



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES**

**Tema:**

---

**“SISTEMA SMART HOME PARA LA EFICIENCIA DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.”**

---

Trabajo de Graduación. Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

**SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Física y Electrónica

**AUTOR:** Jéssica Pricila Solórzano Heredia

**TUTOR:** Ing. Juan Pablo Pallo Noroña, Mg.

Ambato - Ecuador

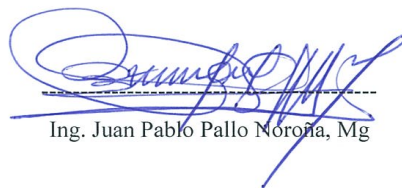
Abril 2018

### **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: “SISTEMA SMART HOME PARA LA EFICIENCIA DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA”, de la señorita Jéssica Pricila Solórzano Heredia, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, abril 2018

### **EL TUTOR**



Ing. Juan Pablo Pallo Noroña, Mg

## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: “SISTEMA SMART HOME PARA LA EFICIENCIA DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, abril 2018



---

Jéssica Pricila Solórzano Heredia

CC: 1804888889

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato, abril 2018



---

Jéssica Pricila Solórzano Heredia

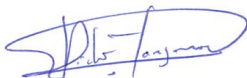
CC: 1804888889

### APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Santiago Manzano e Ing. Carlos Serra, revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “SISTEMA SMART HOME PARA LA EFICIENCIA DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.”, presentado por la señorita Jéssica Pricila Solórzano Heredia de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.



-----  
Ing. Elsa Pilar Urrutía, Mg.  
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



-----  
Ing. Santiago Manzano  
DOCENTE CALIFICADOR



-----  
Ing. Carlos Serra  
DOCENTE CALIFICADOR

## **DEDICATORIA:**

A mis padres que han sido el apoyo fundamental para la culminación de mi carrera, brindándome el apoyo, amor, consejos y la confianza para lograr el objetivo propuesto.

**Jéssica Pricila Solórzano Heredia**

## **AGRADECIMIENTO:**

A Dios por brindarme sabiduría para cumplir con el objetivo propuesto, por darme las fuerzas para salir adelante en momentos difíciles y por haberme levantado las veces que he tropezado.

A mi familia, por ser ese apoyo incondicional en buenos y malos momentos.

A cada uno de los docentes de la Facultad de Ingeniería en Sistema, Electrónica e Industrial por los conocimientos compartidos y de forma especial al Ing. Juan Pablo Pallo por ser la guía para la terminación de este proyecto de titulación.

**Jéssica Pricila Solórzano Heredia**

## ÍNDICE

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA.....	v
DEDICATORIA:.....	vi
AGRADECIMIENTO:.....	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	1
EL PROBLEMA.....	1
1.1 TEMA .....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.3 DELIMITACIÓN .....	2
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	3
1.5 OBJETIVOS .....	3
1.5.1 General .....	3
1.5.2 Específicos .....	3
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	5
MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	5
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	7
2.2.1 Sistemas Inteligentes en hogares .....	7
2.2.2 Tecnología de redes inalámbricas para uso en hogares inteligentes .....	8



Ventajas de Las Redes Inalámbricas .....	9
Convergencia de sistema de comunicaciones .....	9
Redes de nueva generación .....	10
2.2.3 La domótica en Ecuador .....	11
2.2.4 Uso de plataforma Arduino en la actualidad .....	12
2.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....	15
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	16
METODOLOGÍA.....	16
3.1 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN .....	16
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	16
3.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	16
3.4 PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS .....	17
3.5 DESARROLLO DEL PROYECTO .....	17
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	18
PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	18
4.1 INTRODUCCIÓN .....	18
4.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RESIDENCIA DE LA FAMILIA CHOLOTA .....	18
4.1.1 Sistema Eléctrico y puntos vulnerables de la residencia .....	19
4.2 DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....	21
4.2.1 Diagrama de bloques del sistema propuesto .....	22
4.2.2 Unidad de Control .....	22
4.3 DISPOSITIVOS DE ENTRADA/SALIDA .....	25
4.3.1 Senso de variables de entorno .....	25
4.4 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA .....	31
4.5 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SMARTHOME .....	34
4.5.1 Diseño general del sistema propuesto .....	34
4.5.2 Diseño Electrónico del sistema SmartHome .....	35

4.5.3 Procesamiento de datos .....	39
4.5.4 Servidor web .....	42
4.5.6 Desarrollo de la Interfaz HMI .....	44
4.5.7 Aplicación móvil .....	45
4.5.8 Implementación del sistema SmartHome.....	47
4.6 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS ....	50
4.6.1 Pruebas de Funcionamiento .....	50
4.6.2 Análisis de resultados .....	55
4.7 PRESUPUESTO .....	59
4.7.1 Costo de Hardware y software .....	59
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	62
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
5.1 CONCLUSIONES .....	60
5.2 RECOMENDACIONES .....	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS.....	65

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 4.1</b>	Tabla Distribución eléctrica de la residencia .....	19
<b>Tabla 4.2</b>	Tabla comparativa para la selección de Arduinos .....	23
<b>Tabla 4.3</b>	Tabla comparativa para la selección de Tecnologías .....	24
<b>Tabla 4.4</b>	Tabla comparativa para la selección de sensores humedad .....	25
<b>Tabla 4.5</b>	Tabla comparativa para la selección de sensores de flujo .....	26
<b>Tabla 4.6</b>	Tabla comparativa para la selección de sensores de flujo .....	27
<b>Tabla 4.7</b>	Tabla comparativa para la selección de sensor de humo .....	27
<b>Tabla 4.8</b>	Tabla comparativa para la selección de sensor de corriente .....	28
<b>Tabla 4.9</b>	Tabla comparativa para la selección de la electroválvula .....	29
<b>Tabla 4.10</b>	Tabla comparativa para la selección de la electroválvula .....	30
<b>Tabla 4.11</b>	Tabla comparativa para la selección del dispositivo para la HMI .....	31
<b>Tabla 4.12</b>	Tabla de valores nominales de corrientes .....	36
<b>Tabla 4.13</b>	Tabla de valores nominales de humedad .....	37
<b>Tabla 4.14</b>	Tabla de Combinaciones para activaciones .....	46
<b>Tabla 4.15</b>	Tabla de Combinaciones para activaciones .....	50
<b>Tabla 4.16</b>	Tabla de meses de consumo en dólares y kWh .....	55
<b>Tabla 4.17</b>	Tabla promedio de consumo en dólares y kWh .....	56
<b>Tabla 4.18</b>	Tabla de Presupuesto .....	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> Arquitectura de las NGN .....	10
<b>Figura 4.1</b> Ubicación de la residencia Cholota .....	19
<b>Figura 4.2</b> Localización de puntos vulnerables .....	20
<b>Figura 4.3</b> Sistema eléctrico .....	21
<b>Figura 4.4</b> Diagrama de bloques del sistema .....	22
<b>Figura 4.5</b> Diagrama del sistema propuesto .....	22
<b>Figura 4.6</b> Requerimientos del sistema .....	33
<b>Figura 4.7</b> Diseño General del sistema propuesto .....	34
<b>Figura 4.8</b> Procesamiento de datos .....	41
<b>Figura 4.9</b> Página web de tipos.....	42
<b>Figura 4.10</b> Página Web de Dispositivos .....	43
<b>Figura 4.11</b> Menú principal.....	44
<b>Figura 4.12</b> Primer submenú .....	44
<b>Figura 4.13</b> Segundo submenú .....	45
<b>Figura 4.14</b> Diagrama de Implementación del sistema SmartHome .....	47
<b>Figura 4.15</b> Implementación del sistema SmartHome según el diagrama .....	48
<b>Figura 4.16</b> Montaje de sistema SmartHome en la caja .....	48
<b>Figura 4.17</b> Montaje del sistema SmartHome en la pared de la residencia .....	48
<b>Figura 4.18</b> Conexión de los dispositivos de E/S en el sistema .....	49
<b>Figura 4.19</b> Colocación de placa para protección del circuito del sistema .....	49
<b>Figura 4.20</b> Pruebas de funcionamiento .....	50
<b>Figura 4.21</b> Tomacorriente con sensor .....	51
<b>Figura 4.22</b> Control y monitoreo a través de la pantalla táctil .....	51
<b>Figura 4.23</b> Control y monitoreo cámaras de seguridad .....	52
<b>Figura 4.24</b> Consulta del estado del sensor de humedad .....	52
<b>Figura 4.25</b> Respuesta del estado del sensor de humedad .....	53
<b>Figura 4.26</b> Consulta del estado del sensor de presencia.....	53
<b>Figura 4.27</b> Respuesta del estado del sensor de presencia .....	53
<b>Figura 4.28</b> Alerta de Incendio .....	53
<b>Figura 4.29</b> Consulta del estado de la electroválvula .....	54
<b>Figura 4.30</b> Encendido y apagado de luces .....	54

<b>Figura 4.31</b> Estado del encendido y apagado de luces .....	54
<b>Figura 4.32</b> Encendido y apagado de cámara .....	55
<b>Figura 4.33</b> Datos históricos de consumo eléctrico en dólares y kWh .....	56
<b>Figura 4.34</b> Datos históricos de consumo eléctrico en dólares y kWh .....	56
<b>Figura 4.35</b> Análisis de comparativo de promedios de costos con y sin el sistema .	57

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se enfocó en el diseño e implementación de un sistema inteligente para hogares o SMART HOME, el cual permitió tener un control remoto y manual de iluminación, regadío de espacios verdes, monitorización de intrusos, reducción del recurso eléctrico, a más de contar con un sistema de seguridad basado en cámaras que transmiten videos en tiempo real de forma remota. Cuenta también con un sistema de alarma en caso de incendio. Posee un sistema de alimentación ininterrumpida o UPS el cual permite suministrar energía aproximadamente una hora, en caso de un apagón este alimentará al circuito central.

El sistema tiene dos etapas las cuales son el control remoto que se realizó a través de mensajes de WhatsApp, que es una aplicación de chat para teléfonos móviles o Smartphone y el control manual que es mediante una interfaz HMI.

Con el sistema se tiene un monitoreo de los procesos de los dispositivos del hogar, el cual permite la activación remota de luces, consulta de los estados de los sensores de humedad, humo, movimiento, flujo, en caso de incendio se recibirán notificaciones de alertas a través de la aplicación de WhatsApp.

Una vez activado el sensor de movimiento se notifica al usuario el ingreso de personas a la residencia. El sensor de humedad trabaja conjuntamente con el sensor de flujo y la electroválvula permitiendo tener un sistema de regadío automatizado.

Mediante el sensor de corriente se logró tener un eficiente consumo de energía eléctrica, abaratando las planillas de luz. Posteriormente se realizó un análisis comparativo entre las planillas de consumo de energía eléctrica de meses anteriores con las actuales planillas con lo que se comprobó los resultados del sistema.

**Palabras claves:** Smart Home, interfaz HMI, WhatsApp

## ABSTRACT

The present research project focused on the design and implementation of an intelligent system for homes or SMART HOME, which allowed to have a remote and manual control of lighting, irrigation of green spaces, monitoring of intruders, reduction of the electrical resource, more to have a security system based on cameras that transmit videos in real time remotely. It also has an alarm system in case of fire. In addition to an uninterrupted power supply system or UPS which allows power supply approximately one hour, in case of a power failure this will feed the central circuit.

The system has two stages which are the remote control that was made through WhatsApp messages, which is a chat application for mobile phones or smartphones and manual control through an HMI interface.

With the system you have a monitoring of the processes of the devices of the home, which allows the remote activation of lights, consultation of the states of the sensors of humidity, smoke, movement, flow, in case of fire notifications of alerts will be received through the WhatsApp application.

Once the motion sensor is activated, the user is notified of the entry of people into the residence. The humidity sensor works in conjunction with the flow sensor and the solenoid valve allowing an automated irrigation system.

By means of the current sensor it was possible to have an efficient consumption of electrical energy, lowering the light sheets. Subsequently, a comparative analysis was made between the electrical energy consumption schedules of previous months and the current schedules, which verified the results of the system.

**Keywords:** Smart Home, HMI interface, WhatsApp

## INTRODUCCIÓN

Una casa inteligente o Smart Home tiene sistemas automatizados y avanzados que permite controlar dispositivos y monitorear de forma remota y local diversas funciones para cumplir con la necesidad y comodidad del residente de la casa.

El sistema Smart Home es una integración de tecnologías que brinda al usuario un estándar de confort y seguridad, que no se lograría con antiguos sistemas tradicionales.

El proyecto se desarrolló en 5 capítulos, en el primer capítulo se estableció el tema, planteamiento del problema, delimitación temporal y espacial del proyecto, justificación que sustentó con el desarrollo del proyecto y finalmente los objetivos tanto general como específicos que han sido cumplidos.

En el segundo capítulo se analizaron los antecedentes investigativos, la fundamentación teórica que es importante y necesaria para una mejor comprensión y por último el desarrollo de la propuesta de solución.

El tercer capítulo abarca la modalidad de investigación, la población y muestra, incluye también la recolección de la información que sirvió para el procesamiento y análisis de datos y el desarrollo del Sistema Smart Home.

El cuarto capítulo contiene los recursos humanos y económicos para el desarrollo del proyecto, la selección de dispositivos y materiales electrónicos a ocuparse, diagrama del sistema, placas simuladas y ruteadas en el software Proteus y la implementación del sistema con sus pruebas de funcionamiento respectivas. Finalmente, en el quinto capítulo se desarrollaron las conclusiones y recomendaciones del Sistema Smart Home propuesto.



# **CAPÍTULO 1**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 TEMA**

Sistema Smart Home para la eficiencia del consumo de energía eléctrica.

### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En siglo XXI según los avances en automatización, la domótica pese a mejorar aspectos de eficiencia en el consumo energético, sistemas de seguridad y confort aún no está ampliamente difundida por los altos costos que conlleva la instalación de dichos sistemas. Según cifras de la Agencia Internacional de la Energía (AIE) el consumo de energía eléctrica per cápita en kWh a nivel mundial en el 2015 fue de 3104,382 millones de kWh, con respecto al año 2010 que fue de 2956,762 millones de kWh. Por lo que a nivel mundial se ha podido evidenciar según estas cifras que existe un uso irracional de la energía ocasionado por los malos hábitos o la ineficiencia de las instalaciones y equipamientos. [1]

A pesar que la domótica ayuda a tener un consumo adecuado de la energía eléctrica, aumentar los niveles de seguridad y comodidad, estos sistemas no son comunes en residencias del Ecuador, dado los altos costos de instalación. Pese a la inversión en campañas de concientización del uso de la energía eléctrica en residencias, no se ha logrado resultados satisfactorios ya que según índices del Ministerio Coordinador de Sectores Estratégicos la potencia instalada nacional de electricidad incrementó de 3380 MW en el 2004 a 5299 MW al 2014, de los cuales el 25% que corresponde a 1324,75

MW están destinados al consumo residencial, por lo que se puede ver que hay un consumo inadecuado de la energía eléctrica. [2]

La EEASA (Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.), indica que en el año 2013 la demanda máxima anual fue de 107,20 MW, de los cuales hubo un porcentaje total de pérdidas de energía del 6.20%.

En una residencia de 4 habitantes el consumo promedio es de 250kWh mensuales, utilizando 3 televisores, una computadora, un microondas y siete focos, además de otros dispositivos electrónicos que se dejan conectados por varias horas sin utilizarlos, por lo que existe en los propietarios de las residencias un uso inadecuado de la energía eléctrica, excediendo pagos en las planillas de luz. [3]

En la ciudad de Ambato al igual que la tendencia del resto del país, existen pocos hogares que tienen implementados sistemas Smart Home, debido al costo de equipos, licencias e infraestructura eléctrica no adecuada para estos sistemas.

### **1.3 DELIMITACIÓN**

**Área académica:** Física y Electrónica

**Líneas de investigación:** Sistemas Electrónicos

**Sublíneas:** Domótica

**Delimitación espacial:**

El proyecto se realizará en la Residencia de la Sra. Alexandra Cholota ubicada en el Barrio San Pedro de Pishilata en la Avenida Galo Vela del Cantón Ambato de la Provincia de Tungurahua.

**Delimitación temporal:**

El presente proyecto de investigación se desarrollará en el período Septiembre 2017 - Febrero 2018, de acuerdo a lo establecido en el REGLAMENTO DE GRADUACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO TERMINAL DE TERCER NIVEL DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

Actualmente en el hogar de la familia Cholota no contaba con un sistema de vigilancia frente a la intrusión de personas no autorizadas, así como tampoco cuenta con un sistema que permita optimizar el uso de energía eléctrica, ni un mecanismo que permita controlar la iluminación e irrigación de forma automatizada y automática.

La beneficiaria de este proyecto será la Sra. Alexandra Cholota propietaria de la residencia, además de aquellas personas que dispongan de un domicilio o vivienda.

Este proyecto proporcionará seguridad, a más de permitir un mayor confort al contar con sistemas automáticos de iluminación y regadío con un adecuado consumo de energética eléctrica.

La factibilidad del presente proyecto se dio porque en la actualidad existen tecnologías de comunicaciones móviles que nos permiten transmitir información a grandes distancias, se dispone de herramientas de hardware y software libre, lo que implica que no se pagarán licencias para el desarrollo del proyecto. Además de que la residencia de la Sra. Alexandra Cholota cuenta con espacios que requieren un control en la iluminación, regadío automático de áreas verdes, así como una gestión adecuada de consumos de energía en ciertos electrodomésticos y un sistema de vigilancia con alertas remotas.

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 General**

- ◆ Implementar un Sistema Smart Home para la eficiencia del consumo de energía eléctrica.

### **1.5.2 Específicos**

- ◆ Determinar las características del consumo energético, necesidades y puntos vulnerables de seguridad de la residencia de la familia Cholota.

- ◆ Analizar los sistemas inteligentes que permitan el control de consumo energético, control de iluminación, sistemas de seguridad y de riego de agua en espacios verdes.
- ◆ Diseñar un sistema inteligente que utilice tecnologías de comunicación para el control domótico.
- ◆ Desarrollar una Interfaz HMI de usuario sobre dispositivos inteligentes para el sistema Smart Home, con software libre.

