectados.
- Automatización del hogar.
- Casas inteligente. ITEAD es puntera en este sector.
- Automatización de la industria.
- Monitor de bebés.
- Cámaras IP.
- Redes de sensores.
- Wereables.

- IoT (Internet of Things o Internet de las Cosas)
- IIoT (Industrial Internet of Things o Internet de las Cosas para el sector Industrial)

Y cualquier aplicación donde se requiera conexión a una red o a Internet.

2.2.6.2 Especificaciones del chip ESP8266

Hardware

- CPU Tensilica L106 32-bit
- Voltaje de operación entre 3V y 3,6V
- Corriente de operación 80 mA
- Temperatura de operación -40°C y 125°C

Conectividad

- Soporta IPv4 y los protocolos TCP/UDP/HTTP/FTP
- No soporta HTTPS en un principio. Si que lo hace mediante software tanto en cliente como servidor TLS1.2. La primera implementación está todavía en desarrollo.

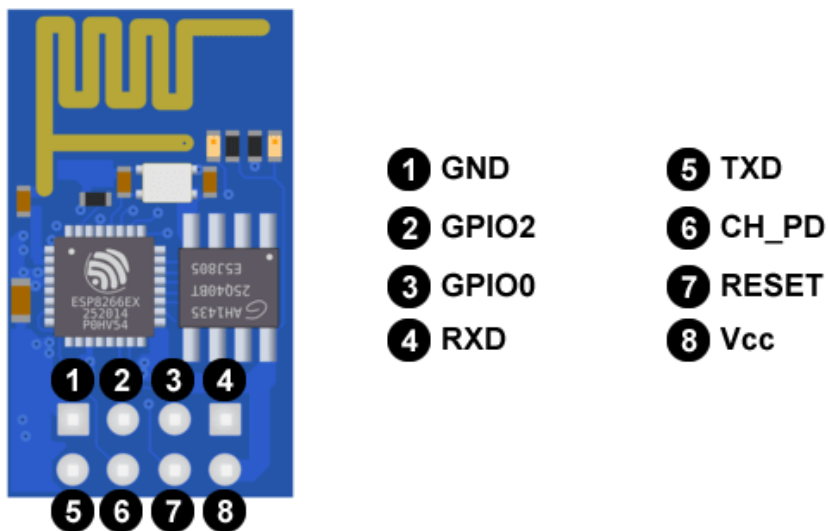


Figura 3. Puertos GPIO

Fuente: Mendoza, S. (2019)

- Tiene 17 puertos GPIO pero solo se pueden usar 9 o 10. El GPIO16 es especial ya que está conectado al RTC (Real Time Clock).
- Pueden ser configurados con resistencia Pull-up o Pull-down.
- Soporta los principales buses de comunicación (SPI, I2C, UART).

Características eléctricas

- Voltaje de trabajo entre 3V y 3,6V.
- Según noticias del propio CEO de Espressif, admite tensiones de entrada de 5V en los puertos GPIO.

Consumos

Dependerá de diferentes factores como el modo en el que esté trabajando el ESP8266, de los protocolos que estemos utilizando, de la calidad de la señal WiFi y sobre todo de si enviamos o recibimos información a través de la WiFi. Oscilan entre los 0,5

2.2.7 ESP32 Cam

ESP32CAM Es Un Pequeño módulo basado en ESP32 Chip y OV2640. Incluso puedes programar la cámara ESP32CAM a través del ESP-IDF instalando el núcleo ESP32.

La ESP32CAM Equipa el ESP32 con todo lo necesario para programar, ejecutar y desarrollar en wonderchip. También cuenta con un cargador de LiPo(IP5306) Así que ESP32CAM El proyecto puede alimentarse a batería y ser verdaderamente inalámbrico. Este posee características como un microprocesador LX6 de doble núcleo, hasta 240MHz en frecuencia de reloj, 520kB interna SRAM, 4 MB de memoria Flash, Transceptor WiFi 802,11 BGN integrado, bluetooth de doble modo integrado, cifrado acelerado por hardware (AES, SHA2, ECC, RSA-4096), sensor OV2640, formato de salida de 8bits, modo de escaneo: progresivo. En cuanto a la cámara que posee, tiene como características 2megapíxeles, campo de visión de 78grados, sensor de mejor resolución 1600*1200.

2.2.8 Cámaras de seguridad

Una cámara de red, también llamada cámara IP, puede describirse como una cámara y un ordenador combinados para formar una única unidad. Los componentes principales que integran este tipo de cámaras de red incluyen una lente, un sensor de imagen, uno o más procesadores y memoria. Como un ordenador, la cámara de red dispone de su propia dirección IP, está directamente conectada a la red y se puede colocar en cualquier ubicación en la que exista una conexión de red. Esta característica es la diferencia respecto a una cámara Web, que únicamente puede ejecutarse cuando está conectada a un ordenador personal (PC) por medio del puerto USB o IEEE 1394.

2.2.9 Lenguajes de Programación.

Según Arias M. (2008), define los lenguajes de programación como “aquel elemento dentro de la informática que nos permite crear programas mediante un conjunto de instrucción, operadores y reglas de sintaxis, que pone a disposición del

programador para que este pueda comunicarse con los dispositivos de hardware y software existentes”. Siendo el lenguaje de programación la herramienta utilizada.

2.3 Definición de términos básicos

Algoritmo: Conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema.

Amplitud: Distancia entre los puntos más alto y más bajo de la onda, determina la intensidad. Es una medida de la variación máxima del desplazamiento u otra magnitud física que varía periódica o cuasi-periódicamente en el tiempo.

Aplicación móvil: es una aplicación informática diseñada para ser ejecutada en teléfonos inteligentes, tabletas y otros dispositivos móviles. Las aplicaciones permiten al usuario efectuar un conjunto de tareas de cualquier tipo profesional, de ocio, educativas, de acceso a servicios, entre otros, facilitando las gestiones o actividades a desarrollar.

Arduino IDE: es un entorno de desarrollo y en él se realiza la programación de cada una de las placas de Arduino. Tiene como base el entorno de Processing al igual que un lenguaje de programación fundamentado en Wiring

Código: combinación de símbolos que, en el marco de un sistema ya establecido, cuenta con un cierto valor. Por ejemplo, C++: es un lenguaje imperativo orientado a objetos derivado del C. En realidad un supe conjunto de C, que nació para añadirle cualidades y características de las que carecía.

Seguridad: Ciencia interdisciplinaria que está encargada de evaluar, estudiar y gestionar los riesgos que se encuentra sometido una persona, un bien o el ambiente. Se debe diferenciar la seguridad sobre las personas (seguridad física), la seguridad sobre el ambiente (seguridad ambiental), la seguridad en ambiente laboral (seguridad e higiene) y otros.

GPRS: El GPRS (General Packet Radio Service) es una extensión de la tecnología de comunicaciones móviles GSM. En ella la información es dividida en pequeños bloques, los que posteriormente se reagrupan al llegar a destino. Este tipo de transmisión permite una mayor capacidad y velocidad.

GSM: el **GSM:** no es más que un estándar de comunicación para la telefonía móvil, implementado mediante la combinación de satélites y antenas terrestres. A los móviles que usan la tecnología GSM también se les conoce por móviles 2g o de segunda generación.

IP: Es una dirección única que dispositivos informáticos, como ordenadores personales, tabletas y teléfonos inteligentes utilizan para identificarse y comunicarse con otros dispositivos en la red IP.

Interfaz: Conexión física y funcional entre dos aparatos o sistemas independientes.

Lenguaje C: es del tipo lenguaje estructurado como son Pascal, Fortran, Basic. Sus instrucciones son muy parecidas a otros lenguajes incluyendo sentencias como if, else, for, do y while... Aunque C es un lenguaje de alto nivel (puesto que es estructurado y posee sentencias y funciones que simplifican su funcionamiento) tenemos la posibilidad de programar a bajo nivel (como en el Assembler tocando los registros, memoria, por nombrar algunos).

Muestreo: Asigna un valor numérico a la señal en unidades discretas de tiempo constante dependiendo de la frecuencia Nyquist que especifica la frecuencia máxima a la que una señal puede reproducirse completamente.

Relay: un interruptor controlado mediante un circuito eléctrico que, a través de un electroimán y de una bobina, define el cierre o a la apertura de otros circuitos. El relay funciona como un interruptor, permitiendo o negando el paso de la corriente eléctrica. Existen diferentes tipos de relevadores: el relay de lámina, el relay de corriente alterna, el relay electromecánico y el relay de estado sólido son solo algunos de ellos.

WIFI: es una tecnología de comunicación inalámbrica que permite conectar a internet equipos electrónicos, como Computadoras, Tablets, Smartphone o Celulares, así como otros similares, mediante el uso de radiofrecuencias o infrarrojos para la transmisión de la información.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Se considera pertinente la utilización del Paradigma Cuantitativo, dada su rigurosidad en la sistematización de datos, disminución de variables subjetivas y aportes estadísticos, características útiles para analizar la problemática. Asimismo, se plantea que las mediciones y predicciones extraídas ayudarán a la objetividad, explicación, confrontación de teorías, establecimiento de conexiones entre variables y a la repetición o replicación de futuros estudios. A continuación, se describe el diseño y tipo de la investigación, y se realiza la descripción de las técnicas e instrumentos empleados en la investigación.

