

**DISEÑO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD Y DE CONTROL DE ILUMINACIÓN
PARA EL CONJUNTO CERRADO EL PORTAL DEL BOSQUE EN LA CIUDAD
DE TUNJA.**

WILLIAM FELIPE CRUZ GÓMEZ

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TUNJA
2018**

**DISEÑO DEL SISTEMA DE SEGURIDAD Y DE CONTROL DE ILUMINACIÓN
PARA EL CONJUNTO CERRADO EL PORTAL DEL BOSQUE EN LA CIUDAD
DE TUNJA.**

WILLIAM FELIPE CRUZ GÓMEZ

**Trabajo de grado para optar al título de
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**Director del Proyecto
Ing. FABIÁN ROLANDO JIMÉNEZ LÓPEZ**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TUNJA
2018**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Tunja, 11 de Mayo de 2018

La autoridad científica de la facultad de ingeniería reside en ella misma, por tanto, no responde por las opiniones expresadas en este proyecto de investigación.

Se autoriza su uso y reproducción indicando su origen.

Dedicatoria:

A Dios quien me ha permitido cumplir esta meta, dándome la fuerza necesaria para superar cada obstáculo y problema a lo largo de este camino

A mis padres, Luis Felipe y Beatris, por su gran apoyo y sus consejos, por darme la motivación e inspiración necesaria para superar todas las dificultades; por todos los valores que me han inculcado y su ejemplo de perseverancia, que me han permitido ser la persona que soy.

A mis hermanos, Rubiela, Antonio, Jorge y Lorena, quienes han estado siempre con su apoyo.

A mis amigos, Gustavo, James, Alejandra y David, quienes fueron un gran apoyo a lo largo de mis estudios, con quienes compartí buenos y malos momentos, algunos increíbles e inolvidables.

Este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

"Aunque nadie ha podido regresar atrás y hacer un nuevo comienzo, cualquiera puede recomenzar ahora y hacer un nuevo final "

Jonathan García-Allen

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo expresar mis agradecimientos al Ingeniero Fabián Jiménez, director de este trabajo de grado; por su dedicación, paciencia y apoyo, quien con su gran experiencia ayudo por medio de sus asesorías y consejos al éxito del presente trabajo, igualmente por su respeto a mis ideas.

Agradezco al Doctor Ligio Gómez quien creyó en mí y me dio la oportunidad de demostrar mis aptitudes en la Constructora Gomez Correa, por medio del desarrollo de este proyecto.

A todos los ingenieros de la escuela de ingeniería electrónica quienes de manera directa o indirectamente ayudaron en el transcurso del desarrollo de este proyecto; además a los que me acompañaron a lo largo de mi formación como ingeniero, y compartieron sus conocimientos conmigo.

De manera especial agradezco a mis padres, quienes con su gran esfuerzo y sacrificio lograron hacer posible esta meta, quienes con sus enormes enseñanzas y consejos hicieron de mí la persona que soy ahora. A mis hermanos por su gran apoyo en cada momento a lo largo de mis estudios.

Finalmente gracias a mis amigos y compañeros por su apoyo en cada situación, tanto a lo largo de este proyecto como en mis estudios. Son unas personas muy especiales y parte de este logro es gracias a ustedes.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo general:.....	14
1.1.2 Objetivos específicos:	14
1.2. JUSTIFICACIÓN	14
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1. SISTEMA DOMÓTICO	16
2.2. COMPOSICIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO	18
2.2.1. Controladores Domóticos	18
2.2.2. Sensores utilizados en un Sistema Domótico	19
2.2.3. Actuadores.....	20
2.2.4. Interfaces	20
2.3. ARQUITECTURAS DE RED USADAS EN UN SISTEMA DOMÓTICO	20
2.3.1. Arquitectura centralizada	21
2.3.2. Arquitectura descentralizada	21
2.3.3. Arquitectura distribuida	22
2.3.4. Arquitectura híbrida o mixta	23
2.4. MEDIOS DE TRANSMISIÓN	23
2.4.1. Medios guiados.....	24
2.4.2. Medios no guiados.....	24
2.5. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.....	24
2.5.1. Protocolo TCP/IP	26
2.5.2. Protocolo HTTP	27
2.6. CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)	29
2.6.1. Componentes de un CCTV	30
2.6.2. Tipos de cámaras de seguridad.....	31
2.6.3. Grabadores de Video.....	33

2.7. SISTEMA DE SEGURIDAD EN DOMÓTICA	34
2.8. SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN DOMÓTICA	36
2.9. SERVIDOR WEB	36
2.10. BASES DE DATOS.....	37
3. CARACTERÍSTICAS DEL CONJUNTO Y NORMATIVIDAD	38
3.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	39
3.2. NORMATIVIDAD.....	40
3.2.1. Domótica, sistemas eléctricos, electrónicos y de iluminación.....	40
3.2.1.1. RETIE	41
3.2.1.2. RETILAP.....	41
3.2.2. Sistema de seguridad e incendios	43
3.2.3. Video Vigilancia y CCTV.....	44
4. DISEÑO DEL SISTEMA DOMÓTICO	46
4.1. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DOMÓTICO	46
4.2. SISTEMA DE SEGURIDAD E ILUMINACIÓN POR APARTAMENTO.....	47
4.2.1. Sistema de Seguridad por Apartamento	48
4.2.2. Sistema de Iluminación por Apartamento	49
4.2.3. Diseño Modular de Sistema por Apartamento	49
4.3. SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y SEGURIDAD GENERAL.....	52
4.3.1. Sistema de seguridad	53
4.3.2. Sistema de Iluminación.....	53
4.3.3. Diseño del Sistema General	54
5. SELECCIÓN DE HARDWARE.....	56
5.1. MÓDULO WIFI ESP8266.....	56
5.2. CONTROLADORES.....	58
5.3. SENSORES	59
6. SELECCIÓN DE SOFTWARE	61
6.1. HTML.....	61
6.2. PHP	61
6.3. MySQL	62

7. DESCRIPCIÓN DE MÓDULOS E INTERFAZ HMI (Human Machine Interface)	63
7.1. MÓDULO DE CONTROL DE LUMINOSIDAD	63
7.2. MÓDULO CONTROL DE ACCESO	64
7.2.1. Control de acceso por apartamento	67
7.2.2. Control de acceso general al conjunto	67
7.3. MÓDULO CONTROL DE PERSIANAS	68
7.4. MÓDULO MONITOREO DE INCENDIOS E INTRUSOS	69
7.5. INTERRUPTOR INALÁMBRICO	69
7.6. MÓDULO ILUMINACIÓN PARA SITIOS AL AIRE LIBRE	70
7.7. MÓDULO ILUMINACIÓN ESCALERAS	71
7.8. INTERFAZ	71
7.8.1. Subpáginas	75
7.8.1.1. Página de inicio	75
7.8.1.2. Iluminación general	75
7.8.1.3. Monitoreo general de incendios	76
7.8.1.4. Control de acceso	77
7.8.1.5. Monitoreo de incendios por zona	77
7.8.1.6. Iluminación específico	77
7.8.1.7. Cocina	79
7.8.2. Sistema de notificaciones	79
7.8.3. Registro e ingreso a la página web	80
7.8.4. Conexión y creación de la base de datos	80
8. CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)	81
8.1. CONSIDERACIONES	81
8.2. DIAGNÓSTICO Y NECESIDADES	81
8.3. DISEÑO DEL SISTEMA CCTV	82
8.3.1. Cámaras	83
8.3.2. NVR, Gestor de video	84
8.3.3. Almacenamiento y Monitoreo	85

8.3.4. Cableado	85
8.4. SELECCIÓN DE HARDWARE CCTV	86
9. RESULTADOS	89
9.1. MÓDULO DE MONITOREO DE INCENDIOS	89
9.2. CIRCUITO GENERAL DE PRUEBA	91
9.3. INTERFAZ WEB.....	93
10. PRESUPUESTO PARA EL SISTEMA.....	95
11. CONCLUSIONES.....	99
12. RECOMENDACIONES	100
13. REFERENCIAS.....	101

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Comparación de Protocolos usados en sistemas domóticos	24
Tabla 2. Tabla de vulnerabilidad	40
Tabla 3. Comparación en consumo de diferentes tipos de lámparas o bombillas .	52
Tabla 4. Requerimientos de iluminación de las zonas del conjunto en general	54
Tabla 5. Posibles estados de las variables que intervienen en el proceso de cierre y apertura de la puerta	65
Tabla 6. Calculo de la capacidad de disco duro de acuerdo al número de FPS y días de grabación.	87
Tabla 7. Consumo energético de los componentes del sistema	87
Tabla 8. Presupuesto necesario para el Sistema Domótico (Parte 1).....	95
Tabla 9. Presupuesto necesario para el Sistema Domótico (Parte 2).....	96
Tabla 10. Total presupuesto para el sistema domótico.....	97
Tabla 11. Valor comercial de cada Módulo	97
Tabla 12. Presupuesto Sistema CCTV	97

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Esquema general de una vivienda domótica	16
Figura 2. Ejemplo de composición de un sistema domótico	17
Figura 3. Sistema domótico basado en PLC (Autómata programable)	18
Figura 4. Arquitectura de red centralizada	21
Figura 5. Arquitectura de red descentralizada	22
Figura 6. Arquitectura de red distribuida	22
Figura 7. Arquitectura de red mixta	23
Figura 8. Sistemas domóticos basados en Bus de datos (KNX, LonWorks)	26
Figura 9. Capas del modelo TCP/IP	27
Figura 10. Funcionamiento básico del protocolo HTTP	28
Figura 11. Estructura de los mensajes utilizados en el protocolo HTTP.	28
Figura 12. Circuito cerrado de televisión analógico	29
Figura 13. Cámaras móviles o tipo domo.....	33
Figura 14. Fases de un sistema de seguridad.	35
Figura 15. Ubicación de las torres en el predio del Conjunto Cerrado el Portal del Bosque.....	38
Figura 16. Ubicación de detectores de calor o humo en cielorrasos.....	44
Figura 17. Modelo del tipo de apartamento.....	47
Figura 18. Diagrama del sistema de seguridad.....	48
Figura 19. Diagrama del sistema de iluminación	50
Figura 20. Topología de red para el sistema domótico por apartamento	50
Figura 21. Diseño del sistema general para el Conjunto Cerrado.....	55
Figura 22. Diagrama funcional del ESP8266	57
Figura 23. Diagrama de bloques de un microcontrolador	58
Figura 24. Diagrama de bloques del Módulo de Luminosidad	63
Figura 25. Disposición del módulo de luminosidad con respecto a las bombillas ..	64
Figura 26. Diagrama de bloques del Módulo de Control de Acceso	65
Figura 27. Disposición de los componentes del módulo control de acceso	66
Figura 28. Diagrama del Módulo de Control de Persianas.....	68
Figura 29. Diagrama de bloques del módulo de monitoreo de incendios e intrusos	69
Figura 30. Diagrama y circuito del interruptor inalámbrico	70
Figura 31. Circuito para activación y desactivación de las bombillas al aire libre ..	70
Figura 32. Sensor de movimiento y luminosidad para control de bombillas.....	71
Figura 33. Diagrama general de red con respecto al servidor local	72

Figura 34. Diseño gráfico general de la página web.	73
Figura 35. Mapa de sitio de la página web o interfaz.....	74
Figura 36. Contenido específico de la página de inicio.....	75
Figura 37. Contenido específico de la página de control de iluminación general...	76
Figura 38. Contenido específico de la página de monitoreo general de incendios	76
Figura 39. Contenido específico de la página de Control de acceso	77
Figura 40. Contenido específico de la página de monitoreo de incendios por zona	78
Figura 41. Contenido específico de la página del sistema de iluminación por zona	78
Figura 42. Contenido específico de la página de control de sistemas en la cocina	79
Figura 43. Sistema de notificaciones	80
Figura 44. Composición del sistema CCTV para el Conjunto Cerrado.	82
Figura 45. Número de cámaras por planta para cada edificio o bloque	84
Figura 46. Diagrama de Flujo de del algoritmo del módulo de monitoreo de incendios.....	90
Figura 47. Módulo de monitoreo de incendios y detector de intrusos	91
Figura 48. Circuito de prueba, funcionamiento y esquemático PCB	92
Figura 49. Ubicación de la cámara de seguridad en una planta del edificio	93
Figura 50. Dibujo de la instalación de la cámara	94
Figura 51. Vista en el NVR (Izquierda), detalle del objetivo (Derecha)	94

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Hoja de especificaciones de los componentes seleccionados.

ANEXO B. Cotizaciones del Circuito Cerrado de Televisión (CCTV).

ANEXO C. Folleto de presentación del Sistema Domótico.

RESUMEN

El presente documento muestra el diseño de un sistema domótico basado en la seguridad e iluminación para el Conjunto Cerrado el Portal del Bosque, como desarrollo adscrito al trabajo de pasantía del autor. El sistema domótico basa su funcionamiento en la tecnología inalámbrica WiFi, por medio de la plataforma ESP8266 y está diseñado a partir de módulos con funciones específicas, que satisfacen diferentes procesos o tareas que se realizan dentro de una vivienda común. Para facilidad en el diseño se optó por dividir el sistema domótico general en dos sistemas más específicos, sistema de seguridad y sistema de luminosidad.

Para el sistema de seguridad se propuso el diseño de dos módulos, un módulo de monitoreo de incendios y uno de control de acceso; el módulo de monitoreo de incendios consta de varios sensores los cuales obtienen información de variables como la temperatura, humedad y la presencia de humo o algunos gases, además de incorporar un sensor de presencia con el cual se detectan intrusos dentro de la vivienda que genera una notificación en una interfaz web. El módulo de control de acceso bloquea la puerta principal por medio de un hardware y les da el paso a los usuarios por medio de una contraseña, además, registra cada ingreso al sistema en una base de datos.

El sistema de luminosidad da al usuario la posibilidad de controlar la activación y apagado de las bombillas de la casa, además de regular su intensidad por medio del módulo de luminosidad; mediante el módulo de control de persianas se puede regular la apertura y cierre de estas. Las funcionalidades mencionadas se pueden controlar y monitorear a partir de una interfaz web. La interfaz está diseñada a partir del lenguaje PHP y HTML la cual se comunica con una base de datos en MySQL; para la comunicación se hace necesario el uso del protocolo HTTP.

Se realizó la interfaz a modo de página web ya que le da al usuario la posibilidad de manejar el sistema desde cualquier dispositivo que tenga incorporada la tecnología WiFi. Además, el sistema puede trabajar con un servidor en línea y operar desde cualquier parte del mundo con acceso a internet; en este caso se realizó la conexión en una red local para el sistema, lo que significa que los usuarios que vayan a ingresar deben estar conectados a la red local directamente.

El sistema de seguridad general del conjunto se complementa con un Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), el cual se diseñó a partir de la tecnología IP que

presenta beneficios como la escalabilidad y la facilidad de instalación del sistema. Algunos circuitos para el sistema general domótico fueron diseñados como módulos para un sistema de luminosidad del conjunto, teniendo en cuenta las diferentes necesidades de algunas zonas públicas.

Palabras claves: Sistema domótico, Interfaz web, IoT, Tecnología Inalámbrica WiFi, CCTV.

INTRODUCCIÓN

La Constructora Gómez Correa, en su proyecto de construcción del Conjunto Cerrado El Portal del Bosque, a modo de estrategia para atraer clientes e innovar a nivel local en las construcciones residenciales, decidió realizar la inversión en un sistema domótico centrado en la seguridad e iluminación de los apartamentos para generar una tendencia en el sector. Como propuesta de trabajo de pasantía la Constructora asignó como proyecto, al pasante, el diseño del sistema domótico para los apartamentos del Conjunto Cerrado.

La domótica es una rama de la electrónica que trata la automatización de viviendas por medio de sistemas autónomos que gestionan, principalmente, la seguridad y la energía, buscando el confort y ahorro energético.

Los sistemas de seguridad agregados a la automatización de procesos forman parte primordial de la domótica. Dichos sistemas son complementados con técnicas con cierto nivel de sofisticación en detección de incendios e intrusos, control de acceso, video vigilancia, botón de pánico, simulador de presencia y diferentes alertas que avisan sobre posibles emergencias relacionadas a algún fallo o evento, como por ejemplo inundaciones o fugas de gas.

El confort en las viviendas esta dado en gran medida por la iluminación y debido a que es una de las principales necesidades que genera mayor gasto energético, la domótica busca el ahorro por medio de procesos eficientes. Los sistemas de iluminación generalmente manejan, de acuerdo a diferentes factores, el cierre o apertura de persianas, el nivel de intensidad, la activación y apagado de bombillas o dispositivos de luminosidad. Entre otras funcionalidades que pueden integrar los sistemas domóticos se encuentra la gestión de electrodomésticos, video portero, tele asistencia y registro de consumo.

El internet de las cosas (Internet of Things - IoT) está teniendo un gran auge y su aplicación en domótica está siendo muy acogida; tiene grandes campos de aplicación debido a la flexibilidad que le da el manejo a través de una red de comunicación. El monitoreo remoto es lo más atractivo de este método, ya que el usuario puede estar en cualquier parte del mundo mientras está al tanto del estado de su vivienda y puede hasta realizar tareas sin necesidad de estar presente dentro de ella.

Colombia, en la actualidad, no ha tenido gran avance en este campo, concentrando su uso en los estratos altos y adinerados del país debido al elevado costo de diseño e implementación, causando que el desarrollo a nivel local no tenga ninguna relevancia. Por lo anterior, es importante que muchas más personas tengan acceso a estos sistemas, lo cual conlleva a la búsqueda de un sistema domótico a bajo costo que tenga la capacidad de brindarle al usuario una experiencia satisfactoria en necesidades de seguridad e iluminación.

En el presente documento se dan a conocer cada una de las etapas y procesos que se llevaron a cabo para el desarrollo del diseño domótico con sus especificaciones de hardware y software, necesarios para una posterior implementación.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo general:

Diseñar un sistema domótico basado en la seguridad y el control de iluminación para el conjunto cerrado el Portal del Bosque en la ciudad de Tunja.

1.1.2 Objetivos específicos:

- Diseñar un sistema de seguridad con base en los principales puntos de vulnerabilidad (Detección de incendios, detección de intrusos, CCTV) para el conjunto cerrado el Portal del Bosque.
- Diseñar un sistema de iluminación para apartamentos y zonas comunes con el propósito de mejorar consumo energético y confort dentro del conjunto cerrado el Portal del Bosque.
- Diseñar un sistema de comunicación para monitoreo del sistema de seguridad e iluminación para el conjunto cerrado el Portal del Bosque a partir de tecnologías móviles.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Ante el deficiente avance de la tecnología a nivel local, específicamente en el campo de la automatización de viviendas y todo lo concerniente a la domótica, teniendo avances casi nulos en los últimos años a comparación de países como España, resulta de gran interés el iniciar un acercamiento de la sociedad a nivel de la ciudad de Tunja a estas tecnologías. La domótica al tener como base en el diseño de sus sistemas la comodidad de los residentes de una vivienda, se hace muy atractiva para las personas y crea de este un negocio con gran proyección así como una nueva alternativa para la comunidad.

El presente trabajo surge de la necesidad de ofrecer una posibilidad a las personas de la ciudad de Tunja, el conocer y disfrutar tanto de los servicios como de los beneficios que la domótica ofrece, iniciando con el diseño de un sistema

domótico que marque una tendencia en el sector de la construcción de edificaciones residenciales a nivel local.

El diseño de este sistema domótico pretende, además, la atracción de nuevos clientes por parte de la Constructora Gomez Correa, dentro del proyecto de construcción que se lleva a cabo del Conjunto Cerrado el Portal del Bosque, ya que al tener un producto novedoso, implica realizar una inversión que a corto plazo se verá reflejada en beneficios como la seguridad y comodidad, al mismo tiempo que en el ahorro.

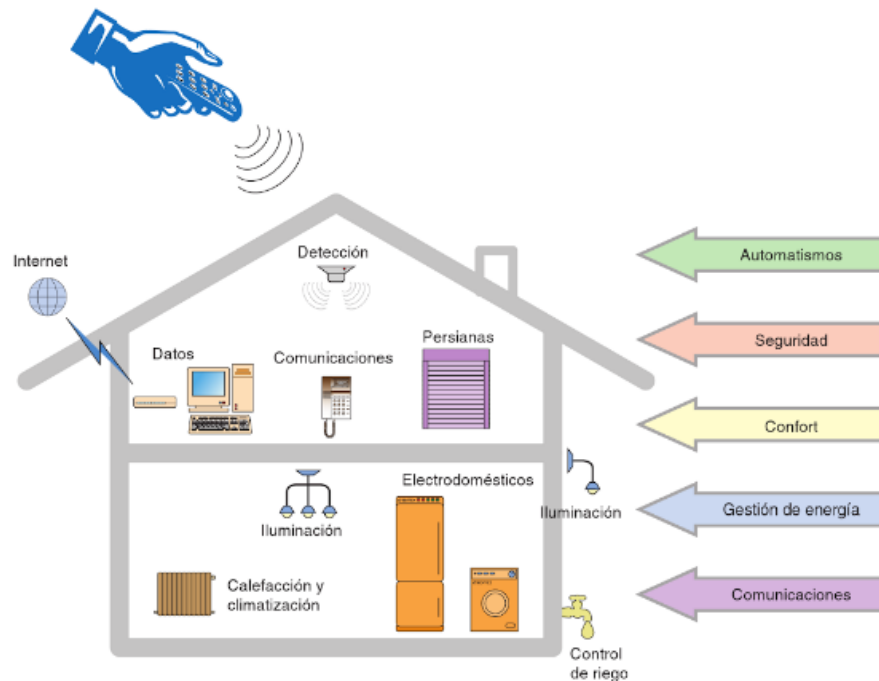
2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta los principales conceptos y terminologías que fueron necesarios y se tuvieron en cuenta para el desarrollo del proyecto. Entre ellos se encuentran la domótica, su composición y funcionalidad, las tecnologías utilizadas en el diseño, protocolos de comunicación, tipos de arquitecturas de red, entre otros.

2.1. SISTEMA DOMÓTICO

Un sistema domótico está basado en la automatización de diversos procesos o tareas que son necesarios en un hogar; dicha automatización tiene como objetivo ofrecer servicios que favorecen al confort, bienestar y seguridad de sus habitantes además de tener muy presente la gestión energética. Esto se logra mediante la comunicación, monitoreo y control de diferentes variables de los entornos interiores y o exteriores de una vivienda que también son llamadas viviendas inteligentes. En la figura 1 se representa el esquema general de un sistema domótico para una vivienda.

Figura 1. Esquema general de una vivienda domótica



Fuente:¹

¹ (Martín Castillo, 2009)

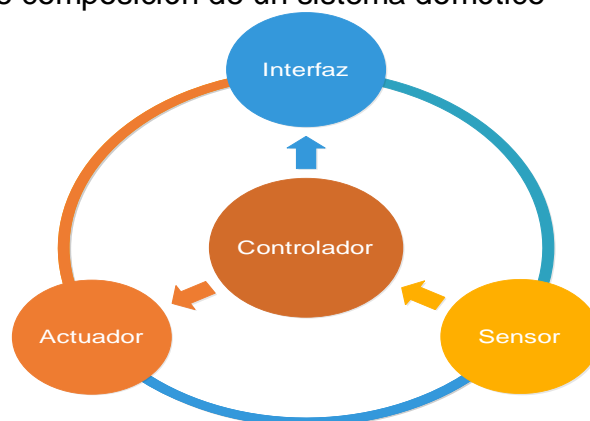
Existen diferentes niveles o tipos de instalaciones domóticas, desde sistemas que manejan simples interruptores a través de medios remotos, hasta dispositivos de red integrados que controlan todo un edificio. En el mercado existen sistemas domóticos capaces de realizar tareas como: encendido, programación de dispositivos, activación y regulación de luminosidad, detección y control de variables físicas (luminosidad, gases, temperatura), entre otras.

La domótica indudablemente está teniendo una revolución a través del Internet de las Cosas (IoT – Internet of Things), ya que este concepto trata sobre la interconexión a través de internet de múltiples dispositivos para compartir datos, monitorearlos y controlarlos desde diferentes sitios de manera remota.²

Los sensores y actuadores utilizados en la automatización de viviendas pueden ser controlados y monitoreados a través de internet, aumentando las posibilidades de nuevas aplicaciones debido a que los dispositivos pueden auto configurarse y controlarse desde cualquier parte del mundo que tenga acceso a internet.

A nivel de la automatización de edificios es conocido el término inmótica, muy relacionado con la domótica, el cual hace referencia a la coordinación y gestión de las instalaciones con que se encuentran equipadas las edificaciones, así como a su capacidad de comunicación, regulación y control. Mientras que la domótica es aplicada al hogar, la inmótica es incorporada a sistemas de gestión a instalaciones del sector terciario como plantas industriales, hoteles, hospitales, aeropuertos, edificios de oficinas, universidades, instalaciones comunitarias, etc.³

Figura 2. Ejemplo de composición de un sistema domótico



Fuente: Autor

² (Miori & Russo, 2014)

³ (Huidobro & Millán Tejedor, 2010)

2.2. COMPOSICIÓN DE UN SISTEMA DOMÓTICO

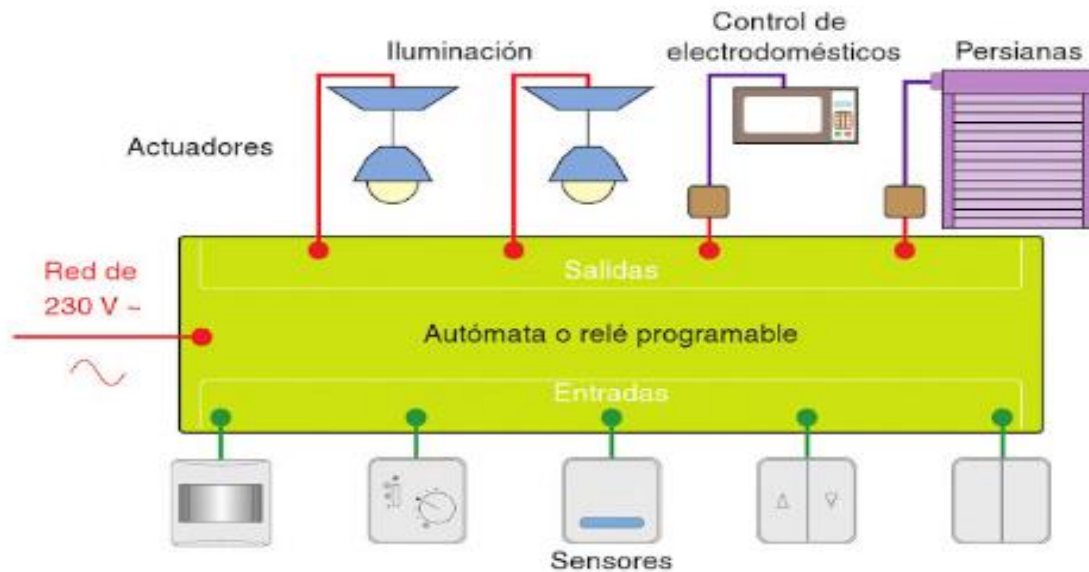
Un sistema domótico se compone de dispositivos con una conexión o estructura determinada de acuerdo a la arquitectura y requerimientos del sistema. Estos elementos se pueden dividir en cuatro grupos: controladores, sensores, actuadores e interfaces, como se observa en la figura 2.

2.2.1. Controladores Domóticos

Estos componentes corresponden al cerebro del sistema domótico, cuya función es la toma de decisiones sobre los diferentes actuadores, con base en la información que brinden los sensores ubicados en las instalaciones de la casa.

Un controlador, en domótica, le da la posibilidad al usuario de definir acciones sobre los dispositivos que componen la totalidad del sistema en la vivienda según sea su programación.

