



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

**“TELECONTROL DOMÓTICO DE CASA DE CAMPO”**

**TESINA DE SEMINARIO**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

**INGENIERO EN TELEMÁTICA**

Presentado por:

**GUILLERMO ALFREDO GÓMEZ REINA**

**RICHARD MICHAEL CHÓEZ VÉLEZ**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**2015**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres y mi hermana por todo el apoyo incondicional a lo largo de mis estudios y mi vida, a mis amigos siempre presentes.

*Guillermo Alfredo Gómez Reina*

Agradezco a mis padres, a mi familia y a mis amigos por apoyarme en cada momento y en cada decisión en mi vida, ya que su apoyo e influencia han sido vital para poder avanzar y no decaer. Agradezco a mis docentes, que supieron brindarme el consejo eficaz, el conocimiento necesario y el tiempo oportuno, para poder continuar en la carrera. Y sobre todas las cosas agradezco a Dios quien es un castillo y una fortaleza en mi vida, de quien dependo y soy consciente que separado de Él nada podría hacer.

*Richard Michael Chóez Vélez*

## DEDICATORIA

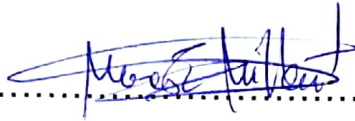
A mi familia le dedico este trabajo, ya que gracias a su apoyo he logrado superar esta etapa de mi vida y he alcanzado una meta más.

*Guillermo Alfredo Gómez Reina*

Les dedico este trabajo a mis padres, a quienes admiro y siempre me han apoyado incondicionalmente. De igual manera a mi hermano, que con su ejemplo me ha ayudado e inspirado para poder siempre decidir de forma correcta y trabajar de forma honesta y no puedo dejar de nombrar a Dios a quien le doy toda la gloria por ayudarme, por guiarme siempre y por permitirme conocer a las personas correctas en el momento indicado durante toda la carrera.

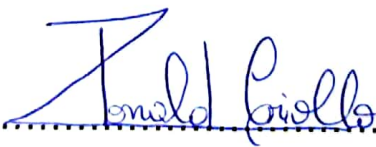
*Richard Michael Chóez Vélez*

# TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Marcos Millán', written over a horizontal dotted line.

Mg. Marcos Millán

PROFESOR DEL SEMINARIO DE GRADUACIÓN

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ronald Criollo', written over a horizontal dotted line.

Mg. Ronald Criollo

PROFESOR DELEGADO POR LA UNIDAD ACADÉMICA

## DECLARACIÓN EXPRESA

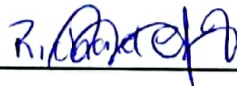
“La responsabilidad del contenido de esta Tesina, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la **Escuela Superior Politécnica del Litoral**”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)



---

Guillermo Alfredo Gómez Reina



---

Richard Michael Chóez Vélez

## RESUMEN

Este proyecto comprende el análisis del diseño y la implementación del prototipo de una solución domótica y el telecontrol de la misma, para poder ayudar al propietario o encargado de una casa de campo, en el monitoreo y el cuidado de forma remota.

Se utilizará una aplicación web, la cual tiene la capacidad de monitorear el entorno y el interior de la casa, mostrando una interfaz al usuario para que le ayude a manipular interruptores, así como activar o desactivar sensores y alarmas, la cual se accederá a la misma por medio de cualquier ordenador y cualquier navegador.

La aplicación web se comunicará con un micro controlador Arduino versión Yún, el cual ha sido configurado y programado de manera que cumpla con las funcionalidades y requerimientos para el telecontrol de la vivienda.



## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	II
DEDICATORIA .....	IV
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	VI
DECLARACIÓN EXPRESA .....	VII
RESUMEN .....	VIII
ÍNDICE GENERAL.....	IX
ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA .....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS .....	XVI
INTRODUCCIÓN .....	XVII
CAPÍTULO 1 .....	1
1. Generalidades .....	1
1.1 Descripción del problema .....	1
1.2 Solución propuesta .....	3
1.3 Objetivos.....	4

1.3.1	Objetivo General .....	4
1.3.2	Objetivos Específicos .....	5
1.4	Metodología .....	5
CAPÍTULO 2.....		7
2.	Marco Teórico .....	7
2.1	Telemetría.....	7
2.1.2	Aplicación de la Telemetría .....	9
2.2	Telecontrol .....	9
2.2.1	Aplicación del Telecontrol .....	10
2.3	Domótica.....	11
2.4	Selección del Controlador.....	25
2.5	Sensores y Actuadores.....	32
2.6	Interfaz Grafica .....	34
2.6.1	LAMP .....	34
2.6.2	OpenWRT .....	35
2.6.3	APACHE .....	35
2.6.4	MySQL .....	36
2.6.5	PhP .....	37
2.6.6	Uhttpd.....	37

2.7	SSH y Telnet.....	38
CAPÍTULO 3.....		39
3.	Descripción, Diseño e Implementación del prototipo .....	39
3.1	Descripción y Diseño de la casa de campo .....	40
3.2	Configuración del Arduino Yún .....	43
3.2.1	Programación de placa Arduino .....	45
3.2.2	Comunicación entre Arduino y Linux.....	48
3.3	Desarrollo de la Aplicación Web .....	49
3.3.1	Base de datos en MySql .....	51
3.4	Módulos de la aplicación.....	55
3.4.1	Iluminación .....	55
3.4.2	Temperatura.....	55
3.4.3	Alarmas .....	56
3.4.4	Puertas.....	56
3.5	Implementación del Prototipo .....	57
CAPÍTULO 4.....		59
4.	Pruebas y Resultados.....	59
4.1	Pruebas de Módulo de Control de Iluminación .....	60
4.2	Pruebas de Módulo de Control de Temperatura.....	62

4.3	Pruebas de Módulo de Control de Seguridad .....	66
4.4	Pruebas de Control de Puerta Principal.....	70
4.5	Pruebas de Módulo de Gestión de Usuarios .....	71
4.6	Prueba de Error .....	74
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		78
BIBLIOGRAFÍA.....		84
ANEXOS.....		87

## ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection.
EHS	European Home System.
HAN	Home Area Network.
IDE	Integrated Development Environment.
LAN	Local Area Network.
Led	Light-Emitting Diode.
PIR	Passive Infrared.
PWM	Pulse Width Modulation.
SOC	System On a Chip.
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol.
USB	Universal Serial Bus.
UTP	Unshielded Twisted Pair.
WPA	WiFi Protected Access.

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Arduino Yún [4] .....	30
Figura 2.2 Ambiente de comunicación de los chips del Arduino Yún [4].....	30
Figura 2.2 Pantalla de Inicio de IDE Arduino [4] .....	32
Figura 3.1 Distribución de Habitaciones .....	42
Figura 3.2 Vista en 3 dimensiones de la casa de campo .....	43
Figura 3.3 Diagrama General de Bloques.....	48
Figura 3.4 Diagrama de Procesos .....	48
Figura 3.5 Modelo Entidad-Relación.....	52
Figura 4.1 Iluminación de la casa de campo.....	61
Figura 4.2 Módulo de Iluminación.....	61
Figura 4.5 Notificación de cambio de temperatura.....	65
Figura 4.6 Notificación de cambio exitoso – Módulo de temperatura.....	65
Figura 4.7 Ubicación de sensores de presencia .....	67
Figura 4.8 Módulo de Control de Seguridad .....	67
Figura 4.9 Notificación de cambio exitoso – Módulo de Control de Seguridad .....	68
Figura 4.10 Notificación de Alarma .....	69
Figura 4.11 Alarma Encendida.....	70
Figura 4.12 Control de Puerta Principal .....	71
Figura 4.14 Creación de Usuario Nuevo .....	73

Figura 4.15 Modificación de Usuario Existente .....	74
Figura 4.16 Número de Usuarios Vs. Tiempo de Activación – Mismo usuario en varios dispositivos.....	76
Figura 4.17 Número de Usuarios Vs. Tiempo de Activación – Diferentes usuarios en varios dispositivos .....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1 Asignación de pines Arduino Yún .....	44
---	----



## INTRODUCCIÓN

En la actualidad vivimos en un mundo, en el cual la tecnología se ha globalizado, y esto ha permitido que nuestro entorno, nuestras actividades diarias y nuestro modo de vida cambien, de acuerdo a la evolución y extensión del avance tecnológico.

Incluso la industria y las empresas han sido beneficiadas con este notable y veloz avance tecnológico, ya que así pueden minimizar horas de trabajo con sistemas que ayudan a automatizar la información, los procesos, y los recursos, a través de protocolos, dispositivos, y aplicaciones.

El avance tecnológico es muy relevante en este tiempo, y esto se debe a que uno de sus objetivos más importantes, ha sido poder suplir las necesidades y requerimientos tanto en la vida del ser humano, como en la industria, y es por esto que aún se siguen desarrollando nuevas versiones y actualizaciones de nuevos sistemas y sus aplicaciones.

Una de estas innovaciones tecnológicas, está relacionada con el telecontrol y la domótica de viviendas y edificios, permitiendo el control remoto y

automático de las mismas, de sus funciones diarias y de sus servicios básicos.

Este documento está enfocado al análisis y descripción de la domotización de una vivienda familiar de un piso, así como la tecnología y protocolos usados, los dispositivos que conforman el sistema domótico, y las aplicaciones y recomendaciones usadas para la implementación del mismo, además la integración de diferentes factores y conocimientos electrónicos, informáticos y de desarrollo de software.

# **CAPÍTULO 1**

## **1.Generalidades**

### **1.1 Descripción del problema**

El ritmo de vida de la sociedad actual, permite que haya la necesidad de la automatización y el control de procesos y recursos, no solo en el ámbito industrial o empresarial, sino también en las actividades diarias del individuo.

Esto involucra a oficinas, edificios y viviendas, en donde sus usuarios buscan no solo, una mayor optimización de recursos, sino también mejorar el confort, el modo de vida, y manipular funciones normales de las mismas, desde un dispositivo, panel o interfaz.

El escenario al cual estamos sometidos es el de un usuario el cual posee una casa en un lugar alejado a su hogar principal, esta es una casa de campo. Al ser una casa de campo, está expuesta a diferentes factores los cuales no se puede tener un monitoreo constante, ya que está ubicada a varios kilómetros de distancia.

Debido a las responsabilidades de los usuarios en sus actividades cotidianas, usualmente entre el día lunes y el día viernes no están enterados del estado de la casa de campo, una opción es el de contratar a una tercera persona para el cuidado de la misma, pero a pesar de esto aún existe la inseguridad de los propietarios de la casa de campo.

El proceso de visitar constantemente una casa de campo también es costoso, ya que al ser necesario recorrer varios kilómetros, se gastará una alta suma de dinero mensualmente si el propietario decide visitar la casa de campo varias veces en la semana.

## **1.2 Solución propuesta**

El desarrollo e implementación de este proyecto, se basa en poder automatizar y aplicar conceptos domóticos en una casa de campo con el fin de que la misma se convierta en una vivienda domótica e inteligente.

Además esta solución permite demostrar la integración y compatibilidad de diversas tecnologías independientes las cuales son muy utilizadas por la comunidad de software libre.

La solución se desarrolla con software libre y hardware de bajo costo, ya que el ahorro es una de las ventajas que ofrece la domótica, aunque la gran variedad de dispositivos, marcas y modelos que existen para la implementación de soluciones domóticas nos indica

que a mayor inversión se obtienen elementos que realizan mayor tipo de tareas y la solución se vuelve más compleja.

El controlador principal en nuestra solución es el Arduino, el cual es una tarjeta de bajo costo, que debido a sus características y fácil configuración y programación realiza diversas funciones que mejorarán el estilo de vida del usuario final.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Implementar una solución domótica, que posea una aplicación con una interfaz de usuario amigable y que cumpla con los requerimientos del propietario de la vivienda.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Integrar conocimientos electrónicos, telemáticos y de desarrollo de software para la implementación de la solución domótica.
- Desarrollar habilidades de desarrollo e implementación con micro controladores y aplicaciones web.
- Facilitar las actividades cotidianas y brindar seguridad al usuario por medio de la implementación de un sistema de telecontrol domotico.

### **1.4 Metodología**

La solución domótica permite al usuario manipular a través de una aplicación web, varios interruptores dentro y fuera de la casa de campo, así como tener conocimiento del estado de los diferentes sensores que comprenden la solución domótica.

Esta aplicación está alojada en un servidor web configurado en Linux, en donde se definen módulos de uso que hacen referencia a

características físicas de la vivienda como seguridad, iluminación y temperatura.

Además se ha programado y configurado una placa de Arduino la cual tiene la capacidad de funcionar como controlador principal del sistema, y también comunicar sensores e interruptores con la aplicación web.

Una vez configurada la placa Arduino y el servidor, se adapta la placa a la red eléctrica de los interruptores o actuadores a controlar y además a la red de datos de la vivienda. La placa de Arduino es conectada a la red para que pueda interactuar con los demás dispositivos conectados, el usuario puede conectarse a la aplicación web a través de una dirección URL desde cualquier dispositivo siempre y cuando el mismo se encuentre en la misma red de la placa.

Este sistema censa el estado de diversas variables o actuadores, obteniendo estados de encendido o apagado, los cuales son almacenados en el gestor de base de datos de la aplicación, y este censo dura mientras el Arduino se mantenga encendido y en la red.



Además brinda seguridad ya que emplea autenticación, roles y cuentas de usuario.

