

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INMÓTICO CON TECNOLOGÍA SMART BUS HDL
PARA EL CONTROL DE ILUMINACIÓN Y PERSIANAS**

Trabajo de grado presentado a la Universidad Técnica del Norte previo a la obtención del título
de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico

Autor.

Darwin Patricio Villegas Tobar

Directora.

Msc. Isabel Marina Quinde Cuenca

Asesores.

Msc. Eliana Carolina Ormeño Mejía

PhD. Ana Karina Cabrera Tobar

Ibarra - Ecuador

Febrero 2019



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art.144 de la Ley de Educación superior hago la entrega del presente trabajo a la un Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	DE	100413367-2	
APELLIDOS Y NOMBRES:	Y	Villegas Tobar Darwin Patricio	
DIRECCIÓN:		La Florida Calle Geranios y Retamas	
EMAIL:		darwyn_69xpx@hotmail.com	
TELÉFONO FIJO:	062 632-023	TELÉFONO MÓVIL:	0990663569

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INMÓTICO CON TECNOLOGÍA SMART BUS HDL PARA EL CONTROL DE ILUMINACIÓN Y PERSIANAS
AUTOR (ES):	Villegas Tobar Darwin Patricio
FECHA: DD/MM/AAAA	15/02/2019
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero En Mantenimiento Eléctrico
ASESOR /DIRECTOR:	Msc. Isabel Marina Quinde Cuenca

2.- AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Darwin Patricio Villegas Tobar, con cedula de identidad Nro. 100413367-2 en calidad de autor y titular de los derechos Patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

3.- CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 15 días del mes de Febrero de 2019

EL AUTOR:



Nombre: Darwin Patricio Villegas Tobar

Cedula: 100413367-2



Universidad Técnica del Norte
Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Darwin Patricio Villegas Tobar, con cedula de identidad No. 100413367-2, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la ley de propiedad intelectual del Ecuador, artículo 4, 5 y 6 en calidad de autor del trabajo de grado denominado **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INMÓTICO CON TECNOLOGÍA SMART BUS HDL PARA EL CONTROL DE ILUMINACIÓN Y PERSIANAS"**. Que ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente, aclarando que el trabajo aquí descrito es de mi autoría y que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.



Firma

Nombre: Darwin Patricio Villegas Tobar

Cedula: 100413367-2

Ibarra, Febrero del 2019



Universidad Técnica del Norte
Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Msc. Isabel Quinde

CERTIFICA

Que después de haber examinado el presente trabajo de investigación elaborado por el señor estudiante: Villegas Tobar Darwin Patricio certifico que ha cumplido con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado: **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INMÓTICO CON TECNOLOGÍA SMART BUS HDL PARA EL CONTROL DE ILUMINACIÓN Y PERSIANAS"**. Para la obtención de título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico; aprobando la defensa, impresión y empastado.


.....

Msc. Isabel Marina Quinde Cuenca

DIRECTORA DE TESIS



Universidad Técnica del Norte
Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de mis anhelos más deseados.

A mi madre por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional y a mi padre, que aunque a la distancia siempre estuvo dándome sus consejos y apoyo a lo largo de todos estos años de mi vida, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

Darwin P. Villegas



Universidad Técnica del Norte
Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas

AGRADECIMIENTO

Merece un agradecimiento especial mis padres y mi hermana que con su esfuerzo y dedicación me ayudaron a culminar mi carrera universitaria, dándome el apoyo suficiente para no decaer cuando todo parecía complicado e imposible.

De igual forma, agradezco a mi Directora de Tesis, que gracias a sus consejos y correcciones hoy puedo culminar este trabajo. A los Profesores que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento.

A mi familia, que de una u otra manera me brindaron su colaboración y apoyo moral para terminar este proyecto de titulación.

Darwin P. Villegas

TABLA DE CONTENIDO

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	II
2.- AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD.....	III
3.- CONSTANCIAS.....	III
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	IV
ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
TABLA DE CONTENIDO	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVII
RESUMEN.....	XIX
ABSTRACT.....	XX
INTRODUCCIÓN.....	XXI
A1.- ANTECEDENTES	XXI
A2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XXII
A3.- EL PROBLEMA	XXII
A4.- JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	XXIII
A5.- ALCANCE DEL TRABAJO	XXIII
A6.- VIABILIDAD DEL TRABAJO.....	XXIII
A7.- OBJETIVO GENERAL.....	XXIV
A8.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	XXIV

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 DOMÓTICA E INMÓTICA	1
1.1.1 EDIFICIO	1
a) EDIFICIOS RESIDENCIALES.....	1
b) EDIFICIOS NO RESIDENCIALES	1
1.1.2 EDIFICIO AUTOMATIZADO	1
1.1.3 EDIFICIO DOMÓTICO	2
1.1.4 EDIFICIO INMÓTICO.....	2
a) SIMPLE Y FÁCIL DE USAR	2
b) FLEXIBLE.....	2
c) MODULAR.....	2
d) INTEGRAL.....	2

1.1.5 EDIFICIO DIGITAL.....	3
1.1.6 EDIFICIO ECOLÓGICO	3
a) EDIFICIO SOSTENIBLE	3
b) EDIFICIO GEOBIOLÓGICO	3
c) EDIFICIO BIOCLIMÁTICO	3
d) BIOCONSTRUCCIÓN	3
1.1.7 EDIFICIOS INTELIGENTE	4
a) INTELIGENCIA ARTIFICIAL.....	4
b) AMBIENTE INTELIGENTE	4
c) MEDIO AMBIENTE	4
1.1.8 EDIFICIO URBÓTICO	4
1.2 LA DOMÓTICA	4
1.3 LA INMÓTICA.....	5
1.4 COMPONENTES BÁSICOS DE LA DOMÓTICA E INMÓTICA.....	5
1.4.1 SENSOR.....	6
1.4.2 CONTROLADOR	7
1.4.3 ACTUADOR.....	7
1.4.4 INTERFAZ	8
1.4.5 BUS	9
a) CABLEADO COMPARTIDO	9
b) CABLEADO PROPIO	9
c) INALÁMBRICA.....	10
1.5 ARQUITECTURA DOMÓTICA E INMÓTICA	10
1.5.1 RED CENTRALIZADA	10
1.5.2 RED DISTRIBUIDA	10
1.5.3 RED DESCENTRALIZADA	11
1.5.4 RED HÍBRIDA/MIXTA	12
1.6 TOPOLOGÍA.....	12
1.6.1 TOPOLOGÍA ESTRELLA.....	13
1.6.2 TOPOLOGÍA ANILLO	13
1.6.3 TOPOLOGÍA BUS.....	14
1.6.4 TOPOLOGÍA MALLA	14
1.6.5 TOPOLOGÍA ÁRBOL.....	15
1.7 MEDIOS DE TRANSMISIÓN	15
1.8 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN.....	16
1.8.1 PROTOCOLOS ESTÁNDAR.....	17
1.8.2 PROTOCOLOS PROPIETARIOS	17

1.9 SISTEMAS SMART BUS HDL	17
1.10 CARACTERÍSTICAS DE HDL, KNX, LONWORKS, X-10.	18
1.11 PRINCIPALES VENTAJAS DE UN SISTEMA DOMÓTICO E INMÓTICO	18
1.11.1 AHORRO ENERGÉTICO	18
1.11.2 CONFORT	19
1.11.3 SEGURIDAD.....	19
1.11.4 COMUNICACIONES	19
1.11.5 ACCESIBILIDAD.....	19

**CAPÍTULO II
DESARROLLO**

2.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA	20
2.1.1 INTRODUCCIÓN	20
2.1.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA	20
2.1.3 INTERFACES DE USUARIO HDL	20
a) INTERFAZ DE CONEXIÓN DE BOTONERAS INTELIGENTES	21
b) VISTA GENERAL	21
c) FUNCIONES.....	21
d) PARÁMETROS.....	21
e) INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	22
f) INSTALACIÓN.....	22
2.1.4 PANELES O BOTONERA.....	23
a) BOTONERA DLP PANTALLA LCD.....	23
b) VISTA GENERAL	23
c) FUNCIONES.....	23
d) PARÁMETROS.....	24
e) INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	24
f) INSTALACIÓN.....	25
2.1.5 SENSORES HDL.....	25
a) SENSOR ULTRASÓNICO 12 EN 1	26
b) VISTA GENERAL	26
c) FUNCIONES.....	26
d) PARÁMETROS.....	27
e) INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	27
f) INSTALACIÓN.....	27
2.1.6 FUENTE DE VOLTAJE 2400mA /24V DC.....	28
a) VISTA GENERAL	28
b) FUNCIONES.....	28

c) PARÁMETROS.....	29
d) INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	29
e) INSTALACIÓN.....	29
2.1.7 CONTROLADORES PROGRAMABLES HDL.....	30
1) MÓDULO LÓGICO DE AUTOMATIZACIÓN.....	30
a) VISTA GENERAL	30
b) FUNCIONES.....	31
c) PARÁMETROS.....	31
d) INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	31
e) INSTALACIÓN.....	32
2) MÓDULO DE CONEXIÓN IP.....	32
a) VISTA GENERAL	32
b) FUNCIONES.....	33
c) PARÁMETROS.....	33
d) INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	34
e) INSTALACIÓN.....	34
2.1.8 ACTUADORES HDL	35
1) MÓDULO DIMMER 2 CANALES 6 AMPERIOS.....	35
a) VISTA GENERAL	35
b) FUNCIONES.....	35
c) PARÁMETROS.....	36
d) INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	36
e) INSTALACIÓN.....	37
2) MÓDULO DE CORTINAS ACTUADOR.....	37
a) VISTA GENERAL	37
b) FUNCIONES.....	38
c) PARÁMETROS.....	38
d) INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	39
e) INSTALACIÓN.....	39
3) LUMINARIAS.....	40
4) MOTOR TUBULAR PARA PERSIANAS	41
a) VISTA GENERAL	41
2.2 TÍTULO DE LA PROPUESTA	43
2.2.1 UBICACIÓN FÍSICA.....	43
2.2.2 ESTUDIO ACTUAL	43
a) NÚMERO DE ÁREAS PARA EL ESTUDIO DE ILUMINACIÓN DE INTERIORES	44
b) INGRESO DE DATOS EN SOFTWARE DIALUX 4.13.....	46

c) NORMA DE ILUMINACION PARA INTERIORES	53
2.2.3 CÁLCULO DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN.....	53
a) MÉTODO DE LOS LÚMENES.....	53
2.2.4 AUMENTO DE ILUMINACIÓN LED DIMERIZABLES POR ZONA DEL LABORATORIO.	58
a) JUSTIFICACIÓN.....	59
2.2.5 DIMENSIONAMIENTO DEL BREAKER	60
2.2.6 DIMENSIONAMIENTO DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR	60
2.2.7 DIMENSIONAMIENTO DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR DE LAS LUMINARIAS LED .	62
a) CALIBRE DEL CONDUCTOR PARA LAS BOMBILLAS LED DE 9W	62
b) CALIBRE DEL CONDUCTOR PARA LAS LAMPARAS LED DE 20W	62
2.2.8 ESCENAS.....	63
2.3 TÍTULO DE LA PROPUESTA	66
2.3.2 PLANO ELÉCTRICO EXISTENTE DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN	66
a) PLANO ESTRUCTURAL DEL ÁREA.....	66
b) PLANO DEL LABORATORIO	66
2.3.3 CONEXIONADO DE LOS EQUIPOS HDL BUSPRO	69
2.3.4 CONFIGURACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DE LOS EQUIPOS HDL BUSPRO	70
2.3.5 INSTALACIÓN DEL GABINETE PARA LOS DISPOSITIVOS HDL BUSPRO	72
2.4 TÍTULO DE LA PROPUESTA	73
2.4.2 DESCARGA DE LA APLICACIÓN	73
2.4.2 CONFIGURACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DE LOS EQUIPOS HDL BUSPRO CON LA INTERFAZ HDL ILIFE.....	74

CAPÍTULO III

RESULTADOS

3.1 RESULTADOS.....	81
3.1.1 ASPECTOS CONSIDERADOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL LABORATORIO	81
3.1.2 CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES MEDIANTE NIVELES DE DOMOTIZACIÓN	83
3.1.3 COSTOS DE EQUIPOS HDL BUSPRO Y MATERIALES EXTRAS USADOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN.....	85
CONCLUSIONES	86
RECOMENDACIONES	87
REFERENCIAS	88
Anexo A:	92
Implementación de los equipos HDL Buspro.....	92
Anexo B:	93
MANUAL DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS HDL BUSPRO	93

Manual de operación módulo DIMMER.....	93
Manual de operación del módulo actuador de cortinas	96
Manual de operación de botonera DLP	97
Manual de operación de sensor 12 en 1	102
Anexo C:	110
PROGRAMACIÓN DE LOS EQUIPOS HDL BUSPRO	110
Programación de módulo lógico programador.....	110
Anexo D:	130
Programación y manual de usuario del aplicativo i-Life de HDL Buspro.....	130
Anexo E:	139
Manual de mantenimiento de los equipos HDL Buspro	139
Cronograma de mantenimiento	140
Anexo F:	141
Manual de uso de los equipos HDL Buspro	141
Anexo G:.....	145
Registro fotográfico de instalación del sistema de iluminación y control de persianas.....	145

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Componentes de la Domótica e Inmótica.....	6
Figura 2: Tipos de sensores.....	6
Figura 3: Tipos de controladores programables	7
Figura 4: Tipos de actuadores.....	8
Figura 5: Tipos de interfaz	9
Figura 6: Medios de transmisión BUS	9
Figura 7: Arquitectura de red centralizada.....	10
Figura 8: Arquitectura de red distribuida.....	11
Figura 9: Arquitectura de red descentralizada	11
Figura 10: Arquitectura de red hibrida/mixta.....	12
Figura 11: Topologías de la red	13
Figura 12: Topología estrella.....	13
Figura 13: Topología anillo.....	14
Figura 14: Topología bus	14
Figura 15: Topología malla.....	15
Figura 16: Topología árbol	15
Figura 17: Interfaz de conexión de la botonera.	21
Figura 18: Dimensiones de la interfaz de conexión de botoneras inteligente	22
Figura 19: Instalación de la interfaz de conexión de botoneras inteligente.....	22
Figura 20: Botonera DLP pantalla LCD.	23
Figura 21: Dimensiones de la botonera DLP.....	24
Figura 22: Instalación de la botonera DLP pantalla LCD.	25
Figura 23: Sensor ultrasónico 12 en 1.....	26
Figura 24: Dimensiones del sensor ultrasónico 12 en 1	27
Figura 25: Instalación del sensor ultrasónico 12 en 1.....	28
Figura 26: Fuente de voltaje 2400mA/24V DC.	28
Figura 27: Dimensiones de la fuente de alimentación.	29
Figura 28: Instalación de fuente de alimentación 2400mA/24V DC.....	29
Figura 29: Módulo lógico de programación.	30
Figura 30: Dimensiones del módulo lógico de automatización.	31
Figura 31: Instalación del módulo lógico de automatización.....	32
Figura 32: Módulo de conexión IP.....	33
Figura 33: Dimensiones del módulo de conexión IP.....	34
Figura 34: Instalación del módulo de conexión IP.	34
Figura 35: Módulo DIMMER 2 canales 6 A.	35

Figura 36: Dimensiones del módulo DIMMER.....	36
Figura 37: Instalación del módulo DIMMER.	37
Figura 38: Módulo de actuador de cortinas.	38
Figura 39: Dimensiones del módulo de cortinas.....	39
Figura 40: Instalación del módulo de cortinas.	39
Figura 41: Tubos LED de 20W	40
Figura 42: Foco LED Dimerizables de 9w.	41
Figura 43: Diagrama de conexión del motor tubular para persianas.....	42
Figura 44: Ubicación física del laboratorio de automatización.	43
Figura 45: Medición de iluminación en laboratorio de automatización.....	45
Figura 46: Abrir proyecto en software DIALux.....	47
Figura 47: Nuevo proyecto en software DIALux.	47
Figura 48: Nueva escena software DIALux.	47
Figura 49: Insertar dimensiones del Laboratorio.	48
Figura 50: Tipos de vistas software DIALux.	48
Figura 51: Ingreso de parámetros software DIALux.	48
Figura 52: Ingreso de coeficiente de reflexión.....	49
Figura 53: Seleccionar luminaria en catalogo Philips.	49
Figura 54: Insertar tipo de luminaria.....	50
Figura 55: Luminaria añadida al laboratorio.	50
Figura 56: Ingreso del nivel de iluminación para el laboratorio.	51
Figura 57: Distribución de luminarias.	51
Figura 58: Cálculo del estudio.....	52
Figura 59: Datos de iluminación en software DIALux 4.13.	52
Figura 60: Dimensiones del laboratorio de automatización.	54
Figura 61: Fórmulas para el índice (K).	55
Figura 62: Distribución de las luminarias.....	58
Figura 63: Nivel de iluminación por zonas en el laboratorio de automatización.	59
Figura 64: Plano eléctrico existente del laboratorio de automatización.	67
Figura 65: Implementación del laboratorio de automatización.....	68
Figura 66: Conexión de HDL Buspro a UTP CAT5E.	69
Figura 67: Conexionado en Bus de equipos HDL.....	69
Figura 68: Segmento de la red al mismo de la interfaz IP.	70
Figura 69: Chequeo de conexión.	71
Figura 70: Búsqueda de equipos HDL Buspro.	71
Figura 71: Equipos HDL Buspro conectados al bus de datos.....	71
Figura 72: Conexionado de todos los equipos HDL Buspro.	72

Figura 73: Gabinete Eléctrico.....	72
Figura 74: Descarga e instalación de APP iLife.....	73
Figura 75: Ícono de HDL iLife.....	73
Figura 76: Interfaz HDL iLife.	74
Figura 77: Cambio de dirección al módulo IP.....	75
Figura 78: Cambio a DHCP.....	75
Figura 79: Cable Ethernet al router WI-FI.....	76
Figura 80: IP para el aplicativo.....	76
Figura 81: Creación del proyecto en iLife Editor.....	76
Figura 82: Insertar un tipo de habitación requerido.	77
Figura 83: Orden de las habitaciones.....	77
Figura 84: Dispositivos para el aplicativo.	78
Figura 85: Subnet ID y Device ID en aplicativo móvil.....	78
Figura 86: Subir archivo i-Life en móvil.....	79
Figura 87: Cargar programación en dispositivo móvil.....	79
Figura 88: IP dispositivo móvil.....	79
Figura 89: Aplicativo móvil.....	80
Figura 90: Dato del mejoramiento de la iluminación en el laboratorio.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sensores según el tipo	7
Tabla 2: Actuadores según su función	8
Tabla 3: Medios de transmisión para intercambiar información.....	16
Tabla 4: Características de protocolos estándar, propietarios y relacionados.	17
Tabla 5: Características principales de los protocolos estándar	18
Tabla 6: Funciones principales de la interfaz de conexión de botonera inteligente.....	21
Tabla 7: Parámetros generales de la interfaz de conexión de botoneras inteligente.	21
Tabla 8: Pasos para la instalación y precauciones para la interfaz de conexión de botoneras inteligente.	23
Tabla 9: Funciones principales de la botonera DLP pantalla LCD	24
Tabla 10: Parámetros generales de la botonera DLP pantalla LCD	24
Tabla 11: Pasos para la instalación y precauciones para la botonera DLP pantalla LCD.	25
Tabla 12: Funciones principales del sensor ultrasónico 12 en 1.....	26
Tabla 13: Parámetros generales del sensor ultrasónico 12 en 1	27
Tabla 14: Pasos para la instalación y precauciones para el sensor ultrasónico 12 en 1	28
Tabla 15: Funciones principales de la fuente de voltaje	28
Tabla 16: Parámetros generales de la fuente de voltaje.....	29
Tabla 17: Instalación y precauciones de la fuente de voltaje.....	30
Tabla 18: Funciones principales del módulo lógico de automatización.....	31
Tabla 19: Parámetros generales del módulo lógico de automatización	31
Tabla 20: Instalación y precauciones del módulo lógico de automatización	32
Tabla 21: Funciones principales del módulo de conexión IP	33
Tabla 22: Parámetros generales del módulo de conexión IP.....	33
Tabla 23: Instalación y precauciones del módulo de conexión IP.....	34
Tabla 24: Funciones principales del módulo DIMMER	35
Tabla 25: Parámetros generales del módulo DIMMER.....	36
Tabla 26: Instalación y precauciones del módulo DIMMER.....	37
Tabla 27: Funciones principales del módulo de cortinas	38
Tabla 28: Parámetros generales del módulo de cortinas.....	38
Tabla 29: Instalación y precauciones del módulo de cortinas.....	40
Tabla 30: Características de la lampara LED DE 20w.....	40
Tabla 31: Características del foco LED Dimmable de 9w.....	41
Tabla 32: Placa de características de motor tubular para persianas.	41
Tabla 33: Número de zona de medición en relación con el índice de área.....	44
Tabla 34: Datos de iluminación por zona con luxómetro TM-204	46

Tabla 35: Datos de iluminación por zona con luxómetro de Arduino BH - 1750	46
Tabla 36: Coeficiente de reflexión (CU).....	49
Tabla 37: Niveles de iluminación en edificios educativos	53
Tabla 38: Niveles recomendados para iluminación.	53
Tabla 39: Altura de luminarias.....	54
Tabla 40: Factor de utilización de lámparas LED.	56
Tabla 41: Factor de mantenimiento de Lámparas LED.	56
Tabla 42: Corrientes máximas por dispositivos HDL Buspro.	60
Tabla 43: Sección e intensidad admisible de conductor de cobre	61
Tabla 44: Detalle de escenas en el laboratorio de automatización.....	64
Tabla 45: Subnet ID y Device ID de cada equipo Buspro.....	72
Tabla 46: Resultados del mejoramiento del nivel de iluminación en el laboratorio.	82
Tabla 47: Evaluación de niveles de domotización	84
Tabla 48: Costos de equipos y materiales.....	85

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene la finalidad de realizar el diseño y la implementación de un sistema inmótico con tecnología HDL Buspro para el laboratorio de automatización en la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, explicando los conceptos prácticos para conocer los medios de transmisión de datos y sus diferentes conexiones en las aplicaciones de inmótica.

El objetivo de la implementación es mejorar la calidad de estudio, administrar de manera adecuada el ahorro energético, iluminación óptima y control centralizado entre todos los equipos del sistema mediante mando manual como el panel de control y automático con el sensor 12 en 1.

De igual manera con la instalación de los dispositivos en el aula de clases y según la “Tabla de niveles de domotización de la asociación española de domótica e inmótica (CEDOM)” se confirma que el nivel de domotización en el laboratorio es de nivel 1 estimando la posibilidad de expandir el sistema con aplicaciones futuras a gran escala.

Para facilitar el control remoto de los equipos se diseñó un aplicativo web para dispositivos Android o IOS, además, la elaboración de manuales de uso, programación, mantenimiento y funcionamiento que usa los protocolos HDL Buspro dando una visión global de los edificios automatizados en la actualidad y así contribuir como punto de inicio para aplicación de este sistema en diferentes inmuebles del campus universitario.

En conclusión, a pesar de su elevado costo, el sistema cuenta con múltiples aplicaciones en lo referente a la tecnología inmótica como: el control dimerizable de la iluminación, automatización de persiana, temperatura, audio, video, etc., de manera que incorpora todos los dispositivos en un mismo sistema.

Palabras claves: Inmótica, control automático, protocolo, automatización, HDL Buspro, comunicación, iluminación, confort.

ABSTRACT

The present titling work has the purpose to achieve the design and the implementation of an inmotoc system with HDL Buspro technology. for the automation laboratory in the career of Electrical Maintenance Engineering, explaining the practical concepts to know the means of data transmission and its different connections in the inmotoc applications.

The objective of the implementation is to improve the quality of the study, to manage in an adequate way the energy saving, optimal lighting and centralized control among all the equipment of the system by means of manual control as well as the control panel and automatic with the 12 in 1 sensor.

In the same way with the installation of the devices in the classroom and according to the "Domotization levels table of the Spanish domotic and inmotoc association (CEDOM)" it is confirmed that the domotization level in the laboratory is level 1 estimating the possibility of expanding the system with future applications on a large scale.

To facilitate the remote control of the equipment a web application for Android or IOS devices was designed, besides, the elaboration of manuals of use, programming, maintenance and operation using the HDL Buspro protocols, giving a global view of the automated buildings currently. and thus, to contribute as a starting point for the application of this system in different buildings of the university campus.

In conclusion, despite its high cost, the system has multiple applications regarding to inmotoc technology such as dimerizable control of lighting, automation of shutters, temperature, audio, video, etc., incorporating all the devices in a same system.

Keywords: Inmotoc, automatic control, protocol, automation, HDL Buspro, communication, illumination, comfort.

INTRODUCCIÓN

A1.- ANTECEDENTES

El término inmótica significa "sistema de gerenciamiento del edificio", es el que realmente controla y regula a un edificio, o sea su "gestión total"; La inmótica ofrece la posibilidad de monitorización del funcionamiento general del edificio, ascensores, balance energético, riego, climatización, iluminación de las áreas comunes, temperatura, sonido etc. Del mismo modo permite un mayor control de acceso y el seguimiento continuo de quien haya ingresado al edificio. (BASA, 2007)

A lo largo de la historia, el hombre ha aplicado sus conocimientos, en el mejoramiento de su entorno, transformándolo en un lugar lleno de tecnología, en un ambiente "inteligente". La vida diaria se ve facilitada por dispositivos que ayudan a la gestión del entorno material (iluminación, aire acondicionado, dispositivos electrónicos, temperatura), a la gestión de las tareas domésticas rutinarias y a la gestión de la seguridad. (VARGAS, 2005)

Diversos tipos de tecnologías pueden ser integrados para facilitar la vida de las personas. En este sentido, la inmótica surge como medio para proporcionar seguridad y confort. (VARGAS, 2005)

La inmótica es un conjunto de tecnologías que se encuentra actualmente en pleno desarrollo, si bien sus orígenes comenzaron en la automatización industrial, hoy podemos encontrar edificaciones totalmente equipadas con este tipo de tecnología que además de aumentar el confort, proporciona una mayor seguridad en la mismas y permite hacer un uso más eficiente de la energía. (TORRES, 2014)

HDL (Smart High Definition Living), es una empresa china creada en 1985 especializada en el desarrollo y fabricación de sistemas de domótica para hogares, edificios y hoteles. Ofrece un control completo de automatización, tanto para viviendas como edificios, incluye la automatización de iluminación, control de cortinas, sistemas de climatización, control de iluminación LED, control de reproductores de música, control vía remota mediante Smart phones (SÁNCHEZ CUNALATA, 2016).

Para conseguir todos estos beneficios, una edificación inmótica tendrá una instalación especial de nuevos componentes conectados entre sí y que serán los encargados de recoger información del entorno como temperatura, iluminación, etc., procesarla y actuar en consecuencia dotando a la edificación de cierta inteligencia y automatización, tareas que hasta

ahora se venían haciendo de forma manual. (BALDEÓN ORDÓÑEZ & CONGACHA YAIRIPOMA, 2014)

Las edificaciones en el Ecuador comúnmente son construidos de forma tradicional, es decir poseen una infraestructura con instalaciones no monitoreadas, ni controladas que puede representar aparentemente un servicio de calidad pero en comparación con los avances que existen en la actualidad en el campo de la tecnología de sistemas de monitoreo y control, existe una gran diferencia por la eficiencia que estos representan tanto para la calidad de vida y el ahorro económico que implica para los usuarios en su vida diaria.

A2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El laboratorio de automatización de CIELE de la Universidad Técnica del Norte, al momento no cuenta con una iluminación optimizada en las áreas de trabajo tanto para docentes como para estudiantes, debido a que los parámetros de iluminación del mismo no cumplen con el rango recomendado según la norma de iluminación para interiores, (UNE12464.1, 2007); esta situación provoca fatiga visual, dolores de cabeza, stress, falta de atención y desánimo debido al esfuerzo realizado; estos aspectos evidencian que no se dispone de un buen ambiente estudio en el aula de clases que ayude al mejoramiento de la calidad del aprendizaje. Por lo cual este trabajo de investigación implica la implementación de un sistema inmótico en el laboratorio, es decir de automatización del sistema de iluminación con un control centralizado de la infraestructura que ofrezca una iluminación adecuada, y la instalación de equipos necesarios para el control de persianas y así optimizar las funciones dentro del sitio de estudio y ahorro de energía. Todos estos aspectos involucran un proyecto de inmótica necesario en un mundo donde las actividades humanas, se ven cada vez más automatizadas, por cuanto aquello que conocemos también va cambiando y la inmótica como una tecnología moderna en crecimiento no es la excepción, ella pretende dar a conocer y entender el fenómeno de la tecnología globalizada con nuevos materiales, e interfaces de comunicación que renovarán la calidad de vida del ser humano y de la sociedad en su conjunto.

A3.- EL PROBLEMA

¿Cómo realizar la implementación de un sistema inmótico con tecnología SMART BUS HDL para el control de la iluminación y persianas?

A4.- JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

En estos días, a pasos agigantados se ha desarrollado nuevos tipos de tecnologías aplicables a todo tipo de viviendas, edificios, laboratorios, etc. En las cuales han permitido que las personas disfruten de placeres y comodidades que llevan a un estilo de vida mejorado.

En la actualidad la inmótica y sus aplicaciones es el avance de nuevas tecnologías que se encuentra en pleno desarrollo, debido a que se están relacionando con edificaciones del futuro que se encuentra cada vez más cerca y se están siendo usadas en países de primer mundo.

La implementación de este trabajo de grado sirve para la ampliación de conocimientos, enfocados en las nuevas tecnologías de la programación inmótica para poder experimentar e imaginar las bases de las investigaciones futuras en el campus universitario de la carrera y llegar a implementar un área de enseñanza moderna dentro de la universidad.

A5.- ALCANCE DEL TRABAJO

El presente diseño e implementación tiene la finalidad de lograr hacer el mejoramiento, la readecuación de las instalaciones de iluminación y control de persianas en el laboratorio de automatización de CIELE para un mayor confort, mejor estética. Ya que la inmótica tiene importantes ventajas entre las que se pueden destacar el ahorro de energía, el incremento en los niveles de seguridad, mayor y mejor control centralizado sobre todas las áreas, mejor comunicación, optimización de recursos, automatización, ahorro de tiempo y calidad de vida.

A6.- VIABILIDAD DEL TRABAJO

Para llevar a cabo este estudio se contará con sistema SMART BUS HDL una tecnología que se está desarrollando mucho en el país porque brinda mayor confort, comodidad, ahorro energético, seguridad etc., que a su vez mejora la manera de estudio y facilita a los profesores la impartición de su respectiva materia, ya que el sistema puede adaptarse a todo tipo de ambiente ya sea en horarios diurno o nocturno con variedad de escenarios que ayude a brindar soluciones a diferentes problemas por la mala iluminación, al cual se ha enfocado el control de iluminación y persianas para poder reducir el consumo y desgaste de la energía innecesaria.

A7.- OBJETIVO GENERAL

Implementar un sistema inmótico con tecnología SMART BUS HDL para el control de la iluminación y persianas.

A8.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.- Realizar el estudio del arte de los equipos inmótico que utilizan la tecnología SMART BUS HDL.

2.- Diseñar el sistema de iluminación y control de persianas usando la tecnología SMART BUS HDL en el laboratorio de automatización en la carrera de Ingeniería en Electricidad.

3.- Implementar el sistema de iluminación y control de persianas usando la tecnología SMART BUS HDL en el laboratorio de control en la carrera de Ingeniería en Electricidad.

4.- Realizar un aplicativo móvil (APP) para el monitoreo y control del sistema inmótico

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se realiza una pequeña introducción a los conceptos principales del sistema inmótico y las características fundamentales de los elementos que los compone, como también el análisis a los tipos de edificaciones automatizadas que existen en la actualidad.

1.1 DOMÓTICA E INMÓTICA

las características con las que debe contar este tipo de sistemas y los elementos que el mismo compone.

1.1.1 EDIFICIO

Es resultado de una construcción cubierta que puede manejarse de manera independiente y que se ha edificado de forma permanente y se ocupa para la seguridad.

Estas edificaciones se pueden catalogar en dos grupos dependiendo el uso, como son: edificios residenciales y edificios no residenciales. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

a) EDIFICIOS RESIDENCIALES

Las edificaciones residenciales pueden ser de diferentes modelos, dependiendo de si disponen de uno o varios domicilios. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

b) EDIFICIOS NO RESIDENCIALES

Las edificaciones de carácter no residenciales se catalogan según su utilización determinada, pudiendo ser comprendidos para diferentes fines como, aspectos hoteleros, oficina, universidades etc. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

1.1.2 EDIFICIO AUTOMATIZADO

Un edificio automatizado se describe a un edificio o domicilio que tiene algún tipo de automatismo. De forma que, ante cualquier solicitud prevista, de una solución apropiada. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

1.1.3 EDIFICIO DOMÓTICO

Es un modelo de domicilio que incorpora automatismos en seguridad, ahorro energético, aumento de confort, seguridad, y facilidad de comunicación a todos sus residentes de forma eficaz. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

1.1.4 EDIFICIO INMÓTICO

Se enfoca a edificaciones de gran tamaño ya sea hoteles, universidades, hoteles etc. Y sus objetivos específicos se fundamentan en la calidad de vida, calidad de trabajo, el cual se maneja el mismo método de automatización de la domótica dependiendo donde se requiera integrar. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

La principal particularidad que debe tener este sistema inmótico se puede abreviar en simple y fácil de usar, flexible, modular, integral.

a) SIMPLE Y FÁCIL DE USAR

La estructura debe ser lo más sencillo de usar por el cliente final, para así proporcionar un incremento en el confort. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

b) FLEXIBLE

Se debe considerar la disposición de adecuaciones futuras, de modo que las correcciones y el aumento de varios equipos no tenga un precio costoso ni un sacrificio considerable. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

c) MODULAR

El sistema de control debe prevenir fallos que puedan dañar a la edificación, igualmente posibilitar la simple ampliación de nuevos servicios. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

d) INTEGRAL

Debe aceptar la transferencia de información y la comunicación entre distintas zonas de gestión del edificio, para que los subsistemas estén correctamente integrados. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

1.1.5 EDIFICIO DIGITAL

Esta edificación puede ser la vivienda del futuro próximo, el cual consiste en la unión de varios servicios en el hogar como entretenimiento, comunicación, infraestructura, equipamiento, etc.; formando nuevas redes informáticas en el hogar. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

1.1.6 EDIFICIO ECOLÓGICO

Estas viviendas son las delegadas de economizar el uso de los recursos energéticos y de los componentes en la urbanización, conservación, mantenimiento y reciclaje de estos. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

Este tipo de edificación se puede clasificar en cuatro grandes tipos:

a) EDIFICIO SOSTENIBLE

Son aptos de generar toda la energía necesaria para sustentarse por sí solo y sin producir residuos, por lo general este tipo de vivienda se encuentra en el campo. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

b) EDIFICIO GEOBIOLÓGICO

Son aquellos edificios cuya principal ventaja es la de aprovechar los diferentes fenómenos físicos que pueden darse en el entorno del edificio o la vivienda. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

c) EDIFICIO BIOCLIMÁTICO

Para esta edificación su aplicación esencial es optimizar, y así alcanzar un interior con las condiciones de confort térmico apropiado sin tantos métodos de climatización. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

d) BIOCONSTRUCCIÓN

Este tipo de edificación tiene en cuenta varios aspectos biológicos y ecológicos para incorporarse en su ambiente más próximo. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

1.1.7 EDIFICIOS INTELIGENTE

Este tipo de edificaciones son automatizadas y como punto extra son añadidos inteligencia artificial para simplificar las distintas labores cotidianas y soportar varios fallos que el sistema pueda ocasionar. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

a) INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Para que cualquier edificación sea llamado inteligente, no solo debe integrar nuevas tecnologías de la comunicación y la información, sino que estas deber ser utilizadas de forma ingeniosa para ahorrar el mantenimiento y el control del edificio. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

b) AMBIENTE INTELIGENTE

Es un entorno en donde los beneficiados interactúan con varios dispositivos conectados entre sí, ya sea con el ordenador, móvil o sin cables. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

c) MEDIO AMBIENTE

En la actualidad, para cuidar el medio ambiente en el que se habita, se ha tomado mucho en cuenta la construcción de las edificaciones, y así producir un impacto de contaminación diminuto. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

1.1.8 EDIFICIO URBÓTICO

Es un paso más de la evolución domótica e inmótica y se define como una ciudad inteligente que conduzca un mejor grado de cálida de vida. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

1.2 LA DOMÓTICA

En la etapa actual la domótica progresa a pasos muy agigantados debido a las nuevas tecnologías que se están manejando para la automatización de domicilios por lo tanto “Un sistema domótico es capaz de recoger información proveniente de unos sensores o entradas, procesarla y emitir órdenes a unos actuadores o salidas. El sistema puede acceder a redes exteriores de comunicación o información”. (CEDOM, 2015)

Las distintas aplicaciones usadas para automatizar una casa llevan a una mejor calidad de vida debido a que la domótica es un concepto que se refiere a la integración de las distintas

tecnologías en el hogar mediante el uso simultáneo de la electricidad, la electrónica, la informática y las telecomunicaciones. Su fin es mejorar la seguridad, el confort, la flexibilidad, las comunicaciones, el ahorro energético, facilitar el control integral de los sistemas para los usuarios y ofrecer nuevos servicios. (AKITEC, 2008)

La domótica permite dar respuesta a los requerimientos que plantean estos cambios sociales y las nuevas tendencias de nuestra forma de vida, facilitando el diseño de casas y hogares más humanos, más personales, polifuncionales y flexibles. (CEDOM, 2015)

1.3 LA INMÓTICA

La inmótica en comparación con la domótica es aplicable a instalaciones de mayor capacidad como son las Universidades, Edificios, Hospitales, etc. Por lo tanto “Los equipos y sistemas de automatización de edificios proporcionan funciones de control efectivas para las aplicaciones desde calefacción, ventilación, refrigeración, agua caliente, iluminación, sonido, audio, video etc., esto conduce a una mayor eficiencia energética y operacional.” (CEDOM, 2015)

La inmótica es un modo de gestión remoto, centralizado y automatizado que supone la incorporación de numerosos subsistemas en las instalaciones de edificios terciarios con el fin de optimizar recursos, reducir costes y disminuir el consumo de energía innecesario, al mismo tiempo que aumenta la seguridad y el confort. (TWENERGY, 2012)

1.4 COMPONENTES BÁSICOS DE LA DOMÓTICA E INMÓTICA

Si bien los componentes de un sistema domótico pueden variar en cada caso, se puede diferenciar algunos generales como son el sensor, controlador, actuador, bus e interfaz. En la figura 1 se aprecia los componentes principales de la domótica e inmótica.

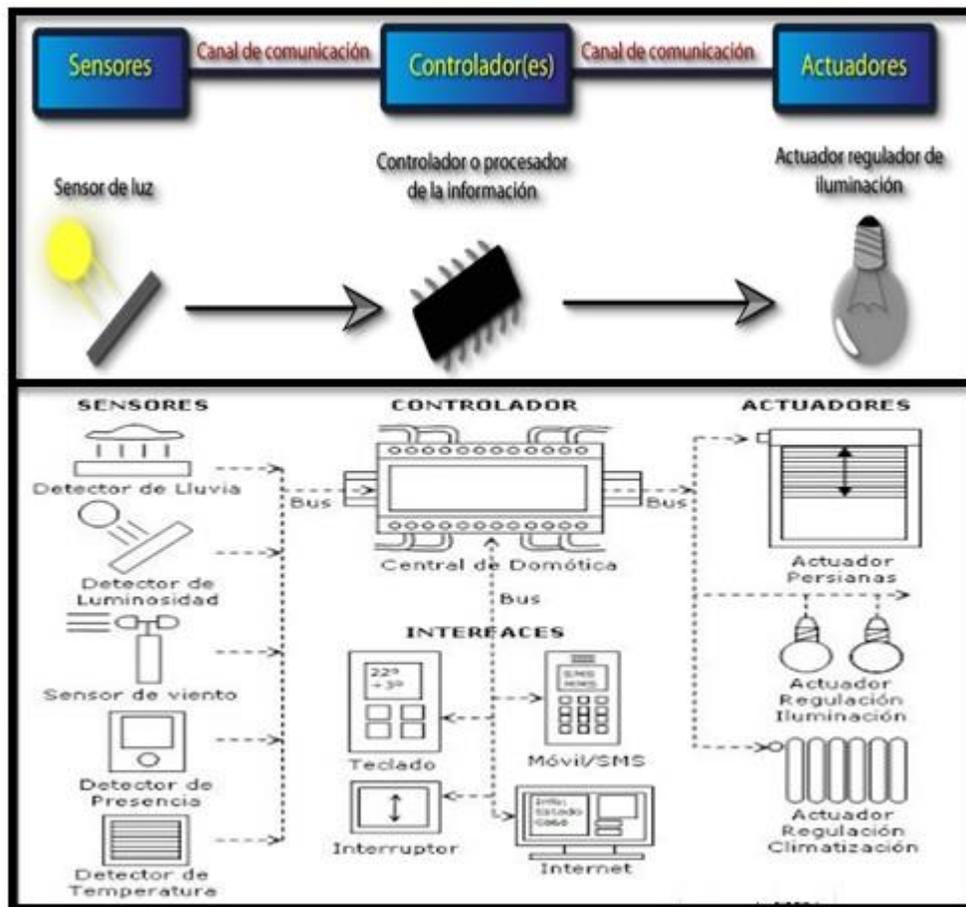


Figura 1: Componentes de la Domótica e Inmótica
 Fuente: (WORDPRESS, 2017), (CASADOMO, 2004)

1.4.1 SENSOR

El sensor es un mecanismo de monitoreo que básicamente hace la conversión de una magnitud física a una magnitud eléctrica, que están diseñados para detectar la información externa que trasmite el sistema y así poder manipularla con el controlador. En la figura 2 se muestra los diferentes tipos de sensores existentes en el mercado.



