

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

CONTROL DE APERTURA Y CIERRE DE LAS PUERTAS DE GARAGE A TRAVÉS DEL INTERNET.

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN
ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

JAIRO ESTEBAN SÁNCHEZ CADENA

jairo.sanchez@epn.edu.ec

DIRECTOR: ING. MÓNICA DE LOURDES VINUEZA

monica.vinueza@epn.edu.ec

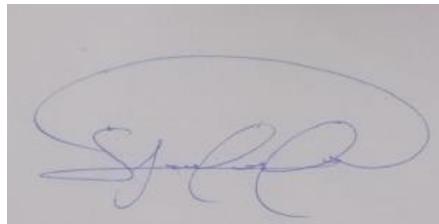
Quito, Junio 2020

DECLARACIÓN

Yo, Jairo Esteban Sánchez Cadena, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 114 de Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación – COESC-, soy titular de la obra en mención y otorgo una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

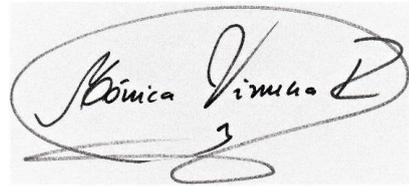
Entregaré toda la información técnica pertinente. En el caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.



Jairo Esteban Sánchez Cadena

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jairo Esteban Sánchez Cadena, bajo mi supervisión.

A handwritten signature in black ink, enclosed in a light gray oval. The signature reads "Mónica Vinuesa R" with a stylized flourish below it.

Ing. Mónica Vinuesa Rhor
DIRECTORA DEL PROYECTO

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios, quien fue el que me guió y me dió la oportunidad de crecer como un profesional y como persona, gracias a su bendición me encuentro culminando mi carrera.

Quiero agradecer de manera especial, a mi madre Luisa Cadena y a mi hermana María José Sánchez que son los pilares que tengo para llegar a cumplir con este objetivo. Ellas me dieron la valentía y fuerza necesaria para seguir adelante en los momentos que más necesité, sin su apoyo yo ahora no sería nada.

También quiero agradecer a mi tutora, la ingeniera Mónica Vinueza quien me enseñó el valor de la perseverancia y la dedicación y que tuvo la voluntad y la paciencia de ayudarme en este proceso tan largo, nunca terminaré de darle las gracias ya que como maestra fue una de la mejores que tuve durante la carrera y como tutora mucho más.

Jairo Sánchez

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre Luisa Cadena, mi padre Edison Sánchez y a mi hermana María José Sánchez, los cuales me brindaron su ayuda incondicional en los momentos que más necesité, además de su paciencia para llegar a cumplir este objetivo muy importante para mí y por impulsarme a dar lo mejor de mí cada día.

Además a mis compañeros de clase, con los que conviví gratos y amargos momentos de esta parte de mi vida.

Jairo Sánchez

ÍNDICE

DECLARACIÓN.....	i
CERTIFICACIÓN.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Marco Teórico	2
• Arquitectura de la domótica	3
• Módulos Arduino	5
• Arduino IDE.....	8
• Direccionamiento de redes TCP/IP	8
• Traductor de direcciones de red (NAT).....	11
2. METODOLOGÍA	14
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
• Análisis de los requerimientos del sistema de control	16
• Diseño del circuito electrónico.....	31
• Programación de los módulos de control.....	44
• Conectividad del sistema de apertura y cierre de puertas de garage.	57
• Ejecución y pruebas de funcionamiento.....	67
• Costo del proyecto	72
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
4.1 Conclusiones.....	73
4.2 Recomendaciones	74
BIBLIOGRAFÍA.....	76
ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1	Arquitectura Domótica Centralizada	4
Figura 1. 2	Arquitectura Domótica Distribuida	5
Figura 1. 3	Módulo Arduino – Descripción de partes	6
Figura 1. 4	Módulo Arduino <i>Ethernet Shield</i>	7
Figura 1. 5	NAT Estático	13
Figura 1. 6	NAT Dinámico	14
Figura 3. 1	Estado y Tipo de motor de garage.....	17
Figura 3. 2	Estado actual de las puertas de garage	18
Figura 3. 3	Interfaces externas de motor de garage	20
Figura 3. 4	Áreas de operación de la placa de control del motor de garage	21
Figura 3. 5	Esquema general del sistema	24
Figura 3. 6	Módulo Arduino Uno	26
Figura 3. 7	Módulo <i>Ethernet Shield</i>	27
Figura 3. 8	Módulo Relé.....	28
Figura 3. 9	Cámara domo y tubo de 1080p	30
Figura 3. 10	Grabador <i>Hik-Vision DVR</i>	30
Figura 3. 11	Esquema general del funcionamiento del proyecto	33
Figura 3. 12	Diseño del módulo de control	34
Figura 3. 13	Diseño del módulo de acondicionamiento.....	36
Figura 3. 14	Interacción de la comunicación entre el módulo <i>Ethernet</i> y el de control	37
Figura 3. 15	Diagrama circuital	39
Figura 3. 16	Dimensiones de la placa Arduino UNO	40
Figura 3. 17	PBC de la placa electrónica.....	41
Figura 3. 18	Puntos de envío, recepción de señales y alimentación.....	42
Figura 3. 19	Elementos de la placa electrónica.....	43
Figura 3. 20	Funcionalidad de la placa de control	43
Figura 3. 21	Diagrama de flujo de la programación	45
Figura 3. 22	Diagrama de flujo para el módulo de control - Arduino UNO	48
Figura 3. 23	Interfaz <i>web</i> creada	51
Figura 3. 24	Diagrama de flujo de la interfaz <i>web</i>	51
Figura 3. 25	Diagrama de flujo general	53
Figura 3. 26	Funcionamiento en una red LAN	54
Figura 3. 27	Configuración de puerto.....	55
Figura 3. 28	Comprobación de disponibilidad de puerto.....	55
Figura 3. 29	Configuración del servidor virtual.....	56
Figura 3. 30	Estructura y funcionamiento de la interfaz <i>web</i>	56
Figura 3. 31	Configuración del DMZ.....	57
Figura 3. 32	Instalación del cableado en la placa de control.....	59

Figura 3. 33	Funcionamiento de la placa de control.....	60
Figura 3. 34	Cámaras instaladas del sistema CCTV.....	60
Figura 3. 35	Inserción del disco de 1TB.....	61
Figura 3. 36	Configuración de usuario fecha y hora.....	63
Figura 3. 37	Configuraciones de red y canal.....	64
Figura 3. 38	Configuración tipo de grabación y activacion de la comunicación.....	65
Figura 3. 39	Visualización de cámaras en el celular.....	65
Figura 3. 40	Cámaras visualizadas en el computador.....	66
Figura 3. 41	Funcionamiento del proyecto final.....	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. 1	Rango de direcciones IPv4	10
Tabla 1. 2	Clases de direcciones IPv4.....	10
Tabla 1. 3	Clase de direcciones IPv4 privada.....	11
Tabla 3. 1	Valores energéticos de los puntos de energía.....	19
Tabla 3. 2	Valores energéticos de las Interfaces.....	19
Tabla 3. 3	Lista de materiales para CCTV.....	25
Tabla 3. 4	Características del Arduino UNO	27
Tabla 3. 5	Características de Arduino <i>Ethernet</i>	28
Tabla 3. 6	Características de las cámaras domo y tubo	29
Tabla 3. 7	Características del grabador	31
Tabla 3. 8	Rango de valores de la placa de control	44
Tabla 3. 9	Valores de voltaje durante el funcionamiento de la placa electrónica.....	69
Tabla 3. 10	Resultados de pruebas de comunicación en la red LAN	70
Tabla 3. 11	Pruebas de funcionamiento con uso de internet y CCTV	71
Tabla 3. 12	Costo del Proyecto	72

RESUMEN

El presente documento tiene como finalidad ayudar a aquellas personas o comunidades que por descuido, aprieto o cualquier otro motivo dejaron las puertas del garage abiertas, permitiendo a estas personas poder cerrar las puertas desde cualquier ubicación geográfica donde se encuentre.

Este documento explica los fundamentos teóricos y prácticos en los que está basado el desarrollo del proyecto, estos temas son: domótica, lenguajes de programación, cámaras de seguridad, acceso remoto, IOT (*Internet of things*), etc. Esto con la finalidad de que se pueda comprender el funcionamiento y la aplicación del proyecto.

Además se explica los parámetros que se tomaron en cuenta para la elección de los elementos, dispositivos utilizados, diseño y ensamblaje del circuito electrónico, la programación realizada para los módulos Arduino UNO, *Ethernet Shield*, configuración de las cámaras y del acceso a través del internet.

También se incluye las pruebas de funcionamiento previas a la instalación del proyecto éstas fueron realizadas con voltajes y corrientes similares a los reales; posteriormente se realiza la instalación del proyecto y pruebas del sistema, una vez que se instaló el proyecto se cumplieron los objetivos propuestos.

Finalmente se tienen las conclusiones obtenidas durante el proceso de elaboración del proyecto y las recomendaciones para el buen uso de la placa electrónica y sistema CCTV. En los anexos se encuentra, el diseño del circuito electrónico, la programación hecha en Arduino, las configuraciones de las cámaras y las hojas de datos de los dispositivos utilizados.

ABSTRACT

The purpose of this document is to help people or communities who, due to carelessness, squeeze or any other reason, left the garage doors open, to people who can close the doors from any geographical location where they are.

This document explains the theoretical and practical foundations on which it is based on the development of the project, these topics are: home automation, programming languages, security cameras, remote access, IOT (Internet of things), etc. you can understand the operation and application of the project.

In addition, the parameters that will be taken into account for the choice of the elements, devices used, design and assembly of the electronic circuit, the programming carried out for the Arduino UNO, Ethernet Shield modules, camera configuration and access through the Internet are explained. .

Also included are the operational tests prior to the installation of the project carried out with voltages and currents similar to the real ones; Subsequently, the project installation and system tests are carried out. Once the project is installed, the proposed objectives have been met.

Finally, there are the conclusions obtained during the project preparation process and the recommendations for the proper use of the electronic board and the CCTV system. In the annexes you will find the design of the electronic circuit, the programming done in Arduino, the camera configurations and the data sheets of the devices used.

1. INTRODUCCION

En residencias y condominios que cuentan con un sistema automatizado de garage, se han presentado varios inconvenientes con la utilización y verificación en la apertura y cierre de las puertas del garage por parte de los usuarios; en el caso del cierre de las puertas los usuarios no se aseguran que se hayan cerrado, esto se presenta debido a olvidos, exceso de confianza, etc. Estos descuidos han creado disgustos y conflictos entre residentes o familiares.

La falta de precaución de los usuarios ha provocado una gran cantidad de robos, dejando pérdidas materiales, físicas y humanas, como ha sucedido en varios conjuntos residenciales. Muchas veces los delincuentes ingresan por el portón del garage que no ha sido cerrado.

Algunos vecinos consideran que es una táctica planificada por los delincuentes, ya que en algunos sectores de la capital han robado utilizando el mismo método. Debido a esto la policía ha sugerido que las puertas de acceso al garage sean más sólidas y que pongan más atención en la salida y en la entrada de las mismas [1].

Al existir varios casos de descuido con las puertas de garage por parte de los usuarios, se ha considerado que las puertas de garage deberían ser monitoreadas y controladas en forma remota; lo que le permitiría a los usuarios comprobar que las puertas del garage se hayan cerrado correctamente y si no es así poder cerrarlas o abrirlas según la necesidad que tengan los usuarios.

Ya que es necesario monitorear y controlar las puertas de garage en forma remota, se ha considerado utilizar el internet como medio de transmisión de datos, y un dispositivo remoto (computador o celular) para el envío de la señal de apertura o cierre de las puertas de garage, para aumentar la seguridad del mismo, se utilizará cámaras de video vigilancia entorno al garage, permitiendo a los usuarios ver si las puertas de garage cerraron o no.

Marco Teórico

La domótica se refiere al desarrollo de los elementos que permitan la automatización de algún elemento dentro del hogar pudiendo ser desde un temporizador para controlar el apagado y encendido de luz a una determinada hora hasta controlar la apertura y cierre de las puertas de garage con cualquier elemento eléctrico de la casa.

La vivienda domótica es aquella que consta de varios automatismos, con el objetivo de asegurar al usuario un incremento en el confort, seguridad, ahorro energético, etc. Con el propósito de integrar todos los elementos del hogar a fin de que el usuario tenga la menor intervención posible [2].

Características de la domótica

Algunas de las características son: comunicación, ahorro de energía, integración y control de forma remota por parte del usuario en los hogares [3]. A continuación se explicará a detalle las características expuestas anteriormente:

- *Comunicación*

Es necesario que exista comunicación entre el usuario y su hogar. El internet brinda la posibilidad de trabajar con la domótica además de ser una herramienta intuitiva y práctica para el usuario.

Existe una gran variedad de formas para que el usuario puede comunicarse e interactuar con su casa, por ejemplo: el reconocimiento de voz, movimiento corporal, mensajes de texto, mail, etc.

- *Ahorro de energía*

La domótica se encarga de gestionar los dispositivos de control de tal manera que permita un uso más eficiente en servicios básicos como el agua, luz o gas. Con esto se puede decir que es factible programar a los dispositivos de tal manera que se enciendan o apaguen en momentos necesarios. El objetivo de la domótica en esta sección es utilizar la energía de un modo más eficiente, por ejemplo: el uso de electrodomésticos o consumo de agua.

- *Integración*

La domótica funciona bajo el control de varios elementos electrónicos como son sensores, tarjetas de control, dispositivos de comunicación, todos estos elementos serán controlados por un computador que a través del mismo el usuario podrá verificar el estado de los diversos equipos autónomos, la programación de los sensores instalados, el estado de las conexiones entre los equipos, etc.

- *Forma remota*

En la domótica el control del hogar en forma remota es una opción adicional para las personas que viajan con frecuencia esto con el uso del internet, pero en otras ocasiones se puede usar la comunicación remota a nivel local con el uso de una red *WI-FI* (*Wireless Fidelity*). La comunicación remota permite al usuario supervisar y controlar la casa a partir de un computador o celular.

Arquitectura de la domótica

La arquitectura de la domótica puede ser vista de forma física (distribución del cableado y dispositivos) o de manera lógica (la distribución de la comunicación entre los dispositivos), con lo dicho se puede clasificar la arquitectura en dos grupos que son: arquitecturas centralizadas y distribuidas [4].

- *Arquitectura Centralizada Física*

La arquitectura centralizada tiene una topología tipo estrella en la cual van todos los dispositivos conectados a una única central; de la misma forma la estructura lógica, por lo tanto los dispositivos se comunicarán directamente a la central y no entre sí.

Una recomendación importante es tener una fuente de poder de *backup* para evitar pérdidas de energía de los dispositivos en caso de apagones o cortes de luz.

- *Arquitectura centralizada Lógica*

En esta arquitectura lo principal es permitir que los dispositivos se comuniquen entre sí y para ello se tienen que comunicar directamente con la central; es decir, que en caso de emergencia el sistema no activará la alarma directamente si no que dependerá de las acciones que tome la central. Ver lo explicado en la Figura 1. 1.



Figura 1. 1 Arquitectura Domótica Centralizada [4]

- *Arquitectura Física Distribuida*

Esta arquitectura cuenta con una topología tipo bus, es decir que todos los dispositivos son conectados independientemente uno seguido del otro, para este caso en particular su estructura lógica puede ser centralizada o bus.

- *Arquitectura Lógica Distribuida*

En este caso los dispositivos se comunican directamente entre ellos es decir que en caso de existir una emergencia la alarma se activará inmediatamente. En esta arquitectura el sistema de control centralizado se lo utiliza únicamente para la programación de los dispositivos por parte del usuario.

Ver lo explicado en la Figura 1.2.

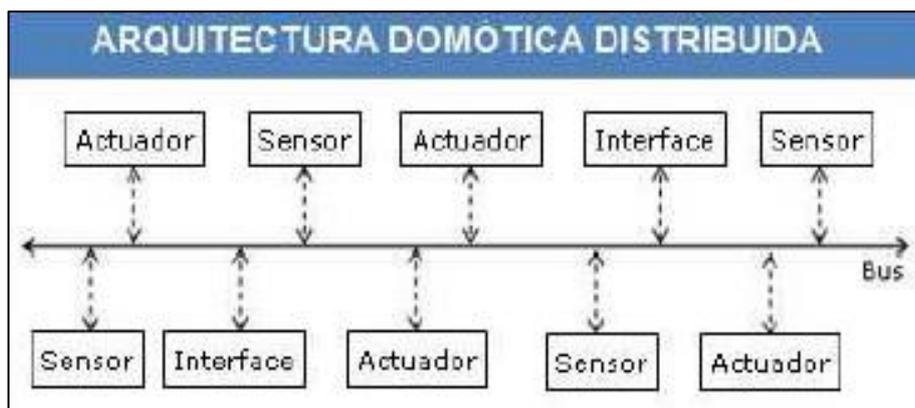


Figura 1. 2 Arquitectura Domótica Distribuida [4]

- **Módulos Arduino**

La placa electrónica está conformada por un circuito centralizado que es el Arduino UNO, el mismo que comanda todas las acciones de la placa y que sirve de puente para concretar las órdenes enviadas en forma remota. El Arduino *Ethernet* tiene un microcontrolador que es capaz de comprender el código creado en el ID de Arduino.

- *Módulo Arduino UNO*

Este módulo, está constituido por varios elementos electrónicos y que por sí solo sería capaz de controlar un área específica de un cierto lugar de trabajo. La idea de trabajar con este módulo es utilizar los diversos pines que este posee.

Los pines están divididos de la siguiente manera: 14 pines digitales I/O, 6 salidas PWM, 6 entradas analógica, además el módulo consta de una memoria *flash* de 32 Kbyte [5]. Ver más detalles en el Anexo 1.

El módulo utiliza un microprocesador ATMEGA 328 que se caracteriza por tener una arquitectura de 8 bits, consumir poco voltaje (1.8 - 5.5) V, consta de 28 pines (23 pines son I/O Y 5 son PWM) y son muy utilizados para aplicaciones pequeñas [3]. Ver en el Anexos 2.



Figura 1. 3 Módulo Arduino – Descripción de partes [5]

Arduino UNO permite trabajar con módulos *Shield* ya que la ubicación de los pines de estos módulos calza perfectamente sobre los pines del Arduino mencionado, añadiendo así cualidades adicionales; por ejemplo el uso de *Ethernet*, WIFI o GSM. Esto facilita mucho al usuario ya que se evita de realizar conexiones entre módulos y con esto solo se dedica a realizar la programación. En la Figura 1. 3 se puede ver la placa Arduino y sus componentes.

- *Módulo Arduino Shield Ethernet*

La principal causa para utilizar módulos *Shield*, es la reducción de conexiones que se hace entre Arduinos, esto es posible ya que estos módulos tienen las mismas dimensiones y cantidad de pines, la diferencia radica en el tipo de pines; el módulo *Shield* tiene pines tanto machos como hembra lo que permite la comunicación directa entre el Arduino UNO y el *Shield Ethernet*. Los módulos *Shield* utilizan los pines 10, 11, 12 y 13 (SPI) para la comunicación, por lo tanto estos pines no pueden ser usados para entradas o salidas genéricas. Esto se puede ver en la Figura 1. 4 [6].

El módulo *Ethernet* trabaja con los estándares IEEE 802.3, 10BASE T y 802.3u. El módulo en cuestión puede soportar los siguientes protocolos: *Transmission Control Protocol* (TCP), *User Datagram Protocol* (UDP), *Internet Control Message Protocol* (ICMP), *Address Resolution Protocol* (ARP), *Point to Point Protocol Over Ethernet* (PPPoE).



Figura 1. 4 Módulo Arduino Ethernet Shield [6]

El módulo *Ethernet* utiliza chip *Wisnet W5100*. Este dispositivo soporta los protocolos TCP y UDP, también permite la conexión simultánea de cuatro conexiones. Este dispositivo usa librerías *Ethernet* para leer y escribir flujos de datos que pasan por el puerto *Ethernet* permitiendo así escribir un *sketch* que se conecten al internet [7].

- **Arduino IDE**

Arduino IDE es el entorno de desarrollo y programación para las placas de Arduino, tiene como base un entorno *processing* que es un lenguaje de programación integrado de código abierto basado en *java*. Su objetivo principal es el actuar como una herramienta para la creación de proyectos complejos y semicomplejos [8].

El entorno de *processing* de Arduino funciona bajo el lenguaje de programación *wiring* que es una función simplificada del lenguaje C++ que permite la manipulación de objetos y es estructurada lo que le vuelve un lenguaje híbrido o multiparadigma [9].

- **Direccionamiento de redes TCP/IP**

El direccionamiento IP es una herramienta muy importante para la administración de las redes PAN, LAN, MAN, WAN y WLAN, ya que es un direccionamiento lógico, lo que permite a los *host* de una red tener una identificación única, además de facilitar el envío y recepción de mensajes a *hosts* remotos [10].

En la actualidad el direccionamiento IP se divide en IPv4 e IPv6. Este proyecto se basa en IPv4 que hasta el momento es el más utilizado. Las direcciones IPv4 están compuesta por 32 bits, dividida en 4 octetos binarios, cada octeto está compuesto por 8 bits y están separado por un punto decimal, además utiliza el sistema binario con el cual los computadores se pueden entender entre sí.

Una dirección IP están formadas de dos partes, los octetos de la izquierda identifican la red (*Network ID*) y los octetos de la derecha identifican al *host* (*host ID*). Para racionalizar el direccionamiento IP existen reglas específicas para el *Network - Host ID*.

Reglas para *Network ID*:

- En el primer octeto no puede ser 127, ya que está reservada como dirección de *loopback*.
- En la dirección de red nunca puede ser todos unos ya que las direcciones que tienen solo unos son usadas para *broadcast*.
- En la dirección de red nunca pueden ser todos ceros ya que estas direcciones solo identifican los *hosts* de una red local.
- Cada red IP debe tener una única *Network ID*. Todos los segmentos de una red más amplia tienen su propia identificación de red.

Reglas para *Host ID*:

- Las direcciones de *host* no pueden ser todos unos porque es una dirección reservada para *broadcast*.
- Las direcciones de *host* no pueden ser todos ceros porque esta dirección identifica a una red.
- En una red la identificación del *host* debe ser única para un *host* específico.

Clases del direccionamiento IPv4

Las direcciones IPv4 están divididas en 4 clases para proveer tantas opciones como sea posible mientras se mantiene un sistema de direcciones estándar. La división de las redes IPv4 se muestra en las Tablas 1. 1 y 1. 2.

Tabla 1. 1 Rango de direcciones IPv4 [10]

CLASE	DESDE	HASTA	MÁSCARA
A	1.0.0.0	127.255.255.255	255.0.0.0
B	128.0.0.0	192.255.255.255	255.255.0.0
C	192.0.0.0	223.255.255.255	255.255.255.0
D	224.0.0.0	239.255.255.255	No definido
E	240.0.0.0	255.255.255.255	No definido

- En la clase A, los dos primeros bits siempre debe estar en 00 esto porque el valor del primer octeto no puede superar el valor de 128 ya que pertenece a la clase B.
- En la clase B, los dos primeros bits de la izquierda deben iniciar con 10 ya que en esta clase se debe superar el valor de 128.
- En la clase C, los tres primeros bits deben estar de la siguiente manera 110 y el valor del primer octeto debe estar entre 192 y 223.

Se debe considerar que lo explicado anteriormente está representado en el sistema binario.

Tabla 1. 2 Clases de direcciones IPv4

CLASE	BITS DEL PRIMER OCTETO	VALOR DECIMAL	NÚMERO DE REDES	NÚMERO DE HOSTS
A	0000 0000 - 0111 1111	0 - 127	128	16777214
B	1000 0000 - 1011 1111	128 - 191	16384	65534
C	1100 0000 - 1101 1111	192 - 223	2097152	254
D	1110 0000 - 1110 1111	224 - 239	Clase usada para direcciones <i>multicast</i>	
E	1111 0000 - 1111 1111	240 - 255	Clase experimental para uso futuro	

Direcciones IPv4 públicas

La mayoría de direcciones de IPv4 son públicas y son utilizadas para enrutar a nivel global, lo *routers* de los ISP (Proveedores de Servicio de Internet) están diseñados para tener acceso público desde internet, en el rango de direcciones IPv4 existen otros rangos designados para fines específicos.

Direcciones IPv4 privadas

Las direcciones privadas son aquellas que usan los equipos o terminales para comunicarse entre equipos terminales dentro de la red interna sin tener que salir al internet [11]. El rango de direcciones está especificada en la Tabla 1. 3.

Tabla 1. 3 Clase de direcciones IPv4 privadas

CLASE	DESDE	HASTA	MÁSCARA
A	10.0.0.0	10.255.255.255	255.0.0.0
B	172.16.0.0	172.31.255.255	255.240.0.0
C	192.168.0.0	192.168.255.255	255.255.0.0

Traductor de direcciones de red (NAT)

El *NAT* o *Enmascaramiento de IP* es un mecanismo mediante el cual las direcciones IP son mapeadas desde un dominio de direcciones a otro, proporcionando un encaminamiento transparente a las máquinas finales [12]. Además, NAT debe cumplir con las siguientes características:

- Asignación Transparente de direcciones.
- Encaminamiento transparente mediante la traducción de direcciones.
- Traducción de la carga útil de los paquetes de error ICMP.

