



Universidad  
Nacional  
de Loja

**Universidad Nacional de Loja**

**Facultad de la Energía, las Industrias y los Recursos  
Naturales no Renovables**

**Carrera de Ingeniería Electromecánica**

**Metodología Para El Diseño Y Dimensionamiento De Sistemas  
Domóticos Para Viviendas**

**Trabajo de Titulación, previo a la  
obtención del título de Ingeniero  
Electromecánico**

**AUTOR:**

Armando Patricio Pucha Quizhpe

**DIRECTOR:**

Ing. Jorge Enrique Carrión González., PhD

Loja - Ecuador

2023

*Educamos para Transformar*

## Certificación

Loja, 08 de septiembre de 2023

Ing. Jorge Enrique Carrión González., PhD

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

### **CERTIFICO:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Metodología Para El Diseño Y Dimensionamiento De Sistemas Domóticos Para Viviendas**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Electromecánico**, de la autoría del estudiante **Armando Patricio Pucha Quizhpe**, con **cédula de identidad Nro. 1105210742**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



JORGE ENRIQUE CARRION GONZALEZ

Ing. Jorge Enrique Carrión González., PhD

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **Autoría**

Yo, **Armando Patricio Pucha Quizhpe**, declaro ser el autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales por el contenido del mismo. Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicidad de mi Trabajo de Titulación en el Reposito Institucional-Biblioteca Virtual.



**Firma:**

**Cédula de identidad:** 1105210742

**Fecha:** 14 de diciembre de 2023

**Correo electrónico:** armando.pucha1215@gmail.com

**Teléfono:** 09944507099

**Carta de autorización por parte del autor, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación.**

**Yo, Armando Patricio Pucha Quizhpe** declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Metodología Para El Diseño Y Dimensionamiento De Sistemas Domóticos Para Viviendas**, como requisito para optar por el título **de Ingeniero Electromecánico**; autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, suscribo, en la ciudad de Loja, a los catorce días del mes de diciembre del dos mil veintitrés.



**Firma:**

**Autor:** Armando Patricio Pucha Quizhpe

**Cédula de Identidad:** 1105210742

**Dirección:** Zamora Huayco

**Correo electrónico:** armando.pucha1215@gmail.com

**Teléfono:** 0994450799

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director del Trabajo de Titulación:** Ing. Jorge Enrique Carrión González., PhD

## **Dedicatoria**

A mi madre Rosa Amalia Quizhpe que ha sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores lo cual me ha ayudado a seguir adelante en los momentos difíciles.

A mi padre Hugo Pucha por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me han influenciado siempre por el valor mostrado para salir adelante.

A mis hermanas y hermanos Verónica, Andrea, Vanessa, Stalin y Huguito, por su apoyo como amigos y estar presente en cada momento.

A la Virgen del Cisne por haberme permitido llegar este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

***Armando Patricio Pucha Quizhpe***

## **Agradecimientos**

Gracias a la Universidad Nacional de Loja, y la carrera de Ingeniería Electromecánica y toda su planta docente por haberme permitido formarme, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, gracias a todos ustedes, se verá reflejado en la culminación de mi carrera por la Universidad. De manera especial, mi agradecimiento al Ing. Jorge Carrión, por el asesoramiento brindado y apoyo logístico con los equipos de domótica de viviendas.

*Armando Patricio Pucha Quizhpe*

## Índice de contenidos

<b>Portada</b> .....	<b>i</b>
<b>Certificación</b> .....	<b>ii</b>
<b>Autoría</b> .....	<b>iii</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Agradecimientos</b> .....	<b>vi</b>
<b>Carta de autorización</b> .....	<b>iv</b>
<b>Índice de contenidos</b> .....	<b>vii</b>
<b>Índice de tablas</b> .....	<b>ix</b>
<b>Índice de figuras</b> .....	<b>xi</b>
<b>Índice de anexos</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. Título</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Resumen</b> .....	<b>2</b>
Abstract.....	3
<b>3. Introducción</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Marco teórico</b> .....	<b>6</b>
4.1 Bases teóricas	6
4.1.1 Domótica .....	6
4.1.2 Ventajas de sistemas domóticos .....	6
4.1.3 Casas inteligentes .....	8
4.1.4 Internet de las cosas (IoT) .....	9
4.1.5 Arquitectura de la IoT.....	10
4.1.6 Protocolos de comunicación.....	11
4.1.7 Protocolo de internet versión 6 (IPv6).....	17
4.2 Requerimientos De Sistemas Domóticos	19
4.2.1 Hardware de red.....	19
4.2.2 Software de red.....	19
4.2.3 Clasificación de los sistemas domóticos. ....	19
4.2.4 Requerimientos para sistemas domóticos.....	22
4.3 Interfaces de domótica	25
4.3.1 Programa de comunicación KNX.....	25
4.3.2 Sistema HDL Buspro.....	26

4.3.3 Software HDL Buspro.....	31
<b>5. Metodología .....</b>	<b>33</b>
5.1 Área de trabajo.....	33
5.2 Requerimientos de diseño.....	33
5.3 Análisis de Arquitectura de sistemas domóticos para viviendas.....	36
5.4 Necesidades del Usuario.....	36
5.5 Diseño de componentes.....	37
5.5.1 Diseño del sistema de iluminación.....	37
5.5.2 Diseño de sistema de Fuerza.....	38
5.5.3 Diseño de sistema de seguridad.....	39
5.5.4 Diseño del sistema de climatización.....	40
5.6 Selección de componentes.....	41
5.6.1 Controladores.....	41
5.7 Sensores.....	43
5.8 Actuadores.....	49
5.8.1 Sirenas .....	49
5.8.2 Electro válvula de corte de agua 230 VAC .....	50
5.8.3 Electro válvula corte de gas 230 VAC .....	51
5.9 Lectores de consumo.....	52
5.9.1 Lectores de consumo energía eléctrica.....	52
5.9.2 Lectores de consumo de gas.....	52
5.9.3 Lectores de consumo de agua.....	52
5.10 Interfaz.....	53
5.10.1 Tecnologías móviles para el control del sistema domótico .....	53
5.10.2 Programas para el control de sistemas domóticos .....	53
<b>6. Resultados .....</b>	<b>57</b>
6.1 Caso de estudio.....	57
6.1.1 Requerimiento del sistema domótico.....	57
6.1.2 Necesidad del sistema domótico.....	57
6.1.3 Área de trabajo.....	57
6.2 Diseño de componentes.....	58
6.2.1 Sistema de iluminación.....	58



6.2.2 Sistema de control de fuerza.....	58
6.3 Selección de componentes.....	59
6.3.1 Selección de componentes para el sistema de iluminación.....	59
6.3.2 Selección de componentes para el sistema de fuerza.....	66
6.4 Criterios de selección.....	67
6.4.1 Características del Módulo HDL-MHRCU.433.....	75
6.5 Interfaz.....	76
6.5.1 Implementación del software para smartphones.....	76
6.6 Costo para la implementación del sistema domótico planteado.....	88
6.7 Construcción del prototipo para domótica cableada.....	88
6.7.1 Accesorios Eléctricos.....	89
6.7.2 Equipos y herramientas.....	89
6.7.3 Descripción del armado e instalación del prototipo.....	89
6.7.4 Flujograma de pasos para la puesta en marcha de un sistema domótico utilizando tecnología KNX.....	91
<b>7. Discusión.....</b>	<b>92</b>
<b>8. Conclusiones.....</b>	<b>94</b>
<b>9. Recomendaciones.....</b>	<b>95</b>
<b>10. Bibliografía.....</b>	<b>96</b>
<b>11. Anexos.....</b>	<b>100</b>

## Índice de tablas:

<b>Tabla 1.</b> Beneficios de los sistemas domóticos.....	7
<b>Tabla 2.</b> Taxonomía de viviendas inteligentes.....	9
<b>Tabla 3.</b> Arquitectura IoT.....	11
<b>Tabla 4.</b> Componentes del sistema HDL Buspro.....	28
<b>Tabla 5.</b> Ventajas y desventajas de sistemas domóticos.....	36
<b>Tabla 6.</b> Dispositivos usados en el diseño de control de seguridad.....	40
<b>Tabla 7.</b> Ventajas y desventajas de controladores para el control de fuerza.....	42
<b>Tabla 8.</b> Tipos de interfaz.....	53
<b>Tabla 9.</b> Tecnologías para interfaz de sistemas domóticos.....	53
<b>Tabla 10.</b> Programas utilizados para la domotización de viviendas.....	54

<b>Tabla 11.</b> Distribución de luminarias en las distintas Áreas del plano .....	58
<b>Tabla 12.</b> Datos técnicos .....	63
<b>Tabla 13.</b> Parámetros de funcionamiento.....	65
<b>Tabla 14.</b> Componentes de un sistema de fuerza .....	67
<b>Tabla 15.</b> Características de los diferentes dispositivos utilizados en un sistema domótico ..	69
<b>Tabla 16.</b> Características de fuentes de poder para sistemas domóticos.....	71
<b>Tabla 17.</b> Tabla comparativa de diferentes controladores .....	72
<b>Tabla 18.</b> Tabla comparativa de los módulos IP .....	73
<b>Tabla 19.</b> Tabla comparativa de fuentes de poder .....	74
<b>Tabla 20.</b> Parámetros de funcionamiento.....	75
<b>Tabla 21.</b> Materiales y equipos .....	88

## Índice de figuras:

<b>Figura 1.</b> Morfología reticular de dos redes, interna y externa de una vivienda inteligente.....	8
<b>Figura 2.</b> Arquitectura de la IoT .....	10
<b>Figura 3.</b> Elementos de una red Wi-Fi.....	12
<b>Figura 4.</b> Funcionamiento X-10.....	13
<b>Figura 5:</b> Estructura de un sistema KNX.....	14
<b>Figura 6.</b> Estructura en Niveles de Zigbee.....	16
<b>Figura 7.</b> Típica red inalámbrica ZigBe.....	17
<b>Figura 8.</b> Sistema centralizado.....	20
<b>Figura 9.</b> Sistema descentralizado .....	20
<b>Figura 10.</b> Sistemas híbridos.....	21
<b>Figura 11.</b> Topología de un sistema centralizado .....	23
<b>Figura 12.</b> Topología de un sistema Descentralizado .....	24
<b>Figura 13.</b> Topología de un sistema distribuido .....	24
<b>Figura 14.</b> Topología HDL para conexión de módulos .....	26
<b>Figura 15.</b> Topología HDL para conexión de subredes .....	26
<b>Figura 16.</b> Arquitectura distribuida HDL .....	27
<b>Figura 17.</b> Ubicación del área de estudio.....	33
<b>Figura 18.</b> Diagrama de bloque.....	35
<b>Figura 20.</b> Diferentes tipos de motores .....	39
<b>Figura 21.</b> Detector de gas .....	44
<b>Figura 22.</b> Ubicación apropiada de sensores .....	44
<b>Figura 23.</b> Detector de inundaciones .....	45
<b>Figura 24.</b> Sensor de movimiento .....	45
<b>Figura 25.</b> Detector de presencia .....	46
<b>Figura 26.</b> Sensor de humo .....	47
<b>Figura 27.</b> Detector de temperatura .....	48
<b>Figura 28.</b> Módulo de sirena .....	50
<b>Figura 29.</b> Electro válvula de corte de agua.....	50
<b>Figura 30.</b> Electro válvula de corte de gas.....	51
<b>Figura 31.</b> Distribución de sistema de domótico .....	57
<b>Figura 32.</b> Módulo de entradas y salidas digitales IO2.....	59
<b>Figura 33.</b> Esquema de conexión del DOM-03 .....	60

<b>Figura 34.</b> Módulo de E/S digital con reloj .....	61
<b>Figura 35.</b> Esquema de conexión del DOM – 05.....	62
<b>Figura 36.</b> Fuente de alimentación a 24V DC a 3,5A con cargador de baterías.....	62
<b>Figura 37.</b> Esquema de conexión fuente de alimentación .....	63
<b>Figura 38.</b> Unidad de control de sala RCU modelo: HDL-MHRCU.433.....	64
<b>Figura 39.</b> Esquema de conexión de Unidad de control de sala RCU modelo: HDL-MHRCU.433.....	66
<b>Figura 40.</b> Módulo HDL-MHRCU.433 .....	76
<b>Figura 42.</b> Enlace al aplicativo HDL ON .....	77
<b>Figura 43.</b> Lista de proyectos.....	77
<b>Figura 44.</b> Añadir dispositivos.....	78
<b>Figura 45.</b> Selección si es cableado One Port Bus o si es Wireless One IP .....	78
<b>Figura 46.</b> Parámetros del servidor remoto.....	79
<b>Figura 47.</b> Verificación de la MAC .....	79
<b>Figura 48.</b> Búsqueda automática de la MAC.....	80
<b>Figura 49.</b> Página principal del programa.....	80
<b>Figura 50.</b> Asignación de datos del módulo agregado.....	81
<b>Figura 51.</b> Ingreso al UV Switch .....	81
<b>Figura 52.</b> Sección de UV Switch.....	81
<b>Figura 53.</b> Selección de IP en HDL ON .....	82
<b>Figura 54.</b> Aplicativo HDL ON .....	82
<b>Figura 55.</b> Verificación de la cuenta HDL ON.....	83
<b>Figura 56.</b> Ingreso con la cuenta de Debug .....	83
<b>Figura 57.</b> Aplicativo en el dispositivo móvil.....	84
<b>Figura 58.</b> Agregar el Gateway asociado.....	85
<b>Figura 59.</b> Creación de Backup.....	85
<b>Figura 60.</b> Ventana principal de aplicativo HDL ON .....	86
<b>Figura 61.</b> Datos del proyecto MAC.....	87
<b>Figura 62.</b> Aplicativo finalizado .....	87
<b>Figura 63.</b> Banco de pruebas para el caso práctico.....	88
<b>Figura 64.</b> Armado de estructura del prototipo.....	104
<b>Figura 65.</b> Instalación de accesorios y equipos eléctricos .....	104
<b>Figura 66.</b> Programación del aplicativo para el sistema domótico .....	105

## **Índice de anexos:**

<b>Anexo 1.</b> Hoja de datos del motor a paso 28BYJ.....	100
<b>Anexo 2.</b> diagrama de conexión del controlador HDL MHRCU.433.....	101
<b>Anexo 3.</b> Costo del módulo HDL MHRCU.433.....	103
<b>Anexo 4.</b> fotografías de la construcción del prototipo del sistema domótico.....	104
<b>Anexo 5.</b> Certificado de traducción del resumen.....	106

**1. Título**

**Metodología para el diseño y dimensionamiento de sistemas domóticos  
para viviendas.**

## 2. Resumen

En el presente trabajo de investigación se expone una metodología de un sistema domótico adaptable a todo tipo de vivienda de manera que brinde y garantice un control y gestión inteligente de ahorro energético, seguridad, confort y comunicación con todo el sistema domótico de la vivienda.

En relación con el aspecto de las comunicaciones se podrá realizar la teleoperación; es decir, todos los dispositivos del sistema domótico podrán ser controlados y supervisados de manera inalámbrica por los usuarios o integrantes de la vivienda, estas comunicaciones serán bidireccionales ya que el usuario podrá establecer comunicación con los sistemas domóticos de la vivienda, a través de dispositivos inteligentes.

El sistema domótico que se ha diseñado e implementado en un banco de pruebas utiliza actuadores para la realización de las acciones de control de iluminación y persianas. Además, se dispone de una interfaz de control accesible sólo por el usuario mediante internet, se utiliza la herramienta de desarrollo de aplicaciones HDL Bus Pro, la cual funciona con el lenguaje de comunicación KNX, que es uno de los protocolos de comunicación más versátil, útil y con la mayor variedad de equipos domóticos en el mercado.

***Palabras clave:** sistema domótico, lenguaje de comunicación KNX, aplicaciones HDL Bus Pro.*

## **Abstract**

In this research work, a methodology for a home automation system adaptable to all types of housing is presented that provides and guarantees greater control and intelligent management of energy savings, security, comfort and communication with the entire home automation system of the home.

In relation to the communications aspect, teleoperation can be carried out, that is, all the devices of the home automation system can be controlled and supervised wirelessly by all the users or members of the home. These communications will be bidirectional since the user will be able to establish communication with the home automation systems in the home, through smart devices.

The home automation system that has been designed and implemented in a test bench uses actuators to carry out lighting and blinds control actions. In addition, there is a control interface accessible only by the user via the Internet, the HDL Bus Pro application development tool is used, which works with the KNX communication language, which is one of the most versatile communication protocols, useful and with the largest variety of home automation equipment on the market.

**Keywords:** *Keywords: home automation system, KNX communication language, HDL Bus Pro applications.*



### 3. Introducción

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se parte desde el concepto básico de lo que es un sistema domótico, seguido de las diferentes tecnologías más utilizadas, así como los avances tecnológicos de equipos electrónicos que interactúan en un sistema domótico haciendo énfasis en que el sistema a utilizar en esta investigación es el HDL Bus Pro. Se explica cada una de sus características del sistema, adicional a esto se presenta los costos que representa la implementación del sistema domótico basado en esta tecnología.

Se utiliza una secuencia de análisis que permite el diseño y dimensionamiento de sistemas domóticos para viviendas, identificando arquitectura, protocolos de comunicación, y su relación con la gestión de dispositivos domóticos, se analiza cómo realizar la conexión física y lógica entre controladores, sensores y actuadores usados en el diseño de este proyecto (Vargas, 2005).

Considerando que la tecnología domótica HDL Bus Pro es compacta y robusta, esta característica permite implementar sistemas domóticos para viviendas que faciliten su control y operación de forma remota utilizando plataformas de desarrollo convencionales.

El primer objetivo del Trabajo de Titulación es definir los protocolos de comunicación que utilizan los sistemas de domótica para viviendas, consiste en el estudio de sistemas domóticos, utilizando plataformas de desarrollo convencionales como controlador y servidor, enlazándolos con sensores y actuadores físicos mediante protocolos de comunicación, de esta manera, controlar tantos dispositivos en la vivienda, a través del sistema de transmisión de datos mediante un sistema domótico mixto.

El segundo objetivo es elaborar una metodología que permita la selección de equipos de domótica para viviendas. Lo más importante de la selección de los componentes es la compatibilidad entre el sistema de control domótico y el resto de dispositivos que conforman la red. Generalmente los controladores están conectados a internet. Estos estarán funcionando continuamente, por lo que requieren de alimentación continua, por lo que estarán conectados al sistema eléctrico suministrado en la vivienda.

El tercer objetivo es desarrollar un caso práctico para el diseño y dimensionamiento de un sistema de domótica para viviendas. El cual consiste en un banco de pruebas, donde se encuentra instalados los dispositivos y elementos que se van a controlar.

En la primera sección del documento se presenta una revisión literaria sobre los conceptos básicos de la domótica y sistemas domóticos existente que integren los protocolos de comunicación, que contribuyen a desarrollar el tema propuesto.

En la segunda sección se presenta la metodología, donde se identifican los pasos a seguir para cumplir con los objetivos propuestos.

En la tercera sección se muestran los resultados obtenidos, que están conformados por la definición de las condiciones de operación y programación de los equipos a utilizar en el diseño del sistema domótico.

En la cuarta sección se desarrolla una discusión de los resultados obtenidos, estableciendo las bases para las conclusiones del trabajo que se exponen en la sección quinta, y las respectivas recomendaciones en la sección sexta.

## 4. Marco teórico

### 4.1 Bases teóricas

#### 4.1.1 Domótica

Como punto de partida se presenta a la domótica como la automatización y control de los sistemas y dispositivos dentro de un hogar o edificio, utilizando tecnología para mejorar la eficiencia energética, la comodidad y la seguridad. Planteamientos como el de Ordóñez y Chasi (s.f.) señalan que la domótica es un sistema que está en la “capacidad de recoger información proveniente de unos sensores, procesarla y emitir órdenes a las salidas correspondientes” (p. 1). Este tipo de tecnologías permite, el control y automatización de una estructura, visible en una vivienda y con ello el control eficiente de uso de determinados parámetros.

Paz (2020), menciona que la domótica es sinónimo de automatización del hogar y a través de esta la posibilidad de cambiar y mejorar “la calidad de vida, a partir de la introducción de software y hardware en el hogar, logrando una red que permite facilitar la comunicación con los aparatos domésticos” (p. 9). A través de la domótica se pretende obtener infraestructuras más eficientes, que con el transcurso del tiempo respondan a las necesidades del usuario y con ello lograr una casa ideal.

Como parte de su conceptualización es válido incluir su etimología, en tanto este término proviene de la unión de las palabras *domus* (casa en latín) y *tica* (palabra en griego que significa 'que funciona por sí sola'). De esta manera Junstrand et al. (2005) se refieren a esta como el conjunto de sistemas que permiten la automatización de una vivienda, visible en servicios de gestión de energía, seguridad, bienestar y comunicación, para lo cual se sirve de redes que permiten el control dentro y fuera del hogar.

Además de estos planteamientos, se incluye el aporte de Gracia-Cervantes (2020) quien proyecta a la domótica como un campo de investigación moderno, y que busca el “desarrollo de sistemas de automatización de viviendas, abarcando aspectos relacionados con edificaciones inteligentes, control de dispositivos domésticos y seguridad” (p. 288). Con ello se personalizan las necesidades del usuario y se permiten garantías al margen de sus expectativas.

#### 4.1.2 Ventajas de sistemas domóticos

Los sistemas domóticos ofrecen varias ventajas que contribuyen a mejorar la comodidad, la eficiencia y la seguridad en los hogares. Díaz (2019) menciona que estos se traducen en un incremento de ahorro energético, confort y seguridad. Así también se suma el aporte de Echeverri (2020) quien refiere a las ventajas de este tipo de sistemas desde el reconocimiento de la incidencia de los algoritmos y la automatización, generando oportunidades espaciales que se adaptan para satisfacer necesidades de los usuarios. Este

último recoge beneficios en relación a seguridad, ahorro de energía, interrelación e interconexión, seguridad y comodidad, y reducción de daños medioambientales.

Por su parte, Rodríguez (2021) señala como ventajas de la domótica aspectos alineados a “rentabilidad, eficiencia, seguridad, control portable, conexiones de los dispositivos por wifi, Bluetooth, dispositivos económicos, flexibilidad, administración sencilla, eficiencia de energía, software libre, control y reducción de costos” (p. 2). Además, Díaz (2019) también señala que existen otros beneficios, de especial trascendencia para el usuario y para otros actores involucrados en el sector residencial, una muestra de dichos beneficios y ventajas se resume en la **Tabla 1**.

**Tabla 1.** Beneficios de los sistemas domóticos

Actor	Beneficios
Usuario	Ahorro energético.
	Incremento del confort.
	Racionalización de consumos eléctricos y reducción de la contratación de términos de potencia elevada.
	Evitar la actuación de protección eléctricas por consumo excesivo.
	Seguridad personal y patrimonial.
	Nuevas posibilidades de control de equipos y sistemas domésticos.
	Gestión remota (por teléfono) de instalaciones y equipos domésticos.
Promotor/Constructor	Nuevas propuestas de vivienda.
	Racionalización de aplicaciones destinadas a zonas e instalaciones comunes del edificio.
	Revalorización de las viviendas.
	Seguimiento de la evolución del sector de la edificación hacia la sostenibilidad al permitir, entre otros aspectos, un ahorro de energía.
Instalador Eléctrico	Incremento de la calidad, uso y posibilidad de la instalación eléctrica
	Nuevas oportunidades de negocios en instalación.
	Servicios adicionales de mantenimiento.
Administraciones Públicas	Ahorro energético general en el sector residencial.
	Reducción del número de emisiones contaminantes emitidas hacia la atmosfera.
	Seguimiento de la iniciativa de la sostenibilidad en la construcción.
	Actividad económica generada en torno a la domótica.

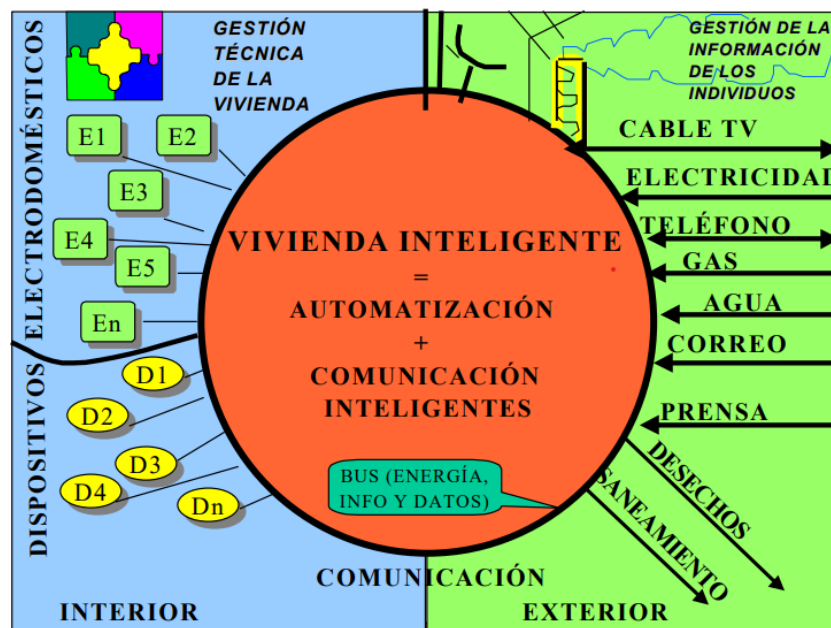
**Fuente:** (Díaz, 2019)

### 4.1.3 Casas inteligentes

La casa en su asociación con la palabra “inteligente” se reconoce de su vinculación con aspectos tecnológicos, por lo que Jiménez (2019) la define como “la residencia que utiliza dispositivos conectados a internet para monitorear y gestionar de forma remota los sistemas y dispositivos electrodomésticos” (p. 40).

Otros aportes como el de Molina (2019) se refieren a la casa inteligente bajo la denominación de *smart home*, siendo una casa “lo suficientemente inteligente para asistir a sus habitantes y así poder vivir independiente y confortablemente con ayuda de la tecnología” (p. 2). Para lograr ello, requiere e incluye una serie de dispositivos mecánicos y electrónicos que se interconectan en red y se comunican entre sí, logrando un espacio interactivo para el usuario.

La casa o estructura adquiere una morfología reticular de dos redes, como se muestra en la **Figura 1**, una interna y otra externa: siendo la primera aquella cuyo enlace es el bus y conecta a todos los dispositivos encargados de la gestión técnica; y, otra externa, cuyo enlace es la red mundial de telecomunicaciones, y que conecta a su vez a la red de la casa (Muñoz, 2019).



**Figura 1.** Morfología reticular de dos redes, interna y externa de una vivienda inteligente.

**Fuente:** Muñoz, 2019.

Así también se precisa de la **Tabla 2**, en la cual se describe la taxonomía de los diferentes componentes eléctricos y electrónicos de uso domiciliario que coexisten en la vivienda y que permiten obtener un modelo de casa inteligente. (Muñoz, 2019). Como se puede

apreciar se despliegan en razón de diferentes tareas y espacios alineados a las actividades de los habitantes.

**Tabla 2.** Taxonomía de viviendas inteligentes

N.	Gestión Técnica y Económica de la Vivienda. Automatización y Robótica	
1.1	Gestión del Entorno Material	Energía, iluminación, aire acondicionado, calefacción, ventilación, persianas y puertas.
1.2	Gestión de las Tareas Domésticas Rutinarias	Cocinar: cocina, horno, horno micro-ondas.
		Lavado de vajilla.
		Lavado de ropa: Lavadora y Secadora.
		Limpieza de casa: aspiradora.
		Control de gastos: contadores de gas, electricidad, agua, agua caliente y calefacción.
1.3	Gestión de la Seguridad y de la Vigilancia	Alarmas, video-cámaras y sensores para emergencia, tanto locales como conectadas a centros especializados de emergencia, (policía, bomberos, hospitales, residencias de ancianos).
		Humos, cortes y fallos, inundaciones, fuego, cortocircuito, escapes de gas, robo.
		Distintos tipos de gente necesitada: niños, ancianos, discapacitados.
2	Gestión de la Información relacionada con la familia y la vida Profesional (con creciente grado de automatización)	
2.1	Ocio y Tiempo Libre	Radio y Televisión, video juegos.
2.2	Salud	Asistencia sanitaria, consultoría sobre alimentación y dieta. Historia clínica, ayuda al diagnóstico, solicitud de pruebas, prescripciones.
2.3	Compra y almacenamiento	Publicidad, catálogos, tele-compra, tele-reservas,
2.4	Finanzas	Tele-banca y consultoría financiera (inversiones, planes de pensiones).
2.5	Actividad profesional	Tele-trabajo.
2.6	Aprendizaje	Tele-educación.
2.7	Otra información pertinente para los miembros del hogar	Cultura, museos, biblioteca, arte, pronóstico meteorológicos, información de tipo general cada vez necesitada para el ciudadano medio por causa de la creciente complejidad de la vivienda.

**Fuente:** (Muñoz, 2019)

#### **4.1.4 Internet de las cosas (IoT)**

Desde un planteamiento general, el internet de las cosas (IoT) se presenta como la interconexión de dispositivos físicos a través de internet, permitiendo la recopilación de datos, así como la posibilidad de compartirlos. Autores como Flores y Cossio (2021) presentan a la IoT como “la tendencia a utilizar dispositivos que requieren de mantener un enlace directo con un sistema que permite la recolección de información” (p. 568). Se utiliza para denominar

sistemas físicos que generan y reciben datos mediante redes inalámbrica, con poca intervención del ser humano y una mayor participación e integración de dispositivos informáticos.

También se reconoce en la IoT uno de los pilares fundamentales del desarrollo de la industria 4.0 o cuarta revolución industrial, que permite nuevas formas de organización de los medios de producción, con base a la digitalización. En virtud de ello, Salinas et al. (2022) afirma que con la IoT se va transformando con rapidez “las industrias, las comunidades y la vida misma” (p. 1376). Gracias a esta tecnología ha sido posible avanzar en muchos campos de desarrollo, posibilitando la modificación, simplificación y ejecución de nuevas formar para llevar a cabo las tareas, haciendo de estas acciones meas eficientes y con menor esfuerzo.

#### 4.1.5 *Arquitectura de la IoT*

La arquitectura del internet de las cosas (IoT) corresponde a la estructura subyacente que permite la conexión, la comunicación, la recopilación y el intercambio de datos entre dispositivos y sistemas en el contexto de la IoT. A decir de Salazar y Silvestre (2020) este puede ser visto una combinación de sensores y actuadores capaces de proporcionar y obtener información digitalizada y disponerla en redes bidireccionales que permiten transmitir datos para ser utilizados por una serie de servicios y usuarios.

