

# Diseño e implementación de un sistema domótico de radiofrecuencia para brindar gestión de networking, seguridad y confort usando los protocolos z-wave y zigbee

Gabriel Intriago Velasquez<sup>1</sup>, Msc. Hólger Cevallos Ulloa<sup>2</sup>  
Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación  
Escuela Superior Politécnica del Litoral  
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral  
Apartado 09-01-5863. Guayaquil, Ecuador  
[gintriag@espol.edu.ec](mailto:gintriag@espol.edu.ec)<sup>1</sup>, [hcevallo@espol.edu.ec](mailto:hcevallo@espol.edu.ec)<sup>2</sup>

## Resumen

*El presente proyecto desarrolla e implementa un sistema domótico de radiofrecuencia. De manera general, se escogió la domótica de radiofrecuencia, ya que es menos costosa y más fácil de implementar que la domótica cableada, a parte, que en los últimos años ha ganado confiabilidad de operación y comunicación entre sus dispositivos. Los protocolos de radiofrecuencia usados en el sistema domótico fueron Z-Wave y Zigbee, debido a su bajo consumo de potencia, funcionamiento de red en modo de malla, por la cantidad y tipo de dispositivos que usan estos protocolos en el mercado. Este proyecto sirve de soporte en la enseñanza de la materia "Domótica e Innótica" de la Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación de la ESPOL, al abarcar temas actualizados que pueden ser agregados a la currícula de estudio y pueda acercar a los estudiantes a las tendencias de la domótica actual y futura.*

**Palabras Claves:** Z-Wave, Zigbee, domótica de radiofrecuencia, domótica cableada, protocolos, modo malla, domótica e innótica, domótica actual y futura.

## Abstract

*This work develops and implements a wireless domotic system. In general, home automation RF was chosen because it is less expensive and easier to implement than the wired home automation, besides, that in recent years has gained reliability of operation and communication between its devices. RF protocols used in the automation system were Z-Wave and ZigBee, due to its low power consumption, operation mode in mesh network mode, the amount and type of devices that use these protocols on the market. This project provides support in teaching the subject "Domótica e Innótica", at the Faculty of Electrical Engineering and Computer of ESPOL, to cover current topics that may be added to the curriculum of study and can bring students to the current and future trends of domotics.*

**Keywords:** Z-Wave, Zigbee, RF domotics, wired domotics, protocols, mesh mode, domotics and innotic, current and future domotics.

## 1. Introducción

El presente proyecto diseña e implementa un sistema de domótica de radiofrecuencia.

En el **capítulo 1**, se presenta, la descripción del problema, solución, justificación, la metodología y objetivo general y específicos del presente proyecto,

objetivos y metodología empleada en el desarrollo del manual.

En el **capítulo 2**, se mencionan conceptos de domótica. Se analiza la domótica de radiofrecuencia con sus ventajas y desventajas ante la domótica cableada. Se muestran las características de las redes domóticas y de networking con una pequeña descripción de los estándares de radiofrecuencia

comunes en el mercado. Al final, se indica el funcionamiento y justificación de la selección de los protocolos Z-Wave y Zigbee.

En el **capítulo 3**, se muestran los planos generales de la vivienda y se procede a su sectorización. Esto con la finalidad de una mejor distribución y ubicación de equipos. Luego se definen las necesidades de networking, seguridad y confort por sector de la vivienda.

En el **capítulo 4**, se diseña el control del sistema domótico y también la gestión de cada una de las necesidades descritas en el capítulo 3, incluyendo descripción de dispositivo con sus respectivos configuraciones necesarias para su correcto funcionamiento dentro del sistema domótico; se programan las escenas que permiten integrar los dispositivos y hacerlos funcionar entre ellos

En el **capítulo 5**, se realizan un análisis de costos de todo el proyecto dividido en tres categorías: equipos, instalación y diseño. Al final se suman los costos de cada categoría y se muestra el detalle de costos total del proyecto.

Finalmente, se efectúan las conclusiones y recomendaciones basadas en la realización del proyecto.

## 2. Funcionamiento y selección de los protocolos Z-Wave y Zigbee.

### 2.1. Justificación de la selección.

**Zigbee**, será usada por el sistema Hue Philips y sus controladores debido a que vienen integrados de fábrica con este protocolo de comunicación a 2.4 GHz. Ningún otro dispositivo de nuestro sistema domótico utiliza Zigbee. Según la ABI Research, Zigbee compone aproximadamente el 40% de la producción de chipsets IEEE 802.15.4 en el 2010 y crecerá a casi el 55% de la producción de los mismos.