Aplicaciones

La traducción de direcciones de red, se aplica a redes que fueron implementadas con direcciones privadas y que necesitan tener acceso al internet.

Esto ocurre frecuentemente en empresas pequeñas, por lo que el ISP provee de una única dirección válida. Para que esta dirección sea utilizada al máximo es necesario configurar NAT en el router a fin que los *hosts* dentro de la red LAN puedan acceder a internet. Además de configurar el router con NAT, este enlaza una dirección IP con un puerto para el correcto direccionamiento de paquetes a sus destinos. Este proceso también se lo hace en redes domésticas ya que son una solución aceptable para la conexión a internet.

Forma de operación

Para proveer de internet a una red privada es necesario utilizar un *router* ya que está ubicado en la frontera de una red pública y una privada, por lo que este debe tener configurado la NAT, para la traducción de las direcciones.

Existen dos formas de asignación de direcciones y estas son:

Asignación estática de direcciones, en este caso existe un mapeo uno a uno entre direcciones IP privadas y públicas es decir que todo el contenido que se tenga en la IP privada se reflejará únicamente en la IP pública durante el funcionamiento de la NAT estático por este motivo la asignación estática no administra la gestión de direcciones con el flujo de sesión este proceso lo realiza un NAT dinámico ya que tiene varias direcciones públicas así como privadas, y en función de cómo se vayan generando las sesiones se va administrando que equipo ingresa o sale del internet.

En la Figura 1. 5 se muestra el funcionamiento de la NAT estática.

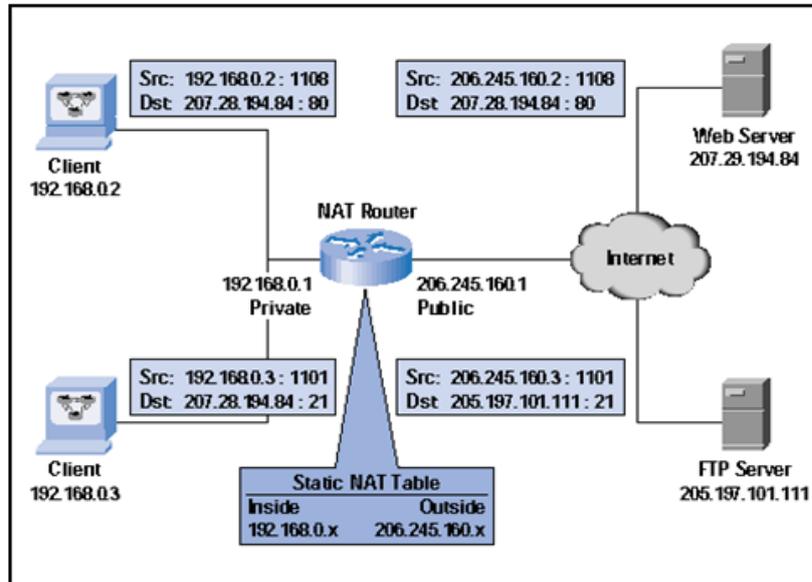


Figura 1. 5 NAT Estático [12]

Como se muestra en la Figura 1. 5 cuando el host 192.168.0.2 envía un paquete al servidor 207.28.194.84 tiene en la cabecera de sus paquetes los datos mostrados en A, al pasar estos paquetes por el router NAT, los datos son los modificados y llegan al servidor con los datos de B; la relación de direcciones en el router de NAT son puestas estáticamente.

Asignación dinámica de direcciones, en este caso las direcciones externas son asignadas a las máquinas de la red privada o viceversa de manera dinámica, según los requisitos de uso y los flujos de sesión que el NAT determine. Cuando la última sesión que la dirección asociada use la NAT, liberará la asociación para que la dirección sea reciclada para su posterior uso. En la Figura 1. 6 se muestra el funcionamiento de la NAT dinámica.

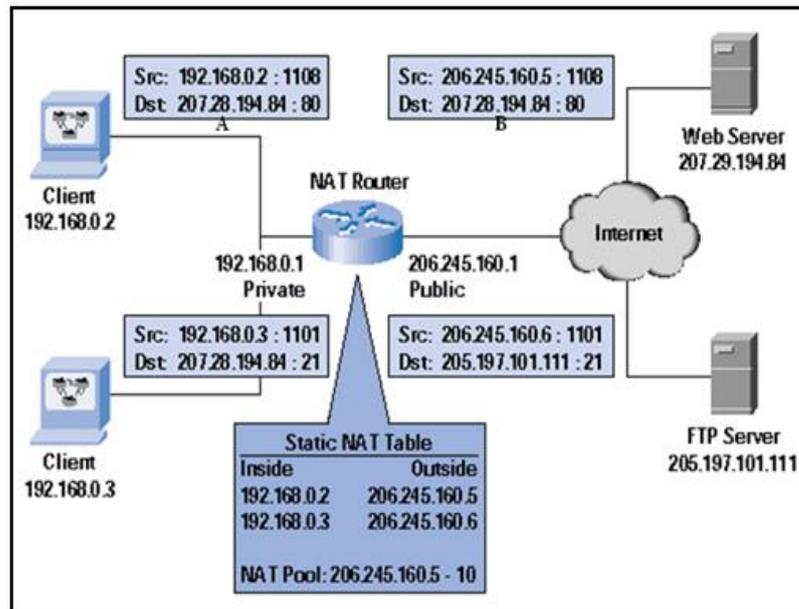


Figura 1. 6 NAT Dinámico [12]

2. METODOLOGÍA

Este trabajo tiene como objetivo principal brindar respaldo al usuario en caso de que este se olvide de cerrar las puertas de garage o que necesite abrir las mismas. De esta manera, se evitarán situaciones desagradables para el usuario y se dará solución en casos emergentes.

El desarrollo del proyecto se dividió en varias etapas y estas son: Análisis, Diseño, Programación, Implementación, Pruebas de funcionamiento.

o *Etapas de análisis*

Esta etapa consistió en la observación y medición del motor de garage además del lugar en el que fue instalado, este análisis abarca varios aspectos entre estos están: la placa de control, estado del motor, voltajes, corrientes, potencias, etc. Esta inspección facilitó el desarrollo del proyecto ya que permitió detectar las interfaces más factibles para la implementación del mismo.

- *Etapas de diseño*

A través de los datos obtenidos, se diseñó una placa capaz de acondicionar los niveles energéticos que exige el motor de garage a partir de la señal enviada por el usuario en forma remota.

- *Etapas de programación*

Como su nombre indica, en esta sección se desarrollaron las programaciones de los diferentes módulos. En el módulo de control se implementó la programación que ejecuta la apertura y cierre de las puertas de garage mientras que en el módulo de comunicación se desarrolló la interfaz *web* la misma que interactúa con el usuario.

Las distintas programaciones fueron combinadas, de tal forma que puedan cumplir con el objetivo del proyecto.

- *Etapas de implementación*

Con la placa de control creada e incluida la programación, se extendió el cableado desde un punto de control hasta el garage, de la misma manera se extendió el cableado para las cámaras de seguridad y se configuró el grabador para que las cámaras sean vistas a través del internet; completando así el proceso de instalación del proyecto.

- *Pruebas de funcionamiento*

Haciendo uso de un celular con datos y un computador se realizaron las pruebas de funcionamiento. El proyecto tuvo un tiempo de prueba, en este tiempo se resolvieron varios inconvenientes relacionados con el alcance. Finalizado este tiempo de prueba, el proyecto quedó listo para ser usado por los diferentes usuarios.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- **Análisis de los requerimientos del sistema de control**

Se realiza una inspección completa del sitio en el que se desarrollará el proyecto, esto ayudará a la construcción y elección de los dispositivos que conformarán la placa de control.

Para esta inspección se consideraron los siguientes parámetros:

- Puntos de controles móviles y fijos para las puertas de garage.
- Estado de la estructura y peso de las puertas de garage.
- Voltajes, corrientes y potencia con la que está operando actualmente el motor de garage y sus interfaces.
- Estado de la estructura interna del motor de garage.
- Ubicación del sistema de cámaras.

Puntos de control móvil y fijo para las puertas de garage

La inspección en este punto permite determinar las características del motor, el tiempo de operación, los posibles puntos de conexión externa e identificar las marcas de motor de garage con las que el proyecto puede ser compatible.

Durante la inspección se identificó que las puertas del garage son de tipo batientes de doble hoja, por tal motivo se utilizó un motor con cadena, la marca del motor que se tiene instalada es "*Liftmaster 1/2 HP*" una marca reconocida en el mercado además de ser compatibles con otras marcas como por ejemplo: *Craftman 1/2 HP* y *Chamberlain 1/2 HP*, los valores energéticos de este tipo de motores son: Corriente=5A, Voltaje=120Vca y ½ HP de potencia.

Se determina que la instalación e inicio de operación empezó en el 2005 y que el sistema del motor de garage ha tenido un deficiente mantenimiento durante su funcionamiento desde entonces, por tal motivo se espera que los niveles energéticos sean altos.

Se identifica un punto manual para la activación de las puertas de garage ubicado en el interior del departamento de la arrendataria y 4 controles inalámbricos, 2 de ellos pertenecen a las familiares de la arrendataria y los otros dos a los inquilinos. El alcance que tienen estos controles varía entre los (5 ~ 8) m y la distancia que recorre el alambrado del pulsador de pared es de 20 metros, este cableado se conecta a las borneras exteriores del motor de garage. Ver motor de garage en la Figura 3. 1.



Figura 3. 1 Estado y Tipo de motor de garage

Estado de la estructura y peso de las puertas de garage

Haciendo referencia a la sección anterior las puertas de garage son de tipo batientes de doble hoja que tiene la apertura hacia el interior, el material del que está hecho es de acero negro y tiene un peso máximo de 550 Kg. Las puertas no tenían mayor desperfecto ya que habían sido reemplazadas, por motivos de remodelación.

Tanto la cadena como la estructura de las puertas de garage se encuentran en malas condiciones debido al tiempo de trabajo y al poco mantenimiento que se les ha dado durante el tiempo de vida, la arrendataria confirma que la última vez que se le dio mantenimiento al sistema fue hace 4 años, lo que justifica el estado actual del mismo. Se determina también que existe dificultad al momento de abrir o cerrar las puertas de garage ya que la cadena tiende a trabarse durante su recorrido.

Por este motivo y para evitar que por exceso de trabajo durante la operación de la placa de control esta se sobrecaliente; se realizó un mantenimiento correctivo del sistema de puertas. Realizado dicho mantenimiento las puertas de garage se abren y cierran con normalidad. El estado actual del sistema de puertas de garage se puede apreciar en la Figura 3. 2.



Figura 3. 2 Estado actual de las puertas de garage

Niveles de energía para la operación del motor de garage y sus interfaces

Previo a la medición en las interfaces del motor de garage, se realiza una tabla que toma en cuenta los niveles energéticos referenciales presentados en el manual de instalación. Una vez tomados estos valores, se procede a la medición de los puntos de energía e interfaces dando como resultado los valores que se muestran en la Tabla 3. 1.

Tabla 3. 1 Valores energéticos de los puntos de energía

NIVELES ENERGÉTICOS DE ALIMENTACIÓN					
Valores Referenciales		Valores Reales		Valor Promedio	
Voltaje	120V	Voltaje	110V	Voltaje	115V
Corriente	5 A	Corriente	5,26 A	Corriente	5,09 A
Potencia	1/2 HP	potencia	1/2 HP	Potencia	1/2 HP

A continuación en la Tabla 3. 2 se muestran los valores energéticos de las interfaces del motor [13].

Tabla 3. 2 Valores energéticos de las Interfaces

NIVELES ENERGÉTICOS DE ENTRADA Y SALIDA		
Valores de Referencia		
	Salida Interfaces	Alimentación de entrada
Voltaje	24 Vcc	120 Vca
Corriente	300 mA	10A
Valores Reales		
	Salida Interfaces	Alimentación de entrada
Voltaje	23,1 Vcc	110 Vca
Corriente	300 mA	10A
Valores Promedio		
	Salida Interfaces	Alimentación de entrada
Voltaje	23,5 Vcc	115Vca
Corriente	300 mA	10A

Tanto la tabla 3. 1 como la 3. 2 son de mucha importancia para el desarrollo del módulo de acondicionamiento, a partir de estos valores se podrán determinar los elementos electrónicos que facilitarán el proceso de apertura y cierre de las puertas de garage proyecto.

Estado de la estructura interna del motor de garage

La inspección en este punto se centra en la revisión de la placa de control del motor de garage, ya que esta tarjeta electrónica recibe y ejecuta las operaciones enviadas a través del control remoto o del pulsador de pared; además se brinda un mantenimiento preventivo a la misma.

La revisión de la tarjeta permite reconocer su estructura interna, este reconocimiento ayudó a dividirla en áreas de funcionamiento como se puede ver en las Figuras 3. 3 y 3. 4. Esta división permite determinar en qué área de la placa se puede añadir el circuito electrónico a desarrollar.



Figura 3. 3 Interfaces externas de motor de Garage

Como se puede observar en la Figura 3. 3 y 3. 4 el área idónea para adaptar la placa electrónica es en la interfaz de los pulsadores ya que es un área fácil de manipular además de presentar los niveles energéticos adecuados para su desarrollo. Esta interfaz es factible de utilizar ya que es apta para dos pulsadores y tan solo se hace uso de uno y brinda el mismo funcionamiento que un control inalámbrico.

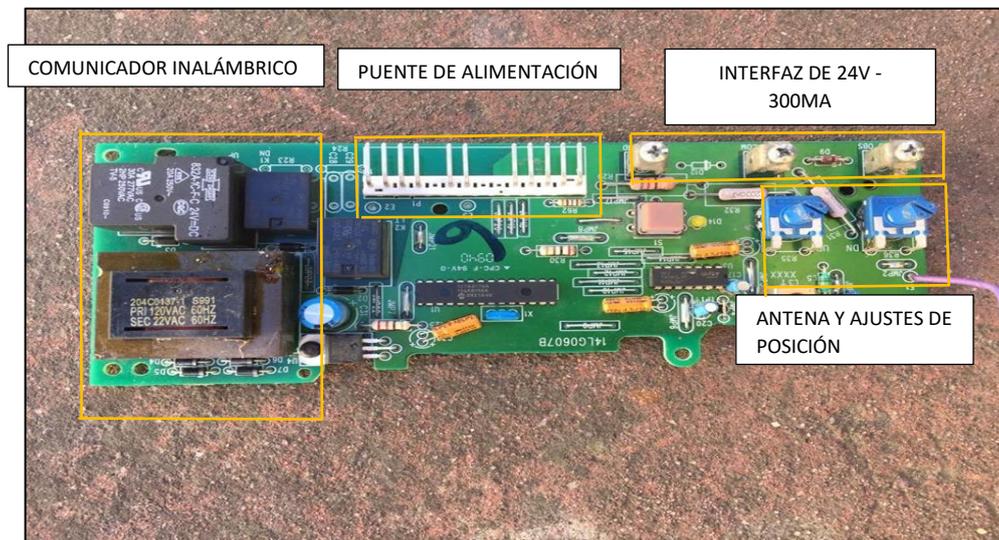


Figura 3. 4 Áreas de operación de la placa de control del motor de garage

Requerimientos para el diseño e instalación del circuito electrónico

Para el diseño de la placa electrónica, tanto la placa de control como el sitio en donde se va a instalar debe cumplir con varios requerimientos, de tal modo que al implementar el circuito electrónico este pueda adaptarse con facilidad y desempeñar su funcionamiento con normalidad. Los requerimientos que se muestran a continuación están basados en la inspección realizada anteriormente.

Requerimientos:

- Asegurar que la estructura que mantiene el motor de garage no tenga dificultades en la apertura y cierre de las puertas.
- Determinar un sitio seco y seguro para la instalación de la placa electrónica.
- Determinar la factibilidad para la utilización de una interfaz de la placa de control que trabaje con 24 Vcc a 300 mA
- Determinar la disponibilidad de uno de los puertos del *router*.
- Utilizar un UPS para mantener una alimentación estable en la placa electrónica.
- Utilizar cámaras de seguridad que garanticen la visualización del ingreso y salida de los usuarios.

Cabe recalcar que el UPS es exclusivo de la placa de control ya que proporciona de una batería de *backup* en caso de desconexiones erróneas. Si por algún motivo hay un apagón o corte de luz en el hogar la placa electrónica no tendrá mayor utilidad ya que el motor de garage se encontrará sin energía.

Considerando estos requisitos, se puede desarrollar un esquema general que demuestre el funcionamiento y la comunicación de la placa a electrónica con los diferentes elementos que la rodean.

Esquema general del sistema

El esquema general explica el funcionamiento del proyecto y la forma de comunicación que tiene con los demás elementos.

Como primer punto, este proyecto inicia con el usuario ya que este envía las órdenes a partir de la interfaz *web* que esta enlazada al internet a partir de una IP pública, esta IP se comunica con una IP privada que está dentro de una red LAN y es proporcionada por el *router* además de ser utilizada por el módulo de comunicación.

El módulo de comunicación envía un pulso de 5Vcc para la apertura y otro pulso para el cierre de puertas de garage, estos pulsos son recibidos por el módulo de control, este al recibir la señal determina el tipo de orden y reenvía por los pines que se conectarán al módulo de acondicionamiento.

En el módulo de acondicionamiento se usa el pulso de 5Vcc para activar la señal 24Vcc, esta señal es necesaria para que ingrese a la placa de control del motor de garage y ejecute la apertura y el cierre de las puertas.

El movimiento que hace las puertas de garage es captada por una cámara la misma que envía una señal al DVR esta información puede ser vista por el usuario a partir del celular o del computador y verificar el estado de las puertas. Con esta explicación del proyecto se procede a la elección de los elementos a utilizar y determinar la ubicación de las cámaras de seguridad. En la Figura 3. 5 se observa el funcionamiento del esquema general.

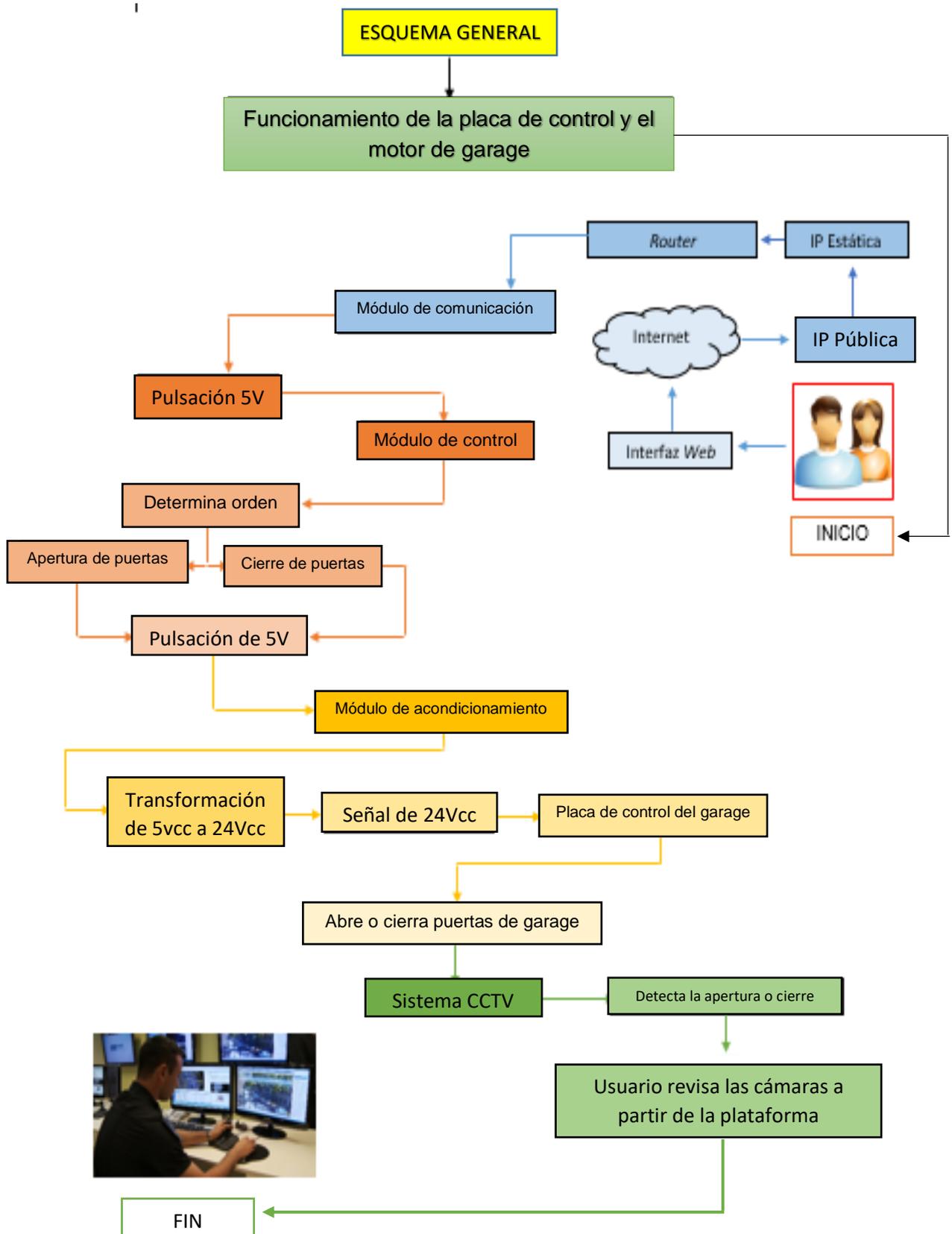


Figura 3. 5 Esquema general del sistema

Ubicación del sistema de cámaras de seguridad

Parte de la inspección es determinar el número de cámaras y la ubicación que deben tener para brindar un buen servicio de monitoreo al usuario.

El primer paso en esta inspección es establecer la ubicación del *Digital Video Recorder* (DVR) en la implementación del sistema de cámaras, esta es la parte más importante ya que a partir de este lugar se extenderán las cámaras. Además, ayuda a determinar la cantidad de materiales a utilizar para su instalación. El lugar más adecuado para el DVR fue la sala de reuniones ya que está cerca de los elementos a utilizar como son: punto de alimentación, punto de red y de difícil manipulación.

Como siguiente aspecto a considerar es la ubicación de las cámaras. Para el proyecto se usarán dos cámaras que estarán ubicadas en el interior y exterior del garage. El propósito de tener una cámara en cada punto es que el usuario pueda reconocer a la persona que ingrese o salga del hogar.

En la Tabla 3. 3 se muestran los materiales a utilizar:

Tabla 3. 3 Lista de materiales para CCTV

MATERIALES	TIPO	CANTIDAD	DIMENSIONES
Manguera	Corrugada negra	20m	Media pulgada
Canaleta	Estandar	2m	15x10 mm
Cable	UTP Cat 5e	30m	23 AWG
DVR	DVR5104HS-S2	1	-
Cámaras	Domo de 1080p	2	-
Transformador	110Vca - 12Vcc	2	-
<i>Balum</i>	-	4	-

Como observación especial, se eligió un sistema de cámaras con DVR ya que es adaptable para todas las tecnologías de cámaras existentes, cuenta con otras funciones como el almacenamiento de grabaciones, conexión remota de las cámaras además de permitir que varios usuarios puedan usar este servicio [14].

Culminado el proceso de inspección se procede a la elección de los materiales que cuenten con las características necesarias para la construcción del circuito electrónico.

Elementos para el diseño del sistema

- *Arduino UNO*

El Arduino UNO es una placa que contiene varios elementos instalados como son: un Microcontrolador Atmega 328, un cristal de cuarzo, puerto USB (3.3 – 9) V, etc. Ver Figura 3. 6. Las características del Arduino se puede ver en la Tabla 3. 4.

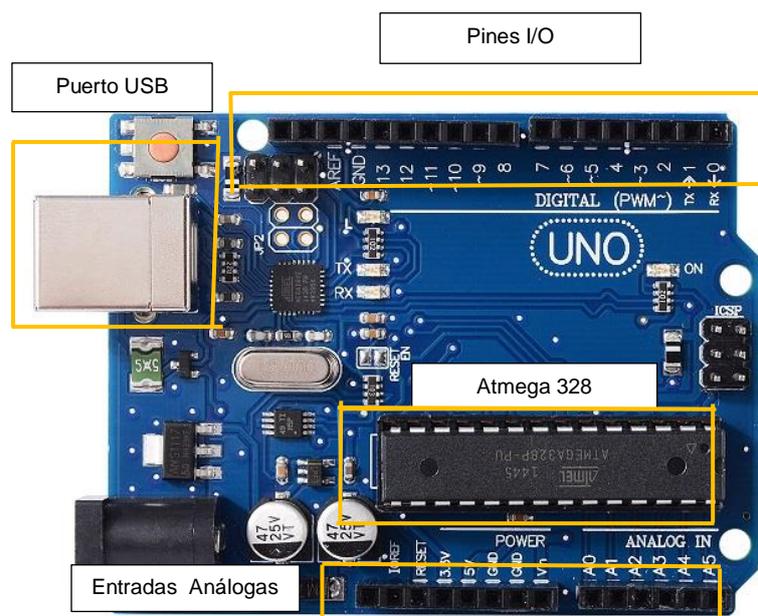


Figura 3. 6 Módulo Arduino Uno

Tabla 3. 4 Características del Arduino UNO

CARACTERÍSTICAS ARDUINO UNO	
Microcontrolador	Atmega 328
Voltaje de operación	5V
Voltaje de entrada recomendado	7 - 12 V
Voltaje de entrada límite	6 -20 V
Pines Digitales de E/S	14
Pines de entradas análogas	6
Corriente DC permitido PIN	40 mA
Corriente DC para PIN 3,3 V	50 mA
Memoria flash	32 KB
SRAM	2 KB
EEPROM	1KB
Velocidad de reloj	16 Hz

- *Arduino Ethernet Shield*

Este módulo utiliza varios dispositivos en su estructura pero el más relevante es el chip W5100 que permite la utilización de varios estándares de red como son IEEE 802.3 10-BASE-T y 802.3u 100-BASE-T. En la Figura 3. 7 se ve su estructura del módulo y en la Tabla 3. 5 sus características.