Figura 3. Sistema domótico basado en PLC (Autómata programable)



Fuente:⁴

Como controlador se pueden utilizar una gran variedad de tecnologías electrónicas entre las cuales se destacan los microcontroladores⁵, plataformas

⁴ (Martín Castillo, 2009)

Arduino⁶ y Raspberry Pi⁷, Controladores Lógicos Programables (PLC – Programmable Logic Controllers)⁸, microprocesadores⁹, etc.

Un PLC permite procesar las señales de los sensores, y mediante un programa, activar los actuadores; el uso de los autómatas programables está generalizado en el entorno industrial, sin embargo, su tamaño y costo lo hace muy bueno en aplicaciones domóticas. Un ejemplo de la disposición de un controlador domótico basado en PLC se ilustra en la figura 3.

2.2.2. Sensores utilizados en un Sistema Domótico

Un sensor es un dispositivo que mide una magnitud física del entorno en el cual es instalado, para entregar una magnitud eléctrica proporcional que brinde información del estado de una variable. Dicha variable puede medirse a través de diferentes circuitos para tomar una decisión de acuerdo a su estado. Un sensor esta siempre en contacto con la magnitud o variable que mide.

Existen sensores analógicos y digitales que según la aplicación se utilizan en domótica, por ejemplo la variación de la iluminación a partir de perillas se realiza a través de sensores análogos¹⁰ y sensores digitales que pueden tomar dos valores (uno o cero lógicos). Un claro ejemplo de los sensores digitales son los de detección de presencia.

Los sensores también se pueden clasificar dependiendo de su aplicación final, por ejemplo en sistemas de vigilancia, se utilizan 4 tipos de sensores: de contacto, infrarrojos, vibración y microondas, aunque existen otros para aplicaciones especiales.¹¹

En tareas como el accionamiento de persianas es utilizado comúnmente un sensor de luminosidad, el cual mide la intensidad lumínica del ambiente. La medición de la temperatura, la humedad, la presencia de algún gas, movimiento, entre otros, son algunos ejemplos de las aplicaciones en las cuales los sensores se utilizan.

⁵ (Lita, Visan, Mazare, & Ionescu, 2017)

⁶ (Gunpath, Murdan, & Oree, 2017)

⁷ (P. Kumar & Umesh Chandra Pati, 2016)

⁸ (Hallak, Bumiller, & Swart, 2016)

⁹ (Gokaraju, Yessick, Steel, Doss, & Turlapaty, 2016)

¹⁰ (Martín Castillo, 2009)

¹¹ (Huidobro & Millán Tejedor, 2010)

2.2.3. Actuadores

Un actuador es un dispositivo que realiza una acción para modificar una variable en el entorno donde esté instalado de acuerdo a la orden de un controlador. Existen diversos tipos de actuadores utilizados en domótica, tales como contactores de carril DIN, electroválvulas, sirenas, motores, entre otros. Los motores DC son uno de los principales dispositivos utilizados para dicha función en domótica.

Los actuadores según su principio de operación pueden ser eléctricos, electrónicos, electromecánicos, piezoeléctricos, neumáticos e hidráulicos, los cuales son utilizados para diversas tareas como el aumento o la disminución de la calefacción o el aire acondicionado en una vivienda, el corte del suministro de gas o de agua, el envío de una alarma a una central de seguridad, etc.¹²

2.2.4. Interfaces

Son los medios por los cuales el usuario puede interactuar con el sistema domótico enviando órdenes y monitoreando el estado de los dispositivos. Como interfaces se usan ampliamente componentes como pantallas, teclados, dispositivos móviles, internet, entre otros.

La instalación domótica debe contar con una serie de interfaces que permitan a los usuarios programar y configurar los parámetros de la instalación, además de recibir la información de los dispositivos en un formato amigable y fácil de comprender e interpretar. Así, desde las interfaces se generan las órdenes de encendido, apagado o regulación de la iluminación, creación de escenas para diversas situaciones, control del estado de toldos o persianas, entre otras funciones. Estas interfaces de control pueden estar ubicadas en el interior de la casa y comunicarse con el exterior a través de Internet o mensajes de móvil, para proporcionar flexibilidad al sistema.¹³

2.3. ARQUITECTURAS DE RED USADAS EN UN SISTEMA DOMÓTICO

Arquitectura de red en domótica hace referencia al diseño de red de los dispositivos utilizados, esta se centra en la ubicación y conexión de cada uno de

¹² (Manuel, Novel, Calafat, Eduardo, & Adrian, 2007)

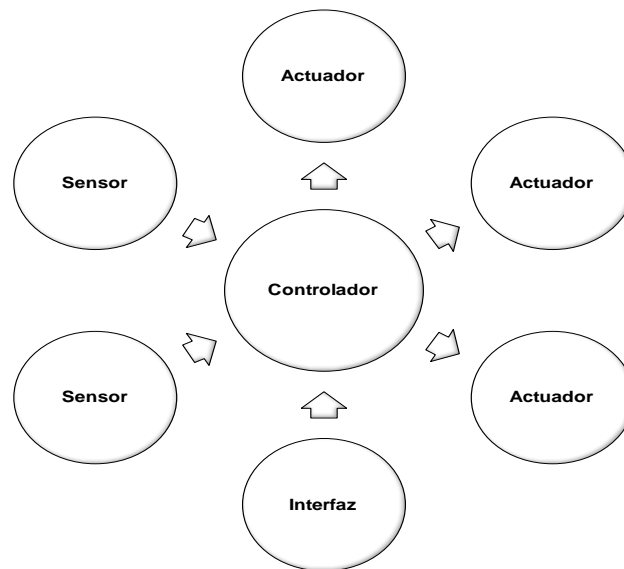
¹³ (Moro Vallina, 2011)

los terminales usados en el sistema. A continuación se especifican las diferentes estructuras de red.

2.3.1. Arquitectura centralizada

En una arquitectura centralizada el controlador está en el centro del sistema, el cual es el encargado de manejar toda la información recibida a partir de los sensores y así enviar las órdenes a los respectivos actuadores. Si el controlador llegase a faltar, la red del sistema no funcionaría debido a que no existiría quien gestionará la información de la vivienda. En la figura 4 se observa la distribución de las terminales de acuerdo a esta arquitectura. Un ejemplo de arquitectura de red centralizada en domótica es cuando un controlador se encarga de supervisar todo el sistema y cualquier decisión sobre alguna tarea es tomada por dicho controlador.

Figura 4. Arquitectura de red centralizada

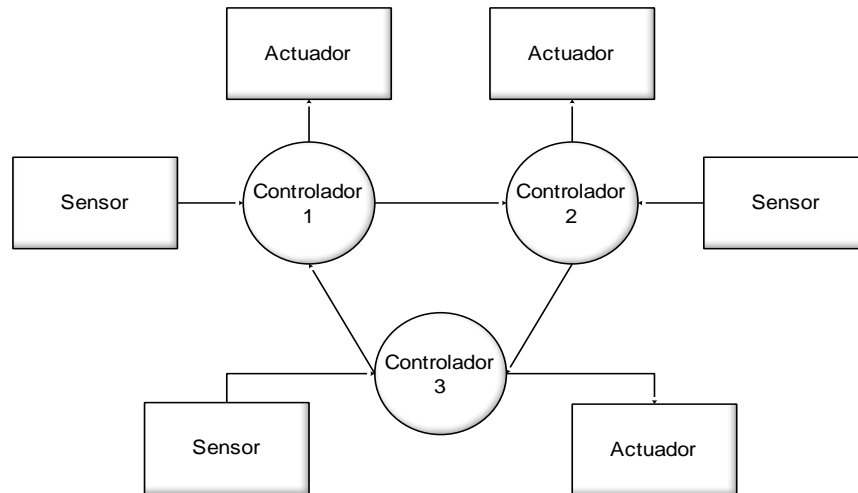


Fuente: Autor

2.3.2. Arquitectura descentralizada

En esta arquitectura varios controladores hacen parte de la red domótica, dichos controladores están conectados entre sí por un bus de comunicación por el cual se comparte cierta información; cada controlador es el cerebro de un subsistema centralizado, manejando los datos recibidos de sus dispositivos conectados, en la figura 5 se observa dicha estructura.

Figura 5. Arquitectura de red descentralizada

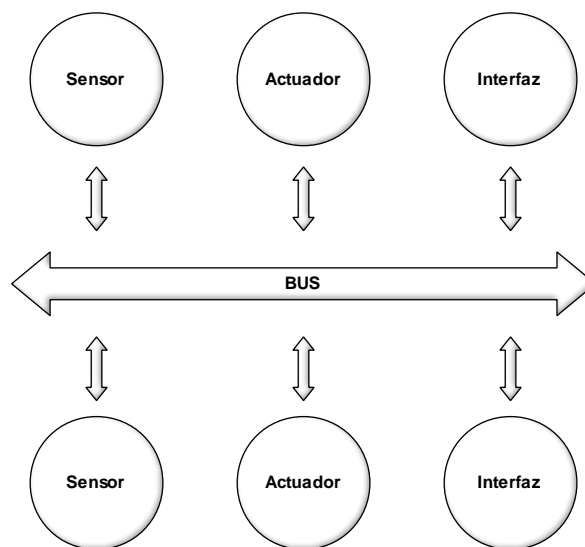


Fuente: Autor

2.3.3. Arquitectura distribuida

Todos los dispositivos actúan como controlador, es decir, cada dispositivo puede tomar acciones independientes o a partir de los datos que comparte con las demás terminales. Un bus de datos es el encargado de transferir la información, en la figura 6 se muestra la distribución de una arquitectura distribuida.

Figura 6. Arquitectura de red distribuida

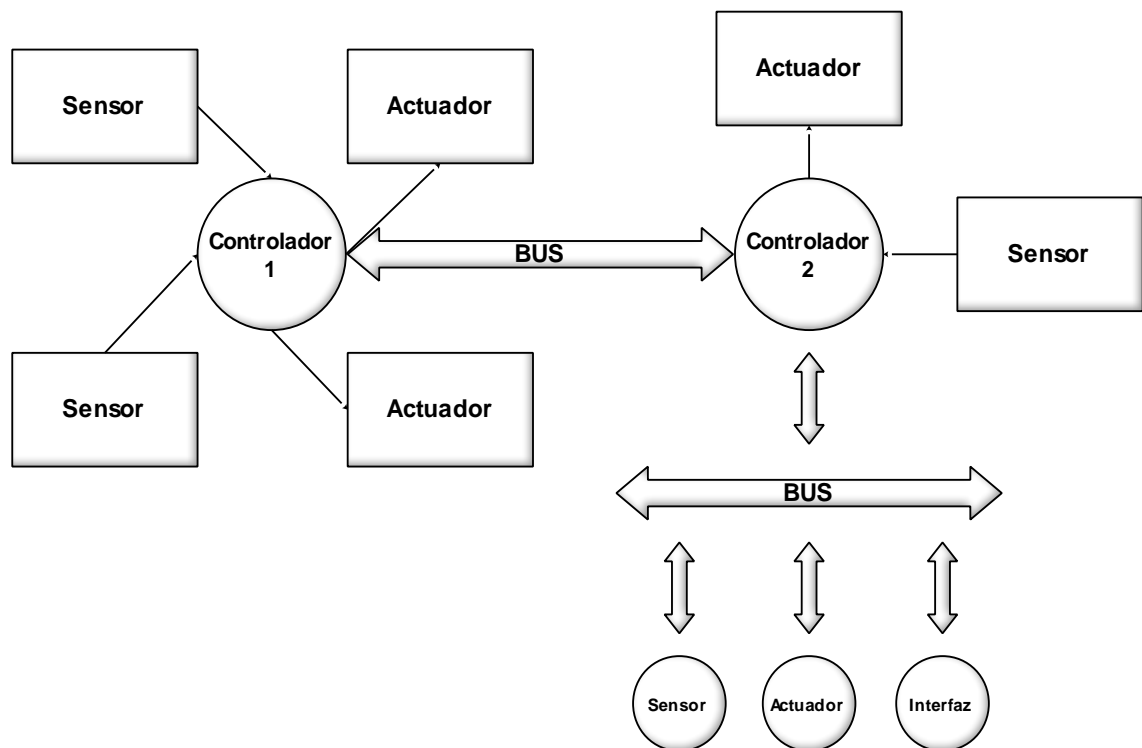


Fuente: Autor

2.3.4. Arquitectura híbrida o mixta

La distribución de los dispositivos del sistema domótico en una arquitectura híbrida no tienen una ubicación específica ya que combina las demás arquitecturas; puede tener tanto un controlador centralizado como controladores descentralizados, además, los dispositivos como actuadores o sensores reciben información y ejecutan una acción de acuerdo a su topología. En la figura 7 se observa un ejemplo de arquitectura mixta.

Figura 7. Arquitectura de red mixta



Fuente: Autor

2.4. MEDIOS DE TRANSMISIÓN

La comunicación de los datos en un sistema domótico puede darse por diferentes medios, los cuales tienen ventajas o desventajas según el lugar en el cual se quiera implementar. Un medio de transmisión es el camino físico que transfiere información entre el transmisor y el receptor, existen medios guiados y no guiados.

2.4.1. Medios guiados

Un medio guiado es un medio sólido por el cual se hace la transmisión de los datos. Como medios guiados en domótica se utilizan el cable coaxial, la fibra óptica y el par trenzado. Estos ofrecen una apropiada velocidad de transmisión pero depende bastante de la distancia entre la ubicación del transmisor y el receptor. Adicionalmente la tasa de transmisión es afectada por la disposición de la red, bien sea punto a punto o multipunto.

2.4.2. Medios no guiados

La transmisión de datos en un medio no guiado se hace a través de la atmosfera por medio de una antena. En este caso, no hay una conexión física entre el receptor y el transmisor. El envío de datos se maneja en un rango de frecuencias entre 1GHz y 40GHz. Los principales medios de transmisión inalámbrica se realizan por ondas microondas como el WiFi, ondas de radio o RF, infrarrojo, entre otras.¹⁴

2.5. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

Tabla 1. Comparación de Protocolos usados en sistemas domóticos

	<i>X10</i>	<i>KNX</i>	<i>CEBus</i>
Medios de transmisión	Red eléctrica	Red eléctrica, radio frecuencia y par trenzado	Red eléctrica, par trenzado, cable coaxial, infrarrojo, radiofrecuencia y fibra óptica
Licencia requerida para su uso.	Propietario. La compañía no otorga licencias	Gratuito para miembros de la asociación KNX	No requiere licencia, pero si certificación para usar el logo CEBus.
Aplicaciones	Principalmente iluminación	Iluminación, ventilación, sistemas de energía, entre muchos otros	Control remoto de electrodomésticos.
Arquitectura de red	Distribuida	Distribuida	Distribuida
Velocidad de transmisión	60 bps	En par trenzado 9.6 Kbps	Hasta 10 kbps
Número de dispositivos	256	58.000 como máximo	Tienen una dirección física única, 4.000.000 posibles

¹⁴ (Stallings, 2004)

	LonWorks	UPB	Z-Wave	ZigBee
Medios de transmisión	Par trenzado, fibra óptica, red eléctrica, radiofrecuencia y el cable coaxial	Red eléctrica	Radiofrecuencia	Radiofrecuencia
Licencia requerida para su uso.	Se requiere licencia y certificación para usar el logo LonWorks	Si	Si. Los fabricantes deben asociarse a la Alianza Z-Wave	No. Es un estándar abierto
Aplicaciones	Industrias, edificios, viviendas y automóviles	Iluminación	Iluminación, control de acceso, entre otros	Control industrial, control de acceso, control de calefacción y aire acondicionado, entre otras
Arquitectura de red	Distribuida	Distribuida	Centralizada o distribuida	Centralizada o distribuida
Velocidad de transmisión	32Kbps-1.25Mbps	240 bps	9.6 Kbps	20 kB/s y 250 kB/s
Número de dispositivos	32.000 como máximo	250	232 y más si se requiere	2550

Fuente:¹⁵

En el mercado existen diferentes posibilidades para la elección de sistemas domóticos, desde técnicas que utilizan la red eléctrica para la transmisión de datos hasta sistemas inalámbricos. Cada uno de estos sistemas poseen características diferentes, y entre ellas están el protocolo X10¹⁶, KNX¹⁷, CEBus (Consumer Electronics Bus)¹⁸, LonWorks¹⁹, UPB (Universal Powerline Bus), Z-Wave²⁰, ZigBee²¹, entre otros, en la tabla 1 se realiza una comparación entre los diferentes protocolos.

Un esquema que ilustra un sistema domótico basado en bus de datos KNX o LonWorks se muestra en la figura 8.

¹⁵ (Durango, Ospina, Carvajal, & Fonseca, 2012)

¹⁶ ("The Source for X10; X10 Pro Genuine Products," 2017)

¹⁷ ("KNX Association - KNX Association [Official website]," 2017)

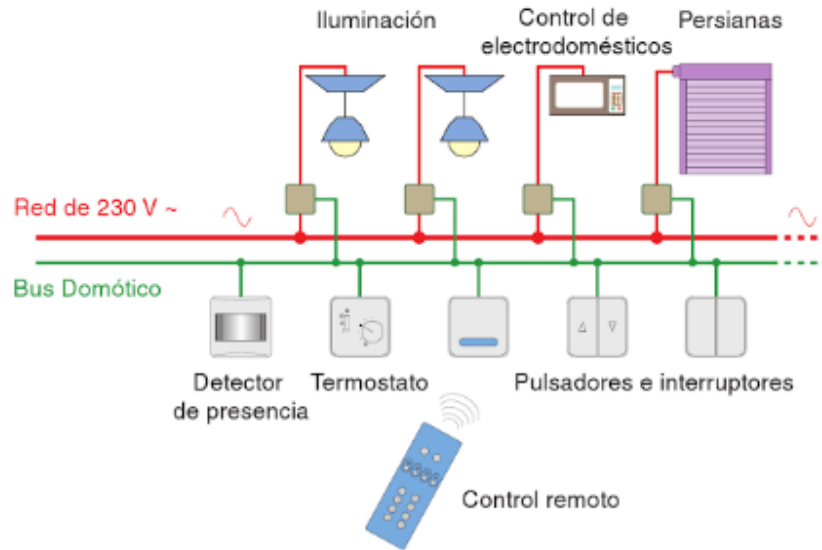
¹⁸ (Markwalter & Rusell, 1998)

¹⁹ (Jian & Zhilong, 2012)

²⁰ ("Z-Wave | Safer, Smarter Homes Start with Z-Wave," 2018)

²¹ ("Smart Homes | Zigbee Alliance," 2018)

Figura 8. Sistemas domóticos basados en Bus de datos (KNX, LonWorks)



Fuente:²²

2.5.1. Protocolo TCP/IP

Es un conjunto de dos protocolos y su denominación proviene del protocolo TCP (Transmission Control Protocol) y el protocolo IP (Internet Protocol). Los estándares de este protocolo son abiertos y llevados por casi todo tipo de sistemas, este funciona en casi cualquier red. El protocolo TCP/IP utiliza un esquema de direccionamiento que asigna una dirección única a cada dispositivo conectado a una red tan extensa como internet²³.

Su arquitectura se basa en el modelo de OSI (Open System Interconnection), y se divide en cuatro capas: capa de aplicación, capa de transporte, capa de Internet y capa de acceso a la red. En cada una de estas capas se extraen ciertos datos para garantizar una correcta transmisión y los datos toman diferentes nombres, en la figura 9 se observa la función específica de cada capa.

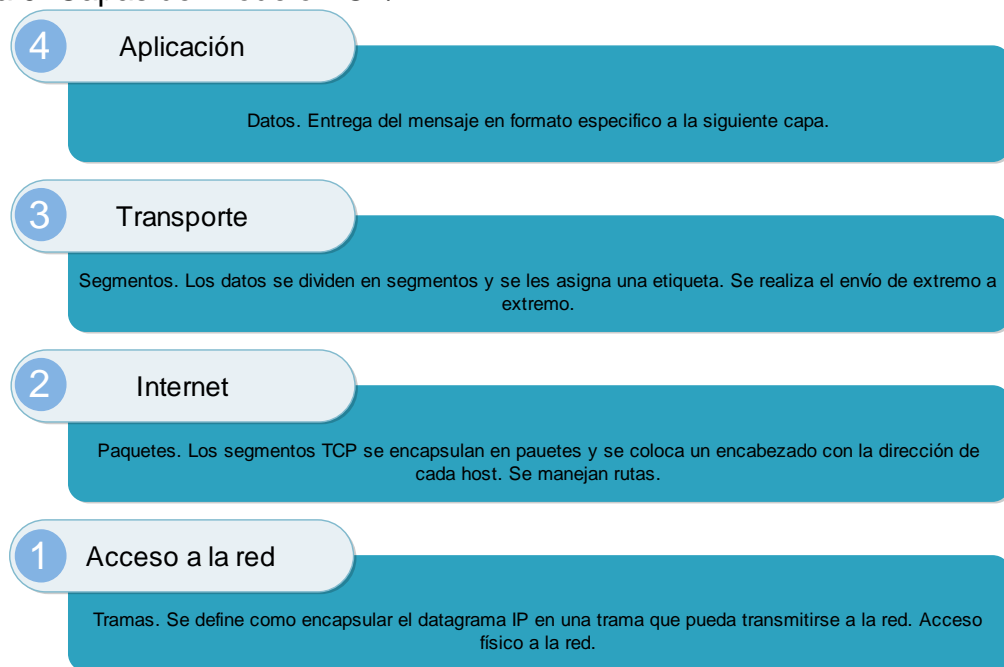
El protocolo TCP/IP actualmente es ampliamente utilizado, especialmente con el avance en campos como el internet de las cosas (IoT). La domótica al tender

²² (Martín Castillo, 2009)

²³ (Comer, 1996)

hacia este campo también está comenzando a manejar este protocolo dado que es muy flexible y aplicable²⁴.

Figura 9. Capas del modelo TCP/IP



Fuente: Autor

2.5.2. Protocolo HTTP

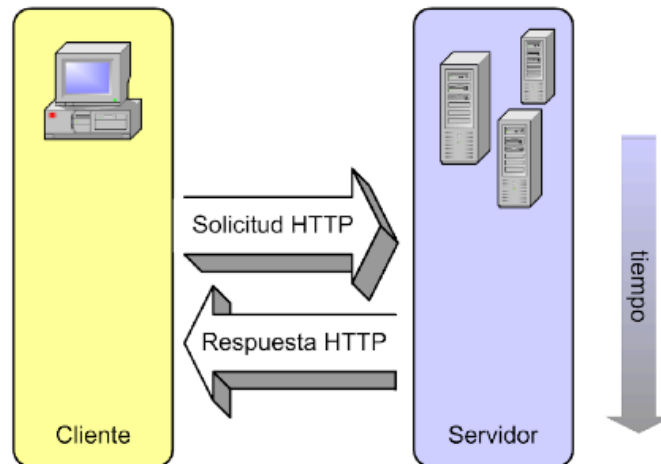
El protocolo HTTP (HyperText Transfer Protocol) es un protocolo simple de tipo solicitud-respuesta incluido dentro de la familia de protocolos TCP/IP que se utiliza en internet. Esto quiere decir que, cada vez que se accede a una página (en general, a un recurso accesible a través de HTTP), se establece una conexión diferente e independiente de las anteriores.

Cada vez que se clickea dentro de una página web, el navegador realiza una conexión TCP con un servidor el cual posee una dirección conocida como URL. Realizada la conexión el cliente envía un mensaje al servidor (solicitud) y este responde con otro (respuesta), tras esto se cierra la conexión y se reinicia el proceso²⁵. En la figura 10 se observa el funcionamiento básico del protocolo HTTP.

²⁴ (Contreras, Campoverde, Hidalgo, & Tapia, 2015)

²⁵ (Berzal, Cortijo, & Cubero, n.d.)

Figura 10. Funcionamiento básico del protocolo HTTP



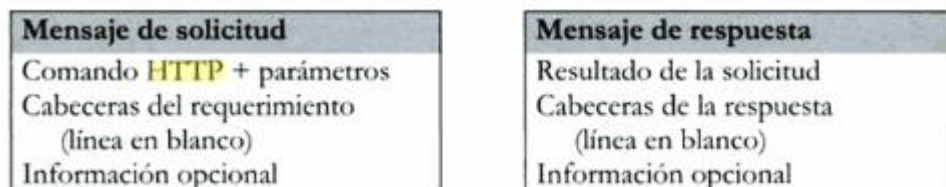
Fuente:²⁶

Existen tres verbos básicos en el protocolo HTTP que un cliente puede utilizar para dialogar con el servidor:

- GET: para recoger un objeto
- POST: para enviar información al servidor
- HEAD: para solicitar características de un objeto

El dialogo entre servidores HTTP se realiza a partir de mensajes formados por líneas de texto compuestas por comandos y opciones del protocolo. En la figura 11 se observa el tipo de mensajes que utiliza el protocolo HTTP y su respectiva estructura²⁷.

Figura 11. Estructura de los mensajes utilizados en el protocolo HTTP.



Fuente:²⁸

²⁶ (Berzal et al., n.d.)

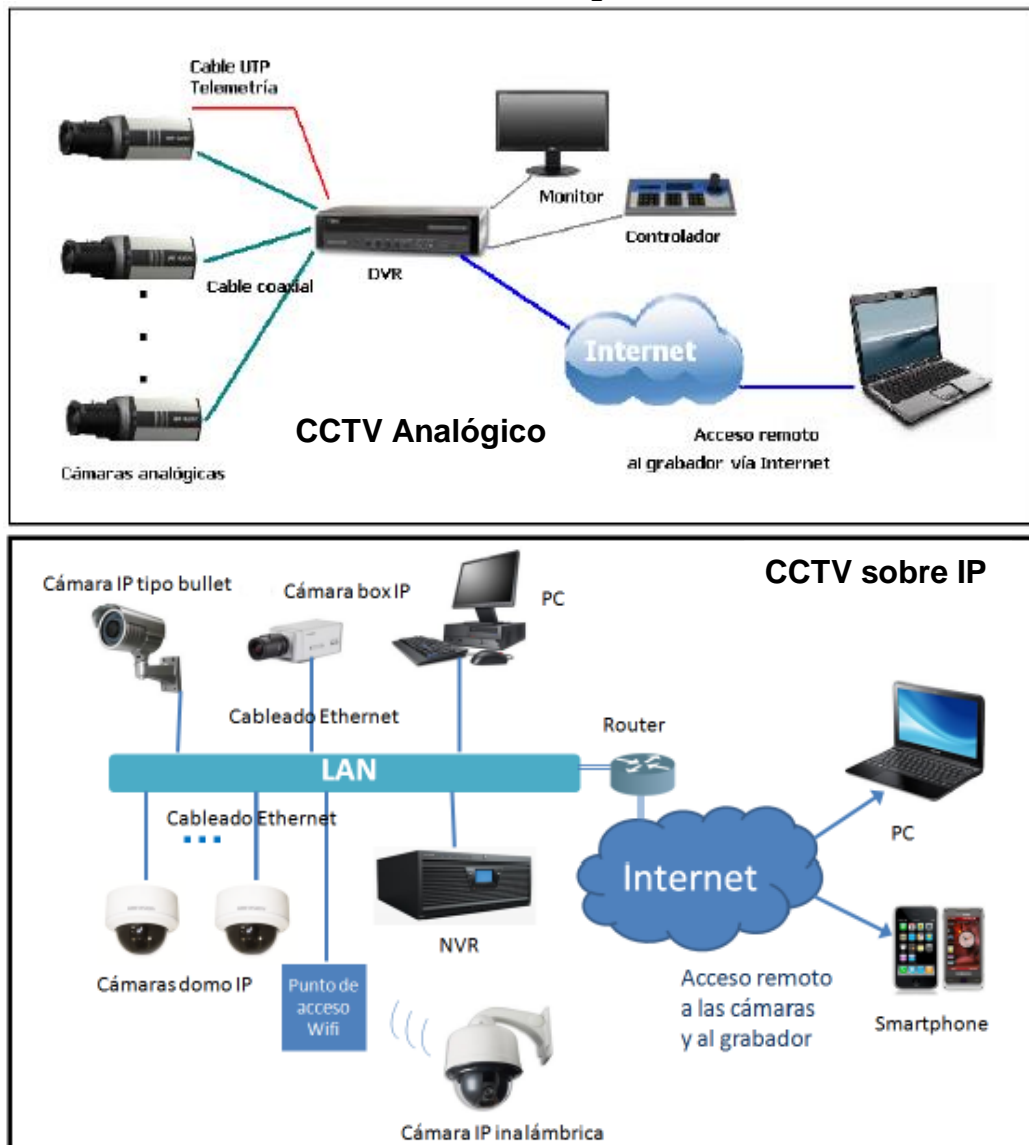
²⁷ (Romero Laguillo, 1998)

²⁸ (Romero Laguillo, 1998)

2.6. CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)

El objetivo de un circuito cerrado de televisión es la supervisión, el control y el eventual registro de la actividad física dentro de un local, espacio o ambiente en general. Es llamado circuito cerrado porque el acceso a las imágenes grabadas tiene uso restringido a algunos usuarios²⁹.

