

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA**

CARRERA DE MECATRÓNICA

*Trabajo de titulación previo
a la obtención del título de
Ingeniero en Mecatrónica*

PROYECTO TÉCNICO:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA
SMART HOME APLICADO EN UNA VIVIENDA EN
LA CIUDAD DE AZOGUES”**

AUTORES:

JUAN MANUEL CHÁVEZ LÓPEZ
CAMILO JOSÉ VELECELA CHACÓN

TUTOR:

ING. DIEGO PAÚL CHACÓN TROYA, Mdhhd.

CUENCA – ECUADOR

2021

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Juan Manuel Chávez López con documento de identificación N° 0302353453 y Camilo José Velecela Chacón con documento de identificación N° 0302983986, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SMART HOME APLICADO EN UNA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE AZOGUES”**, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero en Mecatrónica*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre del 2021



Juan Manuel Chávez López
C.I. 0302353453



Camilo José Velecela Chacón
C.I. 0302983986

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SMART HOME APLICADO EN UNA VIVIENDA EN LA CIUDAD DE AZOGUES**”, realizado por Juan Manuel Chávez López y Camilo José Velecela Chacón, obteniendo el *Proyecto Técnico* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, noviembre del 2021



Ing. Diego Paúl Chacón Troya, Mdhd.
C.I. 1900268168

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, Juan Manuel Chávez López con documento de identificación N° 0302353453 y Camilo José Velecela Chacón con documento de identificación N° 0302983986, autores del trabajo de titulación: **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA SMART HOME APLICADO EN UNA VIVIENDA DE LA CIUDAD DE AZOGUES”**, certificamos que el total contenido del *Proyecto Técnico*, es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, noviembre del 2021



Juan Manuel Chávez López
C.I. 0302353453



Camilo José Velecela Chacón
C.I. 0302983986

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mis padres Jaime y Verónica que durante toda mi vida me han dado tanto apoyo físico, monetario y sobre todo emocional y siempre han esta de forma incondicional de mi lado brindando me apoyo y creyendo en mi inclusive cuando yo no lo hacía, sin ellos este proyecto no existiera y el ser humano que soy ahora tampoco.

Juan Manuel Chávez López

DEDICATORIA

La culminación del presente proyecto al ser una meta cumplida en mi vida, quiero dedicarlo a mi familia, en especial a mis padres, Marco y María Esther, sin su compañía y junto al apoyo y cariño recibido no hubiera sido posible alcanzar cada una de las metas obtenidas durante mi vida Universitaria.

Camilo José Velecela Chacón

AGRADECIMIENTOS

De primero el agradecimiento a mis padres por el apoyo continuo y su constante creencia en mi De igual manera el agradecimiento a mi hermana Andrea por los ánimos y ayuda emocional durante mi vida.

Un gran agradecimiento a mi hermano Israel por sus enseñanzas durante toda la vida y su constante impulso a mi persona para ser mas investigativo y curioso la cual me formo durante toda mi vida hasta este momento.

De igual forma a mis tíos, primos y abuelos que siempre han sido una constante en mi vida con su apoyo y todas las alegrías atravez de los años.

Agradecimiento a mi nana Rosi que después de mis padres fue la persona que mas influyo en mi crianza de la infancia.

De igual manera agradecimiento a mi amigo y compañero de tesis Camilo Velecela por su trabajo constante con mi persona para la elaboración de este proyecto.

A mis mejores panas Mateo, JuanBer y Francisco por su amistad, compañerismo y apoyo todos estos años.

Por ultimo un agradecimiento a todos los profesores de mi vida universitaria por sus enseñanzas y apoyo para cumplir esta meta pero en especial a ingeniero Diego Chacón por el constante impulso dado y sabiduría impartida al realizar este proyecto y también al ingeniero Luis López por su paciencia y ayuda constante en cada paso de este proyecto.

Juan Manuel Chávez López

AGRADECIMIENTOS

Mis agradecimientos en especial a mis padres, quienes con su consejo supieron guiarme siempre por el mejor camino y hacer frente a todos los obstáculos que se presentaron a lo largo de la Universidad y la vida.

A mi hermano Juan Salvador, quien siempre fue un ejemplo a seguir durante toda mi vida.
A mi enamorada Daniela, quien con sus palabras de aliento me motivaba siempre a dar lo mejor de mí.

A mi compañero de proyecto y amigo Juan Manuel por su paciencia y dedicación para la elaboración de este proyecto.

A toda mi familia, sin ellos no hubiese sido posible todo lo que hasta hoy lo he conseguido.
Un agradecimiento a todos los docentes de la carrera, en especial a nuestro tutor del proyecto, Ingeniero Diego Chacón, por su paciencia, dedicación y guía en el desarrollo exitoso del proyecto presentado.

A los grandes amigos que la Universidad me regaló. A mis amigos que conforman Manolas Melcochas por todas a las risas, alegrías, tristezas y malas noches compartidas, haciendo que el paso durante la Universidad sea muy agradable y lleno de historias para recordar.

Camilo José Velecela Chacón

Este documento fue realizado enteramente en L^AT_EX

Índice

1. Introducción.	1
2. Problema.	1
2.1. Antecedentes	1
2.2. Importancia y alcances	2
2.3. Delimitación	3
2.4. Problema General.	4
2.5. Problemas Específicos.	4
3. Objetivos.	5
3.1. Objetivo General.	5
3.2. Objetivos Específicos.	5
4. Marco Teórico.	5
4.1. Smart Home.	5
4.2. Protocolos de Red para Edificaciones.	7
4.3. Comparación entre protocolo KNX vs protocolo LonWorks.	7
4.4. Protocolo KNX.	8
5. Hipótesis	9
5.1. Hipótesis General.	9
5.2. Hipótesis Específicas.	9
6. Descripción de Dispositivos y Sistemas de Buses KNX.	10
6.1. Sensores.	10
6.2. Actuadores	10
6.3. Miniservidor	11
6.4. Fuente de alimentación	11
6.5. Interfaz Universal	11
6.6. Pulsantes	11
6.7. Sistema de buses KNX	11
7. Estudio Inmótico de la Vivienda.	13
7.1. Análisis de los planos arquitectónicos de la vivienda.	13
7.2. Descripción de los circuitos eléctricos de la vivienda	16

7.2.1.	Sala	16
7.2.2.	Comedor, Cocina y bodega	16
7.2.3.	Gimnasio	17
7.2.4.	Sala de cine	18
7.2.5.	Bodega General	18
7.2.6.	Lavandería	18
7.2.7.	Dormitorios de la planta baja	19
7.2.8.	Escaleras	20
7.2.9.	Dormitorios de la primera planta alta	20
7.2.10.	Dormitorio máster	22
7.2.11.	Sala de estar	23
7.2.12.	Terraza	23
7.2.13.	Garaje	23
7.2.14.	Sauna y Turco	24
7.2.15.	Cava	24
7.2.16.	Vestidores	25
7.3.	Descripción de los sistemas de la vivienda	25
7.3.1.	Sistema de videovigilancia	25
7.3.2.	Citófono	26
7.3.3.	Motores para Persianas	27
7.4.	Elementos seleccionados	28
7.4.1.	Sensor de inundación Interra ITR401-0001	29
7.4.2.	Sensor de proximidad ESYLUX PD 360/8 Basic	30
7.4.3.	Sensor crepuscular Elsner Elektro Vari KNX 3L	31
7.4.4.	Basalte sentido switch	32
7.4.5.	Mini servidor DIVUS D+	32
7.4.6.	Sensor de ruptura de vidrio RADION - Bosch	33
7.4.7.	Actuadores EAE RC 1600/0800 Room Control Unit	34
7.4.8.	Fuente de alimentación MeanWeill KNX-20E-640	35
7.4.9.	Válvulas solenoides	36
8.	Diseño Inmótico para la Vivienda	37
8.1.	Tableros de distribución.	37
8.1.1.	Tablero de Distribución 1	38
8.1.2.	Tablero de Distribución 2	40

8.1.3. Tablero de Distribución 3	43
9. Programación.	44
9.1. Software de Programación	44
9.2. Programación del Software ETS	45
9.2.1. Controladores	45
9.2.2. Edificio	46
9.2.3. Actuadores	46
9.2.4. Direcciones de grupo	53
9.2.5. Pulsantes	54
9.2.6. Sensor de inundación	55
9.2.7. Sensor de movimiento	58
9.2.8. Sensor Crepuscular	59
9.2.9. Sistema Anti-intrusión	62
9.3. Servidor Web DIVUS D+	63
9.4. Programación de la Interfaz DIVUS OPTIMA	64
9.4.1. Instalación	64
9.4.2. Personalización	67
10.Implementación.	69
10.1. Sensores y Pulsantes	69
10.2. Actuadores	69
10.3. Cámaras de Seguridad	70
10.4. Citófono	70
11.Presupuesto	70
12.Conclusiones.	72
13.Recomendaciones.	72
Bibliografía	76
ANEXOS	77
Anexo 1 Matriz de consistencia lógica	78
Anexo 2 Planos arquitectónicos	80
Anexo 3 Diagramas de distribución eléctrica	81

Anexo 4 Diagramas domóticos	82
Anexo 5 Bus de datos	83
Anexo 6 Diagrama de persianas	84
Anexo 7 Circuito de fuerza	85
Anexo 8 Diagrama de conexión de actuadores	86
Anexo 9 Diagrama de conexión de persianas	88
Anexo 10 Tablas SOMFY	90

Lista de Tablas

1.	Cronograma de actividades	4
2.	Comparación entre protocolos KNX vs Lonworks	8
3.	Cálculo de motores de persiana	28
4.	Selección de motores de persiana	28
5.	Cantidad de elementos	29
6.	Distribución TD1	40
7.	Distribución TD2	42
8.	Distribución TD3	44
9.	Distribución de circuitos de iluminación pertenecientes a la planta baja (TD1)	48
10.	Distribución de circuitos de persianas pertenecientes a la planta baja (TD1)	49
11.	Distribución de circuitos de iluminación pertenecientes a la planta alta (TD2)	50
12.	Distribución de circuitos de iluminación pertenecientes a la planta alta (TD2)	51
13.	Distribución de circuitos de persianas pertenecientes a la planta alta (TD2) .	52
14.	Distribución de circuitos de iluminación pertenecientes a la zona húmeda (TD3)	53
15.	Presupuesto	71
16.	Matriz de consistencia lógica.	79

Lista de Figuras

1.	Estadística de asaltos a domicilios.	2
2.	Conexión de diferentes dispositivos mediante un bus de datos.	12
3.	Conexión de diferentes dispositivos mediante un bus de datos.	13
4.	Ubicación Geográfica de la vivienda.	14
5.	Planta Baja.	14
6.	Planta Alta.	15
7.	Zona Húmeda.	15
8.	Sala.	16
9.	Comedor.	17
10.	Gimnasio.	17
11.	Sala de cine.	18
12.	Bodega General.	18
13.	Lavandería.	19
14.	Dormitorio servicio doméstico.	19
15.	Dormitorio planta baja.	20
16.	Escaleras.	20
17.	Dormitorio 1 primera planta alta.	21
18.	Dormitorio 2 primera planta alta.	21
19.	Dormitorio 3 primera planta alta.	22
20.	Dormitorio máster.	22
21.	Sala de estar.	23
22.	Terraza.	23
23.	Garaje.	24
24.	Sauna y turco.	24
25.	Cava.	25
26.	Vestidores de la zona húmeda.	25
27.	Cámara de seguridad seleccionada para la vivienda.	26
28.	Citófono seleccionado para la vivienda.	27
29.	Sensor de inundación.	30
30.	Sensor de proximidad.	31
31.	Sensor crepuscular.	31
32.	Pulsantes.	32
33.	Miniservidor.	33

34.	Sensor de ruptura.	34
35.	Actuadores de 16 canales.	35
36.	Actuadores de 8 canales.	35
37.	Fuente de alimentación.	36
38.	Válvula solenoide.	37
39.	Diagrama unifilar del tablero de distribución principal (TPM).	38
40.	Cuadro de cargas del tablero de distribución de la planta baja (TD1).	39
41.	Circuitos de iluminación de la planta baja.	39
42.	Cuadro de cargas del tablero de distribución de la planta alta (TD2).	41
43.	Circuitos de iluminación de la planta alta.	41
44.	Cuadro de cargas del tablero de distribución de la zona húmeda (TD3).	43
45.	Circuitos de iluminación de la zona húmeda.	43
46.	Apartado de fabricantes en el software ETS 5.	45
47.	Apartado de Edificio en el software ETS 5.	46
48.	Configuración de los actuadores en el software ETS 5.	47
49.	Configuración de las direcciones de grupo en el software ETS 5.	54
50.	Configuración del pulsante de en el software ETS 5.	55
51.	Configuración del sensor de inundación de en el software ETS 5.	56
52.	Diagrama de flujo del sistema anti-inundación.	57
53.	Puertos de salida del sistema anti-inundación.	58
54.	Configuración del sensor de movimiento de en el software ETS 5.	59
55.	Configuración del sensor crepuscular de en el software ETS 5.	60
56.	Diagrama de flujo del sistema de encendido y apagado de iluminación automático.	61
57.	Asignación de puertos del sistema de encendido y apagado de iluminación automático.	62
58.	Diagrama de flujo del sistema anti-intrusión.	63
59.	Asignación de puertos del sistema anti-intrusión.	63
60.	Interfaz DIVUS OPTIMA.	64
61.	Configuración del idioma de la Interfaz DIVUS OPTIMA.	65
62.	Configuración de fecha y hora de la Interfaz DIVUS OPTIMA.	65
63.	Apartado de mantenimiento de la Interfaz DIVUS OPTIMA.	66
64.	Configuración de la pasarela KNX/ETS de la Interfaz DIVUS OPTIMA.	66
65.	Selección del tema de la Interfaz DIVUS OPTIMA.	67
66.	Menú de navegación de la Interfaz DIVUS OPTIMA.	68
67.	Configuración de favoritos de la Interfaz DIVUS OPTIMA.	68

68. Configuración de opciones de la Interfaz DIVUS OPTIMA. 69

1. Introducción.

La evolución tecnológica y la fusión entre áreas como la arquitectura, telecomunicación, eléctrica y electrónica han dado paso a la creación de sistemas Smart Home o también llamados Sistemas Domóticos que buscan como finalidad la automatización de viviendas para obtener una mejor calidad de vida para los usuarios de las mismas, todo esto al poder controlar diferentes sistemas dentro de su hogar desde un dispositivo móvil, todo esto sin mencionar las ventajas en aspectos importantes que se obtienen al momento de automatizar una vivienda, tales como: seguridad técnica, seguridad anti-intrusión y ahorro energético.

El protocolo KNX es un sistema que nos permite la gestión y control de todos los dispositivos y sistemas que se encuentran dentro de una vivienda, tales como: circuitos de iluminación, sistemas anti-intrusión, sistemas anti-inundación, sistemas de iluminación automáticos, entre otros; todo esto gracias al uso de diversos sensores compatibles con el protocolo mencionado.

Dentro del presente trabajo de titulación se realizará el diseño e implementación de un sistema Smart Home utilizando el protocolo KNX dentro de la vivienda en construcción perteneciente a la familia Chávez López, este proyecto contempla la automatización de ciertos sistemas como el encendido o apagado de circuitos de iluminación, apertura o cierre de persianas, sistemas anti-inundación, sistemas anti-intrusión y sistemas de videovigilancia. Todos estos controles se los puede realizar mediante un smartphone o tablet, gracias a su interacción con un servidor, logrando aumentar la calidad de vida y comodidad dentro de la vivienda, así como su seguridad al poder monitorear en tiempo real todo lo que está pasando en la vivienda desde cualquier parte del mundo.

2. Problema.

2.1. Antecedentes

La vivienda es considerada como un espacio físico en el cual es posible desarrollar actividades básicas y quehaceres diarios que permiten establecer relaciones sociales entre cada integrante de la familia; estas actividades varían dependiendo de su profesión, intereses, hobbies, actividades de ocio, entre otros; sin embargo, al momento de no estar presente dentro de la vivienda se pierde el control sobre ciertas actividades que afectan directa o indirectamente en variables como consumo energético y/o seguridad de ésta. Es por ello que se recomienda

mejorar aspectos relacionados a la seguridad técnica, seguridad anti-intrusión y controlar de manera adecuada el sistema de iluminación.

Mediante el diseño e implementación de un sistema Smart Home se puede hacer de la vivienda un espacio más seguro mediante el uso de diferentes dispositivos que aporten a la seguridad técnica (fuga de gas, inundaciones, incendio), seguridad anti-intrusión (detectores de movimiento, detectores de ruptura, cerraduras magnéticas, cámaras de videovigilancia, entre otros) y consumo energético al controlar los diferentes sistemas de iluminación que existan, además de hacer de la vivienda un espacio mucho más comfortable para los usuarios.

2.2. Importancia y alcances

- Según el Ministerio de Gobierno, desde abril del año 2020 hasta septiembre del mismo año, los robos hacia domicilios han incrementado en un 350 % como se muestra en la siguiente figura, es por esta razón que se busca la implementación de un sistema Smart Home que gracias al uso de diferentes dispositivos afines, generan beneficios entorno a la seguridad. anti-intrusión.

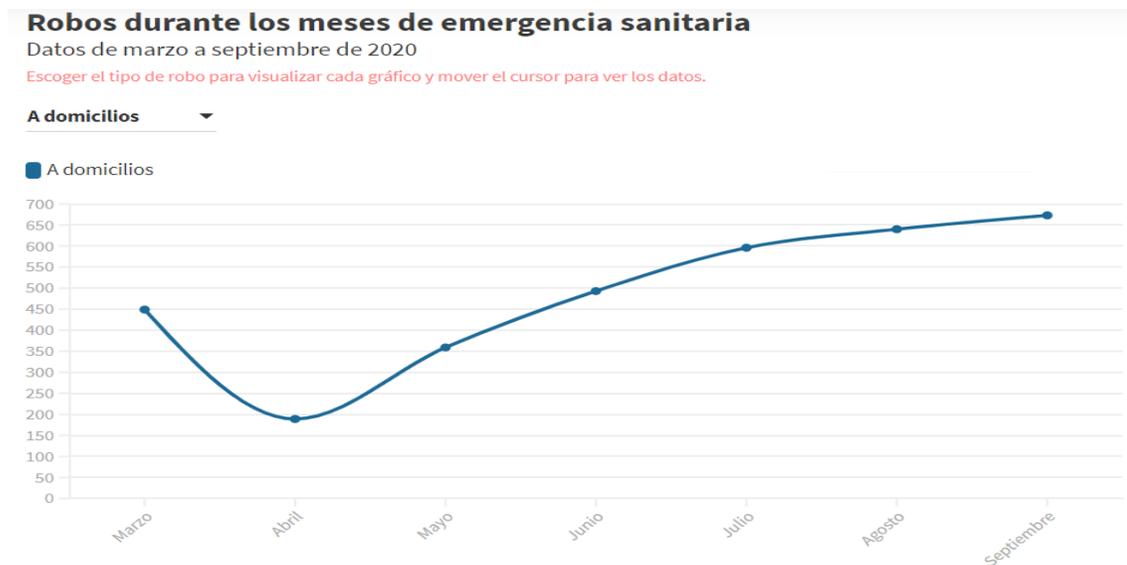


Figura 1: Estadística de asaltos a domicilios.

Fuente: (Primicias, 2020)

- Un peligro latente, pero que no se presta la debida atención como a una intrusión no

deseada, es la falla de los sistemas o equipos del hogar como iluminación o calderos que pueden desencadenar en incendios. Otra falla que puede ocurrir es el de tuberías de piscinas o baños, ya que una ruptura en estos puede causar inundaciones; es por esto que, gracias a la implementación domótica se puede monitorear estos equipos de forma constante y en caso de que un error suceda corregirlo o detenerlo de manera oportuna.

- Otro punto importante es el desperdicio energético que se da en la mayoría de viviendas al momento de dejar encendido el sistema de iluminación independientemente de si se está o no haciendo uso del mismo; mediante sensores crepusculares y de movimiento se puede controlar ciertos circuitos dentro de la vivienda, sin embargo, la mayoría de circuitos de iluminación se pueden controlar remotamente desde un dispositivo smart.

2.3. Delimitación

- **Delimitación espacial:** Este trabajo de titulación se desarrolló en la vivienda en construcción perteneciente a Jaime Orlando Chávez Cunalata y Verónica Marianela López Pesantez ubicada el sector Zhullin bajo, del cantón Azogues en la provincia del Cañar.
- **Delimitación temporal:** El trabajo se planeó en realizar desde Noviembre del año 2020 hasta Julio del 2021, sin embargo, el presente no se pudo terminar en el cronograma establecido debido a retrasos en la construcción de la vivienda y demoras en los envíos de los dispositivos domóticos debido a la pandemia de COVID-19.