Figura 2: Tipos de sensores
 Fuente: (AREQUIPA FERNANDEZ, 2016)

Los sensores también se clasifican en seis grupos dentro del ámbito de su utilización indicados en la tabla 1.

Tabla 1: Sensores según el tipo

TIPO	ÁMBITO DE APLICACIÓN
Gestión Climática	Termocupla, termostatos, manómetros, hidrómetro, sondas de temperatura.
Gestión Contra Incendio	Sensor de humo, infrarrojos, termovelocimétricos, sensor de dilatación.
Gestión Contra Robo	Sensor de presencia por infrarrojos (PIR), sensores de apertura de puertas o ventanas, sensores de ruptura de cristales.
Control De Presencia	Lector de teclado, lector de tarjetas, biométricos.
Control De Iluminación	Sensor de luminosidad, luxómetro.
Otros Sistemas	Pluviómetro, anemómetro, sensor de GLP, Medidor eléctrico.

Fuente: (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

1.4.2 CONTROLADOR

El controlador es el elemento central en las instalaciones inmótica, es decir, sería el cerebro que recibe la información del sistema o de los diferentes sensores instalados en varios puntos del edificio para luego procesarla y generar distintas ordenes, el cual decide que acción realizar según la programación con que se encuentre instalada y así enviar a los actuadores para ser ejecutadas. En algunos casos pueden existir un controlador o más de uno distribuidos en la instalación. En la figura 3 se muestra varios tipos de controladores.



Figura 3: Tipos de controladores programables
Fuente: (TESOLIN, 2013)

1.4.3 ACTUADOR

Es un instrumento electromecánico capaz de recibir órdenes del controlador para iniciar un proceso con la finalidad de cambiar las características del ambiente inmótico y ejecutar la activación de un elemento definido, en la figura 4 se visualiza los tipos de actuadores de una instalación domótica e inmótica.



Figura 4: Tipos de actuadores
Fuente: (CAMPOS ESCOBAR, 2016)

Los actuadores también se clasifican en seis grupos dentro del ámbito de su función indicados en la tabla 2.

Tabla 2: Actuadores según su función

ACTUADOR	FUNCIÓN
Relé	Interruptor que conmutan circuito de potencia.
Contadores	Son relés de potencia.
Reguladores o Dimmers	Son dispositivos semiconductores que regulan la potencia como los diacs o triacs.
Electroválvulas	Su apertura es controlada mediante una señal eléctrica.
Motor eléctrico	Convierte la señal eléctrica en señal mecánica.
Resistencias	Se usa para elevar la temperatura.

Fuente: (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

1.4.4 INTERFAZ

Una interfaz es un instrumento que sirve para conectar varios dispositivos entre sí, estos pueden ser (ordenadores, pantallas, celulares, etc.) y tienen la capacidad de transformar señales generadas por un dispositivo en señales accesibles para otros dispositivos.

La comunicación que origina el sistema para el usuario es manejable ya que se puede interactuar con el mismo de manera física. En la figura 5 se muestra los tipos de interfaz para una instalación inmótica.



Figura 5: Tipos de interfaz
Fuente: (PRO-FACE, 2016)

1.4.5 BUS

El sistema eléctrico bus es el medio de comunicación que envía información de alta velocidad a varios dispositivos que conforman sistema inmótico por medio de una red que permite comunicarse entre ellos, ya sea de forma inalámbrica o por cable. A continuación, en la figura 6 se muestra los medios de transmisión bus para una instalación inmótica.

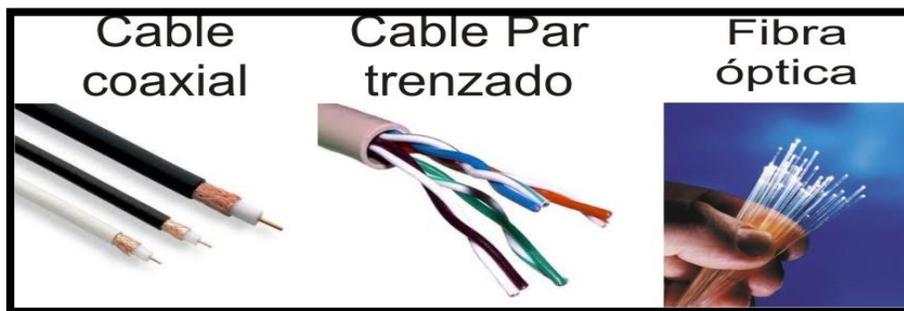


Figura 6: Medios de transmisión BUS
Fuente: (SÁNCHEZ LASAOSA, 2017)

Existen varios tipos de transmisión bus usados para la transmisión de información, los más conocidos son detallados a continuación.

a) CABLEADO COMPARTIDO

Se usan conductores compartidos con redes existentes para la transmisión de la información de un sistema inmótico, además de interconectar diversos dispositivos y controlarlos conjuntamente. (ARQCOMPUS, 2009)

b) CABLEADO PROPIO

La transmisión por un cableado propio es el medio más común para los sistemas de inmótica, principalmente son del tipo: par apantallado, par trenzado, coaxial o fibra óptica. (ARQCOMPUS, 2009)

c) INALÁMBRICA

Varios dispositivos utilizan soluciones de transmisión inalámbrica entre los distintos dispositivos, especialmente tecnologías de infrarrojo y radiofrecuencia. (ARQCOMPUS, 2009)

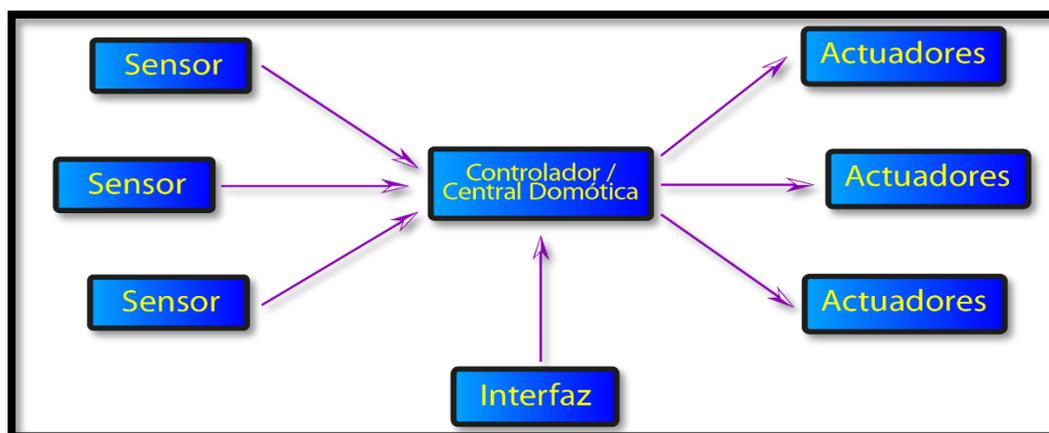
1.5 ARQUITECTURA DOMÓTICA E INMÓTICA

Es el nuevo tipo de arquitectura domótica e inmótica inteligente el cual su función principal es el ahorro energético, la automatización, climatización, seguridad, así obteniendo espacios más confortables para el usuario con soluciones innovadoras gracias al amplio desarrollo de la computación y de la tecnología robótica. (ARQHYS, 2016)

Un sistema domótico e inmótico tiene una arquitectura que especifica donde se interconectan distintos dispositivos de entrada y salida a uno o más sistemas digitales al cual se va a ubicar.

1.5.1 RED CENTRALIZADA

Según FREIRE & NAULA (2008), señala que un controlador centralizado, es el encargado de recibir la información de los elementos del sistema (sensores, interfaces, actuadores) y gestionar toda la información, una vez procesada, envía las órdenes adecuadas a los actuadores y sus interfaces como se muestra en la figura 7.



*Figura 7: Arquitectura de red centralizada
Fuente: (CASADOMO, 2004)*

1.5.2 RED DISTRIBUIDA

Se caracteriza por no tener un elemento principal, en su lugar cada dispositivo posee un pequeño procesador propio que se encarga de gestionar la información que se le ha preprogramado, y actúa de acuerdo con el análisis que realice de la información que ingresa por el bus de datos. (PIÑA LÓPEZ & MAURAT HUARACA, 2013)

Esta red es el medio por el cual un elemento se interconecta con los demás dispositivos de la red; además el bus permite el envío de información entre todos los elementos, tanto de las entradas como de las salidas como se observa en la figura 8. (FREIRE & NAULA, 2008)

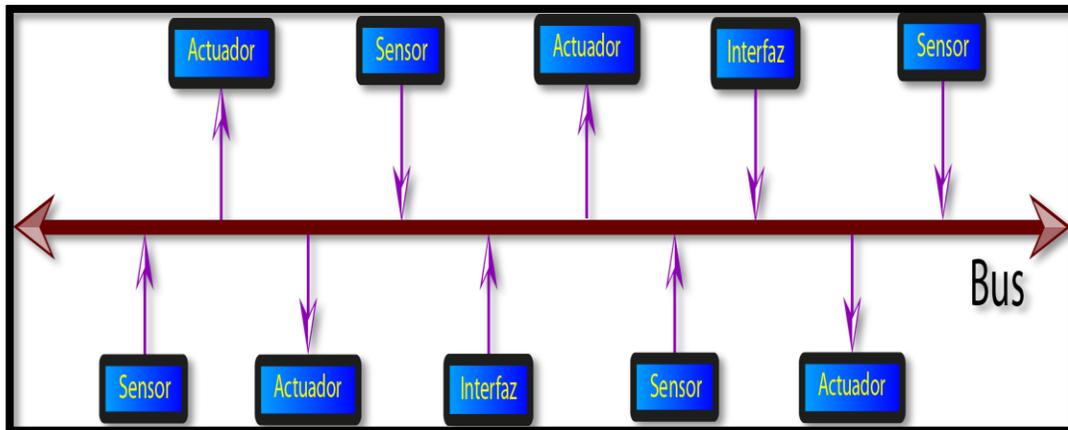


Figura 8: Arquitectura de red distribuida
Fuente: (CASADOMO, 2004)

1.5.3 RED DESCENTRALIZADA

Existen varios controladores, los cuales están interconectados por un bus de datos, este envía toda la información entre ellos y cada uno de los controladores se encarga de enviar información a los actuadores como se muestra en la figura 9. Dependiendo del programa establecido y la información recibida tanto de los sensores, como de los usuarios. (FREIRE & NAULA, 2008)

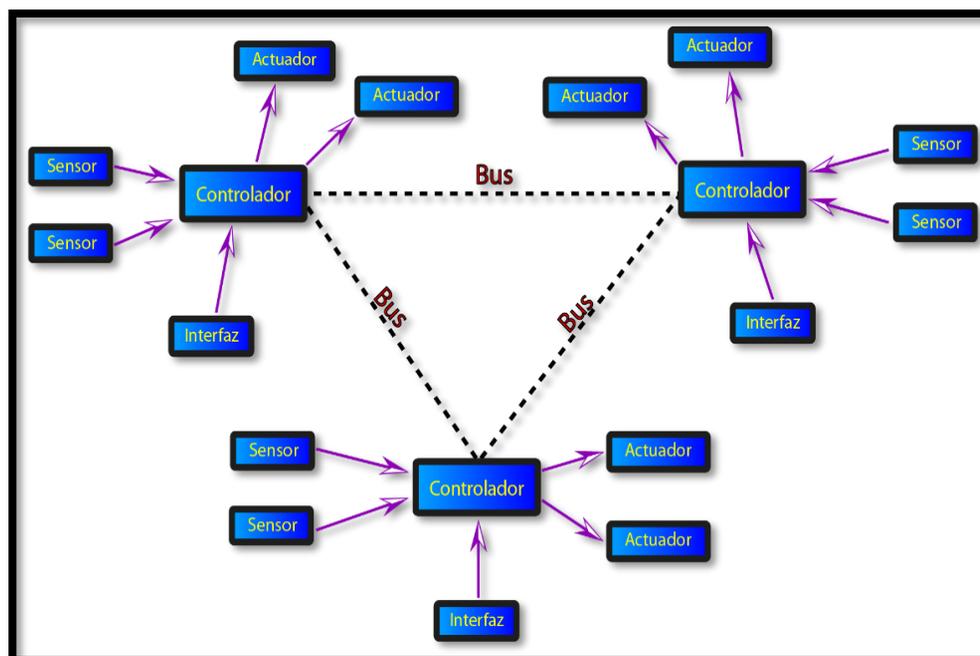


Figura 9: Arquitectura de red descentralizada
Fuente: (CASADOMO, 2004)

1.5.4 RED HÍBRIDA/MIXTA

Se unen las arquitecturas de los sistemas centralizados, descentralizados y distribuidos, como se indica en la figura 10. Por lo que, con la arquitectura mixta, el sistema puede disponer de un solo controlador central o de diversos controladores descentralizados. Además, tal como en un sistema distribuido, los dispositivos de interfaces, sensores y actuadores también pueden realizar el papel de controladores y procesar la información (captada por ellos mismos o por otro dispositivo) según el programa, o la configuración. (FREIRE & NAULA, 2008)

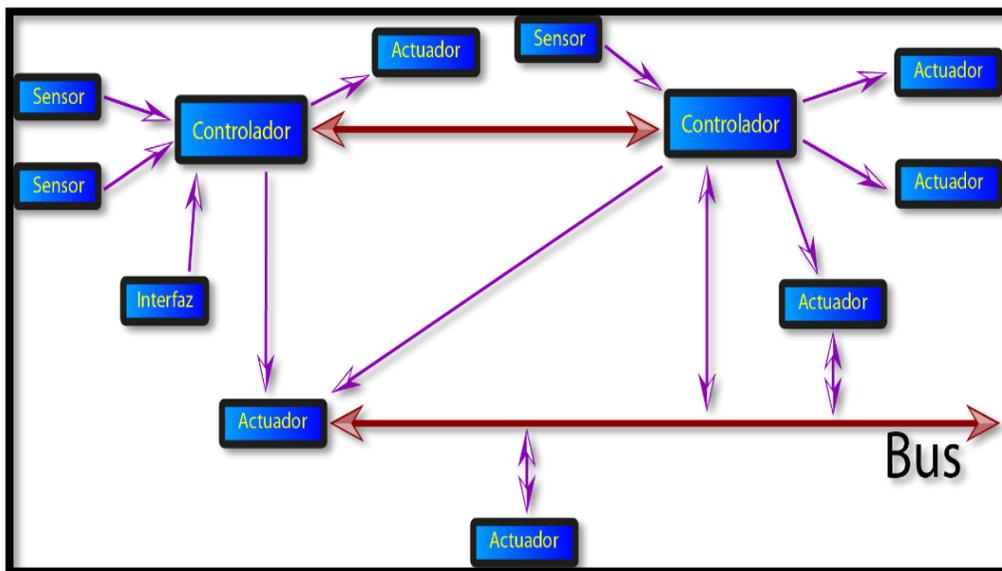


Figura 10: Arquitectura de red híbrida/mixta
Fuente: (CASADOMO, 2004)

1.6 TOPOLOGÍA

La topología de la red es un arreglo físico en el que se interconectan entre sí los medios de comunicación como pueden ser: routers, computadoras, switches, impresoras, etc. A continuación, en la figura 11 se observa los tipos de topologías de red domótica e inmótica.

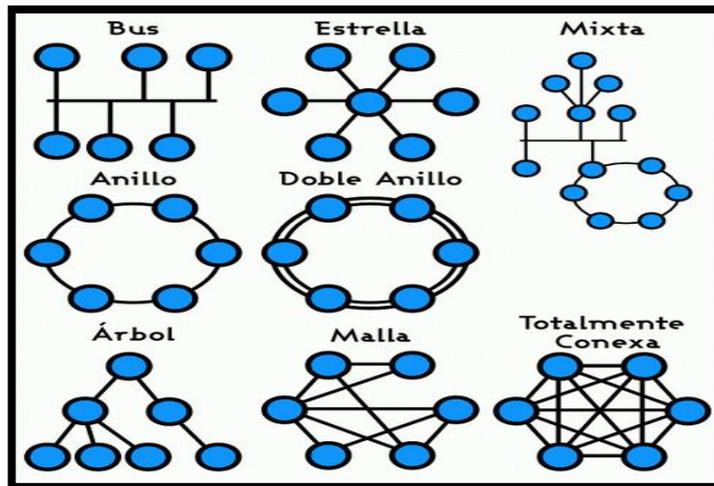


Figura 11: Topologías de la red
Fuente: (PAZ Y SILVA, 2009)

1.6.1 TOPOLOGÍA ESTRELLA

En esta topología todos sus dispositivos se encuentran conectados entre sí a través de un controlador principal, como se muestra en la figura 12, y su ventaja es que si un dispositivo secundario tiene un defecto el resto sigue funcionando normalmente, en cambio si el dispositivo principal falla, todo el sistema colapsa. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

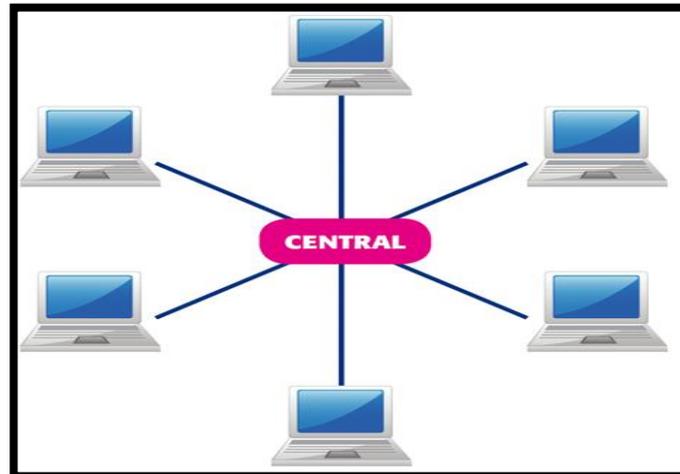


Figura 12: Topología estrella
Fuente: (DE LA FUENTE, 2015)

1.6.2 TOPOLOGÍA ANILLO

En la topología anillo todos los dispositivos se encuentran interconectados entre sí como se observa en la figura 13, formando un anillo cerrado por medio de un sólo conductor de uso sencillo, pero la desventaja es que si falla un dispositivo colapsa todo el sistema por tener una sola trayectoria de información. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

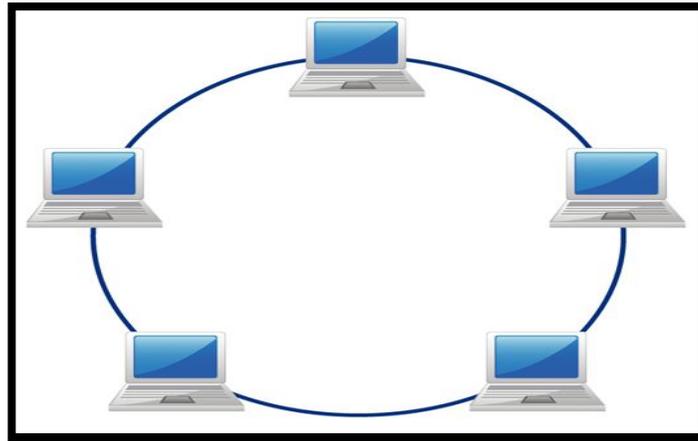


Figura 13: Topología anillo
 Fuente: (DE LA FUENTE, 2015)

1.6.3 TOPOLOGÍA BUS

En esta topología todos los dispositivos comparten el mismo cable central de comunicación, como se mira en la figura 14, es decir, un nodo común en el sistema de transmisión de datos, este tipo de topología tiene una elevada tasa de transmisión de datos y si algún dispositivo falla no afecta al sistema. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

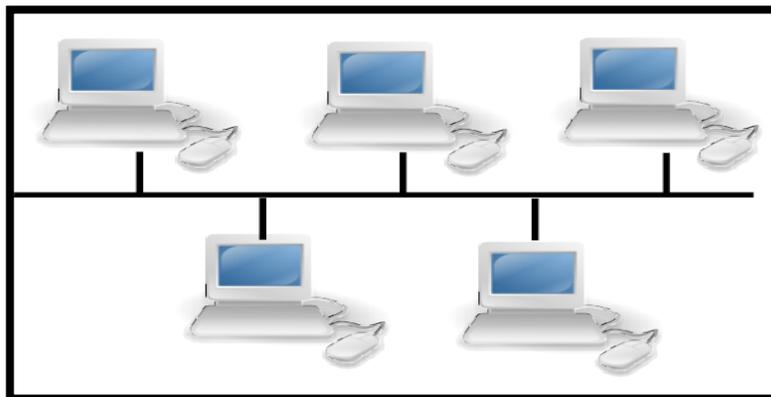


Figura 14: Topología bus
 Fuente: (DE LA FUENTE, 2015)

1.6.4 TOPOLOGÍA MALLA

Es un arreglo de interconexión de red en la que cada estación es conectada entre sí a todas las estaciones sobrantes, dibujando la forma de malla, de forma que cuando la malla está conectada completamente no existe ningún tipo de interrupción en las comunicaciones, de esta manera es posible llevar los mensajes de un nodo a otro por diferentes caminos como se observa en la figura 15, ya que cada estación tiene sus propias conexiones con todas las demás estaciones. (ROSADO MUÑOZ, 2005).

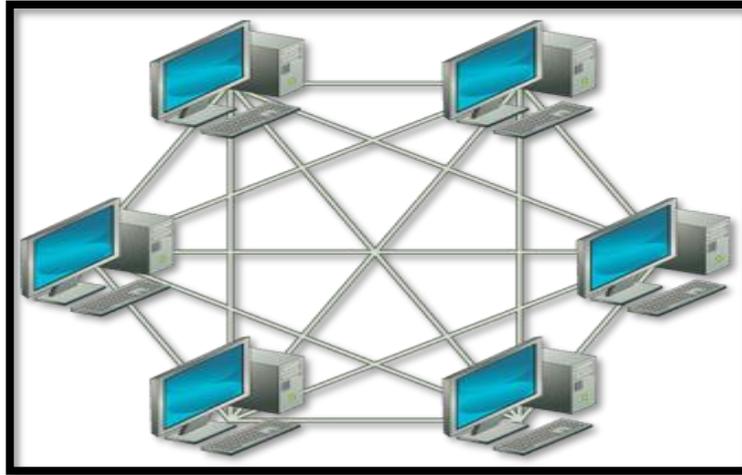


Figura 15: Topología malla
Fuente: (DE LA FUENTE, 2015)

1.6.5 TOPOLOGÍA ÁRBOL

Este tipo de topología usada en la red básicamente es una mezcla de la anteriores mencionadas, en ella permite tener una jerarquía entre los dispositivos del sistema como se muestra en la figura 16, y depende de su conexión en estrella o bus que normalmente son la más utilizadas para este tipo de conexión. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

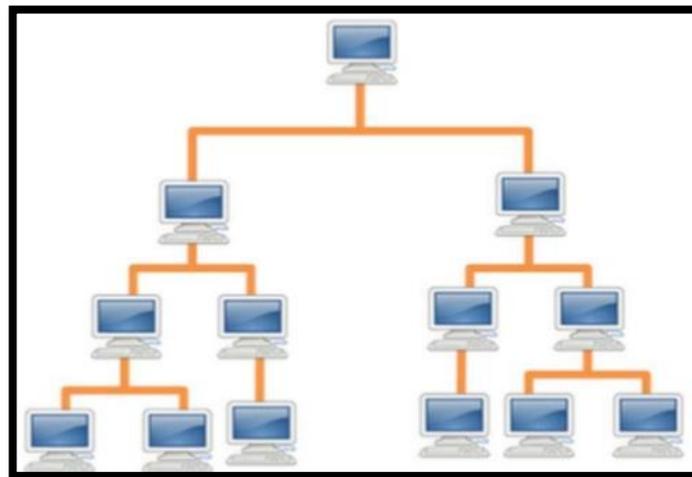


Figura 16: Topología árbol
Fuente: (DE LA FUENTE, 2015)

1.7 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Estos medios de transmisión son conductores por los que se comunican los datos de cualquier tipo, de manera que posibilita el transporte de información que se fundamenta en conectar de manera física las estaciones de trabajo al servidor.

Su utilización depende del tipo de aplicación en el entorno, ya que cada medio tiene su propia característica de uso.

Los medios de transmisión tienen una pequeña clasificación según los tipos de conductores que se vaya a utilizar, que se especifican en la tabla 3.

Tabla 3: Medios de transmisión para intercambiar información.

MEDIOS DE TRANSMISIÓN		
CORRIENTES PORTADORAS	SOPORTES METÁLICOS	
Este tipo de transmisión de datos es de bajo coste, y de fácil conexión, pero debe ser instalado en sistemas que requiera poca velocidad de transmisión y no sean muy exigentes debido a que es una instalación existente.	Las redes de comunicación tienen un porcentaje elevado de cables metálicos de cobre para transmitir las señales eléctricas que procesa.	
	PAR METÁLICO	COAXIAL
	Los cables conformados por diferentes conductores de cobre pueden dar soporte a un extenso rango de aplicaciones en el entorno.	
	1.- Cables formados por un solo conductor: con un aislamiento externo de plástico, como los utilizados para la transmisión de las señales telefónicas.	
	2.- Par de cables: formado por un empaquetamiento helicoidal de varios hilos de cobre. (Por ejemplo, los utilizados para la distribución de señales de audio.).	
3.- Par apantallado: conductor en forma de malla cuya misión consiste en aislar las señales que circulan por los cables de las interferencias electromagnéticas exteriores. (Por ejemplo, los utilizados para la distribución de sonido alta fidelidad o datos).		
4.- Par trenzado: está formado por dos hilos de cobre recubiertos cada uno por un trenzado en forma de malla. (Por ejemplo, los utilizados para interconexión de ordenadores).		
FIBRA ÓPTICA	CONEXIÓN SIN HILOS	
La fibra óptica está constituida por un material dieléctrico transparente, conductor de luz, compuesto por un núcleo con un índice de refracción menor que el del revestimiento, que envuelve a dicho núcleo.	INFRARROJO	RADIOFRECUENCIA
	El infrarrojo realiza la comunicación diodo emisor que emite una luz en la banda de IR, sobre la que se superpone una señal, convenientemente modulada con la información de control, y un fotodiodo receptor cuya misión consiste en extraer de la señal recibida la información de control.	Este medio de transmisión resulta particularmente sensible a las perturbaciones electromagnéticas producidas, tanto por los medios de transmisión, como por los equipos domésticos.

Fuente: (GODOY & LANZA, 2009)

1.8 PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

Estos protocolos son el lenguaje o la configuración, a los que distintos dispositivos del sistema se comunican en un mismo idioma de programación para así poder intercambiar información de una manera lógica. (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

1.8.1 PROTOCOLOS ESTÁNDAR

Este tipo de protocolo son abiertos, es decir no necesitan de alguna patente para realizar las diferentes aplicaciones, ya que tienen respaldos de varias empresas con el fin de unificar criterios y fabricar productos que sean compatibles entre sí. (PIÑA LÓPEZ & MAURAT HUARACA, 2013)

1.8.2 PROTOCOLOS PROPIETARIOS

Este tipo de protocolo son cerrados, elaborados por una empresa, es decir, que necesitan una patente, ya que únicamente se pueden comunicar con otros productos de la misma empresa que los fabrica. (PIÑA LÓPEZ & MAURAT HUARACA, 2013)

A continuación, se detallan los sistemas más representativos de cada uno de los dos tipos de protocolos existentes, especificados en la tabla 4.

Tabla 4: Características de protocolos estándar, propietarios y relacionados.

TIPO	NOMBRE	CARACTERÍSTICA
PROTOCOLOS ESTÁNDAR	<i>X-10</i>	Sistemas por corrientes portadoras. Descentralizado, distribuido.
	<i>EIB/KNX</i>	Bus de datos descentralizado. Distribuido.
	<i>LonWorks</i>	Sistema abierto y descentralizado.
	<i>HDL</i>	Sistema cerrado. descentralizado, topología bus.
	<i>RS-232</i>	Par trenzado, comunicación Full dúplex, Fácil implementación.
	<i>RS-485</i>	Par trenzado, comunicación Half dúplex, altas velocidades.
PROTOCOLOS PROPIETARIOS	<i>SIMON - VIS</i>	Sistemas muy difundidos, es una solución centralizada.
	<i>Amigo, Biodom, Cardio, Concelac, Dialogo, Domaiké, PLC, SSI, Starbox, etc.</i>	Cantidad de sistemas comerciales propietarios.
PROTOCOLOS RELACIONADOS	<i>Bluetooth, HomeRF, Sharewave, OSGi, UPNP, UMTS, etc.</i>	Protocolos provenientes de redes informáticas y telefonía móvil.
	<i>Basados en sistemas industriales.</i>	Soluciones fundamentadas en autómatas programables en ámbito industrial como: Siemens, Omron, Schneider, etc.

Fuente: (ROMERO, VÁZQUEZ, & DE CASTRO, 2010)

1.9 SISTEMAS SMART BUS HDL

La empresa china HDL (Smart High Definition Living), especializada en la fabricación y ventas de equipos domóticos para ambientes inteligentes como son: domicilios, edificaciones, hoteles, universidades, etc., por eso es una de las empresas más famosa en el campo de control de iluminación y sistemas de control domótico e inmótico, tiene cuatro líneas de productos: (HDL, HDL AUTOMATION, 2015)

- El sistema HDL Buspro.
- Serie KNX/EIB.
- El sistema HDL para iluminación de teatros.
- Serie HDL iluminación led.

Los sistemas HDL ofrece un control total en automatización residencial y edificios comerciales, que implica la automatización de iluminación, control de persianas, dominio en iluminación LED, sistemas de audio y video, ahorro energético, seguridad, control mediante Smart phones, iPads, por medio de internet o red local.

1.10 CARACTERÍSTICAS DE HDL, KNX, LONWORKS, X-10.

Se procede a elaborar una comparación de las tecnologías con protocolos estándar que se encuentra en el mercado, siendo estas X-10, KNX, LONWORKS y HDL. que se especifican las características principales en la tabla 5.

Tabla 5: Características principales de los protocolos estándar

CARACTERÍSTICAS	PROTOCOLOS ESTÁNDAR	HDL	KNX	LONWORK	X-10
TOPOLOGÍA		Bus.	Estrella, bus, árbol y mixta.	Estrella, anillo, bus, árbol y mixta	Bus y mixta.
ARQUITECTURA DE RED		Descentralizada	Distribuida.	Centralizada, distribuida y descentralizada.	Distribuida.
VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN		9.6 Kbps	9.6 Kbps	1.25 Mbps	60 bps
INTERFERENCIA		Inmune.	Inmune.	Inmune.	Sensible.
DISPOSITIVOS		65025.	10000.	32385*2 ⁴⁸	256.
ÁREA DE IMPLEMENTACIÓN		Hogares, Edificaciones.	Edificios, bibliotecas.	Nivel de industrias.	Hogares pequeños, unifamiliares.
LONGITUD DE CABLE		Par trenzado UTP = 1.2 Km	Par trenzado = 1 Km	Par trenzado = 2.7 Km	Según la longitud de la red eléctrica.
COSTOS		Costoso	Elevado	Elevado	Bajo

Fuente: Autor

1.11 PRINCIPALES VENTAJAS DE UN SISTEMA DOMÓTICO E INMÓTICO

Tiene grandes beneficios la instalación de cualquier sistema, y está dirigido a cuatro elementos principales dentro del lugar donde se realizará la instalación, como son ahorro energético, confort, seguridad y comunicaciones.

1.11.1 AHORRO ENERGÉTICO

Tiene la finalidad de optimizar el consumo de la energía eléctrica de los usuarios del sistema. Los parámetros más comunes en los sistemas inmótico son la regulación de luminarias, zonas de control de iluminación de encendido y apagado, prioridades en la desconexión de

cargas eléctrica, zonificación de los sistemas, detección de apertura de ventanas y puertas, detección de presencia, etc. (SEMBLANTES AGUIRRE & VILLAMARÍN RIVERA, 2016)

1.11.2 CONFORT

El concepto de confort está más orientado al ambiente de la vivienda, control de dispositivos, elementos auxiliares, mandos a distancia, accionamientos automáticos, etc. (SEMBLANTES AGUIRRE & VILLAMARÍN RIVERA, 2016)

1.11.3 SEGURIDAD

Integra múltiples aplicaciones dentro del lugar de la seguridad, como por ejemplo la simulación de presencia, detección de incendios, abrir o cerrar persianas de manera puntual, acceso a cámaras de seguridad, etc. (SEMBLANTES AGUIRRE & VILLAMARÍN RIVERA, 2016)

1.11.4 COMUNICACIONES

Son sistemas de comunicaciones que posee el hogar inteligente, tal como conexión con redes de área local o conexión con sistemas de comunicación exterior (telefonía, videoconferencia, etc..) (SEMBLANTES AGUIRRE & VILLAMARÍN RIVERA, 2016)

1.11.5 ACCESIBILIDAD

Contribuye al manejo de diferentes componentes electrónicos de la vivienda, dando la facilidad a personas que tienen algún tipo de discapacidad física, mejorando su calidad de vida.

En resumen, la inmótica avanza a paso agigantados con nuevas tecnologías en edificaciones modernas integrando varios componentes electrónicos, que proporcionan actividades automatizadas de forma local o remota, de manera que la inmótica provee ventajas como el ahorro energético, seguridad, confort y comunicación, pero se debe tomar en cuenta el alto costo de los equipos domóticos existentes den el mercado.

CAPÍTULO II

DESARROLLO

El siguiente capítulo tiene el propósito de desarrollar todos los objetivos planteados en la propuesta inicial, para el cumplimiento del proyecto de manera adecuada por lo cual se empleará el sistema de la marca HDL Buspro para el estudio, diseño e implementación inmótica.

2.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA

Realizar el estudio del arte de los equipos inmótico que utilizan la tecnología SMART BUS HDL.

2.1.1 INTRODUCCIÓN

La evolución tecnológica en la actualidad avanza a pasos agigantados debido a su elevado desarrollo y a la incorporación de nuevos dispositivos usados para automatizar. Esto ha posibilitado una interacción de nuevas propuestas inteligentes en el sector de la domótica e inmótica que facilita el desarrollo de nuevos productos que son capaces de satisfacer varios tipos de necesidades aplicadas al control y automatización inteligente de viviendas, edificaciones, industrias, etc.

Los equipos inmótico desde el punto de vista del beneficiario es una instalación que produce una mejor condición de vida a través de las nuevas tecnologías implantadas en el mercado, teniendo en cuenta las facilidades del uso que proporciona a sus diferentes usuarios debido a su fácil acceso e instalación y con varias de sus tecnologías los costos accesibles como son X-10, EIB, etc.

La tecnología SMART BUS HDL integra distintos dispositivos orientados a la iluminación que intercambian información unos con otros a través de un soporte físico, de manera que las tareas que se hacían de forma manual ahora se realizan automáticamente, debido a que los implementos de una instalación inmótica consta de sensores, actuadores, unidos a un controlador que puede ser fácilmente comandado por medio de una interfaz.

2.1.2 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL SISTEMA

2.1.3 INTERFACES DE USUARIO HDL

Las interfaces de usuario HDL se puede configurar de manera sencilla y se puede especificar varios archivos directamente en el cuadro de dialogo.

a) INTERFAZ DE CONEXIÓN DE BOTONERAS INTELIGENTES

b) VISTA GENERAL

En la figura 17 se muestra la interfaz de conexión de la botonera inteligente DLP tipo american de la empresa HDL.



Figura 17: Interfaz de conexión de la botonera.
Fuente: (HDL, Panel power interface, 2017)

c) FUNCIONES

Tabla 6: Funciones principales de la interfaz de conexión de botonera inteligente

FUNCIONES	La interfaz de alimentación del panel es una base universal para diferentes interruptores.
	Tiene una interfaz HDL-Bus y debe funcionar en conjunción con panel o sensor.

Fuente: (HDL, Panel power interface, 2017)

d) PARÁMETROS

Tabla 7: Parámetros generales de la interfaz de conexión de botoneras inteligente.

CARACTERÍSTICAS				
PARÁMETROS		GUÍA DE CABLE HDL BUSPRO		
Parámetros Eléctrico		CAT5/CAT5E	HDL Bus pro	HDL Buspro/KNX
Fuente de alimentación	12 – 30V DC	Café/Naranja	24V DC	Rojo
Interfaz de comunicación	HDL Buspro	Café blanco/ Naranja Blanco	COM	Negro
Condiciones ambientales		Azul blanco/Verde blanco	Data -	Blanco
Temperatura de trabajo	-5 °C ~ 45 °C	Azul verde	Data +	Amarillo
Humedad relativa de trabajo	Hasta 90 %	Información del producto		
Temperatura de almacenamiento	-20 °C ~ +60 °C	Dimensiones		80 x 110.5 x 28.5 (mm)
Humedad relativa de almacenamiento	Hasta 93 %	Peso neto		73.3 (g)
Aprobado		Material de la carcasa		Acero, ABS.
CE	RoHS	Instalación		Caja de pared de la US
		Grado de protección		IP20
CÓDIGO		HDL-MPPI.46		

e) INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

En la figura 18 se muestra las dimensiones básicas de la interfaz de conexión de botoneras inteligentes de la empresa HDL.

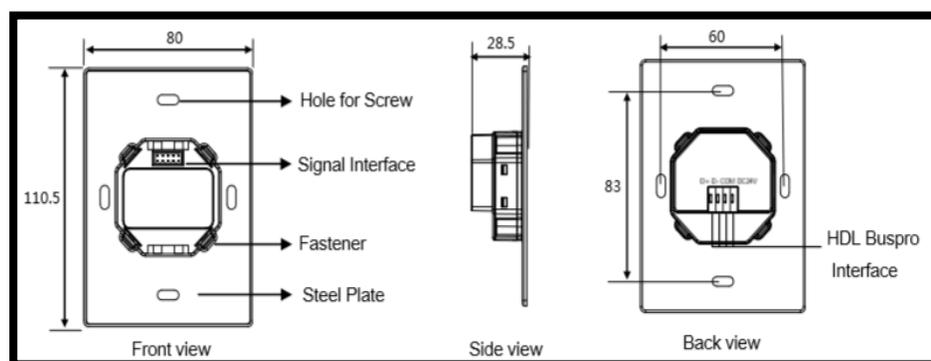


Figura 18: Dimensiones de la interfaz de conexión de botoneras inteligente
Fuente: (HDL, Panel power interface, 2017)

1. **Interfaz de señal (Signal interface):** Están conectados con el interruptor o sensor del panel.
2. **Orificio para tornillo (Hole for screw):** Se utiliza para fijarlo a la pared.
3. **Interfaz Buspro HDL (HDL Buspro interface):** El cable Buspro debe estar conectado correctamente a la interfaz HDL Buspro de alimentación del panel en secuencia de izquierda a derecha Data +, Data -, COM, 24V DC.
4. **Placa de acero (Steel plate):** Para tapar los circuitos.

f) INSTALACIÓN

En la figura 19 se muestra la instalación de la interfaz de conexión de botoneras inteligente de la empresa HDL.