Figura 12. Circuito cerrado de televisión analógico



Fuente:³⁰

²⁹ (García Mata, 2011)

³⁰ (MARTI, 2013)

Un CCTV está compuesto por cámaras de vigilancia conectadas a un sistema de visualización en monitores y a un sistema de almacenamiento por medio digital o analógico. Normalmente los equipos de control están ubicados en un cuarto de control donde, según la tecnología usada, pueden ser operados por alguna persona o funcionar automáticamente sin necesidad de la intervención humana.

En un CCTV analógico todas las cámaras están conectadas a un DVR (Digital Video Recorder – Grabador de Video Digital) por medio de cable coaxial y en la parte de telemetría es utilizado cable UTP (Cable de par trenzado - Unshielded Twisted Pair).

El principal inconveniente de un CCTV analógico es la escalabilidad y el cableado, ya que es necesaria una instalación adicional para la alimentación de las cámaras. El sistema se diseña con un tamaño específico y si tiende a crecer es importante considerar posibles expansiones por que la adición de equipos es compleja. En la figura 12 se puede observar un CCTV analógico.

Un CCTV sobre IP está compuesto por los siguientes elementos: cámaras de red o IP, NVR (Network Video Recorder - Grabador de Video de Red), etapa de gestión y control y la parte de transmisión que se realiza a través del protocolo de internet IP. En este sistema se conectan las cámaras por medio de cable UTP por le cuál se alimentan y se envían los datos capturados, lo que simplifica la implementación. La infraestructura de internet es utilizada para compartir la información con usuarios específicos, en la figura 12 se observa una instalación típica de un CCTV IP.

2.6.1. Componentes de un CCTV

Un sistema CCTV se compone de diferentes dispositivos, a continuación se describen los principales³¹:

- **Cámaras:** es el punto de generación del video de cualquier sistema de CCTV. Existen varios tipos de cámaras, cada una con aplicaciones, especificaciones y características diferentes como: grabación blanco y negro, color, o duales, temperatura de funcionamiento, resistencia a la intemperie, iluminación, condiciones ambientales, resolución, sistema de formato (americano NTSC, europeo PAL), voltaje de alimentación, entre otros.

³¹ (García Mata, 2011)

- **Lentes:** En los sistemas de CCTV profesionales las cámaras vienen sin lente y únicamente con un conector de rosca para el ensamble de la lente según los requerimientos del sistema.
- **Monitores:** La imagen creada y transmitida por la cámara es visualizada mediante monitores. En un CCTV analógico un monitor es prácticamente el mismo que un receptor de televisión, un monitor analógico con entrada de antena, mientras que en un CCTV IP, normalmente, el monitor es de computador.
- **Grabadoras:** Las grabadoras de un sistema de CCTV clásico sirven para poder ver, analizar y hacer copias de seguridad de las cámaras. Normalmente han sido de cinta, pero en la actualidad y con el advenimiento de los sistemas IP, la grabación se lleva a cabo en discos duros, ya sea en PC, o en equipos especializados para esta labor como los grabadores digitales autónomos.
- **Matriz de Video:** Es un dispositivo que permite monitorear y conmutar muchas cámaras a un monitor de salida o múltiples monitores de salida, ya sea a pantalla completa en forma intermitente o en secuencia pre-programada. La Matriz puede actuar como una interface entre las cámaras, los monitores y el puesto de control.
- **Líneas de transmisión:** La señal de video que sale de la cámara debe llegar en las mejores condiciones posibles al monitor o monitores correspondientes, para lo cual se emplean las líneas de transmisión, que deben ser capaces de transportar la señal de vídeo, que puede alcanzar frecuencias de 8 MHz, con un mínimo de pérdidas. Usualmente el método de transmisión ha sido el cable coaxial, antecesor del cable UTP, usado en las modernas redes de video vigilancia IP.

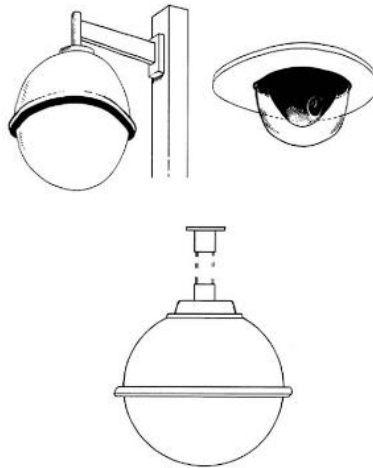
2.6.2. Tipos de cámaras de seguridad

De acuerdo a las funcionalidades y especificaciones de las cámaras se pueden clasificar en³²:

³²(Morel, 2016)

- **Cámaras fijas:** Los modelos económicos de las cámaras IP poseen un serie de ventajas entre ellas, de acuerdo a la cámara, pueden capturar audio, detectar movimiento, tener conexión directa a modem de cable (cliente DHCP) o ADSL (PPoE). Este tipo de cámaras se pueden monitorear de manera local o remota. Su principal desventaja es su instalación fija en techos y paredes, sin acceso a su movimiento de forma remota.
- **Cámaras POE:** Las cámaras IP convencionales necesitan dos cables para poder funcionar: un cable de red UTP y un cable delgado para la alimentación que llega a la cámara desde un pequeño transformador muy similar al cargador de un teléfono celular. Las cámaras POE son dispositivos compatibles con la tecnología POE (Power over Ethernet) o IEEE 802.3AF, lo cual significa que los datos y la energía requerida por la cámara para su funcionamiento viajan por el mismo cable UTP.
- **Cámaras inalámbricas:** Las cámaras IP inalámbricas ofrecen la ventaja de no necesitar cableado para la transmisión de datos, es necesario solo un cable para la alimentación de la cámara. Estas cámaras suelen ser mucho más costosas debido a su tecnología pero su instalación es mucho más sencilla.
- **Cámaras HD:** Son cámaras mucho más costosas, lo que las hace muy difíciles de adquirir en sistemas convencionales. Su uso se dan en sistemas de video vigilancia militar, bancos, museos, entre otros, donde la seguridad sea un punto crítico.
- **Cámaras móviles (Domos):** También conocidas como cámaras con mando a distancia, son los modelos que posibilitan inspeccionar áreas más allá del campo visual propio de la cámara, mediante movimientos horizontales, verticales, zoom o giros; dependiendo del tipo, en la figura 13 se observa algunos ejemplos de este tipo de cámaras.
- **Cámaras para exterior:** Suelen ser más robustas, construidas en metal en lugar de plástico, y con algún tipo de protección para evitar que la lluvia, el viento y la exposición directa al sol las pueda afectar. Suelen colocarse en pequeñas jaulas enrejadas para evitar robos y vandalismo.
- **Cámaras analógicas:** Ofrecen los datos captados de manera analógica, una señal alterna que varía en el tiempo con diferente amplitud.

Figura 13. Cámaras móviles o tipo domo



Fuente:³³

2.6.3. Grabadores de Video

Los sistemas de CCTV han estado en constante avance, desde sus inicios la forma de grabar los datos suministrados por las cámaras estaba gestionado por un VCR (Video Cassette Recorder - Videocasetera) evolucionando a DVR (Grabadora de Video Digital – Digital Video Recorder) y posterior a NVR (Grabadora de Video de Red – Network Video Recorder); a continuación se describen las dos últimas tecnologías utilizadas, DVR y NVR, además de plataformas basadas en servidor, ya que la tecnología con VCR no se utiliza en gran medida.

- Grabadoras de Video (DVR y NVR):

Es el dispositivo que se encarga de la gestión y almacenamiento de los datos en el sistema CCTV. Existen varias clases de videograbadoras, entre ellas el DVR y NVR. EL DVR (Grabadora de Video Digital) es usado principalmente en sistemas de CCTV analógico, las cámaras deben tener una conexión física al DVR por lo cual hace del sistema una limitante en la escalabilidad; las cámaras se conectan por medio de cable coaxial, el DVR recibe la información de video en forma analógica y la guarda de manera digital.

Para un NVR (Grabadora de Video de Red) las cámaras no necesariamente deben estar conectadas de manera física, este hace uso del direccionamiento IP

³³ (Gormaz González, 2007)

para su conexión, puede hacerse uso de un Switch de Red para la conexión por medio de cable UTP de las cámaras de video. Dentro de esta gama también existen los NDVR, los cuales combinan las dos tecnologías anteriores.

- Plataformas basadas en Servidor:

Se utiliza un hardware estándar con el cual se busca un rendimiento superior para el diseño específico del sistema de CCTV. El servidor normalmente está alojado dentro de un PC y se usa un software especializado para la gestión de video enviado a través de una red IP; la infraestructura de internet suele ser utilizada para visualizar la información desde diferentes puntos.

2.7. SISTEMA DE SEGURIDAD EN DOMÓTICA

Un sistema de seguridad en una vivienda se encarga de resguardar tanto los bienes materiales como a las personas contra desastres y contra robos. Un sistema de seguridad puede incluir:

- Seguridad de intrusión, perimetral y dentro de la vivienda.
- Seguridad personal de pánico y de asistencia.
- Alarmas técnicas como de incendio, humo, agua, fallo de suministro eléctrico, etc.

Algunos sistemas incluyen un simulador de presencia el cual permite el control programado de bombillas y equipos que simulan el comportamiento de las personas cuando están ausentes; también hay sistemas que aprenden las costumbres de sus usuarios y de acuerdo a esto se activa o desactiva el sistema haciendo más creíble la simulación³⁴. Un sistema de seguridad contiene diferentes fases, dichas fases se pueden identificar como partes del sistema y se observan en la figura 14. Para estos sistemas también existen cuatro niveles de seguridad:

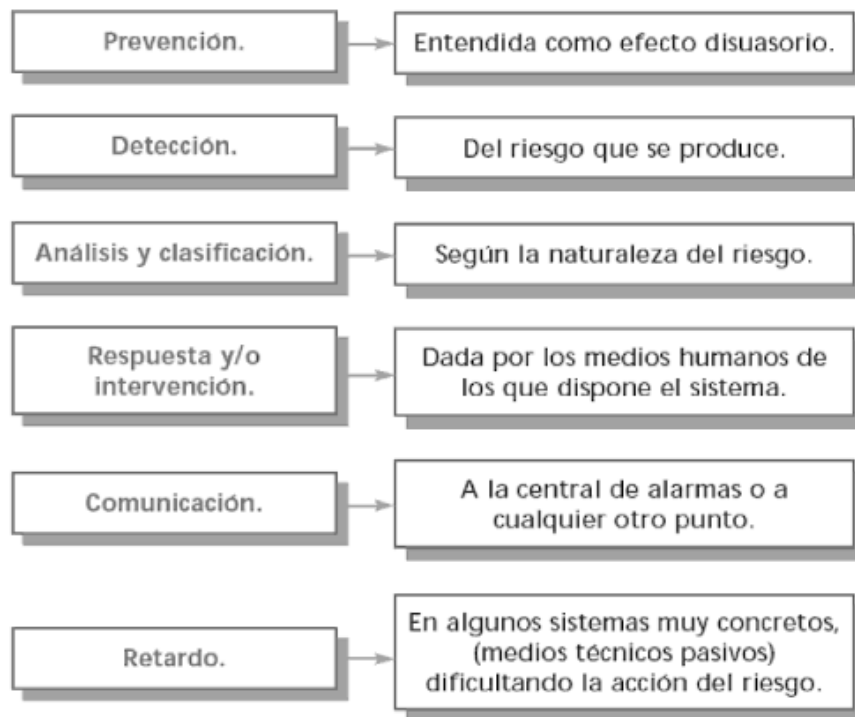
- Protección perimetral: protección de accesos en todas las puertas y ventanas (Sensores magnéticos, de rotura de cristal, entre otros).
- Protección de interior o volumétrica: se protege el interior de la vivienda (sensores de detección de movimiento).

³⁴ (Saavedra Silveira, 2009)

- Tele-asistencia/protección personal: se usan dispositivos como mini-llaveros de pánico, de tele asistencia y funciones como habla-escucha para personas mayores o usuarios que necesiten ayuda de cualquier tipo.
- Alarmas técnicas: se usan dispositivos como detectores de humo, incendio, escape de gas o de inundación para evitar riesgos personales o en la vivienda.

En el diseño de un sistema de seguridad se debe tener en cuenta el grado de protección que se desea³⁵. Existen múltiples aplicaciones y modelos de sistemas de seguridad, desde sistemas que notifican al usuario por medio de un mensaje de texto³⁶, hasta sistemas basados en sensores inalámbricos que notifican al usuario de manera rápida sobre la probabilidad de que se genere un incendio en el hogar³⁷.

Figura 14. Fases de un sistema de seguridad.



Fuente:³⁸

³⁵ (Junestrand, Passaret, & Vázquez, 2004)

³⁶ (Raja, Reddy, & Ajitha, 2017)

³⁷ (Saputra, Rasyid, & Abiantoro, 2017)

³⁸ (Mora Chamorro, 2013)

2.8. SISTEMA DE ILUMINACIÓN EN DOMÓTICA

La iluminación es una de las principales características que se tienen en cuenta en el diseño de un sistema domótico. El hecho de tener una vivienda automatizada implica poder controlar las lámparas de la casa de una forma centralizada y remota, mediante un mando a distancia³⁹. El control de luminosidad incluye zonas de la vivienda como habitaciones, sala, estudio, comedor, pasillos, terrazas, piscina, entre otras, zonas de edificios o conjuntos residenciales como parqueaderos, escaleras, salones de reuniones, capillas, etc.

Los dispositivos de iluminación pueden ser gestionados de manera manual o automática; el modo de control manual se puede realizar de forma individual o por grupos, esta incluye pulsadores o interruptores con los cuales se pueden apagar desde una simple bombilla hasta todas las lámparas de la vivienda, edificio o planta⁴⁰.

El modo de control automático puede incluir el encendido y apagado del sistema a determinadas horas del día, según la cantidad de iluminación ambiente, o configuraciones determinadas por el usuario. El tipo de control, en algunos sistemas, no solo maneja el encendido y apagado de las bombillas sino que también controla la intensidad y hasta el color de iluminación⁴¹.

El control de iluminación no solo significa confort, también representa un ahorro energético y por tanto monetario. El ahorro de energía está dado por la gestión de apagado de bombillas en ausencia de personas y la regulación correcta de la intensidad luminosa de acuerdo a nivel de luz ambiente.

2.9. SERVIDOR WEB

Un servidor web es un sistema que recibe peticiones, más conocidas como *request*, desde múltiples equipos de clientes conectados a una red local o en internet. Las peticiones son enviadas, normalmente, desde un navegador web a partir de una página web; el servidor responde a dichas peticiones con la información solicitada en un formato entendible para hacerla visible a los usuarios finales⁴².

³⁹ (DomoPrac, 2017)

⁴⁰ (Rivas Arias, 2009)

⁴¹ (Philips Lighting Holding B.V., 2018)

⁴² (Villada Romero, 2015)

Las páginas web pueden contener información que facilite su localización por parte de los navegadores de internet. Los buscadores también analizan la propia información de las páginas para catalogarlas de cara a futuras búsquedas. Una página web se encuentra en determinados sitios (carpetas) de determinados servidores web y utiliza un protocolo de comunicación llamado HTTP o HTTPS (Hypertext Transfer Protocol o en español protocolo de transferencia de hipertextos). Para cargar una página web se debe tener conocimiento de dónde se encuentra, es decir, saber el nombre del servidor en el que está alojada⁴³.

2.10. BASES DE DATOS

Una base de datos es una colección ordenada de información que se organiza y se relaciona para dar sentido a una encuesta. Una base de datos es una composición o conjunto de datos con el objetivo de proporcionar información a los usuarios y permitir transacciones como inserción, eliminación y actualización de datos. Hay varias formas (modelos) para construir una base de datos⁴⁴:

- **Flat file:** archivos planos que almacenan información.
- **Relacional:** tiene este nombre debido a que organiza los datos en tablas y establece relaciones entre las tablas. Este es el modelo más popular y el que utilizamos para estudiar los conceptos en este libro.
- **Orientado a objetos:** tiene este nombre debido a que organiza los datos en clases y objetos.
- **Jerárquico:** modelo que organiza los datos en forma de árbol. Fue uno de los primeros modelos.
- **Red:** organiza los datos en tablas, que son conectados por referencias, creándose una estructura como una red.
- **Dimensional:** organiza e integra los datos en múltiples dimensiones, lo que facilita las consultas de los datos.

⁴³ (Fernández, Goicoechea, Hernández, & López, 2012)

⁴⁴ (Arias, 2015)

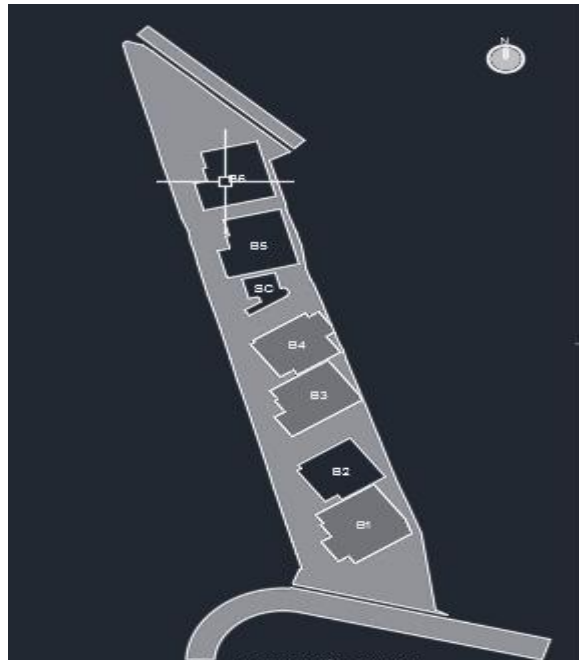
3. CARACTERÍSTICAS DEL CONJUNTO Y NORMATIVIDAD

En el desarrollo de esta capítulo se describe la composición del Conjunto Cerrado el Portal del Bosque, así como sus principales características las cuales deben tenerse en cuenta para el desarrollo del sistema domótico. Además se menciona la normatividad que dentro del proceso de realización del proyecto se debe tener presente.

El conjunto cerrado el Portal del Bosque es un acumulado de 6 edificios cada uno con 8 pisos, consta de varias zonas comunes entre las cuales están senderos ecológicos, canchas, gimnasio, capilla, zonas húmedas (sauna y turco), entre otros.

El conjunto cuenta con cerca de 207 apartamentos entre los cuales se encuentran 14 diferentes topologías que van desde aparta-estudios con una habitación, hasta apartamentos y pent-house con 2 y 3 habitaciones, estudio, sala, comedor y cocina. Se ubicada en la parte noroccidental de la ciudad de Tunja, junto al bosque San Ricardo. Las torres 3 y 4 del conjunto cerrado están en fase de construcción, en la figura 15 se observa la ubicación de cada una de las torres.

Figura 15. Ubicación de las torres en el predio del Conjunto Cerrado el Portal del Bosque



Fuente: Constructora Gomez Correa S.A.S.

3.1. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

El Conjunto Cerrado el Portal del Bosque tiene ciertas vulnerabilidades como la mayoría de edificaciones dedicadas al servicio residencial. Toda empresa o institución debe contar con un plan de emergencia basado en un análisis de vulnerabilidad identificando algunos puntos o amenazas al cual se ve enfrentado.

La vulnerabilidad es la susceptibilidad que tiene un elemento de ser afectado o de sufrir una pérdida. El análisis de vulnerabilidad se realiza para atacar posibles emergencias las cuales se dividen de acuerdo a su origen:

- **Técnico:** Incendio, explosión, escape de vapores tóxicos, contaminación radiactiva, fallas estructurales, de equipos y sistemas, accidentes de tránsito, concentración de personas e intoxicaciones alimenticias.
- **Social:** Desorden civil, atentados, asaltos.
- **Natural:** Terremoto, maremoto, inundación, huracán, erupción volcánica y deslizamientos de tierra.

Las medidas de análisis del riesgo están dirigidas a calcular el riesgo de desastres en una zona o grupo poblacional; con tal fin se hace un análisis de vulnerabilidades y amenazas específicas relativas a un grupo⁴⁵.

Mediante un análisis de riesgos se identifican y evalúan los eventos que puedan conllevar u originar una emergencia, primero se deben identificar los peligros a los cuales se está expuesto; en el caso del Conjunto residencial, este está expuesto a los siguientes peligros:

- **Técnicos:** Incendio, explosión, fallas estructurales, concentración de personas.
- **Social:** Desorden civil, asaltos, robos.
- **Natural:** Movimiento sísmico, condiciones atmosféricas adversas

Después de haber identificado los peligros, estos se deben analizar de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia y, a partir de ese análisis se especifican amenazas. Se entiende como amenaza al factor de riesgo externo que refiere a la posible ocurrencia de un fenómeno físico.

⁴⁵ (Chaparro Avila, Renard Reese, 2005)

Tabla 2. Tabla de vulnerabilidad

ORIGEN	TIPO	FRECUENCIA		
		<i>PP</i>	<i>P</i>	<i>MP</i>
Natural	Movimiento sísmico	✓		
	Condiciones atmosféricas adversas			✓
Técnico	Incendio		✓	
	Explosión	✓		
	Fallas estructurales	✓		
	Concentración de personas		✓	
Social	Desorden civil	✓		
	Asaltos	✓		
	Robos		✓	

PP= Poco Probable P= Probable MP=Muy Probable

Fuente: Autor

En la tabla 2 se observan las principales amenazas del conjunto residencial con su respectiva frecuencia de ocurrencia. El sistema de seguridad se basa en las tres amenazas resaltadas: incendios, asaltos y robos; este sistema está compuesto por un sistema de detección de incendios y detección de intrusos y un sistema de video vigilancia o Circuito Cerrado de Televisión.

3.2. NORMATIVIDAD

3.2.1. Domótica, sistemas eléctricos, electrónicos y de iluminación

Las normas aplicadas a la domótica se ejecutan de acuerdo a cada país, ya que cada cual establece sus normas aunque muchos de ellos basen su funcionamiento en modelos de otros países o estándares internacionales.

En Colombia existen diferentes reglamentos que regulan los sistemas eléctricos, electrónicos y de iluminación, entendiendo que un sistema domótico se incluye en estos; algunos de ellos son el RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) y el RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado

Público), en países como España se manejan otros compendios como lo es el REBT (Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión); la NTC 2050⁴⁶ (NTC - Norma Técnica Colombiana) o Código Eléctrico Colombiano es una norma de obligatorio cumplimiento.

3.2.1.1. RETIE⁴⁷

El RETIE aplica para instalaciones que manejen tensiones mayores a los 24 voltios en corriente directa (c.c.) y 25 voltios en corriente alterna (c.a.) y que no supere una frecuencia nominal de 1000 Hertz. La aplicación del RETIE debe garantizar que las instalaciones eléctricas no representen alto riesgo para la salud o la vida de las personas y animales, o atenten contra el medio ambiente, en caso contrario, hacer las correcciones para eliminar o mitigar el riesgo.

Según este reglamento, el sistema de iluminación entra en la clasificación de sistemas de corriente alterna de baja tensión (BT), es decir, tensión nominal mayor o igual a 25 V y menor o igual a 1000 V, clasificación que se adopta de la **NTC 1340**.

En el artículo 17 del presente reglamento se consideran, de manera superficial, los sistemas de iluminación; en el caso de este proyecto no se ahondara más en este reglamento ya que por disposiciones de la Constructora, en cuanto a lo relacionado con los planos eléctricos del Conjunto Cerrado el Portal del Bosque, aún no se han diseñado, lo cual no corresponde al desarrollo del presente trabajo.

3.2.1.2. RETILAP⁴⁸

El objeto fundamental del RETILAP es establecer los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación y alumbrado público. La disponibilidad de los planos eléctricos del Conjunto Cerrado el Portal del Bosque limita el diseño del sistema, por lo cual se tienen en cuenta solo algunas normas.

Antes de proceder con un proyecto de iluminación se deben conocer las condiciones físicas y arquitectónicas del sitio o espacio a iluminar, sus condiciones ambientales y su entorno, dependiendo de tales condiciones se deben tomar

⁴⁶ (ICONTEC, 1998)

⁴⁷ (Ministerio de Minas y Energía, 2013)

⁴⁸ (Minminas, 2015)

decisiones que conduzcan a tener resultados acordes con los requerimientos del presente reglamento.

En el caso de este proyecto como la edificación del Conjunto Cerrado el Portal del Bosque se encuentra en construcción, no se tiene mayor conocimiento acerca de las condiciones lumínicas del lugar, por lo cual el diseño del sistema se hace de manera tal que se pueda implementar en cualquier ambiente de iluminación residencial. Además el diseño del sistema de iluminación solo se basa en el control de las bombillas para un eficiente consumo de energía, donde la ubicación de las luminarias depende del diseño de los planos eléctricos de la construcción.

Las edificaciones de vivienda deberán atender los lineamientos que sobre el uso racional y eficiente de energía dicten el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y el Ministerio de Minas y Energía en cumplimiento del Decreto 2501 de 2007. Entre otras posibles, se podrá usar por lo menos una de las siguientes formas para controlar el nivel de iluminación artificial en un recinto interior:

- Encendido/apagado manual
- Atenuación del flujo luminoso de las fuentes
- Encendido/apagado automático
- Pasos inteligentes con control automático
- Atenuación del flujo luminoso de las bombillas o dimerización automática.

El RETILAP dedica la sección 460 exclusivamente para los sistemas de iluminación en domótica (**Sección 460: La Domótica y la Inmótica en la iluminación**).

El cambio del estado de una iluminación cuando existe participación de la luz natural, normalmente muy rápida, requiere de un control frecuente y para ello son aptos los conceptos domótica e inmótica. Los principales métodos para cambiar el estado de la iluminación mediante la domótica son:

- **Control por Presencia** – El control de presencia (mediante detectores de presencia) puede encender o apagar la iluminación. de una persona en una habitación, enciende la iluminación, y cuando no la detecta, la apaga.
- **Medir la Luz** – Medir la luz en la estancia (incluyendo la luz natural aportado por el exterior y la luz que llega de otras estancias) puede regular

la iluminación para garantizar una cantidad de luz establecido con el sistema de domótica.

