



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA PARA DOMÓTICA
UTILIZANDO PROTOCOLO IP V4

Trabajo de Titulación en conformidad con los requisitos establecidos para optar
por el título de Ingeniero en Redes y Telecomunicaciones.

Profesor Guía

Ms. Héctor Fernando Chinchero Villacis

Autor

Giovani David Mosquera Valenzuela

Año

2016

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el/la estudiante, orientando sus conocimientos para un adecuado desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

.....

Héctor Fernando Chinchero Villacis
Ingeniero en Electrónica Automatización y Control.
Master en Domotica y Hogar Digital
C.I. 171545133-0

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

.....
Giovani David Mosquera Valenzuela

CI: 171342908-0

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia por el apoyo en todo momento de mi carrera, los ánimos y fuerza que siempre me brindaron para culminar mis estudios, y a todos mis amigos que siempre me dieron su apoyo y en especial a una persona que llegó a mi vida.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi Dios, mi madre, a mi demás familia, y a una mujer especial que ha esta junto a mí, y porque son las personas que siempre han estado a mi lado brindándome todo su apoyo.

RESUMEN

Todas las consideraciones que se deben tener en cuenta para este proyecto son, el análisis, y el estudio de las diversas tecnologías existentes en el mercado en Domótica. Cabe indicar que este proyecto está orientado al interactuar las tecnologías de domótica con las redes TCP/IP que poseen actualmente en los hogares del Ecuador.

Así tenemos que en el Capítulo I, se dará una breve explicación de la domótica en el mundo, los servicios prestados con la domótica, las tecnologías usadas en los sistemas de control de los dispositivos y sensores de los hogares. Y la infraestructura para la interconexión con las redes IPV4.

Dentro el Capítulo II se realizará un análisis de las diferentes tecnologías de control en la parte domótica y la interconexión con la tecnología IPV4 orientada a la red TCP/IP.

En el Capítulo III, se realizará el análisis de los servicios que se prestarán a los usuarios en los hogares, con lo cual se establecerán los alcances del proyecto.

En los últimos capítulos, se realizará la implementación del sistema de domótica, tomando en cuenta la Configuración de cada dispositivo para la interconexión con IPV4, y funcionamiento de equipos.

ABSTRACT

All considerations to keep in mind for this project, analysis, and study of the various existing market in Automation technologies. It should be noted that this project is oriented automation technologies interact with TCP / IP networks that currently own homes in Ecuador.

So in Chapter I, we have to be given a brief explanation of home automation in the world, with home automation services, technologies used in control systems and sensor devices household. And infrastructure for interconnection with IPv4 networks.

In Chapter II, an analysis of the different control technologies in the automation part and interconnection technology oriented IPV4 TCP / IP network is realized

In Chapter III, the analysis of the services were rendered to users in homes, thus the scope of the project will take place be established.

In the final chapters, It will be performed the implementation of automation system, considering the configuration of each device for interconnection with IPv4, and operation of equipment.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEORICO	2
1. ESTUDIO DE LAS TECNOLOGÍAS DOMÓTICA Y RED TCP/IP	12
1.1 Sensor, actuador, interfaz de usuario entre otros.....	12
1.2 Arquitectura Centralizada	13
1.3 Arquitectura Distribuida.....	14
1.4 Red de control.....	16
1.5 Análisis de Tecnologías sobre Domótica.....	17
1.5.1 Conclusiones del Análisis comparativo de Tecnologías sobre domótica.....	20
1.6 Redes TCP/IP	20
1.7 Web Hosting	24
1.8 Control RF Broadlink RM-Pro.....	25
1.9 Análisis comparativo de Raspberry Pi con otros equipos similares	28
1.9.1 Raspberry Pi:	28
1.9.2 Arduino:	31
1.9.3 DoMobile	32
1.9.4 HummingBoard-Gate.....	35
1.9.5 Orange Pi	37
1.9.6 Conclusiones del Análisis comparativo de Raspberry con otros Sistemas.....	39

2.	ANÁLISIS GENERAL DE SISTEMAS PARA CASAS INTELIGENTES.....	42
2.1	Sistemas de Domótica en Europa.....	42
2.1.1	Nest Thermostat / Termostato Nido.....	42
2.1.2	Canary.....	43
2.1.3	Goji.....	44
2.1.4	Revolv.....	45
2.2	Sistemas de Domótica en América.....	46
2.2.1	Control DTI.....	46
2.2.2	Soldel Ecuador.....	47
2.3	Sistemas de Domótica en el Mundo.....	49
2.3.1	ZigBee:.....	49
2.3.2	Electrodomésticos Inteligentes:.....	52
2.4	Conclusiones del Análisis de Sistemas de Domótica.....	53
3.	DISEÑO Y DESARROLLO.....	55
3.1	Componentes Infraestructura de Red.....	56
3.2	Seguridad (servicios – funcionalidad).....	57
3.3	Descripción diagrama Seguridad Local de la Figura 40.....	65
3.4	Descripción diagrama Seguridad Externo de la Figura 41... ..	67
3.5	Descripción diagrama Cámara Web Figura 42.....	69
3.6	Confort (servicios – funcionalidad).....	69
3.7	Descripción diagrama Confort Local Figura 48.....	75
3.8	Descripción diagrama Confort Externo Figura 49.....	77
3.9	Implementación de Prototipo.....	84

4.	PRUEBAS DE PROTOTIPO	88
4.1	Pruebas con Módulo de Confort.....	88
4.2	Pruebas con Módulo de Seguridad.....	94
4.3	Pruebas con Módulo de Cámara Web.....	96
4.4	Pruebas con acceso a plataforma vía Web Hosting.....	97
5.	Análisis de Costo del Prototipo.....	102
5.1	Análisis Económico o Presupuesto de Proyecto.....	102
6.	Conclusiones y Recomendaciones	104
6.1	CONCLUSIONES.....	104
6.2	RECOMENDACIONES.....	107
	REFERENCIAS	108
	ANEXOS	113

INTRODUCCIÓN

En el proyecto de tesis se da una breve explicación de la domótica en el mundo, los servicios prestados a los usuarios de hogares con la domótica, las tecnologías usadas en los sistemas de control de los dispositivos y sensores, dispuestos dentro de los hogares.

Se realiza una breve explicación de la infraestructura de red, para la interconexión con la tecnología IPV4.

Se pone como antecedente que, en los últimos años se ha evidenciado un alto desarrollo en Domótica o automatización de los servicios dentro de los hogares, e incluso la integración de dichos servicios con el acceso a internet. Por tal razón ahora hablar de una casa inteligente es algo muy cotidiano que hasta los niños lo entienden. De igual manera la palabra Domótica cada vez es más común en la sociedad.

Dentro de la Domótica, se puede decir que no es más que prestar un mejor servicio a las necesidades para los seres humanos dentro de su hogar. Así que se puede definir que, Domótica es un conjunto de sistemas tecnológicos que permiten automatizar un hogar, aportando diversos servicios tales como puede ser, el ahorro energético, confort, seguridad, comunicaciones, y la interacción o comunicación entre el usuario y dichos sistemas.

MARCO TEORICO

Antecedentes

En los últimos años se ha evidenciado un alto desarrollo de los equipos tecnológicos de los hogares, e incluso una integración de los diferentes servicios tecnológicos prestados para los usuarios dentro de sus viviendas, por lo que hablar de una casa inteligente es algo cotidiano, y de igual manera la palabra Domótica cada vez es más común en la sociedad.

Por definición Domótica, es un conjunto de sistemas tecnológicos que permiten automatizar las viviendas, aportando diversos servicios tales como puede ser, el ahorro energético, confort, seguridad, comunicaciones, y la interacción o comunicación entre el usuario y dichos sistemas. (Asociación Española de Domótica e Inmótica, 2010)

Para poder definir los diversos servicios que puede prestar la Domótica, previamente se analizan los sistemas tecnológicos de comunicación:

- **Tecnología Busing:** Es un sistema de comunicación abierto, diseñado específicamente para las aplicaciones Domótica. Su funcionamiento permite que cada dispositivo conectado tenga autonomía propia. Este sistema permite la interconexión con otros sistemas de comunicación tales como: línea telefónica (tonos), internet (TCP/IP), sistemas de comunicación (RS-232), gateway BUSing-USB; todo esto lo realiza por medio de Gateway y/o pasarelas. Además puede integrarse con diferentes sistemas domóticas (X10, KNX, Lonworks, Hometronic, etc.), por medio de una pasarela de integración. (Ingeniería CASADOMO, sf).
- **Tecnología X10:** Es un protocolo que permite establecer un control de los dispositivos por medio de la red cableada eléctrica (110V – 220V), debido a que los datos de control son enviados por el cableado, que ya poseen los hogares. Este protocolo es el más utilizado en varias marcas de equipos de automatización esto lo hacen con el fin de reducir costos de instalación. (Departamento Técnico DOMOTICAVIVA, 2003).

- **Tecnología KNX:** Este es un estándar internacional en tecnologías para el control y automatización de viviendas. Su comunicación está basada en diversos medios de transmisión tales como: Par Trenzado, Powerline, Radio Frecuencia y Ethernet/IP, todos estos tipos de medios de transmisión son interconectados a la tecnología KNX, por medio de acopladores de medios. (KNX Association cvba, 2015).

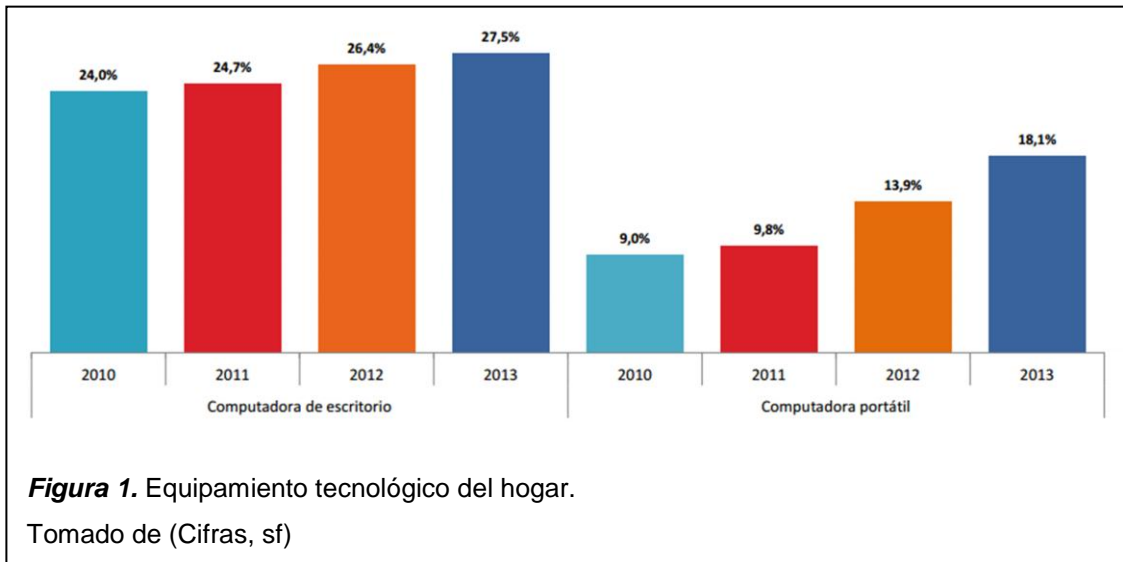
- **Tecnología Lonworks:** Es un estándar propietario, basado en el esquema LON (Local Operation Network), consiste en nodos o dispositivos electrónicos configurables, conectados entre sí por un medio físico y la intercomunicación la realizan por medio de un mismo protocolo de comunicación. El funcionamiento para la transmisión de esta tecnología es muy similar al de TCP/IP, ya que sus datos de transmisión van sobre par trenzados, RF, fibra; etc. (Paikan, 2015).

- **Protocolo TCP/IP:** Es un protocolo abierto, orientado específicamente a conexión de redes. Está diseñado para ser un componente en la red, o podríamos decir que si se habla de una red TCP/IP hablamos de la transmisión de un paquete de datos, en donde cada paquete consta de una cabecera donde se tiene la información de control, tal como la dirección de destino y de origen; en el resto de la trama de los paquetes va los datos de información. Este protocolo está formado por un emisor y receptor en los extremos del cable eléctrico que conecta al dispositivo y su interruptor, que proporcionan instrucciones de encendido y apagado, estas instrucciones viajan a través de dicha línea de conexión. (BERMUDEZ, NIETO, RIOS, GONZALEZ, & MALPICA, 2003).

Con estos antecedentes sobre las tecnologías en la domótica, es necesario también realizar una revisión sobre la tecnología que los usuarios están habituados a usar, y cuáles serían los valores porcentuales existente específicamente en Ecuador.

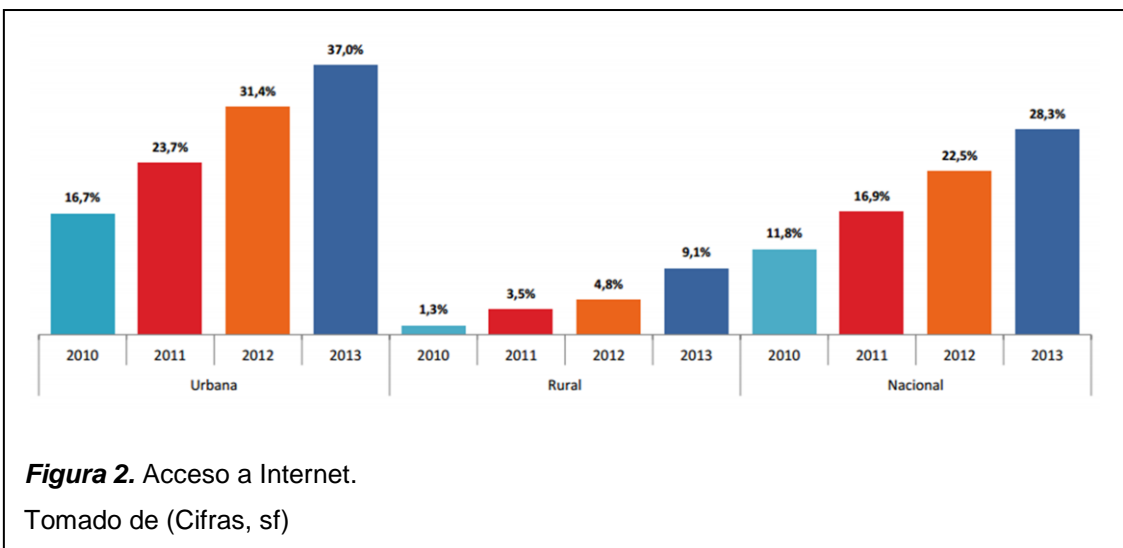
Resultados de Usos de Tecnologías en Ecuador:

Equipamiento tecnológico del hogar a nivel nacional



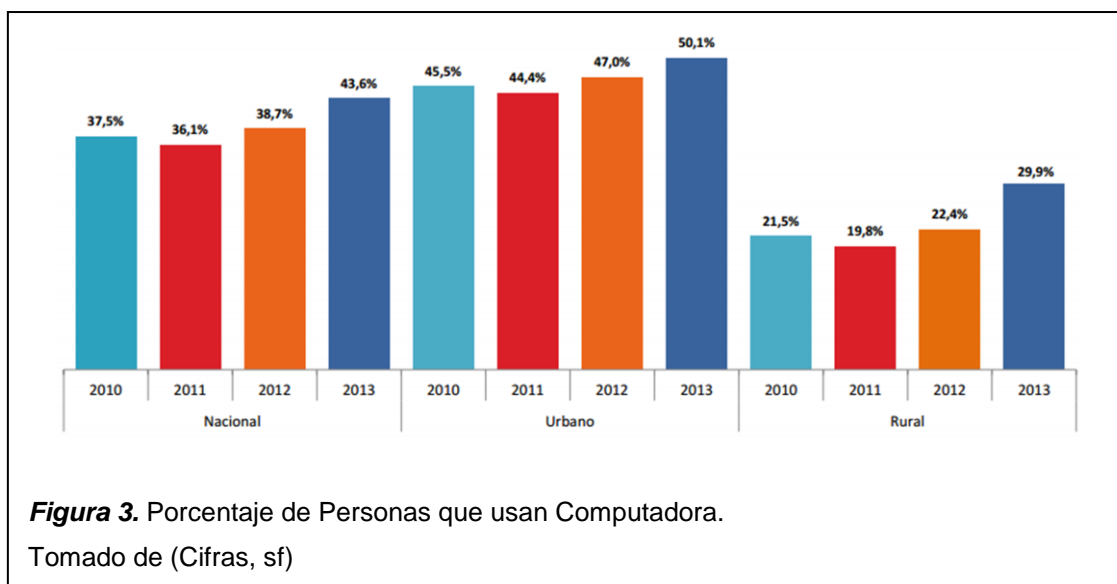
“El 18,1% de los hogares tiene al menos un computador portátil, 9,1 puntos más que lo registrado en 2010. Mientras el 27,5% de los hogares tiene computadora de escritorio, 3,5 puntos más que en 2010.” (Cifras, sf).

Acceso al Internet según área



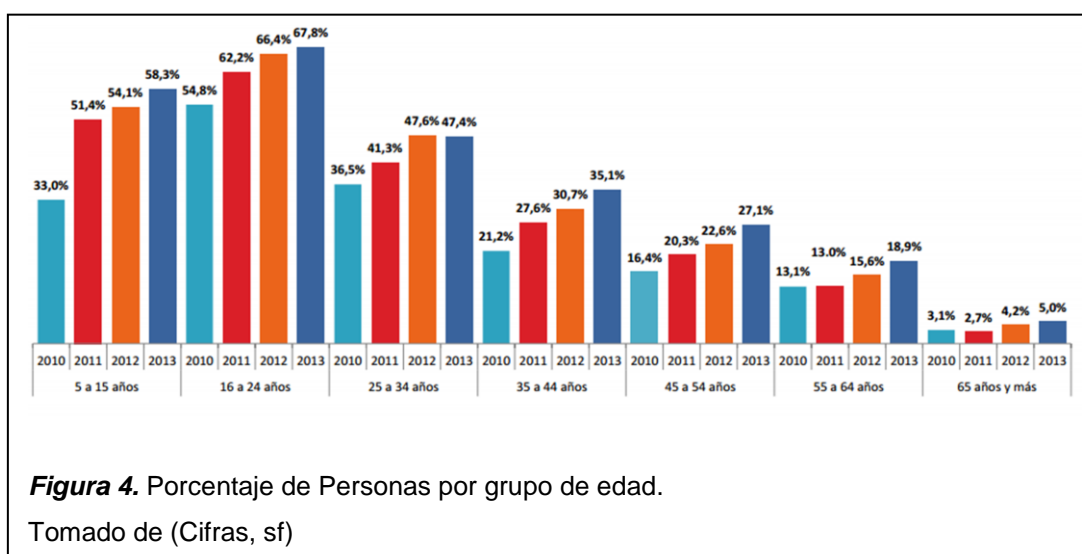
“El 28,3% de los hogares a nivel nacional tienen acceso a internet, 16,5 puntos más que en el 2010. En el área urbana el crecimiento es de 20,3 puntos, mientras que en la rural de 7,8 puntos.” (Cifras, sf).

Porcentaje de personas que utilizan computadora por área



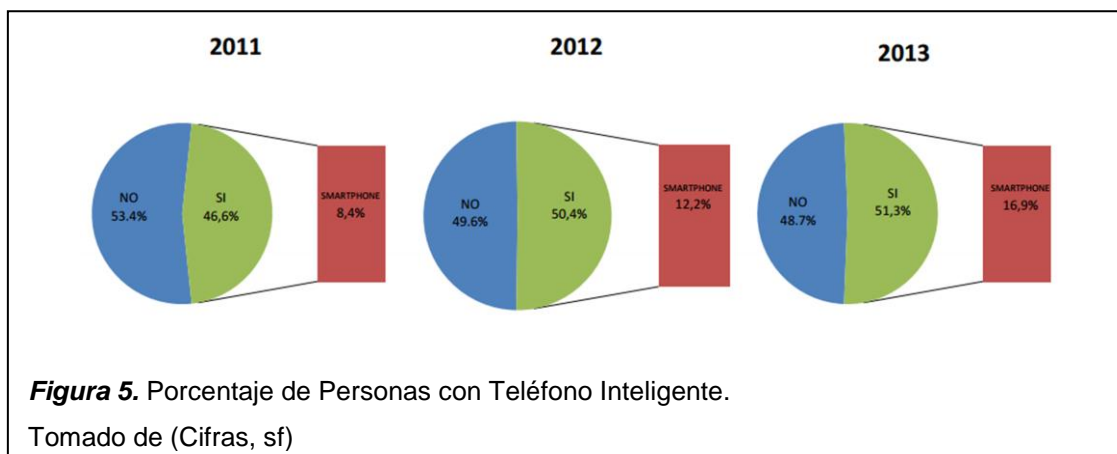
“En el 2013, el 43,6% de las personas de Ecuador utilizaron computadora, 6,1 puntos más que en el 2010. En el área rural el incremento es de 8,4 puntos más que en el 2010.” (Cifras, sf).

Porcentaje de personas que utilizan computadora por grupos de edad a nivel nacional



“El grupo de personas de edad avanzada, con mayor número de personas que utilizaron computadora es el que está entre 16 a 24 con el 67,8%, seguidos de 5 a 15 años con 58,3%” (Cifras, sf).

Porcentaje de personas que tienen teléfono inteligente (SMARTPHONE) a nivel nacional



“El 16,9% de las personas que posee un celular tiene un teléfono inteligente (SMARTPHONE), frente al 8,4% del 2011, es decir 8,5 puntos más.” (Cifras, sf).

Además para poder ir definiendo los servicios a prestar, se analiza que en la actualidad los habitantes del Ecuador, han visto la necesidad de tener un sistema de seguridad en sus domicilios, puesto que ha subido el índice de delincuencia. Tal como lo indican los estudios realizados por el ministerio del Interior a finales del año 2013. (Arroyo, 2013).

Se concluye, que surge la necesidad de crear un sistema domótico con interconexión IP V4, para el control y monitoreo de los hogares en el Ecuador. Este proyecto es visionario, ya que pretende desarrollar la fusión de varios sistemas existentes en el medio, por medio de protocolo IPV4. Para cubrir algunas necesidades que surjan después de un estudio de mercado tecnológico.

Otro antecedente importante es, el análisis realizado de estudios sobre domótica y con la interconexión con TCP/IP, así se tiene:

- Diseño e implementación de un sistema de automatización para el hogar sobre el protocolo X-10 y con interfaz para PC. Esta es una tesis realizada por estudiantes de la facultad de la Escuela de Ingeniería en Electrónica y control, de la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador en Quito, Marzo 2007. (Salazar, 2007).
- Diseño de una instalación Domótica con tecnología LONWORKS, de la Ingeniería en Automática y Electrónica Industrial, de la Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena 05 de Febrero de 2010.
- Domótica: Protocolo x10, del Centro de Investigaciones y Desarrollo – Facultad de Ingeniería, de la Universidad de Manizales, Julio 2004. (Gonzales, 2015)
- Como ejemplo de éxitos tenemos, a la empresa que está incursionando en el mercado exterior tal es, las soluciones de cámaras D-Link, que permiten una plataforma de administración en la nube. (Departamento de Tecnología, 2013).

De todo esto se evalúan técnicamente los equipos que intervendrán en el sistema, que son:

- Equipos de Domótica que puedan interconectarse con protocolos IP/TCP.
- Controladores de equipos domésticos (TV, Radios, equipos electrónicos controlados por RF).
- Una plataforma de Red LAN y WLAN, que permitirán la fusión de los sistemas. Para interconexión de estos dos sistemas es necesario construir una infraestructura de red Wlan y LAN (Switch Access Point, Modem Internet) con IPV4,
- Y una administración centralizada por medio de un servidor que contendrá la conexión a internet a través de un web hosting.

Justificación

En la actualidad el gran crecimiento de la delincuencia en Ecuador, y el aumento tecnológico en los hogares, es necesario entregar a la comunidad un sistema de control y monitoreo, de sus hogares. Tomando en cuenta los servicios prestados, por medio de sistemas Demóticos, con comunicación bajo el protocolo IPV4, que es amigable al usuario, y con el control centralizado de todos estos servicios.

Por todo lo mencionado anteriormente, se evidencia un problema de no tener un sistema centralizado, para la administración de todos los servicios existentes en el hogar. La solución al problema, es fusionar dos sistemas existentes, el sistema de Demótica y un sistema de red inalámbrica (WLAN), para la comunicación con equipos Smart como celulares, y a la vez el servicio de comunicación a internet, dando un acceso desde cualquier parte del mundo, por medio de un web hosting, accediendo desde los equipos personales (laptop, Smart phone, Tablet).

Este proyecto puede ser aplicado como un avance académico, e innovación tecnológica en el Ecuador, poniendo en práctica los conocimientos adquiridos en la universidad (UDLA) y la experiencia adquirida en el ámbito laboral. Además, da un beneficio enorme con uno de los servicios prestados, el confort, al mejorar su calidad de vida, en especial en hogares que uno de sus integrantes se le es complicado su movilidad al interior de una vivienda, o persona de la tercera edad a la que se le dificulte el moverse al interior de su hogar. (Cifras, sf)

Objetivos

Objetivo General

Diseñar e Implementar un sistema de domótica, con interconexión a tecnología IPV4. De tal manera que sea factible el control centralizado con dispositivos conectados a una red TCP/IP.

Objetivos Específicos

- Definir servicios a usuarios prestados en el hogar, para la administración de los mismos.
- Proporcionar un análisis de las tecnologías sobre Domótica.
- Diseñar una red TCP/IP con interconexión al sistema de Domótica.
- Integrar el control de los equipos electrónicos de un hogar, cámaras de seguridad IP, periféricos, y sensores por medio de una sola red LAN y WLAN.
- Proporcionar al usuario una plataforma amigable y que pueda tener acceso tanto a equipos de seguridad, como a electrodomésticos Smart.
- Diseñar una red LAN, Wlan (Switch, Modem, Access Point), para integrar los equipos de monitoreo, control, y que sea visualizada desde una sola plataforma (una sola página de inicio) montados en un servidor de RED, el mismo que tenga la conexión de internet y el acceso vía web hosting.
- Realizar un análisis de forma general de los sistemas actuales, que integran un administrador de casas inteligentes, pero lo hacen en forma separada, las soluciones de red inalámbrica Wireless y la administración de equipos propios del hogar (electrodomésticos).
- Analizar los costos por el control y administración de un sistema demótico con interconexión IPV4.

Alcance

El alcance de este proyecto de titulación es el elaborar un sistema de domótica con interconexión IPV4, que permita la administración y control del sistema por medio de una sola plataforma de Control, o página web. Este sistema consistirá en fusionar la Domótica con protocolo IPV4; y un acceso remoto desde cualquier parte del mundo por medio de un Web Hosting (compra de un sitio web para publicar), con acceso por usuario para dar un grado de seguridad informática.

Para llegar a tener un solo sistema, es necesario tomar en cuenta los servicios a prestar dentro del hogar, en la parte Domótica, por lo tanto, el proyecto se enfoca en:

Tabla 1. Servicios de Hogar

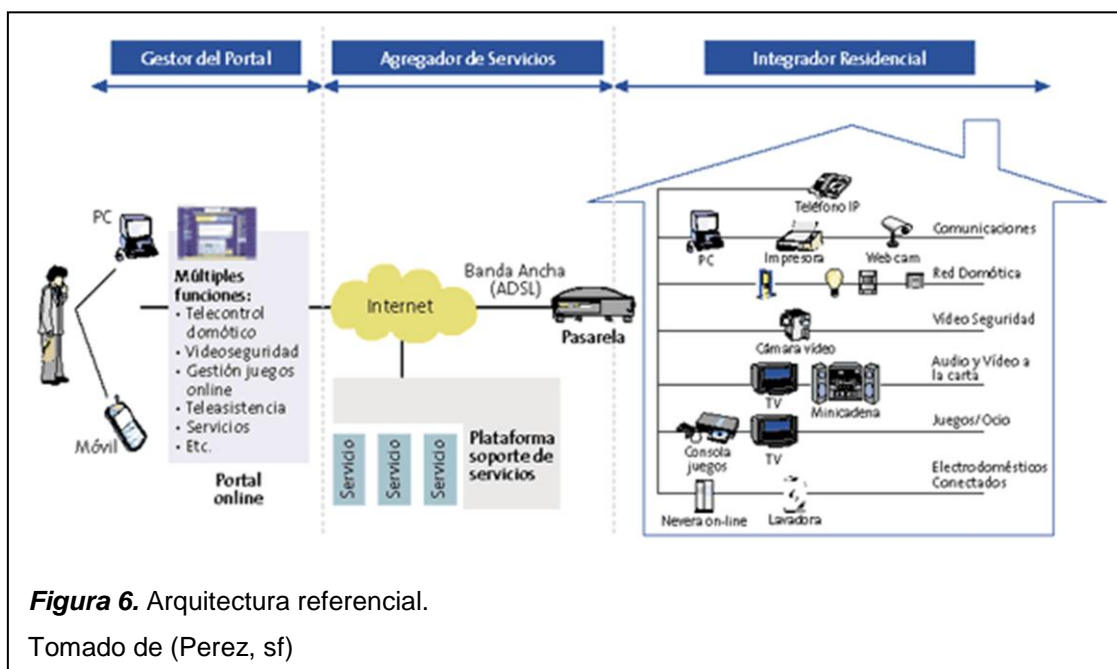
SERVICIOS DE HOGAR		
Seguridad	Confort	Comunicación
Video Vigilancia en Acceso principal.	Encendido de Luces	Enlace de internet (acceso por Web Hosting)
Detección de acceso no autorizado en Ventanas y puertas	Manejo de equipos RF dentro del hogar	Acceso inalámbrico para dispositivos wifi
	Control de Cortinas	Conexión alámbrico de la red de Equipos.
	Integración de servicio de impresión	

Para alcanzar el objetivo de interactuar con protocolo IPV4, los parámetros técnicos de los equipos a interactuar, deben tener la posibilidad de ser asignados una dirección IP. Así se puede encontrar equipos como cámaras de seguridad, y los equipos controladores de los dispositivos del hogar (electrodomésticos).

Y en la parte Domótica hay que encontrar pasarelas que permitan la interconexión, entre tecnologías de control (X-10, NKX, etc.) con la tecnología TCP/IP.

En forma general se tratará de alcanzar la integración de la domótica, con los servicios de red alámbrica, inalámbrica (wifi) bajo el protocolo IPV4. Todo esto para prestar los servicios que se muestra en la Tabla 1.

Por lo tanto se define la siguiente Arquitectura.



La Figura 6, muestra la integración del sistema de domótica con la red alámbrica e inalámbrica Wifi, por medio de protocolos IPV4, de la siguiente manera: Los dispositivos de automatización tendrán una pasarela que permita la conversión a un sistema TCP/IP, que serán asignados una única dirección IPV4. La misma que permite comunicar con el servidor web dentro de la red, donde se accede a las consolas de administración, para el control y monitoreo de cada uno de los dispositivos que conforman el sistema de domótica. Este equipo servirá como punto de conexión a internet, para el acceso vía web hosting, por donde deberán registrar el acceso desde cualquier parte del mundo en Internet. (Perez, sf).

1. ESTUDIO DE LAS TECNOLOGÍAS DOMÓTICA Y RED TCP/IP.

En este capítulo se realiza un análisis de las diferentes tecnologías de control en la parte domótica y la interconexión con la tecnología IPV4 orientada a la red TCP/IP. Así tenemos:

1.1 Sensor, actuador, interfaz de usuario entre otros

En este tema se revisa los diversos tipos de sensores, actuadores e interfaces para usuarios, para plantear una relación con la tesis en desarrollo.