Es importante entender que la implementación específica de la arquitectura de IoT puede variar según el caso de uso, los requisitos y las tecnologías utilizadas. La seguridad, la privacidad y la eficiencia energética son consideraciones clave en el diseño de sistemas IoT.

A continuación, en la **Figura 2** se presenta esta estructura, que incluye tres aspectos fundamentales y que se interrelacionan entre sí.



**Figura 2.** Arquitectura de la IoT

**Fuente:** (Salazar & Silvestre, 2020)

Además, la arquitectura de sistemas de IoT se divide en cuatro capas que a su vez incluyen una serie de elementos y funciones, como se muestra en la **Tabla 3**.

**Tabla 3.** Arquitectura IoT

Arquitectura IoT de cuatro capas.	
Capa de detección	Sensores, los objetos físicos y la obtención de datos.
Capa de Intercambio de Datos	Transmisión transparente de datos a través de redes de comunicación.
Capa de integración de la Información	El procesamiento de la información incierta adquirida de las redes, filtrado de datos no deseados e integración de información principal en conocimiento útil para los servicios y los usuarios finales.
Capa de servicio de aplicación	Da servicios de contenido a los usuarios.

**Fuente:** (Salazar & Silvestre, 2020)

#### **4.1.6 Protocolos de comunicación**

A continuación, en el presente apartado se describen los principales protocolos de comunicación empleados en sistemas domóticos, considerando su conceptualización y aplicación como tal:

##### **4.1.6.1 Wi-Fi.**

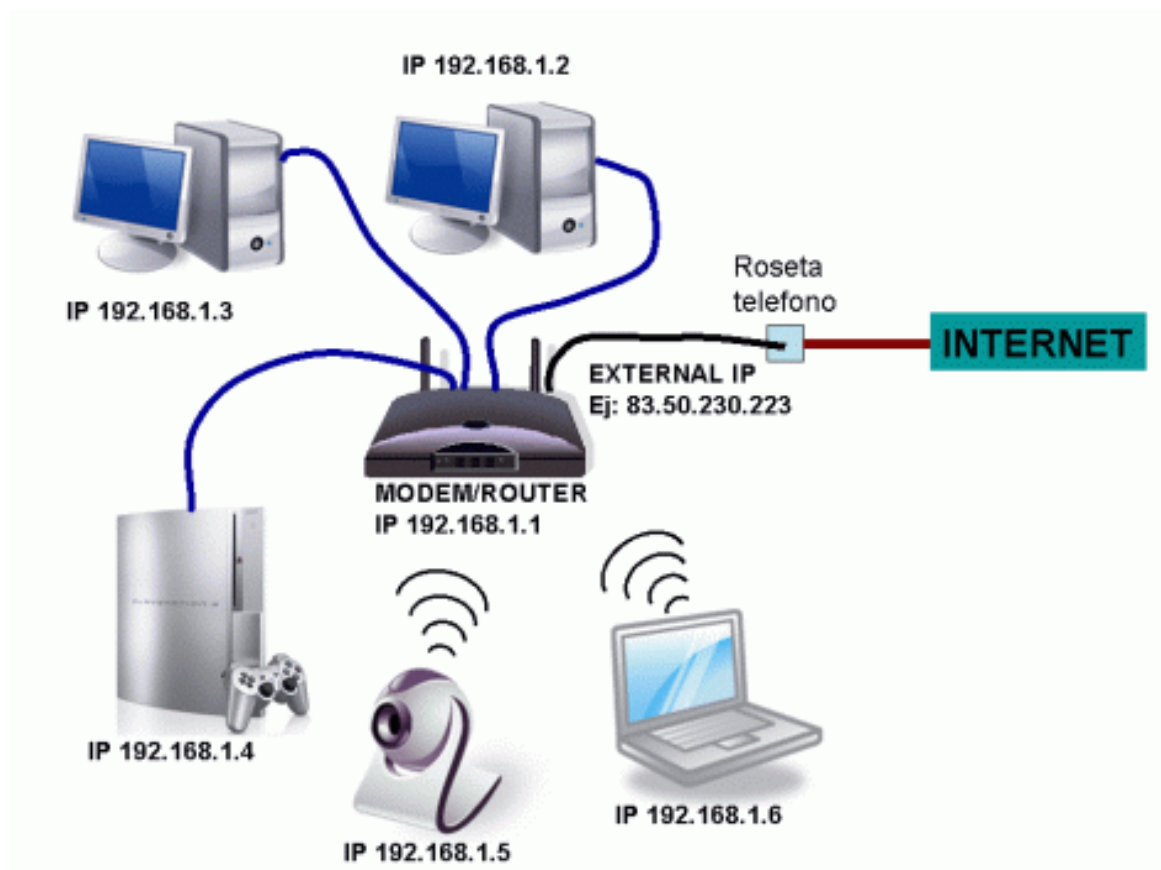
La empresa Cisco (2023) presenta a la denominación Wifi como “una tecnología de red inalámbrica, mediante la cual los dispositivos pueden conectarse e interactuar con Internet” (párr. 1). Estos dispositivos responden a teléfonos móviles, computadoras, e incluso equipos como impresoras y cámaras, de tal manera que se puede intercambiar información y establecer una comunicación en red.

Con este planteamiento coincide Timoteo (2020) al presentar a la Wifi como una tecnología que hace posible “la interconexión inalámbrica de dispositivos electrónicos, mismos que se conectan entre si a internet” (p. 1). Este tipo de redes son utilizadas en entornos domésticos, oficinas, espacios públicos y diversos lugares para proporcionar acceso a internet y permitir la comunicación entre dispositivos de manera inalámbrica, facilitando también la comunicación digital a los usuarios.

Para Velasco (2023) el wifi se resume en conexión inalámbrica, que permite, como se ha mencionado, que los dispositivos dispongan de acceso a internet. Para su funcionamiento, este requiere de un vehículo de transmisión, que básicamente corresponden a las ondas electromagnéticas.



Como parte de su estructura, en una red Wi-Fi se tiene el adaptador inalámbrico de la computadora, los enrutadores inalámbricos y otros aparatos como los teléfonos inteligentes y tabletas. Este adaptador decodifica y traduce los bits digitales en una señal de radio transmitida a través de una antena hacia los otros dispositivos receptores o viceversa; mientras que, el enrutador es el que gestiona las direcciones IP de cada dispositivo dentro de la red local y la conexión de internet hacia afuera de la misma. Además, es el dispositivo que trasiega la información desde, hacia internet de los demás dispositivos a través de su adaptador de red WiFi incorporado como se muestra en la **Figura 3**.



**Figura 3.** Elementos de una red Wi-Fi

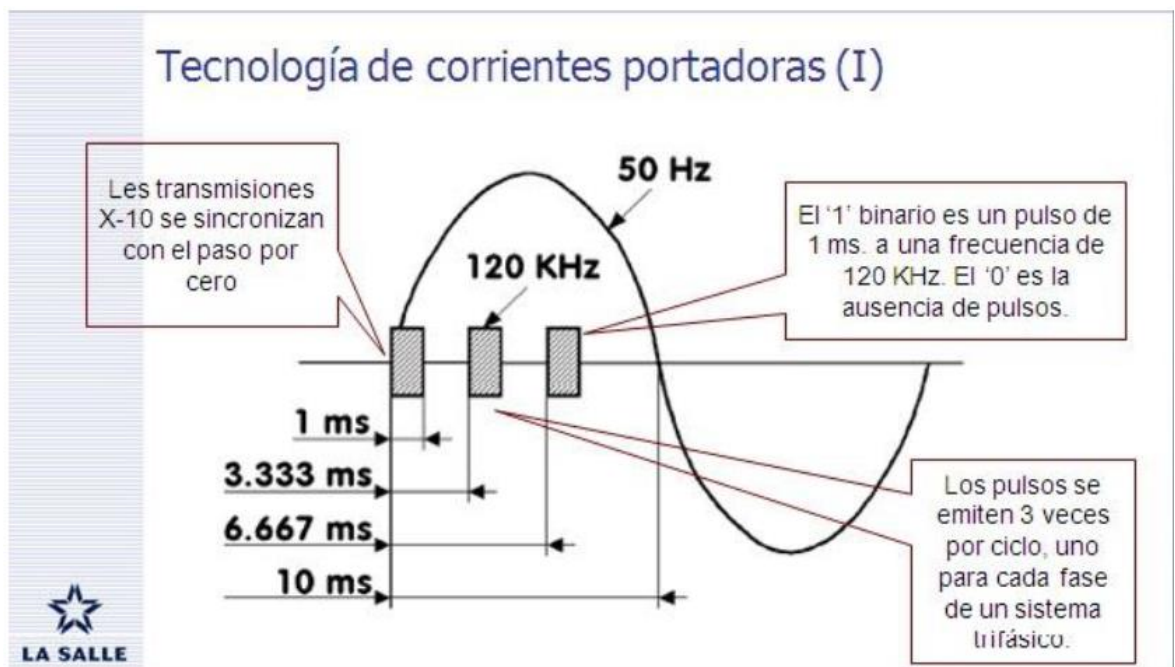
**Fuente:** Cisco Packettracer 2012

#### 4.1.6.2 X10.

El protocolo X10 atiende a un protocolo de comunicación que posibilita que los dispositivos electrónicos en una casa inteligente se comuniquen entre sí, de tal manera que se controle de forma remota. Autores como Jara (2009) señalan que el protocolo X10 “provee comunicación entre emisores y receptores mediante cableado electrónico del hogar o estructura, a través de ráfagas de radio frecuencia de 120 kHz” (p. 26).

Como parte de su historia se recoge que este protocolo fue creado en Escocia entre los años 1976 y 1978, por la empresa Pico Electronics, como respuesta a “lograr la comunicación de los diferentes elementos domóticos del hogar y el usuario” (Botero y Londoño, 2003, p. 5). Entre sus atributos se destaca que, el protocolo X10 se instala sin cables adicionales, por lo que se ha acoplado a una serie de organizaciones, principalmente a aquellas ligadas a la automatización y seguridad. Se caracterizan por ser sistemas descentralizados, aunque se pueden usar controladores que se encarguen de la gestión de alguna zona de la instalación.

El protocolo X10, a decir de Morales (2018) es configurable pero no programable, esto hace que el manejo por parte del usuario sea más sencillo. A continuación, en la **Figura 4** se expone una explicación del funcionamiento de este protocolo.



**Figura 4.** Funcionamiento X-10

Fuente: (Morales, 2018)

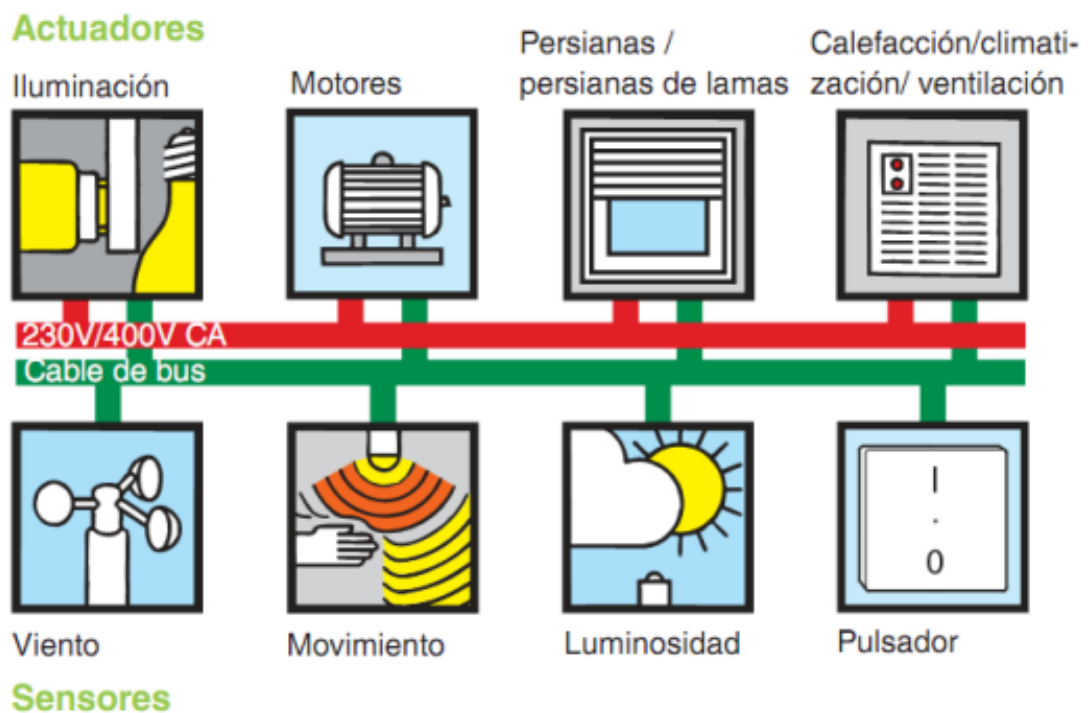
En cuanto a su aplicación, Cuevas et al. (2002) señalan que este protocolo es aplicable a través de una diversidad de equipos, “desde interruptores para iluminación a completos paneles de control, emisores y receptores de radiofrecuencia, sensores de movimiento e incluso cámaras” (p. 89). Su conexión es bastante fácil y se precisa del uso de una sola toma de corriente.

#### 4.1.7.3. KNX

El protocolo KNX se reconoce también como un protocolo de comunicaciones estandarizado utilizado en la automatización de hogares y edificios. Este fue desarrollado para

la integración y control de diversos dispositivos en un sistema único. Autores como Pérez et al. (2022) señalan que este tipo de protocolos de tipo internacional se utiliza para “la automatización de edificaciones” (p. 3). Esta tecnología tiene como origen los años 90, junto a otros protocolos domóticos, es decir que surge de la unión de tres estándares como son EHS (European Home Systems Protocol), EIB (European Installation Bus) y BatiBUS.

Otros estudios como el de Ortega (2021) se refieren a KNX como “un protocolo de bus de datos descentralizado y controlado por eventos, lo que significa que los sensores detectan sucesos de pulsadores o motivados por un estímulo” (p. 20), como el cambio de luz, temperatura o movimiento. Este protocolo se considera como el protocolo estándar europeo y es de fácil acceso, por lo que se habla de 500 fabricantes en el mundo. Para entender mejor este protocolo se plantea la **Figura 5**; que corresponde a la arquitectura básica de KNX.



**Figura 5:** Estructura de un sistema KNX

**Fuente:** (Morales 2018)

Este protocolo presenta una serie de ventajas, las cuales se reflejan en la facilidad de renovación de componentes, fácil modificación y fácil ampliación de la instalación al ser descentralizada. Como desventajas se precisa que su mayor problema es el precio y la necesidad de instalación dedicada, lo que en un hogar ya construido puede resultar demasiado invasivo al necesitarse obras para su instalación.

#### **4.1.6.3 Bluetooth.**

El Bluetooth responde a una tecnología de comunicación inalámbrica, de corto alcance y diseñadas para facilitar la transferencia de datos entre dispositivos. Laime y Díaz (2019), lo presentan como “un estándar desarrollado para la comunicación inalámbrica de datos de corto alcance” (p. 1). Esta es una tecnología de pequeña escala y también de bajo costo, que durante sus primeros años generó un importante impacto en el ámbito tecnológico y de comunicación.

Otros autores, como Morales (2018) señalan que este protocolo ha mejorado en el tiempo a través de la aparición de nuevas versiones, mismas que incluyen una serie de mejoras, por ejemplo, en su versión 4.0 se incluye Bluetooth Low Energy (BLE) enfocado en el IoT, que plantea un menor consumo para dispositivos que están encendidos mucho tiempo.

Como parte de su historia, Mucientes (2021) señala que la tecnología Bluetooth “tiene su origen en la compañía Ericsson Mobile Communications, a partir de una investigación en 1997, que busca lograr una interfaz de radio de baja potencia y bajo coste para ser utilizada entre teléfonos móviles y tarjetas de PC” (p. 13).

Como se ha mencionado, parte de su actualización ha implicado 4 clases con sus características correspondientes:

Clase 1. Conectividad hasta 100 metros y potencia de 100mW

Clase 2. Conectividad hasta 20 metros y potencia de 2.5 mW

Clase 3. Conectividad hasta 1 metro y potencia de 1mW

Clase 4. Conectividad hasta 50 cm y potencia de 0.5mW

#### **4.1.6.4 Zigbee.**

En trabajos de investigación como el de Velasco (2021) se presenta a Zigbee como una tecnología que “abarca un conjunto de protocolos que definen algunas de las especificaciones más utilizadas para dar soporte a las WSN” (p. 12). Su uso se orienta a aplicaciones que requieran de comunicaciones inalámbricas seguras, de una baja tasa de datos y que maximice la vida útil de baterías.

En su concepción, se reconoce que esta tecnología es producto de la alianza de un conjunto de más de 400 empresas, llamada Zigbee Alliance y está abierta a todas las empresas, universidades y gobiernos que quieran participar. Además, es importante mencionar que está basado en el estándar IEE 802.15.4 para los niveles de enlace y red (Modelo OSI), de este modo Zigbee se asienta sobre estas capas, operando por encima de ellas como se puede observar en la **Figura 6**.

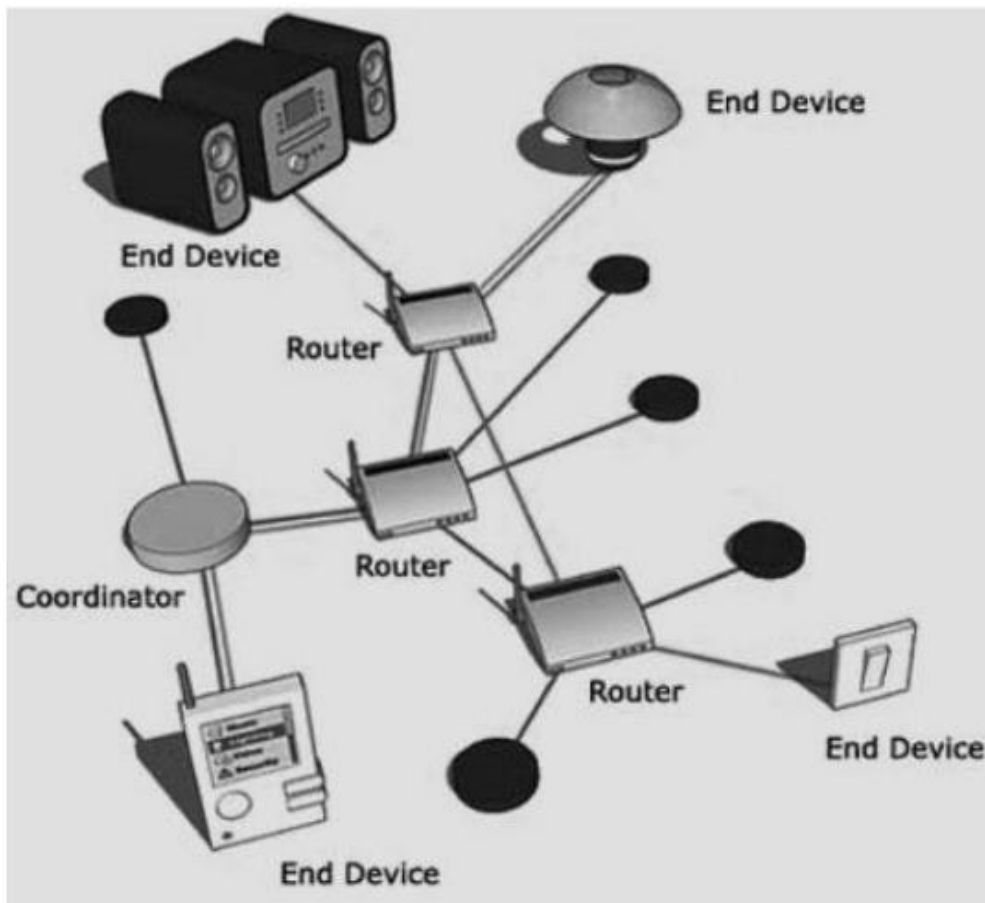


**Figura 6.** Estructura en Niveles de Zigbee

**Fuente:** (Morales, 2018)

Otros aportes como el De La Cruz y Díaz-Granados (2015) refieren a la tecnología Zigbee desde su aplicación, misma que se refleja en un importante número de opciones cómo: sistema inteligente de transporte, sistema de detección de minas, sistema de monitorización de signos vitales en tiempo real, control de procesos en forma remota, como monitoreo de equipos petroleros de minas, monitoreo de turbinas de viento, conectividad para las instalaciones de energía solar, entre otras. (p. 1).

Por su parte Morales (2018) como parte de las características de esta tecnología también reconoce su alcance, cuya señal de comunicación está entre los 10 metros y los 75 metros y aunque comparte frecuencias con el resto de los dispositivos similares, su eficiencia no se ve perturbada. Cada red Zigbee tiene un identificador único, lo que permite manejar varias redes en los mismos canales de comunicación como se muestra en la **Figura 7**.



**Figura 7.** Típica red inalámbrica ZigBe

**Fuente:** Singh 2013

#### **4.1.7 Protocolo de internet versión 6 (IPv6)**

El Protocolo de Internet Versión 6 (IPv6) es la última versión del protocolo de internet (IP), que corresponde al conjunto de reglas que gobierna la comunicación en redes de computadoras. Salazar y Silvestre (2020) mencionan que este proporciona un sistema de identificación y ubicación de los equipos en las redes y rutas de tráfico mediante internet.

Con ello coincide el Instituto Federal de Telecomunicaciones que también refiere a este protocolo como la “última versión del IP, que fue creada para reemplazar a IPv4” (p. 3). La principal razón de esta modificación atiende al creciente número de redes y de usuarios que utilizan la internet, que a su vez implica un incremento en la cantidad de dispositivos conectados.

Para Robledano (2019) el IPv6 presenta algunas particularidades a diferencia de sus sucesores, tales como:

- Permite un mayor número de direcciones IP, pasando de 32 bits a 128 bits
- Dispone de aspectos mejorados en materia de seguridad

- Facilita a los usuarios la conexión a la red, gracias a su estándar plug and play
- Mayor procesamiento desde el router
- Autoconfiguración más sencilla
- Es posible cambiar el formato de numeración bajo la misma dirección IP
- Mejoras en el servicio a nivel de calidad y privacidad

## **4.2 Requerimientos De Sistemas Domóticos**

### **4.2.1 Hardware de red.**

Como punto de partida del presente apartado se precisa que el hardware de red se refiere a los componentes físicos que forman una red de computadoras y permiten la comunicación de datos entre dispositivos. Estos elementos son esenciales para permitir la comunicación y el intercambio de datos entre diferentes dispositivos dentro de una red.

También se conoce como un aparato informático, que facilita el uso de una red informática. Típica mente, esto incluye routers, switches, hubs, gateways, puntos de acceso, tarjetas de interfaz de red, cables de redes, puentes de red, módems, adaptadores RDSI, firewalls y otros dispositivos hardware relacionados.

### **4.2.2 Software de red.**

El software de red se refiere a los programas, aplicaciones y sistemas operativos diseñados para gestionar y facilitar el funcionamiento de una red de computadoras. Estos programas permiten la comunicación, administración y coordinación de dispositivos en una red.

En el software de red se incluyen programas relacionados con la interconexión de equipos informáticos, es decir, programas necesarios para que las redes de computadoras funcionen. Entre otras cosas, los programas de red hacen posible la comunicación entre las computadoras, permiten compartir recursos (software y hardware) y ayudan a controlar la seguridad de dichos recursos.

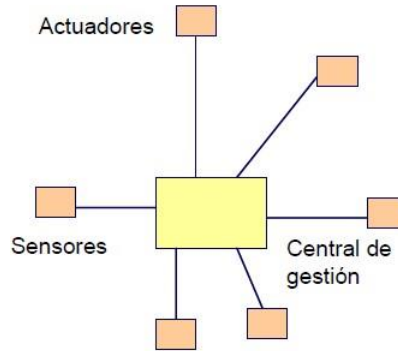
### **4.2.3 Clasificación de los sistemas domóticos.**

En el presente apartado se desglosará lo correspondiente a los sistemas domóticos, cuya clasificación responde a:

#### **4.2.3.2 Tipología de un sistema centralizado.**

Rodríguez (2014) presente a la tipología de un sistema centralizado como una arquitectura centralizada en domótica, la cual “dispone de un controlador centralizado que recibe y procesa información de sensores, generando posteriormente órdenes oportunas para los actuadores” (p. 10). Este tipo de sistemas se caracterizan por tener un único nodo que reciba básicamente toda la información de las entradas, la procesa y envía a las salidas órdenes de acción. A continuación, en la **Figura 8** se presenta los elementos de esta tipología y su distribución.





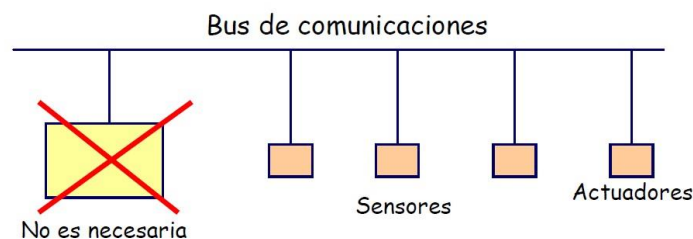
**Figura 8.** Sistema centralizado

**Fuente:** (Energía, 2007)

Este enfoque implica que hay un dispositivo o controlador principal que coordina todas las operaciones y se comunica con los diferentes dispositivos domóticos, generando una serie de ventajas como “la gestión de los dispositivos de forma sencilla debido a que tienen un controlador central y pueden utilizarse sin mucho problema en las viviendas por su fácil integración al sistema” (Instituto Nacional de Aprendizaje, s.f.).

#### 4.2.3.3 Tipología de un sistema descentralizada.

Un sistema descentralizado en domótica implica la distribución de la inteligencia y el control a lo largo de diferentes dispositivos y componentes en lugar de depender de un único punto central. En los sistemas descentralizados, todos los elementos de red actúan de forma independiente unos de otros, pero comparten la misma línea de comunicación y cada uno de ellos dispone de funciones de control y mando, como se muestra en la **Figura 9** (Energía, 2007).



**Figura 9.** Sistema descentralizado

**Fuente:** (Energía, 2007).

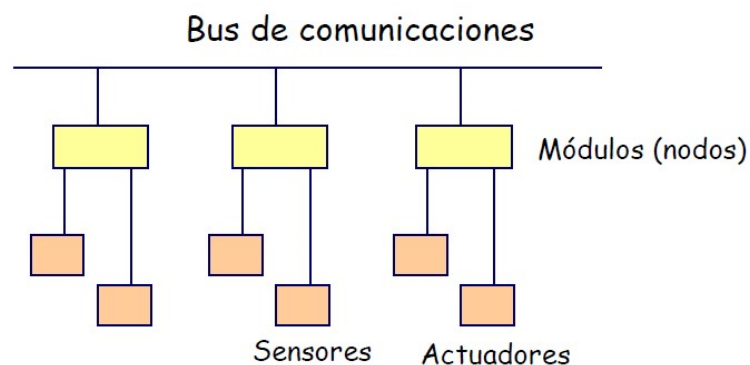
Otro aporte para considerar es el de Olea (2022) cuya definición hacia los sistemas descentralizados precisa que estos funcionan de forma independiente, a través de la “agrupación de varios sistemas centralizados y los conecta mediante un bus de datos” (p. 38). Como ejemplo de su ejecución se señala que cada sensor que incluye este sistema se encarga

de emitir y recibir información a modo de un sistema centralizado, que permite la generación de una respuesta independientemente de los que otros sensores hayan registrado.

#### 4.2.3.4 Tipología de un sistema distribuido (híbridos).

Olea (2022) señala que este tipo de sistema se basa en inteligencia artificial en tanto “cada sensor y actuador es capaz de tomar sus propias decisiones” (p. 39). De esta manera cada uno de los sensores funciona como un ordenador que dispone de la capacidad de recibir información y emitir una respuesta en función de lo que recibe de los otros controladores instalados en la casa. En este tipo de sistemas se ejecuta la implementación de una red de dispositivos y sistemas que trabajan de manera conjunta para automatizar y controlar diversos aspectos de una vivienda o edificio.

Los sistemas distribuidos combinan las tipologías centralizada y descentralizada y la inteligencia del sistema está localizada en cada uno de los nodos de control y cada nodo tiene acceso físico directo a una serie limitada de elementos de red, como se muestra en la **Figura 10** (Energía, 2007).



**Figura 10.** Sistemas híbridos

**Fuente:** (Energía, 2007)

#### 4.2.3.5 Topología de un sistema.

Otro aspecto que caracteriza a un sistema en su topología, es decir, la organización física y lógica de los “nodos” de la red. Existen varias topologías posibles, y la elección depende de factores como la arquitectura específica del sistema, los requisitos de rendimiento, la escalabilidad y la confiabilidad.

Autores como Marín (2021) refieren a la topología de un sistema como “las conexiones de todos los elementos que se manejan dentro del sistema, destacando el uso de estrella, anillo, bus e híbrida” (p. 19). En este sentido, Iglesias (2016) también afirma la existencia de varias

topologías, las cuales disponen de ventajas e inconvenientes, por lo que en su selección se deben considerar las necesidades de instalación, de esta manera es importante considerar:

- Costo de los sistemas
- Confianza de la configuración para mantener el servicio
- Flexibilidad para ampliaciones de la red
- Rapidez en la transmisión

#### **4.2.3.6 Sistemas domóticos por medios de transmisión.**

Apreciaciones como las de Villaverde (2017) se refieren a los sistemas domóticos como “sistemas centralizados capaces de recoger una información, procesarla y emitir una orden” (p. 7). Los sistemas domóticos, también conocidos como sistemas de automatización del hogar, permiten controlar y monitorear dispositivos y sistemas dentro de una vivienda de manera remota.

Por su parte, Mero (2022) señalan que los sistemas domóticos han alcanzado popularidad en el transcurso de los años, en tanto permiten combinar “hardware y software para hacer más práctica y cómoda la vida de las personas” (p. 10). En su constitución este tipo de sistema tienen diferentes partes, que se refleja en una red interna, un control inteligente, dispositivos del hogar y enlaces a servicios que permitan la comunicación fuera de casa.

