

**TRABAJO PROFESIONAL**  
**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:**  
**INGENIERO EN ELECTRÓNICA**

**QUE PRESENTAN:**

**OSCAR ALEJANDRO LEÓN DE PAZ**  
**HUGO ARTURO DEHESA LINARES**

**CON EL TEMA:**

**“SISTEMA DOMÓTICO SUSTENTABLE USANDO  
RASPERRY PI 2”**

**MEDIANTE:**

**OPCIÓN I**  
**(TESIS PROFESIONAL)**

**ASESOR DE TESIS:**

**DR. HÉCTOR RICARDO HERNÁNDEZ DE LEÓN**

## **Agradecimientos**

Agradezco primeramente a Dios por la vida y por permitirme terminar este grado de estudios y este proyecto.

Seguidamente al Dr. Héctor Hernández León Tutor de esta tesis y a mis asesores por el apoyo brindado en todo momento.

A mis padres Hugo Dehesa Nieto y Ma. Del Socorro Linares Ovando por brindarme todo su apoyo de manera incondicional para poder terminar esta carrera e impulsarme para seguir adelante siempre y también por dedicarme su tiempo.

A mi hermana Amanda Lilia Linares por sus consejos, palabras de motivación y apoyo.

A mi novia Berenice Corzo Maldonado por su apoyo moral y palabras de motivación e impulsarme a seguir adelante.

A los amigos por su gran apoyo en todo momento.

## Resumen

El presente documento se ha redactado con el fin de dar a conocer la aplicación de la domótica en la vivienda, como una alternativa beneficiosa para la humanidad, la cual brinda total confort y seguridad. Esta tecnología está en constante innovación y se ha enfocado a unir los equipos de la vivienda automatizándolos en un solo sistema interactivo. Su implementación es muy compleja debido al uso de electrodomésticos inteligentes, sensores, sistemas integrados.

La domótica tiene como objetivo una integración de todos los controles en una unidad centralizada, para su implementación es necesario varios dispositivos que se clasifican de la siguiente manera:

Controlador. - Son dispositivos que gestionan el sistema dependiendo de los requerimientos recibidos o ya establecidos, estos pueden ser uno o varios que está a disposición del usuario, suelen tener pantalla, teclado lo cual lo vuelve un sistema muy amigable para su uso al controlar aire acondicionado, iluminación, electrodomésticos, etc. Una vez receptada esta información se la envía al actuador.

Actuador. - Este dispositivo se encarga de ejecutar la acción requerida por el controlador y así proceder a realizarla ya sea el encendido y apagado de las luces, electrodomésticos, abrir o cerrar persianas, entre otras.

Sensor. - Este dispositivo está enfocado a detectar todo tipo de magnitud física la cual se desea tener un reporte de su comportamiento para poder controlarla como el agua, humo, gas, temperatura.

# Índice

## Contenido

Introducción.....	1
Capitulo 1. Caracterización del Proyecto .....	2
1.1 Antecedentes .....	3
1.2 Planteamiento del problema .....	3
1.3 Objetivos .....	4
1.4 Justificación .....	5
1.5 Hipótesis .....	6
1.6 Limites del sistema.....	6
1.7 Impactos .....	7
1.7.1 Social .....	7
1.7.2 Ambiental.....	7
1.7.3 Tecnológico .....	8
1.7.4 Económico .....	8
Capitulo 2. Fundamento Teórico .....	9
2.1 Sistemas de control de iluminación.....	10
2.1.1 Niveles de iluminación .....	10
2.1.2 Ley fundamental de la iluminación.....	11
2.1.3 Control de iluminación .....	12
2.1.4 Componentes del sistema de iluminación.....	13
2.2 Raspberry Pi 2 .....	15
2.2.1 Raspberry Pi 2 usos.....	17
2.2.3 Diseño de sistema de Raspberry Pi.....	18
2.3 Sensores.....	22

2.3.1 Sensor DTH11 .....	22
2.3.2 Sensores de Presencia.....	23
2.3.3 Alarmas.....	24
2.3.4 Distribución de sensores.....	26
2.4 Actuadores.....	27
2.4.1 Distribución de actuadores. ....	29
2.5 Cámara .....	30
2.5.1 Características cámara IP.....	30
2.5.2 Control de cámara IP.....	32
2.6 Arduino.....	33
2.6.1 Arduino Mega .....	33
2.7 Sistema de energía por paneles solares.....	35
2.7.1 Panel Solar .....	35
2.7.2 Inversores .....	36
2.7.3 Baterías de almacenamiento. ....	37
2.7.4 Regulador de carga para baterías. ....	39
2.7.5 Control de energía de paneles solares. ....	41
2.8 Bluetooth.....	42
2.9 Sistema de control vía remota.....	43
2.9.1 Diseño del sistema de vía remota.....	44
2.9.2 Comunicación de datos a usar .....	45
Capitulo 3. Metodología del Sistema.....	46
3.1 Metodología .....	47
3.2 Requerimientos y especificaciones.....	47
3.3 Necesidad básica.....	47

3.4 Definición del problema.....	47
3.5 Requerimientos del usuario .....	48
3.6 Diagrama de bloques del sistema.....	49
3.7 Diagrama de flujo. ....	50
Capitulo 4. Propuesta de Implementación del Sistema .....	53
4.1 Proceso de diseño del sistema domótico.....	48
4.1.1 Plano de maqueta.....	48
4.1.2 Implementación del diseño .....	49
Capitulo 5. Pruebas y Resultados .....	67
5.1 Pruebas iniciales.....	63
5.2 Errores y Soluciones.....	67
Capitulo 6. Conclusiones y recomendaciones.....	69
6.1 Conclusiones.....	70
6.2 Recomendaciones. ....	71
Anexos .....	78
Glosario.....	90
Bibliografía.....	91

## Índice de figuras

### Contenido

Figura 2.1	Sistema de cableado de lámparas.....	14
Figura 2.2	Tarjeta Raspberry Pi 2.....	15
Figura 2.3	Diagrama de conexiones hacia la Raspberry Pi 2.....	18
Figura 2.4	Diagrama de los mecanismos conectados al Arduino Mega.....	19
Figura 2.5	Diagrama de conexiones de la caja de control.....	20
Figura 2.6	Caja de control.....	20
Figura 2.7	Funcionamiento de interruptor magnético.....	25
Figura 2.8	Localización de sensores y alarma.....	26
Figura 2.9	Micro servo motor SG90.....	28
Figura 2.10	Diagrama de control de puertas.....	29
Figura 2.11	Panel solar.....	35
Figura 2.12	Inversor de 150 Watts.....	36
Figura 2.13	Batería de carga .....	38
Figura 2.14	Regulador de carga .....	40
Figura 2.15	Diagrama de sistema de energía solar .....	41
Figura 3.1	Diagrama de bloques del sistema.....	49
Figura 3.2	Diagrama de flujo de control inicial.....	50
Figura 3.3	Diagrama de flujo de iluminación.....	51
Figura 3.4	Diagrama de flujo de monitoreo ambiental.....	51
Figura 3.5	Diagrama de flujo de seguridad.....	52
Figura 4.1	Plano de vivienda a escala.....	54
Figura 4.2	Diagrama de conexiones de Raspberry Pi.....	55
Figura 4.3	Configuraciones 1.....	56
Figura 4.4	Configuraciones 2.....	56
Figura 4.5	Configuraciones 3.....	57

Figura 4.6	Configuraciones 4.....	57
Figura 4.7	Configuraciones 5.....	57
Figura 4.8	Configuraciones 6.....	57
Figura 4.9	Configuraciones 7.....	57
Figura 4.10	Presentación de inicio de servidor web.....	58
Figura 4.11	Pagina menú.....	58
Figura 4.12	Pagina de control.....	59
Figura 4.13	Pagina de seguridad.....	59
Figura 4.14	Comando de instalación de Arduino.....	60
Figura 4.15	Plataforma para programar Arduino en sistema Raspbian.....	61
Figura 4.16	Configuraciones 1.....	61
Figura 4.17	Configuraciones 2.....	62
Figura 4.18	Configuraciones 3.....	62
Figura 4.19	Configuraciones 4.....	62
Figura 4.20	Comandos de configuración Python a la web.....	63
Figura 4.21	Comando reiniciado.....	64
Figura 4.22	Creación de fichero.....	64
Figura 4.23	Configuración de red 1.....	64
Figura 4.24	Configuración de red 2.....	65
Figura 4.25	Configuración de red 3.....	65
Figura 4.26	Configuración de red 4.....	65
Figura 4.27	Configuración de red 5.....	65
Figura 5.1	Conexiones a la vista.....	68
Figura 5.2	Sistema Raspbian cargado.....	68
Figura 5.3	Inicio de sesión.....	69
Figura 5.4	Control de luces y puertas.....	69
Figura 5.5	Luces led.....	70
Figura 5.6	Ventana de ejecución de JAVA.....	70



Figura 5.7	Video cargado en línea.....	71
Figura 5.8	Datos del sensor DTH11.....	72
Figura 5.9	Datos del sensor en pagina web.....	72
Figura 5.10	Datos del sensor LP MQ2.....	73
Figura 5.11	Ejemplo de configuración.....	74
Figura A.1	Diagrama de conexiones de Leds.....	79
Figura A.2	Conexión de reloj RTC1307.....	80
Figura A.3	Botones de control de luces.....	80
Figura A.4	Sensor MQ2.....	81
Figura A.5	Plano de conexiones de cámara IP.....	81
Figura A.6	Características de sensor GH-718C.....	82
Figura A.7	Localización de sensores y alarmas.....	83
Figura A.8	Diagrama de conexión del sensor LP MQ2.....	84
Figura A.9	Diagrama de conexión de interruptor magnético.....	85
Figura A.10	Plano de conexiones del sensor DTH11.....	86
Figura A.11	Conexión del sensor DTH11.....	87
Figura A.12	Diagrama de conexiones de GH-718C y SG90.....	88
Figura A.13	Mecanismo de puertas.....	89

## Índice de tabla

### Contenido

Tabla 2.1 Componentes del sistema de iluminación.....	14
Tabla 2.2 Tabla de conexiones hacia la Raspberry Pi 2.....	21
Tabla 2.3 Tabla de los mecanismos conectados al Arduino Mega.....	21
Tabla 2.4 Ubicación de sensores y componentes de alarma.....	27
Tabla 2.5 Ubicación de partes para el control de puertas.....	30
Tabla 3.1 Análisis de las especificaciones.....	48
Tabla 3.2 Análisis de las especificaciones del diagrama de bloques.....	50
Tabla 4.1 Identificación de secciones de la vivienda.....	55
Tabla 4.2 Identificación de conexiones de Raspberry Pi 2.....	55
Tabla A.1 Diagrama de conexiones de Leds.....	79
Tabla A.2 Conexiones de cámara IP.....	82
Tabla A.3 Localización de sensores y alarma.....	84
Tabla A.4 Componentes de conexión de interruptor magnético.....	85
Tabla A.5 Componentes de conexión del sensor DTH11.....	87
Tabla A.6 Componentes para la conexión de sensores GH-718C y SG90.....	88
Tabla A.7 Componentes del mecanismo de puertas.....	89

## Introducción

El término domótica nace del neologismo francés 'domotique', el cual procede de la palabra latina domus (casa) y del francés telematique (telecomunicación informática).

Su descripción sería concepto de vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de la energía, comunicaciones, etc. también instalación e integración de varias redes y dispositivos electrónicos en el hogar, que permite automatizar actividades cotidianas de forma local o remota, de la vivienda o edificio, la domótica se trata de integrar, no dar soluciones aisladas, para ello, la domótica usa multitud de dispositivos que pueden ser distribuidos por toda la vivienda en función de las necesidades de los propietarios, básicamente estos dispositivos se pueden dividir en sensores y actuadores, además, si la arquitectura es centralizada, se deben tener en cuenta los controladores.

Inicialmente, la única manera de construir una instalación domótica era con el uso de sensores y actuadores que se unían, con una arquitectura centralizada, a un autómeta o controlador que tenía embarcada toda la inteligencia que se exigía a la vivienda, casi siempre eran sistemas propietarios, muy pocos flexibles y de muy alto costo.

La domótica hoy en día son tecnologías de innovación pero estas aún se encuentran en desarrollo, lo que se busca en la realización de este proyecto es diseñar mejoras que nos permitan hacer de la domótica fácil de entender y controlar además de poder tener aplicaciones que se adapten a la tecnología de hoy en día como son los celulares y tabletas, ya que estas tecnologías usan sistemas de códigos libre que son fácilmente manipulables y modificables haciendo así a la domótica más accesible al público y con un mayor rango de control a distancia que nos permite monitorear nuestra casa y saber que está sucediendo por más lejos que nos encontremos.

## **Capítulo 1**

# **Caracterización del Proyecto**

## 1.1 Antecedentes

¿Qué es la domótica?

La domótica es el uso simultáneo de la electricidad, la electrónica y la informática, aplicadas a la gestión técnica de las viviendas o lo relacionado a ellas.

El principal objetivo de estas tecnologías es la mejora de la calidad de vida incrementando la comodidad de los inquilinos.

Servicios a gestionar

- **Ahorro energético:** control de la iluminación, sistemas de energía sustentables.
- **Seguridad:** custodia y vigilancia frente a la intrusión, el fuego, los escapes de gas, pero también la seguridad personal con alarmas de pánico, etc.
- **Comunicaciones:** acceso a Internet, comunicación interna y compartición de recursos informáticos dentro del hogar. Seguridad con cámaras.
- **Confort:** programaciones horarias calefacción, escenarios luminosos, riego automático, etc.

Para ello, la domótica usa multitud de dispositivos que pueden ser distribuidos por toda la vivienda en función de las necesidades de los propietarios. Básicamente estos dispositivos se pueden dividir en sensores y actuadores.

## 1.2 Planteamiento del problema

Hoy en día la domótica y la seguridad son más necesarias y rentables que en épocas anteriores, pero aun con altos costos. Por las necesidades actuales de nuestra sociedad, el ahorro de energía eléctrica, la seguridad, confort y sobre todo que sea accesible, a un buen costo y con los resultados necesarios, por lo cual en este proyecto se busca acercarse a esos objetivos, buscar soluciones usando como herramienta un prototipo de pruebas a escala para obtener las bases y facilitar su implementación en futuros proyectos aplicados a la realidad ya sea en casas o en edificios.

Para ello se toman en cuenta los siguientes puntos en el proyecto:

- Control inteligente en iluminación general.
- Seguridad vía cámara y sensores las 24 horas.
- Conexión a internet las 24 horas mediante cualquier dispositivo portátil.
- Seguridad en anonimato al navegar en la red.
- Sistemas de sensores meteorológicos.
- Sistemas de actuadores
- Sistema de paneles solares con batería como reserva de energía.

## 1.3 Objetivos

### General

Desarrollar un sistema integral electrónico con fines de seguridad, comodidad y administración eficiente de los diferentes servicios, obteniendo así múltiples beneficios.

Vigilancia las 24 horas, activación automática o manual de luces, cierre y apertura automática de puertas, mediciones de la temperatura y humedad ambiental dentro de la casa, censado de partículas de gas LP.

### Particular

Implementar como unidad central de procesos el ordenador "Raspberry PI 2" con el fin de agilizar los procesos obteniendo así un sistema amplio en opciones y capacidad además de ser muy eficiente y de respuesta necesaria.

Gracias a que esta tarjeta cuenta con un procesador central (CPU) ARM1176J2F-S a 700 MHz (el firmware incluye unos modos “Turbo” para que el usuario pueda hacerle overclock de hasta 1 GHz sin perder la garantía), un procesador gráfico (GPU) Video Core IV, y 512 MB de memoria RAM (aunque originalmente al ser lanzado eran 256 MB) lo que la hace perfecta para realizar varios procesos a la vez y sin problemas. El Raspberry Pi usa mayoritariamente sistemas operativos basados en el núcleo Linux Raspian, una distribución derivada de Debian que está optimizada para el hardware de Raspberry Pi, esto permitirá un muy buen nivel de seguridad ya que el sistema operativo Linux es prácticamente infalible en cuestión de seguridad.

### **1.4 Justificación**

Actualmente las viviendas necesitan un sistema de seguridad y control que sea lo más accesible económicamente para toda persona que desee adquirirla ya que sus costos son muy elevados actualmente por la gran demanda sobre seguridad y vigilancia, también es necesario un sistema para controlar nuestra energía dedicada a iluminación y tareas domésticas para no consumir más de la necesaria.

Por lo cual se decidió ante la problemática presentada que el proyecto sea llamado: SISTEMA DOMÓTICO SUSTENTABLE USANDO RASPBERRY PI 2 ya que el sistema es controlado por una tarjeta Raspberry PI 2 que es la encargada principal de administrar todos los procesos de interpretación de datos generales de todo el sistema. Es considerado un sistema domótico pues está diseñado para gestionar los servicios más comunes de una casa en la realidad como lo es el control de iluminación eléctrica mediante su activación por relevadores de manera manual o autónoma también la visualización de cámaras de seguridad, pero dada las limitaciones para las pruebas se decidió implementarlas en un maqueta para simular la realidad, la sustentabilidad del proyecto es debido a que la central de los procesos principales y algunos accesorios de la misma utiliza un sistema de energía renovables mediante sistemas de paneles solares para hacerlo lo más independiente posible.

## **1.5 Hipótesis**

Con el ordenador Raspberry se podrá administrar y procesar las operaciones para el funcionamiento del sistema, que a su vez recibirá información lógica de las tarjetas Arduino que serán las encargadas de recibir las señales de los múltiples sensores y procesar dicha información para que pueda ser compatible con el lenguaje del computador Raspberry PI, esto se obtendrá mediante el lenguaje Python por medio de permisos habilitados en la tarjeta para realizar las operaciones.

Se desarrollará una web que contenga las múltiples opciones para el control manual y automático del sistema domótico y se tendrá acceso al sistema por medio de contraseña, se podrá acceder en Tablets, Smartphone, PCs, etc., que tengan acceso a internet ya que el ordenador dispone de un puerto Ethernet que será usado para la comunicación a internet como mediador.

Así será posible tener el control y poder vigilar el sistema siempre que se conecte el internet, será posible interactuar con el sistema por medio de la aplicación o método que se desarrolle y controlarlo de manera manual o automática, también es posible seleccionar y visualizar el video captado por la cámaras controlada y administrada por sistema.

También será posible administrar otros servicios, por ejemplo, activación y desactivación de luces, mantener algún jardín a la humedad perfecta, etc., esto con solo un clic en las múltiples opciones que ofrece el menú. Se tendrá en el lugar donde esté instalado el sistema una pantalla con el menú de opciones disponibles.

## **1.6 Limites del sistema**

Por el momento nuestro sistema de control domótico por Raspberry PI 2 puede ser controlado por cualquier dispositivo con soporte a redes y navegadores, pero no todos pueden tener acceso directo a la cámara IP desde la página web de domótica.



En los dispositivos móviles hay que instalar una aplicación Android para poder ingresar a menos que el dispositivo pueda soportar configuraciones JAVA no tendremos ningún problema.

En lo que respecta al sistema Raspbian sucede lo mismo, desde la pantalla conectada a la caja de control podemos ingresar a nuestra página web, pero para activar la cámara, para ingresar desde nuestra página web es necesario hacerlo en una computadora o cualquier dispositivo con soporte JAVA.

## **1.7 Impactos**

### **1.7.1 Social**

La domótica es aplicada más que en décadas anteriores por su gran desarrollo y mejor disposición, la sociedad hoy en día requiere seguridad y control de ahorro energético dadas las necesidades actuales, además de proporcionar servicios que antes no era posible conseguir con facilidad como la automatización y sistemas de sensores para controlar procesos como iluminación, actuadores, sistemas para bombas de agua, etc. El impacto a futuro sería la modernización del modo de vida familiar en el hogar y el consumo energético al implementar sistemas de energías alternas como la luz solar.

### **1.7.2 Ambiental**

El impacto ambiental de este proyecto sería la utilización de baterías, las baterías son grandes contaminantes ambientales, unas contaminan más que otras, si no son depositados en lugares de reciclaje para baterías cuando su tiempo de utilidad a llegado a su fin pueden llegar a contaminar incluso lugares donde hay grandes cantidades de agua como ríos, lagos y mantos acuíferos.

### **1.7.3 Tecnológico**

Actualmente esta tecnología está en constante desarrollo por todo el mundo por su gran adaptabilidad y sus muchas formas de configuraciones.

Muchas de las tecnologías de sistemas de domótica son desarrolladas en universidades de todo el mundo, es un proyecto a futuro considerado importante por los beneficios que se pueden obtener de este, pueden usarse diferentes plataformas de programación y sistemas para construirlo e implementarlo en proyectos más grandes a futuro.

La tecnología de actuadores, sensores, sistemas de control electrónicos entre otros más siempre están en desarrollo ya sea a largo o corto plazo lo que nos permite actualizar nuestro sistema domótico para volverse mucho más eficiente, la domótica es un excelente campo de investigación.

### **1.7.4 Económico**

Actualmente la domótica es una tecnología que solo personas de grandes recursos pueden obtener por sus altos costos y mantenimientos, el objetivo de este prototipo sería lograr buenos resultados con materiales de bajo costo y poder implementarlo en cualquier hogar promedio logrando un sistema eficiente o aún mejor que uno de costos más caros, además de proporcionar un mejor control de nuestra energía y ayudar a la economía personal mediante sistemas de control de iluminación tanto de energías renovables como la luz solar.

## **Capítulo 2**

# **Fundamento Teórico**

## 2.1 Sistemas de control de iluminación

### Descripción General.

Los Sistemas de Control de iluminación son muy amigables en su operación ya que además de su fácil administración, el valor agregado se encuentra en la información inteligente que proveen. En ese sentido hoy en día diversas empresas ofrecen Sistemas de Control Domótico para la automatización que trabajan de manera individual o en conjunto.

### 2.1.1 Niveles de iluminación

El nivel de iluminación es la intensidad de iluminación medida en un plano de trabajo, también es la medición del flujo luminoso emitido por una fuente de luz incidente en una superficie, dicha relación se simboliza con la letra  $E$  y su unidad es el *lux* donde se representa en la siguiente formula.

$$E = \frac{\phi_L}{S} [lux]$$

Dónde:

$E$  = Iluminancia [lux]

$\phi_L$  = Flujo luminoso [lm]

$S$  = Área de la superficie de coincidencias [ $m^2$ ]

Existen tablas con niveles de iluminación recomendables elaboradas por diversos organismos y profesionales del área. Al ser recopilados por diferentes expertos, suelen tener ligeras variaciones, es por ello que determinar un nivel adecuado de iluminación para cada tipo de instancia, resulta una tarea difícil, sin embargo dicho datos sirven para dar una aproximación adecuada y orientar en el diseño de sistemas de iluminación.