- **La Actividad/Escenas** – Según la actividad de los usuarios la iluminación se puede adaptar de forma automática (activándose una Escena). La iluminación que forma parte de una Escena se programa para que tome un determinado nivel de iluminación, mientras que otras áreas toman otros valores.
- **Programación Horaria** – Con la programación horaria se puede programar el control del apagado, encendido y regulación de la iluminación con la domótica según la hora del día, y el día de la semana.
- **Simulación de Presencia** – La simulación de presencia tiene como objetivo hacer parecer que la casa está habitada aunque esté vacía. La iluminación puede ser utilizada (con o sin otros elementos integrados en el control del sistema de domótica) para la simulación de presencia en la vivienda, energizando y apagando la iluminación ciertas horas del día, de forma programada, aleatoria, o de unas rutinas aprendidas por el sistema de domótica.
- **Otros Eventos** – Otros eventos en la casa, detectados por el sistema de domótica, pueden activar la iluminación.

3.2.2. Sistema de seguridad e incendios

La National Fire Protection Association⁴⁹ (NFPA) es la fuente de códigos y normas que gobiernan la industria de protección contra incendios y seguridad humana. Este sistema es un proceso de consenso que ha producido múltiple documentación como el Código Eléctrico Nacional, el Código de Seguridad Humana, el Código Uniforme contra Incendios, y el Código Nacional de Alarmas de Incendios. Por medio de los Códigos contra Incendios y sus publicaciones, la NFPA establece sólidos principios para la protección y seguridad.

La NFPA 72 reglamenta la seguridad, señalización y demanda de comunicaciones contra incendios, además, incluye requisitos para sistemas de alerta usados en emergencias climáticas, actos terroristas, biológicas, nucleares, entre otras amenazas. Esta norma se refiere a la aplicación, instalación, ubicación, funcionamiento, inspección, prueba y mantenimiento de sistemas de alarma contra incendios, sistemas de estaciones de supervisión de alarmas, sistemas de notificación de alarma de emergencia pública, equipo de alarma de incendios y

⁴⁹ (NFPA, 2018)

sistemas de comunicación de emergencia (ECS), y sus componentes. En la figura 16 se observa un ejemplo de la norma NFPA.

Figura 16. Ubicación de detectores de calor o humo en cielorrasos

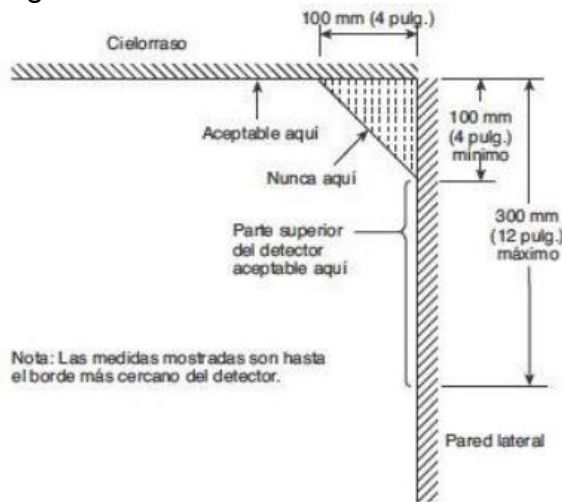


FIGURA A.17.6.3.1.3.1 Ejemplo de montaje apropiado para detectores de calor.



FIGURA A.17.6.3.4(a) Disposición del Espaciado del Detector de Humo o Calor, Cielorrasos con Pendiente (Tipo a Dos Aguas).

Fuente: Norma NFPA 72

En Europa existe un conjunto de normas llamadas NORMAS UNE que rige diferentes parámetros de seguridad. La NORMA UNE 23007-14 para Sistemas de Detección y Alarma de Incendios reglamenta su planificación, diseño, instalación, puesta en servicio, uso e instalación.

3.2.3. Video Vigilancia y CCTV

Un sistema de video vigilancia debe contar con protección de datos personales, los Responsables y Encargados del Tratamiento deben observar las siguientes reglas⁵⁰:

- Solicitar y conservar prueba de la autorización de los titulares para el tratamiento de sus datos personales.
- Implementar el sistema de video vigilancia sólo cuando sea necesario para el cumplimiento de la finalidad propuesta, respetando la dignidad y demás derechos fundamentales de las personas.

⁵⁰ (Super Intendencia de Industria y Comercio, 2016)

- Limitar la recolección de imágenes a la estrictamente necesaria para cumplir el fin específico previamente concebido.
- Informar a los titulares acerca de la recolección y demás formas de tratamiento de las imágenes, así como la finalidad del mismo.
- Conservar las imágenes sólo por el tiempo estrictamente necesario para cumplir con la finalidad del sistema de video vigilancia.
- Inscribir la base de datos que almacena las imágenes en el Registro Nacional de Bases de Datos. No será necesaria la inscripción cuando el tratamiento consista sólo en la reproducción o emisión de imágenes en tiempo real, sin perjuicio del cumplimiento de las demás disposiciones del Régimen General de Protección de Datos Personales.
- Suscribir cláusulas de confidencialidad con el personal que accederá a los sistemas de video vigilancia.
- No instalar sistemas de video vigilancia en lugares donde la recolección de imágenes y, en general, el tratamiento de estos datos pueda afectar la imagen o la vida privada e íntima de las personas.

4. DISEÑO DEL SISTEMA DOMÓTICO

En el presente capítulo se definen y desarrollan los diferentes requerimientos del diseño del sistema domótico tanto en los apartamentos como en el conjunto cerrado El Portal del Bosque en general; además, se tratan y analizan algunas características específicas de cada zona del conjunto, para tener conocimiento de las necesidades y obtener un rendimiento satisfactorio del sistema domótico.

4.1. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DOMÓTICO

Este sistema se planteó dividir en dos subsistemas, uno de seguridad y otro de iluminación. El sistema de seguridad pretende garantizar un monitoreo de los accesos de personal tanto no autorizados o intrusos como usuarios.

Además el sistema de seguridad posee un método de monitoreo de incendios que informa al usuario de los estados de la temperatura, humedad y demás variables que brinden información para determinar la vulnerabilidad o posible inicio de incendio. Esta información es visualizada por medio de una interfaz y una señal de alerta.

Un control de acceso se ubica a la entrada del conjunto cerrado y en cada apartamento según el propietario de cada inmueble, la seguridad general del conjunto debe estar respaldada por un CCTV.

El subsistema de iluminación para los apartamentos da la posibilidad al usuario de variar la intensidad lumínica de cada sector del apartamento, esto con el propósito de un manejo eficiente de la energía proporcionada por la red. Las persianas es un punto crítico, por lo cual el control de estas también es primordial en este subsistema.

Para el conjunto en general se tuvo en cuenta la iluminación de las zonas comunes como escaleras, lugares de esparcimiento, parqueaderos, capilla, entre otros. Las características de cada lugar juegan un papel importante debido a que en cada una de las actividades varían las condiciones y exigencias de iluminación.

Desde ahora los subsistemas de seguridad y de iluminación se tratarán como sistemas independientes tanto para los apartamentos, como el general del conjunto.

4.2. SISTEMA DE SEGURIDAD E ILUMINACIÓN POR APARTAMENTO

En el conjunto existen 14 tipos diferentes de apartamentos, por lo cual se propuso un sistema domótico genérico, es decir que pueda acondicionarse a cada tipo de apartamento y a las necesidades del usuario; como base se define un apartamento de tres habitaciones, sala, comedor, cocina y dos baños. Como se ilustra en la figura 17. El sistema domótico por apartamento consta de varios módulos con distintas funciones de acuerdo a la zona de la vivienda:

- Zona común (Sala, Comedor)
- Cocina.
- Estudio.
- Habitación principal.
- Habitación 1.
- Habitación 2.

Figura 17. Modelo del tipo de apartamento



Fuente: Constructora Gómez Correa S.A.S.

Cada uno de estos módulos, independientemente, tiene la posibilidad de comunicarse con una base de datos, la cual almacena la información relevante de los módulos para que sea visualizada en una página web y a la vez se tenga en cuenta para tomar decisiones acerca del funcionamiento del sistema.

Los módulos se dividen de acuerdo a sus funciones en dos sistemas: sistema de seguridad y sistema de iluminación. A continuación se desglosa cada uno de los sistemas.

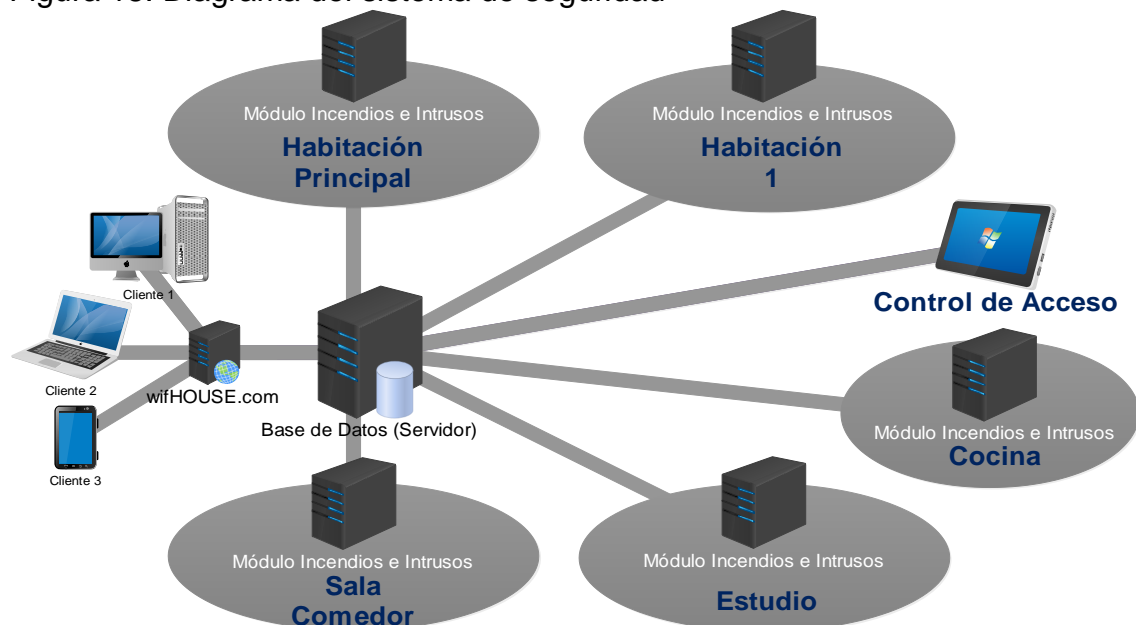
4.2.1. Sistema de Seguridad por Apartamento

El sistema de seguridad consta de un subsistema para el control de acceso, un subsistema contra incendios y de detección de intrusos. El subsistema de control de acceso al apartamento tiene como funciones de seguridad: evitar que personas desconocidas tengan acceso al apartamento y llevar un control de las personas que ingresan al mismo por medio de una base de datos.

El subsistema de incendios se establece a partir de sensores de humo en cada una de las habitaciones. Estos sensores miden la información del cambio de dicha variable y adicionalmente monitorean la temperatura y humedad del ambiente. También, incorpora un sensor de presencia para controlar la posible intrusión de personas.

El subsistema de seguridad cuenta con pulsadores para hacer una activación de la alarma manualmente, que pueden ser usados como botón de pánico⁵¹. Los sensores se disponen para una detección automática y rápida que alerte al personal indicado. Todas las funcionalidades anteriores están incluidas en un módulo y será distribuido como se observa en la figura 18.

Figura 18. Diagrama del sistema de seguridad



Fuente: Autor

⁵¹ (Choudhury, Choudhury, Pramanik, Arif, & Mehedi, 2015)

4.2.2. Sistema de Iluminación por Apartamento

El control de iluminación puede ser operado de manera manual o automática. El control manual se realiza mediante pulsadores directamente o desde el celular⁵², con lo cual se puede variar el nivel de intensidad de luz y la apertura o cierre de las persianas. El control automático está dispuesto de acuerdo a diferentes escenas, o configuraciones previas que definen el nivel de cada bombilla por aparte como por ejemplo la iluminación para ver cine, o recibir una visita, o modo romántico, entre otras.

Una funcionalidad adicional del Sistema de Iluminación es el simulador de presencia, con el cual se programa el encendido de las bombillas a horas específicas e inclusive la apertura y cierre de las persianas; esta operación complementa en cierta medida al sistema de seguridad previamente descrito.

Para el control de cada bombilla es necesario implementar un dimmer, el cual regula luminosidad por medio de un microcontrolador que realiza un corte de fase de la alimentación de energía AC mediante un algoritmo de detección de cruce por cero. Para el manejo de persianas es necesario implementar un motor DC y una fotorresistencia para tener información de la iluminación exterior como interior, y satisfacer las condiciones de luz del ambiente. Un módulo de luminosidad incluye las anteriores funciones y se distribuyen dentro del apartamento como se observa en la figura 19.

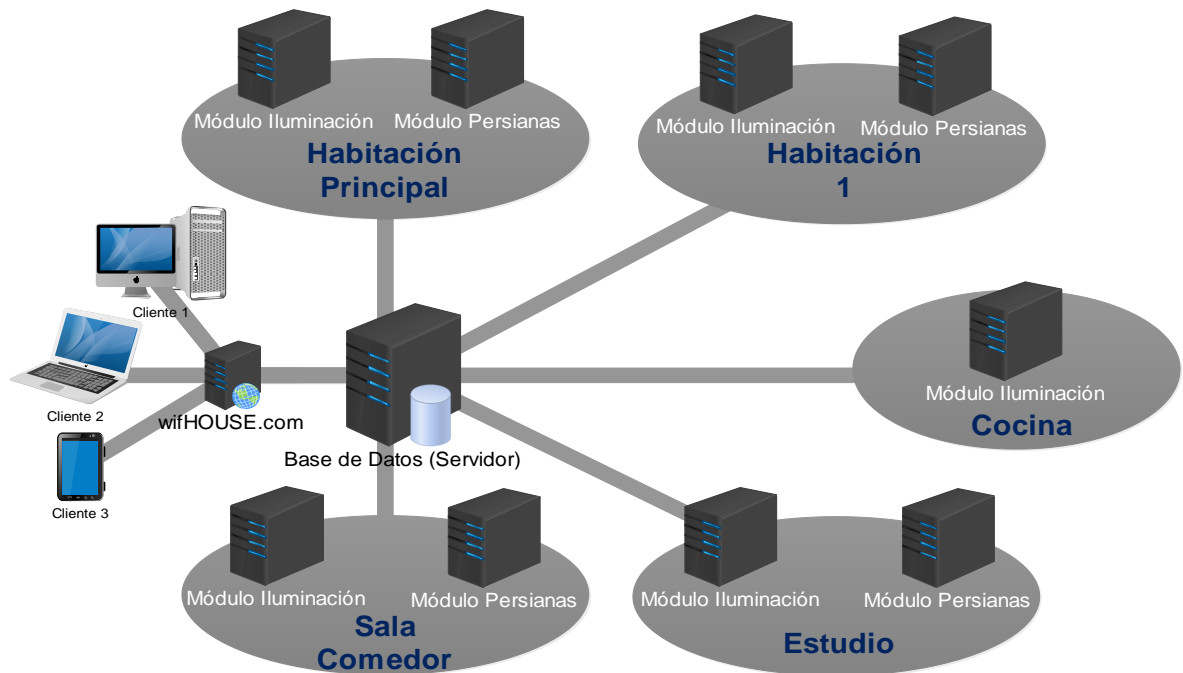
4.2.3. Diseño Modular de Sistema por Apartamento

El sistema se define a partir de cuatro módulos, cada uno de los cuales posee una plataforma WiFi de referencia ESP8266 para la comunicación inalámbrica con el sistema.

Cada módulo tiene una funcionalidad en el apartamento: el módulo de control de acceso maneja la entrada de personas a la vivienda, el módulo de control de luminosidad varía la luz de acuerdo a la petición del usuario, el módulo de control de persianas sube o baja las persianas de acuerdo a la luminosidad ambiente o a la necesidad del usuario y el módulo de monitoreo de incendios verifica el estado de variables como temperatura, humedad, presencia de humo y de personas. En el capítulo 7 de este documento se describe el diseño de cada uno de los módulos.

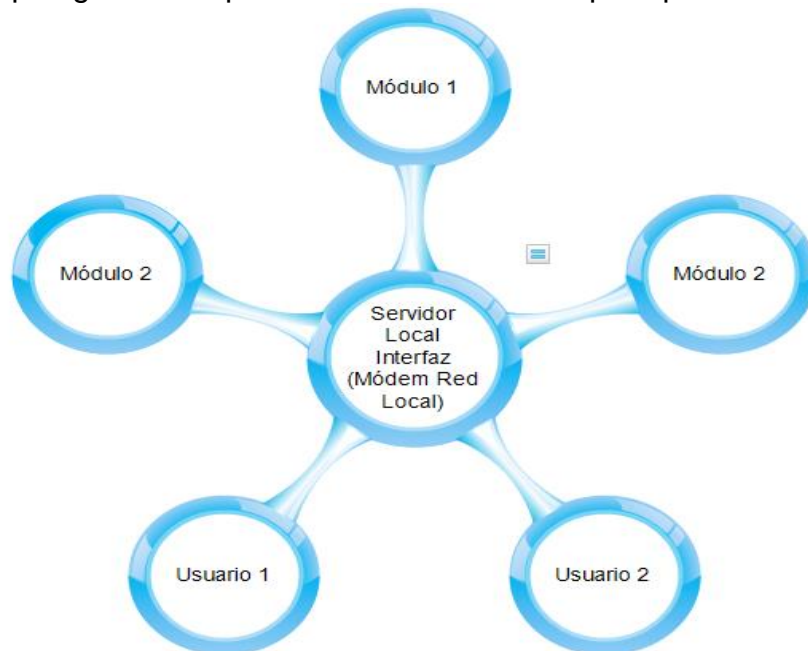
⁵² (A. Kumar, Kajale, Kar, Shareef, & Panda, 2017)

Figura 19. Diagrama del sistema de iluminación



Fuente: Autor

Figura 20. Topología de red para el sistema domótico por apartamento



Fuente: Autor

Cada módulo es independiente, por lo cual la ubicación solo depende del usuario y de la zona en la que este quiera tener disponible las funcionalidades del sistema. El diseño por módulos ofrece ventajas como la escalabilidad del sistema, dado que se pueden instalar tantos módulos como se requiera. Para la conexión en red es usado una topología tipo estrella como se observa en las figuras 18 y 19, ya que cada módulo se conecta directamente con un nodo central para reducir la probabilidad de fallo de la red; en la figura 20 se observa la disposición general del sistema por apartamento.

4.2.4. Ahorro energético

Uno de los beneficios que brindan los sistemas domóticos de iluminación es el ahorro energético; por medio de la gestión de la luminosidad y la energía, creando escenas de acuerdo a las necesidades del usuario y a la iluminación natural del ambiente, logrando disminuir el consumo de manera considerable.

Por ejemplo, las condiciones y el nivel de iluminación que se requiere a la hora de realizar una tarea o a la hora de ver televisión, es muy diferente. El control de luminosidad en estas situaciones gestiona la energía disminuyendo la intensidad de la luz al ver televisión o aumentándola en el momento de realizar tareas, lo cual garantiza un uso más razonable de la energía eléctrica. El apagado de las bombillas cuando no hay presencia de personas en el lugar, también disminuye el gasto energético.

El ahorro también puede aumentarse con la ubicación estratégica de las lámparas, la iluminación localizada y el control de alumbrado automático que puede estar basado en uno o más de los siguientes criterios de control⁵³:

- Aportación de luz natural (la luz eléctrica es controlada por la cantidad de luz natural disponible). Son los denominados sistemas de control en respuesta a la luz natural.
- Ausencia de personas (la luz es automáticamente apagada en salas o habitaciones sin ocupar).
- Tiempo (como encendido y apagado automáticos de la luz a horas fijadas).

Por medio de la regulación de bombillas y luminarias es posible ahorrar hasta un 50% de la energía. Este es el caso del Edificio de oficinas en la Torre AGBAR (Aguas de Barcelona), donde sin aprovechamiento de luz natural se tuvo un gasto

⁵³ (IDAE & CEI, 2005)

de 1.257.620 kWh, mientras que con aprovechamiento de luz natural se consumió 730.700 kWh, obteniendo así un ahorro del 41,89%; si, además, se regula gracias a detectores de movimiento, el ahorro sería del 50% y si, a los anteriores, se les une el control horario, el ahorro se incrementa hasta el 60%.

El tipo de tecnología seleccionada para las bombillas también es de gran importancia, ya que dependiendo de su selección se puede ahorrar más o menos energía, en la tabla 3 se observa una comparación entre el consumo de varios tipos de bombillas.

Tabla 3. Comparación en consumo de diferentes tipos de lámparas o bombillas

Bombilla Incandescente	Bombilla Fluorescente Compacta	Leds	Lúmenes
40 W	8-12 W	4-6 W	400-500
60 W	13-15 W	6,5-8 W	700-900
75-100W	18-22 W	9-11 W	1.100-1.750
100 W	23-30 W	11-15 W	1.800
150 W	30-55 W	15-25 W	2.750

Fuente: ⁵⁴

Es importante anotar que, si se determina usar algún tipo de luz LED, la regulación de intensidad se realiza de manera diferente ya que esta tecnología trabaja con 12 voltios de alimentación y esta se realiza normalmente a partir de sistemas conmutados, lo cual implica realizar un proceso de análisis y diseño diferente.

4.3. SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y SEGURIDAD GENERAL

Los diferentes espacios del conjunto tienen varias características, lo que hace que tanto la seguridad como la iluminación en cada área tenga requerimientos específicos. Los lugares comunes del conjunto se listan a continuación:

- Jacuzzi
- Sauna
- Capilla
- Gimnasio

⁵⁴ (Rivas, 2018)

- Zonas BBQ
- Salón social
- Cancha múltiple
- Zona comercial
- Zonas comunes
- Parques infantiles
- Terraza de aeróbicos
- Senderos ecológicos

4.3.1. Sistema de seguridad

El sistema de seguridad de un conjunto tan grande posee diferentes aspectos a considerar en el diseño, para este sistema se establecen solamente tres especificaciones: un control de acceso a la entrada del conjunto, un circuito cerrado de televisión (CCTV) y un sistema de detección de incendios.

El control de acceso va ubicado a la entrada del conjunto y regula la entrada tanto de usuarios como de acompañantes para llevar registro en una base de datos del promedio de personas que están dentro del conjunto. El circuito cerrado de televisión se aborda de manera independiente más adelante. El sistema de detección de incendios trata temas muy generales como la detección de fuego a partir de sensores y la alerta con pulsadores ubicados estratégicamente.

4.3.2. Sistema de Iluminación

Algunas zonas comunes en el conjunto no requieren mayor control de iluminación como lo es la cancha múltiple, sauna, parques infantiles, zonas BBQ, gimnasio y la terraza de aeróbicos. Lugares como los senderos ecológicos, espacios entre las torres y en general áreas al aire libre requieren del control de encendido y apagado de la iluminación en dependencia del nivel de luminosidad, es decir, si es de noche o de día.

Para sitios como el jacuzzi, la capilla y el salón social, el control de iluminación puede ser un poco más robusto debido a que en los eventos, las condiciones de luz requerida pueden ser diferentes, por lo cual, la variación de intensidad es necesaria.

Se propuso que la zona comercial contará con diferentes servicios por lo que no se tiene en cuenta para el diseño del sistema, si se requiere algo en específico se

tratará de manera aislada al sistema. La iluminación de las escaleras es algo crítico, por lo tanto se realiza un control ON/OFF para determinadas horas del día con sensores de presencia para activar o desactivar según sea necesario y optimizar el consumo de energía. En la tabla 4 se muestra un resumen de las características que en cada zona debe tener el sistema.

Tabla 4. Requerimientos de iluminación de las zonas del conjunto en general

Zona	ON/OFF	Control de Intensidad	Control Alámbrico	Control Inalámbrico	Tradicional
Sauna	✓		✓		✓
Jacuzzi	✓	✓	✓	✓	
Capilla	✓	✓	✓	✓	
Zona BBQ	✓				
Salón social	✓	✓	✓	✓	
Cancha múltiple	✓				
Parque infantil	✓				
Terraza aeróbicos	✓		✓		✓
Senderos	✓				
Escaleras	✓		✓		
Gimnasio	✓		✓		✓

Fuente: Autor

4.3.3. Diseño del Sistema General

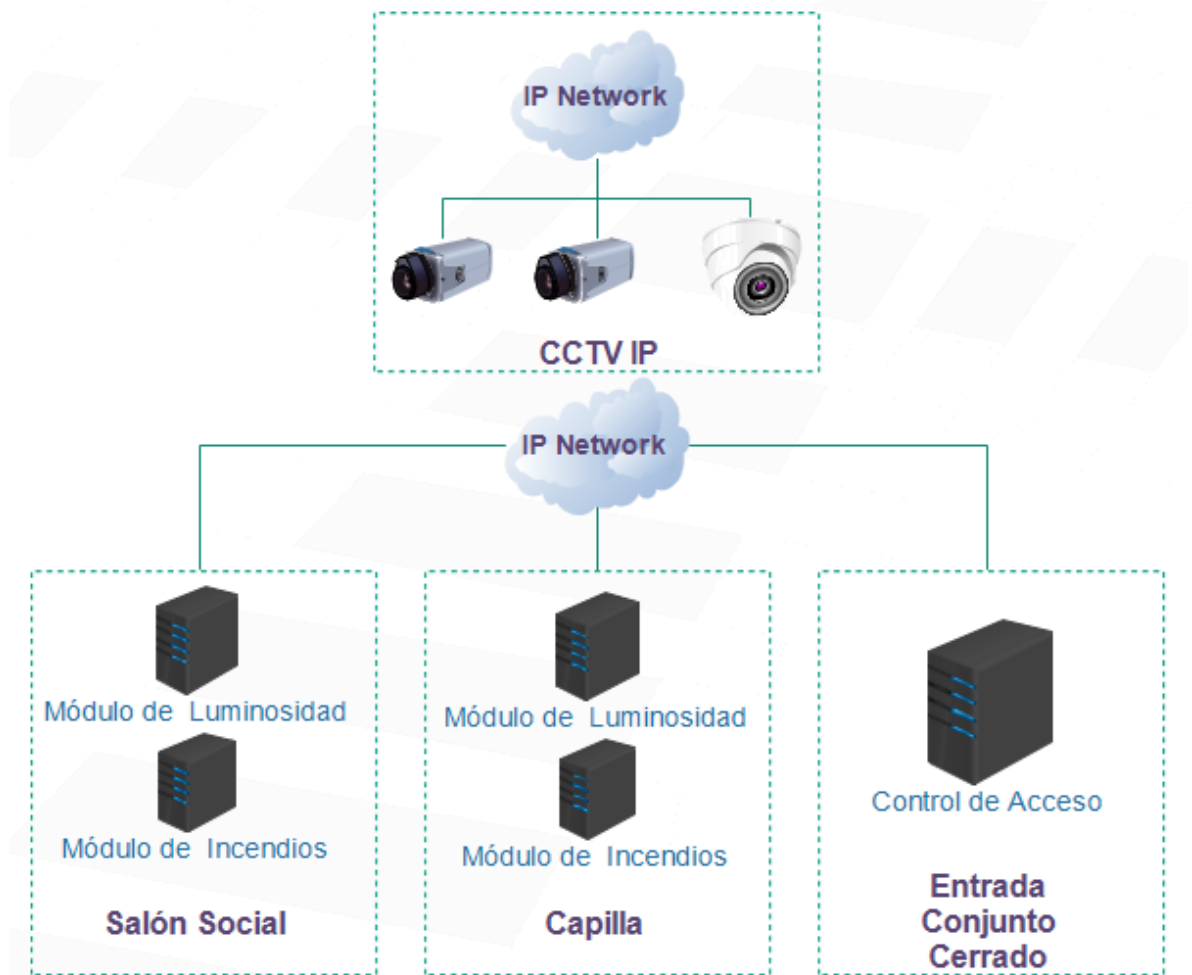
De la tabla 4 se concluye que para lugares como el gimnasio, el sauna y la terraza de aeróbicos no es necesario realizar algún tipo de control en específico ya que se considera poco eficiente; se pueden adaptar otros módulos diseñados para los demás sitios según requerimientos, por ahora se dejan aislados del sistema para un posible estudio futuro o ampliación del sistema.

