

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA  
Facultad de Contaduría y Administración  
Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería  
Maestría en Tecnologías de la Información y la Comunicación



*Operación Remota de Módulos Eléctricos para el Control de Instalaciones Residenciales y Comerciales*  
**TESIS**  
**PARA OBTENER EL GRADO DE**  
**MAESTRO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

***Presenta:***

**CRISTIAN FERMÍN BARAJAS ABDO**

*Bajo la dirección de:*  
*Ricardo Fernando Rosales Cisneros*

*Bajo la Codirección de:*  
*Nora del Carmen Osuna Millan*

TIJUANA, BAJA CALIFORNIA, MÉXICO

## DEDICATORIA

*El trabajo está dedicado a MIS PADRES por apoyarme durante todo el proceso de este proyecto, siempre van a ser mi inspiración y mi motor para seguir adelante.*

*Han sido la base de mi formación como estudiante y como persona. Me han inculcado los valores que debe tener un ser humano, a conducirme con respeto hacia los demás y afrontar las situaciones que se nos presentan en esta vida.*

*A ellos mi total admiración, es un orgullo poder dedicarles este trabajo, que es una representación de lo agradecido que estoy por su apoyo incondicional.*

## AGRADECIMIENTOS

*Quiero agradecer primeramente a la institución por darme la oportunidad de cursar esta Maestría, ha sido una experiencia con muchos retos, algunas veces sacrificios, pero llena de aprendizaje y gratas experiencias, que siempre me van acompañar durante mi vida.*

*También agradecer a todos los maestros con los que me toco convivir, ya sea cursando una asignatura o en alguna asesoría, para ellos mi total respeto, cuentan con un excelente nivel de preparación y domino de su materia.*

*Así mismo a mis Sinodales, por su continuo esfuerzo y dedicación para sacar el proyecto adelante, este trabajo es el reflejo de todo su apoyo. En especial agradecer a mi Director de Tesis; Dr. Ricardo Rosales, por su dedicación y arduo seguimiento al trabajo, fue clave para la conclusión de este proyecto. Y al M.C. Marco Pinto por toda su asesoría técnica, encargado de encaminar este proyecto en la dirección correcta. A ellos mi total agradecimiento.*

*Me gustaría resaltar el apoyo de la Dra. Margarita Ramirez y la M.C.C. Nora Osuna por toda la ayuda que recibí de su parte desde el momento que ingrese a esta maestría, hasta el momento de su conclusión, tanto en las asignaturas impartidas como en la parte administrativa del posgrado, la dedicación con la que llevan a cabo su trabajo es admirable.*

*Por ultimo quiero dar gracias a mis compañeros de tesis, y a mi familia por su apoyo incondicional a lo largo de esta etapa de mi vida.*

**MUCHAS GRACIAS!**

## Abstract

This document describes the process of developing an integral remote control system for electrical devices, installed in a residential or commercial building. This is done by a central control module which is linked to multiple power modules responsible for performing different tasks, this (power) modules are in charge of operating the desired equipment or access. For this project, it is also necessary to develop a graphical interface to function as a means of communication between the control module and the user.

## Resumen

Se describe el proceso del desarrollo de un sistema integral de control para dispositivos de manera remota, presentes en una instalación ya sea residencial o comercial. Esto se lleva a cabo mediante un módulo de control central el cual esta enlazado a múltiples módulos de potencia encargados de realizar distintas tareas, dichos módulos (de potencia) se encargan de operar el equipo o acceso deseado. Para este proyecto también es necesario desarrollar una interfaz gráfica para que funcione como medio de interacción entre el módulo de control y el usuario.

# Índice de Contenido

<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>Resumen</b>	<b>3</b>
<b>CAPITULO I: INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Antecedentes</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Planteamiento del Problema</b>	<b>22</b>
<b>1.3 OBJETIVOS</b>	<b>23</b>
1.3.1 Objetivo General	23
1.3.2 Objetivos Específicos	23
<b>1.4 Justificación</b>	<b>23</b>
1.4.1 Viabilidad	27
1.4.2 Alcances y Limitaciones	29
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>31</b>
2.1.1 Conceptos Generales	32
2.1.2 Automatización	36
2.1.3 Interfaz	37
2.1.4 Etapa de Control	37
2.1.5 Etapa de Acoplamiento y Potencia	43
<b>2.2 Conceptualización</b>	<b>46</b>
<b>CAPITULO III: METODOLOGÍA</b>	<b>49</b>
3.1.1 Investigación Preliminar	51
3.1.2 Diseño del Sistema	53
3.1.3 Desarrollo y Control	54
3.1.4 Cierre	55
3.1.5 Cronograma de Actividades	56
<b>CAPITULO IV: DESARROLLO</b>	<b>58</b>
<b>4.1 Selección del Controlador</b>	<b>58</b>
<b>4.2 Definición de Componentes Según el Esquema a Desarrollar</b>	<b>62</b>
<b>4.3 Desarrollo de la Aplicación</b>	<b>66</b>
<b>4.4 Pruebas</b>	<b>74</b>
	<b>4</b>

<b>CAPITULO V</b>	<b>83</b>
5.1 Resultados	83
<b>CAPITULO VI</b>	<b>85</b>
6.1 Conclusiones	85
<b>Bibliografía</b>	<b>86</b>
<b>Anexos</b>	<b>89</b>
Esquema Conceptual	89
Diagrama de Proceso	90
Diagrama Electrónico del Sistema	91

## Índice de Figuras

Figura 1 Redes del Hogar	13
Figura 2 Aplicaciones de la Domótica en la Vivienda / Edificio	14
Figura 3 Diagrama de Bloques del Sistema de Control (Undergraduate, 2012)	17
Figura 4 Diagrama de Bloques de Toma Inteligente (Undergraduate, 2012)	20
Figura 5 Esquema de Fuente de Alimentación para los Dispositivos a Controlar (Undergraduate, 2012)	20
Figura 6 Capas del Modelo de Referencia TCP/IP	34
Figura 7 Símbolo del Relevador	44
Figura 8 Símbolo del TRIAC	45
Figura 9 Símbolo Transistor	46
Figura 10 Etapas de la metodología de Administración de Proyectos	50
Figura 11 Esquema de Conexión del Sistema	62
Figura 12 Modulo Raspberry Pi	66
Figura 13 Arreglo GPIO en la placa	69
Figura 14 Listado de terminales equivalentes según GPIO	69
Figura 15 Escritorio RBPi	74
Figura 16 LXTerminal	75
Figura 17 Ejecutando Server6.py	76
Figura 18 Navegador Midori	76
Figura 19 Interfaz de Usuario	77
Figura 20 Proceso de Botón Temporizado (PIN22)	78
Figura 21 Proceso de Botón de Encendido (PIN 2)	79
Figura 22 Proceso de Botón de Apagado (PIN 2)	80

## Índice de Tablas

Tabla 1 Beneficios que Proporciona la Domótica a los Usuarios.....	27
Tabla 2 Comparativa de Microcontroladores.....	61
Tabla 3 Especificaciones Relevador Sun Hold.....	63
Tabla 4 Especificaciones Relevador FOTEK.....	64
Tabla 5 Especificaciones Modulo SaintMart.....	65
Tabla 6 Resultado de Pruebas de Operación del Sistema.....	81

# CAPITULO I

## Introducción

## **CAPITULO I: Introducción**

Las aficiones, intereses en común y necesidades nos han llevado a veces a buscar cómo solucionar determinadas inquietudes y tareas simples de la vida cotidiana, tanto en nuestras viviendas como en nuestros lugares de trabajo y en los entornos que habitamos. Para ello, se ha utilizado a la electrónica e informática con el propósito de desarrollar equipos y dispositivos capaces de llevar a cabo estas tareas, de forma que estos pudiesen estar integrados dentro de un único sistema, que admitiesen plena flexibilidad en cuanto a modificaciones, ampliaciones, mantenimiento del sistema y que cubriesen las necesidades del usuario final. (Navarrate, 2009)

En la actualidad muchos de los trabajos, como puestos de gerente o director, pueden llegar a ser muy absorbentes, y demandar más cantidad de tiempo que el disponible en una jornada laboral. Este tipo de circunstancias se pueden “amortiguar” de cierta manera con el uso de tecnologías conjuntas, mismas que se encuentran disponibles en el mercado, este planteamiento establece la base del proyecto a desarrollar en el presente trabajo.

La evolución tecnológica de diferentes disciplinas, como la electrónica, informática, arquitectura, entre otras, ha posibilitado una interacción de las mismas y ha desembocado en el concepto de instalación inteligente (Maestre, 2015).

Hoy en día existen nuevas tendencias en las funcionalidades y necesidades de los usuarios en las viviendas por lo que la demanda se ha incrementado y ha repercutido en la demanda de nuevos productos. Estos sistemas además de posibilitar los niveles de automatización demandados, persiguen algunas cualidades las cuales se consideran claves en el desarrollo de

los mismos, como son; la facilidad de uso, la integración de las funciones y la interactividad entre sus componentes y el usuario (Morales, 2007).

Por lo anterior, la propuesta del proyecto es desarrollar un sistema que sirva para la automatización de una instalación (residencial/comercial) mediante el accionamiento de sus componentes eléctricos. Estos componentes pueden ser los que den acceso a la instalación, así como permitir el control de prender o apagar las luces de la misma. El accionamiento o control se lleva a cabo de manera remota, por medio de una interfaz de usuario, utilizando al máximo los recursos que brinda el internet. El sistema de control debe contar con algunas características como son, fácil operación del mismo, centralización del control para todas las funcionalidades, así como también disponibilidad de acceso al sistema por parte del usuario. Cabe mencionar que, aunque aquí solo se refiere a un par de dispositivos a controlar, estos pueden llegar a ser una gran variedad de componentes, debido que el principio para su operación parte del mismo concepto.

El sistema desarrollado está conformado de un servidor web (Silva, 2012) y de un módulo de control , los cuales proveen los recursos necesarios para la administración de diversas tareas, tales como el control de dispositivos eléctricos de una manera remota por medio de una interfaz gráfica con el usuario. Debido al uso de tecnologías web, el acceso es posible desde cualquier explorador de internet, permitiendo accesibilidad del mismo sin requerir ningún software especial para el mismo.

El módulo de control se encarga de accionar interruptores para así realizar las tareas deseadas.

Lo que se podrá controlar será:

- Luminarias
- Puertas eléctricas de acceso
- Otros equipos eléctricos (encendido y apagado)
- Conocer el estado de dichos dispositivos (monitoreo)

Como propósitos tiene:

- Aumentar la seguridad en una instalación.
- Optimizar el manejo de luminarias.
- Facilitar la operación de una instalación.

La propuesta sirve para la creación de instalaciones inteligentes, hoy en día es posible debido al acceso de diversas tecnologías como lo es el internet, lo cual, en cierta medida es el futuro de todas las instalaciones. Estas instalaciones podrán ser controladas desde computadoras, tabletas o dispositivos móviles inteligentes, lo cual puede contribuir a ahorrar tiempo y facilitar la vida diaria del usuario.

## 1.1 Antecedentes

La historia de la Domótica nos remonta a la introducción de la tecnología en la vivienda, la Domótica no es solo la incursión de dispositivos aislados englobados al conjunto de la casa. La Domótica permite la automatización de actividades y entornos de trabajos haciendo que sean más adecuados y seguros, la Domótica permite automatizar acciones, tareas que comúnmente son de forma manual por medio de dispositivos interconectados y que se controlan de manera automatizada en las viviendas, permite al usuario realizar acciones rutinarias y simultáneamente optimizar, consumo eléctrico, confort, seguridad y comunicación (Bravo, 2004).

El origen de la Domótica desde los años 70, donde surgen dispositivos de automatización de edificios que se basaban en la tecnología X-10 (protocolo de comunicación para control remoto) que permitían la regulación de temperatura ambiente. En los 80 y a inicios de los 90 se instala cableado estructurado en los edificios permitiendo comunicar distintos servicios como lo son voz, dispositivos de control, dispositivos de seguridad entre otros con esto se inicia el nombramiento de edificios inteligentes. Ya en los 90 adicionalmente de tener estos dispositivos en edificios dedicados a oficinas también se empiezan a aplicar en viviendas particulares es aquí donde surge la vivienda domótica (Huidobro, 2010).

Hoy en día se han incrementado la cantidad de viviendas domóticas, pero es demasiado bajo en comparación de la cantidad de total de viviendas, sin embargo el interés por adoptar este tipo de viviendas se incrementa año con año gracias a las tecnologías se abaratan y tiene mayor rendimiento.

El termino domótica comenzó a incorporarse en diccionarios franceses como “domitique” en español es traducido Domótica que se conforma de dos palabras una en latín “Domo Casa” y de la palabra francesa “informatique” en conjunto “domitique”, en mi entender seria casa automática. La Domótica nos permite automatizar desde encender la luz hasta sistemas complejos que interactúen con cualquier dispositivo eléctrico. La Domótica integra automatismos conforme a las telecomunicaciones, informáticos, robóticos, electricidad, robótica entre otros.

La domótica es la integración de distintas redes con dispositivos del hogar (electrónicos, informáticos, eléctricos) en la casa, esto permiten tener una automatización de algunas actividades rutinarias, como lo es la climatización automática de temperatura, control de luz, encendido de dispositivos automáticos, entre otros. Esto permite una mejora en la calidad de vida de los habitantes que por medio de redes en el hogar se les facilita sus rutinas (Huidobro, 2010).



Figura 1 Redes del Hogar

La Domótica permite en una de sus tantas aplicaciones el ahorro energético permitiendo la gestión del mismo, evitando que se gasten de manera innecesaria, fomenta el cuidado así como la conservación del medio ambiente. Pero aquí surge el siguiente cuestionamiento que se gana si se tiene automatizado o controlados la instalación eléctrica si los habitantes no están concientizados en el uso razonable de los recursos. El ahorro energético resultante de la gestión adecuada de la domótica en un edificio es alrededor del 10% y el mismo puede incrementarse hasta llegar al 50%. Como se menciona la Domótica repercute siempre en un ahorro de energía en la vivienda y el costo de la misma puede ser variable según en el número de funciones y aplicaciones que incorpore (Castells, 2012). En la siguiente figura se muestran algunas aplicaciones de la domótica en las viviendas y en los edificios.