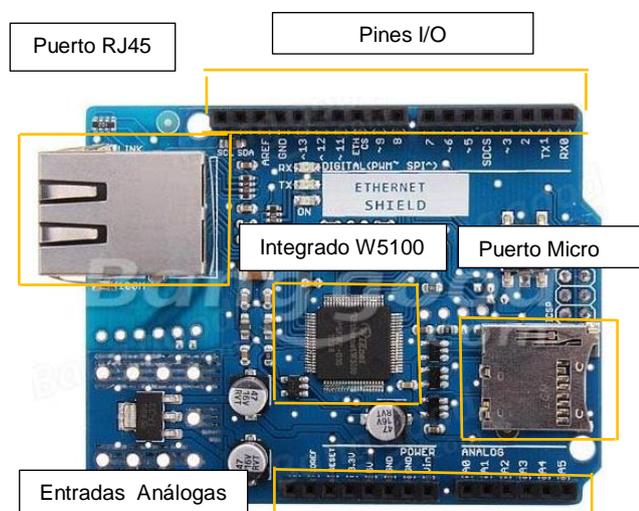


Figura 3. 7 Módulo Ethernet Shield

Tabla 3. 5 Características de Arduino Ethernet

CARACTERÍSTICAS ARDUINO <i>ETHERNET</i> SHIELD	
Microcontrolador	Atmega 328
Voltaje de operación	5V
Voltaje límite de entrada	6 - 18 V
Voltaje límite de entrada PoE	36 - 57 V
Pines digitales E/S	14
Entradas análogas	6
Corriente DC permitido en Pin	40 mA
Corriente DC para pines de 3,3 V	50 mA
Memoria <i>Flash</i>	32 KB
SRAM	2KB
EEPROM	1 KB
Velocidad de reloj	16MHz
<i>Ethernet</i> integrado W5100 TCP/IP	
Conector magnético para alimentación <i>Ethernet</i>	
Tarjeta Micro SD	

- *Circuito integrado relé*

El módulo relé permite acondicionar circuitos que conmutan a redes de alto voltaje (110 - 220) V a través de circuitos que manejan voltajes entre (3,3 – 9) V. Para el proyecto se requiere un relé cuya bobina se pueda excitar con valores máximos de 7V, además se necesitará un opto acoplador que hará las funciones de conmutador en colaboración de un diodo emisor y un fototransistor que se ajustará a la corriente que necesita el relé y para resguardar los módulos Arduino, por problemas de corriente se usará un diodo [15]. Ver Figura 3. 8.

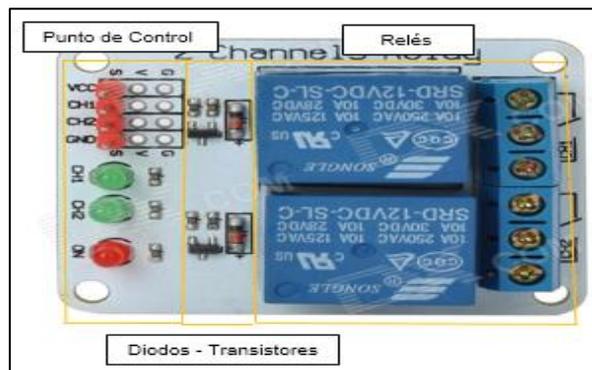


Figura 3. 8 Módulo Relé

- *Cámara domo 1080p (HAC-HDBW220E) y tubo 1080p (DS-2CE16COT-IRPF)*

Las cámaras domo y tubo son una solución de video vigilancia 24/7 para exteriores, es capaz de soportar tecnologías como son: HDTVI, HDCVI, AHD, CVBS, cuentan con resolución de 1080p y una distancia de iluminación infrarroja de 8m en la oscuridad [16]. En la Tabla 3. 6 se muestra sus características y en la Figura 3. 9 se pueden ver cámaras.

Tabla 3. 6 Características de las cámaras domo y tubo

CARACTERÍSTICA DE LA CÁMARAS DOMO	
Cámara	HAC-HDBW220E
Sensor de imagen	1/2,8" Mpx CMOS
Pixeles efectivos	1984(H)*1225(V)
Obturador electrónico	1/3s ~1/100,000s
Velocidad de fotogramas	25/30/50/60ips@720p
Iluminación mínima	0,05lux
Salida de video	Alta definición BNC HDCVI/ estándar CVBS
Resolución	1080p 2,4 Megapíxel
Tecnología	HDCVI
CARACTERÍSTICA DE LA CÁMARAS TUBO	
Cámara	DS-2CE16COT-IRPF
Sensor de imagen	2MP CMOS
Pixeles efectivos	1984(H)*1225(V)
Obturador electrónico	1/3s ~1/100,000s
Velocidad de fotogramas	25/30/50/60ips@720p
Iluminación mínima	0,01lux
Salida de video	Alta definición BNC HDCVI/ estándar CVBS
Resolución	HD-TVI 1080P
Tecnología	HDCVI



Figura 3. 9 Cámara domo y tubo de 1080p [16]

- Grabador DVR DVR5104HS-S2

Es un grabador de cuatro canales de video BNC (*Bayonet Neill-Concelman*) más un canal IP de 2 MP – 20 MP. Tiene salidas de video VGA (*Video Graphics Array*) o HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*) además de acceso remoto a través de la PC, Tablet, teléfono móvil. En la Tabla 3. 7 se muestran las características del grabador. Ver Figura 3. 10 grabador Hik-Vision.



Figura 3. 10 Grabador Hik-Vision DVR [17]

Tabla 3. 7 Características del grabador

CARACTERÍSTICAS DEL GRABADOR DVR	
Modelo	DVR5432L
Sistema	Procesador Embebido, Linux
Tecnologías	Análogas, HDCVI,HDTVI,AHD,IP
Puertos	4
Interfaz de salida	1 HDMI, 1 VGA
Resolución	1080p
Compresión	H.264
Red	1 puerto RJ45 100Mbps
Funciones de Red	HTTP, TCP/IP,UDP,SMTP
HDD interno	1 cable sata de 3 TB
E.sata	1 puerto E.sata

Este dispositivo permite monitorear de forma remota a través de una aplicación, además de permitir guardar las grabaciones por un tiempo de 2 meses esto gracias al disco duro de 1TB que contiene en su interior [17].

Diseño del circuito electrónico para la apertura y cierre de las puertas de garage

Con la adquisición de los elementos que conforman la placa electrónica, se realizan las siguientes actividades que facilitarán el diseño del circuito y la ejecución de pruebas de funcionamiento. Las actividades a realizar son:

- La creación de un esquema general que explique el funcionamiento del proyecto.
- División de la placa electrónica en tres subcircuitos.
- Diseño del diagrama circuital de la placa PBC a partir de la utilización del programa *ISIS 7* profesional.
- Diseño de la PBC a partir del programa *ARES 7* profesional.
- Construcción de la placa electrónica.

Creación de un esquema general de funcionamiento del proyecto

En el esquema general se puede visualizar la forma en que interactúa la placa electrónica y el sistema de cámaras de video vigilancia. Se diseñó de tal manera que el usuario pueda monitorear y controlar las puertas de garage desde cualquier punto geográfico además que pueda comprender el funcionamiento del proyecto que se está desarrollando. A continuación una pequeña explicación del esquema general, aquí se puede ver la comunicación entre la placa electrónica y un motor de garage común y corriente.

En la Figura 3. 11 las guías azules representan la forma de comunicación que tiene la placa electrónica con el internet y el garage. La placa está conformada por tres módulos y estos son: módulo de comunicación, control y relé; los dos primeros módulos interactúan entre sí para formar uno solo, de esta manera se puede controlar una interfaz *web* que enviará señales de apertura y cierre de las puertas de garage. La señal enviada a la entrada del módulo relé permite el paso de flujo de corriente activando el switch del relé aceptando que el motor pueda abrir o cerrar las puertas de garage. El módulo de comunicación se conecta con el *router* y a partir de un conjunto de configuraciones se establece un enlace entre una IP privada del módulo de comunicación y la IP pública del router ese enlace permitirá que la interfaz *web* sea vista en el internet.

Las guías naranjas representa la comunicación que tendrá el sistema de CCTV. Este sistema está conformado por dos cámaras que monitorearán el ingreso y la salida de las puertas de garage además de utilizar un grabador que se conecta al *router* para que las grabaciones puedan ser vistas por la plataforma que disponga la marca del sistema de video vigilancia, la plataforma consiente que el usuario pueda acceder a ellas desde el lugar que este se encuentre estableciendo un monitoreo constante del lugar.

Como se detalló en los párrafos anteriores, el proyecto a desarrollar consta de dos sistemas de control que trabajan en conjunto para satisfacer la necesidad del usuario y sin que el mismo haga una gran inversión. Para finalizar esta introducción se muestra el esquema general en el que se podrá ver lo explicado en los párrafos anteriores.

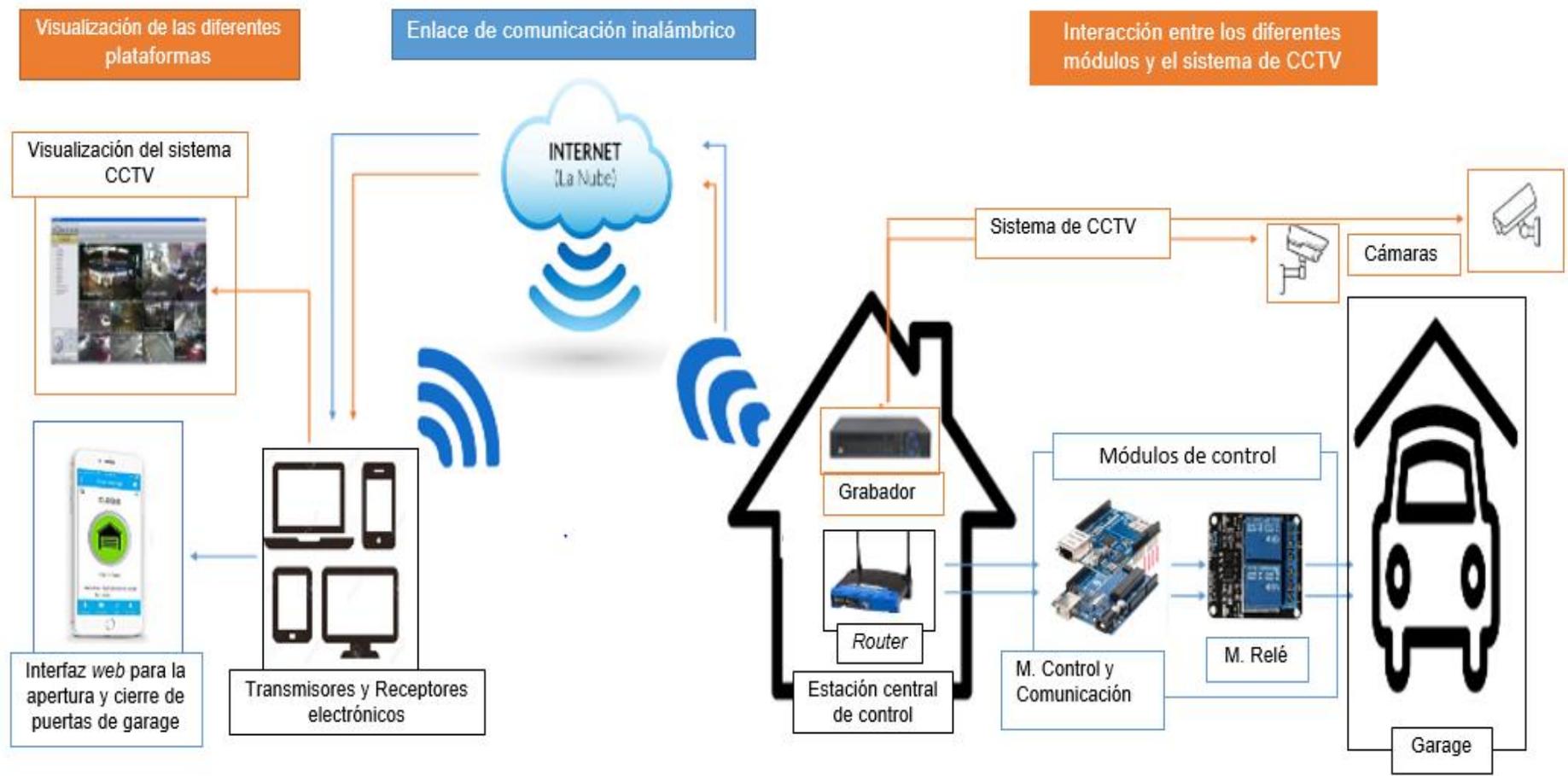


Figura 3. 11 Esquema general del funcionamiento del proyecto

División de la placa electrónica en subcircuitos

Para facilitar la elaboración del diseño de la placa electrónica, se dividió el circuito en tres subcircuitos. Esto ayudará al usuario a comprender de mejor manera el funcionamiento de la placa electrónica. En las siguientes secciones se mostrará el funcionamiento y diseño de cada subcircuito.

- *Módulo de Control*

Se utilizó un Arduino UNO como módulo de control ya que este recibe las señales enviadas por el módulo *Ethernet*, realiza el proceso de configuración, aceptación de las órdenes y reenvía las señales al módulo de acondicionamiento para que estas puedan ejecutar posteriormente la apertura y cierre de las puertas de garage.

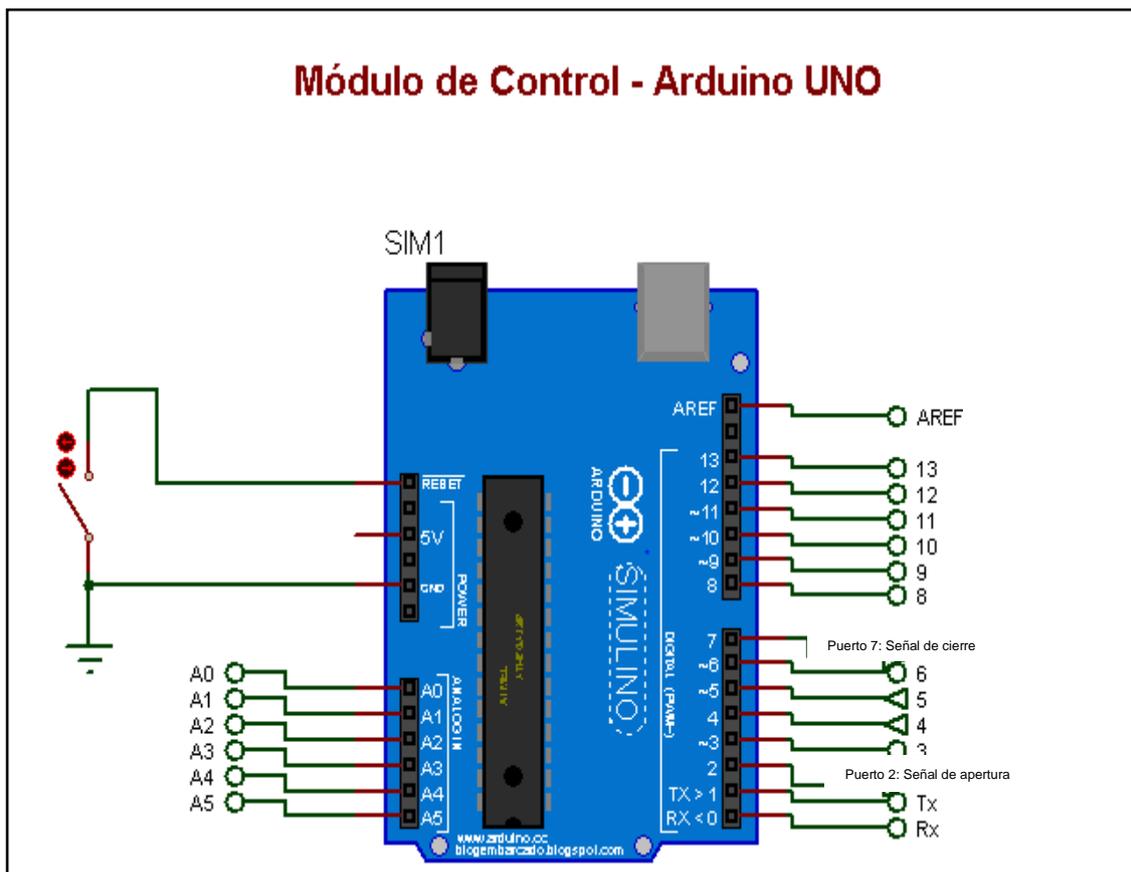


Figura 3. 12 Diseño del módulo de control

En la Figura 3. 12, el módulo de control envía señales de 5v a través de los puertos 7 y 2 respectivamente. El puerto 2 se encarga de enviar las señales de apertura a la placa de control de garage y el puerto 7 envía señales de cierre de las puertas de garage; se tomó esta opción para independizar estas señales a fin de evitar problemas en la ejecución de los comandos.

- *Módulo de Acondicionamiento*

Para el diseño del módulo de acondicionamiento, se utilizaron los valores presentados en las tabla 3. 1 y 3. 2 que son los valores energéticos del motor de garage y del Arduino UNO respectivamente. Para la simulación del módulo de acondicionamiento se utilizó el *software* PROTEUS.

Para iniciar con la simulación se eligieron varios dispositivos electrónicos como son: diodos, transistores, leds, relés y un motor. El dispositivo más importante es el relé ya que es capaz de controlar un circuito de salida con mayor potencia que el circuito de entrada. En complemento con el relé se usaron los dispositivos mencionados anteriormente, estos elementos cumplen con la tarea de separar la parte de potencia y la de control además de proteger a los módulos en caso de variación de voltaje.

Con la elección de estos elementos se procede a interconectar los mismos además de esto se añaden 5Vcc a la entrada y 24Vcc a la salida, para finalizar se conecta un motor monofásico en el circuito. Se realiza la simulación y se comprueba el funcionamiento del mismo. En la figura 3. 13 se muestra el diseño final del módulo de acondicionamiento.

Como medida prevención se coloca un relé adicional en caso de que en las pruebas de funcionamiento se dañe o se quemara uno de ellos.

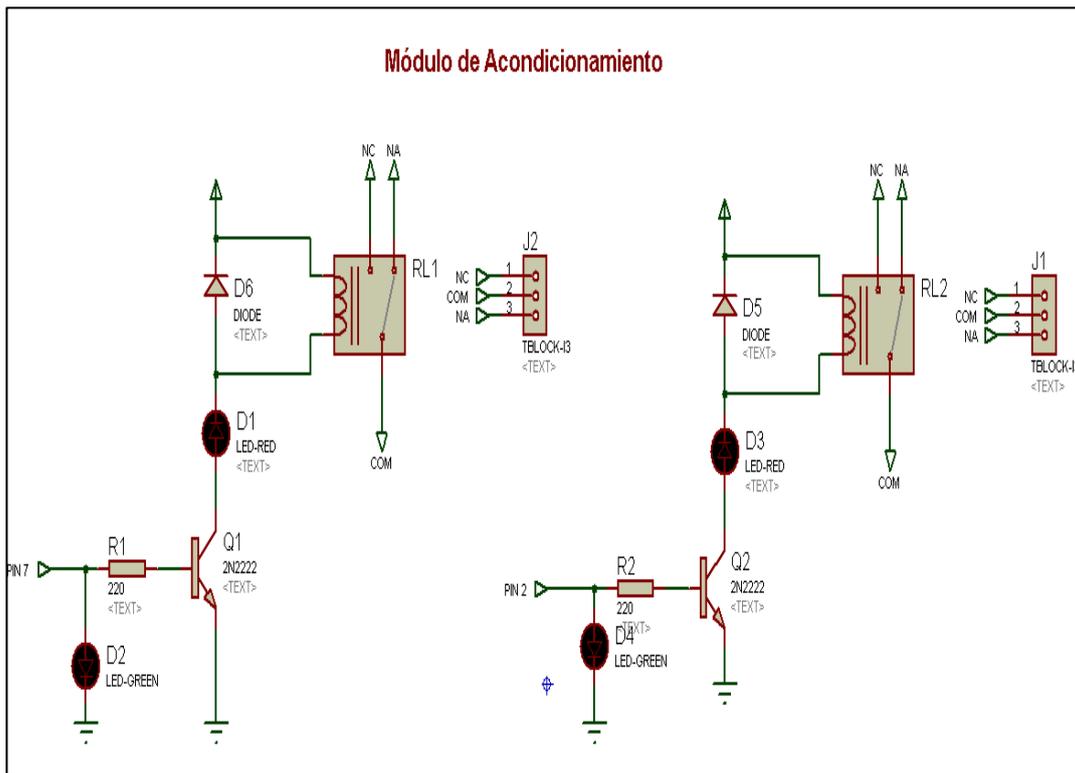


Figura 3. 13 Diseño del módulo de acondicionamiento

- *Módulo de Comunicación*

Para la comunicación remota se utilizó el módulo Arduino *Ethernet Shield*, que brinda la opción de crear una interfaz *web* por medio del cual se envía órdenes de apertura y cierre de las puertas de garage.

Las señales que se envían por la *web* son receptadas por este módulo y de manera inmediata son enviadas al módulo de control ya que estos dos se encuentran conectados directamente tal como se muestra en la Figura 3. 14.

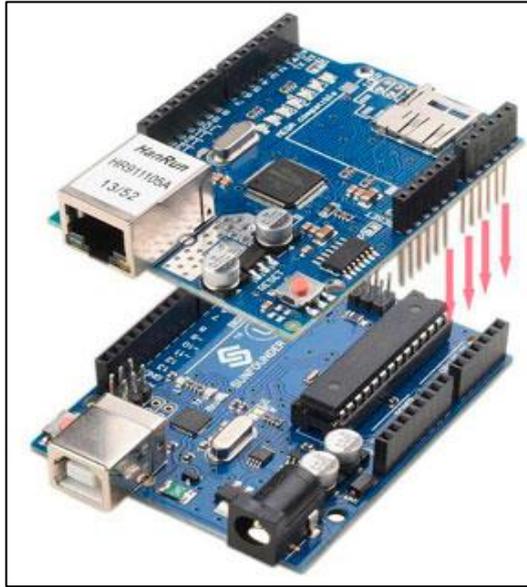


Figura 3. 14 Interacción de la comunicación entre el módulo Ethernet y el de control

Realizar la simulación que muestre la interacción entre estos dos módulos no es posible a través del programa ISIS 7, ya que en la lista de dispositivos de este software no cuenta con el módulo Arduino *Ethernet*, por tal motivo el diseño y las pruebas de funcionamiento de este módulo fueron desarrollados durante la marcha.

Diseño del diagrama circuital para la placa PBC utilizando el programa ISIS 7

Con la creación de la estructura lógica y la división de la placa electrónica en tres subcircuitos se procede al diseño esquemático de la PBC. En este documento se añadirá todo lo relacionado a los componentes y conexiones de los subcircuitos además de la representación de los dispositivos mediante símbolos estandarizados. Para garantizar el funcionamiento final del circuito electrónico es necesario hacer un buen diseño esquemático de la placa PBC.

Para elaborar el diagrama circuital, lo primero que se añadirá al documento son los símbolos de los componentes previamente elegidos y la ubicación de estos en el plano.

La mayoría de los encapsulados se encuentran en las librerías del programa *ISIS 7* profesional pero en ocasiones su simbología no se encuentra disponible, para estos casos la simbología tiene que ser creada e incluida en las librerías como es el caso de los módulos Arduino.

En la elaboración del circuital se realizan las conexiones entre los símbolos de los componentes. En este punto es importante revisar las características técnicas de los dispositivos ya que muestran un enrutado recomendado para conseguir un mejor funcionamiento. En las hojas técnicas se muestran los dispositivos que deben añadirse al diseño y los valores que estos deben tener, la omisión de esta información puede causar fallas en el funcionamiento final del sistema.

Una vez que se ha diseñado el diagrama circuital, es recomendable utilizar una herramienta del *software* que permita de manera rápida y eficiente la revisión de todas las conexiones existentes de la placa. Este apoyo del *software* permite un ahorro de tiempo ya que evita al diseñador comprobar cada conexión del circuito. Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, en la Figura 3. 15 se expone el diagrama circuital de la placa desarrollada en el proyecto.