Para un recinto, en el cual se desea tener un nivel de iluminación adecuado, se deben tomar en cuenta diferentes características, así como la tarea o actividad que se va a desempeñar en el mismo, horarios en los que se utilizará el espacio, así como sus características arquitectónicas.

Otros puntos importantes que se deben tomar en cuenta son los siguientes:

- a) Detalles de la tarea que se realiza.
- b) Distancia entre objetos y los ojos del observador.
- c) Grado de reflexión de los objetos observados.
- d) Edad y diferencias individuales.

El punto d) hace referencia a la degeneración que sufre el sistema visual de una persona con el aumento de la edad, es por ello que se requerirá un mayor nivel de iluminación, para conservar el rendimiento visual.

El confort visual va ligado con la iluminación requerida, y dependerá de la tarea a realizar como de la persona que lo desempeña. Un 80% de la información que recibe el ser humano proviene del sentido de la vista, es por ello que la luz es necesaria para crear condiciones visuales óptimas. Es por ello que cuando se tiene un nivel adecuado de iluminación, uno de los factores que se ve directamente afectado por este hecho, es el comportamiento humano, es decir, su motivación y rendimiento aumentan, mientras que la tendencia a cometer errores disminuye.

### **2.1.2 Ley fundamental de la iluminación**

La iluminación de una superficie situada perpendicularmente a la dirección de la radiación luminosa, es directamente proporcional a la intensidad luminosa en dicha dirección, e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa la fuente de dicha superficie.

$$E = \frac{I}{d^2} [lux]$$

Dónde:

$E$  = Iluminancia [lux]

$I$  = Intensidad luminosa [cd]

$d$  = Distancia de la fuente a la superficie [m]

Cuando la dirección de la luz forma un determinado ángulo con la superficie sobre la que incide, la iluminancia se calcula, aplicando la ley fundamental de la iluminación, pero multiplicando por el coseno del ángulo correspondiente

$$E = \frac{I}{d^2} \cos \alpha$$

Dónde:

$\alpha$  = Angulo de incidencia.

De esta ecuación surgen los conceptos de iluminancia horizontal, iluminancia vertical refiriéndose a la iluminación en un punto que está situado en el plano horizontal o bien vertical, respectivamente.

### 2.1.3 Control de iluminación

El control se aplica en el encendido y apagado en espacios exteriores e interiores, a través de los niveles de iluminación que se requieren dentro del sitio y en horarios determinados

Los factores fundamentales que se deben tener en cuenta al realizar el diseño de una instalación son los siguientes:

- Iluminancias requeridas.
- Uniformidad de la repartición de las iluminancias.
- Selección del tipo de iluminación, de las fuentes de luz y de las luminarias.
- Horarios de iluminación.

La casa habitación a iluminar tiene las siguientes características:

- El uso requerido: Sala de estar, recamara, baño, pasillos, exteriores.
- El horario de uso de la luz requerida para las actividades diarias: 6:00 pm a 12:00am, después sensores de presencia en determinadas áreas de 12:00am a 7:00am.
- Modo Automático y manual.

Teniendo el tipo de fuente luminosa, se seleccionará el tipo de luz LED a utilizar, cual es mejor y el precio más conveniente.

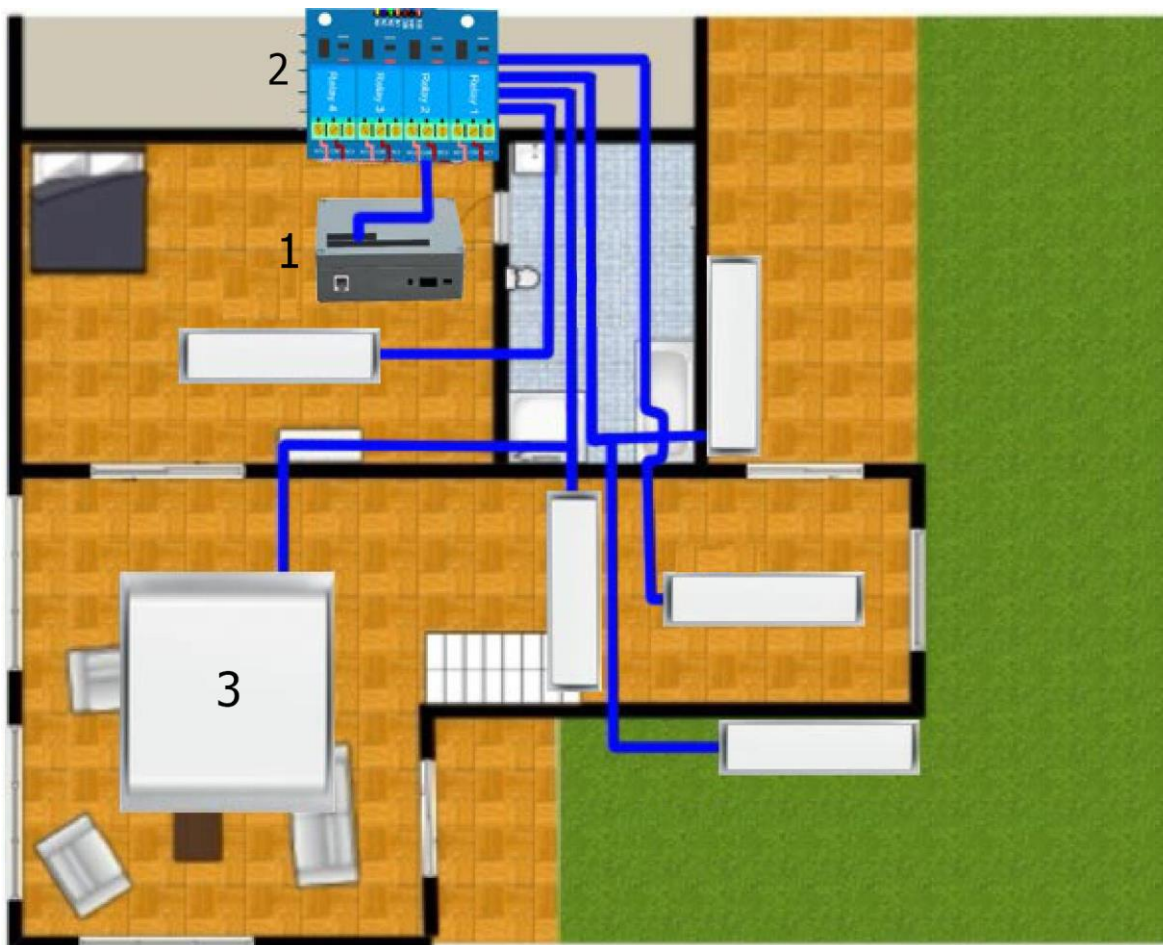
Las características que deben tener son:

- Larga durabilidad
- Excelente calidad de iluminación
- Consumo de energía bajo
- Fácil de manejar

#### **2.1.4 Componentes del sistema de iluminación**

La programación indica que puede ser puesto en modo manual o automático, el modo manual no requiere un temporizador más que encender o apagar la luz que se utilice mediante los botones mostrados en la página web de domótica.

La forma automática requiere de un temporizador que este configurado con el reloj local del computador donde es configurado, este controla el tiempo que estarán encendidas las luces, el reloj modelo RTC1307 está conectado al Arduino Mega ADK2560 para mandar la orden de encendido y apagado con respecto a la hora programada que más utilidad requiere, en la siguiente figura se presenta.



*Figura 2.1 Sistema de cableado de lámparas dentro del plano de la maqueta.*

**Tabla 2.1** Componentes del sistema de iluminación.

Sección	Componente	Descripción
1	Caja de control	Caja de plástico de 19cm x 11cm x 7cm que contiene los componentes del sistema que son Raspberry Pi2, Arduino mega 2560, reloj RTC 1307, ventilador de 5v, módulos de conexiones para sensores y actuadores, 4 conexiones USB y conexión ethernet.
2	Módulo de relevadores.	4 Relevadores montados en placa para Arduino.
3	Lámparas de leds	Lámparas de 12V compuestas por tiras de leds.
Azul	Cables	Conexiones.

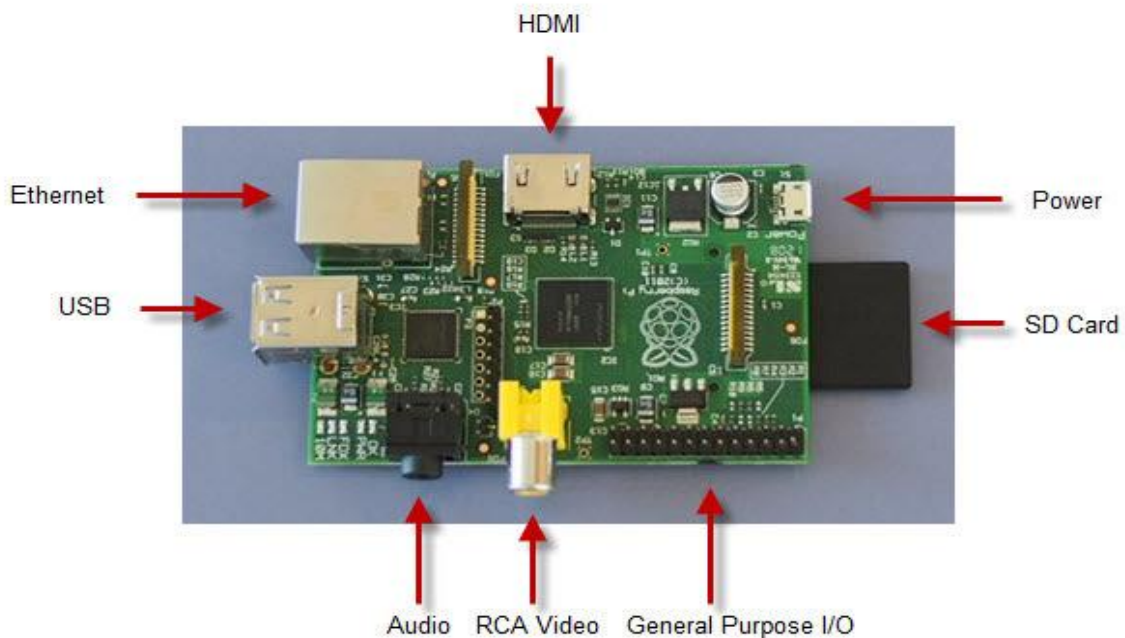


Los sensores de presencia pueden ser incluidos o no para futuros proyectos y mejoras, a voluntad del configurador del equipo, todo el sistema está conectado al servidor web que está conectada a la red externa para poder controlarlo en cualquier parte donde tengamos internet.

## 2.2 Raspberry Pi 2

Raspberry Pi es un ordenador de placa reducida o (placa única) (SBC) de bajo coste desarrollado en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas.

Raspberry Pi 2 llega con procesador Broadcom ARM Cortex-A7 de cuatro núcleos y 2 GB de RAM, lo que según sus desarrolladores multiplica por seis la potencia del aparato en comparación con el modelo más actual.



*Figura 2.2 Tarjeta Raspberry Pi 2.*

### Especificaciones técnicas

- Procesador de cuatro núcleos Broadcom BCM2836 ARM Cortex-A7
- GPU Video Core IV doble núcleo con soporte Open GL ES 2.0, aceleración por hardware Open VG, 1080p 30 frames, H.264
- 2 GB LPDDR2 SDRAM
- Salida de vídeo 1080p
- Salida de vídeo compuesto (PAL / NTSC)
- Salida de audio estéreo
- Ethernet 10/100 Base
- HDMI 1.3 y 1.4
- Audio compuesto Jack 3,5 mm
- 4 puertos USB 2.0
- MPI CSI-2
- Socket Micro SD
- Conector Serie
- GPIO 40 pines

El Raspberry Pi 2 conserva compatibilidad total con anteriores modelos y mejora la optimización para ejecutar tecnologías libres como WebKit, LibreOffice, Scratch, Pixman o XBMC/Kodi, Linux.

### 2.2.1 Raspberry Pi 2 usos

Las ventajas de la Raspberry Pi y su hardware son muy prometedoras, tiene la capacidad de desarrollar casi cualquier proyecto sin problemas, estos son algunos de sus usos:

- Ordenador

El Raspberry Pi no creo que vaya a sustituir a ningún ordenador de sobremesa actual. Pero hasta hace relativamente poco teníamos ordenadores menos potentes que el Raspberry Pi. De hecho, hace muy poquitos años los ordenadores no podían reproducir vídeo en alta definición, cosa que el Pi hace perfectamente. De momento podemos ejecutar algunas distribuciones de Linux, aunque sigue en progreso la posibilidad de instalarle Android y, con ello, acceder a todas las aplicaciones disponibles en la tienda de Google. Puede que su ventaja sea su reducido tamaño, y por ello es el ordenador perfecto para llevarnos con nosotros siempre que no necesitemos un portátil, para usarlo por ejemplo en alguno de los usos que veremos a continuación o simplemente para navegar y comprobar nuestro correo de vez en cuando.

- Videojuegos

Si el Raspberry Pi tiene bastante potencia para reproducir vídeo en alta resolución, también es capaz de ejecutar todo tipo de emuladores de arcade clásicos, ordenadores "vintage" y consolas de videojuegos. Los controles no son un problema gracias a contar con puertos USB. Además, si somos creativos, podremos hacer una consola portátil si le conectamos una pantalla TFT.

- Hogar inteligente

En internet hay numerosos proyectos basados en la Raspberry Pi para automatizar determinadas actividades en el hogar.

Desde el control remoto del aire acondicionado, utilizando la tarjeta como un sistema de automatización, iluminación, apertura o cierre de puertas o control de sensores y actuadores.

### 2.2.3 Diseño de sistema de Raspberry Pi

El sistema domótico por Raspberry Pi al ser armado totalmente con todas sus funciones, podemos crear nuestros controles de todo lo que deseamos administrar y monitorear en nuestra página web, para ello se diseñó total de conexiones de todo el sistema que se presenta en las siguientes figuras.

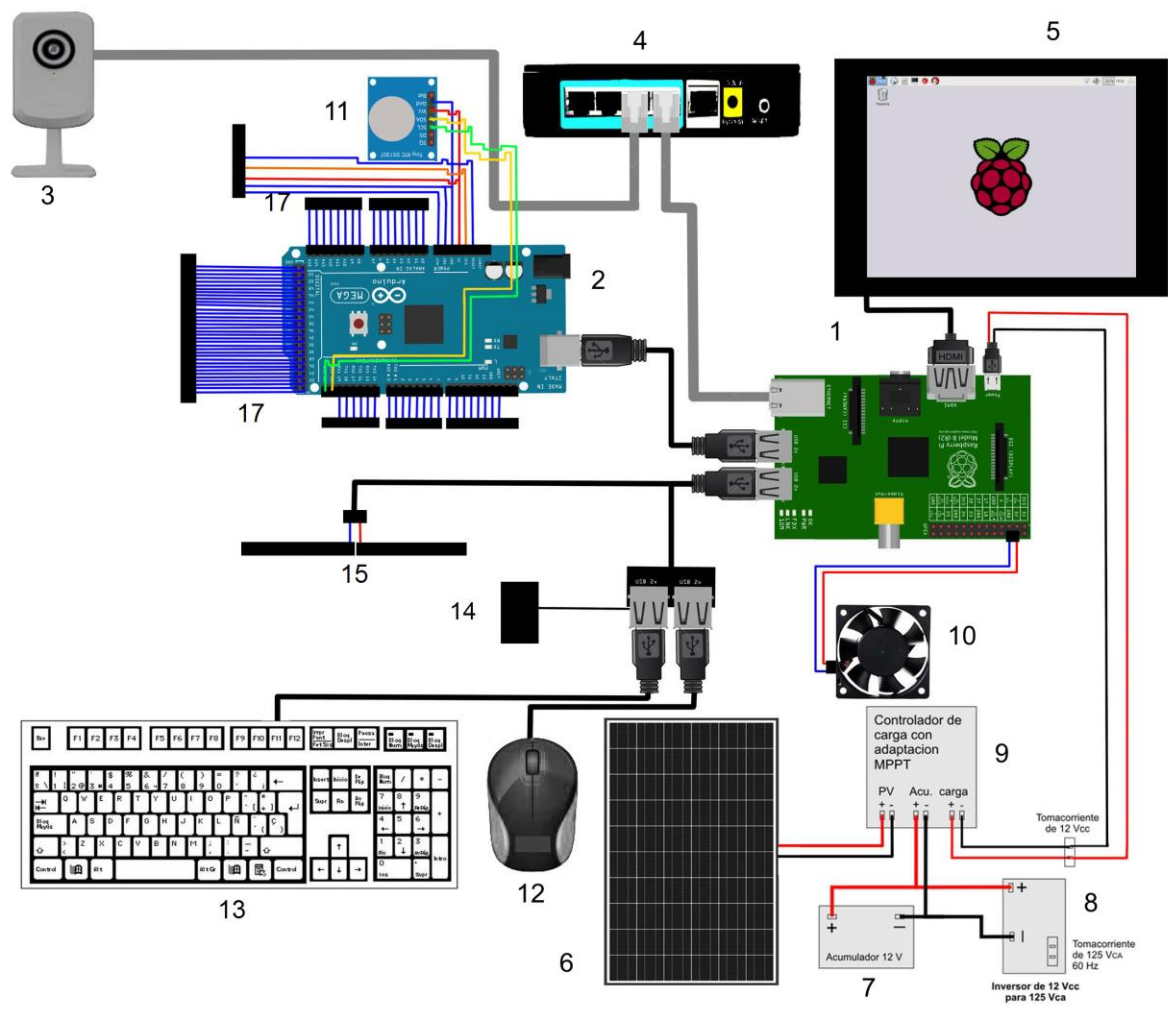
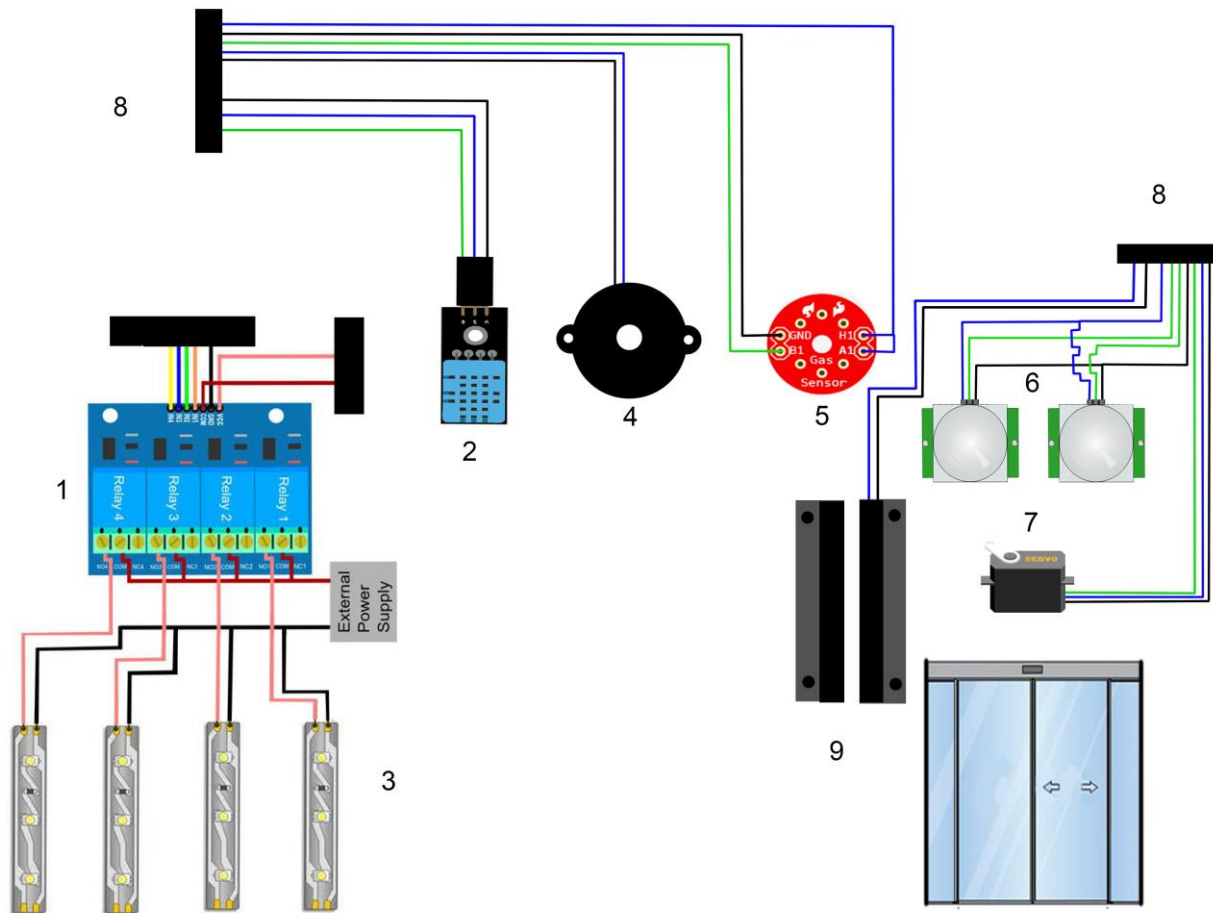


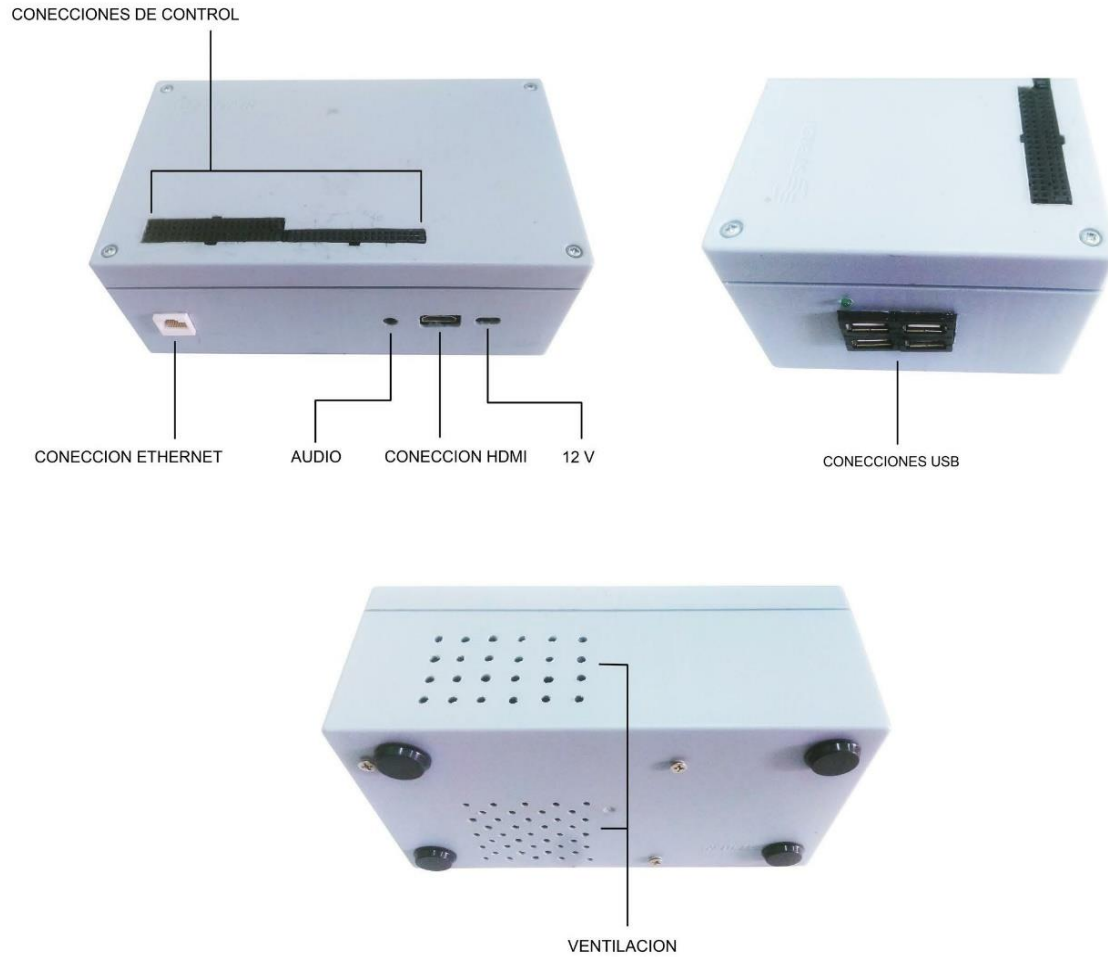
Figura 2.3 Diagrama de conexiones hacia la Raspberry Pi 2.