Para zonas como el jacuzzi, la capilla y el salón social se utilizan los mismos módulos diseñados para el sistema de iluminación de cada apartamento y que se especifican en el capítulo 7. En sitios al aire libre como la cancha múltiple, la zona BBQ, el parque infantil y los senderos, se define módulos que activen las bombillas a una hora específica o de acuerdo a la intensidad de luminosidad ambiente.

La iluminación en las escaleras necesita un control ON/OFF e inalámbrico. Las bombillas se debe activar con la presencia de las personas y dependiendo al nivel de luminosidad del ambiente.

Para el circuito cerrado de televisión es necesaria solo la ubicación de las cámaras y los planos para su respectiva conexión, en el capítulo 8 se trata todo lo concerniente a este tema. El control de acceso general se hace uso del mismo diseño del módulo de control de acceso al apartamento descrito en el capítulo 7. En la figura 21 se observa un ejemplo de disposición de cada uno de los módulos y sistemas dentro del sistema general para el Conjunto Cerrado el Portal del Bosque; en cuanto a topología para la conexión a la red de algunos módulos se utiliza el modelo de estrella.

Figura 21. Diseño del sistema general para el Conjunto Cerrado



Fuente: Autor

5. SELECCIÓN DE HARDWARE

En este capítulo se establecen las especificaciones de los dispositivos requeridos para el sistema, se definen sus características principales y se expone por qué se eligieron dichos componentes.

Inicialmente se realizó un estudio en el cual se compararon varias tecnologías para tener como base en la realización del proyecto entre los cuales están:

- Raspberry Pi.
- Arduino.
- Microcontroladores.
- Módulo WiFi ESP8266.

De los anteriores dispositivos se eligió el módulo WiFi ESP8266 debido a que por sus características y fácil implementación lo hace ideal para el sistema domótico; utilizando la tecnología WiFi los costos disminuyen drásticamente pues el cableado, que la mayoría de veces es el más tedioso de implementar y que conlleva bastantes gastos, no es necesario. Este dispositivo es muy comercial y muy económico además de tener una programación, relativamente sencilla pues utiliza el mismo tipo de programación que una placa de Arduino.

Para la realización del proyecto con Raspberry Pi los costos aumentan debido al precio de esta placa; con el Arduino sucede algo parecido, aunque este sea más económico en el mercado, necesita de un hardware adicional para trabajar de manera inalámbrica.

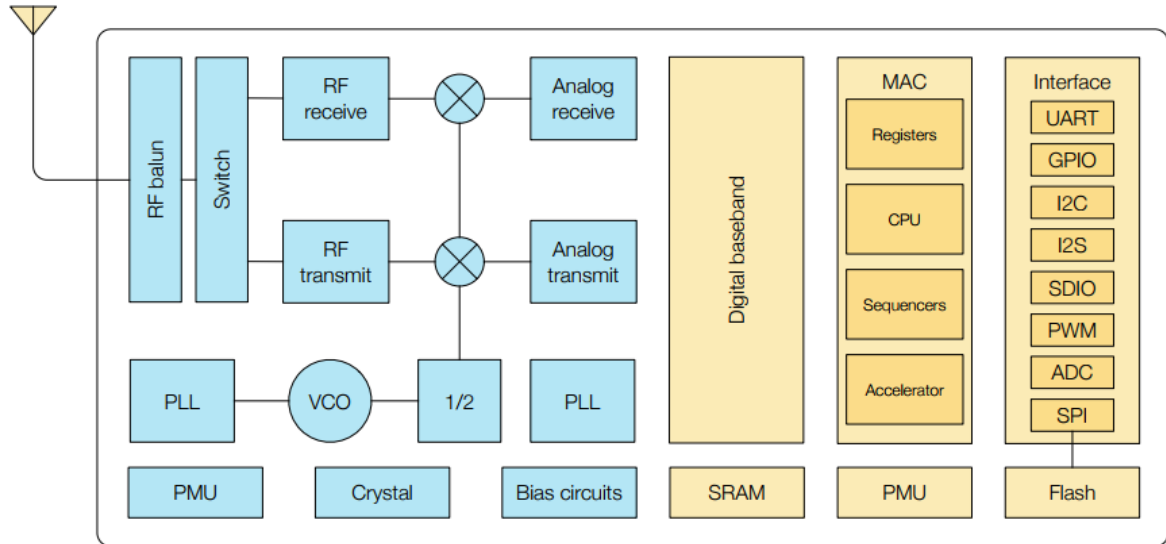
En el caso del uso de microcontroladores, la implementación es un poco más compleja, necesita de muchos más componentes en el circuito y las conexiones del sistema domótico son más complicadas. Como actuadores son utilizados principalmente motores DC gracias a su funcionalidad, disposición y economía; los sensores utilizados se definen más adelante.

5.1. MÓDULO WIFI ESP8266

El ESP8266 es una familia de dispositivos creado por Espressif como solución Wi-Fi SoC altamente integrada para satisfacer las demandas continuas de los usuarios de uso de energía eficiente, diseño compacto y rendimiento confiable en

la industria de Internet de las cosas. Es muy utilizado en diferentes aplicaciones como la automatización del hogar, enchufes y lámparas inteligentes, red de malla, control inalámbrico industrial, monitores para bebés, cámaras IP, redes de sensores, dispositivos de localización de Wi-Fi, entre otras. En la figura 22 se relaciona el diagrama funcional del ESP8266 donde se observan sus partes principales.

Figura 22. Diagrama funcional del ESP8266



Fuente:⁵⁵

- CPU: trabaja a una velocidad de 80 MHz, posee un microcontrolador L106 de 32 bits (MCU) de ultra baja potencia.
- MEMORY: incluye SRAM y ROM de menos de 50kB, utiliza flash SPI externa para almacenar programas de usuario y admite hasta 16 MB.
- CLOCK: 24MHz a 52MHz
- Transductor RF
- WI-FI: Implementa el protocolo TCP/IP, y el estándar IEEE 802.11

De acuerdo a la versión del ESP8266, este puede tener características como: mayor o menor número de pines de entrada salida (I/O) y SPI, convertor análogo-

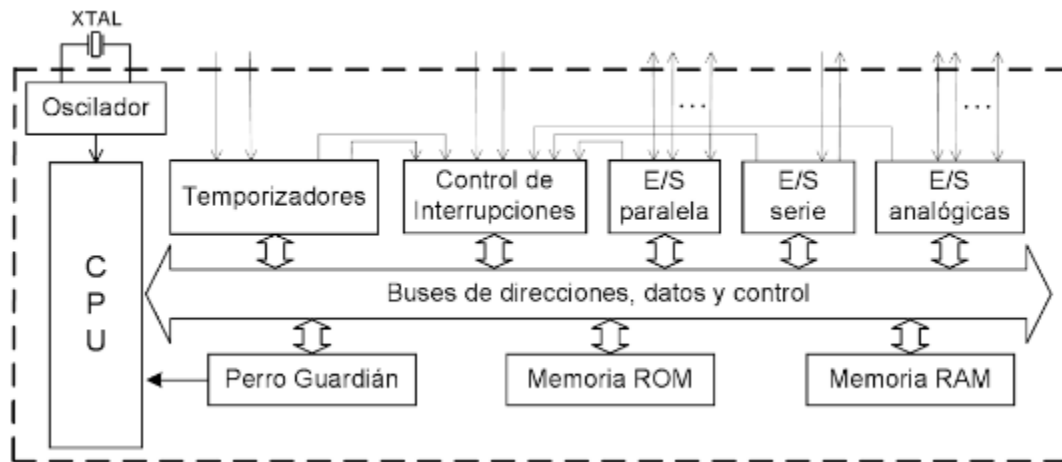
⁵⁵ (ESP8266 Datasheet, 2015)

digital (ADC), interfaz I2C, interfaz I2S, UART, módulo generador de PWM, control remoto (IR).

5.2. CONTROLADORES

Como controlador se definió utilizar diferentes referencias de microcontroladores PIC (Programmable Interrupt Controller – Controlador Programable de Interrupciones). Un microcontrolador combina los recursos fundamentales de un microcomputador, es decir, la unidad central de procesamiento (CPU), la memoria y los recursos de entrada y salida, en un único circuito integrado; en la figura 23 se observa el diagrama de bloques de un microcontrolador.

Figura 23. Diagrama de bloques de un microcontrolador



Fuente: ⁵⁶

El microcontrolador cuenta con un oscilador que genera pulsos y sincroniza las operaciones internas. La CPU es el cerebro del microcontrolador, esta trae las instrucciones guardadas en la memoria, las interpreta y da las órdenes para la ejecución; esta posee varios registros de propósito general y específico, además tiene una ALU (Unidad Aritmético Lógica) la cual realiza diferentes operaciones aritméticas y lógicas.

Estos dispositivos se dividen en familias de microcontroladores: PIC10, PIC12, PIC16, PIC17, PIC18 y PIC32; dichas familias cuentan con ciertas especificaciones, que varían desde el tamaño y número de pines hasta la

⁵⁶ (Valdés Pérez & Pallás Areny, 2007)

capacidad de operaciones con diferente número de bits. En el desarrollo de este proyecto se utilizan dos referencias de PIC: el PIC18F4620⁵⁷ debido a la cantidad de pines que tiene y el PIC16F1705⁵⁸ gracias a su módulo de detección de cruce por cero (ZCD).

5.3. SENSORES

Para la medición de las variables en la zona de aplicación del sistema domótico es necesario el uso de determinados sensores:

- **MQ7:** Es un sensor de tipo electroquímico, que varía su resistencia de acuerdo a la presencia de determinados gases en especial el CO (Monóxido de Carbono) permitiendo su medición desde 20 a 2000 PPM (Partes por Millón). Funciona gracias a un calentador que posee en su interior que aumenta su temperatura interior y con el sensor reacciona con los gases provocando una variación de su resistencia. Posee una rápida respuesta aunque muy inexacta durante las primeras horas de uso, después de 12 a 48 horas de funcionamiento se puede tener una lectura más estable.
- **Sensor de Movimiento PIR HC-SR501:** Estos sensores toman su nombre de “Pyroelectric Infrared” ó “Passive Infrared”. Su principio de funcionamiento se basa en la radiación infrarroja, radiación que emite todo ser vivo gracias a su temperatura corporal. El sensor cuenta con dos potenciómetros con los cuales se pueden graduar la sensibilidad y el tiempo de activación. Posee un rango de detección de 90 a 110 grados de apertura, y de entre 3 a 7 metros de distancia.
- **DHT11:** Es un sensor compuesto por dos partes, un sensor capacitivo de humedad y un termistor, cuenta con un conversor análogo digital con el cual se envía una señal digital con el valor de la humedad y la temperatura. Cuenta con una precisión de +/- 5% en la humedad y de +/- 2°C y una frecuencia de muestreo de 1Hz.
- **Fotorresistencia:** También llamada LDR (Light Dependent Resistor), consiste en dos células fotoconductoras de sulfuro de cadmio con respuestas espectrales similar a la del ojo humano; la resistencia varía de

⁵⁷ (Microchip, 2008)

⁵⁸ (Pic, Analog, & Microcontrollers, 2015)

acuerdo al nivel de luz, entre mayor sea la intensidad de la luz menor será el valor de la resistencia. La sensibilidad de este sensor está dado por la relación entre la luz incidente y el valor de resistencia reflejado.

- **Finales de carrera:** También llamados interruptores de posición, con ellos se puede obtener el estado de un objeto gracias a su accionamiento de manera mecánica. Son usados para determinar cuándo un objeto llega a determinada posición.

En este proyecto se utilizaron los sensores nombrados anteriormente a manera de prueba. Para la posterior instalación del sistema domótico es necesario considerarlos ya que por ejemplo el sensor MQ-7 (sensor de monóxido de carbono) no cumple con algunas normas técnicas para sistemas de detección de incendios profesional por lo cual lo ideal sería su reemplazo.

6. SELECCIÓN DE SOFTWARE

En este capítulo se menciona los principales lenguajes de programación utilizados en la realización del proyecto; después de investigar y probar diferentes plataformas de software y lenguajes de programación se llegó a la decisión de utilizar el lenguaje HTML, PHP y el gestor MySQL que a continuación se describe.

6.1. HTML

El lenguaje HTML, por sus siglas en inglés Hyper Text Markup Language, facilita la inclusión en los documentos publicados o en documentos de hipertexto en el WWW, de textos, tablas, multimedia, entre otros recursos además del intercambio interactivo de información⁵⁹.

HTML no es un lenguaje de programación tipo JAVA, C++ ó Perl, ni un lenguaje de descripción de páginas tipo Postscript ó PDF; HTML es un lenguaje que describe la estructura y la semántica del documento. Para ello utiliza un lenguaje de etiquetas (tags), basado en el estándar DTD SGML (Document type definition-Standard Generalized Markup Language) el cual es un metalenguaje, es decir una norma estándar utilizada para la descripción de lenguajes de etiquetas como HTML⁶⁰.

6.2. PHP

El lenguaje PHP⁶¹ (Hypertext Preprocesor) es uno de los lenguajes de programación más utilizados en la actualidad, principalmente en desarrollo web, este lenguaje ofrece múltiples ventajas⁶²:

- Es libre y gratuito. Al ser OPEN SOURCE, su licencia consta de tres puntos: libertad para usar el programa (PHP), posibilidad de modificar el programa si se accede a su código fuente, distribuir el programa modificado o no.
- Disponibilidad: PHP tiene disponibilidad en los sistemas operativos más populares como: Mac OS, Microsoft Windows, Unix, Unix/HP-UX, Unix/Linux, Unix/Mac OS, Unix/OpenBSD, Unix/Solaris.

⁵⁹ (Terán Anciano, 2010)

⁶⁰ (Accerto, 2014)

⁶¹ (The PHP Group, 2018)

⁶² (Minera, 2008)

- Soporte para múltiples bases de datos como: DBase, Informix, Interbase/Firebird, Microsoft SQL Server, msql, MySQL, Oracle, PostgreSQL, SQLite, Sybase.
- Evolución, sus continuas mejoras que gracias a las opiniones que en conjunto los desarrolladores dan.
- Facilidad de aprendizaje al ser un lenguaje simple.

PHP se puede ejecutar en múltiples servidores, entre ellos Apache, los cuales están instalados en un equipo remoto que recibe peticiones y devuelve respuestas.

6.3. MYSQL

MySQL es un gestor de base de datos relacional, es ideal para realizar consultas desde páginas web dinámica. Es muy utilizado en sistemas de transacciones online y en aplicaciones que impliquen el almacenamiento de datos, dando la posibilidad de consultas múltiples y con gran rapidez. En la actualidad es muy utilizado tanto en pequeñas empresas como en grandes corporaciones como: Google, Cisco, NASA, Motorola, Texas Instruments, entre otros⁶³.

Este gestor ofrece múltiples ventajas:

- Licencia pública
- Fácil personalización y adaptación gracias a que está desarrollado con base al lenguaje C y C++
- Es un sistema cliente/servidor, permite trabajar como servidor multiusuario y de subprocesamiento múltiple. Controla el acceso simultáneo de muchos usuarios y lo deniega a usuarios no autorizados
- Puede ser llevado a cualquier plataforma informática.
- Tiene un gran soporte ya que existe mucho software desarrollado en base a MySQL.

⁶³ (Cobo, Gómez, Pérez, & Rocha, 2005)

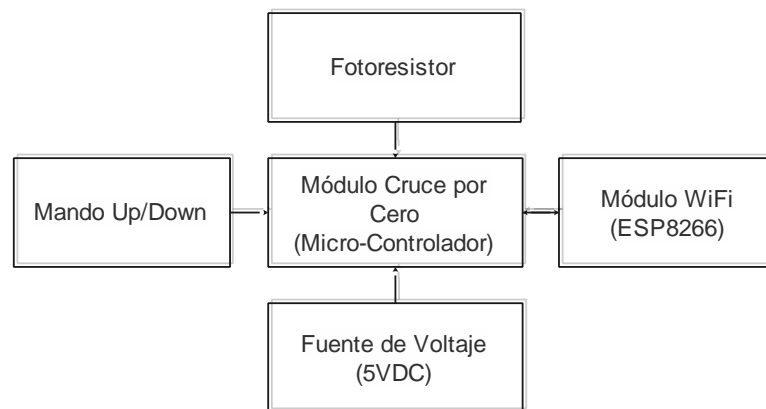
7. DESCRIPCIÓN DE MÓDULOS E INTERFAZ HMI (HUMAN MACHINE INTERFACE)

En el presente capítulo se trata al detalle el diseño y composición de cada uno de los módulos utilizados para aumentar el confort en la vivienda; dichos módulos están basados en la plataforma WiFi ESP8266, la cual fue tratada anteriormente. A continuación se especifica los módulos de control de luminosidad, control de persianas, control de acceso y monitoreo de incendios.

7.1. MÓDULO DE CONTROL DE LUMINOSIDAD

Este módulo hace parte del sistema de luminosidad y se encarga de controlar el nivel de intensidad de los bombillos. El nivel de brillo se regula de acuerdo a un control manual ubicado directamente en el módulo o a los datos que sean enviados desde un host conectado a la red y a la interfaz en la página web. En la figura 24 se observa la composición del módulo de luminosidad.

Figura 24. Diagrama de bloques del Módulo de Luminosidad



Fuente: Autor

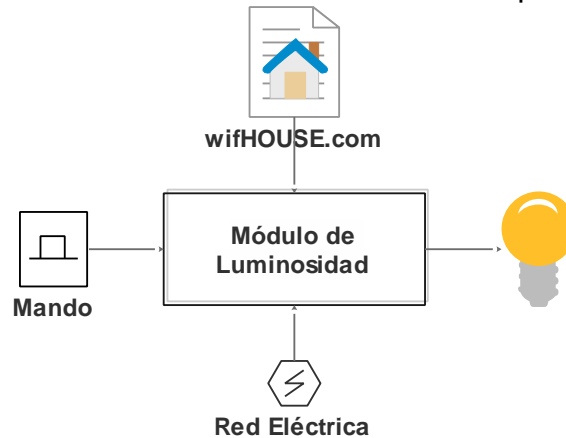
El componente principal, además del módulo WiFi, es el circuito de cruce por cero el cual se basa en un microcontrolador PIC16F1705⁶⁴ que posee un detector interno de cruce por cero (ZCD)⁶⁵ para disminuir el tamaño y complejidad del circuito; este componente recibe un dato de cero a cien para enviar un pulso y así

⁶⁴ (Pic, Analog, & Microcontrollers, 2015)

⁶⁵ (Konara, Kolhe, & Sankalpa, 2016)

variar la señal recibida de la red y enviarla a cada bombillo, en la figura 25 se observa la disposición general del módulo con respecto a las bombillas.

Figura 25. Disposición del módulo de luminosidad con respecto a las bombillas



Fuente: Autor

El micro-controlador además de encargarse de la detección de cruce por cero y corte de fase, lee el estado de una fotorresistencia y envía así este dato al módulo WiFi. La comunicación entre el micro-controlador y el módulo WiFi (ESP8266) se realiza a partir de paquetes por medio del protocolo I2C (Inter-Integrated Circuit).

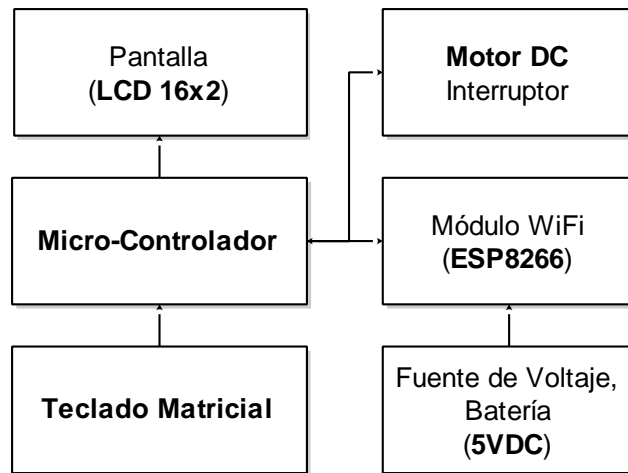
Este módulo tiene un tamaño reducido y es de fácil instalación, ya que puede ser colocado directamente en los interruptores clásicos de las instalaciones eléctricas de la vivienda, este módulo puede reemplazar dichos interruptores.

7.2. MÓDULO CONTROL DE ACCESO

El módulo control de acceso hace parte del sistema de seguridad, con el cual se hace una inspección y restricción de todas las personas que ingresen al apartamento o al conjunto; por medio de una base de datos se lleva un registro de los usuarios que ingresen. El circuito para este módulo consta de un micro-controlador PIC18F4620⁶⁶ que se encarga del manejo de los datos ingresados mediante un teclado, estos a su vez son visualizados en una pantalla LCD para su interpretación por parte del usuario.

⁶⁶ (Microchip, 2008)

Figura 26. Diagrama de bloques del Módulo de Control de Acceso



Fuente: Autor

Por medio del teclado se puede manejar el sistema de acceso. Una clave será ingresada y recogida por el micro-controlador para posteriormente ser comparada con la contraseña guardada en la memoria del controlador, si la contraseña es correcta el micro-controlador despliega otro menú en la pantalla de acuerdo al sistema (sistema de acceso por apartamento o sistema de acceso general al conjunto). En la figura 26 se observa el diagrama de bloques del módulo de control de acceso.

Tabla 5. Posibles estados de las variables que intervienen en el proceso de cierre y apertura de la puerta

Interruptor		Bloqueo		Puerta
Cerrado	Abierto	Activo	No Activo	
1	0	1	0	
1		1		Bloqueada
0		1		Error
1		0		Desbloqueada
0		0		Abierta

Fuente: Autor

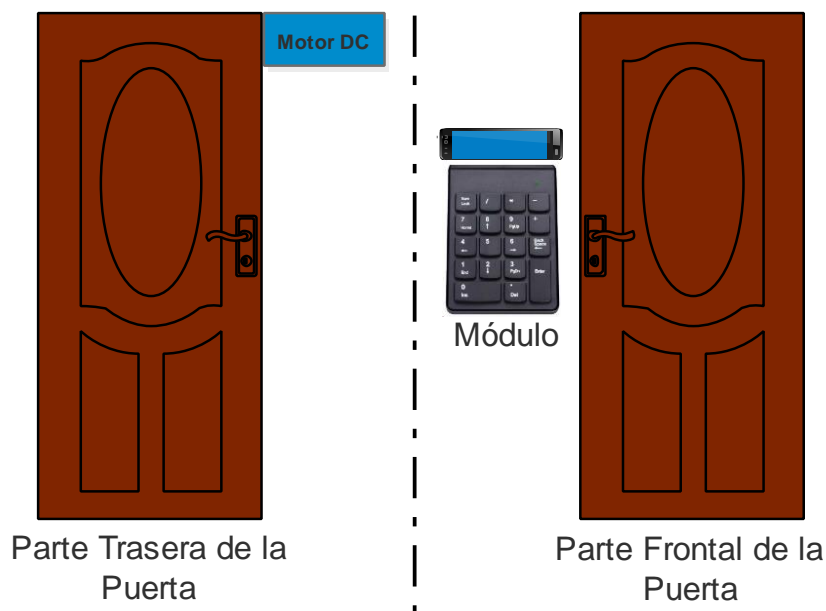
Para el accionar de la puerta se utiliza un motor DC que por medio de un pasador bloquea o desbloquea la puerta; el sistema debe tener la información del estado

de la puerta para evitar errores, es decir, si la puerta está bloqueada el interruptor debe estar cerrado, si el interruptor está en abierto el bloqueo debe de estar desactivado, de lo contrario sería un error, en la tabla 5 se observa los posibles estados que pueden tomar las dos variables para una correcta ejecución del programa.

La comunicación entre el micro-controlador y el ESP8266 se realiza mediante paquetes y el protocolo I2C; cuando el usuario solicite un cambio de clave el micro-controlador envía una petición al ESP8266 para que este responda con un código de confirmación a manera de contraseña y el micro-controlador la guarde en su memoria.

La instalación del módulo se realiza a la entrada del apartamento o del conjunto, de manera que cualquier persona que quiera ingresar al lugar tenga que realizar su registro. En la figura 27 se observa, por ejemplo, la disposición de los componentes del control de acceso al apartamento; a continuación se especifica cada módulo de control de acceso, según sea para el apartamento o para el conjunto.

Figura 27. Disposición de los componentes del módulo control de acceso



Fuente: Autor

7.2.1. Control de acceso por apartamento

El módulo está ubicado en la entrada principal del apartamento donde es visible la pantalla LCD y el teclado, como se observa en la figura 27, con los cuales el usuario podrá autenticarse por medio de la contraseña y poder así desbloquear la puerta. El menú principal que se visualiza en la pantalla tiene dos opciones, una para ingresar al sistema y otra con la opción de olvido de clave. Para ingresar al sistema se debe digitar la contraseña.

El usuario tiene la posibilidad de tres intentos de ingresar la clave antes de que el sistema se bloquee y tenga que ingresar un código maestro; si la contraseña es olvidada se puede cambiar haciendo una petición al sistema principal el cual da un código especial para iniciar con el proceso de cambio de clave. La contraseña y el código de confirmación se componen de un número de cuatro dígitos, para su fácil manejo.

Cuando el usuario se autentique este puede desbloquear la puerta si está bloqueada, además de poder cambiar la clave si lo desea; un interruptor magnético envía el estado de la puerta al micro-controlador.

7.2.2. Control de acceso general al conjunto

Para el acceso general al conjunto se utiliza el mismo sistema de ingreso al apartamento; el usuario es el número de la torre junto al número del apartamento, por ejemplo si la persona vive en el apartamento 804 de la torre 6, el usuario para la autenticación es 6804 y su contraseña es definida por cada uno con un tamaño de cuatro dígitos, estos datos son guardados en una base de datos.

El usuario para acceder al conjunto debe ingresar su número de usuario y la contraseña la cual si es correcta se desbloquea la puerta de acceso, cada evento es guardado en la base de datos; antes del ingreso se debe dar el número de acompañantes si los tiene para tener control de la cantidad total de personas que entran al conjunto, esta cantidad es ingresada en su momento por el vigilante o directamente por el usuario. El cambio de clave tiene el mismo proceso del sistema de acceso por apartamento.

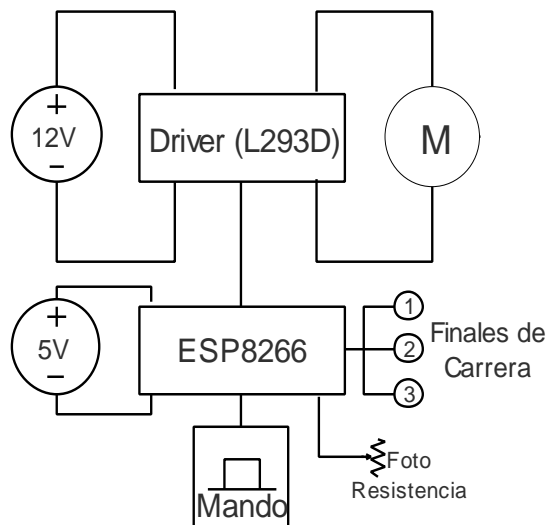
7.3. MÓDULO CONTROL DE PERSIANAS

Como complemento al sistema de luminosidad se tiene el módulo de control de persianas, este módulo se encarga de subir o bajar las persianas de acuerdo a las necesidades de iluminación o del usuario. En la figura 28 se observa la composición del módulo de control de persianas.

El centro de este módulo es el ESP8266, el cual controla un driver conectado al motor DC que se encarga de generar el sentido de giro. El driver es un puente H (L293D) conectado a una fuente de voltaje de 12 voltios que le suministra al motor la suficiente potencia para su funcionamiento.