- **Sensor:** Es el dispositivo electrónico, que capta el entorno físico o químico y la información obtenida la transmite al medio de lectura o sistema, en este caso un sensor de movimiento.
- **Actuador:** Este es un dispositivo electrónico o mecánico, capaz de ejecutar, recibir una señal o pulso eléctrico, que la convierte en una orden que fue enviada por el controlador, y efectúa una acción sobre un solo equipo, o todo el sistema (encendido/apagado, subida/bajada, apertura/cierre, etc.).
- **Interface:** Las interfaces refiere a la forma de visualizar y gestionar, el sistema de domótica, desde los dispositivos de usuario (pantallas, celulares Smart, Internet, conectores) y los diferentes formatos (binario, audio), toda esta información del sistema es visible para los usuarios.

Con esto se tiene múltiples posibilidades de interfaces, para mostrar la información y dar administración, a los usuarios. Los mismos que se detallan a continuación:

- Pulsadores eléctricos.
- Control remoto RF.
- Micrófono para control por voz.
- Pantalla táctil.
- Sensores de movimiento.
- Cámaras IP.
- Smart Phone

- **Controlador:** Es el dispositivo central en una instalación domótica, que administra el sistema según las instrucciones programadas, y actúa con la información que recibe.

Además, el controlador utiliza las distintas tecnologías de conectividad, e interconexión de las que van a hacer uso los distintos dispositivos de la red domótica: Ethernet TCP/IP, BlueTooth, ZigBee, X10, KNX, etc.

- **Bus:** Es el medio de transmisión, que traslada los datos de órdenes, entre los distintos dispositivos electrónicos, por un sistema de red propio (conexión por cable entre equipos), por las redes de comunicación de otro tipo de sistema (red eléctrica, red telefónica, red de datos, etc.), o puede ser por medios inalámbricos (WiFi).

Por todo esto es preciso decir que, todos los dispositivos del sistema de domótica, no necesariamente están físicamente separados, ya que varias funciones a cumplir pueden estar en un mismo dispositivo. Así se puede tener que, un equipo de Central de Domótica, puede ser usado como un controlador, o actuador. (Ingeniería CASADOMO, sf)

1.2 Arquitectura Centralizada

Es aquella en la cual el sistema de domótica, está constituido por un controlador, el mismo que recibe información de todos los equipos que forman parte del sistema (actuadores, sensores, interfaces, otros), y los administra con la información recibida. Después de procesar dicha información, se transforma en acciones sobre los actuadores, y sus interfaces. El Controlador principal es el principal administrador del sistema en cuestión. (Carretero, sf)

Para determinar qué modelo de arquitectura se debería tener en cuenta para el proyecto, se validarán las ventajas y desventajas de cada arquitectura. Teniendo así:

VENTAJAS:

La mejor característica de este sistema, es su potencia e inteligencia, ya que puede ser administrado por procesadores muy potentes, ideal para integraciones complejas, y donde subsisten diferentes sistemas que

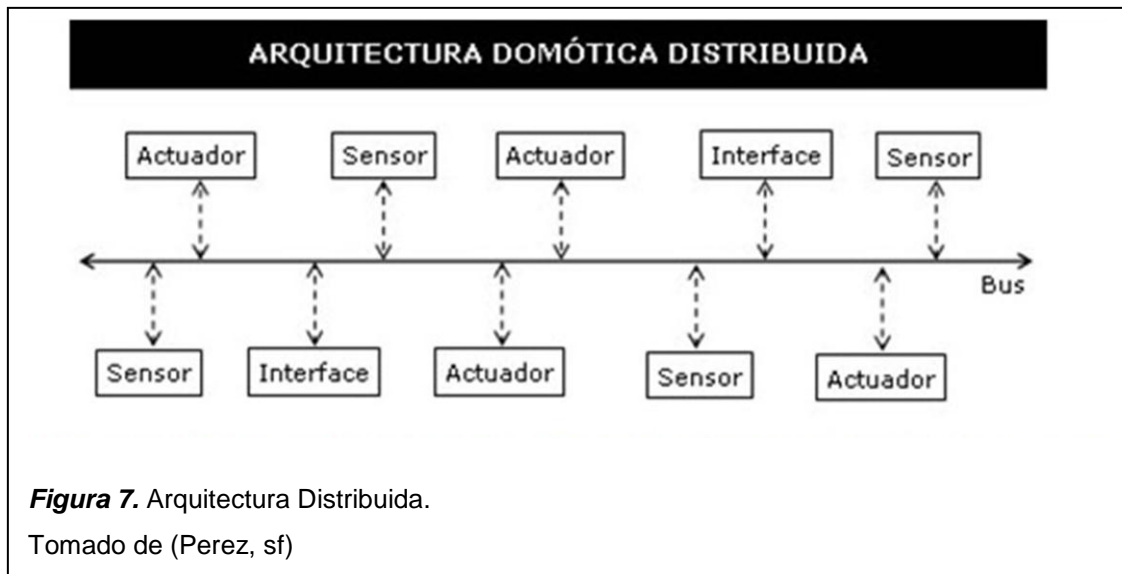
procesarán a alta velocidad, gran cantidad de información. Este tipo de arquitectura es muy usada por los mejores implementadores de sistemas, por su versatilidad y flexibilidad al momento de integrar, en su programación, haciendo posible las necesidades de los usuarios más exigentes.

DESVENTAJAS:

Al ser una arquitectura centralizado, se puede denotar, que toda la responsabilidad del sistema está sujeta al funcionamiento solo del Controlador Master, por tal razón si falla o ausencia del mismo, todo dejaría de funcionar. Pero este es un aspecto que no necesariamente ocurre en el sistema de domótica centralizado, ya que este problema también lo tienen los sistemas distribuidos, que lo veremos más adelante, porque si la fuente de alimentación falla, el bus que conecta a los dispositivos, también falla y se cae todo el sistema. (Carretero, sf).

1.3 Arquitectura Distribuida

En una arquitectura distribuida de un sistema de domótica, se diferencia del centralizado, porque los dispositivos que forman parte del mismo, tienen integrado un procesador, que administra o procesa la información, la misma que es pre-programada. En general la aplicación corre para ciertas funciones específicas, y actúa según la información que reciba por el bus de datos, y que se conecta con los demás dispositivos, que comunican la información entre todos ellos, tanto las entradas (pulsadores, interfaces, sensores, etc.), como las salidas (actuadores dimmers, relés, etc.). Este tipo de arquitectura también es muy solicitado en sistemas inalámbricos.



La figura 7, explica que cada actuador, controla su propio sensor, he interface. Teniendo así un control independiente de cada actuador. (Carretero, sf)

De igual manera que en la anterior arquitectura, se destaca las ventajas y desventajas, del sistema de domótica, tal es así que tenemos:

VENTAJAS:

La característica fundamental de esta arquitectura, es que cada dispositivo tiene autonomía propia; lo que les permite proporcionar seguridad al sistema. Se diría que se reparte la responsabilidad, y que si existen falla en algún segmento del sistema de domótica, puede seguir funcionando otros segmentos. Otra ventaja de esta arquitectura es que, son ideales para lugares ya terminados o edificios en estado habitable. No es necesario centralizar todo el cableado a un cuarto central o rack eléctrico.

DESVENTAJAS:

La desventaja es que el procesamiento está segmentado por dispositivo, que dispone de un pequeño procesadores, el mismo que cumplen funciones específicas según su programa desarrollado. En esta arquitectura, no se puede obtener gran potencia del sistema, tal es así que, al perder la comunicación de los sensores de puertas, se tendrá que utilizar módulos para restablecer la comunicación. Adicionalmente, por estar pre-programados para funciones

específicas, no suelen ser demasiado flexible a la hora de programar. (Carretero, sf)

1.4 Red de control

Es uno o más sitios desde los cuales se efectúa el control del sistema de domótica, en función del medio de transmisión (TCP/IP), y la transmisión de datos de información, por medio de enlaces físicos o inalámbricos.

En la medida que las organizaciones van creciendo, pueden operar más de un Centro de Control, para segmentar el control y gestión de las redes, en función de las diferentes tecnologías que coexisten (ejemplo típico: redes telefónicas y redes de datos), o para proveer redundancia geográfica.

El Centro de Control de la Red, es responsable de gestionar en función de alarmas, todos los problemas que existan sobre la red, o condiciones que requieran atención especial, para evitar impacto en el rendimiento de los servicios prestados a los clientes finales. Por ejemplo, en un entorno de telecomunicaciones, el Centro de control es responsable de monitorizar los fallos de energía, alarmas en las redes de transporte y otros aspectos de rendimiento, que afectaría a los servicios prestados a los usuarios. El CC (centro de Control), está determinado a analizar los problemas, ejecutar troubles hooting, despachará personal de campo si fuese necesario, así como efectuar seguimiento hasta su solución. El CC también puede escalar a técnicos especializados, de forma que sea resuelto en el tiempo adecuado.

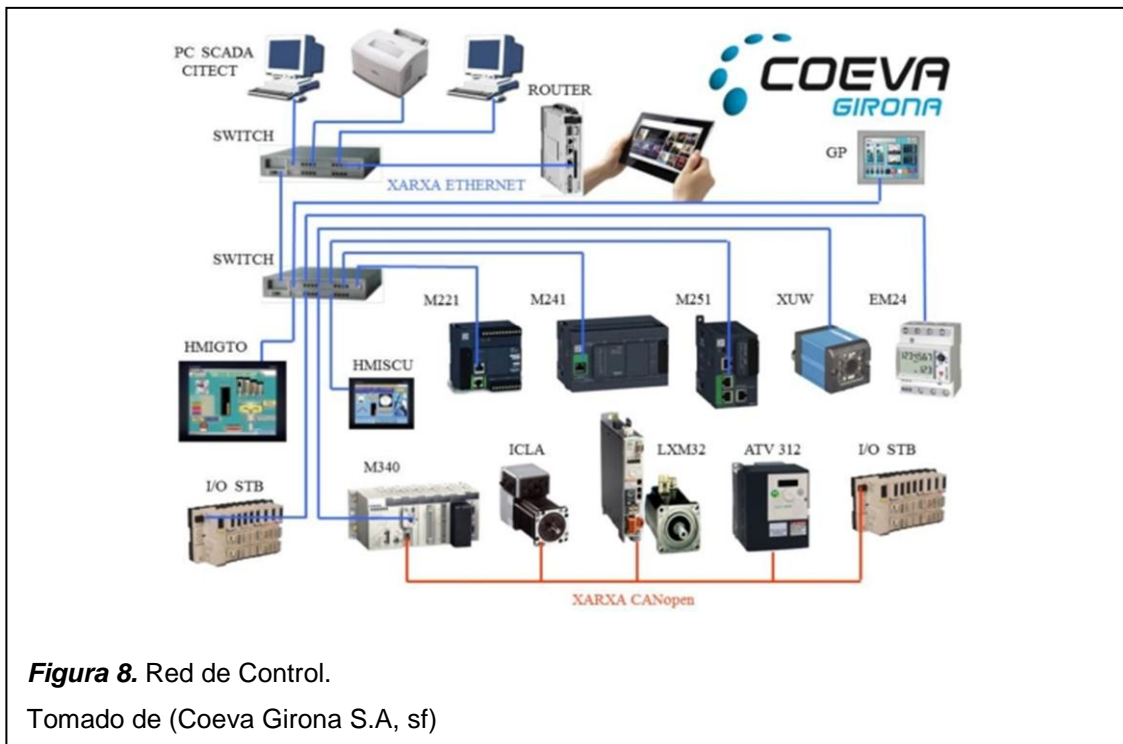
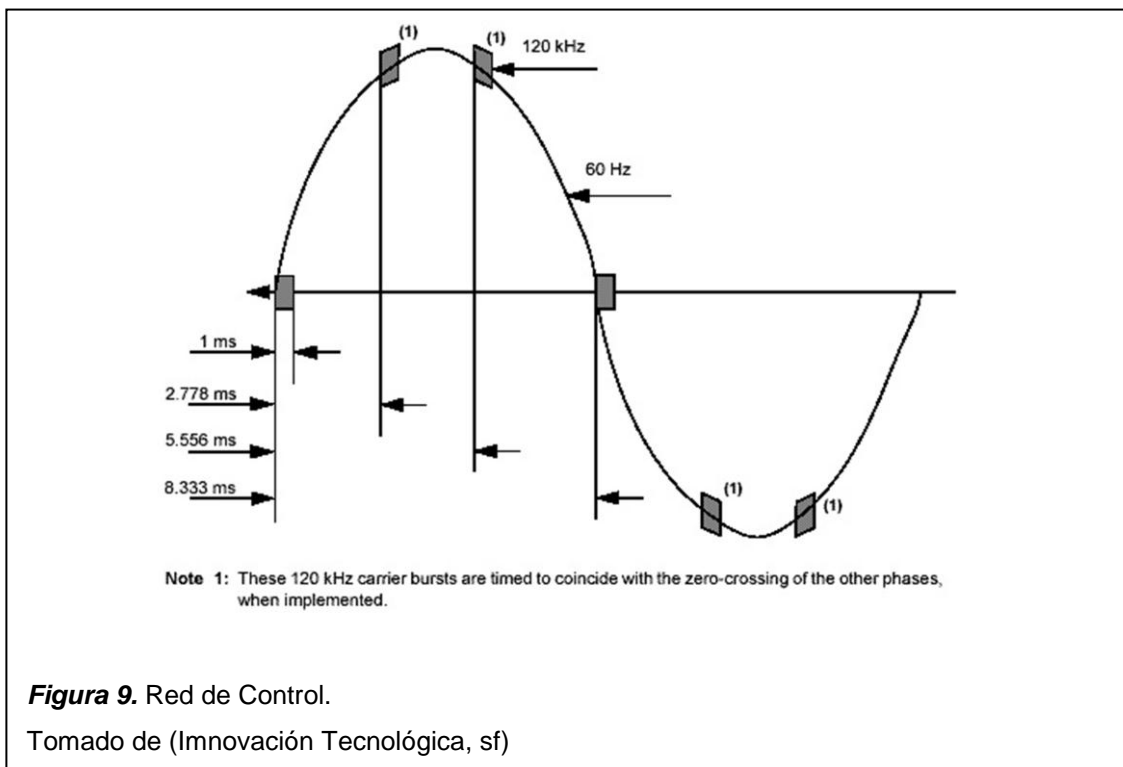


Figura 8, muestra una configuración básica de una red de control, y monitoreo de un sistema de domótica, donde se puede visualizar las pasarelas de comunicación y el panel propio de control. (Coeva Girona S.A, sf)

1.5 Análisis de Tecnologías sobre Domótica

- **Tecnología Busing:** Es un sistema de comunicación abierto, diseñado específicamente para las aplicaciones Domótica. Su funcionamiento permite que cada dispositivo conectado tenga autonomía propia. Este sistema permite la interconexión con otros sistemas de comunicación tales como: línea telefónica (tonos), internet (TCP/IP), sistemas de comunicación (RS-232), gateway BUSing-USB; todo esto lo realiza por medio de Gateway y/o pasarelas. Además puede integrarse con diferentes sistemas de domótica (X10, KNX, Lonworks, Hometronic, etc.), por medio de una pasarela de integración. (Ingeniería CASADOMO, sf).
- **Tecnología X10:** Es un protocolo que permite establecer un control de los dispositivos por medio de la red cableada eléctrica (110V – 220V),

debido a que los datos de control, son enviados por el cableado que ya poseen los hogares. Este protocolo es el más utilizado en varias marcas de equipos de automatización, y se valen de su principal característica para así reducir costos de instalación. (Departamento Técnico DOMOTICAVIVA, 2003).



La figura 9, muestra que la tecnología X10, traslada sus datos de control sobre la señal eléctrica, la misma que maneja una señal de onda de 60 Hz. Esto quiere decir que los transmisores X10, introducen señales pequeñas de frecuencia de 120 kHz, y al otro extremo, los receptores X10 podrán detectar y actuar sobre estas señales como órdenes, para los actuadores. (Innovación Tecnológica, sf).

- **Tecnología KNX:** Este es un estándar internacional en tecnologías para el control y automatización de viviendas. Su comunicación está basada en diversos medios de trasmisión, tales como: Par Trenzado, Powerline, Radio Frecuencia entre otros, todos estos tipos de medios de trasmisión son interconectados a la tecnología KNX, por medio de acopladores de medios. (KNX Association cvba, 2015)

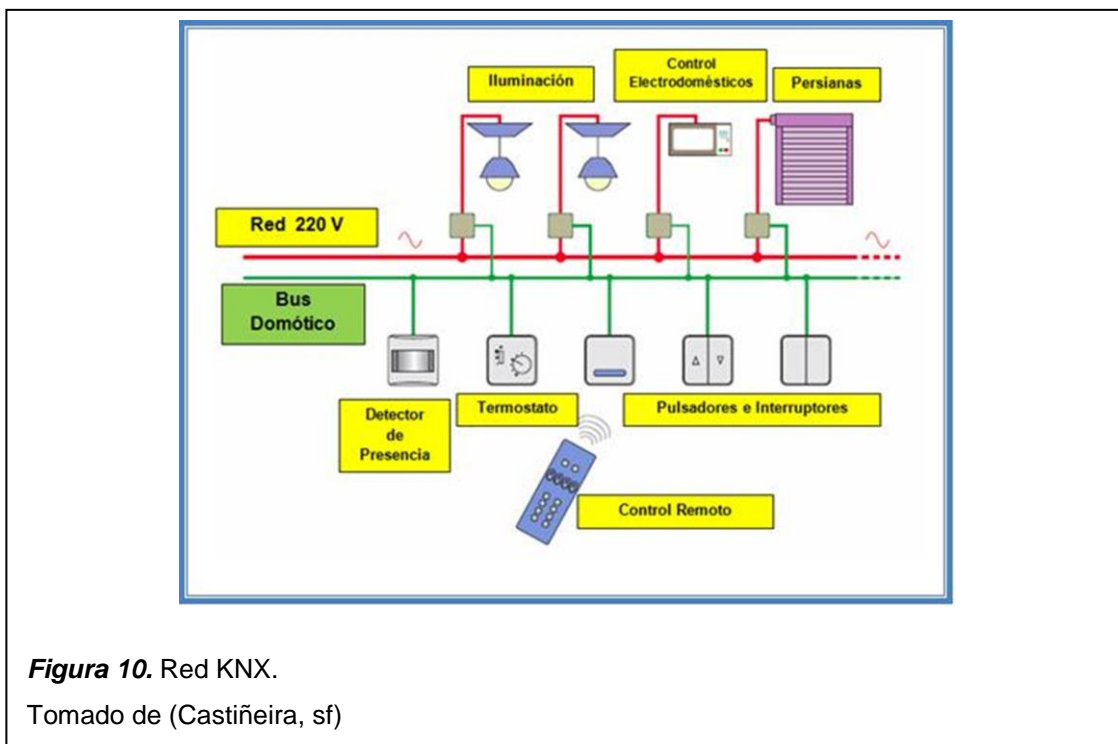


Figura 10. Red KNX.

Tomado de (Castiñeira, sf)

La figura 10, se verifica que se puede actuar sobre sensores incrementando un hilo de transmisión, por donde se enviara señales a los actuadores para mantener el control de los dispositivos. (Castiñeira, sf).

- **Tecnología Lonworks:** Es un estándar propietario, basado en el esquema LON (Local Operation Network), consiste en nodos o dispositivos electrónicos configurables, conectados entre sí por un medio físico y la intercomunicación la realizan por medio de un mismo protocolo de comunicación. El funcionamiento para la transmisión de esta tecnología es muy similar al de TCP/IP, ya que sus datos de transmisión van sobre par trenzados, RF, fibra; etc. (Paikan, 2015)

Tal como se muestra en la Figura 10, se representa la conexión de la tecnología Lonworks, que tiene la misma característica de la tecnología KNX. Se requiere de un canal dedicado (hilo o cable), para establecer la comunicación desde las pasarelas hacia los actuadores. (Carretero, sf)

1.5.1 Conclusiones del Análisis comparativo de Tecnologías sobre domótica.

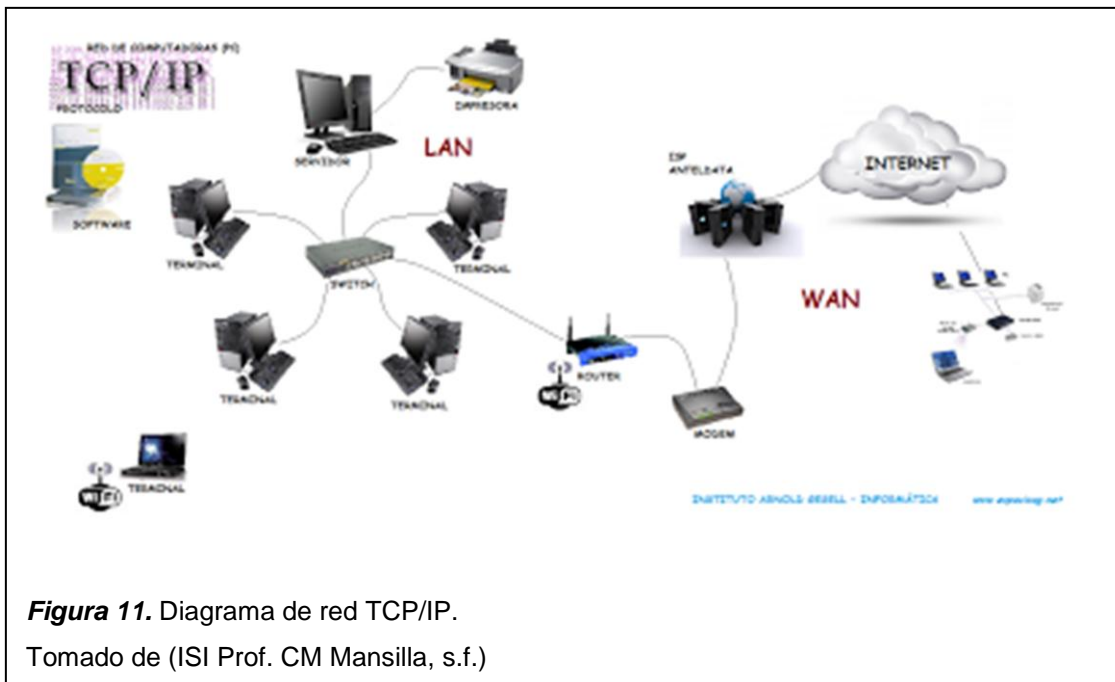
Según la revisión de cada una de las tecnologías que se usan para Domótica, se analiza sus mejores características de operatividad, tomando en cuenta su facilidad de instalación, el uso de recursos ya existentes en el medio a hacer instalados.

Tabla 2. Cuadro comparativo de Tecnologías

TECNOLOGÍA	EQUIPOS USADOS	UTILIZACIÓN DE RECURSOS EXISTENTES	LÍNEA DE CONTROL	ENTORNO PARA USUARIO
Busing	Actuadores, Módulo de control, y Emisor/Receptor	Parcial	Si	Bajo
X10	Módulo de Control, y Actuador	Si (cableado eléctrico)	No	Bajo
KNX	Módulo de Control, y Actuadores	NO	SI (sistema de cableado propio)	Alto
Lonworks	Módulo de Control, y Actuadores	NO	SI (sistema de cableado propio)	Alto

1.6 Redes TCP/IP

Concepto de red de computadores: es un conjunto de equipos (computadoras y dispositivos que hablen el protocolo de red), conectados por medios físicos como cables, o medios de señales inalámbricas (WiFi), o cualquier otro método de transporte de datos informáticos, para compartir información (archivos o datos digitales), y servicios, entre sí. Actualmente por medio del internet, se puede transmitir, correo electrónico, chat, voz sobre IP, etc. A cada punto de conexión a la red se le denomina un nodo. (ISI Prof. CM Mansilla, s.f.).



La Figura 11, muestra una típica red de computadoras, teniendo en cuenta los tipos de comunicación alámbrica e inalámbrica. Se identifica también los diferentes tipos de red LAN, WAN, y sus equipos de operación tales como Switch, Router, Access Point, y la conexión a internet.

Protocolo TCP/IP: Es “Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet”, está relacionado con los dos protocolos de origen el TCP y el IP. En cierta manera por su desarrollo. TCP/IP utiliza todas las normas de comunicación en el Internet y se basa en una dirección IP (una dirección IP para un equipo), dentro de toda la red de Internet, esto se traduce en asignar un valor de identificación a cada equipo de la red, para poder enrutar o direccionar paquetes de datos.

Históricamente se conoce, que estos protocolos TCP/IP, se crearon con fines militares, y que están diseñados o parametrizados para cumplir con cierta cantidad de reglas, que son:

- Funciona en el nivel de transporte del modelo de referencia OSI, trasladando de modo seguro los datos.
- Ocupa el nivel de red del modelo OSI, que permite dirigir los datos a otros equipos de la misma red. (Maicol, sf)

Arquitectura de protocolos TCP/IP: Para definir el protocolo TCP/IP y su arquitectura se tiene que tomar en cuenta el modelo referencial OSI (Open System Interconnection), que representa las comunicaciones de red en un ambiente ideal, bajo un grupo de protocolos que hablan entre sí. TCP/IP no es igual este modelo ideal de referencia OSI en su totalidad, más bien TCP/IP combina varias capas OSI en una sola capa, como se muestra en el cuadro a continuación.

Tabla 3. **Arquitectura TCP/IP frente a modelo ideal OSI**

Ref. OSI N° de capa	Equivalente de capa OSI	Capa TCP/IP	Ejemplos de protocolos TCP/IP
5,6,7	Aplicación, sesión, presentación	Aplicación	NFS, NIS, DNS, LDAP, telnet , ftp , rlogin , rsh , rcp , RIP, RDISC, SNMP y otros.
4	Transporte	Transporte	TCP, UDP, SCTP
3	Red	Internet	IPv4, IPv6, ARP, ICMP
2	Vínculo de datos	Vínculo de datos	PPP, IEEE 802.2
1	Física	Red física	Ethernet (IEEE 802.3), Token Ring, RS-232, FDDI y otros.

La Tabla 3, representa un cuadro comparativo del modelo ideal OSI, frente el modelo TCP/IP, y sus respectivos ejemplos de protocolos. (Departamento Técnico ORACLE, s.f.)

Para tener más claro el modelo TCP/IP, Se explica cada una de sus capas de transporte, donde se detalla la comunicación entre los equipos conectados en una red de este tipo.

Capa de red física: La capa física, determina la comunicación del hardware en la red. La capa física de TCP/IP trabaja bajo los estándares de hardware como IEEE 802.3, la descripción Ethernet (estándar de redes de área local), y RS-232 (Estándar Recomendado 232), y la especificación para los conectores estándar, como ejemplo se tiene el RJ45.

Capa de vínculo de datos: Es la que determina el tipo de protocolo de red del paquete a comunicar (para estudio del proyecto se habla del protocolo TCP/IP). Además proporciona un control de errores y estructuras dentro del paquete. Como un ejemplo de los estándares en las redes que identifican la capa de vinculación se tiene: Ethernet IEEE 802.2 y Protocolo punto a punto (PPP).

Capa de Internet: La capa de Internet, también conocida como capa de red o capa IP, acepta y transfiere paquetes para la red. Esta capa incluye el potente Protocolo de Internet (IP), el protocolo de resolución de direcciones (ARP) y el protocolo de mensajes de control de Internet (ICMP).

Capa de transporte: Es la encargada de garantizar que los paquetes se trasladen de forma correcta secuencial y sin errores, si en caso existe algún error reconstruye el paquete y lo vuelve a enviar hasta tener la confirmación de recibido correcto, desde el otro equipo en la red. El tipo de protocolos que trabajan en esta capa son: el Protocolo de control de transmisión (TCP), el Protocolo de datagramas de usuario (UDP) y el Protocolo de transmisión para el control de flujo (SCTP). Los protocolos TCP y SCTP prestan un servicio completo y fiable. UDP por otra parte da un servicio de datagrama poco fiable.

Capa de aplicación: Es la que define las aplicaciones que se trasmite, o transporta en la red, y los servicios de Internet estándar que utilizar desde un ambiente o modo de trabajo de usuario. Dentro de la capa de aplicación trabajan varios protocolos y servicios, los mismos que se detallan a continuación:

- Protocolo TCP/IP (ftp, tftp y telnet).
- Servicios de nombres, sistema de nombre de dominio (DNS).
- protocolos RIP (Routing Information Protocol) y Protocolo RDISC (Router Discovery Server).
- Servicios de archivos, NFS.
- Servicios de directorio (LDAP).

- Protocolo simple de administración de red (SNMP), que permite administrar los equipos dentro de la red.

El proyecto de tesis está desarrollado en función del protocolo TCP/IP IPV4, con lo cual se fundamenta todo el estudio sobre este protocolo. (Departamento Técnico ORACLE, s.f.)

1.7 Web Hosting

El web hosting o en español alojamiento web, por definición, este es un servicio que presta un proveedor dentro del Internet, lo que hace es brindar un servicio de alojamiento de información, imágenes, vídeo, o cualquier contenido, que se publicará en el Internet, visible para todo el mundo con un acceso vía Web.

Por otra parte se puede decir que los Web Hosting, son compañías o empresas que proporcionan espacio de alojamiento en un servidor a sus clientes, que se publica en el internet.

Para efectos del proyecto el servicio de alojamiento, para el acceso a los Raspberry será proporcionado por “weaved” que es un proveedor gratuito especializado en prestar el servicio a este tipo de equipos. (Area de Tecnología, s.f.)



La Figura 12, representa un Web Hosting Básico, de cómo funciona su servicio. Este es un servicio prestado por proveedores privados, que no es más que un

espacio en la WEB (internet), donde se accede por medio de un usuario. (Anónimo, Infor Mundial, s.f.).

Dentro del estudio para el plan de proyecto es necesario, conocer sobre el equipo que nos permite generar el sistema de domótica, por medio del protocolo TCP/IP, tal es así que destacamos el ordenador de placa única Raspberry Pi.

1.8 Control RF Broadlink RM-Pro

Es un Control Remoto Wi-Fi Universal, fáciles de instalar y conexión sencilla, para equipos o artefactos con controles a distancia por RF (433MHz / 315MHz).

Este es un equipo, que requiere de una red inalámbrica (wi-fi), alimentación eléctrica, y un dispositivo móvil inteligente (Smart phone), con un sistema operativo compatible (IOS 7.0 / Android 4.0 y superiores).

Broadlink reemplaza a los controles remotos que operen con radio frecuencia (TV, Audio, Aire Acondicionado, etc.). Adicionalmente requiere de un App para el Smart phone, que es **E - Pro remoto**.

Adicionalmente, dentro de las características del equipo, soporta hasta 50 controles remotos, todo depende de la capacidad del dispositivo Smart Phone. También se detalla que la compatibilidad con marcas y modelos es muy alta. (Anónimo, Malasia Ventas, s.f.).



La Figura 13, explica brevemente las principales funciones del control universal RF, se integra a la red inalámbrica del hogar, y funciona con una aplicación Smart Phone (E-controler). E-controler contiene los emisores RF, y requiere que los equipos a controlar estén visibles con Broadlink. Adicionalmente, hay que recordar que el Smart Phone debe estar dentro de la misma red de Broadlink. (Anónimo, Malasia Ventas, s.f.)