*Figura 2.4 Diagrama de los mecanismos conectados al Arduino Mega.*

Presentadas las siguientes figuras podemos observar las conexiones que se requirieron para su construcción, se dividió en dos diagramas.

## 2. Fundamento Teórico



*Figura 2.5 Caja de control.*



81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
A	B	C	D	F	G	H	I	J	K	M	N	Ñ	O	P	Q	R	S	T	U
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80

- Tierra: 1,2,3,4,21,22,23,62.
- CD 5 V : 5,6,7,24,25,26,27,44.
- Control 5 V: 50(Alarma), 70( Microservomotor), 54( Led Pasillos), 55,( Led Exteriores), 74( Led Recamara), 75( Led Sala).
- Datos : 45(Pir GH1), 46(Interruptor Magnetico), 53(DTH11), 64(MQ2), 65( Pir GH2).
- Conexiones libres configurables.

**Figura 2.6** Diagrama de conexiones de la caja de control.

**Tabla 2.2** Tabla de conexiones hacia la Raspberry Pi 2.

Sección	Componente	Descripción
1	Raspberry Pi 2.	Tarjeta principal encargada de las interfaces para Arduino y servidor Web
2	Arduino Mega 2560.	Tarjeta encargada del proceso de sensado, actuadores y alarma.
3	Cámara IP D-Link DCS-930L.	Dispositivo encargado de captura de imágenes.
4	Router.	Dispositivo encargado de establecer la conexión a internet.
5	Pantalla con conexión HDMI Opcional.	Visualizador de operaciones y datos.
6	Panel solar.	Dispositivo para la conversión de energía solar a eléctrica.
7	Batería.	Almacenamiento de la carga de energía.
8	Inversor.	Convierte la corriente directa en corriente alterna.
9	Controlador de carga.	Dispositivo que regula la entrada de carga proveniente del sistema de energía solar.
10	Ventilador.	Se encarga de mantener el sistema funcionando a una temperatura óptima.
11	Reloj programable RTC1307.	Sincroniza el sistema con hora y fecha reales.
12	Mouse opcional.	Dispositivo que facilita la selección de opciones en el sistema.
13	Teclado opcional.	Dispositivo para ingresar texto e instrucciones.
14	Bluetooth.	Establece la conexión del sistema con dispositivos externos compatibles con Bluetooth
15	Alimentación y tierra de 5 V.	Alimentación para sensores.

**Tabla 2.3** Tabla de los mecanismos conectados al Arduino Mega.

Sección	Componente	Descripción
1	Módulo de relevadores.	4 relevadores montados en placa para Arduino.
2	Sensor DTH11	Dispositivo que mide la temperatura y humedad en el ambiente.
3	Lámparas de Leds.	Lámparas de 12V compuestas por tiras de Leds.
4	Alarma.	Dispositivo para seguridad de puertas.
5	Sensor MQ2.	Sensor de gas.
6	Sensores de presencia PIR GH-718C	Dispositivos ubicados en la parte superior de la puerta que detectan la presencia de personas dentro y fuera de la casa.
7	Micro servo motor	Encargado de operar el mecanismo para apertura y cierre de puerta.
8	Pines macho	Pines para conexión a la caja de control.
9	Interruptor magnético	Sensor que detecta cuando la puerta está abierta o cerrada.

Las tablas mostradas y diagramas son la base para el proyecto prototipo del sistema de control domótico por Raspberry Pi 2, el sistema puede ser modificado si así requiere el configurador.

### 2.3 Sensores

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser, por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc.

#### 2.3.1 Sensor DHT11

Los sensores DHT11 y DHT22 son los más básicos y los más utilizados para implementarlos con Arduino, estos sensores están compuestos en dos partes, un sensor de humedad capacitivo y un termistor, también constan de un circuito integrado básico en el interior que hace la conversión de analógico a digital y este envía una señal digital con la temperatura y la humedad.

El DHT11 es un sensor que proporciona una salida de datos digital. Entre sus ventajas podemos mencionar el bajo coste y el despliegue de datos digitales.

Esto supone una gran ventaja frente a los sensores del tipo análogo, como el LM335 por ejemplo, en los cuales las fluctuaciones en el voltaje alteran la lectura de datos.

#### Especificaciones técnicas DHT11

- Alimentación de 3.3V a 5VDC
- Corriente máxima 2.5mA durante la conversión
- Lectura de humedad con un +/- 5% de precisión
- Lectura de temperatura con un +/- 2°C de precisión



- Capaz de medir humedad de 20% a 80%
- Capaz de medir temperatura de 0 a 50°C
- No más de 1 Hz en velocidad de muestreo (una vez cada segundo).

### **2.3.2 Sensores De Presencia**

Con bastante frecuencia necesitamos algún sistema de detectar la presencia de personas o animales en movimiento en un área dada.

Es la base de cualquier sistema de detección de intrusos, pero también se usan mucho en las escaleras comunitarias o aseos públicos para encender la luz en cuanto detecta el movimiento.

Todos los seres vivos desprenden calor y lo mismo ocurre con los automóviles y cualquier otra maquinaria, y ese calor se emite en forma de radiación infrarroja que podemos detectar con los dispositivos adecuados, como los sensores PIR.

Ya hablamos algo de la radiación infrarroja en una sesión previa en relación con los mandos a distancia IR y puedes darle un vistazo si quieres volver sobre el tema. En esta sesión nos vamos a centrar en los sensores PIR, que son elementos que detectan cambios en la radiación infrarroja que reciben y que disparan una alarma al percibirlo.

Los PIR más frecuentes son sensores de movimiento, y para ello están divididos en dos mitades de forma que detecten el cambio de radiación IR que reciben uno y otro lado, disparando la alarma cuando perciben ese cambio.

Las aplicaciones más comunes de los sensores de presencia, son en lugares de paso como escaleras, pasillos, recibidores, accesos a viviendas, etc., son los más recomendables para su uso, ya que son zonas de ocupación intermitente y por ello susceptibles a dejar las luces encendidas a nuestro paso, dependiendo del caso pueden llegar a ahorrar hasta un 20%.

También son componentes habituales de casi todas las instalaciones de seguridad su función es la siguiente, al detectar presencia envían una señal a la sirena para que se active, se utilizan en locales comerciales o como elementos adicionales a los sistemas de alarma convencionales.

Especificaciones técnicas.

- Sensor piro eléctrico (Pasivo) infrarrojo (También llamado PIR).
- Rango de detección: 3 m a 7 m, ajustable mediante trimmer (Sx).
- Salida activa alta a 3.3 V.
- Tiempo en estado activo de la salida configurable mediante trimmer (Tx).
- Re disparo configurable mediante jumper de soldadura.
- Consumo de corriente en reposo: < 50  $\mu$ A.
- Voltaje de alimentación: 4.5 VDC a 20 VDC.

### 2.3.3 Alarmas

Un sistema de alarma es un elemento de seguridad pasiva. Esto significa que no evitan una situación anormal, pero sí son capaces de advertir de ella, cumpliendo así, una función disuasoria frente a posibles problemas.

Por ejemplo:

La intrusión de personas. Inicio de fuego. El desbordamiento de un tanque. La presencia de agentes tóxicos. Cualquier situación que sea anormal para el usuario.

Son capaces además de reducir el tiempo de ejecución de las acciones a tomar en función del problema presentado, reduciendo así las pérdidas.

- Sensores de gas.

Un detector de gas es un sistema sensible a la presencia de las partículas gas dispersas en el aire.

Los detectores de gas que se utilizan en las alarmas de fugas, sirven para dar aviso anticipadamente, de que puede estar empezando una fuga.

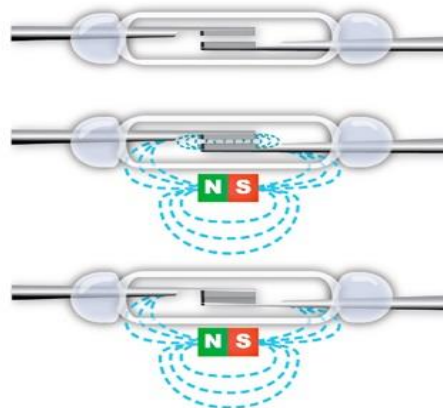
El sistema de detección del gas está compuesto principalmente por un sensor, donde alguna propiedad medible, cambia con la presencia del gas, y un actuador, que activa algún sistema de alarma o de seguridad.

En el caso de las alimentadas por la red eléctrica domiciliaria, no funcionan cuando el incendio está acompañado de una interrupción de la electricidad. Y, por el contrario, en caso de usar pilas o baterías, éstas podrían estar gastadas. Por esa razón, las alarmas también poseen un dispositivo de prueba que permite ver si el sistema electrónico está todavía activo

- Sensores magnéticos

En esta figura presentamos la función interna de nuestro interruptor magnético, al activarlos el circuito se cierra, al separar las barras activaríamos una alarma.

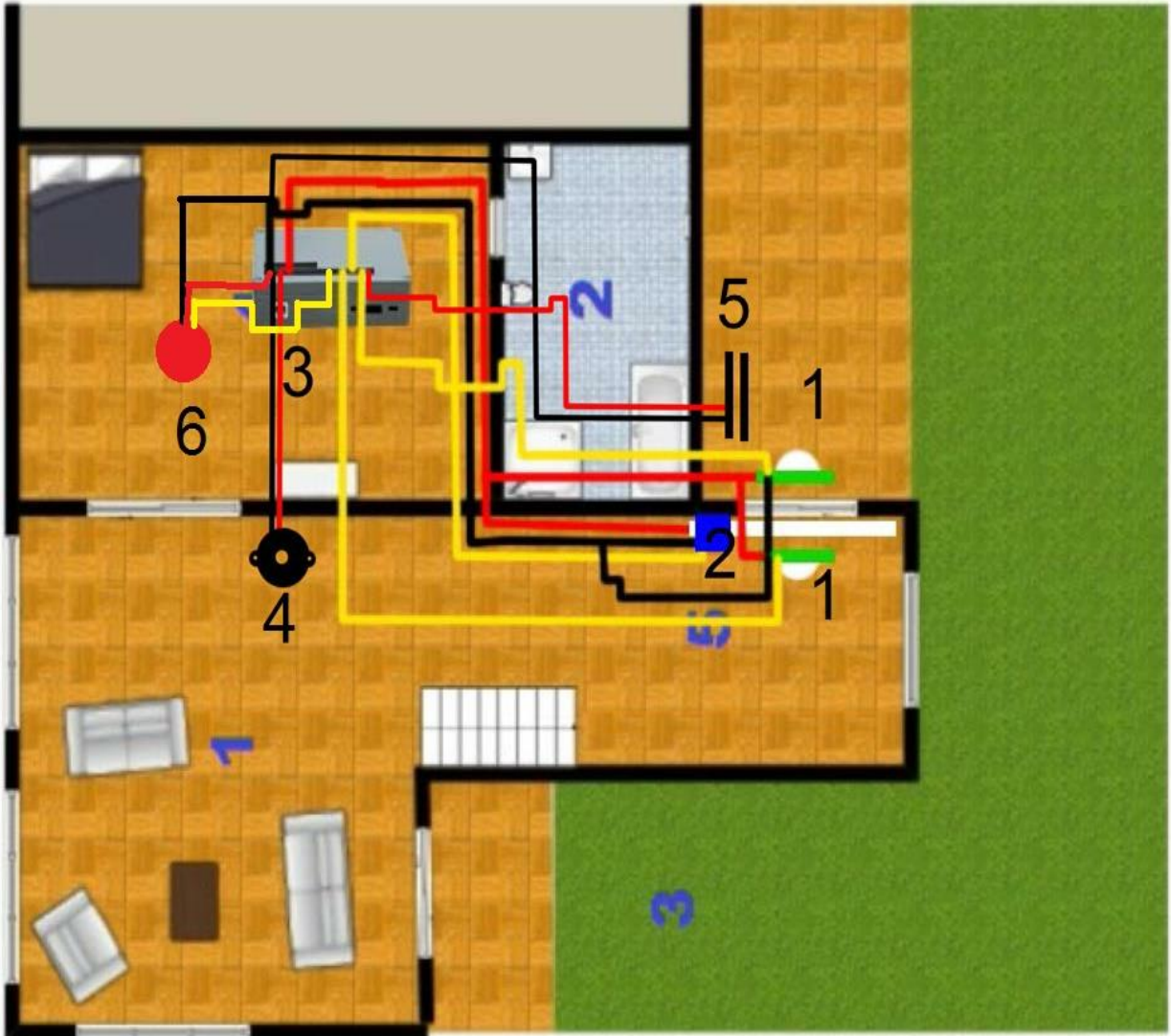
Al acercarse un campo magnético la fuerza generada provoca que ambos elementos entren en contacto, cerrando el circuito eléctrico.



*Figura 2.7 Funcionamiento de interruptor magnético.*

### 2.3.4 Distribución de sensores

En el plano de la siguiente figura se presentan la localización de los sensores y la alarma en la maqueta de prueba.



*Figura 2.8 Localización de sensores y alarma.*

**Tabla 2.4** Ubicación de sensores y componentes de alarma.

Sección	Componente	Descripción
1	Sensores de presencia PIR GH-718C.	Dispositivos ubicados en la parte superior de la puerta que detectan la presencia de personas dentro y fuera de la casa.
2	Micro servomotor.	Encargado de operar el mecanismo para apertura y cierre de puerta.
3	Caja de control.	Caja de plástico de 19cm x 11cm x 7cm que contiene los componentes del sistema que son Raspberry Pi 2, Arduino Mega 2560, reloj RTC 1307, ventilador de 5v, módulos de conexiones para sensores y actuadores, 4 conexiones USB y conexión ethernet.
4	Alarma.	Dispositivo para seguridad de puertas.
5	Interruptor magnético.	Sensor que detecta cuando la puerta está abierta o cerrada.
6	MQ2.	Sensor de gas.
Negro	Conexiones	GND.
Rojo	Conexiones	Vcc 5V
Amarillo	Conexiones	Envío de datos a la caja de control.

## 2.4 Actuadores

### Descripción general

Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas o sistemas mecánicos de movimientos.

Existen tres tipos de actuadores:

- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos

Los actuadores hidráulicos, neumáticos eléctricos son usados para manejar aparatos mecatrónicas. Por lo general, los actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia, y los neumáticos son simples posicionamientos. Sin embargo, los hidráulicos requieren demasiado equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico.

Por otro lado, las aplicaciones de los modelos neumáticos también son limitadas desde el punto de vista de precisión y mantenimiento.

Los actuadores eléctricos también son muy utilizados en los aparatos mecatrónicas, como, por ejemplo, en los robots. Los servomotores CA sin escobillas se utilizarán en el futuro como actuadores de posicionamiento preciso debido a la demanda de funcionamiento sin tantas horas de mantenimiento.

Por todo esto es necesario conocer muy bien las características de cada actuador para utilizarlos correctamente de acuerdo a su aplicación específica.

EL servomotor utilizado fue un micro servomotor modelo SG90.



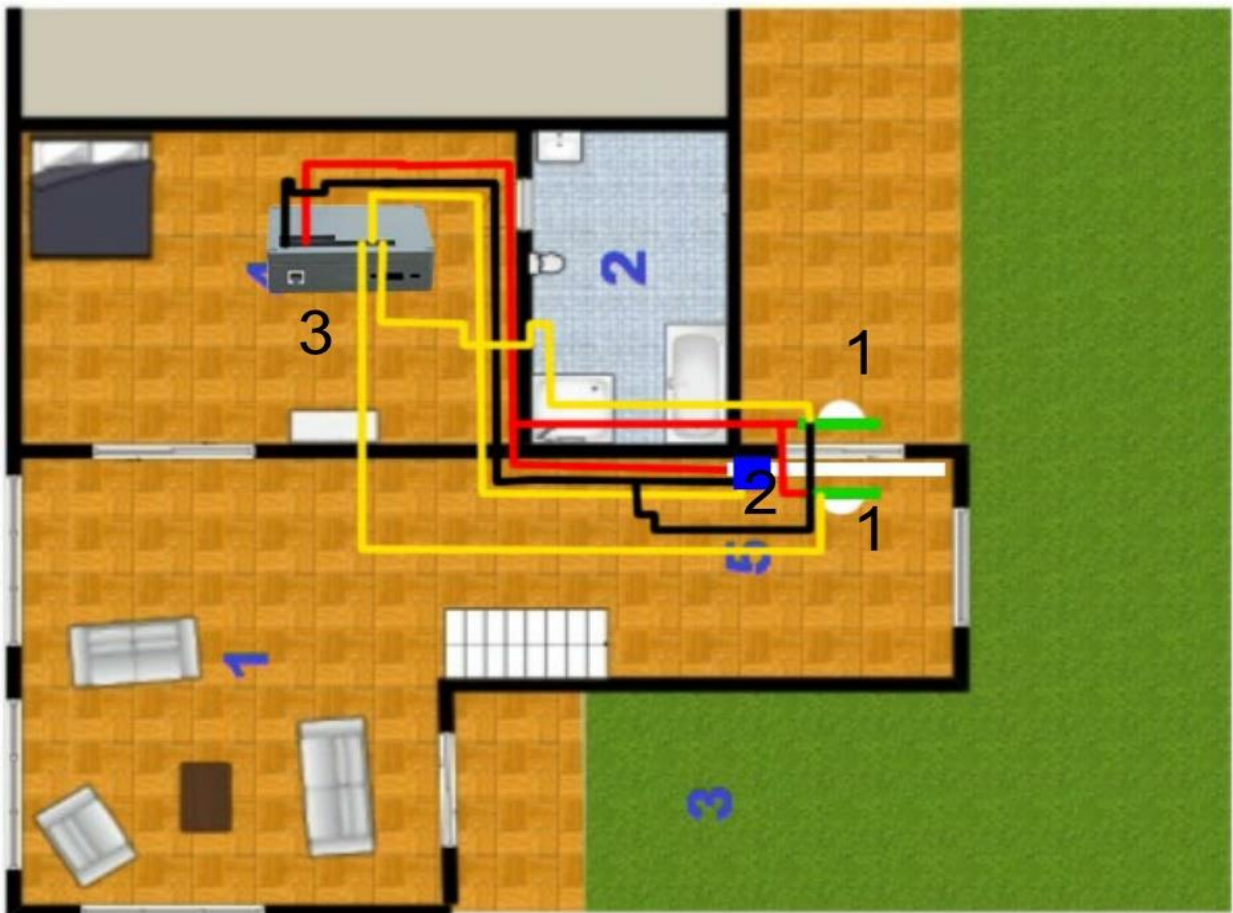
*Figura 2.9 Micro servomotor SG90.*

**Características:**

- Peso: 9 g
- Dimensiones: 22.2 x 11.8 x 31 mm aproximadamente.
- Par de bloqueo: 1,8 kgf · cm
- Velocidad de funcionamiento: 0,1 s / 60 grados
- Tensión de funcionamiento: 4,8 V (~ 5 V)
- Ancho de banda muerta: 10 microsegundos
- Rango de temperatura: 0 ° C - 55 ° C

**2.4.1 Distribución de actuadores.**

Plano de localización de puerta automática y sus conexiones en la figura 2.10



*Figura 2.10 Diagrama de control de puertas.*

**Tabla 2.5** Ubicación de partes para el control de puertas.

Sección	Componente	Descripción
1	Sensor de presencia.	Dispositivos ubicados en la parte superior de la puerta que detectan la presencia de personas dentro y fuera de la casa.
2	Micro servomotor.	Encargado de operar el mecanismo para apertura y cierre de puerta.
3	Caja de control.	Caja de plástico de 19cm x 11cm x 7cm que contiene los componentes del sistema que son Raspberry Pi 2, Arduino Mega 2560, reloj RTC 1307, ventilador de 5v, módulos de conexiones para sensores y actuadores, 4 conexiones USB y conexión ethernet.
Negro	Conexiones	Gnd.
Rojo	Conexiones	Vcc 5V
Amarillo	Conexiones	Envío de datos a la caja de control.

## 2.5 Cámara

Una cámara IP, es una cámara que funciona con el protocolo usado en Internet, podemos decir que es la suma de una cámara más un ordenador. Con respecto a las analógicas mejoran substancialmente la calidad de imagen, el tratamiento de datos y el acceso remoto. Su inconveniente se deriva de la gran cantidad de información que generan y que necesita de un hardware apropiado para el almacenamiento de video (disco duro), así mismo un tamaño excesivo de los archivos de imágenes dificulta su transmisión a través de Internet.

### 2.5.1 Características cámara IP

**Resolución.** Cantidad de pixeles o puntos que componen la imagen. El primer número son los pixeles en horizontal y el segundo en vertical. Cuantos mayores son los números mayor calidad de imagen y más fácil será observar los detalles.



**Angulo de visión.** Define el tamaño de la imagen que va a captar la cámara, a mayor ángulo de visión mayor será la imagen captada. Las cámaras más sencillas tienen un ángulo de visión de 60 grados.