## **CAPÍTULO 2**

### **2. Marco Teórico**

#### **2.1 Telemetría**

La Telemetría es una técnica de las comunicaciones que ayuda a realizar medición y recopilación de datos de manera remota. Usa como medio de transmisión los medios inalámbricos, aunque inicialmente se utilizaba el medio cableado.[13]

### **2.1.2 Aplicación de la Telemetría**

La telemetría se la puede aplicar en diferentes campos, pero su objetivo es el mismo para todos, realizar medición remotamente, y recopilar diferente tipo de información. [7]

Los campos en los que se puede aplicar la telemetría van desde grandes sistemas como la medición de parámetros de naves espaciales, plantas químicas o grandes redes de consumo eléctrico, hasta la toma de datos de los diferentes componentes integrados en los vehículos que participan en las competiciones de F1 o MotoGP o el monitoreo de una estación meteorológica.[7]

## **2.2 Telecontrol**

La palabra telecontrol proviene de dos raíces que son “tele” que significa distancia, y “control” que significa controlar, es decir poder controlar diferentes dispositivos a distancia, esta distancia puede ser

pequeña como de una habitación a otra, o puede abarcar varios kilómetros como de una ciudad a otra.

El telecontrol consiste en la recepción y envío de señales para poder controlar los diferentes dispositivos que deseemos, la comunicación entre el receptor y emisor en un sistema tele controlado puede ser mediante enlaces de radio frecuencia, direccionamiento ip mediante un servidor web, entre otros. [14]

### **2.2.1 Aplicación del Telecontrol**

El telecontrol tiene un amplio campo de uso, puede servir desde el medio militar, en la medicina, hasta el uso doméstico. Nosotros nos enfocaremos en este último, para que junto con la domótica poder mejorar el estilo de vida del usuario final.

### 2.3 Domótica

La domótica es el conjunto de sistemas encargados del control y la supervisión de las diferentes instalaciones en un edificio, vivienda u oficina, que usa una red de comunicación para que puedan interactuar los diferentes componentes del sistema entre sí y el usuario.

El término domótica viene de la unión de las palabras 'domus', que en latín significa casa y 'tica' que significa automática, quiere decir que la domótica se refiere a la integración de la tecnología en el hogar.

La domótica ha surgido debido a la necesidad de soluciones que brinden el confort, el bienestar, la seguridad y el ahorro energético a los propietarios o usuarios de un edificio o vivienda. [15]

### 2.3.1 Tecnologías Domóticas

A través de una HAN todos los diferentes dispositivos usados en una solución domótica se conectan entre sí. Esta se la puede analizar en tres secciones o tipos de redes: Red de Control, Red de Datos, y Red Multimedia. [6]

Aunque cada red usa tecnologías diferentes, la tendencia a futuro será una diversidad de soluciones en donde se puedan integrar todas.

Se deben tomar en cuenta varios factores al momento de implementar una solución basada en un sistema domotico, ya que este debe ser muy seguro y robusto, ya que controla la mayoría de las funciones de nuestro hogar, lugar de trabajo, planta de producción, etc. Por lo que hay que tener en cuenta los riesgos más comunes a los que se está expuesto. [6]

- Protección de la red eléctrica
- Protección contra virus

- Protección contra accesos indebidos

### **2.3.2 Red de Control**

Las redes de control, son centralizadas, lo que va a ocasionar que la complejidad de los sensores y actuadores que la incorporen se reduzca, ya que puede funcionar con sensores o actuadores que posean poco requisito en ancho de banda, pero esto también causa que la robustez del sistema también de reduzca.

Las redes de control están orientadas a su uso edificios inteligentes, y funcionan independientemente de las redes de datos o las redes multimedia. Los medios de transmisión que se pueden utilizar en una red de control son cableados como el cable par trenzado, cable coaxial, fibra óptica y medios inalámbricos como infrarrojo, radiofrecuencia, etc., también es posible utilizar la red eléctrica como medio de transmisión.

Hay que tomar en cuenta al momento de implementar algún tipo de red de control que los protocolos a usarse tengan la capacidad de soportar los diversos medios de transmisión, para su óptima adaptación a la topología y estructura del edificio.

Entre los más importantes tipos de redes de control tenemos los siguientes:

**X-10:** El sistema X-10 utiliza como medio de transmisión principal una corriente portadora, o la red eléctrica de la casa o edificio en la que se va a implementar.

El sistema X-10 está compuesto por 4 tipos de dispositivos principales, que son los transmisores, receptores, bidireccionales e inalámbricos.

Los transmisores son los que se encargan de enviar información a través de la red, los receptores encargados de tomar información de la red eléctrica enviada por los



transmisores actúa encendiéndose o apagándose según corresponda, los dispositivos bidireccionales pueden enviar información para confirmar una acción, y los inalámbricos pueden enviar información receptada por su antena a través de la red eléctrica. [5]

**KNX:** KNX es un estándar, utilizado principalmente en la región europea, orientado al control de casa y edificios donde se requiera eliminar el problema de comunicación de los dispositivos que se encuentren aislados.

KNX es utilizado en instalaciones domóticas debido a que es la composición de varias asociaciones o grupos europeos con el fin de utilizar las principales características o conocimiento de los estándares europeos para la comunicación de los diferentes dispositivos de diferentes fabricantes o modelos. [1]

**EHS:** EHS es un sistema, de origen europeo, orientado a satisfacer la necesidad de automatización en los hogares a usuarios que no poseen los recursos económicos para adquirir

sistemas como Lonworks o Batibus que son sistemas más potentes y por lo tanto más caros.

Inicialmente EHS utilizaba como medio de transmisión la red eléctrica, actualmente ya utiliza otro tipo de medios como cable coaxial, par trenzado, radiofrecuencia o infrarrojo. [15]

**CEBus:** CEBus es un sistema orientado a la automatización de viviendas con el objetivo de utilizar un bus domotico para la interacción de los dispositivos que lo conformen.

Las ventajas principales es su fácil instalación, pero como principal desventaja es el alto costo y la escasez de los dispositivos que funcionan con este sistema. [15]

### **2.3.3 Red de Datos**

Las redes de datos dentro de una solución domótica además de conectar los sensores y actuadores entre sí, también permiten que equipos informáticos se comuniquen en la red

domótica para envío y recepción de información y compartición de recursos y servicios.

Las redes de datos pueden ser cableadas o inalámbricas, entre las redes cableadas están USB, Ethernet y FireWire entre las más importantes, mientras que entre las redes inalámbricas encontramos Bluetooth, Infrarrojo y WiFi como las utilizadas.[15]

A continuaciones detallamos las tecnologías más importantes utilizadas en las Redes de Datos.

**USB:** Bus de expansión externo que permite instalar periféricos simplemente conectando el dispositivo al bus, USB se basa en una arquitectura serial, debido a que una interfaz serial es más rápida que una paralela, pero los dispositivos de entrada/salida USB son más rápido que los seriales. Los dispositivos USB funcionan sin necesidad de reiniciar el sistema, su conexión es en caliente y estos han ido evolucionando a lo largo de los años. [15]

**FireWire:** Es un tipo de conexión, destinado a la entrada y salida de datos en serie a gran velocidad, que poseen ciertos equipos (cámara de video) para conectarse a ciertos periféricos que requieran un alto ancho de banda.

**Ethernet:** Es un estándar de redes de área local (LAN) para computadores con acceso al medio por detección de la onda portadora y con detección de colisiones (CSMA/CD). Las principales topologías utilizadas por este estándar son las de bus o estrella. El estándar Ethernet está basado en el principio de que todos los dispositivos están conectados a la misma línea de transmisión, a la red Ethernet, conformada por cables cilíndricos. [15]

**Bluetooth:** Bluetooth es una tecnología de transmisión de datos inalámbrica que se la puede encontrar en una amplia variedad de dispositivos, desde teléfonos celulares hasta equipos médicos. EL alcance de esta tecnología es de aproximadamente 10 metros de distancia y el proceso de conectar 2 dispositivos mediante bluetooth se llama emparejamiento. [15]

**Infrarrojo:** Este tipo de comunicación utiliza la luz infrarroja para la transmisión de datos, utilizada mayormente en controles remotos de dispositivos de audio/video, o teléfonos celulares para transferir datos a corto alcance. La principal ventaja es que la circuitería necesaria para generar un enlace infrarrojo es muy simple, lo que hace que este tipo de tecnología sea rentable, y la principal desventaja es que su alcance es muy corto, además de ser muy sensible a la luz, clima, o polución que disminuye el rendimiento de la transmisión. [15]

**WiFi:** WiFi es una de las tecnologías de transmisión de datos más utilizadas en la actualidad, su nombre no se refiere a alguna abreviación, es su nombre comercial. Como toda red inalámbrica, WiFi es más vulnerable a ataques externos, por lo que esta tecnología cuenta con diversas características de seguridad para la encriptación y generación de claves de acceso, la más utilizada es WPA (WiFi Protected Access). [15]

### **2.3.4 Red Multimedia**

La red multimedia es aquella que está compuesta por los dispositivos como televisores, videocámaras, relojes, a estos dispositivos se los llama equipos de línea marrón, debido a que están orientados al audio y video.

Estos equipos de 'Línea Marrón' requieren mayor ancho de banda a la hora de transmitir la información debido a que posee requisitos estrictos en lo que calidad y volumen de información se refiere.

En una red multimedia, los dispositivos que intervienen poseen funciones muy diferentes, por lo que se necesita de varios protocolos para la obtención de los parámetros deseados. Las redes multimedia son sistemas distribuidos ya que los dispositivos pueden interactuar directamente entre sí sin necesidad de equipos intermedios.

Las arquitecturas más relevantes en la actualidad son las siguientes:

**HAVi:** Es una arquitectura orientada a la interconexión de dispositivos de audio y video digital entre sí, sin importar la marca o modelo. En esta arquitectura, cualquier dispositivo puede controlar o ser controlado, es decir no es necesario de algún otro equipo controlador. [15]

**UPnP:** Procedente de Microsoft es una arquitectura basada en el protocolo TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol), que facilita la interconexión de diferentes equipos electrónicos (Principalmente ordenadores y periféricos). Cuando un dispositivo se conecta a la red, este obtiene los parámetros necesarios para trabajar con el protocolo TCP/IP de manera transparente al usuario, además de facilitar el control y transferencia de archivos entre los dispositivos que integran la red. [15]

**Jini:** Es un sistema distribuido orientado a la compartición de varios recursos y servicios entre los usuarios dentro de la red. Los servicios compartidos pueden ser utilizados por otros dispositivos, distintos software o alguna combinación de ambos. [15]

### 2.3.5 Domótica en la Sociedad

La domótica busca ayudar a la sociedad actual a mejorar la comodidad y el confort, además mejorar la calidad de vida de quienes optan por usarla en casos como la adecuación del clima, activación o desactivación de equipos, manejo de luces de alumbrado, regulación de sistemas y servicios básicos.

Beneficios a través de la domótica:

- Ahorro energético, lo cual implicará en los gastos por el uso del servicio eléctrico, permite proteger equipos eléctricos y electrónicos así como mantener su tiempo de vida útil.



- Optimizar recursos existentes, las diferentes tecnologías se basan en el uso de la red eléctrica o una red de datos establecida en el lugar o vivienda a domotizar, para poder implementar una solución domótica.
- Ayuda a la seguridad personal y patrimonial, dando herramientas y opciones múltiples para que se pueda colaborar con sistemas de vigilancia y además prevenir daños y accidentes, además de cuidar la integridad física de objetos y de mismas personas residentes en la vivienda.
- Telecontrol, da la facilidad de un control asistido remoto, evita la obligación de estar presente o cerca algún equipo, interruptor o vivienda para poder asignar alguna configuración o manipular algún control.
- El avance tecnológico en internet, televisión y en las telecomunicaciones ayudará a que hayan mejores soluciones a menor costo y con un fácil acceso para una mejor interacción con el usuario.

### 2.3.6 Beneficios de la Domótica en el Hogar

El objetivo principal de la domótica está dividido en cuatro ámbitos diferentes que son confort, ahorro energético, comunicaciones y seguridad técnica y personal, cada uno de estos requiere diferentes tipos de dispositivos los cuales poseen diferentes costos. [8]

A continuación detallaremos los principales beneficios de la domótica:

**Ahorro:** Un sistema domótico genera ahorro tanto a nivel económico como a nivel energético, debido a que la gestión tarifaria producido por diferentes sistemas puede ser controlada, un ejemplo son los dispositivos que controlan automáticamente los sistemas de climatización.

**Bienestar:** El sistema domótico garantiza ciertas cuestiones que pueden lograr más tranquilidad en el estilo de vida, por ejemplo la seguridad personal en el hogar.

**Económico:** La implementación de un sistema domótico puede resultar económico tanto para viviendas antiguas como para

viviendas nuevas, debido a que se puede aprovechar la red eléctrica como medio de transmisión, o utilizar medios de transmisión inalámbrica. [8]

## 2.4 Selección del Controlador

Para la implementación de nuestro proyecto se tomaron en cuenta varios tipos de controladores a ser usados para controlar los diferentes procesos que de un sistema domótico.

Los principales controladores que se analizaron fueron los siguientes:

**LOGO!:** LOGO! Es un módulo lógico programable el cual permite solucionar las aplicaciones cotidianas con un gran confort, sus principales características son su pequeño tamaño, es como para el montaje del mismo, su programación es sencilla ya que utiliza un lenguaje de bloques. [11]

Otras características del LOGO! Son que funcionan con 12 voltios o 24 voltios dependiendo de la versión, además las salidas del LOGO!

no envían algún tipo de señal o información, sino son un switch que se cierra o se abre dependiendo de los valores de entrada.