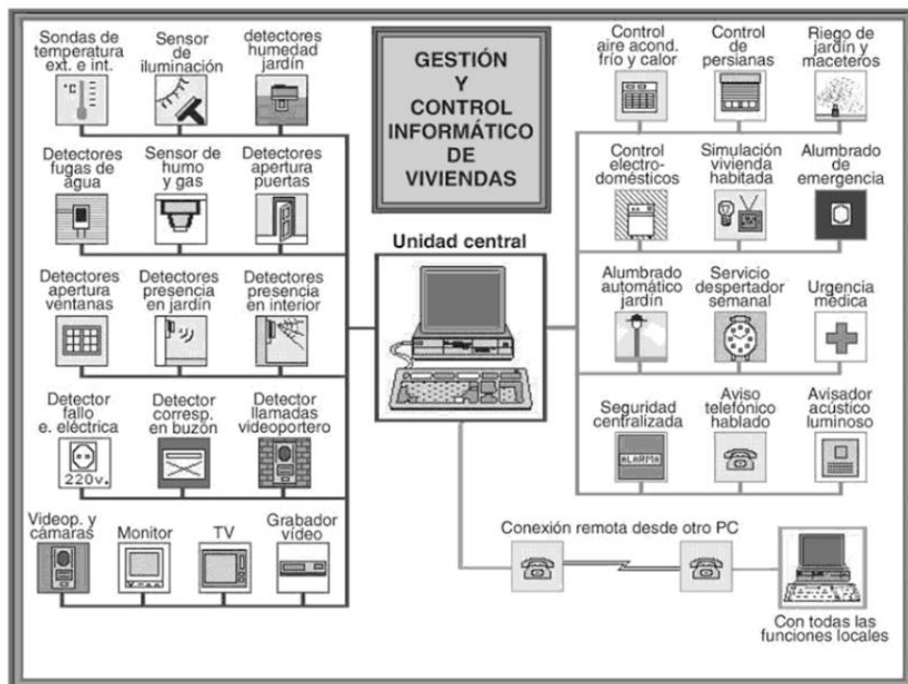


Figura 2 Aplicaciones de la Domótica en la Vivienda / Edificio

La propuesta principal del proyecto, engloba el desarrollo de un sistema mediante la integración de diferentes tecnologías ayudando al usuario a operar los múltiples componentes de la instalación de una manera cómoda, sencilla y desde la ubicación en la que se encuentre. Dicho sistema consta de un controlador central, al cual, por medio de una página web, el usuario podrá tener acceso y seleccionar los dispositivos disponibles a operar (ejemplo: luces, puertas de acceso, ventilación, entre otras). Este controlador será el encargado de enviar las instrucciones del usuario a otros componentes del sistema responsables de prender y apagar los dispositivos eléctricos.

Así mismo a modo de antecedente, en este capítulo se revisara un caso real donde se aborda la situación de automatización que el proyecto plantea, pero con una solución distinta a la propuesta.

El sistema de automatización propuesto está basado en el microprocesador de la familia ARM (François, 2012) y la tecnología de comunicación ZigBee (Farahini, 2011). Los sistemas de información inteligentes son la directriz principal en el campo de desarrollo de controles de dispositivos. Esta red inteligente de dispositivos cuenta con una pequeña cantidad y baja velocidad de transmisión de datos, por lo general se tienen muchos dispositivos agrupados y se requiere de más capacidad en la red.

En los últimos años ZigBee desarrolló una tecnología de comunicación inalámbrica de corto alcance, bajo consumo de energía y datos, de bajo costo, segura y confiable. El desarrollo integra las tecnologías ZigBee, el microprocesador ARM y un sistema operativo Linux embebidos como el núcleo de los sistemas de control inteligentes para dispositivos eléctricos.

La estructura general del sistema de control inteligente de dispositivos eléctricos se puede dividir en tres partes, la terminal de control portátil, la red Zig Bee y las terminales de los aparatos eléctricos.

1. La terminal portátil (Tablet) muestra en la pantalla táctil los diversos dispositivos como iconos para su fácil control.
2. La red ZigBee se utiliza para conectar diversos dispositivos dentro de la LAN, incluida la información del dispositivo y del ambiente.
3. Las terminales de los aparatos eléctricos.

Cada sección contiene múltiples nodos, cada nodo es una terminal de comunicación, cada nodo terminal es independiente del resto de los demás, cualquier falla en un nodo no afectará el funcionamiento de los otros nodos. A cada dispositivo se le instala un nodo ZigBee para comunicarse con la terminal de control. (Undergraduate, 2012)

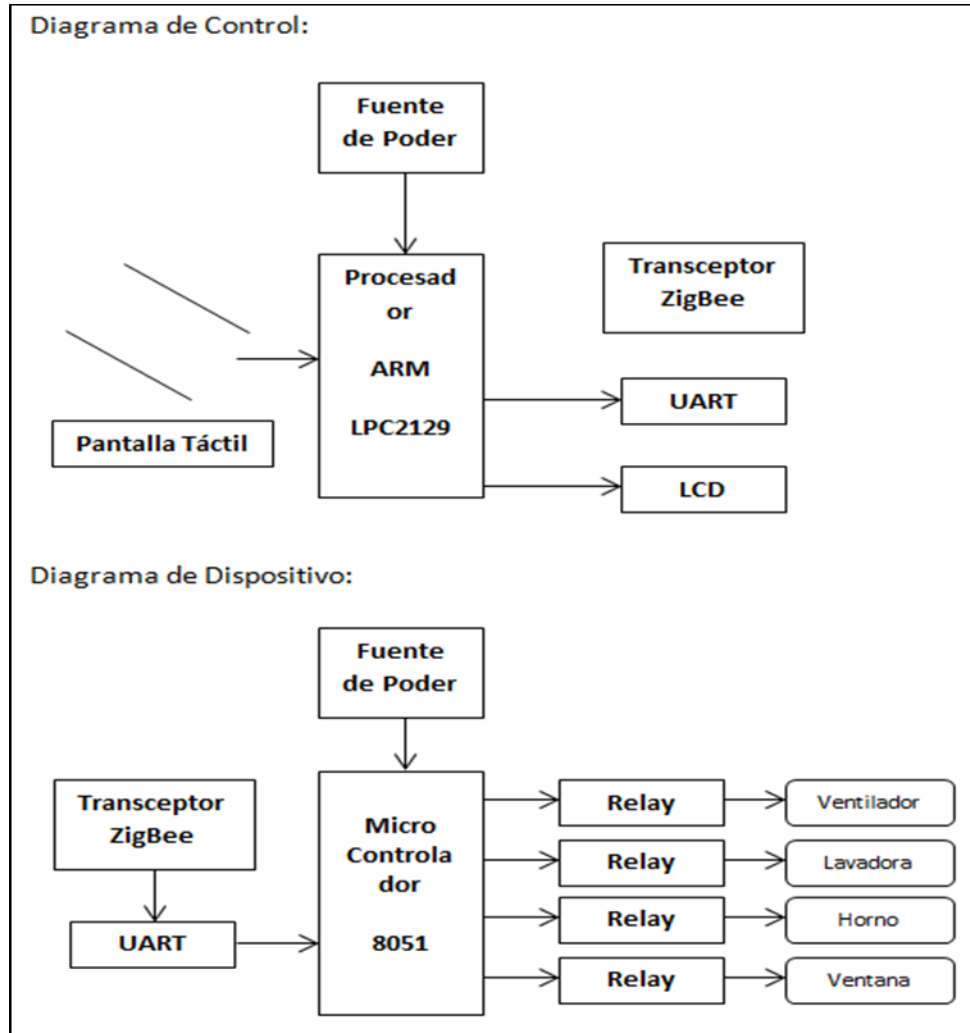


Figura 3 Diagrama de Bloques del Sistema de Control (Undergraduate, 2012)

El diagrama general de bloques del sistema de control inteligente de dispositivos eléctricos se muestra en la Figura 3. El centro de control utiliza una arquitectura embebida de procesador de 32 bits RISC basado en ARM 11. El módulo inalámbrico ZigBee está embebido en el centro de control y en los diversos dispositivos, con el fin de lograr conectividad inalámbrica de los aparatos y el control inteligente de los mismos.

A continuación se desglosa los componentes de la tecnología ZigBee, en cuatro incisos:

#### A. Dispositivo ZigBee

La IEEE 802.15.4 define dos tipos de dispositivos: Full Function Device (FDD) por sus siglas en inglés (Dispositivo de Función Completa), y RFD (Reduced Function Device) (Dispositivo de Función Reducida).

El FDD soporta tres topologías, puede ser un coordinador de red o enrutador y comunicarse con cualquier dispositivo.

El RFD solo se usa en topologías estrella, no puede ser un coordinador de red y solo puede comunicarse con un coordinador y un enrutador.

#### B. Selección de chip ZigBee

El CC2430 es un verdadero sistema en chip (SoC) por CMOS solutions Esta solución puede mejorar el rendimiento y alcanzar los requerimientos basados en bajo costo y bajo consumo eléctrico de ZigBee (Du, 2013).

Combina el alto desempeño de un transceptor RF con núcleo de 2.4 GHz (DSSS; Direct Sequence Spread Spectrum, Secuencia Directa de Amplio Espectro) (Harman, 2008), y un compacto y eficiente control industrial 8051. El chip CC2430 usa una tecnología CMOS de 0.18  $\mu\text{m}$ . En la modalidad de recepción y transmisión, el consumo de corriente es menor que 25 – 27

mA. Las características CC2430 en modo de espera y en modo de ultra corta duración para cambiar al modo activo son particularmente adecuadas para una aplicación que requiere de una batería de larga duración.

### C. Modelo de Red ZigBee

El Modelo de red ZigBee tiene principalmente tres métodos de redes: red estrella, red de árbol y red de malla. Cada red ZigBee requiere al menos un FFD para realizar la función coordinada de la red. La red de malla se desarrolla a partir de la red de árbol y puede implementar cualquier comunicación entre los nodos.

Tiene una buena capacidad de adaptación al medio ambiente, cada nodo de la red es un pequeño enrutador. La red de malla puede proporcionar un entorno de red multi-ruta, la información puede fluir libremente en esta red, encontrar automáticamente la mejor ruta de acceso y una transferencia rápida. El diseño de la topología ZigBee utiliza una red de malla.

### D. El diseño de la toma inteligente ZigBee

El hardware de la toma inteligente incluye; un micro centro de control, módulo ZigBee, módulo del controlador interruptor, módulo de protección de cortocircuito/sobrecarga, módulo de detección de corriente/voltaje, circuito conmutador local y el módulo de alimentación. El diagrama de bloques se muestra en la Figura 4.

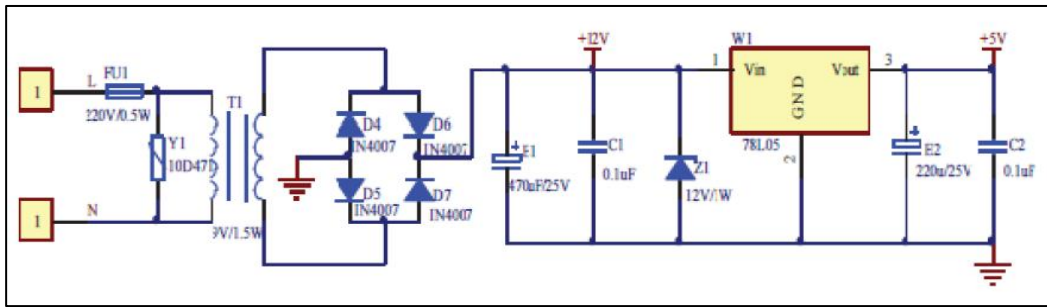


Figura 4 Diagrama de Bloques de Toma Inteligente (Undergraduate, 2012)

El centro del micro controlador maneja la señal de control de cambio del equipo controlado, el estado de activación del interruptor, las condiciones de falla y los datos de corriente/voltaje del equipo. El módulo del interruptor de operación es un relevador 20A de alta potencia. Soporta la potencia nominal de la mayoría de los aparatos eléctricos. El módulo de potencia es la alimentación central de cada dispositivo, toma energía directamente del centro de carga y utiliza una fuente de alimentación lineal regulada. El esquema de la fuente de alimentación lineal regulada se muestra en la Figura 5.

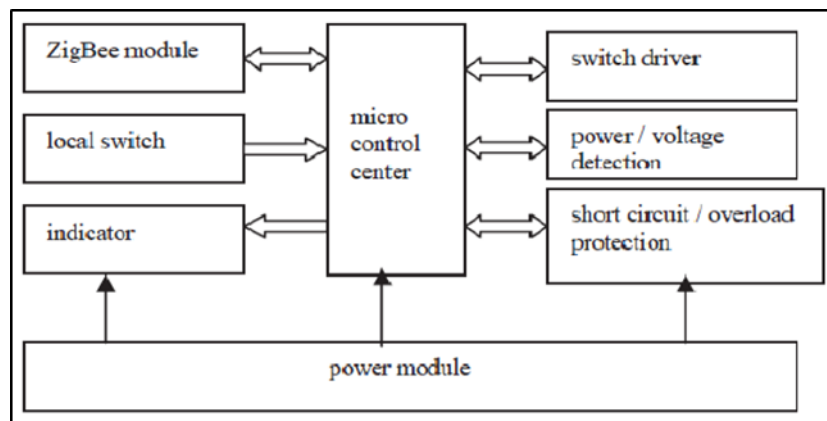


Figura 5 Esquema de Fuente de Alimentación para los Dispositivos a Controlar (Undergraduate, 2012)

El sistema operativo embebido es el alma del sistema integrado, es muy importante elegir un sistema operativo embebido adecuado. Su código de fuente abierta, un amplio soporte técnico,

una buena escalabilidad, soporte de diferentes tipos de hardware, son todas ventajas únicas de Linux embebido. Otras ventajas de Linux es que puede ser personalizado, el núcleo mínimo del sistema es de sólo 134KB, además su buena estabilidad, fiabilidad y eficiencia de funcionamiento. Es compatible con la mayoría de los sistemas Unix y es fácil el desarrollo de aplicaciones de puerto. Linux tiene un soporte de red excelente, debido a esto el sistema fue diseñado con un SO Linux embebido. (Undergraduate, 2012)

Para el proceso de comunicación, el coordinador ZigBee establece y mantiene la red local, recibe comandos de control desde el controlador ARM y los remite a los otros dispositivos ZigBee.

El sistema utiliza la topología de red configurada, la configuración incluye la inicialización del sistema, la actualización de la topología de red y la comunicación entre nodos. El puerto de entrada principal (Gateway) es el maestro del sistema aquí se dirige todo el proceso de configuración de la red, se comunica con muchos nodos, los controla y los configura cuando el sistema está en funcionamiento. Además, el puerto de entrada local debe ser capaz de descubrir el cambio de la topología de la red y alcanzar la característica de auto-organización de la red.

El diseño utiliza ARMS3C6410 como núcleo del dispositivo, combina la tecnología de comunicación inalámbrica ZigBee y el sistema operativo Linux embebido, en esto se basa el estudio del sistema de control inteligente de dispositivos eléctricos. El usuario puede controlar

fácilmente electrodomésticos o dispositivos eléctricos a través de la pantalla táctil de la terminal portátil de control. (Undergraduate, 2012)

## **1.2 Planteamiento del Problema**

Hoy en día los gastos en energía eléctrica como la iluminación, aire acondicionado, en empresas y residencias va en aumento, por ejemplo respecto a las residencias, se ha venido incrementando el gasto debido al gran uso de dispositivos eléctricos, esto repercute en un gasto mayor para las viviendas, mas sin embargo existe una gran cantidad de dispositivos susceptibles a ser automatizados en una instalación, como son la calefacción, el aire acondicionado, los accesos, la iluminación, el control de energía, por mencionar algunos. El control de todos estos dispositivos da como resultado la optimización de servicios tales como el confort, seguridad y energía, considerando que los componentes utilizados en estos sistemas tienen bastantes años que están disponibles en el mercado, aun así, todavía estamos lejos de una implementación extensiva de estas tecnologías en el ámbito residencial.

Al utilizar las tecnologías disponibles se busca ayudar a resolver de cierta manera lo planteado anteriormente, como es el facilitar las tareas diarias, optimizando el tiempo que se invierte en actividades de rutina y que no siempre se pueden realizar por estar alejado de la instalación. De acuerdo con lo anterior, aunado a las nuevas tecnologías disponibles y la disminución de costos de algunos componentes, el sistema propuesto debe tener un equilibrio entre adaptabilidad, funcionalidad y bajo coste.