**Z-Wave**, es un protocolo de comunicaciones inalámbrico diseñado para la automatización del hogar, específicamente para controlar de forma remota las aplicaciones en entornos residenciales y comerciales ligeras [1]. Debido a que hay una gran gama de productos con comunicación Z-Wave con aproximadamente 8 años en el mercado, con una comunicación estable y confiable, Z-Wave se eligió como el protocolo a usar en los sensores, además trabaja a baja frecuencia y en el orden de los 908.42 MHz para Estados Unidos de América. Esta es la frecuencia que usaremos y es de nuestro interés debido

a que nos es más fácil importar equipos de Estados Unidos que de cualquier otro país.

Como podemos ver, no existe interferencia entre ZigBee y Z-WAVE ya que las bandas de frecuencia en las que trabajaremos son de 2.4 GHz y 908.42 MHZ respectivamente.

### 2.2. Funcionamiento de los protocolos Z-Wave y Zigbee.

El protocolo Z-Wave consiste de cuatro capas, la capa MAC que controla el medio de radiofrecuencia, la capa de transporte que controla la transmisión y recepción de las tramas de datos, la capa de enrutamiento que controla el ruteo de las tramas en la red, y finalmente la capa de aplicación que controla la carga útil (payload) en las tramas transmitidas y recibidas.



Figura 1. Capas del protocolo Z-Wave.

Z-Wave usa un único identificador de red llamado “Home ID” para separar redes Z-Wave. Este “Home ID” es un identificador único de 32 bit que es pre programado en todos los dispositivos controladores. Todos los nodos esclavos en la red tendrán inicialmente un Home ID igual a cero, y por lo tanto necesitarán tener un “Home ID” asignado a ellos por un controlador de tal forma a comunicarse con una red. Controladores en una red pueden intercambiar Home ID’s mucho más que un controlador puede controlar nodos esclavos en una red. Los “Node ID’s” son usados para direccionar nodos individuales en una red, son únicos dentro de una red definida por un Home ID único. Un Nodo ID es un valor de 8 bit y tal como los Home ID’s son asignados a los nodos esclavos por un controlador [2].

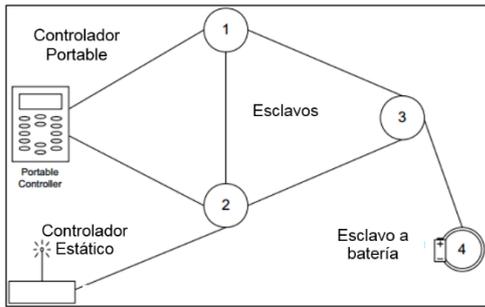


Figura 2. Diagrama básico de una red Z-Wave.

En la figura anterior se muestra un diagrama básico de una red Z-Wave [2]. Los controladores tienen una tabla de enrutamiento completa y por lo tanto es capaz de comunicarse con todos los nodos en una red Z-Wave. La funcionalidad disponible en un controlador depende de cuando ingresó a la red Z-Wave. Si el controlador es usado para crear una nueva red Z-Wave, él automáticamente se convierte en el controlador primario. El controlador primario es el controlador master en la red Z-Wave y puede haber sólo uno en cada red. Solo los controladores primarios tienen la capacidad de incluir/excluir nodos en la red y por lo tanto siempre tienen la última topología de la red.

El protocolo Zigbee se compone de cuatro capas, la capa de aplicación contiene las aplicaciones que corren en un nodo de la red que dan las funcionalidades a los dispositivos, la capa de red que permite transferir datos de un nodo a otro, la capa de enlace de datos es provista por el estándar IEEE 802.15.4 y es responsable por el direccionamiento – para datos de salida se determina a donde es enviada y para datos de entrada determina de donde ha venido y la capa física que también es provista por el estándar IEEE 802.15.4 y es concerniente con la interfaz al medio de transmisión físico [3].



Figura 3. Capas del protocolo Zigbee.

En una red Zigbee, cada nodo debe tener un identificador único. Esto es logrado a través de dos direcciones:

- Dirección MAC: Es una dirección de 64 bits, la cual identifica únicamente el dispositivo; no hay dispositivos en el mundo que pueda tener las mismas direcciones MAC.

- Dirección de Red: Esta es una dirección de 16 bits que identifica al nodo en la red y es local a la red (así, dos nodos en redes separadas pueden tener las mismas direcciones de red).