## **CAPÍTULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS**

En enero de 2011 en la Universidad Politécnica de Catalunya, Albert Hijano Badillo, como parte de su proyecto de postgrado realizó el Diseño de la instalación eléctrica y domótica de una vivienda unifamiliar de tres plantas con jardín; el mismo que ocupa el componente EIB port LAN-LASN/RDSI Gateway que permite la comunicación entre la vivienda y el usuario mientras este no está en la vivienda vía internet o sms, se alimentará de la fuente de alimentación auxiliar de 12V CC. Además, consta de dos puertos RJ-45 para la conexión a la red ISDN y LAN lo que permite que el usuario pueda tener el control global sobre la iluminación, control de persianas, climatización y sistemas de seguridad, por lo tanto, tener una vida más confortable. [4]

En mayo de 2013 en la Universidad Pontificia Comillas de Madrid el ingeniero Rodrigo Alejandro de Marcos Peiroten desarrolló Un sistema domótico para una casa inteligente, que está publicado en un artículo científico; el cual se encarga del control de los sensores y actuadores los cuales tendrán distintos propósitos: seguridad, climatización, iluminación que está basado en el protocolo de comunicación inalámbrica ZigBee que a su vez está basado en estándar IEEE 802.15.4. El proyecto consta de una red inalámbrica con dispositivos de control, integración de sensores y actuadores a la red, desarrollo de un software que permita la interacción con el usuario a través de una PC y la integración con el sistema gestor de energía. [5]

En mayo de 2014, en la Universidad Autónoma de México, el ingeniero Gómez Flores Víctor Alberto desarrolló un sistema de control de iluminación con un control domótico estandarizado, como proyecto de investigación; el cual está diseñado para un

piso de la UNAM que ocupa el componente EIB port LAN-LASN/RDSI Gateway para la conexión a la red ISDN y LAN, con el sistema propuesto en la investigación de acuerdo con tres características principales: ahorro energético, tipo de alumbrado y costo. [6]

En el 2015, en la Universidad Técnica de Ambato, el ingeniero Porras Bermejo, Jefferson Marcelo desarrolló un Sistema de control domótico inalámbrico, para personas adultas mayores en el Cantón Salcedo, como proyecto de grado; basado en XBee este dispositivo trabaja bajo la tecnología ZigBee y esta a su vez se rige al estándar IEEE 802.15.4. El prototipo se enfoca en la domótica, esta área es la que se encarga de la automatización de viviendas tomando en cuenta la gestión energética, confort, comunicación y seguridad. [7]

En el 2016, la IEEE Advancing Technology for Humanity publica un estudio sobre los métodos de predicción secuencial basada en compresión para la predicción de ocupación en hogares inteligentes, para estudiar el desempeño de los modelos de predicción se ha utilizado un pequeño banco de pruebas con sensores de movimiento y un microcontrolador central basado en la tecnología Arduino junto con datos sintetizados. Este artículo ha dado la predicción de ocupación y movimiento de residentes en el hogar inteligente basado en un enfoque de predicción secuencial. [8]

En el 2016, la IEEE Advancing Technology for Humanity publica “Sistema inalámbrico doméstico inteligente con ZigBee e IEEE802.15.4” que trata de un nuevo sistema inalámbrico doméstico inteligente (SHWS) basado en IEEE802.15.4 y ZigBee. ZigBee podría formar una red punto a punto y de malla. El sistema Inalámbrico Smart Home es un sistema casero elegante que controla la red doméstica como temperatura, iluminación, TV, sonido y etc., y hace frente a una variedad de tareas. [9]

En el 2016, la IEEE Advancing Technology for Humanity publica “Diseño e Implementación de Conexiones de Red basadas en Socket para un sistema Smart Home” en este estudio, el sistema de casa inteligente integrado basado en conexiones de red de socket, se diseñó utilizando la placa de desarrollo ARM9 y el sistema operativo Linux incorporado. Este sistema podría controlar todos los subsistemas que

están relacionados con la vida doméstica, tales como control de luz y control de sonido. [10]

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.2.1 Sistemas Inteligentes en hogares**

Una casa inteligente es un concepto que describe la integración de tecnología, servicio y equipo electrónico para automatizar las actividades que a diario se realizan en casa, oficina, o edificio pequeño. Una casa inteligente permite a sus habitantes tener el control y monitoreo de la iluminación, sistemas de seguridad, sistemas de alarma de incendios, sistemas de entretenimiento (TV, VCR, DVD, Home Theater, Audio, Etc.), riego de jardines y el control de aparatos electrodomésticos, todo ello de una manera remota desde cualquier ubicación del usuario dentro y fuera de la casa. El control de estos dispositivos debe ser logrado en base a las instrucciones, necesidades y preferencias de los habitantes de la casa. [11]

Una casa inteligente típica está equipada con sensores, en los que las cámaras, los sensores IR, el sonido ambiental, el calor y los sensores de contacto se montan en los muebles y se usan en el entorno doméstico de una manera no intrusiva. Los sensores recopilan continuamente datos sobre la ubicación y la actividad de los sujetos en el entorno sin interferir con las actividades diarias de los residentes. Tales datos serían un activo valioso para comprender las conductas de las personas y sus seres de bienestar. [12]

Un hogar inteligente, en su núcleo, se puede definir como una casa automatizada donde todos los dispositivos y electrodomésticos están conectados en red, se coordinan para tomar decisiones inteligentes y pueden ser controlados de forma remota por el propietario del hogar. Una de las características más importantes de la domótica es que el propietario de la casa decide la reacción del dispositivo. Inicialmente, se pensaba que las casas inteligentes eran sistemas ambientales controlados, pero el desarrollo reciente en tecnología le ha permitido cubrir casi un dispositivo eléctrico dentro del hogar. Es decir, un hábitat inteligente para mejorar la vida de los residentes al crear hogares seguros, ahorrar energía y mejorar la accesibilidad a la vivienda de una manera conveniente y flexible. Una comunidad inteligente puede verse como un entorno

virtual donde los smarthomes se conectan en red en una región geográfica local para monitorear continuamente diversos aspectos de la comunidad y proporcionar retroalimentación para mejorar la seguridad, la calidad y las capacidades de respuesta de emergencia. [13]

### **2.2.2 Tecnología de redes inalámbricas para uso en hogares inteligentes**

Una red inalámbrica, por lo tanto, es aquella que permite conectar diversos nodos sin utilizar una conexión física, sino estableciendo la comunicación mediante ondas electromagnéticas.

De acuerdo al tipo de cobertura, la red inalámbrica puede clasificarse como Wireless Personal Area Network (WPAN), Wireless Local Area Network (WLAN), Wireless Metropolitan Area Network (WMAN) o Wireless Wide Area Network (WAN).

Mientras, los sistemas WiFi suelen establecer redes WLAN. Las tecnologías basadas en WiMAX, por su parte, permiten establecer redes WMAN, mientras que las redes WAN se usan con comunicaciones GSM, HSPA o 4GLTE. [14]

Las redes son invisibles en el mundo real, soluciones como Harmony Home Hub de Logitech, que pueden comunicarse con una base de datos, intentan hacerlas invisibles para los propietarios inteligentes controlando todas estas redes inteligentes por separado. productos para el hogar, desde cafeteras conectadas hasta persianas de ventanas inteligentes, a través de una sola interfaz. Por lo que para hogares inteligentes los diseñadores eligen diferentes redes inalámbricas y se detallarán algunas de ellas:

**Wi-Fi:** Es una tecnología que permite la interconexión inalámbrica de dispositivos electrónicos. "Wi-Fi es una red para todo el hogar", Principalmente utilizado para transmisión de medios, navegación por la web y otras actividades pesadas de datos, es una red de gran ancho de banda. [15]

**Bluetooth:** Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM (Industrial, Scientific and Medical) de los 2.4 GHz. Pero en el hogar inteligente, Bluetooth aparece en productos que requieren que una persona tenga una proximidad física cercana al dispositivo, como la cerradura de la



puerta inteligente. También tiene mayor ancho de banda de datos que Zigbee (aunque menor que Wi-Fi), lo que permite que los productos habilitados para Bluetooth hagan más que simplemente activar un interruptor o informar un movimiento a distancias pequeñas. [15]

**Zigbee:** Es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital de bajo consumo, basada en el estándar IEEE

Uno de los problemas con Zigbee es que sus señales no son directamente compatibles con ningún dispositivo informático convencional, como un teléfono inteligente, tableta o computadora portátil. Por lo tanto, los sensores de movimiento necesitan comunicarse con un concentrador que esté conectado a una red doméstica a través de Wi-Fi o mediante un cable de ethernet enchufado a un enrutador de Internet. [15]

### **Ventajas de Las Redes Inalámbricas**

Las principales ventajas de las Redes Inalámbricas son:

- ◆ **Flexibilidad:** Los equipos terminales pueden desplazarse de un lugar a otro sin perder la conectividad por el efecto Handover.
- ◆ **Distancia:** Brinda grandes ventajas ya que permite tener acceso a largas distancias.
- ◆ **Robustez:** Con relación a condiciones climáticas como la humedad, o desastres naturales este tendría soportar más que una red cableada.

### **Convergencia de sistema de comunicaciones**

La convergencia es la capacidad de diferentes plataformas de red para transportar servicios o señales similares o se centra en la posibilidad de recibir diversos servicios a través de un mismo dispositivo como el teléfono, la televisión o el ordenador personal. [16]

Una de sus principales características es que permiten efectuar multitud de servicios con una mayor capacidad. De hecho, todavía se desconocen todas las posibilidades que ofrecen. En una misma red se pueden mover servicios de datos, telefonía y multimedia, con el correspondiente ahorro en medios e inversión, así como en las operaciones. [16]

“Su capacidad es notablemente más alta que la de las redes tradicionales y, además, proporcionan todas esas utilidades que demanda cualquier empresa que quiera mejorar su productividad, independientemente de su tamaño y recursos”, apunta Pedro Rubio, gerente de Ingeniería de Venta de Nortel Iberia, firma dedicada a proveer tecnologías de próxima generación. [16]

### Redes de nueva generación

Mayor velocidad, más seguridad y la posibilidad de transportar todo tipo de datos y servicios. Las redes de nueva generación (NGN, por sus siglas en inglés) están preparadas para revolucionar las telecomunicaciones. Las redes de nueva generación (NGN, por sus siglas en inglés: Next Generation Networks) surgen para revolucionar la infraestructura de las redes de telecomunicación y acceso telefónico. En los próximos años, todos los servicios multimedia (vídeo, audio, foto, datos) se moverán de un lado a otro por medio de las NGN. Las barreras tecnológicas para estas redes dejarán de existir, ya que el dispositivo no será relevante: teléfono móvil, ordenador, teléfono fijo todo tiene cabida en las redes de nueva generación, como se muestra en la figura 2.1. [17]

#### Arquitectura de las NGN (Redes de Nueva Generación)

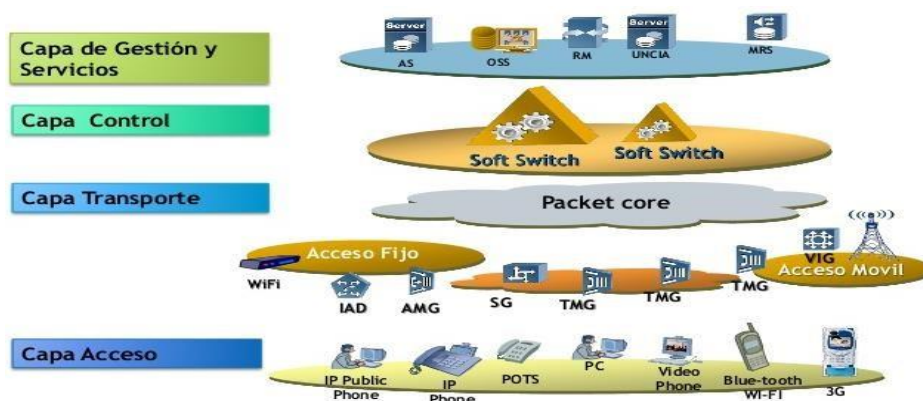


Figura 2.1 Arquitectura de las NGN [17]

Las NGN están basadas en el envío de paquetes capaces de trabajar con servicios integrados, en los que se incluyen las tradicionales conexiones telefónicas, y de aprovechar en su totalidad el ancho de banda del canal. Para ello, se sirve de las Tecnologías de Calidad del Servicio que, además, permiten que el transporte tenga lugar de forma totalmente independiente en relación con el resto de infraestructuras.

Hoy en día, es posible acceder y controlar el mundo de los servicios multimedia desde dispositivos móviles o portátiles que, poco a poco, se están convirtiendo en catalizadores de la industria de las telecomunicaciones. Las NGN hacen referencia a las nuevas investigaciones y desarrollos realizados en tecnología de radio que harán factible la transmisión de datos a una velocidad mayor y, por supuesto, una mejora considerable de la capacidad y posibilidades de las infraestructuras de red. [17]

### **2.2.3 La domótica en Ecuador**

La domótica en Ecuador, ofrecida por Netlife, los ecuatorianos pueden disfrutar de tecnologías que se pensaban solo estaban disponibles en territorios de primer mundo. Lo que permite que una casa inteligente puede dar la bienvenida todos los días ajustando la temperatura ambiental, reproduciendo una estación de radio favorita en la sala y prendiendo la estufa para calentar un café, todo de manera automatizada. Se consigue gracias a la domótica, que son un conjunto de sistemas que trabajando de manera sincronizada a través de Internet permiten controlar remotamente casi todos los aspectos de una vivienda, desde la apertura de cortinas, hasta la iluminación de una piscina o el sonido ambiental. [18]

**SmartHome Quito:** Es una compañía que brinda innovación tecnológica para su casa, empresa u oficina a través de la instalación de los mejores dispositivos domóticos del mercado y accesorios, que garantizan Seguridad, Confort, Estilo.

La domótica es la aplicación de la tecnología en una vivienda para la automatización y el control de sus sistemas con los que cuenta, aportando una manera más favorable en la gestión sus sistemas como ahorro de energía, seguridad y confort con una comunicación eficiente entre el sistema y el usuario.

En una vivienda, la seguridad es lo más importante que debe tener para la protección del usuario debido a los grandes peligros que se presentan diariamente, mediante la domótica aplicada en el campo de la seguridad existen diversos sistemas con los cuales se puede proteger el bienestar de la persona y todos sus bienes personales. [19]

**Logitech Harmony Home Hub Guayaquil:** Para control de teléfonos inteligentes de dispositivos de entretenimiento hogareño y automatización.

Control de automatización y entretenimiento en el hogar combinado: controla fácilmente los dispositivos de entretenimiento más las luces, cerraduras, termostatos, persianas, sensores y más conectados.

Aplicación Harmony para teléfonos inteligentes o tabletas con iOS o Android: simplemente deslice y toque para controlar canales, películas, 50 favoritos de canales personalizables y dispositivos de automatización del hogar, como luces.

Configuración simple en la computadora o aplicación móvil para el control de 8 dispositivos de entretenimiento hogareño. [20]

#### **2.2.4 Uso de plataforma Arduino en la actualidad**

Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software fáciles de usar. Las placas Arduino son capaces de leer las entradas, luz en un sensor, un dedo en un botón o un mensaje de Twitter y convertirlo en una salida, activar un motor, encender un LED, publicar algo en línea. Usted puede decirle a lo que debe hacer enviando un conjunto de instrucciones al microcontrolador en la placa. Para ello se utiliza el lenguaje de programación Arduino (basado en el cableado) y el software Arduino (IDE), basado en el procesamiento. [21]

Existen multitud de entornos de aplicación de Arduino: automatización industrial, domótica, herramienta de prototipado, plataforma de entrenamiento para aprendizaje de electrónica, tecnología para artistas, eficiencia energética, monitorización, adquisición de datos, DIY, aprendizaje de habilidades tecnológicas y programación, etc.

En la educación tanto en institutos en secundaria y bachillerato como en formación profesional y la universidad, Arduino ha entrado con mucha fuerza para entrenar habilidades y como herramienta pedagógica. [22]

Arduino es una plataforma para programar un microcontrolador y por lo tanto puede hacer todo lo que puede hacer una MCU, todo depende de nuestra imaginación.

Un arduino es un sistema autónomo programado que realiza una o varias tareas específicas. Un arduino puede hacer las tareas de un autómatas e intercambiar datos con un SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), pero también vamos a plantearlo desde un punto de vista profesional.

Podemos usar Arduino como una herramienta de prototipado, para hacer un despliegue rápido de una idea o medir de una manera objetiva resultados. Con Arduino también podemos hacer “smart” las cosas, es decir, que se conecten a internet. Podemos twittar, mandar correos, publicar en otras redes sociales, poner datos en tiempo real en internet o en un servidor privado, compartir su estado, interactuar con el entorno remotamente, etc. [23]

El Arduino es una placa basada en un microcontrolador, específicamente un ATMEL. Un microcontrolador es un circuito integrado (podríamos hablar de un microchip) en el cual se pueden grabar instrucciones. Estas instrucciones se escriben utilizando un lenguaje de programación que permite al usuario crear programas que interactúan con circuitos electrónicos. [24]

Normalmente un microcontrolador posee entradas y salidas digitales, entradas y salidas analógicas y entradas y salidas para protocolos de comunicación. Un Arduino es una placa que cuenta con todos los elementos necesarios para conectar periféricos a las entradas y salidas del microcontrolador. Se trata de una placa impresa con todos los componentes necesarios para el funcionamiento del micro y su comunicación con una computadora a través de comunicación serial. [24]

### **Costos**

Una de las principales características de Arduino es su bajo costo. Debido a que se trata de una plataforma de hardware libre, cualquier persona o grupo de personas con la tecnología necesaria para el diseño de dispositivos electrónicos (placas impresas, soldadura de componentes electrónicos, etc) puede fabricar placas Arduino sin ningún tipo de implicación legal. La marca Arduino diseña sus propias placas, los Arduino originales, manufacturados en Italia y recientemente en Estados Unidos. Los modelos americanos se conocen como Arduino, mientras que los modelos italianos son llamados Genuino. [25]

Tanto en Los Estados Unidos como en Asia (específicamente China, Japón y Taiwán) existen compañías dedicadas a la fabricación de placas genéricas que presentan el mismo aspecto visual y las mismas características (la mayor parte del tiempo) que un

Arduino original. De igual forma, la inmensa cantidad de sensores y placas de expansión que ha sido diseñadas para Arduino (no necesariamente de la marca Arduino) y sus bajos precios, permite que esta tecnología sea considerada para toda clase de proyectos con presupuestos limitados. [25]

### **Disponibilidad**

Como se ha mencionado, tanto los diferentes modelos de Arduino, como las placas de expansión y sensores utilizados con Arduino pueden ser adquiridos a bajos costos en los portales de compra/venta en Internet.

Poco a poco, a medida que pasa el tiempo se ha incrementado la presencia de tiendas especializadas en la venta de productos Arduino o relacionados a esta plataforma, en los países de América Latina. Algunos comercios que tradicionalmente se han dedicado a la venta de productos electrónicos, están incluyendo a Arduino entre los productos que ofrecen a sus clientes, dada la creciente demanda. [26]

Los diferentes modelos de Arduino disponibles en el mercado comparten una característica. Todos son placas pequeñas, compactas y con gran capacidad para llevar a cabo tareas que van desde encender un simple LED hasta controlar el encendido de un motor trifásico. El reducido tamaño de algunos modelos, como el Arduino Micro o el Arduino Nano permite que puedan ser insertados en una placa electrónica, tal cual circuito integrado. [27]

Su crecimiento ha sido tal que actualmente existen múltiples modelos en el mercado, con un sin fin de shields diseñados para aumentar sus capacidades y/o brindarle nuevas funcionalidades. Existe una amplia gama de sensores adaptados a esta plataforma, lo cual lo hace muy útil a la hora de llevar a cabo proyectos basados en mediciones de fenómenos físicos. En la actualidad se puede encontrar Arduino en los salones de las escuelas primarias, a nivel universitario, en desarrollos a nivel de ingeniería e incluso en satélites en la órbita terrestre. [27]

### **2.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

La implementación del sistema Smart Home, podrá reducir el consumo energético, utilizando sistemas electrónicos de automatización para la iluminación de escenarios, riego de espacios verdes y sistemas de seguridad eficaz en la casa residencial de la familia Cholota

## **CAPÍTULO 3**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación del proyecto estuvo orientado a dar solución a un problema que surge de las necesidades de una familia, realizando así una investigación aplicada:

**Investigación Bibliográfica**, debido a que la búsqueda de información del tema de investigación se realizó en publicaciones disponibles en Internet, así como en tesis referentes a temas similares aplicados a la necesidad o aplicados a esta solución del problema.

