



**Diseño e Implementación de un sistema de entrenamiento Domótico controlado
mediante el software Iridium**

Suntasig Porras, Daniela Alejandra

Departamento de Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones

Carrera de Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera en Electrónica,
Automatización y Control

Ing. Gordillo Orquera, Rodolfo Xavier, PhD.

Mayo del 2021



Document Information

Analyzed document	SuntasigD_TrabajoTitulación.pdf (D106946929)
Submitted	5/28/2021 10:19:00 PM
Submitted by	Gordillo Orquera Rodolfo Xavier
Submitter email	rxgordillo@espe.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	rxgordillo.espe@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / SISTEMA DE ENTRENAMIENTO EN REDES INDUSTRIALES.docx Document SISTEMA DE ENTRENAMIENTO EN REDES INDUSTRIALES.docx (D21285571) Submitted by: hrtiz@espe.edu.ec Receiver: hrtiz.espe@analysis.arkund.com	 8
SA	Implementación de un sistema inmótico.pdf Document Implementación de un sistema inmótico.pdf (D47894883)	 1
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Gallardo Villacis.docx Document Gallardo Villacis.docx (D30246894) Submitted by: caponce@espe.edu.ec Receiver: caponce.espe@analysis.arkund.com	 22
SA	1418373743_962__Domotica%252B-%252BChristopher%252BLoor%252BGarcia.pdf Document 1418373743_962__Domotica%252B-%252BChristopher%252BLoor%252BGarcia.pdf (D12630328)	 1
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Tesis_Perez_Villavicencio.docx Document Tesis_Perez_Villavicencio.docx (D78213052) Submitted by: hrtiz@espe.edu.ec Receiver: hrtiz.espe@analysis.arkund.com	 5
W	URL: https://docplayer.es/75093354-Escuela-tecnica-superior-de-ingenieros-industriales-y-de-telecomunicacion-ingeniero-tecnico-industrial-electrico.html Fetched: 9/14/2020 9:20:48 AM	 1



Firmado electrónicamente por:
 RODOLFO XAVIER
 GORDILLO ORQUERA



**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL**

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación, **"Diseño e Implementación de un sistema de entrenamiento Domótico controlado mediante el software Iridium"** fue realizado por la señorita **Suntasig Porras Daniela Alejandra**, el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 31 de mayo del 2021

Firma:



Firmado digitalmente por:
**RODOLFO XAVIER
GORDILLO ORQUERA**

.....
ING. GORDILLO ORQUERA RODOLFO XAVIER, PHD.
C. C: 1001510203



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **Suntasig Porras Daniela Alejandra**, con cédula de ciudadanía N° 171880198-6, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Diseño e Implementación de un sistema de entrenamiento Domótico controlado mediante el software Iridium**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Sangolquí, 31 de mayo del 2021

Firma

SUNTASIG PORRAS DANIELA ALEJANDRA

C.C.: 171880198-6



DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo, **Suntasig Porras Daniela Alejandra**, con cédula de ciudadanía N° 171880198-6, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Diseño e Implementación de un sistema de entrenamiento Domótico controlado mediante el software Iridium**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Sangolquí, 31 de mayo del 2021

Firma

SUNTASIG PORRAS DANIELA ALEJANDRA

C.C.: 171880198-6

DEDICATORIA

A mis padres Patricio y Norma, quienes con su amor y paciencia me han acompañado a lo largo de este camino para alcanzar mi objetivo.

A mi hermano Enrique, quien ha sido mi compañero de aventuras y me ha brindado todo su apoyo y complicidad siempre.

A mi abuelita Emilia, por ser mi más grande ejemplo de fortaleza y amor incondicional a quien admiraré toda mi vida por la grandeza de su corazón.

Daniela Suntasig

AGRADECIMIENTO

A mi padre Patricio, quien me ha dado su apoyo de manera incondicional con su fortaleza y palabras sabias para poder sobrellevar cada obstáculo que se me presenta.

A mi madre Norma, mi mejor amiga quien me ha acompañado todos los días de mi vida, por darme la fuerza necesaria para seguir adelante.

A mi hermano Enrique, por ser mi motivación e inspiración.

A todos quienes formaron parte de este gran camino, brindándome su amistad y apoyo.

A la familia de SMARTBUS AUTOMATIZACIÓN S.A, un agradecimiento especial por confiar en mí y permitirme realizar el desarrollo de mi proyecto de investigación.

Finalmente, agradezco a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE y sus maestros por brindarme la oportunidad de formarme como profesional lo cual me permitirá cumplir con mis sueños.

Daniela Suntasig

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIÓN	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA	4
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN.....	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO	7
ÍNDICE DE TABLAS.....	14
ÍNDICE DE FIGURAS.....	15
RESUMEN	17
ABSTRACT	18
CAPÍTULO I	19
INTRODUCCIÓN	19
Antecedentes.....	19
Justificación e Importancia	22
Alcance	23
Objetivos.....	26
Objetivo General	26
Objetivos Específicos.....	26
CAPÍTULO II	27
FUNDAMENTOS TEÓRICOS	27
Historia de la domótica.....	27
Requisitos de un sistema domótico	29

Sistemas de entrenamiento.....	31
Iluminación	32
Audio	32
Cortinas	33
Escenas.....	33
Seguridad	33
Normas para tableros de entrenamiento	34
Norma IEC – 61439	34
Protocolos de comunicación domóticos.....	34
Protocolos estándares	34
Protocolos propietarios	35
Topologías de red.....	35
Topología en Anillo	36
Topología en Bus	36
Topología en Estrella	37
Topología en Árbol.....	37
Topología punto a punto	38
Topología mixta.....	38
Software de desarrollo Iridium	39
CAPÍTULO III	44
INTRODUCCIÓN A BUSPRO	44

	10
Descripción general del sistema Buspro.....	44
Principios de funcionamiento de un sistema Buspro	45
Léxicos	45
Estructura de la red del sistema Buspro.....	46
Diseño del cable Buspro.....	46
Subred de un sistema Buspro.....	48
Red LAN del sistema Bus pro.....	48
Control inteligente de un sistema Buspro	49
Topología del sistema Buspro	49
Protocolo de comunicación de Buspro	50
Diagrama del sistema para un tablero de distribución	51
Ventajas y casos de uso del sistema Buspro	51
Ventajas.....	51
Casos de Uso.....	53
CAPÍTULO IV	54
DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO	54
Diseño del sistema de entrenamiento doméstico	54
Descripción general de la estructura sistema de entrenamiento doméstico	55
Beneficios para el usuario.....	55
Equipos HDL.....	56
Fuente de poder MSP750.431.....	56

	11
Características técnicas.....	56
Módulo compacto MHRCU.433	57
Características Técnicas	58
Módulo Lógico MCLog.431	58
Características Técnicas	59
Módulo DMX MC-48IPDMX_431	60
Características Técnicas	61
Sistema de Audio MZBOX – A50B.30.....	61
Características Técnicas	62
Driver DMX.....	63
Características Técnicas	63
Botonera DLP MPL8.48	64
Características Técnicas	65
Sensor 12 en 1 MS12.2C.....	65
Características Técnicas	67
Accesorios	67
Implementación del sistema de entrenamiento	68
Dimensionamiento de la estructura del sistema de entrenamiento	68
Distribución de los elementos	69
Primera sección	71
Segunda sección	73

	12
Cableado y etiquetado	74
Dimensionamiento de cables y circuitos de protección	75
Calculo del circuito de protección termo magnético	75
Dimensionamiento del cable	76
Listado de componentes	78
Diseño de la Interfaz Iridium.....	78
Navegación en la Interfaz Iridium	80
Pantalla principal.....	80
Pantalla Dimmer	81
Pantalla RGB	82
Pantalla Escenas	82
Pantalla Cortina	83
CAPITULO V.....	85
EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO.....	85
Pruebas.....	85
Resultados.....	87
CAPITULO VI.....	91
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
Conclusiones	91
Recomendaciones.....	92
BIBLIOGRAFÍA.....	93

ANEXOS 95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Protocolos estándares de Domótica	34
Tabla 2	Protocolos propietarios de Domótica.....	35
Tabla 3	Definición de terminal cable HDL Buspro	47
Tabla 4	Definición de terminal cable CAT5 (UTP).....	47
Tabla 5	Conexión del cable Buspro	50
Tabla 6	Características técnicas fuente de poder	56
Tabla 7	Características técnicas módulo lógico	58
Tabla 8	Características técnicas módulo lógico, (HDL, 2020)	59
Tabla 9	Características técnicas controlador DMX, (HDL, 2020)	61
Tabla 10	Características técnicas controlador DMX	62
Tabla 11	Características técnicas Driver DMX.....	63
Tabla 12	Características técnicas Botonera DLP, (HDL, 2020)	65
Tabla 13	Características técnicas Sensor 12 en 1, (HDL, 2020)	67
Tabla 14	Función y número de puertos de los equipos del primer cuadrante...	71
Tabla 15	Función y número de puertos de los equipos del segundo cuadrante	72
Tabla 16	Función y número de puertos de los equipos del segundo cuadrante	73
Tabla 17	Función y número de puertos de los equipos del segundo cuadrante	74
Tabla 18	Listado de componentes del Sistema de entrenamiento domótico	78
Tabla 19	Descripción escenas programadas en el sistema de entrenamiento domótico.....	82
Tabla 20	Escala para funcionalidad Sistema de entrenamiento domótico	85
Tabla 21	Matriz de funcionalidad del Sistema de entrenamiento domótico	86
Tabla 22	Puesta en marcha sistema de entrenamiento domótico	89

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Topología en anillo	36
Figura 2 Topología en Bus	36
Figura 3 Topología en estrella	37
Figura 4 Topología en Árbol	38
Figura 5 Topología punto a punto	38
Figura 6 Topología Mixta	39
Figura 7 Red LAN Buspro.....	49
Figura 8 Topología del Sistema Buspro	50
Figura 9 Diagrama del Sistema para tablero de distribución	51
Figura 10 Fuente de poder MSP750.431	56
Figura 11 Módulo compacto MHRCU.433,	58
Figura 12 Módulo lógico.....	59
Figura 13 Controlador DMX MC-48IPDMX_431	61
Figura 14 Sistema de audio MZBOX.....	62
Figura 15 Driver DMX	¡Error! Marcador no definido.
Figura 16 Botonera DLP MPL8.48	65
Figura 17 Sensor 12 en 1 MS12.2C	67
Figura 18 Actuadores.....	68
Figura 19 Dimensionamiento estructura física (vista frontal – vista trasera).....	69
Figura 20 Distribución de elementos	70
Figura 21 Distribución de los equipos en el primer cuadrante.....	71
Figura 22 Distribución de los equipos en el segundo cuadrante	72
Figura 23 Distribución de los equipos en el tercer cuadrante.....	72
Figura 24 Distribución de los equipos en la segunda sección	73
Figura 25 Diámetro de cable AWG, fuente (Legrand, 2013)	77

Figura 26 Entorno de trabajo Iridium	80
Figura 27 Pantalla principal de navegación interfaz	81
Figura 28 Pantalla DIMMER	81
Figura 29 Pantalla RGB	82
Figura 30 Pantalla ESCENAS	83
Figura 31 Pantalla CORTINA	84
Figura 32 Evaluación Sistema de entrenamiento domótico.....	88

RESUMEN

El presente proyecto está enfocado en el diseño e implementación de un sistema de entrenamiento Domótico utilizando equipos de la marca HDL que maneja un protocolo de comunicación Buspro para generar el interés de los usuarios y estudiantes en el área de Domótica simulando escenarios reales que se pueden presentar en un proyecto domótico residencial, comercial u hotelero. El proyecto se realizó en tres etapas, la primera etapa es el diseño del sistema de entrenamiento que comprende desde el diseño de la estructura, la distribución de equipos domóticos y equipos de seguridad; la segunda etapa es la implementación de la estructura del sistema de entrenamiento, equipos domóticos y de seguridad y la conexión interna entre todos los equipos y elementos de manera física y la tercera etapa consiste en la puesta en marcha del sistema de entrenamiento para verificar su correcto funcionamiento a través de pruebas mediante las cuales se determinó que el sistema de entrenamiento se encuentra en óptimo estado para el uso de estudiantes o usuarios interesados en el área de Domótica, adicionalmente se realizó manuales de usuario del manejo del sistema de entrenamiento y el software de configuración de los equipos.

PALABRAS CLAVE

- **SISTEMA DE ENTRENAMIENTO**
- **DOMÓTICA**
- **HDL**
- **BUSPRO**

ABSTRACT

The present project is focused on the design and implementation of a Domotics training system using HDL brand equipment that handles a Buspro communication protocol, to generate the interest of users and students in the Domotics area by simulating real scenarios that can be present in a residential, commercial or hotel domotics project. The project was carried out in three stages, the first stage is the design of the training system that includes from the design of the structure, the distribution of domotics equipment and security equipment; the second stage is the implementation of the structure of the training system, domotics and security equipment and the internal connection between all the equipment and elements in a physical way and the third stage consists of the start-up of the training system to verify the correct operation through tests by which it was determined that the training system is in optimal condition for the use of students or users interested in the area of Domotics, additionally user manuals were developed for the management of the training system and the software of equipment configuration.

KEY WORDS:

- **TRAINING SYSTEM**
- **DOMOTIC**
- **HDL**
- **BUSPRO**

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan los antecedentes, justificación e importancia, el alcance y los objetivos del proyecto de investigación los mismos que permiten conocer cómo se desarrolló el sistema de entrenamiento domótico.

Antecedentes

Al definir el término Domótica, “Referido a la ciencia y a los elementos desarrollados por ella que proporcionan algún nivel de automatización o automatismo dentro de una vivienda” (Soláns Campo, 2005).

Y al referirse a la automatización de sistemas más grandes que abarcan edificios o inmuebles se denomina Inmótica, que se define como “a la gestión técnica orientada a los grandes edificios como hoteles, museos, oficinas, bancos, almacenes, etc.” (Henao Merchán, 2006).

Al hablar de Domótica como objetivo principal de la misma se pretende mejorar el estilo de vida del usuario brindándole mayor comodidad en su hogar, para esto uno de los mejores equipos de automatización que existe de gama alta en nuestro país son de la marca HDL la cual nos permite automatizar e integrar diferentes sistemas domóticos.

HDL es una empresa fundada en 1985, especializada en la producción y venta de equipos domóticos para realizar AMBIENTES INTELIGENTES. El lema de HDL, Heigth Dedicated Leading, significa que todos los productos de HDL son líderes dentro de la gama alta de la Domótica. Es por esto que tiene una gran acogida en el campo de sistemas de control de iluminación y sistemas de control domóticos e inmóticos.

El manejo de estos equipos permite una completa solución de automatización residencial, comercial u hotelera en las que se incluye:

- Automatización de iluminación.
- Control de cortinas – persianas.
- Control de aire acondicionado o calefacción.
- Control e instalación de iluminación LED.
- Control de audio centralizado.
- Control de electrodomésticos.
- Control de ahorro energético.
- Elevadores de TV y proyectores.
- Sistemas de seguridad.
- Control a través de vía remota de las instalaciones a través de smartphones, ipads con cualquier sistema operativo.

Manejar equipos HDL para crear un sistema domótico es realmente simple y flexible para el instalador, programador y usuario final ya que se ajusta a todos los presupuestos y necesidades según el estilo de vida de los usuarios y tiene una variedad de líneas que permiten facilitar el tipo de conexión que se desee realizar como:

- HDL Buspro que refiere a un sistema cableado en donde los equipos HDL se conectan mediante un bus de datos.
- HDL Buspro Wireless que refiere a un sistema conectado en red.
- KNX.

El sistema de conexión con mayor acogida es HDL Buspro por que maneja un sistema abierto que permite la integración y desarrollo con varios sistemas y protocolos estándar.

El sistema de control inteligente HDL Buspro es un sistema distribuido, que utiliza su propio protocolo de comunicación, puede conectarse con equipos eléctricos convencionales, de modo que los usuarios a través de los paneles, smartphones o

tablets pueden controlar y administrar cada equipo de un sistema; al mismo tiempo, las funciones de sensor y lógica del sistema se pueden combinar para hacer que el sistema ejecute automáticamente tareas relacionadas (HDL, 2020).