Una red Zigbee debe ser identificable de manera única. Esto permite que más de una red Zigbee operen en el mismo espacio o en muy cercana entre ellas. Los nodos que operan en el mismo espacio debe ser capaz de identificar a cual red pertenecen. Para este propósito, la red Zigbee usa dos identificadores:

- PAN ID, es un valor de 16 bits que es usado en las comunicaciones entre los nodos para identificar a las redes relevantes. Un valor para el PAN ID es seleccionado de manera aleatoria por el coordinador cuando la red inicia su funcionamiento. Cuando otros nodos se unen a la red, ellos aprenden el PAN ID de la red y lo usan en todas las comunicaciones de la red.
- PAN ID Extendido, es un valor de 64 bits es usado en formar la red y subsecuentemente modificar la red en caso de ser necesario.

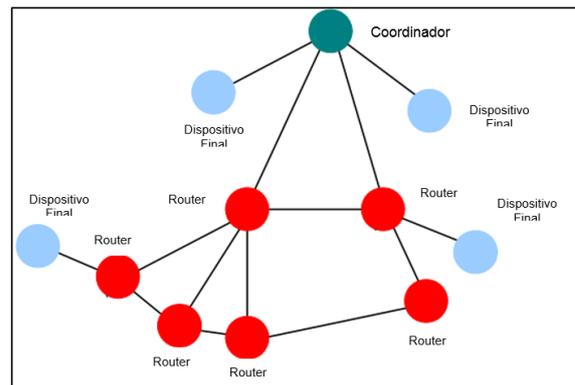


Figura 4. Capas del protocolo Zigbee.

El Coordinador es el primer nodo a ser iniciado y es el responsable de armar la red permitiendo que otros nodos se unan a la red a través del mismo. El Router es un nodo con una capacidad de ruteo y también es capaz de enviar/recibir datos. También permite que otros nodos se unan a la red a través de él. El Dispositivo Final es un nodo el cual es capaz de enviar y recibir datos (no tiene capacidad de enrutamiento) [3].

### 3. Descripción de la vivienda sobre la cual se aplicarán los estándares domóticos.

La vivienda sobre la cual se aplicará el diseño de este proyecto comprende una planta baja y una planta alta, con secciones claramente diferenciadas en cada planta.

El terreno donde se edifica la vivienda tiene una extensión de 1000 metros cuadrados aproximadamente. Tanto la planta alta como la planta baja tienen una extensión de construcción de aproximadamente 400 metros cuadrados. La altura de la vivienda alcanza los 10 metros.

### 3.1. Descripción física de la vivienda.

A continuación se presentan los planos de la vivienda, tanto de la planta baja como de la planta alta.

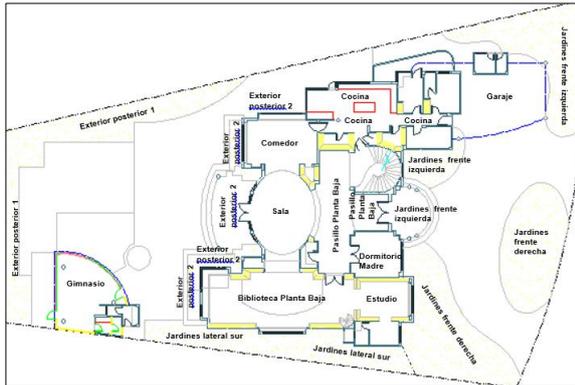


Figura 5. Vista general de la planta baja de la vivienda.

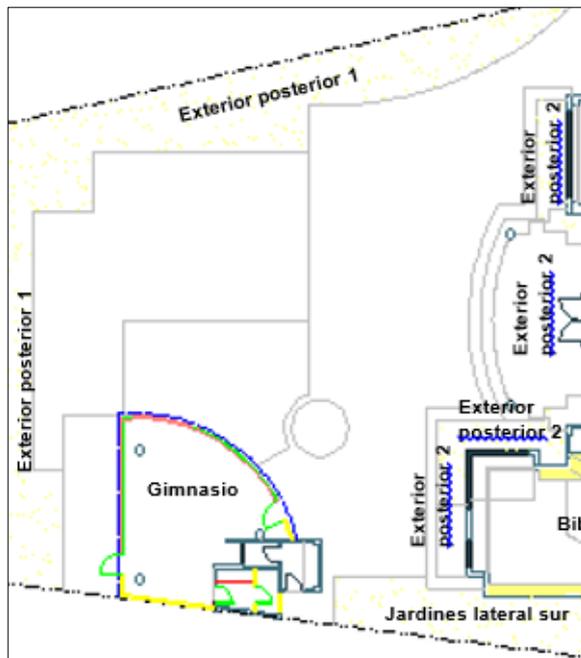


Figura 6. Planta baja de la vivienda parte izquierda.