Al margen de los medios de transmisión, Novel (2008) valida los siguientes canales:

- Transmisión por Corrientes portadoras
- Transmisión Cableada
- Transmisión por fibra óptica
- Transmisión inalámbrica

#### **4.2.4 Requerimientos para sistemas domóticos.**

##### **4.2.4.1 Arquitectura Centralizada.**

Al margen de la arquitectura centralizada se precisa de implicaciones orientadas a la presencia de un punto central de control que coordina y gestiona todas las funciones y dispositivos dentro del hogar. Para Tamayo (2016) este tipo de arquitectura asume el nombre de centralizada “ya que un dispositivo llamado controlador recibe información de múltiples sensores, el controlador se encuentra en el centro y, una vez procesada la información, genera los órdenes a los diferentes actuadores que son quienes realizan una acción” (p. 13).

Este tipo de arquitectura es la más empleada en los hogares inteligentes, gracias a su gran capacidad de almacenar información en tiempo real. Según Olea (2022) en su

funcionamiento el ordenador principal se encarga de recopilar todos los datos proporcionados por los sensores situados en puntos estratégicos de la casa para generar órdenes gracias al programa instalado en la memoria de este sistema como se muestra en la **Figura 11**.



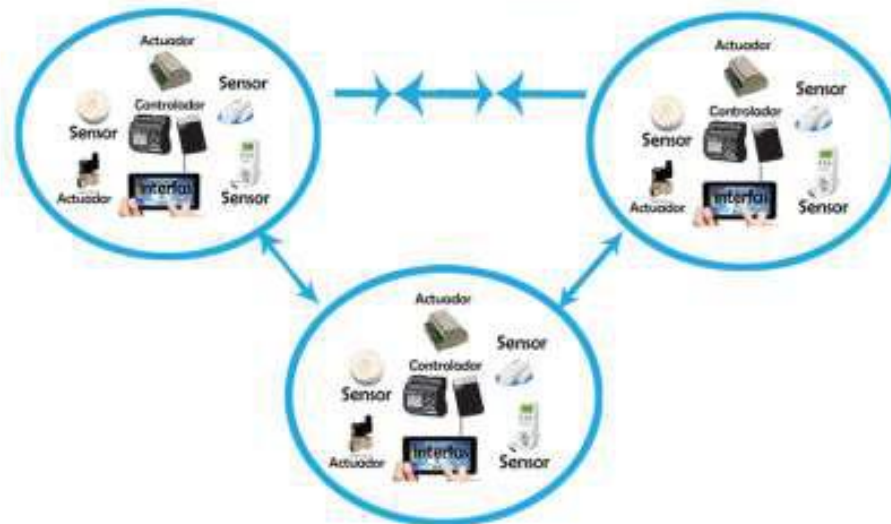
**Figura 11.** Topología de un sistema centralizado

**Fuente:** (Olea, 2022)

#### 4.2.4.2 Arquitectura Descentralizado.

Morales (2023) señala que en la arquitectura descentralizada “existe más de un solo controlador que se conectan a través de un BUS, mismo que emite la información entre ellos” (p. 9). Como ventaja de este tipo de arquitectura se destaca que es más notable en la posibilidad de generar un rediseño de red, por su estructura y usabilidad.

Los sistemas domóticos descentralizados funcionan de forma independiente y a la vez agrupan varios sistemas centralizados y los conectan mediante un bus de datos; por ejemplo, cada sensor se encarga de enviar y recibir información actuando como un sistema centralizado, generando una respuesta independientemente de lo que otros sensores hayan registrado. En estas estructuras hay más de un computador, lo que permite reducir considerablemente el tiempo de respuesta del sistema, tal como se describe en la **Figura 12**.



**Figura 12.** Topología de un sistema Descentralizado

**Fuente:** (Olea, 2022)

Además, Álvarez et al. (2007) señala que, en este tipo de arquitecturas “cada elemento tiene su propia capacidad de proceso y puede ser ubicado en cualquier lugar de la vivienda” (p. 10), proporcionando libertad en el diseño y con ello adaptación física de las estructuras.

#### 4.2.4.3 Arquitectura Domótica Distribuida.

Al referir a la arquitectura domótica distribuida, se precisa de aquella que implica la descentralización de la lógica de control y la distribución de la inteligencia en múltiples dispositivos dentro del entorno doméstico. Apreciaciones como las de Castillo (2020) señalan que en este tipo de arquitecturas “no existe un controlador principal que se encargue de recibir y transmitir información, sino que todos los dispositivos se encuentran interconectados mediante un BUS de dato central” (p. 36), el cual se encarga de la gestión y mando de la información a otros centros y dispositivos.

Cada uno de los sensores y/o actuadores funciona como un ordenador que tiene la capacidad de recoger información y generar una respuesta en función de lo que recibe de los otros controladores instalados en la casa. Básicamente cada componente del sistema trae consigo un computador como se muestra en la **Figura 13**.



**Figura 13.** Topología de un sistema distribuido

**Fuente:** (Olea, 2022)

## **4.3 Interfaces de domótica**

### **4.3.1 Programa de comunicación KNX.**

En el presente apartado se aborda con mayor profundidad lo relacionado con la tecnología KNX, por cuanto esta tecnología corresponde a un estándar abierto, que proporciona una interfaz de usuario uniforme y cómoda para la automatización de hogares y edificios (Wago, 2023).

Aportes como el de Cabot (2017) coinciden en que este tipo de tecnología atiende a un estándar internacional, que permite el control inteligente de los diferentes dispositivos en viviendas y edificios. KNX se presenta ahora mismo como “el único estándar mundial que permite conectar distintos elementos, de diferentes fabricantes y de diferentes tipos de sistemas” (p. 21), tal es el caso de aspectos ligados a la climatización o iluminación, reduciendo el proceso y trasladándolo al trabajo con un mismo software.

Así también, Chamorro (2019) refiere a este tipo de tecnología, proyectándolo como “un estándar de comunicación mundial para dispositivos destinados a aplicaciones de control de viviendas y edificios” (p. 7), por lo que se consideran aspectos ligados a la seguridad, ventilación, monitorización, aire acondicionado, alarmas, control del agua, iluminación y otros servicios propios del hogar y que permiten solventar diferentes necesidades de sus habitantes.

#### **4.3.1.1 ¿Por qué KNX?**

Al margen del por qué optar por KNX, se utiliza este tipo de tecnología por ser robusta e integrar la mayor cantidad de dispositivos domóticos estandarizados, a continuación, se exponen las características de este tipo de tecnología domótica:

- Seguridad vigilante. Este sistema se mantiene siempre alerta, considerando que existe una conexión de sensores y otros estímulos que detectan movimiento y con ello la activación de sistemas de alarmas. Así también se detectan otro tipo de amenazas para prevenir y preservar la seguridad.
- Ahorro de energía. Con su aplicación es posible el ahorro del consumo de energía, optimizando aquellos artefactos que se sirven de esta, mediante la detección temprana.
- Ahorro de tiempo. Reducción de tiempo en el diseño e instalación.
- Confort. Mediante el control y monitoreo automático frente a los servicios y acciones antes señaladas.
- Sistema. Mismo formato y velocidad en la ejecución de actividades.

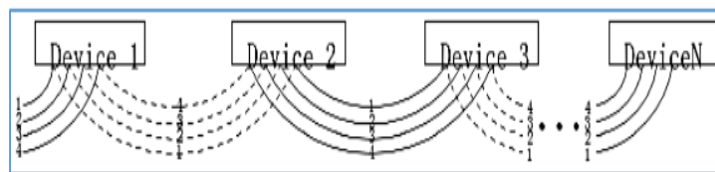
### 4.3.2 Sistema HDL Buspro.

HDL Buspro es un sistema de automatización del hogar y edificios desarrollado por HDL Automation, una empresa especializada en soluciones de control y gestión de sistemas integrados, son sistemas de automatización para casas y edificios desarrollado por HDL y que permiten solventar una serie de acciones alineadas al control domótico. Su uso principalmente está orientado a:

- Simplificación en diseños de circuitos
- Estructura interna y externa flexible
- Varias formas para controlar la iluminación
- Independencia de cada dispositivo en la red

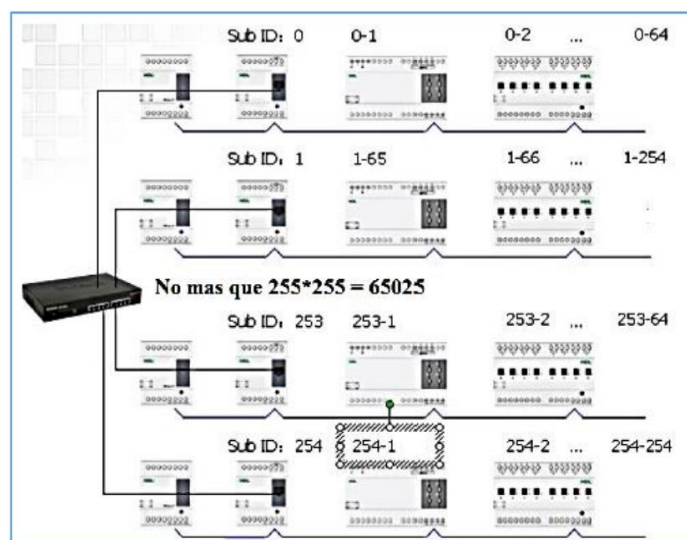
#### 4.3.2.1 Topología del sistema HDL Buspro.

La topología empleada por HDL para conectar los dispositivos es de tipo bus y, tipo estrella para conectar las subredes (hasta 255 subredes), se expone en las **Figuras 14** y **Figura15** respectivamente.



**Figura 14.** Topología HDL para conexión de módulos

Fuente: (HDL, 2015)



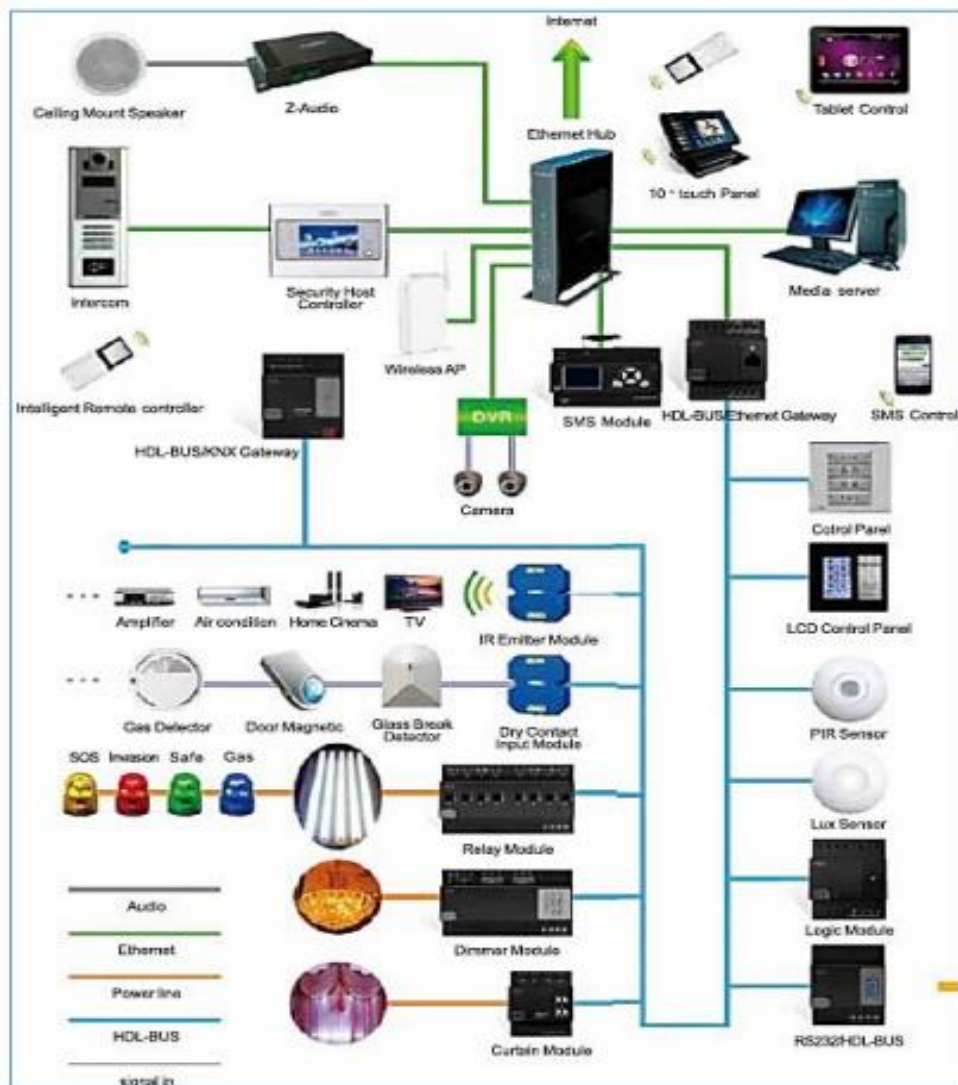
**Figura 15.** Topología HDL para conexión de subredes

Fuente: (HDL, 2015)

Además, este sistema opta por un estándar de comunicación industrial RS485 al que también se adapta, utilizando como medio físico de transmisión de datos, cable par trenzado, que posibilita una comunicación en tiempo real.

#### 4.3.2.2 Arquitectura del Sistema HDL Buspro.

HDL posee una arquitectura distribuida como se muestra en la **Figura 16**, en la cual el procesamiento de información se divide en un solo módulo, con lo que se consigue que el cableado se simplifique y que se incremente la fiabilidad del sistema al facultar la inteligencia de cada dispositivo del sistema, de esta manera se obtiene un sistema más eficiente y que responda efectivamente a los requerimientos.



**Figura 16.** Arquitectura distribuida HDL

**Fuente:** (HDL, 2015)



### 4.3.2.3 Protocolo del Sistema HDL Buspro.

Piña y Maurat (2013) señalan que el HDL se basa en el protocolo RS485, y como técnica de direccionamiento emplea el protocolo TCP/IP, además, para la conexión con otros dispositivos por ejemplo PLC, sensores, interruptores extra, utiliza RS232, para el envío y transmisión de datos si se requiere utilizar otros elementos que no sean HDL.

#### 4.3.2.3.1 Protocolo RS-485.

López (2014) reconoce el “Recommended Standard 485” como un protocolo útil cuando se desea transmitir información a largas distancias o con altas velocidades, con respecto RS232.

Como ventajas de este protocolo se reconoce su bajo costo, ya que al transmitir o recibir requieren una fuente de +5V y poder generar una diferencia de 1.5V entre las salidas diferenciales. Tiene conexión multi-enlace con la capacidad de tener múltiples transmisores y receptores.

#### 4.3.2.3.2 Protocolo RS-232.

El protocolo RS-232 (Recommended Standard 232), es una norma de intercambio de una serie de datos punto a punto, entre un DTE (Equipo terminal de datos) que transmite hacia un equipo esclavo o DCE (Equipo de comunicación de datos), a una longitud máxima de 15 metros.

RS-232 establece que un “1 lógico” se representa con un voltaje entre -5V y -15V, mientras que un “0 lógico” se encuentra entre +5V y +15V, los datos viajan en grupos de bits, donde existe un bit de inicio, un bit de datos, un bit de paridad y la trama concluye con un uno.

### 4.3.2.4 Componentes del Sistema HDL Buspro.

El sistema HDL Buspro cuenta gran variedad de controladores. En la **Tabla 4**, se detallan algunos de los componentes más comunes del mismo.

**Tabla 4.** Componentes del sistema HDL Buspro

Componente	Características	Función
HDL DLP Panel	Corresponde a la interfaz de usuario con pantalla de cristal líquido. Esta cuenta con 8 botones programables y cuatro pestañas de navegación.	Control de todos los dispositivos contenidos en el bus domótico, para lo cual posee una pestaña dedicada para control de audio y otra

			para el sistema de climatización
<p>iTouch Series 4 Buttons Touch Panel</p> 		Atiende a una botonera inteligente de 4 servicios	Permite el control de iluminación, escenas y secuencias
<p>Fuente de poder</p> 		Es la entrada 110V, 50/60Hz, salida de 2400mA y 750mA	Provee de alimentación al bus Domótico
<p>Módulo de Relé</p> 		Módulo de relé de 4 canales, 10 amperios por canal	Control de iluminación, soporta escenas y secuencias
<p>Módulo dimmer</p> 		Módulo dimmer de 6 canales, 2 amperios por canal	Control de iluminación dimerizable para cargas resistivas
<p>DLP Power interface</p>		Voltaje 24VDC, Data+, Data-	Provee alimentación y el bus de comunicación para el DLP

			
<p>Módulo Lógico</p> 		<p>Este módulo cuenta con 960 bloques lógicos, y la condición de la lógica de las entradas puede establecer el estado de un canal, fecha, semana, hora, valor de una entrada externa de una escena, etc.</p>	<p>Relaciones lógicas entre diferentes destinos de control</p>
<p>Módulo IP</p> 		<p>Puerto de comunicación Ethernet y Bus Pro.</p>	<p>Permite la interacción con el bus a través de la red LAN.</p>
<p>Módulo de control HDL-MHRCU.433</p> 		<p>Controla hasta 48 canales, cada canal tiene el parámetro para límite inferior, límite superior, límite máximo.</p>	<p>Control de los canales 1 a 13.</p>

Fuente: (Automation, 2023)

#### 4.3.2.4.1 Par trenzado, UTP.

El par trenzado no apantallado (UTP, por sus siglas en inglés "Unshielded Twisted Pair") es un tipo de cable de red que consiste en pares de hilos de cobre trenzados entre sí para reducir la interferencia electromagnética de fuentes externas y mejorar la calidad de la transmisión de datos. Castillo (2019) remarca esta apreciación indicando que “este tipo de cables contienen sus pares trenzados sin blindar, es decir, entre cada una de las parejas de cables no existe un medio de separación que los aisle de las otras parejas” (párr. 17). En su aplicación se reconocen importantes ventajas de este tipo de cables, siendo las más frecuentes su costo y facilidad de manejo.

### 4.3.3 *Software HDL Buspro.*

HDL Buspro utiliza un software de programación y configuración llamado "HDL-BUS Pro". Con este se puede configurar y verificar que cada uno de los módulos esté dentro de la misma red, así como activación de entradas y salidas; adicionalmente permite la creación de escenas con cada módulo, es decir, permite añadir sus respectivas funcionalidades. Para programar el controlador se utiliza la herramienta "Logic Diagram Management", que emplea un lenguaje de compuertas lógicas.

#### 4.3.3.1 **Términos que se utilizan para poder utilizar el software HDL.**

Los términos de manejo del software HDL, son:

- **Protocolo TCP/IP:** Protocolo TCP/IP (Transfer control protocolo/Internet protocolo) es nombrado como protocolo de red. Es la base de Internet Red Internacional.
- **Dirección IP:** Se refiere a la utilización del protocolo TCP/IP, especifica la dirección de 32 bits para el huésped. Dirección IP consta de 4 o 6 octetos que se separa por puntos. Por ejemplo, la dirección 192.168.0.1 es una dirección IP, utilizando la forma de formato decimal con puntos.
- **Dirección MAC:** Dirección MAC se denomina dirección física, dirección de hardware, o dirección del enlace, está escrito internamente en el hardware cuando se está bajo la producción. Esta dirección es independiente con la red, lo que significa, que no importa dónde este la posición del hardware (como tarjetas de red, hubs, routers, etc.) el acceso a la red, mientras que tiene la misma dirección MAC. Generalmente, la dirección MAC no se puede cambiar, y sin necesidad de fijar por el usuario.
- **Bus:** Se refiere a múltiples funciones para compartir la línea de transmisión de información conocido como el BUS. Estructura de bus que se utiliza para facilitar la expansión de los dispositivos y equipos. Se utilizan un estándar de bus unificado, para que la interconexión entre diferentes dispositivos sea más fácil de lograr.
- **Bus red:** Está formada por más de un bus de datos, utilizando para el intercambio de datos a través de la red de conmutación llamada BUS.
- **Subnet ID:** Corresponde a varias redes más pequeñas de una sola gran red, denominadas subredes. El ID de subred es fijado por un valor diferente, el rango es de 0 a 254.

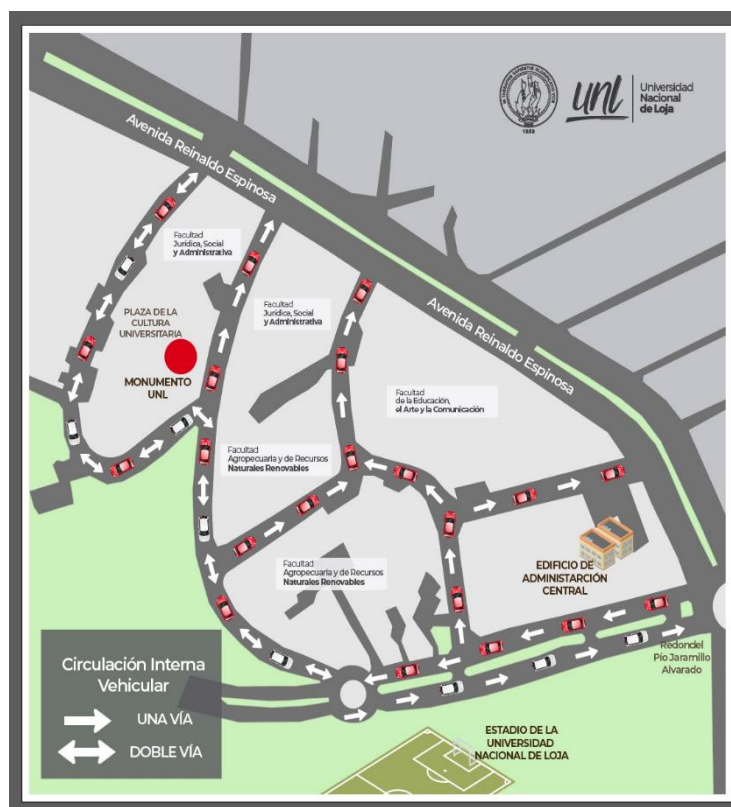
- **Device ID:** Este ID se utiliza para distinguir entre los diversos dispositivos dentro de una subred. ID de dispositivos es único en una subred. El rango es de 0 a 254.
- **Subredes:** Un número de sub-segmentos que consta de una colección de equipos correspondiente, según las subredes de subred.
- **Lan:** Llamada red de área local porque abarca un área reducida como un edificio o casa, medio donde el ordenador utiliza la internet para conectarse unos con otros, para seguir ciertos protocolos para el intercambio de información y hacer una red de distribución de los recursos.

Al ejecutar el programa HDL Buspro 2, se debe hacer en modo administrador para que se ejecute correctamente. (p. 62)

## 5. Metodología

### 5.1 Área de trabajo

El proyecto de investigación se desarrollará en la Universidad Nacional de Loja, en las instalaciones de la facultad de la energía las industrias y los recursos naturales no renovables, ubicada en la ciudadela universitaria sector la Argelia 4°01'49''S y 79°12'01''W donde se implementará una maqueta con un caso práctico de domotización de una vivienda, cuya dirección es la Av. Reinaldo Espinosa y la Av. De Integración Barrial, en la **Figura 17** se muestra un mapa de la ubicación.



**Figura 17.** Ubicación del área de estudio

### 5.2 Requerimientos de diseño

El proyecto consiste en el diseño de un sistema domótico integral, utilizando plataformas de desarrollo convencionales como controlador y servidor, enlazándolos con sensores y actuadores físicos mediante protocolos de comunicación, de esta manera, controlar tantos dispositivos en la vivienda, a través del sistema eléctrico, sanitario y mecánico de la misma, por tal motivo se necesita los siguientes requerimientos:

- **Control de iluminación:** Se requiere el control de iluminación de encendido y apagado en las diferentes áreas tales como las habitaciones, sala, y baño de la vivienda.
- **Control de puertas, ventanas:** Se requiere el control de puertas y ventanas de la sala, baño y el dormitorio principal de la vivienda, que estas se abran y se cierren.
- **Control de Dispositivo Electrónico:** Se requiere el control de encendido y apagado de dispositivos y equipos electrónicos, como una TV, lámpara o radio entre otros.
- **Sistema de Seguridad:** Se requiere la instalación de un sensor de presencia que al activarse envíe un mensaje a un número designado previamente, como señal de alerta, tomando en cuenta todos los requerimientos se va a realizar el diseño del sistema domótico, con tecnología móvil y reconocimiento de voz.

En la **Figura 18**, se presenta un diagrama de bloques en el cual se detalla los requerimientos de diseño del sistema domótico para una vivienda.

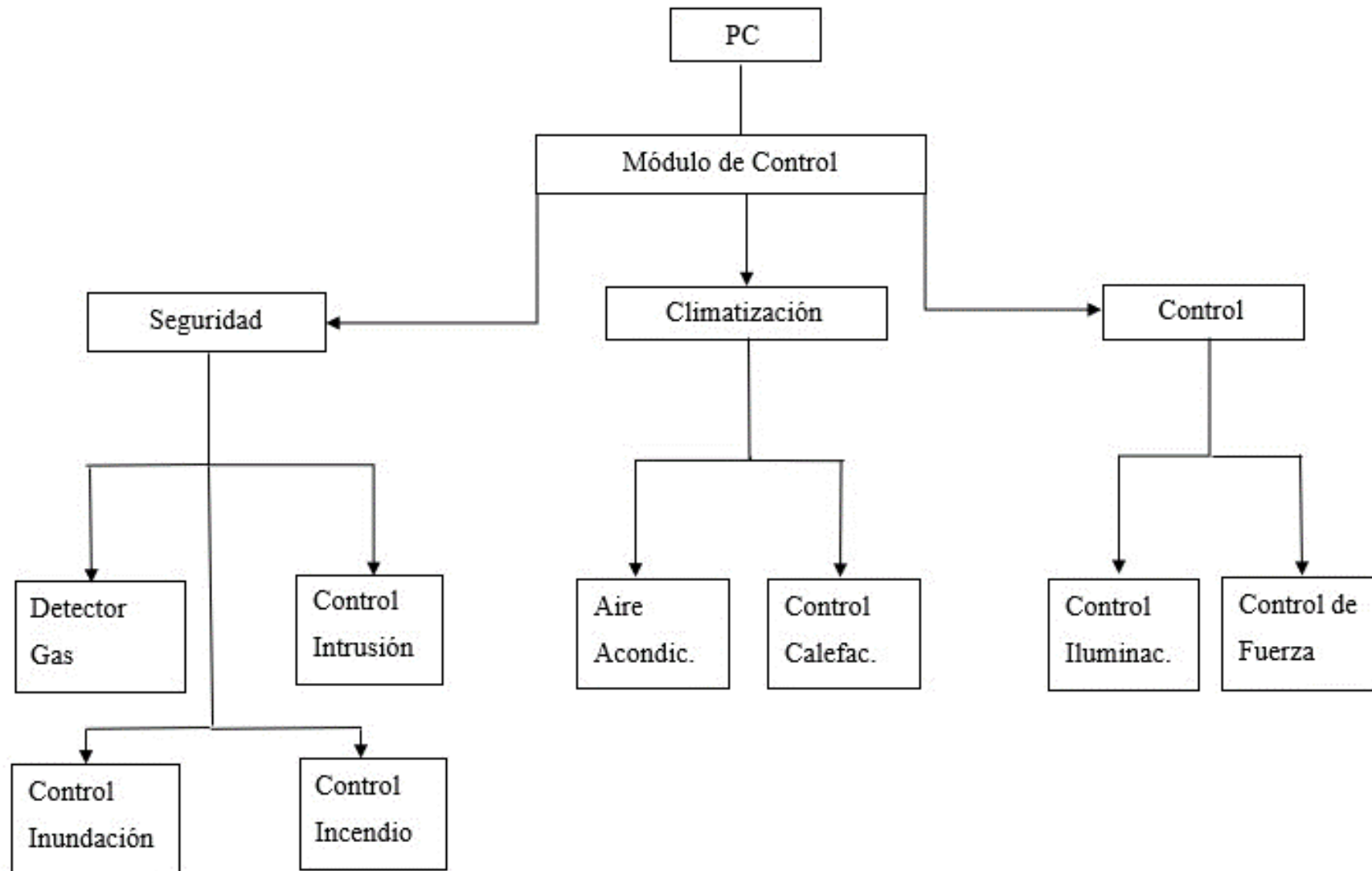


Figura 18. Diagrama de bloque



### 5.3 Análisis de Arquitectura de sistemas domóticos para viviendas.

En la **Tabla 5** se realiza un análisis de ventajas y desventajas de arquitectura de sistemas domóticos.

**Tabla 5.** Ventajas y desventajas de sistemas domóticos

Parámetros	Arquitectura de sistemas domóticos	
	Arquitectura centralizada	Arquitectura distribuida
Ventajas	Fácil operación de mantenimiento, actualización o modificación debido a que no se tiene que ir analizando los diferentes nodos.	Cada dispositivo tiene una autonomía propia, lo que genera una mayor seguridad.
	Los sensores como los actuadores son de tipo universal.	Estos sistemas son ideales para reformas
	Versátil con flexibilidad de programación	Si falla un dispositivo el sistema sigue funcionando por completo
Desventajas	Notable cableado	No podemos obtener gran potencia del sistema.
	Si cae el Master, todo el sistema falla.	Si falla la fuente de alimentación todo el sistema falla

### 5.4 Necesidades del Usuario

Dado que uno de los enfoques de la domótica es la de proveer al usuario final de un habitat confortable, como un uso sencillo del sistema y que ofrezca características de automatización, se deriva las siguientes necesidades funcionales:

- **Gestión de ahorro energético**, permite reducir y optimizar el consumo energético de los diferentes sistemas que existen en una vivienda; como el sistema de iluminación, sistema de climatización, etc.
- **Control del sistema de iluminación**, mediante un control de encendido, dimerización y apagado del sistema de iluminación de la vivienda.
- **La implementación de un sistema de fuerza** para la abertura y cierre de motores y bombas.
- **La seguridad**, mediante la instalación de alarmas, sensores de presencia para una supervisión y monitoreo de las condiciones del hogar, por un sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) o funciona tras la instalación de un sistema de cámaras de

seguridad que permiten comprobar desde otra ubicación (en forma remota), el funcionamiento o el estado de un lugar.

- **Climatización de la vivienda**, con la instalación de sensores de temperatura, dando así paso a la acción de apertura del sistema de calefacción o refrigeración.