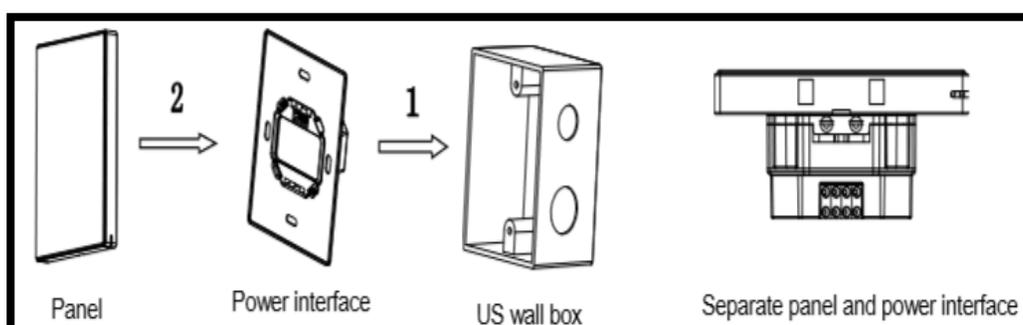


Figura 19: Instalación de la interfaz de conexión de botoneras inteligente.
Fuente: (HDL, Panel power interface, 2017)

Tabla 8: Pasos para la instalación y precauciones para la interfaz de conexión de botoneras inteligente.

INSTALACIÓN	PRECAUCIONES
Conecte los cables Buspro al puerto correcto, y preste atención a los colores del cable y puertos.	La interfaz de alimentación del panel debe funcionar junto con el panel o el sensor.
Asegúrese de que el tipo de cable Buspro sea correcto y no tenga cortocircuito.	Asegúrese de que el cable Buspro y a interfaz estén haciendo la conexión correcta.
Sostenga el borde del panel e inserte el módulo de interfaz de alimentación verticalmente.	Nunca exponer la interfaz de alimentación del panel a líquidos y gases corrosivos.
Repáre la interfaz de conexión en la caja de pared.	No debe conectar la alimentación de AC a la interfaz Buspro de alimentación del panel.
Monte otros dispositivos.	Asegurar una buena ventilación.
El desmontaje del panel y la interfaz d se tiene que presionar de los lados ya que el panel está en conjunción por succión magnética.	

Fuente: (HDL, Panel power interface, 2017)

2.1.4 PANELES O BOTONERA

Al utilizar el panel que se instala en la pared, se puede abrir o cerrar una escena diferente de acuerdo con lo que el usuario necesite, usando los diferentes equipos electrónicos dentro del ambiente automatizado.

a) BOTONERA DLP PANTALLA LCD

b) VISTA GENERAL

Es un interruptor LCD multifunción de ocho botones para pared, que tanto el lado derecho como el izquierdo se pueden programar por separado y cada botón se puede mostrar con un icono personalizado para el usuario en la pantalla LCD como se aprecia en la figura 20.



Figura 20: Botonera DLP pantalla LCD.
Fuente: (HDL, DLP Switch EU, 2017)

c) FUNCIONES

La botonera DLP cuenta con un diseño elegante a simple vista con varias aplicaciones enumeradas a continuación:

Tabla 9: Funciones principales de la botonera DLP pantalla LCD

FUNCIONES	LCD ajustable con retroiluminación e indicador LED.
	Los usuarios pueden personalizar el icono de los botones de teclas.
	Combinación de botones y combinación de botones dobles en modo de teclas y control múltiples.
	La actualización de HDL Buspro está disponible.
	Comunicación HDL Buspro.
	Encendido/apagado, reloj, control de escenas, secuencia, temporizador, cortinas, control de alarma, reproductor de música, refrigeración y calefacción, ajuste de temperatura, ajuste de luz indicadora y de fondo y control general.

Fuente: (HDL, DLP Switch EU, 2017)

d) PARÁMETROS

Tabla 10: Parámetros generales de la botonera DLP pantalla LCD

CARACTERÍSTICAS				
PARÁMETROS		GUÍA DE CABLE HDL BUSPRO		
Parámetros Eléctrico		CAT5/CAT5E	HDL Bus pro	HDL Buspro/KNX
Fuente de alimentación	12 – 30V DC	Café/Naranja	24V DC	Rojo
Consumo de energía	30mA / 24V DC	Café blanco/ Naranja Blanco	COM	Negro
Condiciones ambientales		Azul blanco/Verde blanco	Data -	Blanco
Temperatura de trabajo	-5 °C ~ 45 °C	Azul verde	Data +	Amarillo
Humedad relativa de trabajo	Hasta 90 %	Información del producto		
Temperatura de almacenamiento	-20 °C ~ +60 °C	Resolución LCD		160 x 80
Humedad relativa de almacenamiento	Hasta 93 %	Dimensiones		86 x 86 x 10.5 (mm)
Aprobado		Peso neto		108.5 (g)
CE	RoHS	Material de la carcasa		Vidrio, aluminio, ABS, PC.
		Instalación		Caja de pared de la EU
		Grado de protección		IP20
CÓDIGO		HDL-MPL8.4617		

Fuente: (HDL, DLP Switch EU, 2017)

e) INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

En la figura 21 se muestra las dimensiones de la botonera DLP pantalla LCD de la empresa HDL.

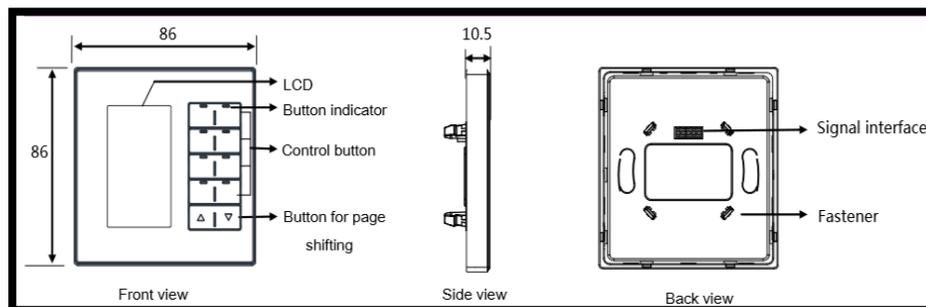


Figura 21: Dimensiones de la botonera DLP.
Fuente: (HDL, DLP Switch EU, 2017)

1. **LCD:** Icono de pantalla, el usuario puede diseñar un icono desde el software del administrador.
2. **Indicador de botón (*Button indicador*):** Indica el estado del objeto controlado.
3. **Botón de control (*Control Button*):** Para controlar el objetivo.
4. **Botón para cambio de página (*Button for page shifting*):** Para que el usuario seleccione diferentes páginas.
5. **Interfaz o cierre de señal (*Signal interface and fastener*):** Conecte a la interfaz de alimentación del panel.

f) INSTALACIÓN

En la figura 22 se muestra la instalación de la botonera DLP pantalla LCD de la empresa HDL.

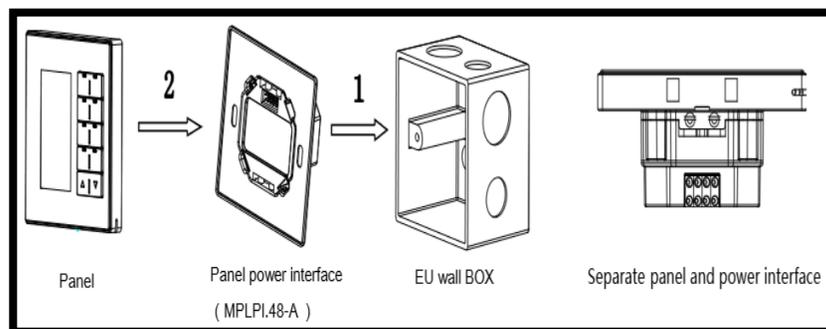


Figura 22: Instalación de la botonera DLP pantalla LCD.
Fuente: (HDL, DLP Switch EU, 2017)

Tabla 11: Pasos para la instalación y precauciones para la botonera DLP pantalla LCD.

INSTALACIÓN	PRECAUCIONES
Conecte los cables Buspro, asegurando de que el color del alambre cumpla con la definición.	El par de apriete no debe exceder de 0.1 Nm.
Asegúrese de que el tipo de cable Buspro sea correcto y no tenga cortocircuito.	No realice una conexión incorrecta en la interfaz Buspro, dañara el módulo.
Sostenga el borde del panel e inserte el módulo de interfaz de alimentación verticalmente.	Nunca dejar que entre líquidos en el módulo
Monte la botonera en la caja de pared sin empujar demasiado fuerte.	No conecte la alimentación de C.A. al cable bus, ya que dañara todos los dispositivos del sistema.
Coloque el dispositivo.	

Fuente: (HDL, DLP Switch EU, 2017)

2.1.5 SENSORES HDL

Existen muchos tipos de sensores en el mercado, por lo cual la empresa HDL tiene a su disposición varios tipos de sensores como temperatura, movimiento, presencia, luminosidad, etc. de forma que a continuación se detalla el sensor 12 en 1 usado para la implementación.

a) SENSOR ULTRASÓNICO 12 EN 1

b) VISTA GENERAL

Este equipo 12 en 1 incluye sensor de temperatura, sensor de movimiento PIR, sensor de iluminación, sensor ultrasónico, contactos secos, IR recibido, emisor IR, salida de relé de dos canales de 5A y bloque lógico. A continuación, en la Figura 23 se muestra el sensor 12 en 1.



Figura 23: Sensor ultrasónico 12 en 1.
Fuente: (HDL, 12 in 1 sensor, 2017)

c) FUNCIONES

Tabla 12: Funciones principales del sensor ultrasónico 12 en 1

FUNCIONES	Función de 24 bloques lógicos, máximo 9 entradas lógicas, más de 20 objetivos de control en cada bloque lógico.
	Salida de relé de 5A, en dos canales.
	Dos relaciones lógicas O, Y.
	Crea PID para el control constante de lux.
	Hasta 40 IR recibiendo control de destino y hasta 240 IR enviando objetivo de control.
	Máximo 24 bloques lógicos programables.
	Función de seguridad.
	Soporta actualización desde HDL Buspro.

Fuente: (HDL, 12 in 1 sensor, 2017)

d) PARÁMETROS

Tabla 13: Parámetros generales del sensor ultrasónico 12 en 1

CARACTERÍSTICAS				
PARÁMETROS		GUÍA DE CABLE HDL BUSPRO		
Parámetros Eléctrico		CAT5/CAT5E	HDL Bus pro	HDL Buspro/KNX
<i>Fuente de alimentación Buspro</i>	12 – 30V DC	Café/Naranja	24V DC	Rojo
<i>Consumo de energía estática</i>	40mA / 24V DC	Café blanco/ Naranja Blanco	COM	Negro
<i>Consumo dinámico de energía</i>	90mA / 24V DC	Azul blanco/Verde blanco	Data -	Blanco
<i>Rango de sensor de temperatura</i>	-20 °C a 60 °C	Azul verde	Data +	Amarillo
<i>Frecuencia de transmisión</i>	IR 38 KHz	Aprobado		
<i>Distancia de emisión</i>	IR 4m	CE	RoHS	
<i>Rango de detección de iluminación</i>	0 – 5000 lux	Información del producto		
Condiciones ambientales		Dimensiones	110(Diámetro) x 33(mm)	
<i>Temperatura de trabajo</i>	-5 °C ~ 45 °C	Peso neto	206.7 (g)	
<i>Humedad relativa de trabajo</i>	Hasta 90 %	Material de la carcasa	Lente, ABS.	
<i>Temperatura de almacenamiento</i>	-20 °C ~ +60 °C	Instalación	Montaje en techo	
<i>Humedad relativa de almacenamiento</i>	Hasta 93 %	Grado de protección	IP20	
CÓDIGO		SB-CMS-12IN1		

Fuente: (HDL, 12 in 1 sensor, 2017)

e) INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

En la figura 24 se muestra las dimensiones del sensor ultrasónico 12 en 1 de la empresa HDL.

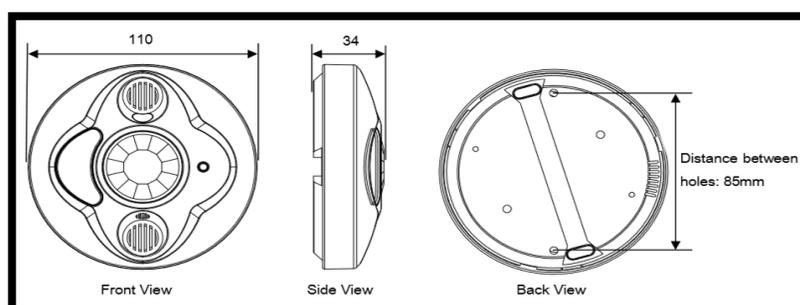


Figura 24: Dimensiones del sensor ultrasónico 12 en 1
Fuente: (HDL, 12 in 1 sensor, 2017)

f) INSTALACIÓN

En la figura 25 se muestra la instalación del sensor ultrasónico de la empresa HDL.

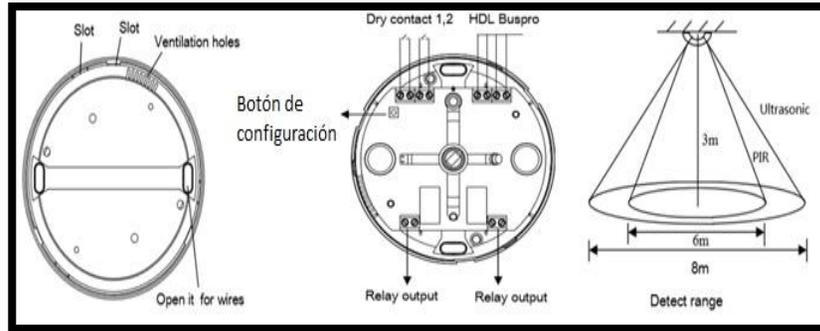


Figura 25: Instalación del sensor ultrasónico 12 en 1.
Fuente: (HDL, 12 in 1 sensor, 2017)

Tabla 14: Pasos para la instalación y precauciones para el sensor ultrasónico 12 en 1

INSTALACIÓN	PRECAUCIONES
Conecte los cables Buspro CAT5E o HDL Buspro/KNX.	La fuerza de atornillado no debe exceder 0.1Nm.
Conexión en serie mano a mano	No realice una conexión incorrecta en la interfaz Buspro, dañara la interfaz de este módulo.
Montar en el techo o en interiores.	No conecte alimentación AC al cable Buspro, ya que dañara todos los dispositivos del sistema.
Presione el botón de configuración durante tres segundos, el LED rojo se encenderá.	Evite el contacto con líquidos y gases corrosivos.
Leer y modificar la dirección de inicio a través del software HDL Buspro.	Si utiliza la función PIR en interiores, manténgala alejada de las tomas de AC y de la fuente de calor

Fuente: (HDL, 12 in 1 sensor, 2017)

2.1.6 FUENTE DE VOLTAJE 2400mA /24V DC

a) VISTA GENERAL

En la figura 26 se observa una fuente de alimentación que proporcionar 24V DC de voltaje y 2400mA de corriente al sistema Buspro.



Figura 26: Fuente de voltaje 2400mA/24V DC.
Fuente: (HDL, 2400mA Power Supply Module, 2017)

b) FUNCIONES

Tabla 15: Funciones principales de la fuente de voltaje

FUNCIONES
Protección sobre voltaje y cortocircuito.
Fuente de alimentación: 24V DC.

Fuente: (HDL, 2400mA Power Supply Module, 2017)

c) PARÁMETROS

Tabla 16: Parámetros generales de la fuente de voltaje

CARACTERÍSTICAS				
PARÁMETROS		GUÍA DE CABLE HDL BUSPRO		
Parámetros Eléctrico		CAT5/CAT5E	HDL Bus pro	HDL Buspro/KNX
Voltaje de entrada	220V/110V AC +/- 10%	Café/Naranja	24V DC	Rojo
Frecuencia	50 ~ 60 Hz	Café blanco/ Naranja Blanco	COM	Negro
Corriente de salida	2.4 A	Azul blanco/Verde blanco	Data -	Blanco
Voltaje de salida	24V DC	Azul verde	Data +	Amarillo
Condiciones ambientales		Información del producto		
Temperatura de trabajo	-5 °C ~ 45 °C	Dimensiones	144 x 90 x 66 (mm)	
Humedad relativa de trabajo	Hasta 90 %	Peso neto	386.5 (g)	
Temperatura de almacenamiento	-20 °C ~ +60 °C	Material de la carcasa	Nylon, PC	
Humedad relativa de almacenamiento	Hasta 93 %	Instalación	Montaje en carril DIN 35 (mm)	
Aprobado		Grado de protección		IP20
CE	RoHS	Posición de instalación		Caja de distribución (DB)
CÓDIGO		HDL-MSP2400.232		

Fuente: (HDL, 2400mA Power Supply Module, 2017)

d) INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

En la figura 27 se muestra las dimensiones de la fuente de voltaje de la empresa HDL.

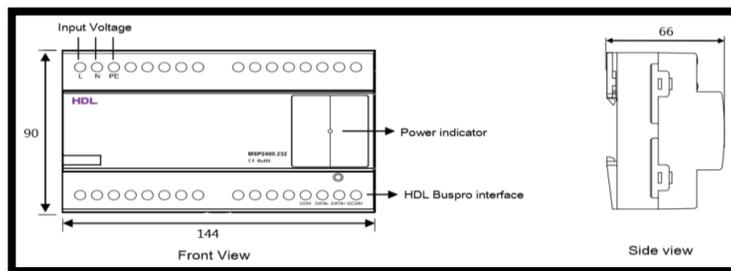


Figura 27: Dimensiones de la fuente de alimentación.
Fuente: (HDL, 2400mA Power Supply Module, 2017)

e) INSTALACIÓN

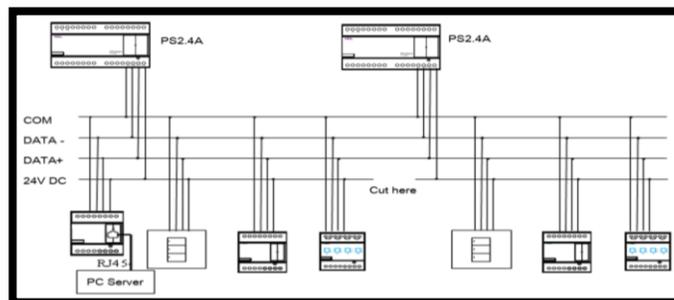


Figura 28: Instalación de fuente de alimentación 2400mA/24V DC.
Fuente: (HDL, 2400mA Power Supply Module, 2017)

Cuando hay muchos dispositivos en el sistema Buspro, un módulo de alimentación no es suficiente, en ese caso debe conectarse en paralelo dos o más módulos de fuente de alimentación, y debe cortar la fuente de alimentación de 24V DC.

Tabla 17: Instalación y precauciones de la fuente de voltaje

INSTALACIÓN	PRECAUCIONES
Monte el dispositivo en la instalación de riel DIN dentro de la caja DB.	El par de apriete no debe exceder 0.1Nm.
Conecte el cable HDL Buspro, conexión en serie (manual)	No realice una conexión incorrecta en la interfaz Buspro, dañara la interfaz de este módulo.
Conecte la alimentación de CA al dispositivo.	No conecte el módulo la alimentación AC a la interfaz HDL Buspro y al terminal de la fuente de alimentación de 24V DC.
Verificar la conexión para evitar errores.	No permita que el módulo entre en contacto con líquidos peligrosos o gases corrosivos.
Mantener presionado durante tres segundos, el usuario puede leer y modificar la dirección del módulo en el software HDL Buspro.	Asegurar una buena ventilación.
Comprobar toda la conexión después de la instalación.	

Fuente: (HDL, 2400mA Power Supply Module, 2017)

2.1.7 CONTROLADORES PROGRAMABLES HDL

Este sistema permite controlar toda la iluminación (atenuación, encendido/apagado), cortina motorizada, Back Ground Music, TV/DVD, amplificador, aire acondicionado, ventilador, electrodomésticos, puerta de acceso, en general todo equipo electrónico.

1) MÓDULO LÓGICO DE AUTOMATIZACIÓN

a) VISTA GENERAL

Las relaciones lógicas de este módulo están disponibles para cada bloque lógico como: AND, OR, NAND, NOR, ya que tiene 960 bloques lógicos que pueden configurar el estado de la escena, dominio del canal, fecha, hora, condición de entrada externa, estado de secuencia, interruptor universal externo, seguridad etc. A continuación, se observa el módulo lógico programable.



Figura 29: Módulo lógico de programación.
Fuente: (HDL, Logic controller, 2017)

b) FUNCIONES

Tabla 18: Funciones principales del módulo lógico de automatización

FUNCIONES	Configuración de eventos para cada día.
	Se puede establecer un máximo de 12 grupos lógicos, con cada grupo de 20 bloques lógicos.
	Cada tabla lógica tiene 4 pines de entrada y 20 objetivos de control de salida.
	Relaciones lógicas AND, OR, NAND, NOR.
	Reloj incorporado en tiempo real.
	La actualización en línea Buspro está disponible.
Soporta actualización desde HDL Buspro.	

Fuente: (HDL, Logic controller, 2017)

c) PARÁMETROS

Tabla 19: Parámetros generales del módulo lógico de automatización

CARACTERÍSTICAS				
PARÁMETROS		GUÍA DE CABLE HDL BUSPRO		
Parámetros Eléctrico		CAT5/CAT5E	HDL Bus pro	HDL Buspro/KNX
Voltaje de trabajo	15 ~ 30V DC	Café/Naranja	24V DC	Rojo
Buspro consumo de energía	15mA / 24V DC	Café blanco/ Naranja Blanco	COM	Negro
Condiciones ambientales		Azul blanco/Verde blanco	Data -	Blanco
Temperatura de trabajo	-5 °C ~ 45 °C	Azul verde	Data +	Amarillo
Humedad relativa de trabajo	Hasta 90 %	Información del producto		
Temperatura de almacenamiento	-20 °C ~ +60 °C	Dimensiones	72 x 90 x 66 (mm)	
Humedad relativa de almacenamiento	Hasta 93 %	Peso neto	121.5 (g)	
Aprobado		Material de la carcasa	Nylon, PC	
CE	RoHS	Instalación	Montaje en carril DIN 35 (mm)	
		Grado de protección	IP20	
CÓDIGO		HDL-MCLOG.431		

Fuente: (HDL, Logic controller, 2017)

d) INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

En la figura 30 se muestra las dimensiones del módulo lógico de automatización la empresa HDL.

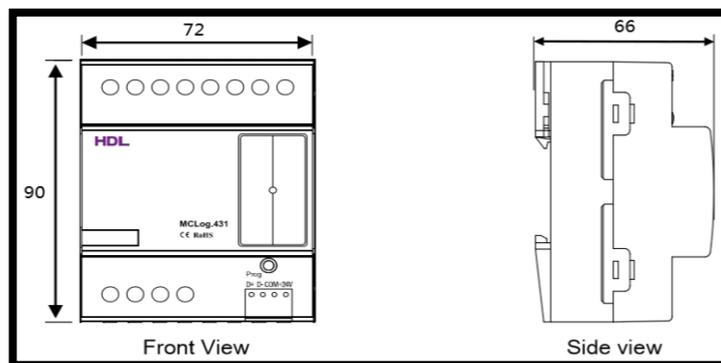


Figura 30: Dimensiones del módulo lógico de automatización.

Fuente: (HDL, Logic controller, 2017)

e) INSTALACIÓN

En la figura 28 se muestra la instalación del módulo lógico de programación de la empresa HDL.

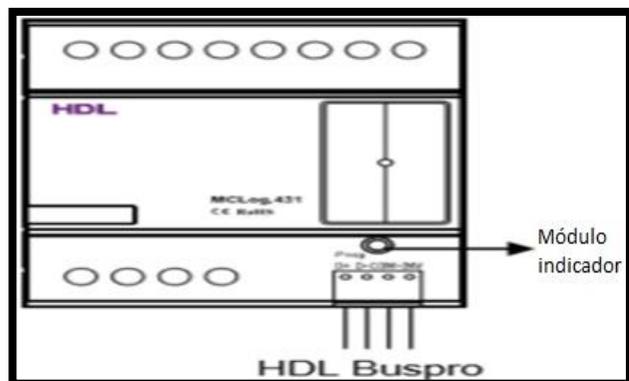


Figura 31: Instalación del módulo lógico de automatización.
Fuente: (HDL, Logic controller, 2017)

Tabla 20: Instalación y precauciones del módulo lógico de automatización

INSTALACIÓN	PRECAUCIONES
Instalación en carril DIN de 35 (mm) dentro de DB Box.	El par de apriete no debe exceder 0.1Nm.
Conecte el cable HDL Buspro, conexión en serie (manual)	No realice una conexión incorrecta en la interfaz Buspro, dañara la interfaz de este módulo.
Verificar la conexión para evitar errores.	No conecte el módulo a la alimentación AC.
El indicador de módulo parpadea cuando funciona correctamente.	No permita que el módulo entre en contacto con líquidos o gases corrosivos.
Mantener presionado durante tres segundos, el usuario puede leer y modificar la dirección del módulo en el software HDL Buspro.	
Comprobar toda la conexión después de la instalación.	

Fuente: (HDL, Logic controller, 2017)

2) MÓDULO DE CONEXIÓN IP

a) VISTA GENERAL

La interfaz IP como se muestra en la figura 32, es la puerta de enlace entre el sistema HDL Buspro y Ethernet, la cual puede realizar la transmisión de datos bidireccional entre HDL Buspro y Ethernet.

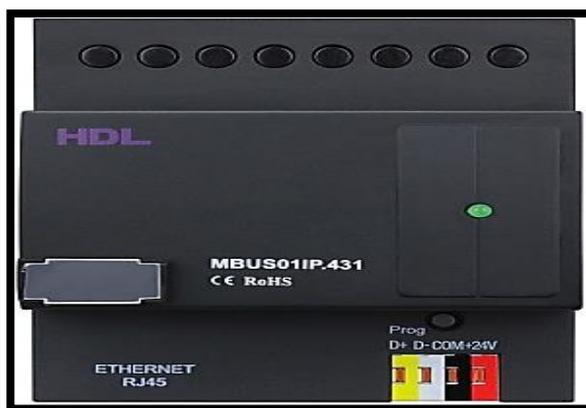


Figura 32: Módulo de conexión IP
Fuente: (HDL, 1-Port IP Interface, 2017)

b) FUNCIONES

Tabla 21: Funciones principales del módulo de conexión IP

FUNCIONES	Intercambio de datos bidireccional entre HDL Buspro y Ethernet.
	Admite control local, control remoto, red local.
	Permite que un máximo de cuatro dispositivos se conecte a este módulo para el control remoto como iPad, iPhone, Smartphone, Touchlife, HDL Buspro software.
	Intercambio inteligente de datos minimizando el tráfico de datos.
	Comunicación HDL Buspro y red IP.

Fuente: (HDL, 1-Port IP Interface, 2017)

c) PARÁMETROS

Tabla 22: Parámetros generales del módulo de conexión IP

CARACTERÍSTICAS				
PARÁMETROS		GUÍA DE CABLE HDL BUSPRO		
Parámetros Eléctrico		CAT5/CAT5E	HDL Bus pro	HDL Buspro/KNX
Voltaje de trabajo	15 ~ 30V DC	Café/Naranja	24V DC	Rojo
Buspro consumo de energía	40mA / 24V DC	Café blanco/ Naranja Blanco	COM	Negro
Interfaz de señal	HDL Buspro, RJ45	Azul blanco/Verde blanco	Data -	Blanco
Conexión RJ45	Interfaz RJ45- UDP/IP	Azul verde	Data +	Amarillo
Condiciones ambientales		Información del producto		
Temperatura de trabajo	-5 °C ~ 45 °C	Dimensiones	72 x 90 x 66 (mm)	
Humedad relativa de trabajo	Hasta 90 %	Peso neto	124 (g)	
Temperatura de almacenamiento	-20 °C ~ +60 °C	Material de la carcasa	Nylon, PC	
Humedad relativa de almacenamiento	Hasta 93 %	Instalación	Montaje en carril DIN 35 (mm)	
Aprobado		Grado de protección	IP20	
CE	RoHS	Parámetros de ajuste por defecto		
		IP	192.168.10.250	
		ROUTER IP	192.168.10.1	
		Puerto HDL Buspro	6000	
CÓDIGO		HDL-MBUS01IP.431		

Fuente: (HDL, 1-Port IP Interface, 2017)

d) INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

En la figura 33 se muestra las dimensiones del módulo de conexión IP de la empresa HDL.

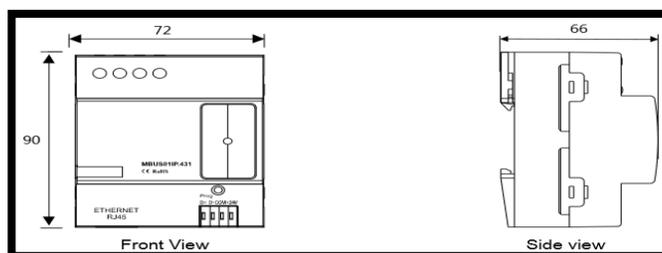


Figura 33: Dimensiones del módulo de conexión IP.
Fuente: (HDL, 1-Port IP Interface, 2017)

e) INSTALACIÓN

En la figura 34 se muestra la instalación del módulo de conexión IP de la empresa HDL.

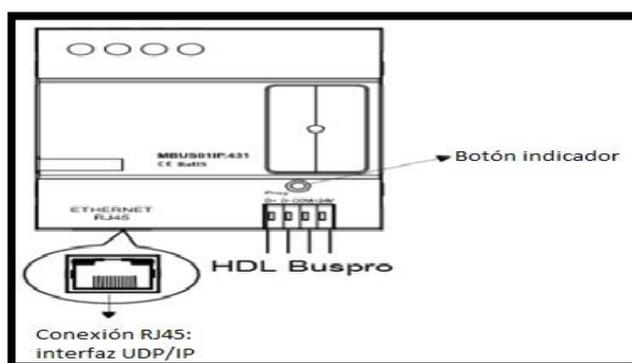


Figura 34: Instalación del módulo de conexión IP.
Fuente: (HDL, 1-Port IP Interface, 2017)

El botón indicador parpadea en verde cuando el módulo funciona correctamente, por lo tanto, para restaurar la configuración predeterminada de fábrica se mantiene presionado por diez segundos hasta que se vuelva rojo.

Tabla 23: Instalación y precauciones del módulo de conexión IP.

INSTALACIÓN	PRECAUCIONES
Monte el dispositivo en la instalación de riel DIN dentro de la caja DB.	El par de apriete no debe exceder 0.1Nm.
Conecte el cable HDL Buspro, el cable RJ45	No realice una conexión incorrecta en la interfaz Buspro, dañará la interfaz de este módulo.
Verificar la conexión para evitar errores.	No conecte el módulo la alimentación AC a la interfaz HDL Buspro y al terminal de la fuente de alimentación de 24V DC.
Asegúrese de que la dirección MAC e IP de todos los dispositivos IP sean únicas en la misma red.	No permita que el módulo entre en contacto con líquidos peligrosos o gases corrosivos.
Instalación en la caja BD	Nunca deje que entre líquidos en el módulo.

Fuente: (HDL, 1-Port IP Interface, 2017)

2.1.8 ACTUADORES HDL

Al utilizar el panel de control inteligente, se puede llamar a cualquier actuador ya sea de iluminación, persiana, audio, etc. Conectando al bus de datos.

1) MÓDULO DIMMER 2 CANALES 6 AMPERIOS

a) VISTA GENERAL

Admite entradas de alimentación 220V y 110V AC, tiene dos canales de salida como se observa en la figura 35, con botón de derivación para el control manual con su respectivo fusible de protección a cortocircuito e indicador LED.



Figura 35: Módulo DIMMER 2 canales 6 A.
Fuente: (HDL, Leading Edge TRIAC Dimmer, 2017)

b) FUNCIONES

Tabla 24: Funciones principales del módulo DIMMER

Funciones	Controla dos áreas separadas con un máximo de doce escenas para cada área.
	Controla hasta seis secuencias y cada secuencia tiene doce pasos.
	Umbral bajo, alto, máximo para cada canal.
	Puede seleccionar una escena especificada antes de apagar o reiniciar el dispositivo.
	Protección contra cortocircuito y sobrecalentamiento.

Fuente: (HDL, Leading Edge TRIAC Dimmer, 2017)

c) PARÁMETROS

Tabla 25: Parámetros generales del módulo DIMMER

CARACTERÍSTICAS				
PARÁMETROS		GUÍA DE CABLE HDL BUSPRO		
Parámetros Eléctrico		CAT5/CAT5E	HDL Bus pro	HDL Buspro/KNX
Entrada de alimentación AC	110V/220V AC – 50~60Hz	Café/Naranja	24V DC	Rojo
Voltaje de trabajo	15 ~ 30V DC	Café blanco/ Naranja Blanco	COM	Negro
Consumo de energía	28mA/ 24V DC	Azul blanco/Verde blanco	Data -	Blanco
Canal de salida	2CH / 6 A	Azul verde	Data +	Amarillo
Corriente máxima del canal de salida en total	10A	Aprobado		
Fusible	10A	CE	RoHS	
TRIAC	25A TRIAC, carga mínima 40w	Información del producto		
Curvas de atenuación	Lineal, (1.5, 1.0, 3.0 exponente)	Dimensiones	144 x 90 x 66 (mm)	
Condiciones ambientales		Peso neto	602.5 (g)	
Temperatura de trabajo	-5 °C ~ 45 °C	Material de la carcasa	Nylon, PC	
Humedad relativa de trabajo	Hasta 90 %	Instalación	Montaje en carril DIN de 35 mm	
Temperatura de almacenamiento	-20 °C ~ +60 °C	Grado de protección	IP	
Humedad relativa de almacenamiento	Hasta 93 %	Cable	Cable de alimentación	2.5mm ² ~4mm ² (AC)
			Cable dependiendo carga	1.5mm ² ~2.5mm ² (AC)
		Posición de instalación	Caja de distribución (DB)	
CÓDIGO		HDL-MSD04.40		

Fuente: (HDL, Leading Edge TRIAC Dimmer, 2017)

d) INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

En la figura 36 se muestra las dimensiones del módulo DIMMER de la empresa HDL.

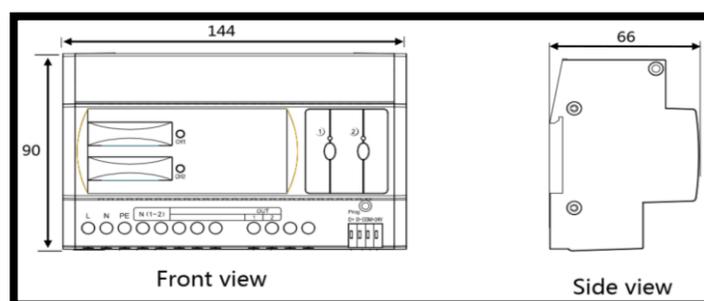


Figura 36: Dimensiones del módulo DIMMER.
Fuente: (HDL, Leading Edge TRIAC Dimmer, 2017)

e) INSTALACIÓN

En la figura 37 se muestra la instalación del módulo DIMMER de la empresa HDL.

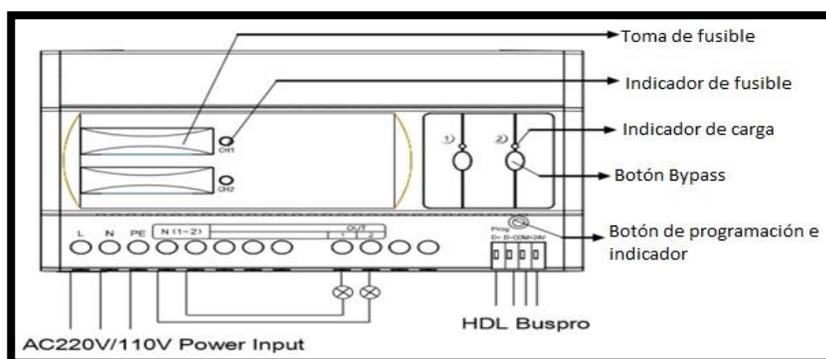


Figura 37: Instalación del módulo DIMMER.
Fuente: (HDL, Leading Edge TRIAC Dimmer, 2017)

Botón de programación: Mantenga presionado el botón durante tres segundos hasta que se vuelve rojo, entonces el usuario puede leer y modificar la dirección de modulo en el software de configuración HDL Buspro, entonces parpadea cuando el módulo funciona correctamente.

Tabla 26: Instalación y precauciones del módulo DIMMER

INSTALACIÓN	PRECAUCIONES
Instalación en carril DIN de 35 mm, caja DB interior	El fusible para reemplazar debe ser del tipo (aR) y la corriente no debe exceder los 6A que esta prescrita.
Marque cada cable de conexión de salida.	Apague la alimentación del atenuador cuando reemplace el fusible.
Compruebe si hay algún cortocircuito en el cable de conexión de salida, evite cualquier error.	Asegúrese de que la temperatura del regulador no supere los 50 °C.
Aislar los conductores de AC y DC.	La fuerza de atornillado no debe exceder 0.4Nm.
	Asegúrese una buena ventilación.
	Evitar el contacto con líquidos y gases agresivos.

Fuente: (HDL, Leading Edge TRIAC Dimmer, 2017)

2) MÓDULO DE CORTINAS ACTUADOR

a) VISTA GENERAL

Es un controlador profesional de cortinas como indica en la figura 38, que permite controlar las persianas mediante un motor AC, y puede configurar el tiempo de funcionamiento para cerrar la alimentación AC, de manera que también proporciona el control por medio de un iPad, iPhone e Internet.



Figura 38: Módulo de actuador de cortinas.
Fuente: (HDL, Curtain Module, 2017)

b) FUNCIONES

Tabla 27: Funciones principales del módulo de cortinas

FUNCIONES	2 canales para control de cortina.
	Hardware / software para protección de bloqueo del motor.
	Tiempo ajustable para el funcionamiento de la cortina.
	Admite la programación fácil y la actualización en línea de HDL Buspro.

Fuente: (HDL, Curtain Module, 2017)

c) PARÁMETROS

Tabla 28: Parámetros generales del módulo de cortinas

CARACTERÍSTICAS				
PARÁMETROS		GUÍA DE CABLE HDL BUSPRO		
Parámetros Eléctrico		<u>CAT5/CAT5E</u>	<u>HDL Bus pro</u>	<u>HDL Buspro/KNX</u>
Voltaje de trabajo	15 ~ 30V DC	Café/Naranja	24V DC	Rojo
Consumo de energía del Bus	35mA/ 24V DC	Café blanco/ Naranja Blanco	COM	Negro
Corriente máxima por canal	10A	Azul blanco/Verde blanco	Data -	Blanco
Tiempo de vida del relé	60000 h	Azul verde	Data +	Amarillo
Tipo del motor AC	Condensador monofásico	Aprobado		
Condiciones ambientales		CE	RoHS	
Temperatura de trabajo	-5 °C ~ 45 °C	Información del producto		
Humedad relativa de trabajo	Hasta 90 %	Dimensiones	72 x 90 x 66 (mm)	
Temperatura de almacenamiento	-20 °C ~ +60 °C	Peso neto	250 (g)	
Humedad relativa de almacenamiento	Hasta 93 %	Material de la carcasa	Nylon, PC	
		Instalación	Montaje en carril DIN de 35 mm	
		Grado de protección	IP	
CÓDIGO		HDL- MW02.431		

Fuente: (HDL, Curtain Module, 2017)

d) INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

En la figura 39 se muestra las dimensiones del módulo de cortinas de la empresa HDL.

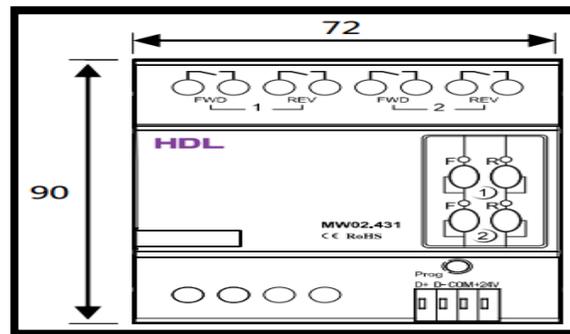


Figura 39: Dimensiones del módulo de cortinas.
Fuente: (HDL, Curtain Module, 2017)

e) INSTALACIÓN

En la figura 40 se muestra la instalación del módulo DIMMER de la empresa HDL.