DIAGRAMA CIRCUITAL DE LA PLACA ELECTRÓNICA

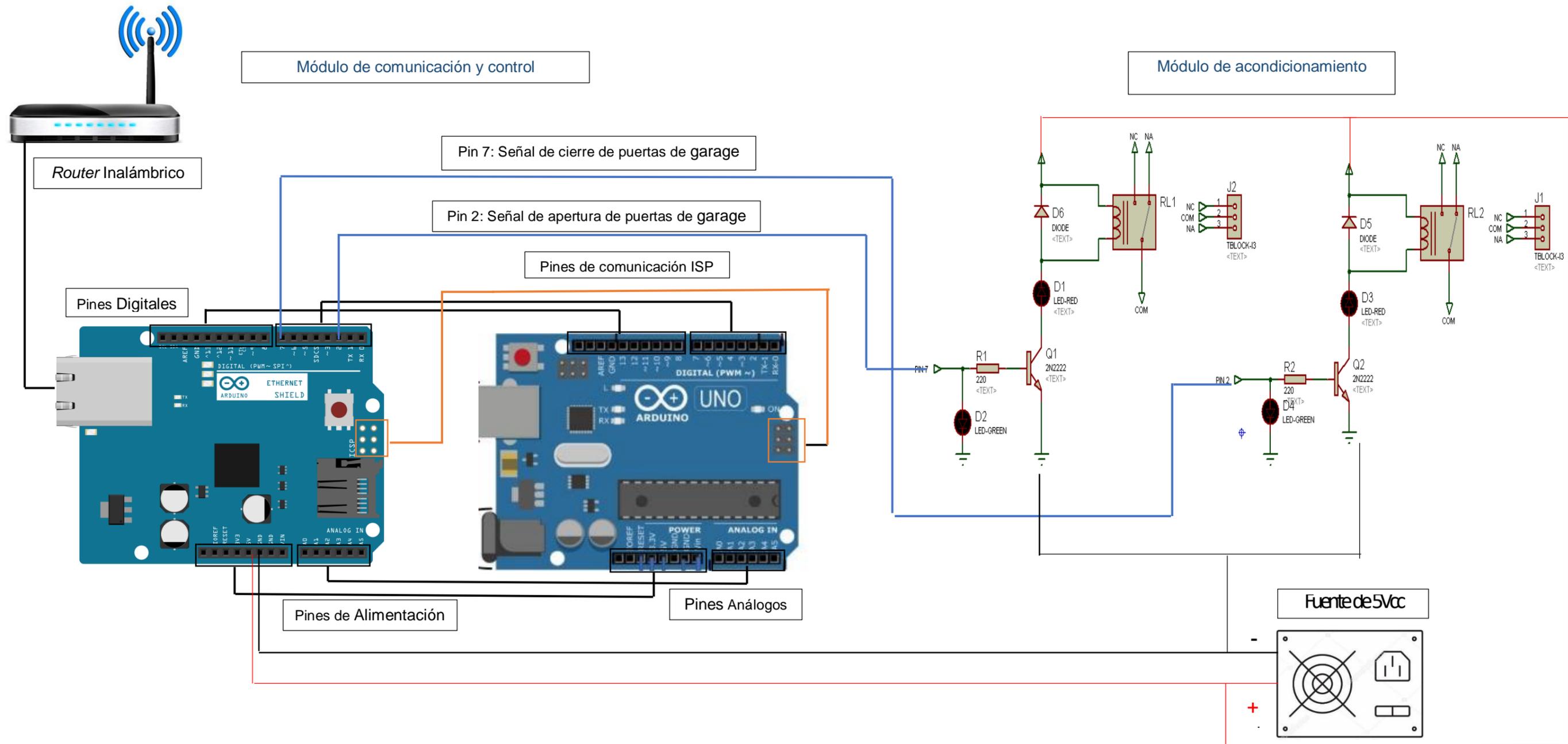


Figura 3. 15 Diagrama circuital

Diseño de la PBC con el uso del programa ARES 7 PROFESIONAL

Una vez finalizado el diagrama circuital, es momento de diseñar la PBC. Esta parte consiste en elegir la forma que habrá de tener la placa electrónica, además de ubicar los componentes de tal manera que se optimice el espacio de la placa.

Lo primero en hacer, es decidir la forma que va a tener el diseño de la PBC. Para el proyecto es necesario tener en cuenta que la placa va a estar conectada con un Arduino mediante conectores que han de coincidir, tanto en la posición, como en el número de pines. Por este motivo, se tomaron las dimensiones del Arduino y se las incluyó en la placa, esto es necesario ya que el programa ARES no contiene el diseño de este módulo en sus librerías.

En la Figura 3. 16 se presenta un boceto con las dimensiones y con la posición de los conectores del módulo Arduino.

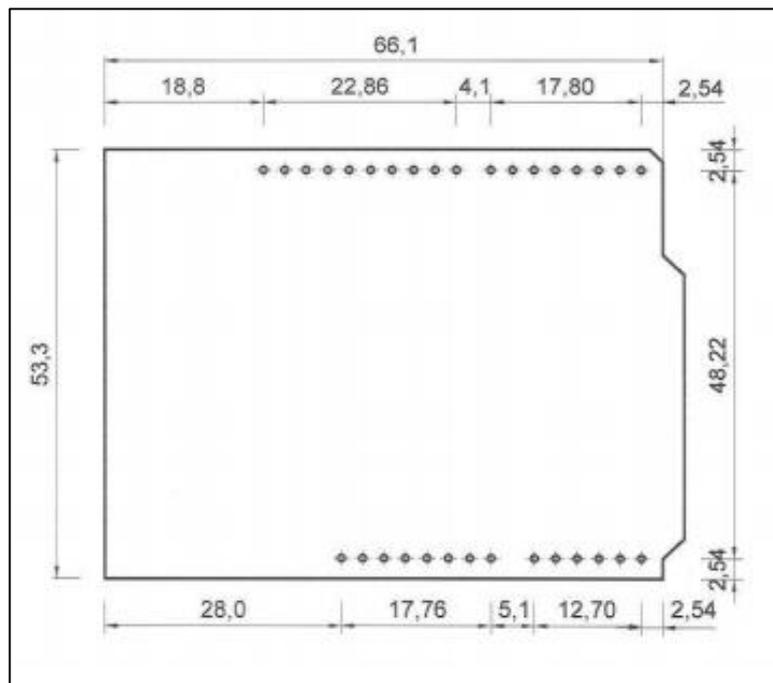


Figura 3. 16 Dimensiones de la placa Arduino UNO

En la Figura 3. 17 se muestra el diseño final de la placa PBC Incluyendo el boceto del módulo Arduino. Se puede ver que la placa tiene alrededor de los módulos, diferentes puntos con conectores hembra para la alimentación y fácil conexión de los diferentes módulos.

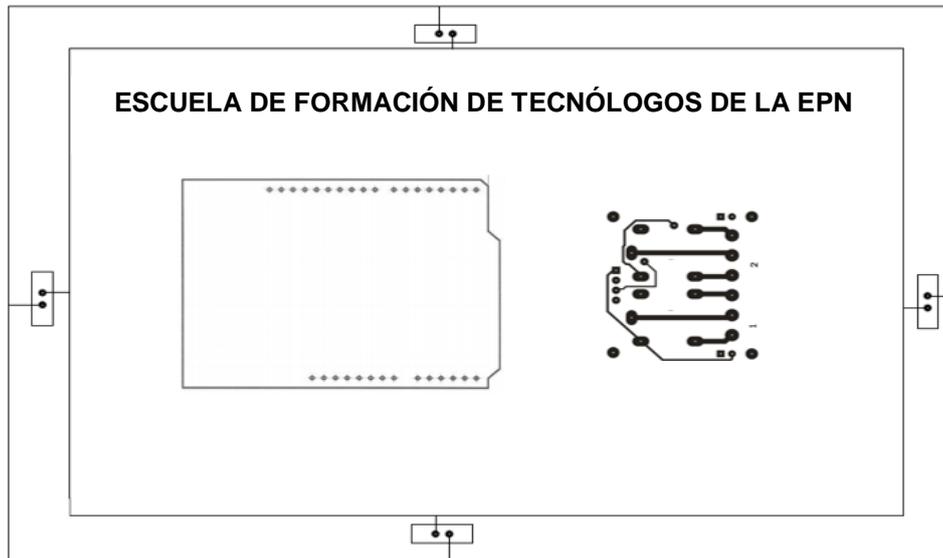


Figura 3. 17 PBC de la placa electrónica.

Implementación de los módulos

Obteniendo el diseño del circuita final, se procede con la instalación de los diferentes elementos que conforma la placa electrónica, para lo cual se hace lo siguiente.

- Se utiliza papel termotransferible para la impresión del diseño del circuito electrónico, la función de este material es transferir su contenido a otra superficie, aplicando calor sobre ella.
- Una vez impreso el circuito, se coloca el papel transferible sobre la baquelita de cobre y con una plancha caliente se transfiere el circuito impreso a la misma.

- Cuando todas las piezas se hayan impregnado a la baquelita, a esta se la sumergirá en agua con percloruro férrico, este líquido removerá el exceso del cobre de la placa dejando solo las pistas de cobre que se necesita.
- Retirado el cobre restante, se debe extraer la tinta del circuito con una lija dejando las pistas de cobre al descubierto, además se revisa que las pistas no tengan ninguna fisura en su recorrido. Con esta verificación final y con la ayuda de un taladro se hacen los agujeros para insertar los elementos a la placa.
- Con los dispositivos en su lugar solo resta soldar a los mismos a la placa y colocar módulos.
- Se comprueba la conductividad en las pistas y se sueldan los elementos electrónicos se conecta la alimentación en la placa electrónica y se comprueba la comunicación entre los módulos. Concluido este proceso se realizan pruebas de funcionamiento.

En las Figuras 3. 18 y 3. 19 se muestra la distribución de los distintos módulos, su funcionalidad y descripción de los elementos.

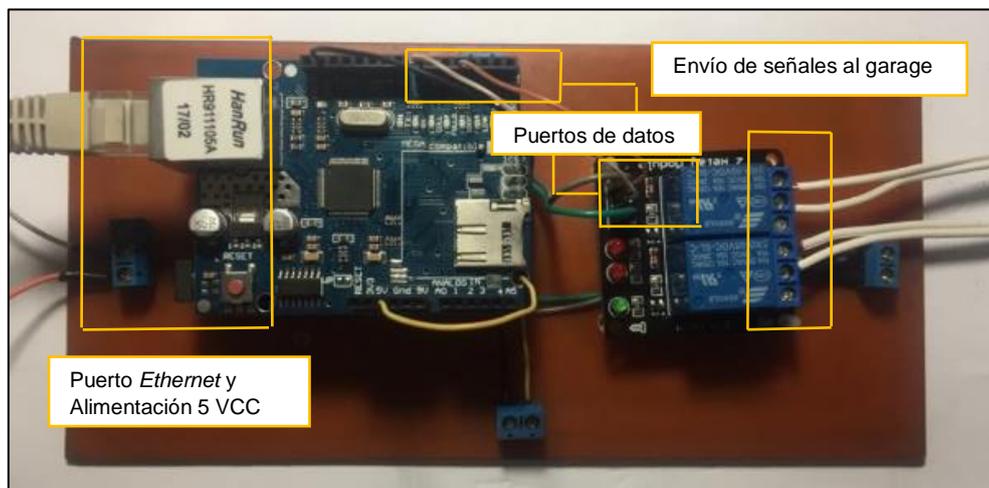


Figura 3. 18 Puntos de envío, recepción de señales y alimentación

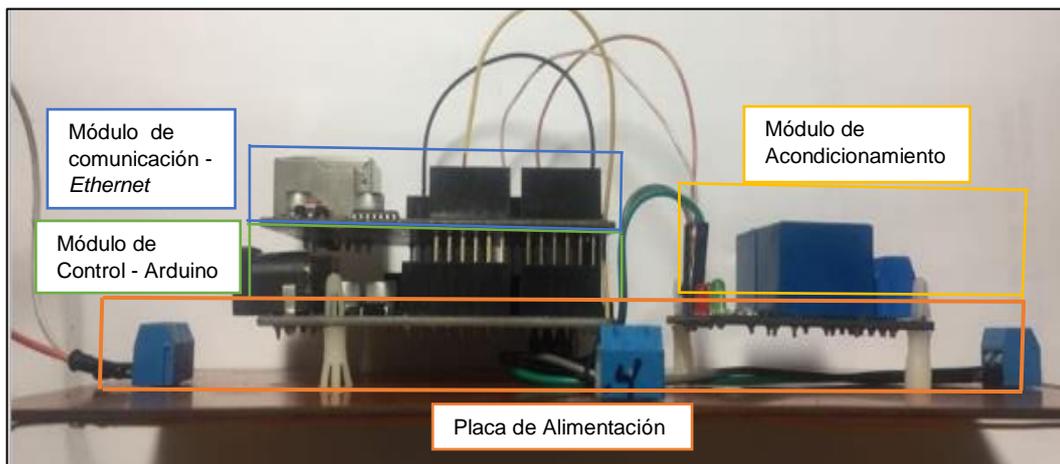


Figura 3. 19 Elementos de la placa electrónica

En las figuras anteriores se muestra la ubicación de los elementos que conforma la placa y su forma de comunicación. Como una observación especial los módulos son elementos desmontables. La placa tiene las siguientes dimensiones 18 cm X 11 cm y los puntos de voltaje permiten una alimentación de (4.5 – 5.5) V. En la Figura 3. 20 se puede verificar la funcionalidad de la placa con los distintos módulos.

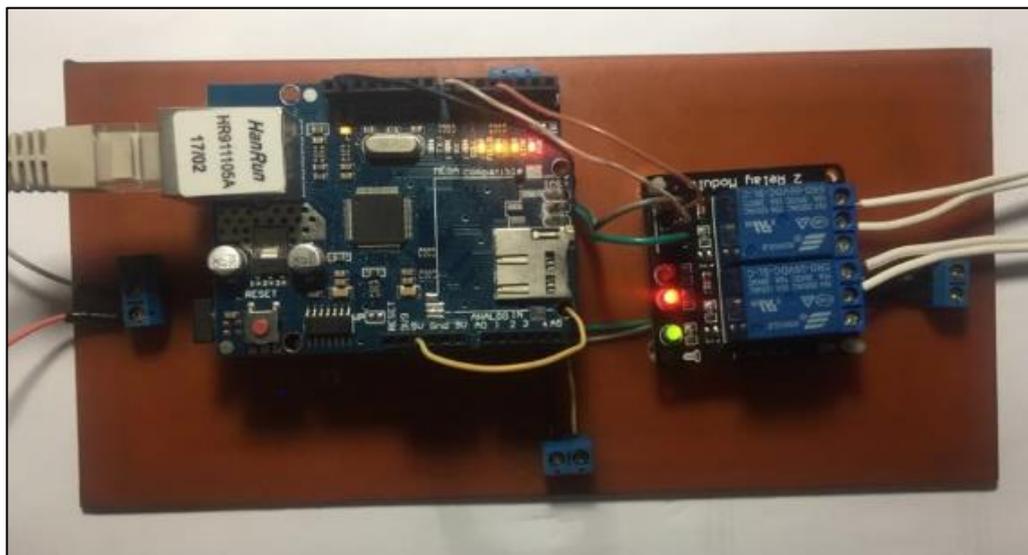


Figura 3. 20 Funcionalidad de la placa de control

Con la elaboración del circuito se puede tomar mediciones de las diferentes interfaces y realizar pruebas con un motor de garage desmontado, este tiene características similares al motor de garage instalado. Se crea una tabla con las mediciones tomadas, esta será de mucha utilidad en futuras secciones. En la Tabla 3. 8 se muestran valores referenciales con la que operará la placa de control.

Tabla 3. 8 Rango de valores de la placa de control

Módulos	RANGO DE VALORES PARA LA PLACA ELECTRÓNICA			
	Valores de entrada		Valores de salida	
	Valor óptimo	Valor de prueba	Valor óptimo	Valor de prueba
Módulo Arduino	(3,3 - 7,5)Vcc	(5,85 - 7,15)Vcc	(4,5 - 5,5)Vcc	(4,63 - 5,67)Vcc
Módulo Relé	(4,5 - 5,5)Vcc	(4,63 - 5,67)Vcc	24 Vcc	(21,6 - 26,4)Vcc
Circuito del motor	24Vcc	(21,6 -26,4)Vcc	120 Vca	(98,1 - 119,9) Vca

Los valores referenciales son tomados de las hojas técnicas de cada módulo utilizado, exceptuando los valores medidos en el motor de prueba. Además cada valor tomado en las pruebas tiene un margen de error del 10%.

Programación de los módulos de control

La programación de los módulos se realiza en lenguaje C y es compilada mediante el *software* Arduino IDE.

La Figura 3. 21 se puede ver el diagrama de flujo de la programación. Las señales de control son enviadas por un computador, celular o Tablet; las mismas son enviadas al Arduino *Ethernet* a través de una IP pública que envuelve a una IP privada para trabajar en internet, estas señales son reenviadas al módulo Arduino UNO que genera los impulsos de apertura y cierre de las puertas de garage.

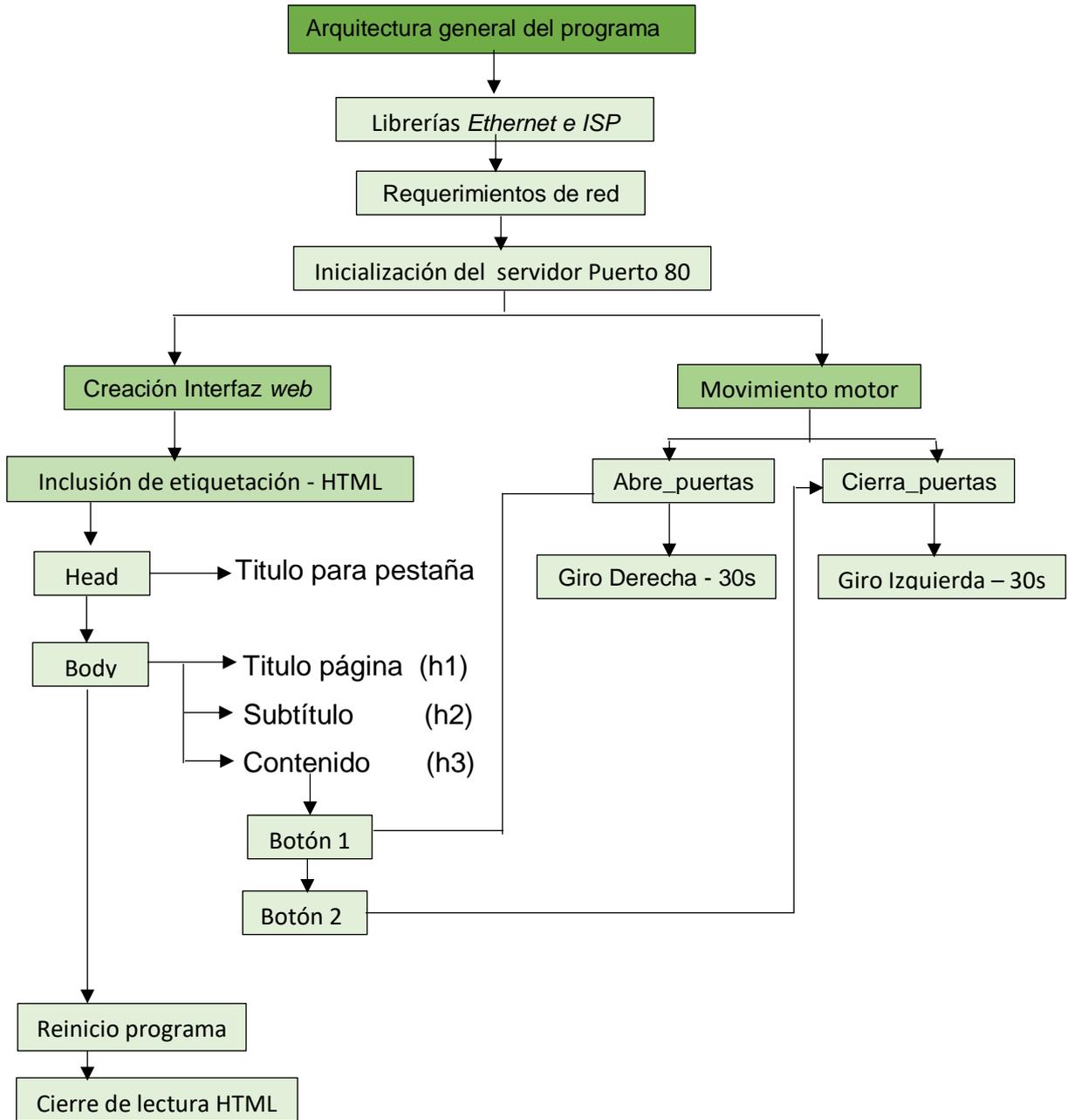


Figura 3. 21 Diagrama de flujo de la programación

En el diagrama de flujo general del programa se muestra una pequeña introducción de la programación a desarrollar, al inicio de la misma se muestran las librerías a utilizar como es *Ethernet* e *Internet Service Provide (ISP)* incluyendo los requerimientos de red y la

inicialización del servidor en el puerto 80. A partir de este punto la programación se divide en dos segmentos:

El primer segmento indica la inclusión de las etiquetas que se usarán para diseñar la interfaz *web* especificando los comandos necesarios para su desarrollo como son: *head*, *body*, títulos (h1, h2, h3) y botones. En la segunda parte de la programación se indica el funcionamiento que tienen cada uno de los botones, por ejemplo: Botón 1: Abre_puertas este enviará un pulso al motor de garage el cual permite que gire a la derecha durante 30 segundos, de la misma forma el Botón 2: Cierra_puertas este permite que el motor gire a la izquierda el durante 30 segundos. Estas programaciones se intercomunican a partir de los botones ya que al hacer clic a uno de estos, activará un subproceso ya sea de apertura o cierre de las puertas de garage.

La programación se divide en los siguientes puntos:

- Programación del módulo de control - Arduino UNO
- Programación del módulo de comunicación –Arduino *Ethernet Shield*
- Unión de las programaciones y pruebas de funcionamiento.

Programación del módulo de control – Arduino UNO

Previo a la programación del módulo de control se debe considerar los siguientes aspectos: el funcionamiento del motor es a (120 V – 5 A), es un motor monofásico, no confundir el funcionamiento de este tipo de motor, con un servomotor que son usados en la electrónica. Esta diferenciación facilitará la programación de las subrutinas. Los datos energéticos fueron tomados en la inspección realizada en secciones anteriores.

En la Figura 3. 22 se detalla, que el pin 4 representa al pin 7 de módulo Arduino UNO este enviará un pulso para el cierre de las puertas de garage, en el caso del pin 3 este representa al pin 2 del módulo Arduino UNO que enviará un pulso para la apertura de las

puertas de garage. Estas especificaciones son importantes para la comprensión de las subrutinas que se detallan a continuación.

Subrutina 1 (Apertura de puertas de garage)

El subrutina 1 inicia con la función `` esto permite que al momento de presionar el botón se active la subrutina 1. La función `<input Type=submit value= Abre_Puertas>` permite crear un botón y colocar el nombre al mismo. Este paso es importante ya que une tanto la programación para el movimiento del motor de garage como a la interfaz *web*.

Iniciada la subrutina 1 el programa tiene que decidir si se cumple esta condición (`?left > 0`) si esta condición fuera verdad el `pin4=LOW` y el `pin5=HIGH` abriendo las puertas de garage y transcurrido un tiempo de 900ms, estos pines se colocarán en `LOW` y se reinicia el sistema con las funciones `delay (1)` y `Client.stop ()` pero si no se cumple esta condición saltará a la siguiente subrutina.

Subrutina 2 (Cierre de puertas de garage)

Al igual que en la anterior subrutina esta inicia con la función `` esto permite que en el momento se presionar el botón se active la subrutina 2. La función `<input Type=submit value= Cierra_Puertas>` permite crear un botón y colocar el nombre al mismo.

Iniciada la subrutina 2 el programa tiene que decidir si se cumple esta condición (`?right > 0`) si esta condición fuera verdad el `pin4=HIGH` y el `pin5=LOW` cerrando las puertas de garage y transcurrido un tiempo de 900ms, estos pines se colocarán en `LOW` y se reinicia el sistema con la función `delay (1)` y `Client.stop ()` pero si no se cumple esta condición termina la programación y se reinicia la página *web* con las funciones descritas anteriormente. Estas funciones permiten que el programa no se mantenga con la activación anterior sino que reinicia toda la interfaz *web* culminando el proceso anterior.