En el apartado 5.1 de este proyecto se realizó un diagrama de bloques que se expone en la figura 17, donde se encuentra estructurado los requerimientos de diseño para un sistema domótico que se puede aplicar a cualquier tipo de vivienda.

## 5.5 Diseño de componentes

### 5.5.1 *Diseño del sistema de iluminación.*

Para el diseño del sistema de iluminación, se requiere primero hallar la potencia de todo el circuito. Primero se suma la potencia de cada luminaria existente, se aplica la siguiente ecuación.

$$P_T = V_L \times I_L \quad (1)$$

Donde:

$P_T$  = potencia total en watts (W)

$V_L$  = voltaje de línea en voltios (V)

$I_L$  = la corriente del circuito en amperios (A)

La corriente  $I_L$  es la referencia para escoger la protección del circuito eléctrico, a este valor se le multiplica un factor de riesgo de 1,25 recomendado por las normas NEC. En donde se expone que: la vivienda debe disponer de circuitos independientes de iluminación, tomacorrientes y cargas especiales con las siguientes características:

- Los conductores de alimentadores y circuitos deben dimensionarse para soportar una corriente no menor a 125 % de la corriente de carga máxima a servir.
- Cada circuito debe disponer de su propio neutro o conductor conectado a tierra.
- Cada circuito debe disponer de su propia protección.
- Ningún circuito debe compartir servicios entre plantas o niveles diferentes de la vivienda.

En cuanto al control domótico de iluminación se define cuáles son las condiciones de funcionamiento:

- **Control de iluminación determinado por presencia:** Para que esto ocurra se hará uso de sensores de movimiento, estos sensores serán dispuestos en cada una de las zonas de la vivienda y serán detallados en el próximo enunciado.
- **Control de iluminación por luz artificial:** Se definirá el rango de horas durante el día en el que se necesitará la iluminación artificial como por ejemplo de 18H00 a 07H00.
- **Control de iluminación manual:** Esto se refiere a la forma convencional de encender y apagar luminarias.
- **Control de iluminación dimerizable:** Los focos led dimerizables, brindan una versatilidad adicional, lo que te permite encontrar el brillo perfecto para el estado de ánimo que deseas establecer en cada espacio.

### 5.5.2 *Diseño de sistema de Fuerza.*

Para el funcionamiento del control de fuerza en una vivienda se consideran cargas como motores y bombas a ser controladas por el sistema domótico, la corriente que necesita cada bobina del motor, se calcula a partir de la ecuación 2:

$$I_L = \frac{V_{ACTIVACIÓN}}{R_L} \quad (2)$$

Donde:

$I_L$  = Intensidad de bobina en amperios (A)

$V_{ACTIVACIÓN}$  = Voltaje de activación en voltios (V) o en voltaje continuo (VDC) según sea el caso

$R_L$  = Resistencia de bobina en ohmios ( $\Omega$ )

- **Control de motores eléctricos:** El motor eléctrico es sin duda el actuador eléctrico más utilizado y que más aplicaciones tiene en todos los niveles de la utilización de la domótica. Los motores forman parte como accionamiento lineal o rotatorio de algún tipo de equipo, cubriendo determinadas funcionalidades: climatización, bombeo, apertura y cierre de portones, persianas, cortinas y toldos, sistemas de elevación, ventilación, etc. O formando parte de los más diversos electrodomésticos y equipos electrónicos: lavadoras, lavavajillas, licuadoras, bombas de acuario, cámaras motorizadas, y otros muchos.

Entre los más comúnmente utilizados están los motores de corriente continua y los de corriente alterna (monofásicos o trifásicos), los motores paso a paso y los motores brushless, como se muestra en la **Figura 20**.



**Figura 19.** Diferentes tipos de motores

- **Control de bombas:** La automatización de las unidades de bombeo permite aumentar la confiabilidad y continuidad del suministro de agua, reducir los costos de mano de obra y operación, y el tamaño de los tanques de control.

Para automatizar las unidades de bombeo, además de los equipos de propósito general (interruptores, relés intermedios), se utilizan dispositivos especiales de control y monitoreo, por ejemplo, relés de control de llenado. Bombas centrífugas, relés de chorro, relés de flotador, interruptores de nivel de electrodos, varios manómetros, sensores de tipo capacitivo, etc.

### **5.5.3** *Diseño de sistema de seguridad*

La seguridad es una de las aplicaciones más adelantadas de la domótica y la que, hoy en día, contribuye en mayor medida a la introducción real de sistemas domóticos en los hogares. Mejorar la seguridad de los hogares es una importante necesidad social que repercute no sólo en la protección de los bienes privados, sino también en la salvaguardia de los propios individuos.

Las aplicaciones de seguridad desempeñan funciones diversas. En el caso de la seguridad perimetral y de intrusión, se combinan cámaras y sensores para detectar la presencia de personas no deseadas.

Los sistemas de seguridad técnica reúnen sensores de incendio, humo, agua, gas, fallo en el suministro eléctrico o en la línea telefónica.

Los elementos domóticos para esta sección del diseño se detallan en la **Tabla 6**.

**Tabla 6.** Dispositivos usados en el diseño de control de seguridad

Elementos	Nombre
Sensores	Detector de Inundaciones
	Sensores de inundaciones
	Sensor de incendios
	Sensor de movimiento
	Sensor de gas
	Luces estroboscópicas
Actuadores	Sirena incendio exterior
	Estación manual
	Alarma incendio departamento
	Alarma intruso departamento
	Alarma inundación o escape de gas departamento
	Electro válvula para escape de gas departamento
	Electro válvula para inundaciones departamento
Video	Cámaras IP
	Sensor de presencia

#### **5.5.4** *Diseño del sistema de climatización*

La domotización del sistema de climatización, permite programar todas las temperaturas de confort que se desean en la vivienda, ya sea de manera global o específica de las diferentes áreas de la vivienda.

Si bien para esta área existen dos sistemas diferenciados que son aire acondicionado y calefacción, el control de los mismo vendrá de los termostatos que se distribuirán en la vivienda, activando los equipos de climatización mediante módulos de control. En el control domótico del sistema de climatización se define cuáles son las circunstancias bajo las que el diseño domótico va actuar.

- **Ventilación evaporativa o selectiva:** Es un tipo de ventilación que se caracteriza por ser amigable con el medio ambiente debido al uso economizado de la energía eléctrica.

Esto implica que durante el día la ventilación de los locales será mínima y deberán ser umbríos (sombreados) reduciendo todo lo posible la incidencia de la radiación solar directa y difusa. Con esto se mantiene los locales frescos.

- **Ventilación Híbrida:** La ventilación híbrida es un tipo de ventilación controlada en la que, cuando las condiciones de presión y temperatura ambientales son favorables, la renovación del aire se produce mediante la ventilación natural y cuando las condiciones son desfavorables, se activa la ventilación forzada mediante extracción mecánica.

Una ventilación híbrida debe entrar en funcionamiento mecánico de forma automática cuando las condiciones térmicas o viento son insuficientes para garantizar los niveles de renovación del aire. El funcionamiento mecánico queda garantizado mediante ventiladores situados en las bocas de expulsión de cada conducto, accionado por un sistema de detección de temperatura exterior, presión, caudal, etc.

- **Ventilación Forzada:** La ventilación forzada se establece con la implementación de depreciaciones en los conductores de aire en la vivienda. Las cuales se pueden crear por medio de diferentes extractores y ventiladores accionados con mecanismos eléctricos, entre las ventajas que posee este tipo de sistema es sin duda la regulación de la velocidad de ventilación ya sea para una mayor aireación o un menor consumo de energía.

## 5.6 Selección de componentes

### 5.6.1 Controladores.

El controlador es la unidad capaz de recibir, procesar o tratar la información, según una programación o algoritmo preestablecido. Interactúa con otras componentes de hardware llamadas sensores y actuadores para obtener datos de ciertos patrones de la realidad y realizar la acción correspondiente.

Actualmente, la gran mayoría de fabricantes domóticos cuentan con soluciones compuestas por un sistema de control centralizado y un gran número de sensores y actuadores, los cuales pueden ir siendo añadidos progresivamente según se necesiten.

Lo más importante de los componentes de hardware es la compatibilidad entre el sistema de control domótico y el resto de dispositivos que conforman la red. Generalmente los controladores están conectados a internet. Estos estarán funcionando continuamente, por lo que requieren de alimentación continua, por lo que estarán conectados al sistema eléctrico suministrado en la vivienda. Se analizarán los principales controladores existentes en el mercado.

### 5.6.1.1 Controladores para el sistema de iluminación.

#### 5.6.1.1.1 Módulo de iluminación normal.

Todo el sistema de iluminación debe ser controlado desde una interfaz, o un solo módulo dedicado exclusivamente a entradas y salidas (E/S) digitales. Su elevado número de entradas digitales permiten conectar aquellos dispositivos típicos de cualquier instalación como son: pulsadores, detectores, contactos magnéticos, interruptores. Las salidas del controlador están destinadas a accionar dispositivos eléctricos convencionales como son: puntos de luz, electrodomésticos y cargas en general.

#### 5.6.1.1.2 Módulo de dimmer.

En el caso que se desee hacer una regulación de la intensidad de la iluminación se tendrá que utilizar módulos dimmer, este tipo de módulo solo admite una regulación por equipo, es decir por cada lámpara que se desee regular se tendrá que utilizar un módulo dimmer.

### 5.6.1.2 Controladores para el sistema de fuerza.

Son controladores de uso industrial, robustos en su estructura física para poder funcionar correctamente, se puede programar para realizar diversas tareas. Generalmente son de alto consumo eléctrico y tienen pocas entradas y salidas a su disposición. A continuación, en la **Tabla 7** se describen las ventajas y desventajas de usar este tipo de controlador:

**Tabla 7.** Ventajas y desventajas de controladores para el control de fuerza

Ventajas	Desventajas
Fácil programación	Los componentes son más costosos
La autónoma programable permite modificar la programación y el automatismo a medida de las necesidades de la vivienda	Normalmente el sistema tiende a ser centralizado, por lo que, si se cae la CPU, se cae todo el sistema
Es ampliable y escalable	Requiere de más espacio donde ubicar los cuadros de control
Al ser un componente industrial es mucho más robusto	Es físicamente más grande y poco estético
Gran variedad de componentes en el mercado	Nivel de programación y montaje, la carga de trabajo es importante

La interfaz de hombre maquina o panel de visualización puede ser desde un PC	
--	--

### **5.6.1.3 Controladores para el sistema de seguridad.**

El uso e instalación de alarmas técnicas para la detección de inundaciones y de gas, así como electroválvulas, son primordiales para evitar que estos dos sucesos se produzcan. También se realiza la instalación de un sistema de seguridad para evitar el allanamiento, aprovechando los detectores de presencia instalados para el control de la iluminación, añadiendo unos contactos magnéticos en la puerta de entrada y ventanas.

### **5.6.1.4 Controladores para el sistema de climatización.**

Para realizar el control de climatización se utilizan sensores que detecten la temperatura ambiental existente en cada división de la vivienda y así proceder a mantenerla constante.

## **5.7 Sensores**

Los sensores o detectores son dispositivos capaces de recoger la información de los distintos parámetros que controlan, el nivel de presión de una tubería, la temperatura ambiente, el suministro de gas natural entre otros, y transmitir esta información para su procesamiento. Dada la heterogeneidad de las magnitudes susceptibles de ser medidas, existen sensores de muy diferentes características técnicas.

Por lo general, los sensores no se conectan a la red eléctrica, sino que incorporan baterías de larga duración. De esta manera se consigue una gran flexibilidad en su instalación, que puede darse con independencia de la presencia de una toma de corriente.

### **5.7.1.1 Detector de gas.**

Se ha diseñado para detectar la presencia de gases tóxicos y explosivos, detectando también la presencia de humos procedentes de un incendio. Una vez detectados éstos, se envía una señal al sistema para que actúe sobre el o los elementos asociados, por ejemplo, cortando el suministro de gas o a través de una electroválvula y accionando un dispositivo de alarma, en la **Figura 21** se expone este tipo de sensores.





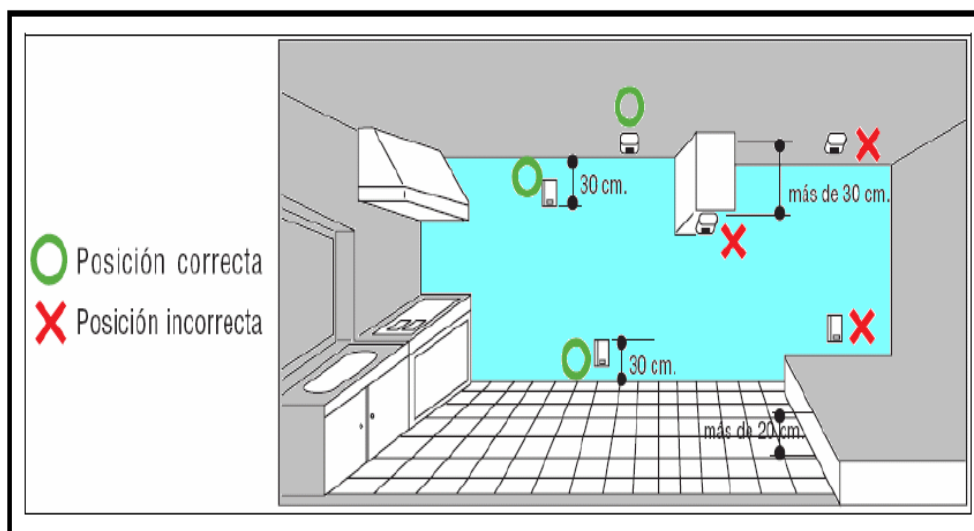
**Figura 20.** Detector de gas

- **Aplicaciones**

- Presencia de gases tóxicos o explosivos: butano, propano, metano, gas licuado, gas natural y otros.
- Presencia de humos procedentes de un incendio a través de los gases que desprende la propia combustión.

- **Instalación**

Se instalará preferentemente próximo a los riesgos, pero no cerca de grandes focos de calor directo tales como hornos, estufas, procurando que su ubicación se realice en un lugar despejado de muebles y tabiques que puedan bloquear la detección del gas y alejado de las corrientes de aire, producidas por las rejillas de ventilación en la **Figura 22** se expone el esquema de altura de instalación del sensor.



**Figura 21.** Ubicación apropiada de sensores

### 5.7.1.2 Detector de inundaciones

Detector de inundaciones debido al agua, compuesto por una sonda y un detector, posee un circuito comparador que analiza la señal procedente de la sonda y determina el estado de alarma. En caso de inundaciones envía una señal al sistema y este actúa sobre el o los elementos asociados, por ejemplo, cortando el paso del agua y activando un zumbador, en la **Figura 23** se expone este tipo de sensor.



**Figura 22.** Detector de inundaciones

- **Aplicaciones**

Se ha diseñado para la protección de viviendas, normalmente instalados en cocinas y cuartos de baño y todos aquellos lugares que por descuido o avería tengan el riesgo de sufrir una inundación no deseada.

### 5.7.1.3 Sensor de movimiento

Una buena opción para incrementar el ahorro y la eficiencia energética de los sistemas de ventilación, climatización e iluminación en una vivienda es posible gracias a los sensores de movimiento, equipos pensados además para mejorar el confort del hogar, en la figura 23 se expone este tipo de sensor.



**Figura 23.** Sensor de movimiento

- **Función**

El modo de funcionamiento de este tipo de dispositivos varía en función de su forma de trabajo.

Existen en el mercado sensores de presencia ultrasónicos, capaces de captar variaciones en el espacio a través de una onda ultrasónica que recorre el área y vuelve al detector rebotando en cada objeto que se encuentra en el ambiente; si el dispositivo detecta un nuevo objeto se activa.

Los sensores por infrarrojos, en cambio, detectan la presencia cuando un cuerpo corta el haz que proyecta o a través de la variación que se produce en la temperatura, es decir, con la presencia de personas identifica un cambio de temperatura en el ambiente y, al detectar unos grados determinados, se activa. Cuando un cuerpo aparece en su campo, cierra el circuito conectando la luz, el aire, el ventilador etc. Estos sensores por infrarrojos son los más utilizados.

Otro tipo de sensores, serían los llamados sensores duales que son aquellos que combinan las dos tecnologías anteriores, es decir, los infrarrojos y ultrasonidos. Se utilizan en espacios donde es necesario un elevado nivel de detección.

#### **5.7.1.4 Detecto de presencia**

Un detector de presencia es un dispositivo electrónico equipado con sensores capaces de detectar cualquier movimiento en el área en la que está instalado. La finalidad es activar un sistema de iluminación, de climatización o ventilación o de vigilancia, en la figura 24 se expone la forma de este tipo de sensor.



**Figura 24.** Detector de presencia

- **Función**

Los detectores de presencia basan su funcionamiento en la localización de personas para la activación o desactivación de un sistema, a través de diferentes tecnologías:

**Detectores por infrarrojos:** denominados PIR (Passive Infrared) son los más comunes. Basan su funcionamiento en la variación de temperatura que se produce con la presencia humana con respecto al mismo espacio cuando está vacío. Se caracterizan por detectar con mayor precisión los movimientos que “cruzan” su campo de visión con respecto a aquellos movimientos que se producen desde o hacia el dispositivo. Además, no son los más indicados para captar pequeños movimientos.

**Detectores por ultrasonidos:** se utilizan en espacios que requieren un mayor nivel de sensibilidad y utilizan una tecnología más avanzada. Su funcionamiento se basa en la diferencia entre la frecuencia de onda emitida y la recibida. Son detectores capaces de captar la presencia a través de objetos y obstáculos que bloqueen la “vista” del sensor. Su principal desventaja es que no sólo responden al movimiento de personas, sino también de cualquier objeto y son sensibles a elevados niveles de vibración o flujos de aire.

**Detectores duales:** combinan las dos tecnologías anteriores. Son los más fiables ya que eliminan la posibilidad de falsos problemas de encendido o apagado al funcionar ambas tecnologías al mismo tiempo. Los detectores duales se utilizan en aplicaciones donde es necesario un elevado nivel de detección por lo que se aplican de forma habitual en salas de conferencias, aulas e incluso son muy utilizados en el ámbito de la seguridad.

#### 5.7.1.5 Sensor de humo

Los detectores de humo son dispositivos pensados, en el ámbito edificatorio, para detectar la presencia de un incendio en el interior de un edificio. La palabra humo hace referencia a la existencia de productos derivados de una combustión ineficiente con partículas en suspensión (cenizas, entre otros), en la **Figura 26** se expone la forma de este sensor. En el ámbito técnico, es preferible hablar de detectores de incendios, puesto que en el caso de una combustión en la que se generen gases únicamente no puede hablarse de humo.



**Figura 25.** Sensor de humo

- **Función**

Los detectores de humo o de incendios pueden ser analógicos (indican nivel de la sustancia o magnitud medida, por ejemplo, concentración de un elemento generado durante el incendio) o digitales (detectan presencia o variación de humo, pero sin poder cuantificar el nivel). Si se atiende al uso en edificios, existen tres tipos de detectores de humo o de incendios:

Detectores convencionales. Detectan humo, fuego, calor o cualquier combinación de estos. Se instalan, habitualmente, en lazo e indican si hay una alarma en las diferentes zonas de detección.

Detectores convencionales direccionables. Estos sistemas son capaces de detectar, también, la existencia de calor, humo o fuego (o combinación de los mismos) pero indican si existe alarma por cada elemento de detección, no por cada zona. Por tanto, son unos sistemas más precisos que permiten una mejor acción de los servicios de intervención.

Detectores inteligentes. En este caso, los elementos se conectan en lazo, pero son capaces de cuantificar la presencia de humo, niveles de temperatura, fuego o combinaciones de estos elementos y reaccionar de acuerdo a un protocolo programado previamente.

#### **5.7.1.6 Sensor de temperatura**

El detector de temperatura fija y con gradiente de temperatura, con base intercambiable es apropiado para la detección de todo tipo de fuegos en zonas donde los humos son habituales, la detección se produce por incrementos bruscos de la temperatura, en la figura 26 se exponen este tipo de sensor.



**Figura 26.** Detector de temperatura

- **Función**

Los sensores de temperatura están en muchos objetos cotidianos como, por ejemplo, planchas, tostadoras, sensores de movimiento y en herramientas (como soldadores con regulación de temperatura automatizados). También se usan en muchas aplicaciones industriales en las que se controlan circuitos que dependen de la temperatura. (Cámaras de radiación térmica y elementos de calefacción automatizados). Una de las aplicaciones típicas es la protección contra sobrecalentamiento mediante microprocesadores.

En función de sus características, estos dispositivos pueden utilizarse para diversas tareas, entre las que sobresalen las siguientes:

- Medir la temperatura corporal de una persona para saber si tiene fiebre.
- Paneles fotovoltaicos.
- Funciones derivadas del horno.
- En sistemas solares de agua caliente sanitaria.
- En laboratorios para diversas tareas.
- En operaciones industriales relacionadas a procesos termodinámicos.
- Controlar la temperatura de los refrigerantes.
- Fabricación de medicamentos.

## **5.8 Actuadores**

Los actuadores son dispositivos capaces de recibir una orden procedente de un sistema de control y realizar una acción que modifique el estado de un determinado equipo o instalación: encendido o apagado, subida o bajada, apertura o cierre.

Existen varios modelos de actuadores para aplicaciones en el hogar. Entre los más comunes encontramos los contactores o relés de maniobra, que en esencia permiten el paso de corriente eléctrica hacia el dispositivo al que están conectados (lámpara, toldo, persiana...) según marque el estado de una señal de control.

### **5.8.1 Sirenas**

La sirena programable provee de seis tipos de tonos a diferente frecuencia y puede ser utilizada en el interior de un departamento, así como también en el área externa. Se la puede ubicar en la parte superior de una pared o puede ser colgada en un poste, en la figura 27 se expone la forma de este dispositivo.



**Figura 27.** Módulo de sirena

- **Funcionamiento**

Cuando se alimenta la sirena a 110 VAC, empieza a emitir un sonido agudo pulsante rápido de una intensidad sonora de 120 dB aproximadamente, con un tono que dependerá de la programación seleccionada por el usuario.

- **Aplicaciones**

Su objetivo principal es el de funcionar como elemento disuasorio.

### **5.8.2 Electro válvula de corte de agua 230 VAC**

La Electro válvula normalmente abierta, para el corte de suministro de agua en caso de inundaciones o similar. Se recomienda su uso conjuntamente con un detector de inundaciones, en la figura 28 se expone la forma de este dispositivo.



**Figura 28.** Electro válvula de corte de agua

- **Aplicaciones**

Las electroválvulas se utilizan en gran número de sistemas y rubros industriales que manejan fluidos como el agua, el aire, el vapor, aceites livianos, gases neutros y otros. En particular, las electroválvulas suelen implementarse en lugares de difícil acceso ya que pueden

ser accionadas por medio de acciones eléctricas. También son utilizadas en vacío o hasta en altas presiones y altas temperaturas.

Las electroválvulas se aplican a surtidores automáticos de combustibles, irrigación de parques, fuentes de agua danzantes, dosificadores de líquidos o gases, regulación de niveles de líquidos, en máquinas envasadoras, lavaderos automáticos de autos, máquinas de limpieza, procesos de niquelado o galvanizado, en máquinas de café y en muchos lugares más.

### 5.8.3 *Electro válvula corte de gas 230 VAC*

La electro válvula normalmente abierta, se utiliza para el corte de suministro de gas, se recomienda su uso conjuntamente con un detector de gas, en la figura 29 se expone la forma de este dispositivo.



**Figura 29.** Electro válvula de corte de gas

- **Aplicaciones**
  - Comprobación y medición en la fuente de alimentación principal.
  - Comprobación del funcionamiento de la fuente de alimentación auxiliar.
  - Comprobación del funcionamiento del módulo de la fuente de alimentación empotrable.
  - Pruebas de detección de gases con el detector de gas y mediante el control de la electroválvula.
  - Pruebas de detección de humo con el sensor de humo de uso doméstico.
  - Aplicación real de un sistema de control de gas.



## **5.9 Lectores de consumo**

### **5.9.1 Lectores de consumo energía eléctrica.**

El medidor de energía es un instrumento de medición comúnmente utilizado en parques industriales, centros comerciales inteligentes, edificios públicos, centrales eléctricas, etc. Puede proteger eficazmente el consumo de electricidad normal y seguro de los usuarios. Tiene una poderosa función de medición, que puede dosificar hacia adelante y hacia atrás la potencia activa, la potencia reactiva y congelar la energía, lo que puede ayudar a los usuarios a comprender el consumo de electricidad en tiempo real y asignar la electricidad de manera razonable. Puede registrar las operaciones de programación y puesta a cero del medidor eléctrico y el estado de funcionamiento del medidor eléctrico en tiempo real para garantizar el funcionamiento normal del medidor eléctrico. La función de visualización integral puede ayudar a los usuarios a leer los datos del medidor de manera más eficiente.

### **5.9.2 Lectores de consumo de gas.**

La lectura del consumo de gas natural tiene como objetivo que la facturación de cada usuario sea la correcta en base a su consumo. Es decir, permite conocer el consumo real de un punto de suministro para poder ajustar de forma adecuada la facturación.

El medidor de consumo de gas está compuesto por un transmisor digital y un lector. Permite visualizar el consumo de gas, con el 100% de precisión, mostrando las fluctuaciones a medida que se producen consumos

### **5.9.3 Lectores de consumo de agua.**

El medidor de agua potable es un instrumento de precisión que registra y cuantifica el volumen de agua que pasa por el ramal desde la red de distribución hasta el interior del domicilio del usuario; existen diferentes tamaños en función de la capacidad del medidor y son instalados dependiendo del patrón de consumo del usuario.

Los medidores están formados por tres partes; un mecanismo de medición que es accionado por el paso del agua, un mecanismo de transmisión que es el enlace entre el mecanismo de medida y la relojería y un mecanismo de registro que es la zona seca del medidor. Generalmente por su tamaño y tipo de usuario al que se le instala se clasifican en:

Micro medición: regularmente para usuarios de la modalidad: domestico medio y residencial.

Macro medición: Regularmente para usuarios de la modalidad, comercial, instituciones públicas, e industria.

## 5.10 Interfaz

Para la interfaz de los sistemas domóticos en viviendas se presenta la **Tabla 8**, en donde se exponen una comparación de los tipos de interfaz que se pueden emplear.

**Tabla 8.** Tipos de interfaz

Parámetros	Tipos de interfaz			
	Reconocimiento de voz	Ordenador	Interfaz web en smartphone	Pantalla táctil integral
Características	Control mediante comandos de voz	Ofreces una interfaz del hogar a través de PCs tradicionales.	Control unificado de todos los sistemas (luces, puertas, etc.)	Menús Personalizados.
	Lenguaje abierto y flexible.	Este tipo de aplicación consume muy poco espacio en disco	Interfaz personalizada	Servidor web Integrado
	Sin necesidad de entrenar la voz	Interfaz Personalizada	Ejecución de escenas o ambientes favoritos.	Interfaz para iPad o iPhone.

### 5.10.1 Tecnologías móviles para el control del sistema domótico.

En la tabla 9 se exponen las diferentes tecnologías móviles, con el fin de elegir la más adecuada en el control del sistema.

**Tabla 9.** Tecnologías para interfaz de sistemas domóticos

Parámetros	Wifi	Bluetooth	IRDA
Velocidad de TX	11Mbits – 248Mbits	1Mbits _ 32Mbits	4 Mbits
Distancia	30m – 100m	10m – 100m	2m
Medio de TX	Radio frecuencia	Radio frecuencia	Infrarrojo
Número de dispositivos	-----	1 a la vez	1 a la vez
Topología	Estrella	Maestro – Esclavo	Maestro – Esclavo
Costo	Medio – Alto	Bajo	Bajo

### 5.10.2 Programas para el control de sistemas domóticos.

En la tabla 10, se exponen los programas utilizados para la domotización de viviendas.