**Investigación de campo**, mediante el método de observación se identificó el uso inadecuado de la energía eléctrica en la casa residencial, lo que permitió conocer que la propietaria la señora Alexandra Cholota tiene la necesidad de contar con un sistema de automatización para el confort y ayude a reducir el consumo energético.

#### **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

Por las características de la investigación no se requiere población y muestra.

#### **3.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

La recolección de información se realizó a través de la investigación de campo, en el barrio San Pedro de Pishilata de la ciudad de Ambato de la provincia de Tungurahua, analizando la estructura de la residencia y las respectivas necesidades de la propietaria.



### 3.4 PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Una vez que se obtuvo la información de la investigación, se procedió a procesar la información en forma ordenada y sistemática, presentando cuadros comparativos entre dispositivos referentes al tema de investigación.

### 3.5 DESARROLLO DEL PROYECTO

El desarrollo del proyecto se efectuará de la siguiente manera:

- ◆ Estudio del plano eléctrico para conocer la estructura de la red eléctrica.
- ◆ Análisis de los puntos de consumo de energía para determinar ubicaciones que tienen un consumo inadecuado y puntos vulnerables de seguridad de la residencia.
- ◆ Análisis de sistemas inteligentes de control doméstico.
- ◆ Estudio y análisis de tecnologías de comunicación móvil.
- ◆ Comparación de las ventajas y desventajas entre sistemas inteligentes que ofrecen servicios de automatización.
- ◆ Diseño del sistema considerando las necesidades y requerimientos de la propietaria de la residencia.
- ◆ Acondicionamiento de las señales eléctricas producidas por los sensores y etapas de potencia para el acoplamiento de la red eléctrica con los dispositivos electrónicos.
- ◆ Estudio de la distribución adecuada para el funcionamiento óptimo del sistema dentro de la residencia.
- ◆ Implementación y calibración de sensores y actuadores para la adquisición y manipulación de las señales eléctricas en el sistema.
- ◆ Análisis de lenguajes de programación que me permitan el desarrollo de interfaces HMI.
- ◆ Desarrollo de la interfaz HMI sobre dispositivos inteligentes para el sistema.
- ◆ Pruebas de funcionamiento y corrección de errores.
- ◆ Elaboración del informe final

## **CAPÍTULO 4**

### **PROPUESTA DE SOLUCIÓN**

#### **4.1 INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo se ha realizado con la finalidad de reducir el consumo de energía eléctrica, regadío de espacios verdes, monitoreo a través de sensores y cámaras de seguridad en una residencia; con la facilidad de tener un uso centralizado y sencillo.

Se realizó el diseño e implementación de un sistema SmartHome para la eficiencia del consumo de energía eléctrica, para lo cual fue preciso realizar un estudio y análisis donde se determinó las necesidades y requerimientos de la propietaria de la residencia, además de la tecnología, equipos, dispositivos para el desarrollo del sistema. El proyecto se construyó con dispositivos que se pueden adquirir fácilmente en el mercado y la utilización de hardware y software libre.

En este capítulo se tratará del análisis de la situación actual de la residencia, desarrollo de la propuesta, también el diseño general de la propuesta, la implementación del sistema, así como las pruebas de funcionamiento y el análisis de resultados.

#### **4.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA RESIDENCIA DE LA FAMILIA CHOLOTA**

La residencia de la familia Cholota ubicada en Barrio San Pedro de Pishilata como se indica en la figura 4.1, consta de dos pisos y áreas verdes, el primer piso está desocupado y la familia reside en el segundo piso.



Figura 4.1 Ubicación de la residencia Cholota

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

La residencia tiene una extensión de 140 m<sup>2</sup> y se encuentra en la avenida Galo Vela y Sócrates como se muestra en la figura 4.1, dado a que está ubicado en una vía principal ha sido propensa a varios hurtos, por no contar con un sistema de vigilancia la cual podría alertar de cualquier eventualidad que suceda en la residencia.

#### 4.1.1 Sistema Eléctrico y puntos vulnerables de la residencia

Para el desarrollo del proyecto fue necesario analizar el sistema eléctrico y la estructura de la residencia, lo que permitió determinar los puntos vulnerables de la misma.

La residencia consta de cuatro dormitorios, una cocina, una sala, un baño. Esta cuenta con 9 tomacorrientes, 9 interruptores, 9 focos, tal como lo indica la tabla 4.1. Posee una entrada principal, dos entradas posteriores y un espacio verde alado derecho de la residencia, como se observa en el plano de la figura 4.2.

**Tabla 4.1** Tabla Distribución eléctrica de la residencia

Habitación	Interruptores	Focos	Tomacorrientes
Sala	2	2	2
Cocina	2	2	2
Dormitorio 1	1	1	1

Dormitorio 2	1	1	1
Dormitorio 3	1	1	1
Dormitorio 4	1	1	2
Baño	1	1	--
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>

Elaborado por: Pricila Solórzano

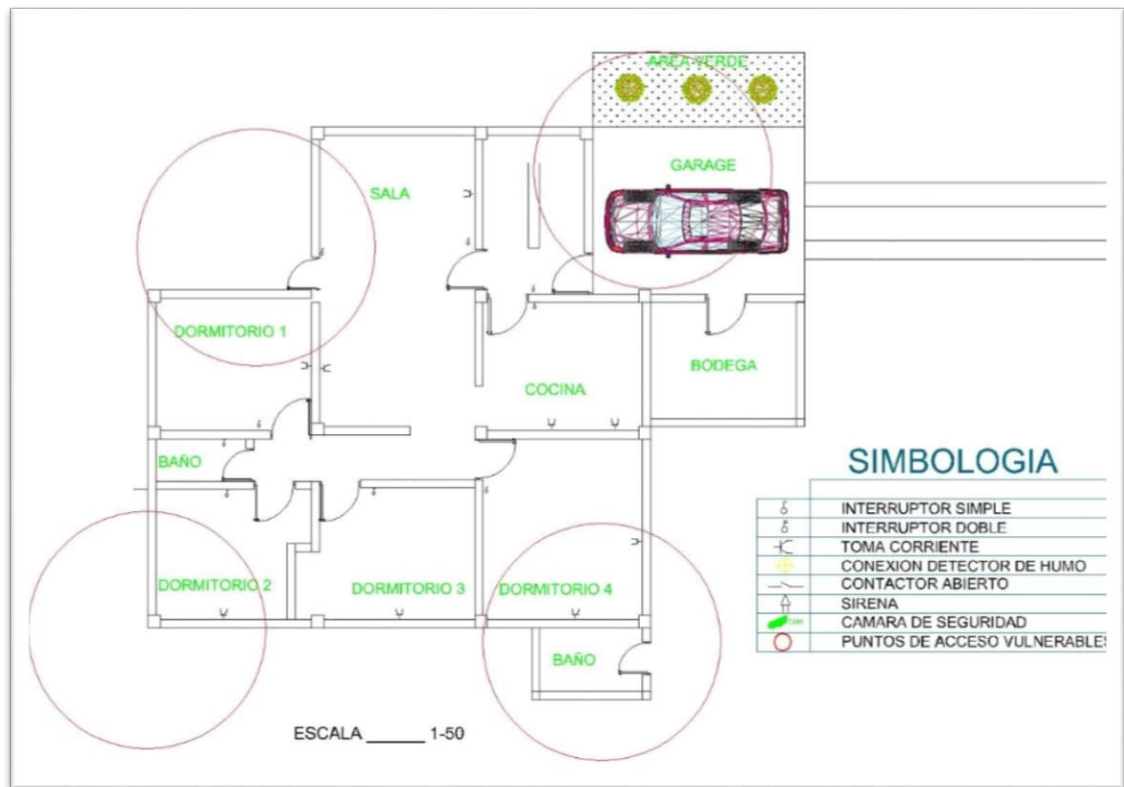


Figura 4.2 Localización de puntos vulnerables

Elaborado por: Pricila Solórzano

Luego del análisis se logró establecer los puntos vulnerables a los posibles ingresos de intrusos, llegando a determinar los siguientes lugares: el acceso posterior a la residencia ya que el cerramiento no cubre en su totalidad toda el área del terreno y esa entrada se encuentra libre, además de ser un lugar con poca iluminación en la noche, otro lugar es el acceso lateral de la vivienda, ya que, por la facilidad de llegar a la loza del baño, podría ser utilizado para ingresar por la ventana al segundo piso.

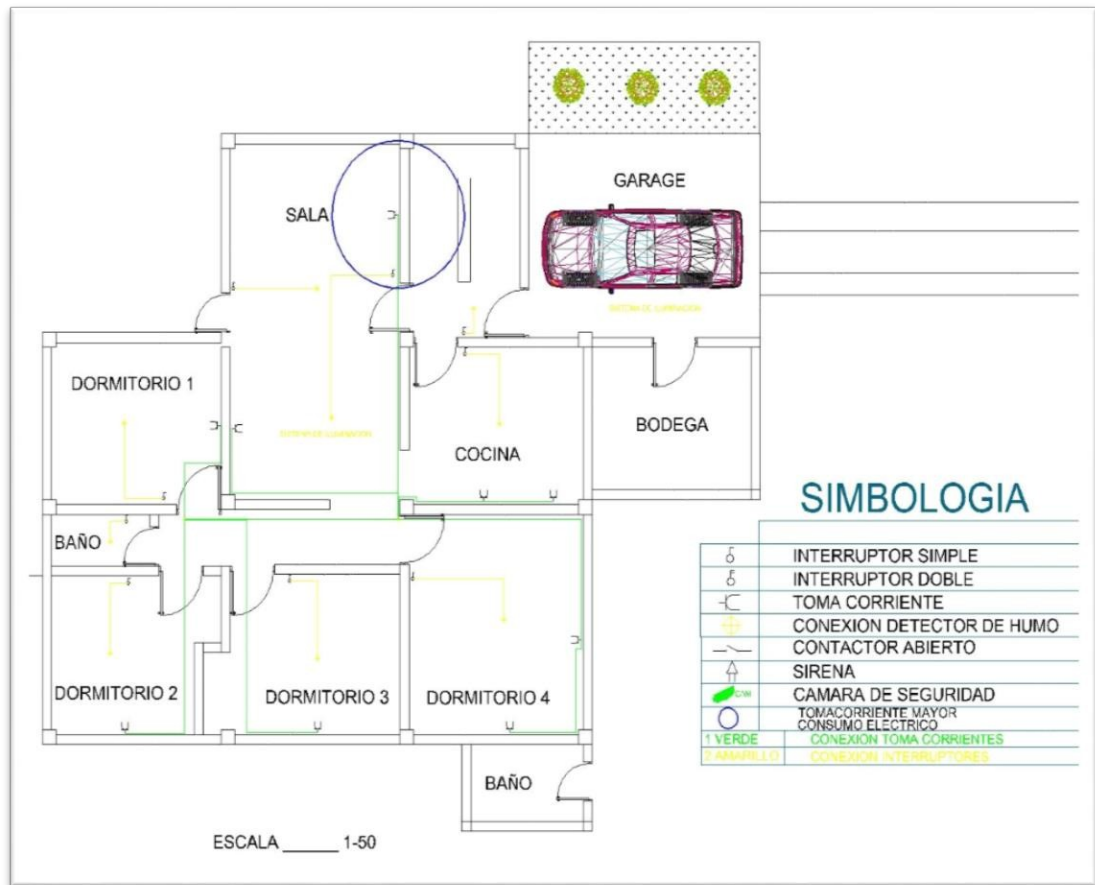


Figura 4.3 Sistema eléctrico

Elaborado por: Pricila Solórzano

Mediante un análisis cualitativo de los dispositivos eléctricos existentes en el hogar, se llegó a determinar los puntos donde existe mayor desperdicio de energía eléctrica, ya que los dispositivos aun estando apagados no se desconectan por completo, consumiendo energía eléctrica por encontrarse en modo stand-by.

#### 4.2 DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

El sistema Smart Home para la eficiencia del consumo de energía eléctrica está constituido por cuatro bloques: Aplicación Móvil o el usuario, Unidad central o de control, Dispositivos de entrada/salida y servidor web. Se indica en la fig.4.4

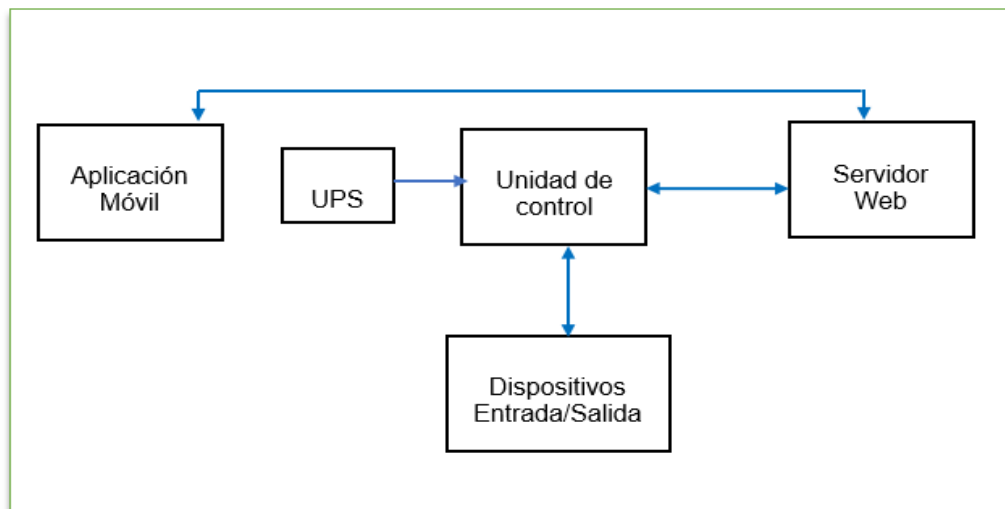


Figura 4.4 Diagrama de bloques del sistema

Elaborado por: Pricila Solórzano

#### 4.2.1 Diagrama de bloques del sistema propuesto

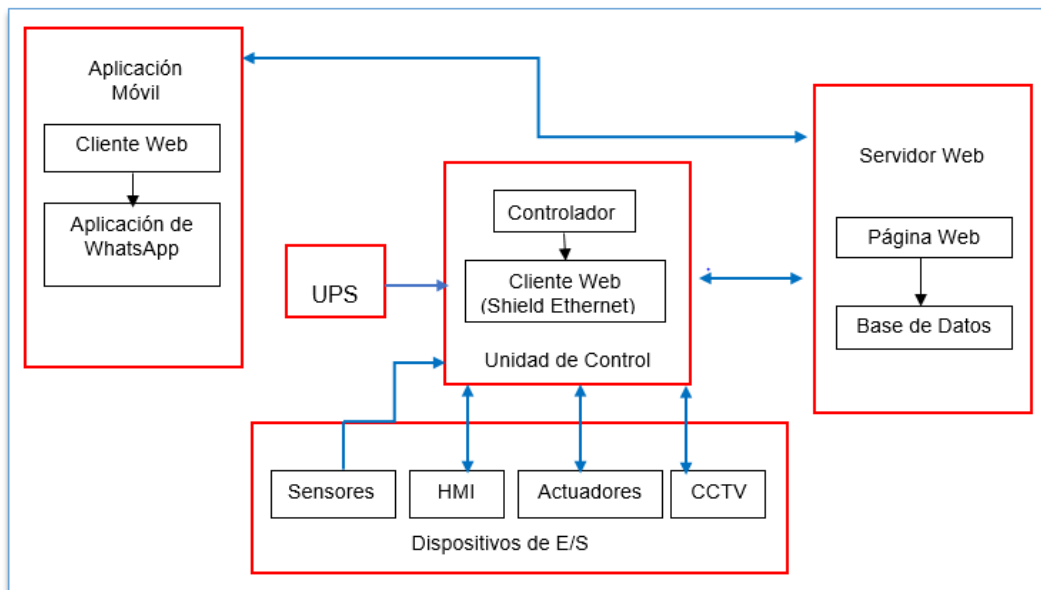


Figura 4.5 Diagrama del sistema propuesto

Elaborado por: Pricila Solórzano

#### 4.2.2 Unidad de Control





La unidad de Control es un conjunto de dispositivos electrónicos, diseñado con el propósito de instalarse de manera independiente en la residencia. Tiene como finalidad enviar señales adquiridas de los sensores para activar los actuadores. El controlador tiene una comunicación serial con la Shield Ethernet, la cual gestiona la comunicación,

enviando las señales y estados de los sensores, actuadores, siendo la unidad de control una interfaz entre el servidor y los dispositivos de entrada/salida.

### a) Selección del microcontrolador para la adquisición de datos de la placa electrónica

El microcontrolador es el encargado del procesamiento de los datos adquiridos por los sensores. En él se ejecuta todo tipo de cálculos, procesos e instrucciones que debe ejecutar el sistema, por lo que es necesario analizar los requerimientos del prototipo. Se eligió este microcontrolador para la realización de este proyecto debido al análisis comparativo mostrado en la tabla 4.2.

**Tabla 4.2** Tabla comparativa para la selección de Microcontroladores

				
Microcontrolador	ATMEL	UNO	MEGA / MEGA 2560	RASPBERRY
	AVR Atmega 168 o 328 8 bits	AVR Atmega 328 8 bits	AVR Atmega 2560 8 bits	Broadcom BCM2835
Pines digitales E/S	23	14/14	54/54	40GPIO
Pines analógicos E/S	-	6/0	16/0	-
Frecuencia	20 MHZ	16 MHZ	16 MHZ	-
Alimentación USB	3.3 V	5V	5V	5V
Alimentación JACK	1.8V a 5.5V	7V a 12V	7V a 12V	3.3V
Memoria Flash	16 o 32 Kb	32 Kb	128 o 256 Kb	-
Memoria RAM	2 Kb	2 Kb	8 Kb	256MiB SDRAM
Memoria EEPROM	1 Kb	1 Kb	4 Kb	-
Tensión corriente pines digitales	1.8V o 5.5V 40mA	5V 40Ma	5V 40mA	3.3V 16mA
Precio	\$ 4	\$ 12	\$ 20	\$ 45

Elaborado por: Pricila Solórzano

Analizados los microcontroladores de la tabla 4.2, para el sistema de procesamiento de datos se seleccionó al Arduino Mega 2560, ya que al poseer 54/54 pines digitales de E/S y 16 pines analógicos de entrada, Interfaces I2C, EMI, SPI y USART, con 86 puertos programables, permitió una convergencia total de todos los componentes electrónicos del proyecto, y por ser una placa de bajo costo y con un entorno sencillo de programación.

### b) Selección para la tecnología de comunicación

Procesados los datos o la información, es necesario que sea transferida hacia un servidor para que pueda ser almacenada y extraída desde cualquier dispositivo terminal. Existen diversas tecnologías de comunicación y se puntualizan en la tabla 4.3 a continuación.