El sistema planteado debe considerar un módulo controlador el cual tenga acceso a la red para que a través de este exista la posibilidad enviar instrucciones remotamente. Esto otorga la característica de poder operar el sistema desde prácticamente cualquier lugar, y también desde cualquier dispositivo con acceso a internet, no limitándose solo a cuando se está frente a un computador.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Desarrollar un sistema web que facilite el control de dispositivos eléctricos permitiendo la administración de instalaciones de manera remota.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Desarrollar una interfaz gráfica que sirva como intermediario entre el usuario y el dispositivo controlador.
- Diseñar un sistema electrónico que controle y administre el sistema eléctrico
- Operar luminarias de manera remota.
- Conceder y controlar los accesos remotamente a una instalación.

## **1.4 Justificación**

El control domótico en las instalaciones inteligentes es una evolución de la vivienda tradicional, tras el ingreso de la electricidad en las ciudades emergen múltiples

electrodomésticos que desde el inicio parecen ser dispositivos futuristas para realizar las actividades domésticas, como lavar o secar la ropa, inaccesible para la mayoría de las personas. Hoy en día esto ha cambiado ya que ya son habituales en los hogares, esto ha dado lugar amplia línea de productos muy dedicada a estos equipos. Igualmente comienza a suceder, con la necesidad de los dispositivos domóticos, ayudados con el auge de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs). (Morales, 2007)

Uno de los puntos importantes a considerar es la seguridad que permite que los sistemas domóticos incursionen en los hogares. Esto a repercutido, el aumento de seguridad en los hogares no solo en el aspecto material si no humano.

Hoy en día se ha adquirido una concientización ecológica por parte de la población esto a repercutido en una de la domótica con el fin de utilizar energías renovables como lo es el ahorro de energía eléctrica y el uso eficiente del agua, esto puede representar ahorros en viviendas de hasta el 25% globalmente.

Los sistemas inteligentes de control centralizado de la vivienda, permiten gestionar distintos dispositivos como por ejemplo de calefacción y climatización por zonas en función de la temperatura ambiente. Esto se realiza mediante de la regulación de encendido y apagado con sensores de temperatura en exterior e interior, lo cual optimiza el consumo de energía.

Estos permiten la activación de electrodomésticos en horas de tarifa de menor demanda, regulación de la intensidad luminosa según el nivel de luz en el ambiente y desactivación de la iluminación si no se detecta presencia en un determinado tiempo, representando ahorros significativos, así como la administración adecuada en el uso de la energía eléctrica.

Una de las principales razones por las que se pretende realizar esta investigación es el hecho de contribuir al desarrollo y adaptación de instalaciones inteligentes, para ayudar a que estas se encuentren al alcance de un mayor número de viviendas o instalaciones. Esto con el objetivo de facilitar la vida diaria, haciendo que la tecnología realice tareas por el usuario y así ser más eficientes o simplemente ahorrar tiempo para invertirlo en otras actividades.

Una de las tendencias que existen hoy en día, es el automatizar muchos de los procesos de la vida diaria, como ejemplo se tiene el auto que se conduce solo, ya esto es parte de un futuro cercano, ahora también las instalaciones que se operen “solos” o con la comodidad de un “clic”, por esto es justificable el estudio y desarrollo de este tipo de tecnologías, para acercarlas un poco más al día a día.

Para llegar a un mejor entendimiento del tema, a continuación, se describen algunas situaciones las cuales pueden dar origen a la problemática a tratar, y la cual puede ser resuelta por medio del sistema propuesto.

Ejemplo: Se tiene una instalación comercial, se requiere que una persona ajena al comercio realice una labor asignada dentro de la instalación, dicha labor, se tienen que realizar fuera del horario laboral del resto del personal. Al responsable de la instalación (ej. Gerente) se le presentan dos opciones; dar llaves de acceso a la persona mencionada o ir personalmente a conceder el acceso, lo cual implica dedicar parte del tiempo no laboral a esta actividad. Para la primera opción, se tiene que considerar que no es recomendable facilitar copia de acceso a personal que no es de confianza o ajeno a la empresa, debido a que ponen en riesgo la seguridad y pertenencias de la instalación. Una situación similar también se puede presentar en

instalaciones domésticas, y por razones de seguridad puede llegar a ser más delicado el conceder llaves de acceso, a personal de baja confianza.

Con este tipo de tecnología se concede acceso por evento y una vez que la persona abandona la instalación no tiene manera de volver ingresar a la misma, también se evita el tener que acudir a la instalación para realizar una tarea simple como la de abrir una puerta. Ahora, no solo se resuelve la problemática de conceder accesos, sino más bien el de facilitar el uso de una instalación cuando no se está presente.

Otra situación a considerar, es cuando se presenta un retraso, por algún motivo, ya sea laboral o personal, oscurece y no se tiene la capacidad de encender alguna luz en el domicilio, esto por razones de seguridad. Tal vez el accionar una luminaria no sea una prioridad, pero si el realizar alguna otra actividad que se lleve a cabo al llegar a la vivienda, misma que se pudiera ejecutar remotamente.

Los elementos que se presentan en este problema dan como resultado la necesidad de desarrollar un sistema, integrando tecnologías que sirvan para controlar desde cualquier lugar ciertas aplicaciones deseadas y que esto facilite el control del entorno, debiendo considerara para este caso que se precisa contar con acceso a internet. Aunque en la actualidad existen sistemas que pudieran resolver esta problemática, estos parecen estar solo al alcance de algunos pocos debido a sus altos costos y diseños hechos exclusivamente a la medida.

Los beneficios principales que aporta la automatización de instalaciones, se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Ahorro energético de los sistemas y consumos
Potenciación de la red de comunicaciones de la instalación
Aumento de la seguridad personal y patrimonial
Aumento del confort y la calidad de vida
Gestión remota de instalaciones y equipos
Disponibilidad de servicios de telemática

**Tabla 1 Beneficios que Proporciona la Domótica a los Usuarios**

#### **1.4.1 Viabilidad**

Para determinar la viabilidad de esta investigación, primero se analiza si las tecnologías a utilizar existen y se encuentran al alcance de este proyecto.

Uno de los principales componentes es el modulo controlador, para el cual se puede utilizar un microcontrolador embebido en un servidor, el cual se encuentra dentro del alcance y cumple con las funciones técnicas que se requieren para desarrollar la aplicación.

También se tiene que considerar el resto de tecnologías y dispositivos que se requieren como auxiliares en el control de los componentes de la instalación, para los cuales existe una gran variedad de opciones como: contactores, relevadores, interruptores, sensores, solo por

mencionar algunos, mismos que son fáciles de conseguir y están dentro del alcance del proyecto.

Para el resto de la aplicación se requiere equipo de cómputo, acceso a internet y software para el desarrollo de la plataforma y programación del módulo de control, todos estos están disponibles y no son una limitante para el desarrollo del proyecto.

El lugar para el cual se pretende desarrollar el sistema, es en instalaciones con alimentación eléctrica y acceso a internet, por esto se puede llevar acabo en prácticamente cualquier instalación, desde una residencia hasta una empresa o negocio. Y aunque las aplicaciones que se le pueden dar al proyecto son muchas, el alcance del mismo se limitara a probar su funcionamiento en dos puntos principalmente; la operación de luminarias y accesos de una instalación de manera remota.

Los límites temporales de este estudio terminan a finales del año 2014, cuando termina el posgrado en cuestión, este lapso se considera suficiente para el desarrollo de la investigación e implementación del sistema propuesto.

Por lo anterior expuesto se puede determinar que el desarrollo de este proyecto es viable para el tiempo disponible y los alcances establecidos.

### **1.4.2 Alcances y Limitaciones**

Este proyecto tiene dentro de sus alcances el desarrollar e integrar un sistema que ayude a facilitar la operación de diversos módulos eléctricos, y que estos módulos a su vez controlen los componentes de una instalación de manera remota, al tener el control de estos componentes, se puede decir que se tiene el control de la instalación vía remota. El sistema contemplado, no puede realizar la tarea deseada por sí solo, si no, que requiere una serie de herramientas que le ayuden a llevar a cabo su propósito, estas herramientas también están dentro del alcance de este proyecto ya que sin estas no sería posible comprobar la funcionalidad del dispositivo y perdería sentido el desarrollo del mismo.

Este sistema se pretende desarrollar para cualquier instalación, pero está limitado a instalaciones que tengan acceso a banda ancha y que cuenten con equipos o puntos de entrada los cuales sean aptos para su operación remota. También, aunque teóricamente, esta instalación puede encontrarse en cualquier parte del mundo ya que la distancia no es factor limitante para su funcionamiento, si lo es, el traslado a dicha instalación para la puesta en funcionamiento del sistema y adaptaciones de los equipos a controlar. Por ende, para fines demostrativos la distancia sería una limitante en cuanto a salir de la ciudad se refiere, este sistema sería puesto en funcionamiento en una instalación que se encuentre dentro de la ciudad donde se efectúa el mismo, para con esto demostrar que el sistema funciona independientemente de la distancia que exista entre su operador y dicha instalación.

# CAPITULO II

## Marco Teórico

## CAPITULO II: Marco Teórico

Para realizar el marco teórico referencial de esta investigación, se aborda el tema principal y para de ahí explicar las tecnologías involucradas en el proyecto.

La operación remota como idea principal, ha sido ya por un tiempo tema de interés entre la comunidad investigadora, esto se debe a la posibilidad de implementar tecnologías que permitan el control de dispositivos electromecánicos remotamente. Existen diversos medios para este propósito, como lo son: infrarrojo, radiofrecuencia, satelital, por mencionar algunos, los cuales ya tienen tiempo que son utilizados, en la actualidad el internet ofrece una alternativa para la operación y control de dispositivos de forma remota, de manera que esta tecnología ya no es exclusiva para un sector de la población, sino que ahora se encuentra fácilmente al alcance. Gracias a esto, se puede tener la generación de nuevas aplicaciones en el área de la automatización y las comunicaciones.

Por otra parte, a un nivel industrial esto permite el control y operación a distancia de aplicaciones que ayudan al personal técnico a realizar acciones de corrección, de operación, entre otras, esto beneficia el ahorro de tiempo, de traslado y económico. A nivel comercial, permite dar soluciones de automatización remota y auxiliar con las tareas de control del equipo, así como también facilita la operatividad de alguna instalación.

Para dar soporte a este trabajo de investigación se abordan algunos conceptos y tecnologías a utilizar durante el desarrollo del mismo.

Cabe recalcar que el contexto de este trabajo es integrar tecnologías y desarrollar las herramientas necesarias para crear una aplicación que funcione en una instalación, ya sea residencial o comercial, que tenga la necesidad de esta clase de tecnologías para resolver problemáticas de operatividad, esto se refiere a tener que realizar alguna función o accionar algún dispositivo sin la necesidad de estar físicamente presente. Debido a la adaptabilidad de esta aplicación, se puede incorporar en teoría, para cualquier instalación que tenga una alimentación eléctrica y acceso a banda ancha, por ende, no está limitado su uso o aplicación una empresa o instalación en particular para dicho proyecto. Aunque cabe mencionar, que en la práctica otros factores pueden influir en la viabilidad de instalar un sistema como el planteado, como pueden ser desde lo económico, hasta lo social.

## **2.1.1 Conceptos Generales**

### ***2.1.1.1 Internet***

El internet desde un punto de vista práctico, es un sistema de comunicaciones, que aunque funciona como un solo sistema, en realidad está compuesto de varias partes que son administradas y pertenecen a diferentes organizaciones. Para que estas "partes" o redes se puedan relacionar entre sí, se utiliza un mismo protocolo de comunicación llamado TCP/IP, esto hace que todas las redes que la componen funcionen como un solo sistema de comunicaciones de alcance mundial. Una estricta definición del término sería; un conjunto de redes de comunicación descentralizadas e interconectadas entre sí, que utilizan un mismo protocolo.

Para facilitar la comprensión, es de utilidad notar la diferencia entre red pública y privada.

Una red pública, es el servicio que prestan las empresas por hacer uso de la red. Estos servicios por lo general se acceden mediante al pago de una cuota, y se les denominan como proveedores de servicios de internet. Es comparable a los servicios que ofrecen las compañías telefónicas. Al tener acceso a estas redes, mediante los protocolos de comunicación, se pueden enviar y recibir datos, siendo este el principio del funcionamiento de la Internet.

Una red privada, es un conjunto de equipos interconectados para su comunicación entre sí, esta misma red está controlada por un administrador específico. Por lo general el intercambio de datos está restringido dentro de la misma organización.

La unión de estos dos tipos de redes es parte de lo que conocemos como internet.

Uno de los servicios más populares del internet es la WWW (World Wide Web). La cual por medio de archivos de hipertexto permite consultar archivos remotamente. Pero este solo es uno de los muchos servicios que compone a Internet; La mensajería instantánea, el streaming de videos, descarga o transmisión de archivos, acceso remoto a diferentes dispositivos, así como el famoso correo electrónico. Cada uno de estos servicios utiliza diferentes tipos de protocolos para su correcta comunicación, mimos que serán abordados más adelante.

El origen del Internet se dio por el año 1969, cuando se estableció la conexión entre los equipos de cómputo de varias universidades distintas en Estados Unidos (tres en California y una en Utah). Esta interconexión de redes fue conocida como ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network), y fue creada por el departamento de defensa de Estados Unidos para

determinar si la tecnología de conmutación de paquetes sería de utilidad para los militares, se estableció un medio de comunicación entre las diferentes instituciones, para proyectos de investigación y desarrollo. (Douglas, 2015)

### ***2.1.1.2 Protocolo TCP/IP***

En conjunto los protocolos TCP (Transfer Control Protocol) y IP (Internet Protocol), son la base para la transmisión de datos en Internet. Estos fueron los primeros en definirse, se comenzó a trabajar en la década de los 70's, por los investigadores Vinton Cerf y Robert Kahn, se dieron cuenta que ninguna tecnología satisfacía todos los escenarios de conmutación de paquetes por lo cual propusieron el desarrollo de un conjunto de protocolos para la interconexión de los equipos. Al mismo tiempo se desarrollaban redes de área local, donde se implementaban estos protocolos, pero fue a principios de los 90's cuando tuvo su auge debido a la comercialización del Internet.

Estos estándares definen la forma en la que los datos se agrupan y/o dividen para ser transmitidos en forma de paquetes, así como el tamaño y rutas para identificar el destino de los paquetes. (Douglas, 2015)

A continuación se muestra el modelo de referencia de 5 capas

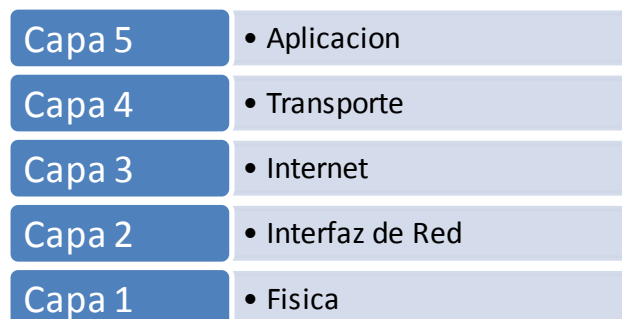


Figura 6 Capas del Modelo de Referencia TCP/IP

### ***2.1.1.3 HTML***

El denominado HTML (Hyper Text Markup Language) por sus siglas en inglés, es un archivo de texto que especifica los lineamientos generales para la correcta visualización de una página Web, permitiendo que el navegador utilizado determine las características detalladas de formato (fuente, tamaño de la letra, espaciamiento, entre otras).