Para realizar el control del motor (activación y desactivación) se cuenta con la instalación de tres finales de carrera dispuestos de manera tal que se pueda obtener información de la persiana cuando está cerrada, abierta o en un posición media; además de un mando con dos botones directamente en el módulo para subir o bajar la persiana. Se tiene una fotorresistencia para medir el nivel de luminosidad ambiente para obtener información y de acuerdo a ello subir o bajar la persiana si el usuario lo requiere.

Figura 28. Diagrama del Módulo de Control de Persianas



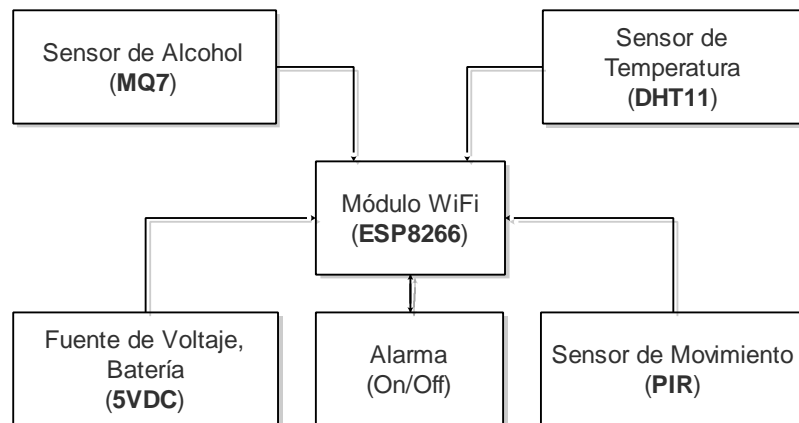
Fuente: Autor

7.4. MÓDULO MONITOREO DE INCENDIOS E INTRUSOS

El sistema de seguridad posee un módulo de incendios e intrusos que cuenta con tres sensores para la detección de humo (MQ7), temperatura y humedad (DHT11) e intrusos (PIR), todos estos sensores son controlados por el ESP8266; en la figura 29 se observa la composición del módulo de monitoreo de incendios.

Toda la información recopilada por este módulo es enviada a una base de datos para tener registro del estado de las variables del ambiente y tener mayor seguridad del lugar donde se instale. De acuerdo al estado de las variables se activa una alarma que consiste en la emisión de un sonido y el envío de un mensaje a la interfaz.

Figura 29. Diagrama de bloques del módulo de monitoreo de incendios e intrusos

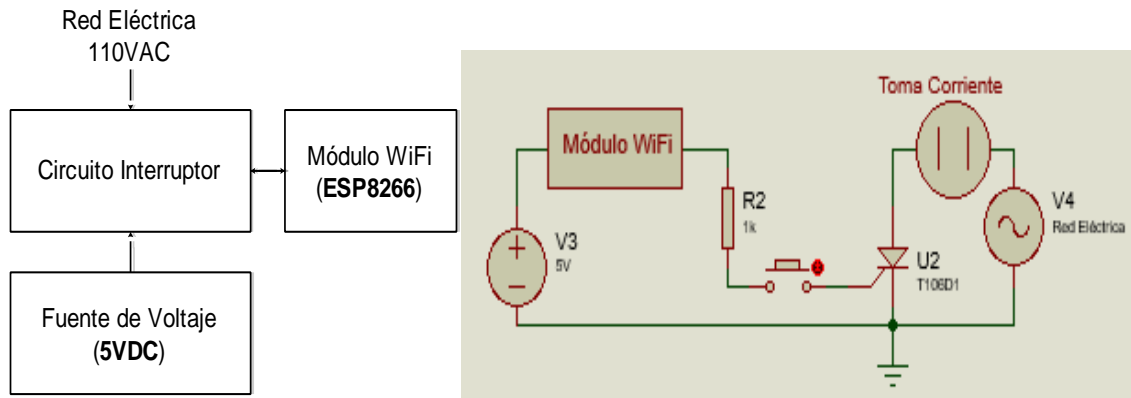


Fuente: Autor

7.5. INTERRUPTOR INALÁMBRICO

Este módulo es opcional al sistema domótico, puede ser utilizado como parámetro de seguridad para desenergizar los tomacorrientes en el apartamento y evitar gastos innecesarios de energía cuando existan electrodomésticos conectados a la red y que no requieren ser utilizados. Consiste en un circuito que corta la energía gracias a un tiristor CR por medio de una conmutación controlada por el módulo WiFi. Se tiene una fuente de voltaje de 5VDC para la alimentación del ESP8266. En la figura 30 se observa la composición del interruptor inalámbrico.

Figura 30. Diagrama y circuito del interruptor inalámbrico

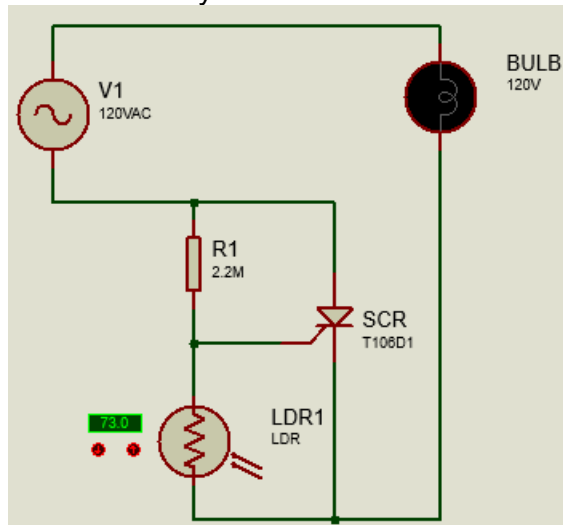


Fuente: Autor

7.6. MÓDULO ILUMINACIÓN PARA SITIOS AL AIRE LIBRE

Para el control de luminarias al aire libre hay múltiples formas de hacerlo, desde circuitos análogos sencillos hasta controladores digitales con su respectiva complejidad. Para más facilidad y funcionalidad se plantea un circuito analógico que active las bombillas cuando la cantidad de iluminación sea deficiente, es decir en la noche. En la figura 31 se muestra el diseño de dicho circuito el cual consta de un SCR y una fotorresistencia (LDR).

Figura 31. Circuito para activación y desactivación de las bombillas al aire libre



Fuente: Autor

7.7. MÓDULO ILUMINACIÓN ESCALERAS

Como anteriormente se mencionó, el control de la iluminación en las escaleras no necesariamente debe ser inalámbrico pero si debe ser automático, por lo tanto las lámparas se deben activar dependiendo al nivel de luminosidad y a la presencia de personas. En el mercado existen ya dispositivos que realizan esta función y son económicos, haciendo del diseño de un módulo específico para esta función, muy trivial y costoso. En la figura 32 se observa el dispositivo propuesto como módulo para la iluminación en las escaleras.

Figura 32. Sensor de movimiento y luminosidad para control de bombillas



Fuente: MercadoLibre Colombia

7.8. INTERFAZ

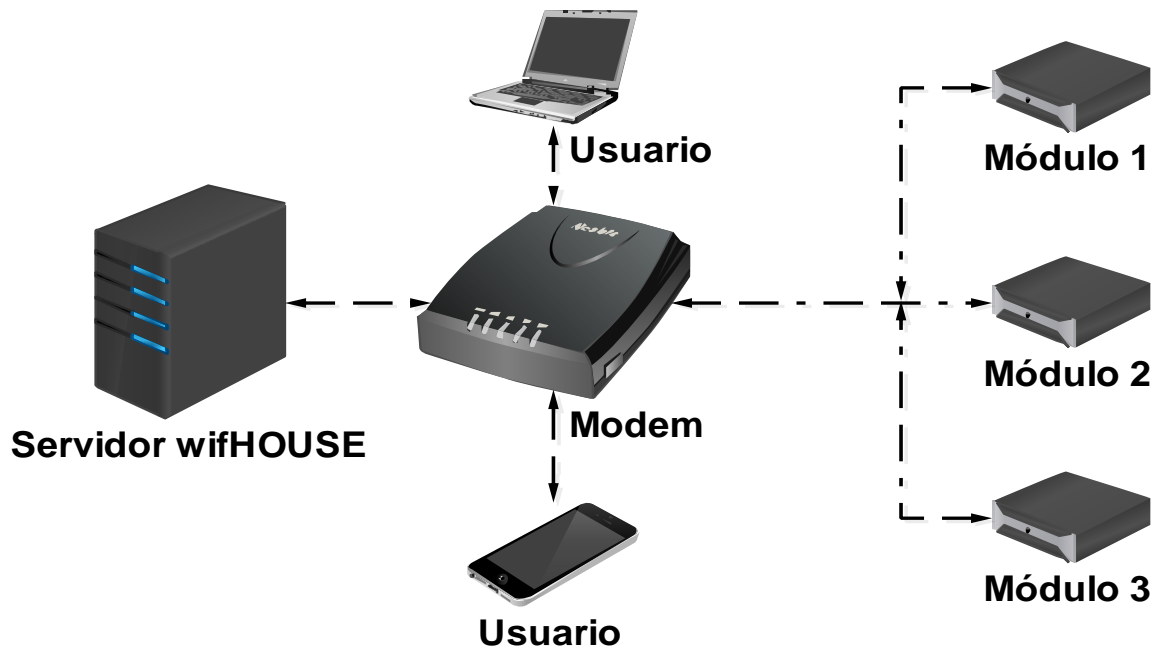
El monitoreo y control de algunas variables del sistema domótico se realiza por medio de la interfaz en una página web basada en lenguajes de programación HTML, PHP y CCS. El acceso a esta interfaz está sujeto a la conexión del dispositivo host a la red de módulos del sistema domótico compuesta además por un modem y un servidor local, en la figura 33 se muestra el diagrama general de la red con respecto al servidor.

En el servidor local está alojada tanto la base de datos como la página web sin acceso a internet, se deben tener las siguientes consideraciones:

- Para el almacenamiento de los datos del sistema, el servidor debe estar activado.
- Para el accionar del sistema de manera inalámbrica el servidor debe estar activado.

- Con el servidor desenergizado los módulos de control de luminosidad y persianas se pueden operar solo manualmente, el módulo de monitoreo de incendios solo emitirá una señal de alarma sonora en caso de incendio y el control de acceso no registrara la entradas de los usuarios.
- El servidor no tiene acceso a internet, por lo cual el control del sistema por medio de dispositivos que no estén conectados a la red del servidor no es posible.
- Para un control por parte de usuarios externos a la red del sistema o con acceso a internet, se puede implementar o utilizar un servicio de hosting en la nube el cual hará el papel de servidor local. En el desarrollo del presente proyecto solo se realiza el uso de un servidor local.

Figura 33. Diagrama general de red con respecto al servidor local



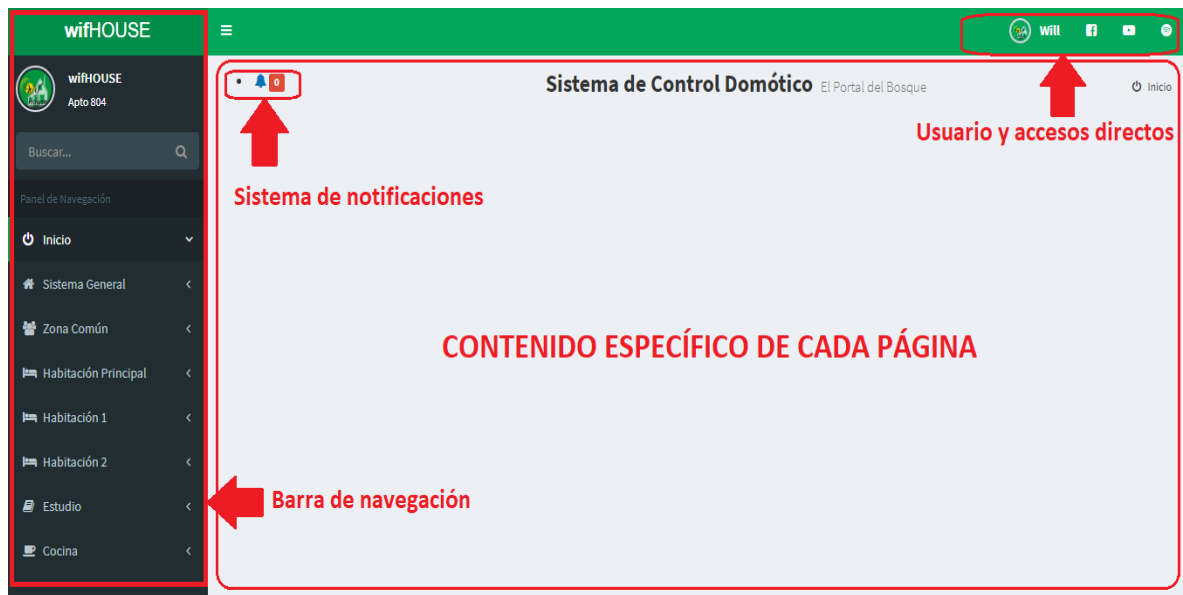
Fuente: Autor

Para acceder a esta interfaz desde cualquier sitio, con un servicio de hosting, es necesaria una conexión a internet y una autenticación de usuario, dentro de la casa solo basta con estar conectado a la red local sin importar que haya o no internet.

El diseño de la interfaz se inició con base a la plantilla AdminLTE, un proyecto de código abierto de AdminLTE.IO⁶⁷ con licencia bajo MIT (Massachusetts Institute of Technology), es decir que impone muy pocas limitaciones en la reutilización y por tanto posee una excelente compatibilidad de licencia. Esta plantilla fue creada por el graduado en informática de la Universidad de Tenesse Knoxville (UTK), Abdullah.

El diseño gráfico general de la página posee una barra de navegación desplegable en la parte izquierda, tanto en versión para computador como para Smartphone; en la parte superior de esta barra se encuentra el nombre del sistema wifHOUSE además del logotipo y el número del apartamento. En la parte media izquierda se ubica una campanita de notificaciones.

Figura 34. Diseño gráfico general de la página web.



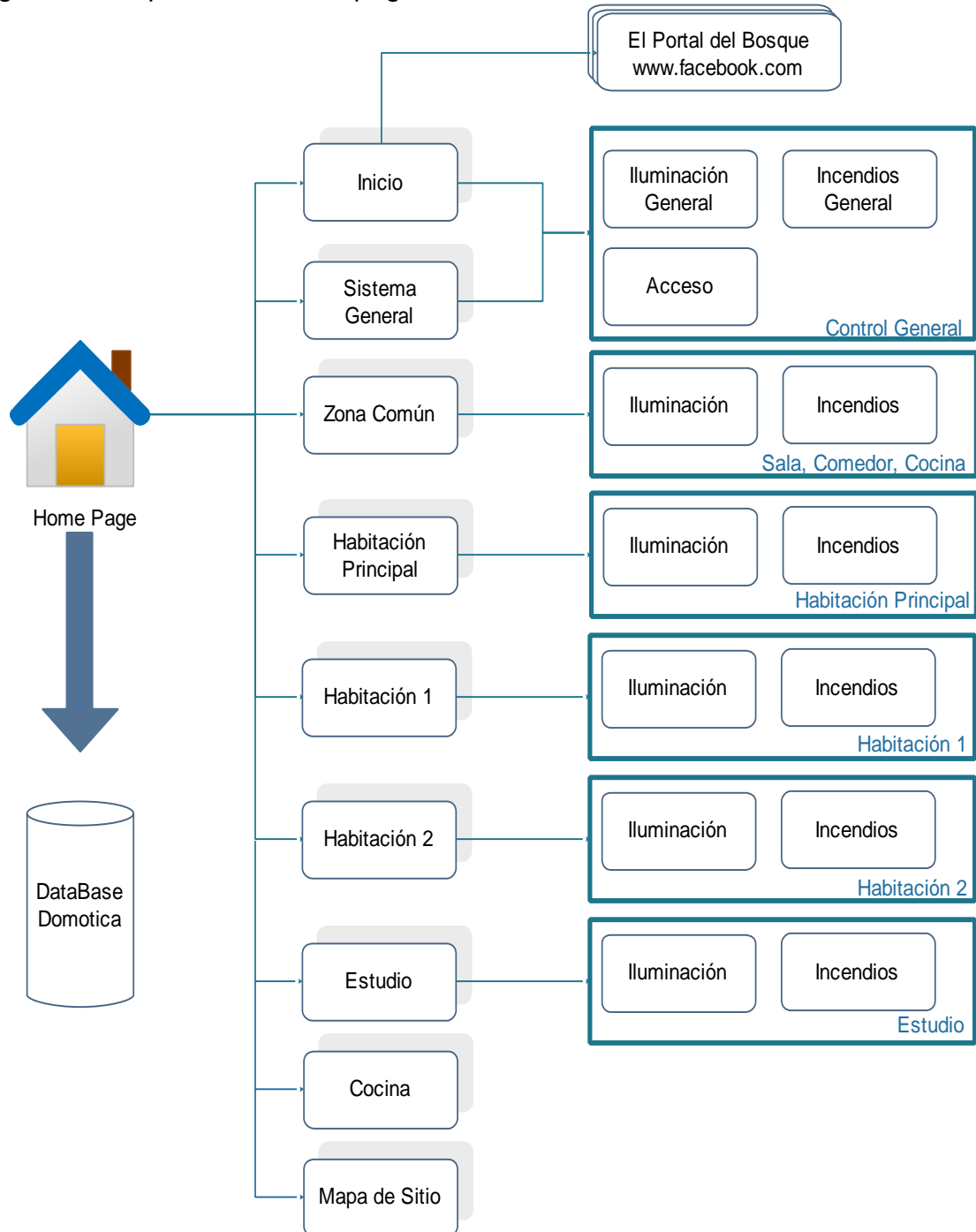
Fuente: Autor

En la parte superior derecha se encuentra el nombre de usuario y accesos directos a diferentes sitios web como la página oficial de Facebook y de YouTube del Conjunto Cerrado, entre otras; en el resto de página se observa el contenido específico que más adelante se describe, en la figura 34 se observa el diseño gráfico general con las partes principales de la página web.

⁶⁷ (Almsaeed, 2017)

En la figura 35 se observa el mapa del sitio de la página, allí se puede ver que la página se conecta a una base de datos la cual sirve de puente entre los módulos y la interfaz.

Figura 35. Mapa de sitio de la página web o interfaz



Fuente: Autor

7.8.1. Subpáginas

La página web consta de 22 subpáginas cada una con unas funciones en específico en determinada zona del apartamento.

7.8.1.1. Página de inicio

En ella se tiene un acceso directo a cada uno de los subsistemas generales de iluminación y de seguridad (incendios y control de acceso), además incluye un calendario y una galería personalizable. En la figura 36 se observa el contenido específico de la página de inicio.

Figura 36. Contenido específico de la página de inicio

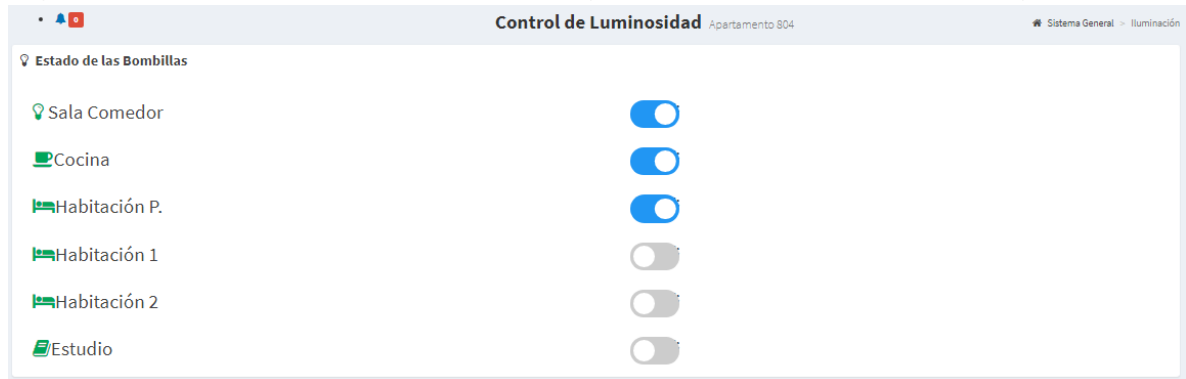
The screenshot shows the home page of a home control system. At the top, it says 'Sistema de Control Domótico' and 'El Portal del Bosque'. There are three main buttons: 'Iluminación' (Control de Luminosidad), 'Incendios' (Detección de Incendios), and 'Acceso' (Control de Acceso). Each button has a 'Configuración' gear icon. Below these is a 'Galería' section with five photos and a 'Calendario' section showing a calendar for March 2018. The calendar has event bars at the bottom: 'Evento #1, Asistentes: 45' and 'Evento #2, Asistentes: 95'.

Fuente: Autor

7.8.1.2. Iluminación general

Allí se puede energizar o apagar las bombillas de cualquier parte de la casa por medio de un control ON/OFF. Al recargar la página los botones de activación toman el estado según sea la situación de las bombillas. En la figura 37 se ve contenido específico de la página de control de iluminación general.

Figura 37. Contenido específico de la página de control de iluminación general

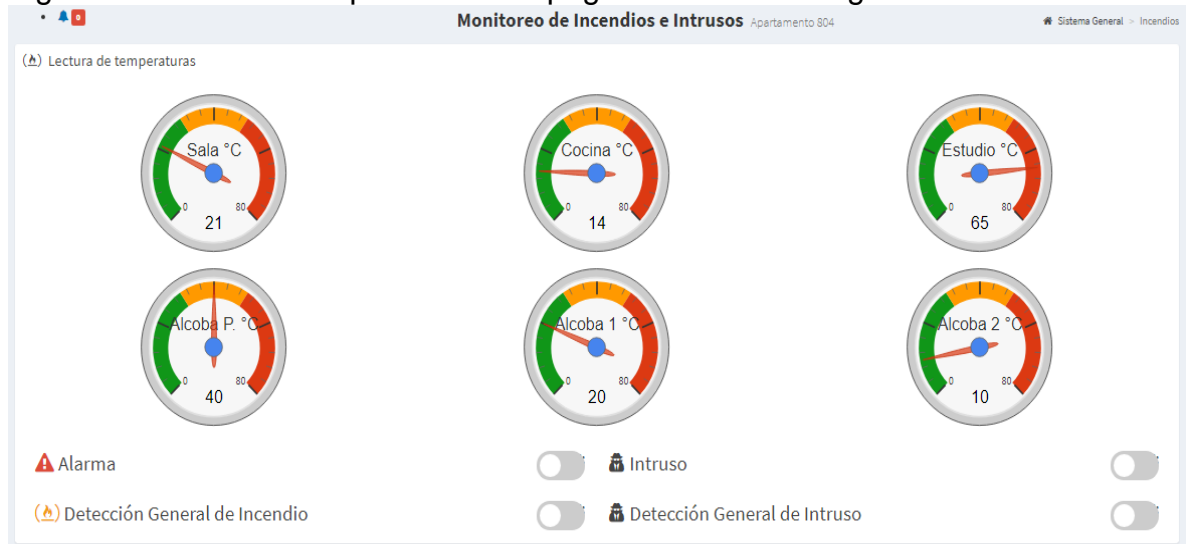


Fuente: Autor

7.8.1.3. Monitoreo general de incendios

Esta página está compuesta por unos gráficos de gauge que muestran el estado de la temperatura en cada una de las zonas de la casa en tiempo real, en la parte inferior se observan 4 botones los cuales tiene diferentes funciones, con los dos botones superiores se desactivan o activa la alarma contra incendios o la alerta contra intruso; los dos botones inferiores desactivan los sistemas anti-intrusos y contra incendios por un periodo de tiempo.

Figura 38. Contenido específico de la página de monitoreo general de incendios



Fuente: Autor

7.8.1.4. Control de acceso

En esta página se contiene una tabla donde se lleva un registro de las personas que entran al apartamento, es decir que ingresan un usuario y una contraseña en el módulo de control de acceso para desbloquear la puerta, además se muestra el número de acompañantes con los cuales ingresan. En la figura 39 se tiene el contenido específico de la página de Control de acceso.

Figura 39. Contenido específico de la página de Control de acceso



ID	Fecha y Hora	Usuario	Externos
1	2018-02-05 21:49:08	Felipe	6
2	2018-02-05 21:49:08	Will	2

ID	Usuario	Fecha	Externos
----	---------	-------	----------

Fuente: Autor

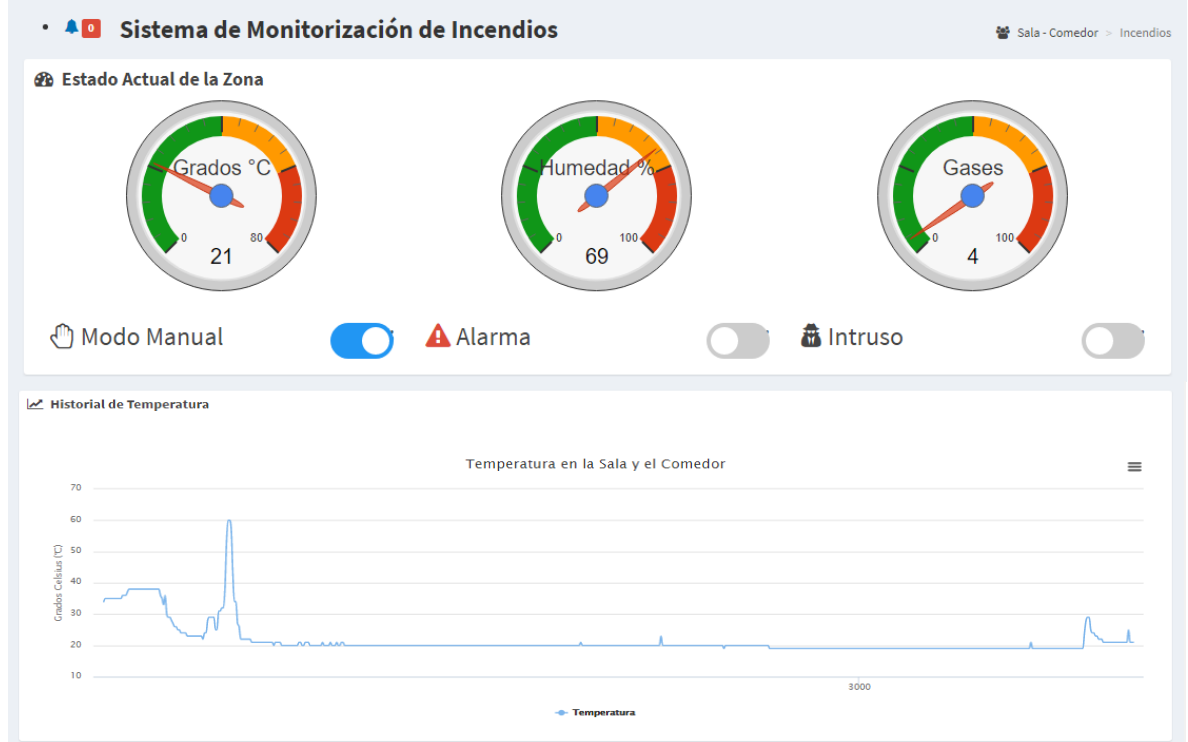
7.8.1.5. Monitoreo de incendios por zona.

Cada zona del apartamento cuenta con una página de monitoreo de incendios en la cual se muestra los estados actuales de la temperatura en grados centígrados, la humedad en porcentaje y la concentración de gases en un nivel de cero a cien, por medio de gráficos de gauge; los botones activan el modo manual por un lapso de tiempo para así poder cambiar el estado de la alarma contra incendios o la alerta anti-intrusos. En la parte inferior de la página de la interfaz web se ubica una gráfica en tiempo real de la temperatura. En la figura 40 se observa el contenido específico de la página de monitoreo de incendios por zona.