**Tabla 10.** Programas utilizados para la domotización de viviendas

Tecnología	Descripción	Ventajas	Software
LonWorks®	LON® «Local Operating Network» es una norma de bus de campo utilizada principalmente en la automatización en edificios. LonWorks® está a disposición de todos los participantes del mercado. Esta norma diferencia entre sensores, actuadores y controladores. El intercambio de datos va ligado a los eventos. Dada su elevada complejidad, LonWorks® resulta idónea para numerosas aplicaciones de la automatización en edificios (p. ej., control de acceso, sistemas de climatización, alarmas antiincendios, iluminación o control de ascensores).	LonWorks puede usar par trenzado, Ethernet o incluso una línea de alimentación como su canal de comunicación, Finalmente, los datos de red intercambiados en LonWorks se configuran mediante una herramienta de configuración de red. Permite utilizar el mejor dispositivo posible para cada caso sin verse forzado a utilizar una línea entera de productos del mismo fabricante. Reduce costes por no depender exclusivamente de un mismo fabricante. Permite monetizar los sistemas para su mantenimiento a partir de herramientas estándar.	NL220TE-I DeviceNet Profibus Modbus LonTalk

X-10	<p>Es un protocolo de automatización del hogar que conecta los dispositivos sobre el cableado de una casa. Los dispositivos conectados son comúnmente controlados por el control remoto o los paneles de mando. Con el software adecuado, los equipos también pueden controlar los dispositivos X10 instalados en una casa.</p> <p>Voltaje de trabajo: 220V o 110V Entorno doméstico.</p> <p>Los dispositivos están generalmente conectados a la red con módulos X10. Los módulos de lámpara proporcionan energía y aceptan órdenes X-10. Los módulos de dispositivos son capaces de gestionar cargas de potencia considerable, simplemente encendiéndolos y apagándolos.</p>	<p>Protege la vivienda. Ahorro de energía. Inversión protegida.</p>	<p>Software ActiveHome PowerHome FácilX10</p>
KNX	<p>KNX es un estándar mundial para el control de hogares y edificios utilizado durante más de 25 años. Está formado por un sistema de buses que consta de sensores y actuadores para la automatización de eventos. La tecnología KNX, permite implementar múltiples disciplinas de gestión de edificios</p>	<p>KNX es un estándar internacional. KNX es un sistema abierto, independiente de cualquier fabricante de producto. Existen más de 400 fabricantes de productos KNX en más de 35 países. La compatibilidad entre productos y aplicaciones KNX de distintos fabricantes está garantizada.</p>	<p>Extron Software ETS HDL Bus Pro DALI Modbus BACnet</p>

	<p>para controlar los sistemas de iluminación, climatización, entre otras funciones.</p> <p>En un sistema de gestión de edificios, los sensores KNX pueden enviar información al bus (por ejemplo: interruptores de luz, interruptores de reguladores de luz, sensores de ocupación o termostatos). Los sensores se comunican con actuadores que se pueden controlar a través del bus (por ejemplo, reguladores de luz, persianas para controlar los estores, relés o controladores de climatización de las salas).</p>	<p>Cualquier instalación KNX es escalable, permitiendo ampliaciones futuras de forma sencilla, esta tecnología cumple con la ISO 9001</p> <p>El diseño, la implementación y la configuración de toda instalación KNX se realiza mediante una única herramienta, denominada ETS (Engineering Tool Software), que es independiente de la aplicación y del fabricante.</p> <p>KNX puede emplearse para cualquier aplicación: Iluminación, climatización, persianas, gestión energética, seguridad, control de electrodomésticos, audiovisuales, etc.</p> <p>KNX se adapta a diferentes tipos de construcciones, independientemente de su tamaño: residencial, comercial, oficinas, tanto de nueva construcción, como ya existentes.</p> <p>KNX soporta varios medios de transmisión, tanto cableado como inalámbrico: par trenzado (TP), corrientes portadoras (PL), Ethernet (IP) y radiofrecuencia (RF).</p>	
--	---	---	--

## 6. Resultados

### 6.1 Caso de estudio

#### 6.1.1 Requerimiento del sistema domótico.

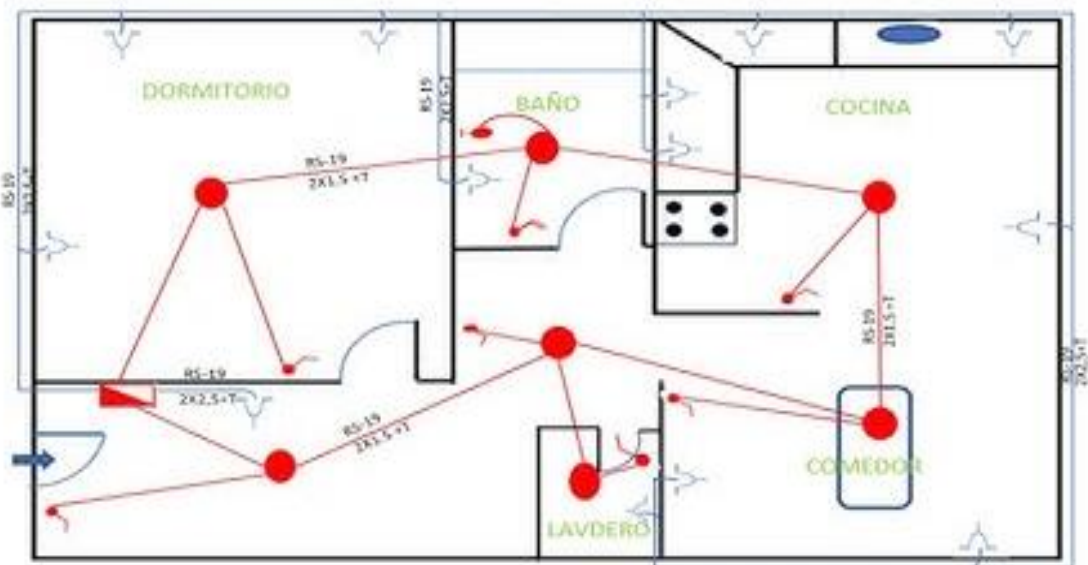
Para la aplicar los criterios expuestos en el apartado (5) se implementa un caso de estudio con arquitectura domótica centralizada donde se requiere un solo controlador, como se describe en la tabla 5. Mediante este caso de estudio se automatiza sistemas de iluminación, de control y de fuerza.

#### 6.1.2 Necesidad del sistema domótico.

Se identifican las necesidades básicas a domotizar, para este caso estudio se decide domotizar, es el sistema de iluminación y el sistema eléctrico de control de fuerza.

#### 6.1.3 Área de trabajo.

Las áreas a domotizar en este caso estudio, son el área de la sala, cocina-comedor, dormitorio, y un sistema de fuerza que se divide en control de persianas y control de riego como se aprecia en la **Figura 31**.



**Figura 30.** Distribución de sistema de domótico

## 6.2 Diseño de componentes

### 6.2.1 Sistema de iluminación.

El circuito para el control de iluminación está constituido por varias secciones, las cuales fueron diseñadas en base a las recomendaciones dadas por los fabricantes, considerando que se utiliza luminarias led con una potencia de 12 Watts, en las diferentes áreas como se muestra en la figura 19. En la **Tabla 11** se detalla el número de luminarias del circuito a intervenir, con el total de carga se calcula la intensidad máxima que soportará el circuito de iluminación, mediante la ecuación (1):

**Tabla 11.** Distribución de luminarias en las distintas Áreas del plano

Área	# De Lámparas	Potencia por lampara (W)	Potencia total (W)
Sala	4	12	48
Cocina-comedor	4	12	48
Recamara	3	12	36
Valores totales	11	--	132

$$P_T = V_L \times I_L$$

Donde:

$$I_L = \frac{P_T}{V_L} = \frac{132W}{110V} = 1.2A$$

Se multiplica por el factor de riesgo:

$$I_L = 1.2A \times 1.25 = 1.5 A$$

Según la (NEC & Construcción, 2018), se menciona que los circuitos de iluminación deben ser diseñados para alimentar una carga máxima de 15 amperios y no exceder de 15 puntos de iluminación.

### 6.2.2 Sistema de control de fuerza.

Para determinar la capacidad de carga que se requiere controlar se considera la activación de la bomba de riego o los motores que activan las persianas que se desean abrir, aplicando la **Ecuación (2)**, se procede al dimensionamiento de equipos y materiales.

Para el funcionamiento de las persianas y puertas se necesita motores de paso, que reciben los comandos vía comunicación serial desde su respectivo dispositivo. En el **Anexo 1**, se encuentra la ficha técnica del motor a paso que se considera como caso estudio para el circuito de fuerza, obteniendo los resultados que se exponen a continuación:

$$I_L = \frac{V_{ACTIVACIÓN}}{R_L}$$

Donde:

$$I_L = \frac{V_{ACTIVACIÓN}}{R_L} = \frac{110V}{26\Omega} = 4.23A$$

Se multiplica por el factor de riesgo:

$$I_L = 4.23A \times 1.25 = 5.28A$$

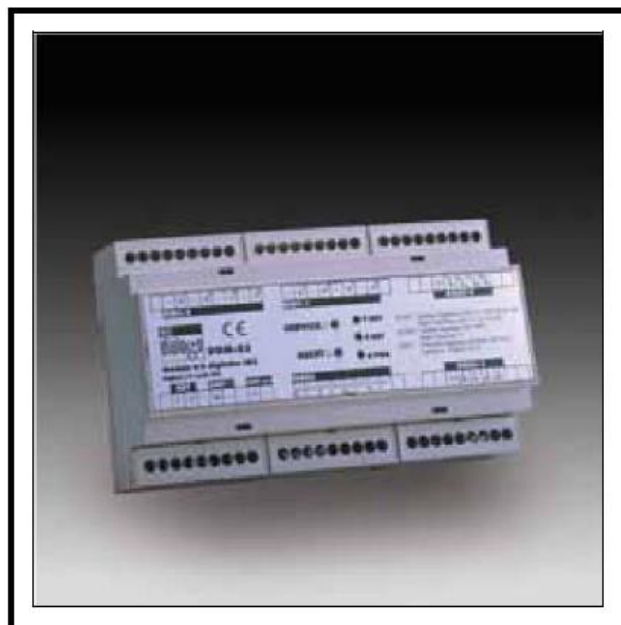
### 6.3 Selección de componentes

Para la selección de componentes, en la **Tabla 17**, se realizó criterios comparativos en donde se describe diferentes modelos de controladores para interpretar el más calificado posible para elaborar el proyecto.

#### 6.3.1 Selección de componentes para el sistema de iluminación.

Para esta selección de componentes a continuación se exponen algunos controladores existentes en el mercado.

##### 6.3.1.1 DOM – 03 – Módulo de entradas y salidas digitales IO2



**Figura 31.** Módulo de entradas y salidas digitales IO2

- **Función**

El DOM-03 expuesto en la **Figura 32**, está dedicado exclusivamente a entradas y salidas (E/S) digitales. Es el módulo básico en toda instalación que no precisa de E/S analógicas. Su elevado número de entradas digitales permite conectar aquellos dispositivos típicos de cualquier instalación: pulsadores, detectores, contactos magnéticos, interruptores. Las salidas de relé están destinadas a accionar dispositivos eléctricos convencionales: puntos



de luz, electrodomésticos, cargas en general. Las salidas a 24 VDC se usan para actuar sobre electro válvulas, indicadores luminosos, alarmas a través de relés externos al equipo.

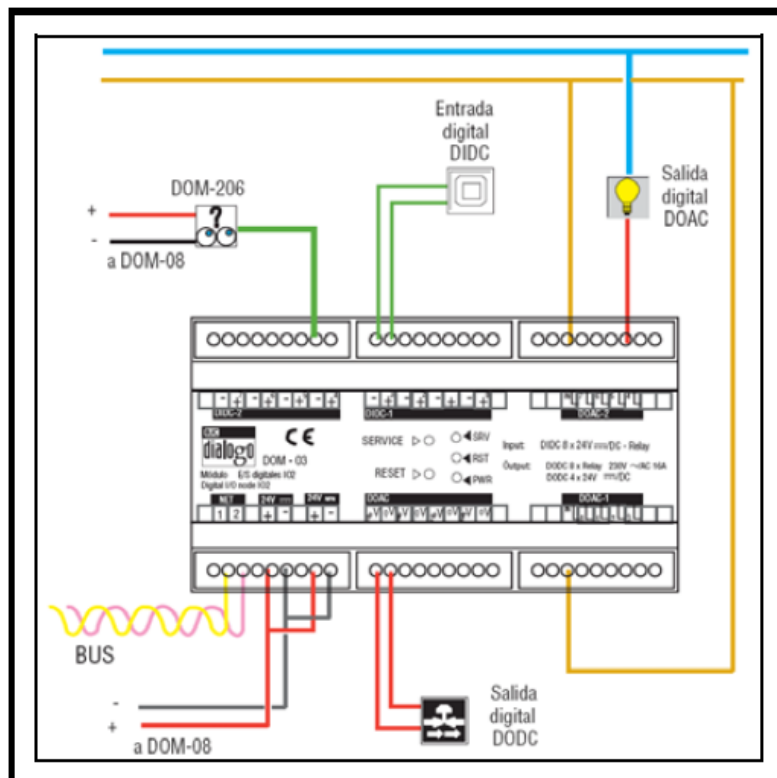
- **Descripción**

- 8 entradas digitales
- 4 salidas a 24 VDC no cortocircuitables
- 8 salidas de relé a 230 – 110 VAC/16 A
- Conexión a red
- Alimentación a 24 VDC

- **Aplicaciones**

- Control de iluminación mediante pulsadores o detección de presencia.
- Seguridad técnica: detección de gas, humo, inundaciones y cualquier tipo de sensor que actúe como detector.
- Alarma de presencia.
- Activación o desactivación de bases de enchufe en aplicaciones de ahorro energético o de seguridad.
- Control de persianas y toldos.

- **Esquema de conexión**



**Figura 32.** Esquema de conexión del DOM-03

### 6.3.1.2 DOM – 05 Módulo de entradas y salidas digitales con reloj IO2R



**Figura 33.** Módulo de E/S digital con reloj

- **Función**

Permite realizar programaciones horarias asociadas a cada elemento. Su instalación es incompatible con el programa PA1 (DOM-06), lo que lo hace conveniente para aquellos usuarios que quieran monitorizar su instalación a través del ordenador y tengan previsto el uso de programaciones horarias.

En el caso de programaciones fijas igualmente puede sustituir al DOM-06. En una instalación no puede haber instalados un DOM-05 y un DOM-06 al mismo tiempo, en la **Figura 34** se expone el equipo.

- **Descripción**

- Módulo de entradas y salidas digitales
- 8 entradas digitales
- 4 salidas a 24 VDC no cortocircuitables
- 8 salidas de relé a 230 -110 VAC/16 A
- Reloj a tiempo real
- Conexión a red
- Alimentación a 24 VDC

- **Aplicaciones**

- Programación de riego
- Programación de iluminación

- Programación de detección
- Esquema de conexión

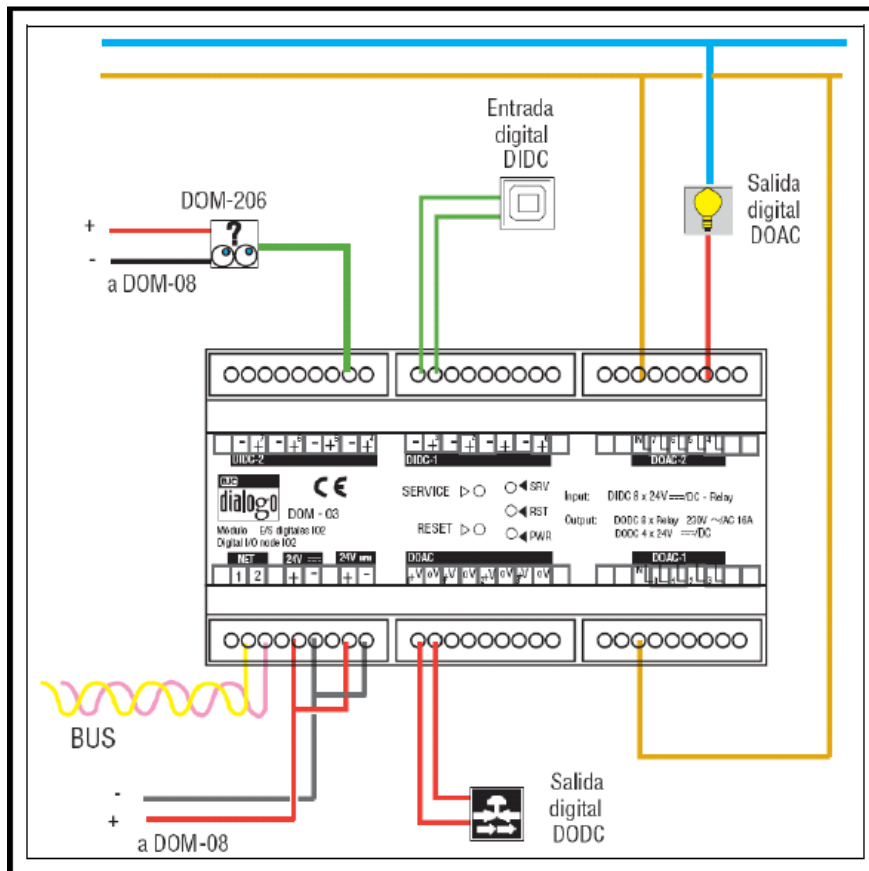


Figura 34. Esquema de conexión del DOM – 05

### 6.3.1.3 DOM – 26 Fuente de alimentación a 24V DC y 3,5A con cargador de baterías

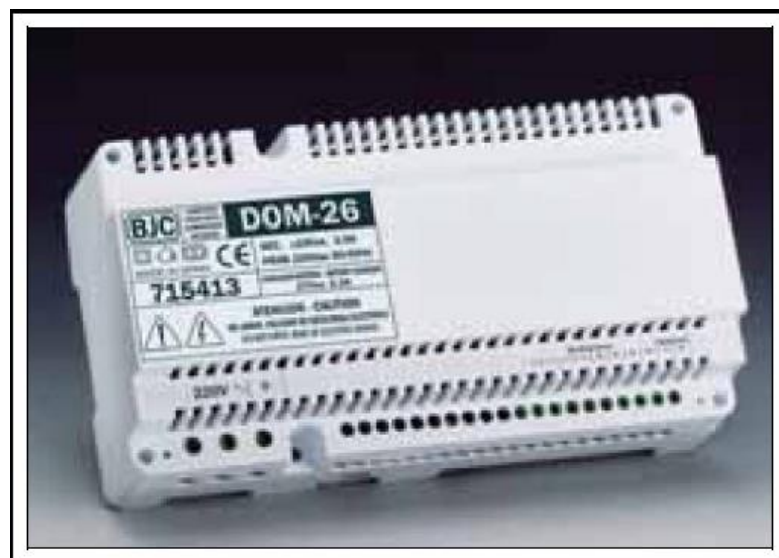


Figura 35. Fuente de alimentación a 24V DC a 3,5A con cargador de baterías

- **Descripción**

En la **Figura 36** se expone el equipo, el cuál es una fuente de alimentación electrónica conmutada para su montaje sobre riel DIN, también mediante sujeción con tornillos. Sirve para alimentar los sistemas domóticos, así como a detectores y electro válvulas que funcionen a 24V DC. El DOM-26 incorpora cargador de batería para funcionar de forma autónoma en caso de caída de tensión.

- **Aplicaciones**

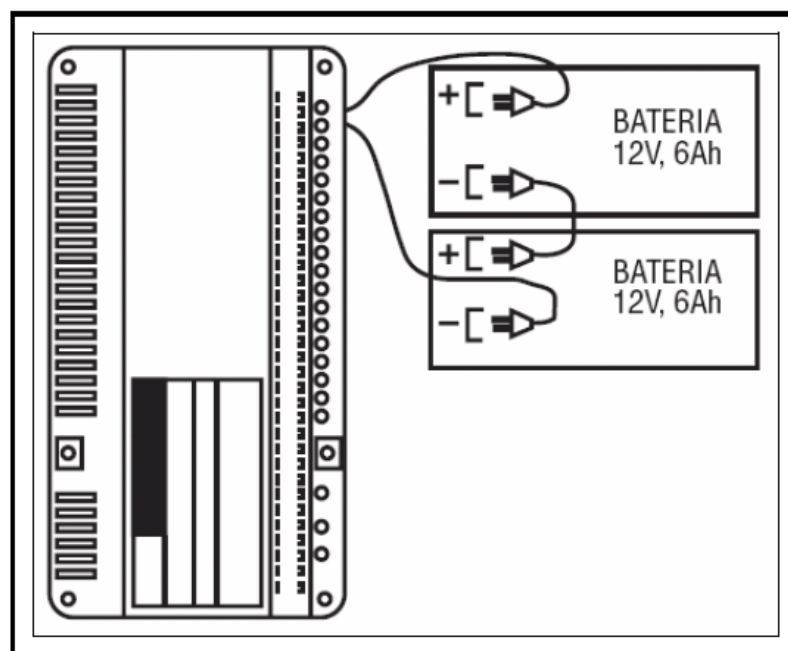
Alimentación de los sistemas domóticos, así como a los detectores y electro válvulas que funcionen a 24V DC. Dependiendo de la longitud de la instalación será necesario instalar más de una fuente, la colocación de dichas fuentes será lo mejor distribuidas posibles por la instalación, de tal manera que todos los módulos queden alimentados correctamente.

- **Datos técnicos generales**

**Tabla 12.** Datos técnicos

Versión	Conmutada
Entrada	230V AC 50-60Hz
Salida	24V DC
Corriente nominal	3,5 A
Carga mínima	0A
Baterías recomendadas	Baterías de plomo 6 Ah

- **Esquema de conexión**



**Figura 36.** Esquema de conexión fuente de alimentación

### 6.3.1.4 Unidad de control de sala HDL-MHRCU.433.



Figura 37. Unidad de control de sala RCU modelo: HDL-MHRCU.433

- **Descripción**

La unidad de control de habitaciones RCU expuesta en la **Figura 38**, es el núcleo de un sistema control utilizado para domótica de viviendas y hoteles. Es compatible con el control del host del hotel, el control del módulo de mezcla, los contactos secos de 24 canales, la pantalla de estado del timbre y la salida LED. La unidad de control de habitaciones RCU tiene 48 canales, que deben configurarse a través del sistema de gestión de habitaciones. La unidad de control de habitaciones RCU puede monitorear y controlar cada equipo a través del sistema de gestión de habitaciones de hotel HDL después de establecer objetivos como paneles de timbre, cortinas, lámparas, ventiladores, acondicionadores de aire y otros equipos.

- **Aplicaciones**

- Controla hasta 48 canales, cada canal tiene el parámetro para límite inferior, límite superior, límite máximo.
- Permite configurar 99 escenas en total, el tiempo de ejecución de cada escena es de 0 a 250 segundos.
- El tiempo de retardo de protección de cada canal es de 0 a 60 minutos.
- 0-250 s de tiempo de encendido masivo para cada canal.
- Activar la escena correspondiente según la tarjeta maestra después de la identificación.
- Supervisa y controla acondicionadores de aire, cortinas, luces, estado de la habitación y carga el estado de acondicionadores de aire, cortinas, luces y otros estados al software de monitoreo del servidor en tiempo real.

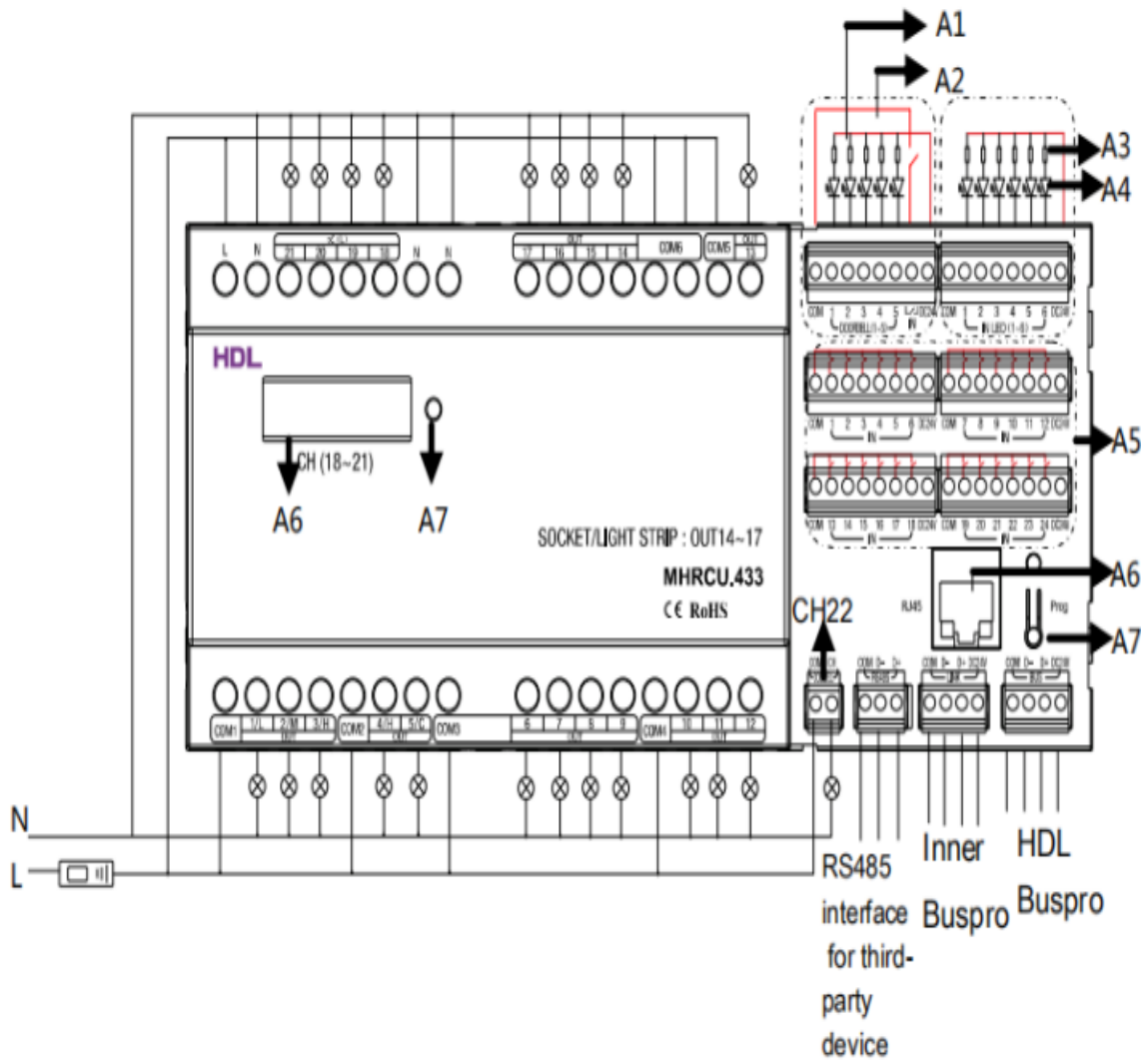
- Recibe varias señales de control del panel y controla el módulo y los canales.
- Intercambio de datos bidireccional entre HDL Buspro y Ethernet.
- Conexión de red. La unidad de control de habitaciones RCU dispone de un puerto RJ45, que puede conectarse a cada habitación, recepción y software de gestión. A través del sistema de gestión de habitaciones HDL, el módulo puede integrarse con el software de gestión de terceros para intercambiar información.

- **Datos técnicos generales**

**Tabla 13.** Parámetros de funcionamiento

Parámetros básicos	
Voltaje de funcionamiento	20-30 V DC
Corriente de trabajo	300mA/24V DC
Voltaje de entrada	AC 100-240 V, 50/60 Hz
Salida de relé	5 <sup>a</sup> /10 <sup>a</sup>
Interfaz de comunicación	HDL Buspro, RJ45, Buspro interno
Interfaz RJ45	Interfaz de red UDP/IP
Triac	16 <sup>a</sup> TRIAC, la carga mínima es de 30W
Diámetro de cable del terminal Buspro	0.6-0.8 mm
Ambiente externo	
Temperatura de trabajo	-5 ° C ~ 45°C
Humedad relativa de trabajo	≤ 90 %
Temperatura de almacenamiento	-20 °C ~ 60°C
Humedad relativa de almacenamiento	≤ 93 %
Especificaciones	
Dimensiones	216mm × 90mm × 56mm
Peso neto	725 g
Material de la carcasa	Nailon
Instalación	Instalación en riel DIN de 35mm
Grado de protección (Cumple con EN 60529)	IP20

- Esquema de conexión





**Figura 38.** Esquema de conexión de Unidad de control de sala RCU modelo: HDL-MHRCU.433

### 6.3.2 Selección de componentes para el sistema de fuerza.

Son los elementos físicos encargados de ejecutar la acción de control, por ejemplo, abrir o cerrar una válvula, encender las luces, activar persianas, activar alarmas, etc. Realizan la acción de control según la lógica enviada por el controlador previamente programado. Los mandos de potencia proveen de la energía que necesitan los sensores para poder ejecutar la acción de control. Los sistemas domóticos generalmente utilizan sólo los relés, contactores, salva motores y, en el caso de utilizar un sistema neumático, electroválvulas como mandos de potencia, en la tabla 14, se muestra algunos componentes para este sistema de control de fuerza.

**Tabla 14.** Componentes de un sistema de fuerza

Dispositivo	Nombre	Función
	<p>Relé de 1 canal SRD-05VDC</p>	<p>Función: Controlar el paso de corriente eléctrica con una menor señal eléctrica proveniente de un controlador. Voltaje de funcionamiento: 20 VDC / 220 VAC.</p> <p>Tipo de señal que recibe: Digital</p>
	<p>Contactor CJX2-2510</p>	<p>Función: Establece enlaces entre distintos circuitos o aparatos de alta potencia. Se comporta como switch.</p> <p>Voltaje de activación: 5 VDC Voltaje de paso: 220 VAC</p>

#### 6.4 Criterios de selección




Se considera que, para la amplia gama de dispositivos electrónicos del mercado actual, resulta pertinente la utilización de un esquema de criterios sobre domótica, en donde a partir de una valorización, se establezcan lineamientos de conocimiento que utilizados de manera efectiva, permitan integrar y aplicar la gestión de los dispositivos existentes en cualquier tipo de proyecto, en las **Tablas 15-19**, se muestra características técnicas y de costos de los diferentes dispositivos a usar en un sistema domótico, los criterios que se utilizaron, tomaran el valor de 0 a 5, siendo cero la calificación más baja y 5 la calificación más alta:





- **Costo:** El dispositivo sea económico y accesible en el mercado.
- **Funcionalidad:** Fácil interacción entre usuario y dispositivo.
- **Capacidad de carga:** Se analiza cuantas entradas y salidas el dispositivo contiene y la capacidad de carga en Amperios (A) soporta.





- **Mantenimiento:** El mantenimiento del dispositivo tanto preventivo como correctivo debe ser fácil.
- **Instalación/Programación:** La forma más didáctica y sencilla para la instalación del dispositivo como puede ser mediante una sujeción de riel DIN o por sujeción mediante tornillos. Así como la programación que pueda ser utilizada en una forma muy sencilla con el usuario y pueda implementar la unión de más usuarios al sistema.