Tabla 4. Especificaciones Técnicas Broadlink:

General	
Marca de fábrica	Broadlink
Modelo	RM-Pro
Cantidad	1set
Material	PC
Color	Negro
Compatibilidad	
Modelos compatibles	IPHONE 5, IPHONE 5C, IPHONE 5, IPHONE 4, IPHONE 4S
Versión de IOS soportados	iOS 7.0.4 / 7.0.3 / 7.0.2 / 7.0 / 6.1.4 / 6.1.3 / 6.1.2 / 6.1 / 6.01 / 6.0 / 5.1.1 / 5.1 / 5.0.1 / 5.0
Jailbreak	No
Especificación	
Función	Control remoto IR / dispositivos de RF
Conector	Inalámbrico
Entrada	5V / 1A
Salida	5V / 1A
Otras características	
Otras características	Frecuencia IR: 38K; Frecuencia de RF: 433 / 315MHz; Temperatura de trabajo: -20 ' C ~ 60' C; Humedad de trabajo: <= 80%; Consumo de energía inalámbrica: <= 0.5W; Tipo inalámbrica: Wi-Fi 2,4 GHz IEE E 802.11b/g/n; Web de descarga de la aplicación: https://itunes.apple.com/app/e-control/id793152994?mt=8 o http://cloud.broadlink.com.cn/soft/broadlink2/broadlink.apk
Dimensiones y Peso	
Dimensiones	4.25 in x 4.25 in x 1.34 in (10,8 cm x 10,8 cm x 3,4 cm)
Peso	5,04 oz (143 g)

1.9 Análisis comparativo de Raspberry Pi con otros equipos similares

1.9.1 Raspberry Pi:

Raspberry pi no es más que un ordenador de placa única, de bajo costo para el desarrollo de proyectos computacionales, diseñado para incluir como un kit de trabajo en las escuelas. Según su página oficial indica que su creación y desarrollo fue durante seis años. El lanzamiento oficial según la página del fabricante, fue el 29 de febrero de 2012, adicionalmente muestra una referencia que, en el primer año se comercializó las 10.000 unidades de Raspberry Pi B. Seguidamente este ordenador de placa única fue actualizado, y se fabricó la nueva versión que es el Raspberry Pi B+. La última versión que publica en su página el fabricante es la Versión de Raspberry Pi 3 modelo B.

Raspberry Pi B+ no varía mucho con respecto a su predecesor con respecto a su antecesor, únicamente mejora algunas especificaciones técnicas, manteniendo el formato y la mayoría de componentes del modelo B. para tener claro el cambio que realizo estas son las especificaciones:

- Procesador: Broadcom BCM2835 SoC full HD
- RAM: 512 MB SDRAM 400 MHz
- Almacenamiento: tarjeta microSD
- USB: 4 puertos USB 2.0
- Energía: 600mA hasta 1.8A a 5V
- Pines GPIO: 40

Este es el equipo permitirá realizar la comunicación como actuador y como pasarela dentro del sistema de domótica por TCP/IP.

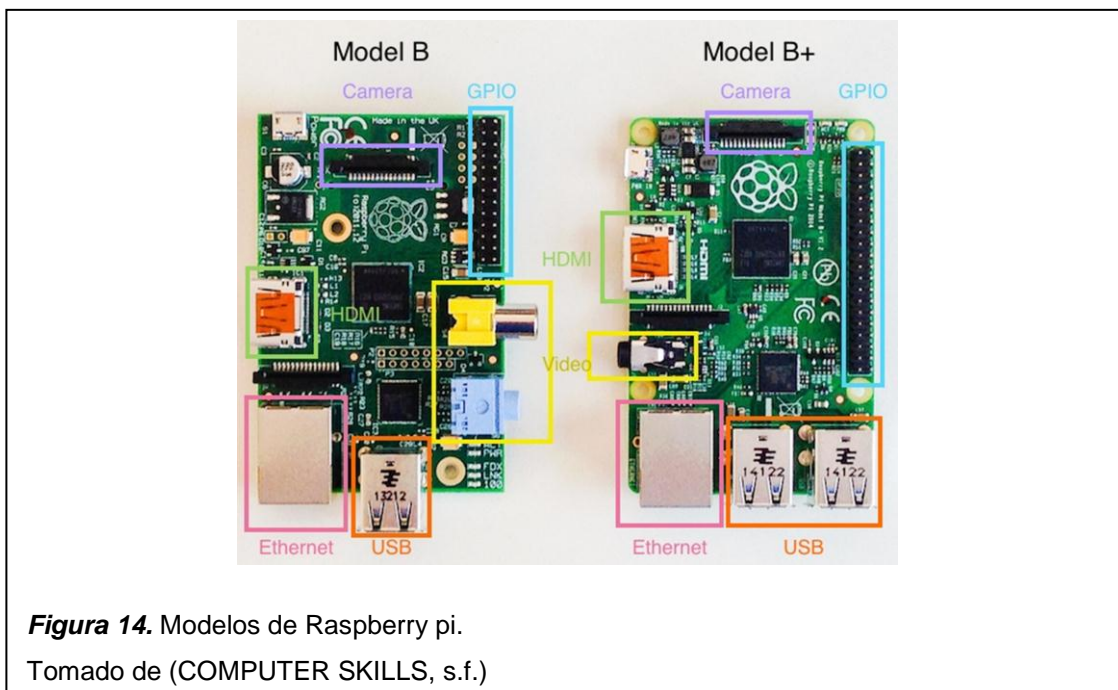


Figura 14. Modelos de Raspberry pi.
Tomado de (COMPUTER SKILLS, s.f.)

La Figura 14, describe los dos tipos de ordenador de placa única Raspberry que se tomó como referencia para el proyecto, aunque actualmente salió la versión Raspberry Pi 3. Se muestra los principales puertos con los que dispone este computador, donde hay que destacar los puertos GPIO que son los puertos de entrada y salida para control. (COMPUTER SKILLS, s.f.)

Características de los puertos entrada y salida GPIO

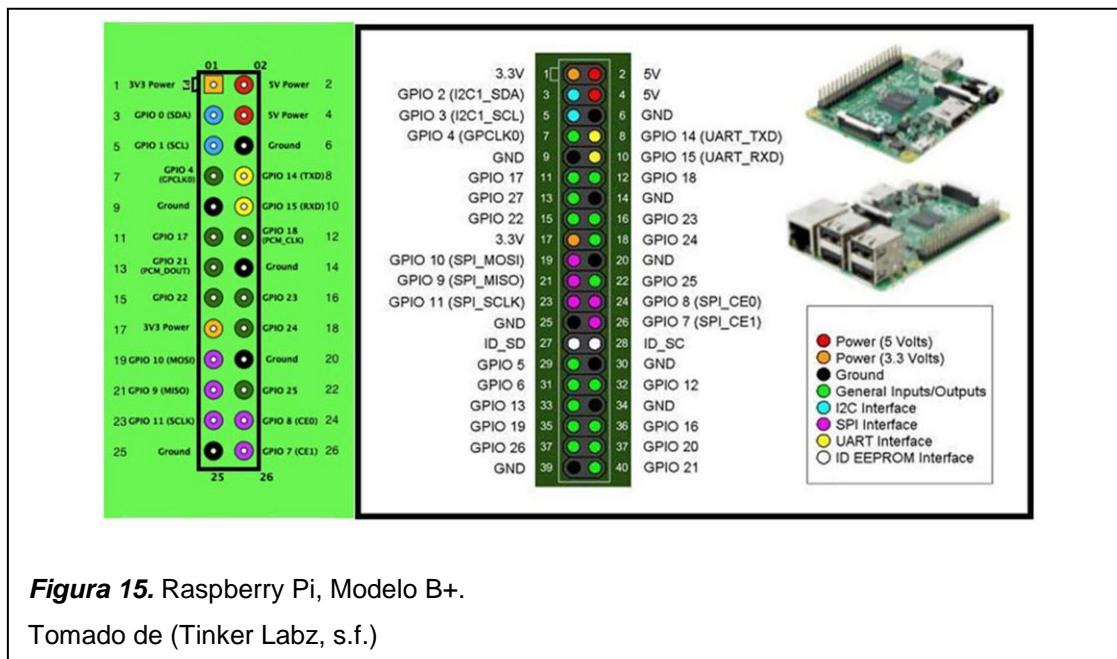
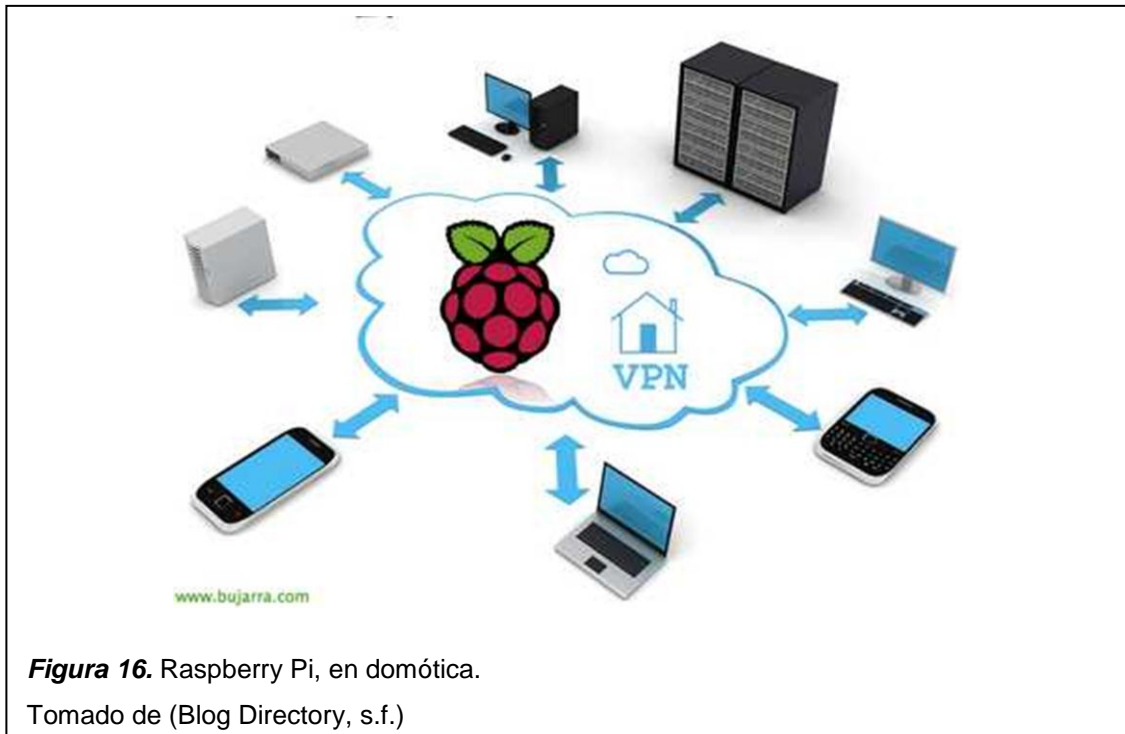


Figura 15. Raspberry Pi, Modelo B+.

Tomado de (Tinker Labz, s.f.)

La Figura 15, muestra todos los puertos de entrada y salida GPIO, cada uno de sus 40 pines, tiene una funcionalidad tal es así que ponemos ver lo siguiente; Comunicación I2C, Seriales TXD y RXD, Generales inputs/Outputs, SPI Interface, UART Interface, Power 5v, Power 3.3v, y Ground. Los puertos a usar son los de entrada y salida generales (16 puertos). (Tinker Labz, s.f.).

Domótica con el diseño TCP/IP y RASPBERRY PI: para el sistema tomando en relación como una pasarela se trabajará con un ordenador de placa única computacional, que trae integrados puertos de entrada y salida digital.



La Figura 16, representa un sistema de domótica, con un ordenador de placa única Raspberry pi, donde se puede apreciar la disponibilidad en la red TCP/IP y el acceso de los diferente equipos computacionales dentro de la red. Adicionalmente se indica una conexión de VPN con la conexión a redes externas (internet). (Blog Directory, s.f.).

1.9.2 Arduino:

Es un equipo desarrollado por una compañía de hardware libre llamada Arduino. El equipo que se desarrolló, es una placa electrónica integrada ya que en si lleva un microcontrolador, y un entorno de desarrollo (IDE), diseñado para hacer fácil su uso en la electrónica básica, que se aplica en varios proyectos.

Para describir de mejor manera a Arduino, tenemos que el hardware es una placa de circuitos impresos, como componente fundamental un microcontrolador que cumple la función de cerebro de control (micro controlador de la marca Atmel AVR), además consta con varios puertos digitales y analógicos de entrada/salida, los mismos que pueden conectarse a placas de expansión dedicadas para Arduino, con la comunicación digital o analógica.

Para la gestión y control de un Arduino es necesario de un software que consiste en un entorno de desarrollo (IDE) basado en un lenguaje de programación basado en Wiring (programación de código abierto para microcontroladores). La configuración del Arduino, se realiza por medio de un computador, por medio de la comunicación USB o serial, mediante un convertidor de RS-232 a TTL serial o puerto USB tipo B. Hay que tener en cuenta que el computador posea este tipo de conectores de entrada.

Adicionalmente se puede decir que Arduino se puede utilizar para el desarrollo de sistemas de domótica con paneles de control desarrollados en software como JAVA, Visual Basic y LabVIEW. (Arduino, sf).

1.9.3 DoMobile

DoMobile son equipos creados por una empresa de domótica, que trabajan directamente con tecnología GSM para la comunicación por telefonía celular para sus aplicaciones, que sirven para varias aplicaciones de domótica como: seguridad, alarmas, control remoto de calefacción, apertura de puertas automáticas mediante "llamadas", estado del suministro eléctrico y controla de hasta 256 equipos de domótica X10.

Domótica X10: para la parte de domótica DoMobile requiere que la vivienda tenga un sistema de domótica para el control tanto de luces, persianas, motores, de igual manera mediante mensajes SMS podrá actuar sobre todos ellos, por ejemplo para encender todas las luces, o controlar todas las persianas. Si su calefacción es eléctrica, podrá encender y apagar. El controlador por GSM también es capaz de enviar mensajes de alarma producidos por un sensor X10. (Domoticaviva, sf)

Estructura de DoMobile

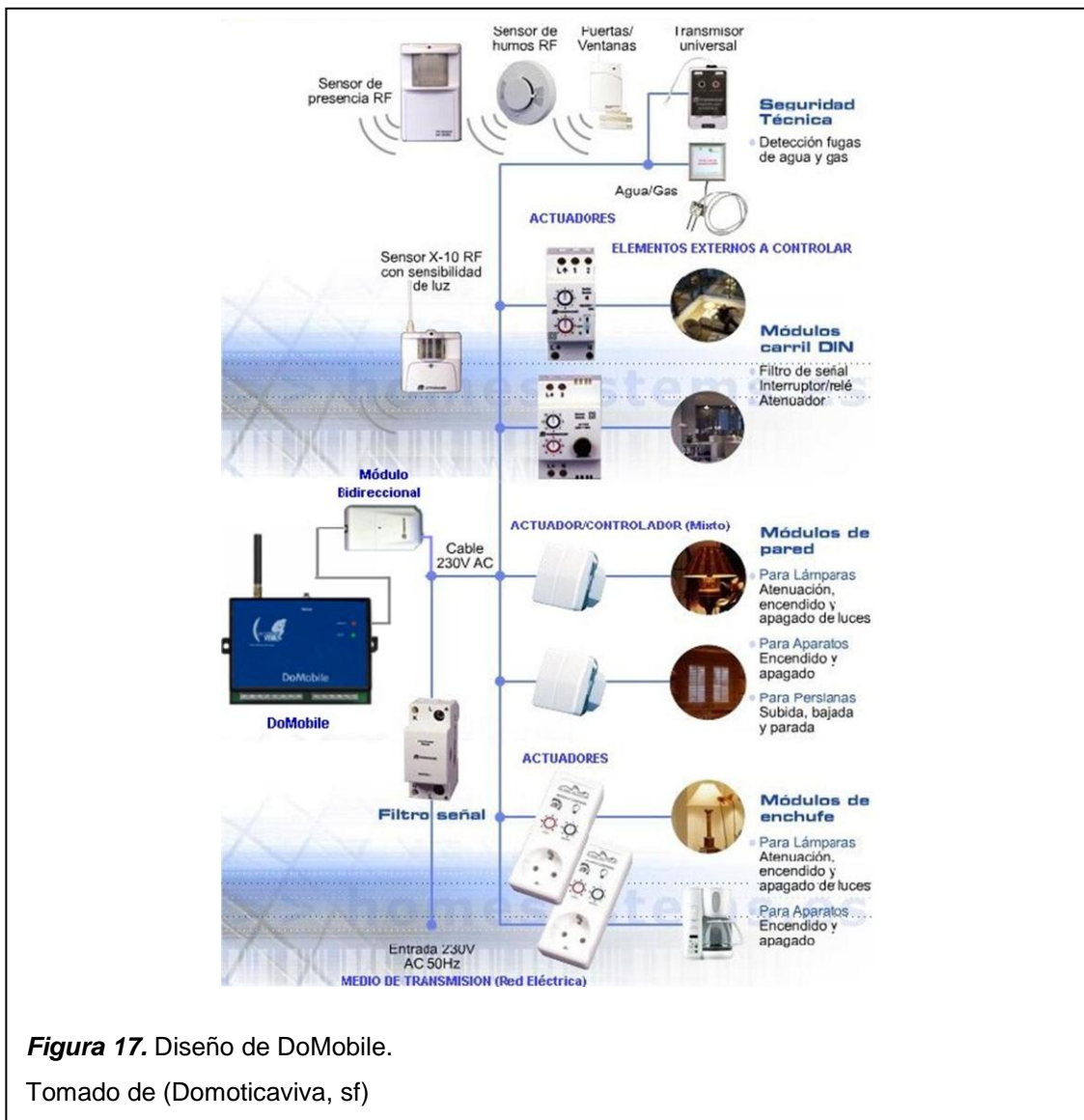
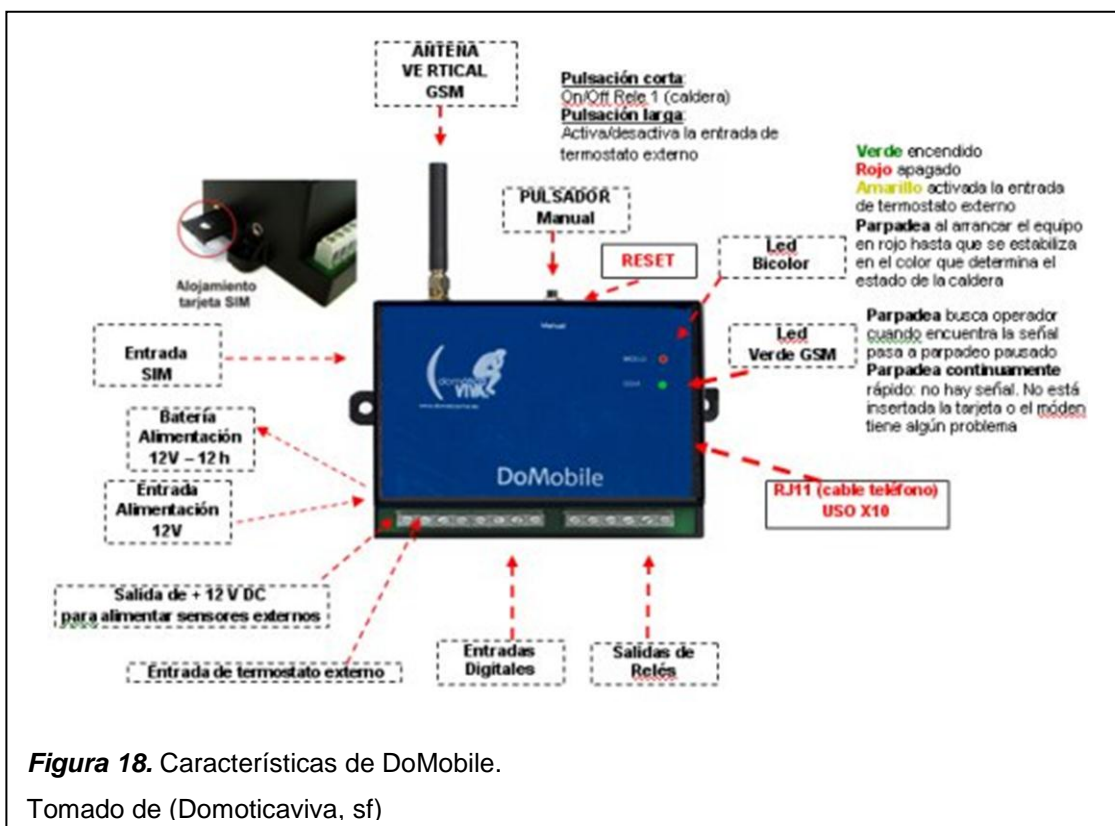


Figura 17. Diseño de DoMobile.

Tomado de (Domoticaviva, sf)

La Figura 17, representa la conexión del equipo DoMobile a un sistema domótico con tecnología X10, típico de una casa donde se puede constatar que es necesario de los actuadores en cada uno de los puntos de control. (Domoticaviva, sf).

Características de DoMobile



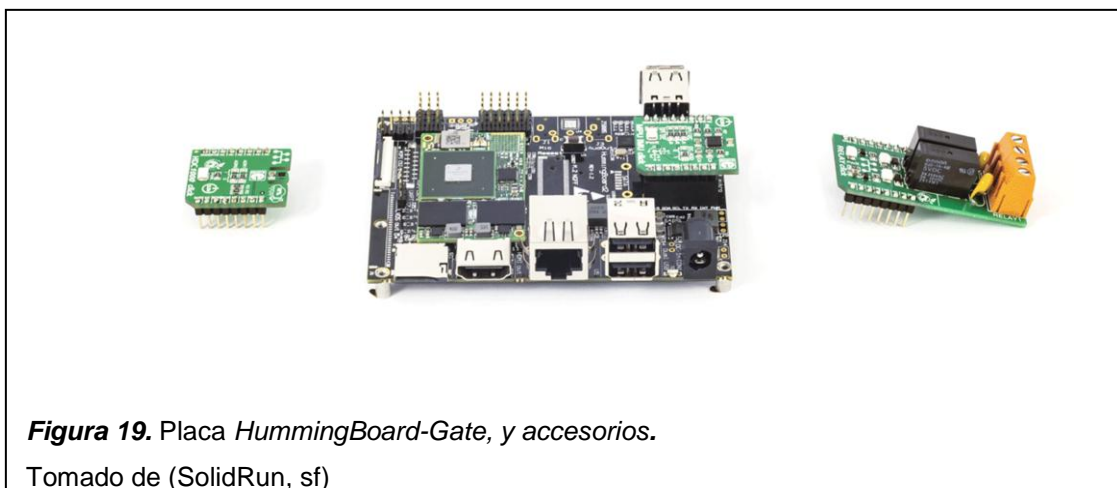
La Figura 18, representa las características del equipo, donde se puede identificar su alimentación de corriente y sus led de indicación más un puerto de relés. Y todas estas características se detallan a continuación.

Tabla 5. Especificaciones Técnicas de DoMobile:

Característica	Valor
Alimentación	10..30 V
Alimentación para carga batería	16V
Tipo de Batería	Plomo 12V máx. 2A
Consumo máximo	5 W
Radiomodem GSM	MC55i Cinterion
Bandas GSM	850/900/1800/1900MHz
Antena GSM suministrada en el paquete	900/1800 MHz
Tiempo reinicio MODEM en caso de fallo de cobertura.	10 Minutos
Número de Teléfono máximos en Memoria / Numero máximo de Escrituras en memoria	80 / 10000
Corriente máxima de los Relés	5 A
Temperatura operación del módulo	-5..50 °C (Sin condensación)
Dimensiones	64,5 x 94,5 x 46 mm
Humedad Máxima	60 % (Evitar Condensación)
Cumplimiento de normas	Certificado CE

1.9.4 HummingBoard-Gate

El HummingBoard-Gate es un dispositivo que permite trabajar con puertos de entrada y salida. Basada en la serie iMX6 de mini servidores, con un consumo bajo de potencia, que permite trabajar con su propio sistema operativo en la misma plataforma. Puede trabajar con la información obtenida de los sensores con tan solo agregar una placa mikroBUS, que se conecta a sus puertos de entrada y salida. Trabaja sobre su interfaz gráfica, y proporcionar una visualización en tiempo real de los puntos de la información almacenada, los mismos que están dentro de su base de datos propia del sistema. (SolidRun, sf)



La Figura 19, Muestra físicamente el dispositivo, que permite realizar proyectos de domótica similar a Raspberry donde se destaca la comunicación de TCP/IP, más los puertos de entrada y salida que sirven como actuador en un sistema demótico. (SolidRun, sf)

Aquí se muestra las características de los diversos equipos dentro de la línea de HummingBoard

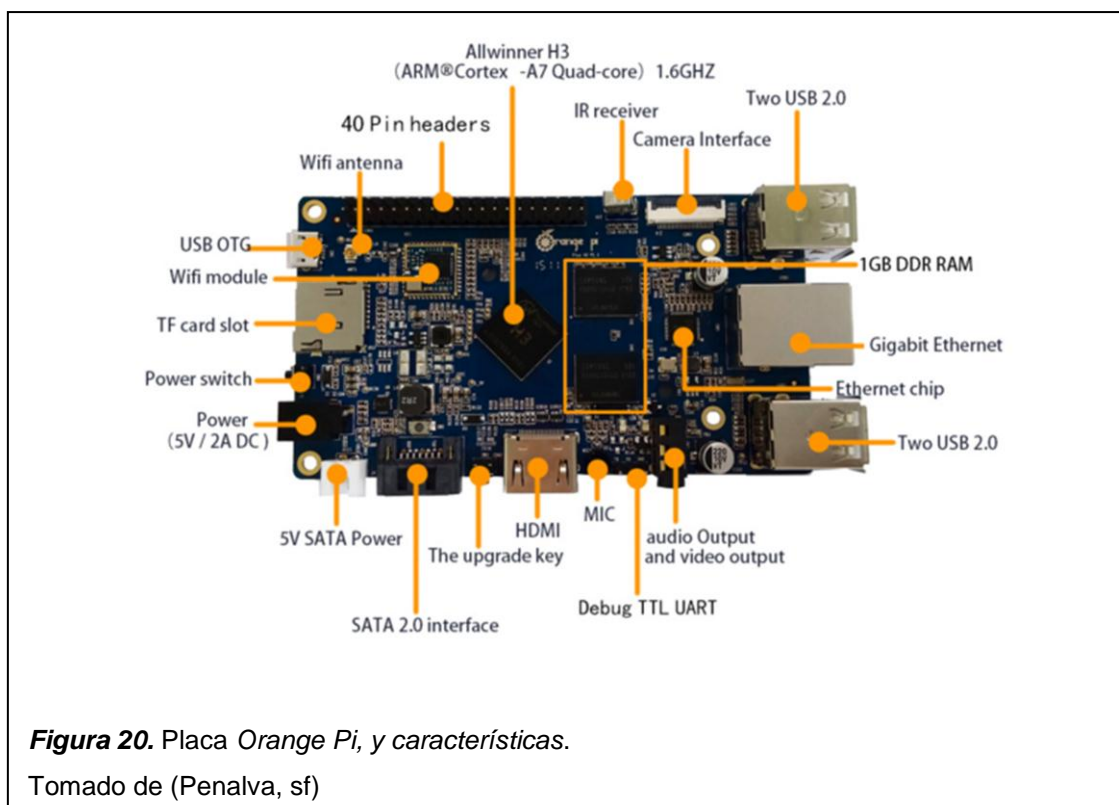
Tabla 6. Especificaciones Técnicas de varios modelos de HummingBoard:

	Desde \$ 102	\$ 70	Desde \$ 85	\$ 70
	HummingBoard-Edge	HummingBoard-Gate	HummingBoard Pro	Base HummingBoard
SoM Modelo *	NXP-Freescale i.MX6 basado Solo a cuatro núcleos SoM	NXP-Freescale i.MX6 basado Solo a cuatro núcleos SoM	NXP-Freescale i.MX6 basado Solo a cuatro núcleos SoM	NXP-Freescale i.MX6 basado Solo a doble núcleo SoM
Memoria y almacenamiento	Hasta 4 GB de memoria DDR3 de dólares, eMMC (4 GB), M.2 (2242) *	Hasta 4 GB DDR3 uSD	Hasta 4 GB de memoria DDR3 de dólares, mSATA *	Hasta 2 GB DDR3 uSD
conectividad	1xRJ-45 **, 4xUSB2.0, mPCIe con el titular de la tarjeta SIM	* 1 RJ-45 **, * 4 USB 2.0, mPCIe con el titular de la tarjeta SIM	1xRJ-45 **, 2xHost USB 2.0, USB 2.0 2xHeader, mPCIe-tamaño medio	1xRJ-45 ** USB 2.0 2xHost
Medios de comunicación	HDMI, LVDS, audio analógico MIPI-CSI-2 y MIPI-DSI, la cámara paralela (en la cabecera GPIO)	HDMI y salida exprés MIPI-CSI-2 y MIPI-DSI, la cámara paralela	HDMI, LVDS, SPDIF, audio analógico MIPI- CSI-2 Cámara	HDMI y salida exprés, SPDIF MIPI- CSI-2 Cámara
I/O	Botón de restablecimiento, 36 pines GPIO de cabecera, con la batería RTC, IR	Pulsador de reinicio, 36 pines GPIO de cabecera, RTC con batería interfaz de clic mikroBUS	Pulsador de reinicio, 26 pines GPIO de cabecera, RTC, IR	Botón de restablecimiento, 26 pines GPIO Header
Poder	7V-36V, 5.5 mm en (torcedura y el mecanismo de bloqueo)	7V-36V, 5.5 mm en (torcedura y el mecanismo de bloqueo)	5V, UUSB	5V, UUSB
Dimensiones	102mmx69mm	102mmx69mm	85mmx56mm	85mmx56mm
Software	Android, Linux	Android, Linux	Android, Linux	Android, Linux
Ambiente	Android, Linux	Android, Linux	sin recinto	sin recinto

Tabla 6, tomada de (SolidRun, sf)

1.9.5 Orange Pi

Orange Pi, es un ordenador de placa única o computador clone similar a los Raspberry pi, con bastantes variantes para elegir en los diferentes proyectos que se puede generar con este equipo, con un bajo costo en el mercado desde sus versiones más pequeñas y básicas. En su descripción de funcionamiento se resalta su sistema operativo, que puede ser: Linux y Android, o versiones desarrolladas bajo otro sistema como Ubuntu, y Raspbian; que se encuentran en páginas web para descarga libre. (Penalva, sf).



La Figura 20, representa la estructura del dispositivo, detallando sus funcionalidades y conectividad, donde se puede resaltar la comunicación por IP. Este es uno de los modelos de la familia más alta en esta gama de dispositivos mini computadores. (Orange Pi, sf)

A continuación se detalla las especificaciones técnicas del dispositivo que puede ser configurado como una pasarela en un sistema demótico

Tabla 7. Especificaciones Técnicas Orange Pi

CPU	H3 Quad-core Cortex-A7 H.265/HEVC 4K
GPU	·Mali400MP2 GPU @600MHz ·Supports OpenGL ES 2.0
Memory (SDRAM)	1GB DDR3 (shared with GPU)
Onboard Storage	TF card (Max. 64GB) / MMC card slot , up to 2T on 2.5 SATA disk 8GB EMMC Flash
Onboard Network	10/100/1000M Ethernet RJ45
Onboard WIFI	Realtek RTL8189ETV, IEEE 802.11 b/g/n
Video Input	A CSI input connector Camera: Supports 8-bit YUV422 CMOS sensor interface Supports CCIR656 protocol for NTSC and PAL Supports SM pixel camera sensor Supports video capture solution up to 1080p@30fps
Audio Input	MIC
Video Outputs	Supports HDMI output with HDCP Supports HDMI CEC Supports HDMI 30 function Integrated CVBS Supports simultaneous output of HDMI and CVBS
Audio Output	3.5 mm Jack and HDMI
Power Source	DC input can supply power, but USB OTG input don't supply power
USB 2.0 Ports	Four USB 2.0 HOST, one USB 2.0 OTG
Buttons	Power Button(SW4), Recovery Button(SW2), Uboot Button(SW3)
Low-level peripherals	40 Pins Header, compatible with Raspberry Pi B+
GPIO(1x3) pin	UART, ground.
LED	Power led & Status led
Other	IR input
Supported OS	Android, Ubuntu, Debian, Raspberry Pi Image

1.9.6 Conclusiones del Análisis comparativo de Raspberry con otros Sistemas.

Según la revisión de cada una de las tecnologías, que actualmente se dispone en un sistema de domótica, se muestra que no existe un sistema único que maneje un solo protocolo de comunicación, tal es el caso que algunos sistemas fusionan con TCP/IP para acceso desde dispositivos móviles, por tal motivo esto influye en la cantidad de equipos que deben conjugarse en dicho sistema.