Los diferentes sensores y actuadores que requiere el LOGO!, así como el controlador, pantalla externa o módulos de expansión poseen un alto costo en nuestro mercado. [12]

**Raspberry Pi:** El Raspberry Pi es un controlador de bajo costo capaz de conectarse a un monitor o una pantalla y utilizar un teclado y un ratón para ser usado como un ordenador común y corriente.

El Raspberry Pi está orientado a personas de todas las edades interesadas en aprender diferentes lenguajes de programación como Scratch o Python, el Raspberry Pi es capaz de realizar cualquier actividad que realice un ordenador como navegar en la web, reproducir videos o generar hojas de cálculo o documentos de texto.

Las principales características del Raspberry Pi son sus pequeñas dimensiones (8.5 x 5.3 cm), posee un procesador ARM11, un procesador gráfico VideoCore IV, y 512 Mb de memoria RAM. [10]

**Arduino:** En esencia el Arduino es una placa, que como núcleo posee un micro controlador, pero al manejar software libre, esta placa puede realizar diferentes funciones dependiendo del desarrollador. Existen varias versiones de Arduino, y para varios usos.

Las principales características del Arduino son su micro procesador ATmega328 con 32 Kb de memoria flash y 1 Kb de memoria RAM, debido a que existen varias versiones de Arduino, estos poseen diferentes características. [3]

#### **2.4.1 Arduino**

Arduino es una plataforma de computación de código abierto basado en una placa electrónica simple que posee un entorno de desarrollo para poder escribir software para la placa.

Arduino se puede utilizar para desarrollo diferentes objetos interactivos ya que debido a que en sus entradas puede existir una variedad de interruptores o sensores teniendo la capacidad

de controlar en sus salidas diferentes tipos de luces, motores u otras salidas físicas.

El IDE de código abierto de Arduino se puede descargar de forma gratuita, su lenguaje de programación es una plataforma similar a la computación física, la cual está basada en el entorno de programación de procesos multimedia. [3]

Existen varias versiones de Arduino, cada uno con características diferentes, los modelos principales son los siguientes:

- Arduino UNO
- Arduino Leonardo
- Arduino Yún

#### **2.4.2          Arduino Yún**

De la familia de los dispositivos Arduino, elegimos el Arduino Yún por sus características, ya que la principal de estas es que este Arduino está compuesto por dos chips que en conjunto controlan el dispositivo, uno de estos es el chip ATmega32U4

(el mismo que utiliza el Arduino Leonardo) y un módulo SOC<sup>6</sup> que contiene una distribución en Linux basado en la distribución OpenWRT, además el Arduino Yún puede conectarse a la red mediante Ethernet o WiFi.

Al Arduino Yún, a través del módulo que posee Linux, es posible poder configurarlo mediante WiFi, además de poseer una librería Bridge que es la que permite la interacción de ambos módulos, el SOC y el 32U4, esto ayuda a que los procesos que utilicen comunicación web, de gran tamaño en comparación a lo que puede procesar el Arduino, sean delegados al módulo con Linux. [4]

En la figura 2.1 observamos los componentes principales que conforman el Arduino Yún, y en la figura 2.2 observamos de qué manera estos componentes se comunican entre sí.

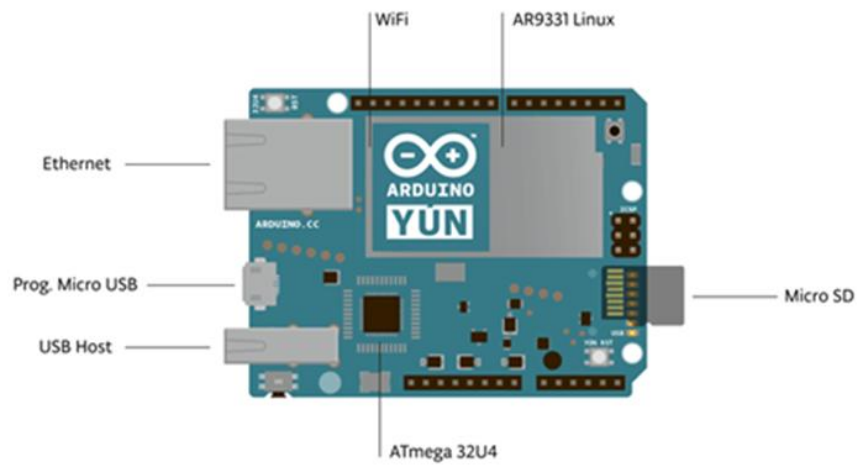


Figura 2.1 Arduino Yún [4]

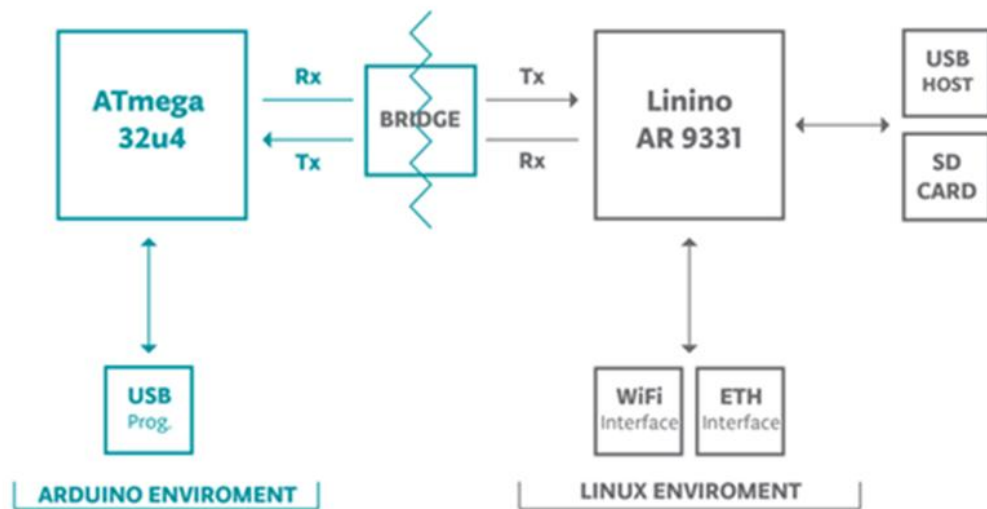


Figura 2.2 Ambiente de comunicación de los chips del Arduino Yún [4]



### 2.4.3 IDE Arduino

El entorno de programación del Arduino está basado en un ambiente gráfico con fines didácticos el cual es útil para programar con mayor velocidad.

Las principales ventajas del IDE Arduino son las siguientes:

- El lenguaje de programación que maneja es simple y sencillo de aprender, está basado en C/C++.
- Permite estar programando directamente el hardware.
- Al ser open-source permito experimentar sobre la misma tarjeta.
- Existe una amplia comunidad a su alrededor, lo que permite el acceso varias referencias, ejemplos y proyectos que sir como ayuda.

Esta herramienta utiliza hojas o archivos de trabajo llamado sketch, en el cual se pueden incluir librerías, para diferentes aplicaciones o sensores, además interactuar con dispositivos electromecánicos, para su manejo. Cada Pin está configurado y programado en el sketch de Arduino, y además se ha

dispuesto de tal forma para que puedan activarse o desactivarse por medio de la aplicación. [4]

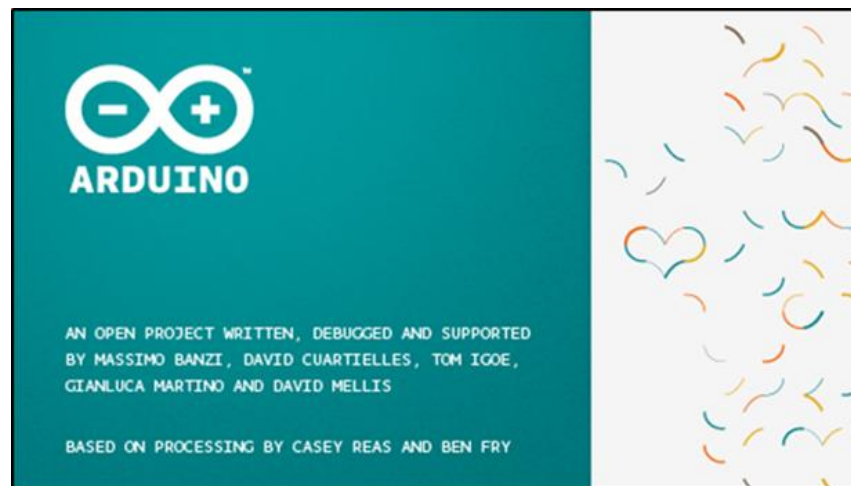


Figura 2.2 Pantalla de Inicio de IDE Arduino [4]

## 2.5 Sensores y Actuadores

A continuación se detallan los diferentes sensores y dispositivos que son utilizados en la elaboración del proyecto.

- Led: El led es un diodo emisor de luz, el cual funciona en un rango de entre 1.5 y 3.5 voltios y entre 15 y 20 miliamperios.

- Sensor PIR: Sensor Pasivo Infrarrojo, este sensor es pasivo debido a que no generan algún tipo de onda para el escaneo de algún intruso, sino detectan las ondas infrarrojas emitidas por algún objeto.
  
- Sensor de temperatura DS18B29: Este sensor, adaptado para usarse con los controladores Arduino, envía señales eléctricas dependiendo de la temperatura a la cual este sometida, la temperatura mínima que soporta son  $-55^{\circ}\text{C}$ , y la temperatura máxima es  $125^{\circ}\text{C}$ .
  
- Ventilación: Para la ventilación utilizamos unas pequeñas hélices como las de un ventilador pequeño las cuales emulan la función de un aire acondicionado, la ventilación se activara desde la aplicación web, o cuando se cense una temperatura elevada.
  
- Servo Motor: Un servo motor es un dispositivo que posee un eje de rendimiento controlado el cual puede ser llevado a posiciones angulares específicas las cuales son  $0^{\circ}$ ,  $90^{\circ}$  y  $180^{\circ}$ . El servo

motor a pesar de sus pequeñas dimensiones posee un alto valor de torque.

## **2.6 Interfaz Grafica**

### **2.6.1 LAMP**

LAMP es una herramienta usada para implementar servidores web, basado en tecnologías que a pesar de ser independientes y que no han sido diseñadas con el objetivo de trabajar juntos, su combinación ha sido muy llamativa no solo para los usuarios que adquieren el software, sino también para los programadores y diseñadores.

LAMP contiene herramientas que son de código abierto, esto permite mucha flexibilidad al momento de programar y además implica un bajo coste de adquisición lo cual lo hace muy llamativo y se ha convertido en tendencia al momento de elegir una solución para implementar proyectos, aplicaciones y diseños.[16]

### **2.6.2 OpenWRT**

OpenWRT es una distribución de Linux orientado a los sistemas embebidos y enrutadores personales que también pueden ser utilizados como servidor de archivo o de cámaras web.

OpenWRT está orientada a la configuración de enrutadores personales, el tipo de aplicación que se desee darle a este sistema operativo varía dependiendo de las necesidades del desarrollador. Un ejemplo es el de un programador de horarios, el cual consiste en bloquear o desbloquear las interfaces inalámbrica según un horario pre establecido.[17]

### **2.6.3 APACHE**

Es uno de los servidores web más usados ya que tiene ventajas como ser un servidor de código abierto, y puede ser utilizado y configurado en varias plataformas, además es muy robusto y seguro.

Apache es utilizado principalmente, para realizar servicio a páginas web, ya sean estáticas o dinámicas. Este estupendo servidor se integra a la perfección con otras aplicaciones, creando el famoso paquete XAMP con Perl, Python, MySql y PHP, junto a cualquier sistema operativo, que por lo general es Linux, Windows o Mac OS.[18]

#### **2.6.4 MySQL**

Es un sistema de gestión de bases de datos relacional, multi-hilo y multiusuario, además se destaca por tener la característica de ser un software open source, lo que implica que su uso es gratuito e incluso se pueda modificar con total libertad, pudiendo descargar su código fuente.

Esto ha favorecido muy positivamente en su desarrollo y continuas actualizaciones, para hacer de MySql una de las herramientas más utilizadas por los programadores orientados a Internet.[19]

### **2.6.5      PhP**

Es un lenguaje interpretado y una herramienta muy fuerte para la creación y edición de páginas webs, tiene características que logran que los usuarios y sobre todo los desarrolladores lo elijan al momento pensar en un interpretador, ya que es de código abierto, es flexible y puede interactuar con otras tecnologías.[20]

### **2.6.6      Uhttpd**

Es un servidor web orientado para desarrolladores de Open WRT. Este ha sido un servidor estable y eficiente con tareas ligeras para dispositivos que tienen embebido a Open WRT como sistema embebido.

Este servidor está configurado por defecto para la interfaz web de Luci el cual es el administrador de OpenWRT. Este brinda todas las funciones esperadas de los servidores webs actuales.[21]

## 2.7 SSH y Telnet

Es un protocolo que usa técnicas de cifrado que permite que la información viaje de un emisor a un destinatario de forma ilegible para aquellos dispositivos que no pertenecen a la comunicación o enlace, además es muy usado para administrar máquinas remotas haciendo las veces de un intérprete de comandos en bash.