En la actualidad los desarrollos tecnológicos en especial en el área de electrónica nos permiten mejorar la calidad de vida proporcionando autonomía, confort, seguridad, mejorar el consumo energético y mayor comunicación.

Los avances en la electrónica, las tecnologías de sensores, actuadores, controladores y las comunicaciones cableadas e inalámbricas permiten el desarrollo exponencial de los ambientes inteligentes. Los entornos inteligentes integran estos dispositivos para obtener conocimientos sobre el medio ambiente y sus habitantes, realizar un tratamiento de las variables obtenidas y aplicar un control de las mismos, de tal manera que se mejore las experiencias de los usuarios con su entorno (Morais, 2015).

Adicionalmente para que un sistema Domótico tenga una buena acogida es importante considerar la aceptación por parte de los usuarios, por eso se debe manejar una interfaz de usuario la cual permita la interacción entre el humano y los sistemas o dispositivos domóticos permitiendo tener acceso y control con facilidad de la residencia, el área comercial o un sistema de hotel, así también, hay que considerar la fácil integración con otros protocolos u otros tipos de comunicación ya sea cableada o Wireless de equipos domóticos, para este desarrollo de la interfaz HDL nos presenta un software llamado Iridium, en donde se puede desarrollar la interfaz de usuario y mediante el cual se puede integrar otros sistemas domóticos.

Iridium es un software que permite realizar una interfaz de usuario para el control y administración de equipos y sistemas de Domótica que se integran con dispositivos HDL, con el cual el usuario puede interactuar a través de diferentes escenarios con facilidad.

Iridium nos permite realizar un control mediante los dispositivos móviles, visualizar el estado de cada escenario creado en el sistema Domótico, integrar equipos que trabajan con diferentes protocolos y estándares, Iridium trabaja con una programación orientada a objetos sin embargo nos permite desarrollar programaciones más complejas dependiendo de las necesidades del usuario y el diseño que se quiera manejar ya que permite desarrollar drivers para integrar soluciones IoT (Internet Of Things) a través de JavaScript.

Justificación e Importancia

En la empresa HDL se oferta certificaciones internacionales que certifica que el usuario conoce un manejo básico para la instalación y programación de equipos HDL sin embargo no dispone de un sistema de entrenamiento compacto (integración de sensores, actuadores, módulos en un solo panel), móvil y ergonómico facilitando al usuario a conocer los equipos y las prestaciones que muestra HDL.

El desarrollo de un sistema de entrenamiento para la facilidad de los usuarios que quieren conocer y trabajar con HDL debe tener requerimientos mínimos como son: el tamaño, la facilidad de manejo y fácil mantenimiento debido a que existe entre 10 a 15 usuarios que se interesan por obtener la certificación en el manejo e instalación de los equipos.

Conocer acerca de los equipos HDL de alta gama en domótica no solo incluye parte teórica y técnica si no también es importante que el usuario realice una práctica en los equipos para su conocimiento y entendimiento, con la realización del sistema de entrenamiento, se facilitará a los usuarios conocer acerca del control de sistemas de iluminación, control de accesos, sistemas de seguridad.

Mediante el sistema de entrenamiento a realizarse; se simulará diferentes escenarios en la automatización e integración de diferentes sistemas eléctricos y

electrónicos dentro de una residencia, área comercial u hoteles los mismo que permitirán el desarrollo de futuros proyectos de implementación.

El objetivo fundamental de implementar el sistema de entrenamiento Domótico con las características anteriormente mencionadas es fomentar el uso de sistemas de automatización en nuestro entorno el cual mejora el estilo de vida de los usuarios en el ámbito residencial, comercial u hotelero así como también en el ámbito estudiantil es importante fortalecer la interacción con estudiantes interesados en el área de Domótica que permita impulsar el desarrollo de habilidades para dar una solución rápida y eficiente de automatización y la familiarización tanto con la Domótica como con los equipos HDL así como también fortalecer las habilidades de instalaciones eléctricas, electrónicas, manejo de redes, desarrollo de aplicativos y programación los cuales serán útiles para su vida profesional dentro de este campo importante en la actualidad.

Alcance

El presente proyecto de investigación consiste en el diseño e implementación de un sistema que permita el entrenamiento en sistemas domóticos, enfocado a usuarios interesados en el manejo, configuración y programación de equipos HDL y para posible uso de estudiantes de Ingeniería Electrónica Automatización y Control de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE. Los componentes a utilizar en el sistema de entrenamiento Domótico son:

- **Fuente de poder MSP750.431**, tendrá puertos de alimentación (110V) y comunicación.
- **Módulo compacto MHRCU.433**, tendrá puertos de alimentación (110V), comunicación, salidas de control, salidas de contacto seco, comunicación RS485, salidas de relé.
- **Módulo Lógico MCLog.431**, tendrá puertos comunicación.

- **Controlador DMX MC-48IPDMX_431**, tendrá puertos comunicación.
- **Sistema de Audio MZBOX – A50B.30**, tendrá puertos de alimentación y entradas de audio.
- **Driver DMX**, tendrá puertos comunicación y conexión a RGB con respectiva alimentación.
- **Botonera DLP MPL8.48**, tendrá puertos comunicación.
- **Sensor 12 en 1 MS12.2C**, tendrá puertos comunicación, salidas de relé y contacto seco.
- **Accesorios varios** (parlantes, interruptor, selector, pulsador, luces piloto, luces dimerizables), tendrá los puertos dependiendo de la configuración de cada elemento.

Se implementará un sistema de entrenamiento compacto, el material de la estructura será de fácil manejo con la finalidad de facilitar el transporte del sistema, las conexiones internas, cableado estará sujeto a normativas internacionales vigentes establecidas por la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) que definen los requerimientos técnicos que deben cumplir con el diseño de un módulo o tablero eléctrico de baja tensión, para que el usuario pueda interactuar con el sistema de entrenamiento domótico y realizar las conexiones se colocará 172 jack banana que son las salidas y entradas de cada equipo que estará en el sistema de entrenamiento domótico, las características nos proporcionan beneficios como: facilidad de mantenimiento, capacidad para futura escalabilidad en Hardware, facilidad de transporte del sistema.

El sistema de entrenamiento permitirá una fácil conexión mediante el software HDL Buspro, el cual permitirá la programación de cada uno de los módulos al igual que su control mediante el software Iridium.

El sistema de entrenamiento maneja un estándar abierto y muy fiable el cual permitirá integrar varios elementos adicionales a los ya existentes, con la finalidad de conseguir un sistema escalable que permite simular diferentes sistemas para el área residencial, comercial u hotelera.

El sistema de entrenamiento permitirá conocer el manejo, configuración y programación de los equipos HDL Buspro así como realizar la conexión por medio del bus de datos para poner en funcionamiento el sistema Domótico para fortalecer las destrezas en el área de Domótica y dar a conocer el beneficio de la implementación de un sistema domótico con equipos de fácil manejo como HDL y para una posible implementación del sistema de entrenamiento en los laboratorios del Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE como complemento didáctico para fortalecer las habilidades de los estudiantes.

Se diseñará un manual de Usuario el cual permita al usuario conocer desde lo más elemental como la configuración y programación básica de los equipos hasta la programación de diferentes sistemas individualizados según la necesidad del usuario.

Los módulos del sistema de entrenamiento tendrán su documentación técnica (datasheets) con el propósito de conocer el conexionado y características básicas de cada equipo.

Al culminar el sistema de entrenamiento Domótico, se garantiza el funcionamiento de todos los módulos y el control de escenas mediante el software Iridium, realizando las pruebas necesarias con la ayuda de usuarios interesados en el manejo de sistemas domóticos con equipos HDL, para posteriormente evaluar el funcionamiento del sistema de entrenamiento.

Es muy importante puntualizar que este proyecto de investigación permite que el usuario conozca de los beneficios de la implementación de sistemas domóticos residenciales, comerciales u hoteleros para el confort, seguridad, mejorar consumo

energético y la comunicación en el medio tecnológico en el cual se desarrolla. Mientras que en el ámbito estudiantil es importante fortalecer la interacción con estudiantes para mejorar las habilidades y competencias de instalaciones eléctricas, electrónicas, manejo de redes, desarrollo de aplicativos y programación los cuales serán útil para su vida profesional dentro del importante campo Domótico y le permitirá adquirir nuevas destrezas y conocimiento.

Se recomienda la implementación del sistema de entrenamiento Domótico en los laboratorios de Eléctrica y Electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE para desarrollo de las habilidades de los estudiantes sin embargo al no ser implementado en los laboratorios por ser requerimiento empresarial no se realizará el desarrollo de guías de práctica, sin descartar la posibilidad de su desarrollo a futuro.

Objetivos

Objetivo General

- Diseñar e implementar un sistema de entrenamiento Domótico controlado mediante el software Iridium.

Objetivos Específicos

- Establecer las mejores características y funcionalidades para cada uno de los componentes de hardware y software necesarios para el diseño e implementación del sistema de entrenamiento Domótico.
- Diseñar un sistema mediante el cual los usuarios y estudiantes realicen las interconexiones entre los equipos de manera rápida y sencilla.
- Diseñar un manual de usuario para la configuración y programación del sistema de entrenamiento Domótico.
- Fomentar en interés de los usuarios y estudiantes en el área de Domótica con uso de tecnología de la marca HDL.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En este capítulo se presentan los principios teóricos necesarios para la conocer acerca de la Domótica, cómo ha sido su desarrollo y los beneficios que nos proporciona en la actualidad, se detallan también los protocolos de comunicación, topologías de red que existen en un sistema domótico, acerca de las características de un sistema de entrenamiento y los principios teóricos del software Iridium.

Historia de la domótica

Muchos dispositivos domésticos ahora tienen WiFi y pueden interactuar con otros dispositivos domésticos, aplicaciones para teléfonos inteligentes y computadoras domésticas. Un problema es que estos dispositivos no pueden comunicarse entre sí o requieren un dispositivo adicional para hacerlo y necesitan una aplicación individual en el teléfono inteligente para ser controlado. La mejor opción es unificar estos dispositivos en un programa/dispositivo que los controle. Como ejemplo, se puede controlar las luces, microondas, horno, tv, aire acondicionado y cerraduras de las puertas a través de una sola aplicación en el teléfono inteligente. Esto le da al consumidor más control de su hogar, les permite establecer condiciones para cuando las luces se encienden, o si están de camino a casa, precalentar el horno antes de llegar a casa. Por lo tanto, la domótica puede simplificar muchas acciones manuales para mejorar el estilo de vida.

Los hogares inteligentes constituyen una rama de la computación omnipresente que implica la incorporación de la inteligencia en las viviendas para la comodidad, la atención médica, la seguridad, la seguridad y la conservación de la energía. La automatización temprana del hogar comenzó con máquinas de ahorro de mano de obra. Los electrodomésticos autónomos con energía eléctrica o gaseosa se hicieron viables en la década de 1900 con la introducción de la distribución de energía eléctrica y

condujeron a la introducción de lavadoras (1904), calentadores de agua (1889), refrigeradores, máquinas de coser, lavavajillas y secadoras de ropa.

La Domótica nació alrededor de la década de 1970, y apareció el primer lote de equipos automatizados basados en la tecnología X-10. Inicialmente, estos equipos se enfocaron en ahorrar energía y en el uso de sensores y termostatos como elementos principales que permitían el ajuste de temperatura lo cual despertó la atención y gran interés por parte de la gente (Huidobro Moya & Millán Tejedor, 2004).

En 1975, se creó la principal informatización doméstica ampliamente útil, X10. X10 es un protocolo de comunicación para dispositivos electrónicos. Básicamente utiliza cableado de transmisión de energía eléctrica para la señalización y el control, donde los signos incluyen breves explosiones de recurrencia de radio de información avanzada, y sigue siendo el más ampliamente disponible (Rye, 1999).

En 1978, los elementos X10 incorporaron un soporte de carga, un módulo de luz y un módulo de aparatos. Poco después llegó el módulo del interruptor divisor y el reloj primario X10. En 2012, en Los Estados Unidos, como indica ABI Research, se instalaron 1,5 millones de marcos de mecanización en el hogar (Sharda R. Katre, 2017) (1.5 Million Home Automation Systems Installed in the US This Year, s.f.).

Hay tres generaciones de domótica:

Primera generación: innovación remota con servidor intermediario, por ejemplo, robotización ZigBee. Segunda generación: la capacidad intelectual artificial controla los dispositivos eléctricos, por ejemplo, Amazon Echo; Tercera generación: amigo robot que se asocia con humanos, por ejemplo, Robot Rovio, Roomba, NAO.

Un hogar inteligente es una aplicación de computación que permite mejorar el estilo de vida del usuario dando varios beneficios. "El concepto de hogar inteligente es la integración de diferentes servicios dentro de un hogar mediante el uso de un sistema

de comunicación común. Asegura un funcionamiento económico, seguro y cómodo del hogar e incluye un alto grado de funcionalidad inteligente y flexibilidad" (Rudolf, 1992).

"Un hogar lo suficientemente inteligente como para ayudar a los habitantes a vivir de forma independiente y cómoda con la ayuda de la tecnología se denomina hogar inteligente. En un hogar inteligente, todos los dispositivos mecánicos y digitales están interconectados para formar una red, que puede comunicarse entre sí y con el usuario para crear un espacio interactivo" (Sampath, 2006).

Teniendo en cuenta las tendencias actuales en la investigación inteligente en el hogar, podemos definir el hogar inteligente como una aplicación de computación que es capaz de proporcionar servicios automatizados o de asistencia conscientes del contexto del usuario en forma de inteligencia ambiental, control remoto del hogar o domótica (Sharda R. Katre, 2017).

Requisitos de un sistema domótico

En el diseño del sistema de domótica, hay ciertos requisitos técnicos como seguridad, fiabilidad, latencia y consumo de energía que se deben tener en cuenta para crear un sistema eficaz y eficiente.

La seguridad es siempre uno de los problemas más importantes en el diseño del sistema. Confidencialidad, autenticación y accesibilidad del sistema, etc., hay varias características en el diseño del sistema de domótica que se debe considerar.

La confidencialidad significa que todos los datos del usuario, los datos de los equipos del usuario deben estar bien almacenados y nadie más que el usuario o administrador del sistema puede tener acceso a ellos.

La autenticación debe realizarse en el control de los dispositivos, desde la puerta de enlace del dispositivo que maneja la comunicación con los otros dispositivos del sistema y el usuario o desde el servidor en la nube indirectamente. Los dispositivos

deben poder autenticar y asegurar que se puede manejar el sistema domótico con confiabilidad.

La accesibilidad a los dispositivos y al servidor en la nube es importante. Atascar el canal inalámbrico del dispositivo y la denegación de servicio al servidor en la nube dará lugar a la inaccesibilidad del sistema domótico.

La fiabilidad de los dispositivos domóticos y el sistema de domótica es importante. La fiabilidad del dispositivo se limita a las interferencias y distorsiones de las señales de radio. En un producto de sistema de domótica comercial, habrá muchos usuarios. Por lo tanto, una plataforma de servidor en la nube confiable es un problema clave. La elección de una buena plataforma en la nube junto con un servicio relativo simplificará mucho el trabajo.

La latencia es lo que el usuario puede experimentar directamente. La latencia en un sistema domótico está formada por el tiempo de procesamiento en dispositivos, puerta de enlace doméstica, servidor en la nube, así como el tiempo de transmisión de señal. El ancho de banda del canal que utilizan los dispositivos limitará la latencia. El mecanismo de retransmisión entre el dispositivo y la puerta de enlace o la puerta de enlace entre el servidor en la nube hará que la latencia total de un comportamiento de usuario difiera mucho.

Es necesario tener en cuenta el consumo de energía, especialmente para aquellos dispositivos inalámbricos de la red del sistema domótico.

La duración de la batería es un parámetro estricto de los dispositivos inalámbricos. Una buena duración de la batería a su vez aumentará la fiabilidad y la latencia del sistema.