**Visión nocturna.** Las cámaras con visión nocturna pueden captar la luz de infrarrojos que el ojo humano no es capaz de ver. Por el día no deben captar esta luz y para ello deben llevar un filtro que se activará automáticamente cuando la luz sea suficiente.

**FPS.** Cantidad de imágenes por segundo que capta la cámara. A mayor número de imágenes mejor se reproducirá el movimiento, pero también tendrá un mayor peso el archivo grabado o transmitido a través de Internet.

**Compresión.** Algoritmos utilizados para reducir el peso de los archivos de las imágenes grabadas. Puede ser MJPEG, MPEG4, o H264. Este último formato es el que se está imponiendo en la mayoría de las cámaras.

**Wifi.** Las cámaras se conectan al Router de la red local ya sea mediante un cable UTP o a través de la red inalámbrica, o red WIFI. Todas las cámaras foscam permiten la conexión wifi sin cables.

**Movimiento remoto.** Las cámaras dotadas de movimiento remoto permiten girar el objetivo tanto en el plano horizontal como en el plano vertical, pudiendo captar la imagen de varias cámaras, aunque no de manera simultánea. Las cámaras foscam motorizadas permiten girar 300 ° en horizontal y 120° en vertical.

**Sonido.** Puede ser sonido de altavoz, micrófono, o ambos. Con el sonido altavoz podremos lanzar mensajes de voz a través de la cámara desde nuestro móvil o PC.

**Grabación.** Todas las cámaras permiten grabar imágenes en una, PC o servidor. Si la cámara dispone de ranura SD entonces podrá grabar imágenes en la tarjeta sin necesidad de PC externo.

### **2.5.2 Control de Cámara IP**

Configuración de cámara IP, para ello se necesitó comprender el manual de uso de la cámara de fábrica, sus especificaciones técnicas y los pasos a seguir para dar de alta la cámara en el servidor D-link para poder recibir video en línea vía internet.

Después de tener encender nuestra cámara seguimos con el paso de configuración, nuestro disco de instalación propio de la cámara se encargará de las configuraciones correspondientes explicadas en el manual de usuario, al dar de alta nuestra cámara en el servidor D-link podemos ingresar a la página.

Al ingresar nuestra cámara ya instalada podemos monitorear video y audio en línea por la red.

Nuestra cámara ahora necesita ser configurada con una IP fija para evitar problemas de conexión a nuestra página web donde será enlazada, para eso al ingresar a la página web de la cámara dada por D-link fuimos a configuración de red de la cámara, por default viene en modo DHCP, tendremos que seleccionar el modo Dirección IP estática.

La dirección IP, la máscara de subred ya nos es dada, hay que anexar la puerta de enlace predeterminada y el DNS primaria y secundaria, estos se obtienen al ingresar a nuestro modem de servicio de red, con este paso podremos configurarlo en modo IP fijo para poder anexar la página de servicio de la cámara a la página web de nuestro servidor en la Raspberry Pi. El anexo de la página de servicio de la cámara se logra generando el código HTML del mismo, dado por el fabricante D-link. Se anexa el código a nuestra página web programado en websiteX5, seleccionamos creación de mapa en la opción seguridad y anexamos el código.

Al copiar nuestra página web podemos obtener nuestro enlace vía directa de la red de nuestra cámara IP, con esto tenemos nuestro diseño de control de nuestra cámara IP D-link anexo a nuestra web de control domótico.

## 2.6 Arduino

### Descripción general

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

El hardware consiste en una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida.<sup>4</sup> Los microcontroladores más usados son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, y Atmega8 por su sencillez y bajo coste que permiten el desarrollo de múltiples diseños. Por otro lado, el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación Processing/Wiring y el cargador de arranque que es ejecutado en la placa.<sup>4</sup> Se programa en el ordenador para que la placa controle los componentes electrónicos.

### 2.6.1 Arduino Mega

Arduino es una plataforma de desarrollo de código abierto, basada en una tarjeta con entradas y salidas, y un entorno de programación que implementa el lenguaje Processing/Wiring. Arduino puede ser utilizado para desarrollar objetos autónomos interactivos o puede ser conectado con el software de la computadora (por ejemplo, Flash, Processing, MaxMSP). El IDE de código abierto puede ser descargado de forma gratuita para Mac OS X, Windows y Linux.

El Arduino Mega es una tarjeta de desarrollo basada en el ATmega2560. Tiene 54 pines de entrada/salida digital (de los cuales 14 pueden ser usados como salidas de PWM), 16 entradas analógicas, 4 UARTs (puertos seriales), un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un conector para ICSP, y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para usar el microcontrolador, basta con conectarlo a un ordenador con un cable USB o energizarlo con una fuente de poder o batería para comenzar a usarlo.

El Arduino Mega es compatible con la mayoría de los shields diseñados para el Arduino Duemilanove o Diecimila.

El Arduino Mega 2560 R3 también añade pines SDA y SCL al lado del pin AREF. Además, hay dos nuevos pines colocados cerca del pin de RESET. Uno de ellos es el IOREF que permiten que los shields se adapten al voltaje suministrado desde la tarjeta. El otro es uno que no está conectado reservado para usos futuros. El Arduino Mega 2560 R3 trabaja con todos los shields existentes y se puede adaptar a nuevos shields que utilizan estos pines adicionales.

Especificaciones técnicas:

- microcontrolador Atmega2560
- 5V Tensión de funcionamiento
- Voltaje de entrada (recomendado) 7-12V
- Voltaje de entrada (límite) 6-20V
- Digitales pines 54 (de los cuales 15 proporcionan salida PWM)
- Entrada analógica pasadores 16
- Corriente por Pin 20 mA
- Memoria flash de 256 KB, 8 KB utilizado por el gestor de arranque
- SRAM 8 KB
- EEPROM 4 KB
- Velocidad de reloj de 16 MHz

## 2.7 Sistema de energía por paneles solares.

### Descripción General.

Fuente de alimentación para la Raspberry Pi y generador de corriente alterna con inversor mediante paneles solares.

### 2.7.1 Panel Solar

El panel solar mostrado en la siguiente imagen fue el utilizado para la realización del proyecto de la parte de energías renovables.



*Figura 2.11 Panel solar.*

Especificaciones:

- Capacidad Máxima ( $P_{max}$ ): 10W
- Voltaje a máxima Potencia ( $V_{mp}$ ): 17.5 V
- Corriente a máxima Potencia ( $I_{mp}$ ): 0.58A
- Voltaje de circuito abierto ( $V_{oc}$ ): 21.7V
- Corriente de corto circuito ( $I_{sc}$ ): 0.63<sup>a</sup>

### 2.7.2 Inversores

El inversor de voltaje es un sistema que convierte la tensión de corriente continua (en este caso los 12 voltios de una batería), en un voltaje simétrico de corriente alterna, que puede ser de 220V o 120V, dependiendo del país o del uso que se le piense dar a este circuito. La frecuencia del inversor se calibra de acuerdo a la frecuencia requerida por el aparato o electrodoméstico que vallamos a alimentar.

El inversor se utiliza en infinidad de aplicaciones, que van desde pequeñas UPS para computadores, hasta aplicaciones industriales de alta potencia. Otra gran aplicación de los inversores, es la de convertir la corriente continua generada por los paneles solares (que es almacenada en baterías), en corriente alterna, para luego ser utilizada en el hogar o la industria rural, reemplazando el servicio de la red pública. También a partir del almacenamiento de energía en de bancos de baterías, se usa en recreación, aplicaciones náuticas y alimentación de sistemas de comunicaciones. A nivel casero se usa para la alimentación de televisores, reproductores de video y electrodomésticos en automóviles.

El inversor a utilizar fue el modelo Radio Shack 150 watts de corriente directa para las pruebas básicas de nuestro sistema de energía de paneles solares.



*Figura 2.12 Inversor de 150 Watts.*

Características:

- tomas de corriente alterna
- Puerto USB
- 150 Watts

### **2.7.3 Baterías de almacenamiento.**

La disponibilidad de energía solar y del viento para producir la electricidad raras veces coincide con el tiempo cuando la necesitamos. En generadores hidroeléctricos se puede aumentar el flujo de agua con válvulas, pero no podemos regular el sol ni el viento.

Balancear la energía entre la producción y el uso es imprescindible. Hay muchas formas como almacenar la energía, en sistemas pequeños las más usadas son baterías a base de plomo (acumuladores). Otros tipos de baterías, sobre todo los de Ion de Litio (Li-Ion) están en desarrollo y pueden cada vez más sustituir las de plomo.

Hay diferentes tipos de baterías de plomo según el material de sus componentes. Para aplicaciones en sistemas fotovoltaicos y eólicos se usa en la gran mayoría baterías a base de plomo por su buena relación del precio por energía disponible.

La mayoría de las baterías de plomo usadas en sistemas solares y eólicos parecen a los que se usan en autos y camiones, pero son optimizadas para una aplicación diferente. Importante en los carros es la disponibilidad de mucha energía durante un tiempo muy corto, principalmente para arrancar el motor. Este alto flujo de amperes necesario se logra con capas de plomo delgadas.

En sistemas solares y eólicas las baterías tienen que dar la energía sobre un tiempo relativamente largo y frecuentemente se descargan a niveles más bajos.

Estas baterías de tipo ciclo profundo tienen capas de plomo gruesas que además brindan la ventaja de significativamente prolongar su vida.

Estas baterías son relativamente grandes y pesadas por el plomo. Son compuestas de celdas de 2 voltios nominales que se juntan en serie para lograr baterías de 6, 12 o más voltios.

Hay que diferenciar entre baterías para el uso cíclico (cargar y descargar diariamente) y las baterías para el uso en sistemas de alimentación ininterrumpida (UPS). Estas solamente entran en función cuando hay un fallo de electricidad, pero normalmente son llenas. Internamente son diferentes, por ejemplo, varía el porcentaje de amonio en el ácido. Baterías para el uso en UPS frecuentemente no aguantan el uso cíclico en sistemas de energías renovables.

Batería de 12V 7AH YTX7L-BS



*Figura 2.13* Batería de carga.



Características:

- Altura de Elemento:13.1 cm
- Nombre del Modelo: YTX7L-BS(GEL)
- Anchura de Elemento:7.1 cm
- Longitud del artículo:11.4 cm
- Tipo de material: ABS
- C.C.A:100
- Capacity:7Ah
- Voltaje:12V

#### **2.7.4 Regulador de carga para baterías.**

Dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobre descargas profundas.

El regulador de tensión controla constantemente el estado de carga de las baterías y regula la intensidad de carga de las mismas para alargar su vida útil. También genera alarmas en función del estado de dicha carga.

Los reguladores actuales introducen microcontroladores para la correcta gestión de un sistema fotovoltaico. Su programación elaborada permite un control capaz de adaptarse a las distintas situaciones de forma automática, permitiendo la modificación manual de sus parámetros de funcionamiento para instalaciones especiales. Incluso los hay que memorizan datos que permiten conocer cuál ha sido la evolución de la instalación durante un tiempo determinado.

Para ello, consideran los valores de tensión, temperatura, intensidad de carga y descarga, y capacidad del acumulador.

Existen dos tipos de reguladores de carga, los lineales y los conmutados

Controlador solar en miniatura SS-6 de 12V



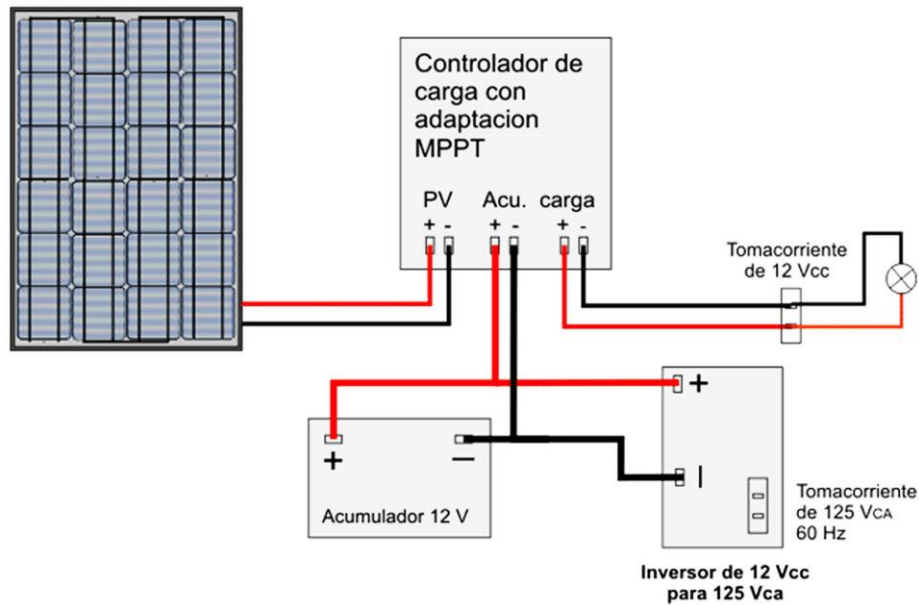
*Figura 2.14 Regulador de carga.*

Características:

- Alto (cm) 5.5
- Ancho (cm) 3.4
- Corriente (A) 10
- Largo (cm) 15.2
- Peso (kg) .23
- Voltaje (DC) 12

### 2.7.5 Control de energía de paneles solares.

En la siguiente figura podemos observar el siguiente diagrama, fue el utilizado para la realización del sistema de paneles solares:



*Figura 2.15 Diagrama de sistema de energía solar.*

Componentes:

- Panel solar de 12 V
- Regulador de carga de 12 V a 10 A
- Batería a 12 V a 7 A.
- Inversor de 150 Watts.

## 2.8 Bluetooth

La tecnología Bluetooth es una tecnología para comunicaciones de corto alcance, cuyo objetivo fue, en primer lugar, la sustitución de cables de dispositivos, haciendo éstos mucho más portables manteniendo, eso sí, los niveles de seguridad en las comunicaciones. Las principales características del Bluetooth son la robustez, el bajo consumo y el bajo coste. Las especificaciones Bluetooth definen una completa estructura uniforme para que un amplísimo tipo de dispositivos puedan conectarse y comunicarse entre ellos.

La tecnología Bluetooth ha conseguido tal aceptación a nivel mundial que cualquier dispositivo que disponga del Bluetooth habilitado puede comunicarse con otro dispositivo Bluetooth que se encuentre en sus inmediaciones. Estas comunicaciones inalámbricas entre dispositivos son pequeñas redes de corto alcance de tipo adhoc, conocidas como piconets. Cada dispositivo puede establecer varias piconets simultáneamente, que son establecidas dinámicamente y automáticamente cuando un dispositivo Bluetooth entra en un radio de proximidad de otro dispositivo Bluetooth.

Pero la característica más importante de la tecnología Bluetooth es la capacidad de poder realizar transmisiones de voz y datos de forma simultánea. Esto nos permite a los muchísimos usuarios de Bluetooth disfrutar de soluciones muy útiles, como son las manos libres, los auriculares inalámbricos, impresoras inalámbricas, sincronizar nuestra PDA, etc.

Para este proyecto se decidió utilizar el modelo Bluetooth Jbtek Raspberry Pi USB 4.0 ya que puede conectarse a los puertos USB de la tarjeta Raspberry Pi.

### Especificaciones técnicas:

- AMP Genérico. L2CAP. A2MP. Seguridad y HCI.
- 802.11PAL.
- HCI Transporte actualiza para USB y SDIO.
- Bluetooth BT 4.0 + HS Cumple (alta velocidad).
- Compatible con Bluetooth versión 4.0, 3.0, 2.1 y 2.0.
- Perfiles de reparto: Networking, de marcado manual, fax, acceso LAN y Auriculares.
- Recepción / envío de la gama: 1-100m.
- Chipset: CSR8510.
- Interfaz: USB Cumplimiento.
- Vota: 3Mbps.
- Sistema Operativo: Windows XP / Vista / 7 / 8 / 8.1, Linux de 32/64 Bits.

## **2.9 Sistema de control vía remota.**

### **Descripción general**

El monitoreo y control de procesos en forma remota, hasta ahora ha sido realizado principalmente por software H M I (Human Machine Interface), también puede ser por conexiones por la red mediante algún servidor web de control, o aplicaciones de códigos libres como Android, estos tipos de control permiten visualizar y actuar sobre el proceso productivo en tiempo real, obteniendo así un control centralizado de una planta, equipo de cómputo, dispositivos de seguridad, dispositivos móviles, etc.

Cada uno de los distintos tipos de control H M I, permiten comunicarse con cualquier computador o dispositivo de diferentes marcas, utilizando los Driver correspondientes. También cuentan con alguna base de datos que almacenan, presentan o administran la información relevante del proceso en que se desea controlar.

Cuando un usuario requiere visualizar el proceso, debe tener una aplicación o conexión H M I cargada en su equipo. De esta forma puede acceder a operar, modificar o solamente monitorear lo que se desea controlar, de acuerdo a su perfil de usuario.

### **2.9.1 Diseño del sistema de vía remota**

Hoy existe la tecnología que no tiene fronteras. En este proyecto de control domótico por Raspberry Pi usted puede monitorear y controlar los procesos de su dispositivo desde cualquier parte del mundo, las 24 horas, los 365 días del año y sólo los usuarios que usted predefina.

Este diseño se requirió de un sitio web, especialmente diseñado según las necesidades básicas de su usuario, con los respectivos perfiles y password de acceso y presentación de datos, que resguarda la seguridad de la información.

EL sistema web, es capaz de comunicarse con la tarjeta maestra (Raspberry Pi) que este a su vez controla un Arduino que administra parte de los procesos de la casa y este a su vez es capaz de entregar todas las variables involucradas a la tarjeta maestra, como por ejemplo: temperatura, humedad, sensores de gas LP, reloj, control de luces, alarmas, actuadores, etc.

Esta información permitiría obtener información real del proceso en línea.

Con esta información rescatada online de la red, desde nuestra casa a controlar, permite:

- Controlar nuestra iluminación a gusto.
- Presentación de datos de nuestros sensores.
- Control de alarmas.
- Monitoreo de video y audio en línea.
- Reloj en línea.
- Control de actuadores.

### **2.9.2 Comunicación de datos a usar**

Existen varios métodos para una comunicación de datos vía remota, ya sea por una web con conexión a la red, alguna aplicación programada, también la instalación de softwares para enlaces de una computadora a otra, cada método con sus diferentes formas de configuraciones.

Teniendo los métodos disponibles analizamos que opciones podemos utilizar para poder abarcar lo máximo posible en funciones para nuestro sistema de control domótico en esta ocasión será mediante el monitoreo por una página web.

## **Capítulo 3**

# **Metodología del Sistema**



### **3.1 Metodología**

La metodología que se utilizara para representar el proyecto es mediante un diagrama de bloques para su mejor representación y comprensión del proyecto.

### **3.2 Requerimientos y especificaciones**

Para el proyecto se requiere conocimientos sobre configuraciones en sistemas Raspbian, Arduino, sistemas de monitoreo de cámaras en red, programación PHP y HTML.

### **3.3 Necesidad básica**

Mayor calidad de vida a través de la tecnología, ofreciéndole un aumento del bienestar y la seguridad de los habitantes, a la vez que una reducción de las tareas domésticas y una racionalización de los distintos consumos, las necesidades básicas para la domótica serian:

- Iluminación.
- Energía.
- Seguridad.

### **3.4 Definición del problema**

Diseñar un sistema a nivel prototipo que defina las bases para que permita una comunicación vía red mediante un dispositivo portátil y la central, con la capacidad de poder controlar electrónicamente una casa, su iluminación, sus actuadores, sensar la temperatura y humedad entre otros tipos de sensores, también el sistema de seguridad debe estar monitoreando las 24 horas.

### 3.5 Requerimientos del usuario

Los principales requerimientos que debe cumplir el sistema se enuncia a continuación:

- Fácil de usar: menor cantidad de botones posibles para el control de luminarias.
- Nivel de iluminación: que permita el desarrollo adecuado de las actividades en oficinas.
- Uniformidad: que el nivel de iluminación sea igual en todos los puntos del cubículo.
- Deslumbramiento: que las lámparas no causen ceguera al usuario.
- Visibilidad: que la iluminación permita una visión adecuada.
- Ahorro energético: que el sistema contribuya con el ahorro energético.
- Seguridad: que las instalaciones del sistema sean seguras.
- Adaptabilidad al usuario: que el usuario pueda controlar las luminarias vía remota

**Tabla 3.1** Análisis de las especificaciones.

REQUERIMIENTO	ESPECIFICACIONES	INTERVALO
Led	Luz led	
Raspberry Pi 2	Ordenador	1 pza.
DTH11	Sensor de temperatura y humedad ambiental	1 pza.
HC-SR501	Sensor de presencia	2 pzas.
MC-38	Sensor magnético	2 pzas.
MQ-2	Sensor de humo	1 pza.
Arduino Mega	Procesamiento de datos	1 pza.
Captación de luz solar	Panel solar	1 pza.
Almacenamiento de energía	Baterías de almacenamiento	1 pza.
Conversión CD-CA	Inversor de corriente	1 pza.
Control de almacenamiento de carga	regulador de carga	1 pza.
Bluetooth	Bluetooth JBTEK Raspberry PI USB 4.0	1 pza.

### 3.6 Diagrama de bloques del sistema

En este subtema se presenta el siguiente diagrama donde explicamos cómo está armado nuestro sistema de control domótico por Raspberry Pi 2, también se muestra una tabla donde explicamos las partes del diagrama y sus componentes.