Se lo considera rápido porque sólo envía texto, por ello envía menos datos que si fuera una imagen de pantalla como programas como VNC. Además versátil porque permite interactuar con otros comandos obteniendo control total de un sistema de manera remota.[22]



## **CAPÍTULO 3**

### **3. Descripción, Diseño e Implementación del prototipo**

A continuación se detalla la casa de campo a automatizar, los factores principales a los cuales está sometida y los diferentes sensores y actuadores que se son utilizados para automatizar la misma.

### **3.1 Descripción y Diseño de la casa de campo**

A continuación describiremos en detalle el prototipo de la casa a la cual aplicamos el telecontrol domotico y el proceso de diseño de la misma.

El prototipo de la casa de campo está inspirado en una casa sencilla de una planta, conformada por la sala, comedor, cocina, garaje, dos habitaciones y dos baños, además de contar con una cerca que rodea el perímetro de la misma y una puerta principal, ubicada en una zona de clima cálido.

Al ser una casa de campo, está expuesta a diferentes variables las cuales son: temperatura, seguridad e iluminación.

Dentro de la casa de campo existe un sensor que nos permite estar al tanto de la temperatura en la misma, además de contar con un ventilador el cual podremos controlarlo desde la aplicación web.

La iluminación de la casa de campo está representada por leds, los cuales están en las diferentes habitaciones de la misma, la aplicación web nos muestra el estado de los leds en cada habitación y nos permite manipularlos.

El sistema de seguridad está compuesto por sensores de presencia, los cuales al momento de activarlos nos indican si existe algún intruso. Desde la aplicación web podemos activar o desactivar el sistema de alarma.

También se tiene control de la entrada principal a la vivienda, la cual por medio de la aplicación web podemos abrir o cerrar la puerta.

En la figura 3.1 observamos la distribución de las habitaciones de la casa de campo en 2 dimensiones.

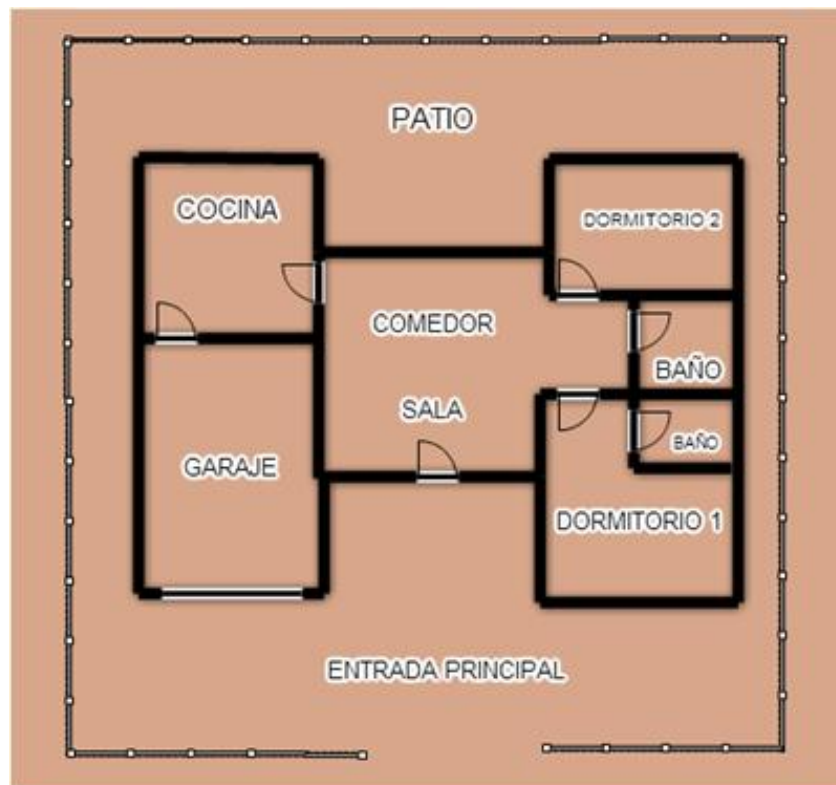


Figura 3.1 Distribución de Habitaciones

En la Figura 3.2 observamos una imagen en tres dimensiones de la casa de campo.



Figura 3.2 Vista en 3 dimensiones de la casa de campo

### 3.2 Configuración del Arduino Yún

El Arduino Yún posee 20 pines de entradas y salidas digitales, los cuales 7 pueden ser usados como salidas PWM y 12 como entradas analógicas. Para el desarrollo del proyecto tomamos en cuenta la siguiente configuración de pines, con el fin de lograr el correcto funcionamiento del mismo.

Cada Pin está configurado y programado en el sketch de Arduino, y además se ha dispuesto de tal forma para que puedan activarse o desactivarse por medio de la aplicación.

En la tabla 3.1 observamos la asignación de pines que configuramos en el Arduino Yún:

TABLA 1.1 ASIGNACIÓN DE PINES ARDUINO YÚN

Pin	Tipo	Función	Sector
2	Output	Ventilacion	Sala
3	Output	Puerta Principal	Entrada Principal
4	Output	Luz Alarma	Sala
5	Input	Sensor de presencia	Garaje
6	Input	Sensor de presencia	Patio
7	Input	Sensor de presencia	Sala
8	Output	Iluminación	Luz exterior
9	Output	Iluminación	Garaje
10	Output	Iluminación	Cuarto2
11	Output	Iluminación	Cuarto1
12	Output	Iluminación	Cocina
13	Output	Iluminación	Sala
A0	Input	Temperatura	Sala

### 3.2.1 Programación de placa Arduino

Arduino provee un software de código abierto llamado Arduino IDE, el cual puede ser instalado en diversos sistemas operativos Linux, MAC o Windows, este software es una vía que permite programar a través de líneas de código la configuración que debe llevar la placa y los pines de la misma.

Arduino IDE permite crear hojas de trabajo, las cuales son llamadas sketches y que mantienen un ambiente de desarrollo basado en Java, aquí se depositan todos los métodos, funciones, declaraciones de variables, utilización de librerías que son utilizadas para lograr la configuración y la programación según el propósito para el cual sea usada la placa Arduino.

Las diferentes versiones de Arduino contienen un puerto USB, el cual es útil para poder alimentar de energía a la placa Arduino y además para poder grabar en el micro controlador el sketch desarrollado. Estos sketches son grabados con una extensión de archivo .ino y luego de ser procesados y

compilados, son subidos desde Arduino IDE a través de una conexión USB entre el dispositivo que contiene el software y la placa Arduino.

Para diseñar el sketch de nuestro Arduino se tomaron en cuenta los sensores utilizados, las funcionalidades y objetivos del sistema domótico, además el número de pines de la placa, así como el mapeo de los pines, para poder usar una programación con los registros de los puertos.

La programación del sketch trabaja con métodos y funciones, que son capaces de almacenar, actualizar, leer, editar y consultar información en la base de datos que se creó para este sistema, además permiten activar o desactivar el estado de los pines durante la ejecución y funcionamiento del sistema.

El código contiene tres bloques:

**Declaración de variables:** Aquellos datos que sirven como parámetros en las funciones, o valores obtenidos en métodos,



contadores, resultados de operaciones, valores de entrada de un sensor o dispositivo externo.

**Bloque de configuración:** Aquí se establece los pines que son utilizados como entradas o como salidas, para este sketch se configura los pines a través de port registers, asignando a cada puerto un valor binario indicando 0 como entrada y 1 como salida. Además aquí se abre el puerto serio y se le asigna la velocidad en baudios.

**Bloque de Ejecución:** Este bloque es llamado loop o lazo y permite mantener en un ciclo infinito, las funciones y métodos incluidos dentro del mismo, aquí se extrae datos de la base de datos como estados de los pines, también se extrae datos de sensores utilizados, y dependiendo de los valores de las variables o de los pines, se ejecutarán las funciones.

En la Figura 3.3 observamos un diagrama general de bloques del cual está basada la solución domótica, y en la figura 3.4 se muestra el diagrama de procesos del cual está basada la configuración del Arduino y el desarrollo de la aplicación web.

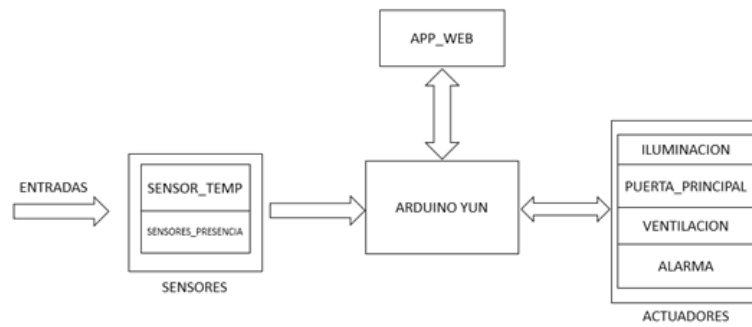


Figura 3.3 Diagrama General de Bloques

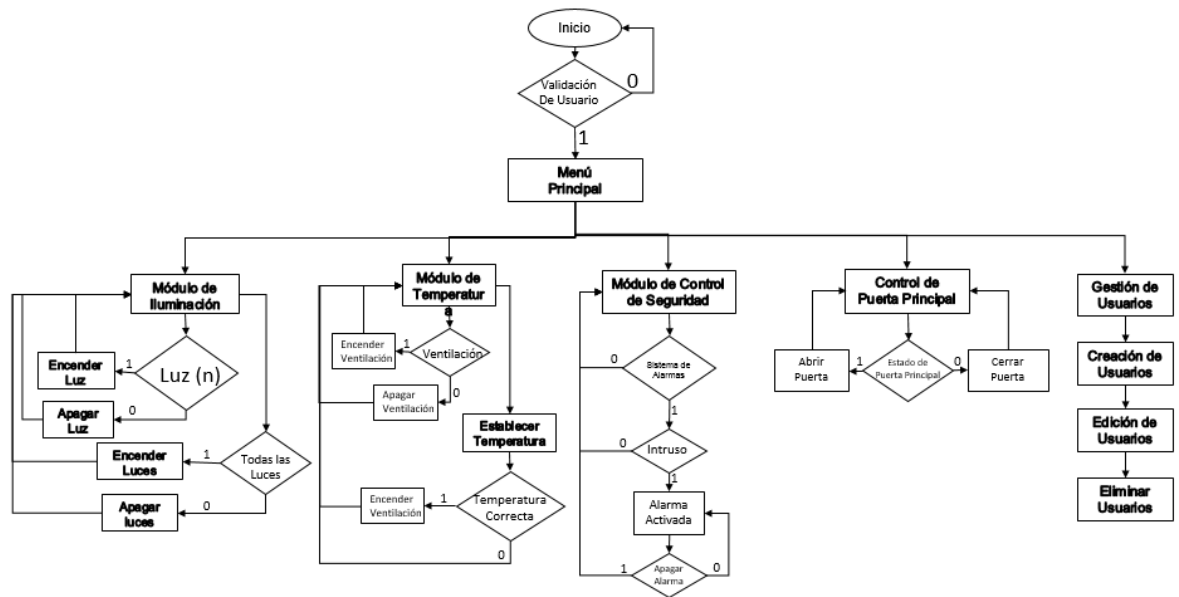


Figura 3.4 Diagrama de Procesos

### 3.2.2 Comunicación entre Arduino y Linux

La placa Arduino Yún está conformada por dos procesadores, los cuales pueden comunicarse a través de librerías, permitiendo así que los sketches puedan ejecutar scripts en Linux, comunicarse con interfaces de red y recibir información del procesador AR9331 que contiene la distribución de Linux.

En nuestro sistema Linux se configuró un gestor de base de datos que permite almacenar los estados de los pines, el sketch se ha utilizado la librería Process.h la cual permite ejecutar scripts e invocar archivos almacenados en Linux.

Para nuestro caso en particular los scripts contienen sentencias SQL, las cuales permiten verificar, escribir o actualizar datos en nuestra base y de esta manera, prender luces o activar sensores.

### **3.3 Desarrollo de la Aplicación Web**

La forma en la que el usuario puede tener el control e interactuar con dispositivos dentro de la casa, es a través de una interfaz gráfica de

una aplicación web. Para esto se configuró una estructura web en la cual se instaló como servidor web uhttpd, el cual es el servidor por default en la distribución de Linux de Arduino.

Para poder ingresar a la consola de Linux, se utilizó un software llamado Putty, el cual mantiene una comunicación segura, solo basta con ingresar el nombre del root, la dirección IP y la contraseña, y de allí a través de esta herramienta se pueden instalar paquetes o buscar archivos.

Luego de configurar el servidor web con éxito, se procedió a instalar las demás tecnologías como MySQL y PHP, para esto se utilizó una memoria USB en el cual se almacena todas las rutas y configuraciones necesarias para lograr que la aplicación se ejecute sin ninguna novedad.

### 3.3.1 Base de datos en MySql

Una vez instalado los paquetes de MySQL, se procedió a configurar la base de datos para alojar información acerca de los módulos y de los pines que se han utilizado en el proyecto.

Esta base de datos tiene la finalidad de poder almacenar los estados de los pines, además guarda la temperatura censada por el sensor de temperatura, y también los roles, la información de los usuarios y los privilegios de los mismos.

A pesar de que no existe un modelo relacional general, ya que son entidades independientes, se ha diseñado tablas dependiendo de los módulos que contiene la aplicación. Esta base fue diseñada a través de scripts ejecutados por consola.

En la Figura 3.5 observamos las tablas utilizadas en la creación de la base de datos.