3.1 Tipo de investigación

El Diseño de la investigación, que se refiere a la explicación del modelo metodológico asumido, alude a la forma como se dará respuesta a las diversas interrogantes formuladas, ello guarda relación con la definición de estrategias a seguir en la búsqueda de soluciones al problema planteado. Esta investigación se clasificó como un proyecto factible, puesto que el objetivo principal, es mejorar la seguridad en el Conjunto Residencial Victoria Villas, para esto se propuso la mejora de una cerradura electrónica haciendo uso de programas y diversas tecnologías, el cual fue debidamente simulado y probado para garantizar su correcto funcionamiento. Según Renie, de Moya (2004), un proyecto factible “consiste en un conjunto de actividades vinculadas entre sí, cuya ejecución permitirá el logro de objetivos previamente definidos en atención a las necesidades que pueda tener una institución o un grupo social en un momento determinado. Es decir, la finalidad del proyecto factible radica en el diseño de una propuesta de acción dirigida a resolver un problema o necesidad previamente detectada en el medio” (p. 89).

3.2 Diseño de la Investigación

Al tratarse de una investigación no Experimental, en la que se describe una circunstancia o se examinan relaciones entre aspectos, sin manipulación directa de condiciones, se empleará la modalidad Descriptiva, la cual refiere un fenómeno y evalúa la naturaleza de las condiciones existentes, utilizando números para caracterizar individuos o grupos. Este tipo de investigación pregunta, qué es o qué fue, presentando las situaciones de la manera cómo son o eran, no implica manejo de variables independientes y suministra información relevante, especialmente cuando se investiga un área por primera vez. (McMillan y Schumacher, 2005). Efectivamente al ser un estudio transversal no habrá manipulación de las variables.

3.3 Nivel de la Investigación

Según Arias, Fidias (2006) el nivel de investigación se refiere al “Grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno. Aquí se indicará si se trata de una investigación exploratoria, descriptiva o explicativa.”. En este caso, el nivel de la investigación es descriptiva, y según Arias, Fidias (1999), “Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, y aun cuando no se formulen hipótesis, las primeras aparecerán enunciadas en los objetivos de investigación.”. El nivel de la presente investigación se basa principalmente en describir la situación de inseguridad que ocurre dentro de las instalaciones del Conjunto Res. Victoria Villas, indicando las razones por la cual este fenómeno se encuentra vigente así como las diversas herramientas que se han utilizado para dar intentar dar una solución al problema lo cual ayudó a obtener una relación de los acontecimientos obteniendo así las bases que se utilizaron para el diseño de un sistema que permita solventar o disminuir la problemática presentada.

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

Según Arias, Fidas (2006) define población o población objetivo como “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas conclusiones de la investigación. Esta queda determinada por el problema y por los objetivos del estudio” (p. 81). Por otro lado, según Egg, Andes citado en Tamayo y Tamayo (1998) la muestra “es el conjunto de operaciones que se realizan para estudiar la distribución de determinados caracteres en la totalidad de una población universo o colectivo partiendo de la observación de una fracción de la población considerada” (p. 115). Tomando en cuenta las definiciones anteriores en este trabajo se tomará como población a los residentes del Conj. Res Victoria Villas y como muestra será tomado el 50% de dicha población.

De igual forma la Población es definida por McMillan y Schumacher (2005) como “un grupo de elementos o casos, ya sean individuos, objetos o acontecimientos, que se ajustan a criterios específicos y para los que pretendemos generalizar los resultados de la investigación”. (p. 135). Por su parte, Arocha y López (2000) “la definen como el total de elementos que comparten un conjunto de características comunes, también se le denomina Universo”. (p. 45). Ahora bien, la población a tomar en cuenta para desarrollar este trabajo de investigación, será tomada del Conjunto Residencial Victoria Villas, ubicado en el Municipio Naguanagua, estado Carabobo.

3.4.2 Muestra

La Muestra, para el enfoque Cuantitativo, es definida como un subgrupo de la población de interés siendo representativa de ésta. De esta muestra se habrán de recolectar datos, siendo previamente definida o delimitada con precisión. (Hernández Sampieri et all, 2003). Al tratarse pues de una

investigación educativa, la muestra será seleccionada por Muestreo No Probabilístico por Conveniencia, el cual tal como lo definen McMillan y Schumacher (2005) “no incluye ningún tipo de muestreo aleatorio. Más bien, el investigador toma sujetos que resultan accesibles o que pueden representar cierto tipo de características”. (p. 140). Los autores presentan este tipo de muestreo como menos lento y menos costoso; además, de ser más fácil de administrar.

La muestra que definirá este proyecto de investigación estará únicamente enfocada en una sola casa la cual es la que adquiere la mejora.

3.5 Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos

El presente proyecto utiliza como técnica de recolección de datos la observación e investigación. En opinión de Sabino (1986) la observación “es una técnica antiquísima, cuyos primeros aportes serían imposibles de rastrear. A través de sus sentidos, el hombre capta la realidad que lo rodea, que luego organiza intelectualmente.”

Se utilizará para este fin un cuaderno de notas, que de acuerdo a Cerda (1991) es una forma de anotar todo lo observado y lo define como “el conjunto de informaciones, datos, expresiones, opiniones hechos, croquis, etc., que pueden constituirse en una valiosa información para la investigación.” (p. 250).

3.6 Fases metodológicas

Fase 1: Diagnosticar el modelo a utilizar para las conexiones entre las casas y la caseta de vigilancia del Conjunto Residencial “Victoria Villas”. El objetivo de esta fase es establecer un modelo específico para las conexiones entre las casas y la caseta de vigilancia.

Fase II: Desarrollar un programa para la transmisión, recepción de los comandos y fotografía al celular del propietario de la vivienda. Con este objetivo se pretenderá programar un sistema para la cerradura electrónica que,

transmita y reciba comandos enviados con órdenes específicas y a su vez reciba fotografías al celular del propietario del inmueble.

Fase III: Diseñar el sistema de alerta de seguridad en la caseta de vigilancia en el Conjunto Residencial. La finalidad de este objetivo será por medio de una interfaz diseñar la manera más efectiva y sencilla de señalar un alerta de seguridad específico de la casa afectada.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

A continuación se describirán el desarrollo de cada una de las fases las cuales describen los objetivos específicos planteados al inicio de este trabajo de grado.

4.1 Fase I: Diagnosticar el modelo a utilizar para las conexiones entre las casas y la caseta de vigilancia del Conjunto Residencial “Victoria Villas” así como la efectividad de la cerradura.

Con el fin de determinar el modelo más viable a utilizar para las conexiones necesarias para el correcto funcionamiento del sistema de seguridad, se realizó una investigación en base a los tipos de conexiones posibles, de esta manera determinar la mejor opción posible. Iniciando así con las redes LAN Ethernet la cual es una conexión cableada, esta puede ser utilizada para permitir la comunicación entre las casas y la red LAN, para así lograr la conexión hacia la caseta de vigilancia, este tipo de conexión presenta una limitante por el número de puertos que tiene el router para conectar o se tendría que colocar un switch en la red, de la misma manera habría que diferenciar los equipos que se van a utilizar en movilidad y aquellos que permanecerán en el mismo lugar, si conectamos con cable de red Ethernet tiene como ventaja, el ancho de banda sea mucho mejor además de poseer mayor seguridad ya que la información va desde el ordenador al router y desde este a su destino final, evitando que pueda ser cifrada o que puedan intentar acceder a tus datos. Como mayor limitante tenemos que la red cableada tiene un alcance máximo de 100 metros y habría que limitar la práctica a 90 metros, agregando también el tema estético al momento de cablear por todo el espacio a cubrir.

Se procedió al estudio de la red GSM/GPRS las cuales se conceptualizan de dos maneras. La red GSM se trata de un estándar de telecomunicaciones que a lo largo de diferentes fases ha ido evolucionando dentro de lo que se ha denominado telefonía móvil de segunda generación. En Europa, el estándar GSM usa las bandas de frecuencias de 900MHz y 1800MHz. Sin embargo, en Estados Unidos se usa la banda de frecuencia de 1900MHz. Por ello, los teléfonos que funcionan tanto en Europa como en Estados Unidos son llamados tribanda y aquellos que funcionan solo en Europa se denominan bibanda.

Por un lado el estándar GSM soporta un tráfico máximo de 9.6Kbps, que permite transmisiones de voz y datos digitales de volumen bajo: mensajes de texto (SMS) o mensajes multimedia (MMS), además hay que decir que es un sistema que es totalmente digital. En cuanto a la red GPRS podemos decir que es una evolución del estándar GSM. Es un estándar de telefonía de segunda generación que permite una transición hacia la tercera generación (3G), el estándar GPRS por lo general se clasifica como 2.5G permite la transferencia de datos del paquete con una tasa de datos teóricos alrededor de 171,2Kbps (hasta 114Kbps en la práctica). Gracias a su modo de transferencia en paquetes, la transferencia de datos solo usa la red cuando es necesario. Por lo tanto el usuario GPRS permite que el usuario reciba facturas por volumen de datos en lugar de la duración de la conexión, lo que significa especialmente que el usuario puede permanecer conectado sin costo adicional, para el transporte de voz, el estándar GPRS emplea la arquitectura de red GSM y provee acceso a la red de datos (especialmente internet) por medio de protocolo IP o el protocolo X.25. Además, admite características nuevas que no están disponibles en el estándar GSM y se puede clasificar en los siguientes tipos de servicios:

- Servicio punto a punto (PTP): es la capacidad de conectarse en modo cliente-servidor a un equipo en una red IP.

- Servicio de punto a multipunto (PTMP): constituye la capacidad de enviar paquetes a un grupo de destinatarios (Multidifusion).
- Servicio de mensajes cortos (SMS).