**Tabla 15.** Características de los diferentes dispositivos utilizados en un sistema domótico

Imagen	Dispositivos	Características	Aplicaciones	Precio
	<p>DOM-03 modulo entrada/salida digital</p>	<p>8 entradas digitales. 4 salidas a 24V DC. 8 salidas de relé a 230-110V AC/16<sup>a</sup>. Reloj tiempo real. Alimentación a 24v DC.</p>	<p>Control de iluminación. Seguridad técnica. Alarma de presencia. Control de persianas y toldos.</p>	<p>624,37 USD</p>
	<p>DOM-26 Módulo de entrada/salida digital y reloj</p>	<p>8 entradas digitales. 4 salidas a 24V DC. 8 salidas de relé a 230-110V AC/16<sup>a</sup>. Corriente nominal 3.5<sup>a</sup>.</p>	<p>Programación de riego. Programación de iluminación. Programación de detección.</p>	<p>656,96 USD</p>
	<p>Módulo HDL- MHRCU.433</p>	<p>Controla 48 canales. Consta con 99 escenas en total con un tiempo de ejecución de 0 a 250 segundos. Voltaje de trabajo 20-30V DC. Comunicación RJ45 Peso inferior a 725g Material Nylon.</p>	<p>Los canales 1 a 13 son salidas de relé, cada canal es 5<sup>a</sup>. Los tipos de carga son lámpara incandescente, lámpara halógena, lámpara halógena de bajo voltaje. Los canales 14 a 17 son salidas de relé, cada canal es 10<sup>a</sup>. Los tipos de carga son lámpara incandescente, lámpara halógena, lámpara halógena de bajo voltaje. Los canales 18 a 21 son salidas de atenuación, cada canal es 0.8<sup>a</sup>. Tiene protección contra cortocircuitos y el fusible es fácil de reemplazar. Si el canal tiene un cortocircuito o el fusible es incorrecto, el indicador del fusible parpadeará. El canal 22 es un relé para el timbre, puede controlar el estado del timbre.</p>	<p>521.47 USD</p>

	<p>DOM-07 Terminador de Bus</p>	<p>Alimentación ninguna. Grado de protección IP 20 Peso 65gr Dimensiones 36mm Sujeción riel DIN</p>	<p>En topología de Bus con doble terminación será necesario colocar los terminadores de Bus a cada extrema del segmento. En las otras topologías como son de anillo estrella y mixta la instalación de los terminadores de Bus se realizará mediante un montaje en paralelo</p>	<p>47.08 USD</p>
	<p>Relé de 1 canal SRD-05VDC</p>	<p>Voltaje de funcionamiento: 20 VDC / 220 VAC. Tipo de señal que recibe: Digital</p>	<p>Controlar el paso de corriente eléctrica con una menor señal eléctrica proveniente de un controlador.</p>	<p>21,42 USD</p>
	<p>Contactor CJX2-2510</p>	<p>Voltaje de activación: 5 VDC Voltaje de paso: 220 VAC</p>	<p>Establece enlaces entre distintos circuitos o aparatos de alta potencia. Se comporta como switch.</p>	<p>15,00 USD</p>
	<p>Módulo IP</p>	<p>Voltaje de trabajo: 12 – 30V DC Corriente de trabajo: 40mA/24V DC Comunicación: HDL Buspro Conexión: RJ45-UDP/IP Interfaz</p>	<p>Mediante el uso de diferentes relaciones lógicas para establecer diferentes destinos de control, cuatro relaciones lógicas están disponibles para cada bloque lógico: AND, OR, NAND, NOR.</p>	<p>171 USD</p>

**Tabla 16.** Características de fuentes de poder para sistemas domóticos

Imagen	Dispositivos	Características	Aplicaciones	Precio
	<p>Fuente de Alimentación 2,5ª Interna Central Convencional Aritech™ 2010-1-PS-20</p>	<p>Tamaño Pequeño Dimensiones físicas 160 x 60 x 245 mm (W x H x D) Peso neto 520 g Peso de envío 660 g Tipo de Montaje En armario</p>	<p>El nodo universal UN2011SWE permite al sistema de incendio basado en centrales FP100 y FP2000 expandirse hacia aplicaciones de PC de gestión y monitorización mediante interface de conexión RS232. Se alimenta a 230 VAC e incorpora en su interior el cargador para las baterías</p>	<p>126 USD</p>
	<p>Regulated Power Supply, 100-240V AC, 24V 2.5 A, single phase, Modular</p>	<p>Tipo de Dispositivo Alimentación Tensión De Salida 24 V DC Tensión 100-240 V AC Número De Fases 1 Potencia De Salida (Kw) 60 W Corriente De Salida 2.5 A</p>	<p>Las fuentes de alimentación tipo Riel DIN se utilizan principalmente en la industria de automatización y control, luz industrial, instrumentación, control de procesos, etc. Han empezado a jugar un papel sumamente importante en términos de calidad de suministro y fiabilidad.</p>	<p>87,04 USD</p>

	<p>Modelo: HDL-MGWIP.430</p>	<p>Voltaje de funcionamiento: 15 ~ 30 V CC.          Corriente de trabajo: 70mA/24V CC          Protocolo de comunicación: HDL Buspro, Ethernet, RS485          Información de hardware: 1,2 GHz, 512 M de RAM, Flash 4G          Sistema operativo: Núcleo Linux 3.2.0</p>	<p>Actualización en tiempo real del estado y control del dispositivo.          Función de automatización          Función de seguridad          Admite reloj local, reloj de red, sincronización automática de la hora de la red          La aplicación del servidor solicita automáticamente la actualización          Comunicación vía LAN entre la aplicación y la puerta de enlace          Acceso remoto a APP a través de la Nube          Detección del sistema, informe de estado del dispositivo          Admite carga y descarga de copias de seguridad de aplicaciones, nube, * tarjeta SD y software de depuración          Impulsar la gestión de productos de terceros          Función de restablecimiento de fábrica          Función de copia de seguridad y recuperación de datos</p>	<p>90.00 USD</p>
---	------------------------------	---	---	------------------

**Tabla 17.** Tabla comparativa de diferentes controladores

# It em	Dispositivo	Funcionalidad	Costo	Capacidad de carga	Mantenimiento	Instalación/Programación	Sumatoria total
---------	-------------	---------------	-------	--------------------	---------------	--------------------------	-----------------

1	DOM-03 modulo entrada/salida digital	1	1	2	2	3	9
2	DOM-26 Módulo de entrada/salida digital y reloj	2	1	1	2	3	9
3	Módulo HDL-MHRCU.433	3	4	5	4	4	20

**Tabla 18.** Tabla comparativa de los módulos IP

# Item	Dispositivo	Funcionalidad	Costo	Capacidad de carga	Mantenimiento	Instalación/Programación	Sumatoria total
1	DOM-07 Terminador de Bus	2	1	1	3	3	10
2	Módulo IP	3	4	4	4	4	19

**Tabla 19.** Tabla comparativa de fuentes de poder

# Ítem	Dispositivo	Funcionalidad	Costo	Capacidad de carga	Mantenimiento	Instalación/Programación	Sumatoria total
1	Fuente de Alimentación Aritech™ 2010-1-PS-20	3	1	2	4	2	12
2	Fuente de poder 100-240V AC, 24V 2.5 A.	4	4	2	4	3	17
3	Módulo : HDL-MGWIP.430	4	4	4	4	4	20

Después de analizar las **Tabla 15-19** comparando los diferentes tipos de controladores y dispositivos se selecciona la marca HDL Bus Pro, módulo HDL-MHRCU.433, el equipo seleccionado permite domotizar la vivienda, la programación se efectúa en la plataforma que dispone KNX. Este equipo reemplaza la mayoría de controladores descritos, por su amplia gama de aplicaciones.

#### 6.4.1 Características del Módulo HDL-MHRCU.433

##### Datos técnicos generales

**Tabla 20.** Parámetros de funcionamiento

Parámetros básicos	
Voltaje de funcionamiento	20-30 V DC
Corriente de trabajo	300mA/24V DC
Voltaje de entrada	AC 100-240 V, 50/60 Hz
Salida de relé	5 <sup>a</sup> /10 <sup>a</sup>
Interfaz de comunicación	HDL Buspro, RJ45, Buspro interno
Interfaz RJ45	Interfaz de red UDP/IP
Triac	16 <sup>a</sup> TRIAC, la carga mínima es de 30W
Diámetro de cable del terminal Buspro	0.6-0.8 mm
Ambiente externo	
Temperatura de trabajo	-5 ° C ~ 45°C
Humedad relativa de trabajo	≤ 90 %
Temperatura de almacenamiento	-20 °C ~ 60°C
Humedad relativa de almacenamiento	≤ 93 %
Especificaciones	
Dimensiones	216mm × 90mm × 56mm
Peso neto	725 g
Material de la carcasa	Nailon
Instalación	Instalación en riel DIN de 35mm
Grado de protección (Cumple con EN 60529)	IP20





**Figura 39.** Módulo HDL-MHRCU.433

## **6.5 Interfaz**

Mediante los criterios de selección de dispositivos se eligió el módulo controlador HDL-MHRCU.433 de la marca HDL, el cual tiene disponible el software de comunicación denominado HDL Bus Pro.

La interfaz web permite el control de forma remota, también esta puede ser configurada de manera personalizada de tal modo que la persona que la utilice asocie colores y diseño con la acción que se va a ejecutar.

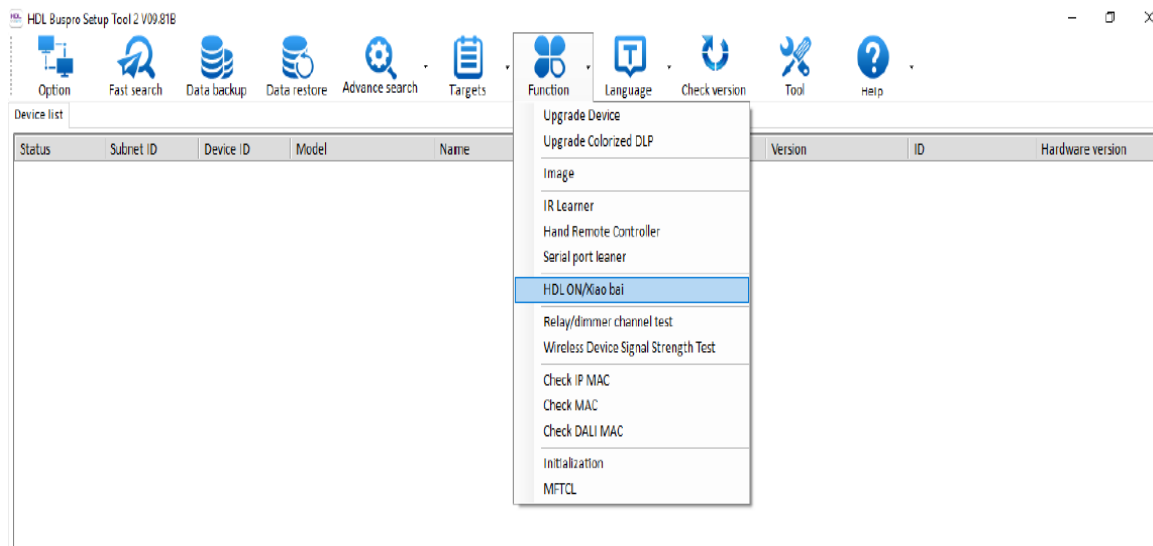
### **6.5.1 Implementación del software para smartphones.**

En cuanto al diseño e implementación, el control remoto del dispositivo puede ser configurado mediante aplicación o software, a continuación, se describe la secuencia de pasos para configurar el dispositivo de control domótico.

#### **6.5.1.1 Etapa de diseño.**

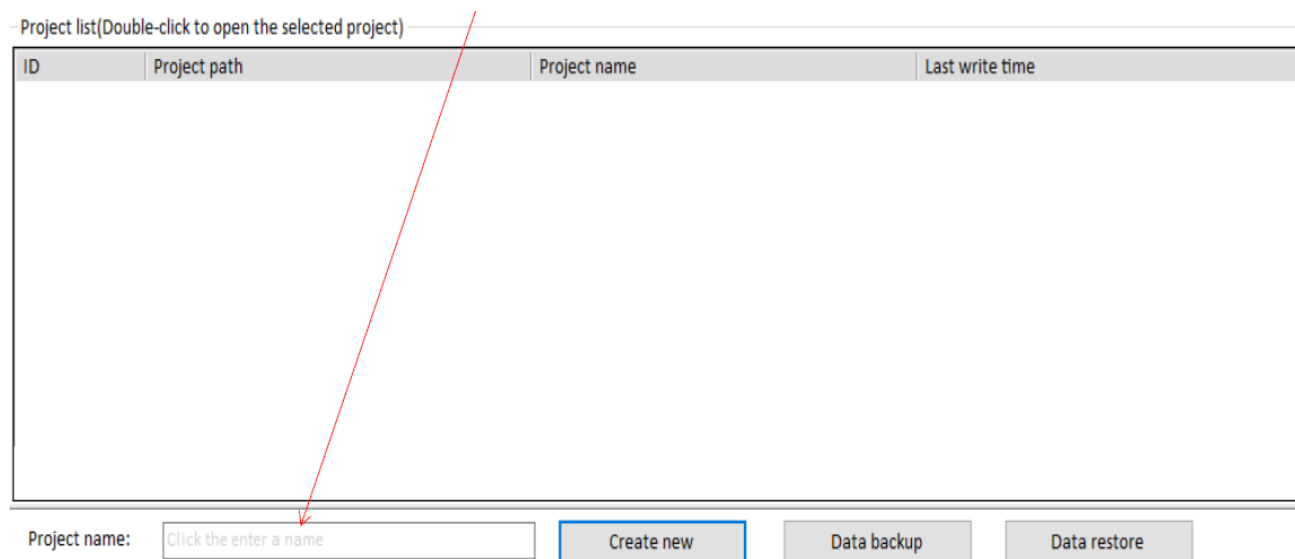
Se debe considerar las siguientes etapas de configuración:

- En el software HDL Bus Pro nos dirigimos a la pestaña Function y luego HDL ON como se muestra en la **Figura 42**.



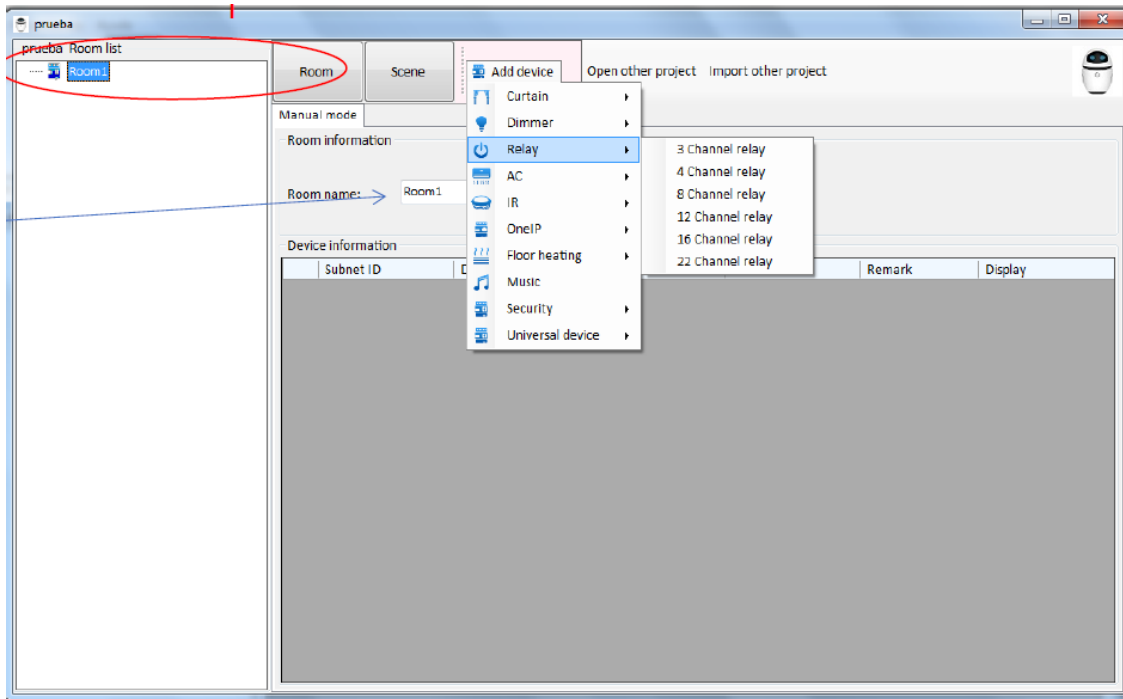
**Figura 40.** Enlace al aplicativo HDL ON

- Se despliega una ventana en la cual vamos a crear nuestro proyecto como se muestra en la **Figura 43**. En Project Name se selecciona un nombre seguido de, Create New



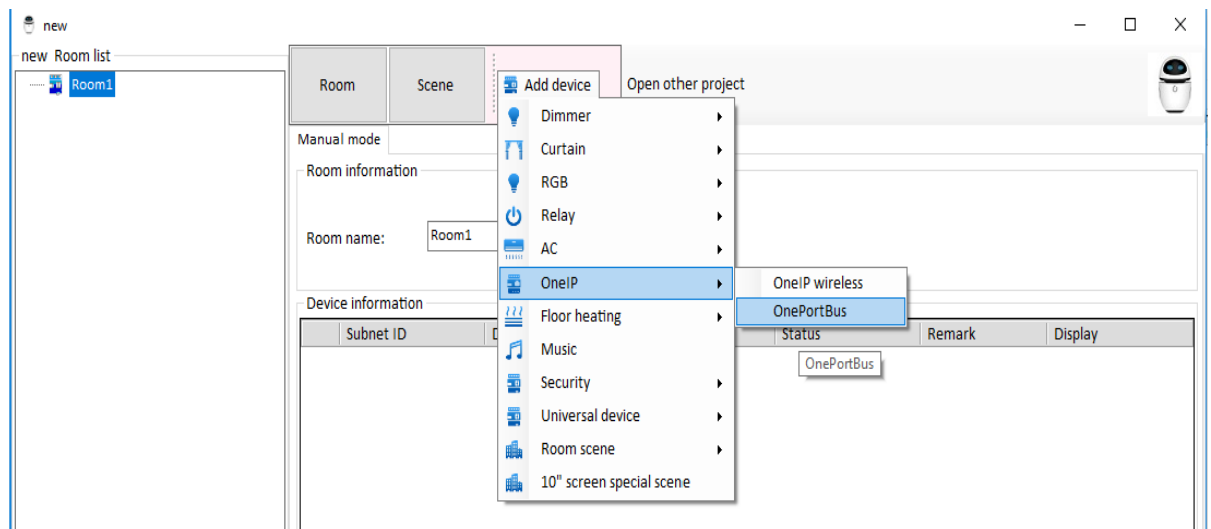
**Figura 41.** Lista de proyectos

- Ingresamos a la página principal de programación como se muestra en la **Figura 44**.



**Figura 42.** Añadir dispositivos

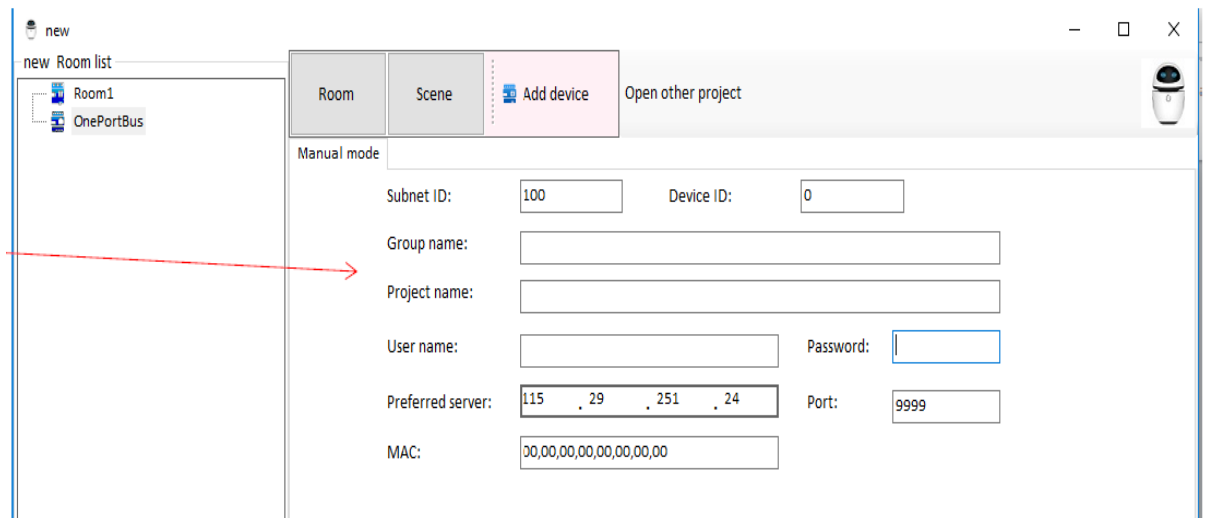
- Se elije Room, que va a contener los equipos de a controlar, reasignamos un nombre. En este paso de configuración se determina que va a contener los módulos que se utilicen en el proyecto, en Add Device, por ejemplo, relés, dimmer y uv switch.
- En la **Figura 45**, se expone como configurar el módulo IP del equipo.



**Figura 43.** Selección si es cableado One Port Bus o si es Wireless One IP

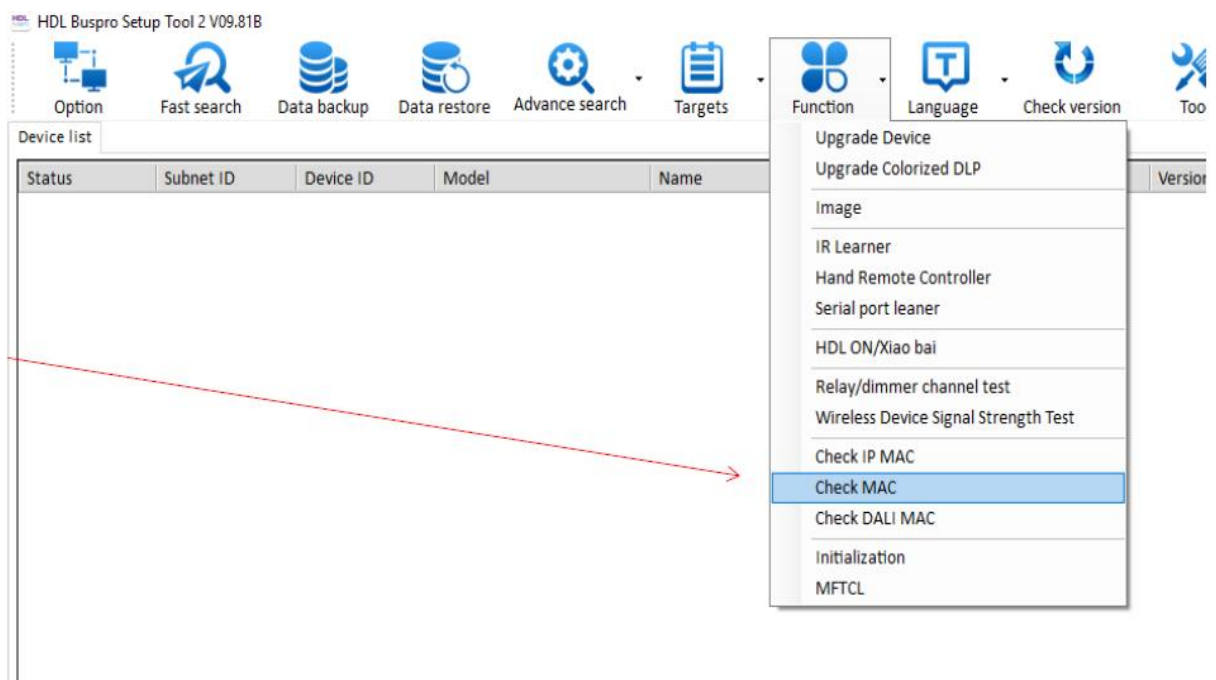
- En la **Figura 46**, se muestra que al módulo IP se le asigna los parámetros de remote server.
- Se ingresan los valores de subnet y device ID del módulo IP

- Se asignan los parámetros agregados en el módulo IP, así como los siguientes parámetros de configuración: Group Name, Project name, user name, password, preferred server: 115.29.251.24, port:9999, mac: verificamos la mac del módulo IP



**Figura 44.** Parámetros del servidor remoto

- En la **Figura 47**, realizamos la verificación de la Mac del módulo IP, nos dirigimos a Function y aplicamos Check Mac.



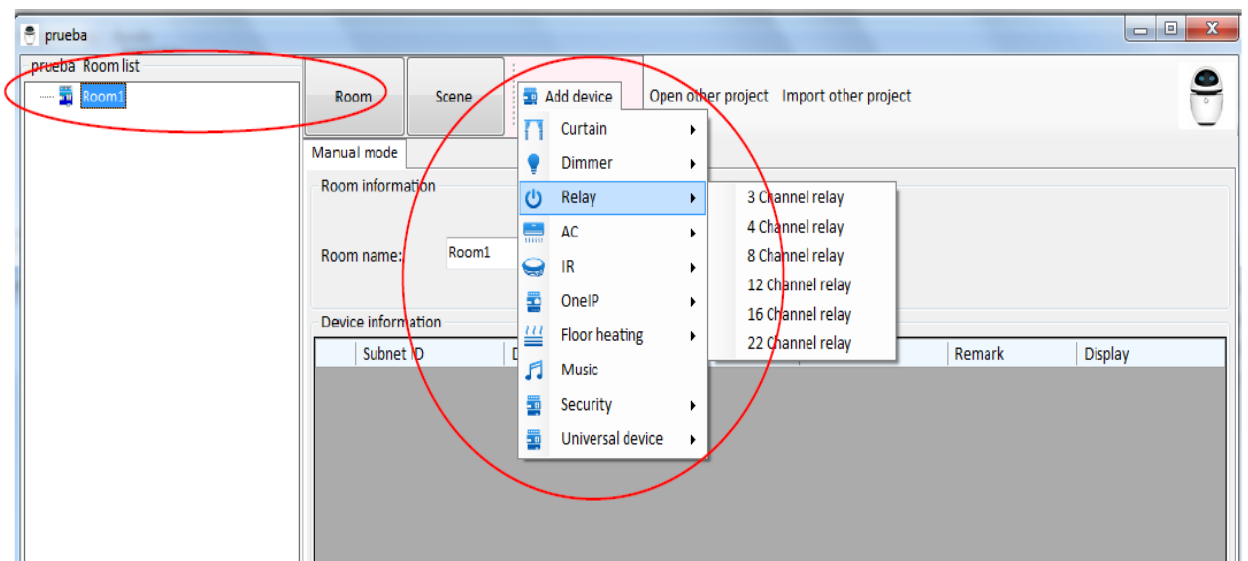
**Figura 45.** Verificación de la MAC

- En la **Figura 48**, se muestra una ventana con los módulos leídos del proyecto y seleccionamos search
- Verificamos la MAC del módulo IP y la copiamos al parámetro MAC de HDL ON

Subnet ID	Device ID	Model	Name	Description	MAC	Machine code
1	5	HDL-MS12.2C(5B-CMS-12in1)		12 in 1 multi function sensor	00.95.F4.F8.1F.AD.38	42209118050400431
1	60	HDL-MSP08M.4C		Eight sensors in one	00.96.00.CA.EC.13.9C..	42222118050700348
1	4	HDL-MCLog.431		Logic timer	00.96.63.ED.75.21.1A.	42331118030101233
1	2	HDL-MC-48IPDMX.431		48 channels scene controll...	00.DD.55.A0.94.AA.BA.	62300118030400080
1	3	HDL-MPL8.48-A		DLP panel with AC music cl...	00.DF.7B.F6.2E.94.04.	62905217080100083
2	1	HDL-MZBOX.A50B.30	Audio_E554	Standard music player devi...	01.33.4F.66.2B.31.96	86500118080100085
1	1	HDL-MHRCU.433		Room control host module	4D.4E.36.32.60.35.04	557049379094234179

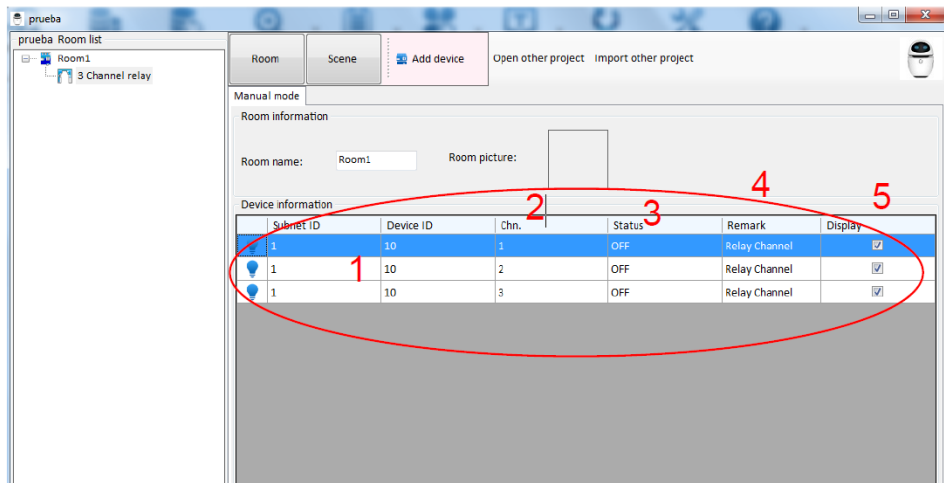
**Figura 46.** Búsqueda automática de la MAC

- Una vez agregado el módulo IP regresamos a la página principal de programación, agregamos el módulo de relé o dimmer de acuerdo al número de canales que necesitamos, en la parte izquierda se irán incrementando los módulos de acuerdo a los requerimientos del proyecto, como nos indica la **Figura 49**.



**Figura 47.** Página principal del programa.

- Asignamos la Subnet ID y Device ID del módulo agregado como se muestra en la **Figura 50**.
- **Chn:** será el número de canal del módulo.
- **Status:** estado inicial del canal a mostrar en el aplicativo, (no modificar).
- **Remark:** nombre que se va a mostrar en el aplicativo, (ejemplo: luz sala).
- **Display:** podemos habilitar o no al canal para que se muestre en el aplicativo.

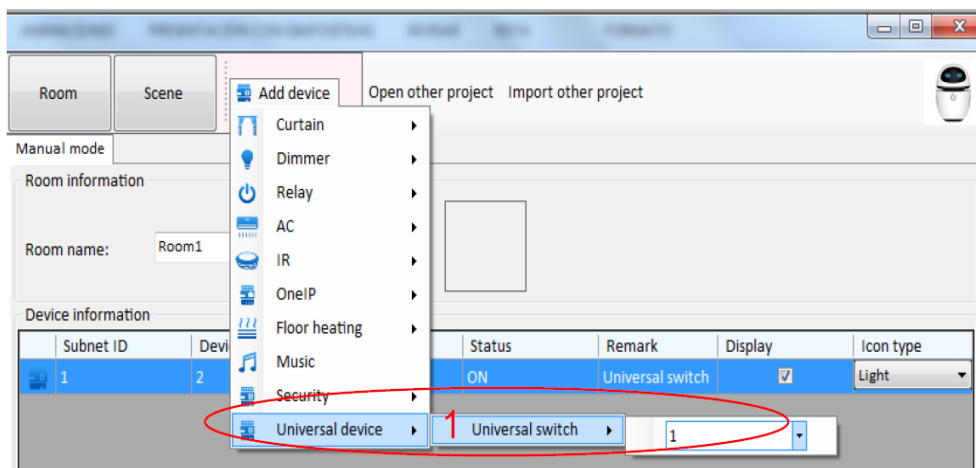


**Figura 48.** Asignación de datos del módulo agregado

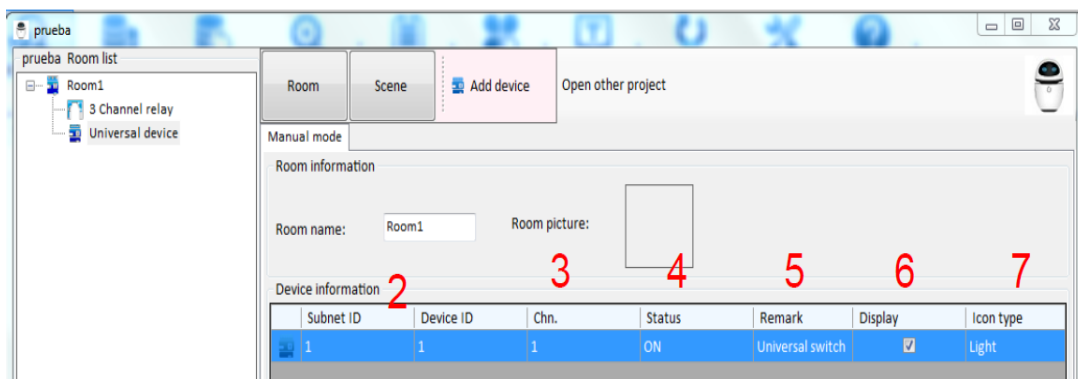
- Los mismos pasos o procedimiento son con los canales Dimmer.