Por tal motivo se realiza una evaluación del uso de un solo protocolo de comunicación que ahorraría en equipos y en disponibilidad de un servicio de mantenimiento. Además que sea amigable y conocido por el usuario tal es así, que se selecciona la tecnología de red más conocida del mundo que es con la que funciona en su mayoría el Internet, que es por medio del protocolo TCP/IP.

Para definir el uso y beneficios de la tecnología seleccionada se procederá a definir la mejora del sistema de domótica con TCP/IP versus las tecnologías dedicadas actualmente:

- **Pasarelas:**

Domótica Actual: En las tecnologías típicas de Domótica existe un sin número de pasarelas que no son más que un actuador controlador, que depende del modelo y puede ser utilizado en diversos sistemas.

Tabla 8. Cuadro comparativo RASPBERRY PI vs Otros

EQUIPO	PUERTOS	COMUNICACION	MEMORIA	PROCESADOR	SISTEMA OPERATIVO	COSTO (DOLARES EN USA)
RASPBERRY	cuatro puertos USB 2.0, Pines GPIO: 40, RJ45, HDMI,	TCP/IP, SSH, WEB	512 MB SDRAM 400 MHz	Broadcom BCM2835 SoC full HD	Debian, Raspberry Pi	35
ARDUINO	14 pines digitales se puede usar como entrada o como salida, un puerto USB	Serial	SRAM 2 KB, Memoria Flash 32 KB, EEPROM 1 KB	microcontrolador de la marca Atmel	NO	17
DoMobile	1 puerto serial (X10), 1 puerto min, puerto de relé, puerto para chip GSM	Serial, GSM	---	microcontrolador	NO	180
HummingBoard-Gate	1xRJ-45**, 4xUSB2.0, mPCIe with SIM card holder Reset Button, 36 pins GPIO Header, RTC with Battery, IR	TCP/IP, SSH, WEB	2GB DDR3	NXP-Freescale i.MX6 based Solo to Dual Core SoM	Android, Linux	70
Orange Pi	Wi-Fi, Video Outputs, Audio Output, 4 USB 2.0, GPIO(1x3) pin UART, ground, IR input	TCP/IP, SSH, WEB	1GB DDR3	H3 Quad-core Cortex-A7 H.265/HEVC 4K	Android, Ubuntu, Debian, Raspberry Pi Image	50

Conclusión de Análisis Compartido

En este cuadro se representa las principales características de cada uno de los equipos, que son usados como alternativa en sistemas de Domótica, y con los cuales se muestra el por qué la mejor opción para el proyecto de tesis, es el equipo Raspberry Pi.

Análisis:

- Capacidad Necesaria y requerida: Dentro del proyecto, se requiere principalmente la comunicación IP, La capacidad necesaria para controlar actuadores, programación de plataforma web, y un mínimo rendimiento para cubrir estas necesidades. En vista de todos estos antecedentes por rendimiento y escalabilidad, es suficiente con las especificaciones técnicas de Raspberry Pi B+. tal como se muestra en la Tabla 8.
- Cantidad de Unidades o nodos: Se refiere a la cantidad de equipos utilizados para la integración con los actuadores, esto ya que en el proyecto se quiere representar la comunicación IP, asignación de direccionamiento IP, por cada nodo o sección de nodo para prestar un servicio. Con esto se requiere un equipo de menor costo pero que cubra las necesidades. Se muestra en la Tabla 8.

Bajo estos antecedentes y el análisis respectivo se concluye que la mejor opción para el proyecto de titulación es Raspberry Pi, en la versión B.

2. ANÁLISIS GENERAL DE SISTEMAS PARA CASAS INTELIGENTES.

Para realizar el análisis de cada sistema, se toma de referencia todos los equipos de venta en el mercado Europeo, y Americana, sabiendo que en Latinoamérica se maneja los estándares de América del Norte.

Bajo estos parámetros tenemos:

2.1 Sistemas de Domótica en Europa.

Se detalla todos y cada uno de los sistemas encontrados en el mercado para América y Latinoamérica, tanto sistemas independientes o sistemas integrados bajo una sola plataforma de administración (Empresa que prestan un servicio completo, con desarrollo de plataformas propias).

2.1.1 Nest Thermostat / Termostato Nido.



Figura 21. Sistema de Termostato.

Tomado de (Euroresidentes, sf)

Es un equipo, que su principal función es el de un termostato, el mismo que hace un auto aprendizaje de temperaturas pre-grabadas por el usuario. Utiliza una comunicación Wi-Fi para tener acceso a su control.

A medida que el equipo empiece a trabajar, tendrá su auto programación de los datos de temperatura tomados, fijando una temperatura dentro del hogar dependiendo de las órdenes generadas por el usuario.

Además, este sistema consta de un sensor de movimiento, que permite ajustar la temperatura, cuando alguna persona se encuentre dentro del hogar. El costo de este sistema está alrededor de \$ 249. (Euroresidentes, sf).

2.1.2 Canary

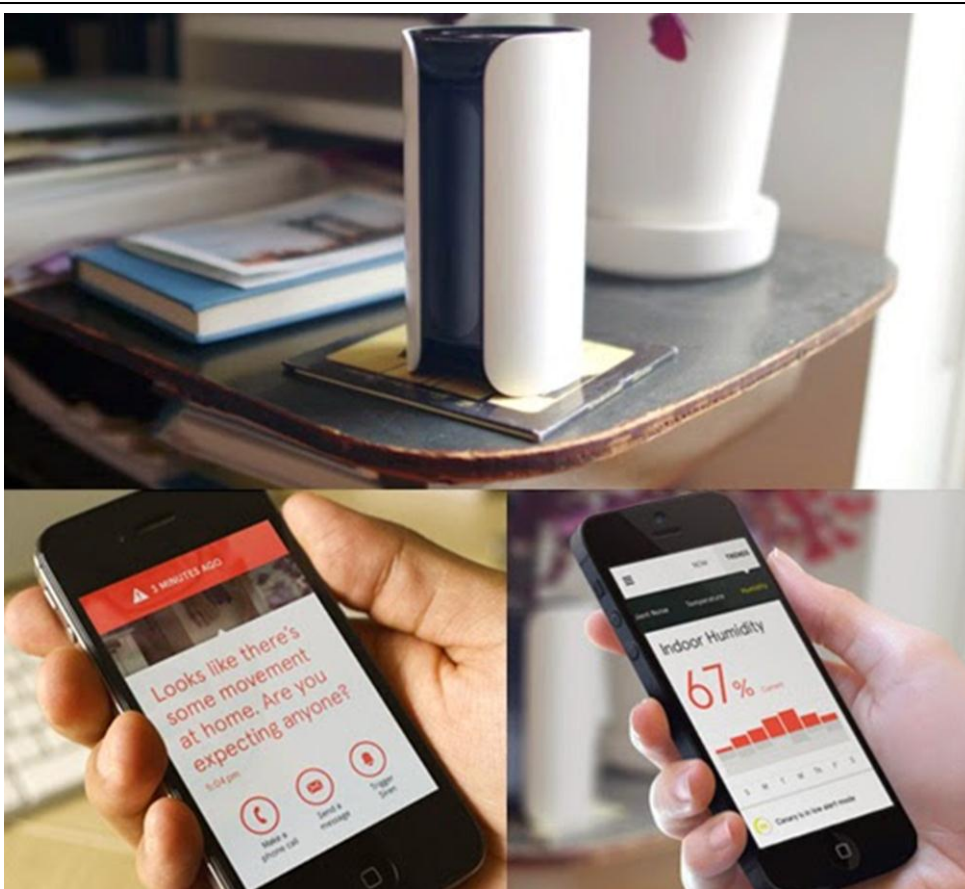


Figura 21. Sistema de Seguridad.

Tomado de (Euroresidentes, sf)

Canary es un sistema de seguridad, que permite ver actividades en el hogar cuando el usuario se encuentra fuera. El sistema de domótica, consta con una

cámara para vigilar los alrededores de la casa, un monitor de humedad y calidad del aire, y una sirena.

Canary es un sistema para hacer una casa inteligente, ya que el dispositivo aprenderá de sus hábitos. Por ejemplo, sabe que cuando está en casa y las puertas se abran no tiene que avisarle. El costo de este sistema está alrededor de \$ 199. (Euroresidentes, sf).

2.1.3 Goji



Figura 22. Sistema control de acceso a hogares.

Tomado de (Euroresidentes, sf)

Goji es un control de acceso a hogares, con conectividad Wi-Fi y conexión Bluetooth. Está compuesta por una cámara integrada que permite enviar fotos al usuario de quien se para frente a la puerta, donde está instalado el sistema de domótica.

Además, consta con una base de datos, de usuarios ingresados en el sistema, lo que permite mantener un registro de usuarios que ingresaron al hogar. El costo aproximado de este sistema es de \$278. (Euroresidentes, sf).

2.1.4 Revolv



Figura 23. Sistema Administrador de equipos de domótica.

Tomado de (Euroresidentes, sf)

En vista de que existen varios sistemas de domótica, dentro del hogar, y cada uno de ellos tiene su propia aplicación, es muy difícil encontrar la adecuada. Revolv, permite tener un sistema de automatización central para su hogar, integrando en una sola plataforma de administración los demás dispositivos de domótica.

Revolv, tiene una comunicación Wi-Fi, y tan solo basta con que este dentro de la misma red de los otros dispositivos para que los asocie en su plataforma. Si no los localiza automáticamente a los dispositivos los puede agregarlos manualmente a través de la aplicación Revolv. El costo de este sistema está alrededor de \$ 299. (Euroresidentes, sf).

2.2 Sistemas de Domótica en América.

2.2.1 Control DTI



Figura 24. Sistema Administrador de equipos de domótica.

Tomado de (Euroresidentes, sf)

Es un sistema de domótica Colombiano, tal como se muestra en la Figura 24, es un kit completo de instalación que incluye, 4 dimmers y una botonera para control de iluminación, control general para control de audio y video dentro del hogar (incluido sistema de cine en casa).

Este sistema, permite asociar los servicios de seguridad y confort, que lo encontramos con el control de luces, cortinas y temperatura. Para el servicio de seguridad, consiste en un sistema integrado de cámaras IP, sensores de movimiento, alarmas, controles de acceso, y cerraduras electromecánicas.

La comunicación de este sistema es IP, de igual manera el acceso es a la aplicación es por medio de Wi-Fi. Es una aplicación Web. El costo de este sistema está alrededor de \$ 2.947,57 dólares, Este precio incluye sistema de audio. (Servicio técnico DTI, sf).

2.2.2 Soldel Ecuador



Soldel, es una compañía ecuatoriana, que proporciona servicios de domótica, con la integración de varios dispositivos de control y diferentes marcas así como se muestra en la Figura 25, todo esto integrado a su plataforma de administración vía web. La comunicación al usuario es por red IP, y los equipos de domótica utilizan diversas tecnologías así como KNX.

Se puede denotar algunos de sus de los componentes utilizados para su sistema, esto se muestra en la página web de la compañía.

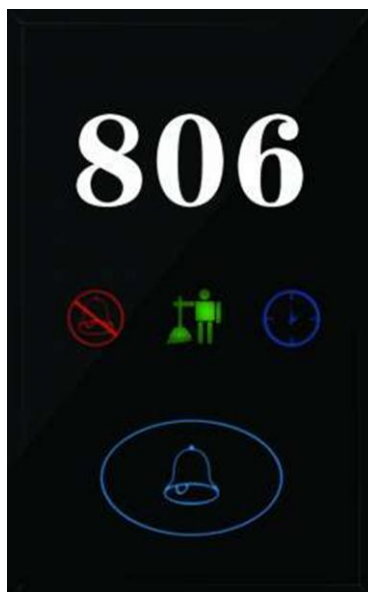


Figura 26. Timbre Inteligente.

Tomado de (Servicio Técnico Soldel, sf)

En la Figura 26, se muestra un pequeño sistema domótica de acceso, que tiene la función de timbre, con pantalla táctil. En el mercado este equipo se lo encuentra como Intelligent Door Bell with RF, del fabricante HDL. Adicionalmente consta con el sensor de acceso por medio de tarjetas inteligentes. Soldel utiliza este sistema para hoteles. (Servicio Técnico Soldel, sf).



Figura 27. Control de Iluminación.

Tomado de (Servicio Técnico Soldel, sf)

La Figura 27, representa el sistema de domótica para control de iluminación, este es el producto HDL -KNX-EIB-BUS.

HDL -KNX-EIB-BUS, es un Interruptor de pared Socket para control de iluminación, control de cortina, control de calefacción, y como despertador. Está compuesto por 5 botones de cambio con pantallas LCD de varias páginas. Mini Incorporado con receptor IR. Acceso al sistema con clave personalizable. (Servicio Técnico Soldel, sf).



Figura 28. Sistema de Control.

Tomado de (Servicio Técnico Soldel, sf)

La figura 28, representa a SB - DN - 48HNET, que es un sistema de control diseñado para ambientes de hoteles, puede trabajar en conjunto con el controlador de relés, que permite actuar sobre la iluminación, cortinas, y acceso a puertas o cerrojos. (Servicio Técnico Soldel, sf).

2.3 Sistemas de Domótica en el Mundo.

2.3.1 ZigBee:

ZigBee, es un estándar abierto global de Wireless (The Open, Standard Global Wireless) para la conexión de dispositivos de uso diario. Esta es una corporación que desde 2002, se dedica a estandarizar la comunicación entre

dispositivos, por medio de comunicación inalámbrica en la red IP, que permitan automatizar los hogares. (Servicio Técnico ZigBee, sf)

Actualmente posee varias alianzas, con diferentes marcas que su mercado está orientado a la tecnología, tal como Philips, Samsung, Bosch, Control, Logitech, LG, Osram, Electro Lux. Esto permite aumentar el desarrollo en la tecnología, y abrir mayor campos de estudio en diferente ambientes de los hogares (control de electrodomésticos tal como refrigeradoras, cafeteras, lavadoras etc.), oficinas, y edificios en general. (Revista de Domotica, sf)

Esta corporación diseña un sin número de productos para domótica, y aporta en el desarrollo de varios electrodomésticos de las empresas que tiene alianza, algunos de los productos son:

SafePlug 1203



La Figura 29, muestra el dispositivo inteligente desarrollado por ZigBee SafePlug 1203, que permite activar o desactivar el paso de corriente por sus tomas eléctricas, esto lo realiza por medio de una plataforma con comunicación Wi-Fi. Adicionalmente el dispositivo permite, tener supervisión (energía), monitoreo de voltaje de línea.

El SafePlug 1203 cumple con la norma NEMA WD6, std seguridad de UL 498A., CSA 22.2 std seguridad. no. 42, los requisitos de la FCC y por Industry Canadá.

YDF40



Figura 30. YDF40, cerradura inteligente.

Tomado de (Servicio Técnico ZigBee, sf)

La Figura 30, muestra la Cerradura inteligente o puerta digital, con las características de control automático. Permite el acceso por medio de código de identificación, tiene un sistema automático que volverá a cerrar después de 30 segundos.

YDF40 dispone una selección de idiomas para su administración (Inglés, Español, portugués, o chino) esto permite tener una indicación de vos previo al bloqueo de las puerta.

Adicionalmente consta con batería integrada de 9V, que permite realizar la carga como si fuera un celular, y proporciona avisos de cuando la batería está baja. El indicador de aviso de batería baja, es el parpadear en rojo si la batería está completamente descargada.

Azela In-Wall Relay



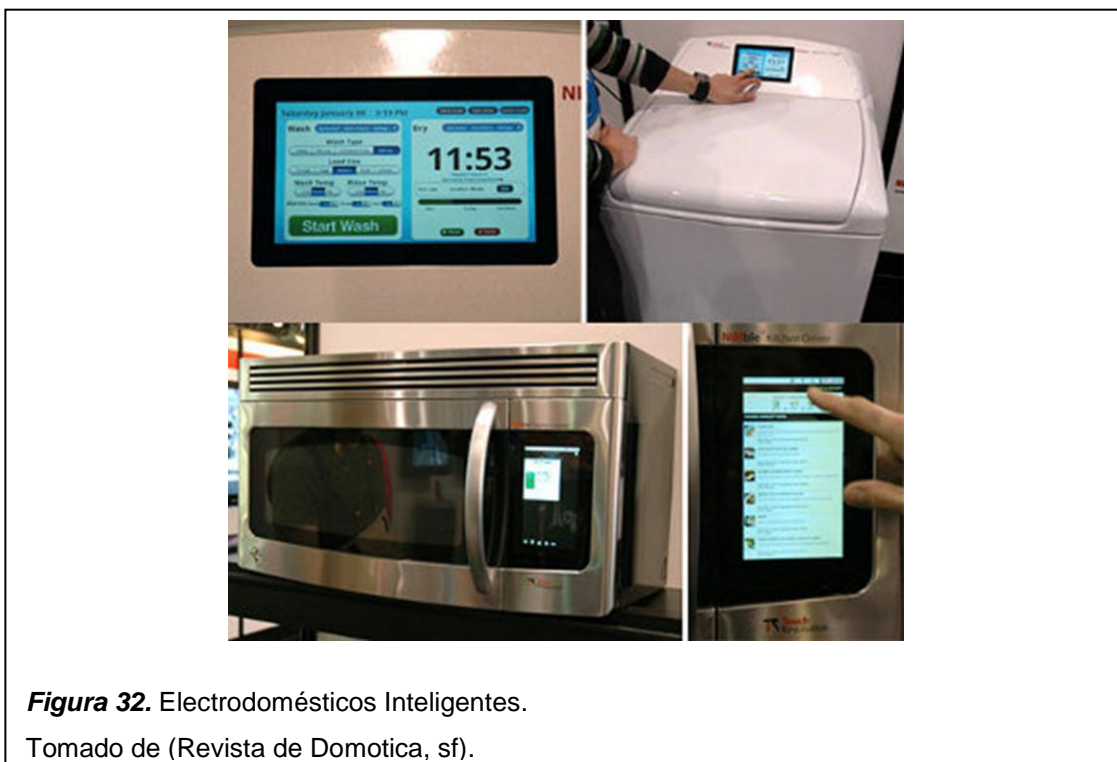
Figura 31. Azela In-Wall Relay, control de iluminación.

Tomado de (Servicio Técnico ZigBee, sf)

La Figura 31, muestra Azela In-Wall Relay, que es un dimmer de pared para el control de encendido/apagado de luces. Teniendo una comunicación por Wi-Fi al usuario.

Adicionalmente Azela In-Wall Relay , también puede actuar como un teclado programable para controlar otros dispositivos ZigBee Home Automation en el hogar.

2.3.2 Electrodomésticos Inteligentes:



La Figura 32, muestra la evolución que ha tenido la domótica, ya que actualmente las casas inteligentes, no solo constan del control de iluminación, seguridad, o cámaras de video. Ahora se encuentra el control de hasta microondas, lavadoras, esto permite llegar a un hogar completamente automatizado. (Revista de Domotica, sf).

Para llegar a este tipo de innovaciones, es necesario de un hardware y software que actualmente es gracias al desarrollo de Android. Tal como se presentó en CES 2010, que es un evento internacional donde se expone las principales innovaciones tecnológicas. (Revista de Domotica, sf).

Un ejemplo de este tipo de tecnología es el “NIM 1000 táctil” que es utilizado en microondas y lavadoras. Esta plataforma es para interface de Android.



Figura 33. NIM 1000 Táctil.

Tomado de (Revista de Domotica, sf)

2.4 Conclusiones del Análisis de Sistemas de Domótica.

Según la revisión de cada uno de los sistemas de domótica que existen actualmente, se muestra que no incluyen un sistema de administración único, lo que al tratar de implementar siempre es necesario la intervención de alguna empresa o compañía que se dedique a prestar un servicio extra que es la unificación de los diferentes sistemas. .

Por tal motivo se realiza la evaluación teniendo en cuenta los parámetros de integración y la administración amigable al usuario.

Tabla 9. Cuadro de Análisis de Sistemas de Domótica

SISTEMAS DE DOMÓTICA	TIPO DE GESTIÓN	COMUNICACIÓN	SISTEMA PROPIO	INTEGRACIÓN CON OTROS DISPOSITIVOS
Nest Thermostat	Autónoma independiente	Wi-Fi	Si	Si
Canary	Autónoma independiente	Wi-Fi	Si	Si
Goji	Autónoma independiente	Wi-Fi	Si	Si
Revolv	Administración de varios dispositivos	Wi-Fi	Si	Si
Control DTI	Administración de varios dispositivos	TCP/IP, Wi-Fi	No	Si
Sodel Ecuador	Administración de varios dispositivos integración varias tecnologías	TCP/IP, Wi-Fi	No	Si
ZigBee	Autónoma independiente para cada dispositivo	Wi-Fi	Si	Si
Electrodomésticos Inteligentes	Autónoma independiente para cada dispositivo	Wi-Fi	Si	No

Conclusión de Análisis Compartido

Después del análisis de los diferentes sistemas y tal como muestra la Tabla 9, no se tiene un desarrollo único, de sistemas de domótica. Ya que es necesario la integración de otros sistemas. Por tal razón el crear un sistema único de control, permite la mejor administración para el usuario.

3. DISEÑO Y DESARROLLO

Una vez analizado los diferentes equipos (sistemas de control y gestión) para domótica alternativos, que no son usados comercialmente como sistema habitual de domótica que se encuentra en el mercado; se concluye que la mejor opción es Raspberry Pi.

Raspberry Pi cumple las características de un típico sistema de domótica a menor costo, y varias funcionalidades que permitirán seguir desarrollando el prototipo.

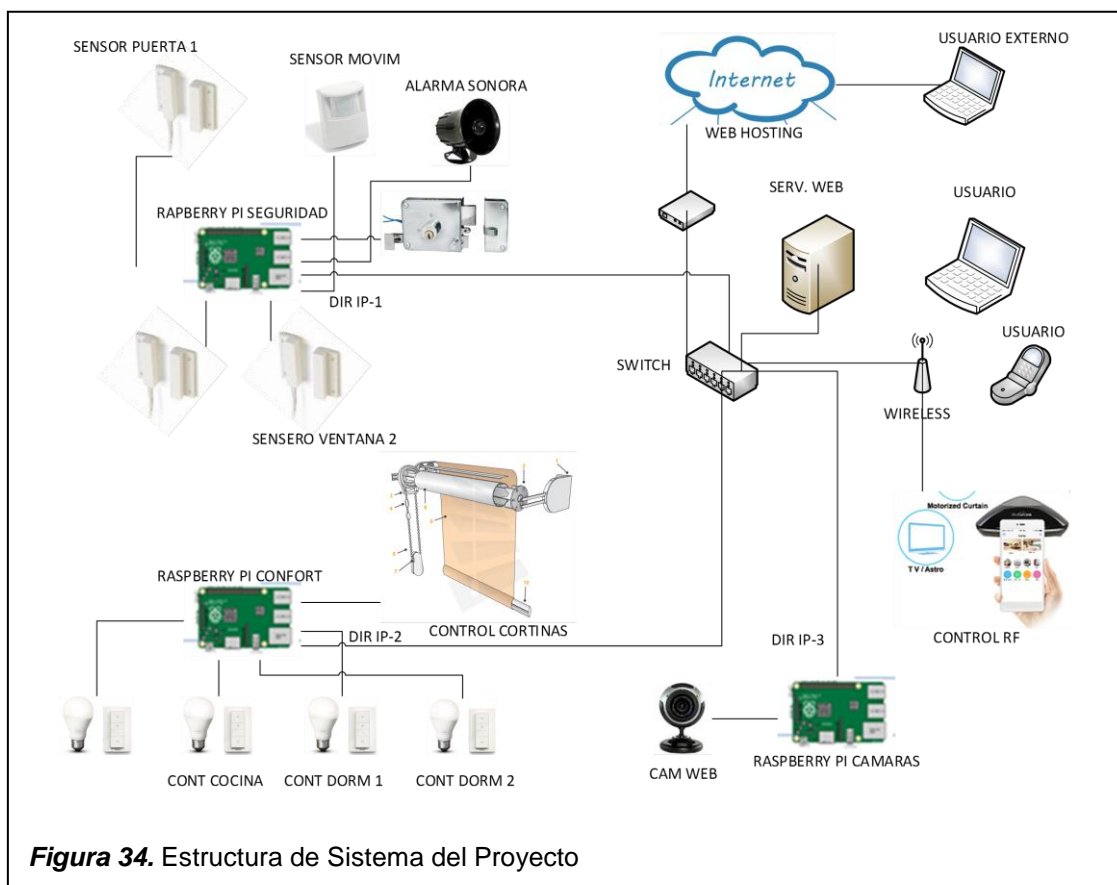
En el siguiente cuadro se especifica el alcance del proyecto que será realizado con Raspberry Pi.

Tabla 10, Servicios a prestar dentro del Hogar.

SERVICIOS DE HOGAR		
Seguridad	Confort	Comunicación
Video Vigilancia en Acceso principal.	Encendido de Luces	Enlace de internet (acceso por Web Hosting)
Detección de acceso no autorizado en Ventanas y puertas	Manejo de equipos RF dentro del hogar	Acceso inalámbrico para dispositivos wifi
	Control de Cortinas	Conexión alámbrico de la red de Equipos.
	Integración de servicio de impresión	

Este cuadro especifica las áreas a cubrir dentro del hogar, con lo cual se desarrolla el diseño para el sistema de domótica, utilizando como actuador y controlador al equipo Raspberry Pi.

DIAGRA DE ESTRUCTURA DEL SISTEMA



El esquema muestra todos y cada uno de los componentes, que forman parte del sistema de domótica dentro del proyecto. A continuación se detalla cada uno de los componentes, y se muestra un esquema de instalación sobre un plano de un hogar.

3.1 Componentes Infraestructura de Red.

- **Switch:** Es un equipo activo de red, que permite la interconexión alámbrica entre equipos (computadores, impresoras, equipos de red, etc.), y el traslado de información de un puerto al otro.
- **Router Modem:** Es un equipo activo de red, que permite la comunicación entre la red privada y una red pública, que será una puerta de enlace hacia el internet. Además dispone de un sistema Wireless, un servidor DHCP, que proporcionará un direccionamiento IPV4 a los equipos del usuario.

- **Servidor Web:** En uno de los Raspberry Pi, tendrá incorporado un servidor web local (servidor Apache), el mismo que servirá para el acceso local a la central de control del sistema para los usuarios.

3.2 Seguridad (servicios – funcionalidad)

- **Raspberry Pi:** Dentro del proyecto, el Raspberry pi, cumple la función de sistema central (pasarela domótica) en este caso del segmento de seguridad, se utilizara un solo dispositivo (Raspberry) para cubrir este servicio.

Este equipo no es más que un ordenador de placa única que fue detallado anteriormente. El mismo que interactúa con los sensores de puertas y ventanas, así mismo con el interruptor de la chapa eléctrica; gracias a que posee puertos de entrada y salida en su arquitectura. La conexión se establece con el usuario por medio de la comunicación TCP/IP (comunicación Wireless o Cableada).

- **Sensor magnético de puerta:** Estos son dispositivos electromecánicos que poseen un fuerte imán interno, que cierran o abren el circuito interno por medio de contactos. Se utiliza 5 sensores para el sistema, que actuar con un Switch normalmente abierto. Esta conexión se realizar por medio de cables UTP al Raspberry Pi a cada uno de sus puertos de entrada y salida, previamente configurados, los mismos que al verificar el cambio de estado del sensor, tomará como una violación de seguridad. La violación de seguridad de puertas y ventanas, según la configuración de la central de sistema de Seguridad (Raspberry Pi), se enviará un correo electrónico y activará una alarma sonora.
- **Chapa Eléctrica:** Dentro del sistema de seguridad se interactuará con la activación y desactivación de una chapa eléctrica, que se usará una para la puerta principal del hogar, con lo cual se bloquea su funcionamiento y a la vez activar su apertura. De igual manera este cambio de estado activará el sistema de violación ya configurado.
- **Sirena Sonora:** Es un dispositivo eléctrico que al recibir una corriente eléctrica y produce un sonido. Este tipo de señal sonora no es más que

una alerta del sistema que indicará que se produce una violación de seguridad.

- **Raspberry de Cámara:** Para cubrir la funcionalidad de un acceso a cámaras desde cualquier parte del mundo se introduce otro equipo Raspberry pi para programar como un servidor de cámara IP con lo cual se conecta por medio de USB una cámara Web.
- **Relés Raspberry:** Es una placa electrónica compuesta de 4 relés, con especificaciones técnicas tanto de corriente como voltaje, para la comunicación con el ordenador de placa única Raspberry pi.

CONFIGURACIÓN PREVIA DE RASPBERRY PI.

- Configuración Inicial de Raspberry Pi B+.
1. Conectar periféricos al Raspberry.
 2. Arrancar eléctricamente el equipo.
 3. Pantalla Inicial de configuración y carga de sistema operativo.

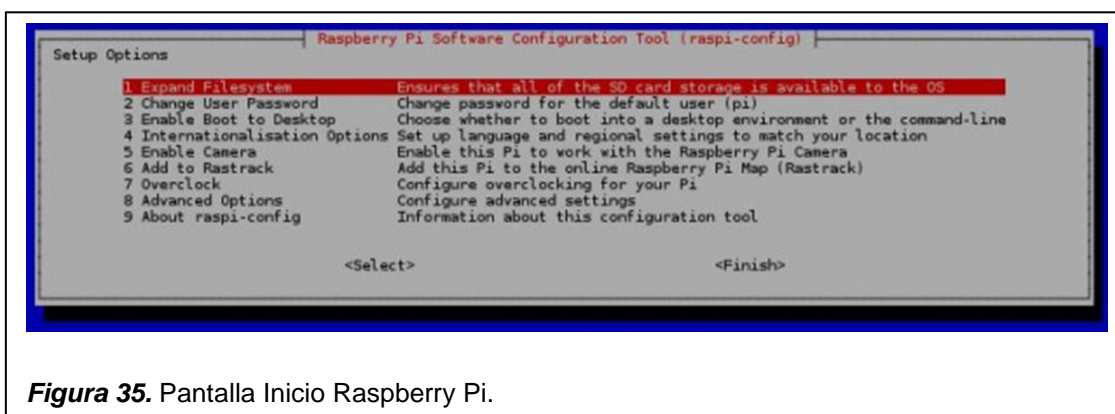


Figura 35. Pantalla Inicio Raspberry Pi.