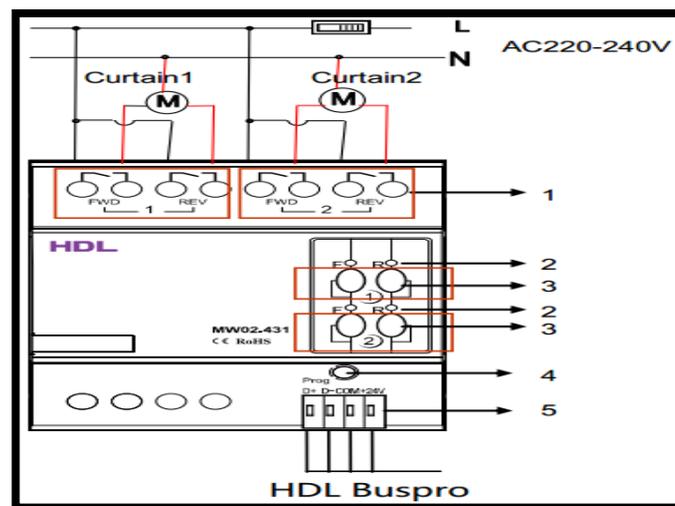


Figura 40: Instalación del módulo de cortinas.
Fuente: (HDL, Curtain Module, 2017)

1: Cortinas de control de terminales.

FWD: Controla la dirección del avance del motor.

REV: Controlar la dirección.

2: Indicador LED, mostrando el estado de control.

3: Botones: Botón manual para control de cortinas local.

F: Control FWD/STOP.

R: Control REV/STOP.

4: Botón de programación del LED de estado de funcionamiento del módulo.

El LED verde parpadea cuando funciona correctamente, y para el ingreso al modo de modificación de ID presione la tecla durante 3 segundos, hasta encender el LED rojo.

5: HDL Buspro

Tabla 29: Instalación y precauciones del módulo de cortinas.

INSTALACIÓN	PRECAUCIONES
Monte un fusible adecuado para la protección de la alimentación de CA	Puede requerir más de un interruptor de desconexión para desactivar el equipo antes de realizar el servicio.
Etiquetado de cables de alimentación de AC, cables de motor y cable HDL Buspro.	Asegúrese de que la interfaz Buspro esté correctamente conectada al módulo.
Asegúrese de que la corriente de cada motor sea inferior a 5A.	No conecte el módulo a la alimentación de CA.
Conecte los cables para el motor y la alimentación de AC, asegúrese de que no haya cortocircuito ni circuito abierto.	La fuerza de atornillado no debe exceder 0.4Nm.
	Asegúrese una buena ventilación.
	Evitar el contacto con líquidos y gases agresivos.

Fuente: (HDL, Curtain Module, 2017)

3) LUMINARIAS

En la figura 41 se muestra una lampara LED de 20w de marca SYLVANIA.



Figura 41: Tubos LED de 20W
Fuente: Autor

Tabla 30: Características de la lampara LED DE 20w.

Características				
Potencia: 20w	Tipo de Fuente: LED	Dimmable: No	Flujo Luminoso: 1900 - 2100 lm	Voltaje: 110-240v 50/60Hz
Temperatura: 4000° K	Vida Útil: > 40000 h	IRC: > 80%	T de operación: -20°C ~ + 45°C	Angulo de haz: 320°
Eficiencia: >85% (PF>0.95)	Dimensiones: 1200 x 28 (mm)			

Fuente: Autor

En la figura 42 se muestra un foco LED dimerizable de 9w de marca SYLVANIA.



Figura 42: Foco LED Dimerizables de 9w.
Fuente: Autor

Tabla 31: Características del foco LED Dimmable de 9w.

Características				
Potencia: 9w	Tipo de Fuente: LED	Dimmable: Si	Flujo Luminoso: 800 lm	Voltaje: 110-240v 50/60Hz
Temperatura: 6500° K	Vida Útil: 15000 h	IRC: 80%	T de operación: -10°C ~ + 45°C	Angulo de haz: 120°
Eficiencia: >85% (PF>0.95)	Dimensiones: 116 x 60 (mm)			

Fuente: Autor

4) MOTOR TUBULAR PARA PERSIANAS

a) VISTA GENERAL

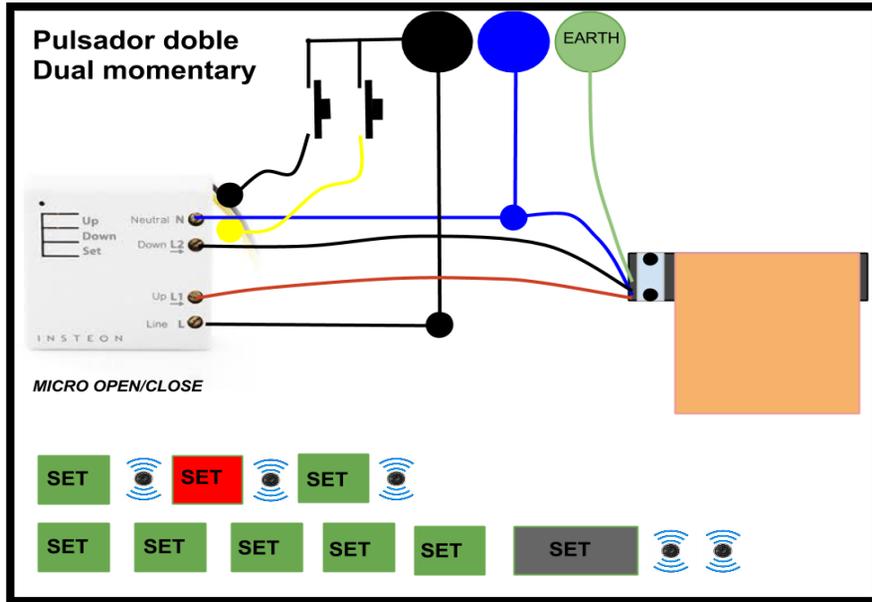
Es un motor tubular de 4 hilos, (KT6N) en la tabla 32 se detalla su placa de características.

Tabla 32: Placa de características de motor tubular para persianas.

Placa de características			
Voltaje: 110 V	Potencia: 102 W	Peso: 1.63 Kg	Rpm: 33 rev/min
Frecuencia: 60 Hz	Corriente: 0.85 A	Monofásico	Torque: 6 Nm
Clase B	Tiempo de trabajo: 4 min	Clase de protección: IP 44	Diámetro: 35 mm

Fuente: Autor

En la figura 43 se muestra el diagrama de conexión de un motor tubular para persianas.



*Figura 43: Diagrama de conexión del motor tubular para persianas.
Fuente: INSTEON catalogo 2003.*

2.2 TÍTULO DE LA PROPUESTA

Diseño del sistema de iluminación y control de persianas usando la tecnología SMART BUS HDL en el laboratorio de automatización en la carrera de Ingeniería en Electricidad.

2.2.1 UBICACIÓN FÍSICA

El sitio para realizar el diseño del sistema de control de iluminación y persianas se encuentra en la Universidad Técnica del Norte, en las instalaciones de la carrera de Electricidad, específicamente el Laboratorio de Automatización; como se muestra en la figura 44, donde se efectuó el estudio del área y adquisición de información para ejecutar la automatización de este.

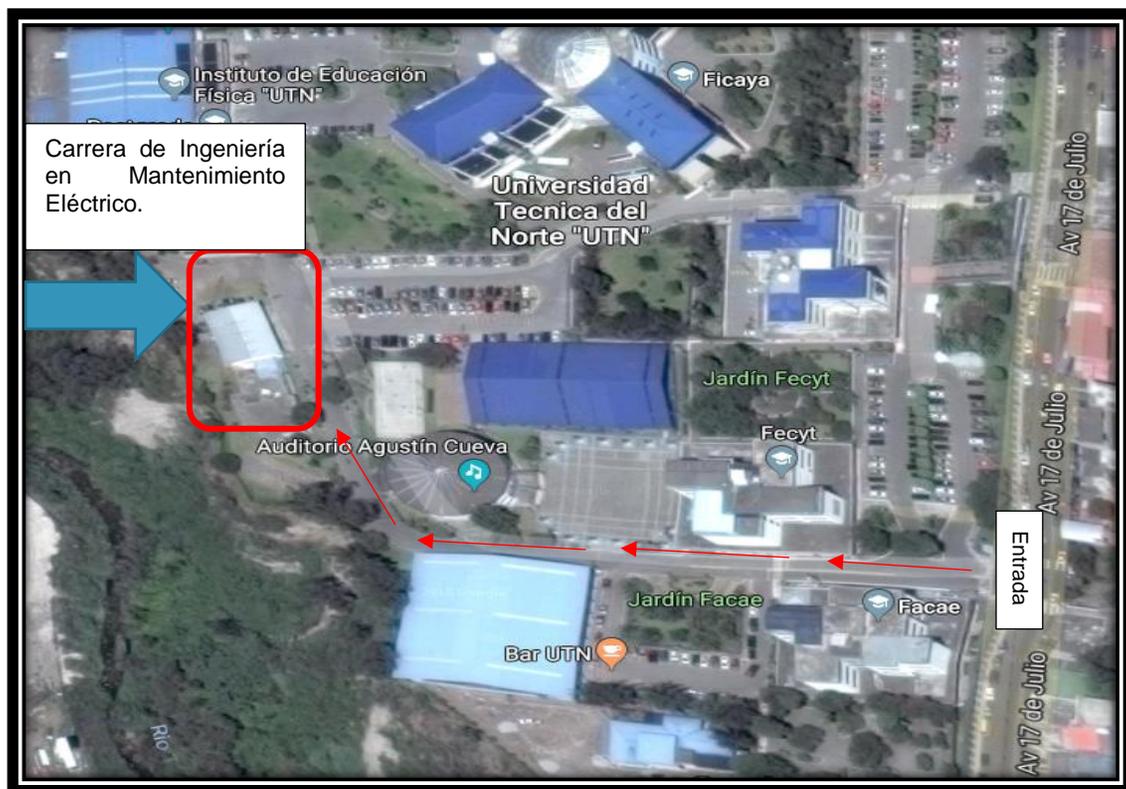


Figura 44: Ubicación física del laboratorio de automatización.
Fuente: (GOOGLEMAP, 2018)

2.2.2 ESTUDIO ACTUAL

En el laboratorio de automatización en el edificio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico, en la actualidad no existe un nivel de iluminación adecuado. De manera que se elaborará un estudio de iluminación más a fondo en todas las zonas del laboratorio incorporando la automatización de persianas en un control del sistema centralizado, automático y remoto.

Para realizar el estudio de iluminación se desarrollarán planos arquitectónicos del laboratorio en el software DIALux 4.13, el cual se basa en la Norma Europea EN 12464-1-2007,

para iluminación de interiores. Se utilizará como mecanismo de referencia un luxómetro TM - 204, y a la vez para comparación de datos un Luxómetro de Arduino BH – 1750.

Para el estudio de este laboratorio se tomará en cuenta la Norma Europea EN 12464-1-2007 basada en la iluminación de interiores para edificios educativos, tomando en cuenta las tablas con valores establecidos para diferentes ambientes. De igual manera se analizará la Norma NOM-025-STP-2008 para la división de las áreas donde se realizará el estudio según el tamaño del laboratorio, que se calcula a continuación.

a) NÚMERO DE ÁREAS PARA EL ESTUDIO DE ILUMINACIÓN DE INTERIORES

Tabla 33: Número de zona de medición en relación con el índice de área

Índice de área	Número mínimo de zonas a evaluar	Número de zonas a considerar por la limitación
$IC < 1$	4	6
$1 \leq IC \leq 2$	9	12
$2 \leq IC < 3$	16	20
$3 \leq IC$	25	30

Fuente: Norma NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

El estudio se realizó en el laboratorio de automatización de la carrera de ingeniería en mantenimiento eléctrico, con las siguientes dimensiones:

- ❖ Largo: 10,95m.
- ❖ Ancho: 5,91m.
- ❖ Altura: 2,94m, al considerar el plano de trabajo de 0,80m; la altura final de las luminarias es de 2,14m.

El valor del índice de área, para establecer el número de zonas a evaluar, está dado por la ecuación:

$$IC = \frac{(x)(y)}{h(x + y)}$$

Donde:

IC = Índice del área.

x, y = Dimensiones del área (largo y ancho), en metros.

h = altura de la luminaria respecto al plano de trabajo, en metros.

Reemplazando:

$$IC = \frac{(10,95 \text{ m})(5,91 \text{ m})}{2,14 \text{ m}(10,95 \text{ m} + 5,91 \text{ m})}$$

$$IC = \frac{(64,7145 \text{ m}^2)}{(35,7432 \text{ m}^2)}$$

$$IC = 1,79$$

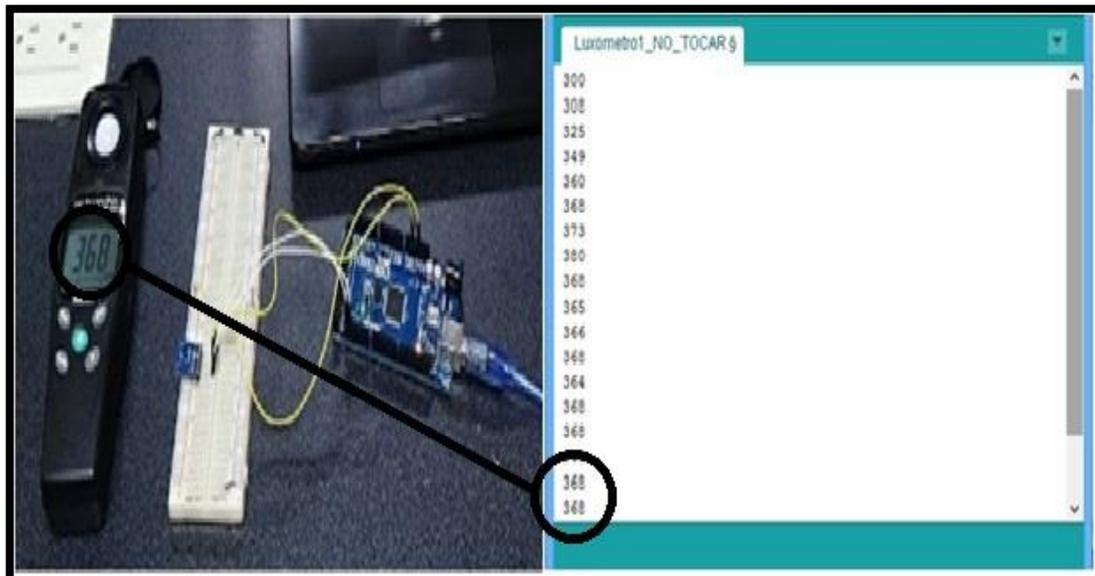
Al efectuar la operación se obtiene como resultado el IC igual a 1,79; según lo establecido en la norma (NOM-025-STPS-2008), se debe redondear al entero superior, por lo tanto, el nuevo IC para el estudio del índice de área es dos (2) según la tabla antes mencionada.

Se verifica el valor obtenido en la operación realizada comparando con la tabla 33, el cual, IC está comprendido en el rango $1 \leq IC \leq 2$ y se indica que la división del laboratorio se realizó en doce áreas de trabajo iguales.

Se realizó la división del laboratorio en doce áreas iguales, cada zona quedó con las siguientes dimensiones:

- ❖ Largo: 2,64m.
- ❖ Ancho: 1,98m.

Con estas dimensiones calculadas, se colocó el luxómetro en el plano de trabajo para medir el nivel de iluminación en cada zona del laboratorio de automatización. A continuación, en la figura 45 se observa las mediciones realizadas, con el luxómetro TM-204 y el luxómetro de Arduino BH-1750.



*Figura 45: Medición de iluminación en laboratorio de automatización.
Fuente: Autor*

Para realizar las medidas de iluminación, se debe adoptar el cuidado necesarias para no proyectar sombras ni reflejar luz adicional sobre los luxómetros y así obtener datos reales en

todas las zonas, por lo que las mediciones se efectuaron con dos luxómetros diferentes para que las magnitudes estén homologados a cualquier instrumento de medida y a la vez se comparó datos entre estos equipos, como se muestra en las tablas 34 y 35, de manera que se procedió a realizar el sondeo en tres horas diferentes de labores por cada área de trabajo.

Tabla 34: Datos de iluminación por zona con luxómetro TM-204

Zonas	Iluminancia luxómetro 08H00	Iluminancia luxómetro 13H00	Iluminancia luxómetro 18H00
Zona 1	188	883	355
Zona 2	260	980	434
Zona 3	309	1114	360
Zona 4	190	930	449
Zona 5	274	1134	476
Zona 6	318	1222	465
Zona 7	194	1200	535
Zona 8	280	1216	529
Zona 9	321	1222	535
Zona 10	195	1204	555
Zona 11	281	1213	550
Zona 12	323	1230	556
Iluminancia Promedio	261,083	1029	483,25

Fuente: Autor

Tabla 35: Datos de iluminación por zona con luxómetro de Arduino BH - 1750

Zonas	Iluminación Arduino 8H00	Iluminación Arduino 13H00	Iluminación Arduino 18H00
Zona 1	190	893	357
Zona 2	265	980	439
Zona 3	310	1115	362
Zona 4	194	928	451
Zona 5	274	1135	476
Zona 6	320	1221	463
Zona 7	194	1203	535
Zona 8	283	1215	531
Zona 9	321	1235	532
Zona 10	199	1200	552
Zona 11	286	1214	555
Zona 12	323	1231	560
Iluminancia Promedio	263,25	1130,83	484,42

Fuente: Autor

b) INGRESO DE DATOS EN SOFTWARE DIALUX 4.13

DIALux 4.13 es un software libre que posibilita el diseño de proyectos de alumbrado técnicos, y facilita el cálculo de sistemas de iluminación tanto par interiores como exteriores.

- ❖ Abrir el software DIALux y dar clic en Abrir proyecto.



Figura 46: Abrir proyecto en software DIALux.
Fuente: Autor

- ❖ Dirigirse a la parte superior izquierda, y dar clic en archivo luego aplicar a nuevo o (Ctrl + N)

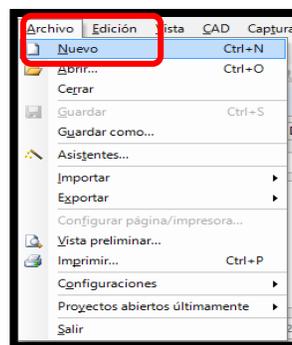


Figura 47: Nuevo proyecto en software DIALux.
Fuente: Autor

- ❖ Se visualiza una ventana nueva, donde se puede cambiar en nombre del proyecto, inmediatamente dar clic en insertar – nueva escena – local.

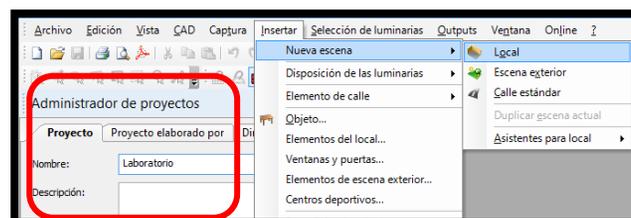


Figura 48: Nueva escena software DIALux.
Fuente: Autor

- ❖ Se procede a ingresar los datos reales del laboratorio como son: largo, ancho y altura para luego dar clic en aceptar

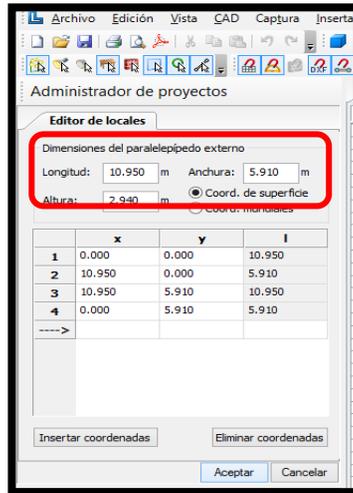


Figura 49: Insertar dimensiones del Laboratorio.
Fuente: Autor

- ❖ Inmediatamente se escoge los tipos de vista que tiene el plano como son: vista estándar 3D, Planta, Vista lateral y vista frontal.

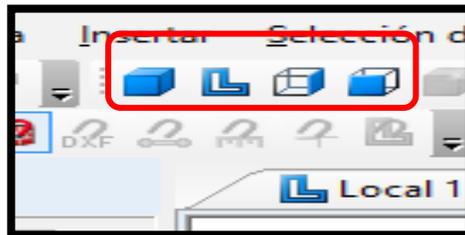


Figura 50: Tipos de vistas software DIALux.
Fuente: Autor

- ❖ A continuación, se despliega todos los iconos de la parte inferior izquierda del software DIALux, para comenzar el ingreso de todos los parámetros necesarios, para ello el primer cambio se lo realiza en el plano útil el cual se ha tomado de 0.80m dicho con anterioridad.

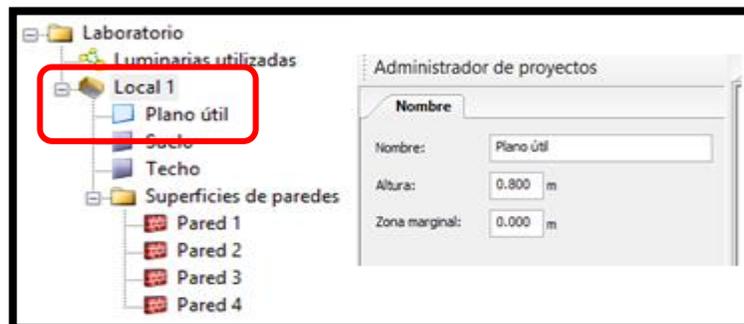


Figura 51: Ingreso de parámetros software DIALux.
Fuente: Autor

- ❖ Según la norma para iluminación de interiores UNE12464.1 (2007) indica que los coeficientes de reflexión para cada tipo de entorno como techo, pared y suelo son indicados en la siguiente tabla.

Tabla 36: Coeficiente de reflexión (CU)

	Color	Factor de reflexión
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
Pared	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
Suelo	Claro	0.3
	Oscuro	0.1

Fuente: (UNE12464.1, 2007)

- ❖ Por lo tanto, el coeficiente de reflexión para techo, paredes y suelo son:
 - Techo: La cubierta posee color blanco entonces el CU es de **0.7**
 - Paredes: La tapia es de color blanco entonces el CU es de **0.5**
 - Suelo: Las baldosas son blancas entonces el CU es de **0.3**
- ❖ Se comienza a ingresar los valores en cada uno de los iconos del software DIALux, como se observa en la figura 52.



Figura 52: Ingreso de coeficiente de reflexión.
Fuente: Autor

- ❖ A continuación, clic en selección de luminarias, Catálogos DIALux y al final Philips Lighting.

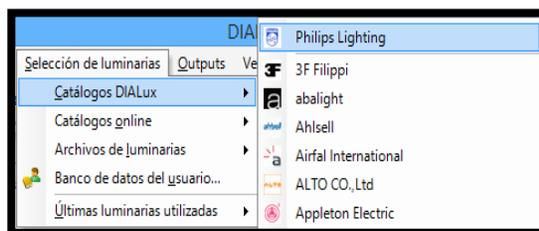


Figura 53: Seleccionar luminaria en catalogo Philips.
Fuente: Autor

- ❖ En esta pestaña se escoge el tipo de luminaria, potencia, flujo luminoso que se necesita instalar en el ambiente, como se muestra en la figura 54. Para luego dar clic en añadir y posteriormente en cerrar.

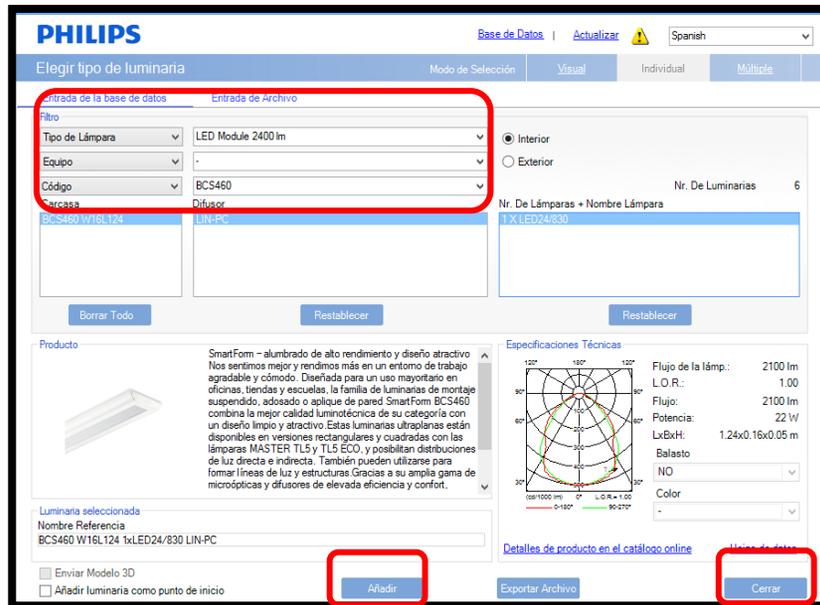


Figura 54: Insertar tipo de luminaria.
Fuente: Autor

- ❖ La luminaria se añade en los parámetros de estudio, cada luminaria tiene un flujo de 2100 lm.

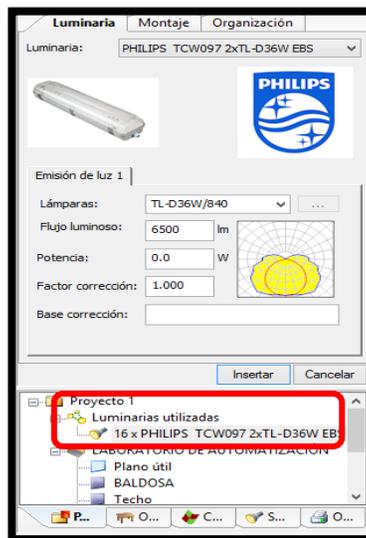


Figura 55: Luminaria añadida al laboratorio.
Fuente: Autor

- ❖ En la ventana administrados de proyectos, seleccionar la pestaña montaje para insertar el nivel de iluminación recomendado por la norma (UNE12464.1, 2007) de iluminación para interiores en laboratorios.

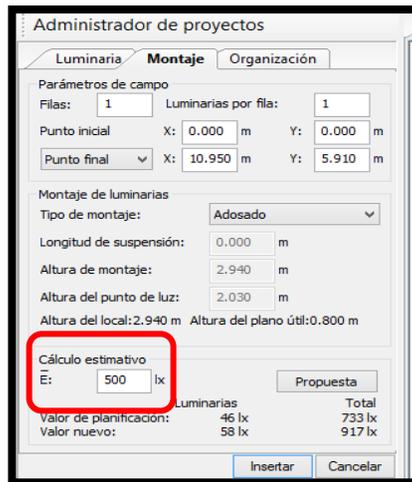


Figura 56: Ingreso del nivel de iluminación para el laboratorio.
Fuente: Autor

- ❖ A continuación, se elige la opción disposición de campo como se muestra en la figura 57 para la distribución de las luminarias en el laboratorio.

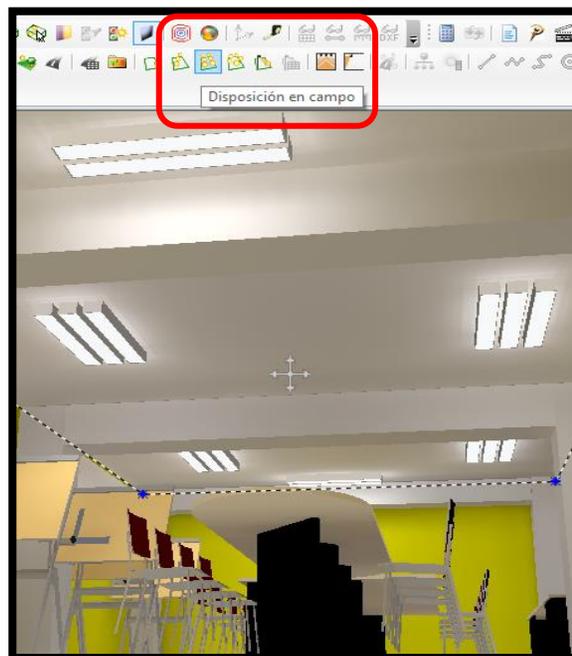


Figura 57: Distribución de luminarias.
Fuente: Autor

- ❖ Una vez distribuidas las luminarias, en la parte superior del software en el icono de la calculadora damos a clic para recibir los resultados como se muestra en la figura 58

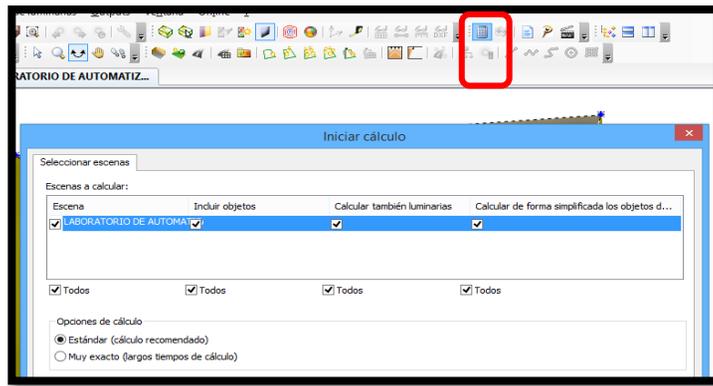


Figura 58: Cálculo del estudio.
Fuente: Autor

Una vez finalizado la simulación en el software DIALux se procedió a comparar los datos reales obtenidos en el laboratorio, con los datos realizados en el software DIALux 4.13 que se muestra en la figura 59, se observó que los niveles de iluminación media y máxima en el plano de trabajo son bastante similares a la iluminancia promedio de las tablas 34 y 35 mencionadas con antelación.

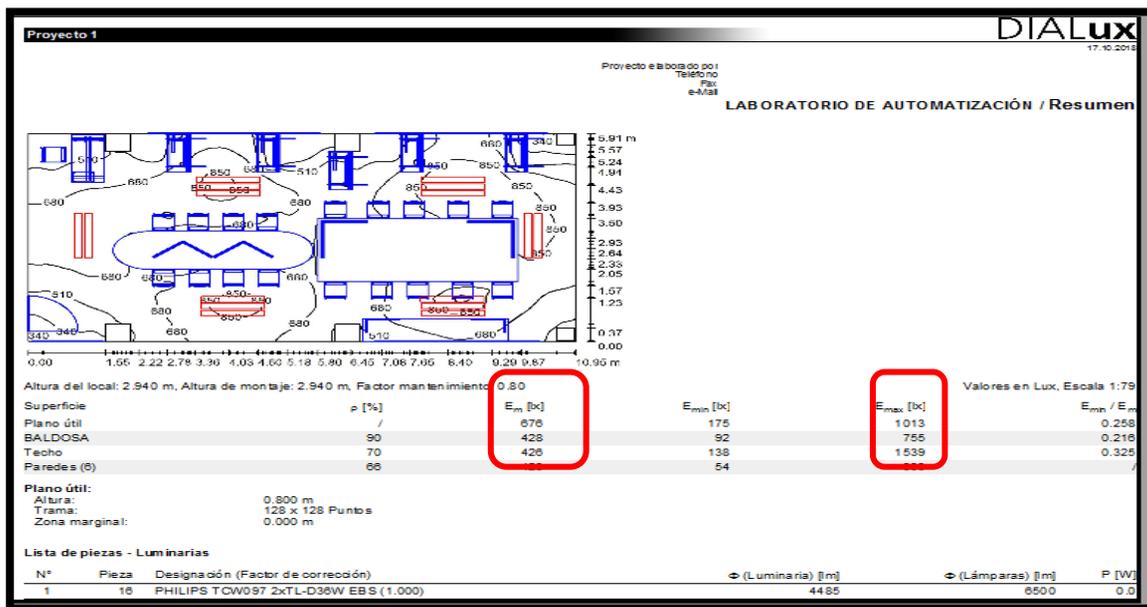


Figura 59: Datos de iluminación en software DIALux 4.13.
Fuente: (Software DIALux 4.13)

Según el estudio elaborado se observó que en algunas zonas existe un excedente de luxes en el plano de trabajo, por lo que se implementó persianas motorizadas controladas por el sensor HDL Buspro y la botonera DLP para equilibrar los niveles de iluminación en el aula de clase, según lo dicta la norma detallada en la tabla 37.

c) NORMA DE ILUMINACION PARA INTERIORES

Tabla 37: Niveles de iluminación en edificios educativos

Lugar de iluminación	Lux (E_m)	Observaciones
Aulas, aulas de tutoría	300	La iluminación debería ser confortable.
Aulas para clases nocturnas y educación de adultos	500	La iluminación debería ser confortable.
Sala de lectura	500	La iluminación debería ser confortable.
Pizarra	500	Evitar reflexiones espectaculares
Meza de demostraciones	500	En sala de lectura 750 lux
Aula de arte	500	
Aula de arte en escuelas de arte	750	$T_{CP} \geq 5000$ K
Aulas de dibujo técnico	750	
Aulas de practica y laboratorios	500	
Aulas de manualidades	500	
Talleres de enseñanza	500	
Aulas de practica de informática	300	
Aulas de preparación y talleres	500	
Hall de entrada	200	
Áreas de circulación, pasillos	100	
Aulas comunes de estudio y aulas de reunión	200	
Salas de profesores	300	
Biblioteca: estantería	200	
Biblioteca: sala de lectura	500	
Almacenes de material de profesores	100	

Fuente: UNE 12464.1 Norma Europea sobre iluminación de interiores (2007)

2.2.3 CÁLCULO DEL NIVEL DE ILUMINACIÓN PARA IMPLEMENTACIÓN.

Para regirse a la norma de iluminación de la tabla 37 se procede a realizar el cálculo de iluminación por el método de los lúmenes.

a) MÉTODO DE LOS LÚMENES

Se diseñó la instalación de alumbrado para el laboratorio de automatización, con las siguientes dimensiones. 10.95m de largo, 5.91m de ancho, 2.94m de alto, la altura del plano de trabajo es de 0.80m sobre el suelo; Para ello se utilizó lámparas LED de 20w con un flujo luminoso de 2100lm.

- Según la norma de iluminación para interiores (2007), el nivel recomendado de iluminación para las actividades que se desarrolla en el laboratorio es de 400lux en el plano de trabajo como se ve en la tabla 38.

Tabla 38: Niveles recomendados para iluminación.

Centros de docencia	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Aulas, Laboratorio.	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio.	300	500	750

Fuente: (UNE12464.1, 2007)

Para realizar el cálculo de los lúmenes según García Fernández (2016) recomienda la instalación de las luminarias en aulas, viviendas, oficinas, etc., sea lo realice lo más alto posible como se muestra en la tabla 39.

Tabla 39: Altura de luminarias

Locales de altura normal	Altura de las luminarias
Oficinas	Los más alto posible
Viviendas	
Aulas	

Fuente: (GARCIA FERNANDEZ, 2016)

Se tomo en cuenta las medidas del laboratorio para realizar el cálculo de iluminación, las cuales se detallan a continuación:

- ❖ Ancho = 5.91m.
- ❖ Largo = 10.95m.
- ❖ Alto = 2.94m.
- ❖ Plano de trabajo = 0.80m.

Estas dimensiones se pueden observar con mayor claridad en la figura 60.

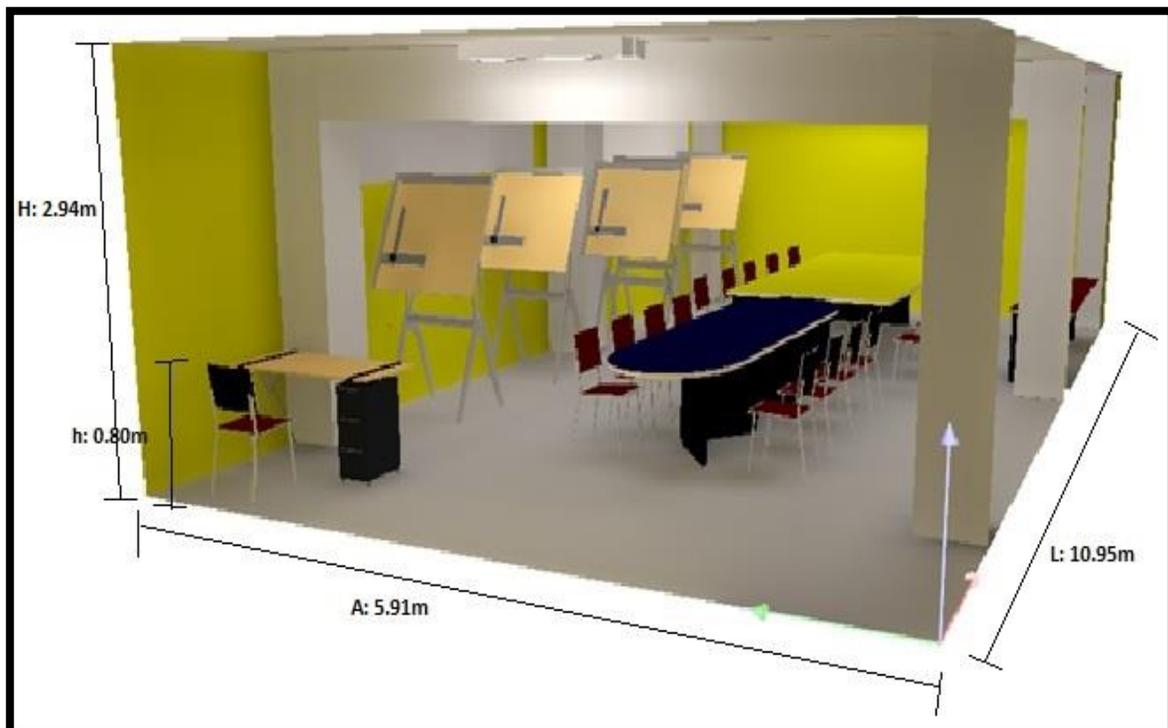


Figura 60: Dimensiones del laboratorio de automatización.
Fuente: Autor

Se procedio a calcular el índice de local (K), aplicando la fórmula para sistemas de iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa que se detalla en la figura 61.

	Sistema de iluminación	Índice del local
	Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
	Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$

Figura 61: Fórmulas para el índice (K).
Fuente: (GARCIA FERNANDEZ, 2016)

Donde:

$$a = 5.91\text{m}$$

$$b = 10.95\text{m}$$

$$h = 2.94\text{m} - 0.80\text{m} = 2.14\text{m}$$

Entonces:

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

$$k = \frac{5.91\text{m} \cdot 10.95\text{m}}{2.14\text{m} \cdot (5.91\text{m} + 10.95\text{m})}$$

$$k = 1.79$$

Para determinar el coeficiente de reflexión de pared, techo y suelo dependiendo de cada material, superficie y acabados del laboratorio de automatización se toma como coeficiente de reflexión para techo 0.7, paredes 0.5, y para el suelo 0.3 como se explicó en la tabla 36 en el cálculo para software DIALux.

Para determinar el factor o coeficiente de utilización (CU), se usa el índice de local (K) y los factores de reflexión calculados anteriormente.

Donde

$$k = 1.79$$

$$\text{Factor de reflexion} = \frac{\text{Techo} = 0.7}{\frac{\text{Paredes} = 0.5}{\text{Suelo} = 0.3}}$$

Según la empresa hiLED (2017), una empresa dedicada al diseño, desarrollo, calidad de soluciones lumínicas innovadoras, señala que los valores para el coeficiente de utilización (CU, μ) de lámparas LED se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 40: Factor de utilización de lámparas LED.

Tecnología	Factor de utilización (μ)
LED	0.98
VASP	0.60
VM	0.60

Fuente: (GARCIA FERNANDEZ, 2016)

Según la empresa hiLED (2017), en un estudio realizado de eficiencia energética indica que el factor de mantenimiento (f_m) de las lámparas LED depende de la suciedad y la frecuencia de limpieza del local, debido a las pruebas efectuadas la empresa suministra los valores mostrados en la tabla 41.

Tabla 41: Factor de mantenimiento de Lámparas LED.