En las **figuras 51 y 52**, se muestra el ingreso de UV Switch:

- Se agregan uno a uno los UV Switch.
- Asignamos la Subnet ID y Device ID del módulo que contenga el UV.
- En CH se selecciona el número de UV Switch correspondiente.



**Figura 49.** Ingreso al UV Switch

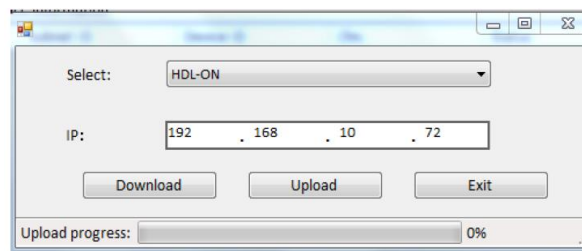


**Figura 50.** Sección de UV Switch

- En status, se selecciona el estado del UV creado si es ON – OFF
- Se puede modificar el nombre en Remark
- Habilitar en display para que se muestre en el aplicativo
- Seleccionamos un icono para el UV de acuerdo a la aplicación

Una vez configurados todos los módulos procedemos a enviar el proyecto a la APP de HDL ON, para enviar el aplicativo nos dirigimos a la parte derecha en UPLOAD.

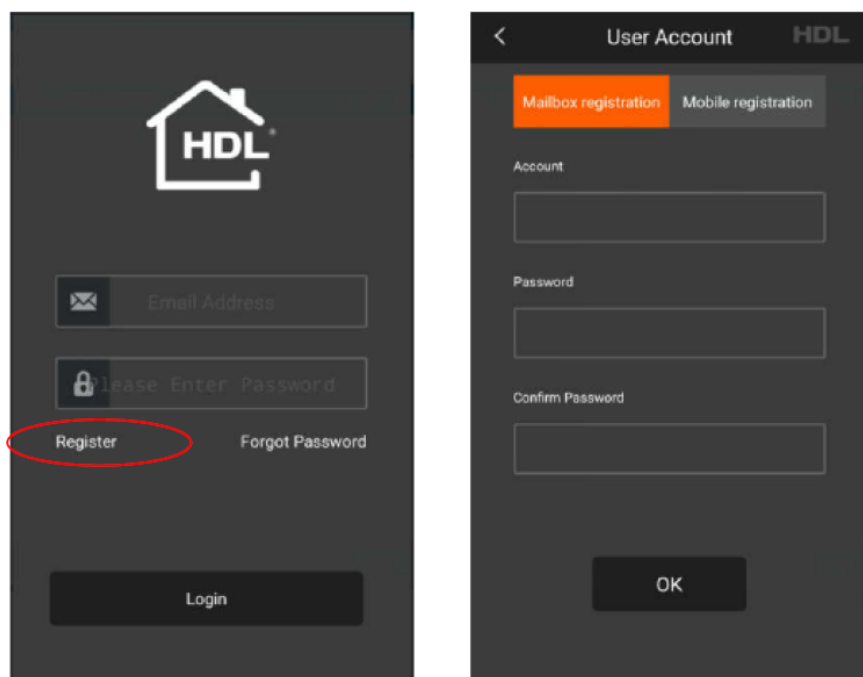
Seleccionamos HDL ON, colocamos la dirección IP que nos muestra, como se muestra en la **Figura 53**, seleccionamos UPLOAD, y el proceso terminara en el 100%, seguido cerraremos el aplicativo en el dispositivo móvil y lo abriremos nuevamente.



**Figura 51.** Selección de IP en HDL ON

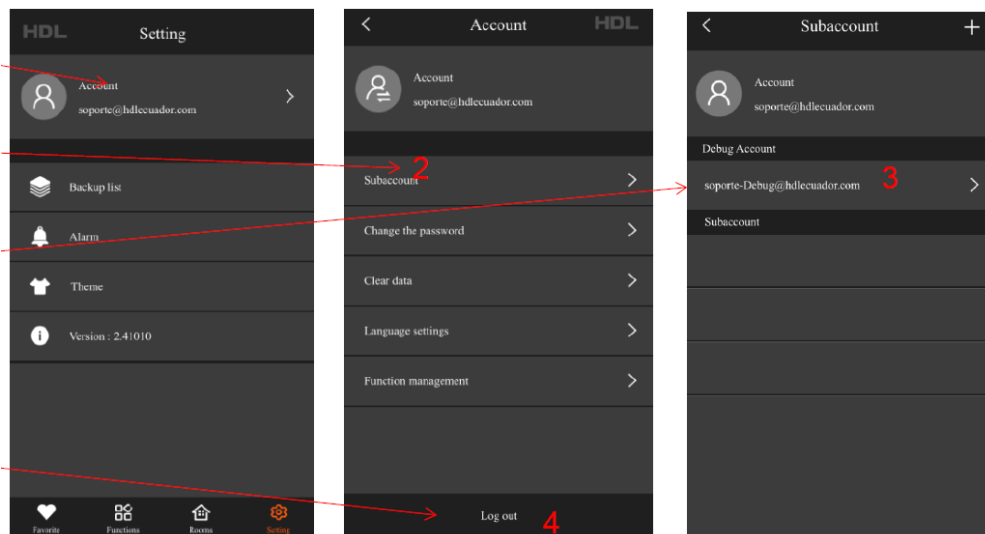
En el dispositivo móvil (celular) descargamos la aplicación HDL ON así como nos muestra las **Figuras 54**.

- Registramos con un correo electrónico y contraseña la cuenta para la aplicación.
- Se debe efectuar la confirmación y, se ingresará a la cuenta de la aplicación.



**Figura 52.** Aplicativo HDL ON

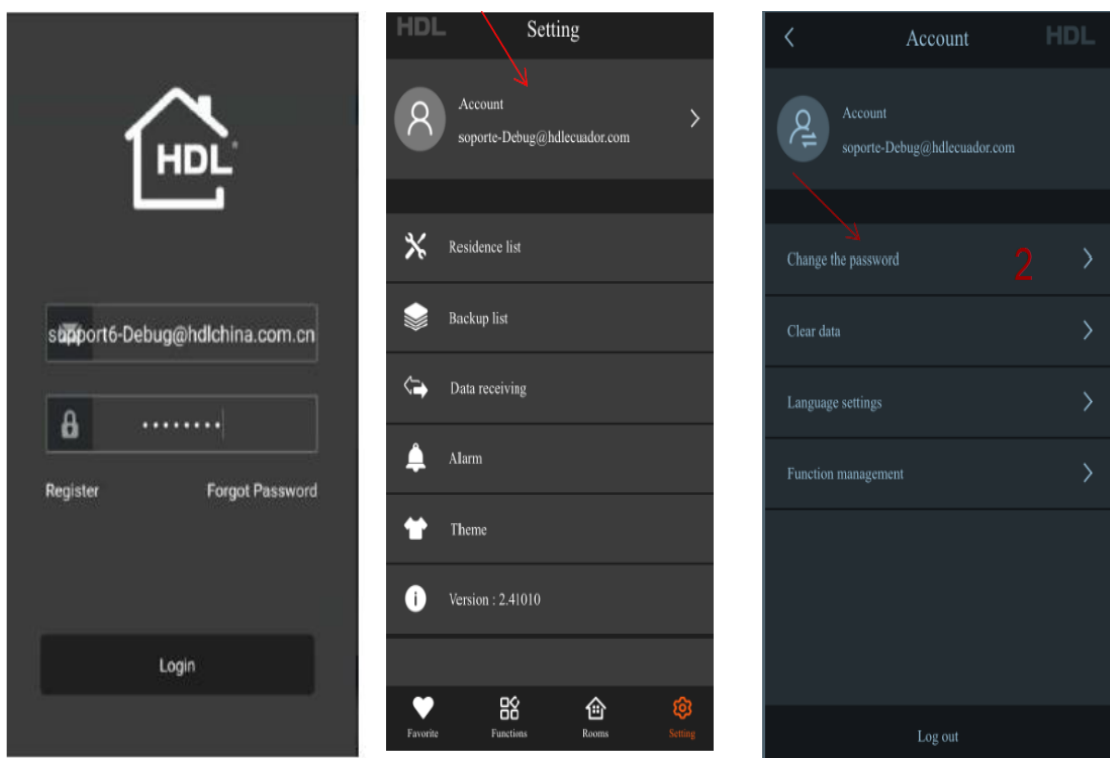
Verificamos la cuenta debug que permitirá recibir el proyecto creado en el software como se muestra en la **Figura 55**.



**Figura 53.** Verificación de la cuenta HDL ON

Se ingresa a la pantalla setting y damos click en account, a continuación, ingresamos sobre subaccount, y se muestra la cuenta con debug, guardar para el futuro ingreso, al final regresamos a la pestaña account y salimos de la aplicación Loug out.

A continuación, ingresamos con la cuenta Debug como se muestra en la **Figura 56**.

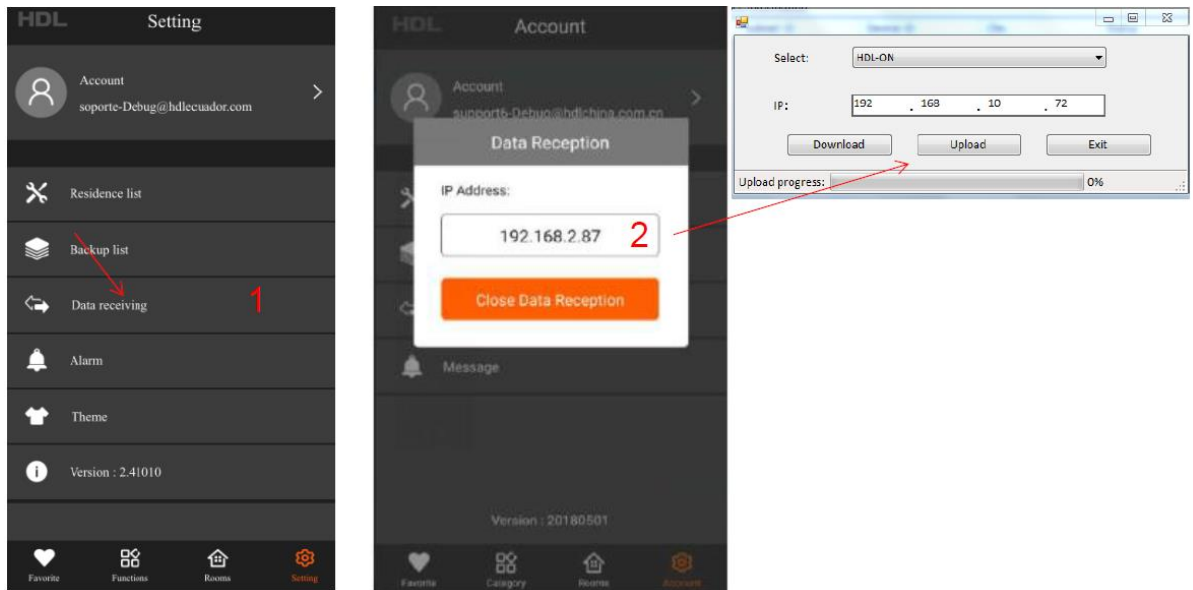


**Figura 54.** Ingreso con la cuenta de Debug



La cuenta Debug va a ser el correo proporcionado más -Debug y en la clave colocamos 85521566 por primera vez, luego de ingresar modificamos la clave de ingreso:

- Setting y click sobre la cuenta.
- Click sobre Change the password
- En la parte inferior en setting nos dirigimos a Data Receiving.
- En la **Figura 57** se muestra una venta con la 84ateway84n IP del dispositivo la cual la colocaremos en el software y enviamos a la aplicación.



**Figura 55.** Aplicativo en el dispositivo móvil

Una vez cargado cerramos la aplicación en el dispositivo y nuevamente abrimos para que se refleje la aplicación. Considerar que el aplicativo y el software de la computadora deben estar conectados a la misma red.

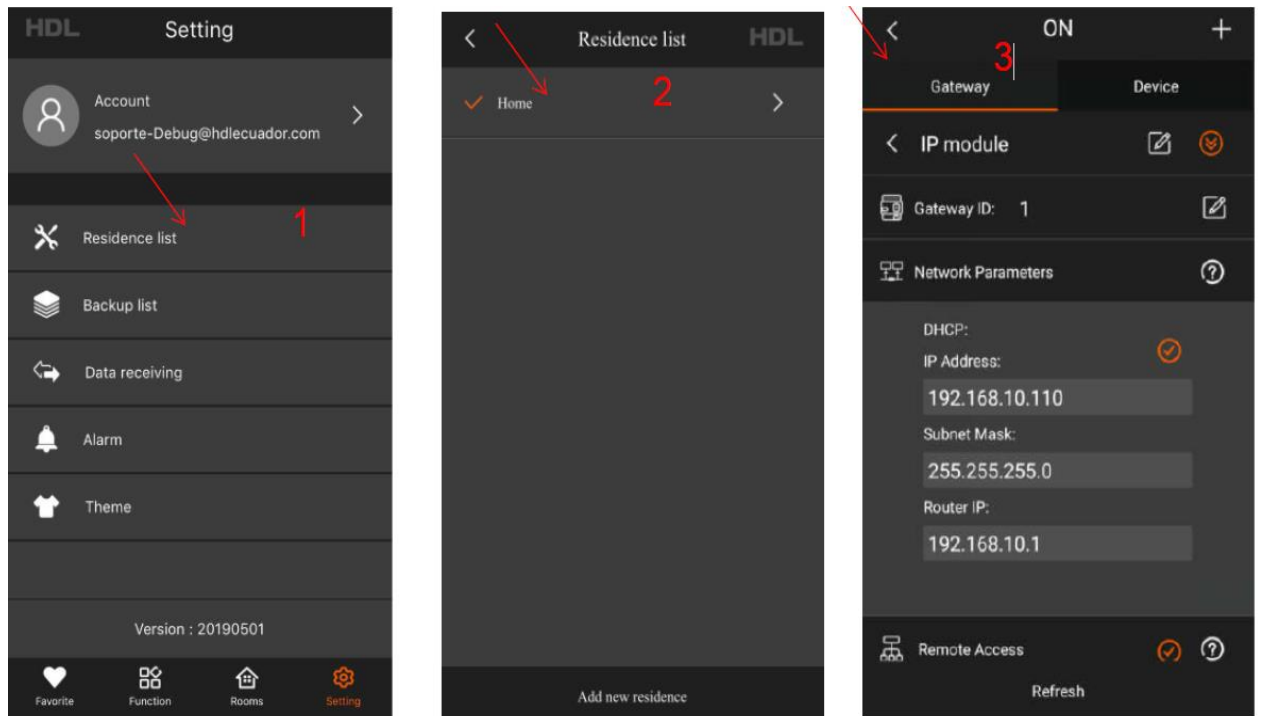
Agregamos el 84ateway asociado como nos indica la ventana del aplicativo que se muestra en la **figura 58**.

- Ingresamos a la opción Residence List.
- Luego a HOME
- Y seleccionamos Gateway, empezara a buscar y nos desplegara el módulo IP asociado a nuestro proyecto con los parámetros de red ingresados.

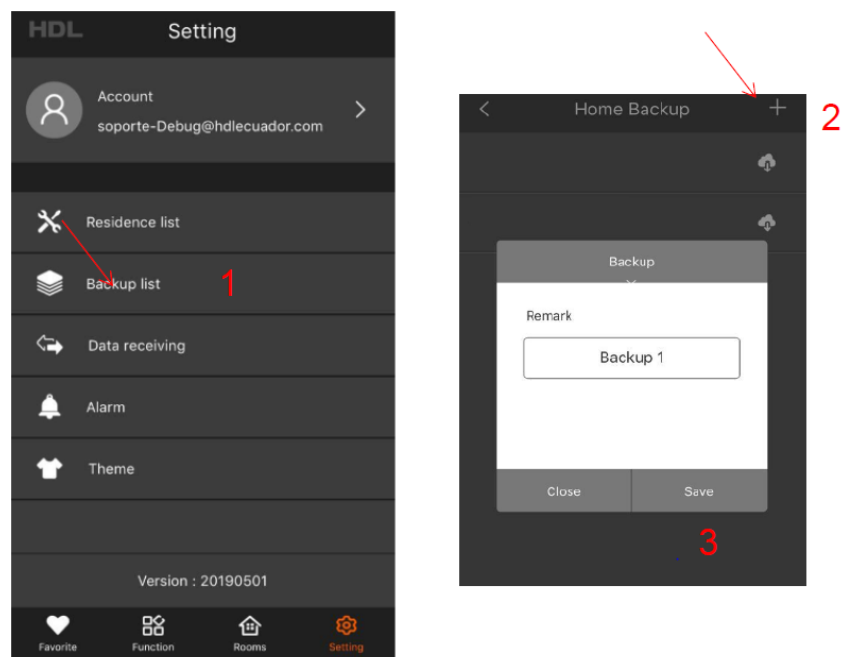
Creación de Backup:

- Luego de cargar la app y probar su funcionamiento, agregar el Gateway y modificar las imágenes creamos un Backup, un respaldo de la aplicación.
- Este backup va a permitir descargar la aplicación a las subcuentas.

- Todos los backups que realicemos desde la cuenta principal se verán reflejados en todas las subcuentas creadas.
- Se presentará una ventana, donde seleccionamos Backup List, en el signo de + y colocamos un nombre, hacemos click en saber para crear el backup que empezará su proceso hasta llegar al 100%, como se expone en la **Figura 59**.

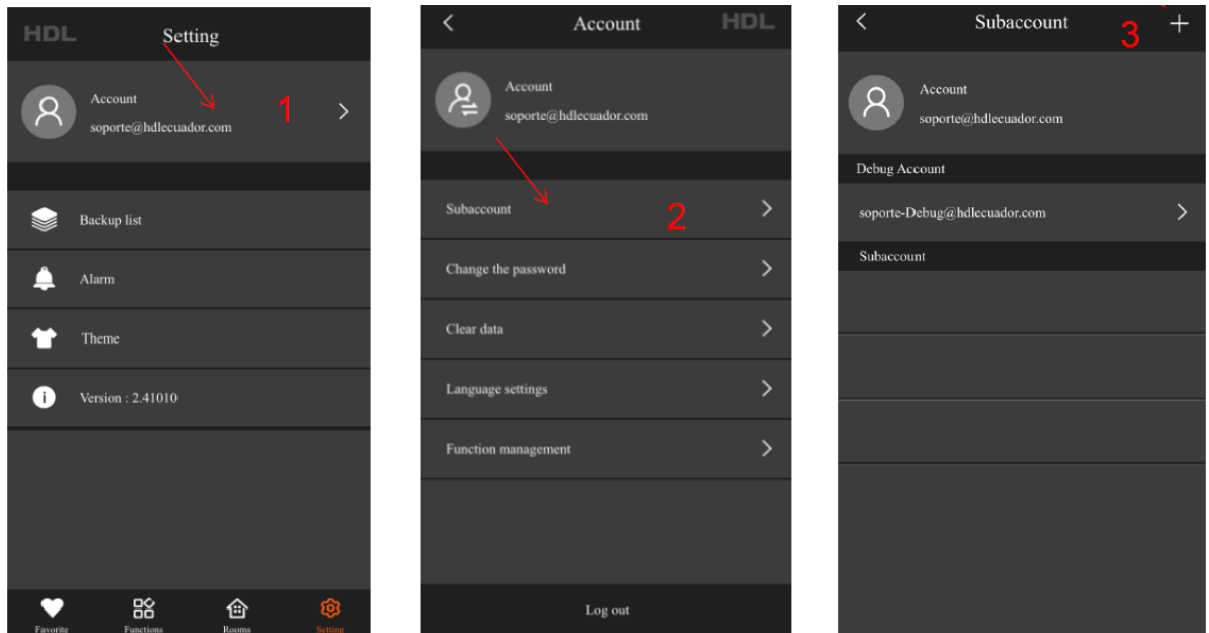


**Figura 56.** Agregar el Gateway asociado



**Figura 57.** Creación de Backup

Una vez realizado los procedimientos descritos, salimos (logout) de la cuenta e ingresamos con la cuenta original para crear las subcuentas para los dispositivos como se muestra en la **Figura 60**.



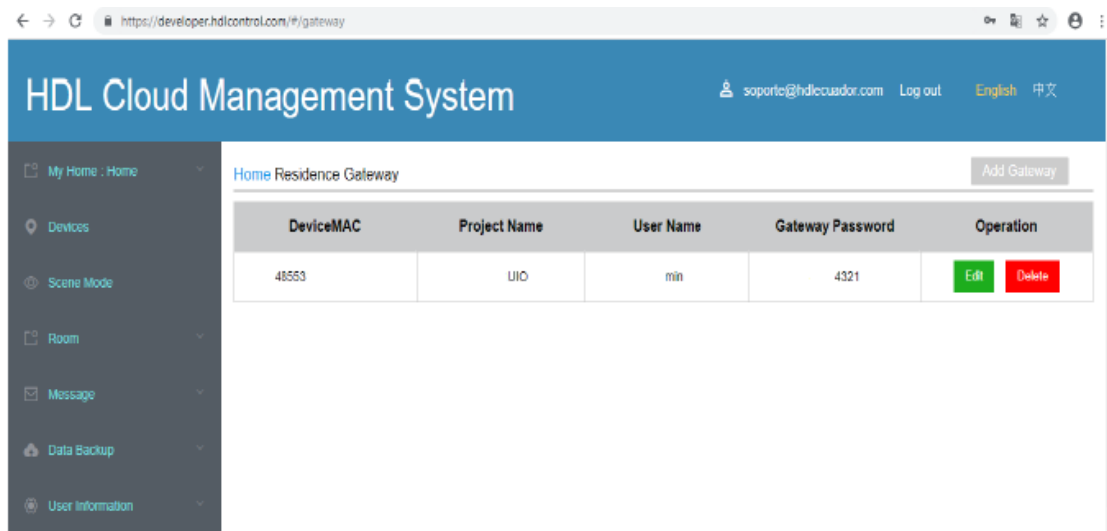
**Figura 58.** Ventana principal de aplicativo HDL ON

Ingresamos con la cuenta original sin Debug, click sobre la cuenta, ingresamos a subaccount y se crean las subcuentas una por cada dispositivo que requiera cargar el aplicativo.

En el signo + vamos creando y agregando las subcuentas, colocamos un nombre, cuenta y password, con esas subcuentas deberán ingresar en otros dispositivos, las subcuentas deberán ser correos previamente registrados en HDL.

Verificamos que el Gateway se haya enlazado ingresando a la página HDL control: <https://developer.hdlcontrol.com/#/>, ingresamos la cuenta de HDL ON.

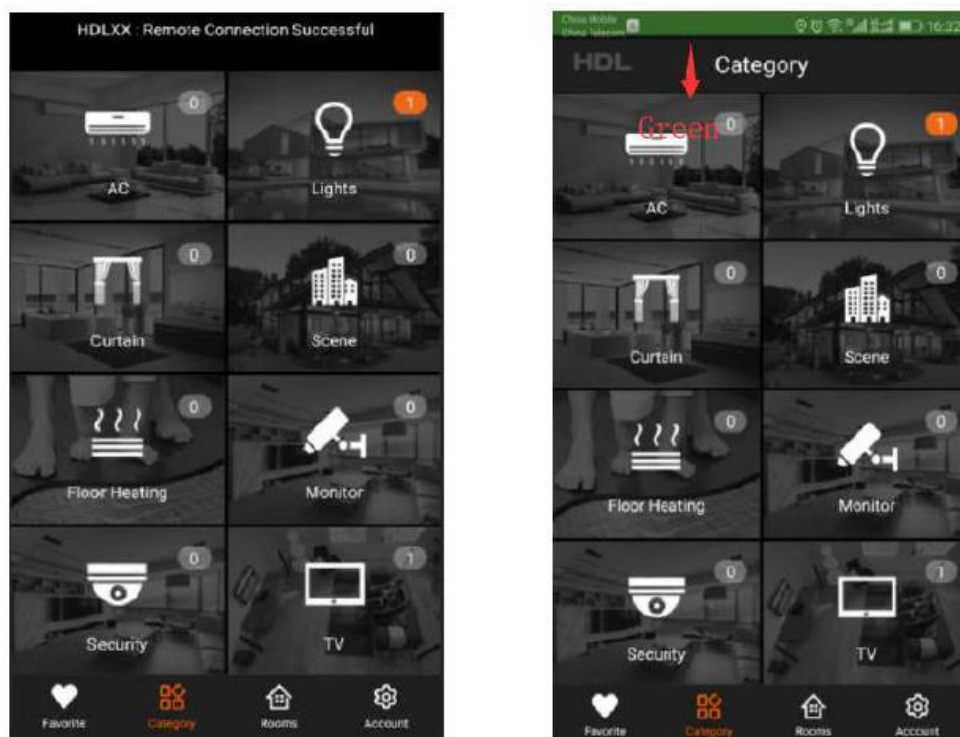
Se mostrarán los datos del proyecto MAC, Name, Gateway, si estos parámetros no se muestran los agregamos manualmente en ADD Gateway con los parámetros de red del módulo como se muestra en la **Figura 61**.



**Figura 59.** Datos del proyecto MAC

La aplicación HDL ON automáticamente detectará si el sistema se conecta a la red local o a una red externa. Los datos móviles deben estar habilitados.

Cuando se conecta la aplicación HDK ON de forma remota el fondo de la pantalla se pondrá en color verde y nos muestra un mensaje en la parte superior Successful, como se expone en la **Figura 62**.



**Figura 60.** Aplicativo finalizado

## 6.6 Costo para la implementación del sistema domótico planteado

En la **Tabla 21** se exponen los valores de los materiales y equipos seleccionados para el caso de estudio.

**Tabla 21.** Materiales y equipos

Descripción del cable/Interfaz	Precio
Cable UTP CAT 6 flexible marca pandiut rollo de 305 metros	269 USD
Cable 14 para instalaciones eléctricas del sistema de iluminación	28 USD
Cable 12 para instalaciones eléctricas del sistema de persianas	40 USD
Interruptores sencillos	2.5 USD
Focos led	5 USD
Total	344.5 USD

## 6.7 Construcción del prototipo para domótica cableada

En la **Figura 63**, se observa el prototipo construido, el cual consiste en un banco de pruebas, donde se encuentra instalados los dispositivos y elementos que se van a controlar, el prototipo se construyó para efectuar una simulación de un caso práctico de una vivienda. En donde se va a controlar el sistema eléctrico de iluminación y la activación de un contactor simulando la activación del motor de persianas o riego.



**Figura 61.** Banco de pruebas para el caso práctico

### **6.7.1 *Accesorios Eléctricos.***

- Perfil metálico ranurado
- Lamina de manera de 5mm de espesor
- Riel DIN
- Boquillas
- Cajas sobre puestas dexion
- Canaleta ranurada
- Barra de cobre
- Interruptores simples
- Cable número 14
- Cable UTP categoría 5
- Pernos de ½”
- Patch cord

### **6.7.2 *Equipos y herramientas.***

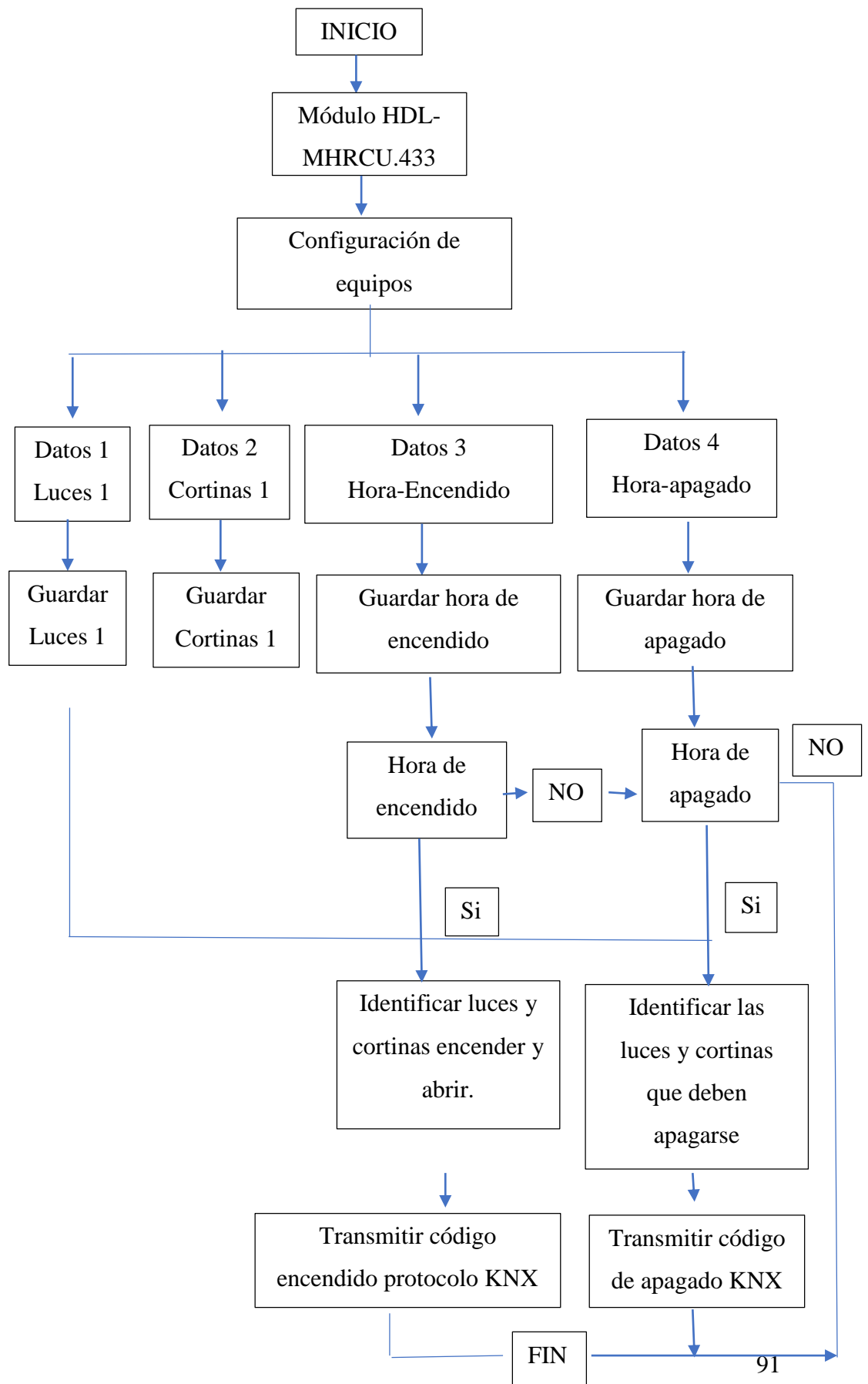
- Módulo HDL-MHRCU.433
- Focos led
- Breaker de un polo de riel DIN
- Fuente de poder de 24VDC de riel DIN
- Contactor
- Computadora
- Multímetro
- Comprobador de fase
- Pinza encriptadora
- Alicates
- Atornilladora

### **6.7.3 *Descripción del armado e instalación del prototipo.***

- **Paso 1:** Armado de rack
- **Paso 2:** Se coloca las canaletas ranuradas siguiendo la forma de la estructura metálica, y se coloca en forma horizontal cada 40 cm de separación para poder incorporar los diferentes dispositivos y accesorios.