El dispositivo de baja potencia puede aumentar el tiempo de transmisión, causando la pérdida de paquetes o incluso perder la conexión con el gateway.

Sistemas de entrenamiento

Un sistema de entrenamiento es una especie de tablero, que se caracteriza por permitir a los usuarios a elegir y operar equipos de acuerdo al tipo de sistema que se va a utilizar. De esta manera, pueden realizar diversos tipos de ejercicios para simular el entorno real y aprender a reconocer, manejar, predecir y corregir las posibles fallas que puede presentar un equipo o un sistema en general en el entorno real que podría causar una gran cantidad de problemas al momento de la implementación. Estos sistemas de entrenamiento le permiten al usuario trabajar de manera independiente, porque cada sistema funciona independientemente de los demás (Pérez Mayorga & Villavicencio Catota, 2020).

Entre las características que se destacan y que debe tener un sistema de entrenamiento para su correcto funcionamiento son:

- Estructura ergonómica.
- Facilidad de mantenimiento.
- Escalable.
- Facilidad de movimiento.
- Protecciones eléctricas y físicas.
- Independiente.

Existen varios tipos de sistemas de entrenamiento los cuales permiten al usuario aprender e interactuar con los equipos que componen los sistemas de entrenamiento, en el campo técnico existen sistemas de entrenamiento como:

- Sistemas de entrenamiento para PLC.
- Sistemas de entrenamiento para Redes Industriales.
- Sistemas de entrenamiento para Control de Procesos.
- Sistemas de entrenamiento para Control Industrial.

- Sistemas de entrenamiento para Neumática.
- Sistemas de entrenamiento para Mecánica.
- Sistemas de entrenamiento para Domótica.

En el área de Domótica existen módulos de entrenamiento en el mercado que utilizan el protocolo X-10, los cuales su funcionamiento es mediante la transmisión de datos mediante la red eléctrica y radiofrecuencia para enviar órdenes y que el sistema funcione de manera automática.

Para el funcionamiento correcto de los sistemas de entrenamiento domóticos del mercado X-10, es necesario conocer los principios básicos de funcionamiento y conexión de los sistemas de iluminación, audio, cortinas, escenas y seguridad.

Iluminación

En un sistema domótico implementado de manera residencial, comercial u hotelera se enfoca en el control de encendido, apagado, temporización y niveles de luminosidad proveniente de una lámpara los cuales pueden ser controlados mediante comandos de voz, previa programación para una escena en específico o por una red local.

El beneficio principal de realizar un control de iluminación es el ahorro energético ya que el usuario puede controlar las luces desde cualquier punto donde se encuentre ya sea fuera o dentro del sistema domótico.

Audio

Los sistemas de audio en un sistema domótico permite controlar el tipo de entrada de audio que se requiere en sistema domótico ya sea música, grabaciones, alarmas o una combinación de escenarios musicales dependiendo el gusto del usuario, el control de audio se puede controlar desde cualquier habitación y el usuario puede colocar música de entrenamiento, relajación o simplemente omitir el audio del sistema

domótico por el tiempo determinado. El usuario puede seleccionar distintas fuentes de entrada (tablets, servidores de audio, bluetooth, celulares, usb) para el audio las mismas que pueden ser controladas mediante aplicaciones móviles o la interfaz de usuario.

Cortinas

Las cortinas en un sistema domótico se controlan a través de los motores eléctricos de éstas, los mismos que permiten una apertura o cierre total o parcial de la cortina en cada habitación en donde exista este sistema.

Escenas

Una escena es el conjunto de varios sistemas que se pueden controlar para formar un solo evento con una programación y requerimiento previo estas combinaciones son entre todas las prestaciones que nos proporciona el sistema domótico implementado (iluminación, audio, cortinas, seguridad, etc.), las escenas pueden programarse de manera específica solo para un evento o para la totalidad del sistema residencial comercial u hotelero implementado para el confort y reducción de consumo energético.

Seguridad

La seguridad es el beneficio principal de la Domótica y es muy importante ya que abarca diferentes aspectos como bienestar familiar o personal o simplemente para el cuidado de los bienes del inmueble. Para implementar un sistema de seguridad la Domótica nos permite controlar las regulaciones de temperatura, alarmas, información de inundación, incendio o eventos que pueden causar daño al inmueble.

Para poder utilizar elementos tales como alarma que puede notificar si existe alguna novedad mediante información a la aplicación móvil o a nuestra interfaz de control, se realiza la programación requerida utilizando sensores, actuadores y control

de accesos los cuales nos permiten bloquear o desbloquear los diferentes equipos y sistemas inteligentes que se encuentran en el sistema domótico (Pérez Mayorga & Villavicencio Catota, 2020).

Normas para tableros de entrenamiento

Norma IEC – 61439

La Norma IEC-61439 es un estándar definido por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) destinado a garantizar la concepción óptima y el buen funcionamiento de tableros armados.

Aborda todos los temas relacionados con un Tablero Eléctrico desde sus características mecánicas, operacionales y funcionales, hasta las condiciones de transporte, guardado e instalación. Se aplica a tableros eléctricos de baja tensión con una tensión nominal máxima de 1000V en corriente alterna o 1500V en corriente continua (Legrand, 2013)

Protocolos de comunicación domóticos

Un sistema domótico utiliza un protocolo de comunicación, que es el formato con el que se envían y reciben los mensajes por dispositivos y elementos de control del sistema para comunicarse entre sí para que exista el correcto intercambio de comunicación (Huidobro Moya & Millán Tejedor, 2010).

Protocolos estándares

En tabla 1 se muestran los protocolos estándares de comunicación domótica.

Tabla 1

Protocolos estándares de Domótica

PROTOCOLO	CARACTERÍSTICA
Lon Works	Conjunto de dispositivos inteligentes que se conectan mediante uno o más medios físicos utilizando un protocolo común.
BACnet	Se comunican entre sí los diferentes equipos inteligentes, creado para edificios.

KNX	Intercambio directo de información para conectar una red inteligente.
X-10	Es el más antiguo de los se usa para una comunicación remota de equipos electrónicos.

Nota: Recuperado de "Educación Tecnológica" por Castiñeda, N. (p. 351).

Protocolos propietarios

En la tabla 2 se muestran los protocolos propietarios de comunicación domótica

Tabla 2

Protocolos propietarios de Domótica

PROTOCOLO	CARACTERÍSTICA
My Home	Creado para realizar funciones de comunicación ZigBee
Lutron	Permite controlar sistemas de iluminación.
GgTrunder	Sincronización con varios dispositivos inteligentes que crea una tecnología de punta.
ModBus	Es un protocolo que permite la conexión con la mayor parte de dispositivos electrónicos.
Buspro	Protocolo que permite la integración con diferentes tipos de comunicación domótica.

Nota: Recuperado de "Las nuevas tecnologías al servicio de los mayores en Domótica" por Soláns Campo, D. Universitat per a Majors.

Topologías de red

La topología de red se refiere a como varios nodos, dispositivos y conexiones de la red están organizados física o lógicamente en relación entre sí (Díaz Morocho & Viscaino Asimbaya, 2016).

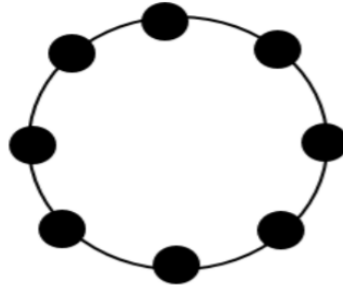
Hay dos enfoques para la topología de red: físico y lógico. La topología de red física, como su nombre indica, hace referencia a las conexiones físicas y las interconexiones entre los nodos y la red: los cables, los cables, etc. La topología de red lógica es un poco más abstracta y estratégica, refiriéndose a la comprensión conceptual de cómo y por qué la red está organizada tal como es, y cómo los datos se mueven a través de ella.

Topología en Anillo

La topología de anillo es donde los nodos están dispuestos en un círculo (o anillo). Los datos pueden viajar a través de la red del anillo en una dirección o en ambas direcciones, con cada dispositivo teniendo exactamente dos dispositivos adjuntos.

Figura 1

Topología en anillo

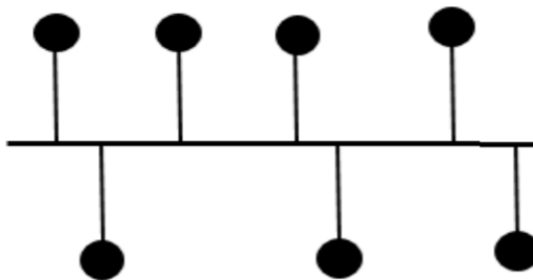


Topología en Bus

Una topología de bus orienta todos los dispositivos de una red a lo largo de un solo cable que se ejecuta en una sola dirección de un extremo de la red al otro, razón por la cual a veces se denomina "topología de línea" o "topología de estructura básica". El flujo de datos en la red también sigue la ruta del cable, moviéndose en una dirección.

Figura 2

Topología en Bus

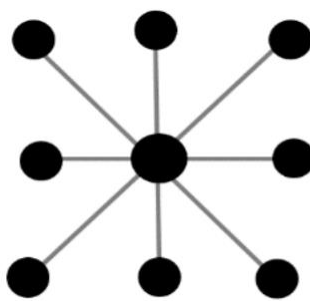


Topología en Estrella

Se establece una topología estrella, la topología más común, por lo que cada nodo de la red está conectado directamente a un hub central a través de cable coaxial, par trenzado o de fibra óptica. Actuando como servidor, este nodo central administra la transmisión de datos, ya que la información enviada desde cualquier nodo de la red tiene que pasar a través del hub central para llegar a su destino, y funciona como repetidor, lo que ayuda a evitar la pérdida de datos .

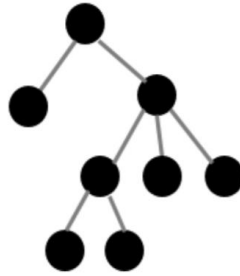
Figura 3

Topología en estrella



Topología en Árbol

La estructura de topología de árbol obtiene su nombre de cómo funciona el nodo central como una especie de tronco para la red, con nodos que se extienden hacia afuera de una manera similar a una rama. Sin embargo, cuando cada nodo de una topología de estrella está conectado directamente al hub central, una topología de árbol tiene una jerarquía padre-hijo de cómo se conectan los nodos. Los conectados al hub central están conectados linealmente a otros nodos, por lo que dos nodos conectados solo comparten una conexión mutua. Dado que la estructura de topología de árbol es extremadamente flexible y escalable, a menudo se utiliza para redes de área amplia para admitir muchos dispositivos de propagación.

Figura 4*Topología en Árbol*

Topología punto a punto

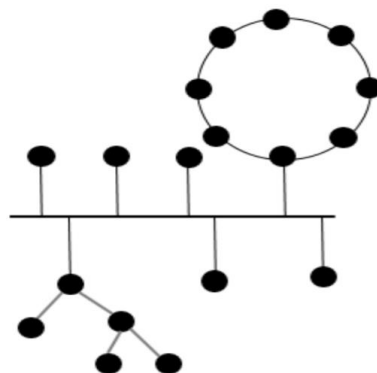
Una topología punto a punto es una estructura intrincada y elaborada de conexiones punto a punto donde únicamente dos nodos están interconectados.

Figura 5*Topología punto a punto*

Topología mixta

La topología mixta combina dos o más estructuras de topología diferentes: la topología en árbol es un buen ejemplo, integrando los diseños de bus y estrella. Las estructuras mixtas se encuentran más comúnmente en empresas más grandes donde los departamentos individuales tienen topologías de red personalizadas adaptadas a sus necesidades y uso de la red.

Figura 6
Topología Mixta



Software de desarrollo Iridium

Iridium es una empresa rusa de Tecnologías de la Información que ha desarrollado software para control de sistemas de automatización, equipos de audio/video y gadgets de IoT. Las aplicaciones desarrolladas por Iridium se utilizan para la automatización residencial y comercial.

El software Iridium permite realizar varias tareas como:

- Permite dibujar e iniciar desde cero una interfaz de control en el teléfono inteligente o tablet.
- Apoya numerosos protocolos de automatización entre ellos a HDL Buspro.
- Permite programar varias lógicas, escenas, o sistemas simples.
- Resuelve un problema de un equipo compatible mediante el uso de Java Script para integrarlo sin inconveniente.
- Resuelve tareas de control a pesar de no estar activada la aplicación gracias al servidor de Iridium, tareas tales como: lógicas, escenas, comunicación entre diferentes equipos, trabaja 24/7 independientemente del lugar donde se encuentre.

El software Iridium es utilizado principalmente por integradores profesionales, personas que crean, instalan, establecen y programan sistemas residenciales, comerciales u hoteleros inteligentes, oficinas inteligentes, cines en el hogar y cualquier automatización.

Los beneficios del desarrollo de una interfaz en el software Iridium es que se puede realizar un control remoto de cualquier proyecto que se haya desarrollado, ya que por medio del servidor podemos observar la funcionalidad de varios proyectos que controla Iridium alrededor del mundo es decir cuando se tiene equipos de diferentes fabricantes que controlan los equipos de ingeniería de un edificio, su sistema de seguridad, dispositivos de audio y vídeo y hay que controlarlo desde un solo dispositivo, o incluso mejor desde una sola aplicación sin límites en la elección del sistema operativo o diseño de la interfaz, además la interfaz debe mostrar el tiempo, transmisión de vídeo desde cámaras IP e intercomunicador, el software Iridium ayuda a resolver los problemas de integración realizando sus principales tareas que son:

- Crear una interfaz de control única cuando los requisitos del usuario van más allá de los límites de plantillas, visualización y lógicas listas.
- Integrarse en un único control de proyectos de sistemas de automatización, equipos audiovisuales y dispositivos IoT.

Cualquier dispositivo basado en iOS, Android, MAC o Windows puede convertirse en panel de control de Iridium a través de su aplicación i3 pro, la aplicación de Iridium i3 pro almacena y lanza proyectos, creados en el estudio iRidium, en un panel de control, el usuario instala en un teléfono inteligente o tablet para controlar un sistema inteligente residencial o comercial.

La aplicación móvil i3 pro consta de varias partes:

- La plataforma, que permite utilizar tales funciones de un dispositivo móvil como módulo GPS, ajustes de brillo, cámara.

- La parte nativa que almacena información sobre el equipo que iRidium puede controlar.
- La parte responsable del procesamiento de la parte visual de un proyecto.

El software Iridium al crear proyecto los puede controlar desde la aplicación móvil, pero necesita un servidor para que almacene a la información de las interfaces creadas, el servidor de Iridium es un producto de software para controlar sistemas de automatización y dispositivos IoT que se pueden iniciar en un PC normal con sistemas operativos Windows o Linux y varias plataformas de hardware. Contiene los mismos controladores que la aplicación i3 pro. Pero añade más funciones gracias a las siguientes capacidades:

- Permite almacenar datos y mostrar gráficos.
- Permite lanzar escenas en cualquier momento, sin importar que la aplicación haya sido iniciada.
- Enviar notificaciones push.
- Se puede utilizar como puerta de enlace para intercambiar datos entre diferentes sistemas de automatización.

Con este tipo de control, el servidor Iridium está conectado al equipo y envía comandos al equipo desde paneles de control, los paneles están conectados al servidor para controlar el equipo a través de él, para obtener comentarios, para descargar el registro y la base de datos.

Los paneles se comunican con el servidor a través de un protocolo Iridium especializado, que proporciona la máxima estabilidad, comunicación rápida entre paneles y un sistema controlado. Todos los paneles funcionan sincrónicamente, tienen

la misma información, el protocolo Iridium permite a los paneles intercambiar datos interiores entre ellos a través del servidor.

Como parte de los componentes de Iridium tenemos Iridium cloud que es un servicio en la nube, con las mismas funciones que la transferencia de Iridium, pero no carga proyectos directamente, los sube a través de Internet. Es necesario para la activación de la licencia y para que el cliente descargue un proyecto en su dispositivo móvil.

Los componentes de Iridium interactúan de la siguiente manera para poder obtener con satisfacción la sincronización de los equipos con la interfaz.