Por otro lado GSM fue creado para transmitir voz, aunque ofrece la posibilidad de transmitir datos de hasta 9600 bps. Se desarrollaron dos sistemas que permitan obtener más velocidad aplicando algunas modificaciones a la red GSM, estos sistemas son el HSCSD, GPRS y EDGE, y se consideran red 2.5G, donde queda patente que GPRS no es la única tecnología de intermedia entre la segunda y tercera generación de telefonía móvil, además este sistema es útil para aplicaciones que requieren muchas transmisiones de pocos datos o pocas transmisiones de un volumen medio de datos, dado que GPRS permite más velocidad que GSM se adquiere información sobre la Red WiFi el cual indica.

Se usa el término WiFi para designar a todas las soluciones informáticas que utilizan tecnología inalámbrica 802.11 para crear redes. 802.11 es el estándar más utilizado para conectar ordenadores a distancia. El uso más frecuente de esta tecnología es la conexión de portátiles a internet desde las cercanías de un punto de acceso o hotspot. Estos puntos son cada vez más abundantes y permiten a cualquier usuario utilizar la red sin necesidad de instalar un cable telefónico. La emisión y recepción de datos se realiza a través de radiofrecuencia. Existen diferentes formatos de conexión, pero el más popular es el conocido como 802.11b, que opera en la banda de los 2,4 gigahertzios, la misma que las microondas de la telefonía móvil. De hecho, la comunicación a través de una red wireless es muy parecida a las dos vías de comunicación de la radio. Esto es lo que sucede:

1. El adaptador inalámbrico de un ordenador traduce los datos en forma de señal de radio y los transmite utilizando una antena.
2. Un router inalámbrico recibe la señal y la decodifica. El router envía la información a Internet utilizando una conexión física, cableada, de Ethernet.

Un punto con WiFi es simplemente un área con acceso a una red inalámbrica. El término es utilizado más a menudo para referirse a redes inalámbricas que se encuentran en áreas públicas como en los aeropuertos o en las cafeterías. Algunos son gratuitos y otros tienen como requisito un honorario determinado por su uso. No obstante, en cualquier caso pueden ser muy útiles cuando estás en movimiento. Sabiendo esto se puede presentar la tarjeta que será utilizada para las comunicaciones necesarias entre la cerradura y los receptores como la vigilancia y el dispositivo móvil del proyecto mencionado.

Para realizar el proceso de comunicación, procesamiento de los datos, posible visualización y transmisión, se utiliza una plataforma de desarrollo digital que permita realizar estas tareas. La plataforma de desarrollo elegida para este proyecto es Arduino, debido a su bajo costo y la existencia de una gran comunidad, desarrollando numerosos proyectos de distintos ámbitos, incluyendo el sanitario. Esta última característica es muy importante pues existen una gran variedad de proyectos realizados por diversos desarrolladores de los que se puede extraer bastante información específica sobre diversos aspectos. Esta plataforma de hardware de código abierto, basada en una sencilla placa con entradas y salidas, analógicas y digitales, cuenta con un entorno de desarrollo que está basado en el lenguaje de programación Processing (Hodges et al., 2012). Se trata de un dispositivo que conecta el entorno analógico con el digital. Arduino se basa en un microcontrolador Atmel AVR de 8 bits, existiendo de diferentes tipos dependiendo del modelo de placa que se adquiera. En el presente proyecto, se emplea la versión Arduino UNO, con un microcontrolador ATmega328.

Tabla 2. Especificaciones técnicas de la placa ArduinoUNO

Fuente: Mendoza, S. (2019)

Especificación	Valor
Microcontrolador	ATmega328
Voltaje Operativo	5V
Tensión de entrada (recomendada)	7-12V
Tensión de entrada (limites)	6-20V
Pines de E/S digitales	14
Pines de entrada analógica	6
SRAM	2KB
Memoria Flash	32KB
EEPROM	1KB
Frecuencia reloj	16MHz

Como se puede observar en la tabla 2, la tensión de funcionamiento de este dispositivo es de 5V, alimentado por una fuente externa de entre 6 y 20 V o vía USB. El problema de la alimentación de este dispositivo es que si se alimenta por debajo de los 7V se puede tener una tensión inestable en los pines de salida de la placa. Otro de los principales motivos por el que se ha elegido la plataforma de desarrollo de Arduino para este proyecto son los costos. Mientras que otras plataformas de desarrollo ofrecen poca variedad de artículos con diferentes características, Arduino presenta una gran variedad de placas con distintas funcionalidades. Existen algunas con posibilidad de módulo de conexión WIFI ya incorporado, aunque siempre se puede conectar uno externo, otras con mayor velocidad de procesamiento de datos y otras con menos, y muchas otras funciones.

4.2 Fase II: Desarrollar un programa para la transmisión, recepción de los comandos y fotografía al celular del propietario.

Para desarrollar la programación y simulación de la cerradura electrónica se usaron dos programas elementales:

- Proteus 7 Professional.
- Plataforma de desarrollo Arduino.

4.2.1 Proteus 7 Professional

Es importante destacar que para el desarrollo del proyecto se utilizó la plataforma de desarrollo Proteus la cual es una aplicación para la ejecución de proyectos de construcción de equipos electrónicos en todas sus etapas: diseño del esquema electrónico, programación del software, construcción de la placa de circuito impreso, simulación de todo el conjunto, depuración de errores, documentación y construcción. Por ser el trabajo de grado un diseño de alto nivel es importante usar programas y plataformas de alto nivel que cuenten con todas las librerías necesarias para llevar a cabo la simulación.



Figura 4. Plataforma de desarrollo Proteus

Fuente: Mendoza, S. (2019)

4.2.2 Plataforma de desarrollo ArduinoIDE

Es una plataforma electrónica para prototipos de código abierto, está diseñada para hacer el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios accesible fácilmente. El hardware consiste en un diseño simple para la tarjeta Arduino, con un procesador Atmel AVR y soporte de entradas y salidas de la tarjeta. El software consiste en un lenguaje de programación estándar y un boot

loader que se ejecuta en la tarjeta. El hardware es programado empleando un lenguaje basado en cableado (sintaxis + librerías), muy similar a C++ con algunas simplificaciones y modificaciones, y un entorno de desarrollo integrado basado en Processing (IDE).

El Arduino es básicamente una placa con un microcontrolador. Un microcontrolador (abreviado μC , UC o MCU) es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales, los cuales cumplen una tarea específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida.



Figura 5. Plataforma de desarrollo Arduino

Fuente: Desarrollo de un dispositivo Arduino, Página 5







Para empezar a programar la placa del Arduino UNO es necesario descargarse el programa de la página web de Arduino el entorno de desarrollo IDE. Se dispone de versiones para Windows y para MAC, en la Figura 5 se muestra el aspecto del entorno de programación, el cual está constituido por un editor de texto para escribir el código, una consola de texto, un área de mensajes, una barra de herramientas con botones para las funciones más

comunes, y una serie de menús. Permite la conexión con el hardware de Arduino para cargar los programas y comunicarse con ellos.’

Cuando se programa en el entorno de Arduino existe la posibilidad de buscar, remplazar, cortar y pegar texto lo que facilita la programación. En el área de mensajes se puede observar la información mientras se ejecutan los programas y también muestra los errores de los programas. La barra de herramientas permite verificar el proceso de carga de la tarjeta Arduino, guardado de programas, y la monitorización serie, en la Tabla 3 se puede observar cada función que cumplen sus herramientas.

Tabla 3. Especificaciones técnicas del software Arduino

Fuente: Mendoza, S. (2019)

Herramientas	Función
	Verificar Chequea el código en busca de errores.
	Cargar Compila el código y lo graba en la placa E/S de Arduino.
	Nuevo Crea un nuevo sketch
	Abrir Presenta un menú de todos los programas sketch de su “sketchbook”, (librería de sketch). Un click sobre uno de ellos lo abrirá en la ventana actual
	Guardar Guarda el programa Sketch
	Monitor Serial Inicia la monitorización serie

4.2.3 Desarrollo de la programación

La fase mencionada obtuvo un enfoque hacia la programación de todo el software del proyecto, tal como en la programación de toda la cerradura y el la comunicación necesaria para el correcto funcionamiento.