**Tabla 4.3** Tabla comparativa para la selección de Tecnologías

<b>Tecnología de comunicación</b>	Ethernet	WIFI	Bluetooth	IRDA	ZigBee	GPRS
<b>Ancho de banda</b>	10Mbits -1Gbit	11Mbits - 248Mbits	1Mbits - 32Mbit	4Mbits	250kbits	60kbits
<b>Distancia Máxima</b>	10m	30-100m	10-100m	2m	75m	-
<b>Medio de Transmisión</b>	Par trenzado	RF	RF	Infrarrojo	RF	RF
<b>Topología</b>	Estrella	Estrella	Maestro-Esclavo	Maestro-Esclavo	Maestro-Esclavo	Estrella
<b>Costo</b>	Bajo	Alto	Bajo	Bajo	Medio	Alto

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

La tecnología de comunicación seleccionada es el ethernet, que brinda una transmisión de datos eficiente. En la unidad de control existe una comunicación serial del arduino mega con un arduino uno, lo que permitió gestionar la conexión con el servidor web a través de un Shield Ethernet.

Mediante la Shield de Arduino y su librería se enviaron los flujos de datos del sistema por el puerto ethernet hacia el servidor. La Shield opera a 5V suministrados desde la



placa de arduino, se comunica con el microcontrolador por SPI, por lo que se incluyó la librería SPI.h

### 4.3 DISPOSITIVOS DE ENTRADA/SALIDA

Los dispositivos de E/S constan de sensores, actuadores y una pantalla táctil (touch), la finalidad de los sensores es detectar magnitudes físicas y químicas para transformarlas en variables eléctricas, que puedan ser procesadas por la unidad de control y mandar activar los actuadores.

#### 4.3.1 Senso de variables de entorno

El senso consiste en recolectar datos mediante sensores, para el proyecto planteado se ha utilizado cinco tipos, los cuales son analógicos y digitales, que permitió tomar muestras de voltaje y corriente.

#### a) Selección del sensor de humedad del suelo

Tabla 4.4 Tabla comparativa para la selección de sensores humedad

Sensores de humedad				
	FC-28	DTH22	YL38	SEN0114
Voltaje de entrada	3.3 – 5VCD	3.3 – 5VCD	3.3 – 5VCD	3.3 – 5VCD
Voltaje de salida	0-4.2V	0-4.2V	0-4.2V	0-4.2V
Corriente	35mA	35mA	35mA	32mA
Rango de medición de humedad	0-100%	0-100% HR	10-100% HR	20-80% HR
Rango de medición de temperatura	0 hasta 40°C	-40 hasta 80°C	-40 hasta 80°C	-40 hasta 80°C
Precio	\$4	\$12	\$30	\$7,60


Elaborado por: Pricila Solórzano

En base al bajo precio y a las características mostradas en la tabla 4.4, se ha seleccionado el sensor de humedad del suelo FC-28, que opera en voltajes de 3.3 a 5V.

Mide la humedad del suelo por la variación de su conductividad, este fue usado para el sistema automático de riego para detectar cuando es necesario activar el sistema de regadío.

## b) Selección del Sensor de flujo

**Tabla 4.5** Tabla comparativa para la selección de sensores de flujo

Sensor de flujo				
	Sensor de flujo de Agua G1/2 1 a 30L/min	YF-s20 1-30l/min	MJ-HZ43WA	Sensor de flujo magnético acero Inox 1/2
Tensión de trabajo	5-24VDC	5-24VDC	4,5-15VDC	110VCC
Alta amplitud	4.6V	4.6V	4.6V	-
Baja amplitud	0,5V	0,5V	0,5V	-
Corriente máxima de funcionamiento	15mA	15mA	0.15mA	0,1A
Diámetro exterior	20mm	20mm	20mm	
Presión permitida	2.0Mpa	2.0Mpa	1,75Mpa	1,5 Mpa
Precio	\$13	\$9	\$10	\$30

Elaborado por: Pricila Solórzano

Se requirió un sensor de bajo costo, que soporte una presión de 2Mpa, con un voltaje de 5Vdc y por las características de la tabla 4.5 se seleccionó el sensor de flujo YF-S20 que es una válvula de plástico, que tiene un rotor de agua con una corriente de funcionamiento de 15mA.

### c) Selección del sensor de presencia

**Tabla 4.6** Tabla comparativa para la selección de sensores de flujo




Sensor de presencia				
	<b>HC-SR501</b>	<b>HC-SR04</b>	<b>GP2Y0A21YK0F</b>	<b>DSC-WS4904P</b>
<b>Voltaje de alimentación</b>	5V-20V	5V	4.5V-5.5V	4.5V-5.5V
<b>Distancia</b>	7m	4m	10cm-80cm	12m
<b>Rango</b>	360 grados	15 grados	15 grados	360 grados
<b>Salida de la señal</b>	Digital	Digital	Analógico	Digital
<b>Consumo</b>	65mA	15mA	30mA	15mA
<b>Precio</b>	\$5	\$3	\$9	\$15

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

Este sensor debe tener un rango de visibilidad de 360 grados, tener salida digital, un alcance mínimo de 12m, un consumo mínimo de corriente y un precio accesible. Mediante el análisis técnico que se muestra en la tabla 4.6 sea seleccionado el sensor DSC-WS4904P.

### d) Sensor de Humo

**Tabla 4.7** Tabla comparativa para la selección de sensor de humo

Sensor de Humo			
	<b>GIRA</b>	<b>BOSCH D273</b>	<b>EA-318 EVERDAY</b>
<b>Tensión nominal</b>	9 VCC	12 VCC o 24 VCC	12 VCC
<b>Tensión de trabajo</b>	+6 V CC a +11 V CC	+ 10 VDC a +30 VDC	+10 VDC a +13.8 VDC.
<b>Consumo de corriente</b>	<b>En reposo</b>	máx. 5 $\mu$ A (típico)	0,1 mA como máximo
	<b>En alarma</b>	aprox. 6 mA (valor medio)	18 mA máximo
<b>Temperatura funcionamiento</b>	+5 °C a +45 °C	+ 0 °C a +40 °C	-
<b>Batería</b>	Batería de bloque 9 V	Batería de bloque 9 V	Batería de bloque 9 V

<b>Indicación óptica</b>	LED rojo	LED	LED DUAL
<b>Precio</b>	\$40	\$60	\$25

**Elaborado por:** Pricila Solórzano




Para la alerta de incendio se requiere un sensor que tenga una tensión nominal de 12Vcc, tiempo de arranque de 60 segundos, una distancia entre los detectores de 8m, por lo que mediante el estudio técnico que se muestra en la tabla 4.7 se ha seleccionado el sensor Everyday ev-ea-318.

La presencia de humo se muestra prendiendo un led. El humo se detecta cuando va hacia el sensor. Al detectar humo el sensor manda la señal para activar la sirena de aviso en caso de incendio.

La sirena finaliza cuando la cámara de detección está libre de humo o cuando mande a desactivar el sensor de humo.

#### e) Sensor de Corriente

**Tabla 4.8** Tabla comparativa para la selección de sensor de corriente

<b>Sensor de corriente</b>			
	<b>SCT-103-00</b>	<b>ACS712</b>	<b>ACS714</b>
<b>Intensidad máxima</b>	0-100A	+20A a -20 <sup>a</sup>	+30A a -30A
<b>Sensibilidad</b>	0.5mV/A	185 mV/A	65 mV/A
<b>Tensión de salida</b>	0mV-50mV	0,5V a 4,5V	0,52V a 4,48V
<b>Resolución</b>	26mA	49mA	74mA
<b>Precio</b>	\$14	\$8	\$12

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

En lo que a corriente concierne se requiere un sensor capaz de tomar lecturas de entre 0 a 20 Amperios, para medir de manera eficiente y que su salida analógica este entre 0 y 5V, por lo que se analizó sensores directos que permitan manipular las conexiones

de la red eléctrica, para lo cual se desarrolló el análisis técnico en la tabla 4.8 y se seleccionó el sensor ACS712.

#### f) Selección de electroválvula

**Tabla 4.9** Tabla comparativa para la selección de la electroválvula

<b>Electroválvula</b>				
	<b>Electroválvula 12V Agua válvula Solenoide 1/2"plg</b>	<b>Electroválvula 12V Agua válvula Solenoide 1/2"plg</b>	<b>Electroválvula 1.5"plg Solenoide</b>	<b>Electroválvula 110V solenoide válvula eléctrica de agua</b>
<b>Material</b>	Metal + plástico	Metal + plástico	Plástico	Metal + plástico
<b>Voltaje</b>	12Vdc	12VAC	24VdC	110VAC
<b>Corriente</b>	0.6A	--	0.8A	--
<b>Presión</b>	0.02-0.8MPa	0-0.8MPa	0-0.8MPa	0-0.8MPa
<b>Temperatura Máxima de fluido</b>	100°C	0-40°C	0-40°C	0-50°C
<b>Modo de funcionamiento</b>	Normalmente cerrado	Normalmente cerrado	Normalmente cerrado	Normalmente cerrado
<b>Precio</b>	\$9	\$16	\$55	\$25




**Elaborado por:** Pricila Solórzano

Para el sistema de riego se requiere una electroválvula que trabaje en corriente alterna para 110V, para una presión de 0.8MPa por la cantidad de agua que fluye por la tubería, y en modo de funcionamiento normalmente cerrado, por lo que mediante el estudio técnico indicado en la tabla 4.9 se seleccionó la Electroválvula Heleisc 110V solenoide.

La electroválvula permitió controlar el paso del agua por la tubería, esta se activa y desactiva según los requerimientos del sensor de humedad.

**g) Selección de las cámaras de seguridad (CCTV)**

**Tabla 4.10** Tabla comparativa para la selección de la electroválvula

<b>Características Técnicas de Cámaras de seguridad</b>			
	<b>HIKVISION DS-2CE56COT-IRP 2017</b>	<b>MT-4L HI VISION NOCTURNA</b>	<b>WIRELESS</b>
<b>Puertos BNC</b>	4 TURBO HD 720P	--	--
<b>IP-Fija</b>	No requiere utiliza la nueva plataforma Hik-Connect	No requiere utiliza la nueva plataforma Hik-Connect	No requiere utiliza la nueva plataforma Hik-Connect
<b>Compatibilidad</b>	Cámaras análogas/AHD/HD-TVI	--	--
<b>Conexiones remotas</b>	32 en simultáneo	--	--
<b>Puertos de salida de video</b>	VGA/HDMI1080P	VGA/HDMI1080P	VGA/HDMI
<b>Grabación</b>	Tiempo real en todos los canales a 720P	Tiempo real a 700P	Tiempo real
<b>Soporte</b>	Disco Duro SATA hasta de 6 TB	Disco Duro SATA hasta de 1 TB	Disco Duro SATA hasta de 4 TB
<b>Puertos de red Lan</b>	1 de 100Mbps	1 de 100Mbps	--
<b>Puertos USB 2.0</b>	2	2	2
<b>Canal de entrada de Audio</b>	1	--	--
<b>Canal de salida de Audio</b>	1	--	--
<b>Precio</b>	\$320	\$200	\$299



**Elaborado por:** Pricila Solórzano

En lo que al sistema de seguridad se refiere se necesitan un Kit de 4 cámaras para cubrir todos los puntos vulnerables de la residencia, que sean de alta resolución, cubriendo un área de enfoque de unos 50mts, con una visión nocturna de hasta 25mts porque el área del terreno es extensa. Las características técnicas detalladas en la tabla 4.10 y a las especificaciones requeridas por los propietarios se ha seleccionado a las cámaras HIKVISION DS-2CE56COT-IRP 2017.

El sistema de seguridad transmite video en directo lo cual esta siendo monitoreado en forma local a través de un monitor o forma remota mediante la aplicación iVMS 4500 para un Smartphone.

#### h) Selección del dispositivo para el control local a través de una HMI

**Tabla 4.11** Tabla comparativa para la selección del dispositivo para la HMI

Dispositivo					
	Precio	Memoria	Panel Táctil	Número de Bits	Número de caracteres
LCD 32X32	\$7	No	No	6 bits	32x32 pixeles
TFT 3.2"	\$35	SD hasta 1Gb	Si	16 bits	390x280 espacios
LCD 16X2	\$7	Ram 80 bits	No	8 bits	32
HMI Siemens ktp600	\$220,00	1 Mb expandible	Si	RISC 32 bits	320 por texto

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

Para la selección del dispositivo de la HMI se tomó en cuenta el nivel de interacción que puede tener el usuario con el sistema realizándose un análisis comparativo como se muestra en la tabla 4.11; y se eligió la pantalla táctil de 3.2" de arduino, con esto se pudo tener una interfaz más amigable con los usuarios, es de costo accesible en comparación con otras pantallas táctiles, posee una infinidad de configuraciones y personalizaciones. La touch tiene 65 mil colores, es resistiva, trabaja con comunicación serial, tiene también un slot de tarjeta SD en la que se puede almacenar imágenes que son utilizadas para el desarrollo de interfaces gráficas.

#### 4.4 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

La residencia de la familia Cholota requiere la implementación de un sistema Smart Home para la eficiencia del consumo de energía. El sistema tiene un diseño integral, para controlar funciones que permitan a la propietaria de la residencia contar con un sistema de seguridad y comodidad en el control de ciertos elementos de la vivienda.

- ◆ Controlar el sistema de iluminación, regadío de áreas verdes mediante el envío de mensajes a través de la aplicación de WhatsApp.
- ◆ Consultar estados de sensores de humedad, flujo, presencia y estado de luces mediante mensajes de WhatsApp.
- ◆ Monitorización en forma remota de intrusos o eventualidades que ocurran en el interior o exterior de la residencia mediante cámaras de seguridad que transmiten en tiempo real para evitar hurtos en la residencia.
- ◆ Enviar alertas de incendio y presencia de personas mediante mensajes a través de WhatsApp.
- ◆ Controlar de forma local luces y consultar estados de los sensores mediante una touch.

Diseñando un sistema escalable con la posibilidad de añadir nuevas funciones. El esquema de requerimientos se muestra en la figura 4.6.



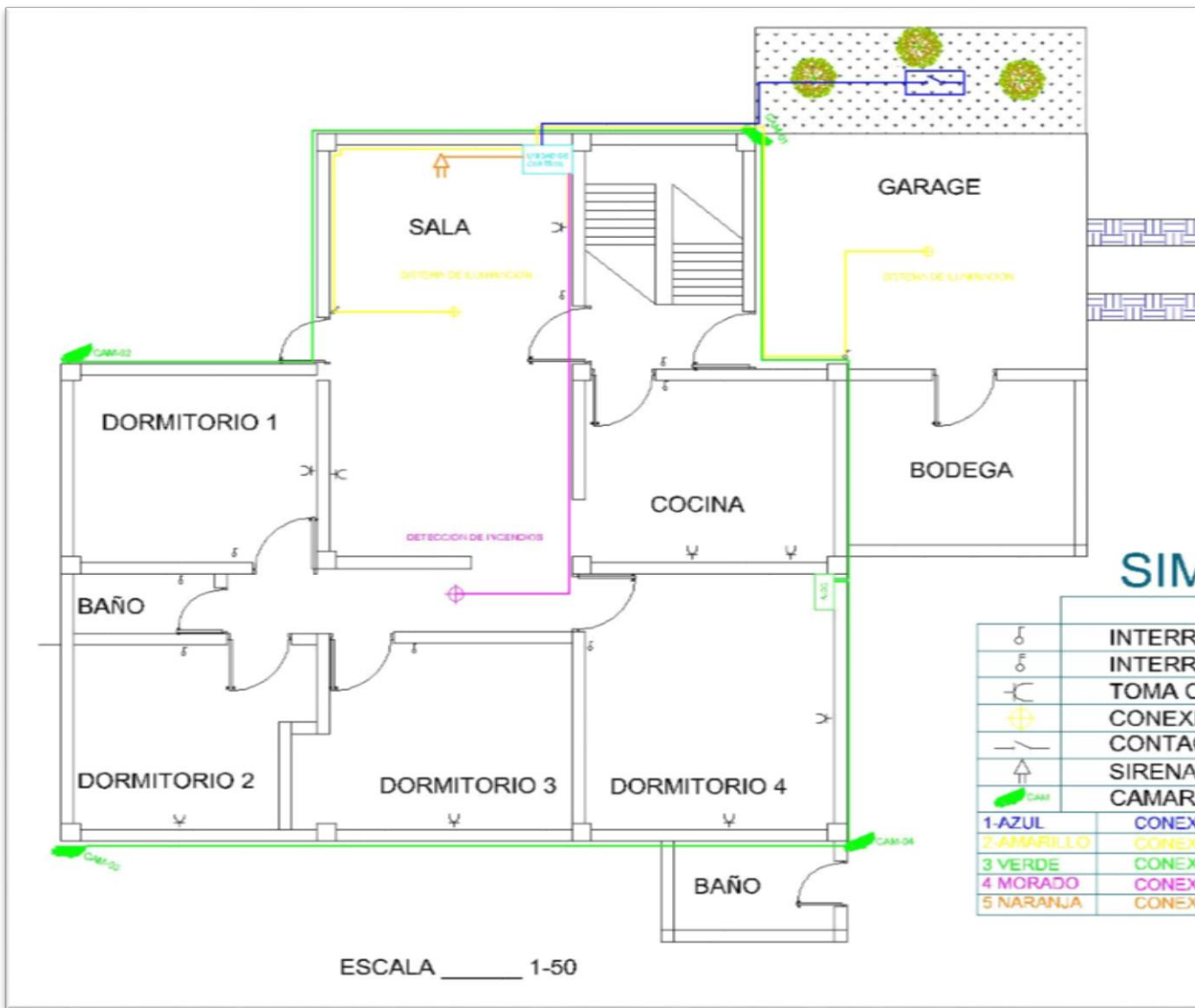


Figura 4.6 Requerimientos del sistema

Elaborado por: Pricila Solórzano

## 4.5 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA SMARTHOME

Con el diseño y la implementación del sistema propuesto tiene como propósito controlar de forma remota y local la iluminación, el riego de espacios verdes, monitorización de detección de intrusos, cámaras de seguridad y un sistema de detección de incendios; con un consumo de energía eficiente.