Este formato también permite, además de texto, que la página contenga imágenes, audio y videos. Estos “objetos” pueden ser utilizados como *hipervínculos*, los cuales redirigen al usuario a otra página, la cual está ligada al objeto en cuestión. (Douglas, 2015)

Cabe mencionar que no es propiamente un lenguaje de programación, esto quiere decir que si al momento de correr el archivo con el navegador, si este presenta un error de sintaxis en su estructura, este no será detectado como tal y se visualizará como el programa lo interprete.

En resumen, es el lenguaje estándar utilizado para la creación de páginas Web, y debido a que se clasifica como lenguaje de marcación, este solo indica la estructura o lineamientos generales del archivo, debido a esto, el navegador puede darle el formato que requiera dependiendo de la terminal que se esté utilizando, como por ejemplo un teléfono inteligente. (Quezada, 2004).

## **2.1.2 Automatización**

### ***2.1.2.1 Instalaciones Inteligentes***

Tecnología nueva en los automatismos de maniobra, gestión y control de diversos aparatos de una instalación, que permiten aumentar el confort del usuario, su seguridad y el ahorro en el consumo energético. (Morales, 2007).

El termino instalación (edificio) inteligente es muy utilizado en la actualidad, aunque este calificativo de inteligente puede llegar a ser un tanto presuntuoso. Su origen se debe a los foros informáticos donde se le comenzó a denominar de esta manera para referirse a los sistemas con capacidad de procesar datos y realizar una actividad o conseguir un comportamiento, semejante al humano. De este modo se puede entender como instalación inteligente, una instalación domotizada, al que también se le puede adicionar inteligencia artificial para simplificar el mantenimiento, memorizar rutina y recrearlas, hacerlo tolerante a fallas, entre otras. Pero este término inteligente es muy amplio y también se puede referir a otros aspectos de una instalación, como es la interacción con el usuario y el medio ambiente. Por lo tanto una instalación inteligente debe ser domótico, y además presentar alguna característica que se pueda considerar como inteligente. (Morales, 2007).

## **2.1.3 Interfaz**

### ***2.1.3.1 Navegador WEB***

El navegador Web (o simplemente navegador) proporciona los servicios generales para la interpretación y visualización de los archivos de texto contenidos en los sitios Web, esta aplicación opera a través de Internet. Estos archivos también pueden contener imágenes, videos e hipervínculos a otros sitios Web. (Coronel, 2011).

Un navegador, también conocido como explorador, debe su nombre a que permite redirigir al usuario de una página Web a otra, mediante el seguimiento de ligas (links, por sus siglas en ingles), a esto se le conoce como navegar el Internet

Ya que los archivos (o páginas Web), pueden estar alojados en cualquier dispositivo o servidor que esté conectado a la red, un navegador debe contener (entender) los protocolos para transferencia de datos utilizados en Internet, como son HTTP, FTP, entre otros. También debe saber de qué manera interactuar con el servidor Web e interpretar sus respuestas y peticiones.

## **2.1.4 Etapa de Control**

### ***2.1.4.1 Microcontrolador***

Recibe el nombre de controlador el dispositivo que se emplea para el gobierno de uno o varios procesos.

Aunque el concepto de controlador ha permanecido invariable a través del tiempo, su implementación física ha variado frecuentemente. Hace tres décadas, los controladores se construían exclusivamente con componentes de lógica discreta, posteriormente se emplearon los microprocesadores, que se rodeaban con chips de memoria y E/S sobre una tarjeta de circuito impreso. En la actualidad, todos los elementos del controlador se han podido incluir en un chip, el cual recibe el nombre de microcontrolador. Realmente consiste en un sencillo pero completo computador contenido en el corazón (chip) de un circuito integrado.

Un microcontrolador es un circuito integrado de alta escala de integración que incorpora la mayor parte de los elementos que configuran un controlador.

El microcontrolador es en definitiva un circuito integrado que incluye todos los componentes de un computador. Debido a su reducido tamaño es posible montar el controlador en el propio dispositivo al que gobierna. En este caso el controlador recibe el nombre de controlador embebido (embedded controller, por su nombre en inglés). (Galeano, 2009)

#### ***2.1.4.2 Arduino***

Arduino es una plataforma diseñada en específico para realizar prototipos de proyectos electrónicos, por lo cual es de código. Debido a su enfoque, su software y hardware son

adaptables y fáciles de usar. Está concebido para cualquier usuario interesado en la creación de cualquier ambiente u objeto interactivo.

La unidad utiliza un lenguaje propio llamado “Arduino Programming Language” y el “Arduino Development Environment”. Como está pensado para ayudar a desarrollar proyectos escolares o pequeños desarrollos propios, el software se puede descargar gratuitamente en su página Web. Lo cual se conoce como “código abierto” (open-source, en inglés). (Arduino, 2014)

Considerando que Arduino es capaz de sensar el entorno interpretando las señales recibidas mediante el uso de una gran variedad de sensores, conectados a las entradas provistas en la placa. Así como también, puede afectar su alrededor mediante el control de luces, motores y otros dispositivos, lo cual hace que se considere su uso debido a las necesidades requeridas de este proyecto.

#### ***2.1.4.3 AVR-ATMEL***

Considerado un microcontrolador flexible, altamente integrado y basado en Atmel ARM.

Su diseño está enfocado en el control de sistemas electrónicos y gestionar una fácil interfaz del usuario. Los dispositivos ARM están basados en Cortex-M3 y M4, comparten una única plataforma de desarrollo integrado (IDP, por sus siglas en inglés); Atmel Studio 6. Debido a que la plataforma comparte código de más de 1,500 ejemplos de proyectos, la hace ideal para ahorrar tiempo en el desarrollo de proyectos.

Para mejorar el proceso de diseño y completar los proyectos con mayor facilidad, así como rapidez, Atmel ofrece un robusto ecosistema en torno a sus microcontroladores, ya que

proporciona una amplia gama de librerías de software, compatibles con los sistemas operativos más comunes del mercado. (Atmel, 2014)

#### ***2.1.4.4 BASIC Stamp***

BASIC Stamp es un microcontrolador fabricado por Parallax, Inc., utiliza el lenguaje de programación BASIC, mismo que es requerido para su control. También posee un intérprete especializado PBASIC que se aloja en su memoria ROM. Así como algunos elementos adicionales como son memoria tipo EEPROM, reloj interno, fuente de alimentación y conexiones externas para entrada y salida de señales. Consta de un chip forma DIP (Dual In Package, por su nombre en inglés), en una placa de circuito impreso, misma que contiene los elementos esenciales de un microprocesador.

Este micro controlador tiene décadas en el mercado, tomo popularidad entre los usuarios desde los años 90's debido a su facilidad de aprendizaje y uso. (Parallax, 2014)

#### ***2.1.4.5 BeagleBone***

BeagleBord es una computadora de una sola tarjeta, no cuenta con ventilador de enfriamiento y fue concebido para ser un controlador de bajo costo. Su procesador de baja potencia, fabricado por Texas Instruments, ofrece un núcleo ARM Cortex- serie A. Cuenta con capacidad de expansión como cualquier otra computadora de escritorio, a diferencia que no ocupa tanto espacio, no hace ruido y su costo es muy inferior. Soporta múltiples entornos de desarrollo

como son; Arduino, Android, Ubuntu, Windows Embebido, entre otros, así como herramientas de Internet.

El desarrollo inicialmente estaba enfocado para permitir que Linux Distribution mejorara la compatibilidad con los dispositivos ARM. Debido a su gran éxito, los desarrolladores modificaron su enfoque para realizar microcontroladores simplificados y habilitados para soportar avanzadas interfaces graficas de usuario (GUI, por sus siglas en ingles). (BeagleBoard, 2014)

#### ***2.1.4.6 Galileo***

Galileo es la primera tarjeta basada en la arquitectura Intel, está diseñada para que su hardware y software tengan pins compatibles con las herramientas diseñadas para el Arduino Uno. Consta de un microcontrlador basado en Intel Quark SoC X1000, tiene un procesador de 32 bits de la marca Intel Pentium en un chip SoC.

La arquitectura de la plataforma Intel ofrece facilidad de desarrollo a través de la compatibilidad con los sistemas operativos como son; Microsoft Windows, Mac OS y Linux. Así como también, cuenta con la simplicidad del entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en ingles) de Arduino.

Aparte de ser compatible con el hardware y software Arduino, también incorpora varios puertos de entrada y salida estándares en la computación y características para ampliar la

capacidad de uso más allá del entorno Arduino. Los puertos contemplan; una ranura tamaño mini-PCI Express, entrada Micro-SD, puerto serial RS-232, dos puertos USB cliente/servidor, puerto Ethernet de 100 Mb y Flash de 8 Mb NOR que viene estándar con la tarjeta.

El microprocesador está enfocado tanto como para la comunidad estudiantil como la desarrolladora. (Staff, 2014).

#### ***2.1.4.7 Raspberry PI***

El Raspberry Pi es una computadora de placa reducida, o computadora de tarjeta única (SBC, por sus siglas en inglés) de bajo costo, desarrollada en el Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi en 2012, con el fin de proporcionar a los centros educativos herramientas que incentiven y faciliten el aprendizaje de la informática.

Su diseño incluye un Broadcom BCM2835, que contiene un procesador central (CPU, por sus siglas en inglés) ARM1176JZF-S de 700 MHz, aunque el fabricante incluye unos modos turbo para que el usuario pueda aumentar el rendimiento (overclock, por su nombre en inglés) hasta 1 GHz. Tiene un procesador gráfico (GPU, por sus siglas en inglés) VideoCore IV, y una memoria RAM de 512 MiB.

El diseño no incluye un disco duro ya que utiliza una tarjeta SD para el almacenamiento permanente, tampoco incluye una fuente de alimentación ni carcasa.

La asociación da soporte para las descargas de; arquitectura ARM, Raspbian (derivada de Debian), RISC OS 5, Arch Linux ARM y Pidora (derivado de Fedora). Principalmente promueve el uso y aprendizaje del lenguaje de programación Python. (Raspberry, 2013)

La RBPi ofrece la funcionalidad de instalar un gran número de software que puede ser obtenido de comunidades Linux de todo el mundo. (Maquilon, 2014). Las características de la RBPi y su bajo coste son una justificación para el uso del mismo, y sobradamente es una excelente opción para este contexto.

## **2.1.5 Etapa de Acoplamiento y Potencia**

### ***2.1.5.1 Relevador***

El relevador (o relay, por su nombre en inglés) es un dispositivo electromecánico que funciona como un interruptor controlado mediante un circuito eléctrico.

La manera como funciona este dispositivo, es mediante la señal de entrada (corriente), misma que provoca que el electroimán cierre o abra los contactos dependiendo de su naturaleza, ya sea N.A (normalmente abierto) o N.C (normalmente cerrado). Al aplicar un voltaje en la bobina, esta se excita, y genera un campo magnético que provoca que los contactos se muevan de posición. Dichos contactos hacen la función de interruptor, lo cual permite que la corriente fluya o se interrumpa entre las terminales.

En general los relevadores de control se usan en circuitos de baja potencia, así mismo estos pueden incluir relevadores de tiempo retardado que cierran y abren sus contactos en intervalos de tiempo (Enríquez, 2005).

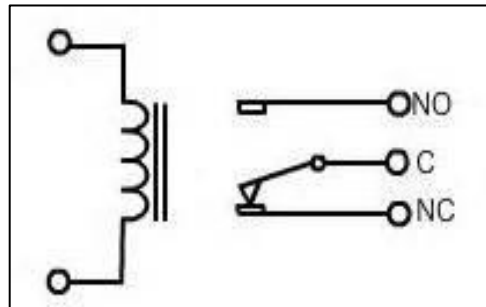


Figura 7 Símbolo del Relevador

### ***2.1.5.2 TRIAC***

El TRIAC (Triode for Alternative Current, por su nombre en inglés) es un semiconductor que está compuesto por dos tiristores conectados en paralelo pero en sentidos opuestos, que comparten la misma compuerta (maneja corriente alterna).

Ya que funciona con corriente alterna, existen dos semiciclos (positivo y negativo), y como es posible controlar el momento de disparo de la terminal, por lo tanto también el tiempo que cada tiristor está en conducción.

Al controlar el tiempo que cada tiristor conduce se controla la corriente de salida, por lo cual la potencia consumida también. (Sánchez, 2002).

Cuando exista una señal en la compuerta, la corriente (semiciclo positivo) circulará de arriba hacia abajo por el tiristor que apunta hacia abajo, y viceversa.

A1: Ánodo 1, A2: Ánodo 2, G: Compuerta

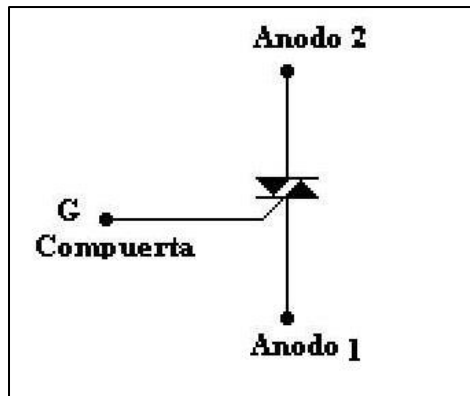


Figura 8 Símbolo del TRIAC

### ***2.1.5.3 Transistor***

El transistor es un componente muy utilizado en la industria de la electrónica, básicamente es un semiconductor que por lo general se utiliza como interruptor controlado en circuitos electrónicos de potencia.

Su propósito a grandes rasgos, es entregar una señal de salida (de potencia), en respuesta a una pequeña señal de entrada, y debido a que es un semiconductor se puede regular el flujo de corriente de salida. Está compuesto generalmente por 3 terminales; emisor, colector y base.

Se puede utilizar como interruptor o como relevador de señales. Debido a que son dispositivos muy útiles se considera la implementación de uno o varios de estos en el desarrollo de la aplicación, por lo cual se incluyen en esta sección.

Existen varios tipos de transistores, estos son la base de cualquier circuito electrónico moderno, por ejemplo: IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor, por su nombre en inglés), MOSFET (Metal-Oxide Field-Effect, por su nombre en inglés), y BJT(Bi-Polar Junction, por su nombre en inglés). (Hermosa, 2011).

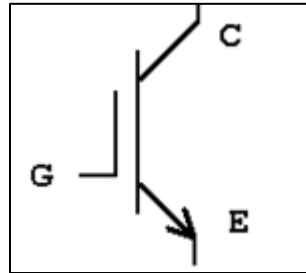


Figura 9 Símbolo Transistor

## 2.2 Conceptualización

El contexto de este trabajo es integrar tecnologías y desarrollar las herramientas necesarias para crear una aplicación que funcione en una instalación, ya sea residencial o comercial, que tenga la necesidad de esta clase de tecnologías para resolver problemáticas de operatividad, esto se refiere a tener que realizar alguna función o accionar algún dispositivo sin la necesidad de estar físicamente presente. Debido a la adaptabilidad de esta aplicación, se puede incorporar en teoría, para cualquier instalación que tenga una alimentación eléctrica y acceso a banda ancha, por ende no está limitado su uso o aplicación una empresa o instalación en particular para dicho proyecto. Aunque cabe mencionar, que en la práctica otros factores

pueden influir en la viabilidad de instalar un sistema como el planteado, como pueden ser desde lo económico, hasta lo social.

# CAPITULO III

## Metodología

## CAPITULO III: Metodología

La metodología es una de las etapas específicas de un proyecto que parte de un punto teórico e implica la selección de técnicas o métodos definidos, acerca del procedimiento para realizar las tareas vinculadas con la investigación o el proyecto.