Conociendo el tipo de conexión a utilizar en la primera etapa. Se procederá a realizar la programación del sistema de seguridad en distintas etapas, Para esto se utilizó el siguiente diagrama de flujo indicando las entradas, salidas, ciclos y opciones del sistema de seguridad:

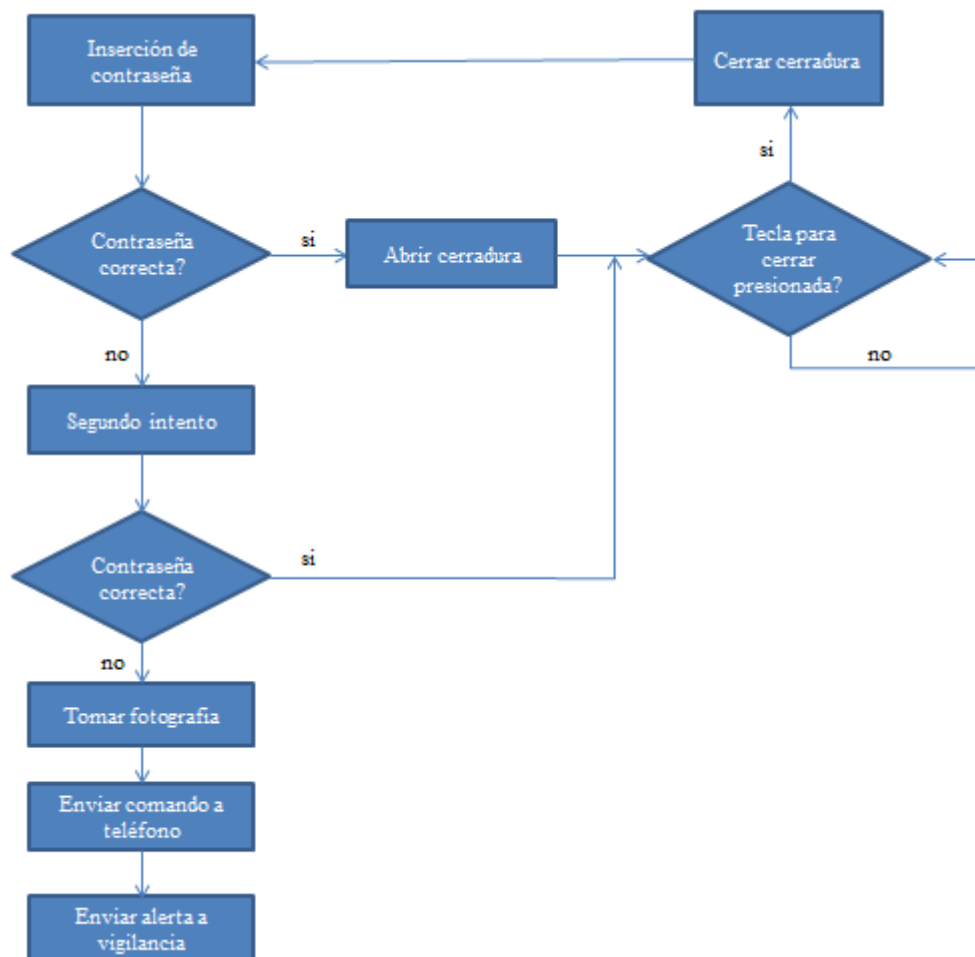
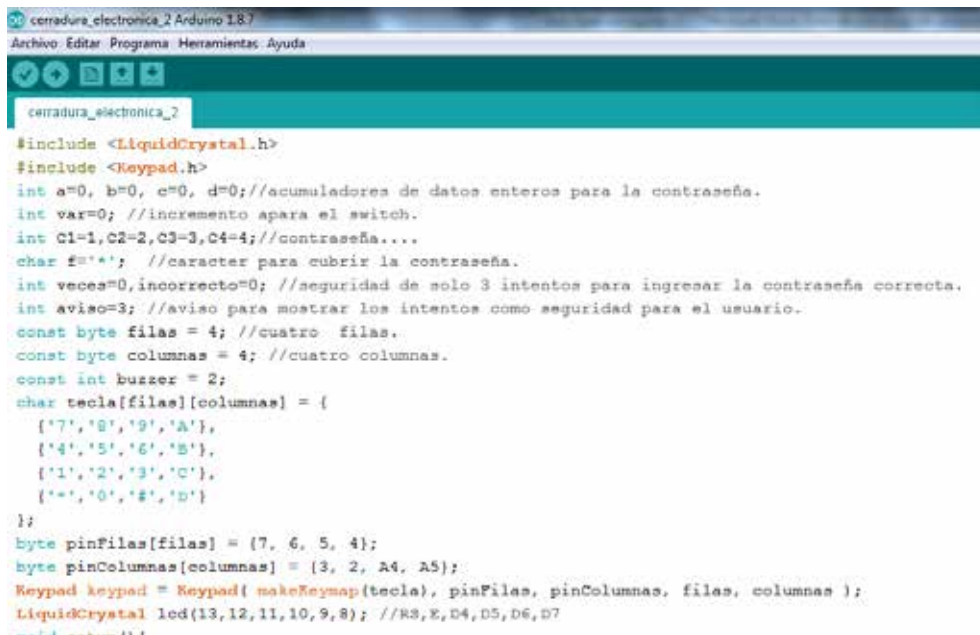


Figura 6. Diagrama de flujo 1

Fuente: Mendoza, S. (2019)

Siguiendo el diagrama de bloques como lo indica la figura 6, se realizó la programación usando la plataforma de desarrollo Arduino. Primeramente se declararon todas las variables y librerías a utilizar. Es importante destacar que se declaró el teclado matricial para poder ingresar los dígitos de la contraseña, por otro lado también se declararon las librerías correspondientes a la pantalla LCD a utilizar. (Ver figura 7).



```
cerradura_electronica_2 Arduino 1.8.7
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

cerradura_electronica_2

#include <LiquidCrystal.h>
#include <Keypad.h>
int a=0, b=0, c=0, d=0;//acumuladores de datos enteros para la contraseña.
int var=0; //incremento para el switch.
int C1=1,C2=2,C3=3,C4=4;//contraseña...
char f="*"; //caracter para cubrir la contraseña.
int veces=0,incorrecto=0; //seguridad de solo 3 intentos para ingresar la contraseña correcta.
int aviso=3; //aviso para mostrar los intentos como seguridad para el usuario.
const byte filas = 4; //cuatro filas.
const byte columnas = 4; //cuatro columnas.
const int buzzer = 2;
char tecla[filas][columnas] = {
  {'7','8','9','A'},
  {'4','5','6','B'},
  {'1','2','3','C'},
  {'*','0','#','D'}
};
byte pinFilas[filas] = {7, 6, 5, 4};
byte pinColumnas[columnas] = {3, 2, A4, A5};
Keypad keypad = Keypad( makeKeymap( tecla ), pinFilas, pinColumnas, filas, columnas );
LiquidCrystal lcd(13,12,11,10,9,8); //RS,E,D4,D5,D6,D7
```

Figura 7. Declaración de librerías y variables en el programa Arduino.
Fuente: Mendoza, S. (2019)

Se utilizó el comando Switch para almacenar y comprobar los datos de las contraseñas, siendo una contraseña básica solo de 4 dígitos y con una secuencia a preferencia del usuario, solo se utilizaron 4 variables distintas para el almacenamiento de la misma y posteriormente la comprobación si y solo si se cumplen que los 4 dígitos sean iguales a la contraseña, si esto se cumple se mandara una señal de salida a través de un led y por la pantalla LCD indicando que la contraseña es correcta y por lo tanto mando a abrir la cerradura. (Ver figura 8).

```
cerradura_electronica_2 Arduino 1.8.7
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
cerradura_electronica_2
switch (var) {
  case 1:
    a=key; //almacenamos primer dígito para la contraseña que sería el 1
    break;
  case 2:
    b=key; //almacenamos segundo dígito para la contraseña que sería el 2
    break;
  case 3:
    c=key; //almacenamos tercer dígito para la contraseña que sería el 3
    break;
  case 4:
    d=key; //almacenamos cuarto dígito para la contraseña que sería el 4
  }
  delay(100);
  if(a==C1 && b==C2 && c==C3 && d==C4){
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(3,0);
    lcd.print("Password");
    lcd.setCursor(3,1);
    lcd.print("Correcto");
    digitalWrite(A0,HIGH);
    delay(700);
    lcd.clear();
    digitalWrite(A0,LOW);
  }
}
```

Figura 8. Comprobación de la clave en el programa Arduino.
Fuente: Mendoza, S. (2019)

```
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
cerradura_electronica_2
delay(500); lcd.clear();
}

while (veces >= 3) {
  lcd.setCursor(1,0); lcd.print("Alerta Policia");
  lcd.setCursor(4,1); lcd.print("Intrusos");
  digitalWrite(A1,HIGH);
  delay(100);
  lcd.clear();
  digitalWrite(A1,LOW); delay(50);
  Serial.println("Intrusos");
  Serial.println("Casa 26");
  digitalWrite(A3,HIGH);
  delay(50);
  delay(100);
} //while es Bucle infinito de seguridad para bloquear los re intentos del password
// pulsador

var=0;
lcd.clear();
```

Figura 9. Clave errónea en el programa Arduino.
Fuente: Mendoza, S. (2019)

En la figura 9 se puede observar el código desarrollado en Arduino para dar una alerta cuando el usuario haya colocado mal la clave, este código se divide en dos partes elementales. La primera parte del código es aquella que si la clave es introducida 3 veces de manera incorrecta seguidamente da una alerta a través de la pantalla LCD y el sistema es bloqueado inmediatamente, la segunda parte del código es aquella que realiza la comunicación por vía wifi para dar una alerta a la caseta de policía para advertirle que la casa está siendo intentada abrirse.

Por otro lado para el desarrollo de este trabajo de grado se realizó un segundo diagrama de bloques para poder realizar la trasmisión y recepción de los comandos. El cual es necesario indicar el proceso para la captura fotográfica, envío de comando al teléfono y envío de alerta a vigilancia. (Ver figura 10).