Ambiente	Factor de mantenimiento (f_m)
Limpio	0.96
Sucio	0.74

Fuente: (hiLED, 2017)

Cálculo del flujo luminoso total necesario, para ello se aplicará la siguiente fórmula.

$$\Phi_T = \frac{E * S}{\mu * f_m}$$

Donde:

Φ_T = Flujo luminoso total

E = Iluminancia deseada

S = Superficie del plano de trabajo

μ = Factor de utilización

f_m = Factor de mantenimiento

Reemplazando:

$$\Phi_T = \frac{500\text{lux} * (5.91\text{m} * 10.95\text{m})}{0.98 * 0.96}$$

$$\Phi_T = 34393 \text{ lm}$$

Cálculo del número de luminarias a instalar en el laboratorio, aplicando la siguiente fórmula.

$$N = \frac{\Phi_T}{n * \Phi_L}$$

Donde:

$N = \text{Iluminacia media deseada}$

$\Phi_L = \text{Flujo luminoso de la lámpara}$

$n = \text{Número de lámparas por luminaria}$

Reemplazando:

$$N = \frac{34393 \text{ lm}}{1 * 1900 \text{ lm}}$$

$$N = 20 \text{ luminarias}$$

Cálculo de la distribución de luminaria en el laboratorio de automatización aplicando la siguiente fórmula para el ancho del laboratorio.

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{N \left(\frac{\text{ancho}}{\text{largo}} \right)}$$

Donde:

$N_{\text{ancho}} = \text{Número de luminarias a lo ancho.}$

$N = \text{Número de luminaria total}$

$\text{Ancho} = \text{Distancia a lo ancho.}$

$\text{Largo} = \text{Distancia a lo largo.}$

Reemplazando:

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{20 * \left(\frac{5.91m}{10.95} \right)}$$

$$N_{\text{ancho}} = 4 \text{ Luminarias}$$

Cálculo de la distribución de luminaria en el laboratorio de automatización aplicando la siguiente fórmula para el largo del laboratorio.

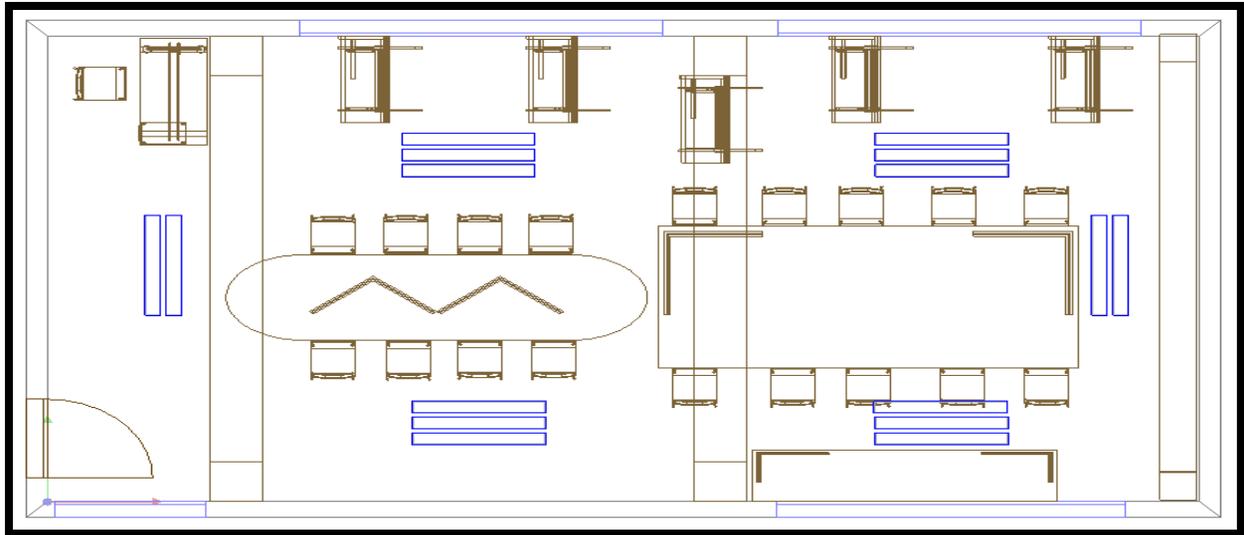
$$N_{\text{Largo}} = N_{\text{ancho}} * \left(\frac{\text{largo}}{\text{ancho}} \right)$$

Reemplazando:

$$N_{\text{Largo}} = 4 * \left(\frac{10.95m}{5.91m} \right)$$

$$N_{Largo} = 5 \text{ Luminarias}$$

La distribución de las lámparas LED quedarían instaladas como se ve en la figura 62.



*Figura 62: Distribución de las luminarias.
Fuente: Autor*

2.2.4 AUMENTO DE ILUMINACIÓN LED DIMERIZABLES POR ZONA DEL LABORATORIO

Para abarcar todas las zonas con la iluminación adecuada y la creación de escenarios, se aumentará focos tipo LED dimerizables o regulables con potencia de 9w con un flujo luminoso de 850lm en cada sector específico del laboratorio, para así tener un nivel de iluminación correcto como dicta la norma UNE 12464.1. para iluminación artificial.

En la implementación no se ha tomado en cuenta la luz natural incidente al laboratorio, solo se considera luz artificial LED.

En la figura 63 se muestra la división de los sectores del laboratorio de automatización con su índice de lux por zona, sin tener en cuenta la iluminación natural.

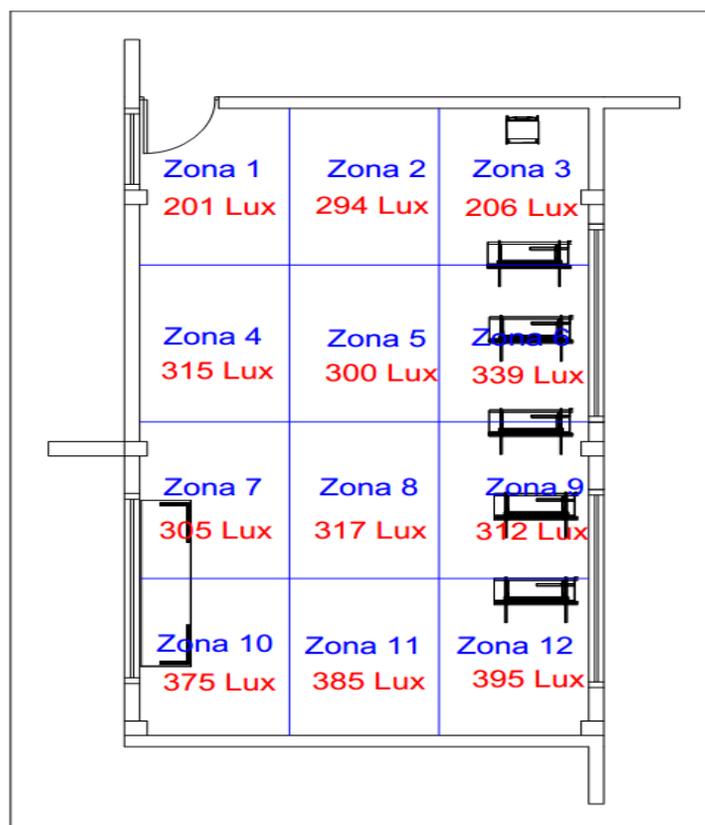


Figura 63: Nivel de iluminación por zonas en el laboratorio de automatización.
Fuente: Autor

a) JUSTIFICACIÓN

Las zonas (1,2,3) poseen un nivel de iluminación promedio de 233 lux, estas zonas son estimadas para exposiciones y no es necesario demasiada iluminación, por lo tanto, se instala dos focos LED dimerizables de 9w en las zonas (1 y 3), para la creación de escenarios para exposiciones y cumplir con el rango mínimo de iluminación según la norma UNE 12464.1, de la misma forma estas zonas pertenecen al canal uno del Dimmer.

Las zonas (4,5,6,7,8,9,11) tienen un nivel de iluminación promedio de 325 lux, estas zonas son consideradas para impartir clases y se necesita un nivel de iluminación adecuado, por lo tanto, se instalan diez focos LED dimerizables de 9w en zonas específicas y con la colaboración de los doce tubos LED de 20w, se alcanza el nivel adecuado de iluminación según la norma 12464.1, cabe mencionar que estas zonas pertenecen al canal dos del Dimmer.

Las zonas (10 y 12) estiman un nivel de iluminación promedio de 385 lux, estas zonas son contempladas como despensa de equipo eléctrico, por lo tanto, la iluminación actual es suficiente y no se ve la necesidad de instalar apoyo de iluminación.

A continuación, en la zona número dos se procede a instalar el sensor 12 en 1 de la empresa HDL, para usarlo como detección de movimiento, presencia, lux, ultrasónico,

temperatura, etc., de forma que las características del sensor se especificaron en la tabla 13, en el estudio del arte de los equipos HDL Buspro antes mencionados, ya que dicho sensor tiene un rango de detección de 3m de altura y 4m a 6m de diámetro, por lo tanto este sector es el más adecuado para la instalación del mismo, ya que está ubicado en el centro de la zona delantera del laboratorio y así lograr un mejor funcionamiento de ahorro energético.

2.2.5 DIMENSIONAMIENTO DEL BREAKER

Según la hoja de características (datasheet) de cada equipo, se añade las corrientes máximas admisibles que soportan a la salida cada uno de los dispositivos HDL Buspro como se observa en la tabla 42, para el dimensionamiento del breaker.

Tabla 42: Corrientes máximas por dispositivos HDL Buspro.

Equipos HDL Buspro	Corrientes máximas admisibles (A)
Panel o Botonera	0.03
Sensor 12 en 1	4.09
Fuente de voltaje	2.4
Módulo lógico programable	0.015
Módulo de conexión IP	0.04
Módulo DIMMER	6
Actuador de cortinas	4
TOTAL	16.58

Fuente: Autor

Como afirma ENRÍQUEZ HARPER (2000) "La capacidad o ajuste del dispositivo contra sobre corrientes, no deberá exceder del 150 por ciento de la capacidad del aparato" (pág. 172), por lo tanto, la corriente nominal es de 16.58 (A) a la que se le aproximó al inmediato superior como factor de seguridad para el cálculo del breaker.

La corriente máxima de todo el sistema inmótico HDL Buspro es de 16.58 (A), por lo tanto, el breaker a usar es de 20 (A).

2.2.6 DIMENSIONAMIENTO DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR

Según ENRÍQUEZ HARPER (1994), la caída de tensión máxima en edificaciones no debe ser mayor al 3% de la línea de alimentación de 127 (V), descrita a continuación.

$$U = V_l * 3\%$$

$$U = 127 (V) * 3\%$$

$$U = 3.81 (V)$$

La distancia existente entre la caja de breaker y el toma de alimentación del laboratorio es de 15m, distancia que es considerada para el cálculo de la sección del conductor.

$$S_e = \rho * \frac{2 * L * I_t}{U}$$

Donde:

$$S_e = \text{Sección del conductor} (0.01786 \frac{m}{\Omega * mm^2})$$

ρ = Conductividad del cobre

L = Longitud

I_t = Corriente total

U = Caída de tensión máxima

Reemplazando:

$$S_e = 0.01786 \frac{m}{\Omega * mm^2} * \frac{2 * 15 (m) * 16.58 (A)}{3.81 (V)}$$

$$S_e = 2.33 mm^2$$

Para la instalación eléctrica de los equipos HDL Buspro, la sección del conductor se aproxima al inmediato superior y se determina usar conductor solido THHN # 12 con un diámetro real de $3.31 mm^2$ y con una corriente máxima de 40 (A), como se muestra en la tabla 43.

Tabla 43: Sección e intensidad admisible de conductor de cobre

Calibre AWG	Sección real en mm^2	mm^2	Intensidad admisible (A) a 75° C
22	0.32	0.5	1
20	0.52	0.75	2
18	0.82	1	7.5
16	1.31	1.5	15
14	2.08	2.5	30
12	3.31	4	40
10	5.26	6	55
8	8.37	10	70
6	13.3	16	100
4	21.2	25	130
3	26.7	30	150
2	33.6	35	175
1	42.4	50	205

Fuente: General Cable

2.2.7 DIMENSIONAMIENTO DEL CALIBRE DEL CONDUCTOR DE LAS LUMINARIAS LED

a) CALIBRE DEL CONDUCTOR PARA LAS BOMBILLAS LED DE 9W

Son doce luminarias led de 9w cada una, por lo tanto, el cálculo del calibre del conductor es detallado a continuación:

$$I_c = \frac{P_t}{V}$$

$$I_c = \frac{9w * 12}{127 V}$$

$$I_c = \frac{108 w}{127 V}$$

$$I_c = 0.85 A$$

La distancia existente entre el gabinete y la bombilla más lejana es de 30m, distancia que es considerada para el cálculo de la sección del conductor de las bombillas LED.

$$S_e = \rho * \frac{2 * L * I_t}{U}$$

$$S_e = 0.01786 \frac{m}{\Omega * mm^2} * \frac{2 * 30 (m) * 0.85 (A)}{3.81 (V)}$$

$$S_e = 0.24 mm^2$$

Para la instalación eléctrica de las luminarias LED se determina usar conductor dúplex # 2*18 con un diámetro de $0.82mm^2$, y una corriente máxima de 7.5 (A), como se observa en la tabla 43.

b) CALIBRE DEL CONDUCTOR PARA LAS LAMPARAS LED DE 20W

Son doce luminarias led de 9w cada una por lo tanto para el cálculo del calibre del conductor se detalla a continuación:

$$I_c = \frac{P_t}{V}$$

$$I_c = \frac{20w * 16}{127 V}$$

$$I_c = \frac{320 w}{127 V}$$

$$I_c = 2.51 A$$

La distancia existente entre el módulo de relé y el tubo LED más lejano es de 15m, distancia que es considerada para el cálculo de la sección del conductor de los tubos LED.

$$S_e = \rho * \frac{2 * L * I_t}{U}$$

$$S_e = 0.01786 \frac{m}{\Omega * mm^2} * \frac{2 * 10 (m) * 2.51 (A)}{3.81 (V)}$$

$$S_e = 0.35 mm^2$$

Para la instalación eléctrica de las luminarias LED se determina usar conductor dúplex # 2*18 con un diámetro de $0.82mm^2$ con una corriente máxima de 7.5 (A), como se muestra en la tabla 43.

2.2.8 ESCENAS

Como afirma la empresa HDL-BUS (2015) " Puede elegir múltiples escenas con propiedades de tiempo; También puede ajustar ligeramente la iluminancia. Es aplicable al control de múltiples posiciones, como los espacios de sala de conferenciante, control audiovisual, persianas y el centro de control de seguridad, etc." (pág.3)

Una escena, es el conjunto de procesos preprogramados que permite ejecutar una orden al mismo tiempo sobre uno o varios de los equipos incorporados a la instalación inmótica ya sea de forma manual con una botonera DLP o automática con un sensor.

El sistema inmótico a instalar tiene muchas alternativas de manejo como puede ser el funcionamiento manual presionando cualquier botón programado o automático realizando varias funciones con una sola orden como se especifican en la tabla 44 y 45:

Tabla 44: Detalle de escenas en el laboratorio de automatización

ESCENA	DLP BOTONERA/ SENSOR	CONTROLADOR	ACTUADOR	DESCRIPCIÓN
ON/OFF de Lámparas LED	Accionamiento del Botón # 1 en la página # 1 de la botonera DLP	-Módulo de Relés -Módulo lógico	Lámparas LED de 20w EVERGREEN	Al instante de poner en marcha la escena se encenderá las lámparas LED del laboratorio de automatización.
ON/OFF de Bombillas LED	Accionamiento del Botón # 2 en la página # 1 de la botonera DLP	-Módulo DIMMER -Módulo lógico	Bombillas LED de 9w Sylvania	Al instante de poner en marcha la escena se encenderá las bombillas LED dimerizables del laboratorio de automatización.
FORWARD / STOP al motor 1 y 2 de persianas	Accionamiento del Botón # 3 en la página # 1 de la botonera DLP	-Módulo actuador de cortinas -Módulo lógico	Motores de persianas	Al instante de poner en marcha la escena, comenzara el ascenso de las persianas, de la misma manera se puede detener en cualquier posición con el mismo botón.
REVERSE / STOP al motor 1 y 2 de persianas	Accionamiento del Botón # 4 en la página # 1 de la botonera DLP	-Módulo actuador de cortinas -Módulo lógico	Motores de persianas	Al instante de poner en marcha la escena, comenzara el descenso de las persianas, de la misma manera se puede detener en cualquier posición con el mismo botón.
Presencia automática / brillo entre 600 a 1500 lux	Sensor 12 en 1	-Módulo actuador de cortinas -Módulo lógico -Módulo DIMMER -Módulo de Relés	-Motores de persianas -Lámparas LED de 20w EVERGREEN -Bombillas LED de 9w Sylvania	Esta escena tendrá lugar en días muy soleados, en donde los niveles de iluminación son excesivos de acuerdo con la norma (UNE12464.1, 2007), utilizada para laboratorios. En los cuales cuando la medida de iluminación sea (>600 y <1500 lux), y en el momento que el sensor detecte presencia comenzará el descenso de las persianas, apagará las lámparas LED, y las bombillas LED dimerizables se activaran en un 70%.
Presencia automática / brillo entre 300 a 500 lux	Sensor 12 en 1	-Módulo actuador de cortinas -Módulo lógico -Módulo DIMMER -Módulo de Relés	-Motores de las persianas -Lámparas LED de 20w EVERGREEN -Bombillas LED de 9w Sylvania	Esta escena tendrá lugar en días soleados, en donde los niveles de iluminación son apropiados de acuerdo con la norma (UNE12464.1, 2007), utilizada para laboratorios. En los cuales cuando la medida de iluminación sea (>300 y <500 lux), y en el momento que el sensor detecte presencia comenzará el ascenso de las persianas y apagará toda la iluminación LED.

Fuente: Autor

Tabla 45: Detalle de escenas en el laboratorio de automatización

Presencia automática / brillo entre 20 a 299 lux	Sensor 12 en 1	-Módulo actuador de cortinas -Módulo lógico -Módulo DIMMER -Módulo de Relés	-Motores de las persianas -Lámparas LED de 20w EVERGREEN -Bombillas LED de 9w Sylvania	Esta escena tendrá lugar en días nublados y por la noche, en donde los niveles de iluminación son inadecuados de acuerdo con la norma (UNE12464.1, 2007), utilizada para laboratorios. En los cuales cuando la medida de iluminación sea (>20 y <299 lux), y en el momento que el sensor detecte presencia comenzará el descenso de las persianas encenderá toda la iluminación LED.
Proyección expositiva escena 1	Accionamiento del Botón # 5 en la página # 1 de la botonera DLP	-Módulo actuador de cortinas -Módulo lógico -Módulo DIMMER -Módulo de Relés	-Motores de las persianas -Lámparas LED de 20w EVERGREEN -Bombillas LED de 9w Sylvania	Al instante de ejecutar la escena se activará el descenso de las persianas, se atenuará la iluminación quedando la parte delantera sin iluminación y la parte posterior con una iluminación LED dimerizable hasta el 60%.
Proyección expositiva escena 2	Accionamiento del Botón # 6 en la página # 1 de la botonera DLP	-Módulo actuador de cortinas -Módulo lógico -Módulo DIMMER -Módulo de Relés	-Motores de las persianas -Lámparas LED de 20w EVERGREEN -Bombillas LED de 9w Sylvania	Al instante de ejecutar la escena se activará el descenso de las persianas, se atenuará la iluminación quedando la parte delantera sin iluminación y la parte posterior con una iluminación LED dimerizable hasta el 80%.
Proyección expositiva escena 3	Accionamiento del Botón # 7 en la página # 1 de la botonera DLP	-Módulo actuador de cortinas -Módulo lógico -Módulo DIMMER -Módulo de Relés	-Motores de las persianas -Lámparas LED de 20w EVERGREEN -Bombillas LED de 9w Sylvania	Al instante de ejecutar la escena se activará el descenso de las persianas, se atenuará la iluminación quedando la parte delantera sin iluminación y la parte posterior con una iluminación.
Proyección expositiva escena 4	Accionamiento del Botón # 8 en la página # 1 de la botonera DLP	-Módulo actuador de cortinas -Módulo lógico -Módulo DIMMER -Módulo de Relés	-Motores de las persianas -Lámparas LED de 20w EVERGREEN -Bombillas LED de 9w Sylvania	Al instante de ejecutar la escena se activará el descenso de las persianas, se atenuará la iluminación quedando la parte delantera con iluminación y la parte posterior sin iluminación.
Horaria todo OFF por la noche	-	-Módulo actuador de cortinas -Módulo lógico -Módulo DIMMER -Módulo de Relés	-Motores de las persianas -Lámparas LED de 20w EVERGREEN -Bombillas LED de 9w Sylvania	Esta escena tendrá lugar en horarios de la 21:30, donde apagará toda la iluminación, cerrará las persianas incluyendo al sensor en un periodo de 9 horas.
Apagar el sensor	Accionamiento del Botón # 1 en la página # 2 de la botonera DLP	Sensor 12 en 1	Sensor 12 en 1	Esta escena apagará el sensor 12 en 1.

Fuente: Autor

2.3 TÍTULO DE LA PROPUESTA

Implementación del sistema de iluminación y control de persianas usando la tecnología SMART BUS HDL en el laboratorio de automatización en la carrera de Ingeniería en Electricidad.

2.3.2 PLANO ELÉCTRICO EXISTENTE DEL LABORATORIO DE AUTOMATIZACIÓN

Se debe conocer los circuitos eléctricos instalados para adecuarlo a las modificaciones que se va a realizar en el diseño nuevo como se muestra en la figura 64.

a) PLANO ESTRUCTURAL DEL ÁREA

Es el plano arquitectónico donde se va a implementar el diseño de la nueva instalación inmótica.

b) PLANO DEL LABORATORIO

En el plano se muestra la implementación del laboratorio de automatización con equipos de tecnología HDL Buspro, ubicación de persianas y niveles de iluminación adecuados en relación con el estudio elaborado por zona, en la figura 65 se observa el dibujo final para la instalación del sistema.

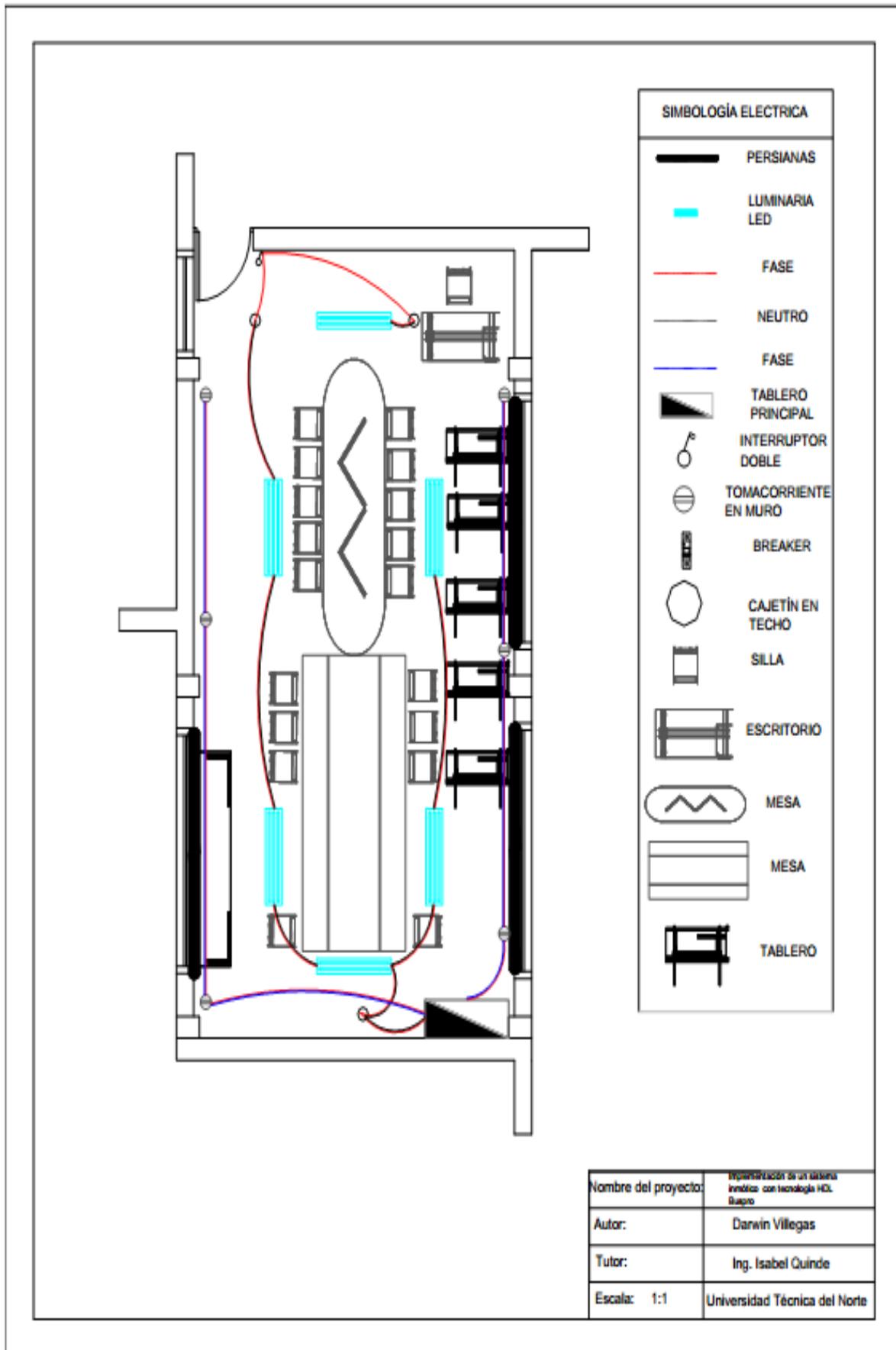
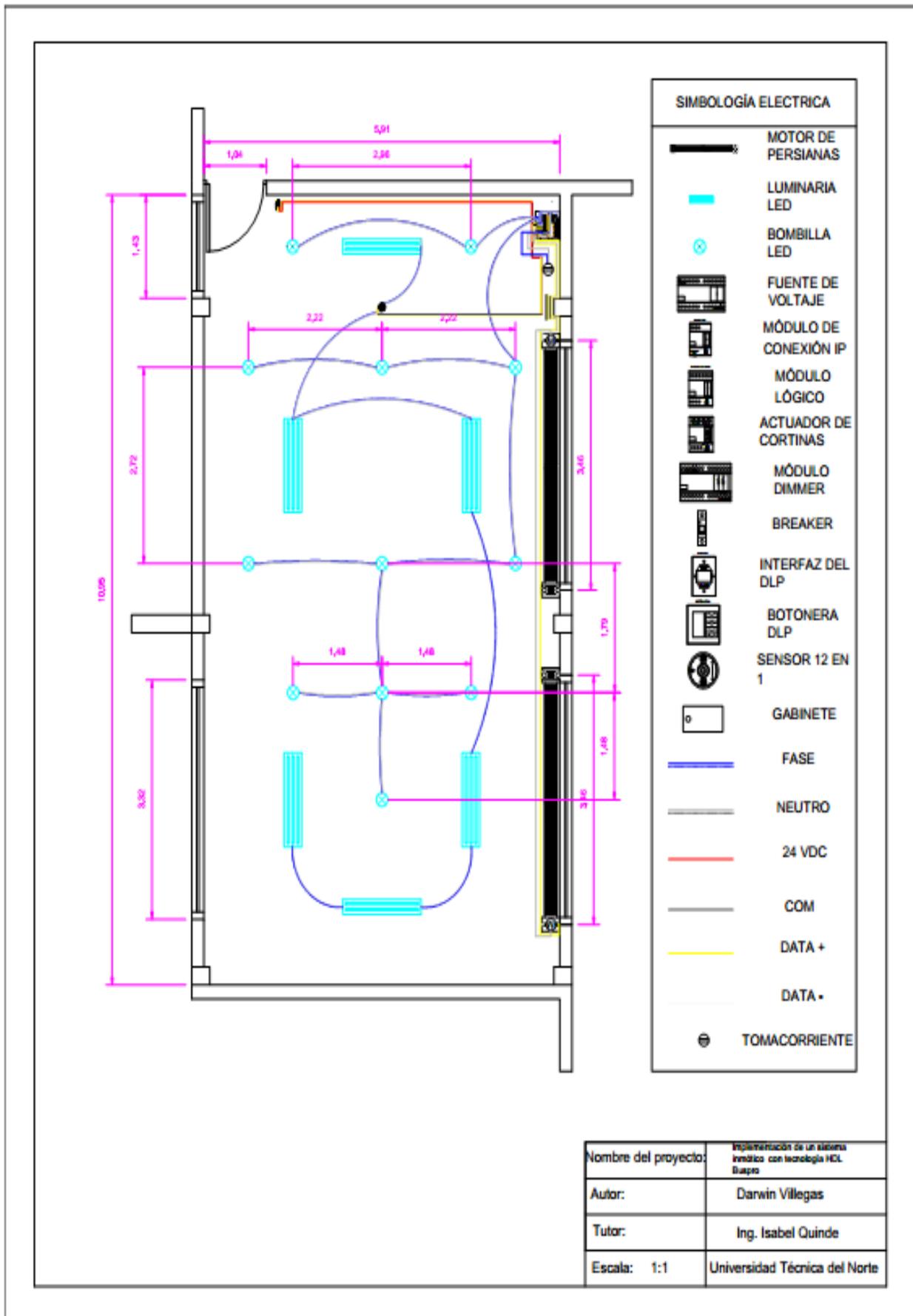


Figura 64: Plano eléctrico existente del laboratorio de automatización.
Fuente: Autor



Nombre del proyecto:	Implementación de un sistema inteligente con tecnología ICL Buzón
Autor:	Darwin Villegas
Tutor:	Ing. Isabel Quinde
Escala:	1:1 Universidad Técnica del Norte

2.3.3 CONEXIONADO DE LOS EQUIPOS HDL BUSPRO

Para el conexionado de los equipos se usará la topología tipo BUS de datos, como lo indica los diagramas de conexionado de cada dispositivo como se muestra en la figura 69, para ello se utilizará cable UTP-CAT6E, cable típico de baja resistencia lo que significa menor caída de voltaje y menores pérdidas en el BUS de datos a lo largo del conductor y respetando los colores que especifica el fabricante como se indica en la figura 66.

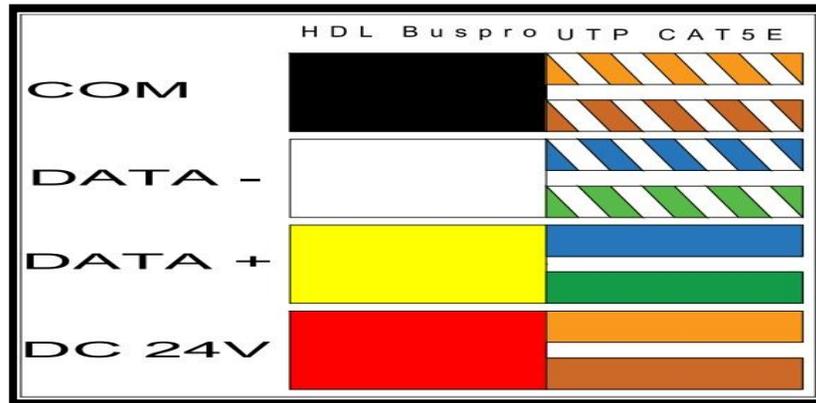


Figura 66: Conexión de HDL Buspro a UTP CAT5E.
Fuente: Autor

Para el acoplamiento de los equipos se debe tener en cuenta que primero debe conectarse la fuente de alimentación del sistema y luego el módulo IP justo en ese orden como se observa en la figura 67, y seguidamente los equipos faltantes no tienen una posición específica de conexión.

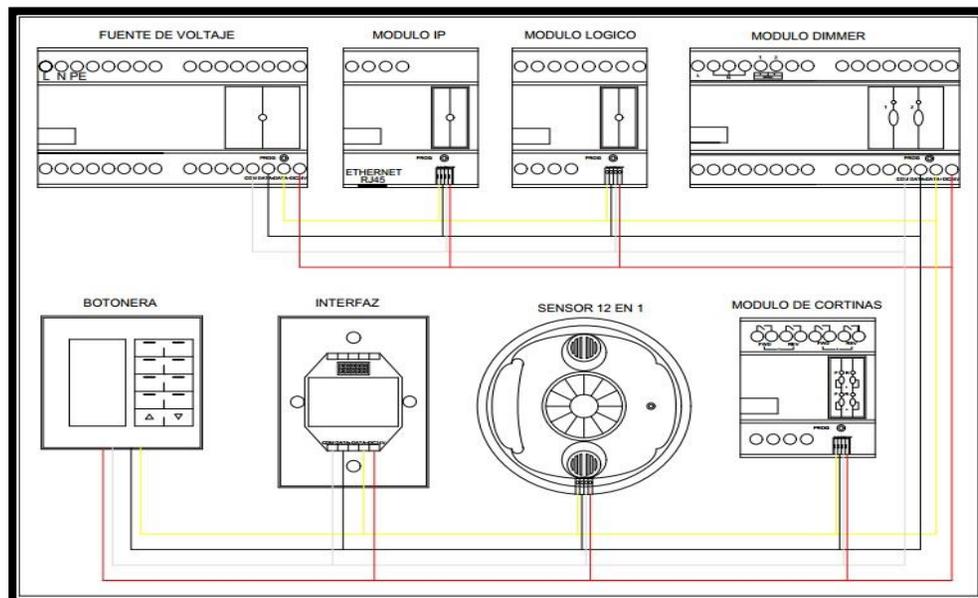


Figura 67: Conexionado en Bus de equipos HDL.
Fuente: Autor

2.3.4 CONFIGURACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DE LOS EQUIPOS HDL BUSPRO



La programación de los equipos HDL Buspro se ejecuta mediante el software HDL Buspro Setup Tool 2, el cual es un software libre y se lo descarga de forma gratuita en la página oficial <http://www.hdlautomation.com>.

HDL Buspro Setup Tool, es un artilugio de software basada en Windows para los equipos HDL Buspro para configurar y realizar una búsqueda simple de todos los dispositivos conectados entre sí al bus de datos, a los que se puede añadir hasta 65025 equipos.

La función OFFLINE se añadirá en un futuro, ya que no se puede usar sin que los equipos estén conectados.

Para comenzar el desarrollo de la programación, se cambia la dirección IPV4 del puerto Ethernet del ordenador, al mismo segmento IP de los equipos como se ve en la figura 68, que por lo general cualquier módulo con puerto IP, sus valores de fábrica son:

- ❖ **IP=192.168.10.250,**
- ❖ **MASCARA=255.255.255.0,**
- ❖ **IP MAC=H-D-L-85-85-85,**
- ❖ **GATEWAY=192.168.10.1;**

La conexión entre la tarjeta de red y la interfaz IP se conecta mediante cable directo.

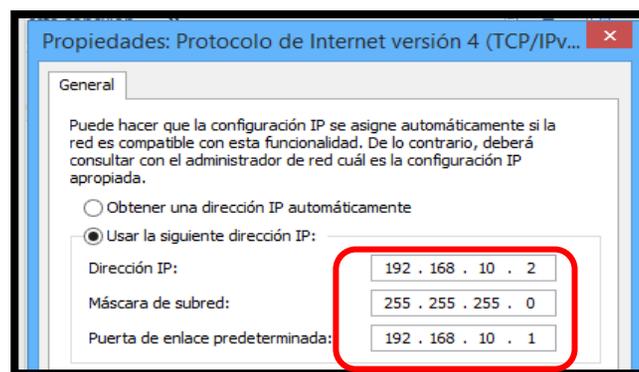


Figura 68: Segmento de la red al mismo de la interfaz IP.
Fuente: Autor

Para comprobar que los equipos de la red inmótica estén enlazados entre sí, se realiza una prueba con el comando (Windows + R > CMD > PING) para chequear la conexión entre el ordenador y la interfaz IP como se muestra en la figura 69.

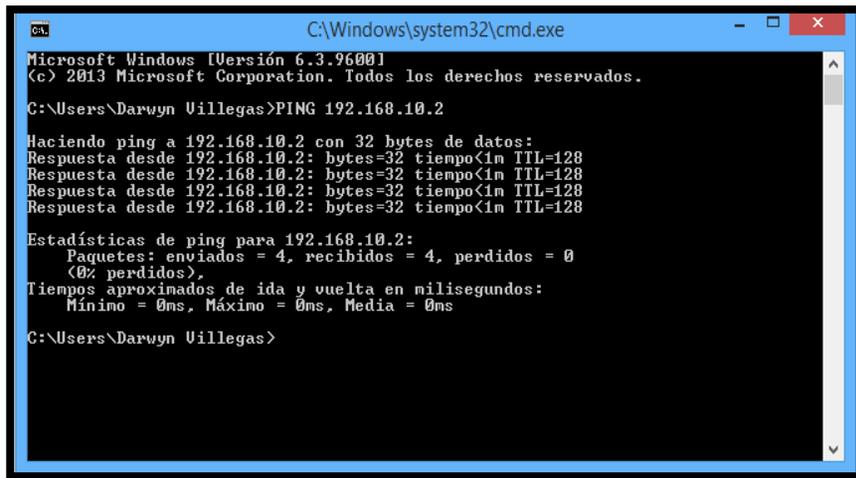


Figura 69: Chequeo de conexión.
Fuente: Autor

Una vez que los equipos y el ordenador estén en conexión, se abre la interfaz principal del software HDL Buspro Setup Tool, para comenzar la búsqueda de todos los equipos que se encuentren conectados al bus de datos.

Se pulsa el ícono **(FAST SEARCH)** para refrescar el software como se muestra en la figura 70.

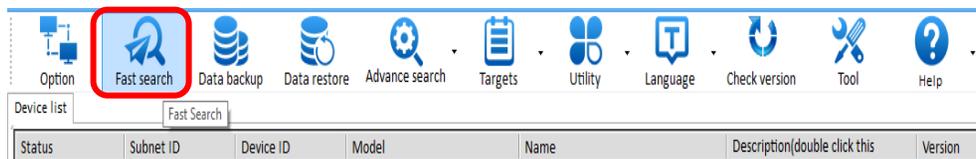


Figura 70: Búsqueda de equipos HDL Buspro.
Fuente: Autor

La búsqueda rápida (**Fast search**) comprueba que todos los equipos estén conectados entre sí al bus de datos como se muestra en la figura 71 en el recuadro rojo.

Todos los equipos que estén conectados al mismo módulo IP pertenecen a una misma subred (**Subnet ID**) como se observa en la figura 71 en el recuadro amarillo, y para diferenciar cada dispositivo dentro de la subred se debe cambiar el (**Device ID**) a números de forma ascendente para mejor entendimiento como se muestra en el recuadro celeste.

Status	Subnet ID	Device ID	Model	Name	Description(double click this)	Version	Hardware version
✓	1	0	HDL-MBUS01P.431	Modulo IP	1 port switchboard	Unread	N/A
✓	1	1	SB-DN-D0206	Dimmer	2ch 6A intelligent dimming module	Unread	N/A
✓	1	2	HDL-MPL8.48-A	Botonera DLP	DLP panel with AC music clock flo...	Unread	N/A
✓	1	3	HDL-MW02.431	Actuador de Cortinas	2ch Window Curtain controller	Unread	N/A
✓	1	4	HDL-MCLog.431	Logico Programable	Logic timer	Unread	N/A

Figura 71: Equipos HDL Buspro conectados al bus de datos.
Fuente: Autor

Tabla 46: Subnet ID y Device ID de cada equipo Buspro

Subnet ID	Device ID	Nombre
1	0	Módulo IP
1	1	Módulo DIMMER
1	2	Botonera DLP
1	3	Módulo actuador de cortinas
1	4	Módulo lógico programable
1	5	Sensor 12 en 1

Fuente: Autor

También existe la opción de cambiar el nombre (**Name**) a cada dispositivo como se muestra en el recuadro violeta de la figura anterior.

La programación de cada equipo HDL Buspro se lo realiza dando doble click en el modelo del dispositivo (**Model**), lo que lleva a una nueva interfaz para poder cambiar los parámetros de cada dispositivo como se lo indica en la figura 71 en el recuadro negro.



Figura 72: Conexión de todos los equipos HDL Buspro.
Fuente: Autor

La programación de los equipos para la implementación en el laboratorio de automatización individuales y en conjunto se localizan en el ANEXO B Y C.

2.3.5 INSTALACIÓN DEL GABINETE PARA LOS DISPOSITIVOS HDL BUSPRO

Para el sistema de control de iluminación y persianas, se empleará en un gabinete marca AOSSline, como se muestra en el Anexo A, con cuerpo de polipropileno anti-flama gris de doble fondo con medidas 30cm x 30cm x 15cm como se muestra en la figura 73.