1. Un proyecto se crea en el estudio Iridium.
2. Se carga en el servidor i3 pro o Iridium a través de la transferencia Iridium.
(En este momento el modo de prueba para las pruebas se activa en la nube de Iridium y el servidor i3 pro o Iridium controla el equipo, establecido en el proyecto.)

Después de probar y depurar:

3. Se crea un objeto de automatización en la nube de Iridium. Los proyectos del estudio Iridium se cargan en el objeto.
4. Se compra una licencia o se trabaja con los modos de prueba por tiempo limitado dando acceso a los clientes que van a controlar el proyecto realizado.
5. El proyecto de Iridium cloud llega a un usuario (a la aplicación i3 pro o al servidor Iridium) con una licencia para controlar determinados equipos. Un cliente descarga la aplicación i3 pro en su teléfono inteligente o tableta desde AppStore o GooglePlay, autorizada con su correo electrónico, descarga desde la nube de Iridium un proyecto compartido con él (Iridium, 2008).

Hay 3 maneras de establecer conexión entre un panel y un equipo en Iridium pro:

- Modo de prueba - pruebas por un integrador.
- Modo de prueba - pruebas por un cliente y licencia comercial.
- Uso comercial por parte de un cliente.

Siguiendo los pasos correspondientes y seleccionando el tipo de modo con el que se va a trabajar con el software Iridium se puede realizar el control de los diferentes equipos que se encuentran en un sistema domótico.

CAPÍTULO III

INTRODUCCIÓN A BUSPRO

En este capítulo se presenta la descripción del protocolo de comunicación Buspro, su funcionamiento, características y las ventajas de utilizar este protocolo de comunicación en un sistema domótico.

Descripción general del sistema Buspro

Una solución basada en el sistema HDL Buspro consiste en una red central con conexión a Ethernet y una red de bus bidireccional utilizando cable HDL Buspro.

La red puede tener diferentes topologías incluyendo estrella, árbol y anillo, el sistema de HDL Buspro se adapta a la conexión de punto a punto para que el sistema funcione correctamente con la conexión al sistema domótico.

Al mismo tiempo, el sistema inteligente de HDL tiene una tecnología de control que combina software con el hardware lo que asegura que el sistema pueda obtener la velocidad de transmisión máxima independientemente del número de dispositivos que se encuentre conectados a la red. El sistema Buspro adopta un sistema abierto y un protocolo altamente expandible que permite que el sistema pueda conectarse con otros sistemas de control, como: sistema centralizado, sistema de seguridad, sistema remoto, sistema de control de iluminación, etc.

El sistema Buspro adopta el estándar industrial RS485 cuyo núcleo es un par trenzado que permite la transmisión de datos bidireccional y admite la comunicación bidireccional en tiempo real. El sistema Buspro no maneja una estructura maestra – esclavo. La red se adapta mediante UTP/IP, mientras que el medio de red puede adoptar cable CAT5, cable de fibra o microondas inalámbrico.

Para la implementación de un sistema Buspro debemos tomar en cuenta las características principales que maneja este tipo de comunicación ya evitar fallas en el sistema domótico.

- Cada red tiene una capacidad para 255 subredes.
- Cada subred tiene una capacidad para 255 dispositivos.
- Cada subred está conectada a Ethernet con el Gateway Buspro.
- Voltaje de funcionamiento del sistema es de 24 V DC.
- Tasa de baudios: 9600 bit/s.
- Maneja un sistema de control distribuido.
- La longitud efectiva de un solo cable Buspro es de 1000 metros y puede conectar hasta 64 dispositivos.

Un sistema Buspro completo consta de cinco partes que incluye dispositivos de entrada, dispositivos de salida, dispositivos del sistema, dispositivos auxiliares y software.

- Dispositivos de entrada: push-button panel, touch panel, sensor, etc.
- Dispositivos de salida: módulo relé, dimmer, controlador de cortina, etc.
- Dispositivos de sistema: módulo lógico, módulo de alimentación, gateway (RS232, RS485, TCP/IP), actuador DALI, controlador DMX, etc.
- Dispositivos auxiliares: remoto, amplificador de poder, etc.
- Software: software de sistema (HDL Buspro Setup Tool 2) y aplicaciones (HDL ON, Iridium, Software de monitoreo).

Principios de funcionamiento de un sistema Buspro

Léxicos

- **Escena:** varios dispositivos trabajan en coalición para configurar el ambiente para un escenario.

- **Secuencia:** empareja las escenas de iluminación según una cierta regla u orden, y establecer su tiempo de ejecución o intervalos de escenas.
- **Protocolo IP:** el principal protocolo de comunicaciones de Internet.
- **Dirección IP:** una dirección de protocolo de Internet (dirección IP) es una etiqueta numérica asignada a cada dispositivo conectado a una red informática que utiliza el protocolo de Internet.
- **Bus:** un cable donde varios dispositivos transmiten información basada en protocolo unificado.
- **Dirección MAC:** una dirección de control de acceso a medios, es un identificar único asignado a una interfaz de controlador para usar y ser identificada en la red en comunicaciones dentro de un segmento de red.
- **Subnet:** una red que consta de un cable físico y equipos relacionados y puede intercambiar datos a través del gateway de HDL. Los dispositivos dentro de una subred comparten el mismo ID de subred.
- **LAN:** una red de área local (LAN) es una red informática que sigue el protocolo HDL Buspro e intercambia la información para lograr un intercambio de recursos.

Estructura de la red del sistema Buspro

La red HDL Buspro conecta los dispositivos con un cable al que se le denomina bus de datos y la red puede adoptar una topología como árbol, estrella o combinación de árbol y estrella. El cable par trenzado CAT5 se puede utilizar para transmisión media y fibra óptica o inalámbrica para transmisión a larga distancia.

Diseño del cable Buspro

- Se recomienda conectar menos de 64 dispositivos en un solo cable Buspro.
- La distancia máxima de transmisión de un solo cable es 1000 metros y la cantidad de dispositivos en el cable de bus deben ser tomado en consideración.

- Si la distancia de transmisión supera los 1000 metros, es recomendado usar fibra óptica, inalámbrica u otros métodos.
- Todos los buses se pueden conectar en red o intercambiar datos a través del gateway HDL.
- Se debe considerar el consumo de energía y la caída de voltaje del largo del cable para dispositivos Buspro.
- El módulo de alimentación se debe colocar en el medio del cable.
- El sistema Buspro adopta la conexión punto a punto.

Para realizar la conexión de los equipos HDL se puede utilizar el cable HDL o el cable CAT5, en la tabla 3 se muestra la definición de los terminales que tienen el cable HDL y en la tabla 4 se muestra como se debe unir los pares del cable CAT5 para poder lograr la comunicación con los equipos HDL Buspro.


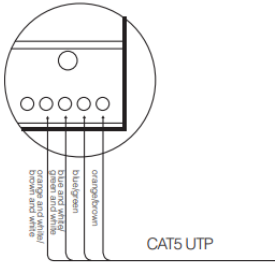



Tabla 3

Definición de terminal cable HDL Buspro

COM		Negro	
DATA-		Blanco	
DATA+		Amarillo	
DC24V		Rojo	

Tabla 4

Definición de terminal cable CAT5 (UTP)

COM		Naranja-blanco / Café-blanco	
DATA-		Azul-blanco / Verde-blanco	
DATA+		Azul / Verde	
DC24V		Naranja / Café	

Subred de un sistema Buspro

El sistema HDL Buspro consta de 1-255 subredes, mientras que cada subred contiene hasta 64 dispositivos.

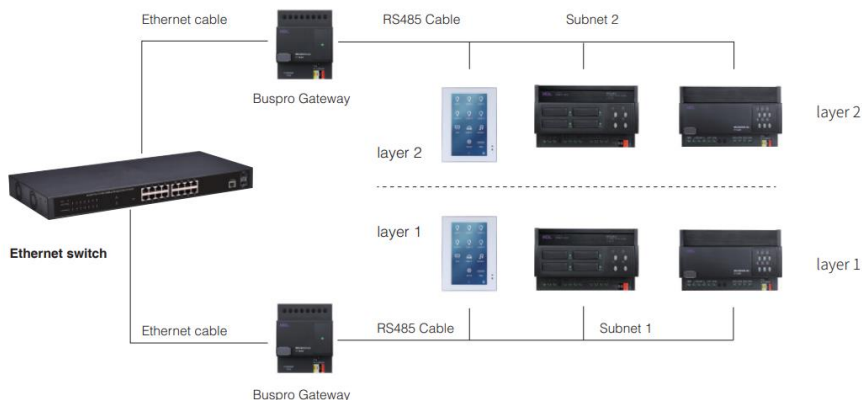
Hay varias subredes en el sistema HDL Buspro que intercambian y se comunican entre ellos a través del gateway HDL. Se establece una subred diferente según áreas en fase de diseño o la construcción esto puede evitar el tráfico innecesario en otras subredes.

Por ejemplo, hay dos pisos en un edificio; los dispositivos de cada piso adoptan diferentes subredes (piso 1 – subred 1, piso 2 – subred 2). Las dos subredes pueden tener intercambio de datos a través del gateway HDL Buspro. Cada uno de ellos se ejecuta de forma independiente y acceder entre sí sin generar tráfico innecesario.

Red LAN del sistema Bus pro

- Se puede conectar diferentes subredes a través de LAN (UDP / IP) a través del gateway Buspro.
- La cantidad de subredes no debe exceder a 255.
- Los medios de red HDL se pueden comunicar mediante cable CAT5, fibra óptica, inalámbrica o microondas.

Figura 7
Red LAN Buspro



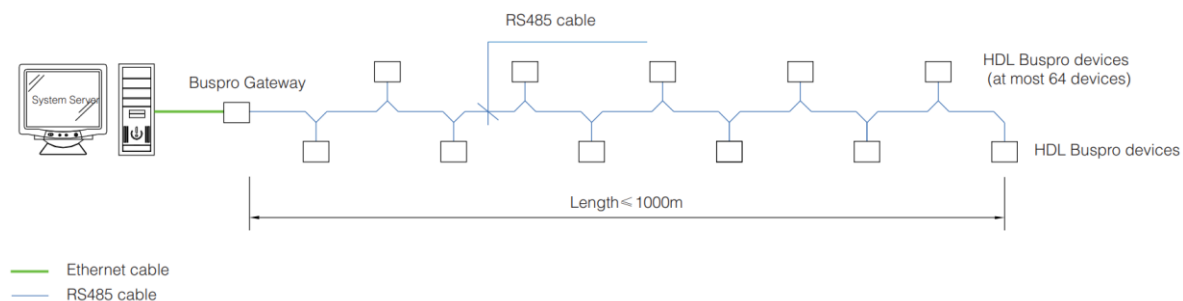
Control inteligente de un sistema Buspro

Topología del sistema Buspro

Cada dispositivo tiene una Subnet ID y un Device ID excepto la fuente de poder, esta combinación hace único a cada dispositivo dentro de toda la red, la capacidad del sistema a implementar es de $255 * 255$ es decir admite hasta 65025 dispositivos conectados a la misma red.

La topología utilizada para la comunicación de los equipos es de PUNTO A PUNTO, es decir que la red responde a un tipo de arquitectura de red en las que cada canal de datos se usa para comunicar únicamente dos nodos.

La topología anillo es permitida pero puede generar problemas en una distribución de equipos robusta porque si dos Subnets son conectadas entre sí por el bus de datos, cuando se genera un comando (orden), éste se quedará circulando en el anillo indefinidamente, lo cual sobrecargará el bus y dará fallo en el sistema, al igual que la conexión estrella no es recomendado en grandes redes como un edificio donde un cable SUBNET puede ser hasta 1km, el cableado siempre produce baja señal de transmisión, resultado de una alta cantidad de ruido (SNR).

Figura 8*Topología del Sistema Buspro***Protocolo de comunicación de Buspro**

Los equipos poseen un puerto Buspro en donde el conector tiene D+, D-, COM y +24V en donde se maneja el bus de datos. Para la conexión del bus de datos se recomienda usar un cable KNX con las siguientes características:

- Cable KNX estándar
- Tasa de transmisión: 9600 bps
- Longitud máxima Subnet: 1200m
- Voltaje del bus: 24Vdc
- Mecanismo de detección de conflictos: CSMA/CD

Todos los dispositivos que se conectan al bus de datos por medio del cable

CAT5 o cable Buspro.

Tabla 5

Conexión del cable Buspro

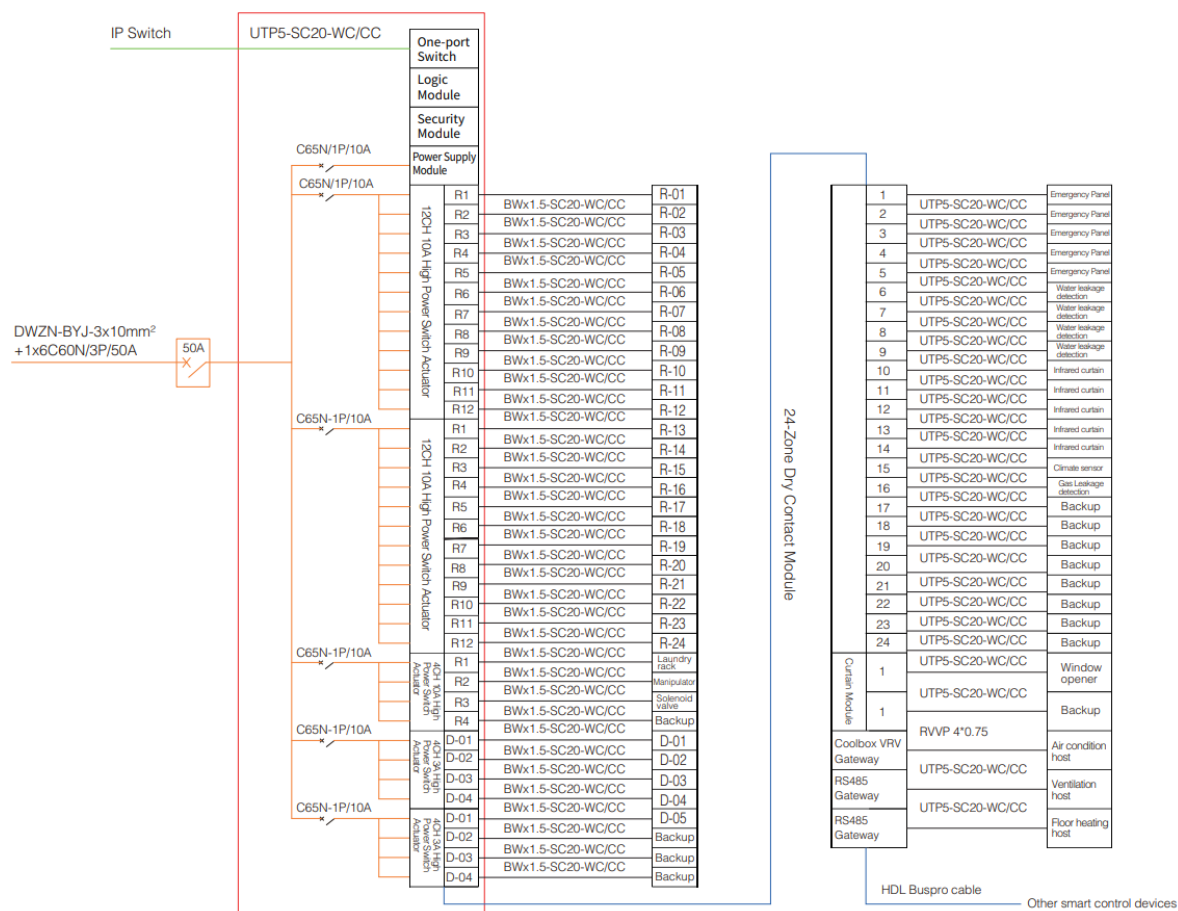
BUSPRO	BUSPRO CABLE
DATA +	YELLOW
DATA -	WHITE
COM	BLACK
24V DC	RED

Diagrama del sistema para un tablero de distribución

Para la instalación de los equipos HDL en el tablero de distribución se debe seguir el siguiente diagrama en cual se muestra la instalación de los mismos para obtener un funcionamiento óptimo del sistema inteligente que se vaya a implementar dependiendo de las necesidades del usuario.