### 4.5.1 Diseño general del sistema propuesto

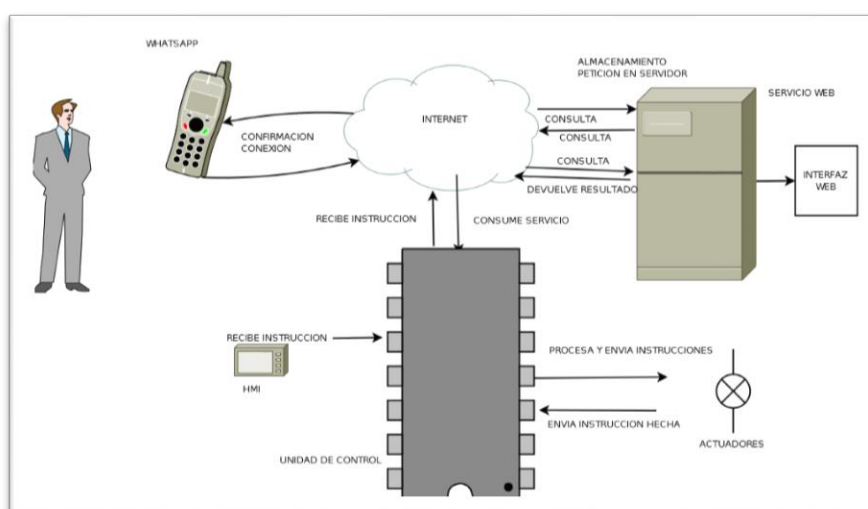


Figura 4.7 Diseño General del sistema propuesto

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

El diseño general del Sistema SmartHome es el mostrado en la Figura 4.7, el usuario final accede a la aplicación de WhatsApp para ejecutar instrucciones a través de mensajes, mediante la librería de Yowsup que está en el servidor y emula un celular que contiene la aplicación de WhatsApp, la cual permite interceptar el texto enviado por el usuario. La conexión a los servidores de WhatsApp no se realiza desde la página web, si no directamente desde el móvil. Mediante la conexión al servidor a través de la dirección IP o dominio se consume el servicio de WhatsApp, así como también las consultas y peticiones son almacenadas en la base de datos.

El cliente web que se encuentra en la unidad de control gestiona la comunicación con el servidor para ejecutar las peticiones enviadas por el usuario hacia el sistema. Los

mensajes pasan por un filtro de verificación para que el texto enviado o recibido sea el correcto.

El sistema cuenta también con una interfaz HMI que me permite controlar de forma local los dispositivos de entrada y salida, así como monitorear los estados de los sensores, permitiéndome tener un sistema eficaz y versátil.

El control de forma remota se realizará mediante la aplicación de WhatsApp, que nos permitirá enviar mensajes para ejecutar instrucciones y recibir mensajes de alertas y detecciones; para el control local se tiene una pantalla táctil con una interfaz HMI.

#### **4.5.2 Diseño Electrónico del sistema SmartHome**

##### **a) Adquisición de datos**

Los datos recolectados por los sensores de corriente ACS712, humo EA-318 EVERDAY, humedad FC-28 y flujo YF-s20-301/min son transmitidos a un microcontrolador, que se encarga de procesar la información adquirida.

Los sensores se comunican con el microcontrolador a través de entradas analógicas; los datos que entran deben estar en un intervalo de  $-V_{cc}$  y  $+V_{cc}$ , las señales se acondicionan para que los datos puedan ser utilizados de manera correcta.

##### **b) Voltajes de entrada para arduino**

El arduino Mega posee entradas analógicas con una resolución de 10bits, las cuales trabajan con valores de 0V a 5v. El voltaje de referencia de entrada para el diseño del acondicionador es de 5V.

##### **c) Acondicionamiento de señales**

Para procesar las señales recibidas es necesario acondicionar las mismas procedentes de cada sensor, para esto se debe acondicionar las señales entrantes analógicas para luego convertirlas en digitales. Para sensor de corriente ACS712, que trabaja como un sensor de efecto Hall, detectando el campo magnético que se origina por inducción de la corriente que transita por la línea que está midiendo. El sensor entrega una salida de voltaje proporcional a la corriente.

El sensor entrega 2.5V para una corriente de 0A y a partir de esto incrementa de manera proporcional de acuerdo a la sensibilidad dada por el fabricante para 20A es de 100mV/A.

Por lo que según la fórmula (1) para la lectura del sensor se tiene:

$$V_{\text{sensor}} = \text{lectura del sensor} * \left( \frac{20.0A}{1023.0} \right) \quad (1)$$

Y la fórmula (2) para obtener la corriente

$$I = \frac{(\text{Voltaje de sensor} - 2.5)}{\text{Sensibilidad}} \quad (2)$$

Aplicando las fórmulas se obtiene las siguientes lecturas para valores nominales de corrientes:

**Tabla 4.12** Tabla de valores nominales de corrientes

<b>I (CORRIENTE) [A]</b>	<b>VOLTAJE SENSOR [V]</b>	<b>SENSIBILIDAD [V/A]</b>	<b>LECTURA SENSOR [mV]</b>
2	2.7	0.1	138.105
4	2.9	0.1	148.335
6	3.1	0.1	158.565
8	3.3	0.1	168.795
10	3.5	0.1	179.025
12	3.7	0.1	189.255
14	3.9	0.1	199.485
16	4.1	0.1	209.715
18	4.3	0.1	219.945
20	4.5	0.1	230.175

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

Se realizó un conversor Análogo Digital o ADC para el acondicionamiento de las señales del sensor de humedad, flujo y humo que consta de tres etapas: en la primera se realizó el muestreo de las señales, luego se aproximó los valores muestreados a un determinado nivel de cuantificación; estos valores cuantificados se codificaron en valores digitales. Para el ADC se toma en cuenta el parámetro de resolución del convertidor.

El arduino Mega 2560 tiene una resolución de convertidor de 10 bits, es decir que al momento de la cuantificación de la señal analógica se representó en valores de 0 a 1024.

**d) Calibración de sensores**

Para el proceso de calibración se comparó valores obtenidos por el sensor con valores de referencia. Fue necesaria la calibración para mantener la precisión del sensor. Para los sensores de humedad, flujo y humo se tiene un ADC de 10 bits, por lo que se tuvo valores de 0 a 1024 al momento de cuantificar las señales analógicas.

Mediante el siguiente cálculo se calibro los sensores utilizados mediante la fórmula (3) para tener datos en rangos de 1% a 100%.

$V_s\%$  = Valor del sensor en rango de 1% a 100%

**Valor típico nominal del sensor** = Dado por el fabricante

$$V_s\% = \frac{100\% * Valor\ típico\ nominal\ del\ sensor}{ADC\ de\ 10bits} \tag{3}$$

$$V_s\% = \frac{100\% * 818}{2^{10}} = 80\%$$

La sensibilidad del sensor de humo es del 80% por lo que el dispositivo detectará alerta de incendio cuando sea mayor o igual a dicho porcentaje.

Para el sensor de humedad por la zona donde se encuentra para un suelo seco se tiene valores típicos de 600-700, y es húmedo en rangos de 800-1024:

$$V_s\% = \frac{100\% * Valor\ típico\ nominal\ del\ sensor}{ADC\ de\ 10bits}$$

$$V_s\% = \frac{100\% * 665}{2^{10}} = 65\%$$

**Tabla 4.13** Tabla de valores nominales de humedad

VALOR NOMINAL SENSOR	ADC 10 BITS	Vs [%]
500	1024	49%
555	1024	54%

610	1024	60%
665	1024	65%
720	1024	70%
775	1024	76%
830	1024	81%
885	1024	86%

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

Es decir que mediante la calibración y los datos tomados por el sensor mostrados en la tabla 4.13 se determinó que el sistema de riego se activa cuando es menor o igual a 55% y se desactiva cuando es mayor.

Para la calibración del sensor de corriente se realizó un tratamiento de la señal, debido a que el valor de corriente obtenido es proporcional a la corriente que ingresa.

La relación de corrientes viene dada por el fabricante de 20A/100mA; el valor de la corriente se calcula por la fórmula (4) :

$$I_c = \frac{\text{Constante de calibración} \times \text{Voltaje de salida}}{ADC} \quad (4)$$

Donde la constante de calibración se calculó mediante la fórmula (5) y la Resistencia de carga  $R_{carga}$ , viene dada por la fórmula (6):

$$I \text{ constante de Calibración} = \frac{\text{Corriente máxima}}{\text{Relacion de corrientes} * R_{carga}} \quad (5)$$

$V_f = \text{Valor de calibración dado por el fabricante} = 0.720$

$$R_{carga} = \frac{2.5V}{v_f} \quad (6)$$

$$R_{carga} = \frac{2.5V}{0.720} = 3.47222$$

$$I \text{ constante de Calibración} = \frac{20A}{0.100 * R_{carga}}$$

$$I \text{ constante de Calibración} = \frac{20A}{0.100 * 3.4722} = 57.600A$$

$$Ic = \frac{\text{Constante de calibración} \times \text{Voltaje de salida}}{ADC}$$

$$Ic = \frac{57.600 \times 2.5}{2^{10}} = 0.140A$$

El sistema electrónico está formado por un microcontrolador, que acciona los dispositivos de entrada/salida, teniendo una comunicación serial con un arduino uno que permite gestionar la comunicación con el servidor web a través de un Shield Ethernet.

El sistema requiere de una fuente de alimentación y de respaldo conocida como UPS, esta fuente de voltaje entrega 12Vdc, regulando a 5Vdc para los dispositivos electrónicos mediante la fuente LM2596.

#### **4.5.3 Procesamiento de datos**

La programación se realizó en el entorno IDE de Arduino. Se necesitó configurar las entradas y salidas del microcontrolador, inicializando los puertos seriales para la interfaz HMI y la comunicación con el gestor que permitió la conexión con el servidor web.

Se asignaron los pines de entrada y salida de las variables con las que se trabaja que son: luz, humo, humedad, sirena, movimiento, flujo, electroválvula.

El sistema consta de dos casos que son la interfaz HMI y el cliente web cada caso tiene su proceso; el proceso tiene la acción y la salida de los actuadores, así también lectura de estados de los sensores. La ejecución de cada acción, actualización de estados pueden ser consultados local y remotamente.

Para el proceso de luces, sirena, y riego se tiene estados de HIGH/LOW es decir on/off que se ejecutan según las peticiones de usuario. En la lectura de sensores, se recogen variables o señales ya sean estas analógicas o digitales para que sean procesadas y enviadas por el controlador hacia el servidor web.

Para ejecutar cada proceso se construyó cadenas de caracteres es decir se envió datos string de la siguiente manera: el id del dispositivo, tipo, valor, y el pin de salida o entrada especificando si es analógica o digital.

Se consulta el estado de todos los sensores, los cuales permiten la interacción completa del sistema. Posterior arranca un proceso infinito que permite el ingreso de instrucciones tanto de la interfaz HMI como la del cliente web.

Para la evaluación del cliente web cuenta con un caso especial, para instrucciones no válidas, donde se genera el break y vuelve al proceso inicial a la espera de nuevas instrucciones, siendo el diagrama de flujo total del sistema el que se muestra en la figura 4.8.





Figura 4.8 Procesamiento de datos

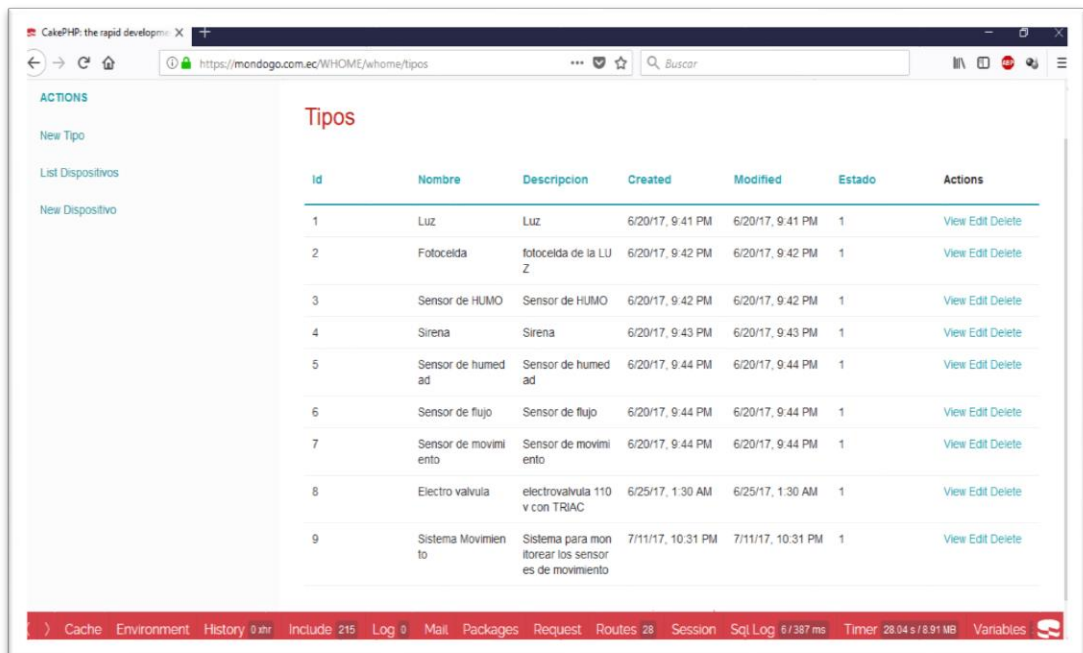
Elaborado por: Pricila Solórzano

#### 4.5.4 Servidor web

El servidor web permite gestionar las funcionalidades del sistema SmartHome de forma remota a través de internet por medio de la interfaz ethernet.

El servidor web está programado PHP (Personal Home Page) este es un lenguaje de código abierto, en el que se creó las diferentes funciones que permiten el control a través del cliente web mediante la información almacenada en el servidor, esto se realizó para intercambiar información con el cliente.

Se tiene tres websites, para monitorear los estados y valores de los dispositivos de entrada/salida. El primer website permite gestionar el tipo de dispositivos tales como: luz 1, luz 2, sensor de humo, sensor de flujo, a la cual se puede acceder a través de <https://mondogo.com.ec/WHOME/whome/tipos>, como se muestra en la figura 4.9.



The screenshot shows a web browser window with the URL <https://mondogo.com.ec/WHOME/whome/tipos>. The page title is "Tipos". On the left, there is a sidebar with "ACTIONS" and links for "New Tipo", "List Dispositivos", and "New Dispositivo". The main content area displays a table with the following data:

Id	Nombre	Descripcion	Created	Modified	Estado	Actions
1	Luz	Luz	6/20/17, 9:41 PM	6/20/17, 9:41 PM	1	View Edit Delete
2	Fotocelda	fotocelda de la LUZ	6/20/17, 9:42 PM	6/20/17, 9:42 PM	1	View Edit Delete
3	Sensor de HUMO	Sensor de HUMO	6/20/17, 9:42 PM	6/20/17, 9:42 PM	1	View Edit Delete
4	Sirena	Sirena	6/20/17, 9:43 PM	6/20/17, 9:43 PM	1	View Edit Delete
5	Sensor de humedad	Sensor de humedad	6/20/17, 9:44 PM	6/20/17, 9:44 PM	1	View Edit Delete
6	Sensor de flujo	Sensor de flujo	6/20/17, 9:44 PM	6/20/17, 9:44 PM	1	View Edit Delete
7	Sensor de movimiento	Sensor de movimiento	6/20/17, 9:44 PM	6/20/17, 9:44 PM	1	View Edit Delete
8	Electrovalvula	electrovalvula 110 v con TRIAC	6/25/17, 1:30 AM	6/25/17, 1:30 AM	1	View Edit Delete
9	Sistema Movimiento	Sistema para monitorear los sensores de movimiento	7/11/17, 10:31 PM	7/11/17, 10:31 PM	1	View Edit Delete

Figura 4.9 Página web de tipos

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

El segundo permite cambiar los parámetros de configuración de los dispositivos para calibrar las notificaciones y las acciones que se realicen. Para este propósito se puede acceder a través de: <https://mondogo.com.ec/WHOME/whome/dispositivos>, tal y como se observa en la figura 4.10.

Id	Tipo	Nombre	Estado	Valor	Created	Modified	Trama	Salida	TipoSalida	Actions
1	1	LUZ 1	1	0	6/20/17, 9:48 PM	6/30/17, 8:37 PM	011000	14	D	View Edit Delete
2	1	LUZ 2	1	0	6/20/17, 9:50 PM	6/20/17, 9:50 PM	021000	15	D	View Edit Delete
3	1	LUZ 3	1	0	6/20/17, 9:51 PM	6/20/17, 9:51 PM	031000	5	D	View Edit Delete
13	1	luz 4	1	0	6/26/17, 1:58 PM	7/12/17, 7:17 PM	101100	2	A	View Edit Delete
4	2	Fotocelda LUZ 1	1	0	6/20/17, 9:52 PM	6/20/17, 9:52 PM		0	A	View Edit Delete
5	2	Fotocelda LUZ 2	1	0	6/20/17, 9:52 PM	6/20/17, 9:52 PM		1	A	View Edit Delete
6	2	Fotocelda LUZ 3	1	0	6/20/17, 9:52 PM	6/20/17, 9:52 PM		2	A	View Edit Delete
8	3	Sensor H	1	0	6/20/17, 9:52 PM	6/20/17, 9:52 PM	081100	7	A	View Edit

Figura 4.10 Página Web de Dispositivos

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

El tercero es inaccesible para el usuario, pero sirve como filtro interno para las instrucciones procedentes de WhatsApp que llegan al servidor, los cuales serán comparados las tramas que ingresan con las tramas que se programó y si no coinciden se realiza un DROP a la instrucción recibida y vuelve a modo espera de nuevas instrucciones.

Por ser un sistema escalable se pueden agregar más dispositivos, parámetros y configurar nuevas notificaciones a las páginas web.

El software programado en el servidor es la interfaz entre el usuario final y la unidad de control. La comunicación entre la unidad de control y el servidor web se ejecuta mediante la arquitectura cliente servidor con peticiones GET del protocolo HTTP (puerto 80).

El sistema solicita al usuario identificarse y por medio de consultas en la base de datos del servidor se realiza el envío de peticiones a la unidad de control. La unidad de control funciona en modo cliente y actualiza la información de los estados de los dispositivos de entrada/salida en el servidor.

#### 4.5.6 Desarrollo de la Interfaz HMI

Debido al creciente uso de pantallas táctiles en diversas aplicaciones como dispositivos móviles, así como para proyectos electrónicos, fue conveniente el uso de este dispositivo para este proyecto. Se programó por pixeles en arduino IDE.

La interfaz HMI tiene una configuración de tres pantallas, la primera es el menú principal en la que se crearon dos botones (manual, sensores), los cuales redireccionan a dos submenús, como se puede ver en la figura 4.11.



Figura 4.11 Menú principal

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

En el primero llamado Control manual se configuró el encendido/apagado de luces, sistema de riego y sirena mediante botones creados para cada uno de estos; en el segundo llamado Sensores que permitió visualizar el estado de todos los sensores y adicionalmente los dos submenús poseen un botón de retorno a la pantalla principal, como se observa en las figuras 4.12 y 4.13.



Figura 4.12 Primer submenú

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



Figura 4.13 Segundo submenú

Elaborado por: Pricila Solórzano

#### 4.5.7 Aplicación móvil

Debido a la popularidad de los teléfonos de última generación o Smartphone, la aplicación móvil del usuario se la realizó en Yowsup que abrió el servicio de WhatsApp bajo plataformas.