Tabla 1: Cronograma de actividades

TEMAS	LÍNEA DE TIEMPO								
	2020		2021						
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Planteamiento del proyecto	X	X	X						
Revisión del estado del arte	X	X							
Propuesta de solución		X							
Revisión de dispositivos a implementarse		X	X						
Presupuesto			X	X					
Revisión y modificación del plano eléctrico			X						
Diseño del sistema domótico					X	X			
Implementación							X	X	
Pruebas y evaluación									X
Presentación de resultados finales									X

Fuente: Autores

2.4. Problema General.

- ¿Es posible diseñar e implementar un sistema Smart Home aplicado a una vivienda en la ciudad de Azogues para mejorar su eficiencia energética, seguridad y confort?.

2.5. Problemas Específicos.

- ¿Se podrá identificar los parámetros iniciales para el diseño e implementación de un sistema Smart Home aplicado en la vivienda para mejorar su eficiencia energética, seguridad y confort?
- ¿Es posible proponer el diseño de un sistema Smart Home aplicado en la vivienda en la ciudad de Azogues para mejorar su eficiencia energética, seguridad y confort?
- ¿Es posible implementar un sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues, para mejorar su eficiencia energética, seguridad y confort?
- ¿Es factible evaluar el diseño e implementación de un sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues, para mejorar su eficiencia energética, seguridad y confort?

3. Objetivos.

3.1. Objetivo General.

- Diseñar e implementar un sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues, para mejorar su eficiencia energética, seguridad y confort.

3.2. Objetivos Específicos.

- Identificar los parámetros iniciales para el diseño de un sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues, para mejorar su eficiencia energética, seguridad y confort.
- Proponer el diseño de un sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues, para mejorar su eficiencia energética, seguridad y confort.
- Implementar el sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues, para mejorar su eficiencia energética, seguridad y confort.
- Evaluar el sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues, para mejorar su eficiencia energética, seguridad y confort.

4. Marco Teórico.

4.1. Smart Home.

El término Smart Home según Huidobro (2007) se define como un sistema inteligente que permite la integración y aplicación de nuevas tecnologías de información y comunicación al vincular dispositivos electrónicos, informáticos, y dispositivos Smart entre sí gracias al uso del internet, todo esto con la finalidad de prestar diferentes servicios dentro de una vivienda o edificación como: seguridad, confort, gestión energética, entre otros.

Huidobro (2007) indica que los sistemas domóticos se originaron en la década de los 70 gracias a la aparición de los primeros dispositivos capaces de controlar la temperatura de oficinas y pequeñas viviendas en Estados Unidos, sin embargo, este término no se conocía mayormente sino hasta los años 90 en que estos sistemas llegaron a España y a finales de dicha década se popularizó al aplicarse en varias viviendas de este país. La cantidad de viviendas

domotizadas en su tiempo era muy bajo en comparación con las viviendas que existían. En la actualidad el número de viviendas que optan por una automatización se encuentra en crecimiento gracias a la disminución de costos de instalación y mantenimiento.

Alvarado y Arévalo (2010) manifiesta que para que una edificación o vivienda sea automatizada debe cumplir los cuatro pilares detallados a continuación:

- **Automatización de funciones:** La vivienda debe presentar gran autonomía al momento de controlar funciones como seguridad, temperatura, movilidad, iluminación, apertura de puertas, etc.
- **Automatización de Actividades:** La edificación debe facilitar al usuario la transmisión de datos desde su lugar de trabajo ya sea de audio, video, impresiones, etc.
- **Telecomunicaciones Avanzadas:** el sistema implementado permite transmitir audio, video, señales de control, entre otros, mediante una serie de servicios como; seguridad, televisión en circuito cerrado, telefonía interior, etc. Que puedan ser controlados desde el interior o exterior de la edificación.
- **Flexibilidad al cambio:** El sistema de automatización de la vivienda o edificación debe ser diseñada de tal forma que pueda ser modificado sin necesidad de cambiar la infraestructura de la edificación, esto se da con el fin de que la automatización realizada satisfaga todas las necesidades de él o los usuarios que puedan ocupar dicha edificación.

Gunge y Yalagi (2016) en el artículo "Smart Home Automation: A Literature Review", detalla que, para que una vivienda pueda ser considerada como un Smart Home necesita 4 componentes básicos que son:

- **Interfaz de Usuario:** Es el dispositivo mediante el cual el usuario puede controlar cualquier proceso que se desarrolle dentro de la vivienda; puede ser monitor, Smartphone, computador, entre otros.
- **Método de transmisión:** Se define como la forma en que se conectan entre sí los dispositivos mediante Ethernet, radiofrecuencia, bluetooth, etc.
- **Controlador central:** El controlador central es un dispositivo que se encuentra fijo dentro de la vivienda capaz de controlar los procesos automatizados.

- **Dispositivos electrónicos:** En este apartado se encuentran todos aquellos dispositivos como lámparas, aire acondicionado, lavadoras, calefactores, entre otros, que puedan ser controlados a distancia y/o por un controlador central.

4.2. Protocolos de Red para Edificaciones.

Cuando se desea automatizar un edificio (vivienda, oficina de trabajo, etc.), se requiere una conexión continua entre los dispositivos para la comunicación y realimentación entre ellos, aquí es donde se utilizan los protocolos de automatización; estos se pueden definir como un set de normas y estándares por el cual se da la comunicación entre diferentes dispositivos. (Lohia, 2019)

El problema que muchos protocolos presentan es que al utilizarse no son lo suficientemente flexibles como para incorporar dispositivos que trabajen son sistemas no desarrollados por las compañías que crearon los protocolos, sin embargo, para resolver este problema existen diferentes protocolos abiertos, los cuales al ser de uso libre las empresas creadoras de dispositivos o sistemas, no tienen que pagar regalías para que su mercancía trabaje con este protocolo permitiendo que sus dispositivos o sistemas disponibles sean muy amplios. Bajo la denotación de protocolos de red abiertos existen una gran cantidad disponibles en el mercado, pero los más usados (además de los recomendados por parte del tutor del presente proyecto para este tipo de práctica) son los protocolos LonWorks y KNX.

4.3. Comparación entre protocolo KNX vs protocolo LonWorks.

Ambos protocolos poseen funcionalidades parecidas como control de sistemas de seguridad, temperatura, sistemas de luces, entre otros; sin embargo, las diferencias que estos presentan, radican en los enfoques que cada uno ofrecen, así como en los mercados que en éstos se utilizan; dependiendo de esto se seleccionará el protocolo adecuado para el sistema domótico que se desea diseñar e implementar. A continuación se observará una tabla en la cual se detallan las características principales de cada uno de los protocolos mencionados:

Con base en la Tabla 2 hemos optado por el uso del protocolo KNX ya que este es el más conveniente para la vivienda que se va a automatizar y considerando también una ventaja adicional que este protocolo presenta y es una mayor facilidad de conexión con dispositivos de diferentes fabricantes.

	KXN	LONWORKS
TIPO DE DISPOSITIVOS	Sistemas de seguridad, iluminación eléctrica, ventilación y aire acondicionado; sistemas de control, monitoreo de sensores.	Sistemas de seguridad, iluminación eléctrica, ventilación y aire acondicionado; sistemas de medición y sistemas parecidos.
USOS EN EL MERCADO	Mayor uso en edificios comerciales y en viviendas residenciales.	Normalmente presente en edificios comerciales, campus estudiantiles o edificios en general.
SEGURIDAD	Sistema de seguridad de dispositivos con encriptación y autenticación de estos.	No posee encriptación de datos, pero requiere autenticación de usuario para su uso.
LIMITACIONES	A pesar de ser un protocolo estandarizado para el mundo en general, su alcance fuera de Europa es muy limitado. Su instalación puede llegar a ser compleja si no se realiza en la etapa de construcción de la edificación.	No es tan estandarizado como el protocolo KNX por lo tanto puede causar problemas la conexión con dispositivos. Puede tener problemas en conexiones wireles.

Tabla 2: Comparación entre protocolos KNX vs Lonworks

Fuente: Autores.

4.4. Protocolo KNX.

El protocolo KNX nació en el año 1997 cuando tres principales asociaciones europeas dedicadas en los buses de comunicación de dispositivos y accesorios dentro del contexto de automatización de hogares y edificios (HBA), estas empresas fueron:

- La organización sin fines de lucro francesa Batibus Club International (BCI).
- La asociación neerlandesa European Home Systems Association (EHSA).
- La sociedad cooperativa belga European Installation Bus Association (EIBA) (Ruta y colaboradores, 2015)

La fusión de las asociaciones mencionadas dio como resultado una nueva asociación denominada KNX Association, y su objetivo final era la definición de un estándar común para un nuevo sistema de bus denominado KNX para uso de comunicación de protocolos estandarizado en Europa. (Association, 2009)

KNX es un protocolo de comunicación desarrollado y ampliamente utilizado en la automatización de viviendas y edificios. Es un protocolo de comunicaciones de red estandarizado (EN 50090, ISO / IEC 14543), basado en OSI que es administrado por KNX Association. (Association, 2009) El estándar se basa en la pila de comunicaciones del Bus de instalación

europeo (EIB), pero se amplía con las capas físicas, los modos de configuración y la experiencia de aplicación de BatiBUS y EHS.

KNX posee una configuración remota: en lugar de un dispositivo central, las funciones se alojan en los abonados de bus individuales. Los sensores, como interruptores y detectores de presencia, envían comandos de control directamente a las luces, persianas, sistemas de calefacción y ventilación. Las asignaciones y funciones se configuran fácilmente en el “Software de herramientas de ingeniería” (ETS) y se pueden modificar o ajustar en cualquier momento. (Association, 2009)

5. Hipótesis

5.1. Hipótesis General.

- El diseño e implementación de un sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues mejorará su eficiencia energética, seguridad y confort.

5.2. Hipótesis Específicas.

- Se identificarán los parámetros iniciales para el diseño e implementación de un sistema Smart Home aplicado a una vivienda en la ciudad de Azogues para mejorar su eficiencia energética, seguridad y confort.
- Se propondrá el diseño de un sistema Smart Home aplicado en una vivienda para mejorar su eficiencia energética, seguridad y confort.
- Se implementará un sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues, para mejorar su eficiencia energética, seguridad y confort.
- Se evaluará el diseño e implementación del sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues, para mejorar su eficiencia energética, seguridad y confort.

6. Descripción de Dispositivos y Sistemas de Buses KNX.

6.1. Sensores.

Un sensor como un dispositivo de entrada que proporciona una salida con respecto a una cantidad física específica, además este dispositivo recibe diferentes tipos de señales, es decir, señales físicas, químicas o biológicas y las convierte en señales eléctricas. (Patel y colaboradores, 2020), los sensores más representativos con respecto al uso domótico son:

- **Sensor de ruptura:** Los sensores de ruptura de vidrios o cristales poseen micrófonos capaces de receptar ondas de sonido de baja o alta frecuencia que se produce al momento de que un cristal se golpea o se quiebra mandando una señal de alerta. (Bosch, 2016a)
- **Sensor crepuscular:** Estos tipos de sensores responden a la luz exterior, mediante una fotocélula detectan los cambios de intensidad de luz con el fin de enviar una señal que permite controlar dispositivos de iluminación. (Sensortecnicos, 2018)
- **Sensor de movimiento:** El tipo de sensor que se va a utilizar es un sensor de movimiento infrarrojo, este tipo de sensores detectan la variación de temperatura de las personas con el entorno en donde se encuentra instalado, al detectar un movimiento el sensor envían una señal de alarma o de control para sistemas de iluminación. (Palau, 2018)
- **Sensor de inundación:** Este sensor funciona de la siguiente forma: cuando el agua toca dos sondas metálicas expuestas, el dispositivo detecta una mayor conductividad entre esas sondas y activa una alarma. (Priest, 2016)
- **Sensor magnético:** Los sensores magnéticos responden a la presencia o interrupción de un campo magnético como el flujo, la fuerza y la dirección produciendo una salida proporcional. Convierte la información magnética en una señal eléctrica para ser procesada por el circuito electrónico. (Patel y colaboradores, 2020)

6.2. Actuadores

Los actuadores son dispositivos que nos permiten controlar diferentes procesos desde una sola interfaz, es decir, desde un mismo actuador se puede controlar hasta un máximo de 16

operaciones o un máximo de 8 operaciones dependiendo de los canales que tenga el actuador. Para realizar el control domótico de la vivienda se utilizarán actuadores de 16 canales y actuadores de 8 canales. (Fancoil, 2018a)

6.3. Miniservidor

El miniservidor es un dispositivo que permite controlar las funciones del sistema KNX instalado en la vivienda desde un smartphone o tablet conectados a internet. (Blumotix, 2018)

6.4. Fuente de alimentación

La fuente de alimentación que se utilizará transformará una alimentación de 220V a 30V con una corriente de 640mA que permitirá suministrar el voltaje hacia todo el sistema KNX de la vivienda. (ABB, 2018)

6.5. Interfaz Universal

Este tipo de dispositivos permiten el control de un sinnúmero de operaciones dentro de una vivienda tales como: conmutación y atenuación de iluminación y escenas de iluminación, control de persianas, envío y recepción de señales, activación de relés electrónicos, entre otros. (ABB, 2012)

6.6. Pulsantes

Los pulsantes son equipos con 2 o 4 botones capacitivos que permiten el control de operaciones como encendido/apagado de luces, movimiento de persianas, ejecución de escenarios y secuencias, etc. (eelectron, 2021)

6.7. Sistema de buses KNX

Un bus (dentro del contexto de arquitectura computacional) es un sistema de comunicación que transfiere datos entre componentes dentro de una computadora o entre computadoras. Esta expresión cubre todos los componentes de hardware y software relacionados, incluidos los protocolos de comunicación. (Zlavatanov, 2016)

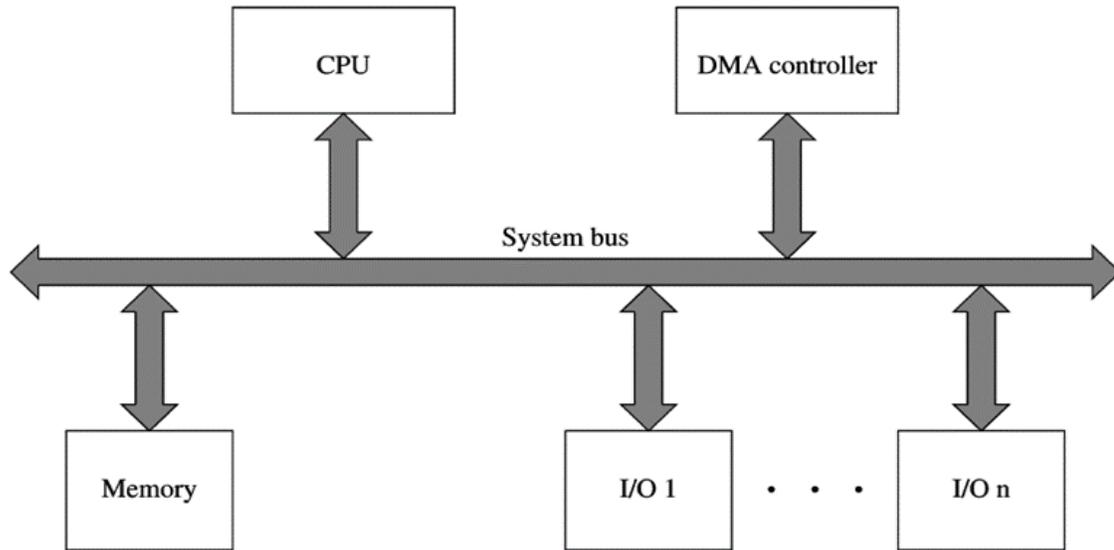


Figura 2: Conexión de diferentes dispositivos mediante un bus de datos.

Fuente: (Dandamudi, 2003)

- **Bus interno** Es un tipo de bus de datos que sólo opera internamente en una computadora o sistema. Transporta datos y operaciones como un bus estándar; sin embargo, solo se utiliza para conectarse e interactuar con componentes internos de la computadora. (Zlavatanov, 2016)
- **Bus externo** Se lo conoce también como bus de expansión, está formado por las vías electrónicas que conectan los diferentes dispositivos externos, por ejemplo con dispositivos convencionales son computadoras o impresoras, pero en sistemas más extensos y sofisticados podrían ser sensores, actuadores, puertos de entrada o de salida.

Dentro de los sistemas domóticos la solución más común es el uso de topología de estrella la cual se diseña con cada nodo conectado directamente a un centro de actividad, conmutador o concentrador de red central Jiang (2015), en términos más relacionados a una vivienda cada circuito de tomacorriente, tomacorriente de techo o pared e interruptor de luz está conectado por su propio cable a una placa de distribución central las cuales usan controladores lógicos programables (PLC) o reles de conmutación para realizar las relaciones lógicas KNX (2009). Pero este tipo de soluciones son rentables y prácticos únicamente en viviendas o instalaciones relativamente pequeñas debido a la sobre extensión de tamaño en cables y tableros de distribución por lo tanto los sistemas de buses son una solución mucho más

practica gracias a que la mayoría de los sensores y actuadores estar conectador a un punto fijo (cable de datos) el cual permitirá compartir información entre ellos y comunicarse entre si, como se observa en la figura 2 de comparación de topologías

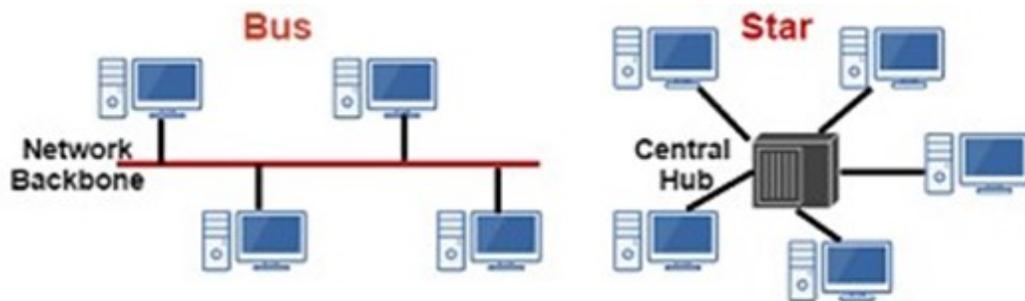


Figura 3: Conexión de diferentes dispositivos mediante un bus de datos.

Fuente: (Dandamudi, 2003)

7. Estudio Inmótico de la Vivienda.

7.1. Análisis de los planos arquitectónicos de la vivienda.

La vivienda perteneciente a la familia Chávez López en donde se implementará el presente proyecto de titulación se encuentra ubicado en la vía Zhullin Bajo de la parroquia Javier Loyola perteneciente a la ciudad de Azogues como se puede observar a continuación:

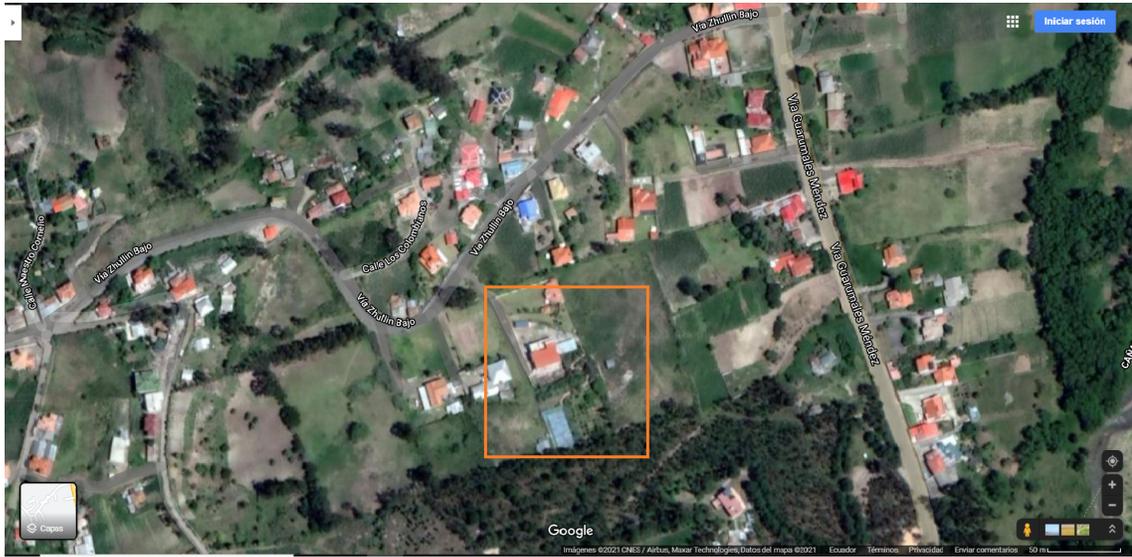


Figura 4: Ubicación Geográfica de la vivienda.