Figura 9

Diagrama del Sistema para tablero de distribución



Ventajas y casos de uso del sistema Buspro

Ventajas

- Diseño del circuito de iluminación simple, fácil instalación. Operación y mantenimiento.
- Estructura de hardware flexible y software programable.

- Múltiples funciones de control de iluminación. Control de escena única, control de tiempo, operación de secuencia, control de infrarrojos, control remoto.
- Cuando hay cambios en el entorno y necesidades del usuario solo modificando la configuración del software o una pequeña cantidad de circuitos, se puede cambiar los diferentes escenarios ya programados y expandir las funciones.
- La información del dispositivo se almacena por separado en el computador del usuario y no se perderá datos en caso de un corte de energía, el sistema automáticamente vuelve a su estado de trabajo cuando se restaura la energía.
- Cada dispositivo del sistema es relativamente independiente y todo el sistema de control no se paraliza si hay una falla en cierto dispositivo en el sistema inteligente.
- La señal de control (corriente débil) está separada del circuito de carga (corriente fuerte), el voltaje de trabajo del sistema es de 24V DC lo cual no es dañino para el cuerpo humano.
- El sistema se presenta con control distribuido inteligente y abierto, puede conectarse sin problemas con otros sistemas de control inteligentes, sistemas de seguridad y protección contra incendios, sistemas de iluminación externos y sistemas de control de iluminación escénica.
- El sistema puede enviar retroalimentación de estado con el cual se puede verificar automáticamente el estado de la carga, detectar mal funcionamiento de las luces, falta de luces, etc.

Casos de Uso

El manejar un sistema inteligente con HDL nos permite tener una gran variedad de usos ya que HDL permite diseñar sistemas robustos y lo más importante nos permite integrar y adaptar a otros sistemas inteligentes ya existentes.

- **Residencial:** casas, apartamentos, villas, bloques de construcción, etc.
- **Construcción comercial:** edificio de oficinas, convención y centro de exposiciones, centro comercial, plaza, hospital, escuela, estacionamiento, etc.
- **Hotel:** habitaciones, vestíbulos, salón de banquetes, salón de bailes, pasillo, etc.
- **Sitio cultural:** ópera, estación de TV, biblioteca, museo, centro de actuación, parque, etc.
- **Escenario deportivo:** estadio, gimnasio, polideportivos, piscina, etc.
- **Centro de transporte:** estación de buses, estación de ferrocarril, autobuses, muelle, etc.

CAPÍTULO IV

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE ENTRENAMIENTO

En este capítulo se presenta el diseño del sistema de entrenamiento domótico y se detalla lo que se requiere para el funcionamiento óptimo del sistema de entrenamiento al momento de su implementación.

Diseño del sistema de entrenamiento domótico

El sistema de entrenamiento Domótico permite conocer el funcionamiento, conexión, programación y configuración de los equipos HDL Buspro para que el usuario pueda realizar diferentes prácticas de funcionamiento dependiendo de la necesidad para crear un ambiente inteligente y en caso de que se requiera poder integrarse a otros tipos de comunicación y protocolos domóticos.

El sistema de entrenamiento es controlado por el software Iridium, el mismo que mantiene una programación básica acerca del funcionamiento del módulo mostrando encendido y apagado de luces, manejo del sistema de audio, control de cortinas, escenas y demás prestaciones de los equipos HDL Buspro

El principal objetivo de la realización de este proyecto, es que el usuario se familiarice con los equipos domóticos de alta gama de HDL y pueda conocer el beneficio que tienen los mismo para poder crear un ambiente inteligente robusto y confiable, así como también se permite integrarse con otros tipos de protocolos domóticos.

El sistema de entrenamiento debe tener accesorios eléctricos y electrónicos de bajo costo los cuales por medio de los controladores los usuarios puedan aprender de manera didáctica y fácil el manejo de estos simulando encontrarse en el manejo de un proyecto residencial.

La conexión desde alimentar el sistema de entrenamiento hasta conectar los diferentes equipos que se encuentran en el sistema de entrenamiento debe ser de forma fácil y rápida para poder facilitar el control por medio del software Iridium.

Bajo los requerimientos planteados para el sistema de entrenamiento domótico, éste debe ser de fácil manejo y didáctico por lo que se considera que el sistema tenga las herramientas necesarias para que el usuario realice las pruebas de funcionalidad de los equipos HDL sin ningún inconveniente.

Descripción general de la estructura sistema de entrenamiento domótico

El diseño e implementación del sistema de entrenamiento domótico cumple con requisitos tanto para la estructura como para el manejo de parte del software, a continuación, se detalla los mismos.

La estructura del sistema de entrenamiento domótico tiene las siguientes características:

- Dimensiones módulo: 0.88m de alto, 1.1m de ancho y 0.3m de profundidad con una estructura lateral y trasera de tablero de fibra de densidad media de 12mm.
- Doble fondo de tablero de fibra de densidad media para la parte trasera y acrílico de 4mm para la parte frontal
- Dimensiones soporte: 0.7m de alto, 1.1m de ancho y 0.3m de profundidad que soporta un peso máximo de 100kg, contiene cuatro ruedas de 4 pulgadas de uso industrial con su respectivo freno.
- Alimentación principal 110V AC.
- Calibre de conductores 16-18 AWG.

Beneficios para el usuario

- Conocimiento y aplicación de las funcionalidades de los equipos HDL.

- Conexión de elementos de forma rápida y sencilla mediante Jack banana.
- Facilidad para integrar otros equipos para comprobar el funcionamiento.
- Permitir al usuario y a los estudiantes conocer acerca de la Domótica.

Equipos HDL

Fuente de poder MSP750.431

HDL-MSP750.431 el módulo de fuente de alimentación de 750 mA proporciona voltaje de 24V DC y una corriente de 750 mA al sistema Buspro.

- Protección contra sobre corriente y protección contra cortocircuitos
- Fuente de alimentación: 24 V CC

Al usar la fuente de alimentación HDL nos permite obtener mayor protección y eficacia a los equipos que se va a utilizar para el sistema de automatización.

Figura 10

Fuente de poder MSP750.431



Características técnicas

Tabla 6

Características técnicas fuente de poder

CARACTERISTICA	VALOR
Voltaje de entrada	AC100-240V (50/60Hz)
Corriente de salida	750 mA
Voltaje de salida	24V DC

Temperatura de trabajo	-5°C ~ 45°C
Humedad relativa de trabajo	≤90°
Dimensiones	72mm x 90mm x 64mm
Peso	188g
Instalación	35mm riel DIN

Módulo compacto MHRCU.433

El módulo compacto es un controlador que permite crear un sistema inteligente robusto tiene entrada para Ethernet por donde se realiza la comunicación y el enlace con los otros dispositivos que se vaya a utilizar en el sistema domótico, tiene entradas a contacto seco, 22 canales de relé, 12 canales de salidas a LED, me puede manejar cortinas por medio de comunicación 485.

- Soporta 12 escenas
- Los canales 1 a 13 son salidas de relé y cada canal emite una corriente de 5A. Los tipos de carga son lámpara incandescente, lámpara halógena, lámpara halógena de bajo voltaje.
- Los canales 14 a 17 son salidas de relé y cada canal emite una corriente de 10A. La carga se puede utilizar la misma que los canales anteriormente especificados.
- Los canales 18 a 21 son salidas de atenuación cada canal emite una corriente de 0.8A.
- Tiene protección contra cortocircuitos con fusible reemplazable.
- El canal 22 es un canal de salida de relé de 1A.

Figura 11

Módulo compacto MHRCU.433,



Características Técnicas

Tabla 7

Características técnicas módulo lógico

CARACTERÍSTICA	VALOR
Voltaje de trabajo	20 ~ 30V DC
Voltaje de entrada	AC100-240V (50/60Hz)
Corriente de trabajo	300mA
Comunicación	HDL Buspro, RJ45
Temperatura de trabajo	-5°C ~ 45°C
Humedad relativa de trabajo	≤90°
Dimensiones	216mm x 90mm x 56mm
Peso	725g
Instalación	35mm riel DIN

Módulo Lógico MCLog.431

El módulo de automatización lógica se utiliza para controlar una serie de objetivos. Totalmente 12 lógicas grupos, se pueden configurar 240 bloques lógicos. Las condiciones lógicas permiten la entrada de información de fecha y tiempo, el estado del interruptor universal y las entradas externas.

- Configuración de eventos para cada día.
- Se pueden configurar hasta 12 grupos lógicos, cada grupo lógico tiene 20 bloques lógicos. El bloque lógico se puede conectar con otro, lo que significa que el pin de salida de un bloque lógico puede ser el pin de entrada de otra lógica bloquear.
- Cada bloque lógico tiene 4 pines de entrada y 20 objetivos de control de salida.
- Tipos de pin de entrada de la tabla lógica: año, fecha, semana, hora, interruptor universal, valor de entrada externo, escena, estado, estado de secuencia, estado del interruptor universal externo, estado del canal, estado del panel, dispositivo de seguridad, etc.
- Relaciones lógicas: AND, OR, NAND, NOR.
- Reloj de tiempo real incorporado.

Figura 12

Módulo lógico



Características Técnicas

Tabla 8

Características técnicas módulo lógico, (HDL, 2020)

CARACTERISTICA	VALOR
Voltaje de entrada	15 ~ 30V DC
Corriente de trabajo	15mA
Comunicación	HDL Buspro

Temperatura de trabajo	-5°C ~ 45°C
Humedad relativa de trabajo	≤90°
Dimensiones	72mm x 90mm x 64mm
Peso	122g
Instalación	35mm riel DIN

Módulo DMX MC-48IPDMX_431

HDL-MC48IP-DMX es un controlador de escenas de 48 canales, soporta DMX512, Art Net y HDL Net. Con 48 áreas y 99 escenas en cada área, el controlador está diseñado para controlar tiras LED RGB, luces RGB y otros dispositivos.

- 48 canales, hasta 48 áreas separadas
- Se pueden configurar 0-99 escenas, tiempo de ejecución de hasta 60 minutos para cada una, para cada área
- Se admiten hasta 99 secuencias, 4 modos de ejecución (hacia atrás, hacia adelante y hacia atrás, aleatorio) disponibles para cada secuencia DMX512 (versión 1990)
- Compatible con el protocolo Art net / HDL Net DMX
- Umbral bajo, umbral alto, umbral máximo disponible para cada canal para diferentes dispositivos
- Puerta de enlace entre HDL Buspro y Ethernet

Figura 13

Controlador DMX MC-48IPDMX_431



Características Técnicas

Tabla 9

Características técnicas controlador DMX, (HDL, 2020)

CARACTERISTICA	VALOR
Voltaje de entrada	12 ~ 30V DC
Corriente de trabajo	40mA
Comunicación	HDL Buspro
Temperatura de trabajo	-5°C ~ 45°C
Humedad relativa de trabajo	≤90°
Dimensiones	72mm x 90mm x 64mm
Peso	142g
Instalación	35mm riel DIN

Sistema de Audio MZBOX – A50B.30

HDL-MZBOX-A50B.30 El reproductor de red HomePlay ha sido creado para transmitir audio cristalino a varias habitaciones dentro de un edificio. Controlado a través de una aplicación iOS / Android, o un HDL montado en la pared interfaz de usuario, HomePlay le permite administrar la totalidad de su colección de audio desde un solo punto, y transmitir audio directamente de sus proveedores en línea favoritos.

Con la capacidad de reproducir directamente archivos desde la red conectada dispositivos de almacenamiento (NAS), puerto USB y su iOS & Dispositivos Android, el control de audio total nunca ha sido tan fácil. Capaz de reproducir MP3, WMA, AAC, AAC+, ALAC, FLAC, APE, y formatos de archivo WAV.

- Compatibilidad con múltiples formatos
- Transmisión de audio de alta fidelidad
- Transmisión simultánea de múltiples fuentes en múltiples habitaciones
- Totalmente compatible con escenas y secuencias de salas HDL
- Admite reproducción de música mediante la conexión de dispositivos de audio externos

Figura 14

Sistema de audio MZBOX



Características Técnicas

Tabla 10

Características técnicas controlador DMX

CARACTERISTICA	VALOR
Alimentación	AC100-240V (50/60Hz)
Entrada	24V DC
Comunicación	Wifi / Buspro
Temperatura de trabajo	-5°C ~ 40°C

Humedad relativa de trabajo	Hasta 90°
Dimensiones	144mm x 112mm x 31mm
Peso	1.3 kg
Instalación	Tablero de distribución

Driver DMX

El driver DMX512 decoder permite setear la dirección por medio de la cual se va a controlar la cinta led.

Figura 15

Driver DMX



Características Técnicas

Tabla 11

Características técnicas Driver DMX

CARACTERISTICA	VALOR
Voltaje de entrada	12 ~ 36V DC
Corriente de trabajo	4X350mA
Comunicación	HDL Buspro
Dimensiones	110mm x 53mm x 65mm
Peso	136g
Instalación	35mm riel DIN

Botonera DLP MPL8.48

HDL-MPL8-RF.16-A Tiene 8 botones de control que pueden ser programados por separado. Se utilizan 2 botones para realizar cambios de página, cada botón puede mostrar un ícono en la pantalla LCD que se personaliza a necesidad del usuario, posee 4 páginas que pueden ser configuradas y páginas específicas para aire acondicionado, música.

- La interfaz de alimentación inalámbrica proporciona el voltaje, un panel DLP puede controlar 4 interfaces inalámbricas al mismo tiempo.
- Utiliza comunicación inalámbrica y debe funcionar en conjunción con puerta de enlace de malla.
- Sensor de temperatura incorporado.
- La intensidad del indicador es ajustable.
- Páginas específicas para aire acondicionado, calefacción por suelo radiante, música, etc.
- Los usuarios pueden personalizar el icono de los botones de tecla.
- El panel puede configurar la forma de combinación de la tecla y fusión de doble tecla.
- Modo de varias teclas: no válido, único encendido-apagado, único encendido, único apagado, combinación encendido-apagado, combinación encendida, combinación apagado, Dbclick / interruptor único, Dbclick / interruptor de combinación, Momentáneo, Reloj, Pulsación corta / larga, Pulsación corta /Trote largo.
- Modo de control de múltiples teclas: Escena, Secuencia, Temporizador interruptor, interruptor universal, control de iluminación de un solo canal, escena

de transmisión, canal de transmisión, cortina interruptora, control GPRS, panel de control, módulo de seguridad,

- Control Z-audio, control universal, página de enlace, DALI atenuador de área, control RGB, ajuste de luz lógica, lógica escena.

Figura 16

Botonera DLP MPL8.48



Características Técnicas

Tabla 12

Características técnicas Botonera DLP, (HDL, 2020)

CARACTERISTICA	VALOR
Voltaje de entrada	5 ~ 30V DC
Corriente de trabajo	55mA
Comunicación	HDL Buspro
Temperatura de trabajo	-5°C ~ 45°C
Humedad relativa de trabajo	≤90°
Dimensiones	86mm x 116.5mm x 10.5mm
Peso	130.5g
Instalación	pared

Sensor 12 en 1 MS12.2C

HDL-MS12.2C su función principal es controlar el nivel de luminosidad, por medio de su característica de constant lux, esta permite setear un nivel de luminosidad

dependiendo de la necesidad y así se obtiene un ahorro energético. El rango de detección de luminosidad es de 0 – 5000 Lux y el rango de detección del sensor PIR y Ultrasónico es de 7m en diámetro.