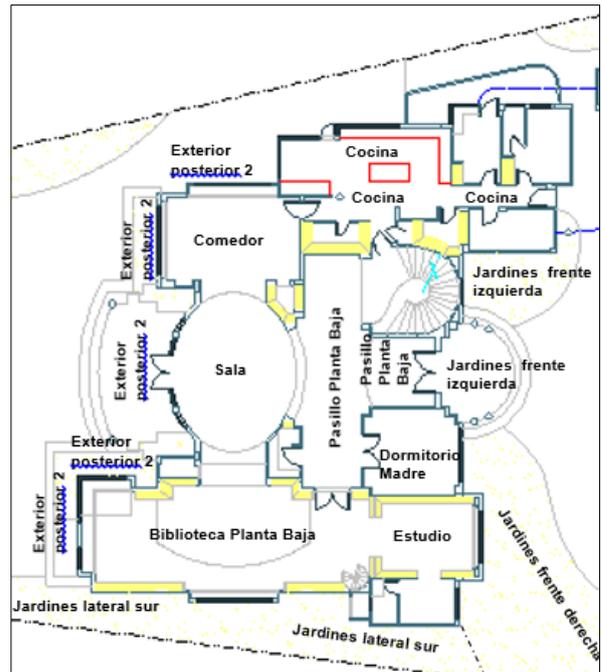


Figura 7. Planta baja de la vivienda parte central.

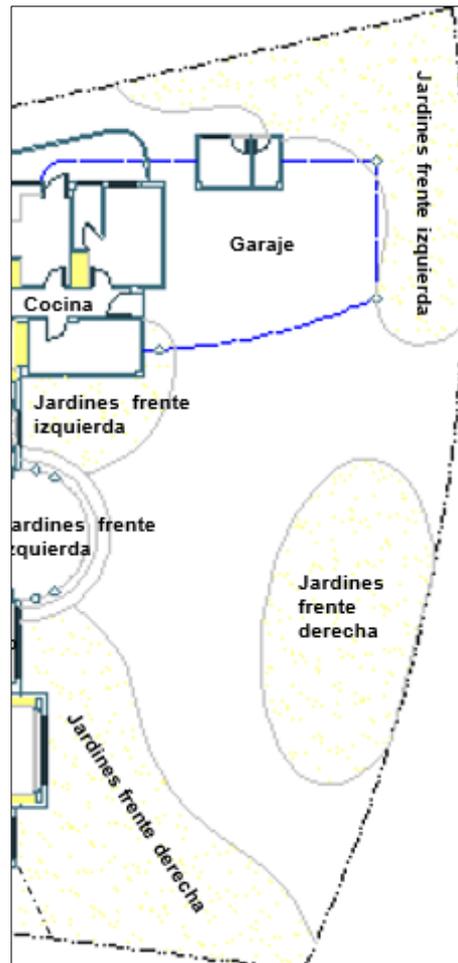
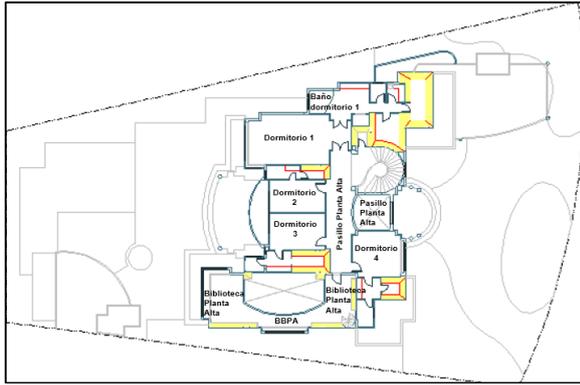
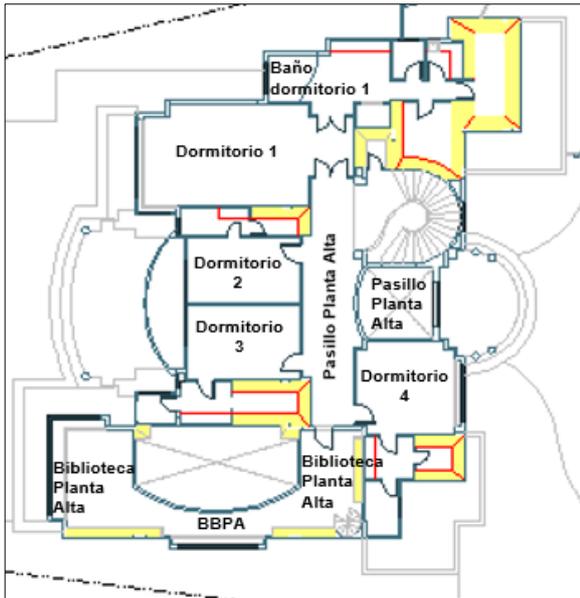


Figura 8. Planta baja de la vivienda parte derecha.