La metodología usada para el desarrollo de este sistema de control será la metodología de administración de proyectos, debido a que los objetivos que persigue este proyecto encajan con esta metodología. Las fases del proyecto están relacionadas entre sí de manera secuencial o consecutiva, no son repetitivas, es decir se debe terminar una fase para continuar con la siguiente. También está orientado a metas específicas, las cuales tienen un inicio y un fin claramente establecido, aunado a estar delimitadas por un periodo de tiempo definido.

Esta metodología se compone por 4 fases principalmente:

1. Inicio
2. Planeación
3. Ejecución y Control
4. Conclusión

Estas mismas etapas serán adaptadas al proyecto de manera que se pueda llevar a cabo la planeación del mismo:

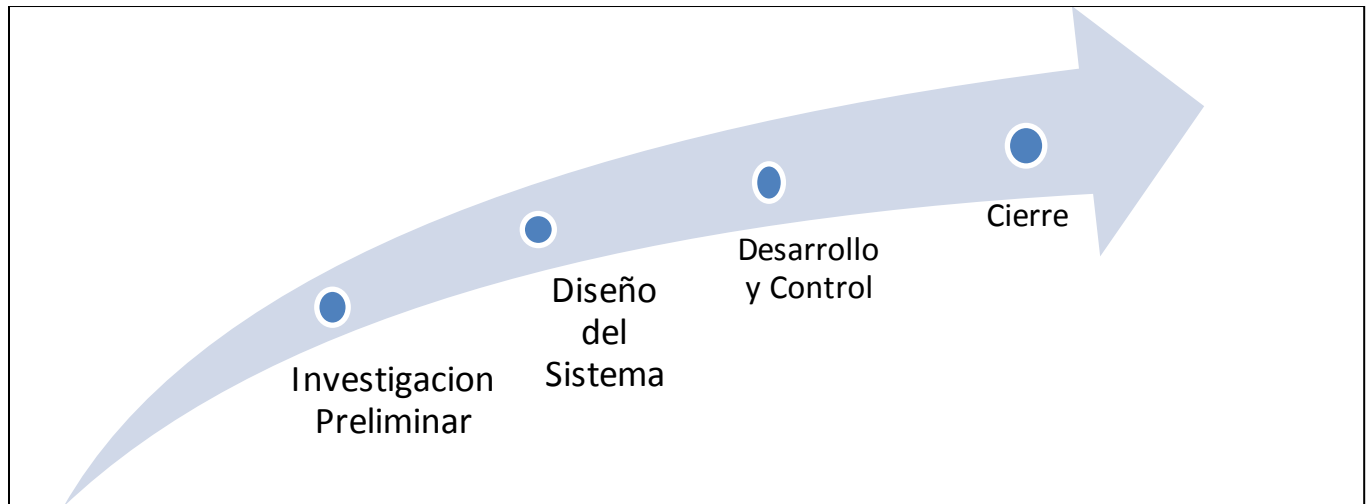


Figura 10 Etapas de la metodología de Administración de Proyectos

En la Figura 10 se muestran los componentes de la metodología de administración de proyectos adaptados a este proyecto, lo cual nos muestra cómo esta metodología se puede aplicar para prácticamente cualquier proyecto independientemente del tema de enfoque que este tenga. Esto nos lleva a la segmentación del proyecto por etapas las cuales son fácilmente identificables, medibles y controlables.

A continuación se describen las etapas utilizadas en este proyecto en base a la metodología mencionada, incluyendo las actividades que en ellas se realizan:

### **3.1.1 Investigación Preliminar**

En esta etapa se lleva a cabo la recopilación de toda la información relacionada con el proyecto, tanto para su entendimiento como para conocer las tecnologías disponibles, a eso se lo conoce como investigación documental. Esta información comprende conceptos generales, detalles y descripción de equipos o dispositivos adecuados para el sistema, lenguajes y programas de software que cumplan con las características requeridas, así como también documentación sobre otros equipos a utilizar. Esto con el fin de obtener un mejor entendimiento sobre el tema a desarrollar, (esta información se puede consultar en el capítulo II de este trabajo).

Concluida la etapa de obtención de información se procede al análisis de la misma, llamada investigación preliminar. En esta fase se realiza el estudio de los equipos y tecnologías existentes en el mercado, para llevar a cabo una evaluación de características y ventajas que estas puedan tener, para su implementación dentro del sistema. Como producto de este análisis se define cual herramienta está dentro del alcance y se adapta más a las necesidades del sistema.

Para determinar las tecnologías a utilizar se tendrán en cuenta los siguientes criterios como base de selección:

- Disponibilidad en el mercado
- Características de operación
- Costo de la herramienta
- Complejidad de operación
- Adaptabilidad con otros sistemas

- Eficiencia del equipo
- Estabilidad y mantenimiento
- Escalabilidad

Esta evaluación se dará principalmente de manera teórica, se seleccionan un par de equipos para su prueba y manipulación, debido a esto, la evaluación de las herramientas se debe llevar a cabo detenidamente ya que una vez determinados los equipos, serán adquiridos para la etapa final del análisis. De llevar a cabo una investigación preliminar deficiente, la inversión del proyecto se puede incrementar fuera de los límites estimados, y se corre el riesgo de que la herramienta seleccionada no cumpla con las características requeridas.

Para obtener la información y parámetros necesarios de la integración de un sistema como el propuesto, se tienen que consultar las tecnologías (sistemas) existentes y determinar las diferencias y características que presentan contra el sistema a desarrollar, en base a esto se pueden obtener los requerimientos esenciales y sus herramientas.

Para obtener esta información necesaria en el desarrollo del sistema en cuestión, se utilizará técnicas de observación y de análisis de información, con esto se pretende conocer a detalle las ventajas y desventajas de cada una de las herramientas consideradas para el proyecto.

Determinadas las tecnologías a implementar durante el desarrollo del proyecto, se puede avanzar a la siguiente etapa, donde se lleva a cabo la planeación y diseño del sistema, se toma como referencia las características de los equipos y herramientas seleccionados en esta fase.

### 3.1.2 Diseño del Sistema

En esta etapa se realiza la planeación del sistema, incluyendo todas las fases que lo componen. Para esto se tiene como base el diagrama conceptual propuesto, tomado este como referencia, aunado a las características de los equipos y herramientas seleccionados se puede determinar un plan de trabajo a seguir para desarrollarlo en la siguiente etapa.

Dentro de esta fase es posible que se tengan que utilizar otro tipo de metodologías de trabajo, como son las propias para desarrollar sistemas de software, ya que este proyecto contempla el uso de una interfaz web para interactuar con el sistema de control, misma que se tendrá que desarrollar en base al equipo a utilizar. Por consiguiente, el determinar el tipo de metodología de desarrollo de software en este punto del proyecto no sería del todo recomendable, ya que aún se desconoce el tipo de herramienta que se va emplear en el sistema.

Los puntos principales a definir en esta etapa son los siguientes:

- Determinar equipos a controlar (ubicación y características)
- Considerar herramientas según dispositivo a controlar
- Diseñar diagrama del sistema a detalle
- Definir aspectos técnicos de instalación
- Planear Desarrollo de Plataforma web
- Seguridad en la operación del sistema

### 3.1.3 Desarrollo y Control

Ya concluida la fase de diseño del sistema, se avanza a la etapa del desarrollo de la aplicación, esto es, primero se desarrolla el sistema en un ambiente controlado para corroborar su correcto funcionamiento y hacer los ajustes necesarios. Terminado esto, se realiza la instalación de los equipos y se integra el sistema en la instalación seleccionada.

En esta etapa es donde se ven físicamente a detalle las características de la instalación de los dispositivos, también se pueden presentar algunos imprevistos propios del lugar donde se instala el sistema. Algunas de las circunstancias a determinar ya en el sitio son: alimentación de equipos, rutas de cableado, colocación de equipo de control, disposición de cable de red, entre otras.

A la par de esto, se debe estar en el desarrollo de la plataforma web y montar el servidor en el equipo de control para la interacción con el usuario. Las características y lenguaje de programación se determinaron en la etapa anterior, en este punto es donde se codifica la interfaz y el motor (conocidos como front-end y back-end).

Integrado el sistema es posible realizar pruebas de operación en conjunto con la aplicación, esto para comprobar su entero funcionamiento y determinar algún tipo de falla en el sistema o punto crítico donde pueda surgir un desperfecto en el futuro.

El sistema de seguridad propuesto también debe ser probado en caso remoto que el software dejara de operar conforme a lo programado.

Realizadas estas pruebas satisfactoriamente se puede proceder a pruebas de usabilidad con distintos usuarios de dicha instalación para determinar su grado de adaptabilidad con la interfaz

y el sistema, con esto se corrobora si se cumplen con las expectativas del sistema y de los usuarios finales.

Determinado lo anterior es posible afirmar que la aplicación cumplió con el objetivo principal de este trabajo, sin embargo falta concluir la siguiente etapa para verificar los resultados finales del proyecto.

### **3.1.4 Cierre**

En esta última etapa se realiza el análisis final del sistema donde se recaba toda la información del proceso y se obtiene un documento que contenga todos los resultados logrados, esto es la funcionalidad del equipo, la usabilidad del mismo, así como también un breve análisis del coste del sistema y su comparativo con otros sistemas existentes.

La usabilidad se podrá determinar, una vez mostrada la aplicación al usuario, mediante un breve cuestionario semi-estructurado, donde se pretende conocer si el sistema es de utilidad y resulta cómodo de operar para el usuario. También se tiene que considerar si cumple con el objetivo de incrementar la seguridad y confort de los usuarios en la instalación.

Como etapa final, es muy importante conocer si el desarrollo de este proyecto cumplió con los objetivos propuestos y se obtuvieron los resultados esperados tanto por parte de los usuarios finales como del proyecto en sí. La sección más crítica de este análisis es concluir si esta tecnología desarrollada tiene algún tipo de ventajas conforme a las ya existentes, ya sea de instalación, de operación o de coste, así también como la viabilidad de su implementación en este tipo de instalaciones, teniendo en cuenta que el uso de estas herramientas es el siguiente paso para cualquier instalación tanto residencial como comercial, en un futuro cercano.

### 3.1.5 Cronograma de Actividades

Actividad	Mes									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capítulo I	■									
Capítulo II	■									
Metodología (CIII)		■	■	■						
Investigación Documental			■	■	■					
Investigación Preliminar				■	■	■				
Selección de Herramientas				■	■	■	■			
Desarrollo de Prototipo					■	■	■			
Programación de Modulo Control						■	■	■		
Desarrollo de Interfaz Grafica						■	■	■		
Adaptación de Instalación							■	■		
Integración del Sistema							■	■	■	
Instalación del Sistema									■	
Control y Pruebas									■	■
Cierre										■

# CAPITULO IV

## Desarrollo

## CAPITULO IV: Desarrollo

### 4.1 Selección del Controlador

Para llevar a cabo el desarrollo del sistema propuesto, se toma como referencia la investigación documental realizada en el capítulo anterior. En base a esto se puede iniciar la investigación preliminar, comenzando con la herramienta fundamental del sistema, el microcontrolador.

#### Arduino

Es una plataforma de software libre, consiste en una placa con microcontrolador basada en Amega328. Cuenta con 14 entradas/salidas digitales, 6 entradas analógicas, conexión USB, entrada para alimentación, botón de reset.

Este entorno de desarrollo se basa en lenguaje Arduino, el cual está diseñado para simplificar el desarrollo de programas en proyectos multidisciplinarios. (Arduino, 2014)

#### Raspberry Pi

Es una computadora del tamaño de una tarjeta, con un procesador central basado en ARM de 700 MHz y memoria RAM de 512 MiB. Cuenta con 26 entradas/salidas, de las cuales 17 se pueden manipular.

Soporta varios tipos de sistemas operativos como son; Raspbian (derivado de Debian), Arch Linux ARM (derivado de Arch Linux) y Piadora (derivado de Fedora), utiliza principalmente el lenguaje de programación Python. (Raspberry, 2013)

## BeagleBone

Es una tarjeta basada en Linux, que se puede conectar al Internet y corre tanto el software Android 4.0 como Ubuntu. Posee un procesador ARM AM335x de 720MHZ y memoria RAM de 256MB. (BeagleBone, 2014)








Para su conectividad cuenta con 2 entradas USB, tarjeta microSD y 92 pins de entradas/salidas.

## Basic Stamp

Es un microcontrolador que utiliza el intérprete Parallax BASIC almacenado en su memoria de tipo EEPROM 8x2KB. Cuenta con 18 conexiones externas de entrada y salida y regulador de poder. Con un tamaño de 3x1.6 cm y un consumo de 55mA, es ideal para espacios reducidos.

(Parallax, 2014)

A continuación una comparativa de los Microcontroladores:

							
<b>Modelo</b>	Arduino Uno	AVR-ATMEL	Arduino Yun	BASIC Stamp 2e	Galileo	Raspberry Pi B	BeagleBone Black
<b>Marca</b>	Arduino.org	ATMEL	Arduino.org	Parallax	Intel	Raspberry.org	BeagleBoard.org
<b>Descripción</b>	Modelo más utilizado de	Basado en ARM, el más eficiente	El poder y simplicidad de	Utiliza lenguaje PBASIC, memoria	basado en Intel, diseñada para	Basado en Linux con procesador	Plataforma de desarrollo basada en

	Arduino tarjeta USB, USB-a-serial, encendido automático	MC 32-bit del mercado	Linux con la conectividad de Arduino	EEPROM, muy compacto	ser compatible con puertos Arduino	or gráfico (GPU) y puertos GPIO	ARM, utiliza Linux; programabilidad de RasPi + conectividad Arduino
<b>Características Especiales</b>	Versión referencia de Arduino, EEPROM	Alto desempeño con un consumo muy bajo de energía y conectividad de alta velocidad	Un Arduino con procesador Atheros, corre en Linino Incluye Ethernet , WiFi y puertos USB	Interprete en ROM PBASIC, bajo consumo de energía	Procesador x86, IDE y puertos Arduino, Ethernet , USB, Mini PCIe para expansiones	Procesador de video HD, salidas HDMI y A/V, Ethernet	Conexion USB, Ethernet, memoria interna 2GB, salida HDMI
<b>Procesador</b>	ATmega328	AVR 32b	Atheros AR9331 / ATmega 32u4	BS2-IC	Intel® Quark SoC X1000	ARM117 6JZF-S	Sitara AM3359A ARM Cortex-A8
<b>Capacidad Procesador</b>	16 MHz	50 MHz	400 MHz / 16 MHz	20 MHz	400 MHz	700 MHz	1 GHz
<b>Terminal es Análogas</b>	6	8	12	6	6	-	7
<b>Terminal es Digitales</b>	14 (6 PWM)	28	20 (7 PWM)	26	14 (6 PWM)	8 Digital GPIO	65 GPIO (8 PWM )
<b>Memoria</b>	SRAM 2KB - EEPROM	SRAM 16KB	RAM 64MB DDR2,	RAM 32B, EEPROM	8MB Flash, 512KB	RAM 512MB	DRAM 512MB DDR3L,

	1KB		32MB Flash (Atheros). 32KB Flash, 2.5KB SRAM (Atmel)	8x2KB	SRAM, 256MB DRAM		eMMC 2GB
<b>Lenguaje de Programación</b>	Arduino / C Variant	C	OpenW RT / Arduino IDE	PBASIC	Arduino IDE (Capacidad de cargar Linux distros desde MicroSD)	Cualquier lenguaje compatible que soporte Linux distribution (como Raspbian o Occidentalis)	Cualquier lenguaje compatible que soporte Linux distribution (Debian, Ubuntu, Android) Pre cargado con Debian
<b>Consumo R/S</b>	500 mA / 250 mA	260 $\mu$ A / 92 $\mu$ A	500 mA / 250 mA	25 mA / 200 $\mu$ A	800 mA / 500 mA	700-100 mA / 500 mA	500 mA / 220 mA
<b>Expansiones</b>	Escudo y Accesorios	NA	Escudo y Accesorios	Escudo y Accesorios	Escudo y Accesorios	Placas complemento	Capas
<b>Escalable</b>	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓
<b>Costo (USD)</b>	\$34.99	\$49.99	\$68.99	\$54.00	\$84.99	\$39.99	\$44.99

Tabla 2 Comparativa de Microcontroladores

Después de la investigación preliminar del microcontrolador, se determina utilizar la tarjeta Raspberry Pi, siendo este el que más se adapta al tipo de desarrollo en cuestión.