WhatsApp utiliza Yowsup que es una librería de python que permitió crear aplicaciones que usan el servicio de WhatsApp. Permite crear un cliente no oficial WhatsApp Nokia N9 por medio del proyecto Wazapp y también para otro cliente no oficial para Blackberry 10. [28]

Por lo que se necesita una aplicación de mensajería, que me permita utilizar las librerías y romper el cifrado de mensajes. Se trabajó con el cliente no oficial Nokia N9; que dejó emular un celular con WhatsApp para la interceptación de mensajes. [28]

La configuración del cliente web para el proceso de envío de mensajes se realizó mediante una función en la que se configuró la URL o dominio con los números de tarjeta SIM del usuario para acceder a los servicios de WhatsApp, en el proceso el servidor comprueba la conexión con el servicio de mensajería, para leer las peticiones almacenadas y poder utilizar los recursos

De esta manera se interceptan los mensajes que llegan a la cuenta de WhatsApp y se verifican las cabeceras, cuerpo y contenido del texto, enviado a través de un filtro el mensaje para que se almacene en la base de datos, si se determina que tiene sintaxis incorrecta no pasará el filtro y se quedará como un mensaje no leído. Se utilizó dos

chips el uno para la ejecución de instrucciones y el otro para la recepción de notificaciones.

El sistema posee 4 entradas las cuales permiten 16 combinaciones diferentes, las mismas que activan y desactivan los actuadores acordes a la trama que a cada una ha sido asignado. Como se muestra en la tabla 4.14.

**Tabla 4.14** Tabla de Combinaciones para activaciones

Sensor Humedad	Sensor Humo	Sensor flujo	Sensor Presencia	Trama de envío
0	0	0	0	-----
0	0	0	1	091400A6
0	0	1	0	081100A7
0	1	0	1	-----
0	1	0	0	101500A6
0	1	0	1	-----
0	1	1	0	-----
0	1	1	1	
1	0	0	0	11110000
1	0	1	0	-----
1	0	1	1	-----
1	1	0	0	-----
1	1	0	1	-----
1	1	1	0	-----
1	1	1	1	-----

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

Mediante la aplicación de WhatsApp se puede mandar a ejecutar las siguientes acciones que son: el encendido y apagado de luces con el mensaje Encender luz 1 y Encender luz 2, Apagar luz 1 y Apagar luz 2, Apagar sirena 1, Encender monitoreo intrusos, Encender cámara así como conocer los estados de los sensores y actuadores con mensajes de Estado sensor de humedad 1, sensor flujo 1, electroválvula 1, estado de luz 1 o luz 2, estado cámara; enviando también notificaciones en caso de alertas de incendio y detección de intrusos.

## 4.5.8 Implementación del sistema SmartHome

### Diagrama de implementación

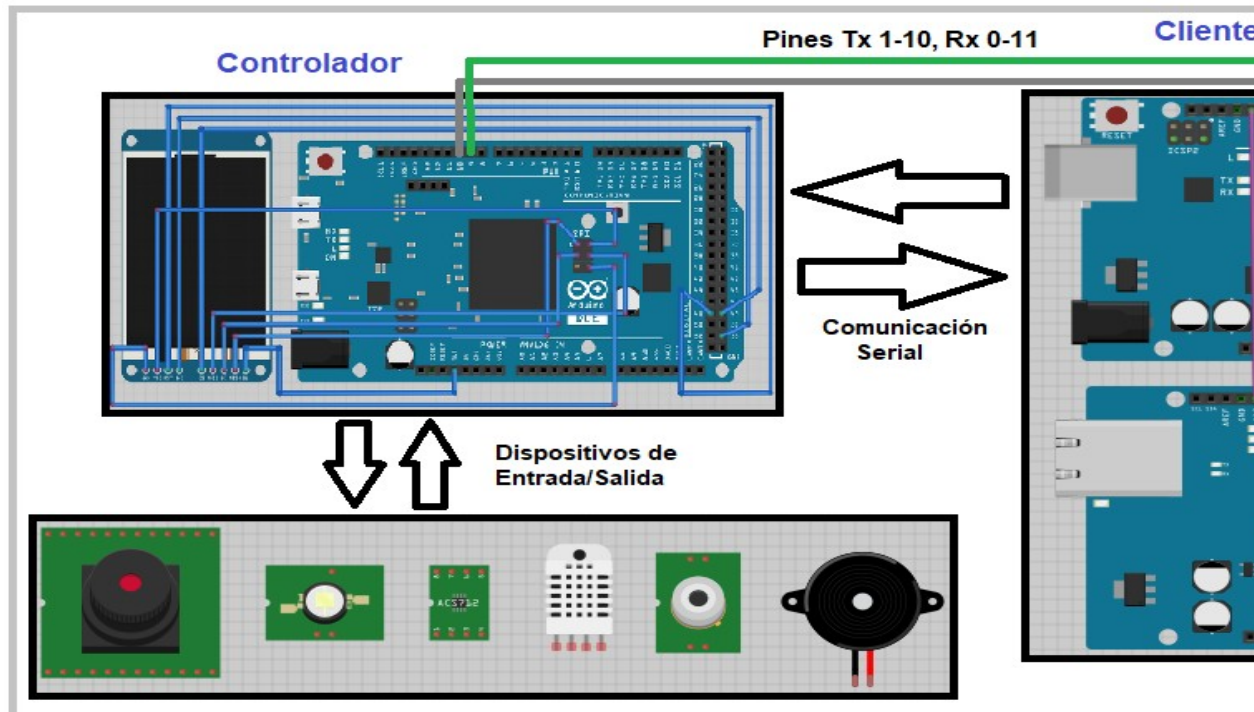


Figura 4.14 Diagrama de Implementación del sistema SmartHome

Elaborado por: Pricila Solórzano

La implementación del sistema se dio en base al diagrama desarrollado, para la grabación y montaje de arduinos como se muestra en la figura 4.15 y 4.17 se tuvieron que hacer varias pruebas de campo.



Figura 4.15 Implementación del sistema SmartHome según el diagrama

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

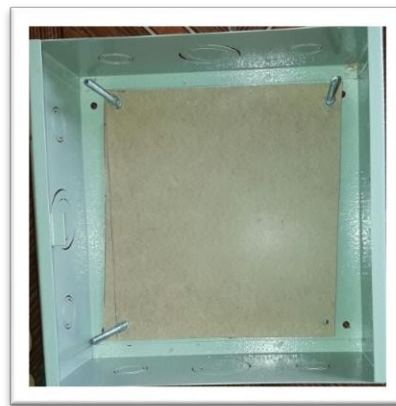


Figura 4.16 Montaje de sistema SmartHome en la caja

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



Figura 4.17 Montaje del sistema SmartHome en la pared de la residencia

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



Para las conexiones del sistema se etiqueto cada etapa detallando los diversos dispositivos controlados como se muestra en la figura 4.18, con la finalidad de evitar errores en las conexiones y para un futuro mantenimiento del mismo.



Figura 4.18 Conexión de los dispositivos de E/S en el sistema

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

Para una mejor presentación del sistema se realizó una carcasa en un material acrílico, en el cual mediante una máquina a láser se grabó el diseño de la portada como se muestra en la figura 4.19.



Figura 4.19 Colocación de placa para protección del circuito del sistema

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

El sistema se instaló de acuerdo al diagrama de implementación para evitar daños en el funcionamiento de los dispositivos eléctricos y electrónicos.

## 4.6 PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.6.1 Pruebas de Funcionamiento

El sistema se ha instalado en la residencia de la familia Cholota, de acuerdo al diseño general del sistema, la caja está ubicada en el segundo piso pegada a la pared a una altura de 1 metro del suelo.

Una vez instalado el sistema fueron necesarias realizar pruebas para verificar el correcto funcionamiento de los dispositivos conectados a la placa y al ir realizando las diferentes pruebas se podía ir corrigiendo errores.



Figura 4.20 Pruebas de funcionamiento

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

El sensor de corriente cuenta con un botón de inicio que manda a interrumpir la corriente de la toma por medio de un contador de 5 minutos, para evitar que los electrodomésticos conectados a esta, desperdicien energía eléctrica. Los valores de consumo de energía en Watts de dichos electrodomésticos se muestran en la tabla 4.15

**Tabla 4.15** Tabla de Combinaciones para activaciones

<b>Electrodomésticos</b>	<b>Potencias</b>	<b>Voltajes</b>	<b>Corrientes</b>
Horno microondas	1520 Wh	110V	13,818A
Equipo	80 Wh	110V	0,73A
Plancha	1200 Wh	110V	10, 909A

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



Figura 4.21 Tomacorriente con sensor

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

### **Encendido, apagado de dispositivos de E/S desde la pantalla táctil**

El encendido, apagado de dispositivos de E/S y lectura de los estados de los mismos funcionan correctamente desde la pantalla táctil, no existe retardo de tiempo al momento de la ejecución de las instrucciones.



Figura 4.22 Control y monitoreo a través de la pantalla táctil

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

Las actualizaciones de los estados de los sensores y demás dispositivos deben ser iguales en las dos aplicaciones, tanto en la pantalla táctil como en WhatsApp.

### **Cámaras de seguridad y aplicación móvil iVMS-4500**

Se eligió lugares estratégicos para evitar puntos ciegos para la colocación del sensor de presencia y las cámaras de seguridad para tener una video vigilancia eficiente de

toda la residencia, las cámaras transmiten en tiempo real, la transmisión es monitoreada a través de un monitor o mediante la aplicación iVMS-4500 que se instaló en un Smartphone que provee una transmisión de video remota.

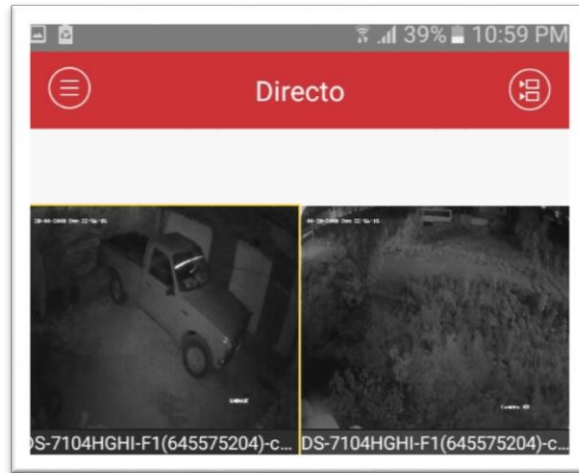


Figura 4.23 Control y monitoreo cámaras de seguridad

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

### **Control a través de WhatsApp**

Cuando la humedad del suelo este en un rango de 1% a 55% se activa la electroválvula y el agua fluye a través del rotor, el rotor rueda y la velocidad cambia con presión de flujo que exista. Cuando la humedad sea mayor a 55% el sensor de flujo se cierra y se desactiva la electroválvula. Para esto se realizaron pruebas de campo cambiando el rango de susceptibilidad del sensor.

Para el sensor de humedad tiene un rango de 1% a 55% cuando el suelo está seco y mayor a 55% el suelo está húmedo y se consulta el estado del suelo enviando un mensaje a WhatsApp con el texto Estado sensor humedad 1 o conocer el estado del sensor de flujo con Estado sensor flujo 1, tal como se muestra en las figuras 4.25 y 4.26.



Figura 4.24 Consulta del estado del sensor de humedad

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

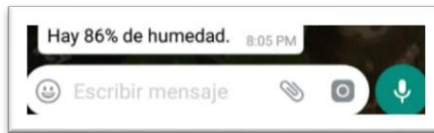


Figura 4.25 Respuesta del estado del sensor de humedad

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

Para tener un control sobre el sensor de presencia se tuvo que mandar a encender primero dicho sensor, para que el propietario de la casa reciba notificaciones a su WhatsApp a las horas que él crea necesarias, ya que mantener encendido el sensor de presencia y enviando notificaciones a cada momento al Smartphone no era eficaz.

El sensor de presencia solo enviará notificaciones a WhatsApp cuando se mande activar el sensor de presencia.

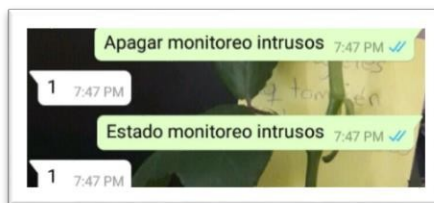


Figura 4.26 Consulta del estado del sensor de presencia

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



Figura 4.27 Respuesta del estado del sensor de presencia

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

Para alertas de incendio las notificaciones se enviarán a WhatsApp y se activará una alarma de alerta.

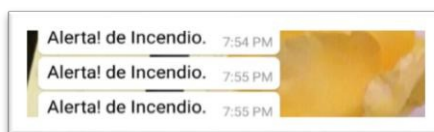


Figura 4.28 Alerta de Incendio

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

Para el control de regadío se tuvo que realizar pruebas de campo y verificar la humedad del suelo para que el sensor funcione correctamente y tener una activación en la electroválvula.



Figura 4.29 Consulta del estado de la electroválvula

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

La activación de luces y camará se realiza satisfactoriamente siempre y cuando la sintáxis del mensaje sea correcta.



Figura 4.30 Encendido y apagado de luces

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

Permite realizar consultas de los estados de las luces y demás sensores para saber si están en funcionamiento, así también como los estados y los valores de dichos sensores.

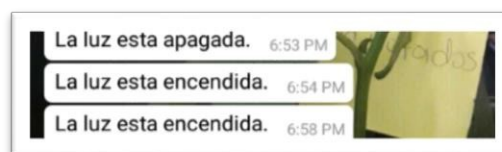


Figura 4.31 Estado del encendido y apagado de luces

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



Figura 4.32 Encendido y apagado de cámara

Elaborado por: Pricila Solórzano

#### 4.6.2 Análisis de resultados

El historial de las planillas eléctricas ha permitido realizar un estudio y análisis mensual, para conocer el consumo en kWh y valor a pagar en dólares, ya que con lo cual se ha podido determinar el porcentaje de ahorro en el consumo eléctrico.

#### Análisis del consumo eléctrico

Para la eficiencia del consumo eléctrico se realizó un análisis en el cual se determinó los elementos de la residencia que estarían consumiendo mayor energía.

Según los datos históricos y el análisis estadístico de los meses de consumo eléctrico se han obtenido los siguientes resultados:

#### Tabla de meses de consumo de energía eléctrica y el valor a pagar en dólares

Tabla 4.16 Tabla de meses de consumo en dólares y kWh

MESES	CONSUMO EN DOLARES	CONSUMO EN kWh	PROYECCIONES CONSUMO	PROYECCIONES kWh
MARZO	\$ 37,00	137,00	X	X
ABRIL	\$ 48,48	177,00	X	X
MAYO	\$ 32,62	103,00	X	X
JUNIO	\$ 36,43	132,00	X	X
JULIO	\$ 36,57	133,00	X	X
AGOSTO	\$ 36,44	133,00	X	X
SEPTIEMBRE	\$ 34,96	126,00	\$ 34,45	124,00
OCTUBRE	\$ 32,87	119,00	\$ 33,46	120,00
NOVIEMBRE	\$ 34,22	124,00	\$ 32,47	117,00
DICIEMBRE	\$ 35,17	127,00	\$ 31,48	113,00

Elaborado por: Pricila Solórzano

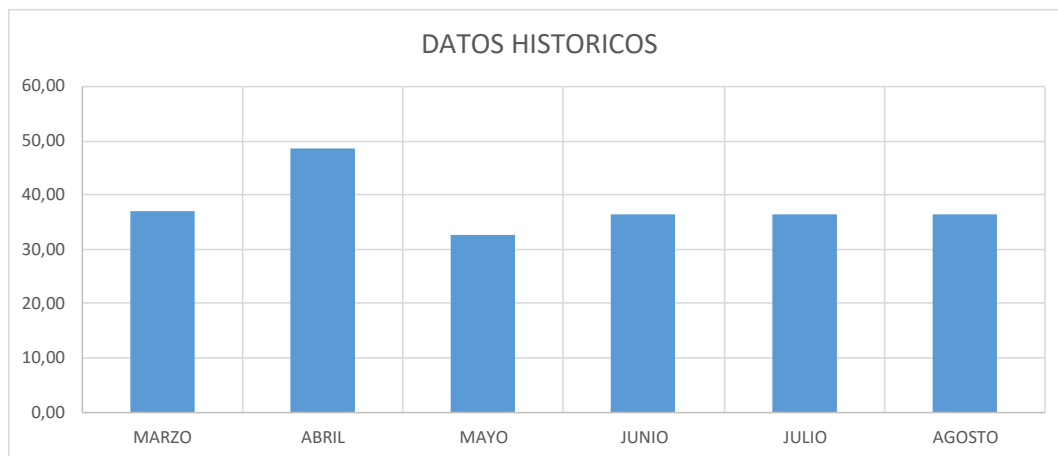
El promedio general de los consumos históricos del mes de marzo al mes de agosto es de \$37.92 frente al promedio de los meses de septiembre a diciembre en los cuales el

sistema entro en funcionamiento es de \$34.31, existiendo una diferencia de \$3.62, el mismo valor que se vio afectado por la mayor demanda de energía eléctrica para los meses de noviembre y diciembre debido a las festividades navideñas.

**Tabla 4.17** Tabla promedio de consumo en dólares y kWh

<b>PROMEDIOS</b>	<b>Dólares</b>	<b>kWh</b>
PROMEDIO CONSUMO HISTÓRICO	\$ 37,92	135,83
PROMEDIO CONSUMO ACTUAL	\$ 34,31	124,00

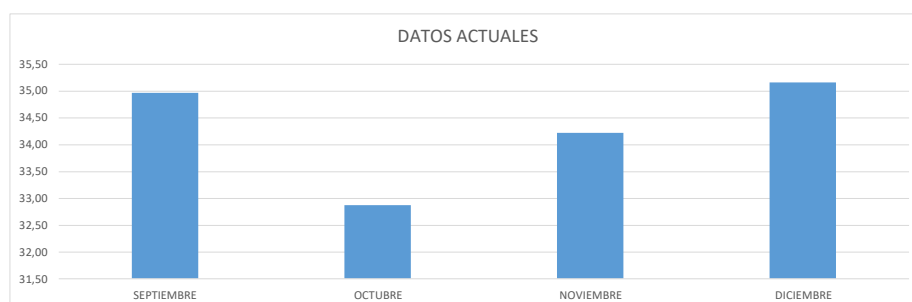
**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura 4.33** Datos históricos de consumo eléctrico en dólares y kWh

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

Según el análisis de las gráficas de consumo eléctrico en kWh y el valor a pagar en dólares, en el mes de marzo del 2017 al mes de agosto del 2017 se puede observar que existe un gran consumo de energía eléctrica sin el sistema, por lo se determinó que el mes de mayor consumo fue el mes de abril y el de menor consumo fue el de mayo, con lo que se puede ver que el consumo en los otros meses no es mayor a 177 kWh ni menor a 114 kWh, implicando pagos elevados en las planillas eléctricas.



**Figura 4.34** Datos históricos de consumo eléctrico en dólares y kWh

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



Según el análisis de las gráficas de consumo eléctrico en kWh y el valor en dólares a pagar, en los seis anteriores meses existe un mayor consumo eléctrico y ha bajado notablemente en los meses de septiembre a diciembre, desde los cuales ya fueron implementados el sistema, concluyendo que el sistema da resultados satisfactorios en cuanto a la disminución del consumo eléctrico.