**Figura 9.** Vista general de la planta alta de la vivienda.



**Figura 10.** Planta alta de la vivienda parte central.

Los sectores a tomar en consideración en la vivienda son los siguientes:

1. Baño Dormitorio 1
2. Biblioteca Planta Alta
3. Biblioteca Planta Baja
4. Cocina
5. Comedor
6. Dormitorio 1
7. Dormitorio 2
8. Dormitorio 3
9. Dormitorio 4
10. Dormitorio Madre
11. Estudio

12. Exterior posterior 1
13. Exterior posterior 2
14. Garaje
15. Gimnasio
16. Jardines frente izquierda
17. Jardines frente derecha
18. Jardines lateral sur
19. Pasillo planta alta
20. Pasillo planta baja
21. Sala

### 3.2. Definición de las necesidades domóticas.

Debido a que la domótica busca proveer y brindar a los usuarios finales un entorno agradable y protegido, y con la posibilidad de monitorear y controlar lo que sucede en las viviendas, respondiendo a los avances actuales en cuanto a tecnología, se gestiona en este proyecto las áreas de networking, seguridad y confort.

En cuanto a la gestión del networking, la vivienda debe tener una red privada interna, la misma que debe ser accesible desde la internet y también pueda salir a internet, de tal forma que desde lugares remotos a la misma se la pueda monitorear y controlar. Se debe brindar la posibilidad de acceder a la red privada interna de dos formas, de manera alámbrica o de manera inalámbrica. Se usarán equipos dedicados a crear una red privada interna tanto que sea cableada e inalámbrica mediante el empleo de routers, switches, firewall, controladores de puntos de acceso inalámbricos y puntos de acceso inalámbricos. También se tendrán 2 medios físicos: 1) el cable de cobre y 2) el espacio (para la comunicación inalámbrica). La fibra óptica no será usada para ningún tipo de comunicación pero se la dejará tendida para un uso futuro.

En cuanto a la gestión de la seguridad, se considera el monitoreo de los sectores de la vivienda mediante cámaras, la detección de apertura y cerrado de puertas para iluminar sus respectivas secciones durante la noche una vez abiertas mediante escenas en el VERA3 maestro y sensor el movimiento de personas durante la noche para poder iluminar las áreas por donde estas transitan mediante escenas en el VERA3 maestro. El número de dispositivos no se basa ni en normas ni en cálculos. Como condiciones iniciales se tienen 13 cámaras, 16 sensores de apertura y cerrado de puertas y 17 sensores de movimiento.

En cuanto a la gestión del confort se considera la iluminación LED mediante la tecnología Hue Philips, el control de climatización mediante termostatos mediante escenas en el VERA3 maestro y la apertura y cerrado de persianas dependiendo si es día o de noche mediante escenas en el VERA3 maestro. El número de dispositivos no se basa ni en normas ni en cálculos. Como condiciones iniciales, tenemos 260 dispositivos del sistema Hue entre focos y controladores, 14 termostatos y 18 actuadores de persianas.

#### 4. Diseño general del sistema domótico.

El sistema domótico del presente proyecto gestiona 3 áreas: networking, seguridad y confort. Cada área posee sus dispositivos y ciertos dispositivos de estas áreas pertenecen a otras pero no todos los dispositivos son completamente compatibles y operables entre ellos. Aun cuando usamos el dispositivo que funciona como el “control” del sistema domótico que busca compatibilizar la mayoría de dispositivos, hay algunos como los equipos de networking que no se pueden compatibilizar.

##### 4.1. Control del sistema domótico.

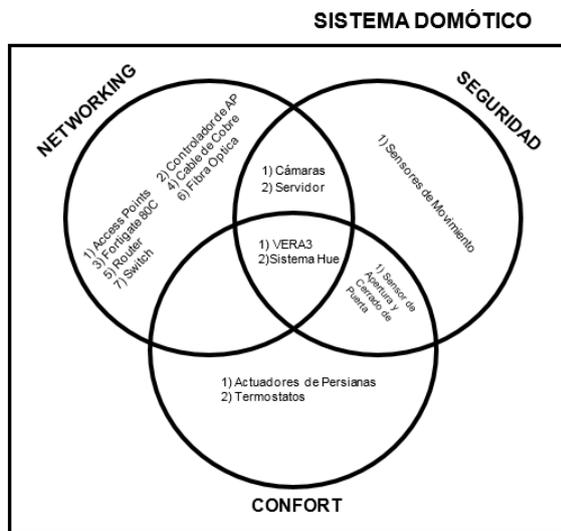


Figura 11. Descripción gráfica del sistema domótico.