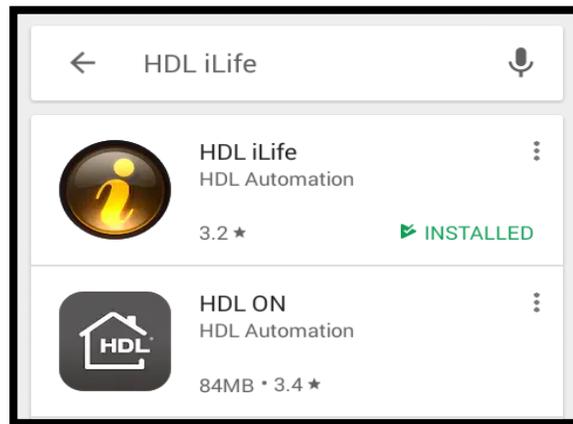
Figura 73: Gabinete Eléctrico
Fuente: Autor

2.4 TÍTULO DE LA PROPUESTA

Realizar un aplicativo móvil (APP) para el monitoreo y control del sistema inmótico.

2.4.2 DESCARGA DE LA APLICACIÓN

Luego de concluir la conexión física de todos los dispositivos en el laboratorio se procede a descargar en Play Store de Android la interfaz del aplicativo móvil compatible con HDL Buspro llamada HDL iLife como se muestra en la figura 74.



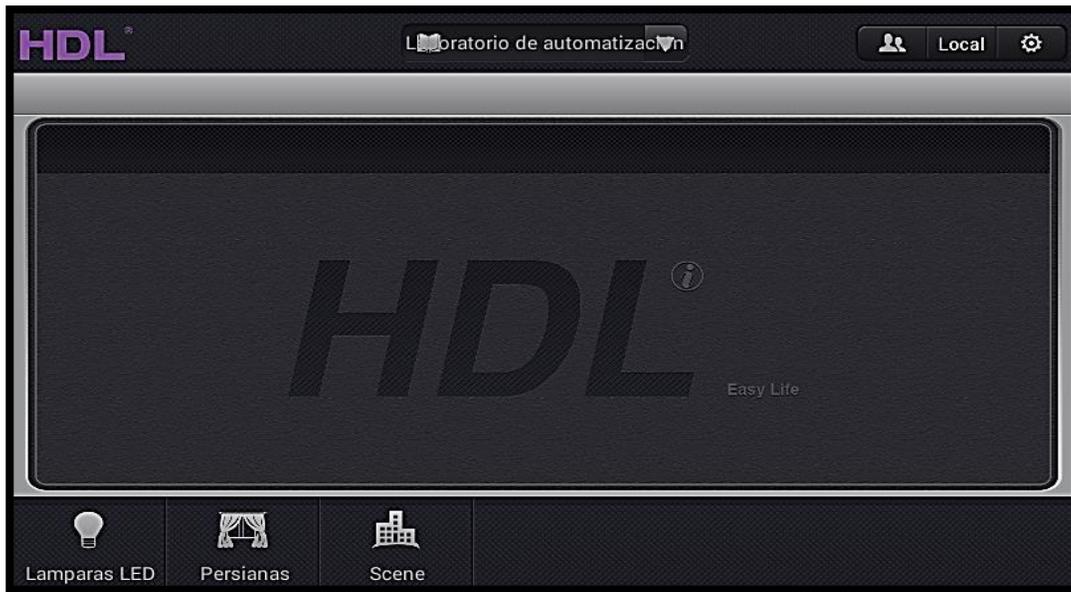
*Figura 74: Descarga e instalación de APP iLife.
Fuente: Autor*

En la figura 75 se muestra el ícono del aplicativo HDL iLife



*Figura 75: Ícono de HDL iLife.
Fuente: Autor*

En la Figura 76 se muestra la interfaz del aplicativo HDL iLife.



*Figura 76: Interfaz HDL iLife.
Fuente: Autor*

2.4.2 CONFIGURACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN DE LOS EQUIPOS HDL BUSPRO CON LA INTERFAZ HDL ILIFE



Para la programación se abre un ejecutable de HDL iLife editor , el cual permite la programación del aplicativo de HDL iLife con acceso remoto que se lo realiza mediante el ordenador para crear, configurar y programar un proyecto para luego cargar en el móvil HDL iLife (Celulares, tabletas, etc.) mediante una red WI-FI

Para la conexión entre el aplicativo HDL iLife y los equipos HDL Buspro, se necesita estar conectado a la misma red WI-FI, aunque no es necesario la conexión a internet.

Se pulsa el icono (**FAST SEARCH**) para refrescar el software como se muestra en la figura 77.

Para acceder a la configuración se hace doble clic en el modelo del módulo IP como se muestra en el rectángulo rojo.

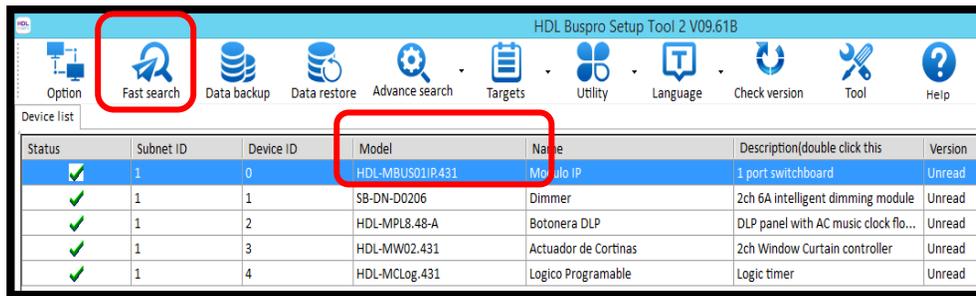


Figura 77: Cambio de dirección al módulo IP.
Fuente: Autor

Para la configuración del módulo IP, se debe activar la opción **DHCP** (protocolo de configuración de host dinámico), para que el router asigne una nueva dirección IP a los equipos HDL Buspro como se ve en la figura 78.

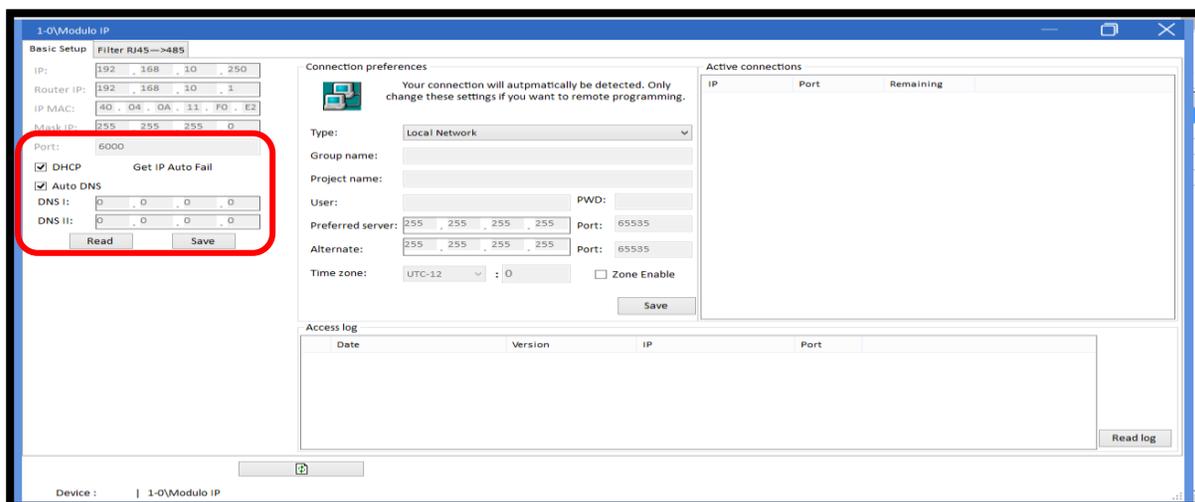


Figura 78: Cambio a DHCP
Fuente: Autor

El software añade una nueva dirección IP nueva para realizar la conexión con el aplicativo y de esa manera se procede a enlazar directamente el cable Ethernet desde el ordenador al router WI-FI para coincidir en la misma subred de conexión como se muestra en la figura 79.

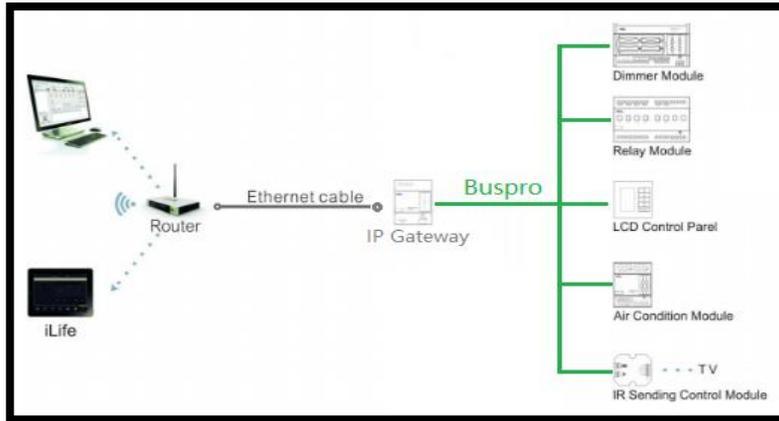


Figura 79: Cable Ethernet al router WI-FI
Fuente: (HDL, HDL AUTOMATION, 2015)

Seguidamente se escoge la opción del ordenador con la **IP:192.168.1.2** como se muestra en la figura 80.

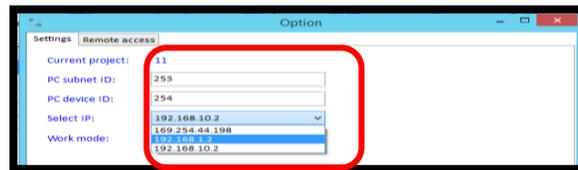


Figura 80: IP para el aplicativo.
Fuente: Autor

Se ejecuta como administrador el iLife Editor dando **ACEPTAR** a los permisos y se abrirá una ventana emergente, para la creación de un nuevo proyecto.

Colocar el nombre del proyecto (**Project Name**) y luego dar clic a (**Create New Project**), para crear el nuevo proyecto del aplicativo como se muestra en la figura 81.

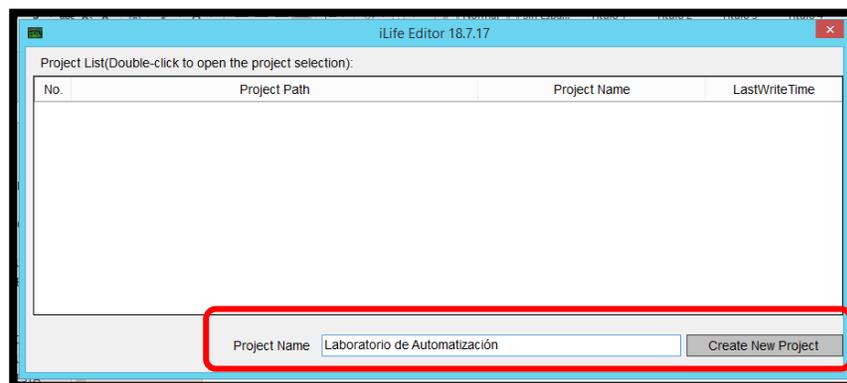


Figura 81: Creación del proyecto en iLife Editor
Fuente: Autor

Aparece una interfaz muy amigable con el usuario donde permite la creación de habitaciones según la necesidad de controlar, como son (entretenimiento, estudio, cuarto máster,

etc.) para ello dar doble clic en cada uno de los dormitorios según lo requerido o hacer clic en el botón añadir (**ADD**) para vincular la habitación de uso frecuente, como se muestra en la figura 82.

Para eliminar una habitación se hace clic en el nombre de la habitación y luego clic en el botón borrar (**DELETE**).

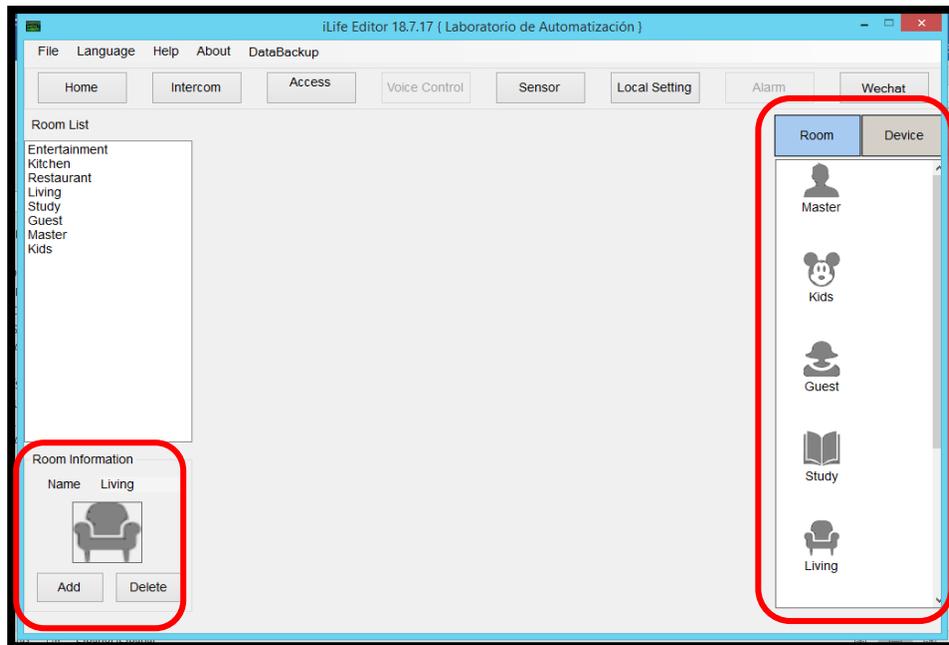


Figura 82: Insertar un tipo de habitación requerido.
Fuente: Autor

Para cambiar el nombre de cada habitación y ajustar el orden, hacer clic derecho en el nombre de la lista y escoger la opción orden (**ORDER**), para clasificar según lo desee como se muestra en la figura 83.

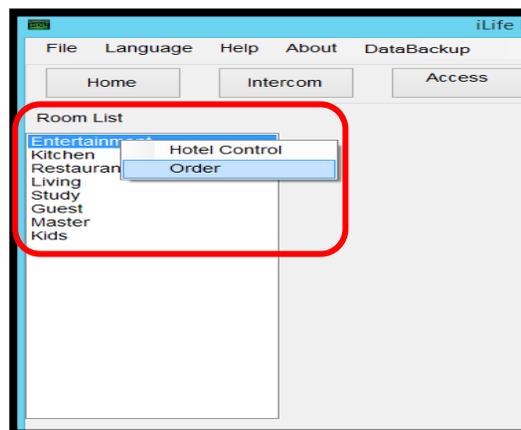


Figura 83: Orden de las habitaciones.
Fuente: Autor

Una vez seleccionado la habitación donde se va a trabajar se procede a escoger los dispositivos (**DEVICE**) a usar, haciendo doble clic para agregar a la habitación antes creada, entre las opciones básicas que existen son: TV, Iluminación, Aire acondicionado, Escenas, Cortinas, etc., como se muestra en la figura 84.

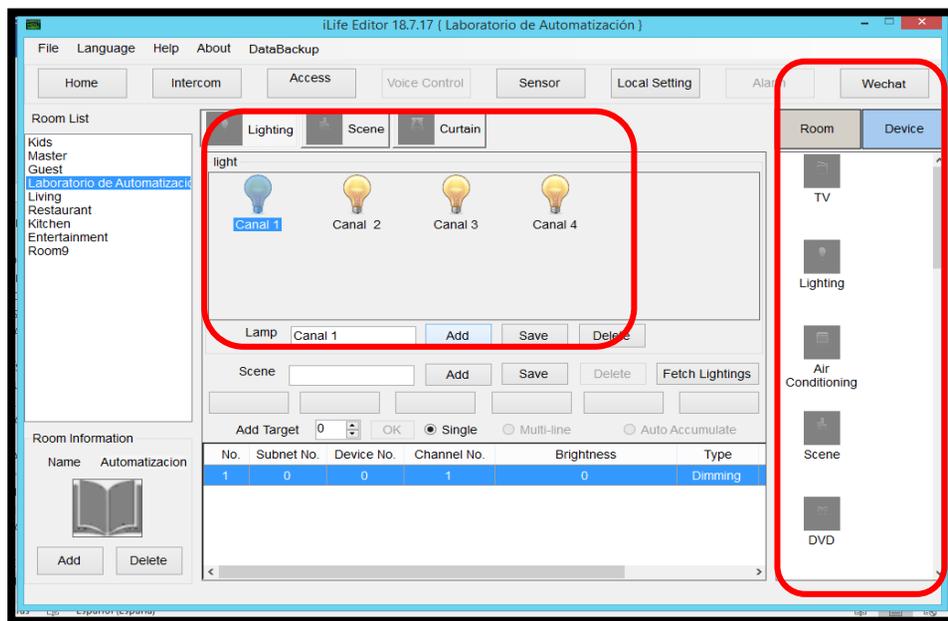


Figura 84: Dispositivos para el aplicativo.
Fuente: Autor

Se procede a asociar cada subred y cada dispositivo, al aplicativo móvil para poder realizar el control remoto a distancia mediante una red WI-FI como se muestra en la figura 85.

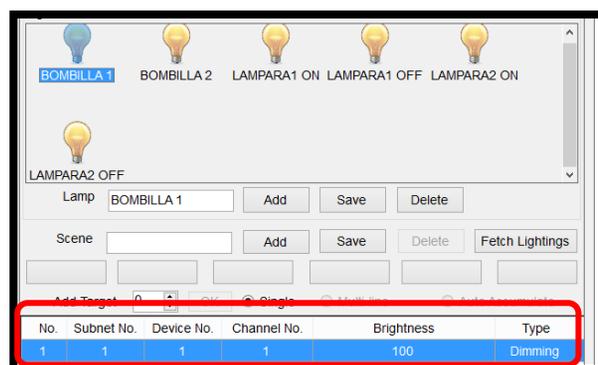


Figura 85: Subnet ID y Device ID en aplicativo móvil
Fuente: Autor

Se empieza a integrar los equipos necesarios cambiando la Subnet ID y el Device ID dependiendo del uso que desee controlar con el aplicativo móvil i-Life.

Luego se dirige a la parte superior izquierda de la ventana del programa i-Life editor, para proceder a exportar los cambios realizados al aplicativo, dando clic en la ventana **File** y enseguida elegir la opción **Upload File** como se muestra en la figura 86.

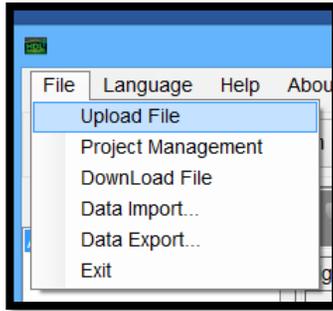


Figura 86: Subir archivo i-Life en móvil
Fuente: Autor

Aparece una ventana donde se debe escoger el tipo de sistema operativo del dispositivo móvil ya sea IOS o Android como se muestra en la figura 87.

Para ver la dirección IP del del dispositivo móvil asignado por el router, se dirige a la parte superior derecha del dispositivo móvil, en la parte de configuración se mira la **IP address** como se muestra en la figura 88.

Se coloca la dirección IP del dispositivo móvil en el sitio **ftp://** y se da clic en el icono **upload** para subir el archivo.

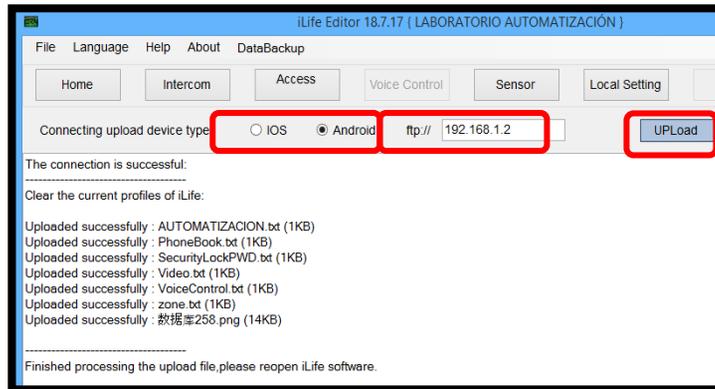


Figura 87: Cargar programación en dispositivo móvil
Fuente: Autor

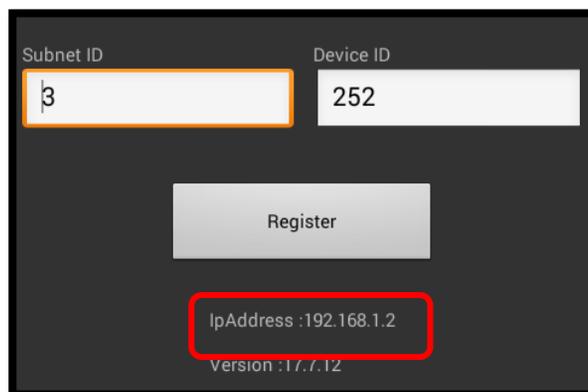


Figura 88: IP dispositivo móvil
Fuente: Autor

Una vez que la subida del archivo sea exitosa, se dirige al dispositivo móvil para ejecutar la aplicación i-Life y comprobar su funcionamiento como se ve en la figura 89.



*Figura 89: Aplicativo móvil
Fuente: Autor*

La programación del aplicativo para el control de los dispositivos en el laboratorio de automatización se localiza en el ANEXO D.

En resumen, los módulos de inmótica HDL Buspro son bastantes robustos, el cual poseen una interfaz de programación de software libre y a la vez muy amigable con el usuario, siendo el núcleo principal para la configuración el módulo de conexión IP donde se lo utiliza para la comunicación entre el ordenador y todo el sistema HDL por medio del cable ethernet además el módulo lógico el cual se encuentra conectado por el bus de datos es el delegado de originar funciones lógicas de programación en complemento con el resto de dispositivos como son el módulo DIMMER, el módulo actuador de cortinas, el sensor, la botonera LCD, etc., para lograr generar las distintas escenas requeridas en el laboratorio.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

En este capítulo se analiza los resultados alcanzados una vez terminada la implementación inmótica en el laboratorio de automatización, como el nivel de domotización logrado, costo total de la inversión, mejoramiento de la iluminación.

3.1 RESULTADOS

Como producto de la implementación de iluminación y control de persianas, efectuado en el laboratorio de automatización de la carrera de electricidad en la Universidad Técnica del Norte se logró los siguientes resultados:

3.1.1 ASPECTOS CONSIDERADOS PARA EL MEJORAMIENTO DEL LABORATORIO

Según la norma UNE12464.1 (2007) de iluminación para interiores, recomienda que los niveles de iluminación adecuados en laboratorios, aulas, biblioteca, sala de estudio, etc., son (mayor igual a 300 lux y menor igual a 500 lux), de forma que el laboratorio no cumple con estas características, lo cual se realizó el estudio de iluminación para mejorar los niveles en el ambiente.

De manera, que con el estudio realizado en el laboratorio de automatización; se incrementa la iluminación LED dimerizable en cada zona específica del aula de clases logrando aumentar el nivel de claridad como se muestra en la tabla 47.

Tabla 47: Resultados del mejoramiento del nivel de iluminación en el laboratorio.

Zonas	Iluminancia del laboratorio sin implementación (lux)	Iluminancia del laboratorio con la implementación (lux)	Mejoramiento
Zona 1	201	271	Existe un mejoramiento notable en la iluminación, y debido a que estas zonas son usadas para exposiciones no es necesario implementar exceso de iluminación.
Zona 2	294	354	
Zona 3	206	276	
Zona 4	315	400	Estas zonas son consideradas para impartir clases, lo cual, el nivel de iluminación llega al nivel recomendado por la norma, el laboratorio cumple con los objetivos planteados.
Zona 5	300	425	
Zona 6	339	419	
Zona 7	305	400	
Zona 8	317	418	
Zona 9	312	401	
Zona 11	375	405	
Zona 10	415	420	Estas zonas no son consideradas para aumentar el nivel de iluminación debido a que estas zonas son estimadas para guardar herramientas, materiales eléctricos, etc.
Zona 12	395	410	
Iluminancia Promedio (lux)	314	411	El nivel de iluminación promedio es adecuado, debido a que existe un incremento considerable en las zonas del plano de trabajo y estudio.

Fuente: Autor

Los registros fotográficos de la instalación de las bombillas dimerizables el cableado eléctrico se encuentra en el Anexo F.

Los resultados demuestran que la implementación en el laboratorio de Electricidad en la Universidad Técnica del Norte aumenta el nivel de iluminación promedio en 100 lux en los planos de trabajo, por lo tanto, la fatiga visual disminuye, existe mejor atención a las horas de clases, mayor confort, ahorro energético y un nivel adecuado de iluminación.

En la figura 90 se observa el mejoramiento del nivel de iluminación en el laboratorio de automatización, con el luxómetro TM-204.



Figura 90: Dato del mejoramiento de la iluminación en el laboratorio.

Fuente: Autor

Los resultados alcanzados son los anhelados debido a que no se presentó ningún tipo de desperfecto en los equipos HDL Buspro, a pesar de las pruebas continuas efectuadas y la programación realizada, de hecho, los resultados durante el periodo de estudio fueron satisfactorios y no mostraron ningún tipo de falla hasta el desenlace del proyecto.

Esta implementación requiere de una buena inversión de capital, que produce gran cantidad de beneficios basados en el desarrollo de nuevas tecnologías y telecomunicaciones, con la implementación del laboratorio inmótico se logró cubrir el ahorro energético, confort, seguridad y comunicaciones.

Ahorro energético: El control del sistema de iluminación y control de persianas automático; genera un ahorro de energía en el laboratorio, debido a la implementación del sensor HDL Buspro, que se encuentra conectado a todos los equipos del sistema.

Confort: El laboratorio automatizado o inmótico suministra a los estudiantes y profesores un entorno más agradable y placentero que mejora la comodidad en el sitio de estudio debido a la creación de escenas para proyecciones expositivas y el control total del laboratorio desde el aplicativo móvil y la botonera DLP lo que provoca calidad de aprendizaje.

Comunicación: Con el sistema inmótico HDL Buspro, se logra controlar todos los dispositivos del laboratorio de automatización de la carrera en electricidad desde un solo punto por medio de redes exteriores cableadas a cada dispositivo, como son la iluminación LED dimerizable y no dimerizable, el control de persianas, detección de movimiento, y control de escenas para exposición.

Tiempo: La administración remota de los equipos HDL Buspro mediante el aplicativo móvil conectado a la misma red WI-FI, puede controlar cualquier parámetro de la instalación inmótica desde cualquier sitio de la carrera de electricidad.

La inclusión de esta nueva tecnología inteligente en el laboratorio de automatización impulsa a que se empleen más tecnologías inmótica en el campus universitario ya que este sistema no es común en las edificaciones estudiantiles.

3.1.2 CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES MEDIANTE NIVELES DE DOMOTIZACIÓN

Según la (CEDOM, 2015) se conoce que el nivel de domotización a dispositivos existentes y aplicaciones inmótica cubiertas. Se ha declarado en tres niveles los cuales son:

Nivel 1: Son instalaciones inmótica básicas, siempre que abraque tres aplicaciones con un mínimo de trece puntos.

Nivel 2: Son instalaciones inmótica con nivel medio, siempre que abarque más de tres aplicaciones con un mínimo de treinta puntos.

Nivel 3: Son instalaciones inmótica con nivel alto, siempre que abarque más de seis aplicaciones con un mínimo de cuarenta y cinco puntos.

La tabla para evaluar el nivel de domotización de la asociación española de domótica e inmótica, se la realiza de forma online en tiempo real; la cual se localiza en la página web de la CEDOM citando el link a continuación (<http://www.cedom.es/sobre-domotica/tabla-de-niveles-para-evaluacion-de-instalaciones-domoticas>). A continuación, en la tabla 48 se muestra los niveles evaluados de domotización al finalizar la simulación.

Tabla 48: Evaluación de niveles de domotización

TABLA DE NIVELES DE DOMOTIZACIÓN		
APLICACIONES INMÓTICA	N.º DE DISPOSITIVOS O CONDICIÓN	PUNTUACIÓN
Alarmas de intrusión	Detectores de presencia	2
	Teclado codificado	1
Suma parcial de alarmas de intrusión		3
Simulación de presencia	Relacionados con persianas y con puntos de luz	3
Suma parcial de simulación de presencia		3
Control de persianas	Motorización y control de persianas	2
Suma parcial de control de persianas		2
Control de iluminación	Regulación lumínica en control de escenas	3
	Conexión y desconexión de iluminación	2
	Control de puntos de luz	2
Suma parcial control de iluminación		7
Programaciones	Programaciones horarias sobre los equipos controlados	2
	Gestor energético	2
Suma parciales programaciones		4
Interfaz de usuario	Consola	2
	Equipo de control a través de WAN	3
Suma parcial interfaz de usuario		5
Red multimedia	Punto de acceso inalámbrico	1
Suma parcial red multimedia		1
Suma total		25
Número de aplicaciones inmótica cubiertas		3

Fuente: Autor

La instalación inmótica de esta implementación es de veinticinco (25), con un número de aplicaciones inmótica cubiertas de tres (3), en la que esta instalación abarca el ahorro energético, confort, comunicación, según lo establecido en la norma (AENOR0026:2006, 2010).

El laboratorio de automatización queda vigente para instalaciones futuras inmótica, de manera, que al implementar más equipos HDL Buspro para aplicaciones como temperatura, audio y videos, etc., el nivel de domotización se elevará a medio o alto dependiendo el montaje.

3.1.3 COSTOS DE EQUIPOS HDL BUSPRO Y MATERIALES EXTRAS USADOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

El costo de los equipos HDL Buspro se cotizaron en la empresa HDL-Quito a finales del mes de Noviembre del año 2018, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

Los precios de material eléctrico para la instalación en el laboratorio fueron cotizados en diferentes locales de la ciudad de Ibarra en el mes de Enero del año 2019, como se observa a continuación en la tabla.

Tabla 49: Costos de equipos y materiales

CANTIDAD	ARTICULO	DESCRIPCIÓN	PRECIO	TOTAL
1	HDL-MPL8.4617	Botonera DLP pantalla LCD	\$ 290.00	\$ 290.00
1	HDL-MPPI.46	Interfaz de conexión de botonera	\$ 35.00	\$ 35.00
1	HDL-MSP2400.232	Fuente de voltaje 2400mA 24VDC	\$ 180.00	\$ 180.00
1	HDL-MBUS01IP.431	Módulo de conexión IP	\$ 180.00	\$ 180.00
1	HDL-MCLOG.431	Modulo lógico de automatización	\$ 230.00	\$ 230.00
1	SB-CMS-12IN1	Sensor ultrasonico12 en 1	\$ 180.00	\$ 180.00
1	HDL-MD0206.432	Modulo DIMMER 2 canales	\$ 340.00	\$ 340.00
1	HDL-MW02.431	Módulo de cortinas/ actuador	\$ 190.00	\$ 190.00
1	Gabinete	Gabinete 30*30*15 cm	\$ 40.00	\$ 40.00
12	Bombillas LED	Bombilla LED 9w	\$ 4.50	\$ 54.00
12	Boquillas	Boquilla de plástico	\$ 0.75	\$ 9.00
1	Riel DIN	Riel DIN DE 35 mm	\$ 5.00	\$ 5.00
25	Canaletas	Canaleta de 20*12 mm	\$ 2.32	\$ 58.00
100	Tacos	Tacos Fisher F6	\$ 0.02	\$ 2.00
100	Tornillos	Tornillos de 1 ½*8	\$ 0.06	\$ 6.00
60	Conductor	Conductor dúplex 2*18 AWG	\$ 0.40	\$ 24.00
20	Conductor	Conductor dúplex 2*20 AWG	\$ 0.37	\$ 7.40
30	UTP	UTP CAT 5E	\$ 0.40	\$ 12.00
10	UTP	UTP CAT 6E	\$ 0.65	\$ 6.50
30	Conductor solido	Conductor solido calibre # 10 AWG	\$ 0.54	\$ 16.20
1	Breaker	Disyuntor o breaker de 20 A	\$ 7.26	\$ 7.26
1	Amarra	Amarra para conductores	\$ 1.00	\$ 1.00
10	Bornera	Borneras para riel DIN	\$ 0.87	\$ 8.70
75	Terminal	Terminal tipo espiga para conexión	\$ 0.09	\$ 6.75
TOTAL				\$ 1888.81

Fuente: Autor

Estos costes presentados son pertenecientes a los equipos HDL Buspro y materiales a instalarse en el laboratorio de automatización, no incorporan precios adicionales como arreglo de equipos dañados o cambios de estos.

En resumen, los resultados obtenidos con la implementación inmótica son satisfactorio debido a que existe un incremento en la iluminación, de acuerdo con la norma de iluminación de interiores, así mismo logrando incorporar varios dispositivos electrónicos al sistema para tener control centralizado de los equipos de manera que se alcanza un nivel de domotización de uno según la CEDOM, y reúne las ventajas que brinda la domótica como ahorro energético, confort y comunicación.

CONCLUSIONES

Al finalizar este proyecto se observa que el objetivo general el cual es “Implementar un sistema inmótico con tecnología SMART BUS HDL para el control de la iluminación y persianas” se ha completado de manera exitosa usando los diferentes métodos de investigación propuestos en capítulos anteriores.

El estudio realizado en este trabajo de investigación permitió conocer cada característica de los dispositivos que utiliza HDL Buspro, encontrando los indicadores necesarios para la programación, la cual se elaboró

mediante tablas, bloques y compuertas lógicas dependiendo de cada equipo y de manera satisfactoria se logró entender el diagrama de conexión de cada dispositivo para un funcionamiento lógico de los módulos en el sistema.

El diseño efectuado ofrece una gran flexibilidad para poder incrementar el sistema con aplicaciones futuras como: seguridad, audio, video, temperatura, etc., por consiguiente, la facilidad que presenta el cableado eléctrico y el conexionado de los módulos, permite integrar dispositivos a la red sin la necesidad de efectuar trabajos adicionales que afecten la estética del laboratorio logrando así alcanzar un nivel elevado de domotización según la asociación española de domótica e inmótica puesto que en el país no existe un reglamento sobre el tema.

Con la implementación realizada en el laboratorio de automatización se alcanza un nivel inmótico del 25% según la norma AENOR EA 0026:2006, beneficiando a los usuarios dado que desarrollan tareas con mayor facilidad y manejo centralizado de los equipos de la red inmótica, demostrando que el proyecto cumple todas las funciones requeridas de ahorro energético, comunicación y confort debido a que la interfaz de conexión es interactiva con los estudiantes y profesores.

Al finalizar el funcionamiento de los equipos de inmótica a nivel local, se desarrolló el aplicativo web en el ordenador con el software ejecutable i-Life que requiere un sistema operativo Windows, el cual posibilitó el diseño, programación, control y anclaje de distintos equipos SMART BUS HDL; para el control remoto desde el móvil Android o IOS hacia todo el sistema inmótico brindando un ambiente apropiado incluso para personas con algún tipo de discapacidad.

RECOMENDACIONES

Fomentar temas de investigación similares al presente proyecto debido a las utilidades que representa la instalación de un sistema inmótico, y además avanzar en las nuevas tecnologías aplicadas a edificaciones y hogares que se presentan en el ámbito laboral.

Es recomendable no superar la carga máxima de cada dispositivo, para evitar errores en el funcionamiento de los módulos, lo cual se debe realizar los cálculos del consumo individual ya que con esto se diagnostica el calibre de conductor y el valor de amperaje para su protección.

El gabinete de control debe estar situado en un lugar de fácil acceso para su mantenimiento, además para una posible ampliación del sistema inmótico.

Después de la instalación de los equipos HDL Buspro es indispensable revisar las conexiones del bus de cada uno de ellos, ya que los terminales de conexión están diseñados para conductores de la marca HDL Buspro y el cable UTP CAT 6 es una alternativa de instalación que proporciona el fabricante y encaja con dificultad en el zócalo del terminal.

Identificar las áreas a controlar en forma remota para determinar las escenas a implementar en el desarrollo del aplicativo móvil, tomando en cuenta como se está controlando en forma local debido a que en gran parte del diseño web debe ser semejante al control local.

REFERENCIAS

- AENOR0026:2006. (14 de 07 de 2010). *UNE Norma española*. Obtenido de <https://www.aenor.com/normas-y-libros/buscador-de-normas/une/?c=N0037689>
- AKITEC. (11 de Octubre de 2008). *Que es la domótica*. Obtenido de Domótica audio y video: <http://www.akitec.cl/ak/>
- AREQUIPA FERNANDEZ, L. A. (2016). *Tecnologías emergentes*. Obtenido de WIOT: <https://sites.google.com/a/utecnologica.edu.bo/iot-wearablesensaludutb/sobre>
- ARQCOMPUS. (27 de Junio de 2009). *Domótica*. Obtenido de Medios de transmisión: <http://arqcompus-domotica.blogspot.com>
- ARQHYS. (Julio de 2016). *Arquitectura domótica*. Obtenido de <http://www.arqhys.com/arquitectura/domotica.html>
- BALDEÓN ORDÓÑEZ, D. F., & CONGACHA YAURIPOMA, M. E. (2014). *Estudio y diseño de un sistema domótico aplicado en el edificio de laboratorio para la facultad de mecánica*. Riobamba.
- BASA, R. (2007). *Domótica e inmótica edificios inteligentes*. Santa Fe.
- CALVO TORRES, F. (2014). *Análisis y diseño de una red domótica para viviendas sociales*. Valdivia.
- CAMPOS ESCOBAR, Á. (2016). *Iniciación a la domótica*. Obtenido de ÍNDICE DEL LIBRO: <http://slideplayer.es/slide/10350362/>
- CASADOMO. (2004). *Todo sobre edificios inteligentes*. Obtenido de <https://www.casadomo.com/>
- CEDOM. (2015). *Asociación española de domótica e inmótica*. Obtenido de <http://www.cedom.es/es>
- DE LA FUENTE, J. (2015). *Informática y comunicaciones*. Obtenido de <https://fbjavierdeolafuente20142015//3-topologias-de-red>
- ENRÍQUEZ HARPER, G. (1994). *Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas*. México: Limusa.
- ENRÍQUEZ HARPER, G. (2000). *El ABC de las instalaciones eléctricas residenciales*. México: Limusa.
- GARCIA FERNANDEZ, J. (2016). *Cálculo de instalaciones de alumbrado*. Obtenido de <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>

- GODOY, J., & LANZA, O. (01 de SEPTIEMBRE de 2009). *Medios de transmisión*. Obtenido de <http://sdm3.blogspot.com/2009/09/domotica.html>
- GOOGLEMAP. (19 de JUNIO de 2018). Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Universidad+Tecnica+del+Norte+%22UTN%22/@0.3574672,-78.1111192,266m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8e2a3cad309ad309:0xc97eab5c0f6a095e!8m2!3d0.3581583!4d-78.1115408>
- HAZ TAPIA, M. A. (17 de Agosto de 2016). *Estudio y diseño de un ambiente inteligente aplicando inmótica en el auditorio Dr. Leónidas Ortega Moreira de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/6648>
- HDL. (2015). *HDL AUTOMATION*. Obtenido de <http://www.hdlautomation.com>
- HDL. (2017). *12 in 1 sensor*. Obtenido de <https://b2b.hdl-automation.cz/en/products/buspro/sensors/sb-cms-12in1>
- HDL. (2017). *1-Port IP Interface*. Obtenido de <https://b2b.hdl-automation.cz/en/products/buspro/communication-gateways/hdl-mbus01ip-431>
- HDL. (2017). *2400mA Power Supply Module*. Obtenido de [https://b2b.hdl-automation.cz/cz/produkty/buspro/napajeci-zdroje/hdl-msp2400-232-\(sb-dn-ps2-4a\)](https://b2b.hdl-automation.cz/cz/produkty/buspro/napajeci-zdroje/hdl-msp2400-232-(sb-dn-ps2-4a))
- HDL. (2017). *Curtain Module*. Obtenido de <https://b2b.hdl-automation.cz/en/products/buspro/shading-systems/hdl-mw02-431>
- HDL. (2017). *DLP Switch EU*. Obtenido de <https://b2b.hdl-automation.cz/en/products/buspro/user-interface/dlp-series-panels/hdl-mpi8-48>
- HDL. (2017). *Leading Edge TRIAC Dimmer*. Obtenido de <https://b2b.hdl-automation.cz/en/products/buspro/dimming-actuators/hdl-md0206-432>
- HDL. (2017). *Logic controller*. Obtenido de <https://b2b.hdl-automation.cz/en/products/buspro/security-system/hdl-mclog-431>
- HDL. (2017). *Panel power interface*. Obtenido de <https://b2b.hdl-automation.cz/en/products/buspro/user-interface/power-interfaces/hdl-mppi-46>
- HDL, B. (2016). *Building and home automation*. Obtenido de Control System: <https://www.hdlautomation.com/>
- HDL, B. (2016). *Home automation programming manual*. Obtenido de <https://www.hdlautomation.com/>

- HDL-BUS. (2015). *Desing guidance intelligent building control system*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/113383394/Design-Manual-for-HDL-Bus-System>
- HENRIQUEZ SCHOTT, M. R. (2005). *Investigación y desarrollo de un sistema prototipo de asistencia domótica para personas con movilidad limitada*. Puerto Montt.
- hiLED. (2017). *Aprovechamiento real del flujo luminoso de una lámpara en función de la tecnología elegida*. Obtenido de http://www.hiled.es/paginas/estudio_aprovechamiento/es
- HUIDROBO, J., & MILLÁN TEJEDOR, R. (2010). *Manual de Domótica*. Valencia: Creaciones Copyright S.
- LAMPARADIRECTA.ES. (2018). *Iluminación y LED profesional*. Obtenido de <https://www.lamparadirecta.es>
- MALDONADO PÉREZ, H. S., & CHACHA MELÉNDREZ, E. A. (2017). *Implementación de dos módulos técnicos para prácticas de domótica e inmótica mediante protocolos de comunicación X10 y HDL Buspro*. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7588>
- NAULA, V. (2008). *Propuesta de diseño de un edificio inteligente*. Latacunga.
- NUÑEZ, A. (2012). *KNX domótica e inmótica*. EXPERIENCIA EDICIONES.
- ORTEGA PATIÑO, D. R. (Noviembre de 2016). *Diseño de un sistema domótico inalámbrico para controlar parámetros domiciliarios y de un área educativa en la ciudad de Ibarra*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6228>
- PAZ Y SILVA, A. (2009). *Monografias.com*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos53/topologias-red/topologias-red.shtml>
- PIÑA LÓPEZ, P. G., & MAURAT HUARACA, J. D. (27 de FEBRERO de 2013). *Estudio y diseño del sistema domótico HDL Smart Bus para instalación en viviendas, e implementación del sistema en el control de iluminación de una vivienda ubicada en la parroquia Charasol de la ciudad de azogues*. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/4189>
- POZO, A., & MOLINA, E. (2010). *Implementación de una red industrial basada en ASI-BUS. caso práctico: estación de distribución del laboratorio de automatización industrial de la EIS*. Riobamba.
- PRO-FACE. (2016). *Negocio HMI*. Obtenido de SCHNEIDER ELECTRIC: <https://www.proface.com>
- ROMERO, C., VÁZQUEZ, F., & DE CASTRO, C. (2010). *Domótica e Inmótica, vivienda y edificios inteligentes*. RA-MA EDITORIAL.