Fuente: Google Maps.

La vivienda consta de un área de lote de $5223.00 m^2$ divididos en tres zonas como se puede observar en las siguientes figuras:



Figura 5: Planta Baja.

Fuente: Planos arquitectónicos de la vivienda.



Figura 6: Planta Alta.

Fuente: Planos arquitectónicos de la vivienda.

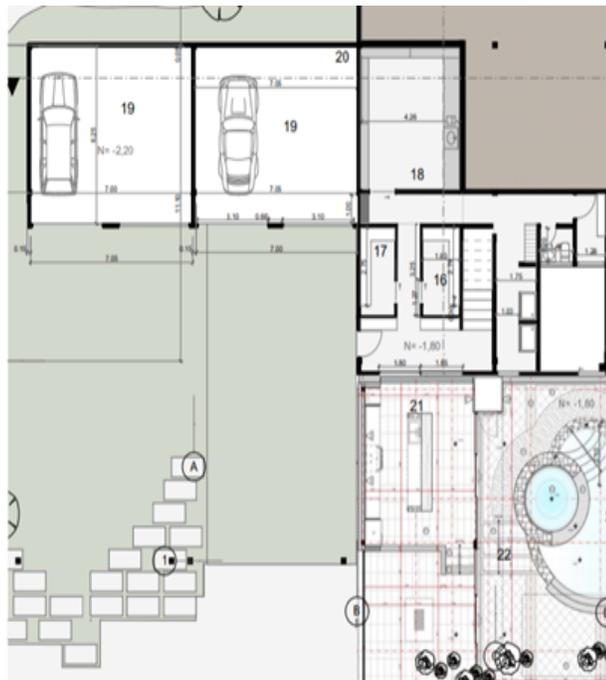


Figura 7: Zona Húmeda.

Fuente: Planos arquitectónicos de la vivienda.

Para mayor detalles ver Anexo 2 Planos arquitectónicos.

7.2. Descripción de los circuitos eléctricos de la vivienda

La vivienda en donde se realizará el proyecto consta de un total de 78 circuitos de iluminación comandados por pulsantes, sensores de movimiento y sensores crepusculares; 11 circuitos anti-inundación utilizando al sensor de inundación como elemento principal, estos circuitos se encuentran distribuidos en cada uno de los baños, duchas, cocina y lavandería; además de varios circuitos pertenecientes a la seguridad anti-intrusión utilizando sensores magnéticos y de ruptura. Todos estos circuitos se diseñaron basados en cada una de las necesidades de los usuarios de la vivienda y se encuentran distribuidos en cada una de sus habitaciones como se detalla a continuación:

7.2.1. Sala

Para el área de la sala se prevé un mueble tipo bar, un juego de sillones y una mesa de centro, además contará con un gran ventanal que ayude para su iluminación. A esta zona se podrá acceder directamente desde el ingreso principal. Como se puede observar en la imagen cuenta con una lámpara decorativa central, regletas led y apliques de pared en la parte lateral izquierda.

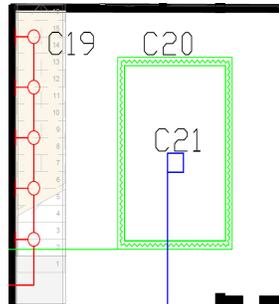


Figura 8: Sala.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

7.2.2. Comedor, Cocina y bodega

La zona de la cocina como se puede observar en los planos consta de tres partes, una bodega para alimentos, un desayunador y la zona de cocina propiamente en donde se ubicarán muebles, mesones, lavamanos, estufas, entre otros, además de contar con grandes ventanas que mejoren su iluminación y ventilación. El circuito de iluminación está conformado por una luminaria led en la zona de la bodega de alimentos, el desayunador tendrá una luminaria led

y un juego de 4 lámparas decorativas y en la zona de la cocina la iluminación estará formada por una regleta led y un juego de 7 luminarias led.

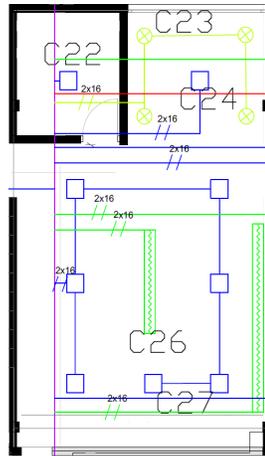


Figura 9: Comedor.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

7.2.3. Gimnasio

Como se puede observar en los planos, la zona del gimnasio dispone de un área de máquinas de ejercicio con un juego de 4 luminarias led y un espacio destinado para una pista de baile con un circuito de 4 luminarias led, cada una se activara de forma independiente mediante sensores de movimiento, adicionalmente dispone de un baño para los usuarios con una luminaria led. El gimnasio contará con ventanas que permitan su correcta iluminación y ventilación.

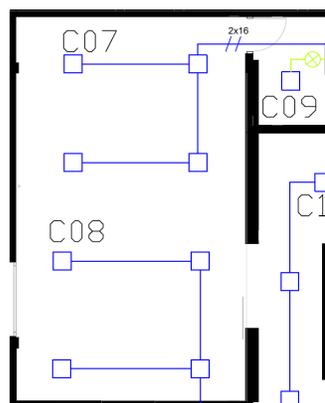


Figura 10: Gimnasio.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

7.2.4. Sala de cine

En la sala de cine se ubicará un juego de sillones para cine, un proyector, un telón de alta definición y un sistema de sonido envolvente. Contará también con un circuito conformado por una regleta led dispuesta en forma de cuadrado y otro circuito con tres luminarias led en el centro de la habitación y 4 lámparas decorativas en cada uno de los extremos de la regleta.

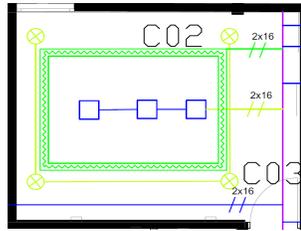


Figura 11: Sala de cine.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

7.2.5. Bodega General

En la bodega general se ubicará el tablero de distribución de la planta baja, además de ser un espacio que servirá para guardar diferentes equipos y/o herramientas.

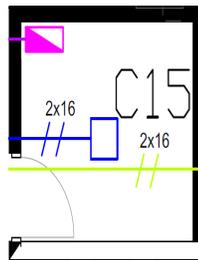


Figura 12: Bodega General.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

7.2.6. Lavandería

Dentro de la lavandería se instalarán equipos como lavadoras y secadoras además de tener un área para lavar ciertas prendas de vestir a mano. Contará con un circuito de iluminación conformado por dos luminarias led que se activará de forma automática gracias a un sensor de movimiento.

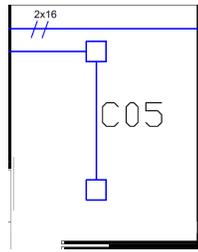


Figura 13: Lavandería.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

7.2.7. Dormitorios de la planta baja

En la planta baja se encuentran ubicados 2 dormitorios completos, al dormitorio de servicio doméstico se accederá únicamente por la parte exterior de la casa, y tendrá 2 circuitos de iluminación, el primero formado por dos luminarias led y el segundo por una luminaria en la zona del baño.

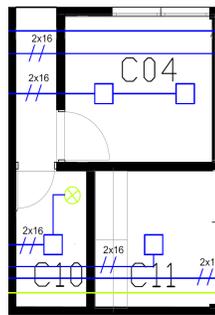


Figura 14: Dormitorio servicio doméstico.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

El segundo dormitorio al igual que el anterior poseerá dos circuitos, el primero de dos luminarias led, mientras que el segundo de una luminaria ubicada en la zona del baño. Se debe tomar en cuenta que este dormitorio no será domotizado debido a que se prevé que el usuario de esta habitación es un adulto mayor.

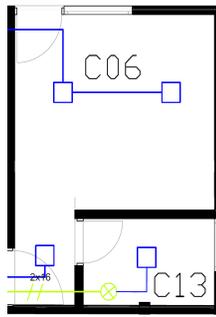


Figura 15: Dormitorio planta baja.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

7.2.8. Escaleras

Las escaleras serán las que permitan la comunicación entre la planta baja con la primera planta alta, estará iluminada por un ventanal ubicado en la sala además de dos luminarias led.

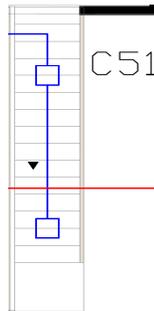


Figura 16: Escaleras.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

7.2.9. Dormitorios de la primera planta alta

Cada dormitorio de la planta alta, a excepción del dormitorio máster como se observa en los planos, constará de grandes ventanas encargadas de iluminar el cuarto, un vestidor y un baño completo de uso personal.

El primer dormitorio posee un circuito con una luminaria led y tres lámparas decorativas en la zona de descanso, el vestidor consta de dos luminarias led y la zona del baño consta de una luminaria led con una lámpara decorativa.

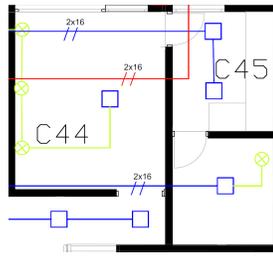


Figura 17: Dormitorio 1 primera planta alta.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

El segundo dormitorio posee en la zona de descanso dos regletas led y un juego de 4 luminarias led, en el baño se encuentra una luminaria led junto a una lámpara decorativa y en el vestidor se encuentra un circuito de dos luminarias led, así como el tablero de distribución 2 (TD2).

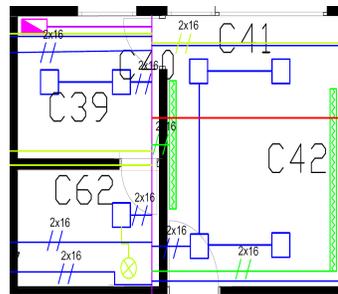


Figura 18: Dormitorio 2 primera planta alta.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

El tercer dormitorio de la planta alta posee una lámpara ubicada en la zona central de la habitación, dos lámparas de decoración en la cabecera de la cama y un juego de 4 luminarias led; el vestidor cuenta con un juego de 3 luminarias led y una luminaria individual; la zona del baño posee un juego de 2 luminarias led, así como una luminaria led y una lámpara decorativa.

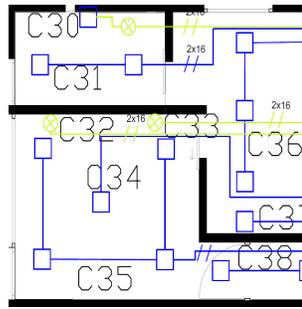


Figura 19: Dormitorio 3 primera planta alta.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

7.2.10. Dormitorio máster

Para el dormitorio máster se tendrá grandes ventanas que permitan una buena iluminación y ventilación, además de contar con un vestidor, un baño completo de uso personal y una sala de estudio privada. Posee también un acceso directo hacia la terraza de la primera planta alta.

En el centro de la habitación se encontrará una lámpara junto con una regleta led, dos lámparas decorativas controladas individualmente y un juego de 12 luminarias led; la zona del vestidor dispondrá de un juego de 3 luminarias led; el baño tendrá dos lámparas decorativas controladas individualmente, un juego de 2 luminarias led y en la zona de la ducha una luminaria led independiente, la sala de estudio tendrá un juego de 4 luminarias led.

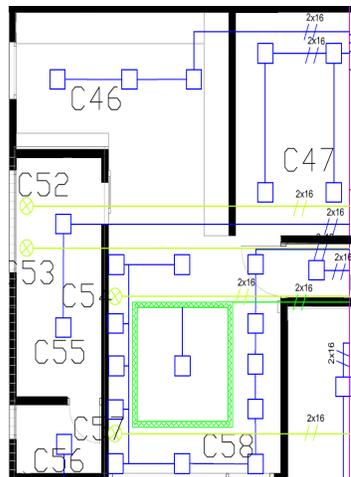


Figura 20: Dormitorio máster.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

7.2.11. Sala de estar

La sala de estar es un espacio dedicado al descanso de los usuarios de la vivienda, está formado por dos circuitos de un juego de 2 luminarias led cada uno y un circuito de una luminaria led independiente.

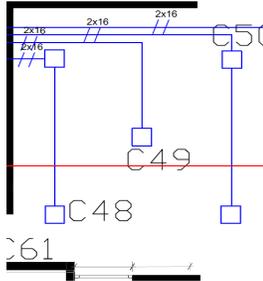


Figura 21: Sala de estar.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

7.2.12. Terraza

La terraza posee un juego de 4 luminarias led ubicadas estratégicamente para una correcta iluminación nocturna.

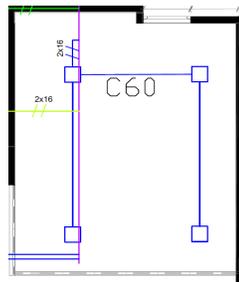


Figura 22: Terraza.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

7.2.13. Garaje

El garaje dispondrá de una capacidad de guardar 4 vehículos y dos puertas de acceso. No tendrá acceso directo a la vivienda. Su iluminación estará encargada por dos circuitos de 2 lámparas de tubo led cada uno que se controla de manera individual y accionados gracias a la presencia de un sensor de movimiento para cada uno de los circuitos.

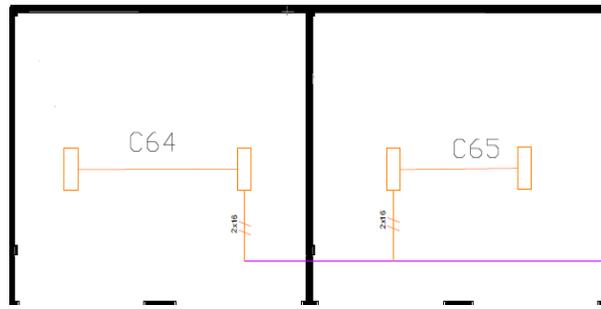


Figura 23: Garaje.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

7.2.14. Sauna y Turco

En la zona húmeda existe un cuarto de sauna y un baño turco, al igual que la piscina, el sauna y el turco tendrá la capacidad de controlar su temperatura mediante un smartphone o tablet gracias a la comunicación de su control con el miniservidor domótico. El circuito de iluminación está formado por cuatro luminarias led que serán activadas mediante un sensor de movimiento ubicado estratégicamente.

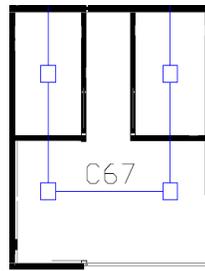


Figura 24: Sauna y turco.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

7.2.15. Cava

Para la zona de la cava se prevé un circuito de iluminación conformado por cuatro luminarias led como se muestra a continuación:

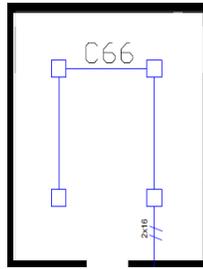


Figura 25: Cava.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

7.2.16. Vestidores

Dentro de la zona de los vestidores se encuentran también los baños, su iluminación estará a cargo de un circuito de 5 luminarias led, y dos circuitos independientes de una luminaria led cada uno, además en este espacio se encontrará el tablero de distribución 3 (TD3).

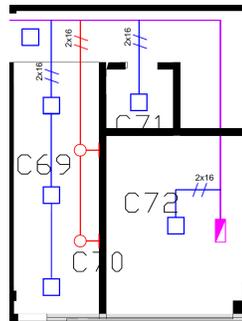


Figura 26: Vestidores de la zona húmeda.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

7.3. Descripción de los sistemas de la vivienda

7.3.1. Sistema de videovigilancia

Un sistema de cámaras de seguridad es un fundamental para la protección y monitoreo de la vivienda, pero además para mejorar el confort y la paz mental de los inquilinos, por lo tanto, se realizó el análisis de toda la propiedad en la cual está asentada la vivienda, misma que posee una área de 5800 metros cuadrados, se tomó en cuenta también la posibilidad de visualizar la zona exterior al cerramiento, así como las puertas exteriores, la cancha de tenis y demás espacios ubicados en el contorno de la vivienda. Con los puntos mencionados y evitando la existencia de puntos ciegos se determinó necesario la utilización de 11 cámaras

para el exterior, otro aspecto importante no se instalarán cámaras de seguridad en el interior de la vivienda como una medida de privacidad para sus ocupantes y visitas.



Figura 27: Cámara de seguridad seleccionada para la vivienda.

Fuente: (Amazon, b).

7.3.2. Citófono

El citófono o Video Intercom es usado como un sistema de comunicación entre los usuarios de una vivienda con personas del exterior de la misma. La vivienda contará con dos citófonos ubicados estratégicamente, el primero estará ubicado en la habitación Máster y el segundo en la cocina.

El citófono Wireless Video Double Intercom System from TMEZON es ideal para los requerimientos del usuario ya que como característica principal permite la interconexión de dos intercomunicadores para la parte exterior de la vivienda, además de contar con un sensor de movimiento incorporado y presenta la posibilidad de realizar grabaciones con una resolución de 1080p. (Amazon, a)



Figura 28: Citófono seleccionado para la vivienda.

Fuente: (Amazon, a)

7.3.3. Motores para Persianas

Ciertas habitaciones de la vivienda poseen persianas que pueden ser controladas para su apertura o cierre de forma mediante el sistema KNX, la selección de las persianas a domotizar fueron bajo pedido de los ocupantes de la vivienda y se determinó que 7 de estas serían modificadas. Para poder realizar el proceso de domotización es necesario la existencia de un motor en cada persiana, mismo que se controlará su giro permitiendo la apertura o cierre de la persiana, Para poder dimensionar el motor a utilizar se realizó el cálculo del peso de cada persiana con la siguiente fórmula:

$$Peso = ancho * (altura + 0,2m) * (peso_{tablilla \times m^2})$$

Tabla 3: Cálculo de motores de persiana

CÁLCULO DE MOTORES DE PERSIANAS PARA VIVIENDA					
Habitación	Alto de persiana (m)	Ancho de persiana (m)	Tamaño de tablilla (mm)	Peso tablilla (kg/m ²)	Peso total (kg)
Hija	1.60	3.75	55	6	40.5
Hijo 1	1.40	3.16	40	4.5	22.75
Hijo 2	1.40	3.25	40	4.5	23.40
Máster	2.00	3.50	40	4.5	34.65
Sala	2.75	5.00	55	6	88.50
Comedor	1.80	4.73	55	6	56.76
Gimnasio	1.80	3.80	40	4.5	34.20

Fuente: Anexo Tabla SOMFY

Una vez obtenido el peso de cada una de las persianas, se utilizará una tabla entregada por SOMFY (distribuidores de motores para persianas) en donde de acuerdo a la relación peso-torque y el diámetro del tubo de la persiana se seleccionará el modelo del motor a utilizar como se puede observar en la tabla a continuación:

Tabla 4: Selección de motores de persiana

SELECCIÓN DE MOTORES DE PERSIANA			
Diámetro del tubo (mm)	Torque del motor (Nm)	Modelo	Costo
70	30	Somfy Altus 50 RTS 30/17	\$260,00
50	15	Somfy Altus 50 RTS 15/17	\$215,00
50	15	Somfy Altus 50 RTS 15/17	\$215,00
60	20	Somfy Altus 50 RTS 20/17	\$230,00
120	80	Somfy Altus 50RTS 80/17	\$350,00
120	50	Somfy Altus 50RTS 50/17	\$300,00
60	20	Somfy Altus 50RTS 20/17	\$230,00

Fuente: Anexo Tabla SOMFY

7.4. Elementos seleccionados

En la tabla presentada a continuación se puede observar los elementos seleccionados y la cantidad de los mismos:

Tabla 5: Cantidad de elementos

ELEMENTOS			
Denominación	Marca	Modelo	Cantidad
Sensor de Inundación	Interra	Water flood detector IP	4
Detector de presencia	ESYLUX	PD/360/8 Basic	4
Detector de presencia	Video-Star	CSBP-02/00.1	3
Sensor crepuscular	Elsner Elektro	Vari KNX 3L	1
Fuente de Alimentación	MeanWell	KNX-20E-640	2
Actuadores de 16 canales	EAE	RC 1600 Room Control Unit	8
Actuadores de 8 canales	EAE	RC 0800 Room Control Unit	4
Sensor magnético	Innovatech	Switch Interruptor	6
Sensor de ruptura	Bosch	Radion	7
Pulsantes	Basalte	Sentido KNX Rocker	55

Fuente: Autores

En total para la distribución de cada uno de los circuitos de la vivienda se utilizaron los siguientes elementos:

7.4.1. Sensor de inundación Interra ITR401-0001

El sensor de inundación es un dispositivo con tecnología KNX que se coloca principalmente en lugares en donde existe riesgo de inundación, es decir, cerca de elementos en donde exista flujo de agua como tuberías o mangueras, esto se da para que en el caso de se dé una ruptura de ellas, el sensor pueda detectar la fuga de agua de manera rápida con el fin de evitar posibles daños.