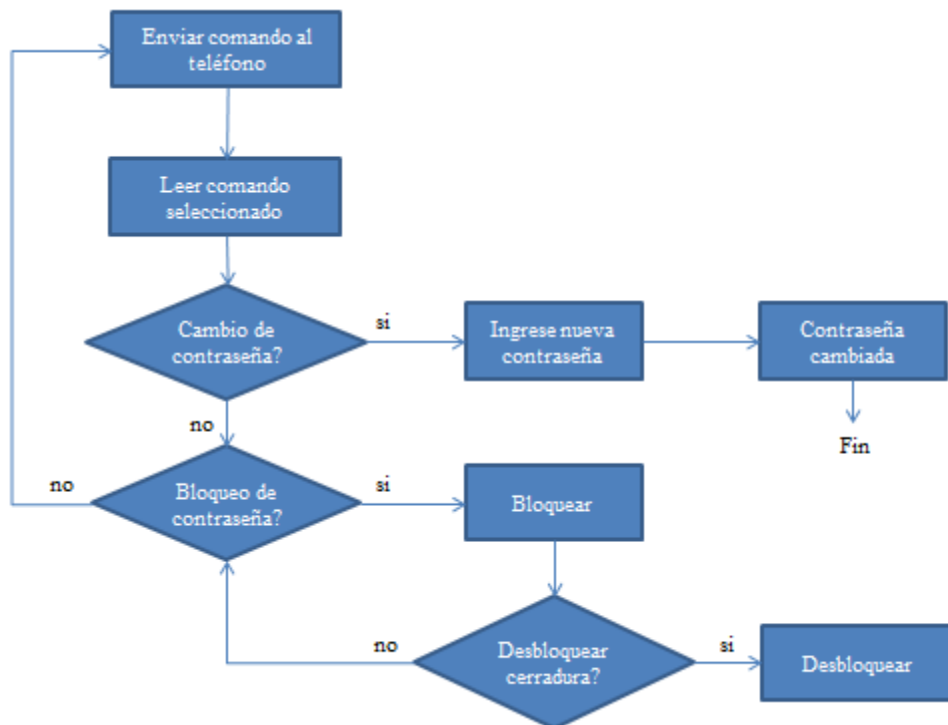
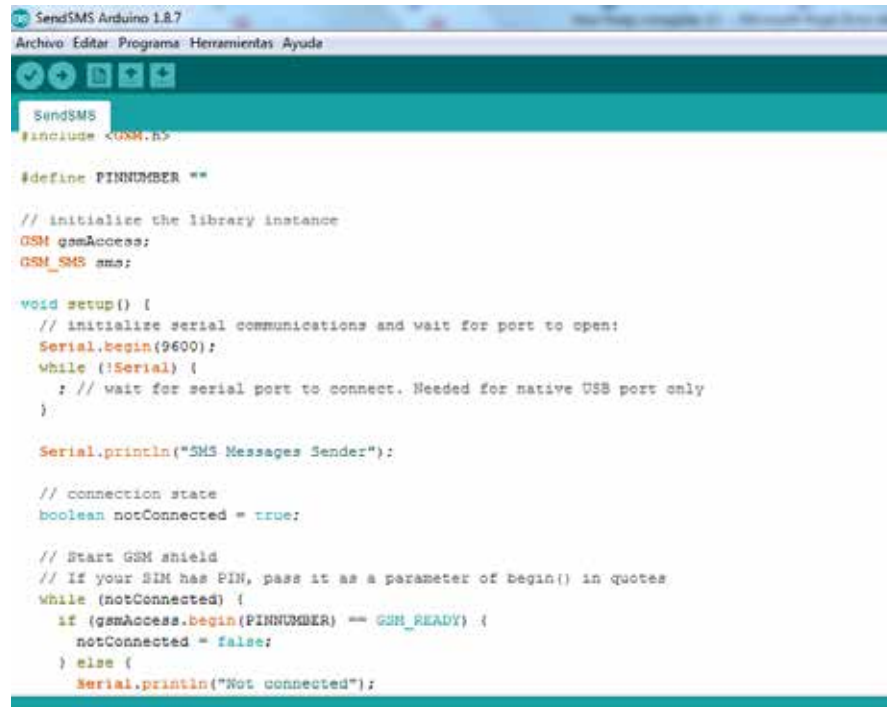


Figura 10. Diagrama de flujo 1

Fuente: Mendoza, S. (2019)



```
SendSMS Arduino 1.8.7
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

SendSMS
#include <GSM.h>

#define PINNUMBER ""

// initialize the library instance
GSM gsmAccess;
GSM_SMS sms;

void setup() {
  // initialize serial communications and wait for port to open:
  Serial.begin(9600);
  while (!Serial) {
    ; // wait for serial port to connect. Needed for native USB port only
  }

  Serial.println("SMS Messages Sender");

  // connection state
  boolean notConnected = true;

  // Start GSM shield
  // If your SIM has PIN, pass it as a parameter of begin() in quotes
  while (notConnected) {
    if (gsmAccess.begin(PINNUMBER) == GSM_READY) {
      notConnected = false;
    } else {
      Serial.println("Not connected");
    }
  }
}
```

Figura 11. Conexión GSM al teléfono
Fuente: Mendoza, S. (2019)

En la figura 11 se observa la librería que se usó para realizar la conexión por GSM hacia el teléfono, la cual la conexión es activada cuando se activa la cámara el cual envía un comando por un mensaje de texto indicando una página web en la cual estará almacenada la foto de la persona que intenta entrar a la casa. Posteriormente como fue explicado anteriormente por vía wifi se envía la alerta a la vigilancia.

4.2.4 Simulación de la programación

Para la simulación de la programación se utilizó el programa proteus, la cual este permite a través de sus librerías poder simular el programa desarrollado en Arduino, colocar los módulos RF para la conexión wifi y los módulos GSM para la conexión vía teléfono. El programa desarrollado en Proteus se explicara en tres partes las cuales consta de:

· Simulación de la cerradura electrónica.

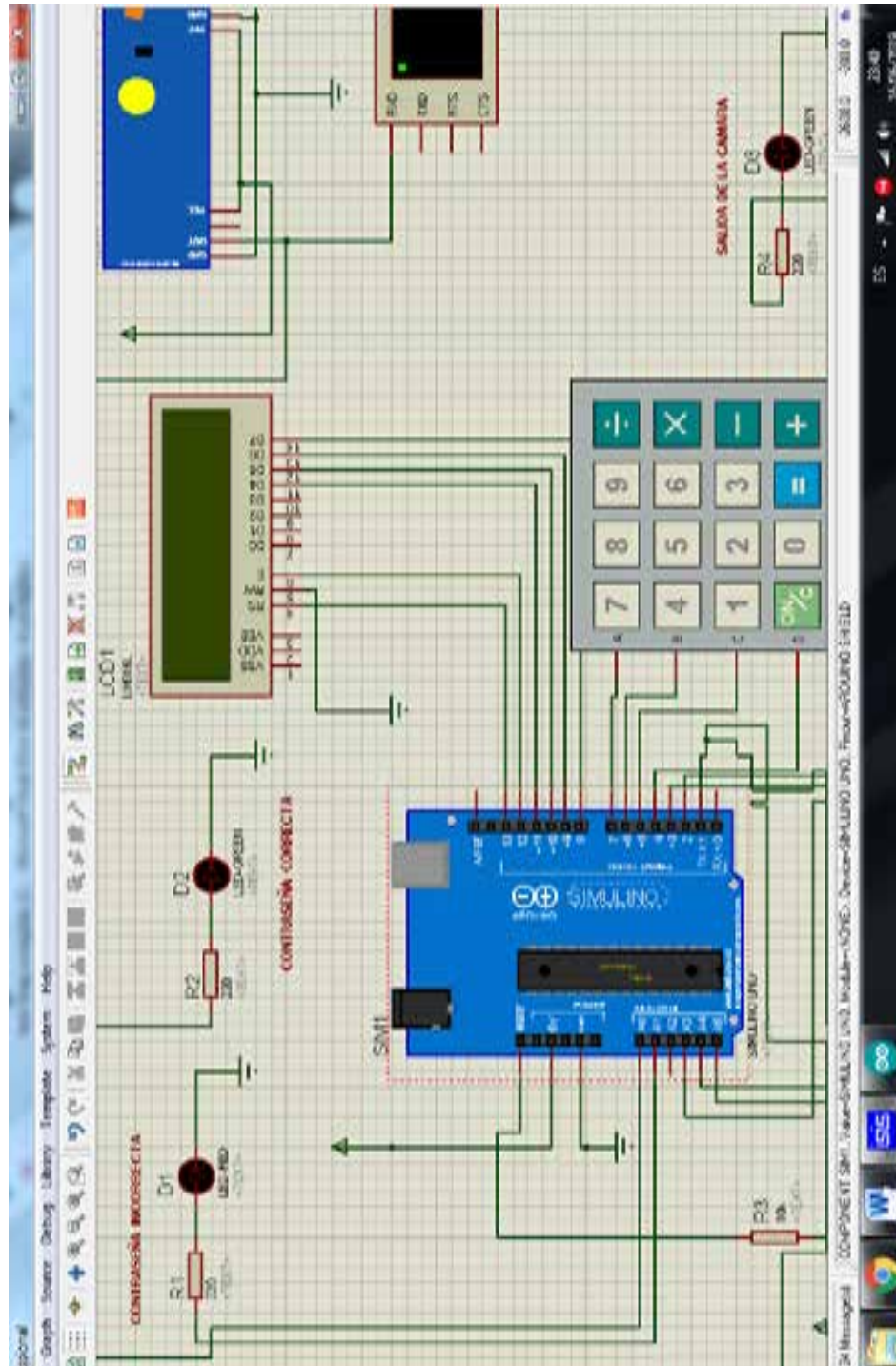


Figura 12. Cerradura electrónica Proteus

Fuente: Mendoza, S. (2019)

En la esquemático desarrollado (ver figura 12), se puede observar que se colocó el Arduino siendo este el microcontrolador configurado en el apartado 4.2.3, se realizó la conexión del Arduino hacia la pantalla LCD, como la conexión hacia el teclado matricial. Se configuraron 3 leds de salida para dar una señal cuando la contraseña este incorrecta siendo el led de color rojo, un segundo led de color verde dando una salida para cuando la contraseña es correcta y un tercer led que solo se activara cuando el programa se bloquee completo dando una salida para encender la cámara y tomar la foto. En la figura 13 se puede observar la simulación cuando la contraseña es correcta.