- 9 condiciones de entrada: temperatura, LUX, movimiento PIR, ultrasónico, 2 entradas de contacto seco, 2 entradas externas, lógica.
- 2 relaciones lógicas: OR, AND.
- 24 bloques lógicos, hasta 9 entradas lógicas, hasta 20 objetivos de control en cada bloque lógico.
- Salida de relé de 2 canales de 5A.
- PID incorporado para un control constante de iluminación.
- Hasta 40 objetivos de control de recepción de infrarrojos.
- Hasta 240 objetivos de control de envío IR.
- Hasta 24 bloques lógicos programables.
- Cada bloque lógico tiene una acción de configuración de destino y una acción de desarmado de destino, configuración de retardo de activación de destino
- Los ajustes de estado de la lógica de encendido son: Última recuperación de estado, Obligatorio, forzado a configurar, Forzado a ser infundado, ninguna acción

Figura 17

Sensor 12 en 1 MS12.2C



Características Técnicas

Tabla 13

Características técnicas Sensor 12 en 1, (HDL, 2020)

CARACTERISTICA	VALOR
Voltaje de entrada	18 ~ 30V DC
Corriente de trabajo	90mA
Comunicación	HDL Buspro
Frecuencia de transmisión IR	38 kHz
Distancia emisión	4m
Rango de detección iluminación	0-5000 Lux
Rango de detección PIR (diámetro)	6m
Rango de detección ultrasónico (diámetro)	6m
Temperatura de trabajo	-5°C ~ 45°C
Humedad relativa de trabajo	≤90°
Dimensiones	(diam.)110mm x 35mm
Peso	207g
Instalación	Techo

Accesorios

En accesorios tenemos equipos que funcionan como actuadores los mismos que permiten complementar el sistema de entrenamiento domótico.

Los actuadores son equipos que captan las señales del sistema de control y permiten activar o desactivar un dispositivo electrónico, los actuadores que tiene el sistema de entrenamiento domótico son:

- Luces dimmer.
- Luces piloto.
- Interruptor.
- Selector.
- Pulsador.

Figura 18
Actuadores



Implementación del sistema de entrenamiento

Dimensionamiento de la estructura del sistema de entrenamiento

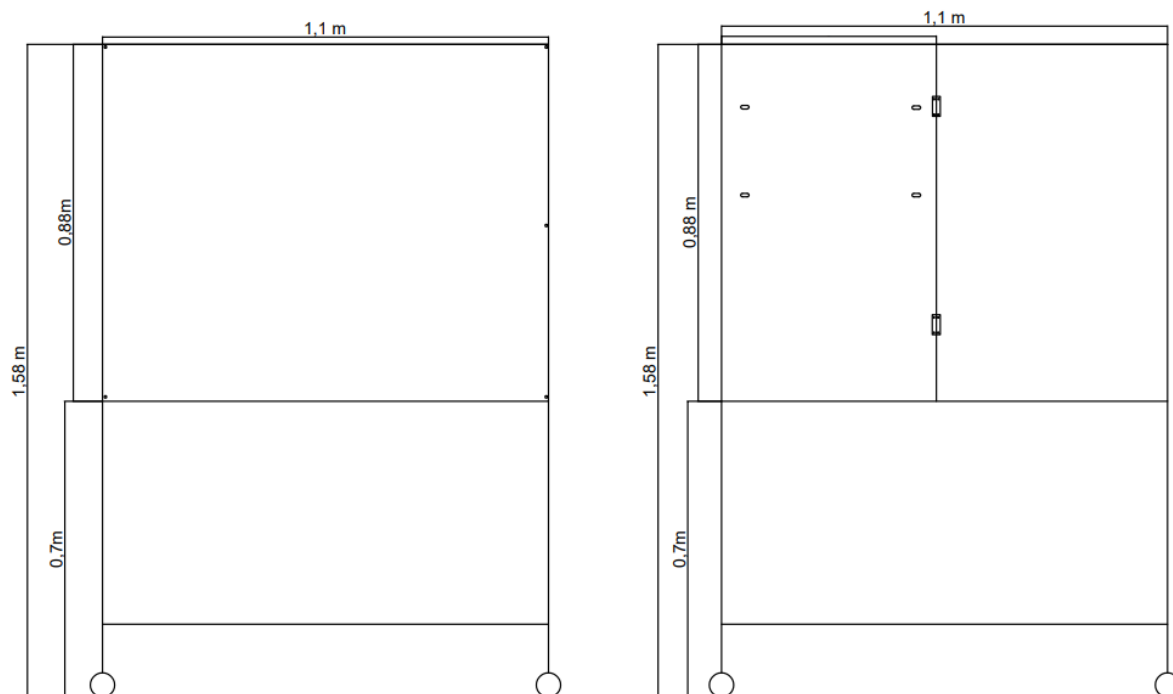
La implementación de la estructura física del sistema de entrenamiento domótico se basó en un diseño previo tomando en cuenta la ergonomía del usuario, las conexiones y la colocación de los dispositivos se encuentren sujetas a los estándares y regulaciones vigentes. El sistema de entrenamiento domótico se enfoca en la norma principal en cuanto a diseño de tableros de baja tensión

Teniendo en cuenta la norma antes mencionada, se realiza el dimensionamiento de la estructura del sistema de entrenamiento considerando un diseño ergonómico y estético acorde a los requerimientos técnicos.

En la figura 19 se tiene el diseño y las dimensiones del sistema de entrenamiento domótico.

Figura 19

Dimensionamiento estructura física (vista frontal – vista trasera)

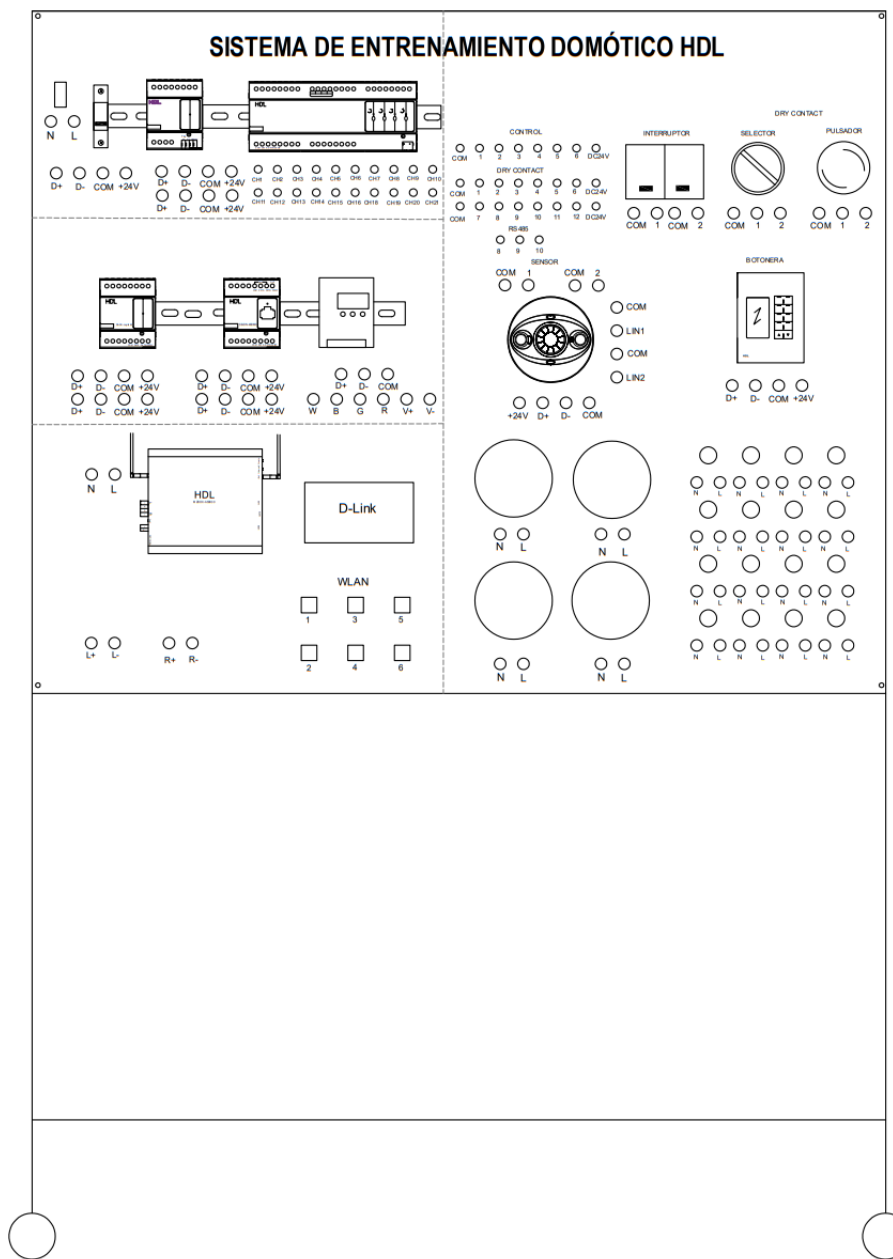


Distribución de los elementos

La distribución de los elementos en el tablero se ha dividido en dos secciones como se indica en la figura 20: la primera es la parte izquierda del módulo en donde se ubican los equipos domóticos, esta sección se divide en tres subsecciones, la primera en donde se encuentra los equipos de protección, la fuente de alimentación y el controlador principal modulo compacto, la segunda se encuentra los controladores DMX, módulo lógico y driver DMX y la tercera sección se encuentra el sistema de audio y el router; la segunda es la parte derecha del módulo en donde se encuentran los accesorios eléctricos y electrónicos con los que el usuario puede interactuar.

Cada uno de los equipos y accesorios tiene en la parte inferior del mismo los conectores banana hembra, para que el usuario realice las conexiones respectivas para poner en funcionamiento el sistema de entrenamiento domótico.

Figura 20
Distribución de elementos



A continuación, se detalla cada una de las secciones que tiene el sistema de entrenamiento domótico y como fueron implementados los equipos HDL con sus

puertos correspondientes para que el usuario pueda realizar las conexiones respectivas para crear escenarios reales de un sistema domótico.

Primera sección

Figura 21

Distribución de los equipos en el primer cuadrante

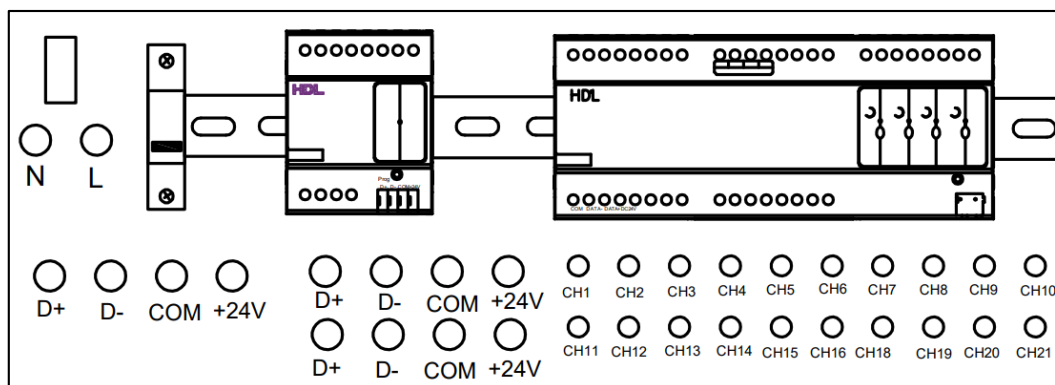


Tabla 14

Función y número de puertos de los equipos del primer cuadrante

Equipo	Número de puertos	Función
Interruptor de alimentación y protección	2	Dar energía al sistema de entrenamiento
Fuente de alimentación	4	Alimentación y comunicación
Módulo compacto	24	4 puertos comunicación 20 puertos canales salida a relé

Figura 22

Distribución de los equipos en el segundo cuadrante

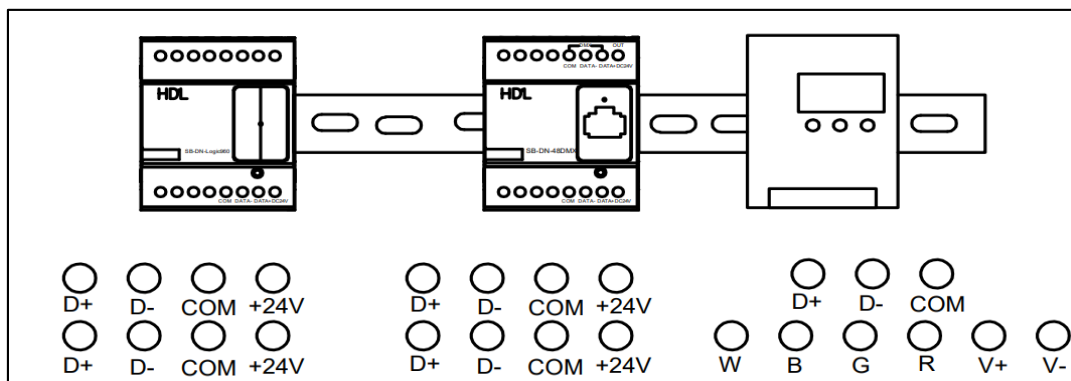


Tabla 15

Función y número de puertos de los equipos del segundo cuadrante

Equipo	Número de puertos	Función
Módulo lógico	4	Comunicación
Módulo DMX	8	4 puertos comunicación de sistema 4 puertos comunicación al driver DMX
Driver DMX	13	4 puertos comunicación 3 puertos alimentación 6 puertos conexión a la cinta led RGB

Figura 23

Distribución de los equipos en el tercer cuadrante

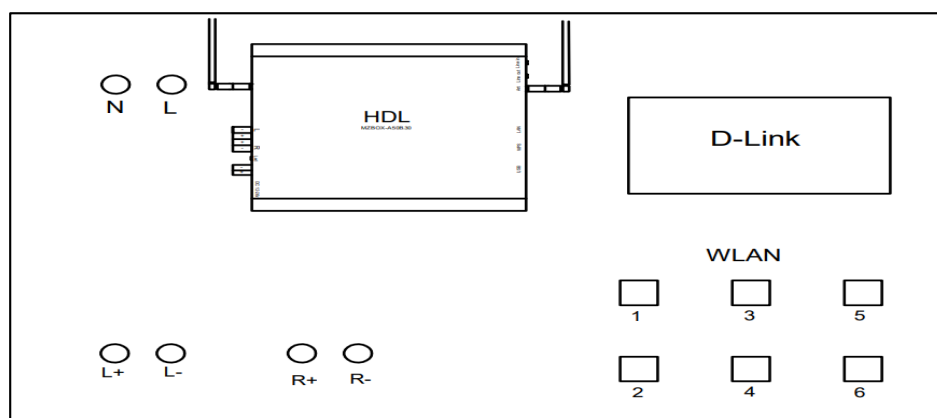


Tabla 16

Función y número de puertos de los equipos del segundo cuadrante

Equipo	Número de puertos	Función
Sistema de audio MZBOX	6	2 puertos Alimentación 4 conexión de parlantes
Router	2	Alimentación
Puertos LAN	6	Conexión a la red LAN

Segunda sección

Figura 24

Distribución de los equipos en la segunda sección

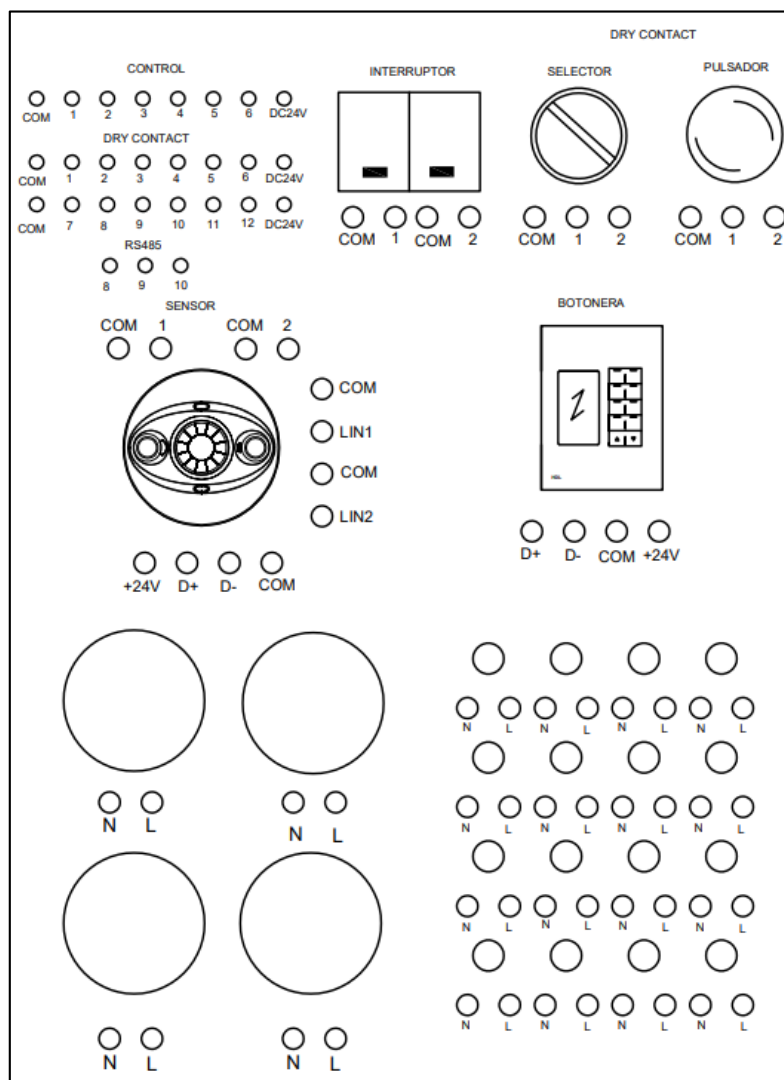


Tabla 17*Función y número de puertos de los equipos del segundo cuadrante*

Equipo	Número de puertos	Función
Módulo compacto	27	8 puertos de control 16 puertos contacto seco 3 puertos conexión RS485
Sensor 12 en 1	12	4 puertos comunicación 4 puertos contacto seco 4 puertos relé
Botonera DLP	4	Comunicación
Luces Dimmer	8	Alimentación
Luces Piloto	32	Alimentación
Interruptor	4	Entradas de contacto seco
Selector	3	Entradas de contacto seco
Pulsador	3	Entradas de contacto seco

Cableado y etiquetado

Para el cableado y etiquetado de los dispositivos se tomó en cuenta la norma IEC60439-1 lo cual nos garantiza la seguridad y funcionalidad para instalaciones eléctricas.