## 4.2 Definición de Componentes Según el Esquema a Desarrollar

Planteamiento: Esquema de conexiones del sistema;

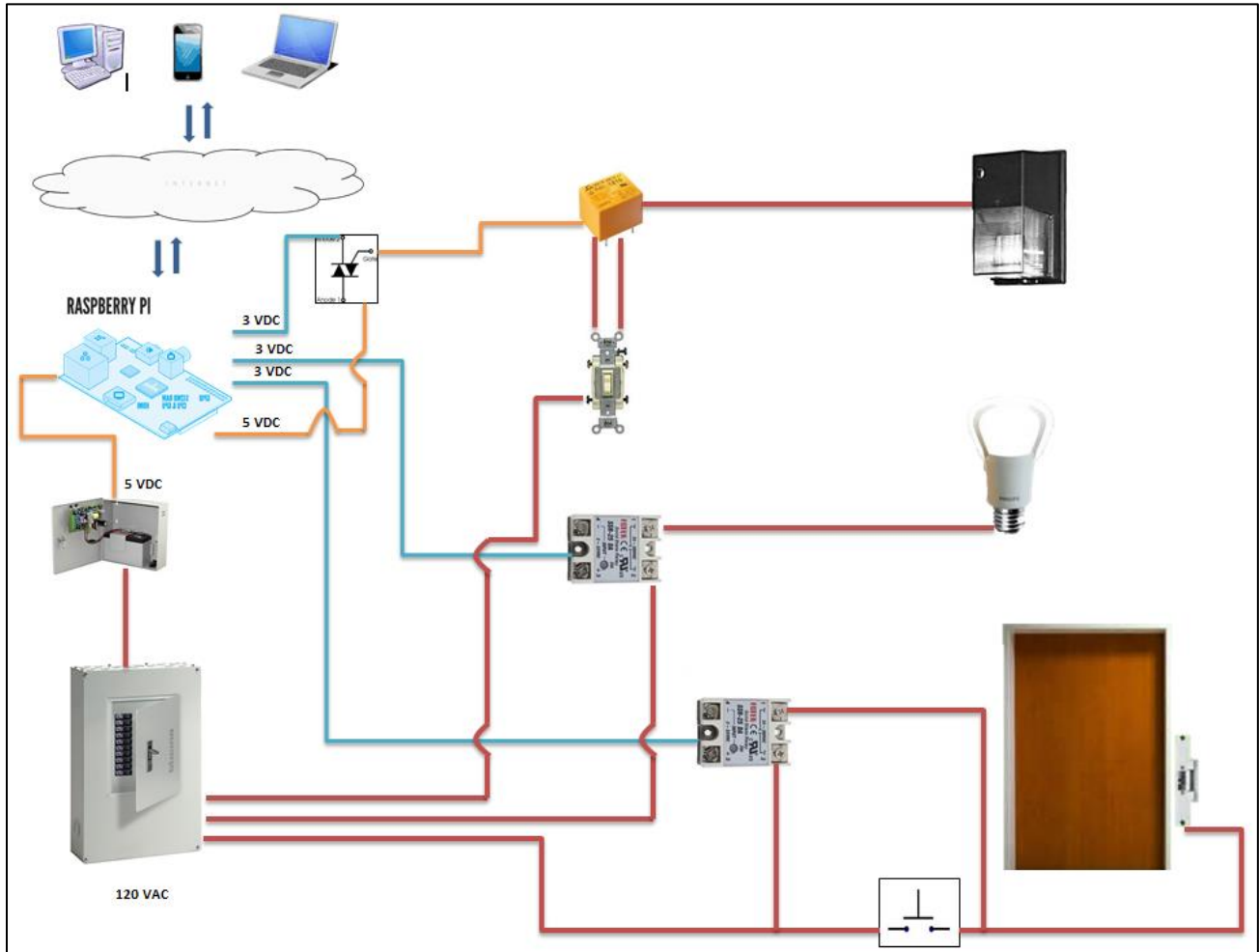
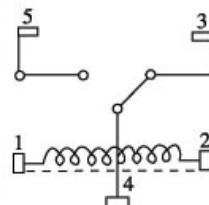


Figura 11 Esquema de Conexión del Sistema

Los relevadores que se utilizan en el sistema dependen del equipo a controlar, para estos casos utilizaremos los siguientes:

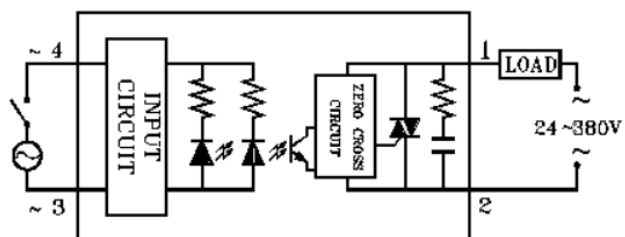
### RAS - RELEVADOR COMPACTO DE 1P/2T



Voltaje Nominal (VDC)	Resistencia de la Bobina ( $\Omega$ ) (+/- 10%)	Consumo de Energía (W)	Corriente Nominal (mA) (+/- 10%)	Voltaje para el Accionamiento (VDC)	Voltaje de Ruptura (VDC)	Voltaje Máximo Permitido (VDC)
5 V	69 $\Omega$	0.36W	72mA	75% Max.	10% Min.	130%
6 V	100 $\Omega$		60mA			
9 V	225 $\Omega$		40mA			
12 V	400 $\Omega$		30mA			
24 V	1600 $\Omega$		15mA			
TIPO				10 A	15 A	20 A
Resistencia de Contacto				50m $\Omega$ Máx. (valor inicial)		
Tiempo de Operación				10mseg Máx.		
Tiempo de liberación				5mseg Máx.		
Fuerza del Dieléctrico Entre bobina y contacto				AC 1500V (1min)		
Entre contacto				AC 750V (1min)		
Resistencia de aislamiento				100M $\Omega$ Min. (DC 500V)		
Temperatura de Operación Ambiente				-30°C ~ +80°C		
Humedad				35% to 85% RH		
Resistencia de Vibración				10G (10~55Hz) (Amplitud dual:1.5mm)		
Resistencia de Choque				10G		
Expectativa de Vida						
Mecánicamente				10,000,000 ops. min. (1800 ops./h)		
Eléctricamente				100,000 ops. Min. (1200 ops./h)		
Peso				9.5g(aprox.)		

Tabla 3 Especificaciones Relevador Sun Hold

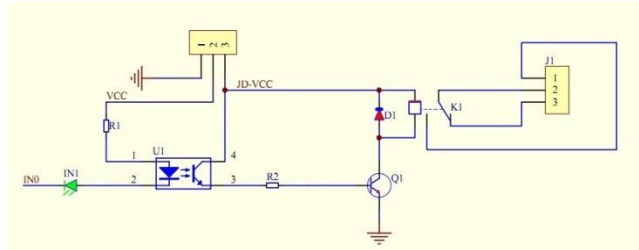
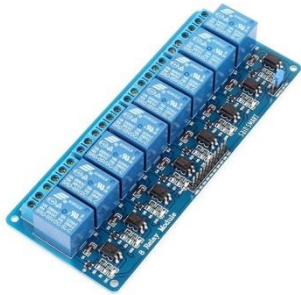
### RELEVADOR ESTADO SOLIDO FOTEK 25A



<b>Tipo</b>	<b>Terminal Type</b>
<b>Modelo</b>	<b>SSR-25AA</b>
Corriente	<b>25A</b>
<b>Datos Entrada</b>	
Voltaje de Operación	80~250 VAC 50 / 60Hz
Voltaje Min. ON / OFF	ON > 45V , OFF < 35V
Corriente de Disparo	5.0mA / 110VAC max.
Método de Control	Gatillo Zero Cross
<b>Datos Salida</b>	
Voltaje de Operación	24~380 VAC
Voltaje Min. Bloqueo	600 VAC < Repetitivo >
Caída de Voltaje	1.6 V / 25°C
Tiempo de Respuesta	ON < 20ms , OFF < 20ms
Corriente Pico Max.	275A
Corriente de Fuga	5.0mA
<b>Datos Generales</b>	
Rigidez Dieléctrica	Mayor 2.5KVAC / 1min.
Resistencia Aislamiento	Mayor 50M Ω / 500VDC
Temperatura Operacion	-20°C ~+80°C
Material	ABS
Peso	Aprox. 110g

Tabla 4 Especificaciones Relevador FOTEK

## SainSmart – Modulo de 8 Relevadores



Este módulo consta de un arreglo de 8 relevadores de bajo nivel de disparo, estos son adecuados para el control de dispositivos eléctricos de alta potencia, como pueden ser: luminarias, ventiladores eléctricos y chapas electromagnéticas. Se pueden utilizar para controlar altos voltajes, con una señal de bajo voltaje, la cual puede ser emitida por un microcontrolador. Es compatible con Arduino y Raspberry Pi, por ende es ideal para el desarrollo del prototipo del sistema.

### ESPECIFICACIONES DE LOS RELEVADORES (a 20° C)

Sensibilidad de Bobina	Voltaje Nominal (VCD)	Corriente Nominal (mA)	Resistencia de Bobina ( $\Omega$ ) $\pm 10\%$	Consumo Energía (W)	Voltaje Accionm. (VCD)	Voltaje Ruptura (VCD)	Voltaje Máximo (VCD)
<b>Alta Sensibilidad</b>	03	120	25	0.36 W	75% Max	10% Min	120%
	05	71.4	70				
	06	60	100				
	12	30	400				
	24	15	1600				
	48	7.5	6400				
<b>Estándar</b>	03	150	20	0.45W	75% Max	10% Min	110%
	05	89.3	55				
	06	75	80				
	12	37.5	320	0.51W			
	24	18.7	1280				
	48	10	4500				

Tabla 5 Especificaciones Modulo SaintMart

Se considera utilizar para el desarrollo del prototipo el esquema de conexiones anterior, debido a su practicidad en la elaboración del mismo.

### 4.3 Desarrollo de la Aplicación

Ya definido el esquema, se puede iniciar el desarrollo del sistema. Como primer tarea se debe realizar la programación de la aplicación, para esto es necesario cargar un sistema operativo al microcontrolador, quedando seleccionado Debian.

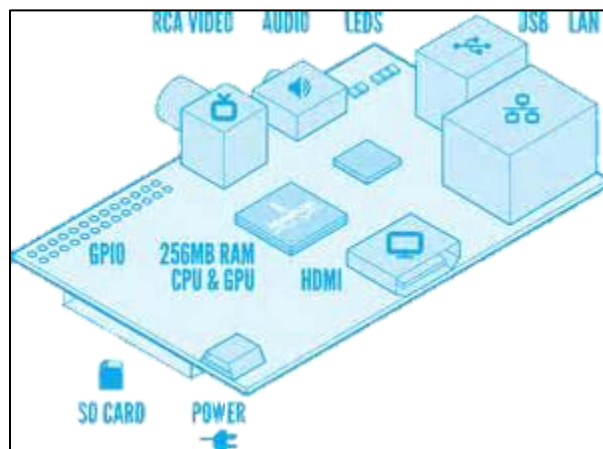


Figura 12 Modulo Raspberry Pi

Instalado el SO se procede a desarrollar el programa servidor que va permitir manipular las salidas del equipo remotamente para realizar las actividades deseadas.

Usando el lenguaje Python;

Se importa la librería de sockets para que sea posible la comunicación por red con el módulo de control:

```
import sockets
```

Se importa la librería de tiempo para poder hacer uso de esta herramienta:

```
import time
```

Se importa la librería de expresiones regulares para que el sistema pueda interpretar ciertos caracteres:

```
import re
```

Se importa la librería de Thread para utilizar esta herramienta, auxiliando al sistema a correr procesos en paralelo sin que este se congele o sature:

```
import Thread
```

Para la configuración del hardware, se importa la herramienta GPIO para poder hacer uso de las entradas y salidas del controlador, así como establecer el esquema de identificación de las terminales:

```
import RPi.GPIO as GPIO
```

Utilizando las herramientas importadas, primero definimos las operaciones a realizar;

```
class Tiempo:
    def __init__(self):
        self._running = True

    def terminate(self):
        self._running = False
```

```

def run(self, pin, delay):
    GPIO.output(pin, 0) #Apagamos el pin especificado
    print "abrir"
    time.sleep(delay) #dormimos la ejecución 5s
    print "cerrar"
    GPIO.output(pin, 1) #Prendemos el pin especificado

```

Definimos la función principal del sistema, así como el listado de terminales a utilizar, especificando su función en particular;

```

def main(): #función principal de ejecución

    GPIO.setmode(GPIO.BCM) #Configuración salidas

    pinListTiempo = [22, 10, 9] # temporizadas = [22, 10, 9]
    for i in pinListTiempo:
        GPIO.setup(i, GPIO.OUT)
        GPIO.output(i, GPIO.HIGH)

    pinListSwitches = [2, 3, 4, 17, 27] #interruptores = [2, 3,
4, 17, 27]
    for i in pinListSwitches:
        GPIO.setup(i, GPIO.OUT)
        GPIO.output(i, GPIO.HIGH)

    pinListEntradas = [11] #entrada (sensor) = [11]
    for i in pinListEntradas:
        GPIO.setup(i, GPIO.IN)

```

Las cuales están identificadas como lo muestra la siguiente figura (13):

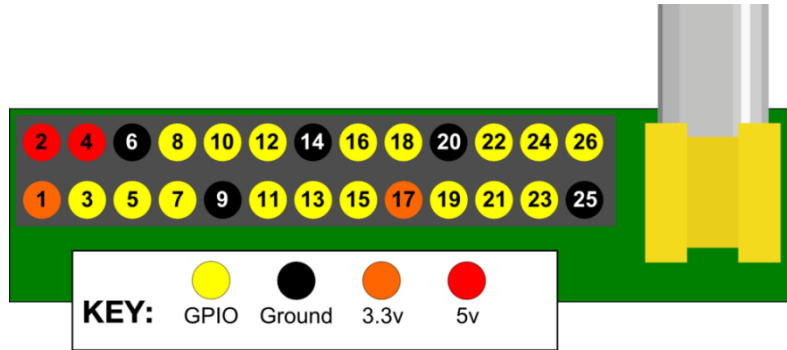


Figura 13 Arreglo GPIO en la placa

### Raspberry Pi A/B Rev 2 P1 GPIO Header

Pin No.	
3.3V	1 2 5V
GPIO2	3 4 5V
GPIO3	5 6 GND
GPIO4	7 8 GPIO14
GND	9 10 GPIO15
GPIO17	11 12 GPIO18
GPIO27	13 14 GND
GPIO22	15 16 GPIO23
3.3V	17 18 GPIO24
GPIO10	19 20 GND
GPIO9	21 22 GPIO25
GPIO11	23 24 GPIO8
GND	25 26 GPIO7