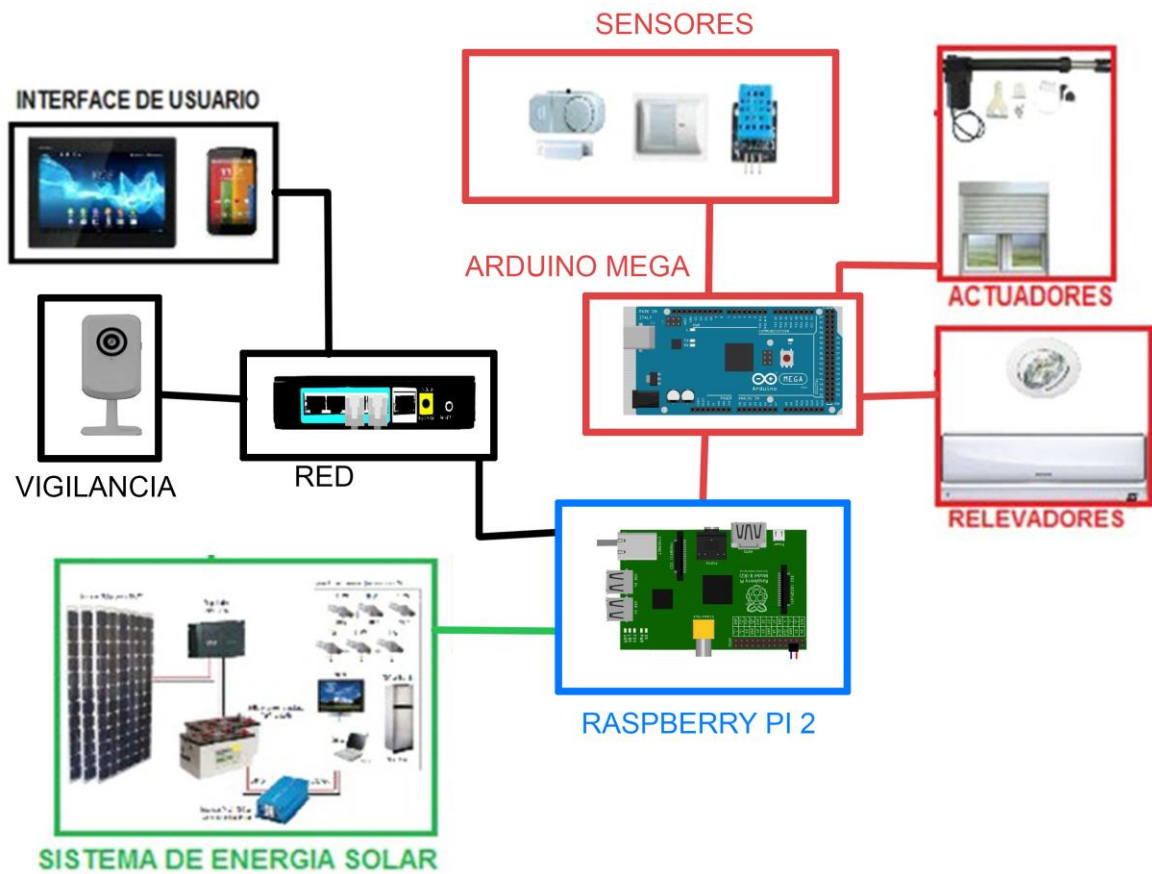
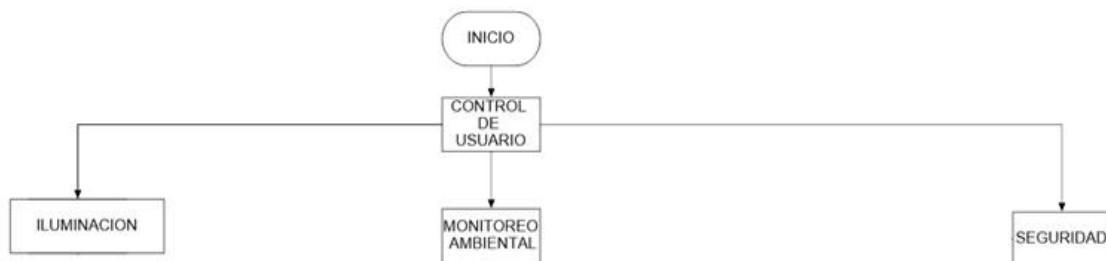


Figura 3.1 Diagrama de bloques del sistema.

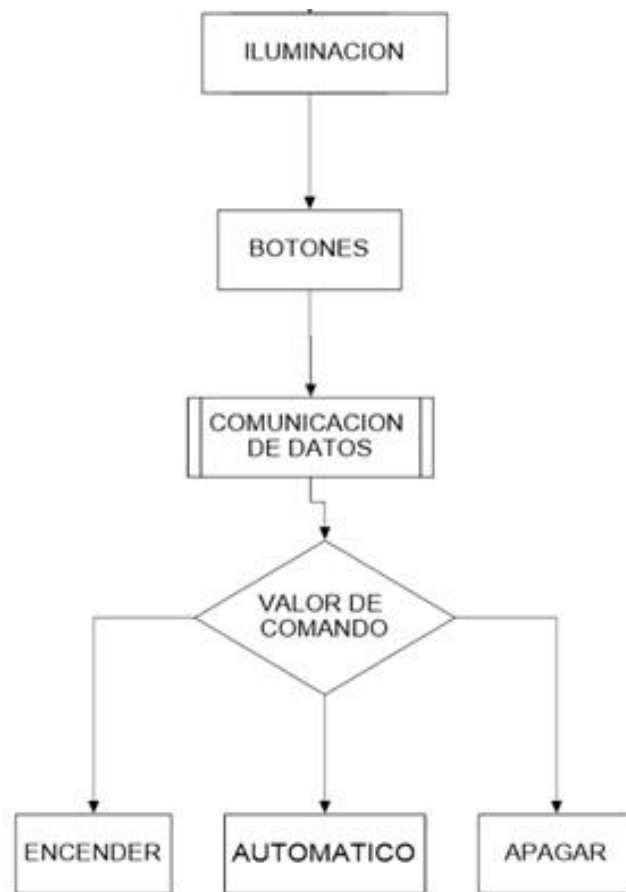
**Tabla 3.2** Análisis de las especificaciones del diagrama de bloques.

Sección	Componentes	Descripción
Negro	Interfaz de usuario	Dispositivos para conectarse al sistema mediante internet.
	Vigilancia	Sistema de cámaras de seguridad.
	Red	Encargado de establecer las conexiones dentro del sistema y a internet.
Rojo	Sensores	Dispositivos que miden los cambios físicos del ambiente y movimientos.
	Actuadores	Encargada de accionamientos mecánicos (puertas, ventanas, etc.)
	Arduino Mega	Tarjeta encargada del proceso de sensado, actuadores y alarma.
	Relevadores	Dispositivos se encargan de la etapa de potencia
Azul	Raspberry Pi 2	Tarjeta principal encargada de las interfaces para Arduino y servidor Web
Verde	Sistema de energía solar	Está encargado de convertir la energía solar en eléctrica y su almacenamiento.

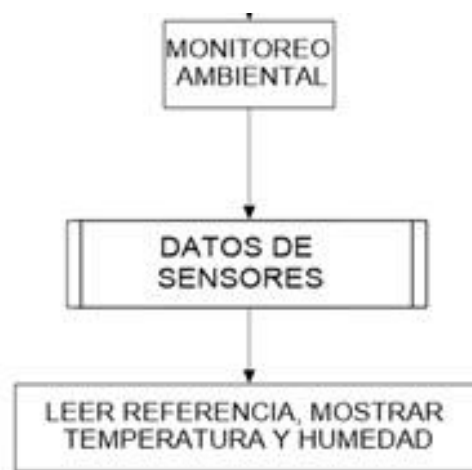
### 3.7 Diagramas de flujo del sistema.



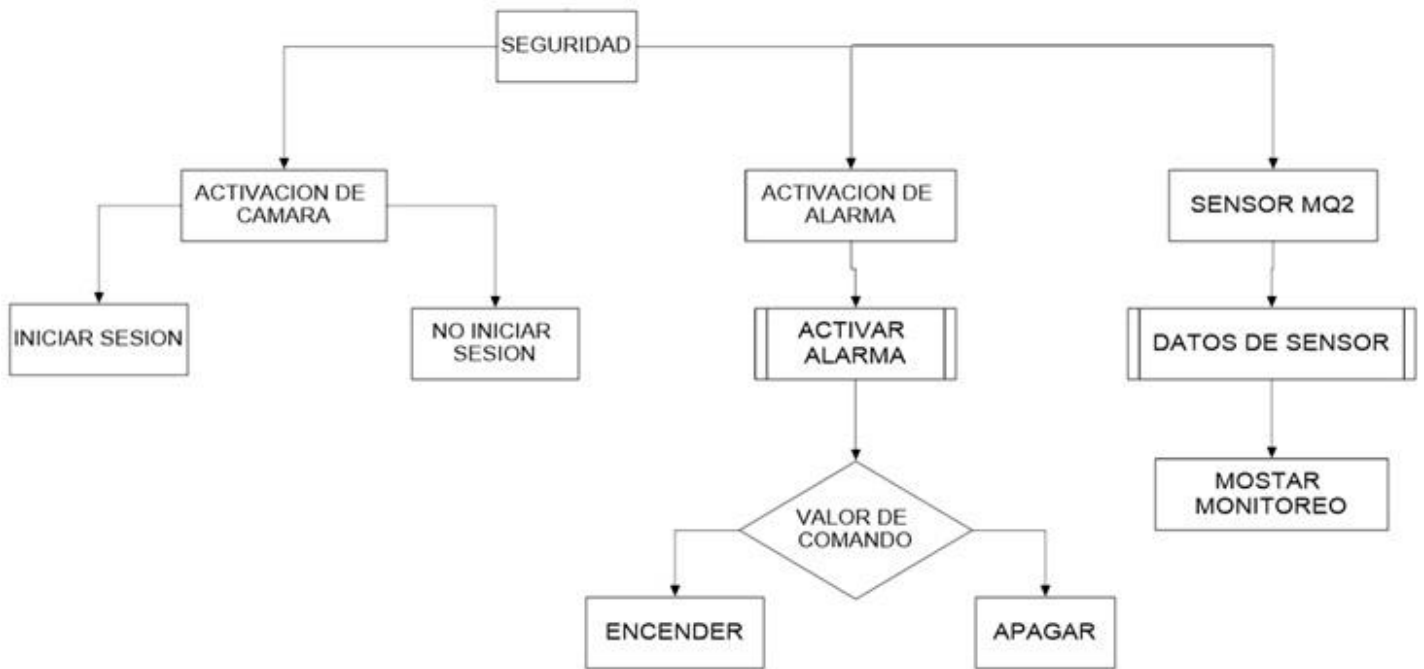
*Figura 3.2* Diagrama de flujo de control inicial



*Figura 3.3 Diagrama de flujo de iluminación*



*Figura 3.4 Diagrama de flujo de monitoreo ambiental*



*Figura 3.5 Diagrama de flujo de seguridad.*

## **Capítulo 4**

# **Propuesta de Implementación del Sistema**

## 4.1 Proceso de diseño del sistema domótico

En el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez (ITTG) es un centro de investigación de diversas áreas de la ingeniería, en este caso el proyecto que se desarrolla en esta tesis está orientado al ámbito social en general como una mejora en la vida cotidiana y modernización.

En este caso se explica sobre los Sistemas domóticos.

### 4.1.1 Plano de maqueta

Las entradas y salidas pueden ser configurables si así se desea y agregar otros dispositivos a futuro.

Nuestras pruebas para presentar el sistema domótico con Raspberry Pi fueron preparadas en una maqueta a escala como prototipo de vivienda, se diseñó la casa habitación de una forma espaciosa para su comodidad y con mucha iluminación por ventanas para aprovechar la luz ambiental del día, los planos de las secciones de la casa a controlar se presentan en las siguientes figuras.



*Figura 4.1 Plano de vivienda a escala.*

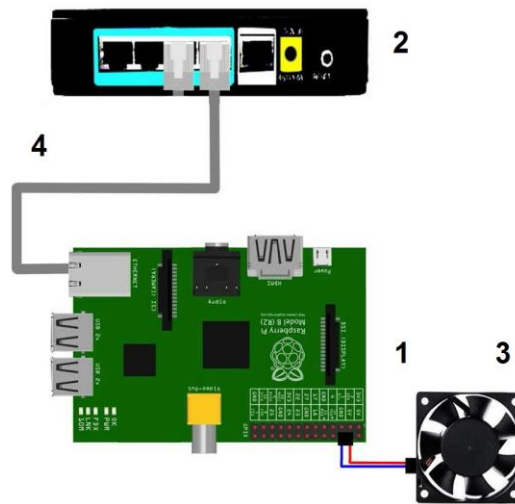


**Tabla 4.1** Identificación de secciones de la vivienda.

Sección	Nombre
1	Sala
2	Baño
3	Exteriores
4	Recamara
5	Pasillos

#### 4.1.2 Implementación del diseño

Nuestro sistema de control vía remota requiere ciertas configuraciones en nuestra Raspberry Pi y las conexiones necesarias para su funcionamiento, en el siguiente diagrama podemos apreciar la guía básica de conexiones de nuestra Raspberry Pi en la figura 4.2.



*Figura 4.2* Diagrama de conexiones de Raspberry Pi.

**Tabla 4.2** Identificación de conexiones de Raspberry Pi.

Sección	Componente	Descripción
1	Raspberry Pi	Tarjeta principal encargada de las interfaces para Arduino y servidor Web
2	Router	Dispositivo encargado de establecer la conexión a internet.
3	Ventilador	Motor alimentado a 5v.
4	Cable de red	Conexión entre Raspberry Pi 2 y Router.

Nuestra Raspberry Pi es configurada como modo servidor mediante el CMD del sistema de la tarjeta por medio de comandos, el sistema utiliza una variante de Linux llamada Raspbian especialmente diseñado para Raspberry Pi.

Para preparar nuestra Raspberry Pi hay varios métodos, uno de estos métodos que utilizamos fue instalando los siguientes programas a utilizar para configúralo en modo servidor, abrimos la terminal y escribimos los siguientes comandos como en la figura 4.3

```
1 sudo apt-get update
2 sudo apt-get upgrade
```

*Figura 4.3 Configuraciones 1.*

Tras actualizar la Raspberry vamos a asignarle una IP estática al servidor web para que siempre podamos tenerlo localizado. Para ello abrimos el archivo '/etc./network/interfaces' y editamos la configuración para ajustarla a la red. Dependiendo como esté conectado se usan diferentes configuraciones, si está conectada al Router con un cable Ethernet se usa 'eth0'. Si está conectada por wifi hay que cambiar 'eth0' por 'wlan0'.

```
1 auto eth0
2 iface eth0 inet static
3 address 192.168.1.33
4 netmask 255.255.255.0
5 gateway 192.168.1.1
```

*Figura 4.4 Configuraciones 2.*

Podemos cambiar la address por la IP que queramos asignar a la Raspberry Pi, netmask es la máscara de red y Gateway es la puerta de enlace predeterminada del Router.

Instalando el servidor web.

Una vez tenemos la Raspberry actualizada y la conexión a Internet es hora de instalar el servidor web. Se han hecho configuraciones probado tanto Apache como Lighttpd y los dos funcionan muy bien.

Explicaremos la configuración con Apache, para instalar Apache escribimos en la terminal:

```
1 sudo apt-get install apache2
```

*Figura 4.5 Configuraciones 3.*

Una vez instalado podemos acceder al servidor a través de la IP asignada anteriormente a la Raspberry Pi, por ejemplo <http://192.168.1.33>. Si no puedes acceder ejecuta este comando en la terminal y vuelve a probar:

```
1 sudo service apache2 restart
```

*Figura 4.6 Configuraciones 4.*

Ahora vamos a añadir soporte para contenido dinámico instalando PHP y algunas librerías necesarias ejecutando este otro comando en la terminal:

```
1 sudo apt-get install php5 libapache2-mod-php5 libapache2-mod-perl2 php5-cli php5-
```

*Figura 4.7 Configuraciones 5.*

Reiniciamos la Raspberry Pi con el siguiente comando:

```
1 sudo reboot
```

*Figura 4.8 Configuraciones 6.*

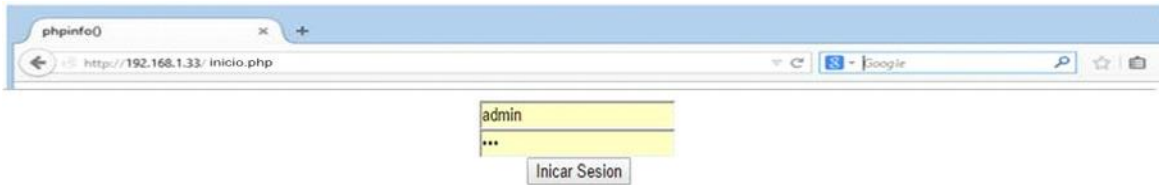
Ahora nuestra Raspberry ya tendría soporte para PHP.

Subimos nuestro archivo `index.php` a la carpeta `/var/www/` creada por el programa instalado y dentro se pega este código:

```
1 <?php
2     phpinfo();
3 ?>
```

*Figura 4.9 Configuraciones 7.*

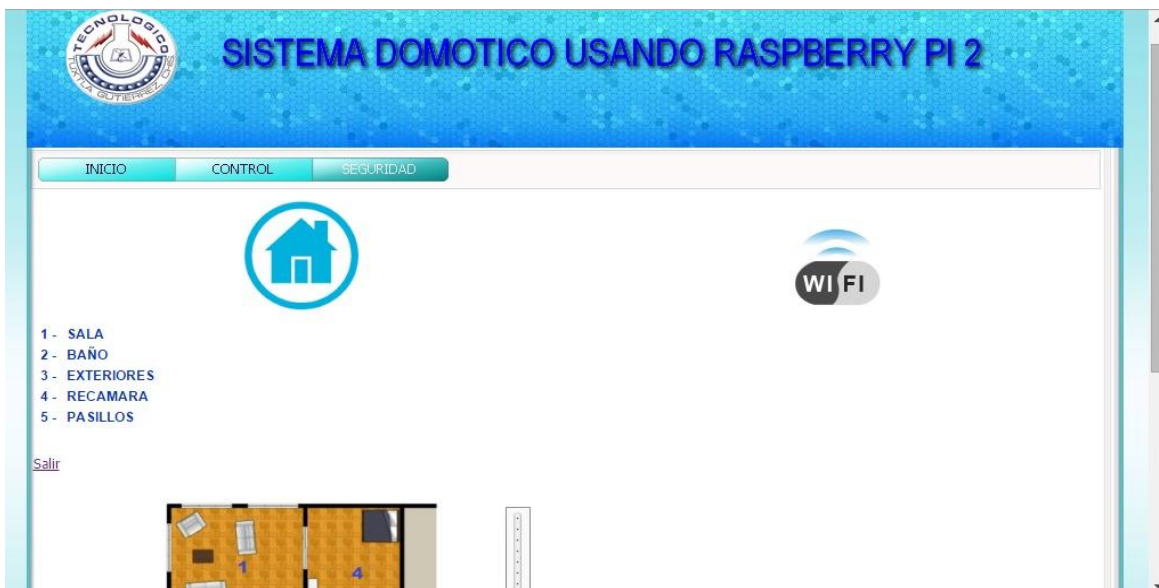
- La presentación de nuestro servidor web:



*Figura 4.10 Presentación de inicio de servidor web.*

En esta presentación de nuestra página web mostramos el inicio de sección donde necesitamos nombre de usuario y contraseña para poder entrar al contenido de la web

Al ingresar a la página se presenta lo siguiente.



*Figura 4.11 Página menú.*

En esta sección se presenta el menú de inicio de la web donde se presentan 3 opciones que son:

- INICIO
- CONTROL
- SEGURIDAD

En la opción de seguridad podemos observar nuestro ahora y fecha, el monitoreo de temperatura y humedad, los botones de control para la iluminación, al cargar la interface podemos mandar los datos de Arduino donde se presentarían dichos datos en línea en la opción que corresponda y poder manipular la iluminación como se requiera.



*Figura 4.12* Página de control.

Después se presenta la opción de seguridad



*Figura 4.13* Página de seguridad.

Para cargar la cámara solo damos iniciar la cámara con plataforma java.

También se muestra opciones de muestreo de sensores de gas y humo que pueden ser configurados o no, también botones de control para las puertas y alarmas.

Nuestro servidor web fue programado con plataforma PHP para mayor seguridad mediante el programa WebSite X5 Evolution para crear el formato HTML base y transformarlo a PHP con el programa sublime tex.

Teniendo nuestro servidor web instalado procedemos a nuestra configuración para comunicación de datos de Python con nuestro Arduino a la página web.

Para ello conectamos nuestro Arduino a la Raspberry Pi por medio de USB y utilizamos los mismos métodos de configuración mediante el CMD del sistema Raspbian por comandos.

Iniciamos instalando la plataforma de programación Arduino en nuestro sistema por los siguientes comandos presentados en la imagen 4.14.

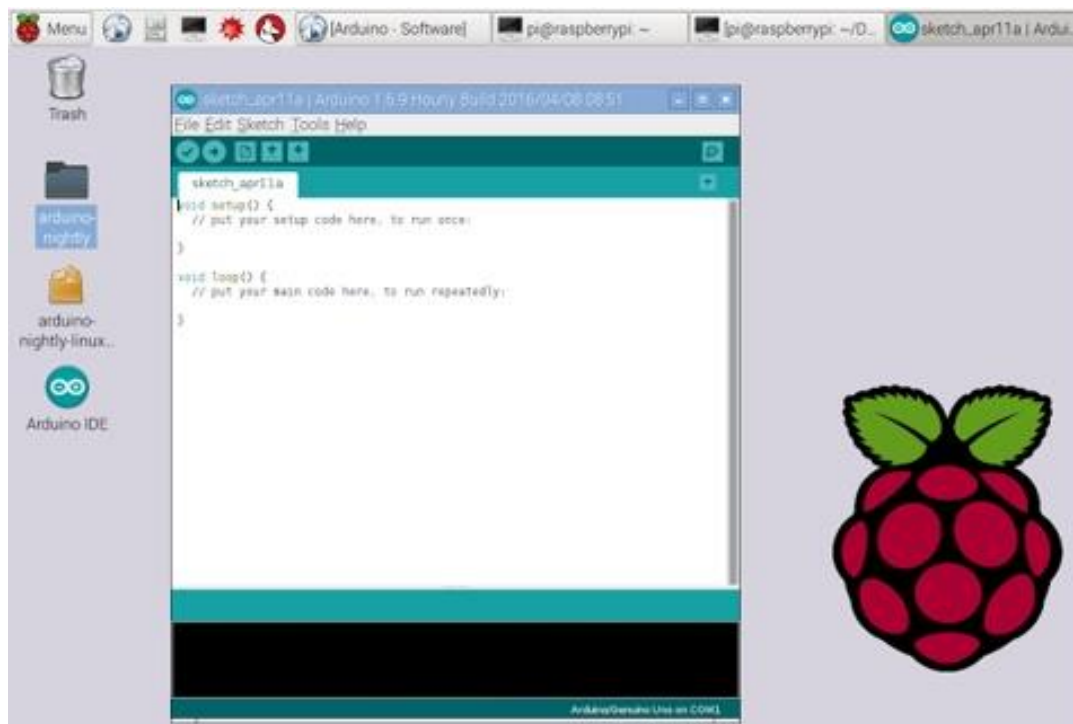
```
sudo apt-get install arduino
```

*Figura 4.14 Comando de instalación de Arduino.*

Iniciamos nuestro programa de Arduino, ahora ya podemos cargar nuestros programas.

Podemos programar el Arduino directamente desde la Raspberry Pi 2 al tener ya cargado el programa, pero es recomendable hacerlo desde una computadora por la comodidad y capacidad que tiene.

La presentación del programa cargado en la Raspberry se presenta de esta forma.