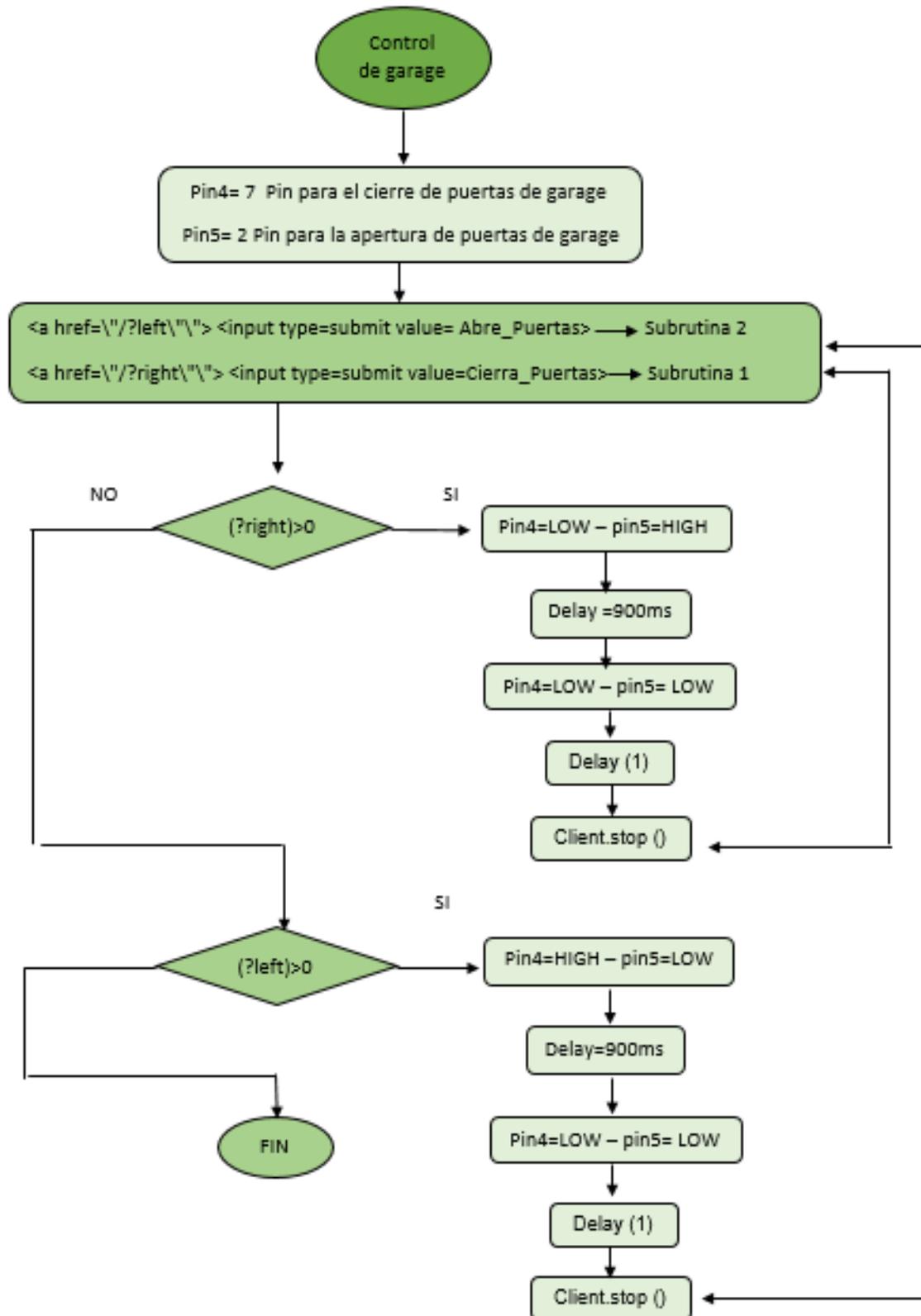


Figura 3. 22 Diagrama de flujo para el módulo de control - Arduino UNO

Programación del módulo de comunicación – Arduino *Ethernet Shield*

El objetivo de utilizar el Arduino *Ethernet* es controlar las funciones de la placa electrónica remotamente, utilizando una interfaz gráfica que será programada a través del IDE de Arduino. El módulo *Ethernet* almacena la configuración de la página *web* que en combinación con la programación del módulo de control permitan la apertura o cierre de las puertas de garage.

Para la configuración de la página *web*, se debe tener conocimientos básicos de *Hiper Text Markup Language* (HTML) además de esto se utilizarán librerías que son proporcionadas por el *Sketch* de Arduino. En cuanto al *software* se utiliza el Arduino IDE, programa dispuesto por los creadores de las placas Arduino. La programación de la interfaz gráfica se encuentra adjunta en los anexos.

Diseño interfaz web

Para crear la interfaz *web* se inicia con la función "*http/1.1 200 ok*" que habilita un servidor *web* seguido del tipo de contenido que tendrá la interfaz "*Content-Type: text/html*". Al habilitar el servidor *web* y el tipo de contenido se inicia la estructura de la interfaz con los comandos `<html>` este comando abre la comunicación, seguido a esto se establece el encabezado `<head>` aquí se coloca el nombre de la pestaña utilizando el comando `<title>Puertas de Garage</title>` y cerrando el encabezado con `</head>`.

Para el resto de la estructura se utiliza el comando `<body>` al mismo se añade otras opciones como es el tipo de letra, color y centrado `<center><body bgcolor='#FD FE FE'>`. Seguido de esto se coloca el título y los subtítulos usando los comandos `<h1, h2, h3, ...>`, un punto a considerar es que a partir del `h2` en adelante cuentan como subtítulos y bajan el tamaño de la letra según el nivel de importancia, en la interfaz se utiliza los siguientes: `<h1>ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL</h1>`, `<h2 align='center'>Escuela de Formación de Tecnólogos</h2>`.

En la siguiente línea se muestra un contenido con un texto general esta línea cuenta con las funciones mencionadas anteriormente como son: centrado, cambio de color y con el tamaño de letra; el tamaño de la letra puede ser mayor a los demás ya que esta no cuenta como un subtítulo `Control de Garage`.

El punto más importante, es la creación de botones ya que estas son puertas de inicio para las subrutinas explicadas en la sección anterior. Los botones se los establece con el comando `input Type=submit` este comando coloca un botón clicqueable y el comando `value` coloca un nombre al botón dejando de la siguiente manera la línea de código `<input Type=submit value= Abre_Puertas>` esto con respecto a la creación del botón para enlazarlo con la subrutina se usa el comando `a href` seguido del sentido de giro ya sea `left` para la izquierda o `right` para la derecha, añadiendo esto la línea de código es la siguiente: ` <input Type=submit value= Abre_Puertas>`.

Como se mencionó anteriormente si los botones son presionados estos se enlazarán a la subrutina pertinente y finalizada la subrutina, la interfaz se actualiza y reinicia sus actividades con los comandos: `<delay (1)>` y `Client.stop ()`. La Figura 3. 23 muestra la interfaz diseñada y la Figura 3. 24 muestra el diagrama de flujo de la interfaz *web*.

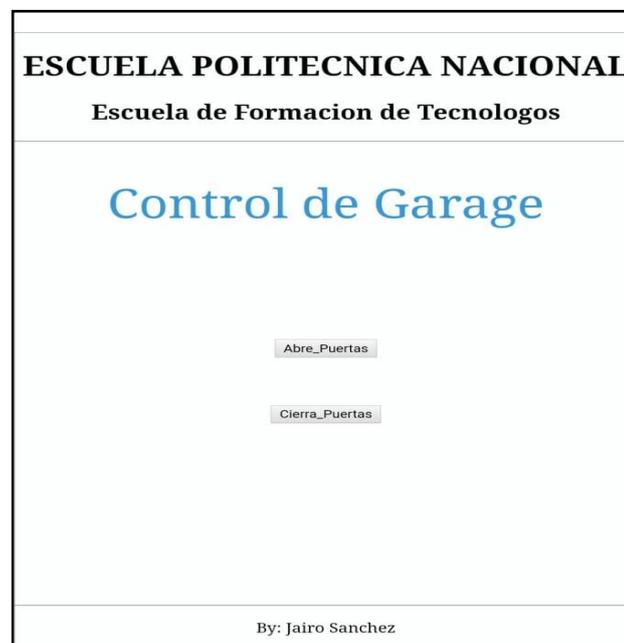


Figura 3. 23 Interfaz web creada

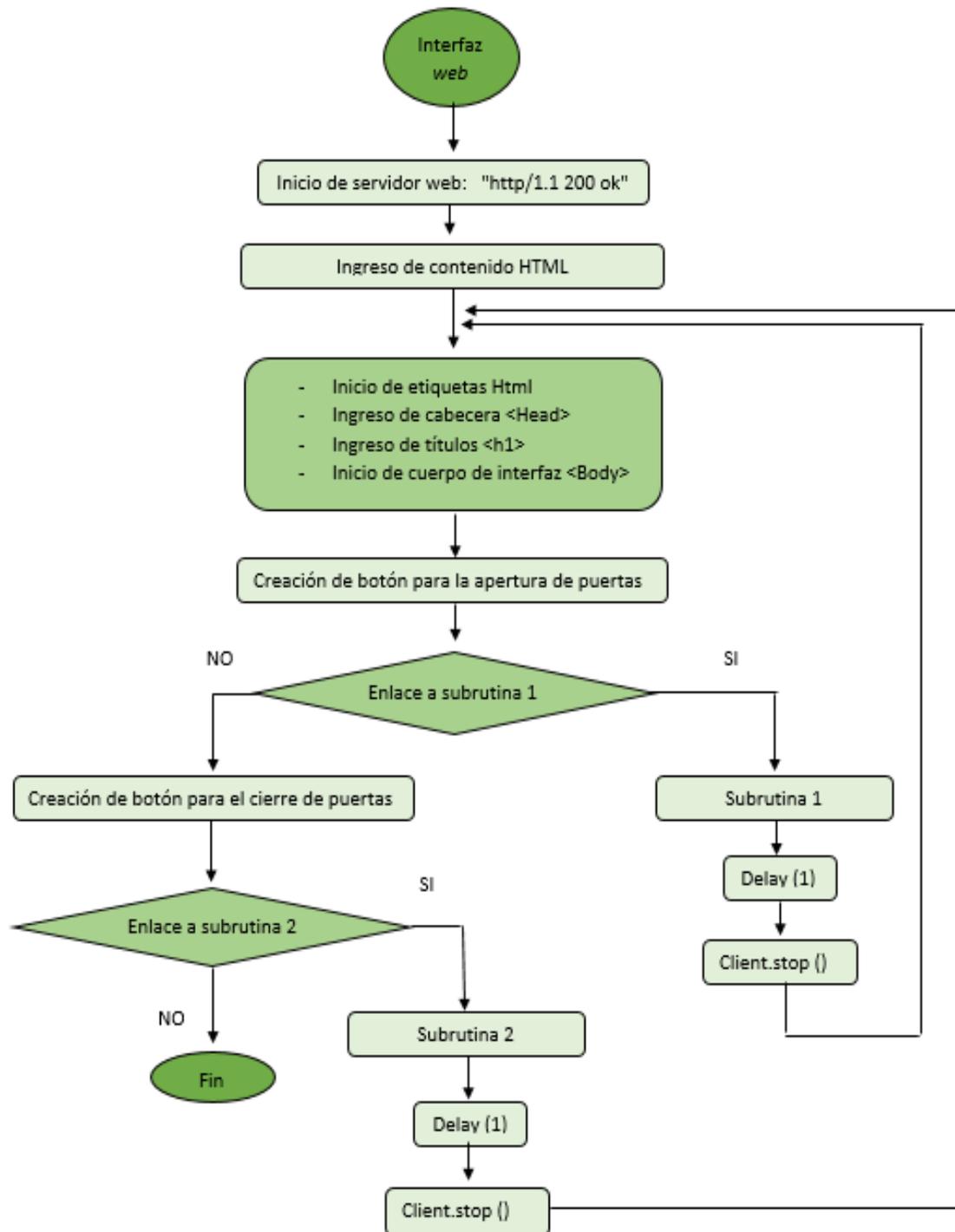


Figura 3. 24 Diagrama de flujo de la interfaz web

Integración de las programaciones y pruebas de funcionamiento

Integración

Como menciona el enunciado, en esta sección se integrarán las programaciones descritas anteriormente, el propósito de haber dividido en dos segmentos la programación fue para facilitar la construcción de la misma.

Al unir estos códigos se busca obtener una interfaz *web* amigable para el usuario y que sea fácil de usar. En la Figura 3. 25 se muestra la unión de las programaciones descritas anteriormente y culminación de la misma por parte del módulo de comunicación.

Previo a la unión de la programación se incluyen las librerías como son *Ethernet.h* e *ISP.h* se incluyen los requerimientos de red como con: IP: 192.168.0.20, Máscara: 255.255.255.0 y Gateway: 192.168.0.1 además se incluyen los pines que se va a necesitar como es pin4=7 y el pin5=2. Para finalizar con los requerimientos generales se incluye el servidor en el puerto 80 (*EthernetServer server (80)*).

Seguido a los pasos principales se inicializa la comunicación serial (*Serial.begin (9600)*) y la conexión *Ethernet* (*Ethernet.begin (mac, ip, gateway, subnet)*) y servidor (*server.begin ()*). Finalizada la introducción del programa se incluyen la interfaz *web* y control del movimiento del motor de garage.

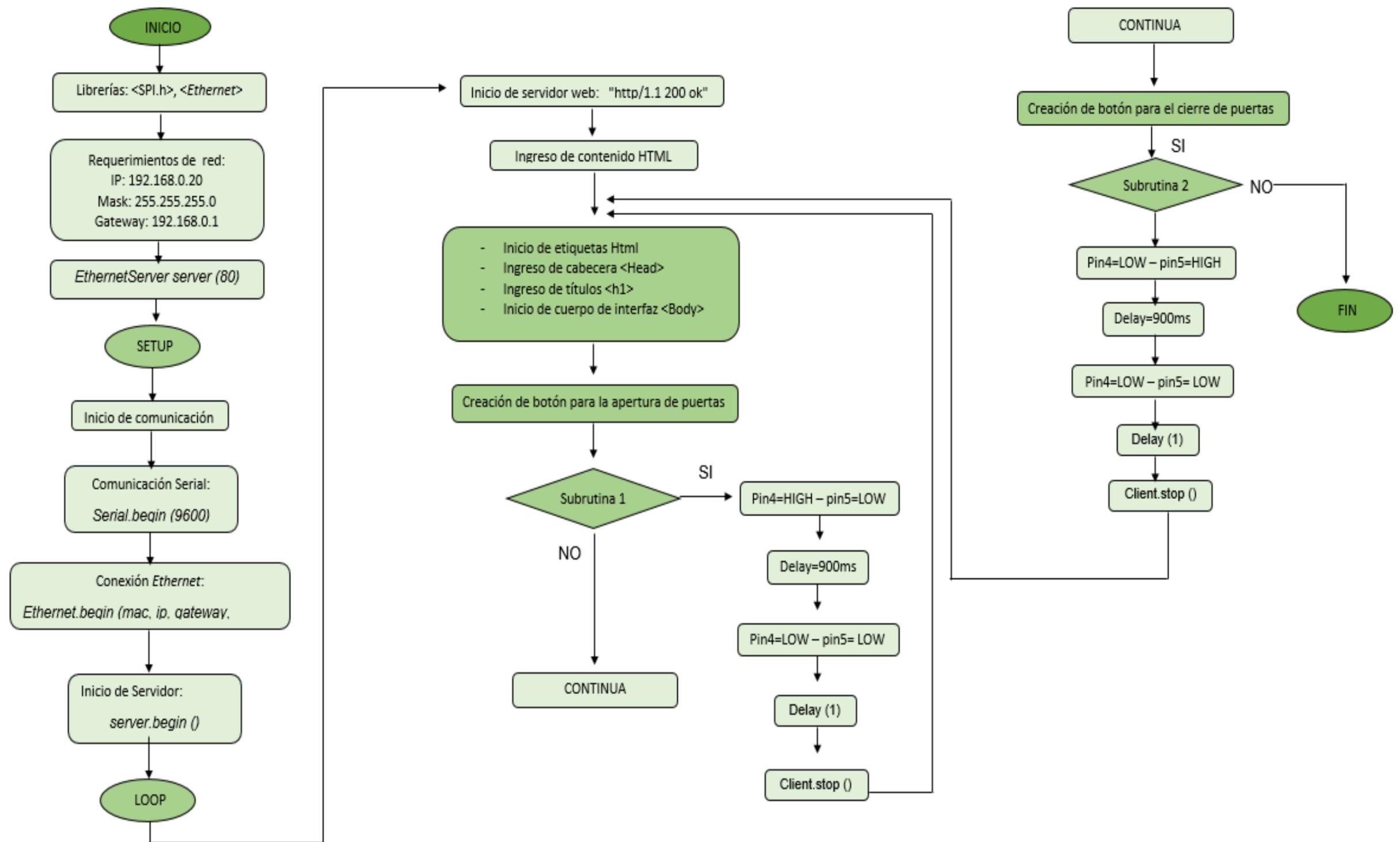


Figura 3. 25 Diagrama de flujo General

Pruebas de funcionamiento

Concluido la programación, se procede a realizar pruebas de funcionamiento en la red LAN ya que solo ocupa una infraestructura privada, como se puede ver en la Figura 3. 26. Para que la interfaz *web* se pueda conectar a la extranet se debe realizar configuraciones en el *router* que provee de internet a la red LAN.

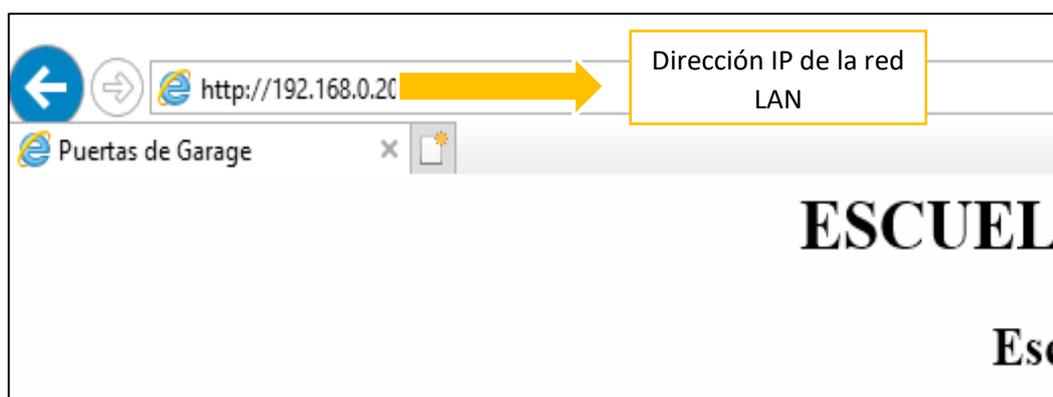


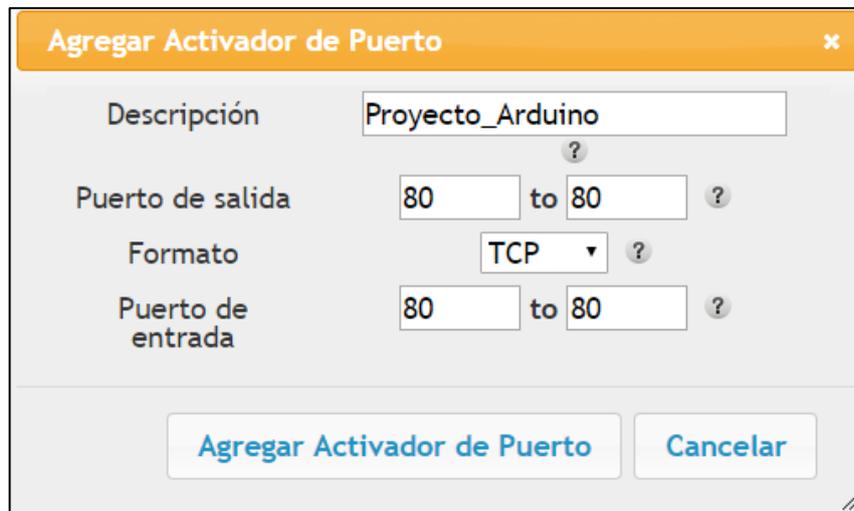
Figura 3. 26 Funcionamiento en una red LAN

Para ingresar a la extranet se debe cumplir con varias condiciones, estas deberán ser configuradas en el *router*. Las condiciones a cumplir son las siguientes: establecer al módulo *Ethernet* como un servidor virtual, habilitar los puertos para el tráfico de datos y agregar el servidor virtual al *firewall* del *router*, estos parámetros permiten que la interfaz *web* se pueda mostrar a través del internet.

En el *router* primero se configura el número de puerto ya que previamente al módulo se le asignó una dirección IP del rango de direcciones. El número de puerto es habilitado en la sección *firewall* – activación de puertos y se utiliza el puerto 80 tanto para la salida como para la entrada del *router*.

Se configura el puerto 80, propio del Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP) es un protocolo que permite manejar páginas *web* y define las reglas de comunicación entre el cliente y el servidor, este puerto envía datos por medio del protocolo TCP y UDP [18].

La asignación del puerto se puede ver en la Figura 3. 27 y se puede comprobar que el puerto está disponible en la página *Port Check Tool* como se ve en la Figura 3. 28.

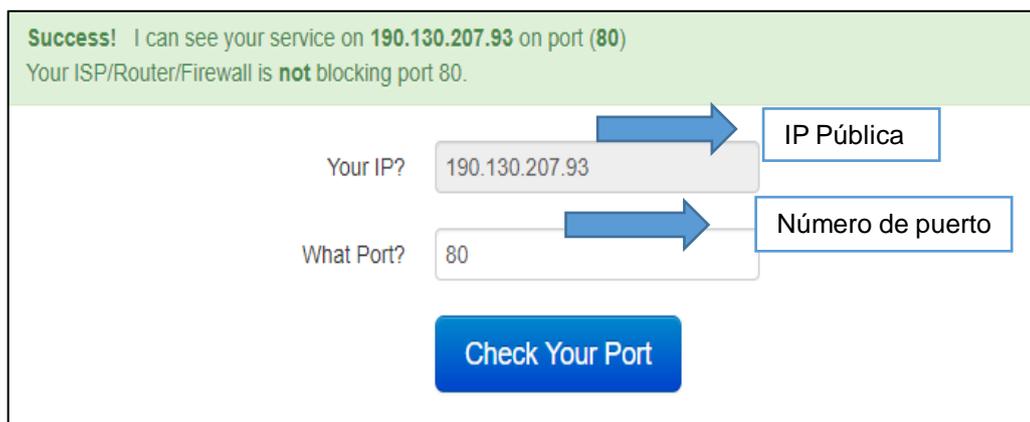


The image shows a configuration window titled "Agregar Activador de Puerto". It contains the following fields and controls:

- Descripción:** A text input field containing "Proyecto_Arduino".
- Puerto de salida:** Two input fields, both containing "80", with a "to" label between them and a question mark icon to the right.
- Formato:** A dropdown menu currently set to "TCP" with a question mark icon to its right.
- Puerto de entrada:** Two input fields, both containing "80", with a "to" label between them and a question mark icon to the right.

At the bottom of the window, there are two buttons: "Agregar Activador de Puerto" and "Cancelar".

Figura 3. 27 Configuración de Puerto.



The image shows a success message at the top: "Success! I can see your service on 190.130.207.93 on port (80). Your ISP/Router/Firewall is not blocking port 80." Below this, there are two input fields with arrows pointing to labels:

- Your IP?:** The input field contains "190.130.207.93" and an arrow points to the label "IP Pública".
- What Port?:** The input field contains "80" and an arrow points to the label "Número de puerto".

At the bottom, there is a blue button labeled "Check Your Port".

Figura 3. 28 Comprobación de disponibilidad de puerto.

Para la inclusión de módulo *Ethernet* como un servidor virtual, se utiliza el puerto 80 disponible en el *router* se configuró varios aspectos como el nombre del servidor, puerto de entrada, tipo de protocolo para la transferencia de datos y puerto de salida dirección IP. En la Figura 3. 29 se muestran todos estos requerimientos.



Figura 3. 29 Configuración del servidor virtual

Con estas configuraciones se puede usar la interfaz web a través del internet ya que hace uso del *Network Address Translation* (NAT) o enmascaramiento IP. Esta función permite intercambiar paquetes entre dos redes que asignan mutuamente direcciones incompatibles es decir convierten en tiempo real las direcciones utilizada en paquetes transportados [19].

En la Figura 3. 30 se puede ver el funcionamiento de lo dicho.