- **Paso 3:** Se instala la Riel DIN en la parte superior de la estructura, donde se sujeta los breakeres, el controlador HDL-MHRCU.433, fuente de poder de 24VDC y contactor.
- **Paso 4:** Se instala las cajas dexon, las boquillas y la barra de neutros, para la distribución del circuito eléctrico de iluminación.
- **Paso 5:** Para poder accionar el encendido y apagado, de las luminarias utilizaremos el cable UTP, que se instala desde el interruptor hasta el módulo HDL-MHRCU.433 a la parte de control, y desde las salidas del módulo con cable número 14, hasta las luminarias para dar acción al encendido y apagado de cada luminaria.
- **Paso 6:** Se instala el circuito de fuerza principal desde un tomacorriente hasta los breakers, que controla todo el circuito eléctrico del prototipo.
- **Paso 7:** Desde los breakers con el cable número 14, se instala hasta la fuente de poder de 24VDC, y esta se conecta al módulo el cual trabaja la parte de control con 24VDC y una fase directa a las salidas del módulo ya que desde ahí se alimenta a cada lámpara como se muestra en el esquema de la figura 41 módulo HDL-MHRCU.433.
- **Paso 8:** En el **Anexo 2**, se muestra en el diagrama de conexión del dispositivo a utilizar.

6.7.4 *Flujograma de pasos para la puesta en marcha de un sistema domótico utilizando tecnología KNX*





## 7. Discusión

El estudio internacional de la CEDOM nos da el aporte de las aplicaciones domóticas donde se definen según las necesidades del usuario ya que brinda un mejor estilo de vida a través de la electrónica moderna, Brindando un incremento en el bienestar y la seguridad de los clientes, como complemento brinda una disminución de las tareas del hogar y la reducción de los consumos energéticos de las viviendas que cuentan con un sistema domótico.

Aunque todavía estamos en el extensivo proceso de la implantación de domótica en espacios domésticos, es habitual proyectar las nuevas tecnologías en el hogar hacia la gestión del confort, el uso óptimo del ahorro de energía, la integración de las redes de datos y las comunicaciones, lo que constituye un eje primordial para que los desarrolladores proyecten cada uno de sus procesos y fomenten el mejoramiento de la productividad y la calidad de los servicios. Con la investigación realizada se propone el desarrollo de una metodología para sistemas domóticos, la instalación e implementación de la tecnología HDL, por el modo de transmisión, recepción y comunicación entre módulos ya que cuenta con una amplia gama de equipos y sistemas de domotización para todo tipo de viviendas, una completa interacción con la interfaz de internet dando así un avance a la domótica en viviendas, de esta manera la investigación realizada por Jorge Chicaisa (2018), nos dice que los fabricantes del sistema domótico HDL facilita el desarrollo de nuevos software de gestión poniendo a disposición de quien lo requiera, dando un nuevo avance tecnológico para los sistemas domóticos en el país de Ecuador.

El aporte de, María Jima, Jonathan Zambrano (2015), nos dice que el costo de los módulos al aplicar la tecnología X10 donde se ubican en ocho lugares dentro de una vivienda de manera inalámbrica tiene un costo de 1930 USD, este precio no incluye el control de los accesos a la vivienda, lo cual implica que para el sistema domótico aplicando la tecnología de HDL Bus Pro con programación KNX solo se necesita un solo controlador que tiene un precio de 523 USD. En el **Anexo 3** se detalla el precio del módulo HDL-MHRCU.433, dándonos así que el protocolo de comunicación KNX es más práctico y barato para la implementación de sistemas domóticos en viviendas. Sin embargo, en esta investigación se ha considerado la inclusión de sistemas de comunicación e información y los avances tecnológicos que incluyen software y hardware, suplantando sensores con dispositivos de comunicación como un bluetooth, para realizar una conexión con un smartphone y controlar por medio de una aplicación móvil que le dará mayor confort al usuario, ya que tecnológicamente los dispositivos móviles se han convertido en una herramienta indispensable para todos los usuarios.

Por último, se considera que esta investigación tiene su evolución natural en determinar el impacto económico, no solo de la domotización, sino de las consideraciones derivadas a los condicionamientos constructivos, que ayude a la parte civil de las construcciones al mantener actualizados los criterios de aplicación de domótica en nuevos proyectos y a evaluar el impacto económico derivados de dichos criterios.

## 8. Conclusiones

- En relación a enunciar las bases teóricas y las características de implementación referente al sistema de control de iluminación y sistemas de fuerza basados en la tecnología Smart Bus KNX a través de un enlace web APPS, existen abundantes fuentes de consulta a través de las cuales se pudo determinar el componente teórico, haciendo uso de protocolos de comunicación estandarizados por la marca KNX.
- El estudio realizado en esta investigación sobre el sistema domótico basado en la tecnología HDL Bus Pro, permitió conocer cada característica de los dispositivos que utiliza HDL Bus Pro, encontrando el controlador necesario para el funcionamiento del sistema domótico.
- El sistema domótico implementado consta de una topología de red tipo bus, en cual nos ofrece una gran flexibilidad para poder modificar el sistema, integrando o suprimiendo dispositivos al bus según sea la necesidad de la vivienda.

## 9. Recomendaciones

- Utilizar información oficial que proporciona la marca HDL a través de su portal web <https://www.hdlautomation.com/>.
- Al prototipo propuesto para efectuar prácticas de domótica utilizando la tecnología KNX, se le puede ingresar más dispositivos, lo que permitiría analizar la funcionalidad de este tipo de tecnologías para domótica.
- Fomentar temas de investigación similares al presente proyecto debido a las utilidades que representan un sistema domótico en viviendas, además avanzar en las nuevas tecnologías aplicadas a los hogares que se presentan en el ámbito laboral.
- Efectuar pruebas de comunicación para determinar la respuesta de control ante diferentes eventos.
- El gabinete de control debe estar situado en un lugar de fácil acceso para su mantenimiento, además para una posible ampliación del sistema domótico.
- Identificar las áreas a controlar en forma remota para determinar las escenas a implementar en el desarrollo del software.

## 10. Bibliografía

- Automation, H. (06 de 09 de 2023). *HDL-MHRCU.433*. Obtenido de El sistema de control inteligente HDL: <https://www.hdlautomation.com/>
- Balibrea, R. (01 de Septiembre de 2012). *Tecnología domótica para el control de una vivienda*. (J. Sanchez, Ed.) Obtenido de Universidad Politécnica de Cartagena: <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/2793/pfc4381.pdf>
- Díaz, E. (2019). *Desarrollo De Un Sistema Domótico Basado En IoT Para La Seguridad Residencial Y Mejoramiento Del Consumo Energético, Aplicando Conceptos De Big Data*. Bogotá, Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada . Obtenido de [https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/32454/RoaDiazEdgarStiven\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/32454/RoaDiazEdgarStiven_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Energía, M. V. (01 de 01 de 2007). *www.madrid.org*. Obtenido de [www.fenercom.com](http://www.fenercom.com): <https://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005729.pdf>
- Haz, M. (2016). *Estudio y diseño de un ambiente inteligente aplicando inmótica en el auditorio Dr. Leónidas Ortega Moreira de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*. Guayaquil: Universidad Católica De Santiago De Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6648/1/T-UCSG-PRE-TEC-IECA-49.pdf>
- Junestrand, S., Passaret, X., & Vásquez, D. (2005). *Domótica y Hogar Digital*. Madrid: Thomson Ediciones Spain Paraninfo, S.A. Obtenido de <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=8ERFqWcdHAEC&oi=fnd&pg=PR3&dq=dom%C3%B3tica+y+hogar+digital&ots=WRURxUzTMK&sig=NsbNKRnN7biOISIdck5bTfbVQPw#v=onepage&q&f=false>
- Morales, J. (2018). *Diseño e Implementación de una Arquitectura para Hogar Digital*. Madrid, Madrid, España: Escuela Técnica Superior De Ingeniería Y Sistemas De Telecomunicación. Obtenido de [https://oa.upm.es/53096/1/TFG\\_JOAQUIN\\_PEREZ\\_MORALES.pdf](https://oa.upm.es/53096/1/TFG_JOAQUIN_PEREZ_MORALES.pdf)
- Muñoz, O. (2019). *Internet De Las Cosas (IoT)*. Madrid, Madrid, España: Ibukku, LLC. Obtenido de [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=vnnEDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=libros+iot&ots=oRtAU-lquq&sig=xilrYsW97z\\_cIRaFtrwraDuuR8s#v=onepage&q&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=vnnEDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT2&dq=libros+iot&ots=oRtAU-lquq&sig=xilrYsW97z_cIRaFtrwraDuuR8s#v=onepage&q&f=false)
- NEC, & Construcción, N. E. (01 de Febrero de 2018). *NEC Instalaciones Eléctricas*. Obtenido de Norma Ecuatoriana de la Construcción:

### Fuentes bibliográficas

- Automation, H. (2023). HDL-MHRCU.433. Obtenido de El sistema de control inteligente  
HDL: <https://www.hdlautomation.com/>
- Díaz, E. (2019). Desarrollo De Un Sistema Domótico Basado En IoT Para La Seguridad Residencial Y Mejoramiento Del Consumo Energético, Aplicando Conceptos De Big Data. Bogotá, Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido de <https://bit.ly/3QIVZiO>
- Haz, M. (2016). Estudio y diseño de un ambiente inteligente aplicando inmótica en el auditorio Dr. Leónidas Ortega Moreira de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil: Universidad Católica De Santiago De Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6648/1/T-UCSG-PRE-TEC-IECA-49.pdf>
- Junestrand, S., Passaret, X., & Vásquez, D. (2005). Domótica y Hogar Digital. Madrid: Thomson Ediciones Spain Paraninfo, S.A. Obtenido de <https://bit.ly/49Aokk5>
- Morales, J. (2018). Diseño e Implementación de una Arquitectura para Hogar Digital. Madrid, Madrid, España: Escuela Técnica Superior De Ingeniería Y Sistemas De Telecomunicación. <https://bit.ly/3SLUCT9>
- Muñoz, O. (2019). Internet De Las Cosas (IoT). Madrid, Madrid, España: Ibukku, LLC. <https://bit.ly/49BK2Ea>
- Álvarez, C., Holguín, D., y Serrano, E. (2007). Diseño de una instalación domótica en un condominio para el control de seguridad e iluminación mediante tecnología LonWorks. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral. <https://bit.ly/3SHrcW8>
- Sánchez, D. (2016). Diseño e implementación de un sistema de domótica basado en la tecnología Smart BUS KNX para el control de iluminación, audio y seguridad, mediante un enlace web APPS. *Tesis de grado*, Escuela Politécnica Nacional. <https://bit.ly/3QZX33e>
- Castillo, J. (2019). Tipos de cable de par trenzado: cables UTP, cables STP y cables FTP. <https://bit.ly/47ynsuj>
- Paz, M. (2020). Analizar el uso de la domótica y su influencia en la comodidad de los hogares arequipeños. *Tesis de grado*, Universidad Continental. <https://bit.ly/3ugzU3H>

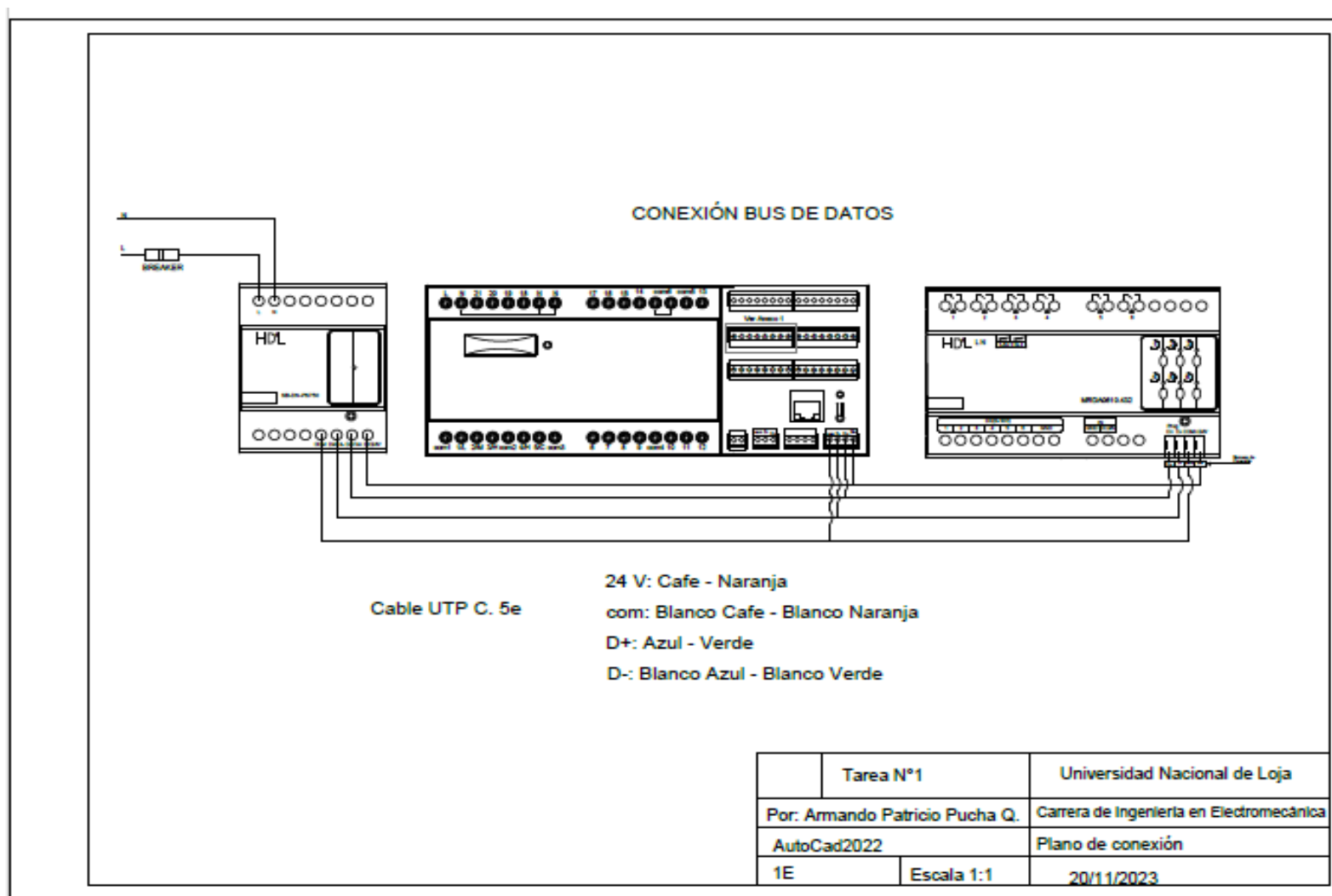
- Flores, M. (2004). Hacia una definición de la domótica. *Informes de la Construcción*, 56(494).  
<https://bit.ly/40GMAq7>
- Ordóñez, O. (s.f.). Domótica. <https://bit.ly/3QIDueB>
- Vásquez, M. (2019). Diseño y desarrollo de un sistema domótico de bajo costo. Tesis de grado, Universidad Carlos III de Madrid. <https://bit.ly/3FYuddp>
- García-Cervantes, X. (2020). Uso de sistemas domóticos aplicados a la ingeniería eléctrica. *Dominio de las Ciencias*, 6(3), 286-295. DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1398>
- Jara, C. (2009). Arquitectura domótica utilizando dispositivos X10 y comunicación mediante Web Services. Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.  
<https://bit.ly/3szdoma>
- Botero, V., y Londoño, D. (2003). Domótica: Protocolo X10. *Informática*, (11).  
<https://bit.ly/47whGcI>
- Cuevas, J., Martínez, J., y Merino, P. (2002). El Protocolo x10: Una solución Antigua a Problemas actuales. <https://bit.ly/47cLjzT>
- De la Quintana, H. (2021). Planificación y diseño de una instalación domótica real, mediante el uso del protocolo KNX. Tesis de posgrado, Universidad Politécnica de Madrid.  
<https://bit.ly/3T011dN>
- Pérez, L., Acosta, A., Rodríguez, A., y Rodríguez, L. (2022). Diseño de un sistema domótico basado en plataformas de hardware libre. *RIELAC*, 43(2). <https://bit.ly/3sz7Vvu>
- Ortega, F. (2021). Automatización de un edificio de oficinas.
- Zet, L. (2019). Aplicaciones de Microondas: Bluetooth. <https://bit.ly/49NYc5s>
- Mucientes, D. (2021). Implementación de un entorno de comunicación Bluetooth basado en el módulo HC-06. Tesis de grado, Universidad de Valladolid. <https://bit.ly/3QDZUNV>
- Velasco, F. (2021). Sistema IoT basado en el control y monitoreo de una red ZigBee. Aplicación en servicio domótico. Tesis de grado, Universidad de Sevilla.  
<https://bit.ly/3QXQ4b5>
- Piña, P., y Maurat, J. (2013). Estudio y diseño del sistema domótico HDL Smart Busa para instalación de vivienda e implementación del sistema en el control de iluminación de una vivienda ubicada en la parroquia Charasol de la ciudad de Azoguez. Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana. <https://bit.ly/3uev1YN>
- Sánchez, D. (2016). Diseño e implementación de un sistema de domótica basado en la tecnología Smart BUSKNX para el control de iluminación, audio y seguridad, mediante un enlace web APPS. Tesis de grado, Universidad Politécnica Nacional.  
<https://bit.ly/3QZX33e>

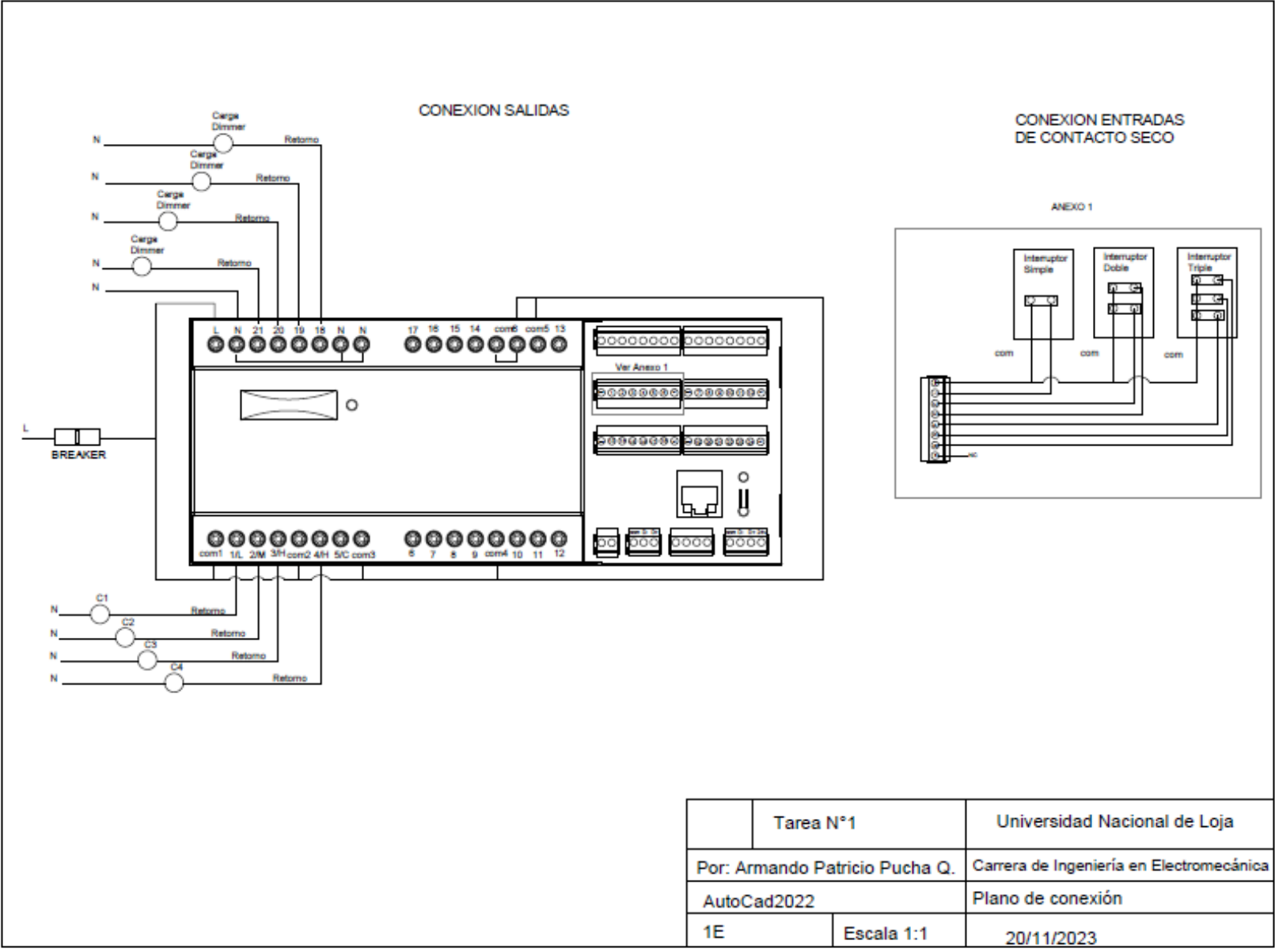
- Rodríguez, A. (2014). Diseño de un sistema domótico centralizado. Tesis de grado, Universidad de Valladolid. <https://bit.ly/3QxK1sk>
- Olea, J. (2022). Instalación domótica de una vivienda orientada a mejorar la calidad de vida de las personas. Tesis de grado, Escuela Técnica Superior De Ingenieros. <https://bit.ly/3QIINKG>
- Valle, G. (2012). Automatización De Servicios, Confort Y Seguridad En La Empresa Sisteldata S.A. Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato. <https://bit.ly/3FZiJpJ>
- Villaverde, M. (2017). Instalación Domótica De Una Vivienda. <https://bit.ly/3R1ny8D>
- Mero, J. (2022). Modelo del sistema domótico para la automatización de viviendas utilizando Rasperry PI4 con home assitant. <https://bit.ly/3uds36V>
- Novel, B. (s.f.). Clasificación De Los Sistemas Domóticos Y Normalización En El Área Domótica.
- Tamayo, M. (2016). Estudio Y Diseño De Domótica Para El Conjunto Villa Navarra. Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador. <https://bit.ly/3SPgAVc>





**Anexo 2.** diagrama de conexión del controlador HDL MHRCU.433





	Tarea N°1	Universidad Nacional de Loja
	Por: Armando Patricio Pucha Q.	Carrera de Ingeniería en Electromecánica
	AutoCad2022	Plano de conexión
1E	Escala 1:1	20/11/2023

**Anexo 3.** Costo del módulo HDL MHRCU.433



**Nombre comercial:** SMART BUS AUTOMATIZACION  
S.A.DISTRIBUIDORA MAYORISTA DE SISTEMAS  
ELECTRONICOS DEL ECUADOR

**Razón Social:** SMART BUS AUTOMATIZACION  
S.A.DISTRIBUIDORA MAYORISTA DE SISTEMAS  
ELECTRONICOS DEL ECUADOR

**RUC/Ci:** 1792399610001

**Dirección:**CALDERON CARAPUNGO / AUGUSTO  
SALCEDO E11-115 Y JULIO RAMOS

**Correo:** facturacion@smartbusecuador.com

**Teléfono:** 0939958863

**Cliente:**

AGUIRRE REYES & VIDAL INGENIERIA Y CONSTRUCCION  
CONSTRU IT C

**CIRUC:**

1191748812001

**Dirección:**

DAQULEMA S/N Y CARAN SHYRIS

**Teléfono:**

986978561.0

**Fecha Emisión:**

06/06/2023

#	Item	Cantidad	Precio	%Desc	Desc	Subtotal
1	RCU HOTEL GUEST ROOM CONTROL - HDL-MHRCU.433	1.00 Unid.	\$582.00	20.00%	\$116.40	\$465.60

**Información Adicional**

**Descripción:** VALIDEZ DE LA COTIZACION: 15 DIAS FORMA DE PAGO:  
100% EFECTIVO Stock de Equipos sujeto a verificación al  
momento de realizar la compra. El costo del envío será asumido  
por la empresa SMARTBUS S.A. El envío de equipos se realiza  
por transportes Enetsa, si prefiere utilizar otro transporte, el  
costo será asumido por el cliente Si desea asegurar su envío  
podemos realizarlo con transportes Enetsa (Valores que serán  
asumidos por el cliente previa confirmacion) Gracias por su  
preferencia. SMARTBUS ECUADOR - Ideas Inteligentes

**Referencia:** COTIZACION DE EQUIPOS

**Usuario:** GABRIELA LÓPEZ

Descuento:	\$116.40
Subtotal 12 %:	\$465.60
Subtotal 0%:	\$0.00
IVA:	\$55.87
Total:	\$521.47
Saldo:	\$521.47

**Anexo 4.** fotografías de la construcción del prototipo del sistema domótico.

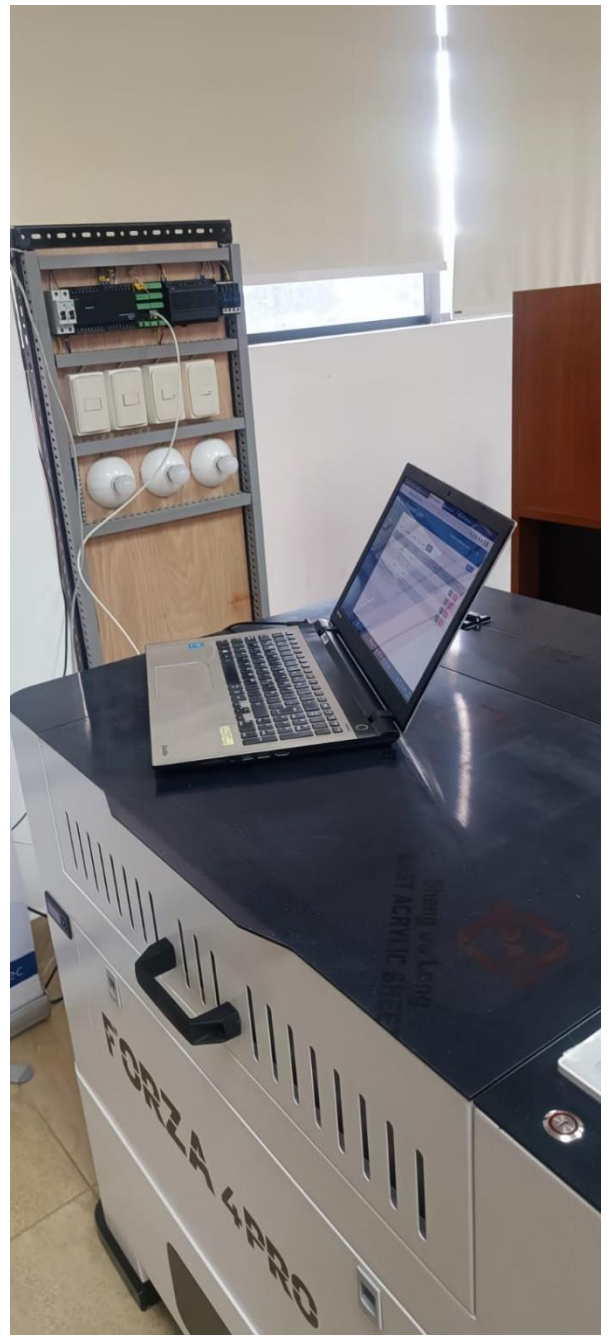


**Figura 62.** Armado de estructura del prototipo



**Figura 63.** Instalación de accesorios y equipos eléctricos





**Figura 64.** Programación del aplicativo para el sistema domótico

**Anexo 5.** Certificado de traducción del resumen

Certificado de traducción

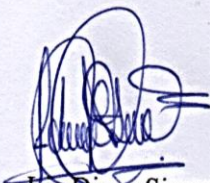
Loja. 13 de diciembre del 2023.

Yo, Lic. Diana del Carmen Simancas Medina, con cedula de identidad 1104090137, en mi calidad de Licenciada en Ciencias de la Educación en la especialidad de Idioma Inglés con capacidades que pueden ser aprobadas a través de la certificación de conocimiento del inglés,

**CERTIFICO:**

Que tengo el conocimiento y dominio de los idiomas español e inglés y que la traducción del trabajo de titulación: **"METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DE SISTEMAS DOMÓTICOS PARA VIVIENDAS"** de autoría del estudiante **ARMANDO PATRICIO PUCHA QUIZHPE** con cedula de identidad **1105210742**. Es verdadero y correcto a mi mejor saber y entender.

Atentamente,



Lic Diana Simancas M.

**Docente de Inglés**

**Nro. Registro Senescyt 1008-07-776648**