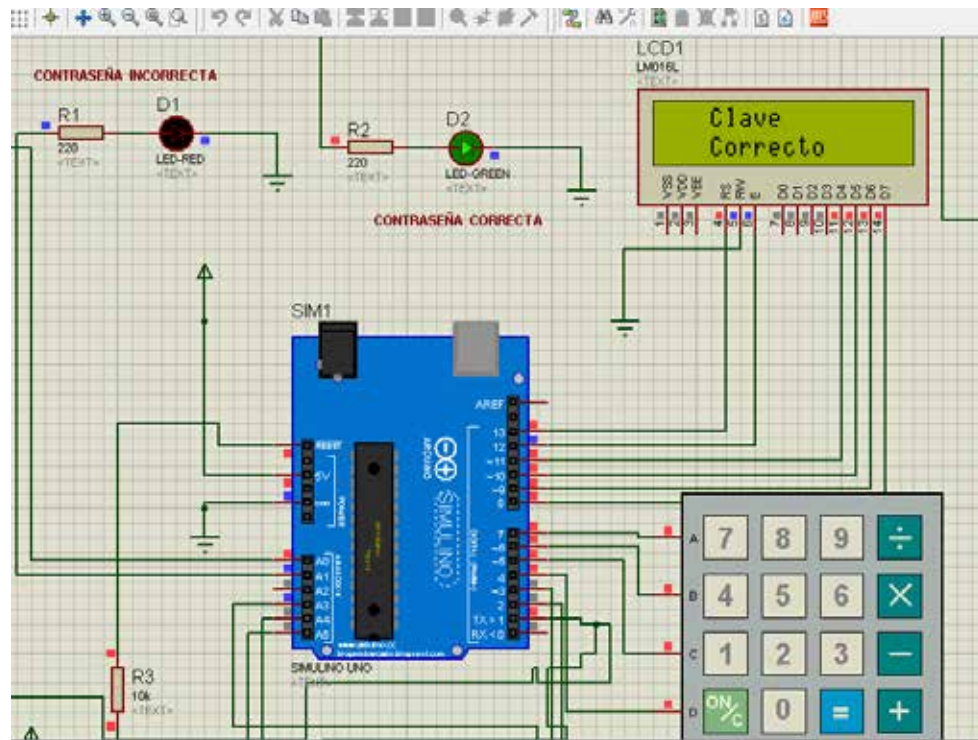


Figura 13. Simulación contraseña correcta

Fuente: Mendoza, S. (2019)

En la figura 14 se puede observar la simulación cuando se coloca la clave mal indicándole al usuario cuantas oportunidades le quedan para colocar

bien la clave, el sistema diseñado solo permite 3 oportunidades para colocar la clave de manera correcta.

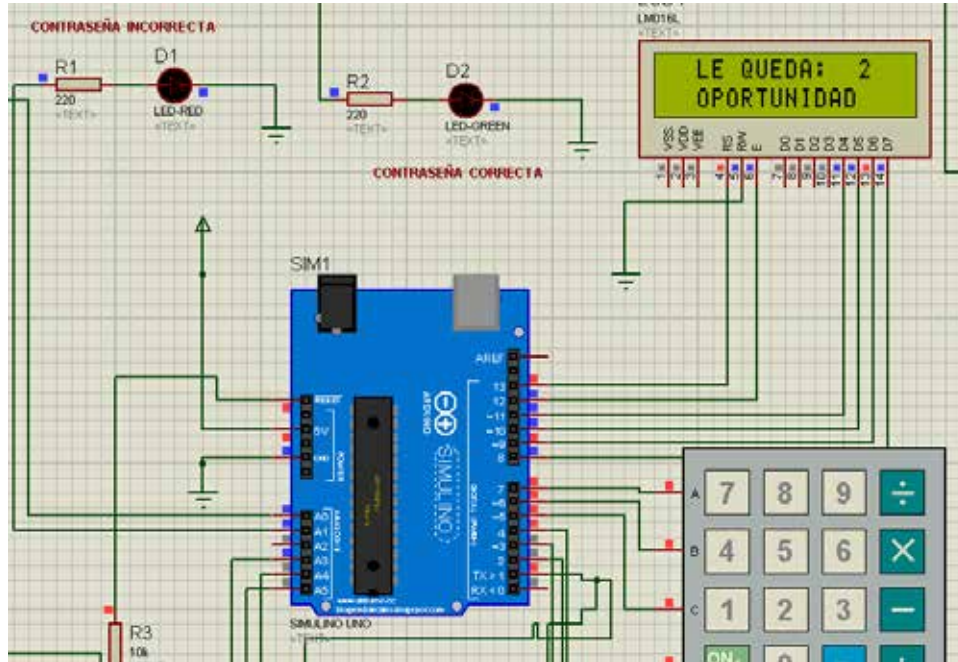


Figura 14. Simulación clave incorrecta 1

Fuente: Mendoza, S. (2019)

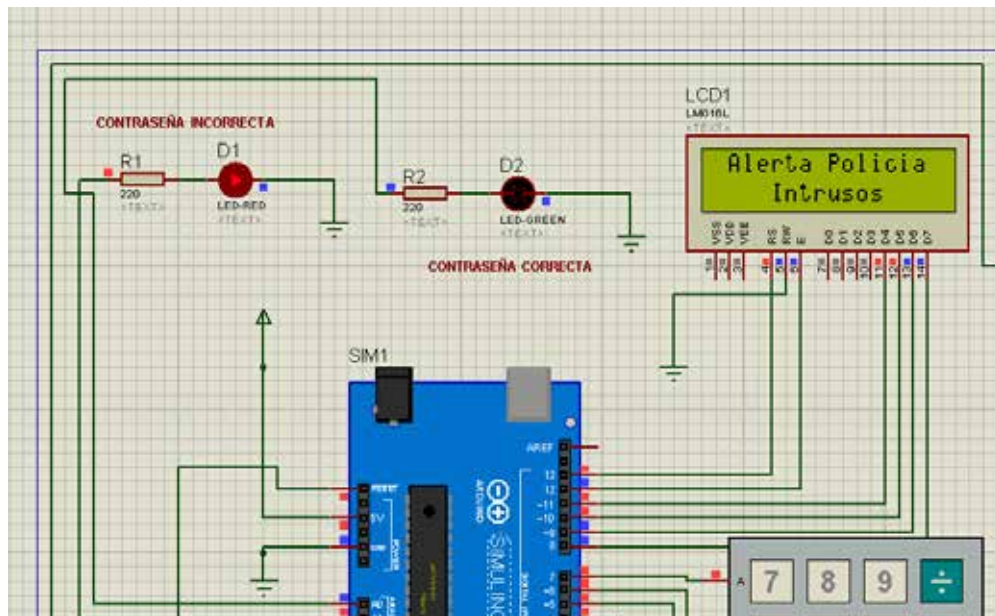


Figura 15. Simulación clave incorrecta 2

Fuente: Mendoza, S. (2019)

En la figura 15 se puede observar ya cuando el usuario agoto sus oportunidades para colocar la clave bien, de manera así que el sistema se bloquea y través de la pantalla LCD emite un mensaje de alerta.

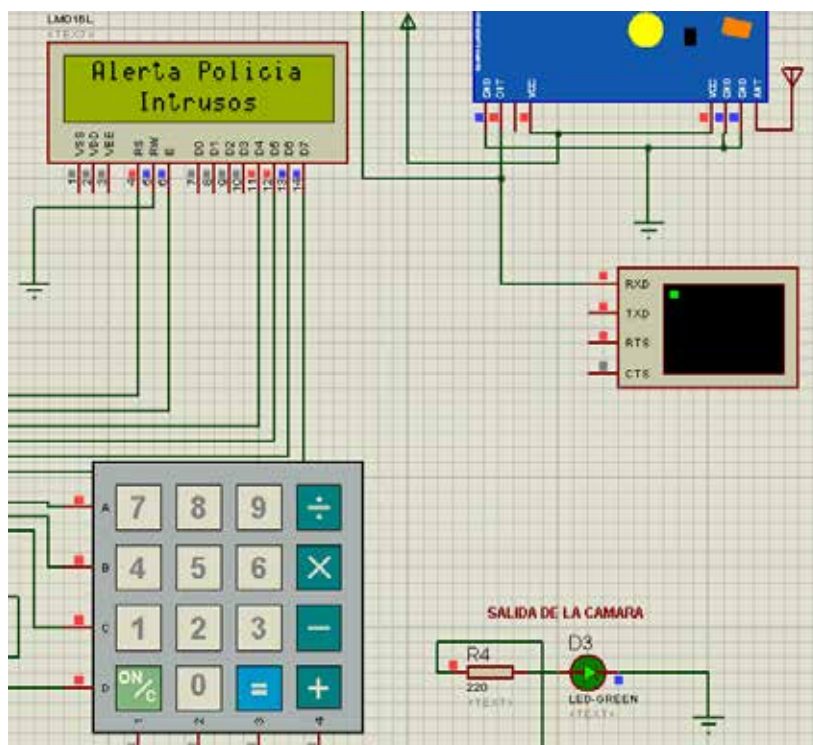


Figura 16. Salida de la cámara

Fuente: Mendoza, S. (2019)

En la figura 16 se observa que cuando el sistema se activa la alarma también en conjunto se activa la salida de la cámara la cual esta señal activa para tomar la foto y que sea envía desde el arduino a la página web.