Como apreciamos en la figura 4.1 se muestran las áreas del sistema domótico, sus propios dispositivos y dispositivos que forman parte de otras áreas. Los dos únicos dispositivos que forman parte de las tres áreas son el VERA3 y el sistema HUE. El VERA3 será el control del sistema domótico y está orientado a controlar la mayoría de dispositivos de las áreas de confort y seguridad. La ubicación de los 3 dispositivos VERA3 que usaremos será justo en la mitad de la Biblioteca Planta Alta. Esta ubicación fue designada a

base de prueba y error. Dos VERA3 serán esclavos y uno será maestro.



Figura 12. Dispositivo controlador del sistema domótico VERA3.

Este dispositivo busca controlar mayoritariamente los dispositivos de las áreas de seguridad y confort, los cuales funcionan bajo el protocolo de comunicación Z-Wave y mediante una aplicación del ‘app store’ del VERA3, incorpora a los focos de la tecnología Hue Phillips que funcionan bajo el protocolo de comunicación Zigbee. El VERA3 nos permite realizar las configuraciones de escenas, que dan vida a la domótica, al realizar una acción dentro de la vivienda debido al estado de un sensor. El caso más sencillo, es el de la iluminación activada por un sensor de movimiento. Los tres VERA3 poseen el siguiente direccionamiento IPv4.

##### 1er VERA3 ESCLAVO

- Dirección IP → 172.16.2.1
- Máscara de Subred → 255.255.0.0
- Gateway → 172.16.0.1
- DNS → 200.93.192.148

##### 2do VERA3 MAESTRO

- Dirección IP → 172.16.2.2
- Máscara de Subred → 255.255.0.0
- Gateway → 172.16.0.1
- DNS → 200.93.192.148

##### 3er VERA3 ESCLAVO

- Dirección IP → 172.16.2.3
- Máscara de Subred → 255.255.0.0
- Gateway → 172.16.0.1
- DNS → 200.93.192.148

#### 4.2. Diseño del networking.

Los equipos a usar en esta sección son los siguientes: router cisco 1941 series, switch cisco catalyst WS-C2960S-48FPD-L, fortigate 80C, ruckus zonedirector 1100, ruckus zoneflex 7363 y ruckus zoneflex 7025. También se usarán los siguientes elementos de distribución y protección: armarios de rack, patch panel o panel de conexiones, organizadores verticales y horizontales, bandeja de cables, tubería metálica emc y tubería de pvc.

HOME IP PLAN	Red IP	Mask	DHCP	VLAN	Switches	Puertos asignados a VLAN
Usuarios Wi-Fi	192.168.229.1	24	Yes	10		
Usuarios Red Ethernet Fija	192.168.230.1	24	No	11	1,2,3,4	4,5,6,7
Servidores y Zonedirector	172.31.1.1	28	No	30	1,3	1,2,3
Switches	172.31.0.1	28	No	40	1*,2,3,4	46*,47*,48
Hue Controllers	172.16.0.1	24	No	50	1,2,3,4	8-12, 19-47
Puntos de Acceso Inalámbricos	172.16.1.1	24	No	50	1	13-18
Controladores VERA3 Z-Wave	172.16.2.1	24	No	50	1,2,3,4	8-12, 19-47
Cámaras IP	172.16.5.1	24	No	50	1,2,3,4	8-12, 19-47
Televisores IP	172.16.7.1	24	No	50	1,2,3,4	8-12, 19-47
Otros dispositivos eventuales	172.16.16.1	24	No	50	1,2,3,4	8-12, 19-47

Tabla 1. Plan de distribución IPv4 o Home IP Plan.

La columna “HOME IP PLAN” contiene el grupo de dispositivos a quienes se les asigna una subred. La columna “Red IP” contiene el identificador de subred de cada grupo de dispositivos. La columna “DHCP” indica si el servicio DHCP está habilitado para cada subred. Este servicio permite que un servidor DHCP asigne un direccionamiento IPv4 al dispositivo que busca ser parte de la red del servidor. La columna “VLAN” indica a qué VLAN pertenece la subred. La columna “Switches” indica en qué switches está configurada la subred. La columna “Puertos asignados a VLAN” indica cuales puertos de los switches de la columna “Switches” están configurados con la VLAN de la subred.

\* Solamente en el switch 1 se utilizan los puertos 46 y 47 para la VLAN de los switches. Esto para poder habilitar la conexión en cascada que se explicará más adelante.