*Figura 4.15* Plataforma para programar Arduino en sistema Raspbian.

Existen varias formas de conectar Arduino con Raspberry, una de ellas es la forma más directa, mediante cable serial. Simplemente tenemos que instalar el siguiente paquete en nuestra Raspberry Pi mediante repositorios como en la figura 4.16

```
root@raspberrypi:~# aptitude install python-serial
```

*Figura 4.16* Configuraciones 1.

Como es de suponer, vamos a usar Python como lenguaje de programación, debido a que tenemos a nuestra disposición la librería Serial y CGI, lo cual nos facilita mucho el trabajo.

Vamos a disponer de dos ficheros principales en nuestra Raspberry Pi, domotica.php e inicio.py, este último incorpora las siguientes líneas de código para el inicio y cierre de conexión como en la figura 4.17

```
#!/usr/bin/python
# -*- coding: utf-8 -*-

import serial

arduino = serial.Serial('/dev/ttyACM0', 9600) #Iniciamos la comunicación

(...)

arduino.close() #Finalizamos la comunicación
```

*Figura 4.17 Configuraciones 2.*

De esta forma ya tenemos lista nuestra Raspberry Pi para trabajar con el puerto serie desde Python. Lo único que nos queda es determinar qué puerto utiliza nuestro Arduino cuando está conectado a Raspberry Pi. Para ello antes de conectar el Arduino ejecutamos el siguiente comando.

```
root@raspberrypi:~# ls /dev/tty*
```

*Figura 4.18 Configuraciones 3.*

Y veremos que nos proporciona un listado de diferentes dispositivos. Luego simplemente conectamos el Arduino, volvemos a ejecutar el comando y veremos cómo aparecerá un dispositivo adicional. Ese es nuestro Arduino. En mi caso mi Arduino aparece como: **/dev/ttyACM0**.

El siguiente parámetro numérico es la velocidad en baudios usado para la comunicación de datos en serie. El valor típico usado es de 9600 baudios. Iniciamos una nueva configuración esta vez con el siguiente comando.

```
root@raspberrypi:~# aptitude install apache2 libapache2-mod-python
```

*Figura 4.19 Configuración 4.*



Habilitamos el soporte cgi-bin (en inglés Common Gateway Interface, abreviado CGI y en español Interfaz de entrada común) en nuestro servidor web.

Existen varias formas de configurarlo, lo configuramos editamos el fichero de configuración del virtual Host por defecto como en la siguiente figura 4.20

```
root@raspberrypi:~# nano /etc/apache2/sites-available/default

ServerAdmin python-web

DocumentRoot /var/www/

    Options FollowSymLinks
    AllowOverride All

    Options Indexes FollowSymLinks MultiViews
    AllowOverride All
    Order allow,deny
    allow from all
    AddHandler mod_python .py
    PythonHandler mod_python.publisher
PythonDebug On

ScriptAlias /cgi-bin/ /usr/lib/cgi-bin/

<directory "/usr/lib/cgi-bin">
    AllowOverride All
    Options +ExecCGI -MultiViews +SymLinksIfOwnerMatch
    Order allow,deny
    Allow from all

ErrorLog ${APACHE_LOG_DIR}/error.log

# Possible values include: debug, info, notice, warn, error, crit,
# alert, emerg.
LogLevel warn

CustomLog ${APACHE_LOG_DIR}/access.log combined
```

*Figura 4.20 Comandos de configuración Python a la web.*

Reiniciamos el servicio para aplicar cambios.

```
root@raspberrypi:~# /etc/init.d/apache2 restart
```

*Figura 4.21 Comando de reinicio.*

Creamos el fichero inicio.py para probar el correcto funcionamiento de Python bajo nuestro servidor web:

```
root@raspberrypi:~# nano /var/www/inicio.py
```

*Figura 4.22 Creación de fichero.*

Disponemos de dos ficheros, uno llamado domotica.php el cual lo vamos a incluir en el directorio **/var/www/** y el fichero inicio.py que lo vamos a incluir en el directorio **/usr/lib/cgi-bin/**

Es muy importante el action del form, el cual apunta a nuestro fichero Python raspbuino.py dentro del directorio /cgi-bin/ que se encarga de procesar la opción elegida por el usuario y envía los datos al Arduino a través del cable serial, aprovechando la librería CGI.

Nuestro siguiente paso sería configurar nuestra red, lo primero que vamos a hacer será conectar nuestra tarjeta y levantar la interfaz con ayuda del comando ifconfig.

El nombre por defecto que se asigna es wlan0 (suponiendo que no tenemos conectadas más tarjetas inalámbricas, en ese caso se va incrementando el nombre, es decir, wlan1 y así sucesivamente).

```
# ifconfig wlan0 up
```

*Figura 4.23 Configuración de red 1.*

Y a continuación si ejecutamos `ifconfig` debería aparecer algo como esto.

```
wlan0    Link encap:Ethernet  HWaddr 00:0d:a3:0b:11:43
         UP BROADCAST MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
         RX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
         TX packets:0 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
         collisions:0 txqueuelen:1000
         RX bytes:0 (0.0 B)  TX bytes:0 (0.0 B)
```

*Figura 4.24 Configuración de red 2.*

Buscamos las redes que tenemos, cada red encontrada se identifica a partir de la etiqueta Cell XX. En mi caso me voy a conectar a la red de mi casa.

Ejecutamos el siguiente comando poniendo el nombre de nuestra red entre comillas y nuestra contraseña.

```
# wpa_passphrase " INFINITUM7746 " CONTRASEÑA >> /etc/wpa_supplicant/wpa.conf
```

*Figura 4.25 Configuración de red 3.*

Esto nos crea un fichero `wpa.conf` con el siguiente contenido:

```
network={
    ssid="Fallo en la red"
    #psk="INFINITUM7746"
    psk=123
}
```

*Figura 4.26 Configuraciones de red 4.*

Por último, la siguiente instrucción:

```
# wpa_supplicant -i wlan0 -d wext -c /etc/wpa_supplicant/wpa.conf -B && dhclient wlan0
```

*Figura 4.27 Configuraciones de red 5.*

Ahora ya tendremos conexión a la red.

Teniendo nuestras conexiones, maqueta y configuraciones iniciales en orden, podemos ingresar a nuestra web ya instalada desde una computadora o dispositivo conectada a la red y podemos ver la página en línea, como inicio de seguridad pide usuario y contraseña, fue configurado con el nombre admin de usuario y contraseña 123, con las configuraciones ya instaladas podemos utilizar nuestra web.

## **Capítulo 5**

# **Pruebas y Resultados**

## 5.1 Pruebas iniciales.

Como pruebas iniciales comenzamos con nuestras conexiones a nuestra maqueta a controlar como en las siguientes figuras.



*Figura 5.1 Conexiones a vista.*

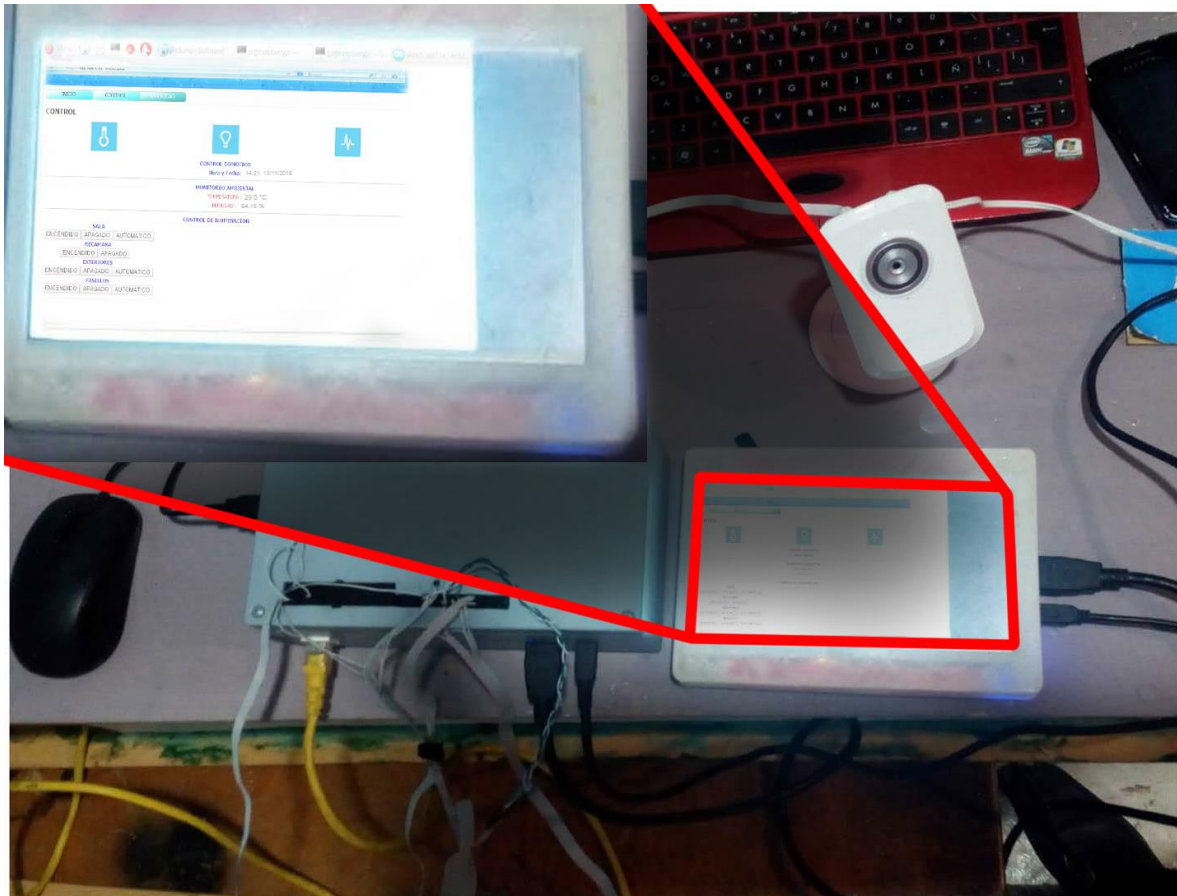
Iniciamos el sistema y lo mostramos en la pantalla conectada a la Raspberry Pi



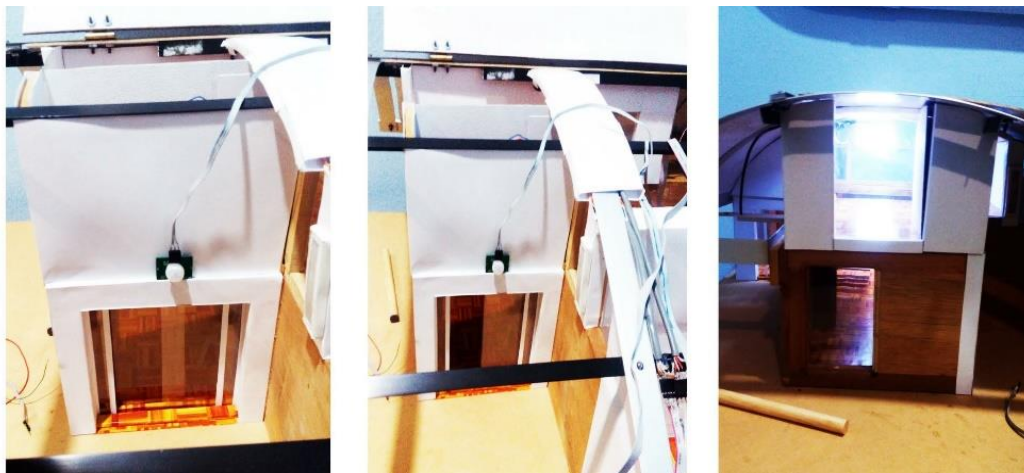
*Figura 5.2 Sistema Raspbian cargado.*

Se muestra el sistema Raspbian cargado en la pantalla de apoyo conectada a la Raspberry Pi 2 el icono emblema del sistema es una zarzamora de fondo.

Iniciamos sección y podemos controlar nuestras luces, monitorear nuestros sensores y controlar nuestra puerta, poder visualizar nuestra cámara, todo controlado desde la caja maestra donde se encuentra la Raspberry Pi, a continuación se presentan las siguientes figuras.



*Figura 5.3 Inicio de sesión.*

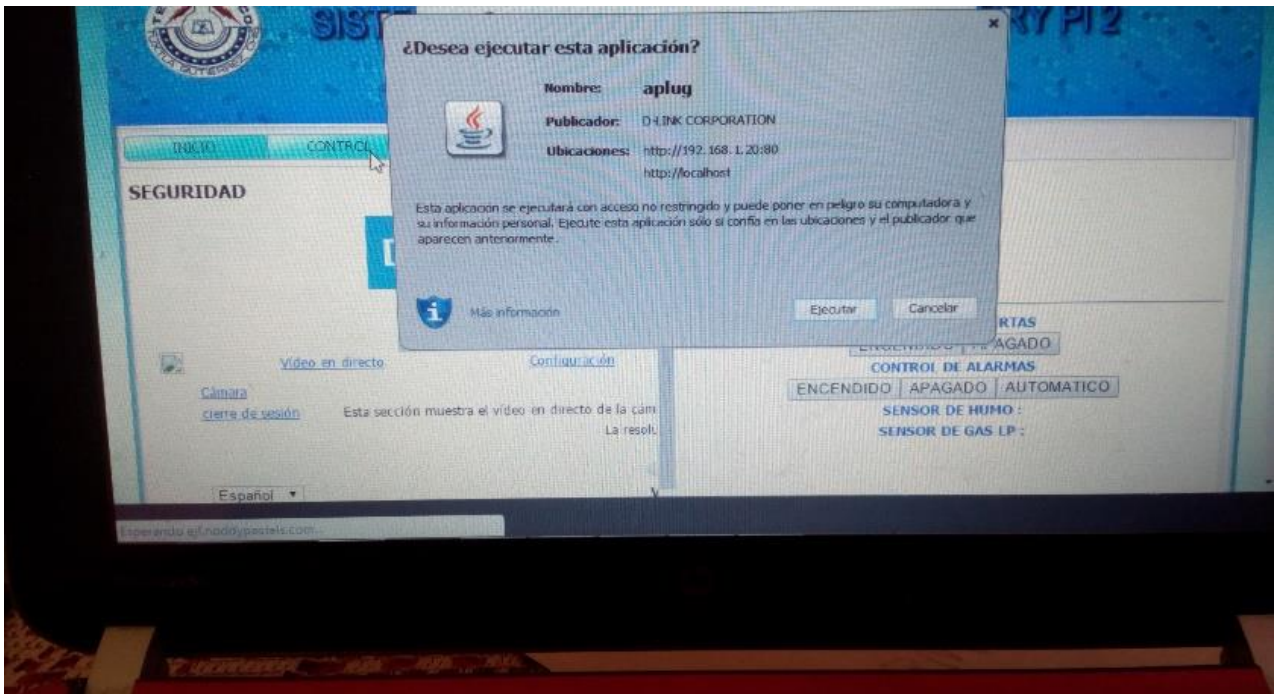


*Figura 5.4 Control de luces y puertas.*



*Figura 5.5 Luces led.*

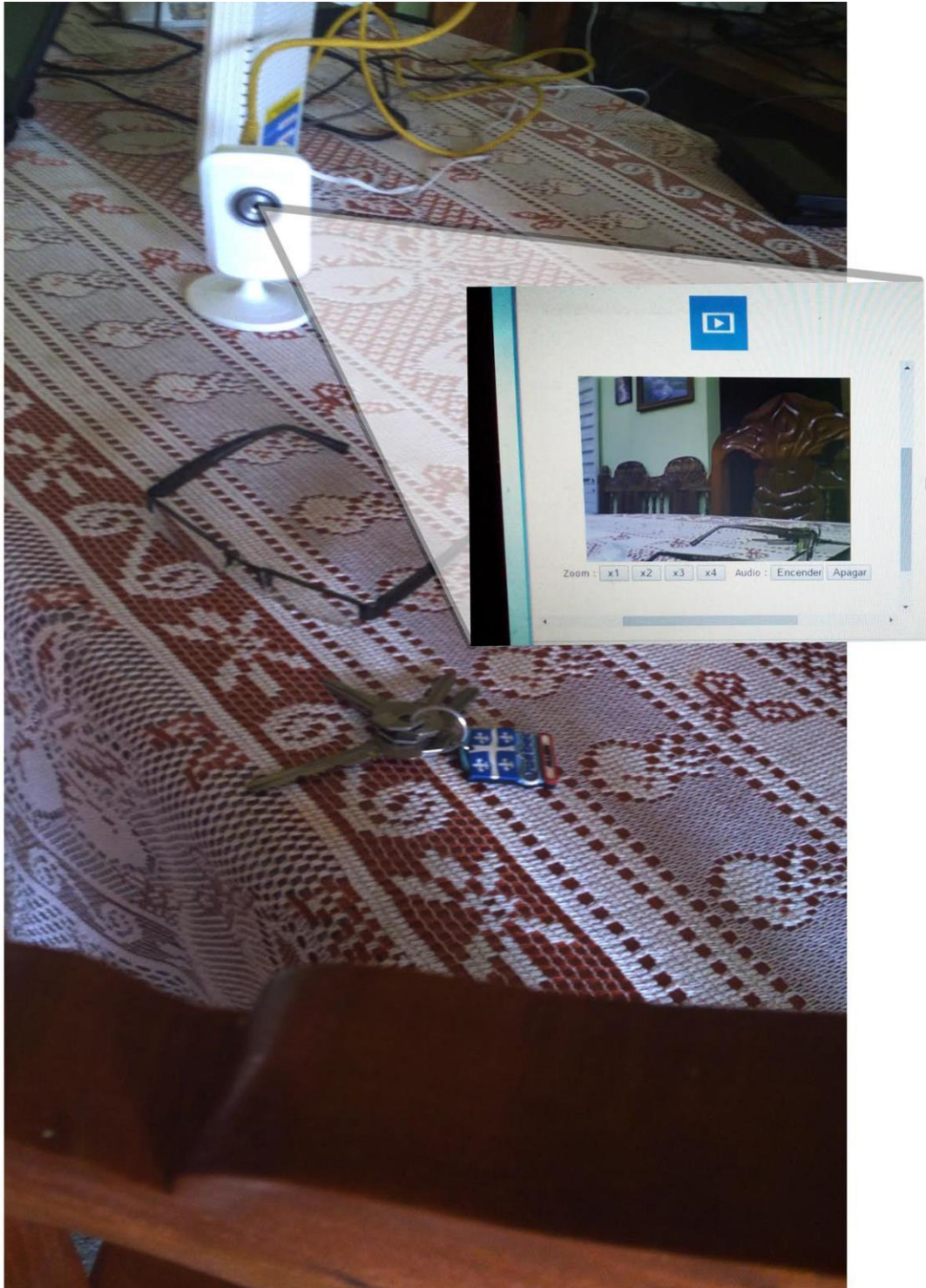
Ingresamos ahora desde una computadora a nuestra web, se muestra nuestra web en línea, en la computadora podemos ingresar a nuestra cámara IP por tener soporte JAVA.



*Figura 5.6 Ventana de ejecución de JAVA.*



Al cargar nuestro sistema podemos observar transmitir video en línea de nuestra cámara como se presenta a continuación.



*Figura 5.7 Video cargado en línea.*

### Datos obtenidos de los sensores usados

Al copilar nuestro programa al Arduino obtenemos del puerto serial los datos a continuación en la siguiente figura 5.8.

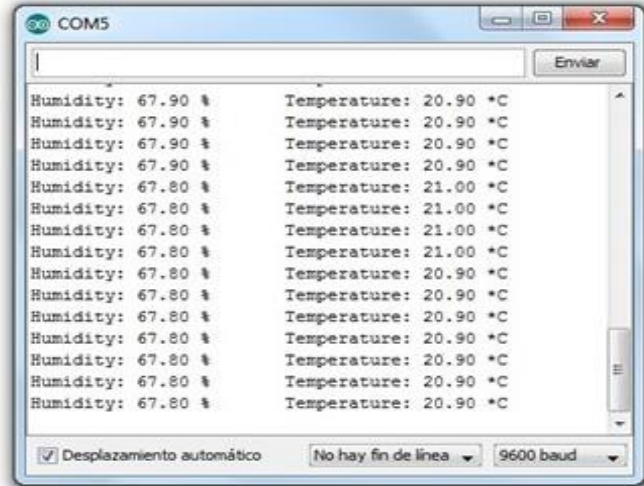


Figura 5.8 Datos del sensor DTH11.

Teniendo nuestros datos, revisamos que este en los parámetros aproximados a la temperatura y humedad real, presentamos los datos del sensor de temperatura y humedad en nuestra página web de control domótico como en la figura 5.9

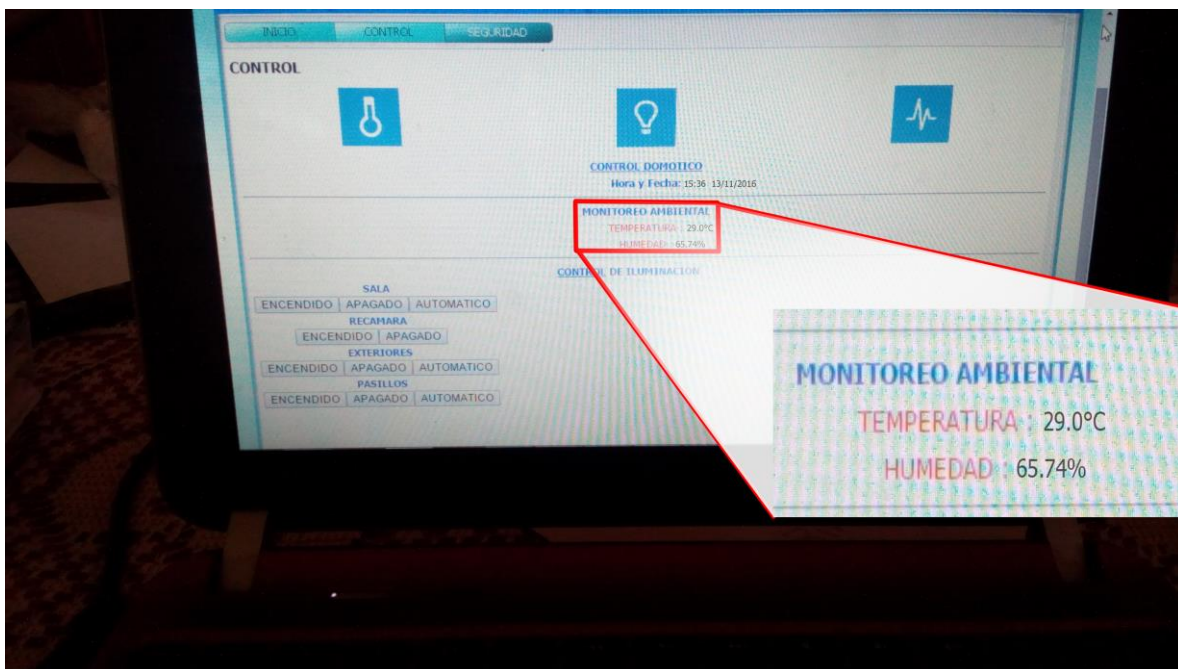
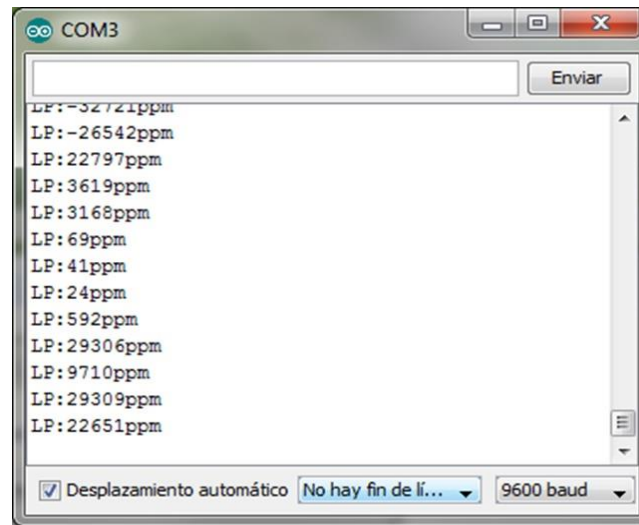


Figura 5.9 Datos del sensor en página web.