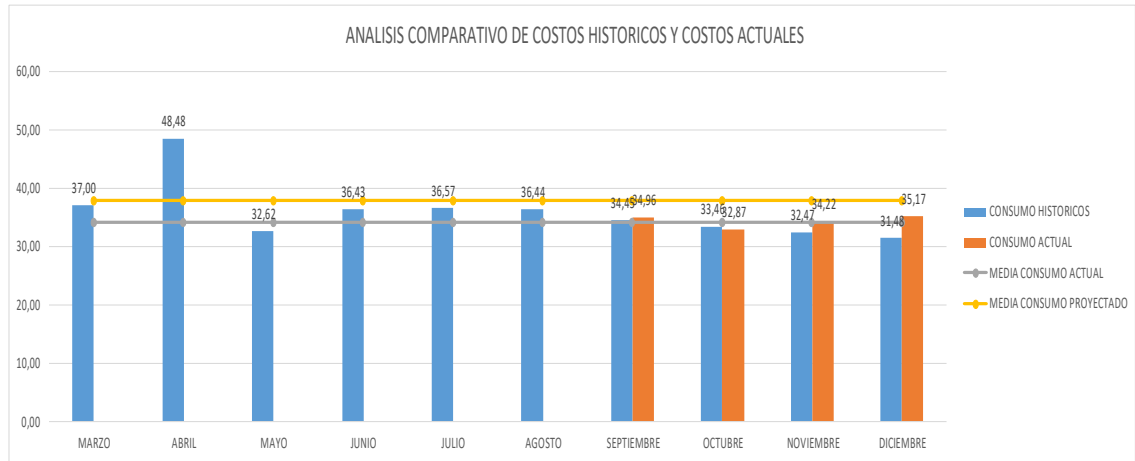


Figura 4.35 Análisis de comparativo de promedios de costos con y sin el sistema

Elaborado por: Pricila Solórzano

Se realizó un promedio entre los seis meses previos a la instalación del sistema y un promedio de los dos meses en los que se instaló el sistema.

Luego de realizar el estudio de los datos de consumo eléctrico antes y después a la instalación del sistema se llegó a determinar que existe un ahorro en el consumo eléctrico del 9.54% que se ha obtenido según los promedios de los meses sin el sistema y de los meses en los que ya se instaló el sistema, según las fórmulas (7) y (8).

#### Promedio de los seis meses previos a la instalación del sistema

$n$  = Número de meses

$i$  = valor a pagar en dolares

$$\text{Promedio } a = \frac{i_1 + i_2 + i_3 + i_4 + i_5 + i_6}{n} \quad (7)$$

$$\text{Promedio } a = \frac{\$37.00 + \$48.48 + \$32.62 + 36.43 + \$36.57 + \$36,44}{6}$$

$$\text{Promedio } a = \$37.92$$

### Promedio de los cuatro meses con el sistema instalado

$n$  = Número de meses

$i$  = valor a pagar en dolares

$$\text{Promedio } d = \frac{i_1 + i_2 + i_3 + i_4}{n} \quad (8)$$

$$\text{Promedio } d = \frac{\$34.96 + \$32.87 + \$34.22 + \$35.17}{4}$$

$$\text{Promedio } d = \$34.31$$

### Cálculo del Ahorro de consumo eléctrico

Se determinó la diferencia de promedio mediante la fórmula (9) y el ahorro de consumo eléctrico (Ace) mediante la fórmula (10).

$Pf$  = Variación de promedios

$$Pf = \text{Promedio } a - \text{Promedio } d \quad (9)$$

$$Pf = \$37.92 - \$34.31$$

$$Pf = \$3.62$$

### Ahorro de consumo eléctrico (Ace)

$$\$37.92 \rightarrow 100\%$$

$$\$3.62 \rightarrow Ace$$

$$Ace = \frac{Pf \times 100\%}{\text{Promedio } a} \quad (10)$$

$$Ace = \frac{\$3.62 \times 100\%}{\$37.92}$$

$$Ace = 9.5464\%$$

## 4.7 PRESUPUESTO

### 4.7.1 Costo de Hardware y software

Tabla 4.18 Tabla de Presupuesto

Detalle	Costo(\$)
Arduino Mega 250	25
Arduino Uno	20
Shield Ethernet	15
Touch TFT + Shield	35
Kit para el Sistema de seguridad	
2 Cámaras de seguridad internas HIKVISION	
2 Cámaras de seguridad externas HIKVISION	320
Disco duro HIKVISION	
Sensor de humedad	5
Sensor de presencia	10
Sensor de humo	20
Sensor de corriente	8
Sensor de flujo	5
Electroválvula	20
Sirena	20
Fuente lm2596	8
Ups	30
Materiales electrónicos	13
Case para el circuito	15
Cable multipar, cable gemelo y tubería	30
Aspersor	5
Interruptores de tres vías	6
Mano de obra	150
<b>Total</b>	<b>760</b>

Elaborado por: Pricila Solórzano

El valor para la implementación del sistema Smart Home es de \$760, este valor en comparación con valores de otras empresas que ofrecen sistemas domóticos en Ecuador es bajo ya que la empresa Netlife ofrece estos sistemas inteligentes por un costo de \$3000 y una empresa más que es la innoTec que solamente ofrece dispositivos de automatización y control inalámbrico por separado a precios altos.

## **CAPÍTULO 5**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- ◆ Se realizó un análisis del plano de construcción y distribución eléctrica de la residencia lo que permitió identificar las características de consumo energético, los accesos vulnerables de seguridad, tomando en cuenta las necesidades de la propietaria.
  
- ◆ Se analizó y estudió desde el punto de vista teórico los sistemas inteligentes existentes para la selección adecuada de hardware y software a utilizarse, lo que permitió una construcción satisfactoria del proyecto, cumpliendo con los requerimientos del sistema.
  
- ◆ Mediante el uso de las tecnologías de comunicación ETHERNET, WIFI y redes celulares, se consiguió desarrollar la interfaz de usuario para el control de los diversos dispositivos de la residencia, logrando así el confort, la comodidad de los usuarios y la optimización de tiempo.
  
- ◆ Con el desarrollo del proyecto se logró implementar el sistema, demostrando que el mismo es eficiente, lo cual se evidenció a través de las pruebas realizadas y el análisis estadístico de la demanda de energía eléctrica con datos históricos de 6 meses previos a la instalación del sistema y cuatro meses con el sistema implementado.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- ◆ Para la calibración de los sensores se recomienda a las personas que trabajen con este tipo de sistemas realizar pruebas de campo ya que las señales de adquisición son afectadas por las variables de entorno que proporcionan lecturas nominales.
- ◆ Para las personas con conocimientos afines a instalaciones eléctricas se recomienda señalar adecuadamente las conexiones del circuito ya que se trabaja con corriente continua y alterna, por lo que una mala conexión podría provocar cortocircuitos y averías tanto en los dispositivos del sistema como en las instalaciones eléctricas de la residencia.
- ◆ Para la instalación de las cámaras de seguridad y el sensor de presencia se recomienda a las personas que poseen conocimientos sobre estos sistemas de seguridad realizar un análisis para identificar los puntos estratégicos de colocación de los mismos, para tener una eficiente video vigilancia de la residencia.
- ◆ A las personas que trabajen con estos sistemas de automatización se les recomienda probar el correcto funcionamiento de los dispositivos antes de la implementación, ya que si alguno de estos estuviese dañado afectaría al circuito en general provocando lecturas, datos, acciones erróneas o cortocircuitos de gran magnitud.

## REFERENCIAS

- [1] “World Energy Statistics 2016”. [En línea]. Available: [https://www.iea.org/bookshop/723World\\_Energy\\_Statistics\\_2016](https://www.iea.org/bookshop/723World_Energy_Statistics_2016). [Último acceso: 4 Diciembre 2016].
- [2] “Ministerio Coordinador de sectores estratégico”. [En línea]. Available: <http://www.sectoresestrategicos.gob.ec/wp->. [Último acceso: 5 Diciembre 2016].
- [3] “Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Ambato S.A.”. [En línea]. Available: [http://www.eeasa.com.ec/archivos/fck\\_archivos/files/PLAN%20ESTRATEGICO%202014\\_2017\(2\).pdf](http://www.eeasa.com.ec/archivos/fck_archivos/files/PLAN%20ESTRATEGICO%202014_2017(2).pdf). [Último acceso: 4 Diciembre 2016].
- [4] P. B. J. Marcelo, “Sistema de control domótico inalámbrico para personas adultas en el cantón Salcedo” Ambato, 2015.
- [5] G. F. V. Alberto, “Sistema de control de iluminación con control domotico estandarizado” México, 2014.
- [6] R. A. M. Peiroten, “Sistema domótico para una casa inteligente” Madrid, 2013.
- [7] A. H. Badillo, “Diseño de la instalación eléctrica y domótica de una vivienda unifamiliar” Catalunya, 2011.
- [8] S. Krishna Sama ; M. Rahnamay-Naeini, “IEEE”. [En línea]. Available: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7760048/>. [Último acceso: 8 Diciembre 2016].
- [9] H. Wei-Dong y Z. Bo-Xuan, “IEEE”. 08 12 2016. [En línea]. Available: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7774905/>. [Último acceso: 9 Diciembre 2016].

- [10] M. Xiao, Y.-H. Liu y Q. Hu, “IEEE”. [En línea]. Available: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7774884/>. [Último acceso: 9 Diciembre 2016].
- [11] “SCIELO”. [En línea]. Available: [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S131648212005000400004](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131648212005000400004). [Último acceso: 5 Diciembre 2016].
- [12] Y. Lina, S. Quan Z., B. Boualem, D. Schahram, W. Xianzhi, S. Ali, K. Salil S. “WITS: an IoT-endowed computational framework for activity recognition in personalized smart homes”, p.3, 2018.
- [13] Z. Shuai, A. Rohit, T. David, M. Deep. “SeSAmE: Software Defined Smart Home Alert Management System for Smart Communities”, p.4, 2018.
- [14] “RED INALAMBRICA”. [En línea]. Available: <http://definicion.de/red-inalámbrica/>. [Último acceso: 5 Diciembre 2017].
- [15] “TIME”. [En línea]. Available: <http://time.com/3745059/smart-home-wireless-networks/>. [Último acceso: 15 Marzo 2018].
- [16] OBSERVATEL”. [En línea]. Available: [http://www.observatel.org/telecomunicaciones/Qu\\_significa\\_la\\_Convergencia.php](http://www.observatel.org/telecomunicaciones/Qu_significa_la_Convergencia.php). [Último acceso: 5 Diciembre 2017].
- [17] “Redes de nueva generación: la revolución de las telecomunicaciones está en marcha”. [En línea]. Available: <http://www.logismarket.info/redes-de-nueva-generacion-la-revolucion-de-lastelecomunicaciones-esta-en-marcha.html>. [Último acceso: 5 Diciembre 2017].
- [18] “NETLIFE”. [En línea]. Available: <http://www.netlife.ec/2015/07/la-domotica-en-ecuador-ycomo-puedes-tener-una-casa-inteligente/>. [Último acceso: 5 Diciembre 2017].

- [19] “SMARTHOME QUITO”. [En línea]. Available: <http://www.smarthomequito.ec/>. [Último acceso: 15 Marzo 2018].
- [20] “HARMONY HOME HUB”. [En línea]. Available: <https://guayaquil.olx.com.ec/logitech-harmony-home-hub-for-smartphone-control-of-8-home-entertainment-and-automation-devices-works-with-alexa-iid-924954387/>. [Último acceso: 15 Marzo 2018].
- [21] “ARDUINO”. [En línea]. Available: <http://arduino.cl/que-es-arduino/>. [Último acceso: 16 Marzo 2018]
- [22] “ARDUINO TECNOLOGÍA PARA TODOS”. [En línea]. Available: <https://arduinodhtics.weebly.com/iquestqueacute-es.html/>. [Último acceso: 16 Marzo 2018]
- [23] “APRENDIENDO ARDUINO”. [En línea]. Available: <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2016/06/26/que-puede-hacer-arduino/>. [Último acceso: 16 Marzo 2018]
- [24] “ARDUINO HOME”. [En línea]. Available: <https://www.arduino.cc/>. [Último acceso: 16 Marzo 2018]
- [25] “PANAMAHITEK”. [En línea]. Available: <http://panamahitek.com/que-es-arduino-y-para-que-se-utiliza/>. [Último acceso: 16 Marzo 2018]
- [26] “WITRONILAB”. [En línea]. Available: <http://witronilabs.blogspot.com/2016/05/cuantos-arduinios-existen-guia-y.html/>. [Último acceso: 17 Marzo 2018]
- [27] “OHMS”. [En línea]. Available: <https://www.330ohms.com/blogs/blog/85184132-cual-es-la-diferencia-entre-arduino-uno-y-arduino-leonardo/>. [Último acceso: 17 Marzo 2018]
- [28] “TGALAL/YOWSUP”. [En línea]. Available: <https://github.com/tgalal/yowsup> [Último acceso: 17 Marzo 2018]



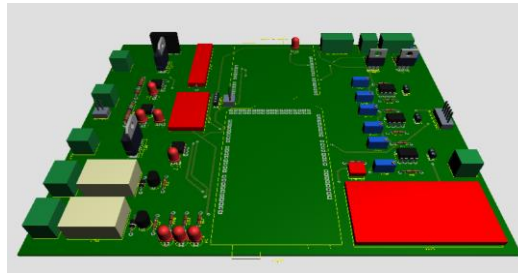
## ANEXOS

### ANEXO A

#### Circuito del sistema Smart home

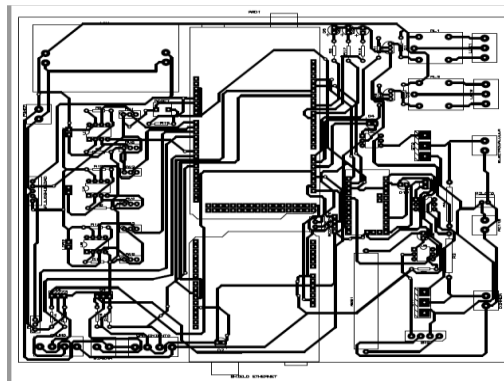
El circuito está diseñado en una placa a la cual se encuentran conectados los sensores de humedad, flujo, presencia, incendio, así como los actuadores que son los focos, electroválvula, cámara, sirena.

#### DISEÑO PCB



**Figura A1:** Diseño PCB del circuito del sistema

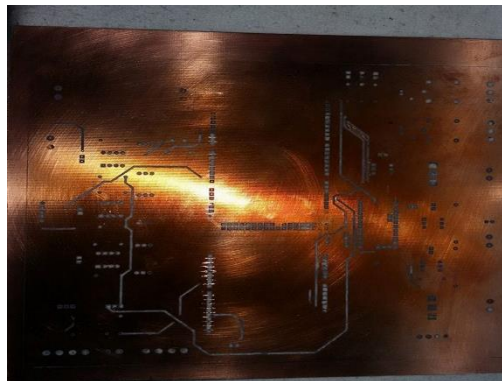
**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura A2:** Enrutamiento del circuito del sistema

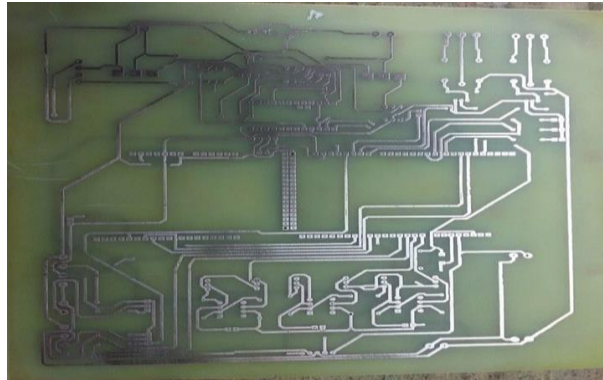
**Elaborado por:** Pricila Solórzano

#### Construcción de la placa del sistema Smart Home

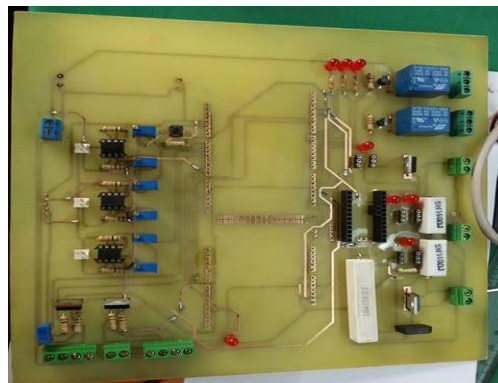


**Figura A4.** Construcción de la placa

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura A5.** Construcción de la placa  
**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura A6.** Construcción de la placa  
**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura A7.** Placa terminada  
**Elaborado por:** Pricila Solórzano

## ANEXO B

### CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN

#### Arduino Mega

```
#include <SD.h>
#include <TFT_HX8357.h>
TFT_HX8357 tft = TFT_HX8357();
#include <SoftwareSerial.h>
#include <UTouch.h>
SoftwareSerial BT1(11,10);
UTouch tactil( 6, 5, 4, 3, 2);

#define SDC_CS 53
#define BU_BMP 1
#define TD_BMP 0

// RX TX
int luz3A=A10;
int lechu=0;
//DECLARACION DE PINES A
VARIABLES
int sirena=18; //PIN OUT para
activacion de MOSFET para activar la
sirena
int ledon=8; //PIN OUT para
activacion de led
int luz1=14; // PIN OUT para activar
rele de salida 110v
int luz2=15; // PIN OUT para activar
rele de salida 110
int electrov=16; // PIN OUT para
activar electrovalvula 110v con TRIAC
int foto1=0; // PIN IN para fotocelda
indicadora de estado de la luz 1
int foto2=1;// PIN IN para fotocelda
indicadora de estado de la luz 2
int foto3=2;// PIN IN para fotocelda
indicadora de estado de la luz 3
int movi=A8; //PIN IN para sensor de
movimiento
int humoon=17; // PIN OUT para
mosfet encargado de reset del sensor de
movimiento
int humo=A7; // PIN IN para señal de
HUMOS
int flujo=A3; // PIN IN sensor de flujo
int cam=9; // PIN OUT para activar
camara de seguridad
```

```
int luz3=5; // PIN OUT sensor de LUZ
3
int luz4=A2; // PIN OUT sensor de
LUZ 3
int humedad=A6; // PIN IN sensor
humedad
int scor=0;
String dato=""; // VARIABLE DE
ALMACENDAMIENTO PARA
COMUNICACION SERIAL DE
ENTRADA

int banMovimiento=0;
int banSirena=0;
int x,y;
int pantalla=1;
bool f1=false;
bool f2=false;
bool f3=false;
bool si=false;
bool ri=false;
bool cm=false;
bool banderaManualSirena=false;
// the setup function runs once when
you press reset or power the board
void setup()
{
// DECLARACION DE PINES
COMO ENTRADAS O SALIDAS
pinMode(ledon, OUTPUT);
pinMode(humoon, OUTPUT);
pinMode(sirena, OUTPUT);
pinMode(luz1, OUTPUT);
pinMode(luz2, OUTPUT);
pinMode(cam, OUTPUT);
pinMode(luz3, OUTPUT);
pinMode(luz4, OUTPUT);
pinMode(luz3A, OUTPUT);
pinMode(movi, INPUT);
pinMode(electrov, OUTPUT);
pinMode(humo, INPUT);
pinMode(flujo, INPUT);
pinMode(humedad, INPUT);
pinMode(foto1, INPUT);
pinMode(foto2, INPUT);
pinMode(foto3, INPUT);

dato="";
```

```

Serial.begin(9600);
//DECLARACION DE VELOCIDAD
PARA COMUNICACION ARDUINO
CON ETHERNET
delay(1000);
BT1.begin(9600);

delay(1000);
digitalWrite(ledon, HIGH); //
ENCENDIDO DE LED ON PARA
INDICAR ESTADO DE
ARARANQUE EN ARDUINO
digitalWrite(humoon, HIGH);
tft.init(); // Initialise the display
(various parameters configured)

Serial.print(F("Initialising SD
card..."));
if (!SD.begin(SDC_CS))
{
Serial.println(F("failed!"));
//return;
}

Serial.println(F("Carga Exitosa."));
tactil.InitTouch();
tactil.setPrecision(PREC_HI);
tft.setRotation(1);
drawRAW("PP.raw", 0, 0,320,240);
}

void loop()
{
while (BT1.available(>0) // LEER
DATOS SERIAL EN CASO DE
EXISTIR VALORES REALES
{
dato=BT1.readString();
//Serial.print("DATO ETHERNET:
");
}
dato.trim();
if(dato!="")
{
Serial.println(dato);
realizarPeticion(dato);
delay(200);
dato="";
}
}
}