El funcionamiento del sistema se basa en la conductividad líquida, en la parte inferior del sensor se encuentran dos terminales (positivo y negativo), cuando existe un aumento del nivel de agua se produce un cortocircuito entre los terminales mencionados enviando una señal que nos permite controlar la fuga de agua generada. (Interra, 2017)

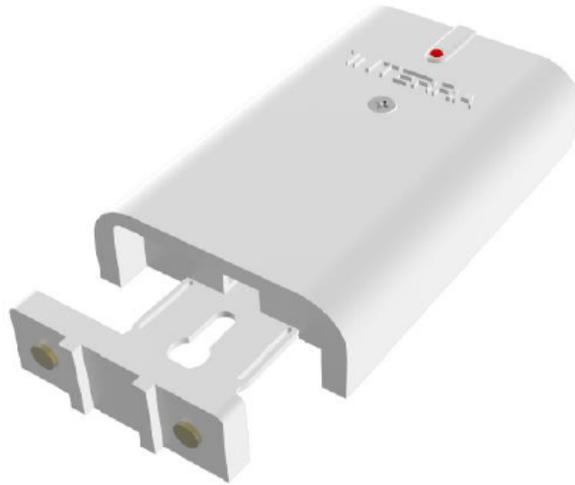


Figura 29: Sensor de inundación.

Fuente: (Interra, 2017)

7.4.2. Sensor de proximidad ESYLUX PD 360/8 Basic

El sensor de proximidad PD 360/8 Basic posee un funcionamiento tradicional de este tipo de sensores explicado anteriormente, el modelo seleccionado cumple con los parámetros requeridos por la edificación ya que permite la detección hasta una distancia de 8 metros de diámetro a una longitud de 3 metros lineales por lo que se recomienda su instalación en una habitación cerrada. Su conexión directa con el sistema de KNX lo convierte en un dispositivo muy intuitivo de usar dentro del programador y sistema en general (Esylux, 2019)



Figura 30: Sensor de proximidad.

Fuente: (Esyslux, 2019)

7.4.3. Sensor crepuscular Elsner Elektro Vari KNX 3L

Este tipo de sensores detectan la intensidad de luz exterior a la que se encuentran sometidos, cuando ésta disminuye hasta un porcentaje determinado por el programador envía una señal al sistema KNX permitiendo así el accionamiento del sistema configurado. (Elsner, 2019)



Figura 31: Sensor crepuscular.

Fuente: (Elsner, 2019)

7.4.4. Basalte sentido switch

Este dispositivo es un interruptor sensible al tacto dividido en dos o cuatro superficies iguales, cada una con sus propias funcionalidades. El dispositivo fue seleccionado por su facilidad de uso y entendimiento por parte de los usuarios, además su configuración permite que los pulsantes funcionen tanto individualmente como mediante gestos, es decir, al mantener presionado un pulsante, permite que el usuario controle de diferentes maneras los circuitos y secuencias de luces por medio de escenas. (Basalte, 2020)



Figura 32: Pulsantes.

Fuente: (Basalte, 2020)

7.4.5. Mini servidor DIVUS D+

Este dispositivo es considerado como el cerebro de todo el sistema KNX debido a que permite la conexión de una interfaz de bus KNX permitiendo que los dispositivos se interconecten de forma virtual entre ellos. El mini servidor seleccionado permite también que los dispositivos y las conexiones creadas por medio de KNX sean cargadas a una plataforma virtual permitiendo controlarlas por los diferentes usuarios a través de múltiples dispositivos remotos. (DIVUS, 2020)



Figura 33: Miniservidor.

Fuente: (DIVUS, 2020)

7.4.6. Sensor de ruptura de vidrio RADION - Bosch

El sensor permite la detección de ruptura de un vidrio por medio de las ondas acústicas generadas al momento de su ruptura, posee un sistema de seguridad de aviso de batería baja y autosabotaje, además de un sistema de baterías de larga vida para su funcionamiento continuo en caso de pérdida de alimentación de energía. (Bosch, 2016b) Este dispositivo no posee el protocolo KNX integrado porque al ser su funcionamiento sumamente simple únicamente es necesario la existencia de interfaces universales para su conexión.



Figura 34: Sensor de ruptura.

Fuente: (Bosch, 2016b)

7.4.7. Actuadores EAE RC 1600/0800 Room Control Unit

Estos actuadores son la base del funcionamiento físico del sistema KNX debido a que actúan como los ejecutores de comandos programados al sistema para realizar el switcheo de cada uno de los circuitos de luces y dispositivos KNX. Este modelo provee ya sea de 16 u 8 salidas que se pueden programar para que funciones de forma switch o blind, permitiendo una mayor libertad al programador. (EAE, 2019)

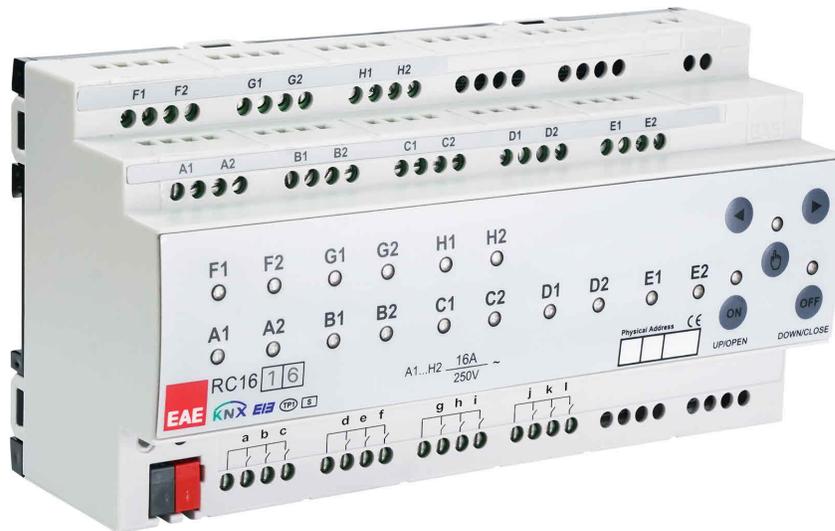


Figura 35: Actuadores de 16 canales.

Fuente: (Fancoil, 2018a)



Figura 36: Actuadores de 8 canales.

Fuente: (Fancoil, 2018b)

7.4.8. Fuente de alimentación MeanWeill KNX-20E-640

El propósito de la fuente de alimentación dentro del proyecto es transformar una alimentación de 220v a 30v con una corriente de 640mA, la selección de el modelo presentado se dió debido a que su calidad de manufacturación es superior, el tamaño al ser compacto es fácil

de instalar, su rango de temperatura es sumamente alto lo cual ofrece una mayor seguridad, como extra posee LED de avisos de sobrecarga y cortocircuito además de seguridad como protección de dispositivos. El enfoque más importante que ofrece esta fuente es que su diseño esta dirigido hacia los sistemas KNX. (MeanWell, 2020)



Figura 37: Fuente de alimentación.

Fuente: (MeanWell, 2020)

Cabe mencionar que dentro de la vivienda existen varios circuitos de seguridad anti-intrusión distribuidos en zonas estratégicas, estos circuitos constan de sensores magnéticos, sensores de movimiento y sensores de ruptura.

7.4.9. Válvulas solenoides

Las válvulas solenoides o electroválvulas son dispositivos que en caso de que exista una fuga detectada por el sensor de inundación, interrumpen el paso de agua hacia las diferentes plantas de la vivienda, al ser una vivienda distribuida en tres plantas con agua caliente y fria cada una se vió necesario el uso de 6 de los dispositivos mencionados. Para la selección de la válvula a utilizar consideramos las dimensiones de las tuberías utilizadas, por lo que el modelo seleccionado es la 1/2"110V AC Electric Solenoid Valve N/O.



Figura 38: Válvula solenoide.

Fuente: (Valves, 2018)

8. Diseño Innótico para la Vivienda

8.1. Tableros de distribución.

El diseño de los planos eléctricos para la vivienda está a cargo del Ing. Eléctrico Carlos Romero mismos que fueron revisados y aprobados por la EMPRESA ELECTRICA AZOGUES.

Como se puede observar en el diagrama unifilar, en la vivienda existirá un tablero de distribución principal con una protección de 2x50A encargada de distribuir las cargas a 2 sub tableros de distribución, el primero estará ubicado dentro en la bodega general de la vivienda, mientras que el segundo tablero estará ubicado en la zona húmeda. Sus funciones son las de alojar las protecciones para los diferentes circuitos tanto de iluminación como de fuerza de cada una de las zonas.

DIAGRAMA UNIFILAR

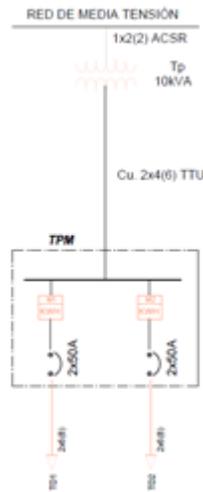


Figura 39: Diagrama unifilar del tablero de distribución principal (TPM).

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

Para realizar los cálculos de las protecciones necesarias, se agruparon los 78 circuitos de iluminación dentro de la vivienda en 7 grupos, esto con el objetivo de llegar a una potencia de consumo máxima por grupo que permita realizar los cálculos para la correcta asignación de cada una de las protecciones termomagnéticas con su respectivo circuito. A continuación, se puede observar como se encuentran divididos los circuitos pertenecientes a la iluminación de la vivienda.

8.1.1. Tablero de Distribución 1

Como se mencionó anteriormente, en la planta baja dentro de la bodega general de la vivienda se encontrará el tablero de distribución. En el primer tablero de distribución (TD1) estarán los circuitos de iluminación pertenecientes a la planta baja. Posee 3 protecciones termomagnéticas de 16A para cada conjunto de circuitos como se puede observar en la siguiente figura:

PLANTA BAJA							
TD1 - PLANTA BAJA		CARGA INSTALADA		CARGA DIVERSIFICADA		PROTECCIÓN	CONDUCTOR
CIRCUITOS		W	A	F. DIVER.	W		
C11 -TD1	ILUMINACIÓN	746,00	6,76	0,70	522,20	1X16 A	2x16 AWG
C12 -TD1	ILUMINACIÓN	984,00	8,91	0,70	688,80	1X16 A	2x16 AWG
C13-TD1	ILUMINACIÓN	775,00	7,02	0,70	542,50	1X16 A	2x16 AWG
SUMA		2505,00	-	-	1753,50		
FACTOR DE COINCIDENCIA ENTRE CIRCUITOS		-	-	0,70	1227,45		

CARGA INSTALADA TD1 (W)	2505,00
DEMANDA MÁXIMA TD1 (W)	1227,45

Figura 40: Cuadro de cargas del tablero de distribución de la planta baja (TD1).

Fuente: Autores.



Figura 41: Circuitos de iluminación de la planta baja.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

En la tabla presentada a continuación podemos observar como están conformados cada uno de los circuitos pertenecientes al TD1.

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	CIRCUITOS	SUBCIRCUITOS
TD1	C1TD1	C01 C02 C03 C07 C08 C09 C14 C15 C16 C17 C18
TD1	C2TD1	C04 C05 C06 C10 C11 C12 C13 C78 CP1 CP2 CP3
TD1	C3TD1	C19 C20 C21 C22 C23 C24 C25 C26 C27 C28 C29

Tabla 6: Distribución TD1

Fuente: Autores.

8.1.2. Tablero de Distribución 2

Dentro de la primera planta alta se encontrará el tablero de distribución 2 (TD2) que será el encargado de controlar la iluminación de los dormitorios, pasillo y terraza, este tablero al igual que el TD1 estará formado por tres protecciones termomagnéticas de 16A cada una, como se puede observar en la figura a continuación:

PLANTA ALTA							
TD2 - PLANTA BAJA		CARGA INSTALADA		CARGA DIVERSIFICADA		PROTECCIÓN	CONDUCTOR
CIRCUITOS		W	A	F. DIVER.	W		
C11 -TD2	ILUMINACIÓN	776,00	7,03	0,70	543,20	1X16 A	2x16 AWG
C12 -TD2	ILUMINACIÓN	904,00	8,19	0,70	632,80	1X16 A	2x16 AWG
C13-TD2	ILUMINACIÓN	960,00	8,70	0,70	672,00	1X16 A	2x16 AWG
SUMA		2640,00	-	-	1848,00		
FACTOR DE COINCIDENCIA ENTRE CIRCUITOS		-	-	0,70	1293,60		

CARGA INSTALADA TD2 (W)	2640,00
DEMANDA MÁXIMA TD2 (W)	1293,60

Figura 42: Cuadro de cargas del tablero de distribución de la planta alta (TD2).

Fuente: Autores.

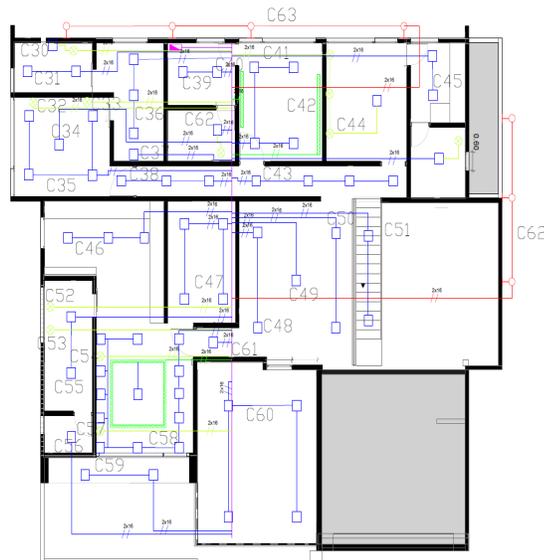


Figura 43: Circuitos de iluminación de la planta alta.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

En la tabla presentada a continuación podemos observar como están conformados cada uno de los circuitos pertenecientes al TD2.

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	CIRCUITOS	SUBCIRCUITOS
TD2	C1TD2	C30 C31 C32 C33 C34 C35 C36 C37 C39 C40 C41 C42 C44 C45 C74 C75
TD2	C2TD2	C46 C47 C48 C49 C50 C51 C52 C53 C54 C55 C56 C57 C58 C61 C73 CP4
TD2	C3TD2	C38 C43 C59 C60 C62 C63 CP5 CP6 CP7

Tabla 7: Distribución TD2

Fuente: Autores.

8.1.3. Tablero de Distribución 3

El tercer tablero de distribución se tiene previsto ubicar en la zona húmeda de la vivienda. Este tablero de distribución (TD3) será el encargado de los circuitos de iluminación de la parte del sauna, turco, vestidores, etc. Consta de una protección termomagnética de 10A como se observa a continuación:

TD3 - PLANTA BAJA		CARGA INSTALADA		CARGA DIVERSIFICADA		PROTECCION	CONDUCTOR
CIRCUITOS		W	A	F. DIVER.	W		
CI1 -TD3	ILUMINACION	292,00	2,64	0,70	204,40	1X16 A	2x16 AWG
SUMA		292,00	-	-	204,40		
FACTOR DE COINCIDENCIA ENTRE CIRCUITOS		-	-	0,70	143,08		

CARGA INSTALADA TD3 (W)	292,00
DEMANDA MÁXIMA TD3 (W)	143,08

Figura 44: Cuadro de cargas del tablero de distribución de la zona húmeda (TD3).

Fuente: Autores.

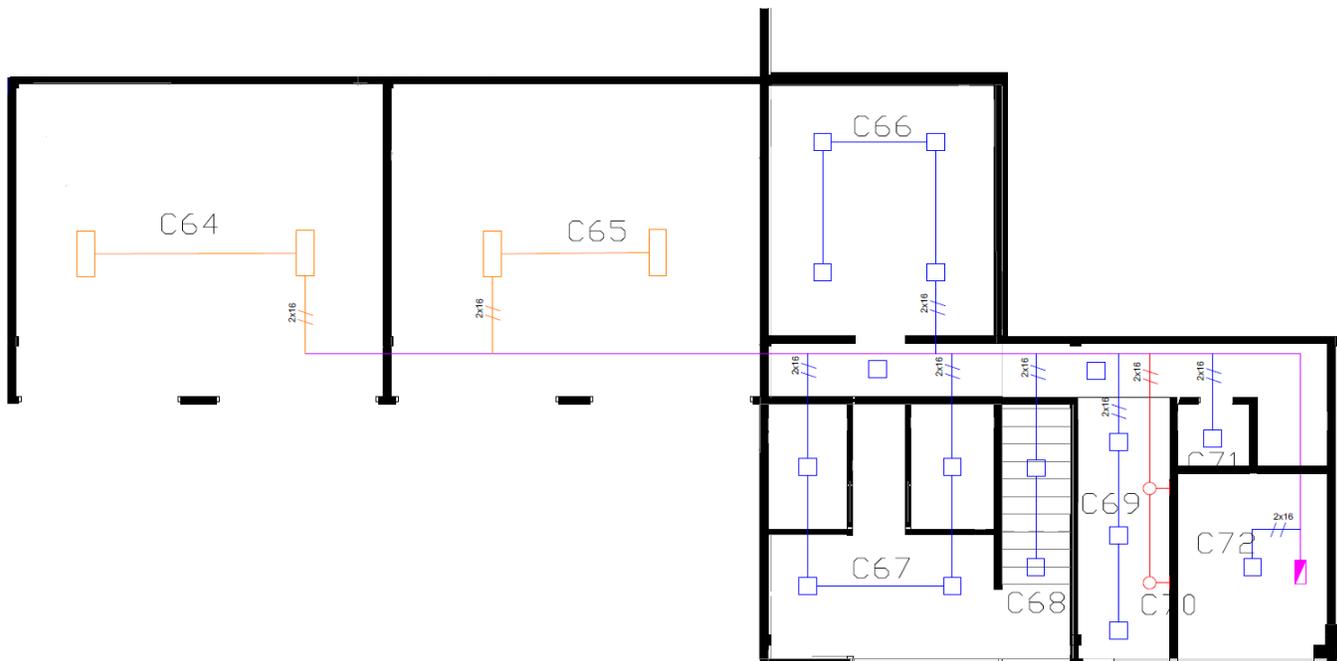


Figura 45: Circuitos de iluminación de la zona húmeda.

Fuente: Planos eléctricos de la vivienda.

En la tabla presentada a continuación podemos observar como están conformados cada uno de los circuitos pertenecientes al TD3.

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	CIRCUITOS	SUBCIRCUITOS
TD3	C1TD3	C64 C65 C66 C67 C68 C69 C70 C71 C72 C76 C77

Tabla 8: Distribución TD3

Fuente: Autores.

9. Programación.

9.1. Software de Programación

El protocolo internacional KNX posee su propia interfaz de programación llamada Software de Herramientas de Ingeniería (ETS) que permite la creación de los diferentes ambientes que existen dentro de la vivienda distribuyéndolos por pisos, habitaciones, pasillos, baños, etc. (KNX-Association, 2020) Para la domotización de la vivienda se utilizará el ETS 5, sin embargo, dentro de este software existen tres diferentes versiones:

- **ETS 5 Demo:** Tiene la capacidad de trabajar con un máximo de 5 dispositivos sin ningún costo.
- **ETS 5 Lite:** Tiene la capacidad de trabajar con un máximo de 20 dispositivos por proyecto. Se recomienda esta versión para proyectos domésticos o con fines de capacitación.
- **ETS 5 Professional:** Tiene la capacidad de realizar proyectos sin límite de dispositivos y con todas las opciones para domotizar completamente una vivienda.

La versión de software que se utilizará para estos dispositivos es el ETS 5 Professional ya que en la vivienda se trabajará con alrededor de 90 dispositivos distribuidos en toda la edificación.

9.2. Programación del Software ETS

9.2.1. Controladores

Uno de los primeros pasos para realizar la programación en el software ETS5 es importar los controladores de cada dispositivo a utilizarse en la vivienda, mediante proveedores o la página web de cada compañía, estos serán usados para establecer los parámetros y características de cada dispositivo dentro del software.