Datos obtenidos de los sensores de gas LP, en la siguiente figura 5.10 se presentan los datos obtenidos.

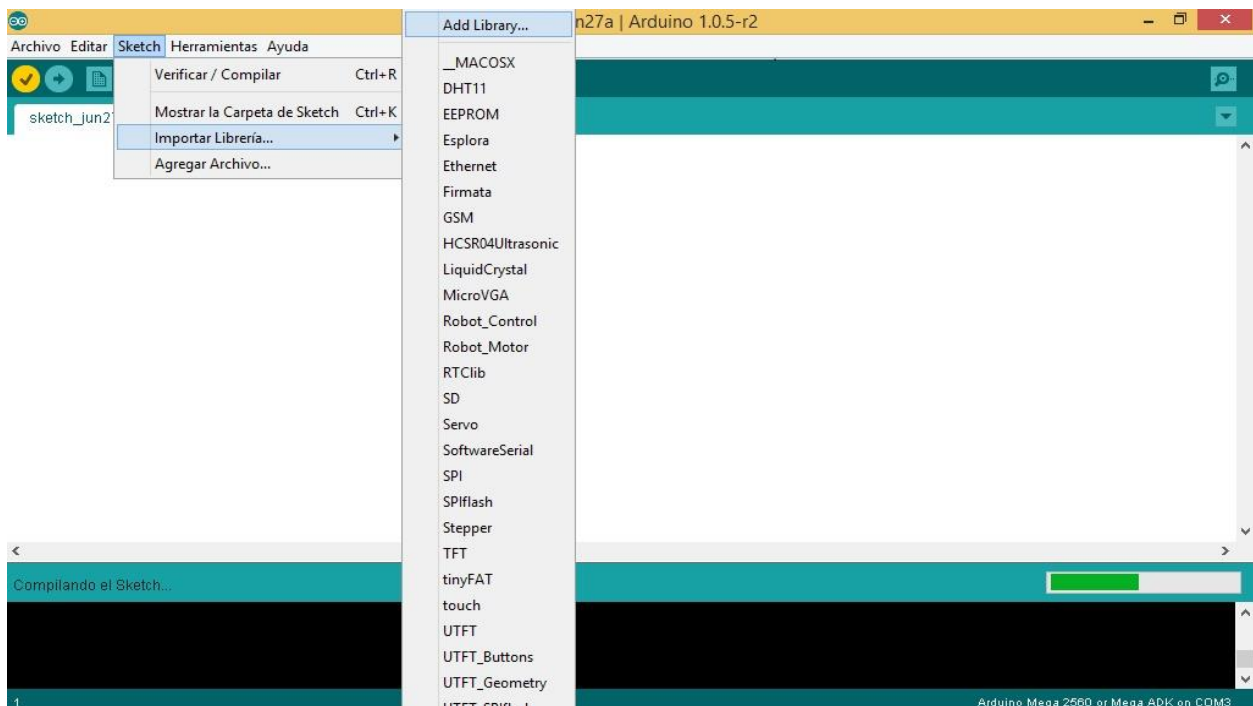


*Figura 5.10 Datos del sensor LP MQ2.*

## 5.2 Errores y Soluciones.

Los errores más presentes fueron problemas de configuración por su complejidad, las librerías para Arduino al ser instaladas solo contienen los paquetes por default de pruebas, pero no contienen las librerías para los sensores DTH11, MQ2, el RTC 1307 y de los micros servomotores.

Para ello se probaron algunas opciones, la más factible fue que mediante una memoria USB pasar los archivos y al guardarlos en nuestra Raspberry Pi configurar los archivos para que el programa Arduino pueda ejecutarlos para ello damos en donde está la opción Sketch luego Importar Librería y luego Add Library y cargamos nuestras librerías ya guardadas.



*Figura 5.11 Ejemplo de configuración.*

También otro detalle son nuestras conexiones USB, todas funcionan, pero con respecto dispositivos cada uno, de las cuatro entradas disponibles las primeras 2 funcionan más con dispositivos para conexiones inalámbricas como Wi-Fi o Bluetooth, las inferiores para teclados o mouse, sabiendo donde conectarlos no tendremos ningún problema.

Otro de los problemas encontrados fue las diferentes configuraciones de la Raspberry Pi, ya que es un tema muy extenso existen diversas formas de configurarlo para modo servidor y comunicación de datos, no todas funcionan, también el dispositivo cuenta con muy poca memoria de procesamiento para todas nuestras funciones lo que puede traer problemas si se sobrecarga de información, para ello necesitamos mejores versiones la Raspberry Pi para un mejor desempeño en el proyecto.

## **Capítulo 6**

# **Conclusiones y recomendaciones**

## 6.1 Conclusiones

El proyecto puede ser modificado para mejoras a futuro para aumentar su capacidad de desempeño ya sea con otros dispositivos de control aparte de Arduino, usar otros tipos de cámaras y poder usar incluso otras plataformas de programación como Android para el desarrollo de aplicaciones a dispositivos móviles.

El proyecto en conclusión es un trabajo que tiene aún mucho más que dar, por su amplia capacidad y compatibilidad con diferentes dispositivos a pesar de algunas limitaciones.

Dado los resultados se llegó a que:

- El sistema permite monitorear datos de sensores diversos compatibles con Arduino.
- El sistema soporta plataforma Arduino, para poder controlar nuestro sistema requeridos como iluminación y actuadores.
- La Raspberry Pi 2 puede soportar configuraciones para instalar un servidor web.
- El sistema no puede soportar sistemas JAVA más complejos mostrados en el monitor directamente conectadas a la tarjeta, para ello necesitamos una computadora que esté conectada a nuestra red.
- Podemos ingresar a la web mediante dispositivos móviles.
- El monitoreo de cámara IP mediante la web solo pueden funcionar en computadoras con soporte JAVA, para ingresar necesitamos una aplicación extra.
- El proyecto puede ser modificado y configurado de diversas formas.

## 6.2 Recomendaciones.

Se recomienda conseguir mejores versiones de la Raspberry Pi que ya se encuentran disponibles, se requiere conocimientos básicos de sistemas Linux para sus configuraciones.

Se pueden utilizar otros dispositivos como cámaras especialmente diseñadas para Raspberry Pi y sensores.

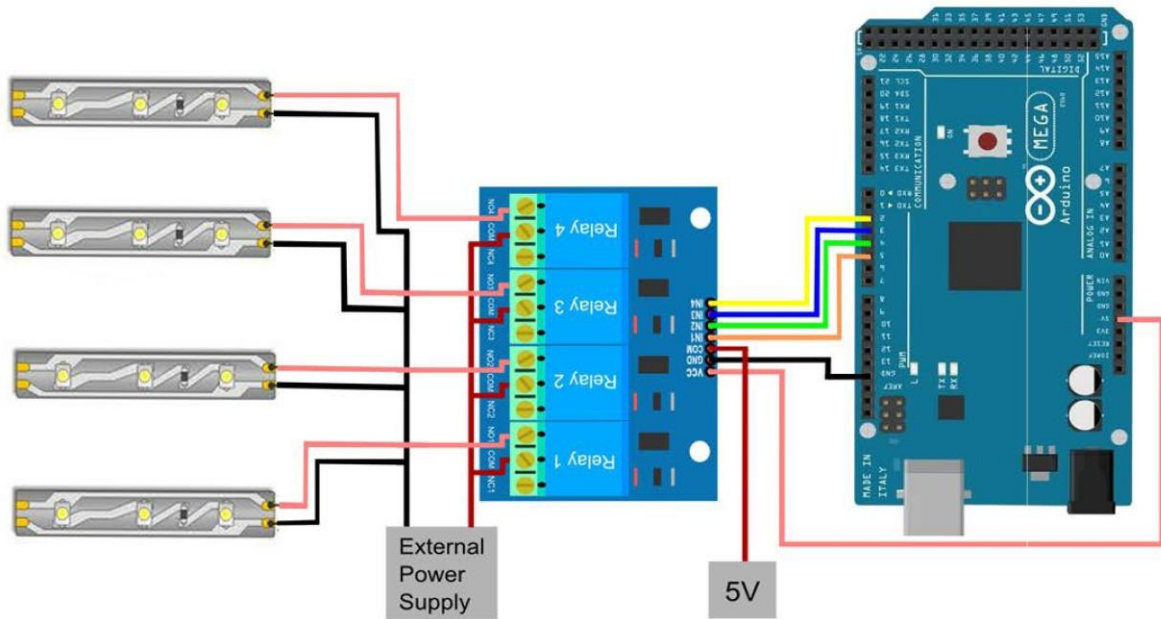
El sistema debe ser utilizado solo para lo que necesitemos para no sobrecargar su memoria y no producir errores o interferencias.

El proyecto está en modo prototipo por lo cual para futuros desarrollos se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- Llevar el sistema a una casa real.
- Sustituir micro servomotores por motores de potencia y actuadores que sean capaces de mover puertas, ventanas y portones de tamaño real.
- Sustituir las lámparas a escala de led por unas de tamaño real tomando en cuenta la etapa de potencia que se utilizara, el consumo de corriente y la cantidad de iluminación que se desea obtener.
- Agregar más cámaras para cubrir más áreas.
- Sustituir la Raspberry Pi 2 por versiones más actualizadas y así mejorar la capacidad del sistema y su velocidad de respuesta.
- Implementar nuevos sistemas de control, por ejemplo: automatización de bombas de agua, controlar temperatura y humedad, riego de áreas verdes.
- Poner nuevos sistemas de sensado, por ejemplo: unidad meteorológica ambiental para medir nuevos parámetros como velocidad de viento, presión atmosférica, etc.

# **Anexos**

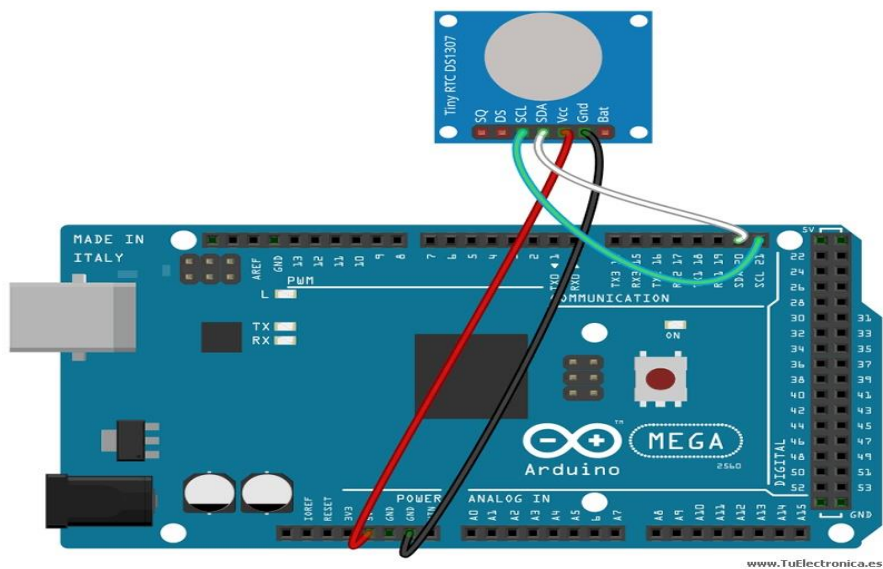




*Figura A.1 Diagrama de conexiones de leds.*

**Tabla A.1** Diagrama de conexiones de Leds.

Sección	Componentes	Descripción
1	Arduino Mega 2560.	Tarjeta encargada del proceso de sensado, actuadores y alarma.
2	Módulo de relevadores.	4 Relevadores montados en placa para Arduino.
3	Lámparas de leds.	Lámparas de 12V compuestas por tiras de leds.
Rojo	Conexiones.	12V.
Negro	Conexiones.	GND.
Azul	Conexiones.	Pulso de 5 V.



*Figura A.2* Conexión de reloj RTC1307.

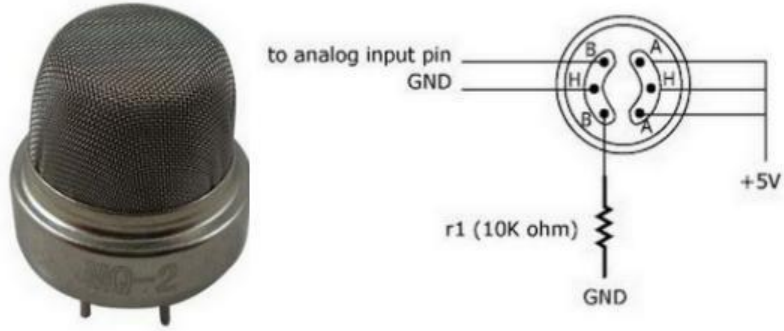
Componentes:

- Rojo: 5 V.
- Negro: Tierra.
- Verde y Blanco: Datos.

La presentación de los botones de control de iluminación de nuestra página web de control domótico.

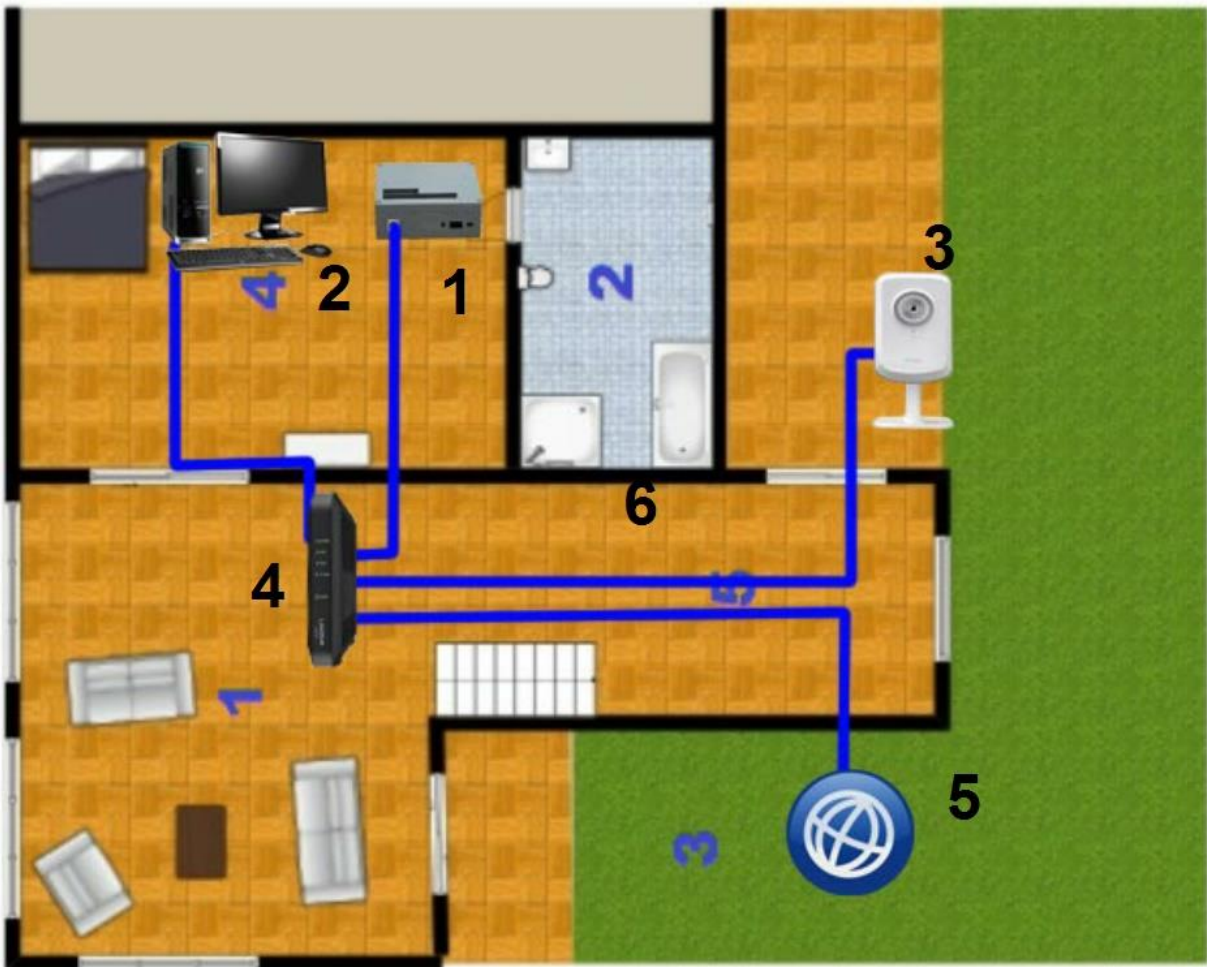


*Figura A.3* Botones de control de luces.



*Figura A.4 Sensor MQ2.*

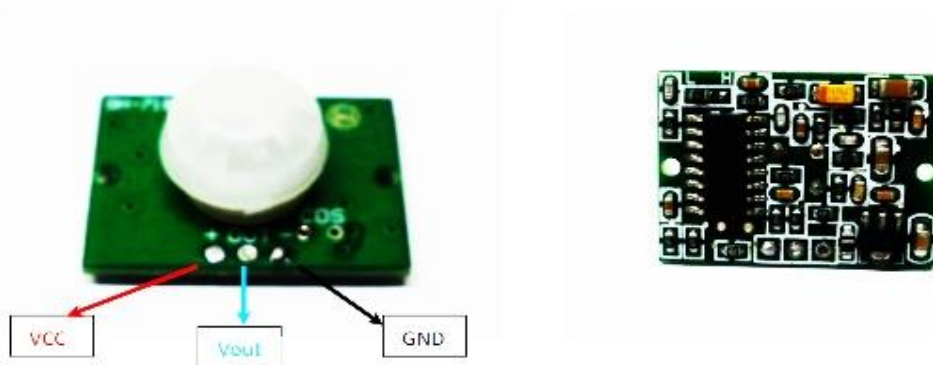
En este plano se muestra la conexión con la cámara IP al modem y su red local y exterior, también su localización en el plano, a continuación, la figura A.5



*Figura A.5 Plano de conexiones de cámara IP.*

**Tabla A.2** Conexiones de cámara IP.

Sección	Componente	Descripción
1	Caja de control.	Caja de plástico de 19cm x 11cm x 7cm que contiene los componentes del sistema que son Raspberry Pi 2, Arduino Mega 2560, reloj RTC 1307, ventilador de 5v, módulos de conexiones para sensores y actuadores, 4 conexiones USB y conexión ethernet.
2	Computadora.	PC de apoyo para conectarse a la red
3	Cámara IP D-Link DCS-930L.	Dispositivo encargado de captura de imágenes
4	Router.	Dispositivo encargado de establecer la conexión a internet.
5	Salida a la red.	Establece conexión a internet.
6	Conexiones.	Conexiones para la cámara IP

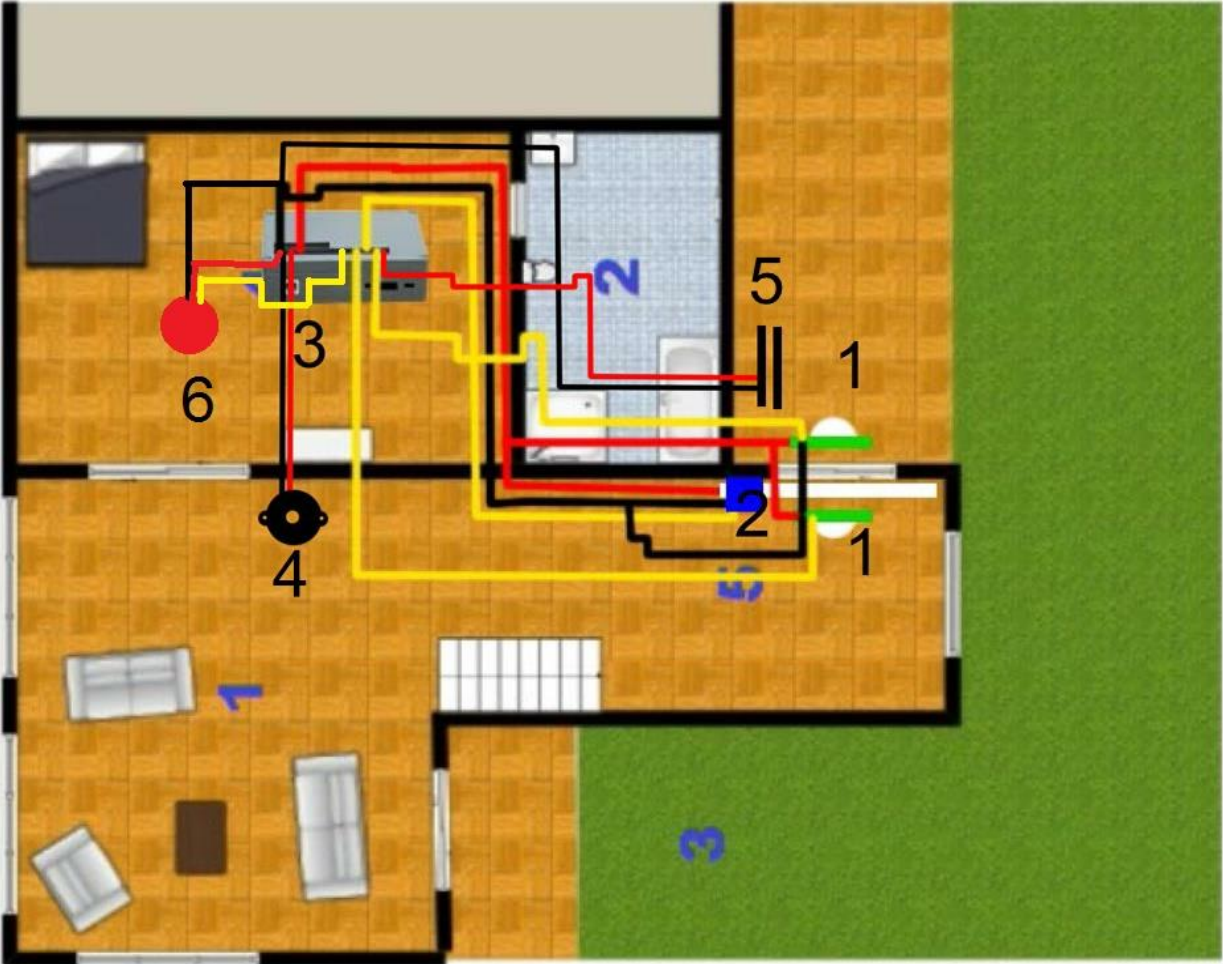


*Figura A.6* Características de sensor GH-718C.