7.8.1.6. Iluminación específico

Las zonas de iluminación del apartamento cuentan con una página específica para el control de la iluminación, esta página ofrece el cargar tres escenas determinadas (tarea, amigos, romántico) y una adicional que el usuario puede configurar.

Figura 40. Contenido específico de la página de monitoreo de incendios por zona



Fuente: Autor

Figura 41. Contenido específico de la página del sistema de iluminación por zona



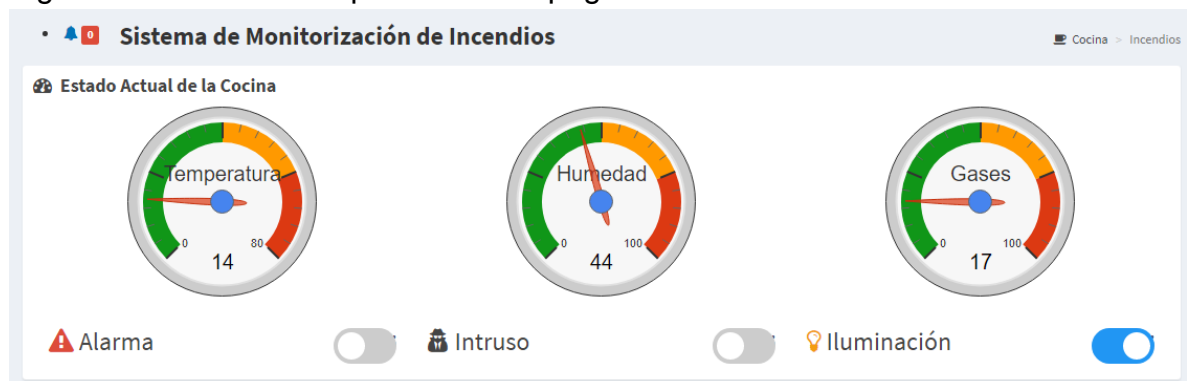
Fuente: Autor

En la parte media de la página se observa un control de intensidad de las bombillas por medio de sliders de cero a cien; en la parte inferior está el control de persianas con el cual se varía su porcentaje de apertura. En la figura 41 se muestra el contenido específico de la página del sistema de iluminación por zona.

7.8.1.7. Cocina

En la cocina se hace ineficiente el control de intensidad de las bombillas, por lo cual se diseñó una única página para la seguridad y la iluminación; en la graficas de gauge se visualiza la temperatura, la humedad y el porcentaje de gases. En la parte inferior se tienen dos botones para cambiar el estado de las alertas de incendio o intruso, además de poder energizar o apagar la iluminación de la cocina. En la figura 42 se observa el contenido específico de la página de control de sistemas en la cocina.

Figura 42. Contenido específico de la página de control de sistemas en la cocina



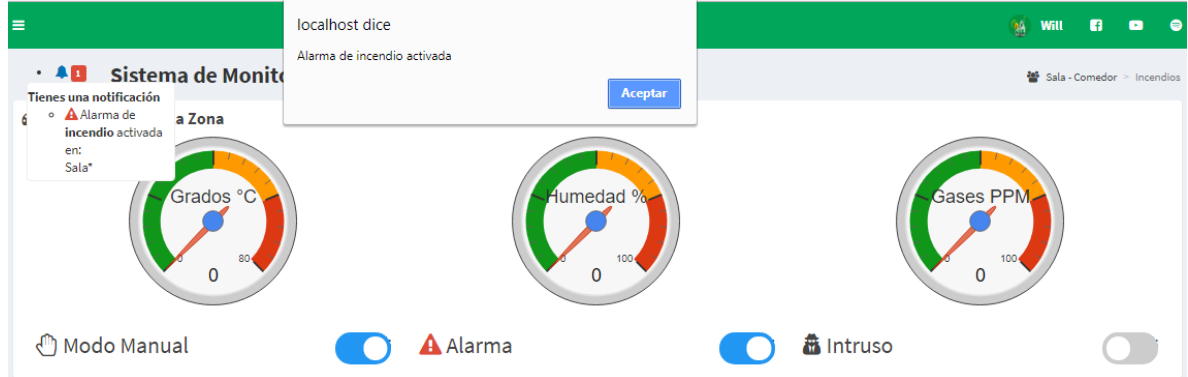
Fuente: Autor

7.8.2. Sistema de notificaciones

La interfaz en la página web cuenta con un sistema de notificaciones el cual alerta al usuario cuando se activa la alarma contra incendios o la alerta anti-intrusos. La alerta al usuario consta de una ventana emergente en el navegador, como se observa en la figura 43, además la campana de notificaciones ofrece un aviso con el tipo de alerta y la ubicación donde se produjo.

Es importante anotar que este sistema se actualiza cada 5 segundos y siempre que esté activada la alarma se genera una ventana emergente con este lapso de tiempo.

Figura 43. Sistema de notificaciones



Fuente: Autor

7.8.3. Registro e ingreso a la página web

Para ingresar a la página web se debe realizar un registro con el nombre de usuario, una contraseña como mínimo de 8 caracteres y un email; los datos quedan almacenados en una base de datos y cada vez que el usuario quiera entrar a la página, para realizar acciones sobre el sistema domótico, debe ingresar su nombre de usuario y contraseña.

7.8.4. Conexión y creación de la base de datos

El servidor local aloja la base de datos, dicho servidor es creado a partir de los componentes Apache y MySQL, complementos que ofrecen paquetes como XAMPP. En XAMPP se inician los componentes ya nombrados.

Para la creación de la base de datos se inicia en el navegador el servicio de PhpMyAdmin, allí se empieza con la creación de todas las tablas requeridas para el adecuado funcionamiento de la página web. Los datos son enviados mediante archivos "php" y código PHP, para esta aplicación se hizo uso de la versión 5.6 de PHP.

El manejo de direcciones IP es crucial, ya que en el uso de algunas gráficas y funcionalidades esta dirección es importante, también se debe tener en cuenta que el uso de *localhost* solo genera conexión al equipo local sin darle acceso a los demás equipos conectados a la red; para darle conexión a todos los equipos de la red local se debe utilizar la dirección IP del equipo en la cual está alojada la base de datos e iniciado los servicios de Apache y MySQL.

8. CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN (CCTV)

En el presente capítulo se definen y desarrollan las especificaciones del CCTV para el Conjunto Cerrado el Portal del Bosque; primero se toman algunas consideraciones de acuerdo al material presente y a las necesidades. El criterio de selección de algunos dispositivos es también establecido.

8.1. CONSIDERACIONES

Para el diseño del CCTV es importante tener presente algunas consideraciones, ya que afectan el diseño total del sistema de video vigilancia, las cuales se nombran a continuación:

- El plano eléctrico del Conjunto Residencial no ha sido diseñado en forma definitiva, por lo cual, se propuso la ubicación de las cámaras sin el diseño de planos de cableado, esto debido a que la distribución de la red eléctrica por el edificio es de crucial importancia en las conexiones y la alimentación de los equipos.
- La construcción de la totalidad del conjunto se realiza por etapas por lo cual solo se tiene en cuenta el diseño de los dos primeros bloques de apartamentos (Bloque 3 y 4). El diseño del sistema de CCTV se realizó para estos dos edificios o bloques de acuerdo a los planos suministrados por la Constructora Gomez Correa S.A.S.
- El plano de urbanización del Conjunto Residencial aún no está disponible, por lo cual el exterior de los edificios no se tienen en cuenta para el diseño del sistema de CCTV.

8.2. DIAGNÓSTICO Y NECESIDADES

De acuerdo a las consideraciones anteriores el sistema de CCTV debe ofrecer la ventaja de escalabilidad, es decir que su crecimiento sea sencillo, sin mayores complicaciones; un sistema de CCTV basado en la tecnología IP ofrece dicha ventaja. Los dos bloques, bloque 4 y bloque 5, se componen de 8 pisos cada uno. Algunas plantas de los edificios tiene el mismo modelo por lo cual se hace más sencillo el diseño; en total son 16 plantas las que se tienen que vigilar, de las 16 existen 6 diseños diferentes. De acuerdo a los planos suministrados los diseños de las plantas o pisos son:

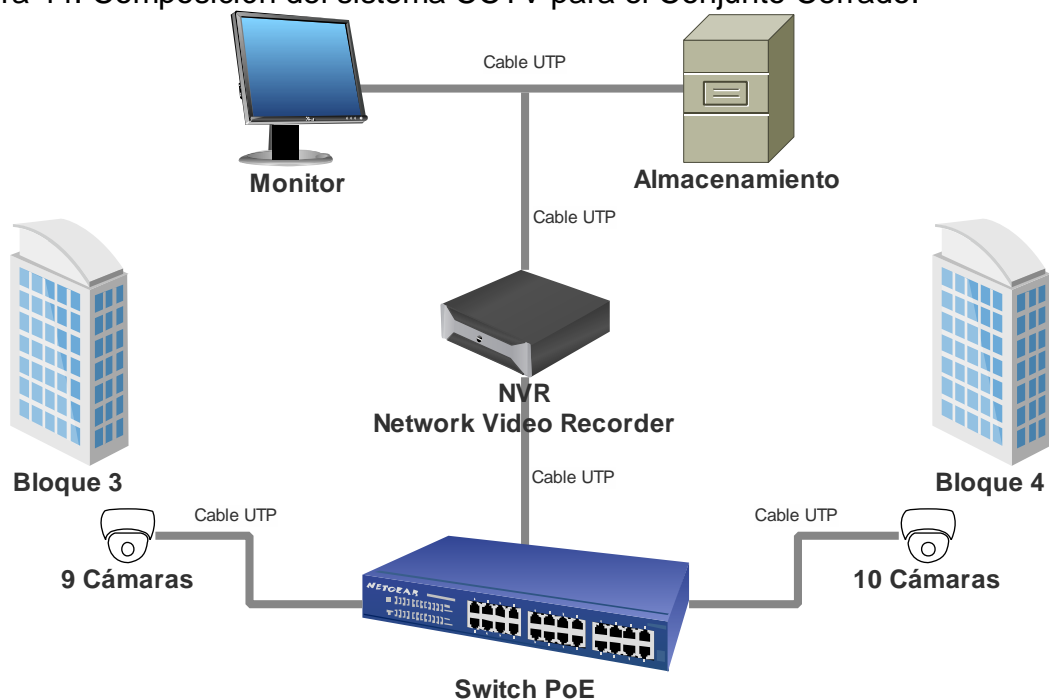
1. Primera planta, bloque 4: zona comercial del conjunto
2. Primera planta, bloque 3: apartamentos
3. Segunda y tercera planta, bloque 3 y 4: apartamentos
4. Cuarta, quinta y sexta planta, bloque 3 y 4: apartamentos
5. Séptima planta, bloque 3 y 4: apartamentos
6. Octava planta, bloque 3 y 4: se encuentra el altillo de los edificios, en esta planta solo se ubican apartamentos de tipo Pent-house, sin ninguna zona pública con necesidad de vigilancia.

Los diseños 3, 4 y 5 son muy parecidos en la parte de zona pública, por lo cual se puede tomar como un único diseño de planta, disminuyendo así los planos a cuatro.

8.3. DISEÑO DEL SISTEMA CCTV

Como se nombró en el capítulo 2, un CCTV basado en la tecnología IP se compone de una distribución de cámaras IP, un NVR y un sistema de almacenamiento, todo conectado por medio de cable UTP. En la figura 44 se muestra la composición propuesta para el CCTV del Conjunto Cerrado.

Figura 44. Composición del sistema CCTV para el Conjunto Cerrado.



Fuente: Autor

En la figura 44 se observa todos los componentes de hardware necesarios para la implementación de sistema CCTV; para la torre 3 se hace necesaria la instalación de 9 cámaras mientras que para el bloque 4 son necesarias 10 cámaras; a continuación se caracterizan cada uno de estos componentes. Cabe anotar que actualmente en el mercado existen NVR con el switch integrado.

8.3.1. Cámaras


















Las cámaras es un punto crítico en el diseño del sistema CCTV, si no el punto más importante; las cámaras son las encargadas de tomar todas las imágenes, dependiendo el modelo puede grabar audio, detectar movimiento y guardar información directamente en una tarjeta SD.

Existen algunos parámetros para elegir la cámara adecuada para la necesidad a satisfacer:

- Cámara interior o exterior: en este caso solo se utilizan cámaras para interiores, lo cual es una ventaja ya que dichas cámaras son más económicas dado que no necesitan sistemas anti vandálicos, lo que no quiere decir que no deba poseer cierto nivel de seguridad; en la elección de cámaras para interiores hay mayor gama de equipos, en cámaras exteriores los terminales deben cumplir ciertos protocolos
- Cámara de techo o de pared: existe variedad de modelos de cámaras, como se mostró en el capítulo 2, entre ellas según su ubicación. Para el Sistema de CCTV del conjunto se eligió usar cámaras tipo domo las cuales ofrecen algunas ventajas sobre otras ya que no puede moverse y enfocar a otra parte; es decir, algunos delincuentes, a la hora de delinquir, mueven las cámaras para que graben otra parte y así desenfocar el sitio donde se realiza el crimen.
- Sistema de alimentación de las cámaras: las cámaras analógicas poseen una desventaja enorme en el modo de alimentación con respecto a las cámaras IP. Anteriormente era necesario tener dos cables conectados a la cámara, uno de alimentación y otro para la transmisión de datos para lo que se utilizaba el cable coaxial. Actualmente algunos modelos de cámaras IP ofrecen la ventaja del sistema PoE (Power over Ethernet), tecnología que utiliza el cable UTP para la alimentación de las cámaras además para la transmisión de datos, disminuyendo así la complejidad de las instalaciones de sistemas de CCTV o video vigilancia.

Teniendo en cuenta estos parámetros se eligieron modelos de cámaras domo compatible con la tecnología PoE. De manera estratégica se determinó el número de cámaras necesarias para cada planta de los edificios, además de una cámara por cada ascensor. En la figura 45 se observa el número de cámaras propuestas para cada piso.

Figura 45. Número de cámaras por planta para cada edificio o bloque

Piso 8		Piso 8	
Piso 7		Piso 7	
Piso 6		Piso 6	
Piso 5		Piso 5	
Piso 4		Piso 4	
Piso 3		Piso 3	
Piso 2		Piso 2	
Piso 1	 	Piso 1	  
BLOQUE 3		BLOQUE 4	

Fuente: Autor

En total se utilizan 19 cámaras, incluyendo las dos de los ascensores. La ubicación de cada cámara se especifica por medio de planos, para una ubicación más precisa se utilizó el software “IP Video System Design Tool (Trial version)” con el cual se puede realizar el diseño tanto con la marca y referencia de la cámara, como con los ángulos de visión y especificaciones que cada una tiene.

8.3.2. NVR, Gestor de video

El NVR es el encargado de recibir los datos y guardarlos en una unidad de almacenamiento, es el cerebro del sistema de video vigilancia; existen NVR que necesitan de un Switch de red para que las cámaras puedan conectarse, pero también los hay con puertos incorporados, en este caso por economía se elige la segunda opción, NVR con puertos incorporados.

De acuerdo al modelo de NVR puede tener más o menos puertos, los cuales deben poseer la tecnología PoE que anteriormente se explicó, la cual es necesaria para un correcto funcionamiento y practicidad en la instalación de las cámaras en el sistema de CCTV.

El sistema debe ofrecer seguridad en caso de fallo de los equipos, por lo que se utilizan dos NVR en el sistema, uno por cada edificio; cada uno de estos equipos cuenta con 16 puertos los cuales no son utilizados en su totalidad, pero dan la posibilidad de crecimiento al sistema.

Se evaluó la posibilidad de utilizar un solo NVR, ya que en el mercado los hay con más puertos pero la mayoría cuenta con limitados puertos PoE y estos no alcanzan a cubrir la totalidad de las cámaras. Además el uso de varios NVR ofrece la ventaja antes mencionada de la fragmentación del sistema para la tolerancia a fallos.

8.3.3. Almacenamiento y Monitoreo

Para el monitoreo de video se puede utilizar cualquier pantalla con entrada VGA o HDMI; un monitor de un PC puede ser utilizado fácilmente. El almacenamiento se realiza en discos duros (HDD – Hard Disk Drive) con determinada capacidad que son conectados a través de puertos SATA al NVR. El NVR graba la información en el HDD y cuando llega a su capacidad máxima, empieza a borrar los datos más viejos para sobre escribir allí la información más actual.

8.3.4. Cableado

El cableado debe garantizar una correcta transmisión de los datos por lo cual la categoría 6 de cable UTP es una muy buena elección ya que maneja una excelente velocidad de trasmisión y da la posibilidad de migrar a sistemas muchos más completos sin necesidad de cambiar el cableado, ofreciendo muchos más servicios; la categoría 6 de cable UTP tiene las siguientes características:

- Maneja frecuencias hasta los 250MHz
- Velocidad de hasta 1Gbps
- Protección contra el ruido y la diafonía

8.4. SELECCIÓN DE HARDWARE CCTV

Existen infinidad de cámaras para dicha aplicación, en este caso se eligió la cámara mini domo marca DAHUA de referencia DH-IPC-HDBW1220E, la cual tiene las siguientes especificaciones:

- Tecnología CMOS 1/2.9", 2 Megapíxeles
- Compresión H.264+ & H.264 dual-stream encoding
- 25/30fps@2M(1920x1080)
- DWDR, Día/Noche(ICR), 3DNR, AWB, AGC, BLC
- Lente fijo 3.6 mm
- Max IR LEDs Length 30m
- IP67, IK10, PoE

Para los NVR se eligieron equipos también de la empresa DAHUA con referencia NVR5216-16P-4KS2. Este equipo posee buenas prestaciones ya que es compatible con dispositivos y sistemas de gestión de video de otras marcas. Además, el NVR presenta un menú de operación de acceso directo del mouse, administración y control remoto, almacenamiento central, almacenamiento de borde y almacenamiento de respaldo; posee algoritmos para el reconocimiento facial, detección de intrusión y seguimiento de objetos. Entre sus características técnicas principales se encuentran:

- Compresión inteligente: H.265+, H.265, H.264+, H.264 y MJPEG
- Ancho de banda entrante Max 320Mbps
- Hasta 12MP de resolución para vista previa y reproducción
- Salida de video simultanea HDMI/VGA

Para el almacenamiento es necesario disponer de varios discos duros; debido a la configuración de grabación que se les realice a las cámaras como por ejemplo el número de FPS (Fotogramas por segundo). Dependiendo de la configuración será necesario más o menos memoria en el disco duro. Una calidad aceptable de grabación se consigue con 15 FPS, aunque para una mayor calidad se puede aumentar este número hasta los 30 FPS.

En la tabla 6 se observa los cálculos de capacidad de disco duro (HDD) necesarios para diferente número de FPS y días de grabación; en la tabla se observa que a mayor número de FPS, el tamaño del fotograma disminuye, lo cual indica que la calidad de resolución de la imagen disminuye pero la calidad del video aumenta. Para el CCTV del conjunto se eligió la grabación en 20 FPS, para

lo cual es necesario 13,8 Terabytes de HDD; se utilizan entonces dos HDD de 6TB, que garantizan un poco menos de 30 días de grabación.

Tabla 6. Calculo de la capacidad de disco duro de acuerdo al número de FPS y días de grabación.

FPS	Tamaño de Frame (KB)	Ancho de Banda (Mbit/s)	Días	Número de Cámaras	Espacio del Disco (GB)	Espacio del Disco (TB)
10	30	24,58	30	10	7962,6	8,0
15	27	33,18	30	10	10749,5	10,7
20	26	42,6	30	10	13801,9	13,8
25	24	49,15	30	10	15925,2	15,9
30	23	56,52	30	10	18314	18,3
Resolución:			1920x1080 (FULL HD)			
Compresión:			H.624-10 (Calidad Alta)			
Grabación:			100%			

Fuente: Autor

Para redundancia del CCTV se propone el uso de una UPS (Uninterruptible Power Supply) o sistema de poder ininterrumpido, con el cual se garantiza el continuo funcionamiento del sistema ante interrupciones en la red eléctrica. Para determinar que UPS utilizar, es necesario tener en cuenta el consumo de energía de cada uno de los equipos del sistema, en la tabla 7 se observan dichos consumos.

Tabla 7. Consumo energético de los componentes del sistema

Dispositivo	Número de Dispositivos	Consumo Individual Promedio (W)	Consumo Total (W)
Cámaras	20	3,7	74
NVR	2	15,2	30,4
HDD (8TB)	4	10	40
Consumo Total:			144,4

Fuente: Autor

Se eligió una UPS con 3KVA de capacidad, lo que significa que tiene 4,2 KW aproximadamente de potencia; este equipo garantiza un funcionamiento de 5 minutos de autonomía con el 100% de su carga conectada, de acuerdo a esto entonces, se calcula el tiempo de funcionamiento con los equipos del CCTV conectados en su totalidad.

$$\frac{5\text{min}}{X} = \frac{4,2\text{kW}}{144,4\text{W}}$$

$$\frac{5\text{min}}{X} = 29,08$$

Con esta operación obtendríamos que 144,4W son 29,08 veces el consumo total, por lo tanto:

$$Tiempo = 5 * 29,08 = 145,4\text{min} = 2,42 \text{ Horas}$$

Con una carga de 144,4W la UPS tiene 145 minutos de autonomía, aproximadamente 2 horas y 30 minutos. Teniendo en cuenta que con 15 minutos de autonomía es un buen tiempo, las más de dos horas son una excelente opción, además que hace del sistema escalable pues se pueden conectar aún más equipos sin afectar en gran medida el funcionamiento y redundancia del sistema.

Una característica importante de la UPS es su tipo de tecnología, Standby u On Line, en este caso se eligió On Line de doble conversión; esta tecnología garantiza siempre una señal sinusoidal y regulada proveniente de sus baterías.

9. RESULTADOS

En el presente capítulo se muestra una valoración del desempeño del sistema, donde se evalúa el módulo contra incendios, la interfaz y un módulo general de prueba con el cual se verifica la recepción y envío de datos desde un microcontrolador, pasando por el módulo WiFi, para finalmente ser almacenados en la base de datos y mostrados en la interfaz.

9.1. MÓDULO DE MONITOREO DE INCENDIOS

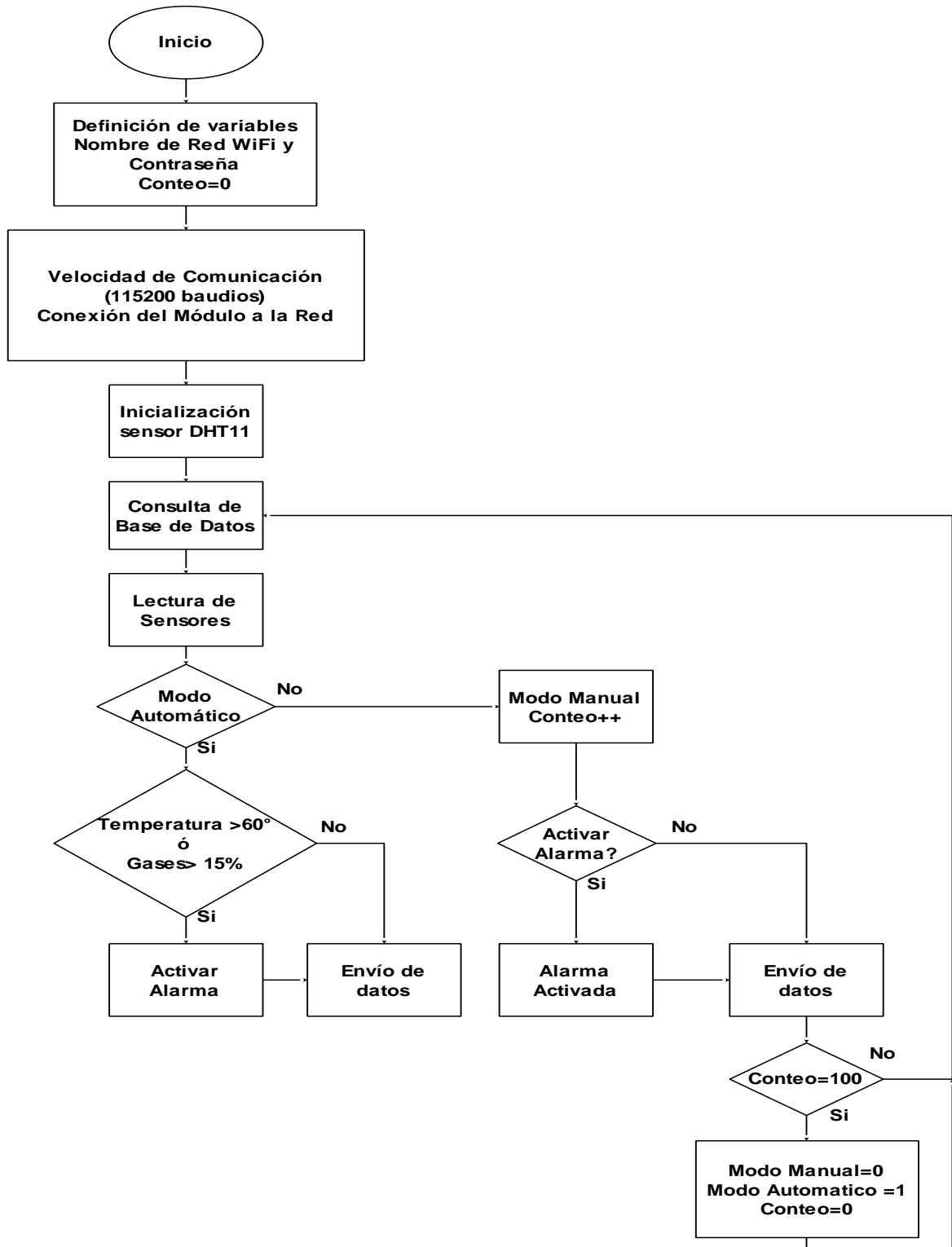
La implementación del módulo monitoreo de incendios tuvo unos resultados satisfactorios. Según el diseño planteado anteriormente, con el uso de los sensores DHT11 (Sensor de Temperatura y Humedad), MQ7 (Sensor de Alcohol y Gases) y el sensor PIR (Detector de Movimiento), se miden las variables de la habitación donde es instalado y mediante el módulo WiFi se envían los datos a la base de datos para posteriormente ser mostrados en la página web. El sensor MQ7 es analógico por lo cual se utiliza el puerto analógico de la placa WiFi, mientras que los demás sensores son digitales y el pin al cual se conecte no tiene gran relevancia.

En la figura 46 se muestra el diagrama de flujo del algoritmo del módulo de monitoreo de incendios. El módulo debe estar conectado a una red WiFi donde el usuario debe registrar el nombre y la contraseña. Una vez se establezca conectividad y se realicen configuraciones de operación (Velocidad de transmisión) el módulo empieza a consultar los valores (Estado de la alarma, modo manual o automático) de la base de datos. El usuario determina el modo de operación manual o automático del módulo mediante la configuración de una variable que se activa o desactiva desde la interfaz Web.

La forma automática de funcionamiento activa la alarma y envía una notificación de acuerdo a un valor predeterminado de la lectura de los sensores. Por medio del modo manual se puede activar o desactivar la alarma, es importante tener presente que si la alarma se activa en el modo automático solo se puede desactivar por el modo manual.

El modo manual estará activo por cierto tiempo, debido a que en la activación de la alarma el valor de las variables registradas por los sensores, si llegase a ocurrir un accidente, no se tienen en cuenta para el envío de alguna notificación, solo se hace cuando el módulo está configurado en el modo automático.

Figura 46. Diagrama de Flujo de del algoritmo del módulo de monitoreo de incendios



Fuente: Autor

El tiempo que está activo el modo manual es controlado por una variable de conteo que se incrementa hasta llegar a un valor determinado y se reinicia activando el modo automático. Luego de verificar los estados de la alarma y del modo de configuración, el módulo envía los datos registrados por los sensores correspondientes a temperatura, humedad y gases, a la base de datos donde son almacenados para ser visualizados en la interfaz de la página web.