4. Expandir el sistema de archivos e Instalar las actualizaciones.
5. Cambiar la contraseña del usuario Pi (Change User Password). En este caso la clave es: Gdmv052015

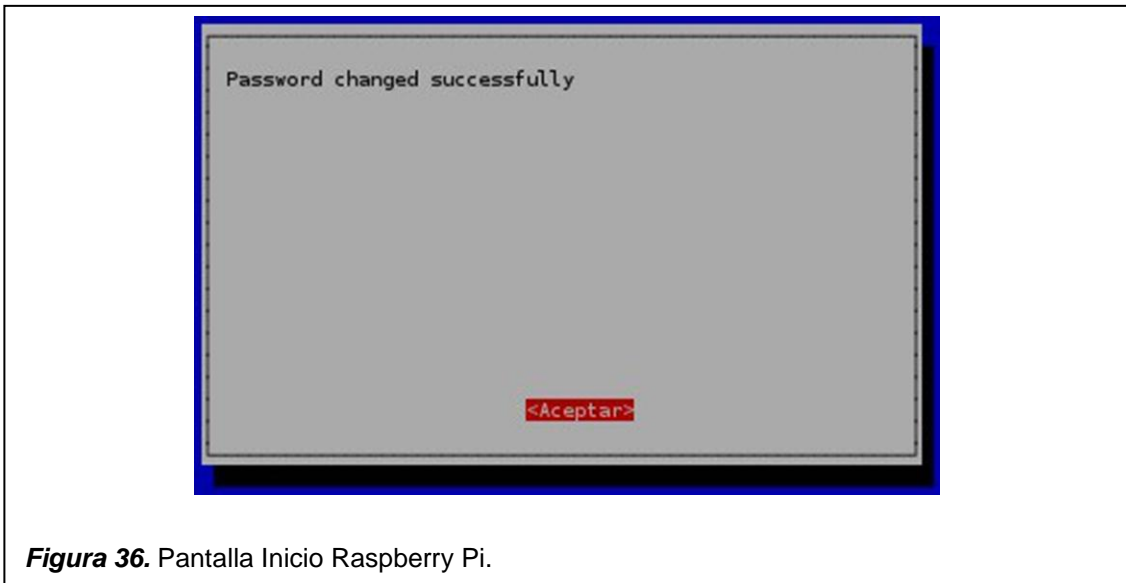


Figura 36. Pantalla Inicio Raspberry Pi.

6. Una vez dentro del pront del sistema ejecutar comando para ingresar al modo escritorio comando:

```
startx
```

7. En este modo se asigna una dirección IP de forma más sencilla.

Dirección IP: 192.168.0.XX

8. Salir del modo Grafico. Ir a configuración por comandos.

Pasos para Actualización de paquetes a instalar Módulo de Seguridad:

1. Comando para bajar actualizaciones, recordar que el Raspberry Pi esté conectado a Internet.

```
sudo apt-get update
```
2. Instalación de servicios Webiopi, para control de puertos GPIO. Servicio Web propio de Raspberry Pi.
 - Descarga de paquete de instalación del servicio.

```
wget http://webiopi.googlecode.com/files/WebIOPi-0.6.0.tar.gz
```
 - Descomprimir archivo de instalación.

```
tar xvzf WebIOPi-0.6.0.tar.gz
```
 - Abrir ubicación de instalador.

```
cd WebIOPi-0.6.0
```

- Ejecutar el archivo de instalación.

```
sudo ./setup.sh
```
- Luego de instalación Arrancar el servicio Webiopi

```
sudo /etc/init.d/webiopi start
```
- Detener el servicio Webiopi

```
sudo /etc/init.d/webiopi stop
```
- Ingresar a archivo de configuración de parámetros del servicio, aquí se aloja la dirección de los script y archivos índice que sirven para ejecutar la pantalla web y los comandos para activar los puertos GPIO.

```
sudo nano /etc/webiopi/config
```
- Después de carga el archivo index.html, y apuntar a la carpeta contenedora del scrip.php. se ejecuta nuevamente el comando de inicio del servicio web.
- Acceso vía Web a la plataforma de control de los puertos GPIO.



Figura 37. Pantalla acceso web Raspberry Pi módulo de seguridad.

Pasos para Actualización de paquetes a instalar Módulo de Cámara web:

1. Comando para bajar actualizaciones, recordar que el Raspberry Pi esté conectado a Internet.

```
sudo apt-get update
```
2. Instalación de servicios Motion, para control de Cámara Web conectada al puerto USB. Servicio Web propio de Raspberry Pi.

- Descarga de paquete de instalación del servicio.
sudo apt-get upgrade
- Ejecutar el archivo de instalación.
sudo apt-get install motion
- Configurara parámetros en el archivo que presta el servicio.
sudo nano /etc/motion/motion.conf
- Parámetros a configurar para que se muestre la imagen de la cámara web.

Apartado #Daemon# se cambia Daemon OFF por Daemon ON

Apartado #Snapshots# se puede cambiar el tiempo entre cada captura de vídeo, poniendo un valor de 4 segundos entre capturas, snapshot_interval 4

Apartado #Live Webcam Center# ponemos webcam_port 8001 y webcam_localhost OFF

Apartado #HTTP Based Control# cambiamos a control_port 888 y control_localhost OFF

- Ejecutar el servicio Motion.
sudo motion -n
- Acceso vía Web a la plataforma de visualización. El puerto configurado para acceder es el 8001. (www.192.168.0.12:8001)

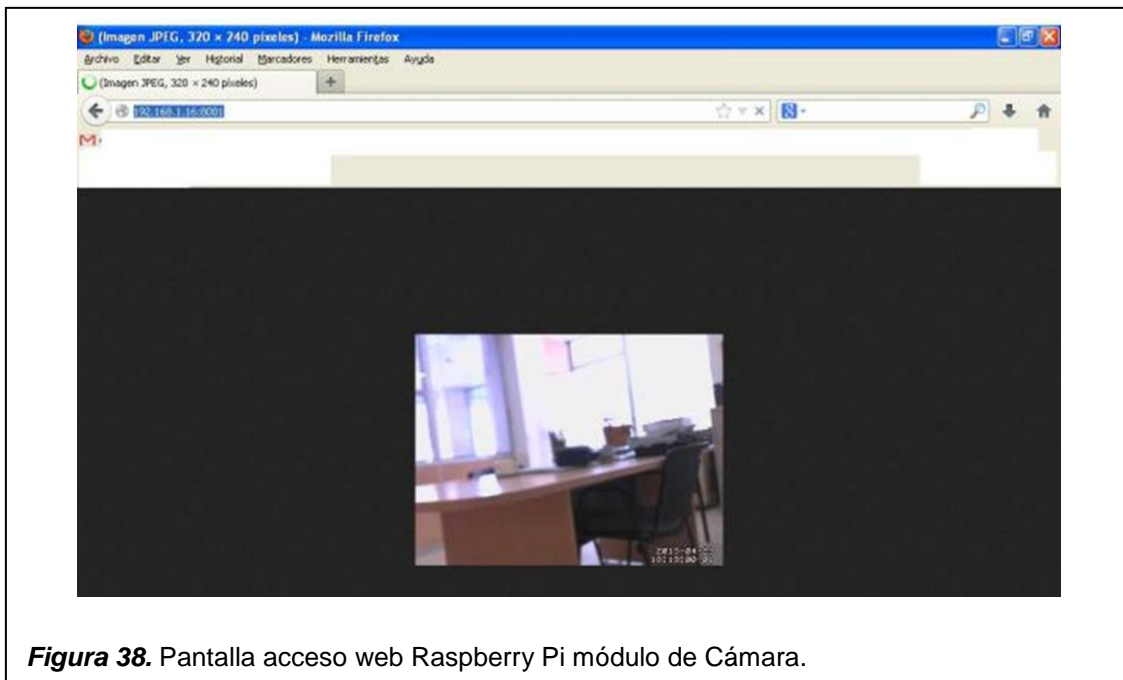


Figura 38. Pantalla acceso web Raspberry Pi módulo de Cámara.

Pasos para Actualización de paquetes a instalar Módulo de Confort:

1. Comando para bajar actualizaciones, recordar que el Raspberry Pi esté conectado a Internet.
`sudo apt-get update`
2. Instalación de servicios web Apache, y PHP, para control de puertos GPIO. Servicio Web Apache instalado en Raspberry Pi.
 - Crea la carpeta contenedora para apache y dar permisos.
`sudo addgroup www-data`
`sudo usermod -a -G www-data www-data`
 - Descarga de paquete de instalación del servicio.
`sudo apt-get upgrade`
 - Ejecutar el archivo de instalación.
`sudo apt-get install apache2 php5 libapache2-mod-php5`
 - Reiniciar el servicio de Apache.
`sudo /etc/init.d/apache2 restart`
3. Instalación y configuración de MySQL y PHPMyAdmin.
 - Activar el archivo raíz loopback para que funcione MySQL.
`sudo ifup lo`

- Instalación de MySQL y PHPMyAdmin

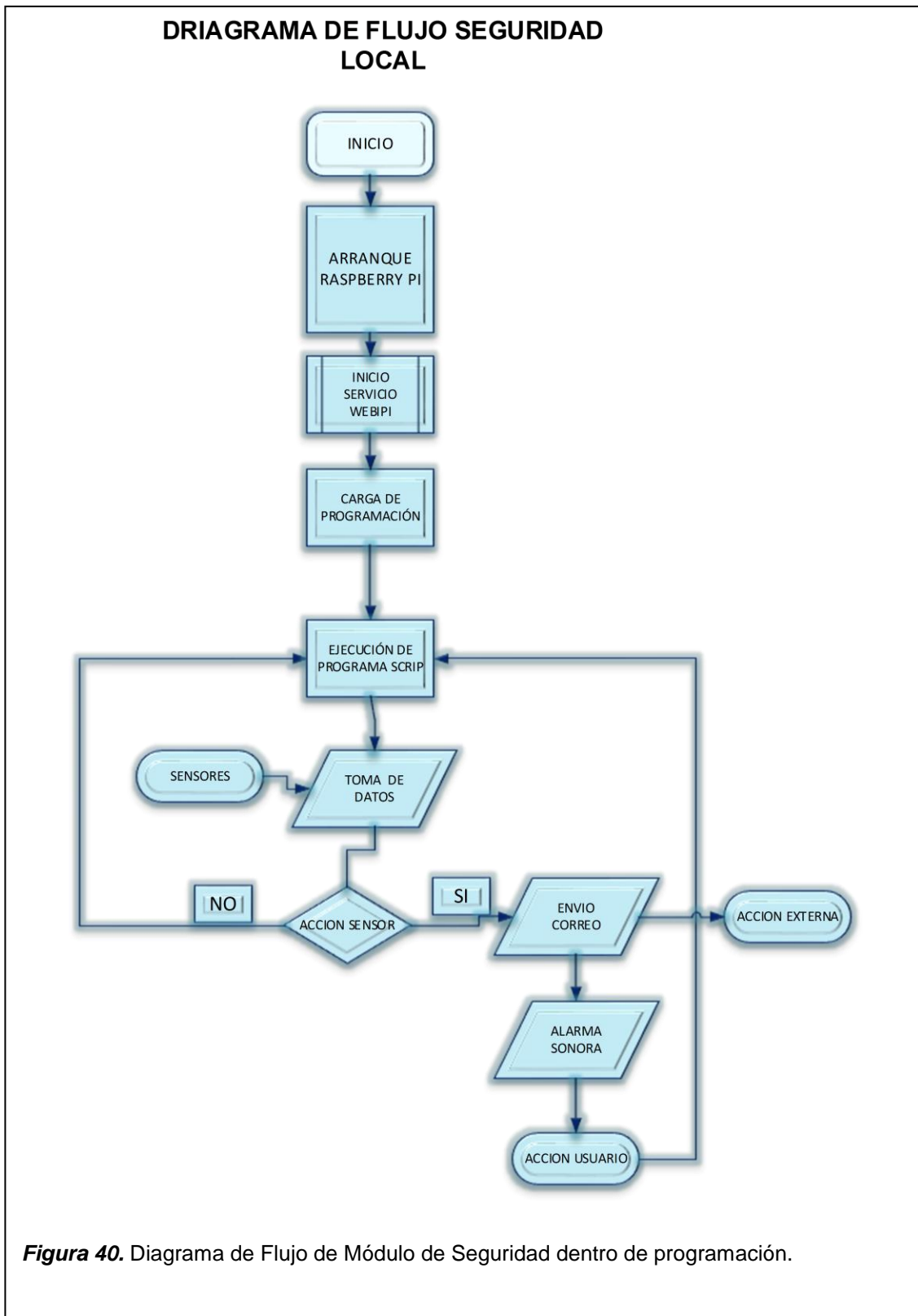

```
sudo apt-get install mysql-server mysql-client php5-mysql
phpmyadmin
```
 - Ingresar contraseña para la base de datos MySQL.
 - Añadir el archivo.


```
sudo nano /etc/php5/apache2/php.ini
```
 - Una vez finalizada la instalación se prueba que todo funciona perfectamente, para ello se crea un archivo en la ruta /var/www, donde se agregara la configuración y la programación de la página web, y el script de los archivos PHP, para control de puertos GPIO.
4. Acceso vía Web a la plataforma WEB. El puerto configurado para acceder es el web 80. (www.192.168.0.11).



Figura 39. Pantalla acceso web Raspberry Pi módulo de Confort.

A continuación se detalla los diagramas de flujo de programación, que se tiene en cuenta para la configuración y funcionamiento de los módulos.



3.3 Descripción diagrama Seguridad Local de la Figura 40.

Inicio: Conectividad de Equipo Raspberry Pi módulo de seguridad.

Arranque Raspberry: Inicio de sistema operativo base de ordenador de placa única Debian (Linux), sube servicios Webiopi (servidor web para puertos entrada salida gpio).

Servicio Webiopi: Arranque de servicio WEB propio de Raspberry para puertos Gpio.

Carga programación: Arranca programa desarrollado en Python.

Ejecución de Programa Scrip: Ejecuta las sentencias de programa, según la información recibida de los sensores.

Toma de Datos: Recopila datos de los “Sensores” y efectúa acción según sentencia de código de programación.

Acción Sensores: según estado lógico de sensores; (No) regresa a carga de programación. (Si) envío de correo según programación, y activación de puerto de salida (alarma sonora).

Acción Usuario: Usuario local dentro del hogar verifica alarmas y regresa a carga de programa.

Envío Correo: Según programación y sentencia configurada envía mensaje de alerta a correo electrónico de usuario.

Alarma Sonora: Se ejecuta una alarma sonora después de recibir la información de acceso no autorizado en el sistema.

Acción Externa: Usuario a quien llega el correo electrónico toma acción desde fuera del hogar, regresa a carga de programa.

DIAGRAMA DE FLUJO SEGURIDAD EXTERNO

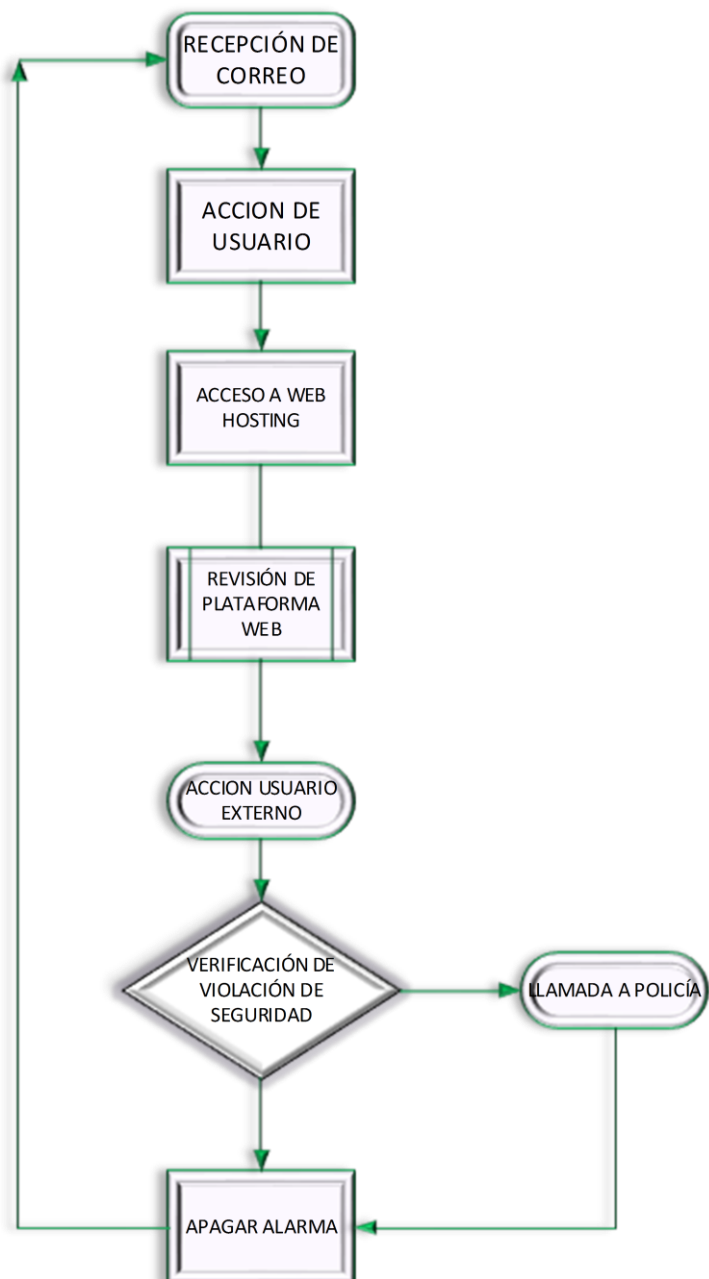


Figura 41. Diagrama de Flujo de Módulo de Seguridad acción tomada por Usuario.

3.4 Descripción diagrama Seguridad Externo de la Figura 41.

Recepción de Correo: El usuario con acceso a internet recibe un correo electrónico cuando se activa alguna violación de acceso al hogar.

Acción de Usuario: Recibe información sobre la activación de alarma en su hogar. Y decide ingresar al servicio Web Hosting.

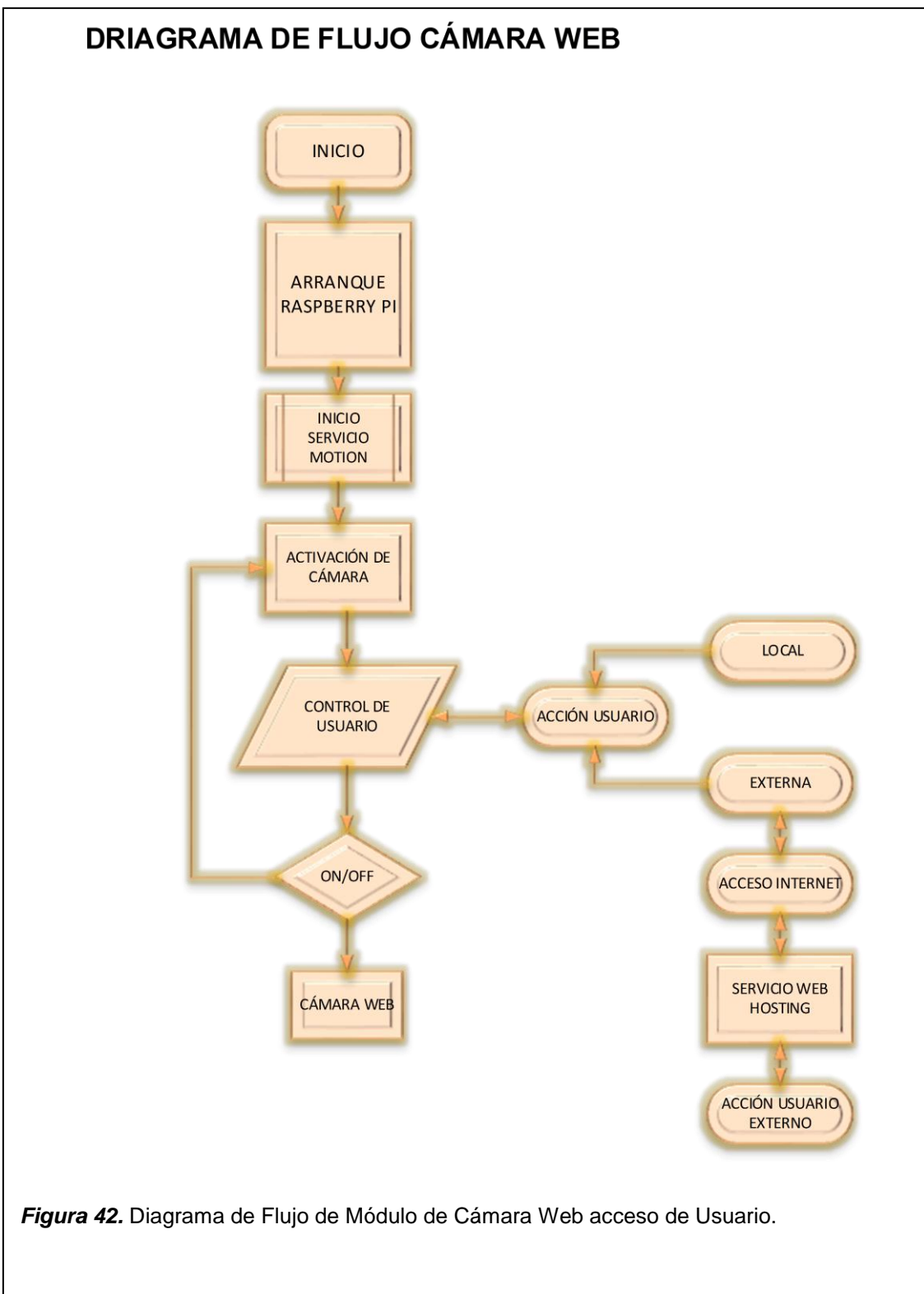
Acceso a Web Hosting: Ingresa a la página de Web Hosting, accede con sus credenciales, valida la plataforma a ingresar.

Revisión de la Plataforma Web: Decidir elección de servicio, puede ser el de cámara web para revisión de activación de alarma.

Acción de Usuario externo: Verificar por qué se activa la alarma.

Verificación de Violación de seguridad: Revisión de cámara web, si hay una violación realizar **llama a Policía**, o ignorar y **apagar alarma**.

Llamada a Policía: Confirmar que hay un intruso en el hogar a las autoridades.



3.5 Descripción diagrama Cámara Web Figura 42.

Inicio: Conectividad de Equipo Raspberry Pi módulo de seguridad.

Arranque Raspberry: Inicio de sistema operativo base de ordenador de placa única Debían (Linux), sube servicios Web Motion (servidor web para Acceso a la imagen de la cámara).

Servicio Motion: Arranque de servicio WEB para cámaras web puerto USB, propio de Raspberry.

Activación de Cámara: Arranca archivo de programa propio de servicio Motion, activando la cámara lista para ser visualizada desde el portal web.

Control de Usuario: Acceso Web para activar visualización de Cámara Web.

Acción Usuario: portal web que muestra a usuario la imagen de la cámara.

Local: Ingreso de usuario al portal desde la red del hogar.

Externa: ingreso de usuario desde el internet al servicio del Raspberry.

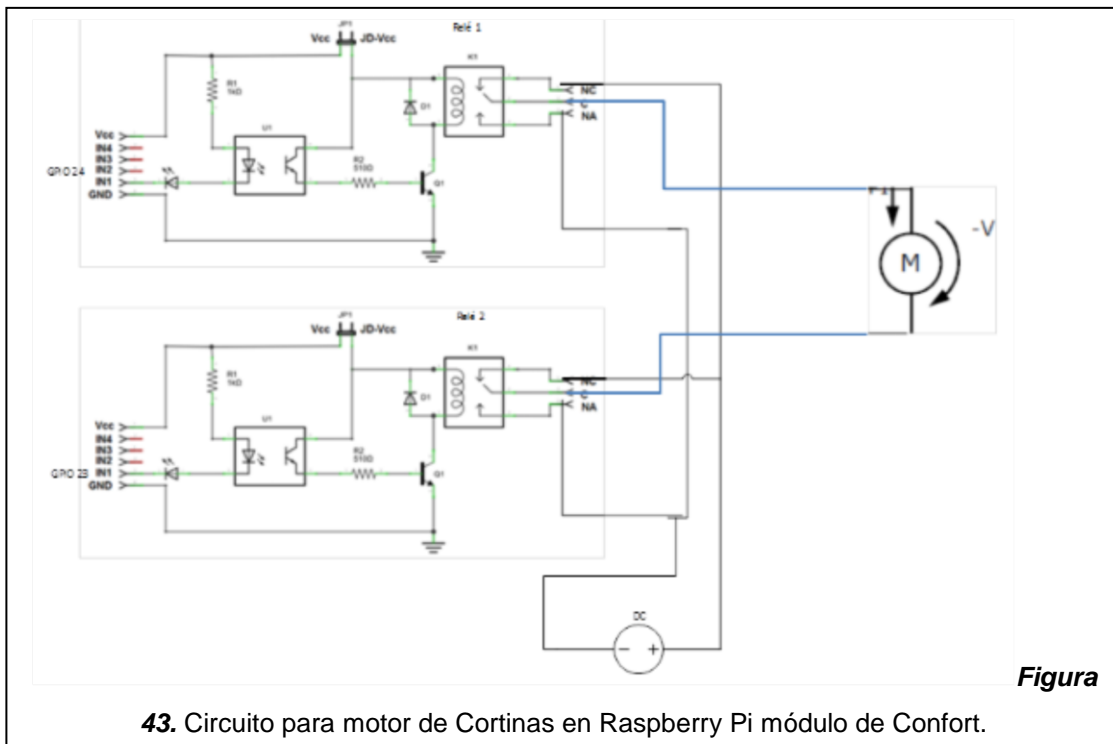
Acceso a Internet: conectividad de Raspberry a Internet por medio de un web hosting con accesos por usuario y contraseña.

Servicio Web hosting: Servicio de plataforma y alojamiento de datos asignado por proveedores Web en internet. Donde se genera un portal de acceso por usuario y contraseña.

Acción Usuario Externo: Usuario a quien llega el correo electrónico toma acción desde fuera del hogar, ingresa al portal de Web hosting. Y **regresa a carga de programa.**

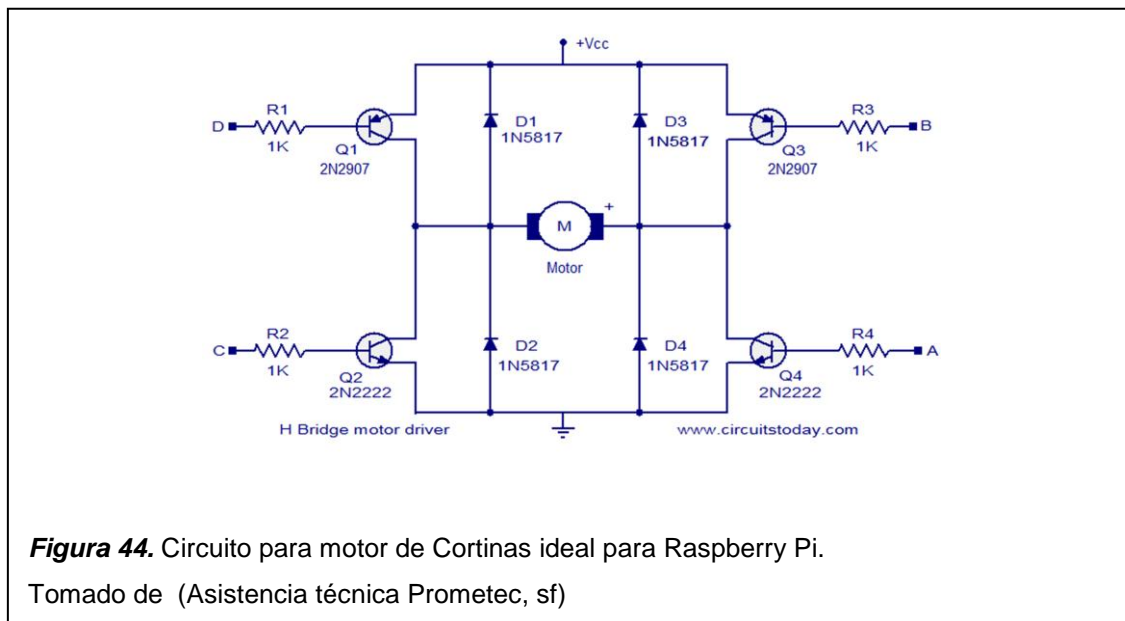
3.6 Confort (servicios – funcionalidad)

- **Control de Cortinas:** Consiste en la activación de un motor con doble giro que permite subir y bajar las cortinas, esto es controlado por el sistema de Confort (Raspberry pi), para temas de demostración en la maqueta, se representa un circuito con un motor conectado directamente a los puertos GPIO.



En la Figura 43, se muestra el circuito referencial para que se demuestre el giro del motor DC, controlado por los puertos Gpio del Raspberry Pi del módulo de confort, teniendo en cuenta que en la programación debe estar siempre uno de los puertos con valor LOW. Para fines de un diseño del circuito electrónico para motor DC, se utilizó la placa de Relés para Raspberry Pi, de la Figura 45.

Circuito ideal para control de motor de doble giro



La Figura 44, representa el circuito ideal, utilizado para controlar motores DC, desde dispositivos Raspberry Pi, y Arduino.

- **Control de Luces:** Es la activación de la placa de relés (1 placa con 4 relés), la misma que abren y cierran el circuito de las luces en el hogar, esto se lo realizará por medio del sistema de confort (Raspberry Pi). Según la programación se muestra desde el navegador web la acción de activación de las luces.

A continuación se muestra el circuito eléctrico que representa a la placa de relés de control.



Figura 45. Placa de Relés para Raspberry Pi.

Tomado de (Soporte Raspberry, sf)

La figura 45, muestra la placa de 4 relés, diseñada específicamente para Raspberry Pi, y Arduino. A continuación se muestra el circuito en el cual está basada la placa de la figura 42.