- ROSADO MUÑOZ, A. (2005). *Sistemas industriales distribuidos*. Obtenido de https://www.uv.es/rosado/courses/sid/Capitulo2_rev0.pdf
- SÁNCHEZ CUNALATA, D. F. (2016). *Diseño e implementación de un sistema de domótico basado en la tecnología Smart Bus KNX para el control de iluminación audio y seguridad mediante un enlace web apps*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15357>
- SÁNCHEZ LASAOSA, S. (24 de ENERO de 2017). *Sistemas microinformáticos*. Obtenido de Elementos de una red de área local: <https://silviasanchezlasaosa.wordpress.com/2015/04/10/elementos-de-una-red-de-area-local/>
- Schneider, E. (2006). *Solución en control de iluminación*. Berlín.
- SEMBLANTES AGUIRRE, V. A., & VILLAMARÍN RIVERA, D. H. (22 de AGOSTO de 2016). *Diseño e implementación de un sistema domótico tele operado bilateralmente en una vivienda unifamiliar, para el análisis de la calidad de servicio (QOS) en la transmisión de datos*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/11982>
- TERÁN PINEDA, D. F. (2012). *Automatización de dos zonas de bombeo y monitoreo de la red principal del sistema de agua potable de la junta administradora de agua potable SUMAK YAKU*. Otavalo.
- TESOLIN, R. (MAYO de 2013). *La ciencia responsable de la revolución tecnológica*. Obtenido de <http://museodeelectronica.blogspot.com/p/control-logico-programable.html>
- TORRES, F. J. (2014). *Análisis y diseño de una red domótica*. Valdivia.
- TWENERGY. (12 de 09 de 2012). *Domótica y diseño inteligente para el hogar*. Obtenido de <https://twenergy.com/a/que-es-la-inmotica-589>
- UNE12464.1. (2007). *Norma europea sobre la iluminación para interiores*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/search?q=Norma+Europea+EN+12464-1-2007&oq=Norma+Europea+EN+12464-1-2007&aqs=chrome.69i57.914j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- VARGAS, F. W. (2005). *Diseño e implementación de un sistema domótico de manejo remoto utilizando internet y tecnología celular*. Caracas: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/521>.

Anexo A:

Implementación de los equipos HDL Buspro

En la imagen, se observa los módulos HDL Buspro para etapa de pruebas, de izquierda a derecha en la parte superior se enumeran la fuente de voltaje, el módulo de conexión IP, el módulo programador lógico y en la parte inferior de izquierda derecha se enumeran el módulo DIMMER y el módulo actuador de cortinas cada uno con sus respectivas borneras.



*Figura 91: Conexión de los equipos HDL Buspro
Fuente: Autor*

A continuación, se muestra el gabinete terminado con los módulos HDL Buspro instalados



*Figura 92: Montaje de gabinete de equipos HDL Buspro
Fuente: Autor*

Anexo B:

MANUAL DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS HDL BUSPRO

Manual de operación módulo DIMMER

Todos los módulos DIMMER pueden guardar y controlar escenas, después de la programación y tienen una función de secuencia lo que hace que el control y efectos de iluminación sean más dinámicos y coloridos.

Una vez que el dispositivo esté conectado a la red Ethernet y el sistema detecte la conexión correcta, se procede a dar doble clic en el modelo del módulo DIMMER para acceder a las configuraciones.

Status	Subnet ID	Device ID	Model	Name	Description(double click this)
✓	1	0	HDL-MBUS01P.431	Modulo IP	1 port switchboard
✓	1	1	SB-DN-D0206	Dimmer	2ch 6A intelligent dimming module
✓	1	2	HDL-MPL8.48-A	Botonera DLP	DLP panel with AC music clock flo...
✓	1	3	HDL-MW02.431	Actuador de Cortinas	2ch Window Curtain controller
✓	1	4	HDL-MCLog.431	Logico Programable	Logic timer
✓	1	5	HDL-MS12.2C(SB-CMS-12in1)	Sensor 12 en 1	12 in 1 multi function sensor

Figura 93: Ingreso módulo DIMMER

Fuente: Autor

Se observa cuatro ventanas de verificación las cuales son: Información básica, ajustes de zona, ajustes de escena y ajustes de secuencia.

Información básica: Se encuentra los canales del DIMMER para hacer una prueba de funcionamiento atenuando desde el nivel mínimo hasta el máximo como se muestra en el recuadro rojo.

Channel	Name	Load type	Low limit	High limit	Max level	ON
1	DIMMER CH 1	Incandescent Lamp	0	100	100	<input type="checkbox"/>
2	DIMMER CH 2	Incandescent Lamp	0	100	100	<input type="checkbox"/>

Figura 94: Configuración del módulo DIMMER.

Fuente: Autor

Ajuste de zona: Se puede añadir dos zonas máximo (**add zone**), debido a que es un DIMMER de dos canales, donde se añade nombre (**modify name**) a la zona para posteriormente crear la escena.

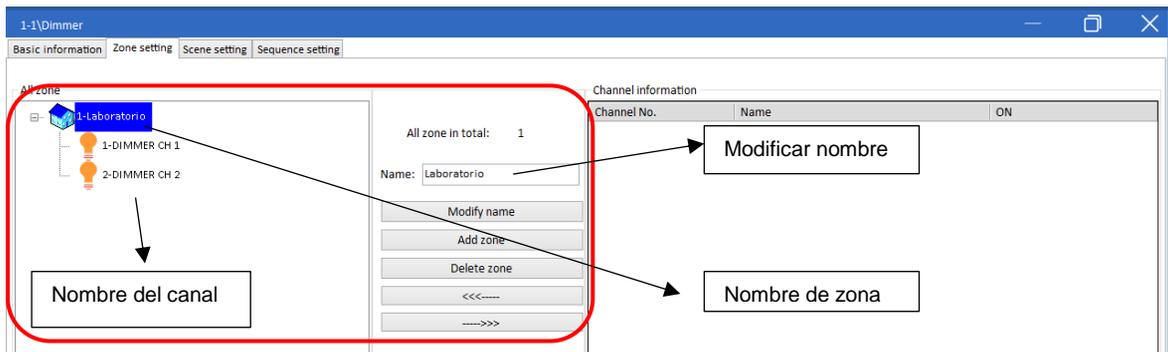


Figura 95: Configuración de zonas
Fuente: Autor

Ajuste de escena: En esta ventana se puede añadir hasta doce combinaciones de escenas, el cual se puede atenuar cada una según lo sea necesario.

En la tabla se especifica el nivel de iluminación programado para cada escena en el laboratorio de automatización.

Tabla 50: Intensidad por escena

Escena	Canal	Nombre	Intensidad
0	1	DIMMER CH 1	0
0	2	DIMMER CH 2	0
1	1	DIMMER CH 1	0
1	2	DIMMER CH 2	60
2	1	DIMMER CH 1	0
2	2	DIMMER CH 2	80

Fuente: Autor

Se crea tres tipos de escenas diferentes para el funcionamiento en el laboratorio de automatización como se muestra en los recuadros rojos.

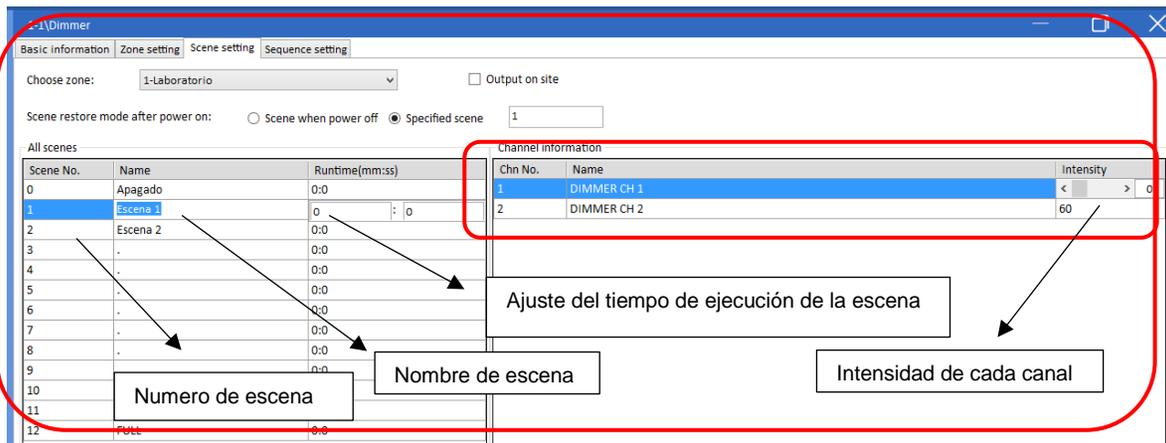


Figura 96: Configuración de escenas por canal.
Fuente: Autor

Ajuste de secuencia: En esta ventana se muestra los tipos de secuencia que tiene el módulo DIMMER el cual no se ocupa para la programación en el laboratorio de automatización.

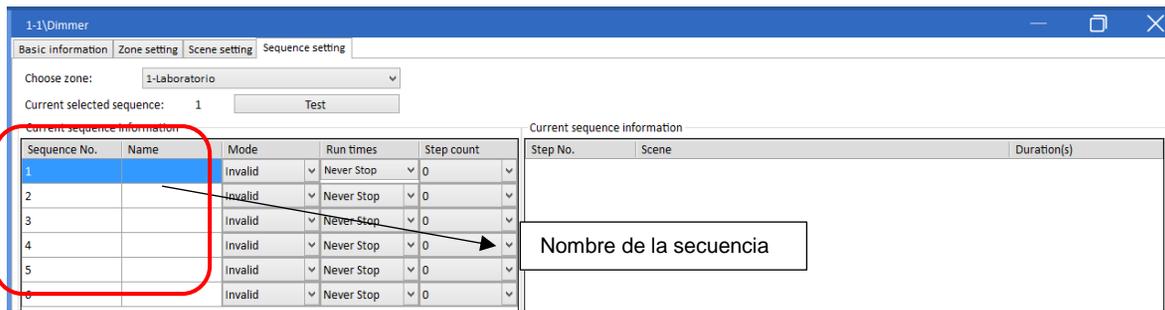


Figura 97: Configuración de secuencia.
Fuente: Autor

Siempre que se realice un cambio en la programación, se debe guardar la modificación por más mínimo que sea.

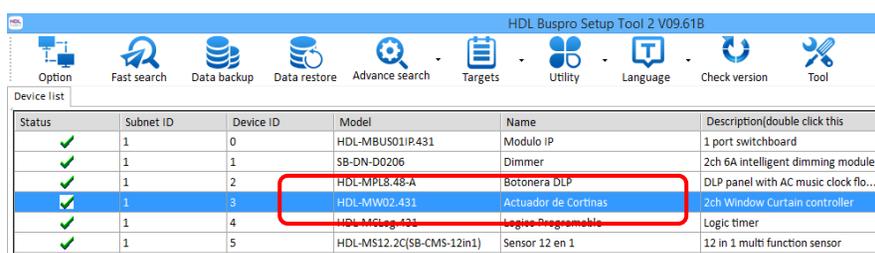


Figura 98: Guardar programación del DIMMER
Fuente: Autor

Manual de operación del módulo actuador de cortinas

Este módulo es un controlador profesional de dos cortinas (persianas), en el cual cada cortina puede configurar el tiempo de funcionamiento para cerrar la alimentación de CA si falla el interruptor de límite de cortina, y permite controlar el movimiento del motor en poco tiempo.

Una vez que el dispositivo esté conectado a la red Ethernet y el sistema detecte la conexión correcta, se procede a dar doble clic en el modelo actuador de cortinas para acceder a las configuraciones.



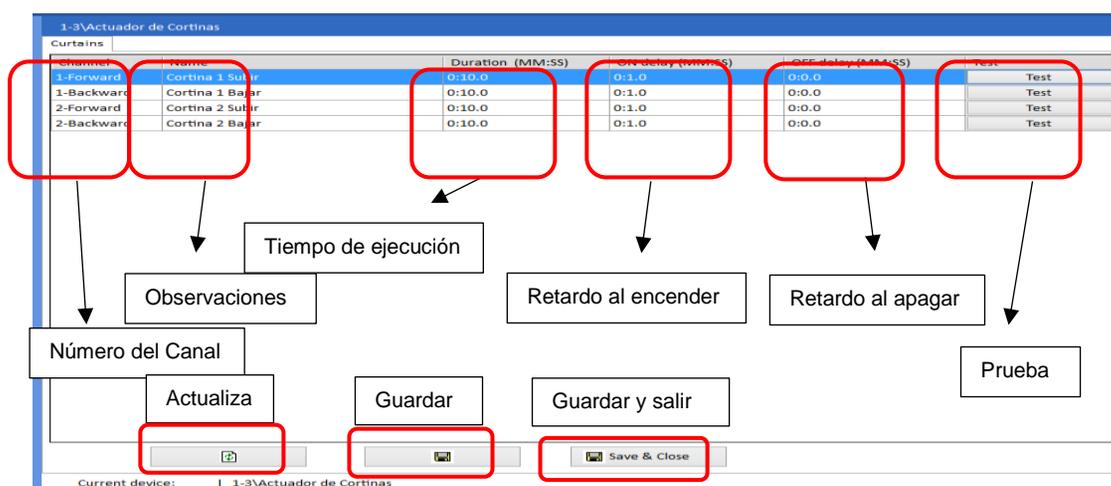
Status	Subnet ID	Device ID	Model	Name	Description(double click this
✓	1	0	HDL-MBU501.P.431	Modulo IP	1 port switchboard
✓	1	1	SB-DN-D0206	Dimmer	2ch 6A intelligent dimming module
✓	1	2	HDL-MPL8.48-A	Botonera DLP	DLP panel with AC music clock flo...
✓	1	3	HDL-MW02.431	Actuador de Cortinas	2ch Window Curtain controller
✓	1	4	HDL-MCLog.433	Logic Programmable	Logic timer
✓	1	5	HDL-MS12.2C(SB-CMS-12in1)	Sensor 12 en 1	12 in 1 multi function sensor

Figura 99: Ingreso módulo de cortinas
Fuente: Autor

Aparece una ventana de verificación para iniciar la configuración del módulo de cortinas según sea necesario.

El tiempo de ejecución de cada acción del módulo es de diez segundos de subida y diez segundos de bajada, con un retardo al inicio de un segundo.

Siempre que se realice un cambio en la programación, se debe guardar la modificación por más mínimo que sea.



Direction	Name	Duration (MM:SS)	On delay (mm:ss)	Off delay (MM:SS)	Test
1-Forward	Cortina 1 Subir	0:10.0	0:1.0	0:0.0	Test
1-Backward	Cortina 1 Bajar	0:10.0	0:1.0	0:0.0	Test
2-Forward	Cortina 2 Subir	0:10.0	0:1.0	0:0.0	Test
2-Backward	Cortina 2 Bajar	0:10.0	0:1.0	0:0.0	Test

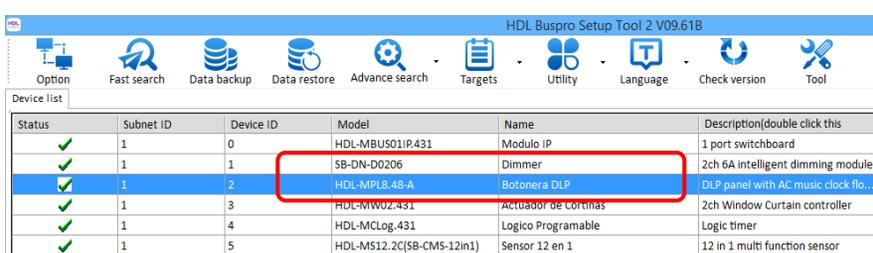
Figura 100: Configuraciones del módulo de cortinas
Fuente: Autor

Manual de operación de botonera DLP

Esta botonera es una nueva generación de interruptores de montaje en pared, con un total de ocho botones de metal con un LED configurable cada uno.

Tanto la placa como el marco pueden personalizarse con diferentes materiales y colores para adaptarse perfectamente al estilo de vida del cliente.

Una vez que el dispositivo esté conectado a la red Ethernet y el sistema detecte la conexión correcta, se procede a dar doble clic en el modelo de la botonera DLP para acceder a las configuraciones.



Status	Subnet ID	Device ID	Model	Name	Description(double click this)
✓	1	0	HDL-MBUS01P.431	Modulo IP	1 port switchboard
✓	1	1	SB-DN-D0206	Dimmer	2ch 6A intelligent dimming module
✓	1	2	HDL-MPL8.48-A	Botonera DLP	DLP panel with AC music clock flo...
✓	1	3	HDL-WW02.451	Actuador de cortinas	2ch Window Curtain controller
✓	1	4	HDL-MCLog.431	Logico Programable	Logic timer
✓	1	5	HDL-MS12.2C(SB-CMS-12in1)	Sensor 12 en 1	12 in 1 multi function sensor

Figura 101: Ingreso a la botonera DLP
Fuente: Autor

La botonera DLP tiene varias funciones sencillas para configurar como:

1. Retroiluminación LCD ajustable e indicadores LED.
2. Cuatro páginas de botones normales, con ocho botones cada página.
3. Cada una de las teclas puede tener un icono diseñado por el usuario.
4. El modo de un solo botón y el modo de doble botón están disponibles.
5. La exclusión mutua de botones está disponible.

Aparece unas ventanas de verificación para iniciar la configuración de la botonera DLP según sea necesario.

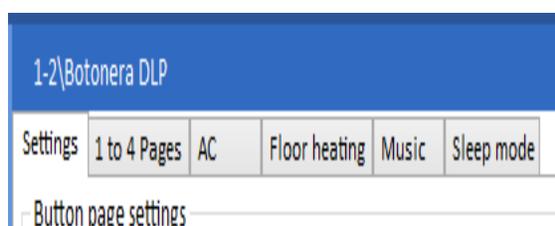


Figura 102: Ventanas de configuración botonera DLP
Fuente: Autor

Se ingresa a la ventana ajustes (setting), para realizar las configuraciones básicas de la botonera DLP.

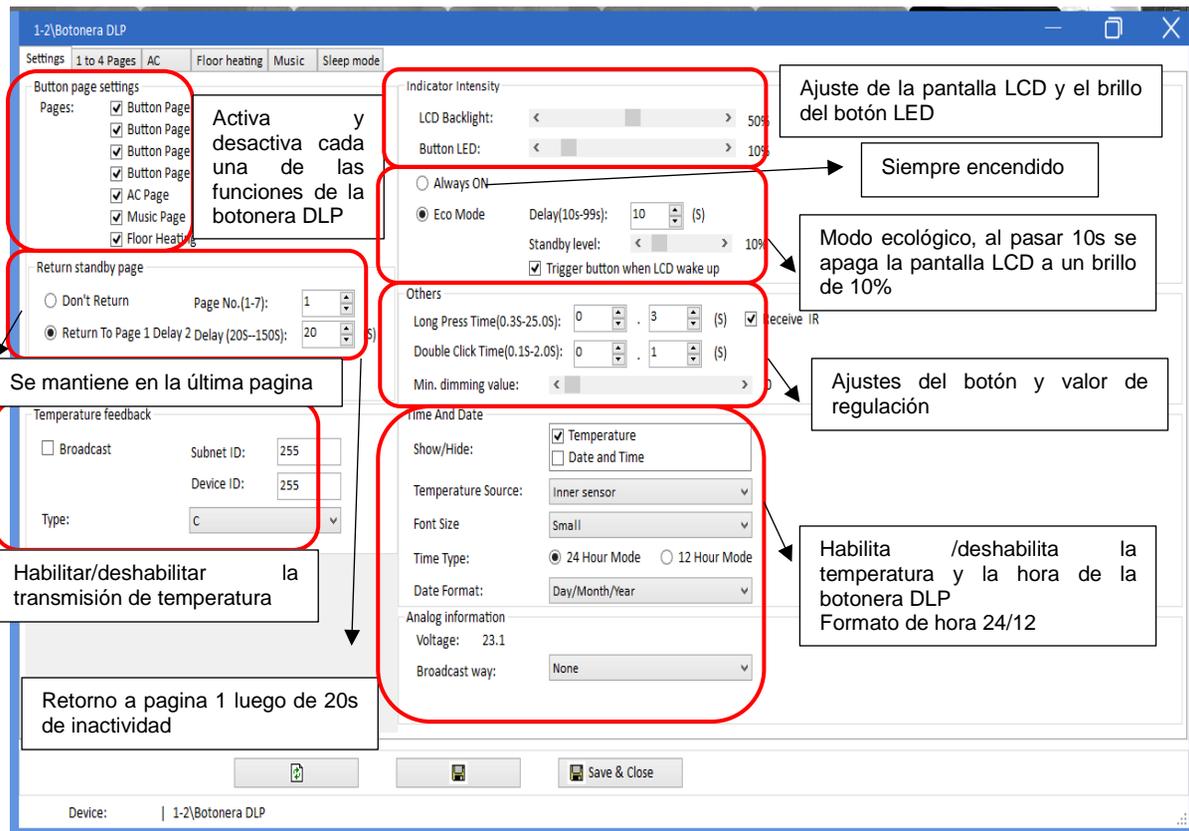


Figura 103: Ajustes de botonera DLP
Fuente: Autor

Se ingresa a la ventana 1 to 4 pages, para asociar los botones a cada a una de las acciones realizadas en la programación, donde cada botón se puede configurar en diferentes procesos para su ejecución como:

1. **Single ON:** Envía un comando ON cuando se presiona.
2. **Single OFF:** Envía un comando OFF cuando se presiona.
3. **Single ON/OFF:** Envía un commando ON/OFF (alternado), cuando se presiona.
4. **Momentary:** Envía un comando ON cuando se presiona, envía un comando OFF cuando se suelta.
5. **Combination ON:** Puede enviar hasta 99 comandos ON cuando se presiona.
6. **Combination OFF:** Puede enviar hasta 99 comandos de desactivación cuando se presiona.
7. **Combination ON/OFF:** Puede enviar hasta 99 comandos ON/OFF (alternado) cuando se presiona.

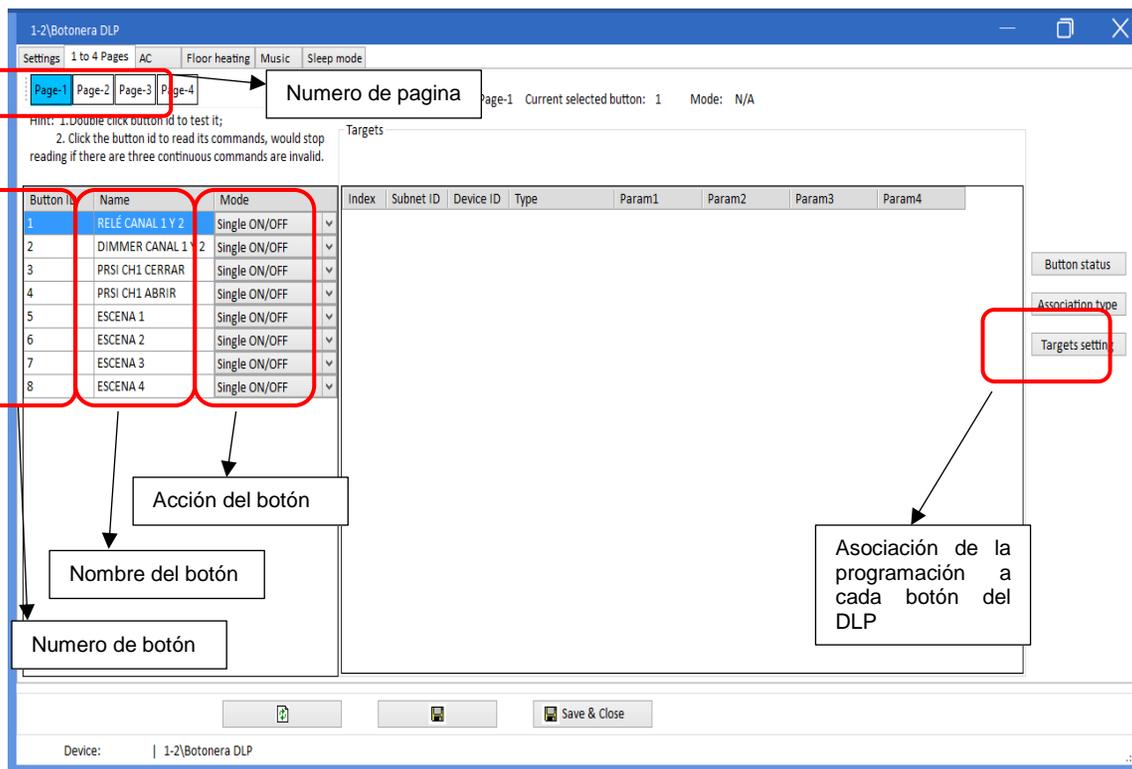


Figura 104: Configuración de botones del DLP
Fuente: Autor

Cada botón tiene su funcionalidad, y a continuación se detalla las entradas de cada uno:

Tabla 51: Descripción de botones del DLP

Pagina	Botón	Nombre	Modo	Descripción
1	1	ON/OFF Lámparas LED	Single ON/OFF	Enciende y apaga los tubos LED del laboratorio de automatización
1	2	ON/OFF Boquillas LED dimerizables	Single ON/OFF	Enciende y apaga las boquillas LED del laboratorio de automatización
1	3	OPEN persianas	Single ON/OFF	Comienza el ascenso de las persianas del laboratorio de automatización
1	4	CLOSE persianas	Single ON/OFF	Comienza el a descenso de las persianas del laboratorio de automatización
1	5	Escena 1	Single ON/OFF	Se apaga la iluminación excepto las bombillas dimerizables de la parte posterior, que estarán a un 60% encendidas
1	6	Escena 2	Single ON/OFF	Se apaga la iluminación excepto las bombillas dimerizables de la parte posterior, que estarán a un 80% encendidas
1	7	Escena 3	Single ON/OFF	La parte posterior queda iluminada, y la parte delantera queda apagada
1	8	Escena 4	Single ON/OFF	La parte posterior queda apagada, y la parte delantera queda iluminada
2	1	OFF sensor	Single ON/OFF	Se apaga el sensor 12 en 1

Fuente: Autor

Se procede unir la programación con el DLP dando clic en el botón Targets settings, el cual se debe especificar la subred y el dispositivo de cada equipo al que va dirigido.

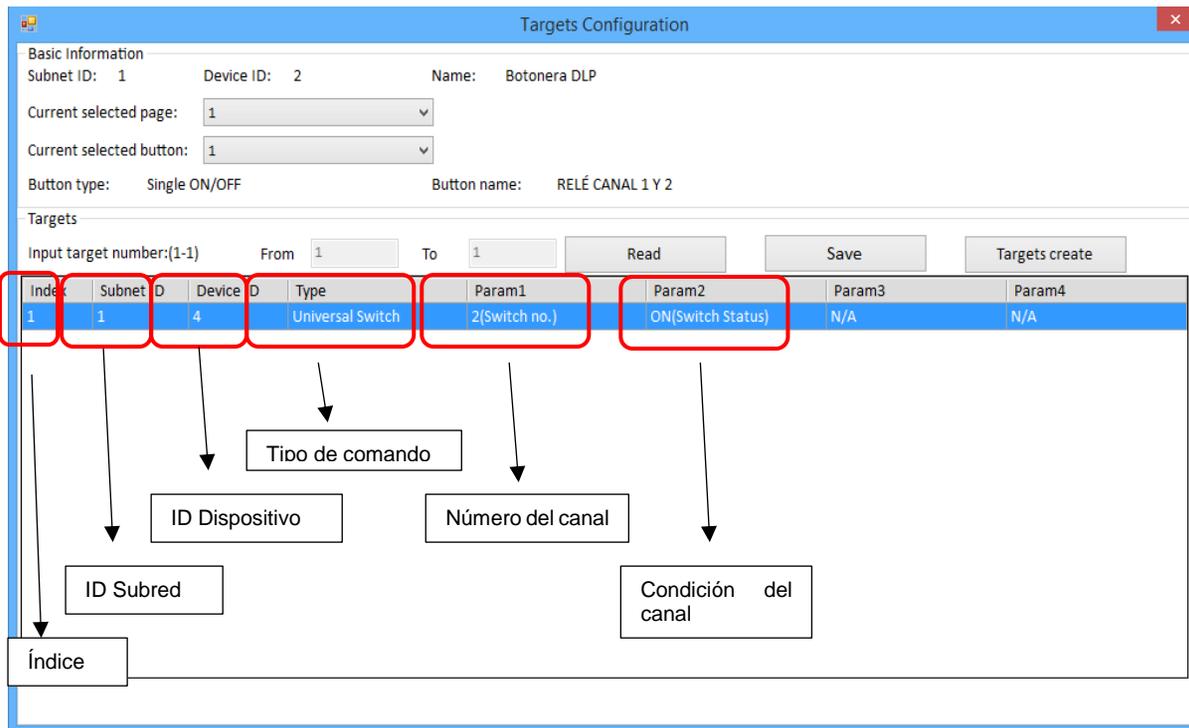


Figura 105: Enganchar el DLP con los demás equipos
Fuente: Autor

Tipos de comandos de uso frecuente:

1. **Invalid:** Deshabilita el comando
2. **Scene:** Se usa para designar la escena que se ha creado en el DIMMER.
3. **Sequence:** Se usa para designar la secuencia que se ha creado en el DIMMER.
4. **Universal switch:** Se utiliza para activar o desactivar el indicador lógico, habilitar o deshabilitar el sensor 12 en 1, etc.
5. **Single channel control:** Se utiliza para activar o desactivar un canal con el nivel de brillo y el tiempo de funcionamiento del comando.
6. **Curtain switch:** Se utiliza para abrir, cerrar o detener la cortina.

Cada botón se asocia a cada subred y a cada dispositivo, que a continuación se detalla las salidas de cada uno:

Tabla 52: Programación de botonera DLP

Button	Pagina	Subnet ID	Device ID	Type	Param1	Param2
1	1	1	4	Universal Switch	1	ON
2	1	1	4	Universal Switch	2	ON
3	1	1	4	Universal Switch	3	ON
4	1	1	4	Universal Switch	4	ON
5	1	1	4	Universal Switch	5	ON
6	1	1	4	Universal Switch	6	ON
7	1	1	4	Universal Switch	7	ON
8	1	1	4	Universal Switch	8	ON
1	2	1	4	Universal Switch	12	ON

Fuente: Autor

Siempre que se realice un cambio en la programación, se debe guardar la modificación por más mínimo que sea.



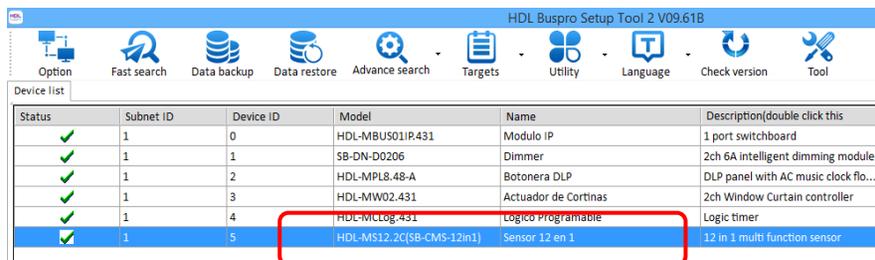
Figura 106: Guardar programación del DLP
Fuente: Autor

Manual de operación de sensor 12 en 1

Como dice el nombre, este sensor tiene doce funciones lógicas que se describen a continuación:

1. Sensor de movimiento PIR
2. Sensor ultrasónico
3. Sensor de LUX
4. Sensor de temperatura
5. Dos contactos secos
6. Dos entradas de condición externa
7. Receptor IR infrarrojo
8. Transmisor IR infrarrojo
9. Salida de relé dos canales 5A
10. Control constante de LUX
11. Lógica de alarma de seguridad
12. Veinticuatro lógicas configurables

Una vez que el dispositivo esté conectado a la red Ethernet y el sistema detecte la conexión correcta, se procede a dar doble clic en el modelo sensor 12 en 1 para acceder a las configuraciones.



Status	Subnet ID	Device ID	Model	Name	Description(double click this)
✓	1	0	HDL-MBUS01P.431	Modulo IP	1 port switchboard
✓	1	1	SB-DN-D0206	Dimmer	2ch 6A intelligent dimming module
✓	1	2	HDL-MPL8.48-A	Botonera DLP	DLP panel with AC music clock flo...
✓	1	3	HDL-MW02.431	Actuador de Cortinas	2ch Window Curtain controller
✓	1	4	HDL-MCLog-431	Logico programable	Logic timer
✓	1	5	HDL-MS12.2C(SB-CMS-12in1)	Sensor 12 en 1	12 in 1 multi function sensor

Figura 107: Ingreso al sensor 12 en 1
Fuente: Autor

Se ingresa a la ventana ajustes de sensor (sensor setting), para realizar las configuraciones básicas del sensor 12 en 1.

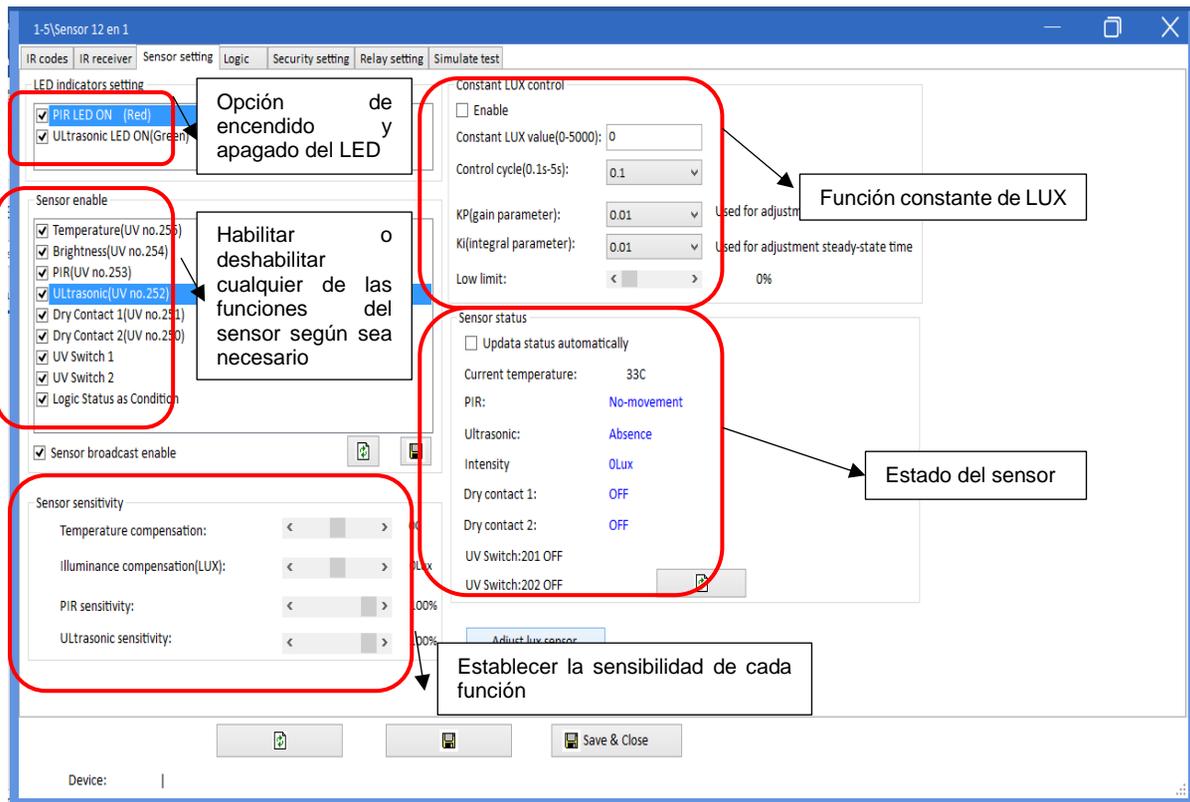


Figura 108: Ajustes del sensor 12 en 1
Fuente: Autor

Se ingresa a la ventana logic, para ejecutar la combinación de entrada lógica, dependiendo de la necesidad que se tenga con el sensor.

Este sensor dispone de veinticuatro lógicas de programación, con compuertas OR y AND, para veinte líneas de entradas cada una.