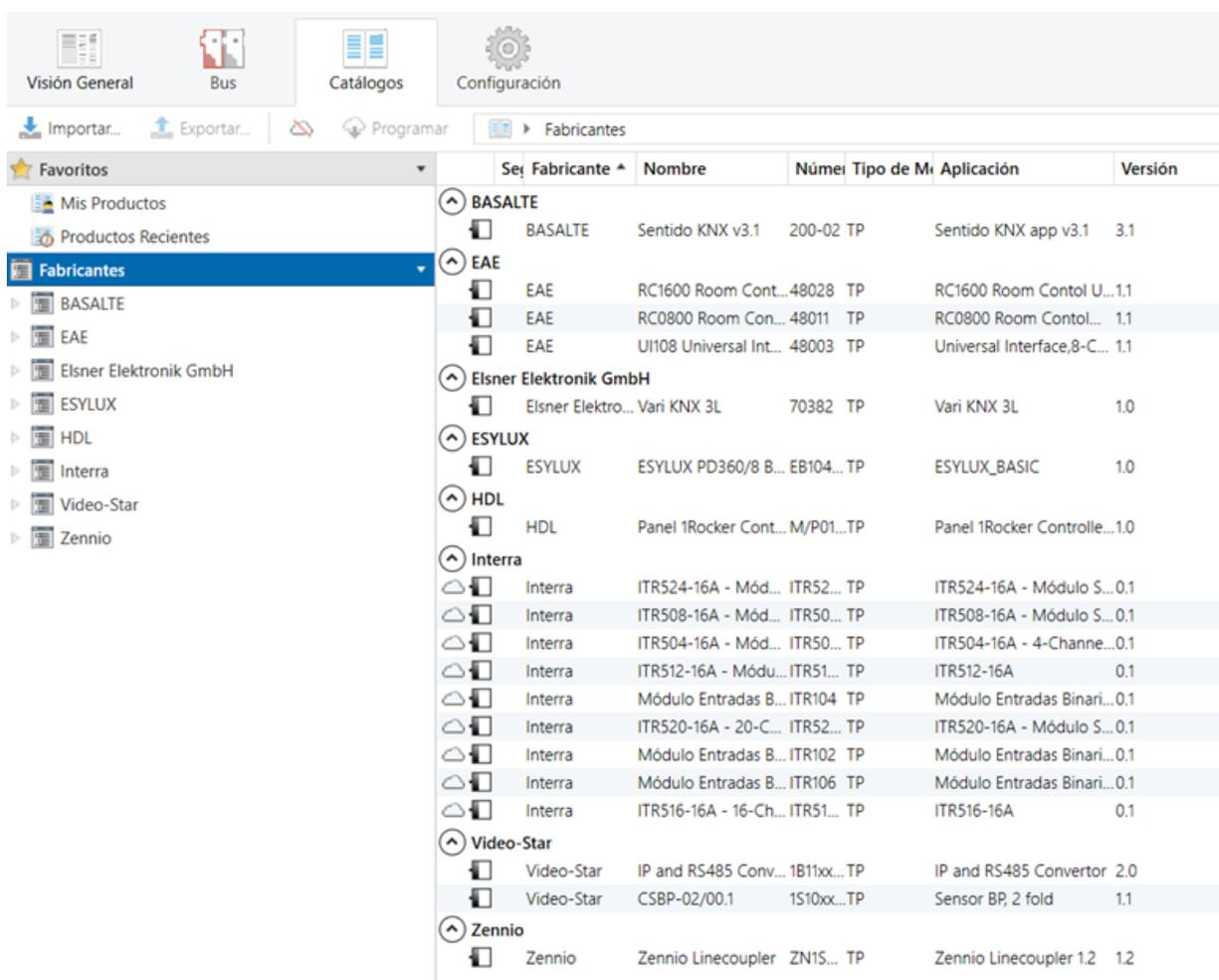


Figura 46: Apartado de fabricantes en el software ETS 5.

Fuente: Autores.

9.2.2. Edificio

El siguiente punto a configurar será el apartado de `.Edificio.en` donde se deberá agregar cada una de las habitaciones (dormitorios, baños, pasillos, garaje, etc.) con cada uno de los dispositivos que se utilizarán para realizar el control de la vivienda.

Direcc	Estancia	Descripción	Programa de Aplicación	Dir	Prg	Par	Grp	Cfg	Fabricante
	1.1.32	Comedor	Sentido KNX app v3.1	-	-	-	-	-	BASALTE
	1.1.33	Escaleras (up)	Sentido KNX app v3.1	-	-	-	-	-	BASALTE
	1.1.34	Gimnasio	Sentido KNX app v3.1	-	-	-	-	-	BASALTE
	1.1.35	Gimnasio	Sentido KNX app v3.1	-	-	-	-	-	BASALTE
	1.1.36	Habitacion (EM)	Sentido KNX app v3.1	-	-	-	-	-	BASALTE
	1.1.37	sala cine / gimnasio	Sentido KNX app v3.1	-	-	-	-	-	BASALTE
	1.1.38	Escaleras (Down)	Sentido KNX app v3.1	-	-	-	-	-	BASALTE
	1.1.39	lavanderia	Sentido KNX app v3.1	-	-	-	-	-	BASALTE
	1.1.40	badega de lavado	Sentido KNX app v3.1	-	-	-	-	-	BASALTE
	1.1.41	cocina alrededores	Sentido KNX app v3.1	-	-	-	-	-	BASALTE
	1.1.42	Sala	Sentido KNX app v3.1	-	-	-	-	-	BASALTE
	1.1.43	Sala de Cine	Sentido KNX app v3.1	-	-	-	-	-	BASALTE
	1.1.44	Comedor (1)	Sentido KNX app v3.1	-	-	-	-	-	BASALTE
	1.1.45	Habitacion empleada	Sentido KNX app v3.1	-	-	-	-	-	BASALTE
	1.1.46	cocina alrededores	Sentido KNX app v3.1	-	-	-	-	-	BASALTE

Figura 47: Apartado de Edificio en el software ETS 5.

Fuente: Autores.

9.2.3. Actuadores

Los actuadores son los encargados de conmutar cada circuito de iluminación y parámetro a controlar, es por ellos que cada caja de actuadores debe ser configurada para que habilite cada una de sus entradas permitiendo el funcionamiento de switch. Se puede también configurar cada puerto de salida como normalmente abierto o normalmente cerrado, dependiendo de las necesidades que se presenten.

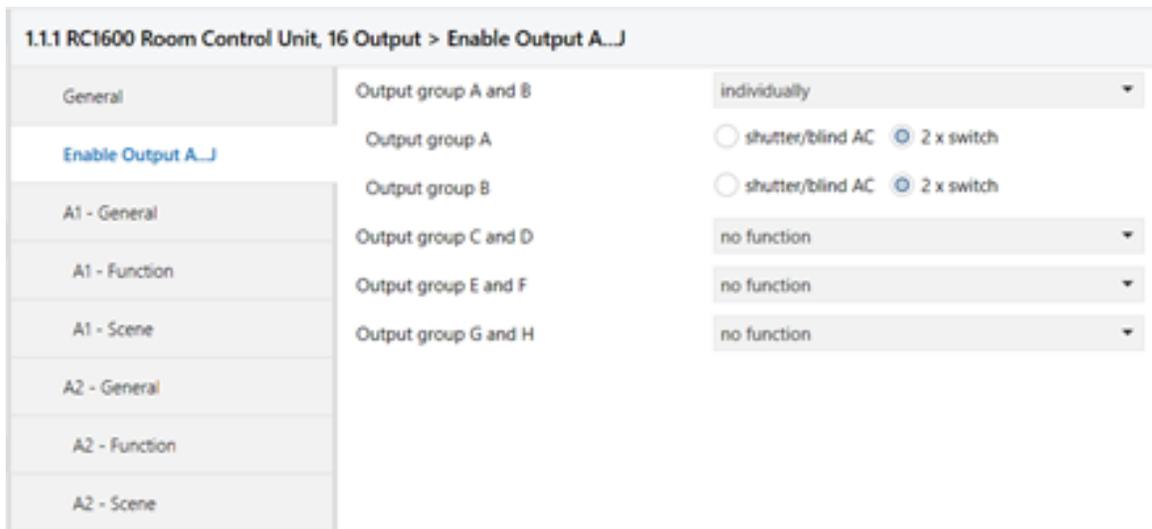


Figura 48: Configuración de los actuadores en el software ETS 5.

Fuente: Autores.

En las siguientes tablas se pueden observar cada uno de los circuitos a controlar, su dirección específica y el puerto asignado dependiendo de cada actuador que lo controlará.

Tabla 9: Distribución de circuitos de iluminación pertenecientes a la planta baja (TD1)

PLANTA BAJA					
Actuador	TD	Puerto	Circuito	Dirección	Descripción
AC1-16ch	C1-TD1	A1	C01	1/1/17	Bodega exterior
		A2	C02	1/1/25	Sala de cine - Regleta led
		B1	C03	1/1/26	Sala de cine - Luminaria central
		B2	C07	1/1/0	Gimnasio - Luminarias 1
		C1	C08	1/1/1	Gimnasio -Luminarias 2
		C2	C09	1/1/2	Gimnasio - Baño
		D1	C14	1/1/8	Gimnasio - Pasillo
		D2	C15	1/1/18	Bodega general
		E1	C16	1/1/32	Baño social
		E2	C17	1/1/9	Jardinera entre bodega-desayunador
F1	C18	1/1/10	Baño social - Pasillo		
AC1-16ch	-	F2	Reserva	-	-
	-	G1	Reserva	-	-
	-	G2	Reserva	-	-
	-	H1	Reserva	-	-
	-	H2	Reserva	-	-
AC2-16ch	C2-TD1	A1	C04	1/1/33	Dormitorio servicio doméstico - Luminarias
		A2	C05	1/1/40	Lavandería - Luminarias 1
		B1	C10	1/1/34	Dormitorio servicio doméstico - Baño
		B2	C11	1/1/41	Lavandería - Luminarias 2
		C1	C75	1/4/5	Dormitorio servicio doméstico - Pasillo
AC2-16ch	C3-TD1	C2	C19	1/1/47	Sala - Apliques de pared
		D1	C20	1/1/48	Sala - Regleta Led
		D2	C21	1/1/49	Sala - Lámpara
		E1	C22	1/1/19	Bodega de alimentos
		E2	C23	1/1/55	Desayunador - Lámpara decorativa
		F1	C24	1/1/56	Desayunador - Luminaria central
		F2	C25	1/1/11	Entrada principal - Pasillo
		G1	C26	1/1/62	Cocina - Regleta led
		G2	C27	1/1/63	Cocina - Luminarias
		H1	C28	1/1/69	Comedor - Lámpara central
		H2	C29	1/1/70	Comedor - Regleta led

Fuente: Autores

Tabla 10: Distribución de circuitos de persianas pertenecientes a la planta baja (TD1)

PLANTA BAJA					
Actuador	TD	Puerto	Circuito	Dirección	Descripción
AC9-8ch	CI2-TD1	A1 A2 B1	CP1	-	Persiana - Cocina
AC9-8ch	-	B2	Reserva	-	-
AC9-8ch	CI2-TD1	C1 C2 D1	CP2	-	Persiana - Sala
AC9-8ch	-	D2	Reserva	-	-
AC10-8ch	CI2-TD1	A1 A2 B1	CP3	-	Persiana - Comedor
AC10-8ch	-	B2	Reserva	-	-
	-	C1	Reserva	-	-
	-	C2	Reserva	-	-
	-	D1	Reserva	-	-
	-	D2	Reserva	-	-

Fuente: Autores

Tabla 11: Distribución de circuitos de iluminación pertenecientes a la planta alta (TD2)

PLANTA ALTA					
Actuador	TD	Puerto	Circuito	Dirección	Descripción
AC3-16ch	C1TD2	A1	C30	1/1/112	Dormitorio hija - Baño luminaria 1
		A2	C31	1/1/113	Dormitorio hija - Baño luminaria 2
		B1	C32	1/1/117	Dormitorio hija - Velador 1 derecho
		B2	C33	1/1/118	Dormitorio hija - Velador 2 izquierdo
		C1	C34	1/1/114	Dormitorio hija - Lámpara central
		C2	C35	1/1/115	Dormitorio hija - Luminarias
		D1	C36	1/1/119	Dormitorio hija - Vestidor
		D2	C37	1/1/116	Dormitorio hija - Maquillador
		E1	C39	1/1/137	Dormitorio hijo 2 - Vestidor
		E2	C40	1/1/136	Dormitorio hijo 2 - Regleta led televisor
		F1	C41	1/1/133	Dormitorio hijo 2 - Luminaria central
		F2	C42	1/1/135	Dormitorio hijo 2 - Regleta led cabecera
		G1	C44	1/1/126	Dormitorio hijo 3 Luminaria central
		G2	C45	1/1/127	Dormitorio hijo 3 - Vestidor
		H1	C74	1/1/125	Dormitorio hijo 3 - Baño
		H2	C75	1/1/134	Dormitorio hijo 2 - Baño
AC4-16ch	C2TD2	A1	C46	1/1/33	Dormitorio Máster - Vestidores
		A2	C47	1/1/40	Dormitorio Máster - Cuarto de estudio
		B1	C48	1/1/34	Sala de estar - Luminaria 1
		B2	C49	1/1/41	Sala de estar - Luminaria central
		C1	C50	1/4/5	Sala de estar - Luminaria 2
		C2	C51	1/1/47	Escaleras 1
		D1	C52	1/1/48	Dormitorio Máster - Baño lámpara decorativa 1
		D2	C53	1/1/49	Dormitorio Máster - Baño lámpara decorativa 2
		E1	C54	1/1/19	Dormitorio Máster - Velador 1 izquierdo
		E2	C55	1/1/55	Dormitorio Máster - Baño luminarias 1
		F1	C56	1/1/56	Dormitorio Máster - Baño luminarias 2
		F2	C57	1/1/11	Dormitorio Máster - Velador 2 derecho
		G1	C58	1/1/62	Dormitorio Máster - Luminarias
		G2	C61	1/1/63	Dormitorio Máster - Entrada
H1	C73	1/1/69	Dormitorio Máster - Lámpara central		
AC4-16ch	-	H2	-	-	-

Fuente: Autores

Tabla 12: Distribución de circuitos de iluminación pertenecientes a la planta alta (TD2)

PLANTA ALTA					
Actuador	TD	Puerto	Circuito	Dirección	Descripción
AC5-16ch	C3TD2	A1	C38	1/1/33	Dormitorio hija - Pasillo
		A2	C43	1/1/40	Dormitorio hijos - Pasillo
		B1	C59	1/1/34	Terraza - Dormitorio máster
		B2	C60	1/1/41	Terraza
		C1	C62	1/4/5	Exterior - Apliques de pared 1
		C2	C63	1/1/47	Exterior - Apliques de pared 2
AC5-16ch	-	D1	Reserva	-	-
	-	D2	Reserva	-	-
	-	E1	Reserva	-	-
	-	E2	Reserva	-	-
	-	F1	Reserva	-	-
	-	F2	Reserva	-	-
	-	G1	Reserva	-	-
	-	G2	Reserva	-	-
-	H1	Reserva	-	-	
-	H2	Reserva	-	-	

Fuente: Autores

Tabla 13: Distribución de circuitos de persianas pertenecientes a la planta alta (TD2)

PLANTA ALTA					
Actuador	TD	Puerto	Circuito	Dirección	Descripción
AC7-8ch	CI2-TD2	A1 A2 B1	CP4	-	Persiana - Dormitorio máster
AC7-8ch	-	B2	Reserva	-	-
AC7-8ch	CI3-TD2	C1 C2 D1	CP5	-	Persiana - Dormitorio hija
AC7-8ch	-	D2	Reserva	-	-
AC8-8ch	CI3-TD2	A1 A2 B1	CP6	-	Persiana - Dormitorio hijo 1
AC8-8ch	-	B2	Reserva	-	-
AC8-8ch	CI3-TD2	C1 C2 D1	CP7	-	Persiana - Dormitorio hijo 2
AC8-8ch	-	D2	Reserva	-	-

Fuente: Autores

Tabla 14: Distribución de circuitos de iluminación pertenecientes a la zona húmeda (TD3)

ZONA HUMEDA					
Actuador	TD	Puerto	Circuito	Dirección	Descripción
AC6-16ch	C1-TD3	A1	C64	2/7/0	Garaje - Luminarias 1
		A2	C65	2/7/2	Garaje - Luminarias 2
		B1	C66	3/3/0	Cava
		B2	C67	2/5/0	Sauna y turco
		C1	C68	3/0/0	Escaleras 2
		C2	C69	2/6/2	Pasillo duchas
		D1	C70	3/1/0	Duchas
		D2	C71	2/4/0	Baño
		E1	C72	3/2/0	Cuarto de máquinas
		E2	C76	2/6/0	Pasillo cava
		F1	C77	3/4/0	Vestidores
AC6-16ch	-	F2	Reserva	-	-
	-	G1	Reserva	-	-
	-	G2	Reserva	-	-
	-	H1	Reserva	-	-
	-	H2	Reserva	-	-

Fuente: Autores

9.2.4. Direcciones de grupo

Dentro del software ETS 5 las se utilizan las direcciones de grupo para agrupar a un conjunto de dispositivos con la finalidad de que operen según lo deseado, es decir, las direcciones de grupo nos permite asignar el funcionamiento de cada dispositivo.

Esta sección se encuentra estructurada en grupos iniciales, intermedios y direcciones de grupo, en donde como punto inicial se debe establecer la sección o planta a la cual pertenecerá cada dirección, a continuación se debe crear una agrupación más pequeña o habitaciones en donde pertenecerá cada dirección y por último tenemos las direcciones de grupo que son las encargadas de realizar el enlace de cada dispositivo de acuerdo a su requerimiento.

En la figura 49 se puede observar que en la dirección de "BAÑO" perteneciente a la habitación denominada "HABITACIÓN MÁSTER" dentro de la sección "PLANTA ALTA" se encuentra configurado como una salida de un actuador, siendo ésta dirección activado o desactivado por medio de un pulsante.

Direcciones de Grupo	Objeto	Dispositivo	Envío act	Tipo de Da	C	R	W	T	U	Producto
Carpetas Dinámicas	1: sensor 1 - short press - on/off (o...	1.1.2 Sentido KNX v3.1	S	switch	C	-	W	T	U	Sentido KNX v3.1
1 Planta Baja	143: Output D1 - Switch	1.1.47 RC1600 Room Control U...	S	switch	C	R	W	T	-	RC1600 Room Cont...
1/1 Habitación Hija										
1/2 Habitación Master										
1/2/1 Estudio										
1/2/2 Hab central										
1/2/3 Hab-Balcon										
1/2/4 Velador 1										
1/2/5 Velador 2										
1/2/6 Baño										
1/2/7 Inodoro										
1/3 Habitación Hijo 1										
1/4 Habitación Hijo 2										
1/5 Sala de Estar										
2 Planta Alta										
3 Zona Humeda										

Figura 49: Configuración de las direcciones de grupo en el software ETS 5.

Fuente: Autores.

9.2.5. Pulsantes

Dentro de la vivienda se utilizará dos tipos de pulsantes, de 4 botones o de 2 botones, es por ello que los controladores deben agregarse dependiendo del dispositivo que corresponde, además cuenta con la posibilidad de generar escenas (encender conjuntos de circuitos de luces al mismo tiempo usando un solo botón de forma específica)

General	Function	room toggle + scene sequencer
Sensor 1	Output for short press	room toggle (1 bit)
Sensor 2		
Multitouch		
	Time between short and long (x0.1s)	20
RGB feedback	Number of scenes	4
Temperature sensor	Colour scene 1	red
Version	Colour scene 2	green
	Colour scene 3	blue
	Colour scene 4	yellow
	Scene 1	1
	Scene 2	2
	Scene 3	3
	Scene 4	4

Figura 50: Configuración del pulsante de en el software ETS 5.

Fuente: Autores.

9.2.6. Sensor de inundación

Para los sensores de inundación se debe configurar su funcionamiento, modificando ciertos parámetros para que, en caso de ser activado, el sensor envíe una alarma cada cierto tiempo.

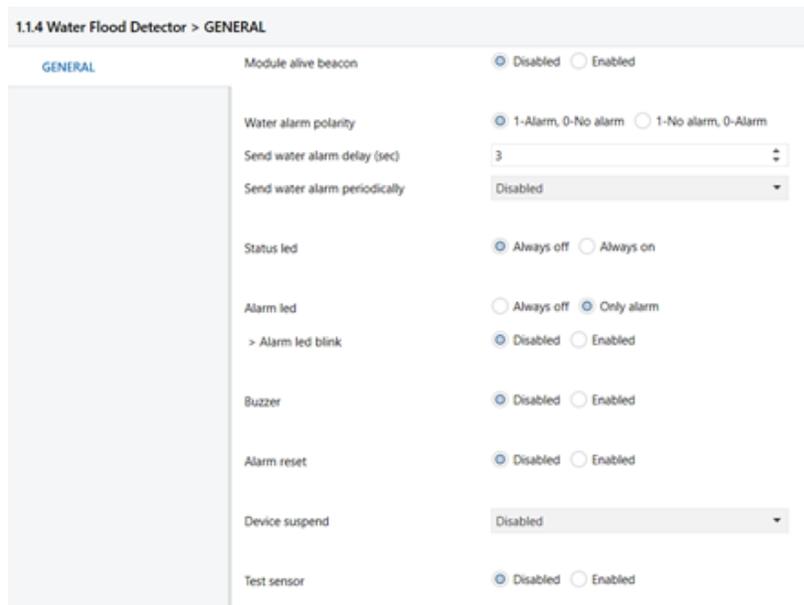


Figura 51: Configuración del sensor de inundación de en el software ETS 5.