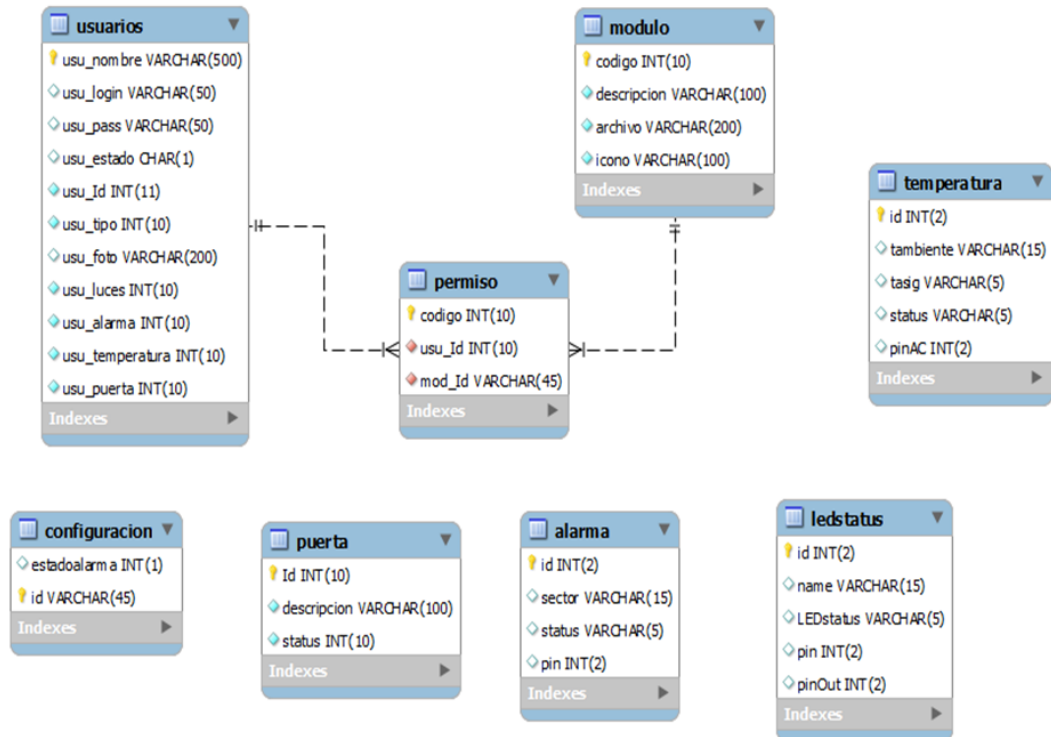


Figura 3.5 Modelo Entidad-Relación

A continuación detallaremos las tablas y campos utilizados en la elaboración de la base de datos.

### Ledstatus

Name: Indica el lugar de la casa en donde está ubicada el led.

Ledstatus: Verifica el estado del led cero o uno.

PinOut: Indica el número de pin en la placa Arduino.

### **Temperatura**

Tambiente Obtiene la temperatura del sensor de temperatura DS18B20

Tasig: es el valor al cual el usuario desea que llegue la temperatura.

Status: es el estado del pin, si este campo es uno, el ventilador se encenderá, caso contrario se apaga.

### **Alarma**

Sector: Indica el lugar en donde se encuentra el sensor.

Status: Indica si el sensor fue activado o no, en este caso si el sensor detectó presencia o no.

### **Puerta**

Descripción: Indica el nombre de la puerta que por lo general se relaciona con el lugar en donde está ubicada.

**Status:** Indica el estado del pin que permite abrir si está en uno y cerrar cuando está en cero.

**Configuración:** Permite verificar si el usuario activo o desactivo el sistema de alarmas

**Usuarios:** Contiene información del usuario como clave y contraseña y su rol.

**Módulo:** Indica el módulo al cual el usuario tendrá acceso o el permiso será denegado.

**Permiso:** Relaciona la tabla módulo y usuarios, para configurar los módulos que debe manejar cada usuario.



## **3.4 Módulos de la aplicación**

### **3.4.1 Iluminación**

Aquí el usuario puede manipular la iluminación de la casa de campo, desde la aplicación, estos leds son configurados en los pines de iluminación detallados en la tabla 4.1.

### **3.4.2 Temperatura**

Aquí se muestra la temperatura actual, además se permite activar un dispositivo de ventilación, el cual es un ventilador, además la aplicación tiene la opción de establecer una temperatura menor a la temperatura censada, lo que ocasionara que se active la ventilación hasta que la temperatura ambiente sea igual a la establecida.

### **3.4.3 Alarmas**

Aquí trabajan los sensores de presencia los cuales se pueden configurar en modo activo o inactivo, cuando se encuentren en modo activo, se activaran los sensores y al momento de detectar un intruso, se encenderá la luz de alarma y en la aplicación nos mostrara en que sección de la vivienda se encuentra.

### **3.4.4 Puertas**

También se tiene el control de la puerta principal, la cual da acceso al terreno de la vivienda, desde la aplicación web podemos conocer el estado de la puerta principal y podemos abrir o cerrarla remotamente.

### **3.4.5 Cuentas y Roles de Usuarios**

Este módulo permite agregar usuarios disponibles para que puedan usar la aplicación, además se pueden restringir

accesos y asignar privilegios a través de permisos que son asignados por el Administrador.

### **3.5 Implementación del Prototipo**

La implementación del prototipo consiste en la integración de los diferentes tipos de software y hardware que se describió previamente, a continuación detallamos el montaje de los sensores y actuadores en la maqueta y la ubicación de los mismos.

Los leds, que representan la ubicación, están ubicados en las diferentes habitaciones de la casa, estas son los cuartos, la cocina, la sala, el comedor y el garaje, además de una led que representa una luz en el exterior de la casa. La puerta principal es controlada por un servo motor el cual está ubicado en el exterior de la casa de campo.

Los sensores de presencia, los cuales están encargados de la seguridad de la vivienda, están ubicados, el primero en el exterior de la casa de campo, y el segundo en el interior, también existe un led que se enciende cuando los sensores de presencia detectan un

intruso, el cual está ubicado entre la sala y el comedor. El sensor de temperatura y el sistema de ventilación están ubicados en uno de los cuartos de la casa, también existe un led el cual indica si la ventilación está encendida o apagada.

Todos los sensores y actuadores que conforman el hardware del prototipo van conectados directamente al Arduino, debido a que estos están diseñados para trabajar con la corriente y voltaje suministrados por los pines de nuestro controlador.

El controlador Arduino posee un módulo WiFi y uno Ethernet, de los cuales se utiliza el módulo Ethernet para conectar el Arduino a la red de datos, se utiliza el módulo Ethernet debido a que la comunicación por medio de cable es más segura y más estable que la comunicación vía inalámbrica.

La aplicación web y la base de datos están alojadas en el chip con distribución Linux que posee el Arduino Yún, a la cual el usuario puede acceder a ella si su dispositivo móvil o su ordenador están conectados en la misma red.

## **CAPÍTULO 4**

### **4. Pruebas y Resultados**

A continuación detallamos los resultados obtenidos al evaluar el funcionamiento de los módulos que conforman la solución domótica para la casa de campo.

#### **4.1 Pruebas de Módulo de Control de Iluminación**

El módulo de iluminación está conformado por todos los leds ubicados en las habitaciones de la casa los cuales pueden ser encendidos y apagados individualmente desde la aplicación web, además existe una opción de encender y apagar todos los leds simultáneamente.

En la figura 4.1 observamos como encender los leds que representan la iluminación de la casa por medio de la aplicación web, y en la figura 4.2 observamos el ambiente de la aplicación web para el módulo de iluminación.



Figura 4.1 Iluminación de la casa de campo



Figura 4.2 Módulo de Iluminación

## 4.2 Pruebas de Módulo de Control de Temperatura

El módulo de temperatura consiste en un sensor de temperatura y un sistema de ventilación, que está representado por un ventilador. Por medio de la aplicación web podremos estar informado de la temperatura a la cual está sometido el cuarto en donde está ubicado el sensor.

Además de poder medir la temperatura, podemos activar desde la aplicación web la ventilación. La aplicación web también posee la opción de poder programar la ventilación para que se encienda hasta que el sensor de temperatura mida un valor inicialmente establecido.

En la figura 4.3 observamos la ubicación del sensor de temperatura y del ventilador en la casa de campo, además de un led indicador que se enciende cuando se enciende el ventilador. En la Figura 4.4 observamos el módulo de temperatura donde encontramos la temperatura censada y la opción de encendido del ventilador.





Figura 4.3 Ubicación de sensor de temperatura y ventilador

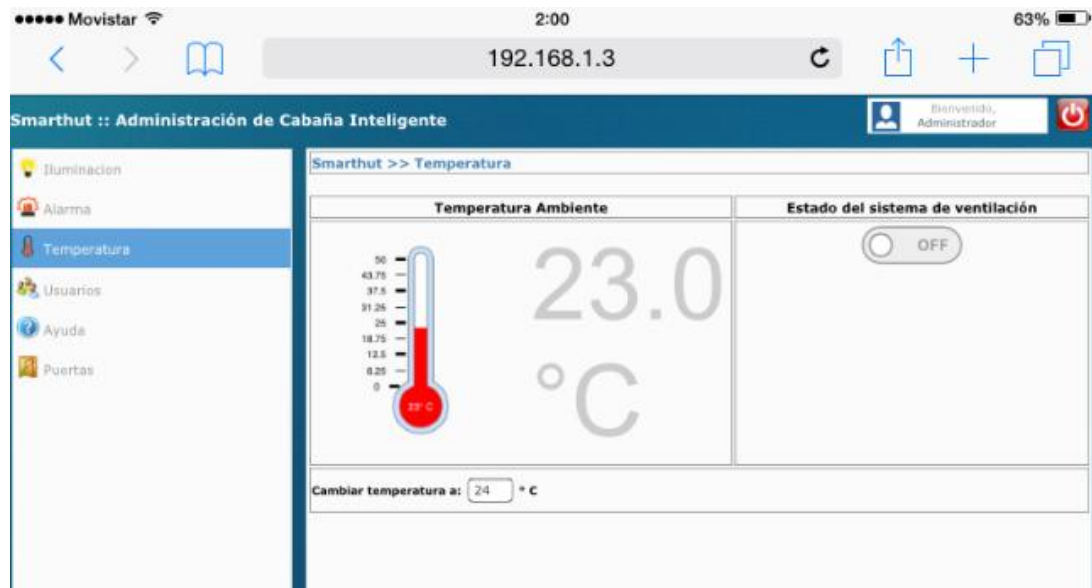


Figura 4.4 Módulo de Temperatura

En la figura 4.5 y 4.6 observamos las notificación que nos brinda la aplicación para la momento de establecer un valor al cual deseamos que la tempera ambiente llegue.

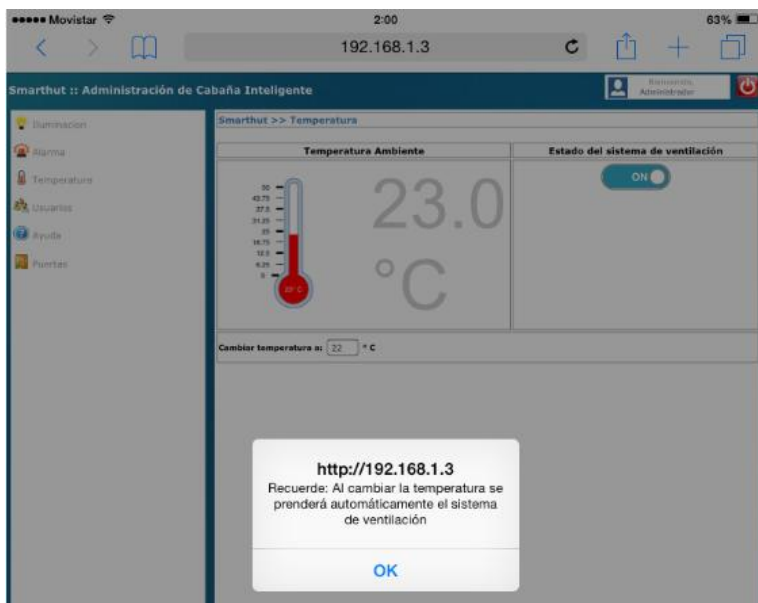


Figura 4.5 Notificación de cambio de temperatura

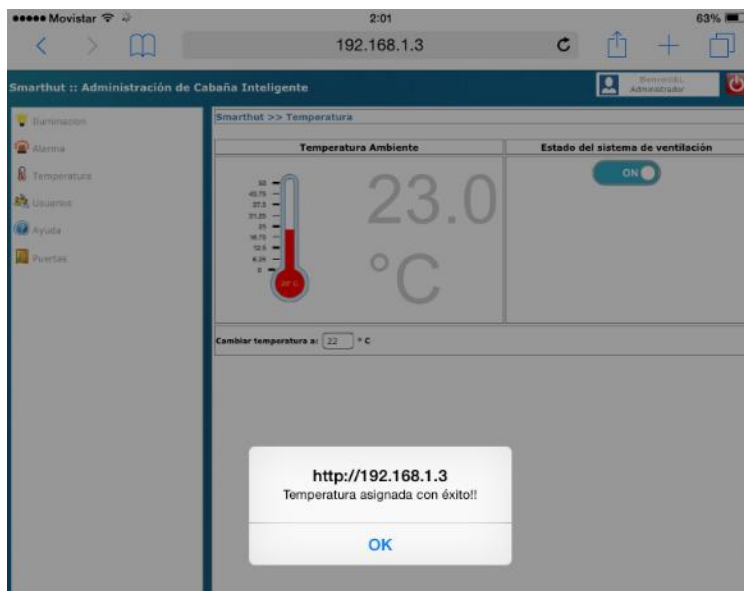


Figura 4.6 Notificación de cambio exitoso – Módulo de temperatura

### **4.3 Pruebas de Módulo de Control de Seguridad**

El módulo de seguridad en la aplicación web nos ayuda a estar informados del estado de los sensores que cuenta la solución domótica. Para que los sensores de presencia empiecen a trabajar es necesario activar la seguridad por medio de una de las opciones en la aplicación web.