· **Simulación del módulo WIFI**

En la figura 17 se puede observar el modulo RF, el cual permite la conexión vía wifi de la casa donde se encuentra la cerradura electrónica hacia la caseta de vigilancia, el cual esta es activada solamente si la alarma de la cerradura se activa enviando un mensaje diciendo intrusos y la casa en la cual está la alarma activada (ver figura 18).

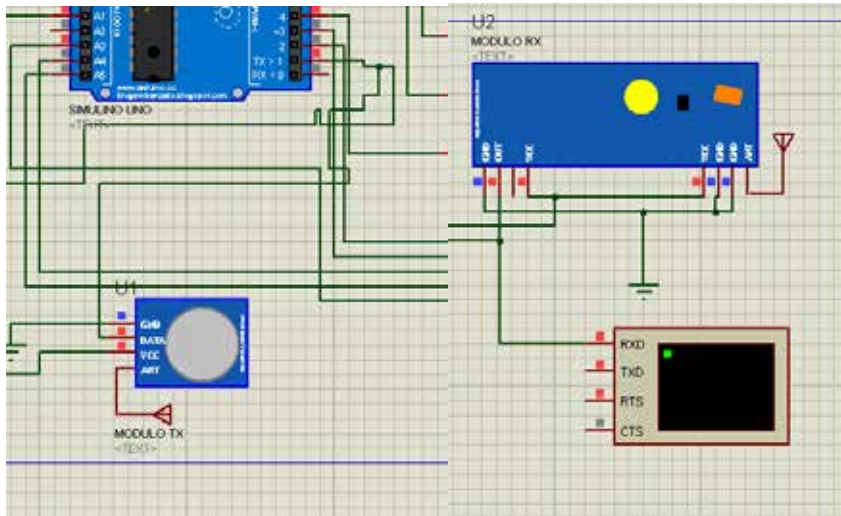


Figura 17. Simulación Módulo RF 1
Fuente: Mendoza, S. (2019)

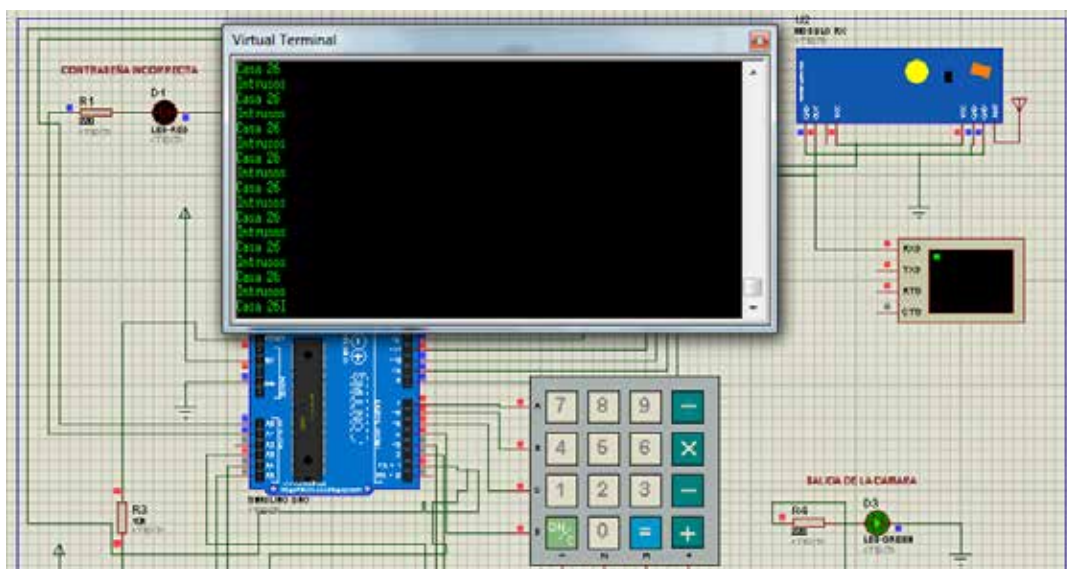


Figura 18. Simulación Módulo RF 2
Fuente: Mendoza, S. (2019)

- **Simulación del módulo GSM**

4.2.5 Lista de Materiales

Al desarrollar la programación necesaria como software del proyecto. Se realizó en la etapa 2 un sistema de alerta con la siguiente lista de materiales para el hardware a utilizar.

4.2.5.1 Teclado Matricial

Iniciando por mencionar el teclado matricial el cual no es más que una matriz de botones, los teclados comunes poseen los valores 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, *, #, A, B, C, D, el cual se utilizara para la combinación numérica de la cerradura, esta cerradura solo utilizara los valores numéricos de dicho teclado, estos teclados puede ser diseñados y comprados a la medida pero por la factibilidad económica se utilizó el modelo genérico mencionado. Estos caracteres ocupan las 16 teclas de un teclado 4×4, para que estos teclados realicen la función de una matriz, cada casilla es asignada a una fila o a una columna, esto para que el software Arduino reconozca las teclas presionadas

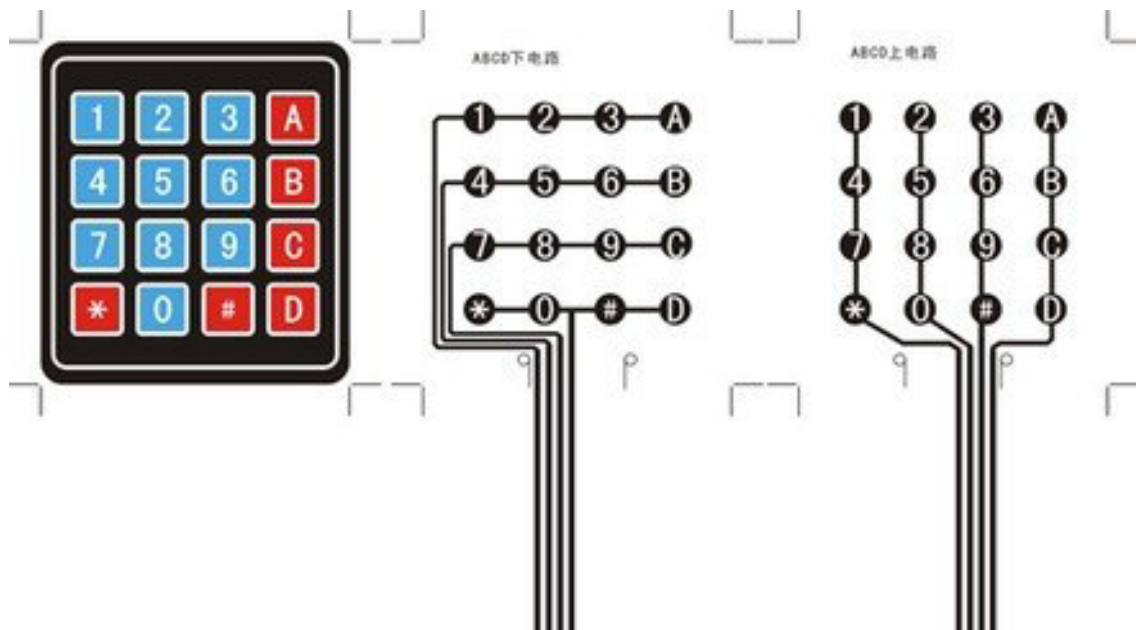


Figura 19. Teclado Matricial

Fuente: Mendoza, S. (2019)

4.2.5.2 Relé de 6V

En cuanto a la apertura y cierre de la cerradura se optó por un relé de 6v, estos funcionan como un interruptor, permitiendo o negando el paso de la corriente eléctrica, para activar o bloquear la cerradura el cual se puede observar (imagen)



Figura 20. Relé de 6V

Fuente: Mendoza, S. (2019)

4.2.5.3 ESP32 CAM

El módulo esp32 cam posee la mismas virtudes que un esp32 con el agregado de una cámara con reconocimiento facial de 2mp, un puerto para tarjeta micro sd el cual puede funcionar para guardar respaldo de las imágenes capturadas e incluye un chip wifi y bluetooth (imagen) para la comunicación de la misma, así lograr capturar la fotografía del sujeto que intenta ingresar.



Figura 21. ESP32 CAM

Fuente: Mendoza, S. (2019)

4.2.5.4 Display LCD

Se decidió mostrar la alerta recibida en una pantalla Display LCD plana basada en el uso de una sustancia líquida atrapada entre dos placas de vidrio, haciendo pasar por este una corriente eléctrica a una zona específica, para que así esta se vuelva opaca, y además cuenta con iluminación trasera, así obtener el número del town house que presento la emergencia de seguridad para que el

centinela de turno se presente con la mayor prontitud a la ubicación indicada. Este tipo de pantalla trabaja con 5V (figura10).

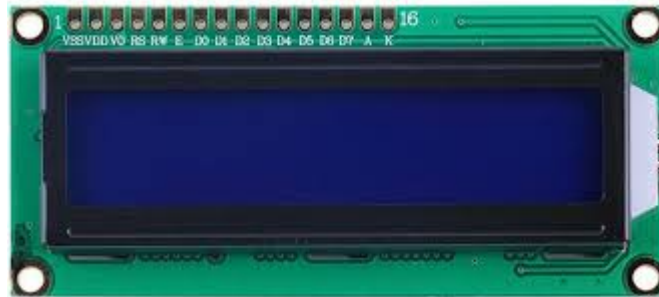


Figura 22. Display LCD

Fuente: Mendoza, S. (2019)

La conexión del Display LCD hacia el ESP8266 se realizó de manera sencilla guiado por el siguiente cuadro:

Tabla 4. Conexión Display LCD – ESP8266

Fuente: Mendoza, S. (2019)

I2C	ESP8266
SCL	GPIO5
SDA	GPIO4
VCC	5 V
GND	GND

4.2.5.5 Modulo RF

Para realizar una comunicación inalámbrica entre el Arduino y la caseta de vigilancia se usan módulos de radiofrecuencia de bajo costo.