Fuente: Autores.

El sistema anti-inundación utiliza el sensor de inundación como dispositivo para detectar la presencia de agua a una determinada altura, mediante el software ETS 5 el momento en el que el sensor de inundación detecta presencia de agua, activará un puerto específico que permite la apertura o cierre de una electroválvula que impedirá el paso de agua dependiendo del piso en el que se encuentre.

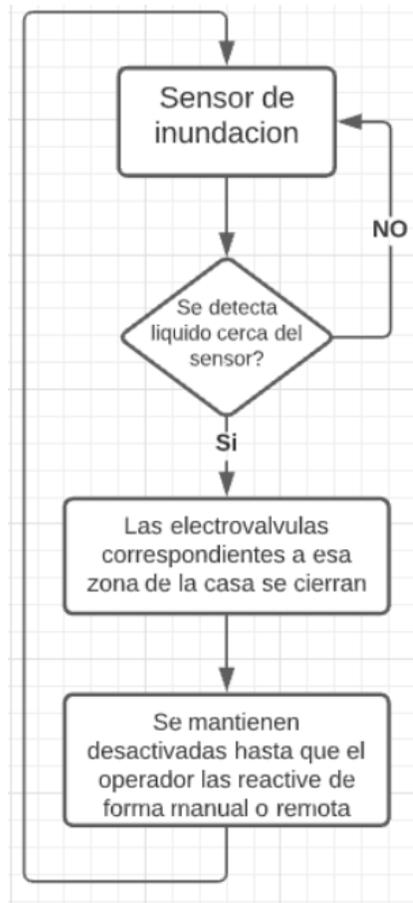


Figura 52: Diagrama de flujo del sistema anti-inundación.

Fuente: Autores

En la siguiente figura se puede observar la asignación de los puertos del actuador encargados de la apertura o cierre de las electroválvulas encargadas de permitir o no el paso de agua.

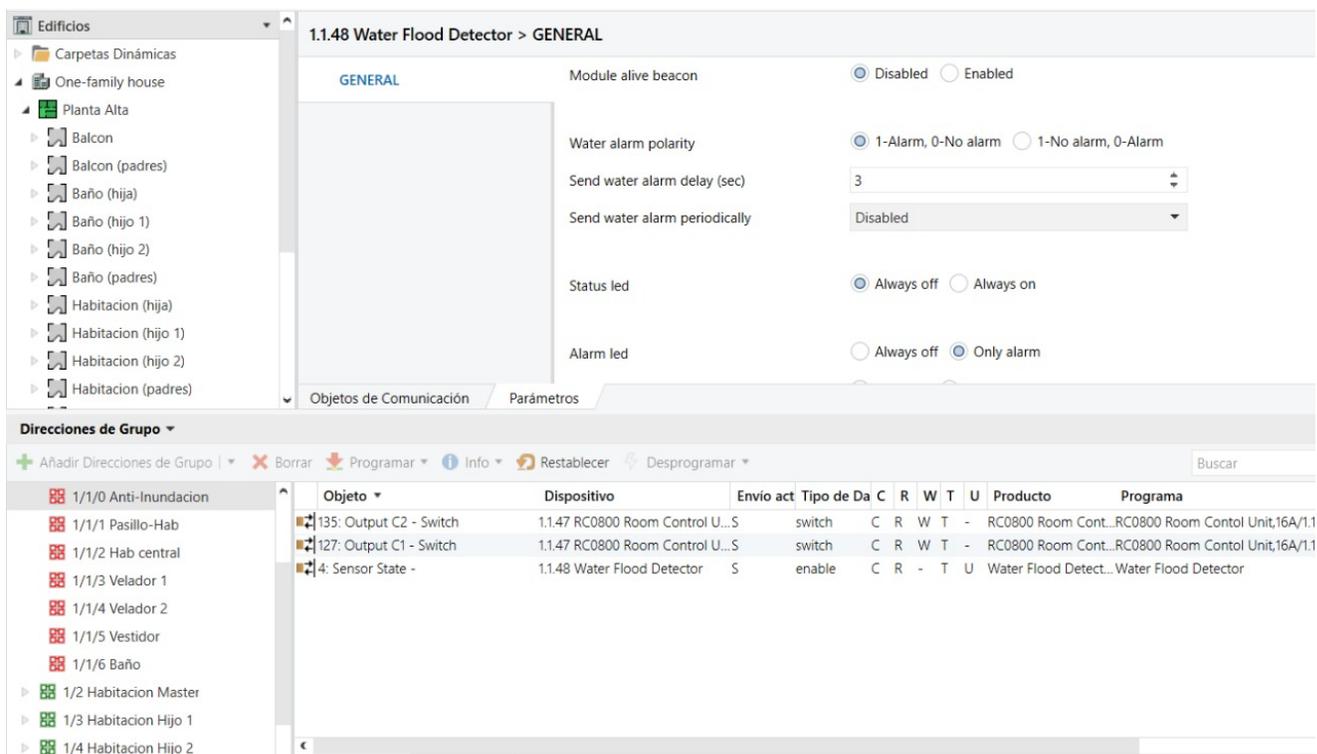


Figura 53: Puertos de salida del sistema anti-inundación.

Fuente: Autores

Para reiniciar este sistema, es decir, para permitir el paso nuevamente de agua hacia la planta se lo puede hacer de forma manual o de forma remota mediante un smartphone gracias a la conexión con el servidor DIVUS D+.

9.2.7. Sensor de movimiento

Para el sensor de movimiento se deben configurar ciertos parámetros para que el dispositivo funcione de acuerdo a la necesidad del usuario, en este caso la configuración del sensor está para que funcione en un rango de tiempo de 10 segundos siempre y cuando la iluminación a la que se encuentre sea inexistente o muy baja.

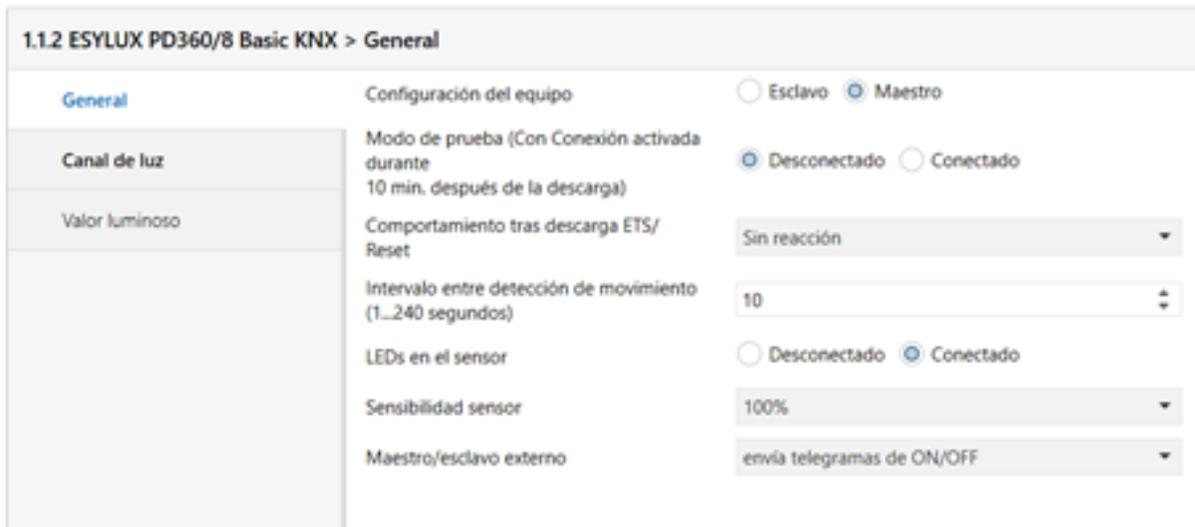


Figura 54: Configuración del sensor de movimiento de en el software ETS 5.

Fuente: Autores.

9.2.8. Sensor Crepuscular

El sensor crepuscular funciona de acuerdo al porcentaje de luz ambiente, es por esto que dentro del software se debe configurar parámetros como el umbral de luz, la histéresis de lux y su porcentaje, además de la creación de restricciones o secuencias de funcionamiento.

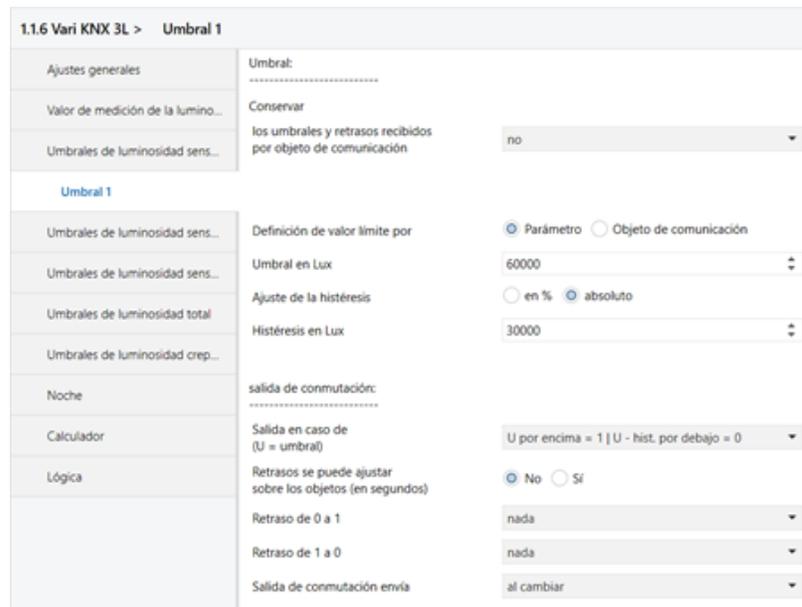


Figura 55: Configuración del sensor crepuscular de en el software ETS 5.

Fuente: Autores.

El sensor crepuscular se configura de tal manera que capte la luz ambiental de manera periódica, el momento que detecta la cantidad mínima de luz ambiental permitida acciona los actuadores correspondientes a las luces exteriores de la vivienda, a partir de esto el residente del domicilio podrá apagar las luces de forma remota en cualquier momento, caso contrario éstas se deshabilitaran de forma automática a una hora programada. Al llegar a la hora programada el morador posee un cierto tiempo para deshabilitar el apagado automático de las luces exteriores de forma remota por medio de un mensaje, si este es el caso las luces seguirán encendidas hasta que se apaguen de forma manual, en caso contrario procederán a desactivarse de forma planeada.

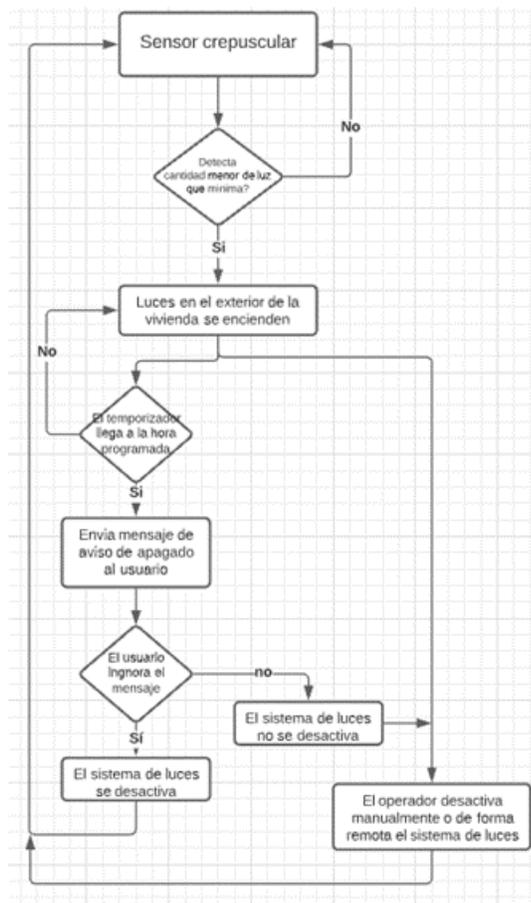


Figura 56: Diagrama de flujo del sistema de encendido y apagado de iluminación automático.

Fuente: Autores

En la siguiente figura se puede observar la asignación de los puertos del actuador encargados del encendido o apagado de los circuitos de iluminación.

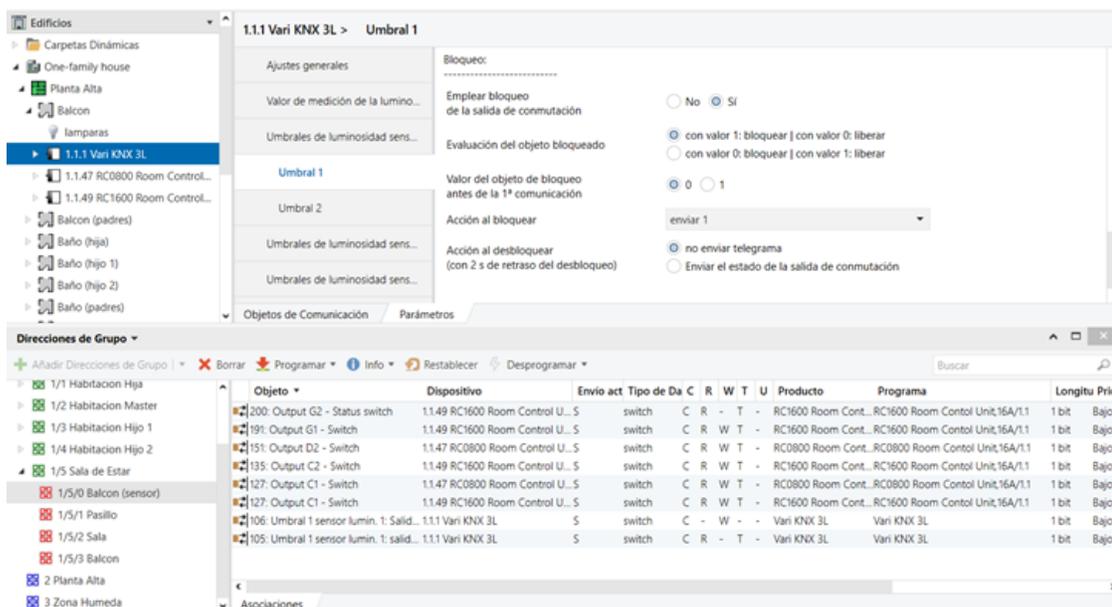


Figura 57: Asignación de puertos del sistema de encendido y apagado de iluminación automático.

Fuente: Autores

9.2.9. Sistema Anti-intrusión

Si uno de los sensores de ruptura, presencia o magnéticos son activados posterior a la activación del sistema anti-intrusión por parte del usuario, además de activar el sistema de alarmas, enviará una alerta a cada dispositivo vinculado con el servidor DIVUS D+ y la única forma de desactivarlo será por medio de los dispositivos móviles vinculados.

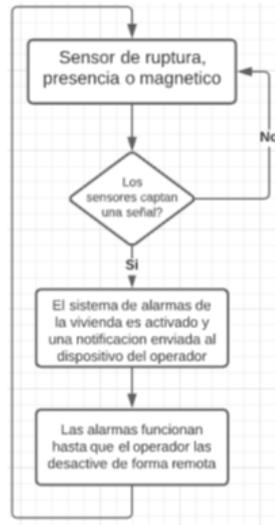


Figura 58: Diagrama de flujo del sistema anti-intrusión.

Fuente: Autores

En la siguiente figura se puede observar la asignación de los puertos del actuador encargados del encendido o apagado de las bocinas del sistema anti-intrusión.

Direcciones de Grupo	Objeto	Dispositivo	Envío act	Tipo de Da	C	R	W	T	U	Producto	Programa	Longitu Pr
4/1/1 Sistema	5: Entrada: bloquear detección d...	1.149 ESYLUX PD360/8 Basic KNX	S		C	-	W	-	-	ESYLUX PD360/8 B...ESYLUX_BASIC		1 bit Baj
	5: Entrada: bloquear detección d...	1.151 ESYLUX PD360/8 Basic KNX	S		C	-	W	-	-	ESYLUX PD360/8 B...ESYLUX_BASIC		1 bit Baj
	5: Entrada: bloquear detección d...	1.150 ESYLUX PD360/8 Basic KNX	S		C	-	W	-	-	ESYLUX PD360/8 B...ESYLUX_BASIC		1 bit Baj
	5: Entrada: bloquear detección d...	1.152 ESYLUX PD360/8 Basic KNX	S		C	-	W	-	-	ESYLUX PD360/8 B...ESYLUX_BASIC		1 bit Baj
	5: Entrada: bloquear detección d...	1.153 ESYLUX PD360/8 Basic KNX	S		C	-	W	-	-	ESYLUX PD360/8 B...ESYLUX_BASIC		1 bit Baj
	119: Output B2 - Switch	1.154 RC0800 Room Control Unit, B...	S	switch	C	R	W	T	-	RC0800 Room Con...RC0800 Room Control Unit,16A/1.1		1 bit Baj

Figura 59: Asignación de puertos del sistema anti-intrusión.

Fuente: Autores

9.3. Servidor Web DIVUS D+

La vivienda contará con la posibilidad de encender o apagar cada uno de los circuitos domotizados desde cualquier parte del mundo con un único requisito que es de estar conectado a internet. Para que todo esto sea posible se utilizará el dispositivo DIVUS D+, es un dispositivo que cumple con la función de servidor compacto que permite controlar el sistema KNX dentro de la vivienda mediante la aplicación propia del fabricante llamada DIVUS OPTIMA. (DIVUS, 2020)

9.4. Programación de la Interfaz DIVUS OPTIMA

Para la programación de la Interfaz DIVUS OPTIMA se realiza accediendo desde un computador con sistema operativo Windows al dispositivo DIVUS D+ mediante un cable LAN.

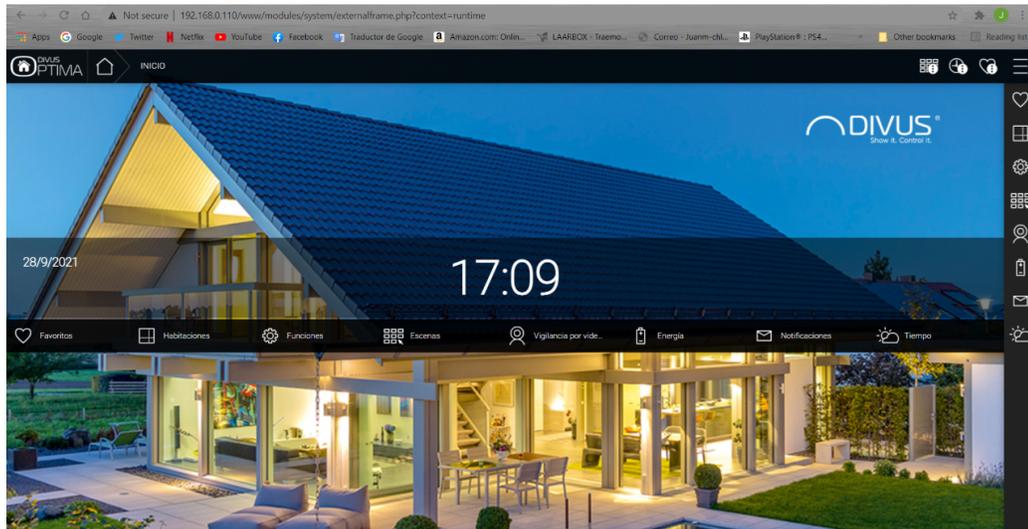


Figura 60: Interfaz DIVUS OPTIMA.

Fuente: Autores.

9.4.1. Instalación

Dentro del apartado de Instalación se comienza la programación con la configuración de aspectos básicos como el idioma, fecha y hora.