En la Figura 4.7 observamos la ubicación de los sensores de presencia y en la figura 4.8 observamos el módulo de control de seguridad en la aplicación web.



Figura 4.7 Ubicación de sensores de presencia



Figura 4.8 Módulo de Control de Seguridad

Al momento de activar el sistema de seguridad, la aplicación web nos indica que la activación es exitosa, como se muestra en la figura 4.9.

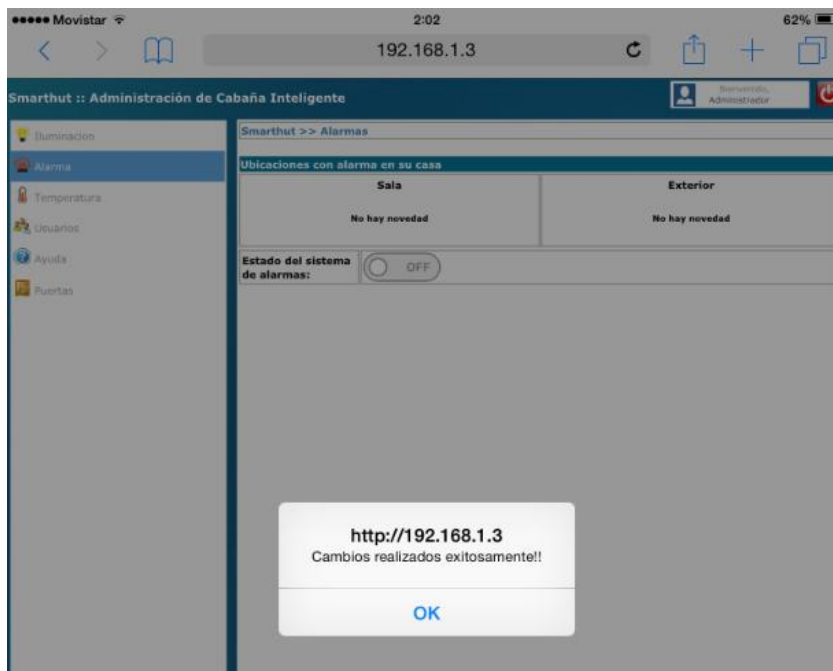


Figura 4.9 Notificación de cambio exitoso – Módulo de Control de Seguridad

Al momento en que los sensores de presencia detecte algún intruso, en la aplicación web se mostrara un mensaje indicando la alarma, y se encenderá un led indicador ubicado en la sala de la casa.

En la Figura 4.10 observamos el mensaje de notificación de alarma, y en la Figura 4.11 observamos el módulo de control de seguridad cuando alguna de las alarmas esta activada.

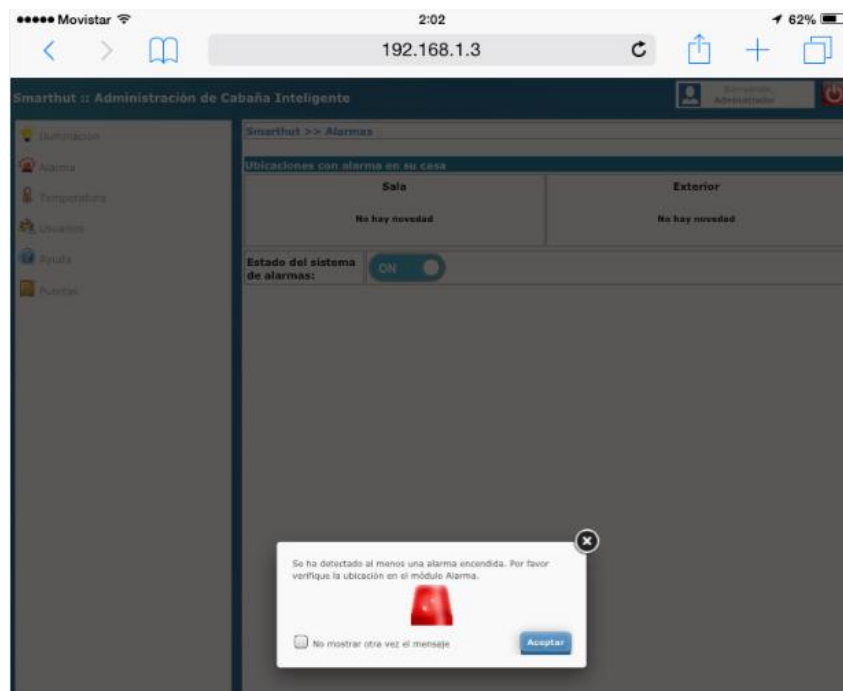


Figura 4.10 Notificación de Alarma

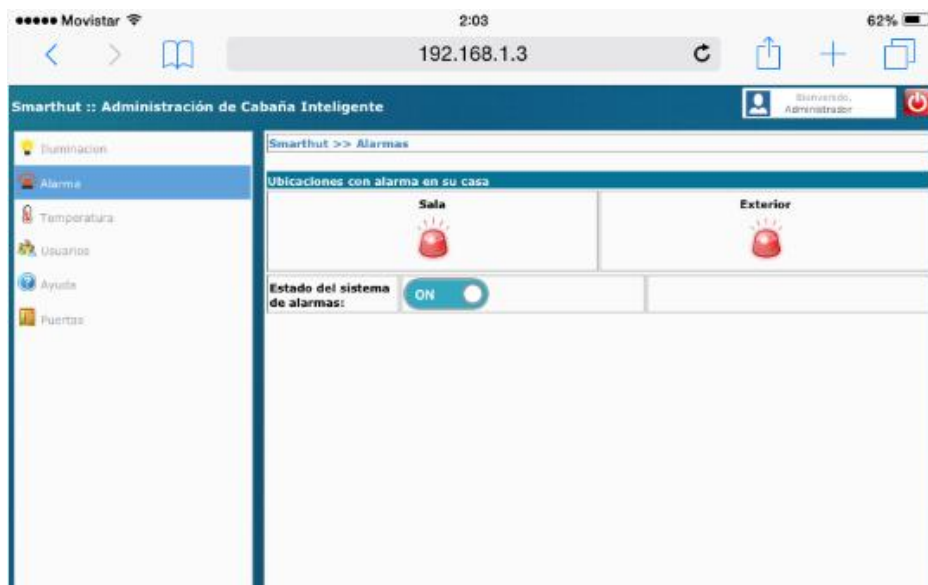


Figura 4.11 Alarma Encendida

#### 4.4 Pruebas de Control de Puerta Principal

Por medio de la aplicación web tenemos conocimiento del estado de la puerta principal, si está abierta o cerrada, y podremos manipular la misma, en la Figura 4.12 observamos como desde la aplicación web se puede abrir la puerta principal.





Figura 4.12 Control de Puerta Principal

#### 4.5 Pruebas de Módulo de Gestión de Usuarios

El módulo de gestión de usuarios que ofrece la aplicación web ayuda a crear, modificar y eliminar los diferentes usuarios que pueden acceder a la aplicación web.

En la Figura 4.13 observamos los diferentes usuarios que pueden acceder a la aplicación web.



Figura 4.13 Módulo de Gestión de Usuarios

En la Figura 4.14 observamos los campos a llenar en la creación de un nuevo usuario, y en la figura 4.15 observamos la modificación de un usuario existente.

●●●● Movistar 2:02 63%

192.168.1.3

Smarthut :: Administración de Cabaña Inteligente

Bienvenido, Administrador

Smarthut >> Usuarios

Buscar:

Registros 1-4 de 4

Listado de Usuarios

	Código	Nombre	Usuario	Tipo	Estado	Permisos
	1	Administrador	admin	Administrador	Activo	
	4	Richard Choez	rchoez	Operador	Activo	
	5	Guillermo Gomez	ggomez	Operador	Activo	
	6	Administrador2	admin2	Administrador	Activo	

Ir a Página:

Página 1 de 1

Nuevo Usuario

:: Nuevo Usuario ::

Código:

Nombre:

Usuario:

Contraseña:   Mostrar caracteres

Tipo:

Estado:

Puede prender/apagar luces:

Puede activar/desactivar sistema de alarmas:

Puede activar/desactivar sistema de ventilación:

Puede abrir/cerrar puertas:

Seleccione Imagen..

n.

Figura 4.14 Creación de Usuario Nuevo

Mobile browser status: Movistar, 2:02, 63% battery, URL: 192.168.1.3

Page Title: Smarthut :: Administración de Cabaña Inteligente

Page Subtitle: Smarthut >> Usuarios

Search:

Records: Registros 1-4 de 4

	Código	Nombre	Usuario	Tipo	Estado	Permisos
	1	Administrador	admin	Administrador	Activo	
	4	Richard Cheez	rchoez	Operador	Activo	
	5	Guillermo Gomez	ggomez	Operador	Activo	
	6	Administrador2	admin2	Administrador	Activo	

Page Navigation: Ir a Página: 1

Page Info: Página 1 de 1

Section: Nuevo Usuario

Form: Editar Usuario

Fields:

- Código:
- Nombre:
- Usuario:
- Contraseña:   Mostrar caracteres
- Tipo:
- Estado:
- Puede prender/apagar luces:
- Puede activar/desactivar sistema de alarmas:
- Puede activar/desactivar sistema de ventilación:
- Puede abrir/cerrar puertas:

Image Upload:   
 Seleccione Imagen...   
 n.

Figura 4.15 Modificación de Usuario Existente

## 4.6 Prueba de Error

Debido a que varios usuarios pueden acceder simultáneamente a la aplicación web, y manipular los diferentes elementos que comprenden la solución domótica, ya sea por medio del mismo usuario o de diferentes usuarios se realizó la siguiente prueba de error para conocer hasta qué punto nuestra aplicación es estable, o cuanto

cambia el rendimiento según la cantidad de usuarios que estén accediendo a la misma.

Se realizaron dos escenarios diferentes para la prueba de error, el primero consiste en acceder a la aplicación web con el mismo usuario desde diferentes dispositivos simultáneamente, y el segundo escenario es acceder a la aplicación desde diferentes dispositivos y con diferentes usuarios.

Para los dos escenarios la prueba de error es la misma, utilizar el módulo de iluminación para conocer si existe algún tipo de retardo, o si el tiempo de respuesta aumenta a razón de la cantidad de usuarios que acceden a la aplicación.

En la Figura 4.16 observamos los tiempos de activación de los leds cuando se ingresa con el mismo usuario desde diferentes dispositivos simultáneamente.

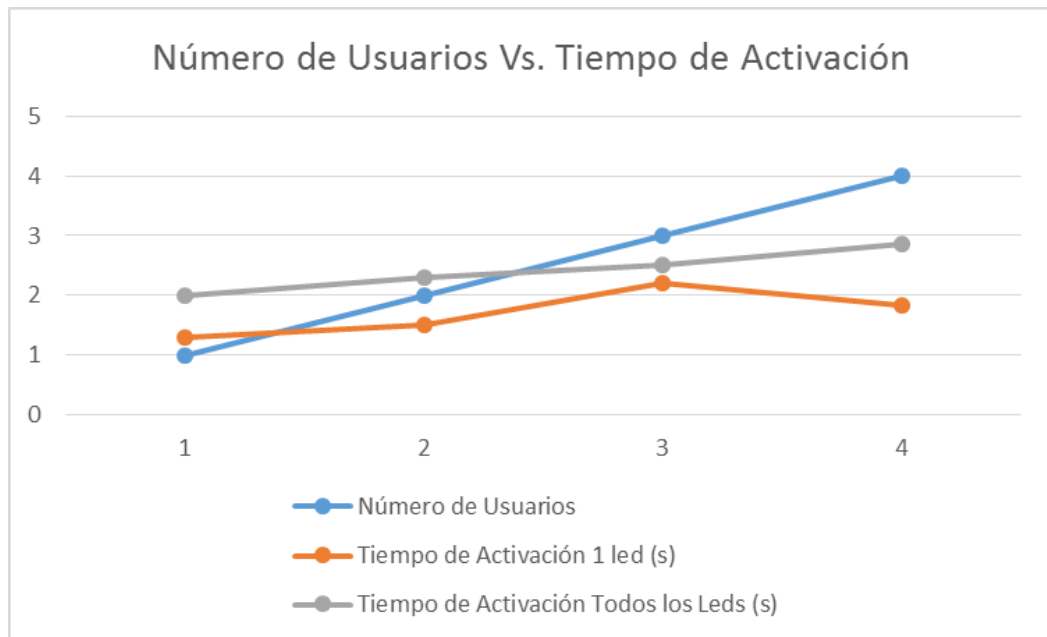


Figura 4.16 Número de Usuarios Vs. Tiempo de Activación –  
Mismo usuario en varios dispositivos

En la Figura 4.17 observamos los tiempos de activación de los leds cuando se ingresa con distintos usuarios desde diferentes dispositivos simultáneamente.