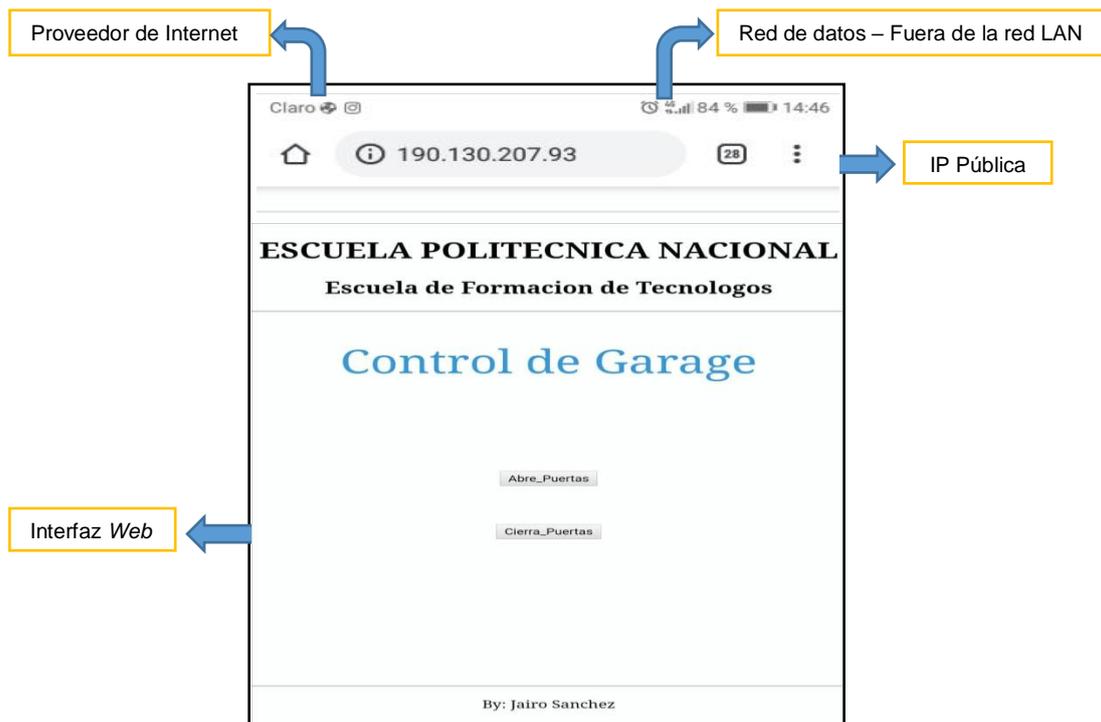


Figura 3. 30 Estructura y funcionamiento de la interfaz web

En caso de que exista algún fallo con NAT se puede utilizar la función DMZ (*Dezmilitarized Zone*). Esta función permite especificar un ordenador de la red para colocarlo fuera del NAT. Esta función es muy útil, si se requiera hacer una videoconferencia. Esta opción solo puede ser utilizada temporalmente, ya que el ordenador que use esta opción no estará protegido por ataques de *Hackers*.

Esta función se encuentra disponible en el *router* para funciones especiales, mismas que requiere de una gran capacidad para transmisión de datos como es el caso de las videollamadas. Para acceder a esta opción es necesario configurar el *firewall* del *router* y añadir la dirección privada que se va a utilizar.

La forma de utilizar esta opción es muy sencilla ya que solo se necesita acceder a la opción *firewall* – DMZ e introducir la dirección IP privada en el espacio indicado y esta la enlazará con la IP pública del *router*. Esto puede verificar en la Figura 3. 31.

The image shows a configuration window titled "Dirección IP del Host DMZ Virtual". It contains the following elements:

- A checkbox labeled "Habilitar DMZ" which is checked, with a question mark icon to its right.
- A text input field labeled "IP de WAN" containing the value "190.130.207.93" and a question mark icon to its right.
- A text input field labeled "IP Privada" containing the value "192.168.0.20" and a question mark icon to its right.
- An "Aplicar" button at the bottom left.

Figura 3. 31 Configuración del DMZ

- **Conectividad del sistema de apertura y cierre de puertas de garage**

Concluido el proceso de diseño, construcción y programación del sistema para la apertura y cierre de las puertas de garage, se procede a la implantación de la placa electrónica en condiciones reales incluyendo además, el servicio de video vigilancia para monitorear los ingresos del garage.

El proceso de implementación es dividido en dos secciones, las mismas que se detallan a continuación:

- Implementación del circuito electrónico con el motor de garage.
- Implementación del sistema de video vigilancia.

Implementación del circuito electrónico con el motor de garage

Previo a la instalación del proyecto se determina un lugar que tenga las condiciones necesarias para el correcto funcionamiento del sistema. Identificado este sitio se extiende el cableado tanto para las cámaras como para la placa de control.

Los materiales que se utilizaron son:

- 30 metros de cable gemelo 22 AWG
- 40 metros de cable FTP categoría 6A (para la implementación de las cámaras en el exterior)
- 2 *patchcords*
- 40 metros de manguera corrugada
- 2 cajas de paso
- 1 fuente regulable de voltaje
- Tacos
- Tornillos
- Tomacorriente
- Caja para tomacorriente
- Caja protectora para la placa de control

Una vez extendido el cableado, se instalan y se conectan los diferentes dispositivos electrónicos. Las figuras 3. 32 y 3. 33 se puede ver el ingreso del cable de alimentación,

de datos, el de *Ethernet* y su funcionamiento. La placa de control está protegida con una caja que impide el acceso a extraños y permite ver su forma de operación.

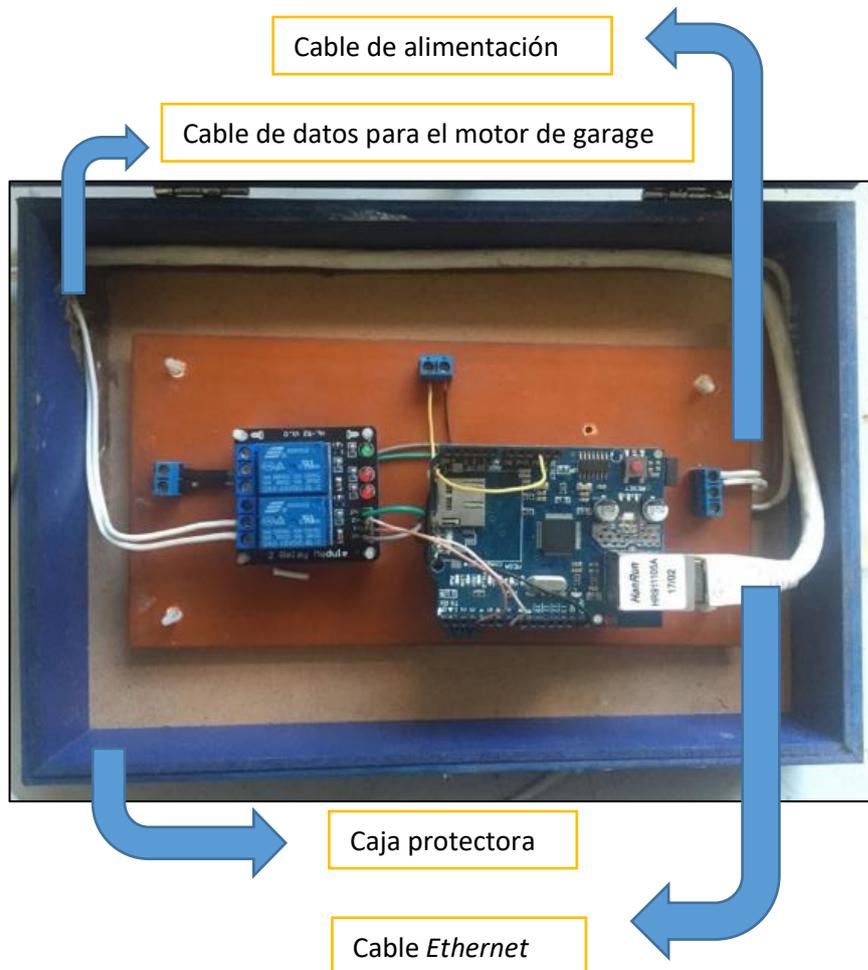


Figura 3. 32 Instalación del cableado en la placa de control

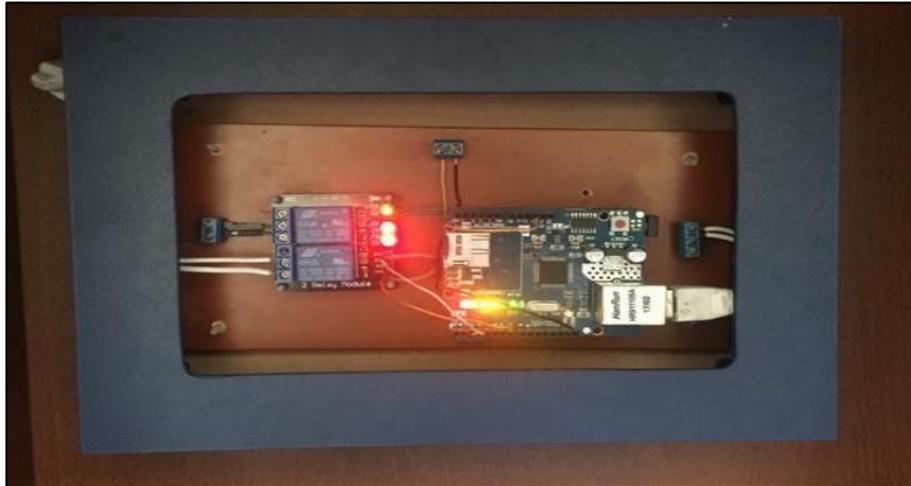


Figura 3. 33 Funcionamiento de la placa de control

Implementación del sistema de video vigilancia – CCTV

Un circuito cerrado de video vigilancia (CCTV) se inicia con la instalación de las cámaras de seguridad en el exterior y en el interior de las puertas de garage, para esto se extendió la manguera corrugada a fin de proteger el cable del exterior, en los extremos el cable se instaló una caja metálica para proteger las conexiones de 12v y del balun para la señal de video, estos elementos se conectan a la cámara tal como se puede ver en la Figura 3. 34. Este proceso se lo lleva a cabo con cada cámara instalada.



Figura 3. 34 Cámaras instaladas del sistema CCTV

Con la instalación de las cámaras se procede a la instalación del grabador iniciando con la inserción del disco duro que este se usa para el almacenamiento las grabaciones, cabe recalcar que el tiempo máximo de almacenamiento de las grabaciones depende del disco duro que se utilice en este caso específico se inserta un disco de 1TB (*Terabyte*) y el tiempo de grabación es de 1 mes previo a que se sobrescriban las mismas.

Se puede verificar la cantidad de almacenamiento del disco ingresando en la opción *storage* de grabador. En la Figura 3. 35 se observa la inserción del disco de 1TB.



Figura 3. 35 Inserción del disco de 1TB

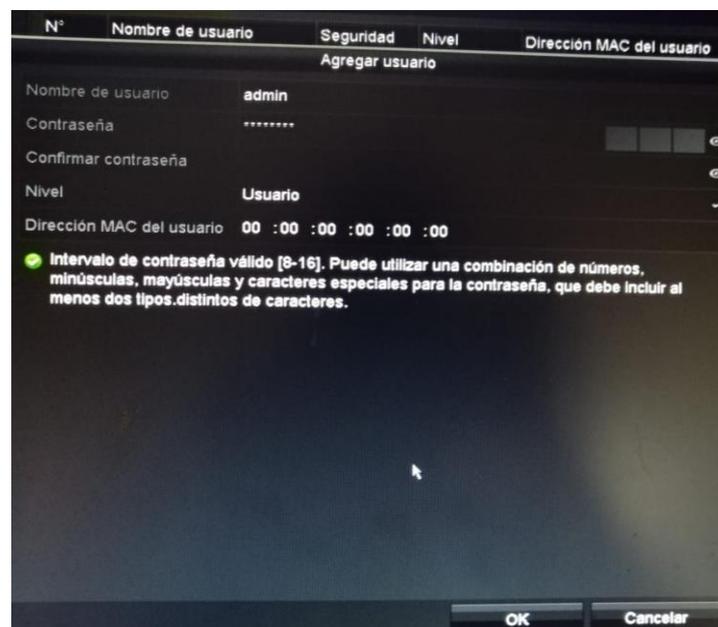
Posteriormente se conectarán las cámaras, el cable VGA, cable de red y de alimentación en la parte trasera del grabador. Con estas conexiones resta realizar la configuración del grabador según la necesidad que se tenga. Cabe informar que la visualización de las cámaras es automática ya que es un sistema análogo.

La configuración que se realizará en el grabador es la que se detalla a continuación:

- Configuración de Usuario y claves
- Hora y fecha
- Configuración de canal
- Configuración de Red
- Tipo de grabación – Periodo de Grabación
- Configuración para dispositivos móviles.

La configuración del grabador inicia con la creación del usuario, estableciendo la contraseña y el nombre de usuario, en este caso la contraseña es 25802580* para mayor seguridad y el nombre de usuario admin. Una vez configurado el usuario se establece la zona horaria en -5:00, se actualiza la fecha – hora y se activa la opción NTP para que el sistema se actualice automáticamente la fecha y hora en el momento que se reinicie el equipo, estas configuraciones se ven en la segunda imagen de la figura 3. 36.

En las Figuras 3. 36 se muestran estas configuraciones.



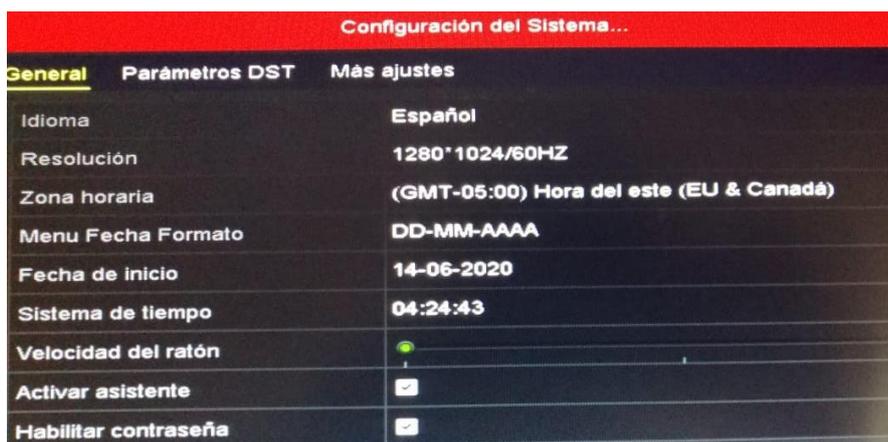


Figura 3. 36 Configuración de usuario fecha y hora

Para la configuración de la red, es necesario que los puertos del *router* estén activos. Una vez conectado a la red local se elige si se va a utilizar una dirección IP fija o por el contrario una dinámica; para utilizar esta opción se activa el DHCP del grabador, esta opción es la más utilizada por los usuarios.

Una vez configurada la IP, se elige la forma de compresión H265 que permite obtener el doble de grabaciones que un grabador normal; se debe considerar que esto depende del tipo de disco duro que se instale, además se establece la resolución 1080N que es una resolución nativa para cámaras, esta configuración es aplicada a todos los canales. En la Figura 3. 37 se observan estas configuraciones.

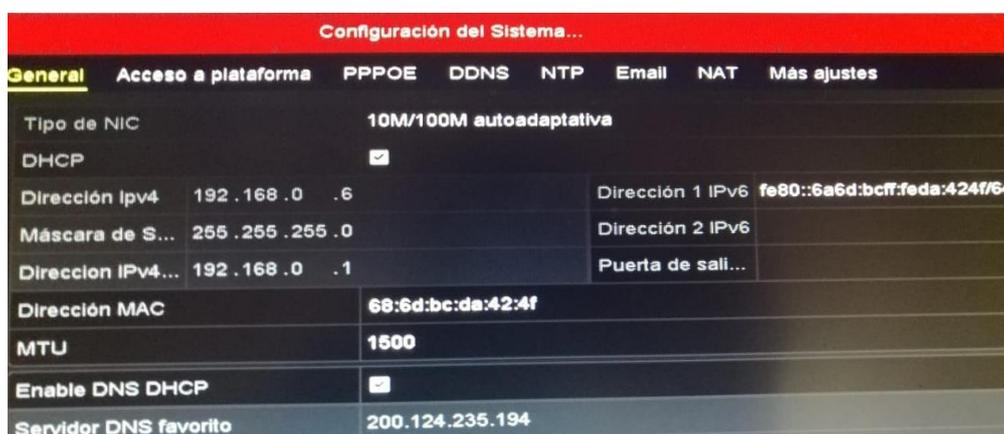




Figura 3. 37 Configuraciones de red y canal

Posteriormente, se programa el tipo de grabado como se ha mencionado el disco usado es de un 1 TB (*TeraByte*) y se va a configurar en movimiento (*MV*) con un periodo de 00:00 a 24:00 de lunes a domingo, esta configuración se copia a todos los canales. Para finalizar las configuraciones del grabador, se activa la opción P2P para enlazar las cámaras al celular; en esta sección se habilita la visualización remota siempre y cuando el grabador este en línea. En la Figura 3. 38 se muestra las configuraciones antes mencionadas.



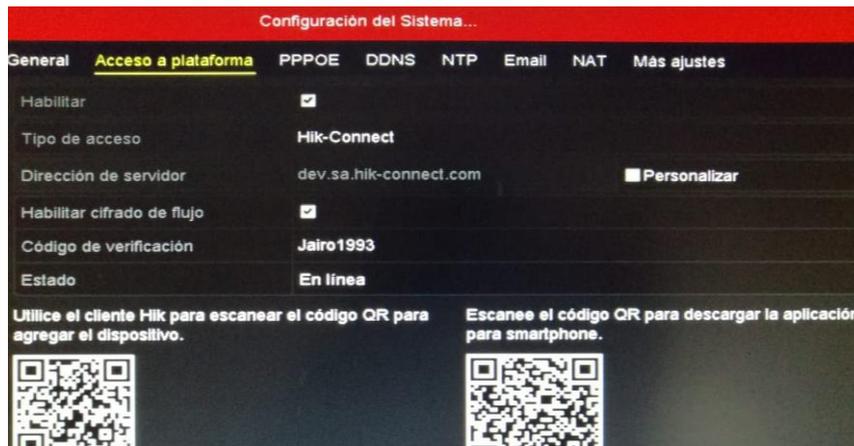


Figura 3. 38 Configuración tipo de grabación y habilitación para la comunicación

Concluida la configuración del grabador, se enlazan las cámaras con un computador y el celular del usuario; para esto es necesario descargar tanto la aplicación iDMSS para celular, como *Smart PSS* para el computador.

Para enlazar el celular con las cámaras se debe ingresar a la opción de red del grabador y se habilita la opción de P2P la cual muestra el código QR y el número de serie tal como se ve en la Figura 3. 39. Este código será escaneado por el celular creando un enlace entre ellos, escaneado el código automáticamente aparecerá el número de serie del grabador; para culminar este proceso se incluirá el nombre de usuario y la contraseña.



Figura 3. 39 Visualización de cámaras en el celular

Cabe recalcar que esta programación debe ser hecha con datos móviles ya que si se lo hace con una red *wifi* solo se conectará a la red LAN.

Para la visualización en la PC, primero se instala el *software Smart PSS*, al inicializar el programa este solicita la clave de ingreso, que es la misma que se utiliza para ingresar a las configuraciones del grabador. Al igual que en la sección anterior se utiliza la comunicación P2P, en el *Smart PSS* se dirige a la pestaña agregar en esta opción se debe indicar que el enlace será a través de un número de serie, inmediatamente el programa solicitará nombre de usuario y contraseña, al ingresar estos datos se agregará automáticamente el grabador y se podrá visualizar las cámaras. En la Figura 3. 40 se observa el funcionamiento de las cámaras en la PC.

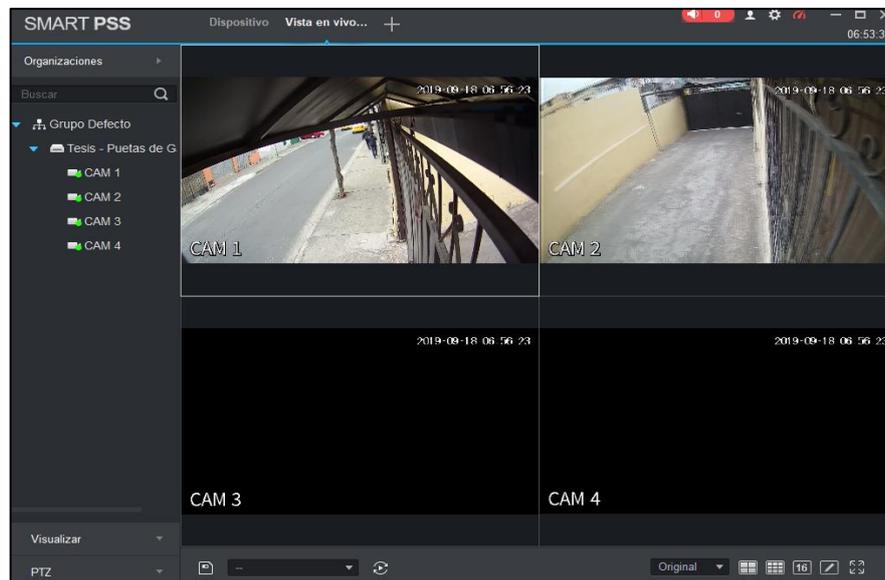


Figura 3. 40 Cámaras visualizadas en el computador

Con lo último se concluye el proceso de instalación y configuración del proyecto restando hacer las pruebas de funcionamiento y el costo final de los materiales utilizados en el mismo. En la Figura 3 .41 se muestra el proyecto final instalado y funcionando.

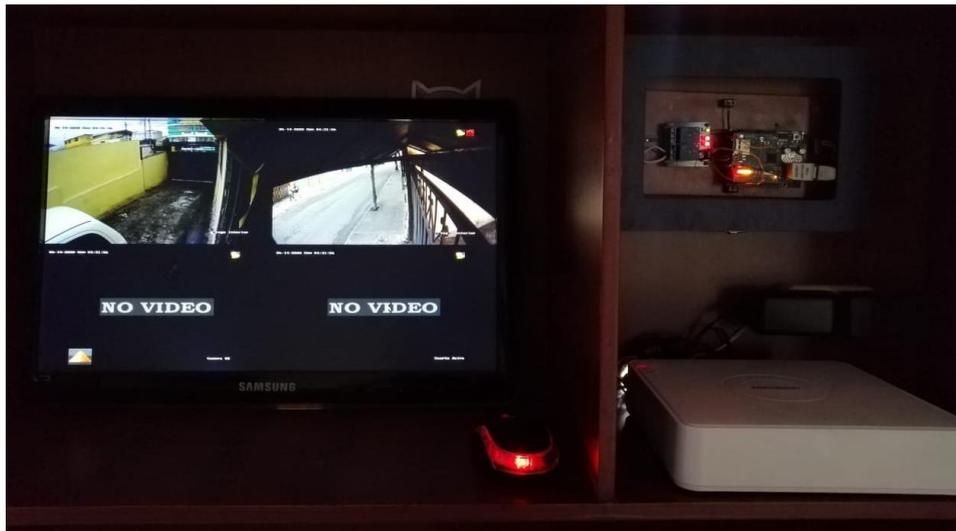


Figura 3. 41 Funcionamiento del proyecto final

- **Ejecución y pruebas de funcionamiento**

Para disminuir los fallos durante el funcionamiento del proyecto, es recomendable hacer una inspección general del sistema instalado a fin de identificar deficiencias y fallos tanto en los equipos como en el tendido del cableado. La revisión se inicia con las conexiones en la placa de control, verificando que el enlace de red esté activo, que no haya cortes en los caminos de la placa y que el cableado que se extiende a la placa del motor de garage se encuentre en óptimas condiciones.

Una vez comprobado que no exista fallos, en las conexiones de la placa de control, se revisa el sistema de CCTV, iniciando por los elementos que se conectan a ellas como son: *baluns* y transformadores de 12v por el lado de las cámaras; por parte del grabador son: enlace de red, cable VGA, baluns de las distintas cámaras, alimentación de 12v y disco duro. Además se comprueba que en las cajas de paso no exista la filtración de algún elemento ajeno a lo instalado.

Todos estos elementos deben ser revisados periódicamente para evitar problemas a futuro. Culminada la inspección del sistema, se realizan las pruebas de funcionamiento estas pruebas constan de dos partes y estas son:

- Pruebas de acople energético del sistema instalado.
- Pruebas de comunicación utilizando un teléfono móvil y un computador.

Pruebas de acople energético del sistema instalado

Lograr un correcto acople energético en el sistema es importante debido a que evita fallos a largo y a corto plazo. Con la utilización de la Tabla 3. 4 y 3. 5 mencionadas en secciones anteriores, permite determinar si las mediciones tomadas están dentro del rango.

Las mediciones se realizan al iniciar el funcionamiento y transcurrida una semana de operación. Estas mediciones serán comparadas con las tablas antes mencionadas, esto con el objetivo de encontrar alguna deficiencia en el sistema y tomar las correcciones necesarias.

Como se observa en la Tabla 3. 9, los valores energéticos al iniciar el funcionamiento son valores que superaba a los experimentados anteriormente, pese al inconveniente los voltajes varían dentro del rango esperado. Conforme avanzaba el tiempo el comportamiento energético fue normalizándose a tal punto que los voltajes se aproximaban a los valores ideales. Esto se dio gracias a la utilización de un UPS que evita la existencia de problemas con el sobre voltaje.

Además de brindar un respaldo energético en caso de que exista algún corte de AC. Cabe mencionar que se utiliza un UPS de 750VA y que a él se conectan tanto el sistema de CCTV como la placa electrónica.

Tabla 3. 9 Valores de voltaje al inicio y durante el funcionamiento de la placa electrónica

Placas de medición	NIVELES ENERGÉTICOS DE LAS INTERFACES A LA ENTRADA Y SALIDA							
	Valor al iniciar el funcionamiento				Valores a la semana de funcionamiento			
	Volt In	Volt Out	Amp In	Amp Out	Volt In	Volt Out	Amp In	Amp Out
Placa Electrónica	6,75 Vcc	23,4 Vcc	495 mA	1,2 A	4,75 Vcc	23,6 Vcc	502mA	1,1 A
Motor de garage	23,4 Vcc	109,5 Vac	1,2 A	4,7 A	23,6 Vcc	110,2 Vca	1,1 A	4,9 A

Los valores obtenidos garantizan que el circuito se haya acoplado perfectamente al entorno que lo rodea. Comprobada la funcionalidad del circuito se puede iniciar con las pruebas de comunicación.