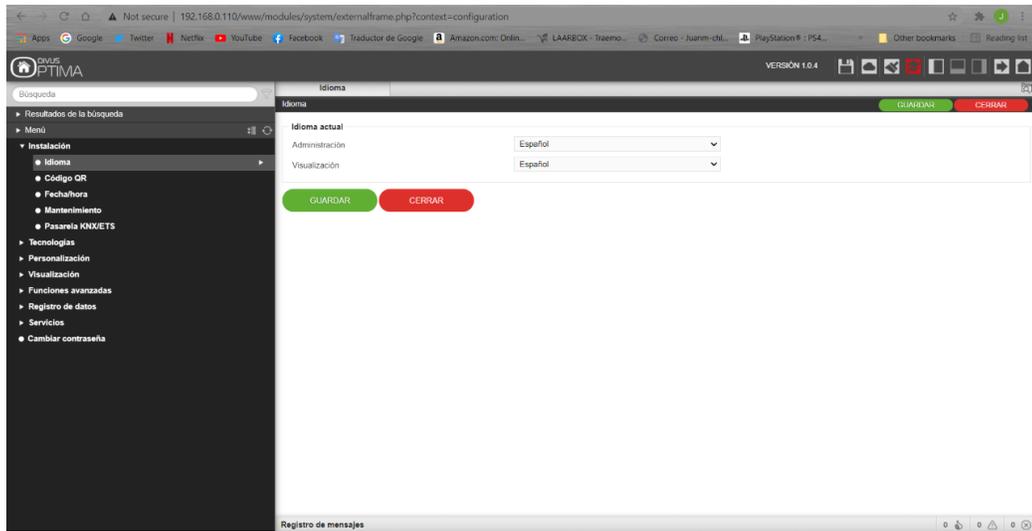


Figura 61: Configuración del idioma de la Interfaz DIVUS OPTIMA.

Fuente: Autores.

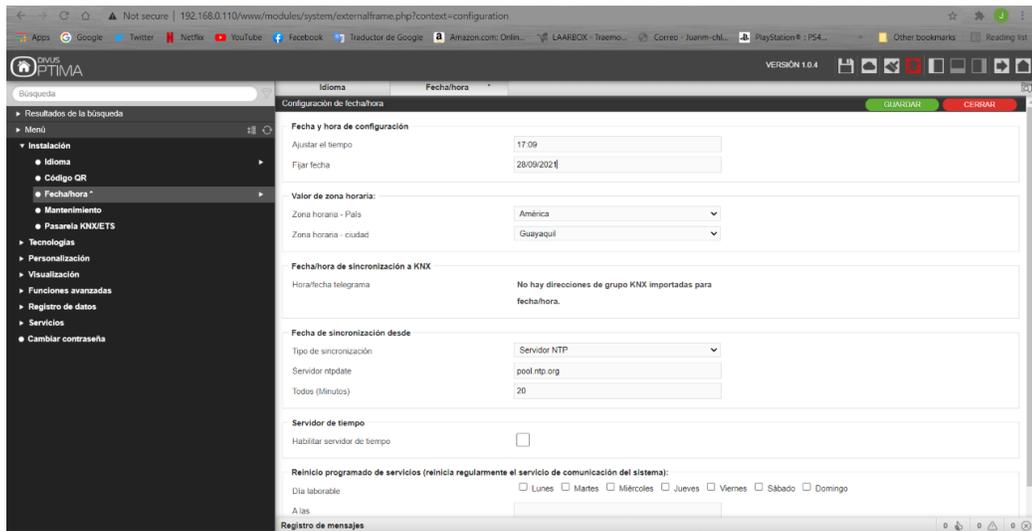


Figura 62: Configuración de fecha y hora de la Interfaz DIVUS OPTIMA.

Fuente: Autores.

Dentro del apartado de mantenimiento se encuentra la información del dispositivo como número de serie, código de hardware, memoria disponible, entre otros, también permite reiniciar parámetros como servicios de comunicación, sistema, servicios web, entre otros.

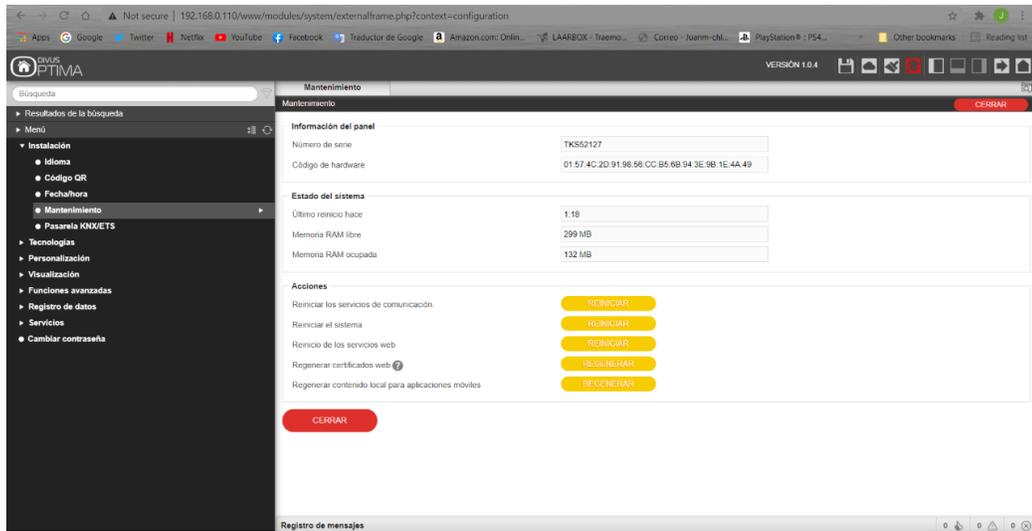


Figura 63: Apartado de mantenimiento de la Interfaz DIVUS OPTIMA.

Fuente: Autores.

En el apartado de Pasarela KNX/ETS se debe ingresar datos correspondientes al nombre de usuario, contraseña, el número de Host IP, Rango IP y permite también iniciar y terminar la interfaz KNX para ETS5+.

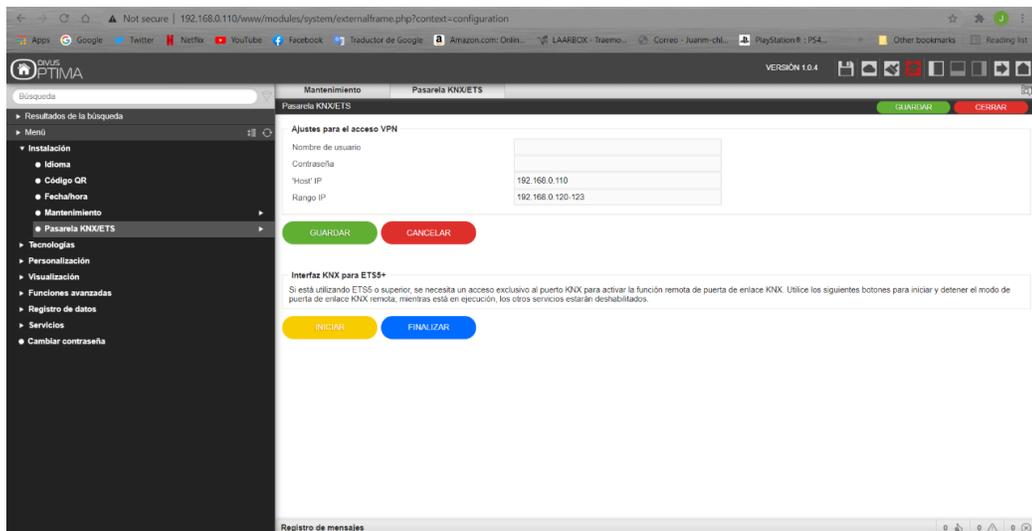


Figura 64: Configuración de la pasarela KNX/ETS de la Interfaz DIVUS OPTIMA.

Fuente: Autores.

9.4.2. Personalización

Dentro del apartado de personalización se puede configurar la interfaz a comodidad y gusto de cada uno de los usuarios de la vivienda.

En el menú "Temas" se puede observar dos modos de selección para la interfaz DIVUS OPTIMA.

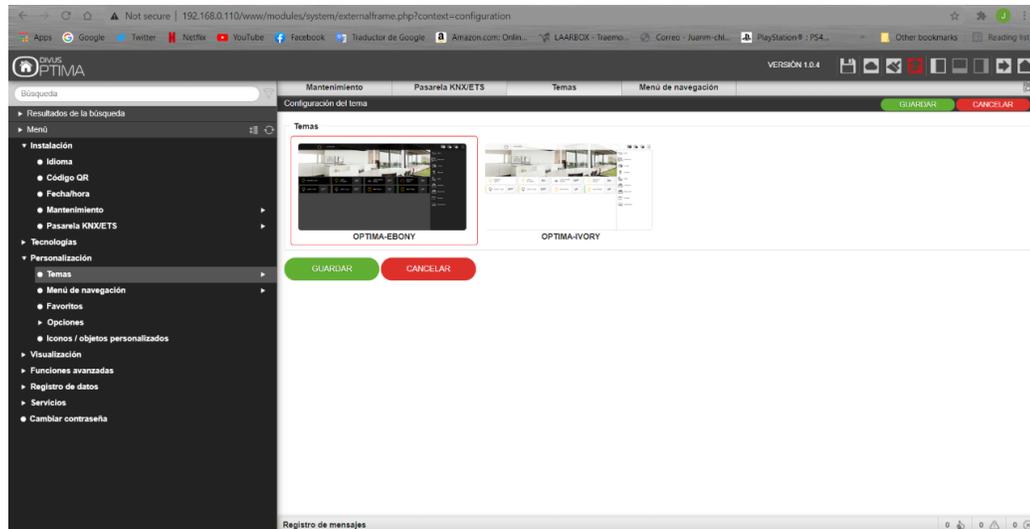


Figura 65: Selección del tema de la Interfaz DIVUS OPTIMA.

Fuente: Autores.

Dentro del menú de navegación se puede agregar cada una de las acciones a controlar, así como funciones, escenas, favoritos, notificaciones, entre otros.

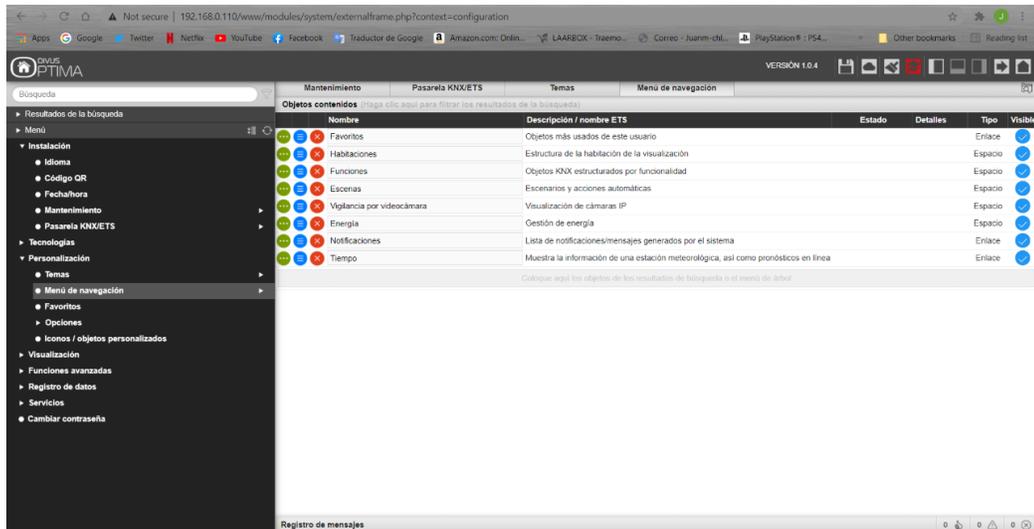


Figura 66: Menú de navegación de la Interfaz DIVUS OPTIMA.

Fuente: Autores.

Dentro del apartado de favoritos se puede agregar los dispositivos o circuitos que más se utilizan dentro de la vivienda.

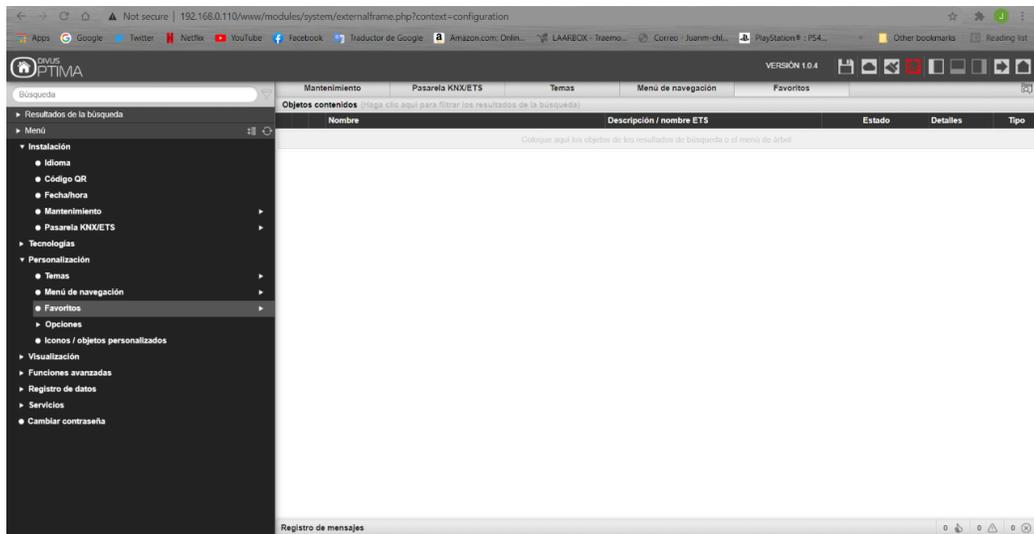


Figura 67: Configuración de favoritos de la Interfaz DIVUS OPTIMA.

Fuente: Autores.

Dentro del apartado de las opciones se permite ingresar y configurar datos como correo electrónico, notificaciones, fondo de pantalla, accesibilidad, entre otros.

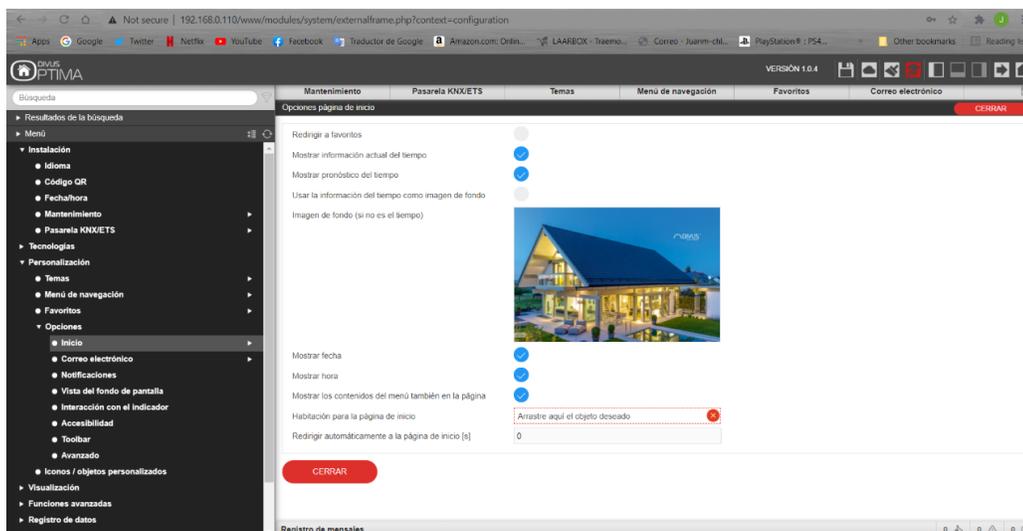


Figura 68: Configuración de opciones de la Interfaz DIVUS OPTIMA.

Fuente: Autores.

10. Implementación.

10.1. Sensores y Pulsantes

Los dispositivos de entrada como sensores de luz, inundación, movimiento, entre otros, estarán conectados en un mismo bus de datos y serán los encargados de enviar pulsos que permitan activar o desactivar un circuito específico. Al estar todos estos dispositivos conectados al bus de datos, cada dispositivo contará con una dirección física que será la encargada de direccionar el pulso y activar o desactivar una operación específica.

10.2. Actuadores

Para el accionamiento de los diferentes circuitos, cada uno de ellos se conectará a la salida de cada actuador, es decir, para el control de un circuito de iluminación, la fase se conectará a la primera terminal del puerto A1 del primer actuador, el un extremo del circuito se conectará a la segunda terminal del puerto A1 del mismo actuador y el otro extremo del circuito se conectará al neutro de la vivienda.

10.3. Cámaras de Seguridad

Todas las cámaras pueden ser chequeadas en tiempo real mediante un DVR ubicado en la sala de estudio dentro de la habitación máster, de la misma forma que el citófono, el sistema de seguridad estará enlazado con el sistema general que permitirá también el acceso a las cámaras desde dispositivos móviles.

10.4. Citófono

El citófono al ser un sistema de comunicación entre el interior de la vivienda con el exterior de la misma, estarán ubicados dentro de la vivienda en la habitación máster y en la cocina, tendrán una conexión con la red KNX mediante el servidor DIVUS D+, por lo que se podrá comandar de forma manual o también desde un smartphone o tablet.

11. Presupuesto

Para la selección de los dispositivos a utilizar dentro de la vivienda se realizó un análisis de costo-calidad entre dispositivos de diferentes fabricantes, llegando a la decisión de utilizar dispositivos de categoría gama alta para dispositivos de marca china y gama media/alta de dispositivos europeos. Entre los dispositivos a implementar e encuentran electroválvulas, tipo de cable, fuente de alimentación, mini servidor, cámaras de seguridad, sensores, actuadores, motores para persianas, motores para puertas, entre otros. Una vez definido la gama de los dispositivos y los tipos de motores que serán utilizados dentro de la vivienda se presenta el siguiente presupuesto:

Tabla 15: Presupuesto

PRESUPUESTO			
Dispositivo	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
KNX Power Supply 640 mA	2	\$204,62	\$409,25
LC 100 KNX Line Coupler	1	\$381,84	\$38184,25
KNX Room Control Unit 16ch, Fancoil, Switch	7	\$577,92	\$4.045,44
KNX Room Control Unit 8ch, Fancoil, Switch	4	\$423,36	\$1.693,44
KNX Detector de presencia de techo cobertura 360°	4	\$212,94	\$851,76
KNX Detector de presencia de techo cobertura 360°	3	\$165,46	\$496,38
Universal Interface 8 input	7	\$109,20	\$764,40
Vari KNX 3L	1	\$739,20	\$739,20
Detector de inundación de agua KNX	11	\$67,20	\$739,20
Basalte 202-01 - Sentido 4-way aluminium brusched aluminium	13	\$201,60	\$2.620,80
Basalte 201-06 - Sentido 2-way classic fe forge	43	\$173,04	\$7.440,72
KNX cable 2x2x0,8mm LSZH Cca 100m verde	5	\$200,00	\$1.000,00
Wireless Video Doorbell Intercom System from TMEZON	2	\$190,00	\$380,00
XVIM 8CH 1080P Wired Security Camera System Outdoor	11	\$30,00	\$330,00
Electrovalvulas AST 1/2 pulgada	6	\$115,00	\$690,00
Motores de persianas de la vivienda	1	\$1.800,00	\$1.800,00
Motores puertas exteriores y garaje	1	\$795,00	\$795,00
Mano de obra (pasado de mangueras y cableado)	1	\$5.000,00	\$5.000,00
Gastos varios	1	\$2.100,00	\$2.100,00
Ingeniería y puesta en marcha	1	\$4.800,00	\$4.800,00
COSTO TOTAL			\$37.077,42

Fuente: Autores

Cabe mencionar que existen algunos dispositivos con su precio en Euros, por lo que para la elaboración del presupuesto todos aquellos precios se convirtieron en su equivalencia con la moneda nacional.

12. Conclusiones.

- El protocolo KNX utilizado en el presente proyecto, es un protocolo estandarizado a nivel internacional con inicios en Europa hace alrededor de 30 años, cuenta también con una amplia gama de dispositivos que gracias a su interrelación con áreas como la telecomunicación, informática, eléctrica y electrónica permite la automatización de sistemas de iluminación, persianas, seguridad, gestión energética, configuración de dispositivos o grupos de iluminación, todo esto mediante dispositivos móviles como smartphones, tablets, computadoras, etc.
- La domótica o los sistemas Smart home al ser una interconexión de todos los sistemas dentro de una edificación (iluminación, climatización, seguridad, gestión energética, entre otros) es una rama perteneciente a la automatización que cada vez adquiere mayor espacio dentro de los mercados a nivel internacional, por lo que, el impulsar y promover esta rama generaría un gran progreso tecnológico dentro del país.
- El área de la domótica a diferencia de las otras ramas de la automatización busca mejorar la calidad de vida dentro de una vivienda enfocada principalmente en el confort de los usuarios, todo esto sin dejar de lado los beneficios que se adquieren como seguridad técnica, seguridad anti-intrusión y ahorro energético que nos brinda.
- El proyecto planteado abarcó parámetros como diseño e implementación, sin embargo, la implementación no se logró concluir en su totalidad debido a que por la pandemia ocasionada por la COVID-19 el mercado de los sistemas pertenecientes a KNX se vio seriamente afectado ya que el sector de la construcción a nivel internacional tuvo un cese momentáneo en sus actividades siendo este el principal mercado de la domótica a nivel internacional. Cabe mencionar que la implementación completa del sistema dentro de la vivienda será ejecutada en las próximas semanas.