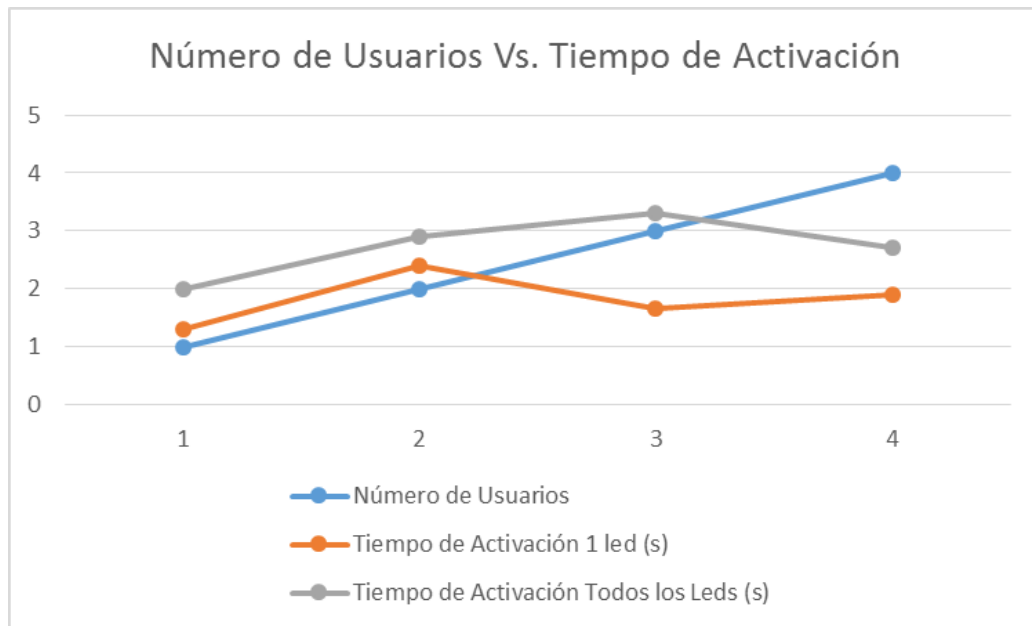


Figura 4.17 Número de Usuarios Vs. Tiempo de Activación –  
Diferentes usuarios en varios dispositivos

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

Una vez finalizado la elaboración de una casa de campo y la automatización del mismo, además de la programación de la aplicación web para el telecontrol de la misma, se llegaron a las siguientes conclusiones:

1.- Existe una amplia gama de versiones del controlador Arduino, y el Arduino Yún posee varias características que nos fueron útiles en el



desarrollo del proyecto, debido a las características de software y hardware que posee.

2.- El desarrollo de una aplicación web para el telecontrol del sistema domótico fue debido a que el usuario final puede acceder al mismo por medio de cualquier ordenador, de escritorio o portátil, y por medio de cualquier navegador web.

3.- El Arduino Yún al poseer un Chip con una distribución de Linux y un servidor integrado nos facilitó el desarrollo de la aplicación web ya que pudimos aprovechar estas características al momento de programar la aplicación.

4.- Existen varios medios de transmisión por los cuales el Arduino Yún puede comunicarse con el enrutador principal, de los cuales escogimos el cable UTP debido a que el medio cableado es más seguro y menos susceptible a fallas de conexión que el medio inalámbrico como el WiFi.

5.- Arduino Yún posee características muy llamativas como flexibilidad, usabilidad y acoplamiento con sensores y actuadores, esto es esencial al momento de elegir un dispositivo que pueda soportar la integración de diferentes tecnologías.

6.- Diseñar una interfaz al usuario amigable es esencial para el diseño de un sistema, por esto se diseñó SmartHut como aplicación web, ya que esto le brinda al usuario la facilidad de usar el recurso desde cualquier plataforma, ya que solo necesita un navegador.

7.- Como parte del acoplamiento con sensores, dispositivos electromecánicos y demás herramientas para la implementación del sistema, fue vital tener en cuenta valores de voltaje, corriente y de potencia, ya que los pines de Arduino trabajan a 5V. y con una corriente de 40 mA.

8.- Se eligió usar un sistema de tipo LAMP para el diseño de la infraestructura del servidor web, con la diferencia que se usó uhttpd en lugar de Apache ya que uhttpd es fácil de configurar y trabaja muy bien con Open WRT.

9.- Arduino trabaja con un reloj que toma en cuentas los ciclos al momento de ejecutar una sentencia, un cambio relevante dentro de la programación del sketch fue programar usando los diferentes puertos del Arduino como PORTD, PORTE, etc. ya que la función digitalWrite (PIN, LOW); consume mucho tiempo de respuesta y ejecución.

10.- La librería Bridge y Process son vitales en la comunicación entre el sketch del micro controlador y el procesador Linux ya que permite acceder a Linux a través de scripts, programados en el Sketch.

11.- Después de las pruebas de error realizadas, concluimos que a mayor número de usuarios, los tiempos de activación van a variar, pero esta variación no es significativa, debido a que está en el orden de los milisegundos.

## **RECOMENDACIONES**

1.- Analizar diferentes alternativas al momento de elegir el controlador principal, ya que en el mercado actual, y más aún en el mundo del software libre, existen varios dispositivos de diferentes marcas y modelos con

infinidad de características que pueden ayudar a facilitar el desarrollo del proyecto.

2.- Al momento de usar relés, ventiladores, motores u otros dispositivos verificar la corriente mínima de funcionamiento ya que los pines de Arduino trabajan con corrientes de 40 mA, y en el caso de que la corriente sea muy pequeña se puede adaptar un circuito amplificador que permita elevar el valor de la corriente.

3.- la implementación de una solución domótica y la selección del hardware dependen de los requerimientos del usuario y del escenario al que se lo va a implementar, puede ser una casa, un edificio o una fábrica, debido a esto aumenta o disminuye el número de elementos a usar, y el Arduino se puede adaptar a esto ya que se puede dividir la solución domótica en varias partes que diferentes controladores Arduino pueden manejar por separados y con uno principal se podrán integrar dichas partes en una sola.

4.- Se recomienda diseñar una aplicación celular para el telecontrol del sistema domótico, ya que a pesar de que es posible acceder a una aplicación web desde un dispositivo móvil y debido a que el usuario actual

ha convertido su teléfono móvil o tableta como dispositivo principal para sus actividades cotidianas, los software de desarrollo de aplicaciones celular posee mayores ventajas sobre los softwares de desarrollo de aplicaciones web para la elaboración de aplicaciones para dispositivos móviles.

## BIBLIOGRAFÍA

[1] Unitel, Soluciones Tecnológicas KNX, <http://unitel-tc.com/domotica-knx>, fecha de consulta diciembre 2014

[2] Kioskea, <http://es.kioskea.net>, fecha de consulta diciembre 2014

[3] Xataka Windows, Arduino, <http://www.xataka.com/robotica/arduino-yun-combina-la-potencia-de-arduino-con-la-de-linux>, fecha de consulta diciembre 2014

[4] Arduino, Arduino Yún, <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardYun>, fecha de consulta diciembre 2014

[5] Domótica Viva, X10, <http://www.domoticaviva.com/X-10/X-10.htm>, fecha de consulta diciembre 2014

[6] OCW, Tecnologías Domóticas, <http://ocw.um.es/ingenierias/domotica/material-de-clase-1/tema-3-tecnologias-domoticas-parte-ii-vocw.pdf>, fecha de consulta diciembre 2014

[7] Aplicaciones de la Telemetría, <https://moisesbm.wordpress.com/2011/06/18/telemetria-f1/>, fecha de consulta diciembre 2014

[8] Interiorismos, Beneficios de la domótica en el hogar, <http://interiorismos.com/beneficios-de-la-domotica-en-el-hogar/>, fecha de consulta diciembre 2014

[9] Domótica Viva, Raspberry Pi, <http://www.domoticaviva.com/X-10/X-10.htm>, fecha de consulta diciembre 2014

[10] OCW, Tecnologías Domóticas, <https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>, fecha de consulta diciembre 2014

[11] Siemens, Logo!, <http://olmo.pntic.mec.es/jmarti50/logo/logo.htm>, fecha de consulta diciembre 2014

[12] Siemens, Módulo Lógico, <http://w3.siemens.com/mcms/programmable-logic-controller/en/logic-module-logo/pages/default.aspx>, fecha de consulta diciembre 2014

[13] Radiocomunicaciones, Telemetría, <http://www.radiocomunicaciones.net/telemetria.html>, fecha de consulta diciembre 2014

[14] Lexicoon, Telecontrol, <http://lexicoon.org/es/telecontrol>, fecha de consulta marzo 2015

[15] DomoDesk, Estándares de Domótica, <http://www.domodesk.com/otros-estandares-domotica>, fecha de consulta marzo 2015

[16] Vangie Beal, LAMP, <http://www.webopedia.com/TERM/L/LAMP.html>, fecha de consulta marzo 2015

[17] Equipo de desarrollo OpenWRT, OpenWRT, <https://openwrt.org/>, fecha de consulta marzo 2015

[18] Yoshiki Hayashi, Apache, <http://httpd.apache.org/>, fecha de consulta marzo 2015.

[19] Equipo de Definición ABC, MySQL, <http://www.definicionabc.com/tecnologia/mysql.php>, fecha de consulta marzo 2015.

[20] Anónimo, PHP, <http://php.net>, fecha de consulta marzo 2015.

[21] Jow, OpenWRT, uHTTPd, <http://wiki.openwrt.org/doc/uci/uhttpd>, fecha de consulta marzo 2015.

[22] Miguel Angel Álvarez, Que es SSH y Tenet?, <http://www.desarrolloweb.com/articulos/telnet-ssh-protocolo-red.html>, fecha de consulta marzo 2015.



## ANEXOS

### Manual de Usuario

#### SmartHut

El siguiente documento presenta la interfaz, la forma de uso y las opciones que posee la aplicación web SmartHut, usada para el telecontrol domotico de una casa de campo.

Para iniciar la sesión se debe abrir el navegador de su preferencia y colocar la dirección asignada por el proveedor del servicio.

<http://192.168.0.163>

La parte resaltada es la dirección IP del Arduino, esta puede cambiar dependiendo de la configuración que se establezca.

Una vez que se verifique que la dirección URL sea la correcta, se presentará la siguiente pantalla de autenticación en el navegador, se debe tomar en cuenta que cada usuario tiene un usuario y contraseña únicos, para el acceso a la aplicación, los cuales pueden tener permiso especiales asignados.



Pantalla de Autenticación

Luego de que la autenticación fue exitosa, se presenta el panel general de la aplicación a la izquierda se muestran los módulos disponibles, y en la sección central el contenido de cada uno de los mismos.

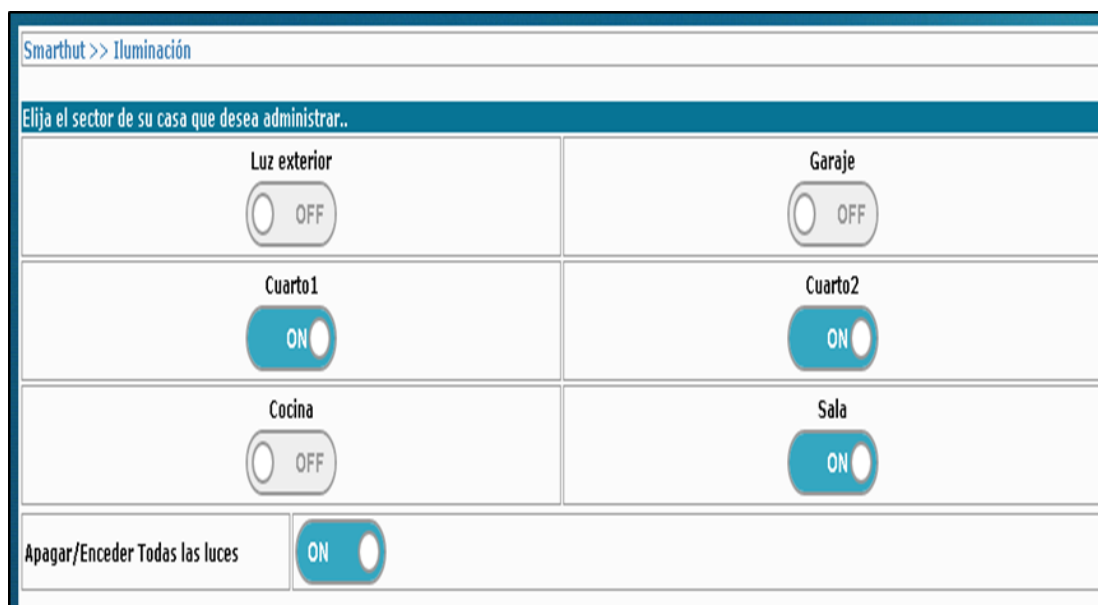


Menú Principal

## Módulo de Iluminación

Este módulo hace referencia al alumbrado de la vivienda, aquí se muestran botones que simulan los interruptores para encender o apagar una bombilla, lámpara, led, dependiendo de lo que se use en la vivienda.

El usuario puede prender o apagar individualmente cada foco, los cuales están presentados con el sector o lugar de la vivienda en el cual están ubicados, además se puede hacer un apagado o encendido general de la iluminación de la vivienda.