#### Key

Power +	UART
GND	SPI
I <sup>2</sup> C	GPIO

Figura 14 Listado de terminales equivalentes según GPIO

Configuración del socket para la comunicación por red;

### #Configuración del socket para el servidor HTML

```
host = '127.0.0.1' # se configura como red local
(protocolo)
port = 50007 # puerto elegido para la comunicacion
sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_STREAM)
sock.setsockopt(socket.SOL_SOCKET, socket.SO_REUSEADDR, 1)
sock.bind((host, port)) # el socket es configurado según
los parámetros declarados
sock.listen(1)
```

Espera a que un cliente se conecte, confirma conexión, e imprime dirección;

```
while True:
    csock, caddr = sock.accept() #espera a que se conecte
un cliente, para proceder
    print "Connection from: " + `caddr` # se imprime el
cliente
    req = csock.recv(1024) # se lee 1 KB = 1024 bits
    print req # se imprime el mensaje a consola
```

Se lee lo que el cliente envía o ejecuta (tiempo, encendido y apagado);

```
matchTime = re.match('GET /time=(\d+)', req) # Lee lo que el
cliente envia Timer

if matchTime:
    pin = int(matchTime.group(1));
    tiempo = Tiempo()
```

```

(pin, 5)) tiempoThread = Thread(target = tiempo.run, args =
tiempoThread.start()
print "Match time! " + matchTime.group(1)

```

```

matchOn = re.match('GET /on=(\d+)', req) # Lee lo que
el cliente envía ON

```

```

if matchOn:
    pin = int(matchOn.group(1))
    GPIO.output(pin, 1)
    print "Match on! " + matchOn.group(1)

```

```

matchOff = re.match('GET /off=(\d+)', req) # Lee lo
que el cliente envía OFF

```

```

if matchOff:
    pin = int(matchOff.group(1))
    GPIO.output(pin, 0)
    print "Match off! " + matchOff.group(1)

```

Se definen variables para determinar estado;

```

tiempo = ""

```

```

rowTiempo = "<tr><td>{0}</td><td>{1}</td><td><a
href='/time={0}' class='btn btn-sm btn-
warning'>Abrir</a></td></tr>"

```

```

for i in pinListTiempo:
    state = GPIO.input(i)
    if GPIO.input(i) == 1:

```

```

        state = "ABIERTO"
    else:
        state = "CERRADO"

    tiempo += rowTiempo.format(str(i), state)

    switches = ""
    rowSwitches = "<tr><td>{0}</td><td>{1}</td><td><a
href='/on={0}' class='btn btn-sm btn-success'>Encender</a> <a
href='/off={0}' class='btn btn-sm btn-
danger'>Apagar</a></td></tr>"

    for i in pinListSwitches:
        state = GPIO.input(i)
        if GPIO.input(i) == 1:
            state = "ENCENDIDO"
        else:
            state = "APAGADO"

    switches += rowSwitches.format(str(i), state)

    entradas = ""
    rowEntradas = ""
    "<tr><td>{0}</td><td>{1}</td><td></td></tr>"

    for i in pinListEntradas:
        state = GPIO.input(i)
        if GPIO.input(i) == 1:
            state = "ENCENDIDO"
        else:
            state = "APAGADO"

```

```
entradas += rowEntradas.format(str(i), state)
```

Envío de la página web;

```
csock.send("HTTP/1.1 200 OK\n")
csock.send("Content-Type: text/html\n")
csock.send("\n")

with open("index.html") as f:
    file = f.read()

    html = file.replace("{tiempo}", tiempo)
    html = html.replace("{switches}", switches)
    html = html.replace("{entradas}", entradas)

    csock.send(html)

csock.close()
```

```
if __name__=="__main__":
    main()
```

Después de configurado el microcontrolador se procede a realizar las conexiones hacia los relevadores y de estos a los equipos a controlar, según el diagrama electrónico del sistema establecido.

Terminado este pasó, se puede decir que se tiene un prototipo funcional del sistema propuesto, dando así pie a la fase de pruebas.

#### 4.4 Pruebas

Para llevar a cabo las pruebas del prototipo es necesario ingresar al sistema operativo Raspbian en modo súper usuario (SU).

Para ingresar al sistema operativo Debian, se introduce en la consola; **startx**



Figura 15 Escritorio RBPi

Ya dentro del SO, se accede a al programa **LXTerminal**, con el objetivo de ejecutar el código desarrollado.

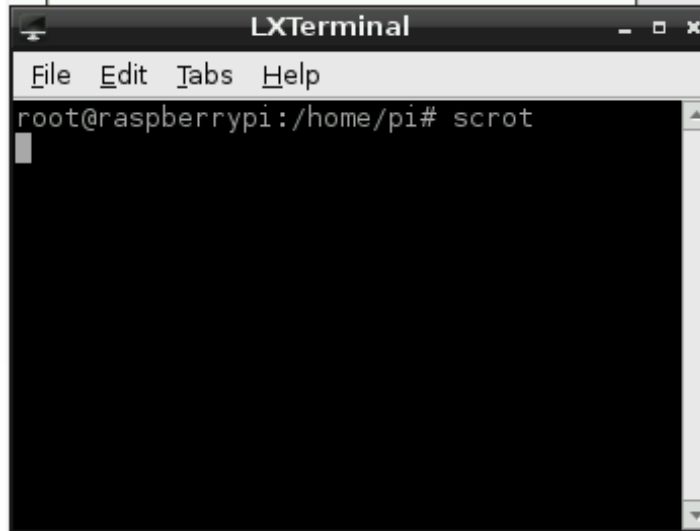
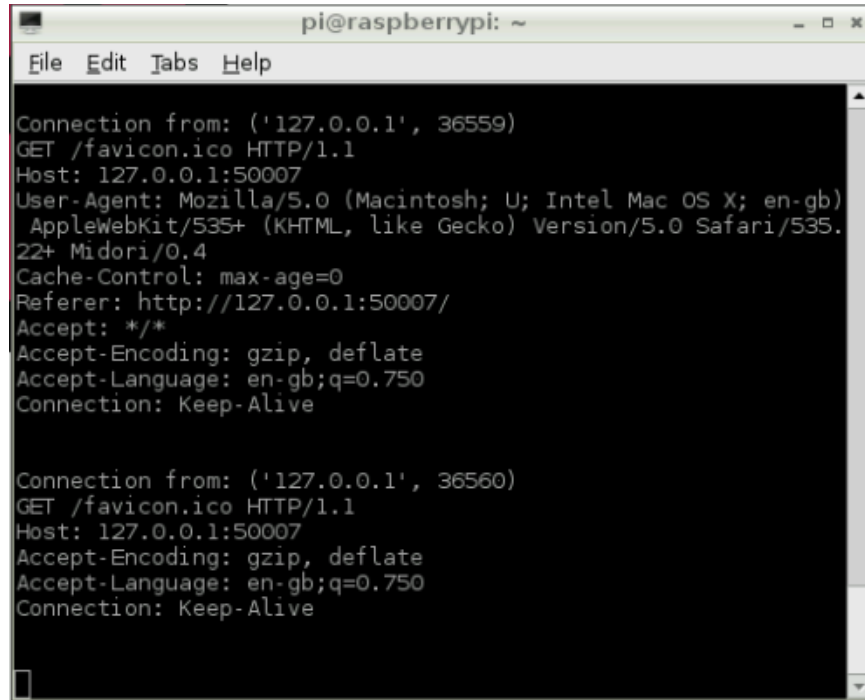


Figura 16 LXTerminal

La versión final del código se denominó: **server6.py**.

Al llamarla en la terminal esta se ejecuta, en este momento queda en espera a que un usuario se conecte. Cuando esto sucede entonces es cuando la aplicación “escucha” los comandos que el usuario acciones, para así entonces leerlos y generar una señal de salida, o en el caso de los sensores, interpretar una señal de entrada.



```
pi@raspberrypi: ~  
File Edit Tabs Help  
Connection from: ('127.0.0.1', 36559)  
GET /favicon.ico HTTP/1.1  
Host: 127.0.0.1:50007  
User-Agent: Mozilla/5.0 (Macintosh; U; Intel Mac OS X; en-gb)  
 AppleWebKit/535+ (KHTML, like Gecko) Version/5.0 Safari/535.  
22+ Midori/0.4  
Cache-Control: max-age=0  
Referer: http://127.0.0.1:50007/  
Accept: */*  
Accept-Encoding: gzip, deflate  
Accept-Language: en-gb;q=0.750  
Connection: Keep-Alive  
  
Connection from: ('127.0.0.1', 36560)  
GET /favicon.ico HTTP/1.1  
Host: 127.0.0.1:50007  
Accept-Encoding: gzip, deflate  
Accept-Language: en-gb;q=0.750  
Connection: Keep-Alive
```

Figura 17 Ejecutando Server6.py

Ya ejecutado el código, es necesario ingresar a un navegador para hacer funcionar el sistema.

En este caso se eligió Midori, siendo este el utilizado para acceder a la interfaz del usuario

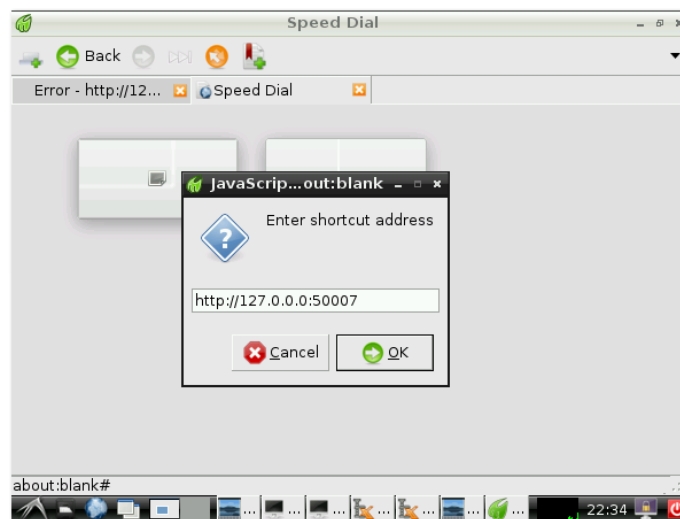


Figura 18 Navegador Midori

Dentro del navegador, se ingresa la dirección del sitio de nuestro servidor. En este caso por ser prototipo se tiene una dirección local: **127.0.0.0:50007**.

Hecho lo anterior, el navegador carga la interfaz, y en este punto se está listo para poner a prueba la aplicación:



**Figura 19 Interfaz de Usuario**

En base a la interfaz de usuario, se aprecian las opciones de comandos que el programa puede ejecutar, el estado en que se encuentra el dispositivo, así como el pin correspondiente al GPIO (solo como referencia). El campo de PIN, se puede modificar e incluir el nombre del dispositivo a controlar, como por ejemplo un acceso: ej. Puerta Principal.

Para comprobar el funcionamiento de los 3 casos, se accionan los botones en la aplicación.

## Primer caso; Botón Temporizado (PIN 22, 10 y 9)

Estos botones accionaran el dispositivo por un intervalo de 5s, y luego regresan a su estado inicial (abierto). Está enfocado a controlar puertas de acceso, ya sea peatonal o vehicular.

Para esta prueba se acciona **ABRIR** el **PIN 22**

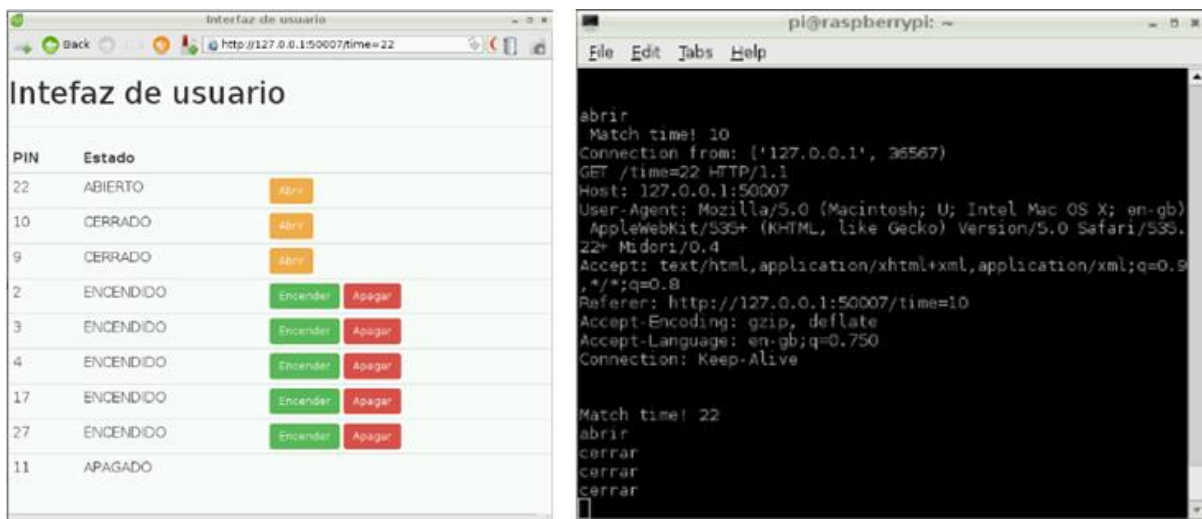


Figura 20 Proceso de Botón Temporizado (PIN22)

Al accionar el Botón (PIN 22) se puede leer en el URL el comando generado por el navegador, mismo que a su vez es interpretado por el programa (python server6.py) y ejecuta la acción, concediendo el acceso a la instalación, como se muestra en la Figura 20.

## Segundo caso; Botón ENCENDER/APAGAR (PIN 2, 3, 4, 17, 27)

Estos botones tienen la opción de encender o apagar el dispositivo según el estado en que se encuentren.