Pruebas de comunicación con un teléfono móvil o un computador

Las pruebas de comunicación se inician a nivel de red LAN, se hacen pruebas de alcance y tiempo de respuesta en el envío de señales. En este modo de operación el sistema funcionó a prueba una semana. Para realizar estas pruebas se pidió a los residentes que utilicen la interfaz gráfica, dejando de lado los métodos tradicionales de apertura y cierre de las puertas de garage.

Se realiza esto con las siguientes finalidades:

Buscar la aceptación de los usuarios para la utilización de la aplicación durante el periodo de prueba ya que es un sistema fuera de lo convencional. Además de determinar las falencias que pueda tener el proyecto durante este periodo de prueba a fin de dar un mejor servicio a los usuarios.

Cabe mencionar que en la residencia existen 4 familias de las cuales solo tres tienen un medio de transporte (autos y motos). Las personas a quienes se cedió la interfaz web son:

Byron Salazar, Edison Sánchez y Manuel Macas ya que estas personas utilizan cotidianamente las puertas de garage. Los resultados de las pruebas se muestran en la Tabla 3. 10:

Tabla 3. 10 Resultados de pruebas de comunicación en la red LAN

PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO A NIVEL DE RED LAN			
Número de usuarios	Byron Salazar	Edison Sánchez	Manuel Macas
Nivel de aceptación	7 de 10	8 de 10	5 de 10
Tiempo de respuesta	50 ms	50 ms	50 ms
Alcance de la señal	R= 17m	R= 17m	R= 17m

Observaciones:

El principal inconveniente en la utilización de la interfaz gráfica, fue el alcance ya que en varias ocasiones el celular no se enganchaba a la red *wifi* por lo que causaba malestar en los usuarios. La solución temporal fue incrementar la banda de frecuencia de 2.5GHz a 5GHZ, este incremento permitió que el alcance fuera de 20 metros. Pese a los cambios los problemas con el alcance siguieron presentándose, pero con menos frecuencia que al principio.

En general el nivel de aceptación fue de 66 % que es un nivel aceptable considerando que es un sistema fuera de lo convencional. Cabe recalcar que en estas pruebas no fue necesario utilizar el sistema de CCTV ya que la apertura y cierre de las puertas de garage se las hacia dentro del perímetro del hogar.

Continuando con las pruebas de comunicación, se incluyeron tanto internet como el sistema de CCTV a la apertura y cierre de las puertas de garage, al igual que en el anterior caso la interfaz estuvo a prueba por una semana y fue utilizada por los mismos usuarios.

En este caso el problema del alcance no se presentó ya que se podía controlar y monitorear el garage remotamente. Los resultados de las pruebas con internet se pueden visualizar en la Tabla 3. 11.

Tabla 3. 11 Pruebas de funcionamiento con uso de internet y CCTV

PRUEBAS DE FUNIONAMIENTO A NIVEL DE RED WLAN			
Número de usuarios	Byron Salazar	Edison Sánchez	Manuel Macas
Nivel de aceptación	10 de 10	10 de 10	9 de 10
Tiempo de respuesta	50 ms	50 ms	50 ms
Alcance de la señal	sin limites	sin limites	sin limites

Observaciones:

La mejoría en el funcionamiento del sistema es muy clara, esto debido al testimonio de uno de los usuario, el que hizo uso de la interfaz gráfica en compañía del sistema de CCTV debido a una urgencia personal, el usuario confiesa que el sistema fue de gran ayuda ya que por olvido no cerró las puertas de garage, afirma que lo recordó cuando se encontraba en el trabajo, este verificó si en realidad las puertas del garage pueden ser controladas desde cualquier punto que se encuentre.

Con la confesión del usuario se garantiza la funcionalidad del sistema implementado además con este antecedente se garantizan los niveles de aceptación a un 96.7 % y dando así solución a los inconvenientes con el alcance y conectividad de los usuarios al intentar usar la interfaz *web* presentados en la red LAN.

Por petición de los usuarios el sistema queda operando fuera del periodo de prueba desde el día 5 de julio del 2019.

- **Costo del proyecto**

En la Tabla 3. 12 se observa el precio de cada uno de los materiales que se utilizaron para el desarrollo del proyecto.

Tabla 3. 12 Costo del Proyecto

Detalle de material	Cantidad	Precio	Total
Módulo Arduino UNO	1	\$15,00	\$15,00
Módulo <i>Ethernet</i>	1	\$20,00	\$20,00
Módulo Relé	1	\$5,00	\$5,00
Baquelita 15X30	1	\$4,00	\$4,00
Papel Termotransferible	2	\$0,15	\$0,30
Espadines macho - hembra patas largas	20	\$0,10	\$2,00
Varios(pomada, acido, estaño, brocas)	1	\$7,25	\$7,25
Caja de madera	1	\$8,00	\$8,00
Monitor 19 pulgadas	1	\$70,00	\$70,00
Grabador 4 canales	1	\$70,00	\$70,00
Cámaras domo	2	\$20,00	\$40,00
<i>Balums</i>	4	\$2,00	\$8,00
Transformador 12 Vcc	2	\$5,00	\$10,00
Cable FTP cat 6 A	40m	\$0,60	\$24,00
Cable gemelo 22 AWG	30m	\$0,15	\$4,50
Conectores Hembra	6	\$0,10	\$0,60
Disco Duro de 1TB	1	\$40,00	\$40,00
Cable VGA	1	\$3,00	\$3,00
Diseño	1	\$150.00	\$150.00
Mano de obra	1	\$200.00	\$200.00
Total			\$541,65

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Analizar los requerimientos del sistema fue fundamental en la elaboración del proyecto ya que permitió obtener una tabla valores energéticos que a partir de la misma se diseñó la placa electrónica. Además ayuda a identificar la interfaz idónea para la implementación del proyecto.
- La programación de los módulos es la base del funcionamiento del proyecto, a partir de la programación de los botones, se pudo interconectar las subrutinas para la apertura y cierre de las puertas de garage y la presentación de una interfaz *web* que puede ser vista en una red WLAN.
- El proceso de diseño y elaboración de la placa electrónica, se facilitó debido a la utilización de los programas ISIS Y ARES 7 *PROFESIONAL* que permitió la simulación y organización tanto física como lógica de los diferentes dispositivos que conforman los subcircuitos de control, comunicación y acondicionamiento.
- La integración de los diferentes subcircuitos en un solo sistema, se los llevó a cabo gracias a la creación de la PBC (*Printed Circuit Board*) que contiene las dimensiones reales de cada dispositivo electrónico, con la excepción de los módulos Arduino UNO y *Ethernet* los cuales se tuvo que adjuntar a la PBC de manera independiente.
- Con el IDE ARDUINO se programó los módulos, estableciendo las acciones que realizarán los diferentes módulos en la sección *void loop* y la forma de comunicación e inicialización del programa en *void setup*. Además permite la utilización de diferentes librerías como *<Ethernet.h>* que ayudan en la programación. Se puede también encontrar información en los diferentes foros que presenta Arduino en su página oficial.

- Es necesario conectar la alimentación de la placa electrónica a un UPS ya que evita los sobre voltajes que tiene un tomacorriente normal, además brinda un respaldo para el corte de AC gracias a las baterías que contiene en su interior.
- Al finalizar el análisis del motor de garage, se determina la utilización de dos cámaras análogas, que permitan la identificación de los individuos que se encuentren en el exterior de las puertas del garage y de saber quién ingresa a la misma al momento de abrir o cerrar las puertas.
- Con el desarrollo del proyecto, se demuestra que todo sistema puede ser automatizado por más antiguó que este sea y sin tener que hacer una gran inversión en cuanto a equipos, con el objetivo general de mejorar la calidad de vida de los usuarios.

4.2 Recomendaciones

- Es importante tomar en cuenta las indicaciones de mantenimiento preventivo y correctivo que, se muestra en el manual de mantenimiento anexado al documento, de esta manera se garantiza el funcionamiento de los módulos didácticos.
- Es necesario que el router tenga una velocidad de transmisión óptima para el buen funcionamiento de la página web y del sistema de CCTV. Se debe considerar esto debido al número de dispositivos inalámbricos y alámbricos que se puedan conectar a él. Lo mismo sucede para la conexión de forma remota, asegurarse que el nivel de señal sea el adecuado, esto evitará que las puertas de garage se abran a la mitad o que no se envíen las señales de apertura y cierre de las puertas de garage.
- Si se requiere realizar cambios en la página *web* se recomienda investigar el lenguaje HTML ya que es una herramienta necesaria para el módulo *Ethernet* y tener bases sólidas para la programación en Arduino para el manejo de los módulos, esto si es que se requiere tener grandes resultados.

- Se recomienda que el acceso a la placa de control y al sistema de CCTV este alejado de los niños, animales o cualquier persona ajena al funcionamiento del proyecto, debido a los daños que esto podría causar por la mala manipulación de los elementos conectados.
- Mantener los dispositivos en lugares secos y a temperatura ambiente, evitar en todo momento que la placa de control se sobrecaliente, si esto sucede se recomienda incluir ventiladores alrededor de la placa de control o añadir refrigerantes en el módulo Arduino que se esté sobrecalentando.
- Se recomienda que previo a la apertura o cierre de las puertas de garage verificar las cámaras de seguridad para determinar que personas se encuentran alrededor del garage.
- Es importante no desconectar el sistema de CCTV ya que el sistema es apto para trabajar las 24 horas 7 días de la semana, si se desconecta el sistema dejará de grabar por el tiempo que esté desconectado.
- Se recomienda que durante la instalación ya sea de cámaras o de la placa electrónica no realizar empalmes en el cableado ya que puede generar problemas con el ohmage a futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] A.d.Castro, «El periodico de Aragón,» *Zaragoza sufre una nueva oleada de robostrasteros de garages*, 01 02 2019.
- [2] J. H. -. R. MILLAN, de *Mnual de Domotica*, Madrid - España, Creaciones copuright S.A, 2014, p. 201.
- [3] ATMEL, «Atmega328p,» Microchip, 26 05 2017. [En línea]. Available: https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P_Summary.pdf. [Último acceso: 13 08 2019].
- [4] T. Y. PARANINFO, *Domotica y Hogar Digital*, Madrid - España: Thomson Ediciones Spain, 2017.
- [5] ARDUINO, «ARDUINO UNO,» 05 10 2018. [En línea]. Available: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3..> [Último acceso: 13 08 2019].
- [6] R. P. Banda Ramires, *Desarrollo de modulos didacticos basados en modulo arduino*, quito: Escuela Politecnica Nacional, 2018, p. 150.
- [7] Arduino, «Aprendiendo Arduino,» 16 06 2018. [En línea]. Available: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/07/04/ethernet-shield/>. [Último acceso: 15 08 2019].
- [8] tuelectronica, «tuelectronica,» tuelectronica, 20 08 2017. [En línea]. Available: <https://tuelectronica.es/que-es-arduino-ide/>. [Último acceso: 15 08 2019].
- [9] «wikipedia,» wikipedia, 12 07 2018. [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B>. [Último acceso: 15 08 2019].
- [10] L. G. y. S. Aushay, «Implementacion de sistemas de seguridad mediante camaras IP,» Quito, 2017, p. 98.
- [11] D. Arboleda, *Administrador de redes Telematicas*, Madrid - España: RA-MA, 2015.
- [12] M. MAZORRA, *IMPLEMENTAR POLITICAS DE SEGURIDAD A NIVEL DE HARDWARE APLICANDO A UNA EMPRESA*, Guayaquil - Ecuador: ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA NACIONAL DEL LITORAL, 2016.
- [13] L. Master, «lift Master -Manuales,» 28 06 2018. [En línea]. Available: <https://www.liftmaster.com/catalogresourcesv3/en-us/shared/files/tucmanuals/0135241sp.pdf>. [Último acceso: 03 08 2019].

- [14] Dahua, «Dahua - Users -Manuals,» 19 06 2018. [En línea]. Available: https://www.dahuasecurity.com/asset/upload/product/20180525/Dahua-HDCVI-DVR-Users-Manual-V2_3_4-30.pdf. [Último acceso: 25 07 2019].
- [15] Arduino, «facegypt,» 23 09 2014. [En línea]. Available: https://www.fecegypt.com/uploads/dataSheet/1480848003_2_channel_5v_10a_relay_module.pdf. [Último acceso: 25 07 2019].
- [16] C. c. W. Vision, «Cctv center,» 05 01 2019. [En línea]. Available: http://www.cctvcentersl.es/empresa/Catalogo-general-DAHUA_HDCVI.pdf. [Último acceso: 25 07 2019].
- [17] D. security, «Dahua Security,» 24 05 2019. [En línea]. Available: https://www.dahuasecurity.com/asset/upload/product/20180423/DH-XVR4104HS-X_datasheet_20180413.pdf. [Último acceso: 25 07 2019].
- [18] O. Lopez, «Prezi,» 15 05 2015. [En línea]. Available: <https://prezi.com/udlymunjdmrd/puertos-y-paquetes-de-comunicacion-udp218025/>. [Último acceso: 26 07 2019].
- [19] «Wikipedia,» 19 06 2017. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Traducci%C3%B3n_de_direcciones_de_red. [Último acceso: 28 07 2019].
- [20] J. Guerrero, «Pluselectric,» 21 09 2014. [En línea]. Available: <https://pluselectric.wordpress.com/2014/09/21/arduino-uno-especificaciones-y-caracteristicas/>. [Último acceso: 30 08 2019].
- [21] ARDUINO, «MODULO SHILD ETHERNET,» [En línea]. Available: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-ethernet-shield-2>.
- [22] R. Cardete, «Informatica y tecnologia,» ceac.es, 25 01 2018. [En línea]. Available: <https://www.ceac.es/blog/pros-y-contras-de-la-domotica>. [Último acceso: 12 08 2019].
- [23] Produktinfo, «Manuales de instalacion y operacion,» 27 05 2015. [En línea]. Available: http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/00000-24999/001009618-an-01-es-4_KANAL_DIGITALRECORDER_INKL__FESTPLATTE.pdf. [Último acceso: 29 07 2019].
- [24] Wikipedia, «Nuemero de puertos de red,» 16 09 2018. [En línea]. Available: https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:N%C3%BAmeros_de_puertos_de_red . [Último acceso: 26 07 2019].

ANEXOS

- ANEXO I ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL PLACA DE CONTROL DE LAS PUERTAS DE GARAGE
- ANEXO II ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL SISTEMA CCTV
- ANEXO III ESPECIFICACIONES TECNIAS ROUTER ARIS
- ANEXO IV LENGUAJE DE PROGRAMACION
- ANEXO V GUIA DE USO PARA EL USUARIO
- ANEXO VI MANUAL DE MANTENIMIENTO

Anexo I

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA PLACA DE CONTROL DE LAS PUERTAS DE GARAGE

ARDUINO UNO

Arduino Uno es un módulo basado en el Microcontrolador Atmega 328. Tiene 14 de entrada y salida, 6 entradas análogas, un cristal de 16MHz, un puerto USB tipo hembra, un Jack para fuentes de poder y botón de *reset*. Para programar es necesario hacer uso del IDE Arduino. [20]. Ver Figura 5. 1. Y Tabla 5. 1.

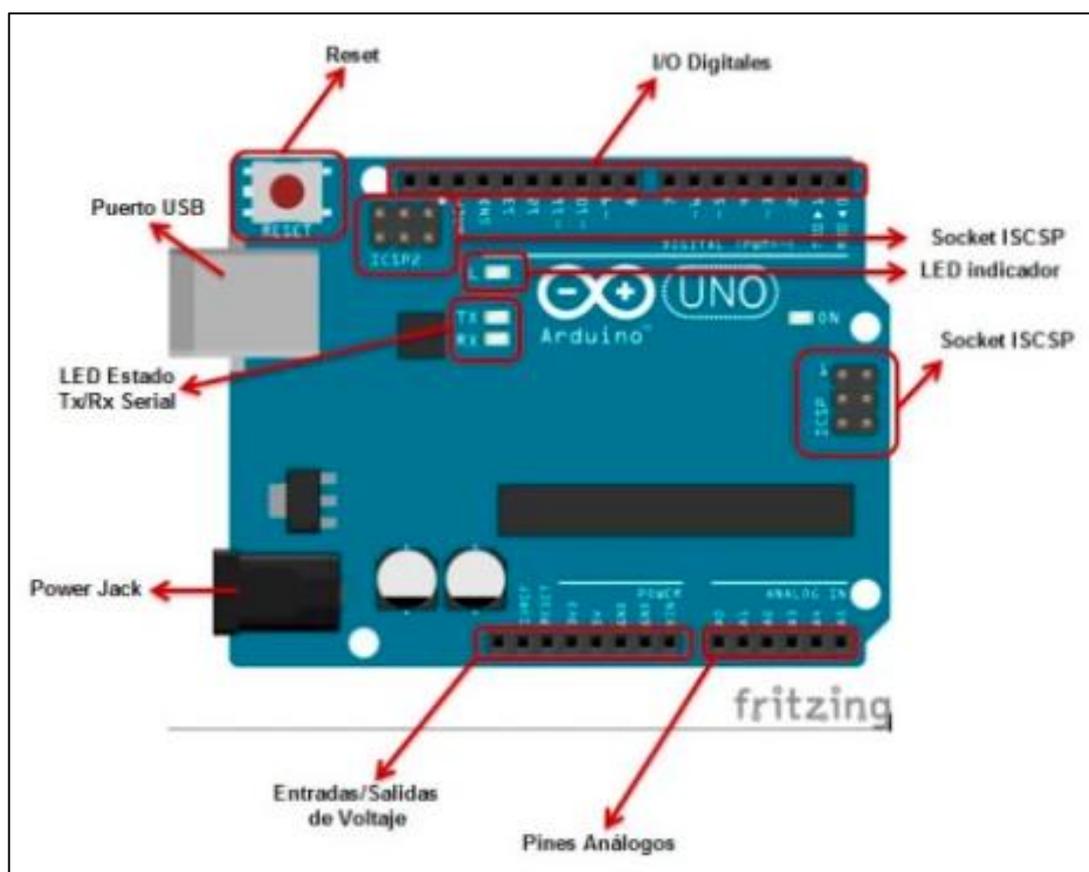


Figura 5. 1 Estructura Arduino UNO

Tabla 5. 1 Características Arduino UNO

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
Microcontrolador	Atmega 328
Voltaje Operativo	5v
Voltaje de Entrada	7-12v
Pines de Entrada/Salida digital	14
Pines de Entradas Análogas	6
Memoria Flash	32KB
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Velocidad de Reloj	16 MHz

ATMEGA 328

El Microcontrolador Atmega328 es un Microcontrolador de 8 bits basado en la arquitectura RISC. Tiene un alto rendimiento, ya que cuenta con una memoria de 30KB ISP FLASH con capacidad de lectura y escritura, posee 1KB de memoria EEPROM. Está constituido por 23 pines de propósito general además de 32 registros de propósito general, 3 timer y contadores, 1 puerto USART programables. Ver Figura 5. 2 y Tabla 5. 2.

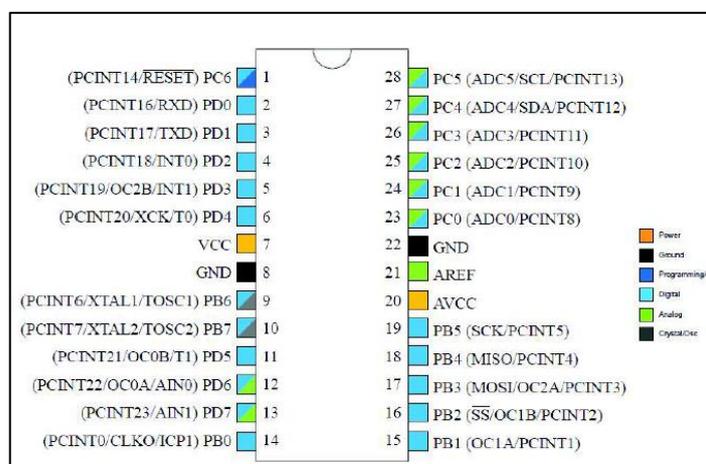


Figura 5. 2 Distribución de pines del Atmega 328 P

Tabla 5. 2 Características del Atmega 328P

CARACTERÍSTICAS ATMEGA 328-P	
Numero de Pines	28/32
Memoria Flash	32K
Memoria SRAM	2K
Memoria EEPROM	1K
Tamaño del Vector de Interrupción	1/1/2002
Líneas de I/O de propósito general	23
SPI	2
TWI	1
USART	1
ADC	10-BIT 15KSPS
Canales ADC	8
Controlador/Timer 8-bit	2
Controlador/Timer16-bits	1

ARDUINO SHIELD ETHERNET

El módulo Ethernet Shield permite que el Arduino UNO se conecte a internet. Se encuentra basado en el microcontrolador Wiznet W550 Ethernet Chip, el cual proporciona una pila de red capaz de utilizar protocolos TCP y UDP. También admite 8 conexiones simultáneas.

El módulo está compuesto por una conexión estándar RJ45, con un transformador de líneas integrado y alimentación a través de Ethernet. Posee un controlador de reinicio para garantizar que el Wiznet W5500 se reinicie correctamente.

Tiene la posibilidad de ingresar una tarje SD para almacenar archivos para desarrollar una página web más compleja. Cumple con el estándar IEEE 802.3af, tiene un rango de voltaje de entrada de 36V a 57V, protección contra sobrecargas y cortocircuito y salida de 12V.

[21]

El módulo Arduino utiliza un bus SPI para comunicarse con las tarjetas W5500 y SD, las cuales se encuentran en los pines 10, 11, 12, 13 de Arduino, estos no pueden ser usados como entradas o salida generales. Se debe tener en cuenta que debido a que W5500 y el SD utilizan el bus SPI, es decir que solo se puede utilizar uno a la vez y no se usa de este modo se crea conflicto.

Por último el módulo contiene LEDs que indican el funcionamiento del mismo tal como se muestra en la Figura 5. 3. Ver Tabla 5. 3 significados de los leds.