Los módulos RF de 433Mhz son muy populares por su bajo costo y fácil uso. Vienen en pareja, emisor (FS1000A) y receptor (XY-MK-5V), el tipo de comunicación es simplex, es decir en un solo canal y unidireccional, son de baja velocidad de transmisión pero para aplicaciones básicas son muy útiles.



Figura 23. Modulo RF
Fuente: Mendoza, S. (2019)

4.2.5.6 Conversor USB – SERIAL

El módulo receptor está conectado a un conversor USB serial y se visualizan los datos en la pc.



Figura 24. Conversor USB – SERIAL
Fuente: Mendoza, S. (2019)

4.3 Fase III: Diseñar el sistema de alerta de seguridad en la caseta de vigilancia.

En cuanto a la tercera etapa del proyecto, se procedió a trasladarse a la caseta de vigilancia y de este modo realizar el diseño del sistema de seguridad, utilizando como receptor (RX) del módulo RF. Para este tipo de comunicación solo basta con conectar el módulo RF al Pin RX o TX del Arduino dependiendo si es transmisor y receptor. Se usará el Arduino el cual transmitirá

la información a través del RF transmisor, el módulo receptor está conectado a un conversor USB serial y visualizaremos los datos desde la pc.

La conexión es la siguiente:

Conexiones del emisor:



Figura 25. Conexión del módulo RF para el emisor.

Fuente: Mendoza, S. (2019)

Conexión del receptor:

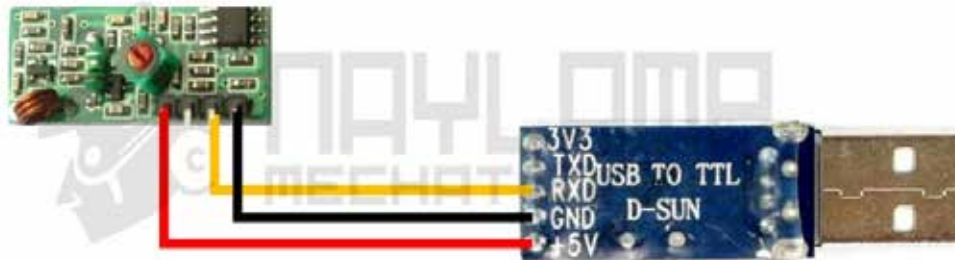


Figura 26. Conexión del módulo RF para el receptor.

Fuente: Mendoza, S. (2019)

Para la conexión del receptor se colocó en la caseta de vigilancia y mediante la conversor USB – SERIAL se podrán ver los datos en la PC.

En cuanto a la programación del sistema de alerta de seguridad en la caseta de la vigilancia se desarrolló en la fase II de la anterior investigación.

4.3.1 Costos de diseño de la cerradura electrónica

Según la lista de materiales mencionada en la fase anterior se darán a continuación todos los precios para poder tener un estimado de una posible implementación del proyecto.

Tabla 5. Tabla de precios

Fuente: Mendoza, S. (2019)

Materiales	Precio
Arduino Uno	20\$
Teclado Matricial	8\$
Display LCD	6\$
Modulo RF	10\$
Conversor USB-SERIAL	7\$
Módulo GSM	10\$
Carcasa (5x5)	10\$
ESP32 CAM	10\$
Varios	20\$
TOTAL	101\$

Basándose en lo anterior el costo de construcción del prototipo realizado es muy bajo, en comparación a los costos de comercialización de los equipos existentes en el medio, y que tienen precios que oscilan entre 200 dólares y 500 dólares de acuerdo al modelo y procedencia del mismo; se pudo visualizar que con un margen de ganancia, que permita competitividad ante los costos mencionados, el hecho de no pagar aranceles, ni pago de derechos o franquicias, denota una gran diferencia de costos lo que implicaría una gran ventaja de posicionamiento en el mercado; además de considerar que al ser un producto realizado en nuestro país, implicaría una solución más rápida ante

algún daño o falla del equipo, detalle que para el marketing y plan de ventas, sería considerado.

Por otro lado costos del dispositivo pueden ser más bajos solo con la utilización de un dispositivo ESP8266 nodeMCU es aquel que permite realizar las distintas funciones necesarias para el sistema de seguridad como transmitir la señal de seguridad hacia la caseta de vigilancia teniendo de receptor el mismo dispositivo para la señal de alerta de seguridad. Esta tarjeta de desarrollo integra un chip con conexión WiFi y compatible con el protocolo tcp/ip (Figura 27).



Figura 27. NodeMCU ESP8262

Fuente: Mendoza, S. (2019)

Por defecto se pueden conectar 4 dispositivos a la red generada por el ESP8266, aunque puede cambiarse el número máximo de estaciones que pueden conectarse de forma simultánea entre 0 a 8. Una vez que el número máximo se ha alcanzado, cualquier otra estación que quiera conectarse se verá forzada a esperar hasta que alguna estación conectada se desconecte. De lo contrario, el ESP8266 generara su propia WiFi incluso después de reprogramarlo.

Debido a la factibilidad económica del proyecto se utilizó el nodeMCU en cambio del arduino y sus shields, además del relay, un teclado matriz de 4x4 y

un ESP32 cam, dando esto como suma de 60\$ en total, monto menor a la solución planteada con el arduino.

El diseño y programación explicada tanto en la fase II como el fase III del trabajo de grado es muy similar ya que el nodeMCU puede programarse con Arduido IDE.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El desarrollo del presente trabajo de grado fue realizado con la finalidad de hacer un prototipo de sistema de seguridad con características innovadoras, capaz de competir en el creciente mercado de la seguridad de accesos. Puesto que la inseguridad en los últimos años ha estado en aumento, esto ha hecho posible el desarrollo de mecanismos cada vez más poderosos, ante la necesidad de los individuos de resguardar sus posesiones y también a sí mismos.

De la investigación y el trabajo desarrollado se desprenden una serie de conclusiones como son:

- El desarrollo de este trabajo de grado se aplicaron los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Telecomunicaciones, siendo esta carrera unos de los pilares más importantes en el campo de las telecomunicaciones.
- El trabajo de grado realizado, cumple con el objetivo principal planteado el cual es proponer la mejora de una cerradura electrónica para que transmita, reciba comandos de seguridad y capture fotografías enviadas hacia un teléfono móvil, con recepción de alerta en la caseta de vigilancia, del Conjunto Residencial “Victoria Villas”.
- La utilización de la tarjeta de desarrollo Arduino permite una facilidad al momento de mejorar un sistema en cualquier ámbito gracias a su software además de amplia conexión con los distintos tipos de comunicación.
- La propuesta planteada genera una solución oportuna al conjunto residencial, generando un amplio abarque al tema de la seguridad para el acceso diario de las propiedades

- La transmisión a distancia y los comandos enviados crea e inspira una mayor confianza al propietario sobre el acceso a hacia la casa en caso de no estar en ella generándole más control sobre esta.

5.2 Recomendaciones

- En primer lugar se recomienda al conjunto residencial Victoria Villas la implementación de este sistema de seguridad en todos los town house.
- Desarrollar una conexión simultanea para las cerraduras necesarias con el modulo situado en la caseta de vigilancia.
- Utilizar una red privada y segura exclusiva para el uso del sistema de seguridad para evitar ataques y congestionamiento de la red.
- Realizar mejora en el envío de alerta hacia la vigilancia permitiendo que esta también pueda ser recibida en el módulo policial más cercano en caso de una emergencia.
- Desarrollar una app móvil para el envío y recepción de los comandos de seguridad enviados así como también la fotografía.
- Estudiar la posible utilización de la cámara ESP32Cam para agregar al sistema de seguridad tecnología de reconocimiento facial.

REFERENCIAS

Bibliográficas

- Arias, F. (1999). **El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica**. 3ra Edición. Caracas: Editorial Episteme.
- Arias, F. (2006). **El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica**. 5ta Edición. Caracas: Editorial Episteme.
- Dubs de Moya, R. (2002) .**El Proyecto Factible: una modalidad de investigación**. Caracas, Venezuela.
- Hernández, R.(2010) **Metodologia de la investigación** 5ta edición
Caracas, Venezuela.
- Hurtado, J. (2000). **Metodología de Investigación Holística** (3a. Ed.).
Caracas: Editorial Sypal.
- Mcmillan, J y Schumacher, S (2005) **Investigacion Educativa**. 5ta edición.
Caracas, Venezuela.
- González M. e Infante. M. (2017). **Construcción de un prototipo de robot social basado en un miniordenador raspberry pi 3 y arduino**.
Universidad José Antonio Páez. Venezuela.

Electrónicas

- Aviles, D y Cobeña, K (2015) **Diseño e implementación de un sistema de seguridad a través de cámaras, sensores y alarma, monitorizado y controlado telemétricamente para el centro de acogida “patio mi pana” perteneciente a la fundación proyecto salesiano** Universidad Politecnica Salesiana, Ecuador.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10401/1/UPS-GT001444.pdf>
- Montoya, D (2015) **Diseño de un sistema de alarma inalámbrica para pequeñas empresas y hogares en pereira y Dosquebradas**.
Universidad Tecnologica de Pereira, Colombia

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6731/62138928M798.pdf?sequence=1>