13. Recomendaciones.

- Al realizar la domotización de una vivienda, edificio o cualquier otra edificación, se recomienda llevar un registro de cada dispositivo con su respectiva ubicación, dirección y una breve descripción con el fin de que si se presenta algún fallo en su funcionamiento poder realizar su mantenimiento de una manera óptima y rápida.

- Es recomendable la centralización de dispositivos como actuadores, fuente de alimentación, acopladores de líneas, entre otros, con el fin de facilitar su acceso, así como también se debe procurar que todos los dispositivos como sensores se encuentren instalados en un lugar de fácil acceso para su mantenimiento ante un posible fallo.
- Se recomienda realizar una inspección, limpieza y prueba de cada uno de los dispositivos al menos 2 veces al año con el objetivo de asegurar su buen funcionamiento dentro de la vivienda. Cabe mencionar que se debe prestar mayor atención a aquellos dispositivos que se encuentren operando en condiciones agresivas como humedad, polvo, grasa, entre otros.
- Si bien el protocolo KNX es un estándar a nivel internacional, el conocimiento del mismo dentro del Ecuador es limitado dificultando así la adquisición de productos y hasta cierto punto la adquisición de información y asesoramiento acerca de la configuración y programación de los diferentes dispositivos. Por esta razón se recomienda tomar muy en cuenta los tiempos de adquisición ya que se estos dependerá mucho el tiempo en el que se concluya el proyecto.

Referencias

- ABB (2012). *Interfaces Universales*. Heidelberg, Alemania.
- ABB (2018). Fuente alimentacion knx 640ma. https://www.futurasmus-knxgroup.es/producto.php?cod_producto=16114. Accedido en septiembre de 2021.
- Alvarado, J. y Arévalo, C. (2010). Diseño e implementación de un sistema domótico para control y seguridad en tiempo real vía teléfono celular. Master tesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - Ecuador.
- Amazon. 7 inch ip wireless video doorbell intercom system with entry 3 montior and 2x1080p wired doorphone camera support remote unlock, two-way intercom from tmezon. https://www.amazon.com/-/es/inal%C3%A1mbrico-pulgadas-liberaci%C3%B3n-intercomunicador-bidireccional/dp/B07J5X8JHZ/ref=sr_1_13?crid=6PY8GIRS3P32&dchild=1&ie=UTF8&keywords=video%20intercom%20system&language=en_US&qid=1633088246&sprefix=video%20in%2Caps%2C2. Accedido en septiembre de 2021.
- Amazon. Xvim 8ch 1080p wired security camera system outdoor with 1tb hard drive pre-install cctv recorder 8pcs hd 1920tvl outdoor home surveillance cameras night vision easy remote access motion alert. https://www.amazon.com/Security-Outdoor-Pre-Install-Recorder-Surveillance/dp/B07MZPV6BW/ref=sr_1_8?crid=1C64TU2V3E7YL&dchild=1&keywords=security+camera+outdoor&qid=1633089338&sprefix=se%2Caps%2C290&sr=8-8. Accedido en septiembre de 2021.
- Association, K. (2009). Knx handbook for home and building control.
- Basalte (2020). Sentido - basalte. <https://www.basalte.be/es/producto/sentido>. Accedido en septiembre de 2021.
- Blumotix (2018). Miniservidor bx-ms02. <https://www.agatastore.it/miniserver-bx-ms02-bx-ms02-858-blumotix>. Accedido en septiembre de 2021.
- Bosch (2016a). *Sensor de Rotura de vidrio RADION*. Bosch.
- Bosch (2016b). *Sensor de Rotura de Vidrio RADION*. Eindhoven, Paises Bajos.
- Dandamudi, S. (2003). Fundamentals of computer organization and design. *Springer*.

- DIVUS (2020). Divus d+. <https://www.divus.eu/en/products/knx-world/dplus>. Accedido en septiembre de 2021.
- EAE (2019). *RCU1616 EAE KNX-ROOM CONTROL UNIT*. Estambul, Turquía.
- eelectron (2021). 9025 botón capacitivo knx – serie line – 3 módulos. <https://www.eelectron.com/it/prodotto/9025-pulsante-capacitivo-knx-line-series-3-moduli/>. Accedido en septiembre de 2021.
- Elsner (2019). *Vari KNX 3L, Vari KNX 3L-T, Combined brightness sensors*. Ostelsheim, Alemania.
- Esylux (2019). *Data sheet: PD 360/8 BASIC SMB*. Alemania.
- Fancoil (2018a). Bibtex. https://www.futurasmus-knxgroup.com/producto.php?cod_producto=20582. Accedido en septiembre de 2021.
- Fancoil (2018b). Knx room control unit 16ch. <https://www.knxstore.rs/en/knx-room-control-unit-8ch8-input-fancoil-switch-blind-actuator-7>. Accedido en septiembre de 2021.
- Gunge, V. y Yalagi, P. (2016). Smarth home automation: A literature review. *International Journal of Computer Applications*.
- Huidobro, J. M. (2007). *La Domótica como Solución de Futuro*. Fundación de la ENergía de la Comunidad de Madrid.
- Interra (2017). *ITR401-0001 Water Flood Detector with KNX Product Manual*. Turquía.
- Jiang, R. (2015). A review of network topology. In *4th International Conference on Computer, Mechatronics, Control and Electronic Engineering*, pp. 1174 – 1777, Shanghia. Atlantic Press.
- KNX (2009). Knx basics.
- KNX-Association (2020). What is ets proffessional? <https://www.knx.org/knx-en/for-professionals/software/ets-professional/>. Accedido en septiembre de 2021.
- Lohia, K. (2019). Open communication protocols for building automation systems. pp. 723 – 727.

- MeanWell (2020). Mw selection guide. <https://building.meanwell.com/productSeries.aspx>. Accedido en septiembre de 2021.
- Palau, S. . (2018). Bibtex. <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/sensores-movimiento/>. Accedido en septiembre de 2021.
- Patel, B., Sinha, G., y Goel, N. (2020). *Introduction to sensors*.
- Priest, D. (2016). Cnet - which flood sensor should you buy? <https://www.cnet.com/home/smart-home/which-flood-sensor-should-you-buy/#:~:text=Flood%20sensors%20come%20in%20all,save%20you%20thousands%20of%20dollars>.
- Primicias (2020). Los robos se triplicaron desde que ecuador terminó el confinamiento. <https://www.primicias.ec/noticias/sociedad/robos-triplicaron-ecuado-luego-confinamiento/#>. Accedido en mayo de 2021.
- Ruta, M., Scioscia, F., Loseto, G., y Di Sciascio, E. (2015). *KNX: A Worldwide Standard Protocol for Home and Building Automation: State of the Art and Perspectives*. CRC Press.
- Sensortecnicos (2018). Bibtex. https://www.sensorstecnicos.net/pages/es/productos.php?categoria_id=5&subcategoria_id=34. Accedido en septiembre de 2021.
- Valves, E. S. (2018). 1/2"110v ac stainless electric solenoid valve. <https://www.electricsolenoidvalves.com/1-2-110v-ac-stainless-electric-solenoid-valve/>. Accedido en septiembre de 2021.
- Zlavatanov, N. (2016). *Computer Busses, Ports and peripheral Devices*.

ANEXOS

ANEXO 1

Matriz de consistencia lógica

Tabla 16: Matriz de consistencia lógica.

MATRIZ DE CONSISTENCIA LÓGICA			
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	MARCO TEÓRICO
¿Es posible diseñar e implementar un sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues para mejorar su eficiencia energética, seguridad y comfort?	Diseñar e implementar un sistema Smart Home aplicado a una vivienda en la ciudad de Azogues para mejorar su eficiencia energética, seguridad y comfort.	El diseño e implementación de un sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues mejorará su eficiencia energética, seguridad y comfort.	-Domótica, Smart Home
ESPECÍFICOS ¿Se podrá identificar los parámetros iniciales para el diseño e implementación de un sistema Smart Home aplicado en una vivienda para mejorar su eficiencia energética, seguridad y comfort?	ESPECÍFICOS Identificar los parámetros iniciales para el diseño de un sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues para mejorar su eficiencia energética, seguridad y comfort.	ESPECÍFICAS Se identificará los parámetros iniciales para el diseño e implementación de un sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues para mejorar su eficiencia energética, seguridad y comfort.	-Smart Home, Protocolo Lonworks, Protocolo Knx.
¿Es posible proponer el diseño de un sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues para mejorar su eficiencia energética, seguridad y comfort?	Proponer el diseño de un sistema de un sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues para mejorar su eficiencia energética, seguridad y comfort.	Se propondrá el diseño de un sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues para mejorar su eficiencia energética, seguridad y comfort.	-Protocolo Knx.
¿Es posible implementar un sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues para mejorar su eficiencia energética, seguridad y comfort?	Implementar el sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues para mejorar su eficiencia energética, seguridad y comfort.	Se implementará un sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues para mejorar su eficiencia energética, seguridad y comfort.	-Protocolo Knx.
¿Es factible evaluar el diseño e implementación de un sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues para mejorar su eficiencia energética, seguridad y comfort?	Evaluar el sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues para mejorar su eficiencia energética, seguridad y comfort.	Se evaluará el diseño e implementación del sistema Smart Home aplicado en una vivienda en la ciudad de Azogues para mejorar su eficiencia energética, seguridad y comfort.	-Protocolo Knx.

Fuente: Autores

ANEXO 2
Planos arquitectónicos

ANEXO 3

Diagramas de distribución eléctrica

ANEXO 4
Diagramas domótico

ANEXO 5

Bus de datos

ANEXO 6
Diagrama de persianas

ANEXO 7

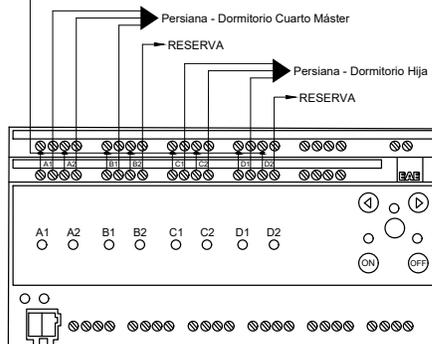
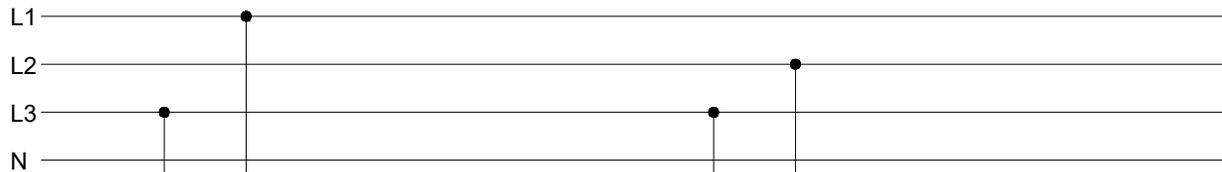
Circuito de fuerza

ANEXO 8

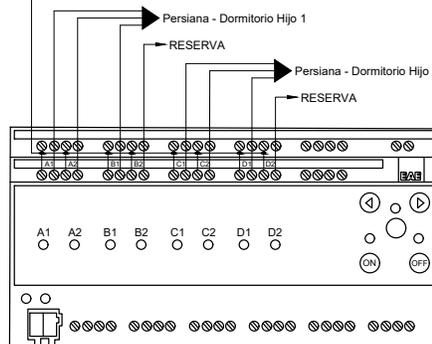
Diagrama de conexión de actuadores

ANEXO 9

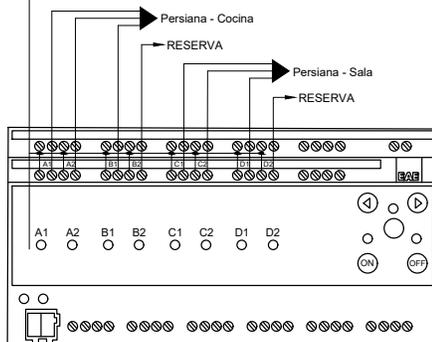
Diagrama de conexión de persianas



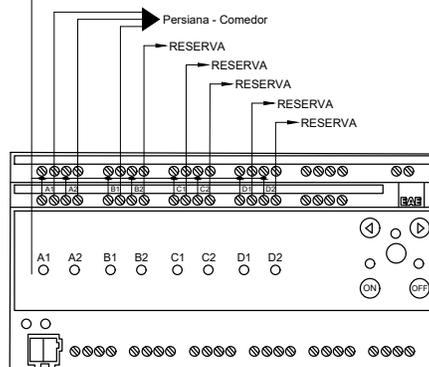
AC7



AC8



AC9



AC10

Fecha		Nombre	
Dibujado	02/10/2021	Velecela C. - Chávez J.	
Comprobado	02/10/2021	Ing. Diego Chacón	
Dibujo Técnico			
Escala:	Tol. gen.:	Conjunto: Diseño e implementación de un Sistema Smart Home en la ciudad de Azogues	
Lámina:	01	Esquema de conexión de actuadores para persianas	

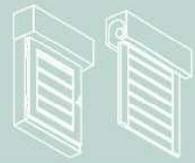


UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE MATRIZ CUENCA

Trabajo de Titulación
Carrera de Mecatrónica

ANEXO 10
Tablas SOMFY

ROLLER SHUTTER MOTOR SELECTION CHART



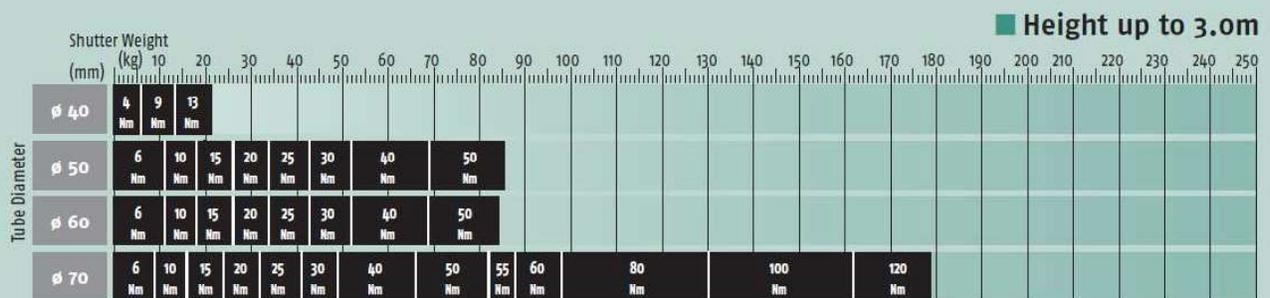
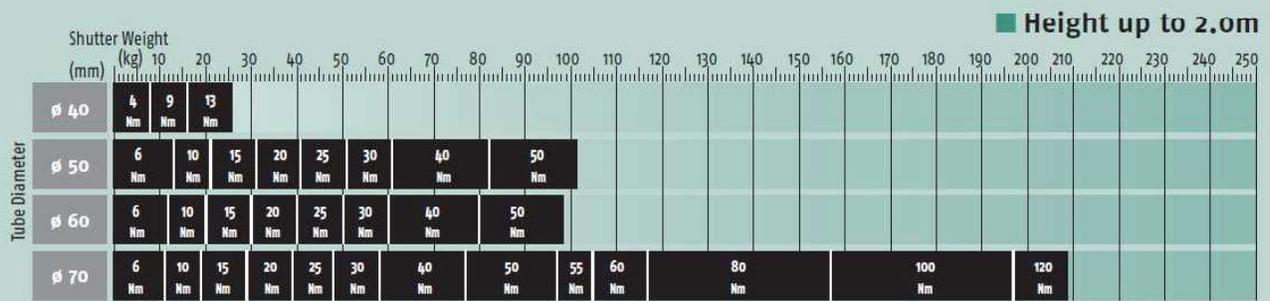
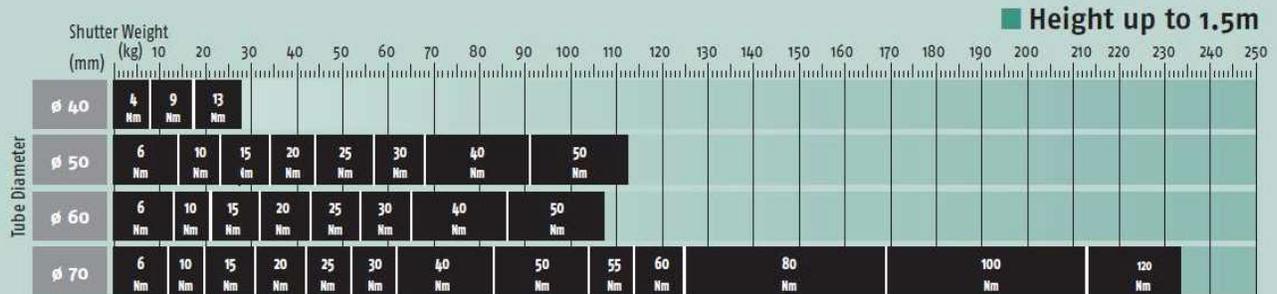
SLAT SIZE: 40mm, THICKNESS: 8mm

The following chart is a guide only.

Refer to the hardware manufacturer for more details.

HOW TO USE THIS SELECTION CHART

- Select your tube size (round/ octagonal)
- Select the torque rating according to the total height and weight of the curtain (a safety factor has already been taken into account) and match the motor to the tube.

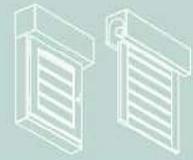


Calculate the total weight of the curtain

weight = width x (height + 20cm) x (slat weight per m²)

Average weight of 40mm Foam filled Aluminium slats: 4.5kg/m²

ROLLER SHUTTER MOTOR SELECTION CHART

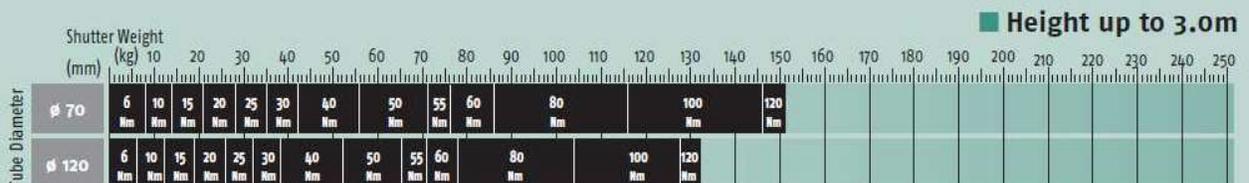
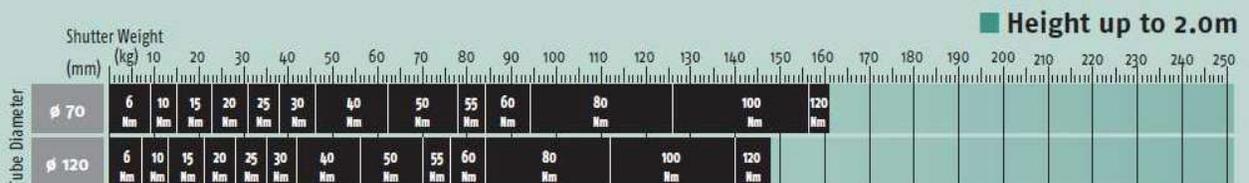
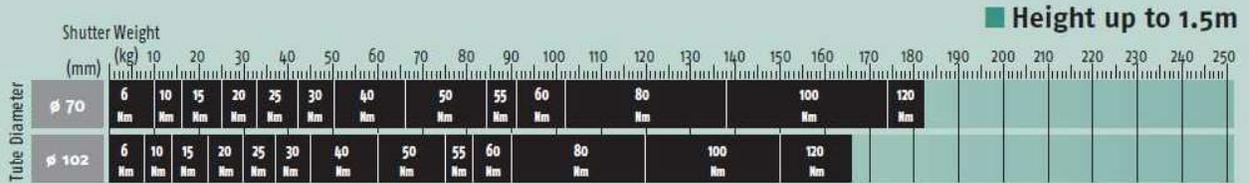


SLAT SIZE: 55mm, THICKNESS: 14mm

The following chart is a guide only.
Refer to the hardware manufacturer for more details.

HOW TO USE THIS SELECTION CHART

- Select your tube size (round/ octagonal)
- Select the torque rating according to the total height and weight of the curtain (a safety factor has already been taken into account) and match the motor to the tube.



Calculate the total weight of the curtain

weight = width x (height + 20cm) x (slat weight per m²)

Average weight of 55mm Aluminium slats: 6kg/m²