El estándar internacional IEC 60439-1 tiene por objetivo fijar las condiciones mínimas de seguridad que deben cumplir las instalaciones eléctricas de Baja Tensión. Esencialmente, establece exigencias de seguridad, pero no garantiza necesariamente la eficiencia, la continuidad de servicio, la flexibilidad ni la facilidad de ampliación de las instalaciones. (International Electrotechnical Commission IEC, 2004)

Todos los dispositivos y elementos del sistema de entrenamiento doméstico se encuentran con su respectiva etiqueta lo cual facilita la conexión de los mismo para

poner en funcionalidad el sistema de entrenamiento domótico de igual manera para realizar un mantenimiento se lo pueda realizar de manera rápida.

Dimensionamiento de cables y circuitos de protección

El dimensionamiento de cables es importante ya que por medio de los cálculos adecuados podemos obtener el valor exacto del número de cable que debemos utilizar para realizar las conexiones internas de los dispositivos para tener un funcionamiento óptimo en el sistema de entrenamiento domótico, así como también el dimensionamiento de circuitos de protección para evitar un fallo por una sobrecarga, cortocircuito o diferentes factores que pueden causar un daño en el sistema de entrenamiento domótico, al tratarse de un sistema de entrenamiento didáctico y demostrativo debemos tomar en cuenta estos cálculos para proteger el sistema de entrenamiento domótico.

Calculo del circuito de protección termo magnético

Los circuitos de protección termo magnéticos son dispositivos de protección provisto de un comando manual cuya función consiste en desconectar automáticamente una instalación o un circuito, mediante la acción de un elemento bimetálico y un elemento electromagnético, cuando la corriente que circula por él excede un valor preestablecido es un tiempo dado (Castiñeda, 2013).

Un método común para dimensionar los circuitos de protección termo magnéticos está relacionado al porcentaje de carga permitida por la NEC.

La NEC reconoce que los dispositivos de protección de sobre corriente serán afectados por el calor en el sistema, es por esto que se define el 80% para cargas continuas para tratar de compensar los efectos del calor en el sistema a dimensionar (Pauley & Young, 2009).

La NEC define una carga continua como “una carga donde se espera la máxima corriente continúe durante tres horas o más” (Pauley & Young, 2009).

Las reglas de dimensionamiento de la NEC, sección 210-22(c), 220-3(a), 220-10(b), y 384-16(c) todas se relacionan con las reglas de dimensionamiento para dispositivos de protección contra sobre corriente, de donde se obtiene el siguiente requerimiento (Pauley & Young, 2009).

OCDP: Dispositivos de protección de sobre corriente

$$OCDP = 100\% \text{ de carga no continua} + 125\% \text{ de carga continua}$$

$$OCDP = 100\% \frac{82.5 \text{ W}}{110 \text{ V}} + 125\% \frac{20.4 \text{ W}}{24 \text{ V}}$$

$$OCDP = 1.81 \text{ [A]}$$

Se usa como protección termo magnética el valor más cercano de 5[A].

Dimensionamiento del cable

En la figura 25, como herramienta aprobada por la NEC para circuitos de corriente directa para un sistema de 24V DC, realizamos el siguiente cálculo para determinar el cable que se va a utilizar para la conexión interna de los dispositivos domóticos (Villacís Rodríguez & Gallardo Bastidas, 2017).

Figura 25

Diámetro de cable AWG, fuente (Legrand, 2013)

A.W.G.	Diámetro (mm)	Sección (mm ²)	A.W.G.	Diámetro (mm)	Sección (mm ²)
#1	7.348	42.41 mm ²	#21	9.723	0.410 mm ²
#2	6.544	33.63 mm ²	#22	0.644	0.326 mm ²
#3	5.827	26.67 mm ²	#23	0.573	0.258 mm ²
#4	5.189	21.15 mm ²	#24	0.511	0.205 mm ²
#5	4.621	16.77 mm ²	#25	0.455	0.162 mm ²
#6	4.115	13.30 mm ²	#26	0.405	0.129 mm ²
#7	3.665	10.55 mm ²	#27	0.361	0.102 mm ²
#8	3.264	8.366 mm ²	#28	0.321	0.081 mm ²
#9	2.906	6.634 mm ²	#29	0.286	0.064 mm ²
#10	2.588	5.261 mm ²	#30	0.255	0.051 mm ²
#11	2.305	4.172 mm ²	#31	0.227	0.040 mm ²
#12	2.053	3.309 mm ²	#32	0.202	0.032 mm ²
#13	1.828	2.624 mm ²	#33	0.180	0.025 mm ²
#14	1.628	2.081 mm ²	#34	0.160	0.020 mm ²
#15	1.450	1.650 mm ²	#35	0.143	0.016 mm ²
#16	1.291	1.309 mm ²	#36	0.127	0.013 mm ²
#17	1.150	1.038 mm ²	#37	0.113	0.010 mm ²
#18	1.024	0.823 mm ²	#38	0.101	0.008 mm ²
#19	0.912	0.653 mm ²	#39	0.090	0.006 mm ²
#20	0.812	0.518 mm ²	#40	0.080	0.005 mm ²

A: área del cable en mm²

L: Longitud del conductor

I: Corriente que va a pasar por el conductor

56: Constante que indica que el conductor es cobre

%: porcentaje de caída de tensión admisible (3% del voltaje de alimentación)

Entonces:

$$A = \frac{2 * L * I}{56 * \%}$$

$$A = \frac{2 * 4 * 5.35}{56 * 0.36}$$

$A = 0.5952 \text{ mm}^2$ (Villacís Rodríguez & Gallardo Bastidas, 2017)

Al guiarnos en la tabla tomando en cuenta el diámetro del cable que se necesita para el conexionado de los dispositivos se va usar un cable AWG#18.

Listado de componentes

Tabla 18

Listado de componentes del Sistema de entrenamiento domótico

ITEM	CANTIDAD
Fuente de alimentación	1
Módulo compacto	1
Módulo lógico	1
Módulo DMX	1
Driver DMX	1
Sistema de audio MZBOX	1
Sensor 12 en 1	1
Botonera DLP	1
Router	1
Parlantes	2
Luces dimmer	4
Tira led RGB	1
Luces piloto de 26mm 110V	16
AC	
Interruptor	1
Pulsador	1
Selector	1
Breaker termo magnético	1
Canaleta	1
Conectores RJ45	3
Jack banana rojo	94
Jack banana negro	51
Jack banana blanco	7
Jack banana amarillo	7

Diseño de la Interfaz Iridium

El diseño de la Interfaz en el software Iridium se realizó de una manera didáctica en donde el usuario por medio de pantallas puede interactuar y navegar con el sistema de entrenamiento domótico por un entorno simple e intuitivo con el fin de realizar el control del sistema de entrenamiento.

La Interfaz de Iridium se sincroniza con los dispositivos que se encuentran en el sistema de entrenamiento domótico y se configura para poder encender y apagar luces, encender y apagar escenas y funcionalidades básicas que tienen los dispositivos HDL.

Se realizó la interfaz en el software Iridium siguiendo los parámetros estéticos como proporciones, simetría y equilibrio. El propósito es facilitar al usuario que va a realizar el control, la visualización de datos y la funcionalidad del sistema de entrenamiento domótico.

Los criterios que se toma en cuenta para la creación de la interfaz en el software Iridium son el color, la información que se va a visualizar en cada una de las pantallas, didactismo que facilite al usuario su manejo y control y la perceptibilidad que le permite al usuario conocer el estado en el que se encuentra el sistema de entrenamiento domótico.

El software Iridium presenta un entorno de trabajo amigable para que el usuario pueda crear una interfaz de control a su gusto dependiendo de las necesidades o pruebas que realice en el sistema de entrenamiento domótico.

Figura 26

Entorno de trabajo Iridium



Navegación en la Interfaz Iridium

Se diseñó una interfaz en el software Iridium en la cual el usuario pueda navegar con facilidad de manera natural y familiar con la misma, para que el usuario pueda comprobar el funcionamiento de los equipos HDL del sistema de entrenamiento domótico.

La interfaz diseñada tiene una navegación jerárquica la cual consiste en elegir una opción en la pantalla principal para llegar a la página deseada para comprobar las funciones establecidas y programadas del sistema de entrenamiento domótico, para ir a otra página se debe regresar a la página principal y volver a elegir una de las opciones nuevamente hasta llegar a la página deseada.

Pantalla principal

En la figura 27 tenemos la página principal de navegación en donde podemos seleccionar una de las opciones de la pantalla (DIMMER – RGB – ESCENAS – CORTINA) a la cual queremos ingresar para realizar el control y comprobar el funcionamiento de los equipos HDL programados.

Figura 27

Pantalla principal de navegación interfaz

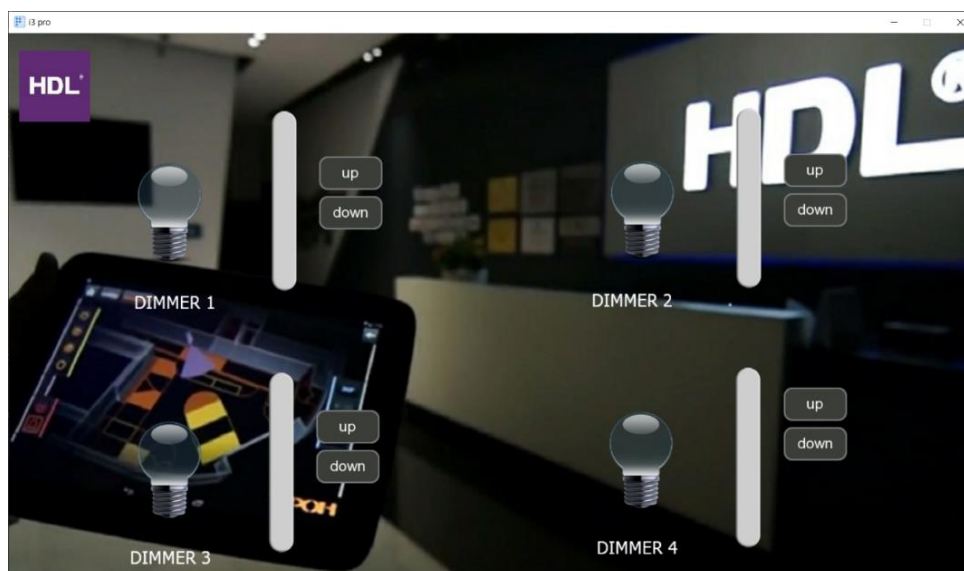


Pantalla Dimmer

Al ingresar a la opción Dimmer de la pantalla principal, la pantalla muestra de manera ilustrativa luces en donde por medio de la barra de nivel podemos seleccionar el nivel de iluminación de las luces dimerizables (0 – 100%).

Figura 28

Pantalla DIMMER

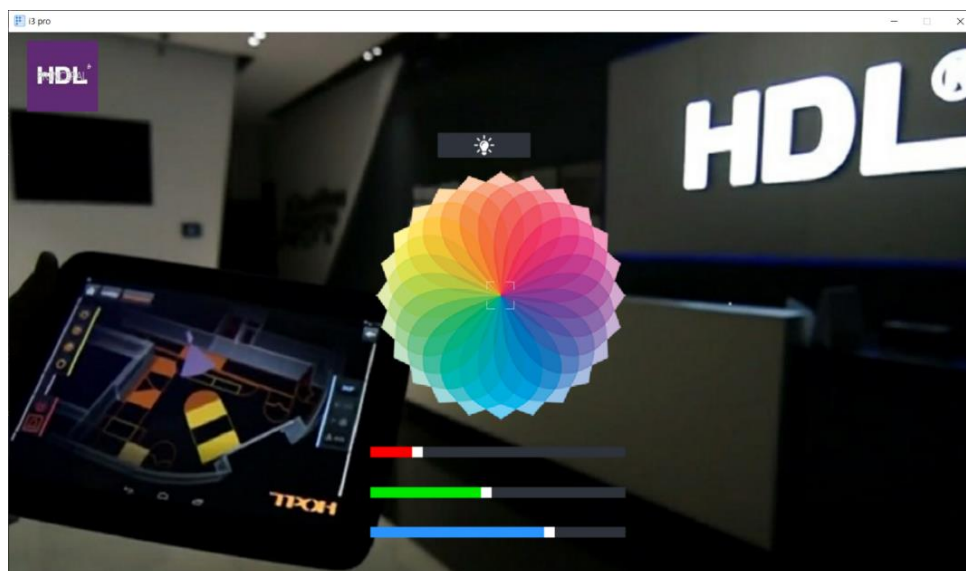


Pantalla RGB

Al ingresar a la opción RGB de la pantalla principal, la pantalla muestra un joystick en donde se puede realizar la mezcla de los colores deseados, así como también mediante las barras de nivel podemos observar o seleccionar el porcentaje de color principal que se está combinando para la cinta led rgb.

Figura 29

Pantalla RGB



Pantalla Escenas

Al ingresar a la opción ESCENAS de la pantalla principal, la pantalla permite navegar por tres opciones de escenas pre programadas y configuradas para mostrar una combinación de luces, cinta led rgb, música y luces dimmer creando un ambiente inteligente que se puede programar al momento de realizar un proyecto usando los equipos y prestaciones de HDL.