```

```

}else{
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
//pantalla
while(tactil.dataAvailable() ==
HIGH)
{
tactil.read();
x=tactil.getX();
y=tactil.getY();
if(tactil.getX()!=-1 &&
tactil.getY()!=-1)
{
botones();
}
}
////////////////////////////////////
////////////////////////////////////
grafica();
senhumedad();
if(banderaManualSirena==true &&
sensorhumo()==0){
Sirena(1);
BT1.println("info:Alerta!");
delay(2000);
banSirena=1;
}else{
Sirena(0);
if(sensorhumo()){
Sirena(1);

BT1.println("info:Alerta!%20de%20In
cendio.");
delay(2000);
banSirena=1;
}else{
if(digitalRead(sirena)==HIGH
&& banSirena==0){
Sirena(0);
}
}
if(banMovimiento == 1){
sensorMovimiento();
}
}
}
}
}
}

```

```

bool sensorhumo()
{
  //LECTURA DE SENSOR DE
  HUMO ESTE ESTADO PUEDE SER
  ALTO O BAJO DIGITAL DANDO
  ESE RESULTADO EN LA
  VARIABLE QUE LO CONTIENE
  int sthumo = analogRead(humo);
  sthumo=map(sthumo,0,1024,0,100);
  if(sthumo>=80){ //el sensor de humo
  ACTIVA LA ALARMA CUANDO
  EL VALOR ES MAYOR DE 80
  return true;
  }else{
  return false;
  }
}

void sensorMovimiento()
{
  //LECTURA DE SENSOR DE
  MOVIMIEINTO ESTE ESTADO
  PUEDE SER ALTO O BAJO
  DIGITAL DANDO ESE
  RESULTADO EN LA VARIABLE
  QUE LO CONTIENE
  int lec = digitalRead(movi);
  if(lec == 0)
  {

BT1.println("info:Alerta!%20se%20de
tectaron%20intrusos.");
  delay(2000);
  }
}

void Sirena(const int valor){
  switch (valor) {
  case 0:
    digitalWrite(sirena, LOW);
    //delay(200);
    break;
  case 1:
    digitalWrite(sirena, HIGH);
    //delay(200);
    break;
  default:

    // if nothing else matches, do the
    default
    // default is optional
    break;
  }
}

void senhumedad()
{
  //LECTURA DEL SENSOR DE
  HUNMEDAD
  int lecturaHumedad=0;
  int lecturaFlujo=0;
  lecturaHumedad=map(
  analogRead(humedad),1,1024,100,0);
  // RAZON DE TRANSFORMACION
  PARA OBTENER HUMEDAD DE 0
  A 100%
  lechu=lecturaHumedad;
  //delay(200);

  lecturaFlujo=map(analogRead(flujo),0
  ,430,0,10);
  //delay(200);
  //SI LA HUMEDAD ES MENOR DE
  10 ACTIVA LA
  ELECTROVALVULA Y CAMBIA
  LOS ESTADOS DE LAS
  VARIABLES
  if(lecturaHumedad<=1){
  digitalWrite(electrov, LOW);
  ri=false;
  }else{
  if(lecturaHumedad<=55){
  if(lecturaFlujo <= 4 ||
  digitalRead(electrov)==LOW){
  digitalWrite(electrov, HIGH);
  ri=true;
  }
  }

  // SI LA HUMEDAD ES MAYOR A
  14 APAGA LA
  ELECTROVALVULA Y CAMBIA
  LOS ESTADOS
  if(lecturaHumedad>55){
  if(lecturaFlujo > 4 ||
  digitalRead(electrov)==HIGH){
  digitalWrite(electrov, LOW);

```

```

    }
    }
    }
}

void realizarPetición(const String
trama) {

    String
idDispositivo=trama.substring(0,2);
String t=trama.substring(2,4);
String valor=trama.substring(4,6);
String s=trama.substring(6,9);
int tipo = t.toInt();
int acción = valor.toInt();
int salida = 0;
salida = s.toInt();
//Serial.println(tipo);
//Serial.println(acción);
//Serial.println(salida);
//delay(500);

void Luces(int acción,int salida){
    switch (acción) {
        case 0:

            //Serial.println("APAGAR
LUCES");
            digitalWrite(salida, LOW);
            //delay(200);

            if(salida==14){f1=false;}
            if(salida==15){f2=false;}

            break;
        case 11:
            //Serial.println("ENCENDER
LUCES");
            digitalWrite(salida, HIGH);
            if(salida==14){f1=true;}
            if(salida==15){f2=true;}
            //delay(200);
            break;
        case 22:
            //Serial.println("ESTADO
LUCES");
            if(digitalRead(salida)==LOW){

BT1.println("info:La%20luz%20esta%
20apagada.");

                //delay(200);
            }
            if(digitalRead(salida)==HIGH){

                //delay(200);
            }
        }
    }

BT1.println("info:La%20luz%20esta%
20encendida.");
    grafica();
    //delay(200);
}
break;
default:
    // if nothing else matches, do the
default
    // default is optional
    break;
}
}

void Sirenas(int acción,int salida){
    switch (acción) {
        case 0:
            banSirena=0;
            //Serial.println("APAGAR
SIRENA");
            digitalWrite(salida, LOW);
            si=false;
            //delay(200);
            break;
        case 11:
            //Serial.println("ENCENDER
SIRENA");
            digitalWrite(salida, HIGH);
            //delay(200);
            si=true;
            break;
        case 22:
            if(digitalRead(salida)==LOW){

BT1.println("info:La%20sirena%20est
a%20apagada.");
                //delay(200);
            }
            if(digitalRead(salida)==HIGH){

```

```

BT1.println("info:La%20sirena%20est
a%20encendida.");
    //delay(200);

    }
    break;
    default:
        // if nothing else matches, do the
        default
        // default is optional
        break;
    }
}

void Electrovalvulas(int accion,int
salida){
    switch (accion) {
        case 0:
            //Serial.println("APAGAR
Electrovalvula");
            digitalWrite(salida, LOW);
            ri=false;
            //delay(200);
            break;
        case 11:
            //Serial.println("ENCENDER
Electrovalvula");
            digitalWrite(salida, HIGH);
            //delay(200);
            ri=true;
            break;
        case 22:
            if(digitalRead(salida)==LOW){

BT1.println("info:La%20electrovalvul
a%20esta%20apagada.");
                //delay(200);

            }
            if(digitalRead(salida)==HIGH){

BT1.println("info:La%20electrovalvul
a%20esta%20encendida.");
                //delay(200);

            }
            break;
        default:
            // if nothing else matches, do the
            default
            // default is optional
            break;
        }
    }

    void Humedad(int accion,int salida){
        int lecturaHumedad=0;
        switch (accion) {
            case 22:
                //Serial.println("ESTADO
                HUMEDAD");

                lecturaHumedad=map(analogRead(sal
                ida),0,1024,100,0);
                BT1.print("info:Hay%20");
                BT1.print(lecturaHumedad);

                BT1.println("%%20de%20humedad.")
                ;
                //delay(200);
                break;
            default:
                // if nothing else matches, do the
                default
                // default is optional
                break;
        }
    }

    void SensorFlujo(int accion,int salida){
        int lecturaFlujo=0;
        switch (accion) {
            case 22:

                lecturaFlujo=map(analogRead(salida),
                0,430,0,10);
                //delay(200);
                //Serial.println("ESTADO
                FLUJO");
                if(lecturaFlujo <=4)
                {

                BT1.println("info:No%20hay%20flujo
                %20de%20agua.");
                //delay(200);
                }
            }
        }
    }
}

```

```

        if(lecturaFlujo > 4)
        {
BT1.println("info:Si%20hay%20fluj
o%20de%20agua.");
        //delay(200);
        }
        break;
    default:
        // if nothing else matches, do the
    default
        // default is optional
        break;
    }
}

void SistemaMovimiento(int accion){
    switch (accion) {
        case 0:
            banMovimiento=0;
            break;
        case 11:
            banMovimiento=1;
            break;
        case 22:
            if(banMovimiento==0){

BT1.println("info:Sistema%20deteccio
n%20intrusos%20desactivado.");
                //delay(200);
            }
            if(banMovimiento==1){

BT1.println("info:Sistema%20deteccio
n%20intrusos%20activado.");
                //delay(200);
            }
            break;
        default:
            // if nothing else matches, do the
    default
            // default is optional
            break;
        }
    }

void Camaras(int accion,int salida){
    switch (accion) {
        case 0:
            //Serial.println("APAGAR
    CAMARA");
            digitalWrite(salida, LOW);
            if(salida==9){cm=false;}

            break;
        case 11:
            //Serial.println("ENCENDER
    CAMARA");
            digitalWrite(salida, HIGH);
            if(salida==9){cm=true;}
            break;
        case 22:
            //Serial.println("ESTADO
    CAMARA");
            if(digitalRead(salida)==LOW){

BT1.println("info:La%20camara%20e
sta%20apagada.");
            }
            if(digitalRead(salida)==HIGH){

BT1.println("info:La%20camara%20e
sta%20encendida.");
                grafica();
            }
            break;
        default:
            // if nothing else matches, do the
    default
            // default is optional
            break;
        }
    }

void grafica()
{
    if(pantalla==2)
    {
        tft.setCursor(35, 110, 2);

        if(fl==true)
        {
            tft.setTextColor(TFT_BLACK,TFT_O
    RANGE);

```



```

        tft.println("--ON--");
    }else{
tft.setTextColor(TFT_WHITE,0x6000
);
    tft.println("--OFF-");
    }

    tft.setCursor(135, 110, 2);
    if(f2==true)
    {

tft.setTextColor(TFT_BLACK,TFT_O
RANGE);
    tft.println("--ON--");
    }else{

tft.setTextColor(TFT_WHITE,0x6000
);
    tft.println("--OFF-");
    }

    tft.setCursor(230, 110, 2);
    if(f3==true){

tft.setTextColor(TFT_BLACK,TFT_O
RANGE);
    tft.println("--ON--");
    }else{

tft.setTextColor(TFT_WHITE,0x6000
);
    tft.println("--OFF-");
    }

    tft.setCursor(60, 177, 2);
    if(si==true)
    {

tft.setTextColor(TFT_BLACK,TFT_O
RANGE);
    tft.println("--ON--");
    }else{

tft.setTextColor(TFT_WHITE,0x6000
);
    tft.println("--OFF-");
    }

    }

    tft.setCursor(210, 174, 2);
    if(ri==true){

tft.setTextColor(TFT_BLACK,TFT_O
RANGE);
    tft.println("--ON--");
    }else{

tft.setTextColor(TFT_WHITE,0x6000
);
    tft.println("--OFF-");
    }
    }

    if(pantalla==3)
    {

    tft.setCursor(95,83, 2);
    if(f1==true)
    {

    tft.setTextColor(TFT_BLACK,
TFT_WHITE);
    tft.println("ON");
    }else
    {

    tft.setTextColor(TFT_BLACK,
TFT_WHITE);
    tft.println("OFF");
    }

    tft.setCursor(95,126, 2);
    if(f2==true)
    {

    tft.setTextColor(TFT_BLACK,
TFT_WHITE);
    tft.println("ON");
    }else
    {

    tft.setTextColor(TFT_BLACK,
TFT_WHITE);
    tft.println("OFF");
    }
    }
    }

```

```

}

tft.setCursor(95,171, 2);
if(f3==true)
{

tft.setTextColor(TFT_BLACK,
TFT_WHITE);
tft.println("ON");
}else
{

tft.setTextColor(TFT_BLACK,
TFT_WHITE);
tft.println("OFF");

}

tft.setCursor(195,76, 2);
if(sensorhumo()==true)
{
tft.setTextColor(TFT_BLACK,
TFT_WHITE);
tft.println("Encendido ");
}else
{
tft.setTextColor(TFT_BLACK,
TFT_WHITE);
tft.println("Apagado ");
}

tft.setCursor(195,110, 2);
if( banMovimiento==1)
{
tft.setTextColor(TFT_BLACK,
TFT_GREEN);
tft.println("Encendido ");
}else{
tft.setTextColor(TFT_BLACK,
TFT_GREEN);
tft.println("Apagado ");
}

tft.setCursor(195,141, 2);

if(ri==true)
{
tft.setTextColor(TFT_WHITE,
TFT_RED);
tft.println("Encendido ");
}else{
tft.setTextColor(TFT_WHITE,
TFT_RED);
tft.println("Apagado ");
}

String hu=String(lechu, DEC);
String co=String(scor, DEC);

tft.setCursor(195,173, 2);
tft.setTextColor(TFT_BLACK,
TFT_YELLOW);
tft.println("0.73A ");

tft.setCursor(195,207, 2);
tft.setTextColor(TFT_BLACK,
TFT_ORANGE);
tft.println(hu+" ");

}

}

void botones()
{

if(x>=204 && x<=283 && y>=93
&& y<=110 && pantalla==1)
{
drawRAW("CM.raw", 0,
0,320,240);
pantalla=2;
}

if(x>=50 && x<=138 && y>=93 &&
y<=110 && pantalla==1)
{
drawRAW("sensores.raw", 0,
0,320,240);
pantalla=3;
}
}

```

## ANEXO C

### Configuración Cámaras de seguridad



Figura C1. Configuración de la Ip

Elaborado por: Pricila Solórzano



Figura C2. Configuración de imagen las de cámaras

Elaborado por: Pricila Solórzano

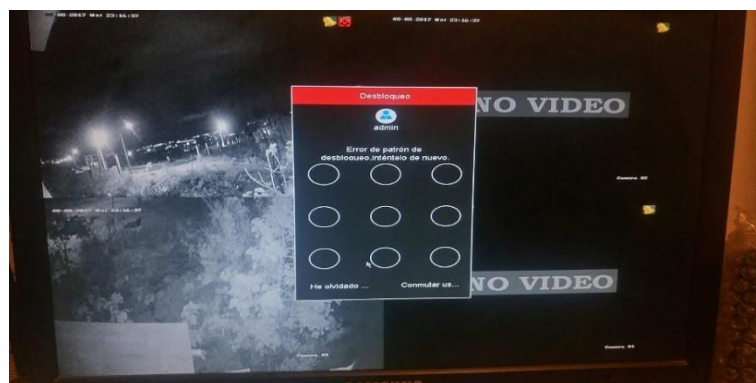
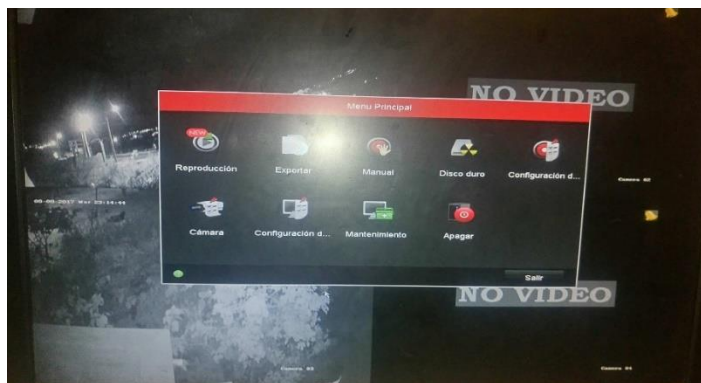


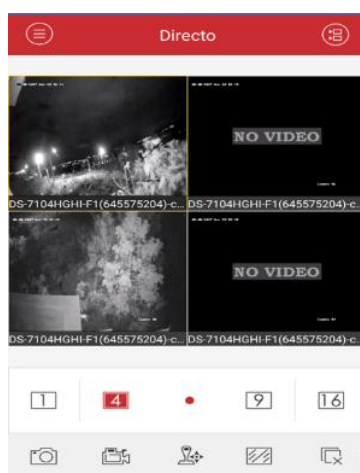
Figura C3. Configuración de contraseña de las cámaras

Elaborado por: Pricila Solórzano



**Figura C4.** Configuración del número de cámaras

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura C5.** Aplicación para el smartphone

**Elaborado por:** Pricila Solórzano

## **ANEXO D**

### **Instalación y Pruebas de funcionamiento**

Una vez instalado el sistema fueron necesarias realizar pruebas para verificar el correcto funcionamiento de los dispositivos conectados a la placa.



**Figura D1.** Pruebas sensor de humedad

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura D2.** Pruebas sensor de flujo y aspersor

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura D5.** Tendido de cables

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



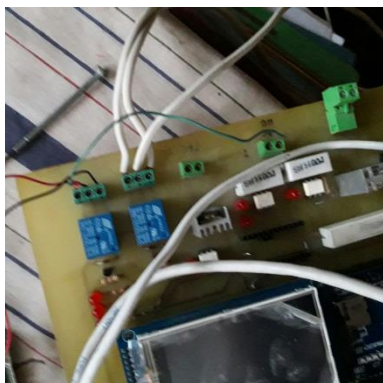
**Figura D3.** Instalación y pruebas sensor de flujo y aspersor

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura D6.** Instalación de luces

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura D4.** Instalación y pruebas de luces

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura D7.** Instalación de luces y puesta de canaletas

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura D8.** Colocación de la caja central

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura D11.** Sujeción de cables a la caja

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura D9.** Colocación de la caja central

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura D12.** Colocación de canaletas

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura D10.** Colocación de la caja central

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura D13.** Caja central armada

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura D14.** Colocación de Cámaras

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



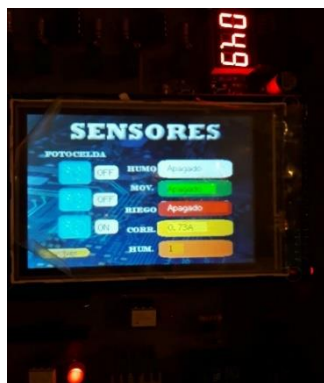
**Figura D17.** Sistema instalado

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura D15.** Sistema instalado

**Elaborado por:** Pricila Solórzano



**Figura D16.** Sistema instalado

**Elaborado por:** Pricila Solórzano