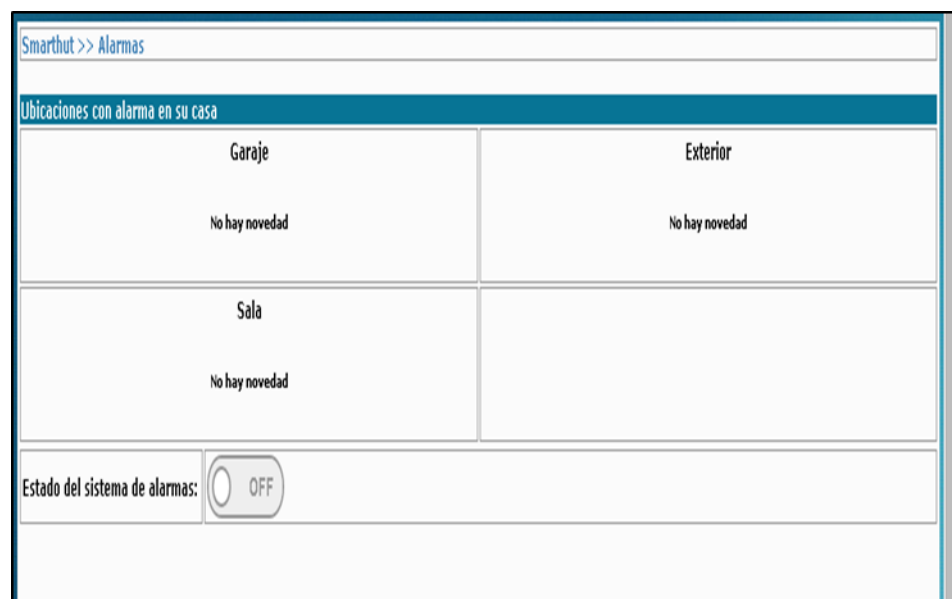


Elija el sector de su casa que desea administrar..	
Luz exterior <input type="checkbox"/> OFF	Garaje <input type="checkbox"/> OFF
Cuarto1 <input checked="" type="checkbox"/> ON	Cuarto2 <input checked="" type="checkbox"/> ON
Cocina <input type="checkbox"/> OFF	Sala <input checked="" type="checkbox"/> ON
Apagar/Encender Todas las luces <input checked="" type="checkbox"/> ON	

Menú Principal - Iluminación

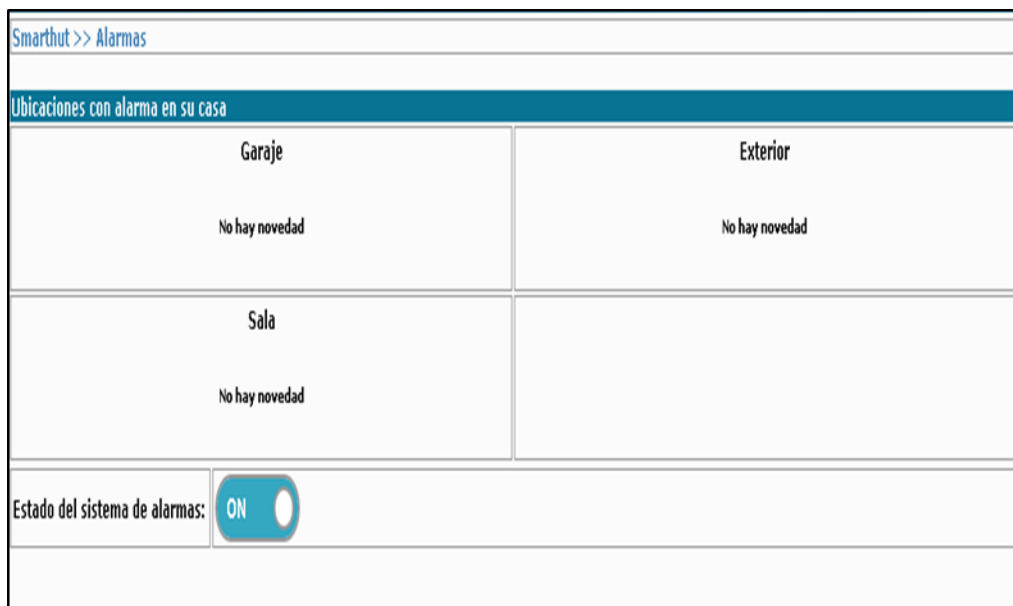
## Módulo de Alarma

Este módulo nos permite activar o desactivar el sistema de alarma, además permite visualizar en qué lugar de la vivienda o casa se detectó la alarma.



Menú Principal - Alarmas

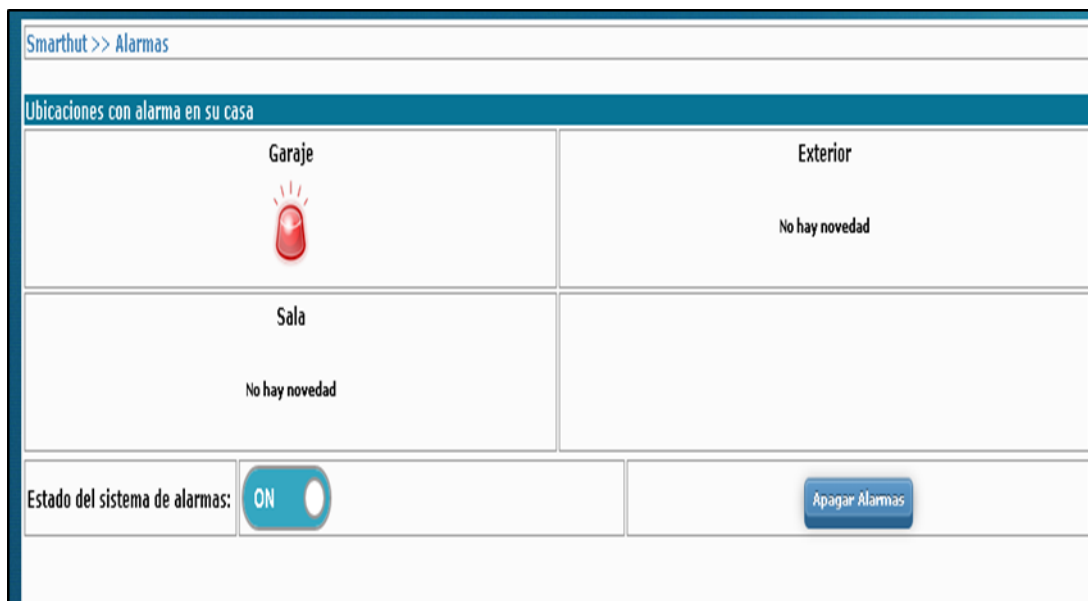
Inicialmente el sistema de alarma inicia desactivado, una vez q cambiemos el botón donde se muestra el estado de sistema de alarma de OFF a ON, el sistema quedará activo.



### Menú Principal – Alarmas Encendidas

Cuando el sistema de alarma está activo y no hay detección de intrusos, cada sector de la vivienda se mostrará con una leyenda indicando que todo está Sin Novedad.

En el caso de que uno de los sensores se active en cualquier lugar de la vivienda, se activará una luz indicando que se encendió una alarma, además en la aplicación se visualiza en que sector de la vivienda se activó la alarma.



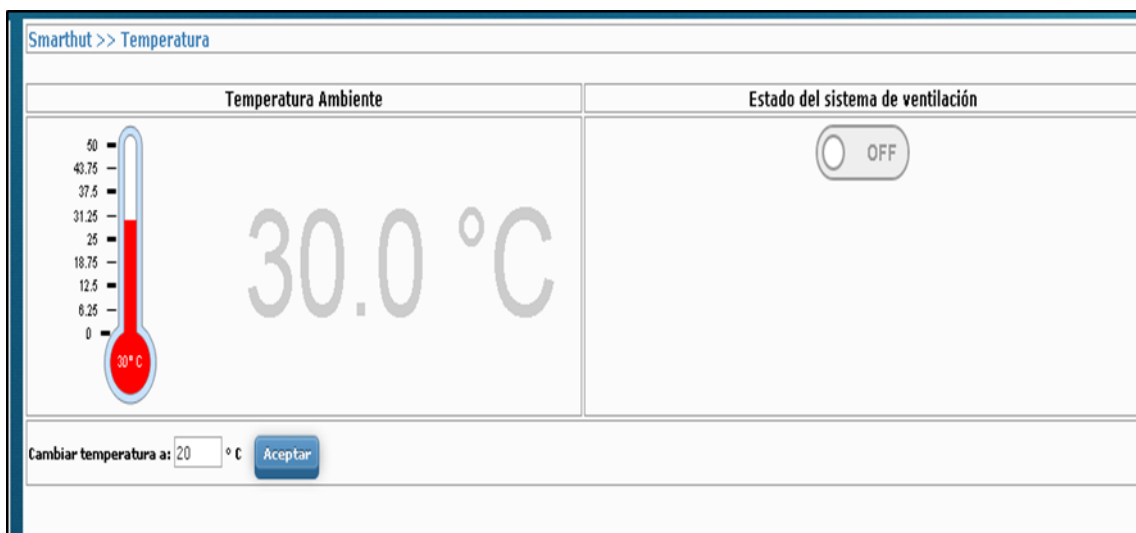
Menú Principal – Alarmas Activas

Luego de esto se debe apagar el sistema de alarma con el botón Apagar Alarmas, con esto se volverá a la leyenda Sin Novedad, y se apagarán las luces de alarma dentro de la vivienda.

### Módulo de Temperatura

En esta sección se muestra la temperatura actual de la vivienda o del lugar en donde esté ubicado el sistema de ventilación, además hay un botón para dar inicio o apagar el sistema de ventilación. Además para poder dar inicio al

sistema de ventilación, se debe asignar una temperatura a la cual se desea mantener el ambiente.



### Menú Principal – Temperatura

La temperatura deseada no debe ser mayor a la actual, y cuando sea menor a 8° le preguntará al usuario si desea configurar el sistema con esos parámetros

Una vez que se haya seleccionado la configuración correcta, se presiona aceptar y se encenderá el sistema de ventilación.



Menú Principal – Ventilación Encendida

## Módulo de Usuarios

En esta sección se muestran los usuarios creados y los permisos que estos tiene con respecto al uso del sistema, aquí se pueden configurar permisos y bloquear módulos para diferentes usuarios.

Se debe tener en cuenta que existen dos tipos de usuarios los administradores y los operadores, los administradores tendrán permisos totales y los operadores permisos parcializados.















Smarthut >> Usuarios

Buscar:


Registros 1-4 de 4

Listado de Usuarios

		Código	Nombre	Usuario	Tipo	Estado	Permisos
		1	Administrador	admin	Administrador	Activo	
		4	Richard Choez	rchoez	Operador	Activo	
		5	Guillermo Gomez	ggomez	Operador	Activo	
		6	Administrador2	admin2	Administrador	Activo	

Ir a Página: 1

Página 1 de 1

 Nuevo Usuario

## Menú Principal – Usuarios

### Como crear nuevos usuarios

Damos clic en Nuevo Usuario, con esto se visualizará un formulario donde debemos llenar los datos del nuevo usuario así como podemos asignar que permisos puede tener el mismo.

También se le asigna un usuario y una contraseña para que este nuevo usuario se autentique y pueda ingresar al sistema

Menú Principal – Usuarios – Crear Usuario Nuevo

### Editar Usuarios

Si deseamos editar algún campo de permiso o claves para este usuario o para los que estén disponible, damos clic en la sección izquierda en la fila aparece un icono en forma de lápiz este permitirá editar al usuario seleccionado y se mostrara el panel que observamos en la figura anterior.

Buscar:

Registros 1-5 de 5

Listado de Usuarios							
		Código	Nombre	Usuario	Tipo	Estado	Permisos
		1	Administrador	admin	Administrador	Activo	
		4	Richard Choez	rchoez	Operador	Activo	
		5	Guillermo Gomez	ggomez	Operador	Activo	
		6	Administrador2	admin2	Administrador	Activo	
		8	Visitante	visita	Operador	Activo	

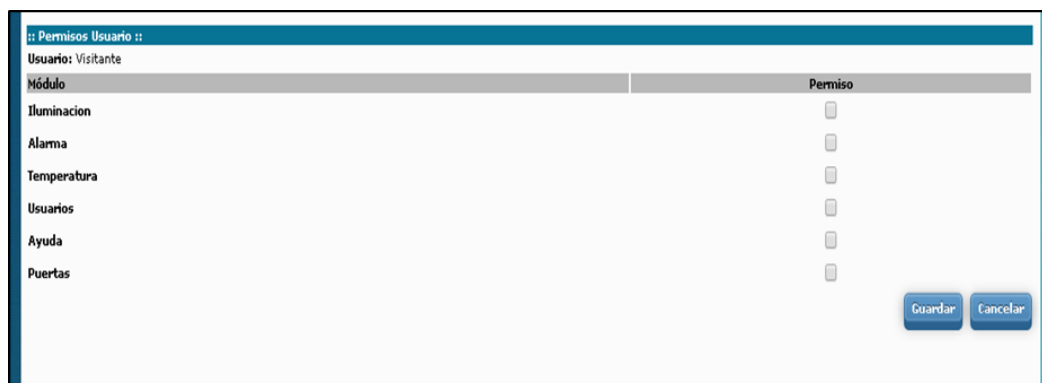
Ir a Página:

Página 1 de 1

Menú Principal – Usuarios – Editar Usuario

## Editar Permisos

Damos clic en la columna de permisos sobre el usuario que deseamos editar los permisos y se mostrara un panel para elegir los módulos que deseamos q dicho usuario tenga disponible, luego ponemos Guardar.



Módulo	Permiso
Iluminacion	<input type="checkbox"/>
Alarma	<input type="checkbox"/>
Temperatura	<input type="checkbox"/>
Usuarios	<input type="checkbox"/>
Ayuda	<input type="checkbox"/>
Puertas	<input type="checkbox"/>

Guardar Cancelar

Menú Principal – Usuario – Asignar Permisos