Características:

- Alcance de detección 7 m
- Ángulo 110°
- Consumo de reposo 50uA
- Voltaje de alimentación 5V
- Ajuste de disparo 2 (Alto o Bajo)
- Señal de salida Pulso de 3 V

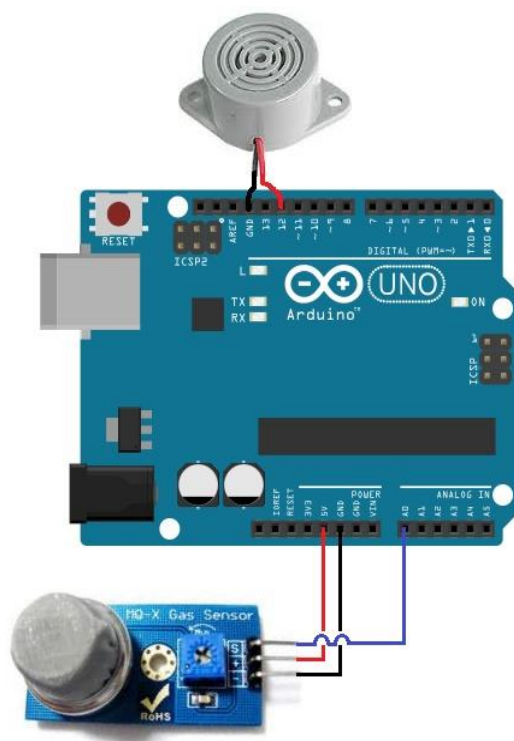
En el plano siguiente se presentan la localización de los sensores y la alarma en la maqueta.



*Figura A.7 Localización de sensores y alarma.*

**Tabla A.3** Localización de sensores y alarma.

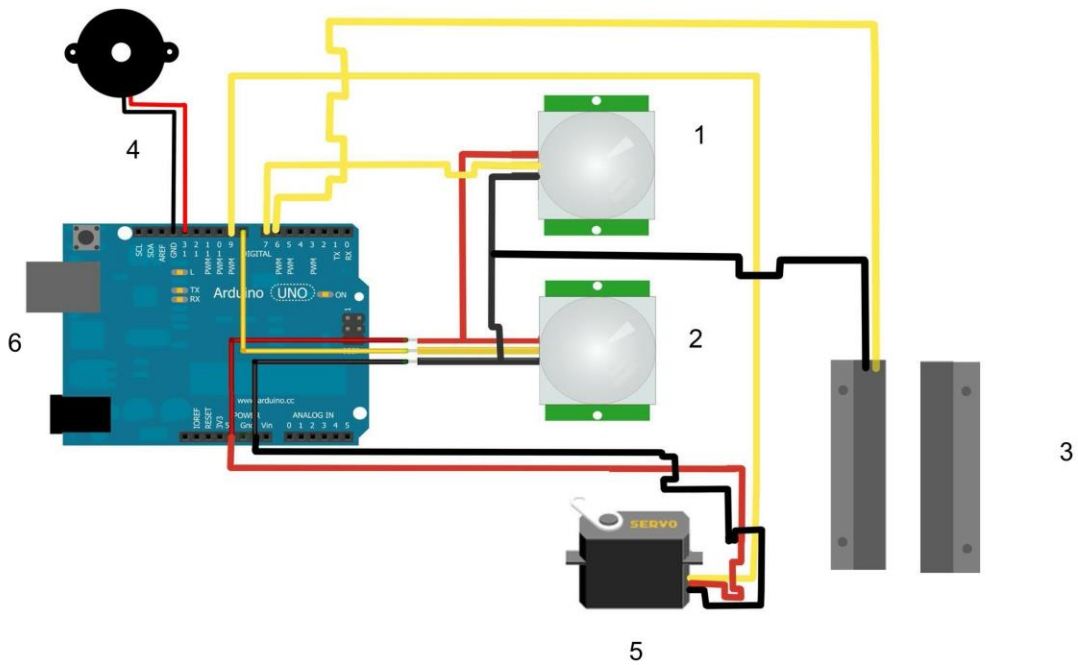
Sección	Componente	Descripción
1	Sensores de presencia PIR GH-718C.	Dispositivos ubicados en la parte superior de la puerta que detectan la presencia de personas dentro y fuera de la casa.
2	Micro servomotor	Encargado de operar el mecanismo para apertura y cierre de puerta.
3	Caja de control.	Caja de plástico de 19cm x 11cm x 7cm que contiene los componentes del sistema que son Raspberry Pi 2, Arduino Mega 2560, reloj RTC 1307, ventilador de 5v, módulos de conexiones para sensores y actuadores, 4 conexiones USB y conexión ethernet.
4	Alarma.	Dispositivo para seguridad de puertas.
5	Interruptor magnético.	Sensor que detecta cuando la puerta está abierta o cerrada.
6	MQ2.	Sensor de gas.
Negro	Conexiones.	GND.
Rojo	Conexiones.	5V.
Amarillo	Conexiones.	Envío de datos de alarma y sensores de presencia.



*Figura A.8* Diagrama de conexión del sensor LP MQ2.

Configuración:

- Rojo: 5 V.
- Negro: Tierra.
- Azul: Datos.

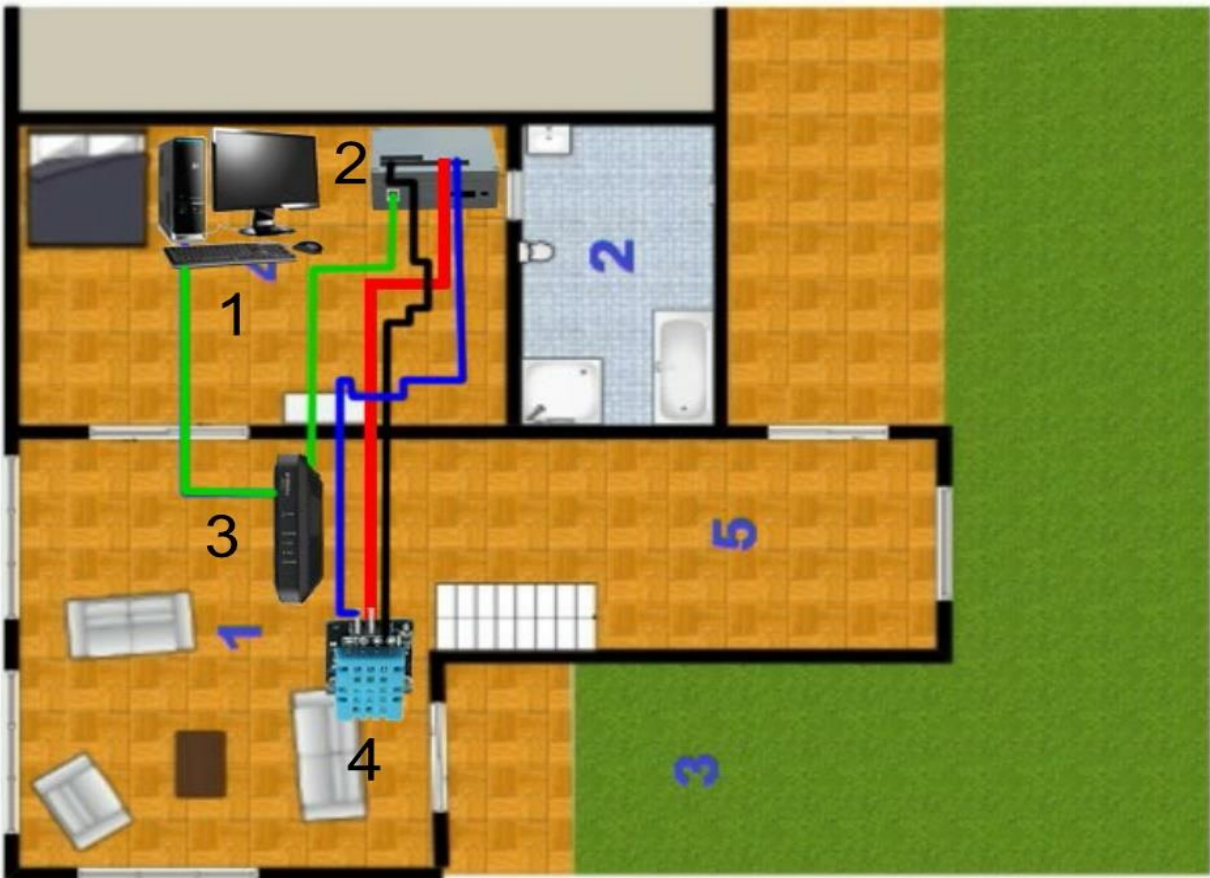


*Figura A.9 Diagrama de conexión de interruptor magnético.*

**Tabla A.4** Componentes de conexión de interruptor magnético.

Sección	Componente	Descripción
1	Sensor de presencia PIR GH-718C.	Dispositivos ubicados en la parte superior de la puerta que detectan la presencia de personas dentro y fuera de la casa.
2	Sensor de presencia PIR GH-718C.	Dispositivos ubicados en la parte superior de la puerta que detectan la presencia de personas dentro y fuera de la casa.
3	Interruptor magnético.	Sensor que detecta cuando la puerta está abierta o cerrada.
4	Alarma.	Dispositivo para seguridad de puertas.
5	Micro servomotor.	Encargado de operar el mecanismo para apertura y cierre de puerta.
Rojo	Conexiones.	5V
Negro	Conexiones.	GND.
Amarillo	Conexiones.	Envío de datos del sensor magnético.

En la siguiente imagen se presenta las conexiones necesarias para la implementación del sensor DTH11, los datos de sensado son enviados al Arduino que está dentro de la caja de control que a su vez son enviados al Router para ser presentados en algún dispositivo conectado a la red.

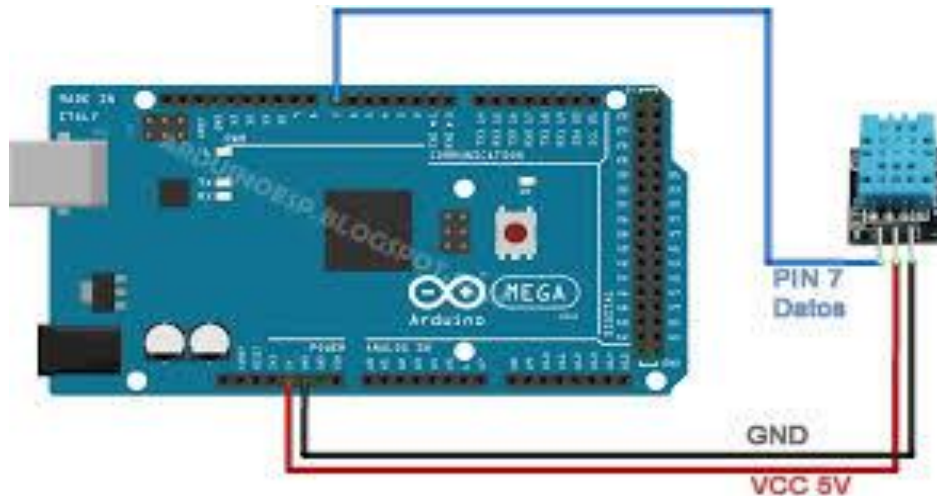


*Figura A.10 Plano de conexiones del sensor DTH11.*

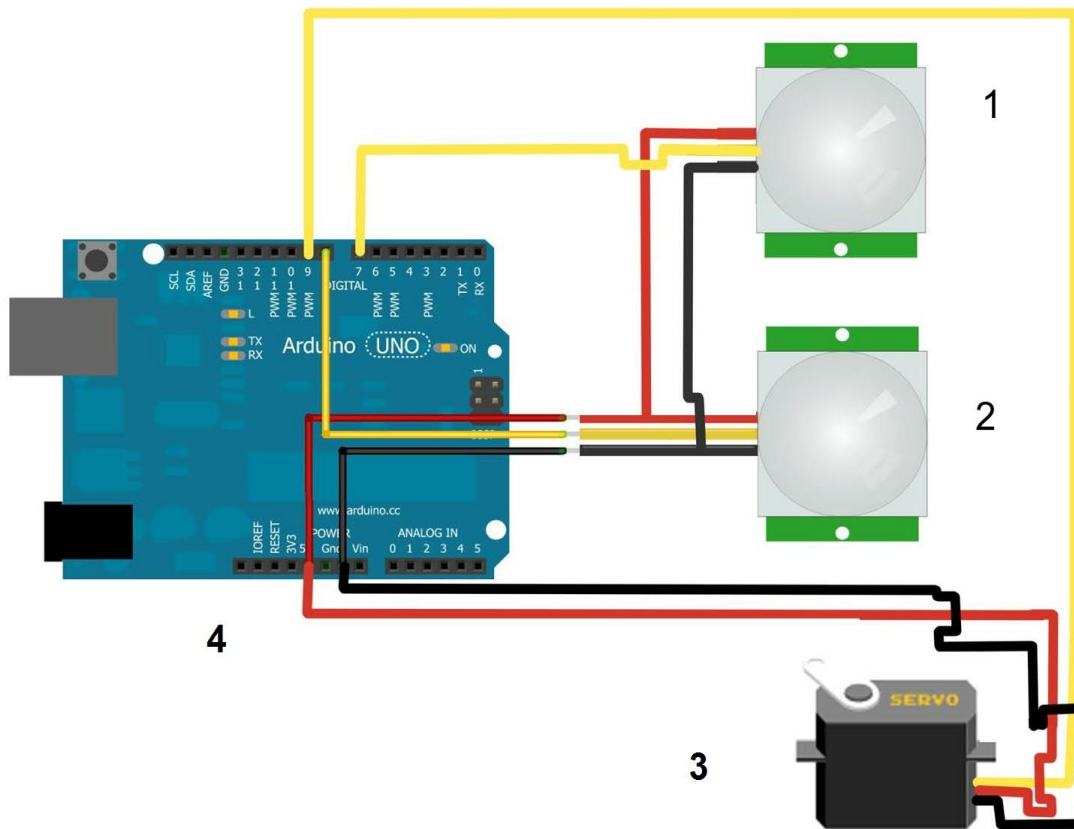


**Tabla A.5** Componentes de conexión del sensor DTH11.

Sección	Componente	Descripción
1	Computadora.	PC de apoyo para conectarse a la red
2	Caja de control.	Caja de plástico de 19cm x 11cm x 7cm que contiene los componentes del sistema que son Raspberry Pi 2, Arduino Mega 2560, reloj RTC 1307, ventilador de 5v, módulos de conexiones para sensores y actuadores, 4 conexiones USB y conexión ethernet.
3	Router.	Dispositivo encargado de establecer la conexión a internet.
4	Sensor DTH11.	Dispositivo que mide la temperatura y humedad en el ambiente.
Verde	Cable de red	Conexión de la computadora al Router.
Rojo	Conexiones.	Datos del DTH11.
Negro	Conexiones.	GND
Azul	Conexiones.	5V VCC



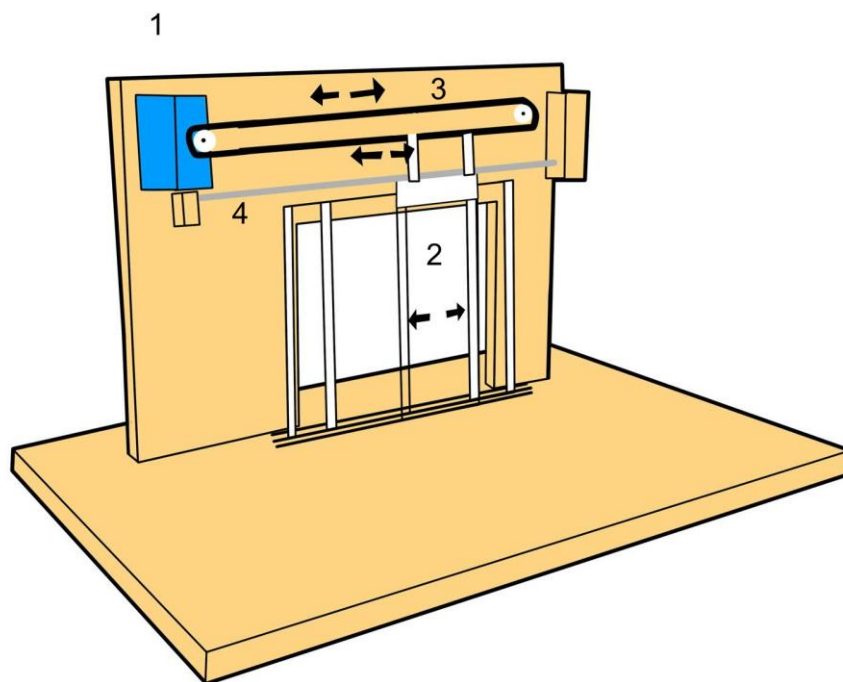
*Figura A.11* Conexión del sensor DTH11.



*Figura A.12 Diagrama de conexiones de GH-718C y SG90.*

**Tabla A.6** Componentes para la conexión de sensores GH-718C y SG90.

Sección	Componente	Descripción
1	Sensor de presencia PIR GH-718C.	Dispositivos ubicados en la parte superior de la puerta que detectan la presencia de personas dentro y fuera de la casa.
2	Sensor de presencia PIR GH-718C.	Dispositivos ubicados en la parte superior de la puerta que detectan la presencia de personas dentro y fuera de la casa.
3	Micro servo motor.	Encargado de operar el mecanismo para apertura y cierre de puerta.
4	Arduino Mega 2560.	Tarjeta encargada del proceso de sensado, actuadores y alarma.
Amarillo	Conexiones.	Envío de datos de sensores de presencia.
Rojo	Conexiones.	5V VCC
Negro	Conexiones.	GND



*Figura A.14 Mecanismo de puertas.*

**Tabla A.7** Componentes del mecanismo de puertas.

Sección	Componente	Descripción
1	Micro servomotor.	Encargado de operar el mecanismo para apertura y cierre de puerta.
2	Puerta corrediza.	Puerta deslizante
3	Banda de caucho para movimiento.	Transmite la fuerza para realizar el movimiento mecánico.
4	Varilla de metal para sostener la puerta.	Pieza de metal que mantiene en posición vertical el sistema corredizo de la puerta.

## Glosario

**MPI CSI-2:** Conector MPI CSI-2 de 15 vías para cámara de vídeo HD Raspberry Pi.

**DHCP:** Significa Protocolo de configuración de host dinámico. Es un protocolo que permite que un equipo conectado a una red pueda obtener su configuración (principalmente, su configuración de red) en forma *dinámica* (es decir, sin intervención particular). Sólo tiene que especificarle al equipo, mediante DHCP, que encuentre una dirección IP de manera independiente. El objetivo principal es simplificar la administración de la red.

**DNS:** El sistema de nombres de dominio (DNS, por sus siglas en inglés, Domain Name System) es un sistema de nomenclatura jerárquico descentralizado para dispositivos conectados a redes IP como Internet o una red privada. Este sistema asocia información variada con nombre de dominio asignado a cada uno de los participantes.

**SHIELDS:** Shields para Arduino. Las denominadas placas "Shield" son extensiones para tu placa Arduino.

**SOPORTE CGI-BIN:** Es un método para la transmisión de información hacia un compilador instalado en el servidor. Su función principal es la de añadir una mayor interacción a los documentos web que por medio del HTML se presentan de forma estática.

**CGI:** Desde su panel de control de Arduino podría entrar a la librería de scripts CGI. En ella encontraría varios códigos para crear: contadores, formas de correo, etc.

## Bibliografía

- SEDOM (2008) Cómo ahorrar energía instalando domótica en su vivienda gane confort y seguridad, ediciones aenor.
- Germán Tojeiro Calaza. Raspberry Pi 2 para electrónicos (enero 2016) ediciones técnicas marcombo, ALFAOMEGA GRUPO EDITOR S.A. de C.V.
- D-Link (2014-09-26) Guía de instalación D-Link versión 4.10
- Raspberry Pi 2 MODEL B, (25 de mayo del 2016)  
<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/>
- Raspberry Pi 2 DISPLAY (25 de mayo del 2016)  
<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-touch-display/>
- RASPBIAN (03 junio del 2016)
- <https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>
- ARDUINO & GENUINO PRODUCTS > Arduino Mega 2560 & Genuino Mega 2560 (10 de marzo del 2016) <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560>
- TESIS 1. Víctor Alberto Gómez Flores, sistema de control de iluminación con protocolo de control domótico estandarizado (mayo 2014), Universidad Nacional Autónoma de México.
- TESIS 2. Orlando Patricio Chacón Molina, Análisis para un sistema domótica con la arquitectura Arduino y Raspberry Pi, sobre TCP/IP (abril 2014) Universidad del Azuay Facultad de la Administración Escuela de Ingeniería de Sistema.

- TESIS 3. Wally Mauro Rodríguez Bustinza (agosto 2012) Pontifica Universidad Católica de Perú Facultad de ciencias e ingeniería. SISTEMA DE CONTROL DOMÓTICO UTILIZANDO UNA CENTRAL IPPBX BASADO EN SOFTWARE LIBRE.
- Hugo Martin Domínguez y Fernando Sáez Vacas, primera edición junio 2006. Domótica un enfoque socio-técnico, Fundación Rogelio Segovia para el desarrollo de las telecomunicaciones cd. Universitaria.
- J. M. HUIDOBRO MOLLA Y R. J. MILLAN TEJEDOR (2006) Manual de domótica, creaciones copyright.
- Rs Components Limited, E TECH, edit Grupo Electrocomponents 2012.