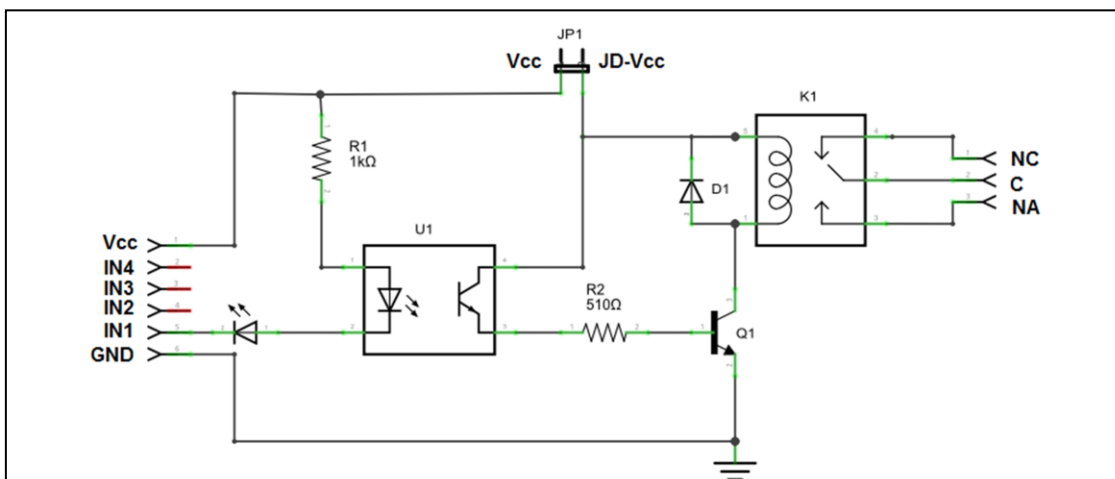
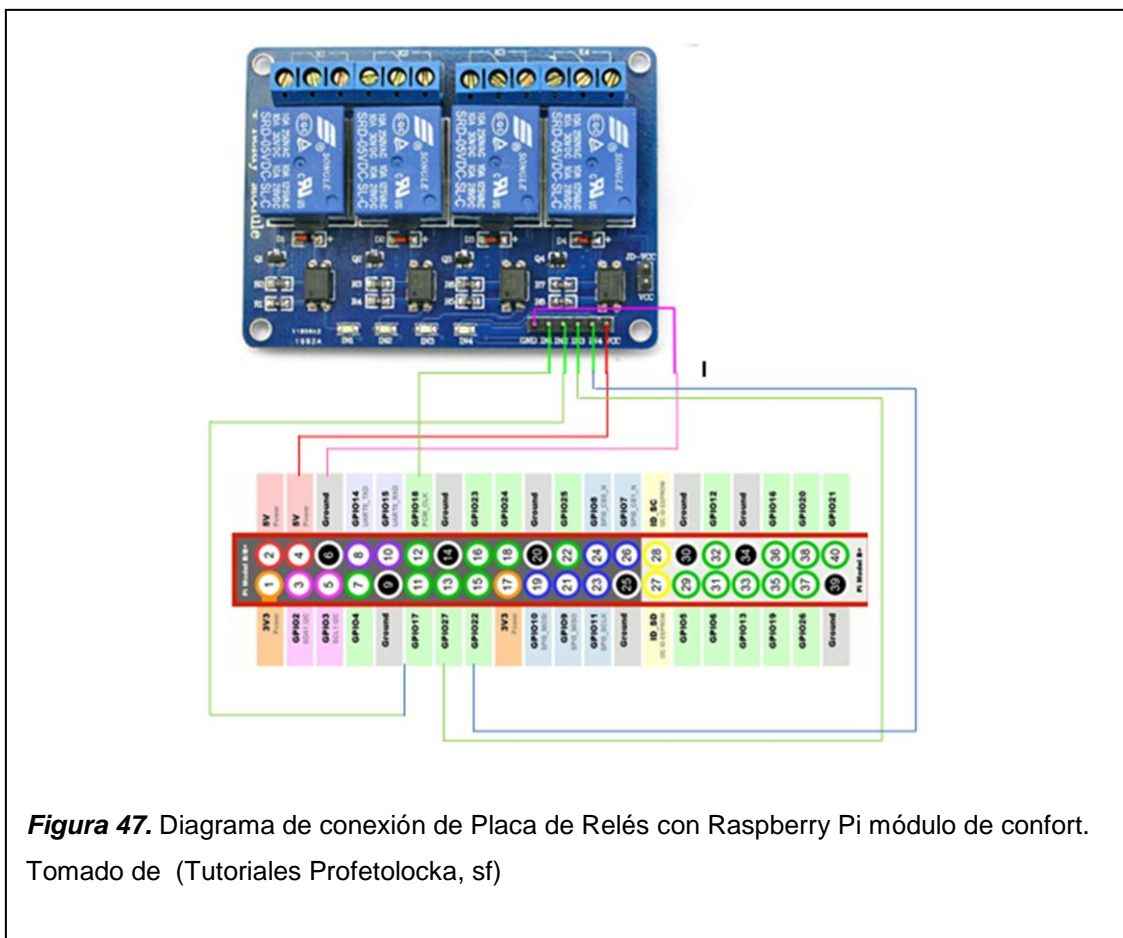


Figura 46. Circuito de Placa de Relés para Raspberry Pi.

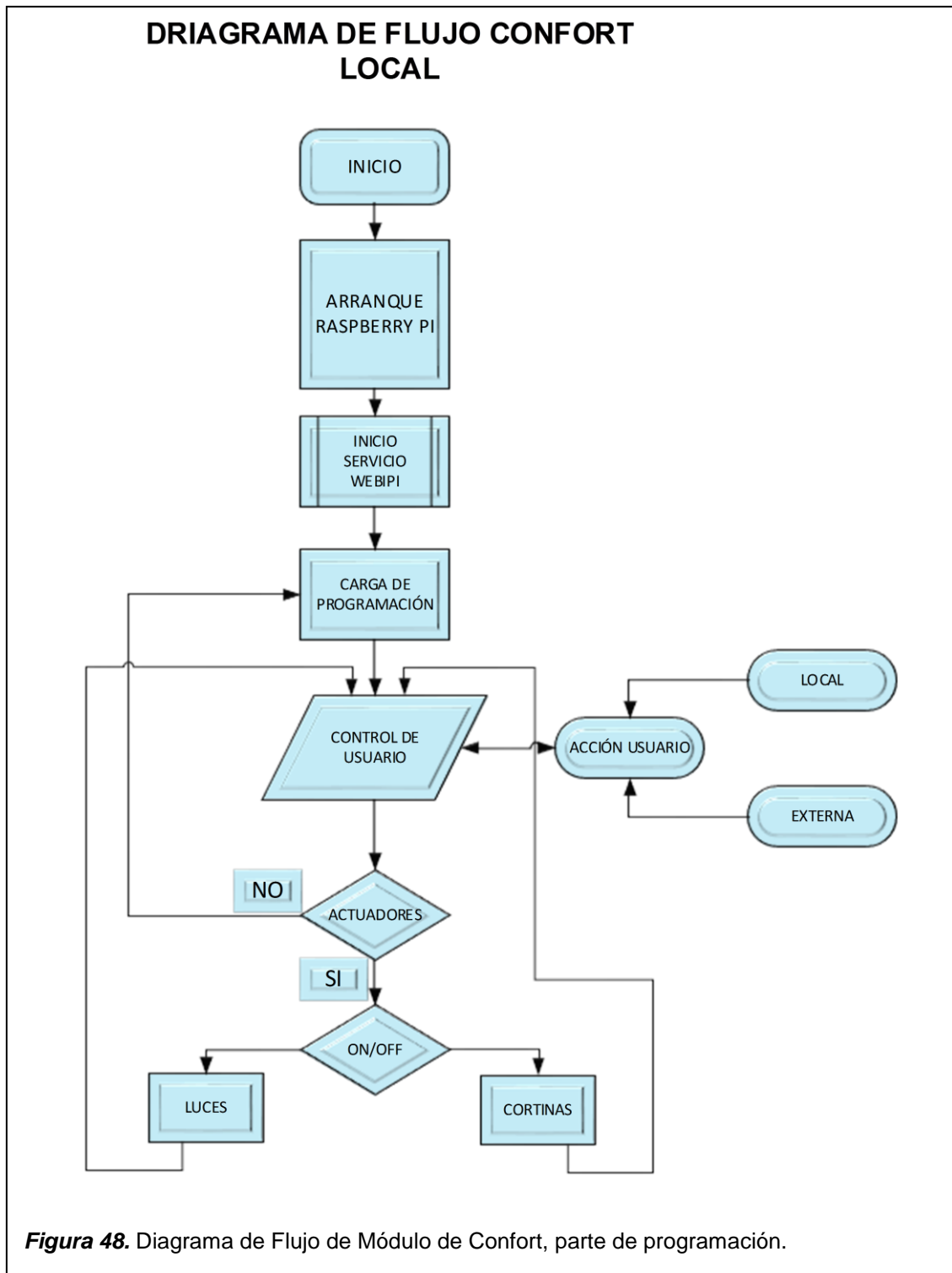
Tomado de (Tutoriales Profetolocka, sf)

La Figura 46, representa el circuito electrónico, de la placa de 4 relés para Raspberry.



La Figura 47, representa el diagrama de conexión de la placa de relés, hacia cada uno de los puertos habilitados en el Raspberry, para el control de luces.

- Control RF:** E-control, este es un equipo independiente que tiene una comunicación TCP/IP, conectado a la infraestructura de red del hogar. Su plataforma de administración se realiza por medio de una aplicación para sistemas de Smart phone. E-control es un control remoto (señal RF) universal, que permite activar las funciones de los equipos domésticos (tv, radio, etc.), desde un dispositivo Smart; que estén dentro de la señal RF de recepción y emisión del sistema E-controler.



3.7 Descripción diagrama Confort Local Figura 48.

Inicio: Conectividad de Equipo Raspberry Pi módulo de seguridad.

Arranque Raspberry: Inicio de sistema operativo base de ordenador de placa única Debian (Linux), sube servicios Webiopi (servidor web para puertos entrada salida gpio).

Servicio Webiopi: Arranque de servicio WEB propio de Raspberry para puertos Gpio.

Carga programación: Arranca programa desarrollado en Python.

Control de Usuario: Acceso Web para activar o desactivar los accesorios del hogar (luces, cortinas).

Acción Usuario: portal web que muestra a usuario la administración de los equipos del hogar por áreas (dormitorios, cocina, sala, etc.).

Actuadores: activación o desactivación de relés de control.

Local: Ingreso de usuario al portal desde la red del hogar.

Externa: ingreso de usuario desde el internet al servicio del Raspberry.

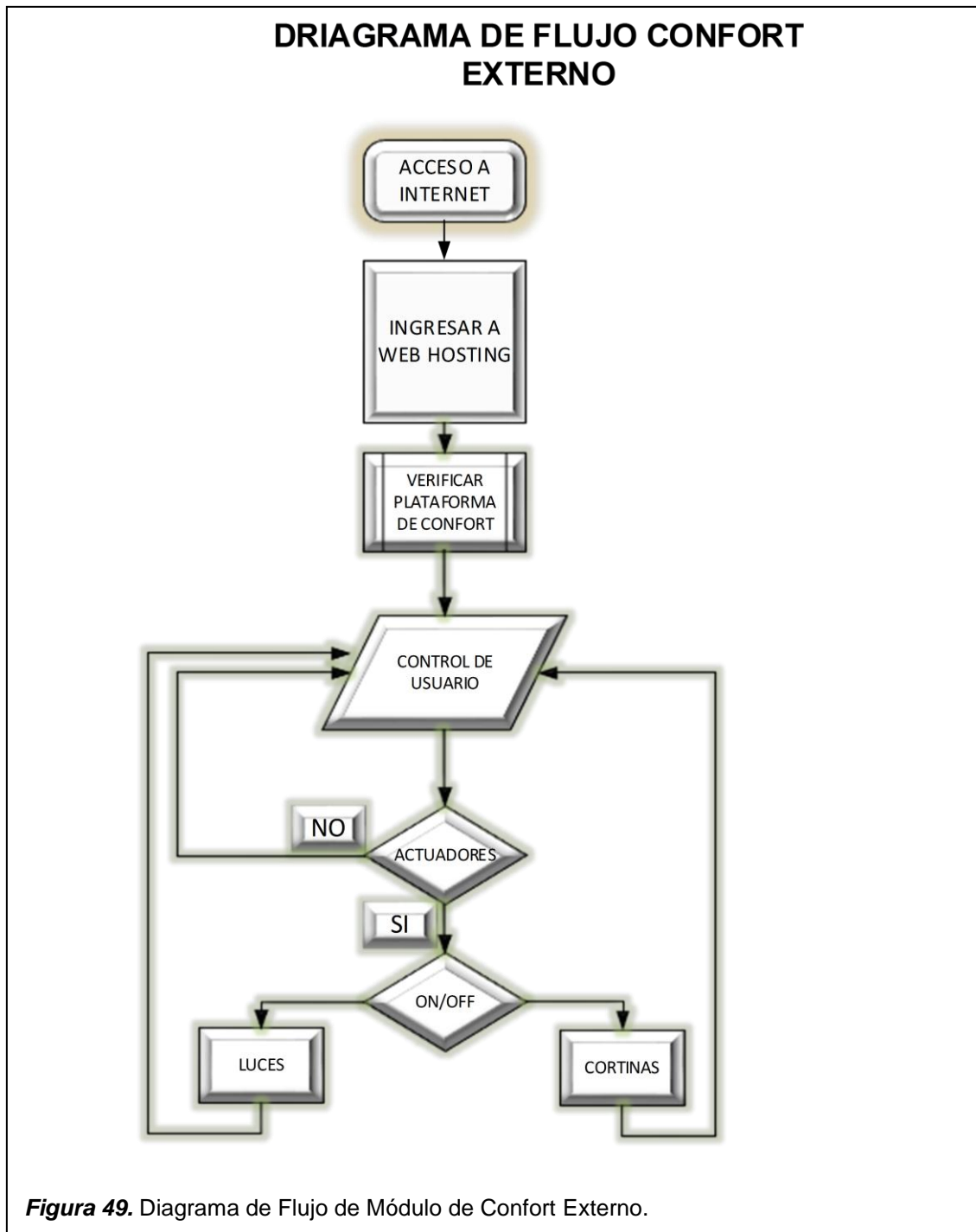


Figura 49. Diagrama de Flujo de Módulo de Confort Externo.

3.8 Descripción diagrama Confort Externo Figura 49.

Acceso a Internet: Usuario con conectividad a Internet.

Ingresar a Web Hosting: Acceso de credenciales a portal de Web Hosting.

Verificar Plataforma de Confort: Ingresar a plataforma web de control.

Control de Usuario: Acceso Web para activar o desactivar los accesorios del hogar (luces, cortinas).

Acción Usuario: portal web que muestra a usuario la administración de los equipos del hogar por áreas (dormitorios, cocina, sala, etc.).

Actuadores: activación o desactivación de relés de control.

Local: Ingreso de usuario al portal desde la red del hogar.

PLANO DE DEPARTAMENTO DEMOSTRACIÓN

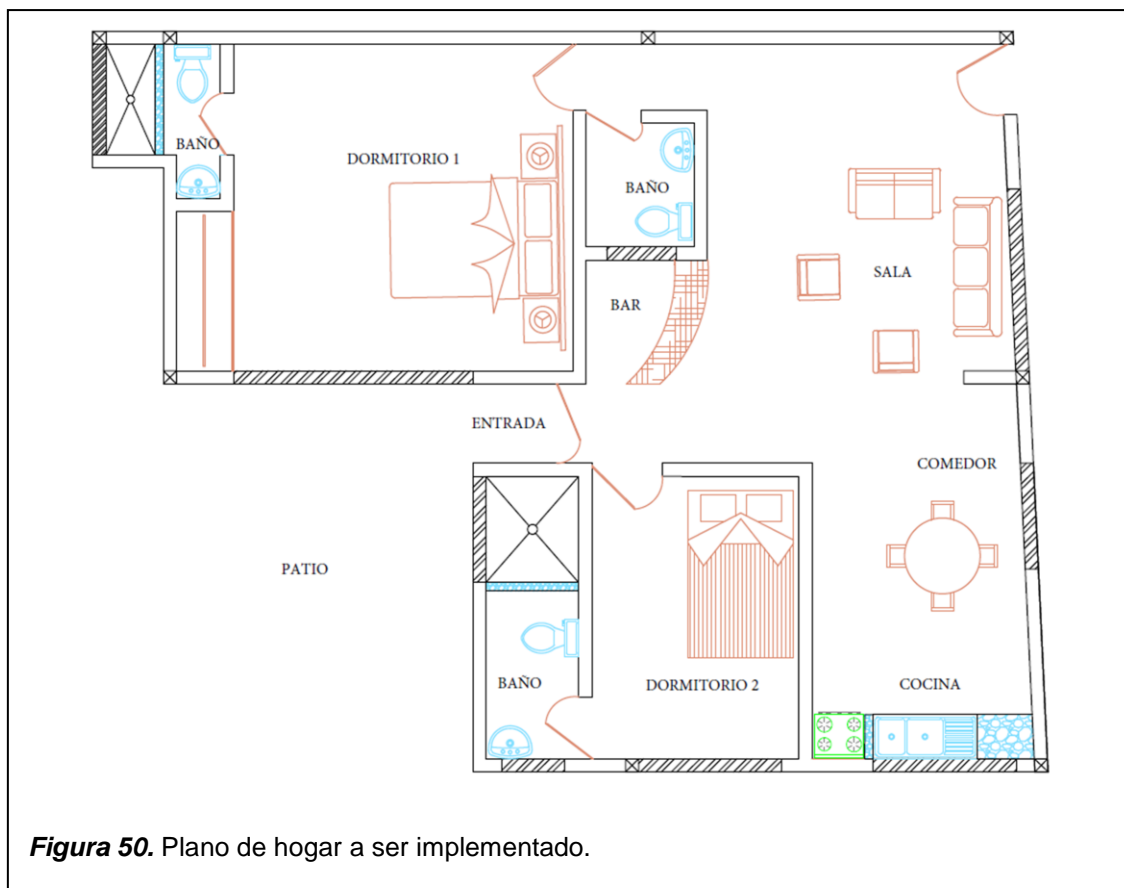


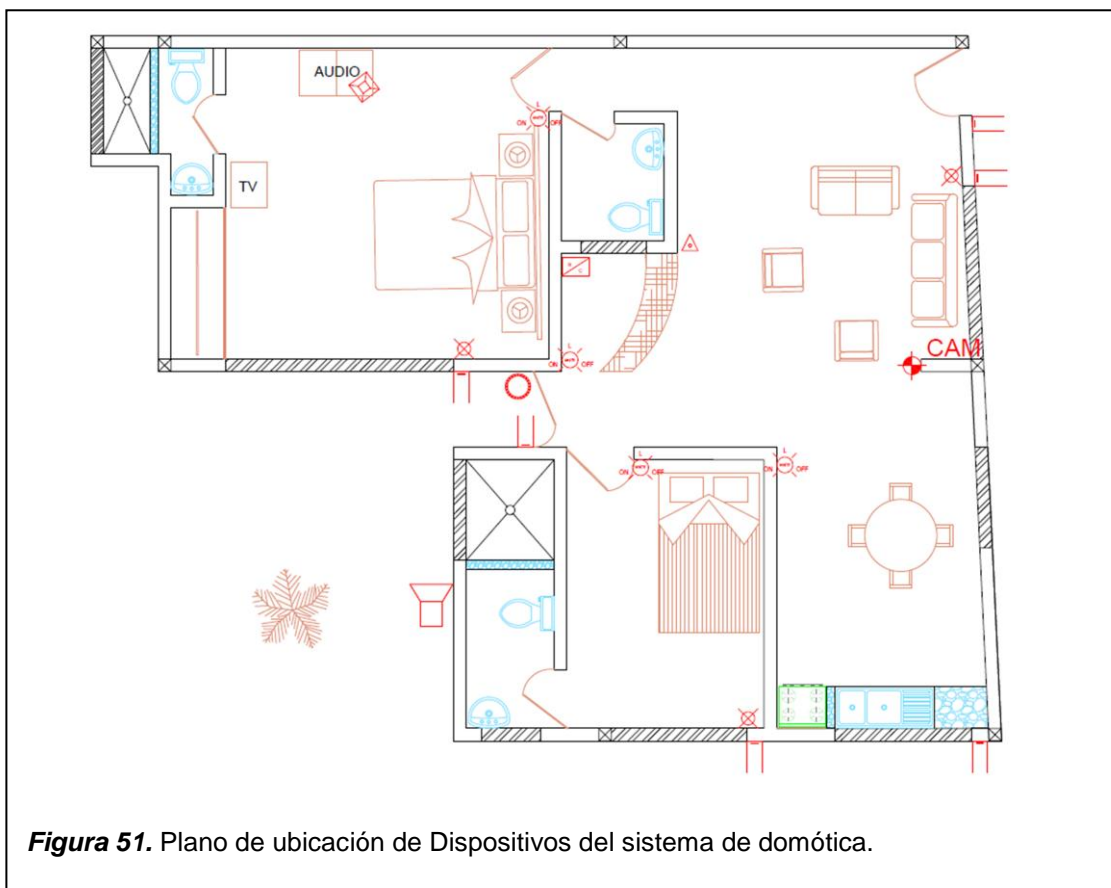
Figura 50. Plano de hogar a ser implementado.

Descripción del Plano:

La Figura 50, muestra la vivienda donde se instala el sistema de domótica, está compuesto por:

- 1) Dos dormitorios, donde se instalarán los **sensores en ventanas, control cortinas**, y los módulos de **sensor de luces**. En el Dormitorio 1, que consta con televisor y equipo de sonido se instalará el **modulo RF** para control.
- 2) Sala, en esta área se instala **control cortinas, sensores en ventanas, sensores de puerta**, en la división con la cocina se encuentra la **cámara Web**, y el **sensor de Movimiento**.
- 3) Bar, en esta área está dispuesto el rack de control, donde se encuentra: **sistema central** de control, Switch, acceso a Internet y **sensor luces**.
- 4) Comedor y Cocina, en estas áreas se ubican los siguientes equipos: **sensor luces**, y **sensores en ventanas**.
- 5) Patio, en esta área encontramos: la señal de alarma sonora **Sirena**, **sensor de puerta**, y control de **chapa eléctrica**.

IMPLANTACIÓN DEL SISTEMA SOBRE UN HOGAR



La figura 51, muestra la ubicación de cada uno de los componentes del sistema de domótica a ser instalado., adicionalmente se presenta la simbología de cada uno de los dispositivos.

DIGRAMAS ESTRUCTURAL DEL SISTEMA

RASPBERRY SEGURIDAD

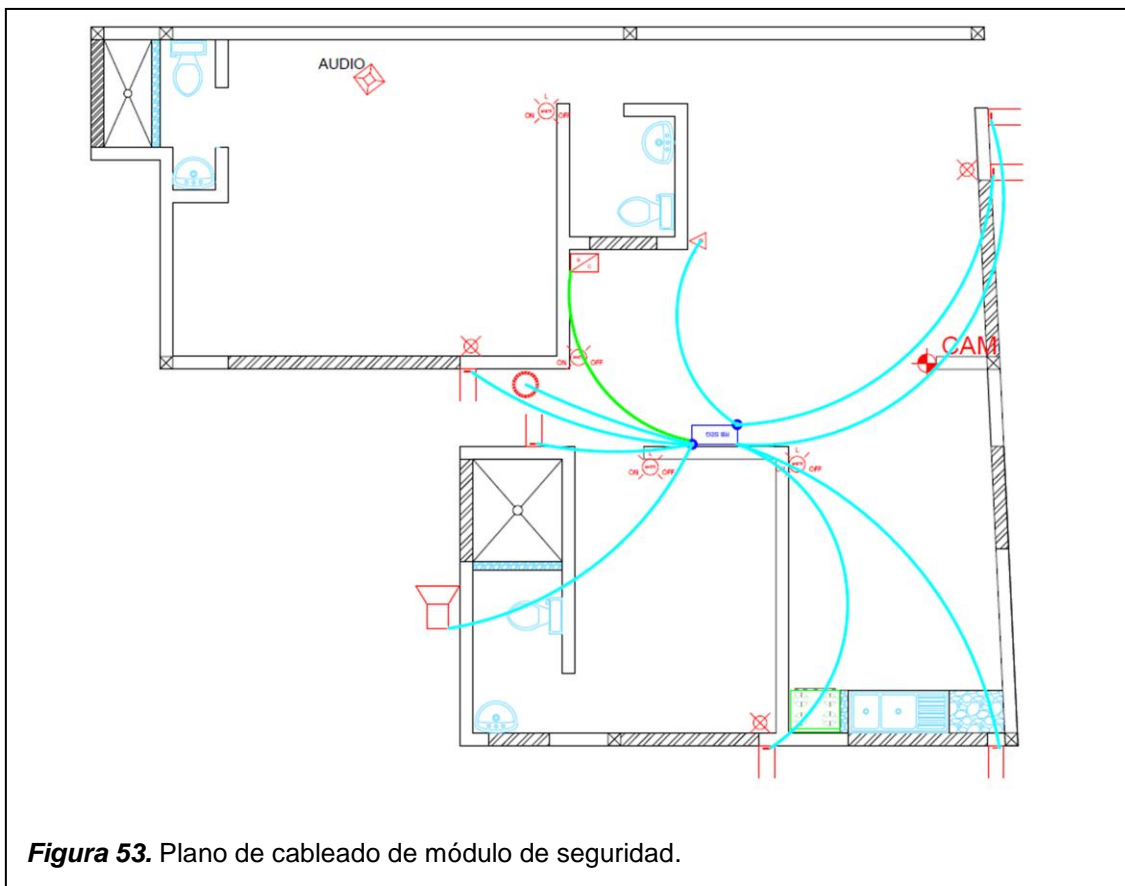
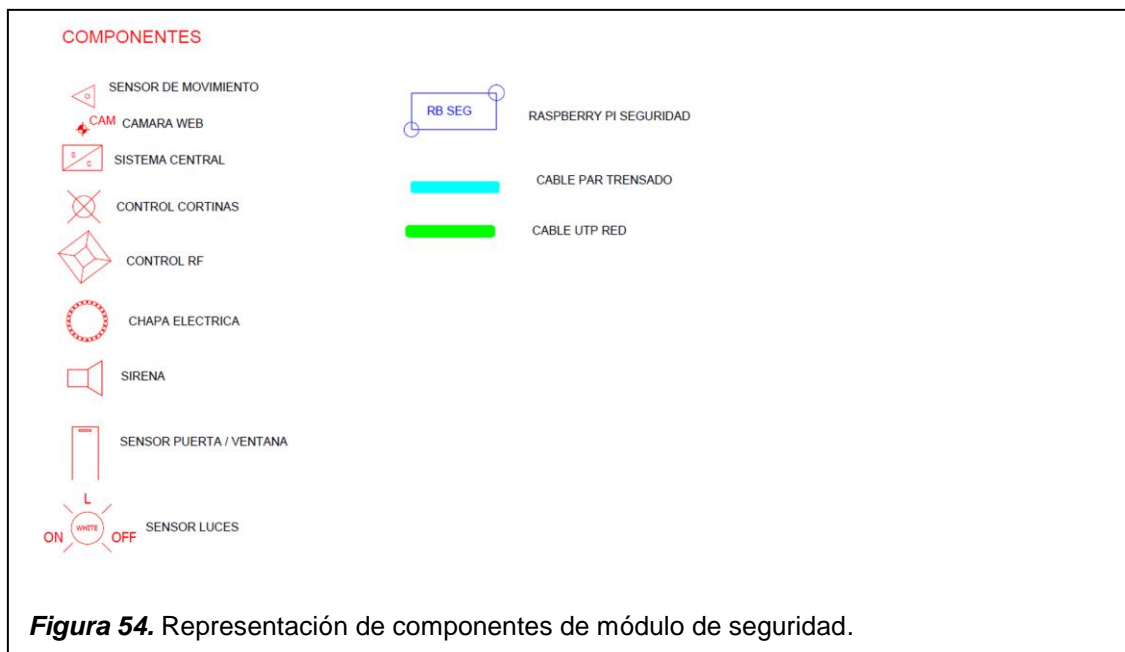


Figura 53. Plano de cableado de módulo de seguridad.



La Figura 53, muestra la conexión realizada desde la central de control, al Raspberry de Seguridad es por medio de cable de red UTP cat 5e y conectores RJ45, tomando en cuenta que la distancia con este cable por estándar es de 90m. La conexión entre los puertos entrada salida de Raspberry, los actuadores y sensores es por medio de un cable trenzado.

RASPBERRY CONFORT

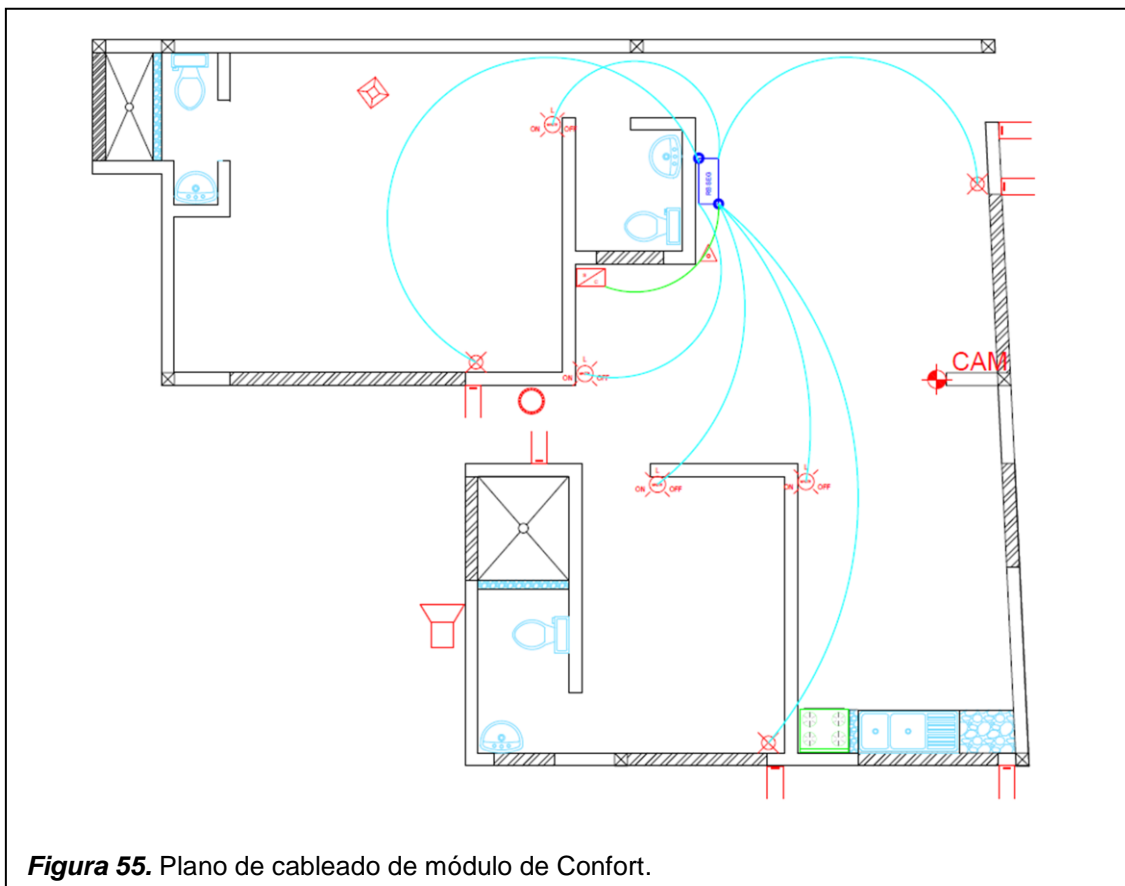


Figura 55. Plano de cableado de módulo de Confort.