Debido a que las magnitudes registradas por los sensores no varían bruscamente a lo largo del tiempo, es decir sus cambios son lentos, el módulo se actualiza cada 10 segundos, lo que quiere decir que, si se activa la alarma desde la interfaz, esta se activa solo hasta 10 segundos después. De igual manera, los valores que se visualizan en la interfaz tardan 10 segundos en actualizarse. En la figura 47 se observa el circuito del módulo monitoreo de incendios.

Figura 47. Módulo de monitoreo de incendios y detector de intrusos



Fuente: Autor

9.2. CIRCUITO GENERAL DE PRUEBA

Para comprobar el funcionamiento de las demás subpáginas de la página web y el envío y recepción de datos de los módulos de acceso y luminosidad, se diseñó e implementó un circuito general de prueba con el cual se envían datos desde el circuito al ESP8266 para posteriormente ser almacenados en la base de datos y viceversa, es decir, envío de datos desde la interfaz al circuito microcontrolado.

La comunicación entre el microcontrolador y el ESP8266 se realiza mediante el protocolo I2C (Inter-Integrated Circuit), donde es necesario trabajar con un dispositivo maestro y otro esclavo. Lo ideal es que el microcontrolador fuese el maestro y el ESP8266 el esclavo, pero la placa WiFi no puede trabajar como esclavo según sus especificaciones.

Para realizar la comunicación por este protocolo son necesarios solo dos pines de conexión, uno para la señal de sincronismo SCL (Serial Clock) y otro para datos SDA (Serial Data). SCL es el pin por el cual el dispositivo maestro genera una señal de reloj para la sincronización en la transmisión de datos entre los dos dispositivos, y el pin SDA es la vía de comunicación entre el maestro y el esclavo para transferencia de información.

Debido a la incompatibilidad del ESP8266 de trabajar como esclavo es necesario acondicionar dos pines más de conexión entre los dispositivos, uno para que el microcontrolador informe al ESP8266 cuándo necesita enviar información y otro que declare cuándo necesita recibirla.

El circuito del microcontrolador consta de una pantalla LCD graficadora (GLCD), un teclado matricial, además de tener los demás componentes del módulo control de acceso (Motor DC e Interruptor magnético). El circuito trabaja en modo manual o automático, en modo manual envía datos hacia la interfaz, mientras que en modo automático los recibe. En la figura 48 se muestra el circuito de prueba, con su funcionamiento y su PCB.

Figura 48. Circuito de prueba, funcionamiento y esquemático PCB



Fuente: Autor

El envío y recepción de datos desde el circuito de prueba a la interfaz tiene un retraso de aproximadamente 8 segundos, lo que significa que desde el cambio del punto de operación de la bombilla o la persiana, la información se demora dicho tiempo en llegar de un extremo al otro.

9.3. INTERFAZ WEB

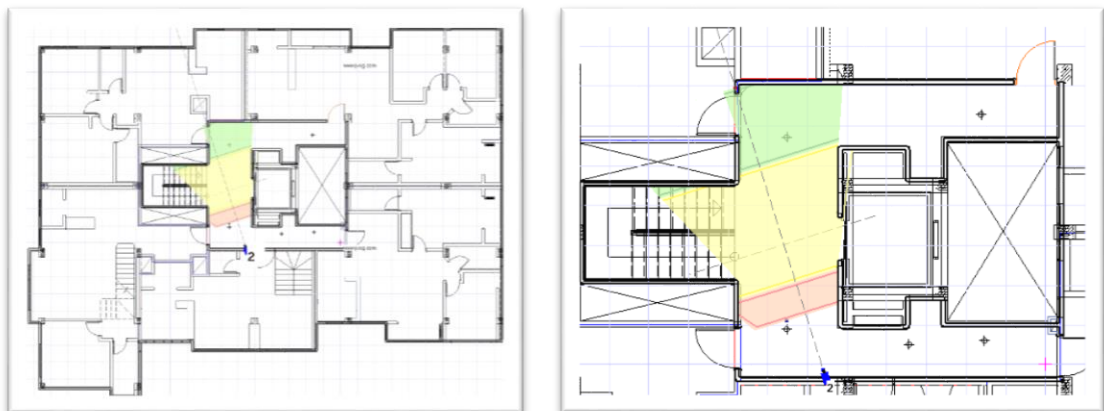
La interfaz web funciona adecuadamente, en la conexión con la base de datos trabaja de manera fluida y se actualizan los datos en tiempo real. Algunas funcionalidades como el sistema de notificaciones se actualizan cada 5 segundos, pero es un sistema que se puede mejorar por medio del uso de otros tipos de tecnologías y archivos.

Para que la interfaz web tenga un funcionamiento con condiciones satisfactorias de velocidad, se recomienda tener acceso a internet en el equipo donde se aloja la base de datos.

9.4. CCTV

Por medio del software *IP Video System Design Tool 9.1 (Trial Version)* se realizó el diseño principal del sistema de CCTV, allí se determinaron las ubicaciones de las cámaras para tener el mayor ángulo de visión, en la figura 49 se muestra la ubicación de la cámara en una planta del edificio.

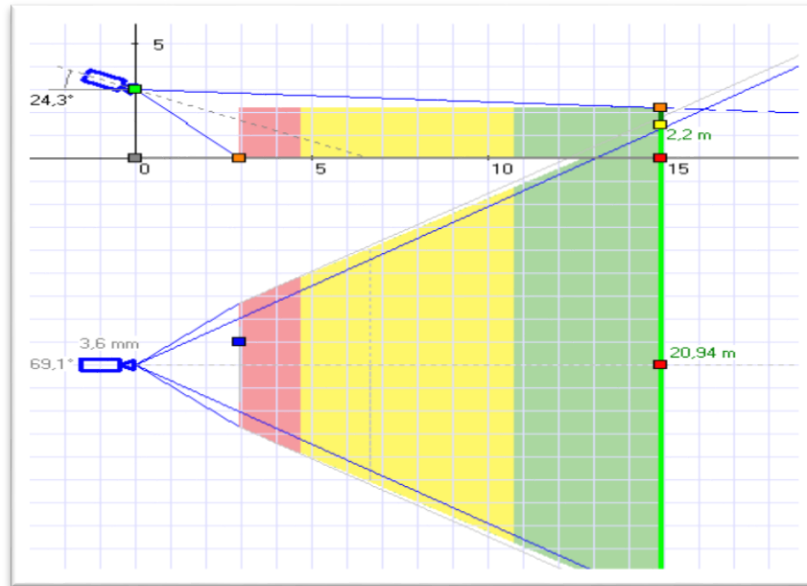
Figura 49. Ubicación de la cámara de seguridad en una planta del edificio



Fuente: IP Video System Design Tool 9.1 (Trial Version)

En la figura 50 se muestra el dibujo de instalación de la cámara, con el ángulo de inclinación, además con la distancia focal y la distancia de grabación, puntualizando la respecta calidad de toma de imágenes, disminuyendo la calidad de la imagen del objetivo con respecto a la distancia de la cámara como se especifica con los colores, siendo el color rojo de mayor calidad y el verde menor calidad de imagen.

Figura 50. Dibujo de la instalación de la cámara



Fuente: IP Video System Design Tool 9.1 (Trial Version)

El software ofrece la posibilidad de colocar objetos de prueba, en este caso se coloca una persona, como se observa en la figura 51. Un objetivo ubicado a la máxima distancia de grabación se observará con el detalle de la imagen derecha de la figura 51.

Figura 51. Vista en el NVR (Izquierda), detalle del objetivo (Derecha)



Fuente: IP Video System Design Tool 9.1 (Trial Version)

10. PRESUPUESTO PARA EL SISTEMA

A continuación se muestra un presupuesto estimado de los equipos necesarios para la instalación del sistema domótico y el sistema CCTV.

Tabla 8. Presupuesto necesario para el Sistema Domótico (Parte 1)

Sistema Domótico				
MÓDULO	ELEMENTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Incendios	Placa ESP8266	1	\$ 20.000	\$ 20.000
	Sensor de Humo	1	\$ 10.000	\$ 10.000
	Sensor DHT11	1	\$ 8.000	\$ 8.000
	Fuente 5V	1	\$ 7.000	\$ 7.000
	Regulador 3.3V	1	\$ 2.000	\$ 2.000
	Alarma	1	\$ 5.000	\$ 5.000
	Otros	1	\$ 15.000	\$ 15.000
	SUBTOTAL			
Luminosidad	Placa ESP8266	1	\$ 20.000	\$ 20.000
	Controlador	1	\$ 15.000	\$ 15.000
	Detector Cruce por cero	1	\$ 15.000	\$ 15.000
	Fuente 5V	1	\$ 7.000	\$ 7.000
	Fotorresistor	1	\$ 2.000	\$ 2.000
	Otros	1	\$ 15.000	\$ 15.000
	SUBTOTAL			
Acceso	Placa ESP8266	1	\$ 20.000	\$ 20.000
	Pantalla GLCD	1	\$ 30.000	\$ 30.000
	Teclado	1	\$ 10.000	\$ 10.000
	Controlador	1	\$ 25.000	\$ 25.000
	Motor DC	1	\$ 15.000	\$ 15.000
	Fuente 5V	1	\$ 7.000	\$ 7.000
	Interruptor	1	\$ 2.000	\$ 2.000
	Otros	1	\$ 15.000	\$ 15.000
	SUBTOTAL			

Fuente: Autor

Tabla 9. Presupuesto necesario para el Sistema Domótico (Parte 2)

MÓDULO	ELEMENTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Interrupor	Placa ESP8266 (ESP01)	1	\$ 9.000	\$ 9.000
	SCR	1	\$ 3.000	\$ 3.000
	Fuente 5V	1	\$ 7.000	\$ 7.000
	SUBTOTAL			\$ 34.000
Persianas	Placa ESP8266	1	\$ 20.000	\$ 20.000
	Puente H	1	\$ 5.000	\$ 5.000
	Fuente 12V	1	\$ 10.000	\$ 10.000
	Regulador 3.3V	1	\$ 2.000	\$ 2.000
	Regulador 5V	1	\$ 2.000	\$ 2.000
	Finales de Carrera	3	\$ 2.000	\$ 6.000
	Fotorresistor	1	\$ 2.000	\$ 2.000
	Motor DC	1	\$ 15.000	\$ 15.000
	Otros	1	\$ 15.000	\$ 15.000
	SUBTOTAL			\$ 77.000
	Aire Libre	Fotorresistor	1	\$ 2.000
SCR		1	\$ 3.000	\$ 3.000
Otros		1	\$ 15.000	\$ 15.000
SUBTOTAL			\$ 20.000	
Escaleras	Sensor de Movimiento	1	\$ 20.000	\$ 20.000
	SUBTOTAL			\$ 20.000
Otros	Modem	1	\$ 80.000	\$ 80.000
	PC	1	\$ 500.000	\$ 500.000
	SUBTOTAL			\$ 580.000
TOTAL				\$ 996.000

Fuente: Autor

Tabla 10. Total presupuesto para el sistema domótico

Módulo	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Incendios	4	\$ 67.000	\$ 268.000
Luminosidad	5	\$ 74.000	\$ 370.000
Acceso	1	\$ 124.000	\$ 124.000
Persianas	5	\$ 77.000	\$ 385.000
Instalación por Hora	20	\$ 40.000	\$ 800.000
Diseño del sistema	1	\$2'000.000	\$2'000.000
TOTAL			\$ 3.947.000

Fuente: Autor

Tabla 11. Valor comercial de cada Módulo

Módulo	Valor Comercial
Incendios	\$ 150.000
Luminosidad	\$ 100.000
Acceso	\$ 200.000
Persianas	\$ 100.000

Fuente: Autor

Tabla 12. Presupuesto Sistema CCTV

CCTV			
ELEMENTO	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Cámara IP Tipo Domo	20	\$ 125.966	\$2'998.000
NVR	2	\$ 835.125	\$1'987.598
Disco Duro 6TB(HDD)	4	\$ 747.899	\$2'991.596
Cable UTP	2 (Caja 305 mts)	\$ 114.900	\$ 229.800
UPS	1	\$1'276.900	\$1'276.900
Monitor	5	\$150.000	\$750.000
Instalación por hora	80	\$50.000	\$4'000.000
TOTAL:			\$14'233.894

Fuente: Autor

Es importante resaltar que algunos precios fueron consultados desde internet, por lo cual estos varían de acuerdo al proveedor; los precios de instalación también varían de acuerdo al contratista. Para el CCTV el diseño del plano de cableado no se tiene presente, por lo cual el presupuesto puede aumentar.

11. CONCLUSIONES

Se realizó el diseño de un sistema domótico para el Conjunto Cerrado El Portal del Bosque basado en la seguridad y la iluminación, que garantiza un mayor confort a los habitantes del conjunto por medio de las funciones de monitoreo, manejo y control de algunas variables de las viviendas.

El sistema al estar basado en la tecnología WiFi, garantiza una fácil instalación, sin necesidad de un cableado complejo, ya que solo se hace necesario el uso de una red de internet dentro del hogar para que los dispositivos se conecten y empiecen a realizar sus funciones determinadas.

Las interfaces web ofrecen muchas ventajas para la implementación no solo de sistemas domóticos, sino para sistemas con diferentes propósitos. En el caso de los sistemas domóticos, por medio de esta tecnología, se pueden incluir diversas funciones para aumentar la automatización, la seguridad, el confort y el ahorro en lugares residenciales o hasta en edificios empresariales.

El internet de las cosas está teniendo cada vez más incursión dentro de la vida diaria de las personas, por lo cual ofrecer la posibilidad de sus ventajas a la sociedad local, abre nuevas posibilidades de negocio para la masificación de nuevas tecnologías.

La redundancia en el CCTV, es una característica necesaria, ya que garantiza el monitoreo y grabación continuamente sin ninguna interferencia, lo cual ofrece mayor seguridad y posibilidad de que actos delictivos sean grabados por el sistema.

12. RECOMENDACIONES

El módulo de luminosidad está diseñado para bombillas dimerizables, por lo tanto para una mayor eficiencia se puede diseñar un sistema que integre tecnología LED, caracterizada por su bajo consumo en relación a otras tecnologías. Para el uso de bombillas LED se hace necesario el uso de otro tipo de dimmer, basado en señales SPWM y convertidores conmutados.

El módulo de incendios, a modo de prueba, fue diseñado con sensores poco profesionales por lo tanto las mediciones no son tan exactas; para obtener una mayor confiabilidad deberían sustituirse por sensores más sofisticados.

Para el módulo de persianas es posible la implementación de un control para el motor DC, con el cual no es necesaria la instalación de finales de carrera.

El control de acceso puede migrar a otros métodos muchos más eficientes y rápidos de verificación como el RFID, tarjetas de proximidad, biométricos, torniquetes, entre otros.

Para el manejo remoto del sistema domótico desde cualquier parte del mundo, es recomendable el uso de un servicio de hosting o la implementación de un servidor con configuraciones determinadas para el acceso externo, el cual debe estar disponible las 24 horas.

13. REFERENCIAS

- Accerto. (2014). *Diseño páginas web. El lenguaje HTML*. Grupo Planeta Spain, 2014. Retrieved from https://books.google.com.co/books?id=ne6zAgAAQBAJ&dq=lenguaje+html&source=gbs_navlinks_s
- Almsaeed, A. (2017). Free Bootstrap Admin Template | AdminLTE.IO. Retrieved March 8, 2018, from <https://adminlte.io/>
- Arias, A. (2015). *Bases de Datos con MySQL: 2ª Edición - Ángel Arias - Google Books*. Retrieved from <https://books.google.com.co/books?id=EojJCgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=BASES+DE+DATOS&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiegcem1aXZAhVLnlkKHUGDBPQQ6AEILDAB#v=onepage&q=BASES DE DATOS&f=false>
- Berzal, F., Cortijo, F. J., & Cubero, J. C. (n.d.). *Desarrollo Profesional de Aplicaciones Web con ASP.NET - Google Books*. iKor Consulting. Retrieved from https://books.google.com.co/books?id=J1d_9l6zIAIC&pg=PA89&dq=protocolo+http&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwj4gZ-n47nZAHUGnlkKHYYiJA9oQ6AEIJAA#v=onepage&q=protocolo http&f=false
- Chaparro Avila, E., Renard Reese, M., & United Nations. Economic Commission for Latin America and the Caribbean. (2005). *Elementos conceptuales para la prevención y reducción de daños originados por amenazas socionaturales*. Naciones Unidas, CEPAL.
- Choudhury, B., Choudhury, T. S., Pramanik, A., Arif, W., & Mehedi, J. (2015). Design and implementation of an SMS based home security system. In *2015 IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT)* (pp. 1–7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICECCT.2015.7226115>
- Cobo, A., Gómez, P., Pérez, D., & Rocha, R. (2005). *PHP y MySQL : tecnologías para el desarrollo de aplicaciones web*. Ediciones Díaz de Santos.
- Comer, D. E. (1996). *Redes Globales de información con Internet y TCP/IP* (Tercera). Naucalpan de Juárez, Edo. de México: Pearson Educación.
- Comercio, S. de I. y. (2016). Protección de datos personales en sistemas de videovigilancia. *SuperIntendencia de Industria Y Comercio*. Retrieved from http://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Nuestra_Entidad/Guia_Vigilancia_sept16_2016.pdf
- Contreras, J. C. M., Campoverde, R. S. A., Hidalgo, J. C. C., & Tapia, P. E. V. (2015). Mobile applications using TCP/IP-GSM protocols applied to domotic. In *2015 XVI Workshop on Information Processing and Control (RPIC)* (pp. 1–4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/RPIC.2015.7497085>
- DomoPrac. (2017). Control del sistema de iluminación con domótica - Integración

- domótica - DomoPrac - Domotica practica paso a paso. Retrieved February 13, 2018, from <http://www.domoprac.com/domoteca/domoteca/integracion-domotica/control-del-sistema-de-iluminacion-con-domotica.html>
- Durango, M. B., Ospina, N. L., Carvajal, J., & Fonseca, A. (2012). Análisis y diseño de un prototipo de sistema domótico de bajo costo/Analysis and design of a low cost home automation prototype system. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, (63), 117–128. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1613619925?accountid=45668>
- ESP8266 Datasheet. (2015). ESP8266EX Datasheet. *Espressif Systems Datasheet*, 1–31. Retrieved from https://www.adafruit.com/images/product-files/2471/0A-ESP8266__Datasheet__EN_v4.3.pdf
- Fernández, A., Goicoechea, M., Hernández, L., & López, D. (2012). *Filología y Tecnología: introducción a la escritura, la informática, la ...* - Google Books. Madrid: Complutense. Retrieved from <https://books.google.com.co/books?id=Kdf6VUfK7BcC&pg=PA143&dq=servidor+web+internet+de+las+cosas&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiKxK-lyZXZAhWpzlkKHTSIATcQ6AEIJjAA#v=onepage&q=servidor&f=true>
- García Mata, F. J. (2011). *Videovigilancia: CCTV usando vídeos IP*. (Vertice, Ed.). Málaga-España. Retrieved from <https://books.google.com.co/books?id=xb3mzBE-yloC&printsec=frontcover&dq=cctv&ei=LM99WvLgHpHG5AL1qpjgCg&cd=1#v=onepage&q=cctv&f=false>
- Gokaraju, B., Yessick, D., Steel, J., Doss, D. A., & Turlapaty, A. C. (2016). Integration of intrusion detection and web service alarm for home automation system using “ARM” microprocessor. In *SoutheastCon 2016* (pp. 1–2). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SECON.2016.7506717>
- Gormaz González, I. (2007). *Técnicas y procesos en las instalaciones singulares en los edificios : instalaciones electrotécnicas*. Thomson-Paraninfo.
- Gunpath, S., Murdan, A. P., & Oree, V. (2017). Design and implementation of a low-cost Arduino-based smart home system. In *2017 IEEE 9th International Conference on Communication Software and Networks (ICCSN)* (pp. 1491–1495). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICCSN.2017.8230356>
- Hallak, G., Bumiller, G., & Swart, T. G. (2016). PLC for Home and Industry Automation. In *Power Line Communications* (pp. 449–472). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118676684.ch7>
- Huidobro, J. M., & Millán Tejedor, R. J. (2010). *Manual de domótica*. Creaciones Copyright.
- ICONTEC. (1998). Código Eléctrico Colombiano: NTC 2050. *Código Eléctrico Colombiano*, 847.
- IDAE, & CEI. (2005). *Guía Técnica Aprovechamiento de la Luz Natural de Edificios*. Comité Español de Iluminación (CEI), Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- Jian, X., & Zhilong, L. (2012). Intelligent community system based on LonWorks

- technology. *Proceedings - 2012 9th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, FSKD 2012*, (Fskd), 2385–2387. <https://doi.org/10.1109/FSKD.2012.6233885>
- Junestrand, S., Passaret, X., & Vázquez, D. (2004). *Domótica y hogar digital*. España: Thomson-Paraninfo.
- KNX Association - KNX Association [Official website]. (2017). Retrieved February 8, 2018, from <https://www.knx.org/knx-en/index.php>
- Konara, K. M. S. Y., Kolhe, M. L., & Sankalpa, W. G. C. A. (2016). Grid synchronization of DC energy storage using Voltage Source Inverter with ZCD and PLL techniques. *2015 IEEE 10th International Conference on Industrial and Information Systems, ICIIIS 2015 - Conference Proceedings*, 458–462. <https://doi.org/10.1109/ICIINFS.2015.7399055>
- Kumar, A., Kajale, A., Kar, P., Shareef, A., & Panda, S. K. (2017). Location-aware Smart Lighting System for Individual Visual Comfort in Buildings, *3(Gcce)*, 6–7.
- Kumar, P., & Umesh Chandra Pati. (2016). Arduino and Raspberry Pi based smart communication and control of home appliance system. In *2016 Online International Conference on Green Engineering and Technologies (IC-GET)* (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/GET.2016.7916808>
- Lita, A. I., Visan, D. A., Mazare, A. G., & Ionescu, L. M. (2017). Door automation system for smart home implementation. In *2017 IEEE 23rd International Symposium for Design and Technology in Electronic Packaging (SIITME)* (pp. 345–348). IEEE. <https://doi.org/10.1109/SIITME.2017.8259925>
- Manuel, J., Novel, B., Calafat, C., Eduardo, S., & Adrian, N. (2007). La Domótica Como Solución de Futuro, 25. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Markwalter, B., & Rusell, C. (1998). Bus de electrónica de consumo, un sistema de comunicación robusto.pdf. Atlanta, Georgia: WAM 4.1. <https://doi.org/CH2564-3/88/0000-0042>
- MARTI, S. (2013). Diseño de un sistema de televigilancia sobre IP para el edificio CRAI de la Escuela Politécnica Superior de Gandia (p. 53). Gandia. Retrieved from <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/34082/memoria.pdf?sequence=1>
- Martín Castillo, J. C. (2009). *Iniciación a la domótica (Instalaciones domóticas) - Juan Carlos Martín - Google Books*. EDITEX. Retrieved from <https://books.google.com.co/books?id=byLiAwAAQBAJ&pg=PA13&dq=sensor+en+domotica&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjqs-TgipTZAhWDtVkKHY3yAuAQ6AEIMzAC#v=onepage&q=sensor+en+domotica&f=true>
- Microchip. (2008). Pic18F4620. *Pic*, 1–412. Retrieved from <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39626e.pdf>
- Minera, F. (2008). *Curso de Programación PHP: aprenda a programar con el*

- lenguaje más flexible*. Gradi.
- Ministerio de Minas y Energía. (2013). RETIE resolución 9 0708 de agosto 30 de 2013 con sus ajustes. *Resolucion 90708*.
- Minminas. (2015). Reglamento Tecnico de Iluminacion y Alumbrado Publico, RETILAP 2010. *PhD Proposal*, 1. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Miori, V., & Russo, D. (2014). Domotic Evolution towards the IoT. In *2014 28th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops* (pp. 809–814). IEEE. <https://doi.org/10.1109/WAINA.2014.128>
- Mora Chamorro, H. (2013). *Manual del vigilante de seguridad. Tomo I*. Editorial Club Universitario.
- Morel, N. (2016). *Técnico electricista 22 - Portones eléctricos, CCTV y cámaras IP: Curso visual y práctico*. (RedUSERS, Ed.) (22nd ed.). book, RedUSERS, 2016. Retrieved from <https://books.google.com.co/books?id=E-laDQAAQBAJ>
- Moro Vallina, M. (2011). *Instalaciones domóticas: instalaciones eléctricas y automáticas*. Madrid, España: Paraninfo.
- NFPA. (2018). Retrieved March 15, 2018, from <https://www.nfpa.org/>
- Pic, L. F., Analog, C. I., & Microcontrollers, F. (2015). PIC16(L)F1705/9 Data Sheet, 16(L).
- Philips Lighting Holding B.V. (2018). Philips Hue Bulbs | Wireless Light | Philips Lighting. Retrieved February 13, 2018, from <https://www.philips.co.in/c-m-li/hue>
- Raja, M. A., Reddy, G. R., & Ajitha. (2017). Design and implementation of security system for smart home. In *2017 International Conference on Algorithms, Methodology, Models and Applications in Emerging Technologies (ICAMMAET)* (pp. 1–4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICAMMAET.2017.8186705>
- Rivas Arias, J. M. (2009). *Manual ilustrado para la instalación domótica la tecnología entra en casa*. Paraninfo.
- Rivas, P. (2018). Led. Ahorro energético en iluminación de interiores y exteriores. Retrieved April 22, 2018, from <https://instalacionesyeficienciaenergetica.com/led-ahorro-energetico-en-iluminacion/>
- Romero Laguillo, L. F. (1998). *Publicar en Internet : guía práctica para la creación de documentos HTML*. Servicio de Publicaciones, Universidad de Cantabria.
- Saavedra Silveira, R. (2009). *Automatización de viviendas y edificios*. Barcelona, España: Ceac.
- Saputra, F. A., Rasyid, M. U. H. Al, & Abiantoro, B. A. (2017). Prototype of early fire detection system for home monitoring based on Wireless Sensor Network. In *2017 International Electronics Symposium on Engineering Technology and*

- Applications (IES-ETA)* (pp. 39–44). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/ELECSYM.2017.8240373>
- Smart Homes | Zigbee Alliance. (2018). Retrieved February 19, 2018, from <http://www.zigbee.org/what-is-zigbee/494-2/>
- Stallings, W. (2004). *Comunicaciones y Redes de Computadores*. Pearson Prentice Hall, 7° Edición(978-84-205-4110–5), 896.
- Terán Anciano, J. (2010). *Manual de Introducción al lenguaje HTML. Formación para el Empleo*. (S. L. Editorial CEP, Ed.) (Octubre 20). Madrid, España. Retrieved from https://books.google.com.co/books?id=NOtCDwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=lenguaje+html&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjJvbKVobzZAhWKxVvKkHUfzC_sQ6AEIKzAB#v=onepage&q=lenguaje+html&f=false
- The PHP Group. (2018). PHP: Hypertext Preprocessor. Retrieved February 23, 2018, from <http://php.net/>
- The Source for X10; X10 Pro Genuine Products. (2017). Retrieved February 8, 2018, from <https://www.x10.com/>
- Valdés Pérez, F. E., & Pallás Areny, R. (2007). *Microcontroladores: fundamentos y aplicaciones con PIC*. Marcombo Ediciones Técnicas.
- Villada Romero, J. L. (2015). *Instalación y configuración del software de servidor web (UF1271)*. IC Editorial.
- Z-Wave | Safer, Smarter Homes Start with Z-Wave. (2018). Retrieved February 8, 2018, from <http://www.z-wave.com/>