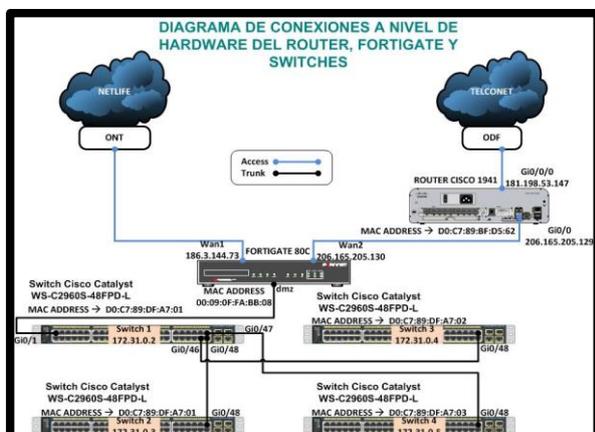


Figura 13. Diagrama de conexiones a nivel de hardware del router, fortigate y switches.

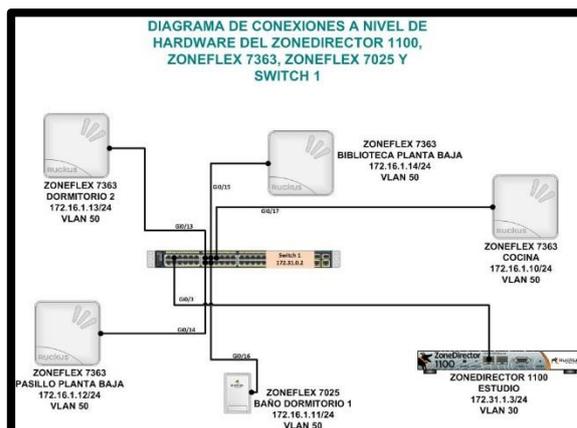


Figura 14. Diagrama de conexiones a nivel de hardware del Zonedirector 1100, zoneflex 7363, zoneflex 7025 y switch 1.

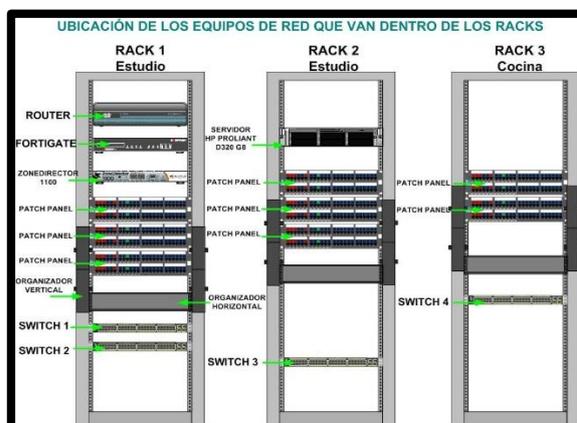


Figura 15. Ubicación de los equipos de red que van dentro de los Racks.

### 4.3. Diseño de la gestión de seguridad.

Se usarán los siguientes sensores de movimiento: Aeon Labs Multisensor 4 in 1, Everspring motion sensor HSP02, Motion schlage RS200HC, EZ Motion sensor express control B00G726FCM. El sensor de apertura y cerrado de puertas será el Aeon Labs door window sensor. Para el sistema de monitoreo de la vivienda se usarán cámaras Samsung snv-7080R y el servidor HP ProLiant Gen8 DL380e donde se almacenará el video.

Las premisas bajo las cuales creamos las escenas en esta parte son las siguientes: 1) ‘noche’ corresponde al intervalo de tiempo, después de las 6 de la tarde y antes de las 6 de la mañana, 2) ‘día’ corresponde al intervalo de tiempo, después de las 6 de la mañana y antes de las 6 de la tarde, 3) no encender luces a través de los sensores en la mañana, 4) en la noche, cuando se active un sensor de movimiento, dejará encendidas sus respectivas luces por 20 minutos y cuando se active un sensor de apertura y cerrado de puertas, dejará encendidas sus respectivas luces por 5 minutos, 5) en la noche, cuando se active un sensor de puertas, dejará encendidas sus respectivas luces por 5 minutos,

6) tanto los sensores de movimiento y los sensores de apertura y cerrado de puertas funcionarán como triggers y 7) los focos actuarán como dispositivos principales.

#### 4.4. Diseño de la gestión del confort.

La iluminación será comandada por el sistema Hue Philips que consta básicamente de un controlador y los focos. El actuador de persiana será el dispositivo Aeon Labs DSC14104-ZWUS-ZWave Micro Motor Controller. El termostato será el dispositivo Honeywell YTH8320ZW1007/U Z-Wave.