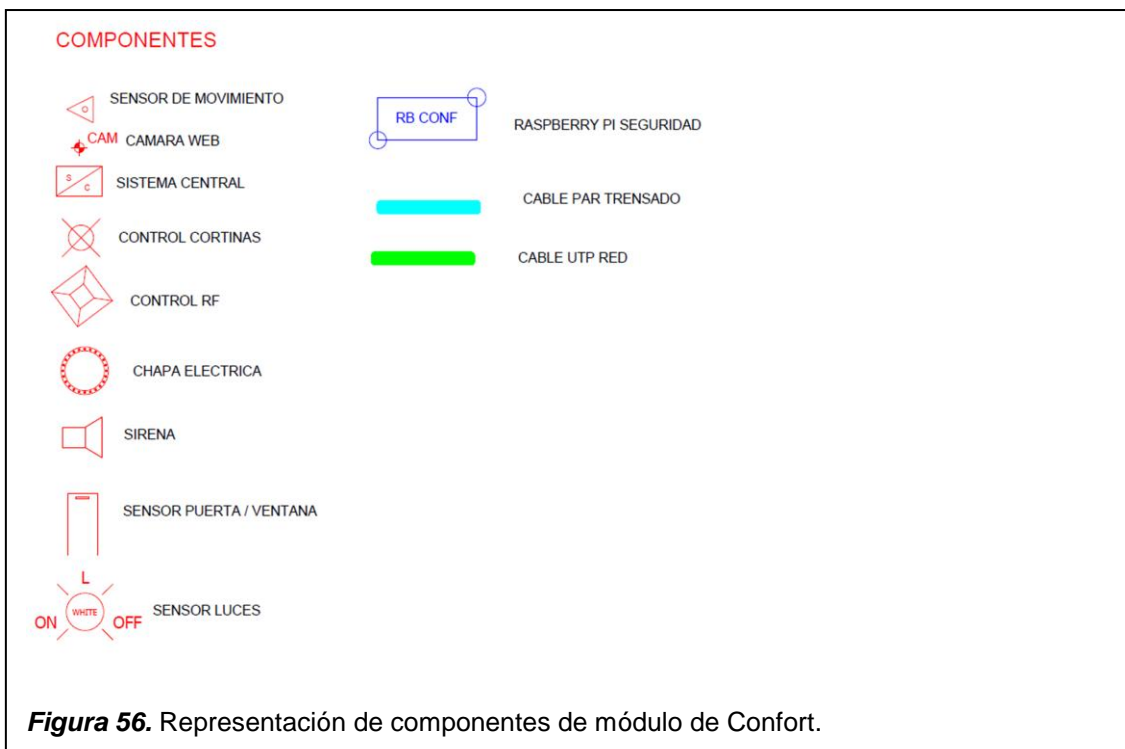
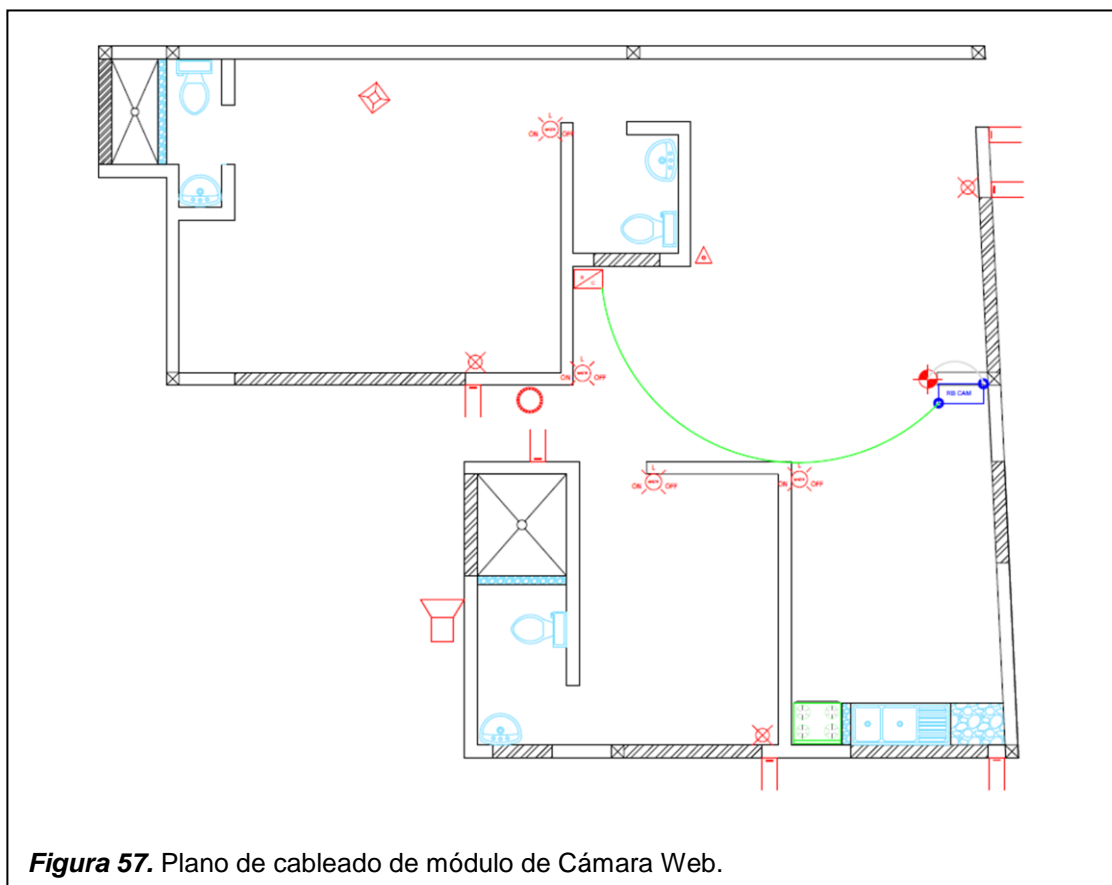
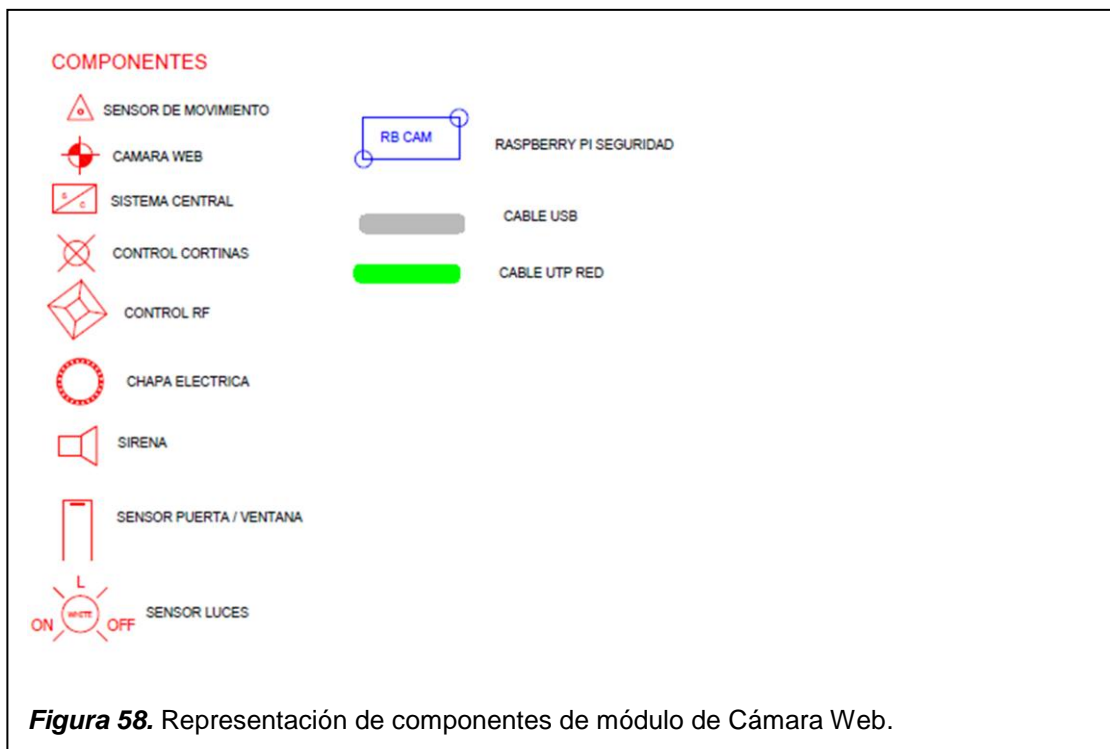


Figura 56. Representación de componentes de módulo de Confort.

La Figura 55, muestra la conexión realizada desde la central de control, al Raspberry de Confort es por medio de cable de red UTP cat 5e y conectores RJ45, tomando en cuenta que la distancia con este cable por estándar es de 90m. La conexión entre los puertos entrada salida de Raspberry, los actuadores y sensores es por medio de un cable trenzado.

RASPBERRY CÁMARA WEB





La Figura 57, muestra la conexión realizada desde la central de control, al Raspberry de Confort es por medio de cable de red UTP cat 5e y conectores RJ45, tomando en cuenta que la distancia con este cable por estándar es de 90m. La conexión entre el Raspberry, y la cámara web es por medio de cable USB y conector USB tipo A.

3.9 Implementación de Prototipo

La implementación se realiza, en un prototipo para demostración (una simulación de Hogar), donde se demuestra el funcionamiento del sistema de domótica.

Procedimiento de implementación de Confort:

- Gráfica sobre la maqueta, representa áreas de un hogar.

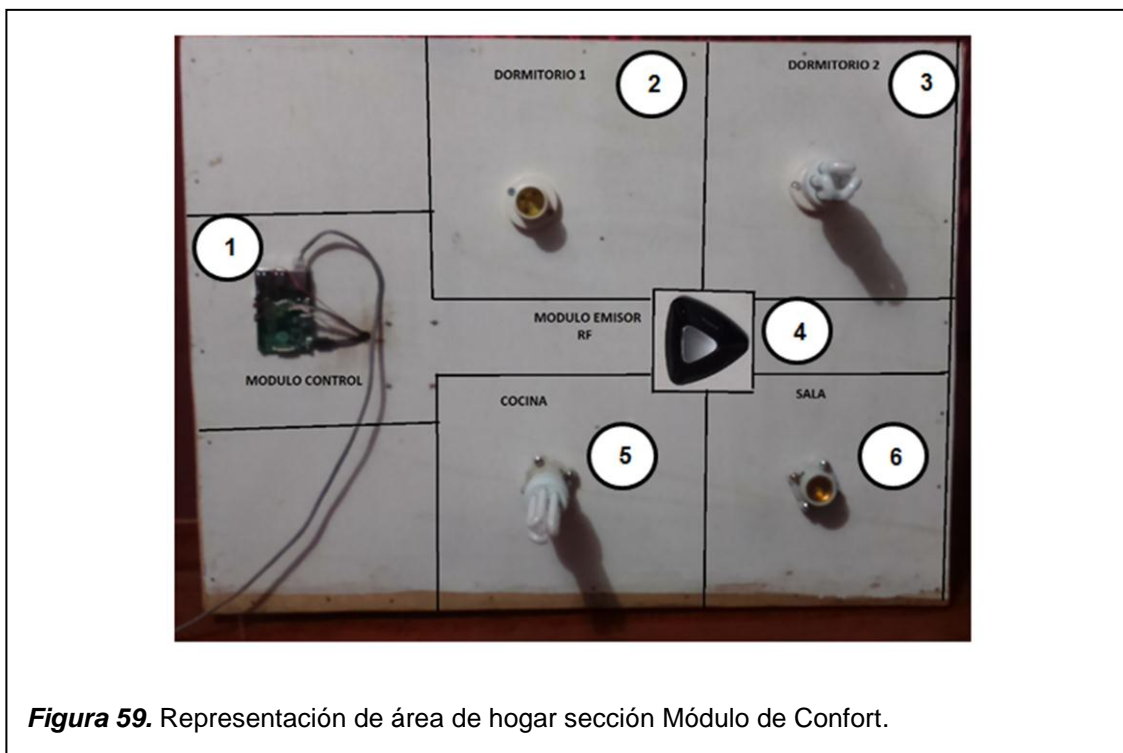


Figura 59. Representación de área de hogar sección Módulo de Confort.

Componentes de la Figura 59:

1. Módulo de Confort Raspberry
 2. Boquilla de Dormitorio 1.
 3. Boquilla de Dormitorio 2.
 4. Modulo Emisor RF.
 5. Boquilla de Cocina.
 6. Boquilla de Sala.
- Instalación de Equipos y cableado, necesarios para el funcionamiento.

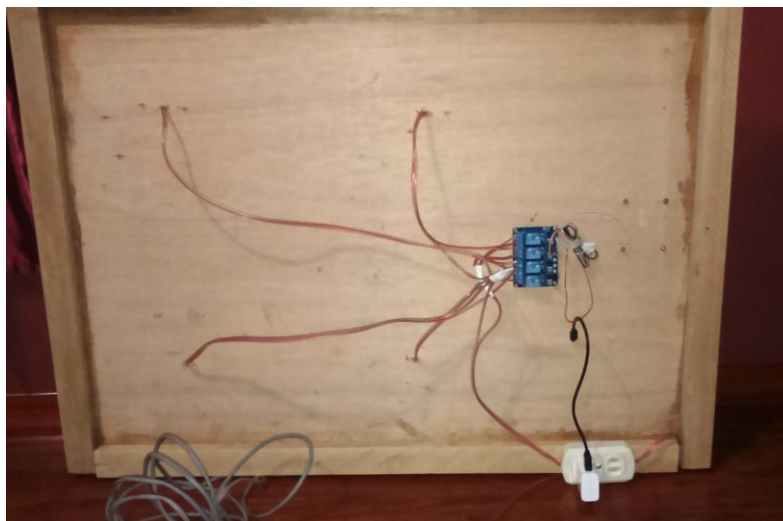


Figura 60. Sistema de cables y placa de relés del Módulo de Confort.

Procedimiento de implementación de Seguridad y Cámara Web:

1. Gráfica sobre la maqueta, representa áreas de un hogar.

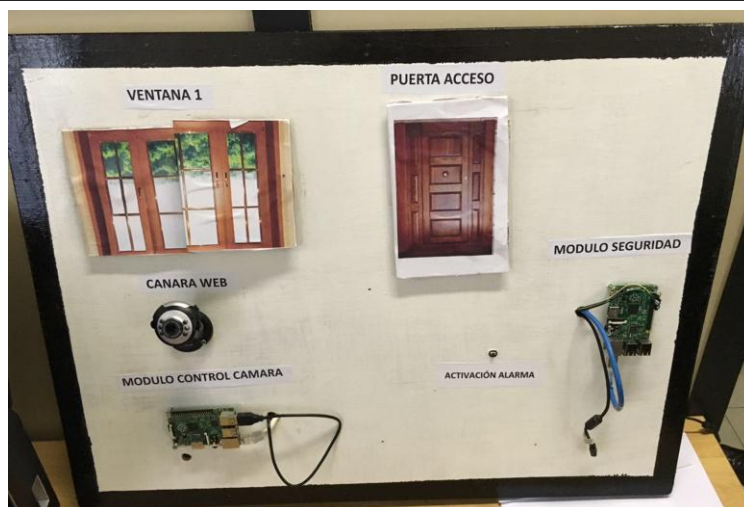


Figura 61. Representación de área de hogar sección Módulo de Seguridad y Cámara Web.

Componentes de la Figura 61:

1. Módulo de Seguridad Raspberry.
 2. Módulo de Cámara web Raspberry.
 3. Sensor Ventana 1.
 4. Puerta de Acceso
 5. Cámara Web
- Instalacion de Equipos y cableado, necesarios para el funcionamiento.

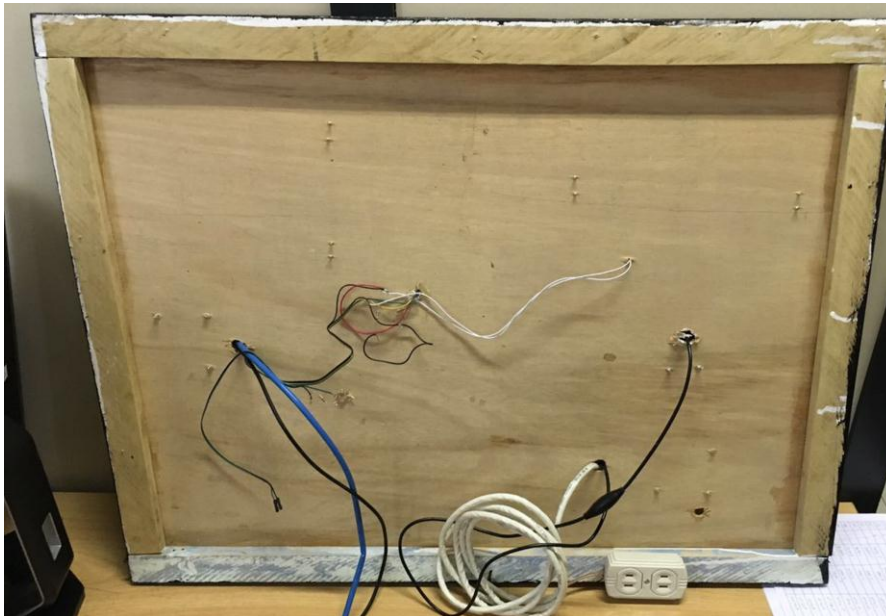


Figura 62. Sistema de cables del Módulo de Seguridad y Cámara Web.

4. PRUEBAS DE PROTOTIPO

Se realiza el siguiente procedimiento para las pruebas de funcionamiento, para cada uno de los módulos (Confort, Seguridad, y Cámara Web):

- Conectividad a una red eléctrica para poder alimentar de energía a los equipos. (Voltaje 110V).
- Conexión de dispositivo Raspberry Pi a Red TCP/IP, cableado con conectores RJ45.
- Conectividad de dispositivos para la administración (celulares Smart, laptop, etc.), a la red inalámbrica Wifi, dentro de la misma red TCP/IP

4.1 Pruebas con Módulo de Confort.

Resultados Optenidos:

Se realiza la conexión hacia la red y se establece el direccionamiento IP (dirección de red IP fija).acceso desde cualquier navegador.

Desde el panel se puede controlar:

- Acceso al panel principal WEB.
- Se tiene control de Luces.
- Control de una cortina, motor doble giro.



Para realizar el cuadro de resultados, es necesario tener en cuenta la representación de las figuras 63, 64. Donde se puede ver físicamente los cambios de estado.

Tabla 11, Resultados de Módulo de Confort.

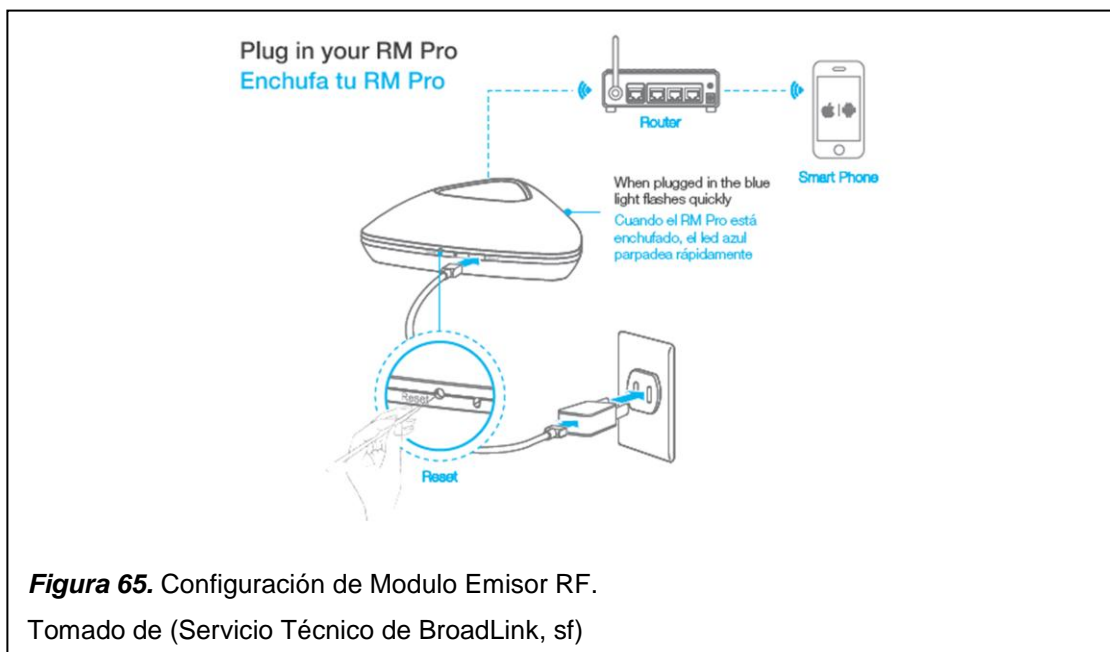
Acciones Realizadas	Botón Encender	Botón Apagar	Botón Subir	Botón Bajar
Dormitorio 1	Si Prende	Si Apaga	X	X
Dormitorio 2	Si Prende	Si Apaga	X	X
Cocina	Si Prende	Si Apaga	X	X
Sala	Si Prende	Si Apaga	X	X
Cortina	X	X	Si Sube	Si Baja

Módulo Emisor RF.

Para que el equipo Control universal RF, se integre al sistema de domótica, es necesario sincronizar con la red Wi-Fi del Hogar.

Pasos a seguir:

1. Configuración Inicial Sincronización a la red Wi-Fi.

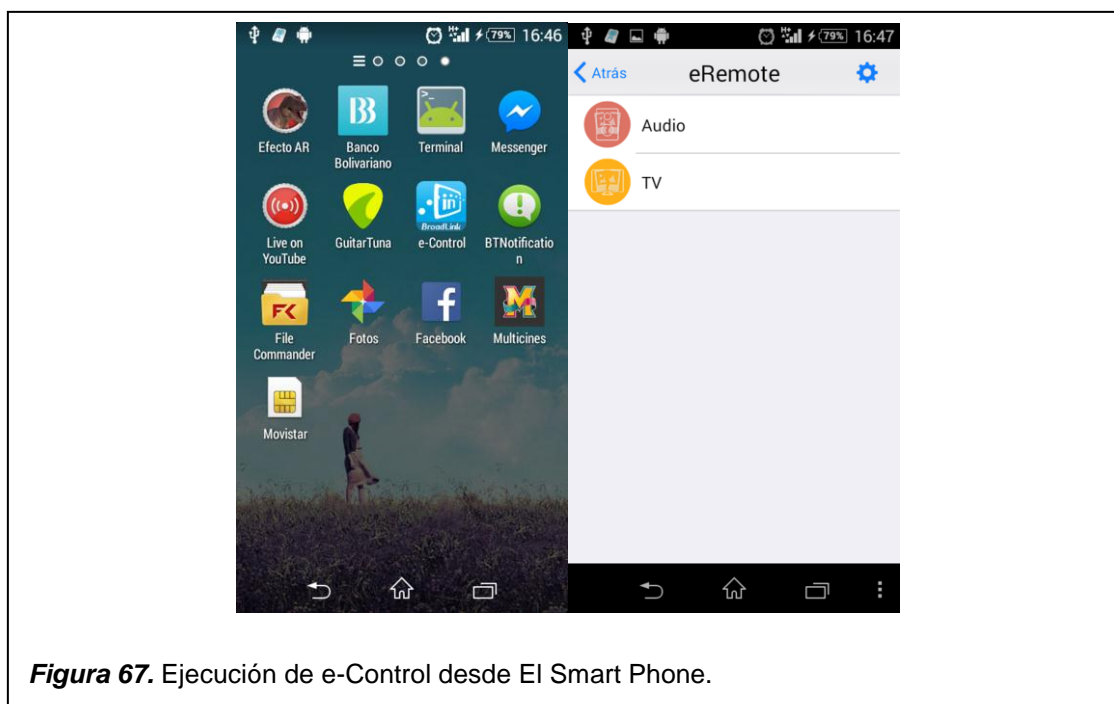


La figura 65, muestra la configuración inicial del módulo emisor RF, que permitirá agregar el dispositivo dentro de la red del Hogar, para que pueda ser reconocida por los equipos Smart Phone, desde su aplicación E-Control.

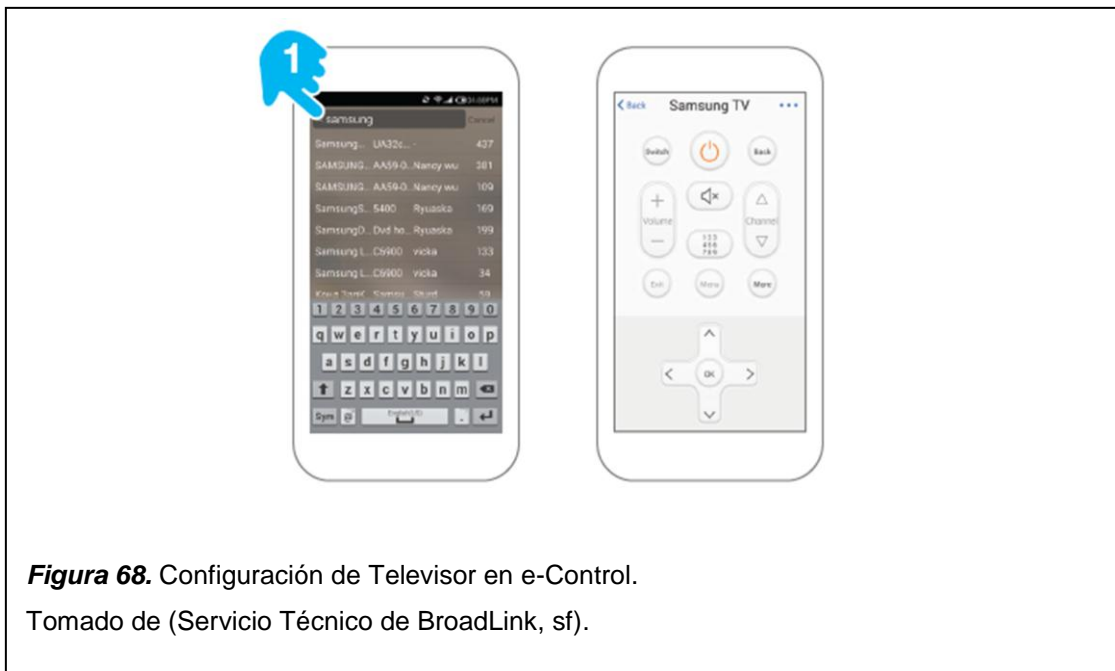
2. Instalación de Aplicación e-Control en Smart Phone, disponible en las tiendas para Android y IOS.



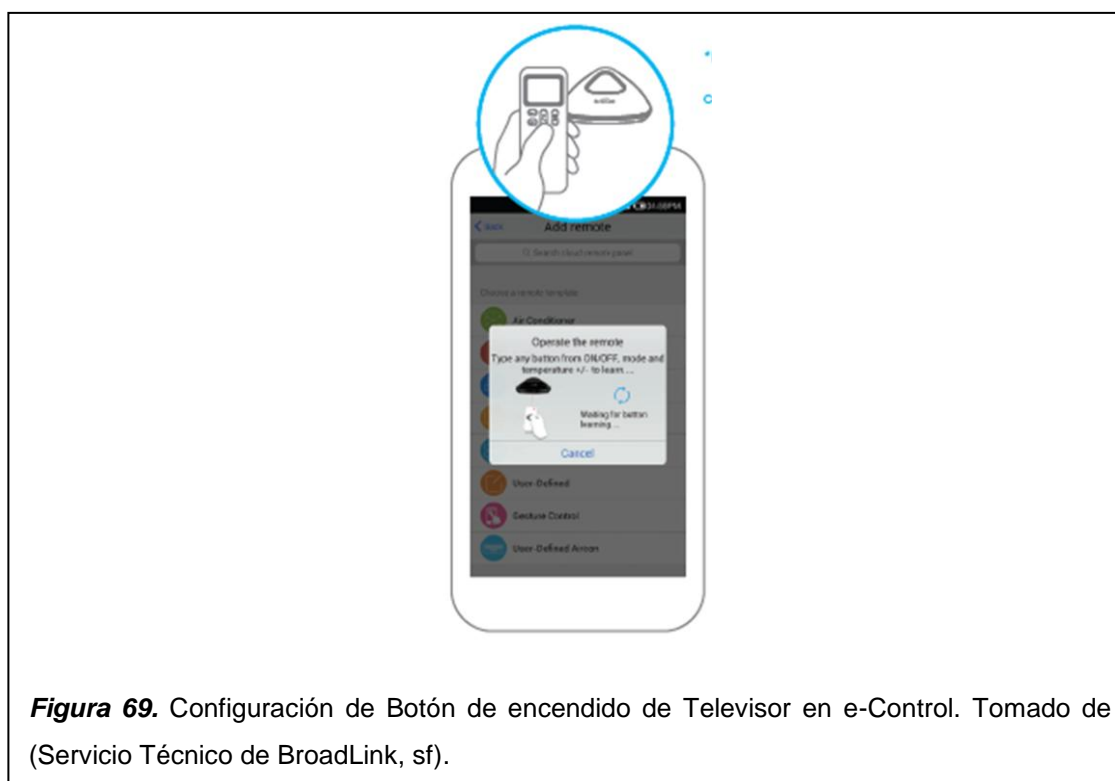
3. Ejecutar la aplicación desde el Smart Phone



4. Página de Ajuste para agregar Equipos a ser controlados. En este caso se realiza pruebas con Televisor Samsung.



5. Configuración de Teclas para reemplazar el control remoto de la TV.



6. Control Remoto completo configurado con cada uno de los Botones.



4.2 Pruebas con Módulo de Seguridad.

Resultados Obtenidos:

Se realiza la conexión hacia la red y se establece el direccionamiento IP (dirección de red IP fija). acceso desde cualquier navegador.

Desde el panel se puede Verificar las alertas:

- Acceso al panel principal WEB.
- Se tiene control para activar sistema de alarma.
- Visualización de sensores que detectan acceso de intrusos, tanto de puertas como ventanas, y el envío de Correo electrónico.



Figura 71. Representación de área de hogar sección Módulo de Seguridad y Cámara Web.

Tabla 11, Resultados de Módulo de Seguridad.

Acciones Realizadas	Alerta 1	Alerta 2	Alarma	Envío de Correo
Ventana 1	Si Cambia de estado	X	Si Cambia de estado	Si
Puerta de Acceso	X	Si Cambia de estado	Si Cambia de estado	Si

4.3 Pruebas con Módulo de Cámara Web.

Resultados Obtenidos:

Se realiza la conexión hacia la red y se establece el direccionamiento IP (dirección de red IP fija), acceso desde cualquier navegador.

- Acceso al panel principal WEB.
- Visualización de cámara dispuesta dentro del área de vigilancia

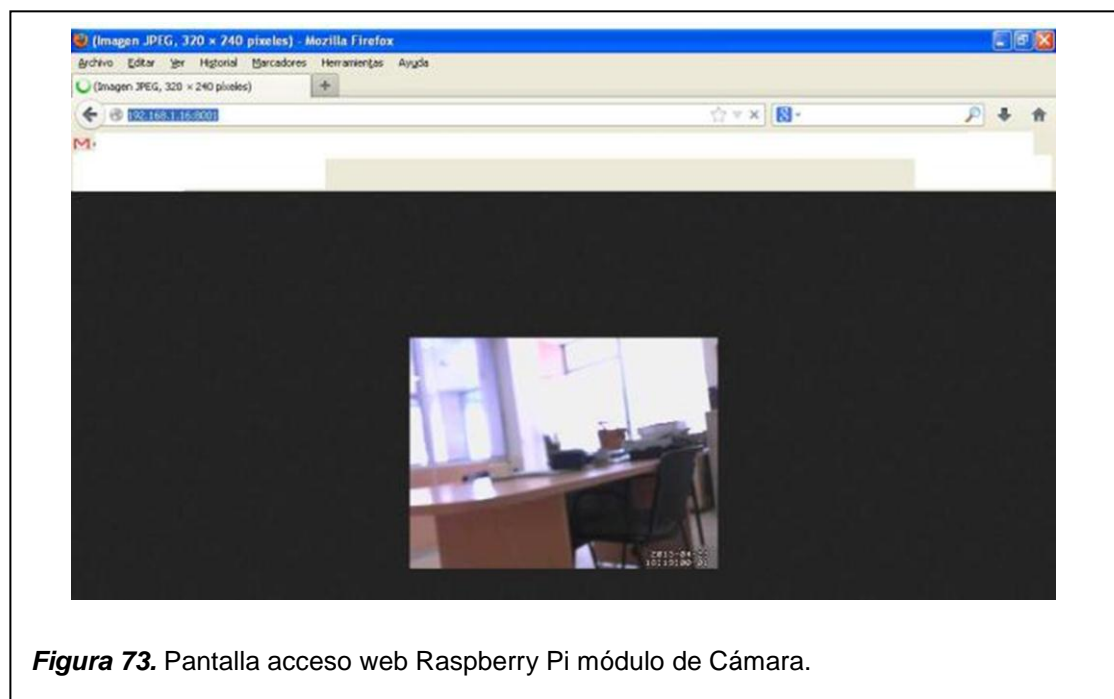


Tabla 11, **Resultados de Módulo de Confort.**

Acciones Realizadas	Cámara Se activa
Acceso Web	Si

4.4 Pruebas con acceso a plataforma vía Web Hosting.

Resultados Obtenidos:

Se realiza la conexión hacia la página web del web hosting, generado para el proyecto de tesis. El Web hosting es una página que presta servicios de agregación de equipos Raspberry Pi gratuitos (Weaved), se hace un acceso directo, por medio de algún puerto de red por ejemplo SSH, Puerto 80, 8000, etc. Adicionalmente proporciona seguridad de acceso con usuario y contraseña.