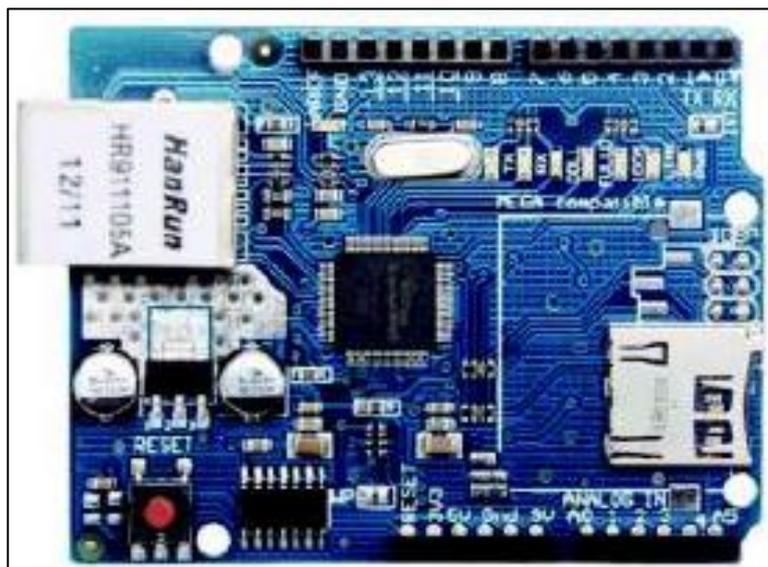


Figura 5. 3 Arduino Shield Ethernet

Tabla 5. 3 Significado de LEDs

SIGNIFICADO DEL PARPADEO DE LEDS EN EL MÓDULO ETHERNET	
PWR	Indica que tanto la placa como Shield están alimentados
LINK	Indica la presencia de un cable de red e indica si está enviando o recibiendo datos
FULLD	Indica que la conexión de red es full dúplex
100M	Indica que un enlace de red es de 10Mb/s
RX	Indica que se está recibiendo datos en el caso de que este parpadeando
TX	Indica que se está transmitiendo datos en el caso de que este parpadeando
COLL	Parpadea si detecta colisiones en la red

ANEXO II

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA CCTV

HIKVISION

**DS-2CE16D0T-IRF (C)
2 MP Camera**



- 2 MP, 1920 × 1080 resolution
- 2.8 mm, 3.6 mm, 6 mm fixed focal lens
- 4 in 1 video output (switchable TV/AHD/CVI/CVBS)
- Smart IR, up to 25 m IR distance
- IP67

Specification

Camera	
Image Sensor	2 MP CMOS
Signal System	PAL/NTSC
Resolution	1920 (H) × 1080 (V)
Frame Rate	TVI: 1080P@30fps, 1080P@25fps CVI: 1080P@30fps, 1080P@25fps AHD: 1080P@30fps, 1080P@25fps CVBS: PAL/NTSC
Min. illumination	0.01 Lux@(F1.2, AGC ON), 0 Lux with IR
Shutter Time	PAL: 1/25 s to 1/50, 000 s NTSC: 1/30 s to 1/50, 000 s
Lens	2.8 mm, 3.6 mm, 6 mm fixed lens
Field of View	2.8 mm, horizontal FOV: 108.4°, vertical FOV: 57.9°, diagonal FOV: 124.6° 3.6 mm, horizontal FOV: 79.6°, vertical FOV: 43.5°, diagonal FOV: 93.7° 6 mm, horizontal FOV: 51.9°, vertical FOV: 30°, diagonal FOV: 58.8°
Lens Mount	M12
Day & Night	ICR
WDR (Wide Dynamic Range)	Digital WDR
Angle Adjustment	Pan: 0 to 360°, Tilt: 0 to 90°, Rotation: 0 to 360°
Menu	
Image Mode	STD/HIGH-SAT
AGC	Yes
Day/Night Mode	Auto/Color/BW (Black and White)
White Balance	Auto/Manual
AE (Auto Exposure) Mode	DWDR/BLC/HLC/Global
Noise Reduction	2D DNR
Language	English
Function	Brightness, Sharpness, Smart IR
Interface	
Video Output	Switchable TVI/AHD/CVI/CVBS
General	
Operating Conditions	-40 °C to 60 °C (-40 °F to 140 °F), humidity 90% or less (non-condensing)
Power Supply	12 VDC ± 25%
Power Consumption	Max. 3 W
Protection Level	IP67
Material	Metal
IR Range	Up to 25 m
Communication	HIKVISION-C

MINIDOMO HDCVI

HAC-HDW2220M



Minidomo HDCVI Full HD 1080p 2.4M con LEDs de exterior



HDCVI

Características

- Sensor 1/2.8" 2.4 Megapixel CMOS
- Tecnología HDCVI
- Resolución Full HD 1080p 2.4 Megapixel
- 25/30ips@1080p, 25/30/50/60ips@720p
- Alta velocidad, transmisión larga distancia tiempo real
- Resolución HD y estándar seleccionable
- Menú OSD, control por cable coaxial
- Día/Noche (ICR), AWB, AGC, BLC, 3D-DNR
- Óptica fija 3.6mm
- Máx. distancia LEDs IR 20m, Smart IR
- IP66, 12VDC

Especificaciones técnicas

Modelo	DH-HAC-HDW2220MP
Cámara	
Sensor de imagen	1/2.8" 2.4 Megapixel CMOS
Píxeles efectivos	1984(H)x1225(V)
Obturador electrónico	1/3s-1/100.000s
Velocidad fotogramas	25/30/50/60ips@720p; 25/30ips@1080p
Sincronización	Interna
Iluminación mínima	0.05Lux@F1.2 (AGC ON), 0Lux IR ON
Salida de vídeo	1 salida de vídeo alta definición BNC HDCVI / Salida de vídeo definición estándar CVBS (Conmutable)
Características de cámara	
Distancia máx. LEDs IR	20m, Smart IR
Día/noche	Auto (ICR) / Color / B/N
Reducción de ruido	3D/2D
Menú OSD	Soportado
Objetivo	
Distancia focal	3.6mm (6mm, 8mm optional)
Montura	M12
General	
Alimentación	12VDC ±10%
Consumo	Máx. 6W
Temperatura func.	-30°C~+60°C / Menos del 95% HR (sin condensación)
Distancia transmisión	300m por cable coaxial 75-3
Protección IP	IP66
Dimensiones	Ø94.0mmx98mm
Peso	0.33kg

DS-7100HQHI-K1 SERIES TURBO HD DVR

Key Feature

- H.265 Pro+/H.265 Pro/H.265 video compression
- HDTVl/AHD/CVI/CVBS/IP video input
- Audio via coaxial cable
- Up to 6/12/24-ch IP camera inputs (up to 6 MP)
- Max. 800 m for 1080p and 1200 m for 720p HDTVl signal
- Up to 6 TB capacity per HDD



Compression and Recording

- H.265 Pro+ can improve encoding efficiency and reduce the data storage cost
- Full channel recording at up to 4 MP lite resolution

Storage and Playback

- Smart search for efficient playback
- Support the 3rd party cloud storage (Dropbox/Google Drive/Microsoft OneDrive)

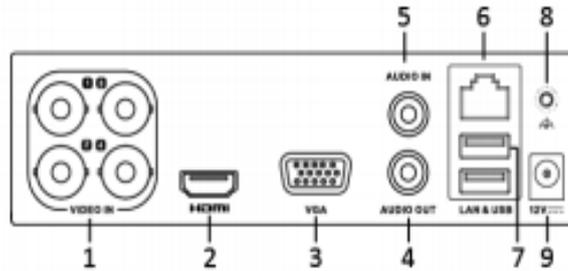
Network & Ethernet Access

- Hik-Connect & DDNS (Dynamic Domain Name System) for easy network management
- Max. 24/48/96 Mbps incoming bandwidth and output bandwidth limit configurable

Specification

Model	DS-7104HQHI-K1	DS-7108HQHI-K1	DS-7116HQHI-K1
Recording			
Video compression	H.265 Pro+/H.265 Pro/H.265/H.264+/H.264		
Encoding resolution	When 1080p Lite mode is not enabled: 4 MP lite/3 MP/1080p/720p/VGA/WD1/4CIF/CIF; When 1080p Lite mode is enabled: 4 MP lite/3 MP/1080p lite/720p lite/VGA/WD1/4CIF/CIF		
Frame rate	Main stream: When 1080p Lite mode not enabled: For 4 MP stream access: 4 MP lite@15fps; 1080p lite/720p/WD1/4CIF/VGA/CIF@25fps (P)/30fps (N) For 3 MP stream access: 3 MP/1080p/720p/VGA/WD1/4CIF/CIF@15fps For 1080p stream access: 1080p/720p@15fps; VGA/WD1/4CIF/CIF@25fps (P)/30fps (N) For 720p stream access: 720p/VGA/WD1/4CIF/CIF@25fps (P)/30fps (N) When 1080p Lite mode enabled: 4 MP lite/3 MP@15fps; 1080p lite/720p lite/VGA/WD1/4CIF/CIF@25fps (P)/30fps (N) Sub-stream: WD1/4CIF@12fps; CIF@25fps (P)/30fps (N)		
Video bit rate	32 Kbps to 6 Mbps		
Dual stream	Support		
Stream type	Video, Video & Audio		
Audio compression	G.711u		
Audio bit rate	64 Kbps		
Video and Audio			
IP video input	2-ch (up to 6-ch)	4-ch (up to 12-ch)	8-ch (up to 24-ch)
	Up to 6 MP resolution		
	Support H.265+/H.265/H.264+/H.264 IP cameras		
Analog video input	4-ch	8-ch	16-ch
	BNC interface (1.0 Vp-p, 75 Ω), supporting coaxitron connection		
HDTVI input	4 MP, 3 MP, 1080p25, 1080p30, 720p25, 720p30, 720p50, 720p60 *: The 3 MP signal input is only available for channel 1 of DS-7104HQHI-K1,		

Physical Interface



NOTE

The rear panel of DS-7108/7116HQHI-K1 provides 8/16 video input interfaces.

Index	Description	Index	Description
1	VIDEO IN	6	LAN Network Interface
2	HDMI Interface	7	USB Interfaces
3	VGA Interface	8	GND
4	AUDIO OUT, RCA Connector	9	12 VDC Power Input
5	AUDIO IN, RCA Connector		

Available Model

DS-7104HQHI-K1, DS-7108HQHI-K1, DS-7116HQHI-K1

ANEXO III

ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL ROUTER ARRIS



TG2482

Wireless Gateway

FEATURES:

- 24x8 Channel Bonding
- 1Gbps Downstream support with internal Spectrum Analyzer
- DOCSIS® 3.0 certified design
- Full Capture Bandwidth Tuner
- IPv6 Logo Certified
- Multi Processor Technology with a 1.2GHz Intel Atom Core Application Processor
- 4 port Gigabit Ethernet Router
- 3x3 2.4GHz 802.11n
- 4x4 5GHz 802.11ac Wave 2
- Mu-MIMO and Beamforming Support
- USB 2.0 Host Port
- Advanced Firmware support for IPv6, DS-Lite, and SoftGRE
- Two FXS lines of carrier-grade VoIP with HD voice support



PRODUCT OVERVIEW:

Operators are wanting to push the limits on DOCSIS 3.0 performance and the user experience delivered to the customer. The TG2482 with its superior 802.11ac Dual Band Wireless radios, Ethernet and USB interfaces can deliver this performance while also offering improvements in home coverage above that of other models. This feature-packed unit is intended to serve as the hub of the subscribers network, connecting all IP capable devices (Internet, Data, Voice and Video) throughout the customers premises.

Residential gateway support has always been a concern of the operator. The TG2482 distinguishes itself with capabilities to minimize these support needs. Multiple provisioning methods (SNMP, Configuration File, Remote WebGUI access, TFTP, and TR-069/181) allow custom designed setups to be applied to monitor the end user more efficiently. Multiple remote access levels (User, Cusadmin, and MSO) also allow more ease and flexibility for manual configuration and control.

The TG2482 will help lead the future to advanced home and small office services.

TG2482
Wireless Gateway



Interface Speeds

WiFi	2160Mbps
DOCSIS Downstream	960Mbps
USB2.0	480Mbps
DOCSIS Upstream	240Mbps

Specifications

Physical

Operating Temperature °C	0 to 40
Operating Relative Humidity	5-85% (Non condensing)
Storage Temperature °C	-40 to 70
Dimensions (H x W x D) mm	236 x 160 x 52 (excludes "F" connector)
Weight kgs.	.7
Diagnostic LED's (Front)	Power, USB/DS, Online, 2.4GHz, 5GHz, Tel1, Tel2, WPS
Diagnostic LED's (Rear)	Ethernet Link/Speed
Front Switches	WiFi On/Off, WPS

Interfaces

RF Interface	External "F" type connector
Data Interfaces (bridged)	4 x 10/100/1000 Base-T Ethernet (RJ-45 connector)
Analog Telephony Interface	2 lines; RJ-11
USB Interface	USB 2.0 Powered Host Port
Input Voltage (nominal)	12VDC
Input Current (max)	2.5Amps

Telephony

Supervisory Voltage	48 Vdc nominal
Ring Load Capacity	6 REN total; 3 per line
Provisionable High Loop Current Mode	Yes (40mA constant current source)
Codec Support	G.729, G.711, G.722

RF Downstream

Bonded Channels	Up to 24
Tuner Configuration	Full capture tuning range
Frequency Range (MHz)	108-1002
Data Rate (Mbps Max.)	> 960 Mbps
RF Input Sensitivity Level (dBmV)	-15 to +15 (DOCSIS)

RF Upstream

Bonded Channels	Up to 8
Frequency Range (MHz)	5 to 42
Data Rate (Mbps Max.)	up to 240
RF Output Level (dBmV)	+57 dBmV (64 QAM, single upstream) +54dBmV (64QAM, 4-8 upstreams) +58dBmV (16 QAM, single upstream) +56 dBmV (3CDMA, single upstream)

Wireless 2.4GHz

Transmit Power (EIRP)	+29dBm (802.11n MC80, HT20) +25.5dBm (802.11n MC87, HT20)
Spatial Streams	3
Receive Levels	<-85dBm 802.11n (MC80,HT20) <-68dBm 802.11n (MC87, HT20)

Antennas

Wireless 5GHz

Transmit Power (from any antenna)	+30dBm (802.11ac MC80,VHT20) +25.5 dBm (802.11ac MC89,HT80)
Spatial Streams	4
Receive Levels	<-87dBm 802.11ac (MC80,VHT20) <-65dBm 802.11n (MC87,HT40) <-54dBm (802.11ac, MC89,VHT80)

Antennas

4 transmit, and 4 receive (per band)

Ordering Information

Model	Description
TBD	TG2482A/L, 42MHz Upstream, US Power Adapter and Cord,

ANEXO IV

LENGUAJE DE PROGRAMACION

Configuración de librerías, variables y los parámetros de red

```
#include <SPI.h>

#include <Ethernet.h>

int pin4=2;

int pin5=7;

byte mac[] = { 0xDE, 0xAD, 0xBE, 0xEF, 0xFE, 0xED }; //Dirección Física MAC
byte ip[] = { 192, 168,200, 30 }; // IP Local que usted debe configurar
byte gateway[] = { 192, 168, 200, 1 }; // Puerta de enlace
byte subnet[] = { 255, 255, 255, 0 }; // Mascara de Sub Red
EthernetServer server(80); // Se usa el puerto 80 del servidor
String readString;
```

Configuración del *void setup*

```
void setup() {
  Serial.begin(9600); // Inicializa el puerto serial
  while (!Serial) { // Espera a que el puerto serial sea conectado.
    ;
  }
  pinMode(pin4,OUTPUT);
  pinMode(pin5,OUTPUT);
  Ethernet.begin(mac, ip, gateway, subnet); // Inicializa la conexión Ethernet y el servidor
  server.begin(); // Inicialización del servidor
}
```

```

Serial.print("El Servidor es: ");           // Reconocimiento del servidor
Serial.println(Ethernet.localIP());        // Imprime la dirección IP Local
}

```

Configuración del *void loop*

```

EthernetClient client = server.available(); // indica que el servidor está disponible
if (client) {
while (client.connected()) {
if (client.available()) {
char c = client.read(); //Lee carácter por carácter HTTP
if (readString.length() < 100) { //Almacena los caracteres a un String
readString += c;
} // Si el requerimiento HTTP fue finalizado
if (c == '\n') {
Serial.println(readString); //Imprime en el monitor serial
client.println("http/1.1 200 ok"); // Envía una nueva página en código HTML
client.println("Content-Type: text/html"); // Tipo de contenido
client.println();
client.println("<html>"); // Inicio de la interfaz web
client.println("<head>"); // Cabecera
client.println("<title>Puertas de Garage</title>"); // Titulo de pestaña
client.println("</head>"); // Fin de cabecera
client.println("<body bgcolor='#FD FE FE'>"); // Inicio del cuerpo de la interfaz
client.println("<center>");
client.println("<hr>");
client.println("<h1 img src='poli.jpeg'>ESCUELA POLITECNICA NACIONAL</h1>"); // Titulo
client.println("<h2 align='center'>Escuela de Formacion de Tecnologos</h2>"); // Subtitulo
client.println("<hr />");
client.println("<br>");
client.println("<br>");
client.println("<center>"); // Centrar texto
client.println("<font size='7' color='3498DB'>Control de Garage</font>"); // Contenido

```

```

client.println("<br />");
client.println("<br />");
client.println("<br />");
client.println("<a href='\"/?left\"'> <input type=submit value= Abre_Puertas></a>"); // botón 1
client.println("<br><br><br><br>");
client.println("<a href='\"/?right\"'> <input type=submit value= Cierra_Puertas></a>"); //botón 2
client.println("<br /><br /><br /><br /><br /><br />");
client.println("<hr />");
client.println("<p>By: Jairo Sanchez</p>");
client.println("<br />");
client.println("</body>"); // Fin del cuerpo
client.println("</html>"); // Fin de código HTML
delay(1); // actualización
client.stop(); //Reinicio pagina
if (readString.indexOf("?left")>0){ //lectura de botón 1
digitalWrite(pin4,LOW);
digitalWrite(pin5,HIGH);
delay(900);
digitalWrite(pin4,LOW);
digitalWrite(pin5,LOW);
}
if (readString.indexOf("?right")>0){ // Lectura botón 2
digitalWrite(pin4,LOW);
digitalWrite(pin5,HIGH);
delay(900);
digitalWrite(pin4,LOW);
digitalWrite(pin5,LOW);
}
readString="";
}

```

ANEXO V

GUIA PARA EL USUARIO

Guía para el usuario

Para el controlar la apertura y cierre de las puertas del garage a través del internet se requiere realizar los siguientes pasos:

1. Ingresar a la página web creada ya sea desde el computador o del celular a través de la dirección IP pública.
2. Crear un acceso directo de esta página, para evitar en futuras ocasiones introducir la dirección IP.
3. En el acceso directo introducir el nombre "Puertas de Garage" de tal manera que sea fácil de identificar el sitio tal como se muestra en Figura 5. 4.

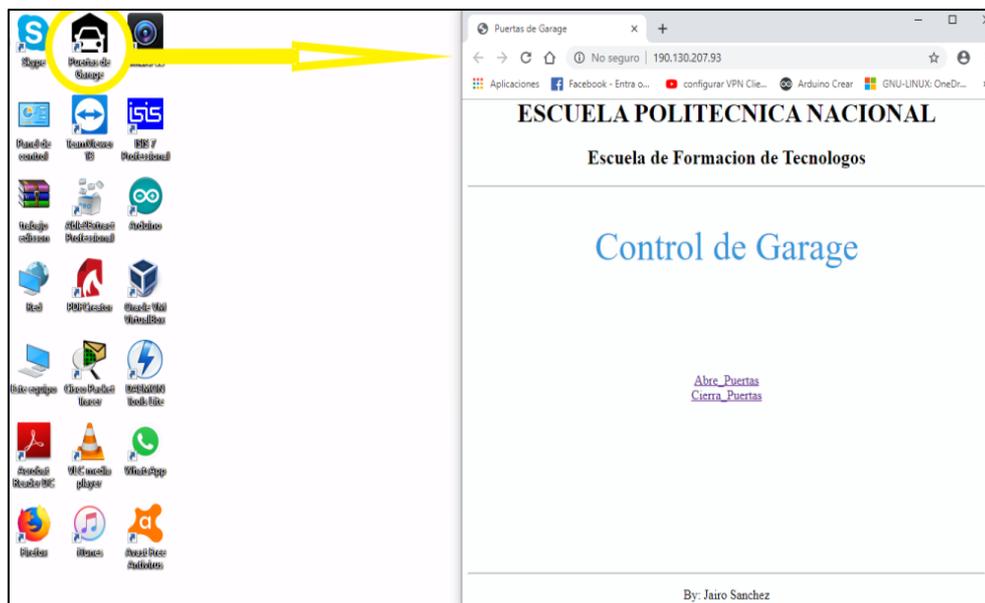


Figura. 5. 4 Creación del acceso directo

4. Previo a la activación de las puertas de garage ingresar desde el computador o celular a las cámaras de video vigilancia haciendo clic en la aplicación SmartPSS.

5. Hacer clic en búsqueda automática y agregar las cámaras.
6. Ingresar a la opción vista en vivo y hacer clic en las cámaras que se agregaron.
7. Abiertos los dos programas se puede abrir o cerrar las puertas de garage como se puede ver en la Figura 5. 5.

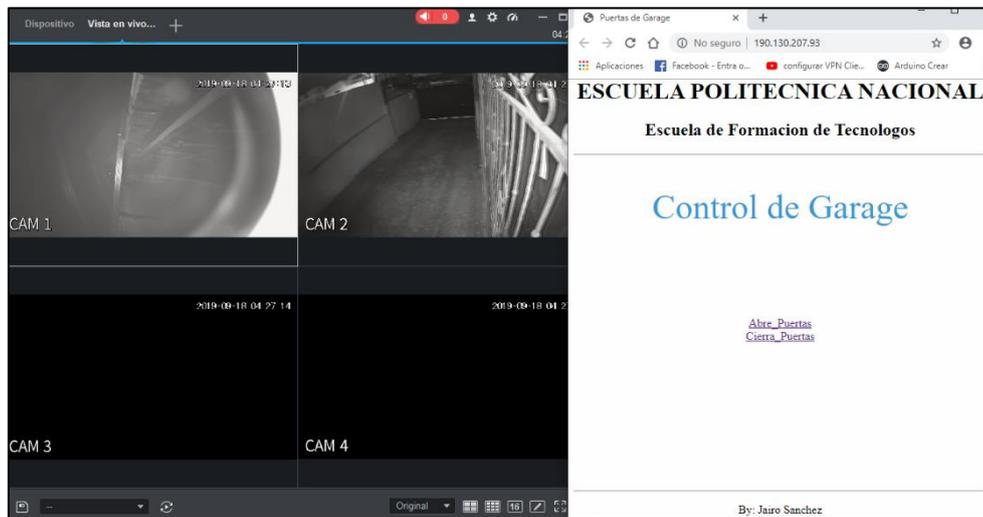


Figura 5. 5 Funcionamiento simultaneo de la aplicación SmatPSS y la Pagina Web

8. Al finalizar el uso cerrar tanto la página web como la aplicación SmartPSS.

ANEXO VI

MANUAL DE MANTENIMIENTO PARA EL
PROYECTO

Manual para el mantenimiento del proyecto

Mensualmente se debe realizar un mantenimiento preventivo del proyecto para refrescar las conexiones, ver la velocidad de transmisión de la placa de control y del sistema de CCTV, para comprobar si los niveles energéticos son los correctos y si no existe problema con los alambrados o dispositivos que usa el proyecto.

A continuación se detallará el proceso que se dará en el mantenimiento.

- Previo al mantenimiento se debe desmagnetizar debido a que la electrostática del cuerpo puede quemar los módulos Arduino. Para realizar esto simplemente topar con las palmas de las manos algún material de metal.
- Con el uso de un multímetro medir tanto corriente como voltaje en las interfaces de la placa electrónica y compararlos con los valores de la Tabla 3. 8.

Tabla 3. 8 Rango de valores de la placa de control

Módulos	Rango de valores para la placa de control			
	Valores de entrada		Valores de Salida	
	Valor óptimo	Valor de prueba	Valor óptimo	Valor prueba
Módulo Arduino UNO	(3,3 - 7,5) Vcc	(5,85 -7,15) Vcc	(4,5 - 5,5)Vcc	(4,63 -5,67) Vcc
Módulo Relé	(4,5 - 5,5)Vcc	(4,63 - 5,67) Vcc	24 Vcc	(21,6 - 26,4)Vcc
Circuito de motor	24 Vcc	(21,6 -26,4)Vcc	120 Vca	(98,1 - 119,9) Vca

Si los valores superan a los de la tabla desconectar la alimentación y comprobar si la sobrecarga proviene de los adaptadores o si el regulador del voltaje de Arduino está defectuoso, si fuese cualquiera de los dos casos se requiere cambiar de dispositivo.

- Medir la temperatura del Microcontrolador Atmega328 y del W5500, en rango de temperatura de trabajo de los dispositivos es de (- 40C a 85c) si supera este valor revisar la alimentación de placa.
- Revisar los alambrados, verificar que el ohmage no supere (0.02 - 0.05) Ω si estos valores fueran superiores revisar las conexiones y empalmes que existan en el recorrido del alambrado ya que pueda que el cable este sulfatado o en mal estado.
Revisar los alambrados es importante ya que puede provocar falsas activaciones en las puertas de garage y esto generar disgusto en los usuarios.
- Comprobar si no tarda el usuario en acceder a la página web o en él envió de señales. Si ocurriera inconveniente consultar cuantos son los usuarios que hacen uso del proyecto cabe recalcar que el módulo Ethernet es capaz de trabajar hasta con 8 usuarios de manera simultánea una mayor cantidad de usuarios puede saturar la página.
- Comprobar el estado de la red, para esta comprobación se revisará si el enlace es estable, se deberá ingresar a la configuración del router inalámbrico y verificar si este está reconociendo al módulo como un servidor y si está reconociendo la dirección del Arduino tal como se muestra en las Figuras 5. 6 y 5. 7.



Figura. 5. 6 Comprobación de puertos, dirección IP y del servidor

Lista de clientes Attached

Dirección IP	Nombre	Dirección MAC	Tipo	Expiración
192.168.0.2	android-44c2b92 44b97789a	20:55:31:28:36:59	Wireless24	2019-09-18 06:28:59.00
192.168.0.5	DESKTOP-NBA 6EGJ	4C:BB:58:3F:FE:85	Wireless24	2019-09-18 06:12:47.00
192.168.0.6	Grabador DVR	C:14:63:7D:59:40	Ethernet	2019-09-18 06:19:55.00
192.168.0.7	iPhone	70:14:A6:BC:51:EA	Wireless24	2019-09-18 06:34:14.00
192.168.0.8	Galaxy-J7-Neo	F4:71:90:4C:DE:97	Wireless24	2019-09-18 06:37:00.00
192.168.0.9	HUAWEI_Y6_20 18-6f654b3446	D0:D7:83:91:76:4F	Wireless24	2019-09-18 06:37:38.00
192.168.0.20	Arduino Ethernet	D:BE:EF:FE:E	Ethernet	0-00-00 00:00:00.00
FE80::2255:31FF:FE28:3659	android-44c2b92 44b97789a	20:55:31:28:36:59	Wireless24	0-00-00 00:00:00.00

Figura. 5. 7 Lista de dispositivos reconocidos por el router

Si no lo reconociera verificar si el número del puerto es el correcto y si la IP publica no ha variado (esta es importante si se está usando la opción DMZ).

- Para las cámaras verificar los eventos y comprobar si no ha existido pérdida de video en el tiempo de trabajo. Esto suele suceder siempre que existe un corte de energía o si el disco duro está defectuoso.
- Comprobar que la señal de las cámaras no sea intermitente, en ese caso verificar las conexiones entre los *balums* y los puertos del grabador si persiste el problema es recomendable cambiar de *balum* que está ubicado en la cámara.
- Comprobar que el enlace de red esté activo para evitar pérdida de comunicación con aplicación caso contrario verificar si el router está reconociendo el grabado y el enlace es estable esto se puede ver la Figura 5.7.

Con estas verificaciones se garantiza que el proyecto instalado se mantenga funcionando correctamente.