Las premisas bajo las cuales creamos las escenas en esta parte son las siguientes: 1) ‘noche’ corresponde al intervalo de tiempo, después de las 6 de la tarde y antes de las 6 de la mañana, 2) ‘día’ corresponde al intervalo de tiempo, después de las 6 de la mañana y antes de las 6 de la tarde, 3) el set point de la temperatura en la vivienda debe ser de 26 °C 4) cuando la temperatura de la vivienda pase los 28 °C, se debe encender el aire acondicionado, 5) cuando la temperatura de la vivienda baje de los 24 °C se debe apagar el aire acondicionado, 6) las persianas de la vivienda deben subir en la noche y 7) las persianas de la vivienda deben bajar en el día.

### 5. Análisis de costos del proyecto.

DETALLE DEL COSTO TOTAL		
	ACTIVIDAD	COSTO
1	EQUIPOS DEL SISTEMA DOMÓTICO	\$ 24,674.36
2	EQUIPOS DE FIBRA Y COBRE	\$ 10,481.85
3	EQUIPOS DE NETWORKING	\$ 26,440.75
4	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DOMÓTICO	\$ 932.61
5	INSTALACIÓN DE FIBRA Y COBRE	\$ 30,374.40
6	INSTALACIÓN DE NETWORKING	\$ 50.05
7	DISEÑO DEL SISTEMA DOMÓTICO	\$ 9,828.00
8	DISEÑO DE FIBRA Y COBRE	\$ 4,032.00
9	DISEÑO DEL NETWORKING	\$ 1,512.00
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 108,326.02</b>

Tabla 2. Detalle del costo total del proyecto.

En la tabla anterior se muestra el detalle del costo total del proyecto. La suma de todos estos costos alcanza los \$108326.02.

### 6. Conclusiones

Mediante el presente proyecto, se ha logrado diseñar e implementar un sistema domótico de radiofrecuencia que brinda las gestiones de networking, seguridad y confort usando los protocolos Z-Wave y Zigbee y usando como controlador domótico principal al VERA3.

La gestión de networking brinda una red privada interna que puede ser accedida ya sea local y remotamente desde cualquier dispositivo en la internet

usando un cliente VPN con un ancho de banda inicial de 100 Mbps, y en caso de requerir más ancho de banda, se tiene a disposición 100 Mbps extras. A su vez este acceso está protegido contra amenazas e intrusiones a través de un equipo que hace las veces de firewall y router dentro de la vivienda, que es el fortigate 80C. Una vez dentro de la red privada interna, es posible acceder a subredes agrupadas en VLAN's para los distintos dispositivos, ya sea de manera alámbrica o inalámbrica. Los servicios inalámbricos son prestados por accesos de punto inalámbricos y supervisados por un controlador inalámbrico. La conexión alámbrica se realiza a través de los switches configurados en cascada.

La gestión de la seguridad brinda monitoreo de la vivienda a través de cámaras infrarrojas capaces de grabar en el día y en la noche y que almacenan todo este video en un servidor pero solo cuando detectan movimiento. Es en este mismo servidor donde se instala el software Net-i Ware, propio de las cámaras, que nos permite visualizar grabaciones de aproximadamente 30 días posteriores a la fecha actual de la búsqueda. Es posible detectar movimiento y la apertura o cerrado de puertas dentro de la vivienda. Mediante la creación y uso de las escenas, esta detección nos permite encender las luces en los sectores donde se detectó movimiento o la apertura/cierre de una puerta, cuando sea de noche.

La gestión del confort brinda iluminación a través del sistema Hue Philips que se comunica a través del protocolo Zigbee entre el controlador Hue y los focos Hue. Este sistema puede ser controlado a través del VERA3, el controlador principal de los dispositivos domóticos, que aunque se comunique mediante el protocolo Z-Wave, puede controlar al sistema Hue Philips, usando una aplicación instalada en nuestro controlador de manera gratuita. Vale destacar, que la gestión del confort también brinda climatización de la vivienda a través de termostatos, los cuales son usados en escenas, para encender los aires acondicionados de la vivienda cuando la temperatura del sector en el que se encuentran pase los 28 °C y cuando la temperatura se encuentre por debajo de los 24 °C, los apague. Actuadores de persianas, mediante escenas, bajarán las persianas de los sectores donde se encuentren cuando sea de día y las subirán cuando sea de noche.

### 7. Referencias

- [1] Wikipedia, Z-Wave, <http://bit.ly/1DtZENS>.
- [2] Zensys, Z-Wave The Protocol Overview, <http://bit.ly/1Cnv5CS>
- [3] ZigBee, Standards, <http://bit.ly/168zATx>