Pasos de agregación e ingreso al sitio Web de Weaved.

1. Ingresar al la página web, pulsar en “Sing In” (<https://www.weaved.com/>).

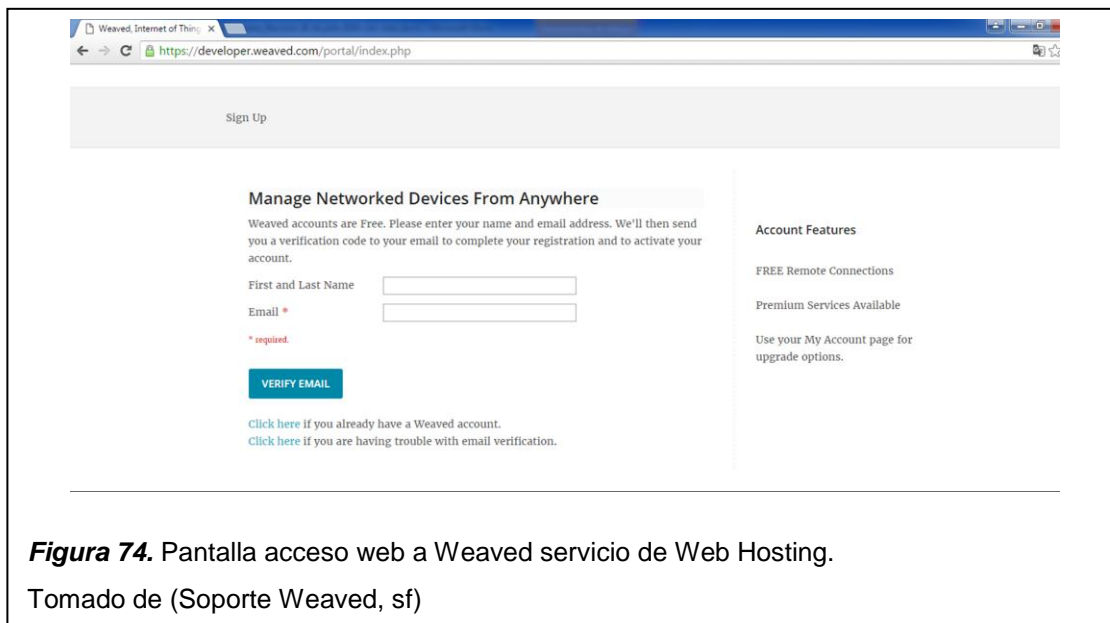


Figura 74. Pantalla acceso web a Weaved servicio de Web Hosting.

Tomado de (Soporte Weaved, sf)

La Figura 74, muestra la generación de una cuenta en la página de Weaved, que nos permitirá asociar más adelante los dispositivos Raspberry Pi.

2. Una vez creada la cuenta Ingresamos a la plataforma de verificación de dispositivos agregados.

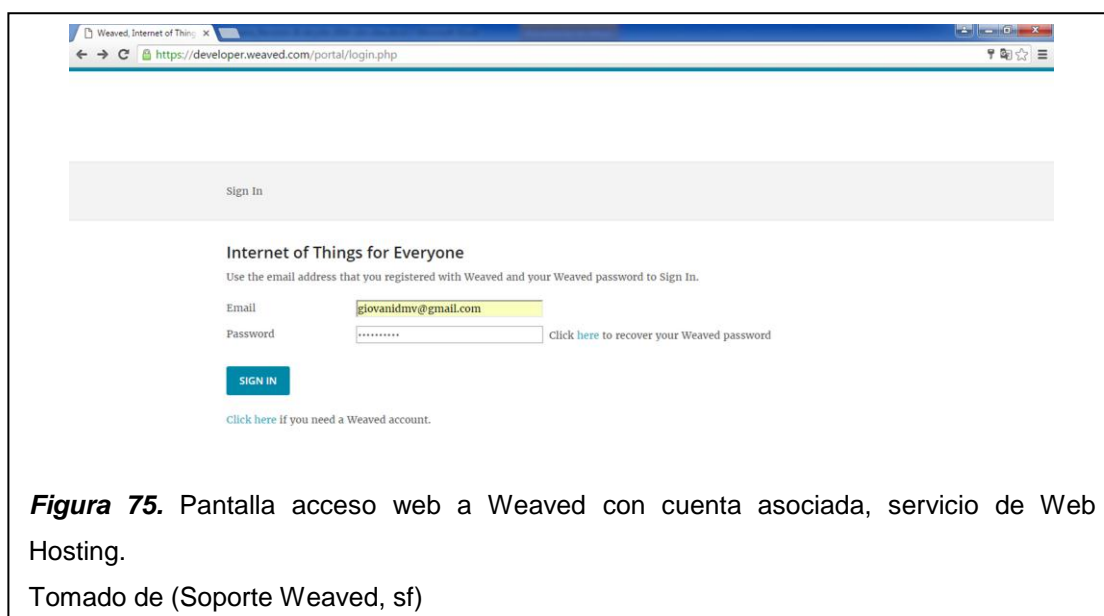


Figura 75. Pantalla acceso web a Weaved con cuenta asociada, servicio de Web Hosting.

Tomado de (Soporte Weaved, sf)

3. Ingresar en el Raspberry Pi, para instalar aplicación que permita sincronizar el equipo con la página de Weaved. Aquí se asocia los puertos que se quiere ver desde el acceso del Web Hosting.

- Instalar aplicación de Weaved

```
sudo apt-get install weavedconnectd
```

- Ingresar al servicio de Weaved

```
sudo weavedinstaller
```

- Seleccionar el agregar o quitar un servicio a mostrar en la página de Weaved.



Figura 76. Pantalla de selección de servicio en aplicación Weaved.

Tomado de (Soporte Weaved, sf)

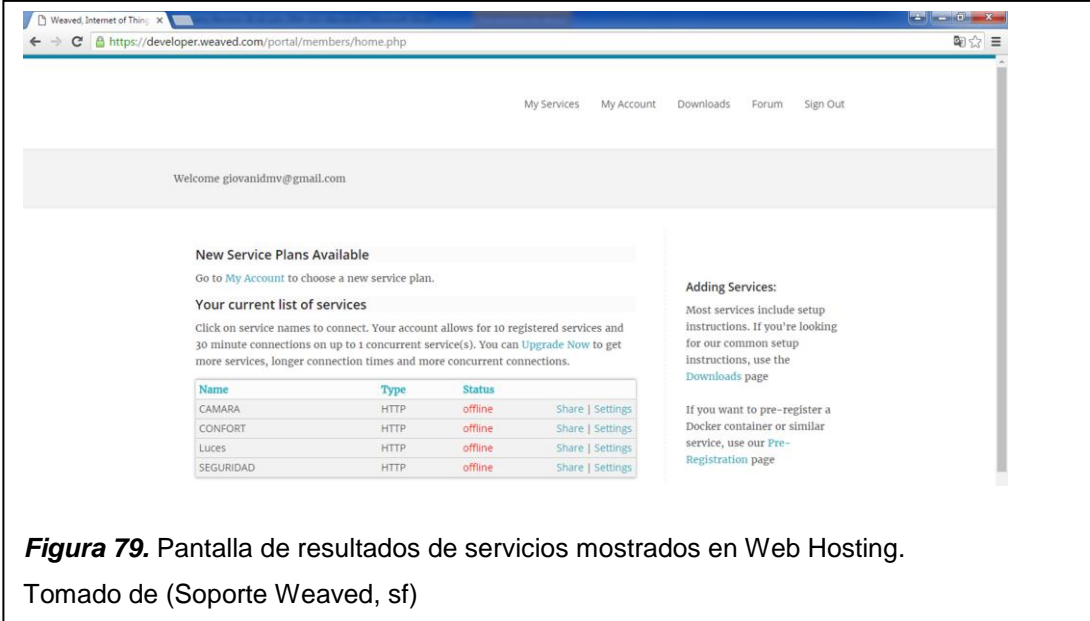
- Seleccionar el tipo de servicio a ser compartido en el Web Hosting.



- Para el proyecto se selecciona el servicio Web, con el puerto 8000 para seguridad, confort, y el puerto 8001 para el módulo de Cámara.



4. Ingresar a la plataforma de Weaved para ver los equipos agregados.



The screenshot shows a web browser window with the URL <https://developer.weaved.com/portal/members/home.php>. The page has a navigation menu with links for "My Services", "My Account", "Downloads", "Forum", and "Sign Out". A welcome message reads "Welcome giovanidmv@gmail.com".

New Service Plans Available
Go to [My Account](#) to choose a new service plan.

Your current list of services
Click on service names to connect. Your account allows for 10 registered services and 30 minute connections on up to 1 concurrent service(s). You can [Upgrade Now](#) to get more services, longer connection times and more concurrent connections.

Name	Type	Status	
CAMARA	HTTP	offline	Share Settings
CONFORT	HTTP	offline	Share Settings
Luces	HTTP	offline	Share Settings
SEGURIDAD	HTTP	offline	Share Settings

Adding Services:
Most services include setup instructions. If you're looking for our common setup instructions, use the [Downloads](#) page

If you want to pre-register a Docker container or similar service, use our [Pre-Registration](#) page

Figura 79. Pantalla de resultados de servicios mostrados en Web Hosting.
Tomado de (Soporte Weaved, sf)

5. Análisis de Costo del Prototipo

5.1 Análisis Económico o Presupuesto de Proyecto

El siguiente análisis económico, muestra las diferentes soluciones que existen en el mercado, y validar el mejor costo para el proyecto. El objetivo principal es alcanzar resultados que al implementar la solución propuesta en el proyecto, sea viable en temas de costo beneficio.

El objetivo principal sobre el análisis económico es determinar la cantidad de recursos necesarios para la implementación del proyecto y así definir la mejor forma de financiamiento.

Después de revisar los diferentes sistemas que existen en el mercado mundial, esto en el capítulo 4, se con considera algunos costos en el siguiente tabla.

Tabla 12: comparativa de Precios.

SISTEMAS DE DOMÓTICA	COSTO
Nest Thermostat	249
Canary	199
Goji	278
Revolv	299
Control DTI	2948

Después de evaluar, cada uno de los costos de los diferente sistemas d domótica, y verificando que el único sistema completo esta alrededor de 2948 dólares, podemos concluir que el proyecto está dentro de un valor razonable

para el mercado ecuatoriano. La tabla de valores referencial del costo del proyecto que se muestra a continuación.

Tabla 13: En este cuadro se muestra en forma general los valores y costos del proyecto.

NOMBRE	CANTIDAD	OBJETO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Módulo de Control	3	Raspberry Pi B+	60	180
Sensores puertas / ventanas	6	Sensor Magnético	3	18
Cámara Web	1	Cámara USB	18	18
Control Luces	2	Módulos Relé Raspberry	15	30
Sensor de movimiento	1	Sensor DG75	30	30
Motor de Cortinas	3	MG995 Tower Pro Servo	30	90
Control RF	1	Broadlink e-control	50	50
Chapa eléctrica	1	S/N	60	60
Modem Switch	1	Router Wireless N Tp-link TL- wr841n	32	32
Otros	1	Varios (cables UTP, eléctricos, canaletas)	100	100
		Total		608

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 CONCLUSIONES

Al analizar los diferentes sistemas y tecnologías, que existen en el mercado para Domótica. Se determina que, para el estudio del proyecto, se requiere un sistema autónomo bajo protocolos TCP/IP, ya que en la actualidad todos los diferentes equipos personales, e incluso equipos del hogar, ya disponen de la comunicación IP. Lo que permitirá en el futuro tener una red escalable.

Después de comparar los diferentes equipos, que pueden trabajar como pasarelas de un sistema de domótica, y con la comunicación nativa de TCP/IP. Se elige a Raspberry Pi, por su costo beneficio, y el desarrollo ya existente, y por la versión de Raspberry Pi B+, como dato adicional el costo para Ecuador es de promedio de \$50 dólares.

Se puede establecer un direccionamiento IP específico para cada equipo Raspberry Pi, con un acceso independiente, de modo seguro. Gracias a los parámetros de configuración de la red en el hogar.

En el proyecto se usa el ordenador de placa única Raspberry Pi B+, puesto que consta con la comunicación TCP/IP, sugerida en el proyecto de tesis, la comunicación que actualmente se dispone en las pequeñas redes de los hogares, en los servicios de Internet que prestan redes Wi-Fi.

Existen inconvenientes con la integración de cámaras web, con los servicios de control dentro del Raspberry, por tal razón para temas de implementación se recomienda la integración por separado de cámaras IP, con conexión desde el internet, como las cámaras D-Link DCS-2230.

Se concluye que los sensores de puertas como de ventanas son indispensables para el sistema de seguridad, ya que es la mejor manera de detectar acceso indebido en el hogar sin necesidad de equipos adicionales. Y lo mejor es que este tipo de sensores puede ser cualquier dispositivo que tenga dos estados lógicos, los mismos que son detectados por los pines de entrada del Raspberry.

Dentro de la familia de Raspberry Pi, el modelo seleccionado (Raspberry Pi B+), es el que se ajusta a las características para el proyecto, ya que por su costo y su capacidad técnica cumple con lo requerido. La versión B+ de Raspberry tiene 512 Mb de memoria, y 8 GB de capacidad en tarjeta MicroSd, como disco que permite trabajar con el desarrollo de servicios web locales como Apache y otros. Lo más importante es que cumple con las características para un controlador de sistema de domótica.

Gracias a la comunicación IP de Raspberry, se puede cubrir grandes distancias dentro del hogar la misma que según los estándares en redes es de 90m tomando en cuenta desde el Switch de comunicación hacia el dispositivo, ya que la distancia máxima en los cables UTP incluido conectores es de 100m, esto para la comunicación estándar de datos. Esto beneficia al proyecto, porque la interconexión de los actuadores con la central (cuarto de control que contiene Switch), se realiza desde cualquier punto del hogar.

Dentro del diseño de plano para el hogar a ser implementado, se determina la mejor ubicación de cada uno del equipo en las áreas adjuntas a cubrir los servicios prestados al usuario, así también se puede controlar las distancias de los cables a ser consideradas, gracias a los planos de diseño. Esto se muestra el plano de diagramas de red.

En el funcionamiento, de los diferentes servicios a prestar en el proyecto, se determina lo amigable que es con el usuario, ya que presenta solo lo

necesario dentro del desarrollo web (página Web de control), que esto a la vez puede ser muy sencillo y básico para un programador. La aplicación mostrada para el usuario final tanto local, como exterior (acceso desde Internet), puede ser muy sencilla lo que provocaría ser una página web poco atractiva, esto sería un inconveniente para la comercialización.

Para mostrar, la idea de que tan factible y beneficioso es el desarrollo de este proyecto, se puede reflejar en el costo considerable que tiene un sistema de domótica, frente a lo económico que puede resultar el tener un sistema con Raspberry Pi. Tal como se muestra en el análisis de las diferentes tecnologías.

6.2 RECOMENDACIONES

Realizar un estudio previo de toda la funcionalidad de los equipos Raspberry, para poder explotar su alto rendimiento.

Tener un conocimiento básico de lenguaje de programación, para trabajar sobre la programación de PHP, y la interconexión con los puertos GPIO.

Los equipos de conexión, a los puertos entrada / salida del Raspberry, sea adecuados para este equipo, caso contrario podría quemar la placa si la corriente de consumo no es adecuada.

Trabajar sobre una red TCP/IP V4, cableada hacia el Raspberry, ya que no todos los dispositivos (adaptador Wireless USB), son compatibles con las diferentes versiones de Raspberry pi.

Usar para la conexión de red cable UTP mínimo cat. 5A, para evitar pérdida de la información, y tener una mejor comunicación hacia los Raspberry, desde el equipo activo de red principal (Switch).

Se usa cable de par trenzado, para la conexión entre los puertos GPIO del Raspberry, hacia los actuadores y tomando; siempre en cuenta la distancia soportada de comunicación digital se a la adecuada (máximo 12m).

Se recomienda que el hogar a ser instalado disponga de servicio de internet, porque la configuración de acceso desde el Web Hosting, tenga comunicación.

Se recomienda que los dispositivos personales Smart pone, este actualizados, para poder instalar la aplicación del equipo RF (e-Controller).

REFERENCIAS

Blogarama, Raspberry Pi – Sencillo Servidor VPN con PPTP, Recuperado el 19 de Abril de 2016 de <http://www.blogarama.com/Sports-Blogs/42512-Surfing-Norte-Fotografia-Surf-y-mar-Blog/>

Blogarama, Raspberry Pi – Sencillo Servidor VPN con PPTP, Recuperado el 19 de abril de 2016 de <http://www.blogarama.com/Sports-Blogs/42512-Surfing-Norte-Fotografia-Surf-y-mar-Blog/>

CASADOMO (sf), TODO SOBRE EDIFICIOS INTELIGENTES, Recuperado el 27 de marzo de 2015 de <https://www.casadomo.com/productos/busing>.

CEDATOS. Noticias (sf), CEDATOS, Recuperado el 20 de enero de 2015 de <http://www.cedatos.com.ec/noticias.php>

CEDOM (sf), ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE DOMÓTICA E INMÓTICA, Recuperado el 27 de Marzo de 2015, de <http://www.cedom.es/sobre-domotica/que-es-domotica>.

COEVA, Recuperado el 19 de abril de 2016 de <http://www.coevagi.com/Htm/Demos1.htm>.

Computadora Personal (PC), Recuperado el 19 de abril de 2016 de <https://sites.google.com/site/informaticaenag/p1o-primer-ano/computadora-personal-pc/>

Domo Viva, Recuperado el 25 de abril de 2016 de http://www.domoticaviva.com/PHP/newsphp_2009.php?id=526

DOMOTICAVIVA (sf), Curso de Domótica a través de la red eléctrica, Recuperado el 27 de marzo de 2015 de <http://www.domoticaviva.com/X-10/X-10.htm>.

envatotusts, The Raspberry Pi B+ Explored and Explained, Recuperado el 19 de abril de 2016 de <http://computers.tutsplus.com/tutorials/the-raspberry-pi-b-explored-and-explained--cms-21821>

EMICRONICA (sf), Que es Lonworks, Recuperado el 27 de Marzo de 2015 de <http://www.micronica.es/index.php/es/18-formacion/26-queeslon.html>.

Escuela Politécnica Nacional. Repositorio (sf), Repositorio Digital EPN, Recuperado el 27 Marzo 2015 de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/391>.

Galeon.com (sf), Protocolo CTP/IP, Recuperado el 27 de Marzo de 2015 de <http://protocolotcpip.galeon.com/>.

Info Mundial, Que es un dominio and un hosting, Recuperado el 19 de abril de 2016 de <http://informundial22.blogspot.com/2016/02/que-es-un-dominio-and-un-hosting.html>

lternativas a la Raspberri Pi, Recuperado el 28 de abril de 2016 de <http://www.xataka.com/especiales/alternativas-a-la-raspberri-pi-7-modelos-de-miniordenadores-baratos-en-los-que-deberias-pensar>

INEC (sf), Ecuador en Cifras, Recuperado el 20 de Enero de 2015 de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/Resultados_principales_140515.Tic.pdf.

INEC (sf), Ecuador en Cifras, Recuperado el 20 de enero de 2015 de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/Resultados_principales_140515.Tic.pdf.

DOMOTICA YA APLICACIONES PARA EL HOGAR, Diversos parámetros del Domotica, Recuperado el 29 de febrero de 2016 de www.iuma.ulpgc.es/~nunez/.../mpc0809PedroMaderoDOMÓTICA

Modelo de arquitectura del protocolo TCP/IP, Recuperado el 13 de abril de 2016 de <https://docs.oracle.com/cd/E19957-01/820-2981/6nei0r0re/index.html>

Malaysia Daily Sales, Express: Broadlink E Pro Remote, Recuperado el 02 de mayo de 2016 de <http://www.mydailysales.com/express-broadlink-e-pro-remote/>

Nacional KNX (sf), Estándar KNX, Recuperado el 27 de Marzo de 2015, de <http://www.knx.org/es/knx/tecnologia/introduccion/index.php>.

Por qué y cuándo elegir un sistema domótico centralizado o distribuido, Sistema Centralizado, Recuperado el 29 de febrero de 2016 de <http://www.raulcarretero.com/2012/04/17/por-que-y-cuando-elegir-un-sistema-domotico-centralizado-o-distribuido/>

Por qué y cuándo elegir un sistema domótico centralizado o distribuido, Recuperado el 19 de abril de 2016 de <http://www.raulcarretero.com/2012/04/17/por-que-y-cuando-elegir-un-sistema-domotico-centralizado-o-distribuido/>.

Que es Hosting, Web hosting, Recuperado el 11 de abril de 2016 de <http://www.ajaxperu.com/hosting/que-es-hosting>

QUE ES PARA QUE SIRVE Y COMO FUNCIONA EL TCP/IP, Recuperado el 13 de abril de 2016 de <https://maicoleslomejor.wordpress.com/tag/que-es-para-que-sirve-y-como-funciona-el-tcpip/>

REDES DE COMPUTADORAS, Recuperado el 13 de abril de 2016 de <http://www.fca.unl.edu.ar/informaticabasica/Redes.pdf>

SecurImport. Guía de configuración rápida Cámaras de Vigilancia IP Wansview (sf). SecurImport. Guía, Recuperado el 15 de noviembre de 2014. de <http://securimport.com/guia-de-configuracion-rapida-cameras-de-vigilancia-ip-wansview-a-9/>

SISTEMA DE CONTROL, Variables de Estado y Sistemas de Control, Recuperado el 20 de enero de 2015 de <http://aurayol28.blogspot.com/>

SolidRum, Recuperado el 28 de abril de 2016 de <https://www.solid-run.com/freescale-imx6-family/hummingboard/hummingboard-gate/>

Tecnología 2.0, Qué es eso de “protocolo X10”, Recuperado el 19 de abril de 2016 de <https://tecnologiadospuntocero.wordpress.com/category/domotica/>.

Tecnologia-tecnica, Recuperado el 19 de abril de 2016 de http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/sistemadecontrolaplicaciones/index%20aplicacionesd elossistemasdecontrol_archivos/Page351.htm

Tinker Labz, Raspberry Pi – Partition Resize, Recuperado el 19 de abril de 2016 de <http://tinkerlabz.com/?cat=3>

Universidad de Manizales, Repositorio (sf), Repositorio Digital Umanizales, Recuperado el 27 marzo 2015 de http://www.umanizales.edu.co/publicaciones/campos/ingenieria/ventana_informatica/html/ventana11/Domotica.pdf.

What is Arduino?, Recuperado el 25 de abril de 2016 de <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>

What's Orange Pi Plus, Recuperado el 28 de abril de 2016 de <http://www.orangepi.org/index.html>

WordReference. Terminología (sf), Recuperado el 09 abril 2015 de <http://www.wordreference.com/definicion/dom%C3%B3tico>.

ANEXOS

Anexo 1:

ESPECIFICACIONES TECNICAS DE COMPONENTES

- **Cámara Web:**

Sensor de imagen: 1.3 Mega píxeles CMOS VGA Sensor.

Captura 6400 * 4800 30 Mega Pixels

Video: 2048 X 1536 píxeles.

Interfaz: USB 1.1/2.0 compatible.

Velocidad de fotogramas: 30 fotogramas/segundo.

Rango dinámico: Más grande que 72db.

Señal ruido: Más de 48db.

Brillo y Color: Automático ajuste o modo Manual (opcional).

Requisitos del sistema: Windows ME / 2000 / XP / Vista / Windows 8 / 7 / LINUX y MAC compatible.

- **Sensor de Puertas**

Size : 64 x 13 x 13mm

Sensing distance : 15-25mm

Switch Type : normally closed

Maximum power : 10W

Maximum voltage : 100V

Maximum current : 0.5A

Housing material: ABS

Lead : 1007UL # 24AWG 260mm

- **Cortinas eléctricas**

Par motor	
Vueltas por minuto	145 [Nm]
Número de vueltas final	10
de carrera	5 + 6
Altura máxima cortina	6 [m]
Temperatura de disparo	4 Min.
Voltaje	220V 50 Hz 1 fase
Potencia consumida	630 [W]
Intensidad absorbida	2.7 [A]
Peso motor	9 [Kg]
Levantamiento cortina	160 [Kg]
Sistema de freno	Electrofreno
Eje cañería	60 [mm]
Corona	200 [mm]

- **Relé Raspberry**

Características técnicas

100% Nuevo y alta calidad

5V 4-Canales placa interface relé, necesita 15-20mA de corriente para excitar el driver.

Entrada protegida por opto acoplador.

Equipado con un relé de alta corriente, AC250V 10A; DC30V 10A

Interface standard puede ser controlado directamente por un microcontrolador (Arduino, 8051, AVR, PIC, DSP, ARM, ARM, MSP430, TTL logic)

Contactos independientes para aislar y proteger el circuito.

Dimensiones 7.5 x 5.5 x 1.8cm

- **SENSOR DE MOVIMIENTO DG75**

Descripción El Digigard DG75 es un detector de movimiento infrarrojo digital para exteriores de funcionamiento superior con óptica doble. Con Inmunidad Real Contra Mascotas, el DG75 permite a un animal de compañía (de hasta 40kg/90lb) pasear libremente por el área protegida sin que por ello genere una alarma. Instalación El detector DG75 puede ser instalado en un montaje en superficie plana o en esquina. Instalado a la altura recomendada de 2.1m (7ft) a 2.7m (9ft) $\pm 10\%$, el DG75 ofrece una cobertura total a una distancia de 1.5m (5ft) hasta 11m (35ft) (ver la Figure 2 al verso). Verificar que la altura de la placa de circuito impreso coincide con la altura de la instalación (ver la Figure 4 y la Figura 5 al verso). ADVERTENCIA: • Instalar la unidad siguiendo las siguientes instrucciones. De lo contrario el rendimiento de los detectores podría verse afectado. • No instalar el detector cerca de las siguientes fuentes de interferencia: superficies reflectantes, luz solar directa, automóviles en movimiento, corrientes de aire directas de sistemas de ventilación, ventiladores y ventanas, fuentes de vapor / humo de aceite, fuentes de luces infrarrojas y objetos que provoquen cambios de temperatura como aparatos de calefacción, refrigeradores y hornos. • Comprobar que el lugar de la instalación está libre de obstáculos que podrían oscurecer el campo de visión del detector. • Un animal de compañía que trepa sobre los muebles podría causar falsas alarmas. Para evitar falsas alarmas, no poner muebles (de 0.9m (3ft) o más de altura) a una distancia de 2.1m (7ft) o menos del detector. Además, evitar orientar el detector hacia una escalera por donde tenga acceso la mascota. • No toque la superficie del sensor pues puede provocar un mal funcionamiento del detector. De ser necesario, limpiar la superficie del sensor con un paño delicado y alcohol puro. Para aplicaciones homologadas por CUL, la unidad debe ser instalada en concordancia con la Parte 1 del Código Eléctrico Canadiense. La característica de Inmunidad Contra Mascotas del DG75 aún no ha sido evaluada por UL.

Instalación del DG75 1) Seleccionar la ubicación del detector. 2) Para quitar la cubierta, retirar el tornillo de la cubierta y, liberar la lengüeta de

sujeción de la cubierta (ver Figure 1 al verso) mediante un destornillador.

3) Aflojar el tornillo de la placa de circuito impreso (PCI) y retirar delicadamente la PCI. 4) Perforar los agujeros de la cubierta trasera del DG75 (ver la Figura 1 al verso) y fijarla a la superficie usando los tornillos de montaje adecuados. 5) Verificar que la altura de la placa de circuito impreso coincide con la altura de la instalación (ver la Figura 4 y la Figura 5 al verso). De lo contrario, la eficacia del detector se vería comprometida. Para verificar la cobertura del detector, se debe efectuar una prueba caminando después de la instalación y tras todo ajuste efectuado a la PCI (ver "Walk-testing").

Configuración del Detector Se puede modificar la configuración del detector mediante los tres puentes ubicados en la PCI del DG75 (ver la Figura 4 al verso).

Procesamiento de Polaridad Simple o Doble (DUAL) Esta configuración determina el modo de funcionamiento de Procesamiento Digital de Señales del detector. El Procesamiento de Polaridad Simple debe ser usado en ambientes normales con mínimas fuentes de interferencia. El Procesamiento de Polaridad Doble ofrece un mayor rechazo a las falsas alarmas si el detector está ubicado cerca de fuentes de interferencia que pueden afectarlo negativamente.

Configuración del Blindaje Digital Shield™ (SHLD) En el modo Blindaje Normal, el detector está configurado para ambientes normales. En el modo de Blindaje Superior, el detector está configurado para ambientes de alto riesgo (interferencias potenciales) y por consiguiente brinda una inmunidad acrecentada contra las falsas alarmas. **NOTA:** En el modo de blindaje superior el tiempo de detección de grandes movimientos no será afectado. Sin embargo, el tiempo de detección de pequeños movimientos o de movimientos que ocurran lejos del detector será doblado.

Configuración de LED (LED) Usar esta configuración para habilitar o deshabilitar las luces LED verde y roja. Ver "Luces LED de Confirmación" al verso.

Encendido del Detector Suministrar alimentación conectando los terminales "AUX+" y "AUX-" de la central a los terminales "+" y "-" del detector (ver la Figure 3 al verso). Encender el detector inicia una auto-

prueba y la luz LED roja parpadea por 5 segundos. Cuando la luz LED roja deja de parpadear, el detector está listo. Ajuste de la Altura de la PCI Para asegurar la cobertura correcta del detector y disminuir las falsas alarmas, debe ajustarse correctamente la altura de la PCI. Para hacerlo, aflojar el tornillo de la PCI (ver la Figura 4), deslizar la PCI hacia arriba o abajo y alinearla con la lengüeta de altura de la PCI (ver la Figura 5) Cuando se alcance la posición deseada, ajustar delicadamente el tornillo de la PCI. La altura óptima de instalación del DG75 es de 2.1m, sin embargo, la PCI puede ser ajustada para permitir instalaciones entre 1.1m y 3.1m. ADEVERTENCIA: El ajuste incorrecto de la altura afecta la eficacia del detector. Prueba Caminando A 20°C (68°F), en los modos de Blindaje Normal y de Procesamiento de Polaridad Simple, no se debería poder atravesar más de una zona completa (que consiste de 2 haces, elementos de detección izquierdo y derecho del sensor) en el área de cobertura con cualquier tipo de movimiento; caminando despacio, rápido o corriendo. En el modo de Blindaje Superior se requiere el doble de la cantidad de movimiento para generar una alarma. El ancho aproximado de un haz completo a 11m (35ft) del detector es de 1,8m (6ft). Para efectuar la prueba-caminado, moverse siempre atravesando la trayectoria de detección, no hacia el detector Estructura de Haces El alcance de detección del DG75 es de 11m x 11m (35ft x 35ft) con un ángulo de visión de 90°. Para ayuda sobre la selección de un lugar de instalación y la realización de pruebas caminando, ver la Figura 2.