Tabla 19

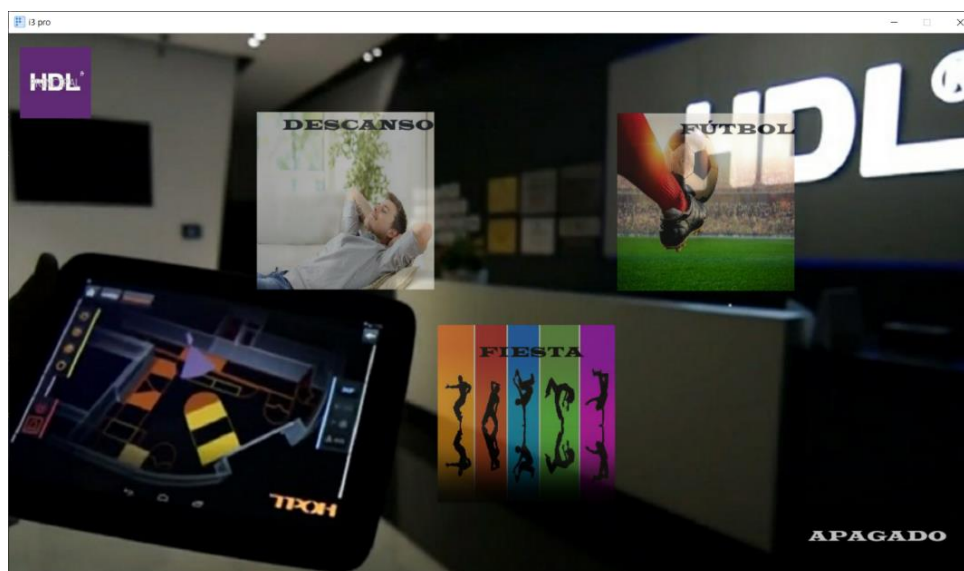
Descripción escenas programadas en el sistema de entrenamiento domótico

FUNCION	ESCENA	DESCRIPCIÓN ESCENA
ON / OFF	Fiesta	Secuencia Dimmer, secuencia colores, música (UV 1 – módulo lógico)

ON / OFF	Descanso	Secuencia Dimmer, secuencia colores, música (UV 4 – módulo lógico)
ON / OFF	Futbol	Secuencia Dimmer, secuencia colores, música (UV 5 – módulo lógico)
ON / OFF	Apagado Total	Apagar toda la escena encendida o canales encendidos (UV 6 – módulo lógico)

Figura 30

Pantalla ESCENAS



Pantalla Cortina

Al ingresar a la opción CORTINA de la pantalla principal, la pantalla muestra de manera didáctica las funcionalidades de subir, bajar y parar la cortina.

Figura 31*Pantalla CORTINA*

CAPITULO V

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO

En este capítulo se presenta la evaluación del funcionamiento del sistema de entrenamiento domótico y los resultados obtenidos.

Pruebas

Para realizar las pruebas en el módulo de entrenamiento se crea una matriz en la cual se va seleccionando el nivel de funcionalidad mediante una escala del 1 al 5 como se muestra en la tabla 20, de cada uno de los equipos con sus respectivas funcionalidades.

Se realizó pruebas planteando diferentes escenarios dependiendo de la funcionalidad que se le dá al sistema de entrenamiento domótico.

Tabla 20

Escala para funcionalidad Sistema de entrenamiento domótico

ESCALA DE FUNCIONALIDAD	NIVEL
No satisfactorio	1
Poco satisfactorio	2
Medianamente satisfactorio	3
Satisfactorio	4
Muy satisfactorio	5

La matriz propuesta para las pruebas del sistema de entrenamiento cumple con los requerimientos técnicos antes mencionados y el control mediante el software Iridium para comprobar que funciona de manera adecuada el sistema de entrenamiento domótico implementado.

Tabla 21

Matriz de funcionalidad del Sistema de entrenamiento domótico

SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DOMÓTICO						
EQUIPO	FUNCIÓN	FUNCIONALIDAD				
		1	2	3	4	5
Fuente de poder	Alimentación 24V DC					
	Bus de datos BUSPRO					
Módulo compacto	Encendido					
	Canales 5 A					
	Canales 10 A					
	Canales Dimmer					
	RS485					
	Canales de control					
	Ethernet					
	Dry Contact					
	Bus de datos BUSPRO					
Módulo Lógico	Encendido					
	Lógica de programación					
	Bus de datos BUSPRO					
Módulo DMX	Encendido					
	Ethernet					
	Bus de datos BUSPRO					
Driver DMX	Alimentación					
	Conexión cinta led RGB					
	Bus de datos BUSPRO					
Botonera DLP	Encendido					
	Programación botones					
	Navegación de paginas					
	Página de música					
	Página de aire acondicionado					
	Bus de datos BUSPRO					
Sensor 12 en 1	Encendido					
	Temperatura					
	Luminosidad					
	Movimiento PIR					
	Ultrasónico					
	Entradas dry contact					
	Entrada externa					
	Lógica de programación					
	Bus de datos BUSPRO					

EQUIPO	FUNCION	FUNCIONALIDAD				
		1	2	3	4	5
Sistema de Audio MZBOX	Encendido					
	Amplificación					
	Entrada USB					
	Compatibilidad escenas					
	Jack 3.5					
	Compatibilidad servidores de audio					
	Compatibilidad interfaz Iridium					

Resultados

Al realizar la matriz de funcionalidad se obtiene como resultado que el sistema de entrenamiento domótico es funcional para el usuario ya que puede interactuar con el mismo, realizar las conexiones con facilidad y controlar el sistema por medio del software Iridium.

El sistema de entrenamiento domótico se encuentra funcionando de manera óptima por lo cual es recomendable para uso de estudiantes los mismos que pueden conocer más acerca de la marca HDL y de la domótica para fortalecer los conocimientos de la misma.

A continuación, en la figura 32 se muestra la matriz de funcionalidad del sistema de entrenamiento domótico completa en la cual se comprueba que el sistema trabaja correctamente y se encuentra sincronizado con el software para obtener un control completo del sistema de entrenamiento domótico.

Figura 32

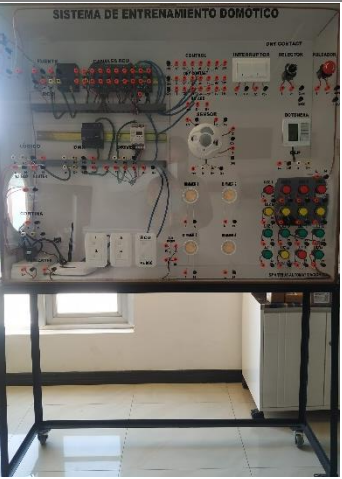
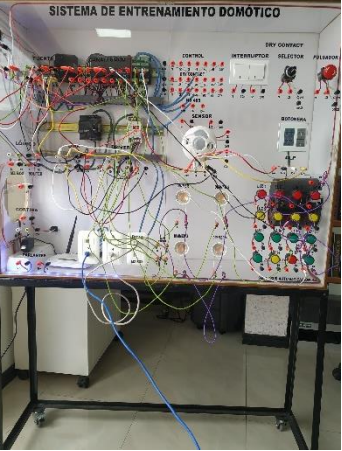
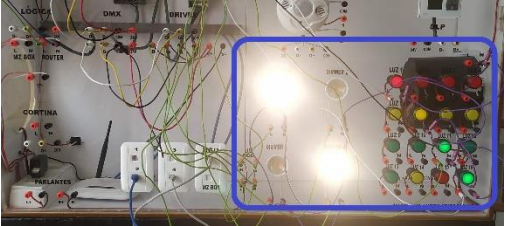
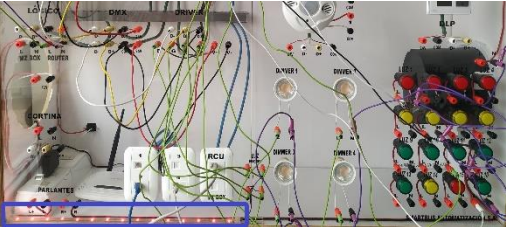
Evaluación Sistema de entrenamiento domótico

SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DOMÓTICO						
EQUIPO	FUNCIÓN	FUNCIONALIDAD				
		1	2	3	4	5
<i>Fuente de poder</i>	Alimentación 24V DC					X
	Bus de datos BUSPRO					X
<i>Módulo compacto</i>	Encendido					X
	Canales 5 A					X
	Canales 10 A					X
	Canales Dimmer					X
	RS485					X
	Canales de control					X
	Ethernet					X
	Dry Contact					X
	Bus de datos BUSPRO					X
<i>Módulo Lógico</i>	Encendido					X
	Lógica de programación					X
	Bus de datos BUSPRO					X
<i>Módulo DMX</i>	Encendido					X
	Ethernet					X
	Bus de datos BUSPRO					X
<i>Driver DMX</i>	Alimentación					X
	Conexión cinta led RGB					X
	Bus de datos BUSPRO					X
<i>Botonera DLP</i>	Encendido					X
	Programación botones					X
	Navegación de paginas					X
	Página de música					X
	Página de aire acondicionado					X
	Bus de datos BUSPRO					X
<i>Sensor 12 en 1</i>	Encendido					X
	Temperatura					X
	Luminosidad					X
	Movimiento PIR					X
	Ultrasónico					X
	Entradas dry contact					X
	Entrada externa					X
	Lógica de programación					X
	Bus de datos BUSPRO					X
<i>Sistema de Audio MZBOX</i>	Encendido					X
	Amplificación					X
	Entrada USB					X
	Compatibilidad escenas					X
	Jack 3.5					X
	Compatibilidad servidores de audio					X
	Compatibilidad interfaz Iridium					X

La tabla 22 muestra la puesta en marcha del sistema de entrenamiento domótico y cada uno de los equipos que entran en funcionamiento, en donde por medio del control de Iridium se logra encender y apagar luces, encender y apagar escenas que es una combinación de todos los equipos de tiene el sistema de entrenamiento domótico.

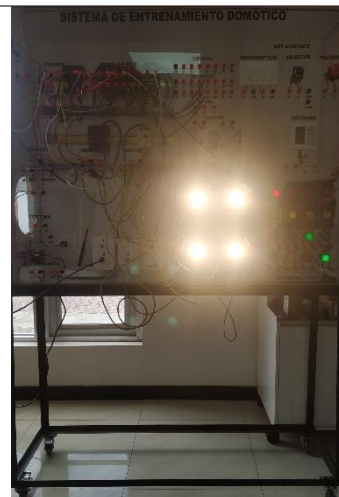
Tabla 22

Puesta en marcha sistema de entrenamiento domótico

FUNCIÓN	EQUIPOS HDL EN FUNCIONAMIENTO	FIGURA
Implementación del sistema de entrenamiento domótico.	-	
Conexión del sistema de entrenamiento domótico	* Cables banana	
Encendido / Apagado luces dimmer y luces piloto.	* Fuente de alimentación * Módulo compacto	
Encendido / Apagado luz led RGB.	* Fuente de alimentación * DMX * Driver DMX	

Encendido / Apagado
escenas.

- * Fuente de alimentación
- * Módulo compacto
 - * DMX
 - * Driver DMX
 - * Mz Box
- * Módulo lógico



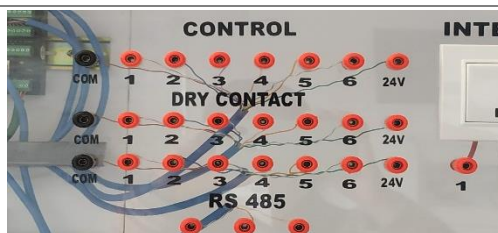
Conexión Dry contact

- * Fuente de alimentación
- * Módulo compacto



Conexión entradas de
control

- * Fuente de alimentación
- * Módulo compacto



Control de Botonera y
sensor

- * Fuente de alimentación
- * Botonera
- * Sensor



CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se diseñó e implementó un sistema de entrenamiento Domótico mediante HDL Buspro que permite simular sistemas de automatización residencial, hotelera y comercial de una manera didáctica ya que tiene los equipos y accesorios necesarios para realizar un proyecto real.
- Se controla el sistema de entrenamiento Domótico a través de la interfaz de Iridium la cual está diseñada y pre programada para que el usuario pueda interactuar de manera eficaz y rápida con el sistema de entrenamiento Domótico.
- Se diseñó un sistema de entrenamiento con una estructura sencilla y eficiente para que el usuario realice las interconexiones de manera rápida y para poder realizar el mantenimiento requerido con facilidad.
- Se diseñó un manual de usuario orientado para que el usuario no tenga dificultad al momento de empezar a usar el sistema de entrenamiento domótico y pueda probar de manera correcta las funciones del mismo.
- La implementación del sistema de entrenamiento Domótico resultó un aporte didáctico para poder conocer la marca HDL como una herramienta de aprendizaje que facilita la experiencia práctica en Domótica a usuarios y estudiantes interesados en el área.
- Se fomentó el interés en los usuarios en el área de Dómotica con el uso de la tecnología de la marca HDL gracias a las prestaciones que ésta provee y a la facilidad de integración con otros sistemas inteligentes

Recomendaciones

- Se recomienda realizar inspecciones al sistema de entrenamiento Domótico para garantizar su funcionamiento óptimo, con la finalidad de poder reemplazar dispositivos o accesorios en caso de ser necesario y mantener en buen estado a la estructura.
- Revisar los datasheets de los equipos HDL para ampliar los conocimientos en la marca y el manual de usuario en caso de dudas al realizar alguna conexión o para integrar otro sistema inteligente.
- Elaborar un plan de mantenimiento para evitar que se acumule polvo en los equipos y verificar el estado de las conexiones internas del sistema de entrenamiento Domótico.

BIBLIOGRAFÍA

- 1.5 Million Home Automation Systems Installed in the US This Year.* (n.d.). Retrieved from www.abiresearch.com.
- Castiñeda, N. (2013). *Educación Técnica*. Retrieved from http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/sistemadecontrolaplicaciones/index%20aplicacionesdelossistema-sdecontrol_archivos/Page351.htm
- Diaz Morocho, J., & Viscaino Asimbaya, F. (2016). *Diseño e implementación de un sistema de entrenamiento en redes industriales utilizando tecnología Siemens*. Sangolquí.
- HDL. (2020). *HDL Automation*. Retrieved from <https://www.hdlautomation.com/>
- Huidobro Moya, J., & Millán Tejedor, R. (2010). *Fundamentos de la domótica*. Madrid: Creaciones Editor.
- Huidobro Moya, J., & Millán Tejedor, R. (2004). *Domótica. Edificios Inteligentes*. Madrid: Creaciones Copyright.
- Legrand. (2013). *TABLEROS A NORMA-TAN, IEC-61439*. Retrieved from http://www.legrand.cl/archivos/cat_tan.pdf
- Morais, W. (2015). *Architecting Smart Home Environments for Healthcare: A Database – Centric Approach*. Halmstad University.
- Pauley, J., & Young, S. (2009). *Sizing a Circuit Breaker*. EC&M.
- Rudolf, R. (1992). Concepto de Hogar inteligente e integración de contadores de energía en un sistema doméstico. *Proc. 7th Int. Conf. Metering Apparatus and Tariffs for Electricity Supply*, 277-278.
- Rye, D. (1999). *Mi vida en X10*. *AV and Automation Industry*.
- Sampath, L. (2006). *Smart housing: Technology to aid aging in place. New opportunities and challenges*. Mississippi State University.

Sharda R. Katre, D. V. (2017). HOME AUTOMATION: PAST, PRESENT AND FUTURE.

International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), 4(10),
343-346.

Soláns Campo, D. (2005). *Las nuevas tecnologías al servicio de los mayores en*

Domótica. Universitat per a Majors.

Villacís Rodríguez, E., & Gallardo Bastidas, M. (2017). *Diseño e implementación de un*

*sistema de entrenamiento en Domótica para los laboratorios de Eléctrica y
electrónica de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE*. Sangolquí.

ANEXOS

ANEXO 1

PLANO DE LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DOMÓTICO

ANEXO 2

MANUAL DE USUARIO DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO DOMÓTICO

ANEXO 3

MANUAL DE USUARIO DEL SOFTWARE DE CONFIGURACIÓN HDL BUSPRO

ANEXO 4

HOJA TECNICA FUENTE DE PODER MSP750.431

ANEXO 5

HOJA TECNICA MÓDULO COMPACTO MHRCU.433

ANEXO 6

HOJA TECNICA MÓDULO LÓGICO MCLOG.431

ANEXO 7

HOJA TECNICA CONTROLADOR DMX MC-48IPDMX_431

ANEXO 8

HOJA TECNICA DRIVER DMX

ANEXO 9

HOJA TECNICA BOTONERA DLP MPL8.48

ANEXO 10

HOJA TECNICA SENSOR 12 EN 1 MS12.2C

ANEXO 11

HOJA TECNICA SISTEMA DE AUDIO MZBOX – A50B.30