Para esta prueba se acciona **ENCENDER** el **PIN 2**

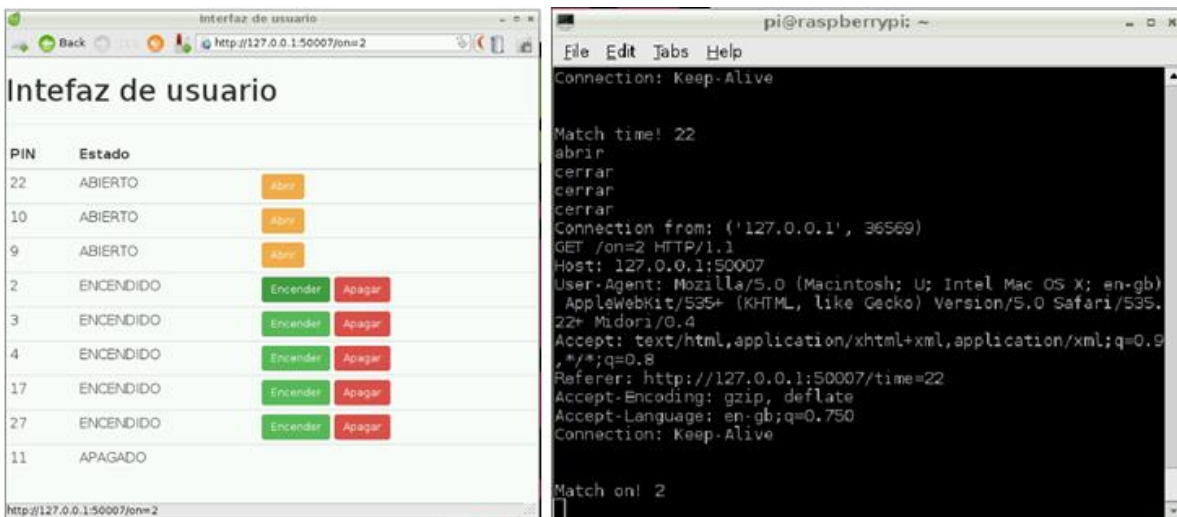


Figura 21 Proceso de Botón de Encendido (PIN 2)

Para esta prueba se acciona **APAGAR** el **PIN 2**

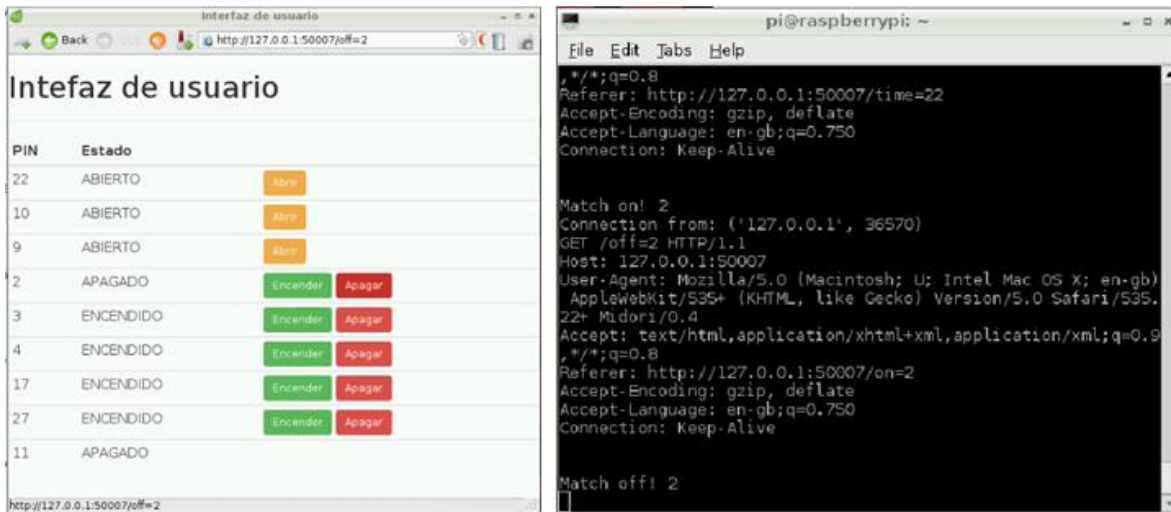


Figura 22 Proceso de Botón de Apagado (PIN 2)

Al accionar el Botón (PIN 2) se puede leer en el URL el comando generado por el navegador, mismo que a su vez es interpretado por el programa (python server6.py) y ejecuta la acción, Encendiendo o Apagando la luminaria deseada y modificando el estado del dispositivo.

### Tercer Caso; Foto Sensor (PIN 11)

Este PIN es utilizado como entrada, esta es alimentada por un sensor conectado a las terminales del RBPi, en este caso se seleccionó un Foto sensor, para detectar la presencia de luz del dispositivo a operar. Este caso tiene muchas aplicaciones, el enfoque que se le dio, es de cerciorarnos que la luminaria a operar en efecto este en funcionamiento, y así corroborar tanto el funcionamiento del sistema, tanto como el estado de la luminaria. Debido a que se puede dar el caso que el sistema mande la señal, pero exista un problema en la fase de fuerza del sistema

o inclusive que la luminaria no esté funcionando, ya sea por una avería o simplemente un foco fuera de funcionamiento.

La manera que este opera, es detectando luz a su alrededor, si existe la cantidad suficiente de luz, el sensor se satura e indica que el dispositivo esta encendido, de lo contrario indica que se encuentra apagado.

Con esto podemos concluir la fase de pruebas:

<b>Operación Remota de Dispositivo Eléctricos</b>	
<b>RESULTAD DE PRUEBAS DE OPERACION</b>	
<b>ACCION</b>	<b>FUNCIONALIDAD</b>
<b>Conceder Acceso a la Instalación</b>	<b>OK</b>
<b>Encendido de Luminaria</b>	<b>OK</b>
<b>Apagado de Luminaria</b>	<b>OK</b>
<b>Lectura de Entrada del Sensor</b>	<b>OK</b>

**Tabla 6 Resultado de Pruebas de Operación del Sistema**

# CAPITULO V

## Resultados

## CAPITULO V

### 5.1 Resultados

En base a los resultados obtenidos de usabilidad del sistema, y debido a que fueron satisfactorios, a grandes rasgos podemos decir que el sistema propuesto, es totalmente funcional y se cumplió con los objetivos planteados.

La aplicación cumple con el propósito para la cual fue diseñada, el código tiene sus ciclos definidos y muestra un desempeño estable durante su operación. La fase de fuerza no presenta problemas para accionar lo dispositivos conectados, y la interfaz de usuario luce amigable e intuitiva para una fácil interacción, con procesos transparentes para el usuario final.

Si solo se toman estos factores a consideración, se puede concluir que el trabajo quedo terminado y los resultados fueron positivos. Sin embargo, también se debe considerar que el prototipo debe ser probado en una instalación real y puesto en funcionamiento para realizar las pruebas definitivas con los dispositivos reales a operar.

En resumen, se alcanzaron los resultados deseados, un prototipo totalmente funcional, fácil de usar y de coste bajo para el usuario, pero se debe tener en cuenta, que queda la puerta abierta para su implementación en campo.

# CAPITULO VI

## Conclusiones

## CAPITULO VI

### 6.1 Conclusiones

Referente al resultado final de este desarrollo, se cumplió con la creación de una aplicación que facilite el control de ciertos dispositivos eléctricos presentes en una instalación tanto comercial como residencial. Este a su vez se puede operar mediante una plataforma web.

Queda abierta la posibilidad de implementar este desarrollo en una o varias instalaciones residenciales, puntualmente en desarrollo para evitar que los gastos de instalación se eleven, ya que como fue la intención en este desarrollo, los componentes son totalmente alámbricos por cuestiones de seguridad, evitando así la manipulación de dichos dispositivos por personas no deseadas. Esta implementación representara un nuevo reto para cuando se lleve acabo, pero en base a los resultados obtenidos se puede asegurar que es cuestión de ajuste en los tiempos de apertura y resolver los detalles propios de la instalación física de los componentes, ya que el sistema es totalmente operativo y adaptable a diferente tipo de instalaciones. Cabe mencionar que tanto el código como la aplicación (física) por diseño son escalables, esto facilita la adaptación de nuevas funciones o requisitos, para las futuras implementaciones.

En base a los análisis previos, podemos cerrar este trabajo concluyendo, que se logró desarrollar un sistema el cual permite desde la comodidad de una terminal, controlar diferentes tipos de dispositivos eléctricos utilizados en una instalación (residencial/comercial), para brindar mayor confort y seguridad de los usuarios finales, de una manera práctica, sencilla y de bajo costo.

## Bibliografía

ATMEL: Homepage (2014). Disponible en:

<http://www.atmel.com/products/microcontrollers/arm/default.aspx>

ARDUINO: Homepage, (2014). Disponible en: <http://www.arduino.cc/es>

BAKSHI U.A., GODSE A.P., (2007) Electronic Circuits, EDITORIAL: Technical Publications.

BEAGLEBOARD: Homepage, (2014). Disponible en <http://beagleboard.org>

BRAVO S.C. REDONDO D.M.A. (2004) Sistemas interactivos y colaborativos en la web. Volumen 47 of Ciencia y técnica. Universidad de Castilla La Mancha.

BOYLESTAD, NASHELSKY., (2003) Electrónica: Teoría de circuitos y dispositivos electrónicos. EU: Pearson.

BUTCHER, M. (s.f.). *μTasker operating system with integrated TCP/IP stack and target device simulator*. Obtenido de <http://www.utasker.com/>

COMER, DOUGLASE. (2015) Redes de Computadoras e Internet. Sexta Ed. EDITORIAL. Pearson Education. ISBN: 978-607-32-3324-8

CORONEL, C (2011). Bases de Datos, Diseño, Implementación y Administración. Cengage Learning Editor es.

DAN Oja, June Jamrich Parsons (2012), Computer Concepts Brief, 9na ed., EDITORIAL: Course Technology

DIAZ, J.M., (2006) Creación de Sitios Web, EDITORIAL: Prentice Hall

DU WENJIANG, (2013). Informatics and Management Science VI. Springer Science & Business Media.

EVANS, Brian W., (2007) Arduino Programming Notebook.

ENRIQUEZ H.G., (2005) Guia para el diseno de instalaciones electricas, residenciales, industriales y comerciales / Guide for Design of Residential, Industrial and Commerical Electrical Installations. Editorial Limusa, 2005

GALEANO, G., (2009) Programación de Sistemas Embebidos en C, EDITORIAL: Alfaomega

GALILEO, (2014). Disponible en <http://www.intel.com/content/www/us/en/intelligent-systems/galileo/galileo-overview.html>

GERHART J.(1999), Home Automation and Wiring, EDITORIAL: McGraw-Hill

GREAT Reasons to Web Enable a Device. (s.f.). Obtenido de <http://www.blunkmicro.com/webreasons.htm>

HARMAN. K.L, ( 2008). Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) Receiver, User Manual. Defense Technical Information Center.

HERMOSA D.A., (2011). Electronica Aplicada. Marcombo.

HUIDOBRO J.M. MILAN T.R.J (2010), Manual de Domotica, EDITORIAL: Creaciones Copyright SL

KYAS O. (2013), How to Smart Home, EDITORIAL: Key Concept Press

MAESTRE J Ma. (2015) Domotica para ingenieros. Ediciones Parainfo, S.A.

MAQUILON S.J. et al. (2014). Vivencias innovadoras en las aulas de primaria. Ediciones de la Universidad de Murcia (Editum).

MIGUELAÑEZ G..J.M, (2015). Referencia Digital Para Tma-S (Vol. I) . Lulu.com Publisher Lulu.com ISBN1326421727, 9781326421724

MODER J., PHILLIPS C. y DAVIS E., (1983), Project Management with CPM, PERT and Precedence Diagramming, 3er. Ed.

MORALES R. C., SERRANO F. V., LOZANO C. C.(2007), Domótica e Inmotica, EDITORIAL: Alfaomega

NESTOR NAVARRETE, (2009) ELECTRONICA E INFORMATICA. Parramon. ISBN. 9788434226098

PARALLAX: Homepage, (2014). Disponible en <http://www.parallax.com>

PROJECT Management Institute (2004), Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos, 3er. Ed.

QUEZADA R.C., (2004). Manual HTML. UNAM. División de Ingeniería Eléctrica

RASPBERRY PI, (2013) Raspberry Pi Foundation, Disponible en [http:// Raspberrypi.org](http://Raspberrypi.org)

SANCHEZ L.J.D. (2002). Dispositivos electronicos de potencia. UABC

SANTO ORCERO, D., (2007), Hardware Libre, Todo Linux, Madrid: Studio Press.

STAFF, U (2014). ELECTRÓNICA 3: Plataformas Arduino y Raspberry Pi. USERS

SANTAMARIA E, (1993). Electronica digital y microprocesadores. Univ Pontifica Comillas, 1993.

SILVA S. D, (2012), Web Server Administration, Edicion: Illustrated.

WIRING, (2008). Disponible en: <http://www.wiring.org.co>

SCHWARTZ M.(2013), Home Automation with Arduino, EDITORIAL: Open Home Automation

TANENBAUM, A. S. (2003) Computer Networks, EDITORIAL: Prentice Hall.

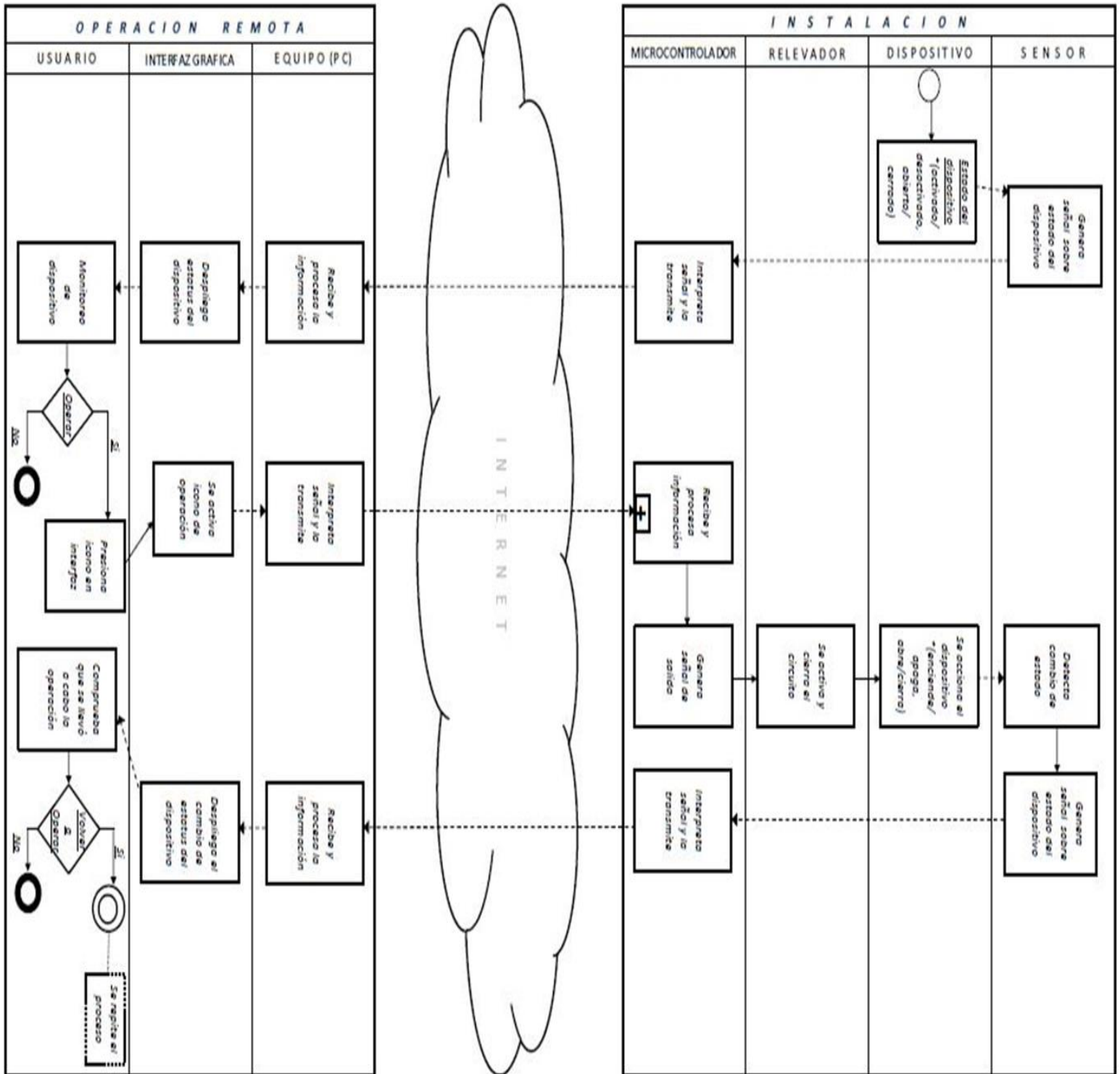
UNDERGRADUATE Academic Research Journal (UARJ) (2012), ISSN: 2278 – 1129, Volumen-1, Ejemplar-3 y 4.

## Anexos

### Esquema Conceptual



# Diagrama de Proceso



# Diagrama Electrónico del Sistema