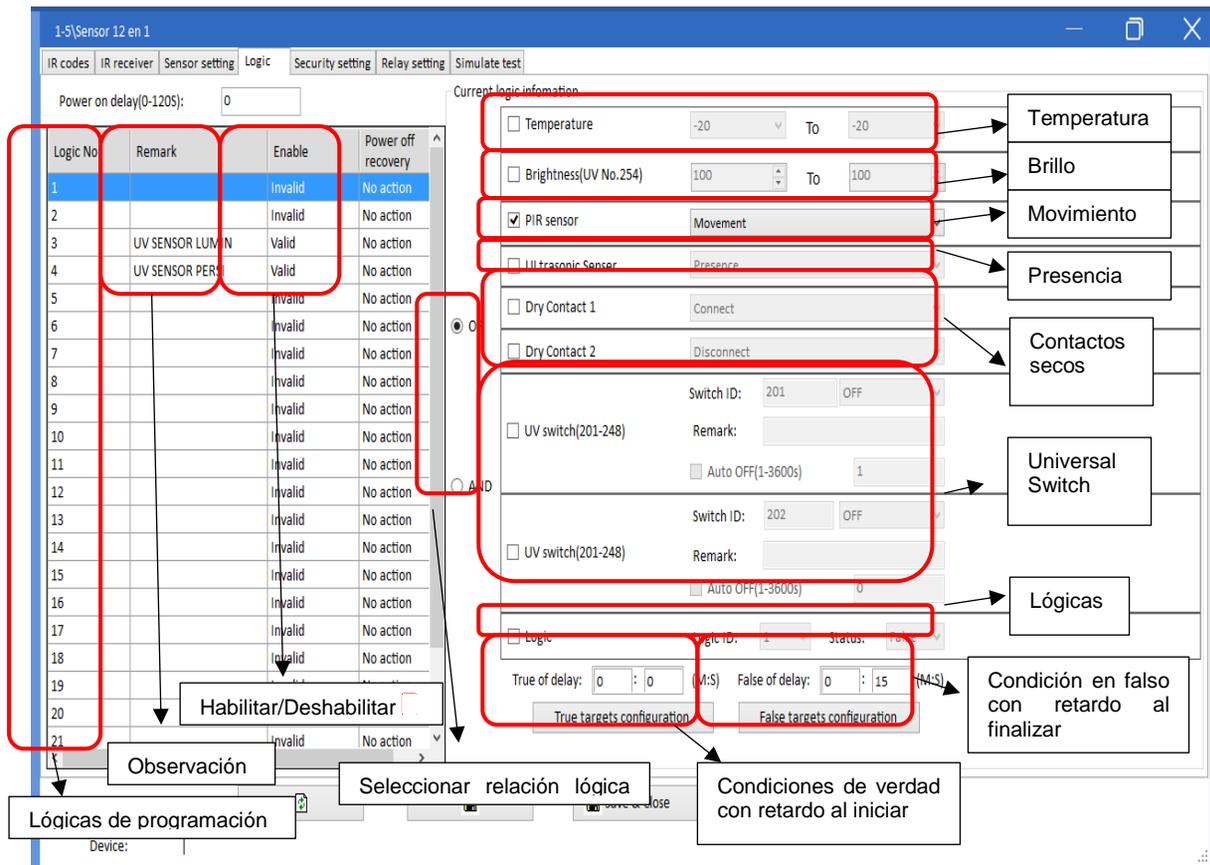


Figura 109: Lógicas de programación sensor 12 en 1
Fuente: Autor

Se procede unir la programación con el resto de los equipos dando clic en el botón True targets configuration para la condición de verdad, y False targets configurations para la condición de falso, el cual se debe especificar la subred y dispositivo de cada equipo.

Para iniciar con la configuración en la lógica de programación número uno se utiliza las entradas brillo y presencia.

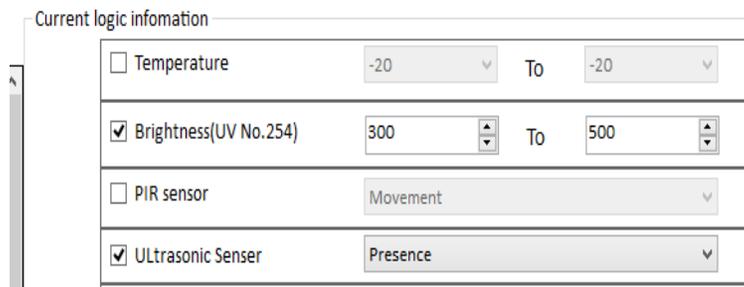


Figura 110: Entradas en la lógica de programación UNO
Fuente: Autor

Tabla 53: Relación lógica de entrada del sensor N° 1

Lógica N°	Observación	Habilitar	Información lógica actual	Descripción
1	LUX/PRES-OPEN-OFF	Valido	Brillo	El luxómetro está en el rango entre 300 y 500 lux
1	LUX/PRES-OPEN-OFF	Valido	Sensor ultrasónico	Ultrasónico está en el rango de presencia

Fuente: Autor

Se usa la lógica de programación número uno, con la compuerta lógica AND, el cual la condición de verdad del sensor es vista a continuación:

The screenshot shows the 'True targets configuration' window. The 'Targets' table has the following data row highlighted with red boxes:

Index	Subnet ID	Device ID	Type	Param1	Param2	Param3	Param4
1	1	4	Universal Switch	9(Switch no.)	ON(Switch Status)	N/A	N/A

Arrows from the red boxes point to the following labels: 'Índice', 'ID Subred', 'ID Dispositivo', 'Tipo de comando', 'Número del canal', and 'Condición del canal'.

Figura 111: Condición de verdad, lógica número UNO

Fuente: Autor

Se usa la lógica de programación número uno, con la compuerta lógica AND el cual la condición en falso del sensor es vista a continuación:

The screenshot shows the 'False targets configuration' window. The 'Targets' table has the following data row highlighted with red boxes:

Index	Subnet ID	Device ID	Type	Param1	Param2	Param3	Param4
1	1	4	Universal Switch	9(Switch no.)	OFF(Switch Status)	N/A	N/A

Arrows from the red boxes point to the following labels: 'Índice', 'ID Subred', 'ID Dispositivo', 'Tipo de comando', 'Número del canal', and 'Condición del canal'.

Figura 112: Condición en falso, lógica número UNO

Fuente: Autor

Tabla 54: Relación lógica de salida del sensor N° 1

Condición	Subnet ID	Device ID	Type	Param1	Param2
Verdad	1	4	Universal Switch	9	ON
Falso	1	4	Universal Switch	9	OFF

Fuente: Autor

Para iniciar con la configuración en la lógica de programación número dos se utiliza las entradas brillo y presencia.

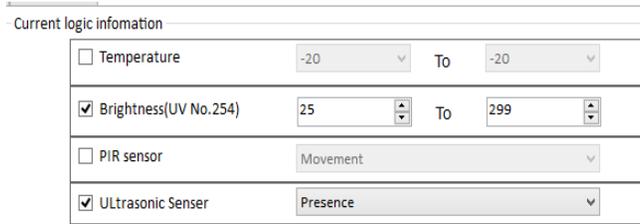


Figura 113: Entradas en la lógica de programación DOS
Fuente: Autor

Tabla 55: Relación lógica de entrada del sensor N° 2

Lógica N.º	Observación	Habilitar	Información lógica actual	Descripción
2	LUX/PRES-OPEN-OFF	Valido	Brillo	El luxómetro está en el rango entre 25 y 299 lux
2	LUX/PRES-OPEN-OFF	Valido	Sensor ultrasónico	Ultrasónico está en el rango de presencia

Fuente: Autor

A continuación, se usa la lógica de programación de salida número dos, con la compuerta lógica AND el cual la condición de verdad del sensor es vista a continuación:

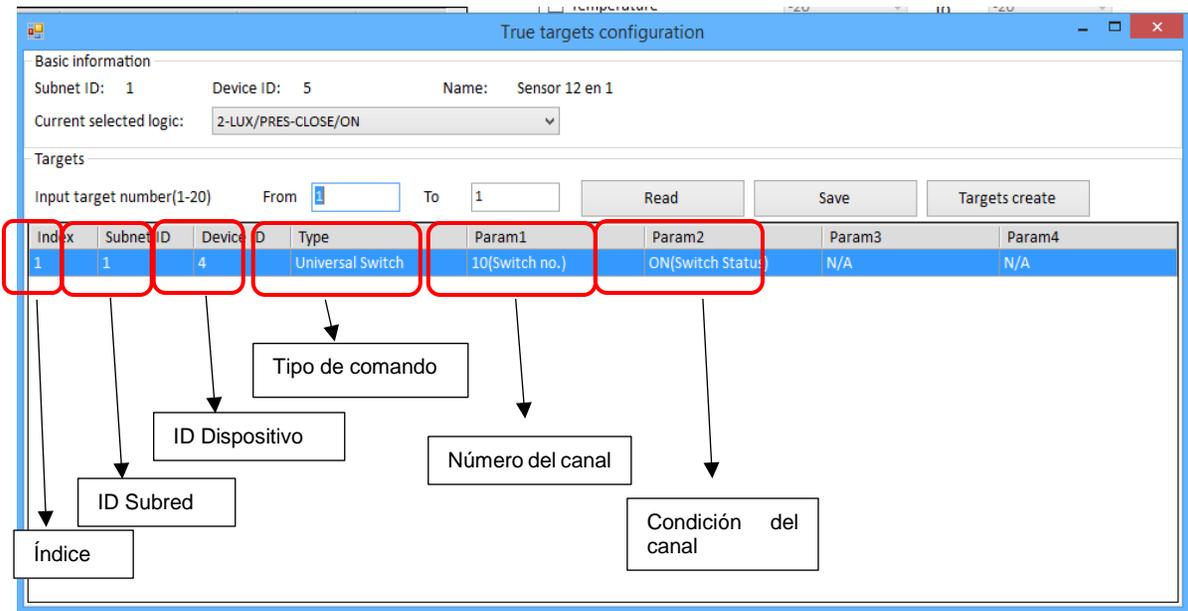


Figura 114: Condición de verdad lógica número DOS
Fuente: Autor

A continuación, se usa la lógica de programación de salida número dos, con la compuerta lógica AND el cual la condición de falso del sensor es vista a continuación:

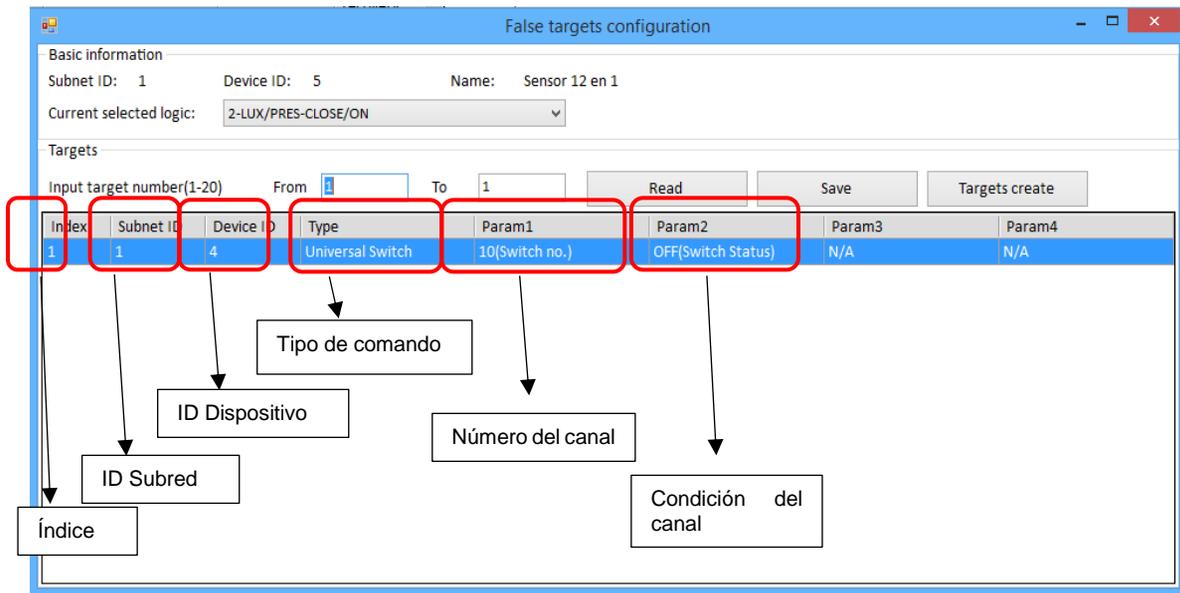


Figura 115: Condición de falso lógica número DOS
Fuente: Autor

Tabla 56: Relación lógica de salida del sensor N° 2

Condición	Subnet ID	Device ID	Type	Param1	Param2
Verdad	1	4	Universal Switch	10	ON
Falso	1	4	Universal Switch	10	OFF

Fuente: Autor

Para iniciar con la configuración en la lógica de programación número tres se utiliza las entradas brillo y presencia.

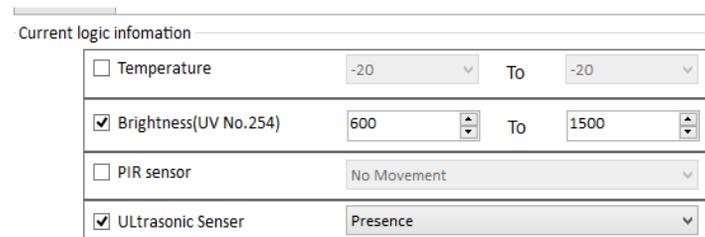


Figura 116: Entradas en la lógica de programación TRES
Fuente: Autor

Tabla 57: Relación lógica de entrada del sensor N° 3

Lógica N.º	Observación	Habilitar	Información lógica actual	Descripción
3	LUX/PRES-OPEN-OFF	Valido	Brillo	El luxómetro está en el rango entre 600 y 1500 lux
3	LUX/PRES-OPEN-OFF	Valido	Sensor ultrasónico	Ultrasónico está en el rango de presencia

Fuente: Autor

A continuación, se usa la lógica de programación de salida número tres, con la compuerta lógica AND el cual la condición de verdad del sensor es vista a continuación:

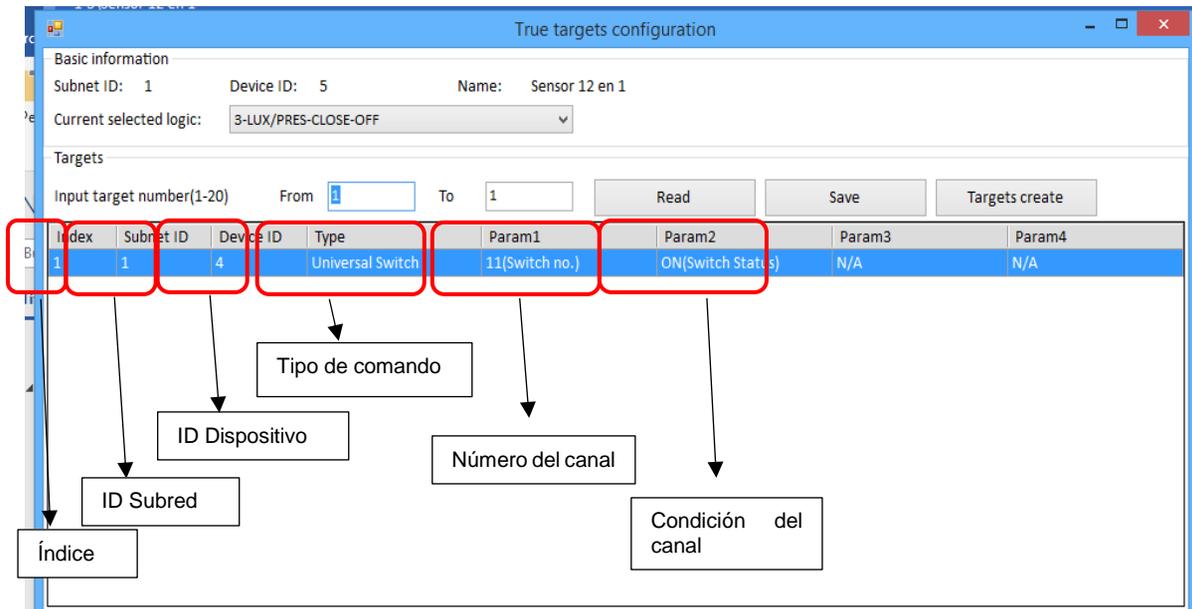


Figura 117: Condición de verdad lógica número TRES
Fuente: Autor

A continuación, se usa la lógica de programación de salida número dos, con la compuerta lógica AND el cual la condición de falso del sensor es vista a continuación:

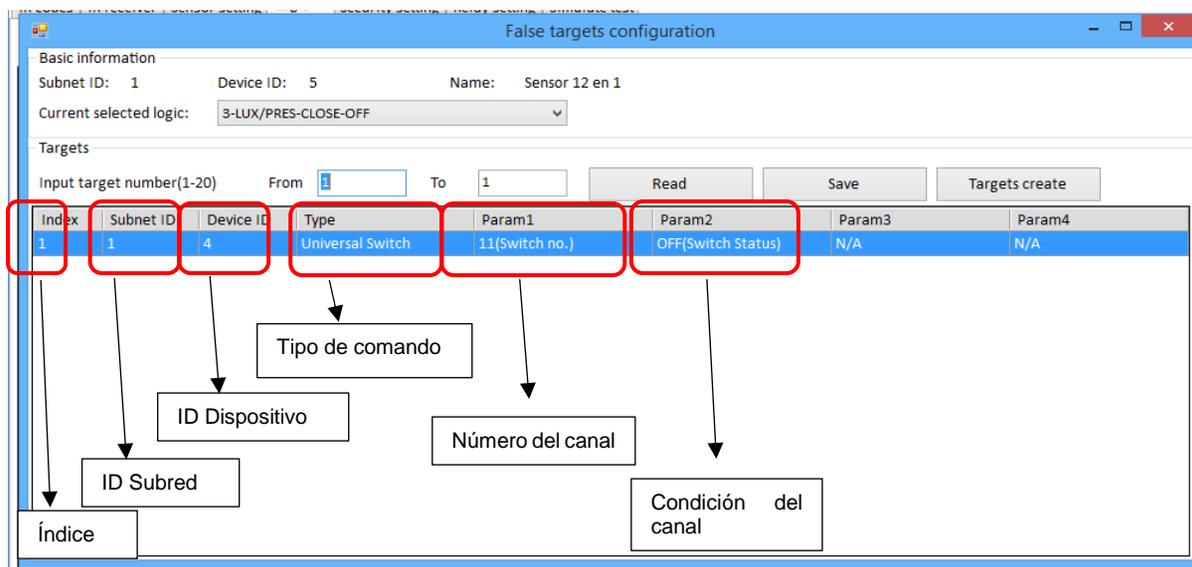


Figura 118: Condición de falso lógica número DOS
Fuente: Autor

Tabla 58: Relación lógica de salida del sensor N° 3

Condición	Subnet ID	Device ID	Type	Param1	Param2
Verdad	1	4	Universal Switch	11	ON
Falso	1	4	Universal Switch	11	OFF

Fuente: Autor

Siempre que se realice un cambio en la programación, se debe guardar la modificación por más mínimo que sea.



Figura 119: Guardar programación en el sensor 12 en 1
Fuente: Autor

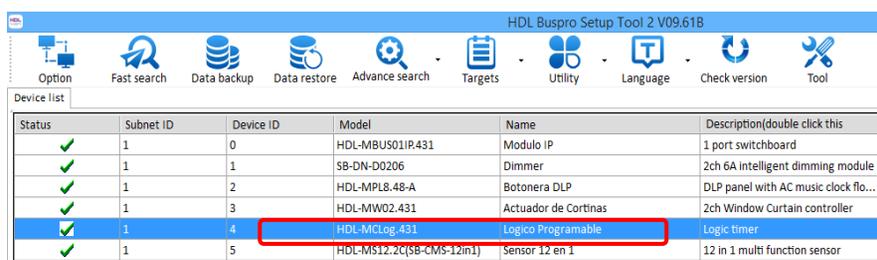
Anexo C:

PROGRAMACIÓN DE LOS EQUIPOS HDL BUSPRO

Programación de módulo lógico programador

Es un controlador lógico programable inteligente que puede controlar el sistema automáticamente mediante líneas lógicas como escenas, estado del canal, estado de entrada, fecha, hora, etc. Y además tiene un reloj en tiempo real con una pequeña batería interna para que se pueda crear horarios propios.

Una vez que el dispositivo esté conectado a la red Ethernet y el sistema detecte la conexión correcta, se procede a dar doble clic en el modelo del módulo DIMMER para acceder a las configuraciones.



Status	Subnet ID	Device ID	Model	Name	Description(double click this
✓	1	0	HDL-MBUS01IP.431	Modulo IP	1 port switchboard
✓	1	1	SB-DN-D0206	Dimmer	2ch 6A intelligent dimming module
✓	1	2	HDL-MPLB.48-A	Botonera DLP	DLP panel with AC music clock flo...
✓	1	3	HDL-MW02.431	Actuador de Cortinas	2ch Window Curtain controller
✓	1	4	HDL-MCLog.431	Logico Programable	Logic timer
✓	1	5	HDL-MS12.2C(SB-CMS-12in1)	Sensor 12 en 1	12 in 1 multi function sensor

Figura 120: Ingreso al módulo lógico

Fuente: Autor

Se ingresa a la ventana logic, para realizar las configuraciones básicas del módulo lógico programador.

Este módulo lógico admite doce grupos lógicos y cada grupo tiene veinte tablas lógicas que cada tabla puede establecer cuatro condiciones de entradas lógicas y veinte objetivos de entrada.

Las condiciones de entrada de la tabla lógica son: hora fecha, año, semana, estado de escena, estado de entrada del dispositivo externo, estado de la botonera DLP y configuración de seguridad.

Se escoge cualquier grupo lógico entre uno a doce, posteriormente se selecciona la relación lógica entre AND, OR, XOP, NAND y se arrastra al recuadro negro para seguir con la programación.

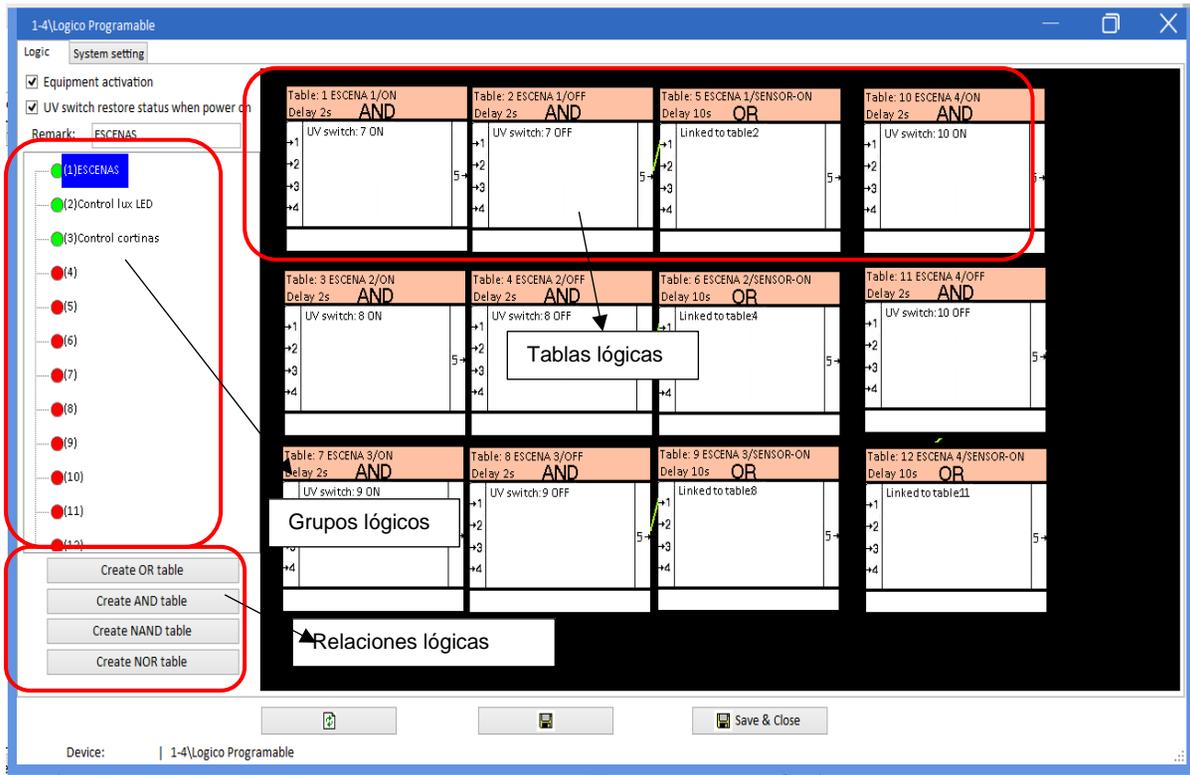


Figura 121: Configuración del módulo lógico
Fuente: Autor

Para ingresar a la configuración de la entrada de la tabla lógica, hacer clic derecho en la tabla y seleccionar la opción **Pin Setup**.

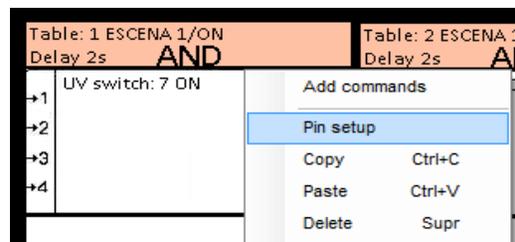


Figura 122: Configuración de entrada en tabla lógica
Fuente: Autor

Se presenta una ventana de configuraciones de entrada para la tabla lógica

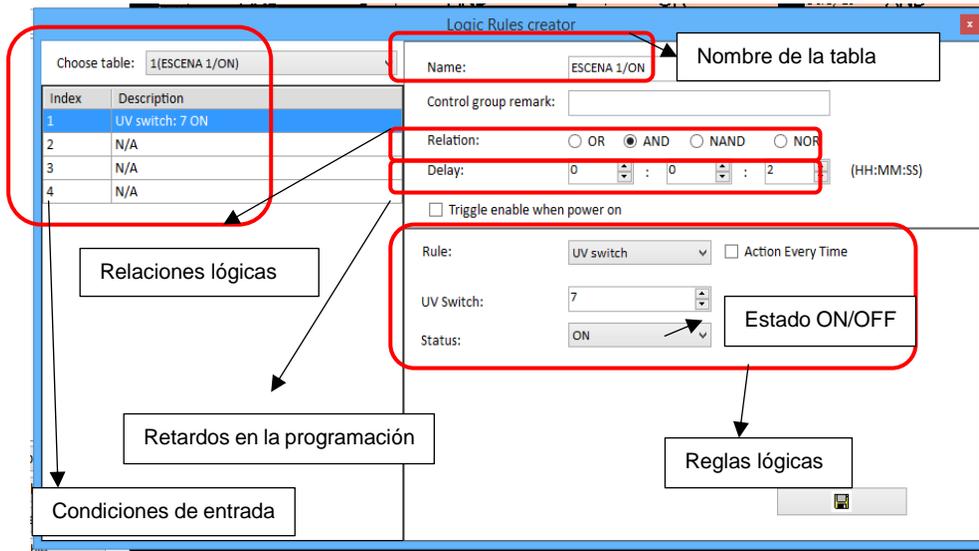


Figura 123: Configuraciones de entrada para tabla lógica
Fuente: Autor

Hay muchas condiciones de entrada que se utilizarán para alcanzar cualquier lógica posible, además cada tabla lógica puede tener un máximo de cuatro condiciones de entrada con varias reglas lógicas como son:

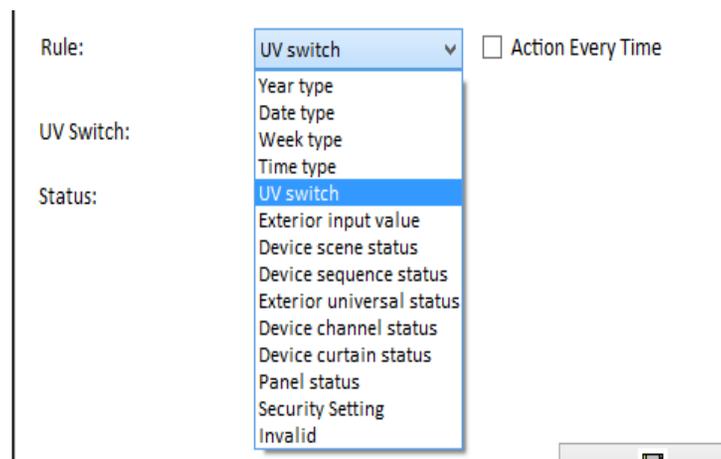


Figura 124: Condiciones de entrada
Fuente: Autor

1. **Year type:** Programación anual.
2. **Date type:** Programación por fecha.
3. **Week type:** Programación semanal.
4. **Time type:** Programación por tiempo
5. **Universal switch:** Activa y desactiva el indicador lógico de cada dispositivo.
6. **Exterior input value:** Valor de entrada del exterior.
7. **Device scene status:** Estado de la escena del dispositivo.
8. **Device sequence status:** Estado de la secuencia del dispositivo.
9. **Exterior universal status:** Estado universal exterior.

- 10. **Device channel status:** Estado del canal del dispositivo.
- 11. **Device curtain status:** Estado de la cortina del dispositivo.
- 12. **Panel status:** Estado de la botonera DLP.
- 13. **Security setting:** Configuraciones de seguridad.
- 14. **Invalid:** Deshabilitado

Se utilizará los cuatro grupos lógicos denominados **escena**, **control luz LED**, **control de cortinas** y **sensor** el cual las entradas de la programación se detallan a continuación.

Tabla 59: Entrada de las tablas de programación lógica del grupo lógico denominado **escenas**

Tabla	Relación Lógica	Regla	Número de regla	Retardo	Estado
1	AND	Universal Switch	5	1 Seg	ON
2	AND	Universal Switch	5	2 Seg	OFF
3	AND	Vinculado	Tabla 2	15 Seg	Condición de entrada la tabla 2
4	AND	Universal Switch	6	1 Seg	ON
5	AND	Universal Switch	6	2 Seg	OFF
6	AND	Vinculado	Tabla 5	15 Seg	Condición de entrada la tabla 5
7	AND	Universal Switch	7	1 Seg	ON
8	AND	Universal Switch	7	2 Seg	OFF
9	AND	Vinculado	Tabla 8	15 Seg	Condición de entrada la tabla 8
10	AND	Universal Switch	8	1 Seg	ON
11	AND	Universal Switch	8	2 Seg	OFF
12	AND	Vinculado	Tabla 11	15 Seg	Condición de entrada la tabla 11

Fuente: Autor



Figura 125: Tabla lógica del grupo lógico escena
Fuente: Autor

Para que la condición de entrada de una tabla sea la condición de salida de otra se realiza la siguiente acción vinculando las tablas.

1. Clic derecho en la tabla de inicio
2. Clic izquierdo en **Confirm start point**
3. Clic derecho en tabla de final
4. Clic izquierdo en **Confirm end point**

5. Seleccionar cualquier punto de conexión final

6. Clic **Confirm**

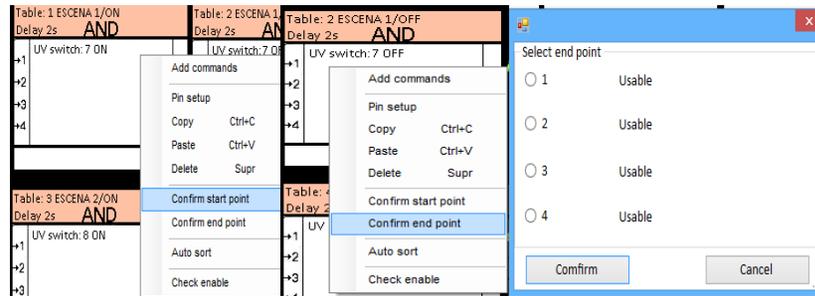


Figura 126: Vinculación de tabla lógica
Fuente: Autor

Tabla 60: Entradas de las Tablas de programación lógica del grupo lógico denominado **control luz LED**

Tabla	Relación Lógica	Regla	Número de regla	Retardo	Estado
1	AND	Universal Switch	1	0 Seg	ON
2	AND	Universal Switch	1	0 Seg	OFF
3	AND	Vinculado	Tabla 2	15 Seg	Condición de entrada la tabla 2
4	AND	Universal Switch	2	0 Seg	ON
5	AND	Universal Switch	2	0 Seg	OFF
6	AND	Vinculado	Tabla 5	15 Seg	Condición de entrada la tabla 5

Fuente: Autor

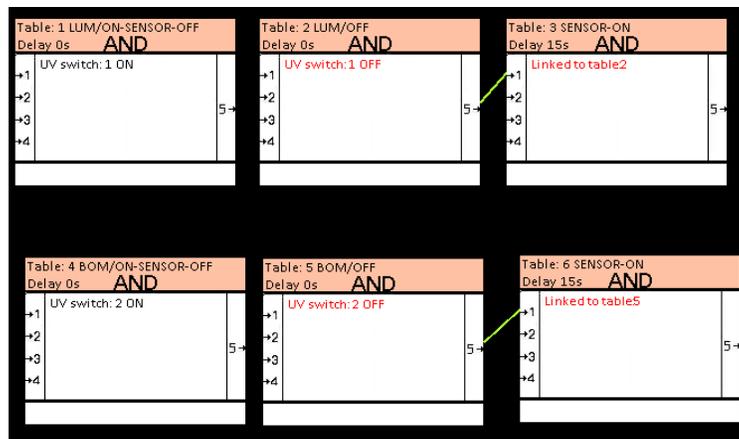


Figura 127: Tabla lógica del grupo lógico control luz LED
Fuente: Autor

Tabla 61: Entradas de las tablas de programación lógica del grupo lógico denominado **control cortinas**

Tabla	Relación Lógica	Regla	Número de regla	Retardo	Estado
1	AND	Universal Switch	3	1 Seg	ON
2	AND	Universal Switch	3	1 Seg	OFF
3	AND	Vinculado	Tabla 2	15 Seg	Condición de entrada la tabla 2
4	AND	Universal Switch	4	1 Seg	ON
5	AND	Universal Switch	4	1 Seg	OFF
6	AND	Vinculado	Tabla 5	15 Seg	Condición de entrada la tabla 5

Fuente: Autor

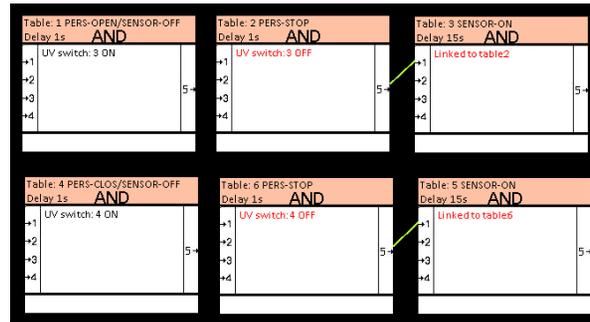


Figura 128: Tabla lógica del grupo lógico control cortinas
Fuente: Autor

Tabla 62: Entradas de las tablas de programación lógica del grupo lógico denominado sensor

Tabla	Relación Lógica	Regla	Número de regla	Retardo	Estado
1	AND	Universal Switch	10	1 Seg	PRES+LUX=CLOSE/ON
2	AND	Universal Switch	10	10 Seg	PRES+LUX=STOP
3	AND	Universal Switch	9	1 Seg	PRES+LUX=OPEN/OFF
4	AND	Universal Switch	9	10 Seg	PRES+LUX=STOP
5	AND	Universal Switch	11	1 Seg	PRES+LUX=CLOSE/OFF
6	AND	Universal Switch	11	1 Seg	PRES+LUX=STOP
7	AND	Vinculado	Tabla 5	5 Seg	Condición de entrada la tabla 5
8	AND	Vinculado	Tabla 6	5 Seg	Condición de entrada la tabla 6
9	AND	Universal Switch	12	2 Seg	Sensor OFF
10	AND	Universal Switch	12	10 Seg	Sensor ON
11	AND	Time type	Time = 21:30 p.m.	0 Seg	Todo OFF
12	AND	Time type	Time = 6:30 a.m.	0 Seg	ON Sensor y Panel

Fuente: Autor



Figura 129: Tabla lógica del grupo lógico sensor
Fuente: Autor

Luego de hacer todas las configuraciones de entrada en las tablas lógicas, seguidamente se procede a configurar las salidas de las tablas detalladas a continuación.

1. Clic derecho en la tabla a configurar
2. Clic izquierdo en **Add commands**

3. Sale una ventana nueva para configurar la Subnet ID y Device ID de cada equipo
4. Se cambia la Subnet ID
5. Se cambia la Device ID
6. Se cambia el Type dependiendo de la acción por realizar
7. Se cambia los parámetros 1 dependiendo el canal a usar
8. Se cambia los parámetros 1 dependiendo el estado

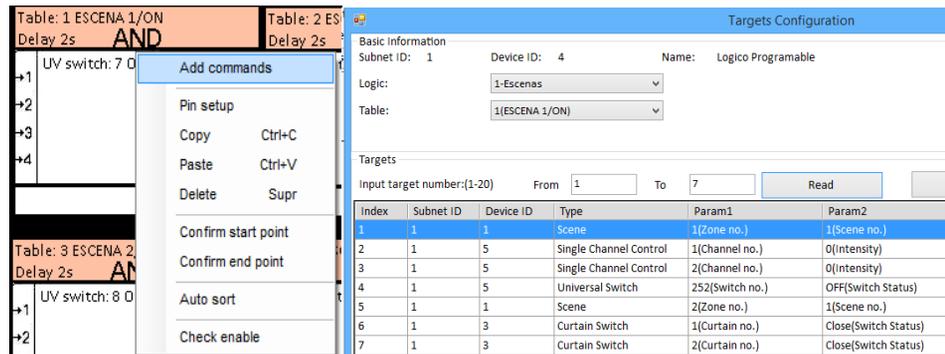


Figura 130: Configuración de salida en tabla lógica
Fuente: Autor

Configuraciones de salida de cada tabla lógica en el grupo lógico denominado **ESCENA**.

Tabla 63: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 1 (ON)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
1	Escena	1	1	Scene	Zone N° 1	Scene N° 1	Módulo DIMMER
1	Escena	1	1	Scene	Zone N° 2	Scene N° 1	Módulo DIMMER
1	Escena	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	CLOSE	Actuador de cortinas
1	Escena	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	CLOSE	Actuador de cortinas
1	Escena	1	5	Single channel control	Channel N° 1	OFF	RELÉ N° 1
1	Escena	1	5	Single channel control	Channel N° 2	OFF	RELÉ N° 2
1	Escena	1	5	Universal Switch	Switch 252	OFF	Sensor 12 en 1/presencia
1	Escena	1	5	Universal Switch	Switch 254	OFF	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tabla 64: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 2 (OFF)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
2	Escena	1	1	Scene	Zone N° 1	Scene N° 0	Módulo DIMMER
2	Escena	1	1	Scene	Zone N° 2	Scene N° 0	Módulo DIMMER
2	Escena	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	STOP	Actuador de cortinas
2	Escena	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	STOP	Actuador de cortinas

Fuente: Autor

Tabla 65: Configuraciones de salida en la tabla lógica vinculada N.º 3 (Delay 15 Seg)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
3	Escena	1	5	Universal Switch	Switch 252	ON	Sensor 12 en 1/presencia
3	Escena	1	5	Universal Switch	Switch 254	ON	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tablas lógicas configuradas la salida (tabla N°1, tabla N°2, tabla N°3)

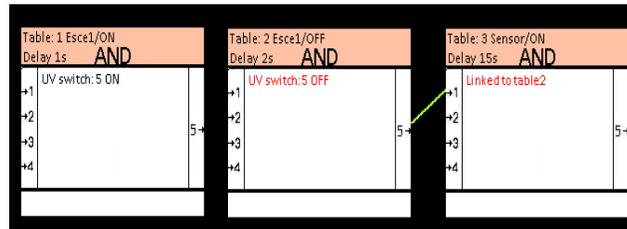


Figura 131: Tablas lógicas escena N°1

Fuente: Autor

Tabla 66: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 4 (ON)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
4	Escena	1	1	Scene	Zone N° 1	Scene N° 2	Módulo DIMMER
4	Escena	1	1	Scene	Zone N° 2	Scene N° 2	Módulo DIMMER
4	Escena	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	CLOSE	Actuador de cortinas
4	Escena	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	CLOSE	Actuador de cortinas
4	Escena	1	5	Single channel control	Channel N° 1	OFF	RELÉ N° 1
4	Escena	1	5	Single channel control	Channel N° 2	OFF	RELÉ N° 2
4	Escena	1	5	Universal Switch	Switch 252	OFF	Sensor 12 en 1/presencia
4	Escena	1	5	Universal Switch	Switch 254	OFF	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tabla 67: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 5 (OFF)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
5	Escena	1	1	Scene	Zone N° 1	Scene N° 0	Módulo DIMMER
5	Escena	1	1	Scene	Zone N° 2	Scene N° 0	Módulo DIMMER
5	Escena	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	STOP	Actuador de cortinas
5	Escena	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	STOP	Actuador de cortinas

Fuente: Autor

Tabla 68: Configuraciones de salida en la tabla lógica vinculada N.º 6 (Delay 15 Seg)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
5	Escena	1	5	Universal Switch	Switch 252	ON	Sensor 12 en 1
5	Escena	1	5	Universal Switch	Switch 254	ON	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tablas lógicas configuradas la salida (tabla N°4, tabla N°5, tabla N°6)

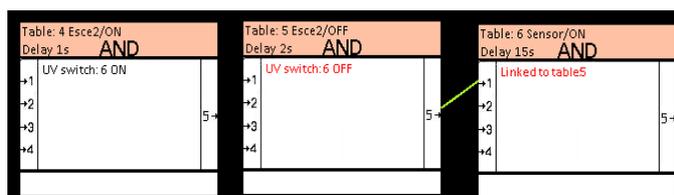


Figura 132: Tablas lógicas escena N°2

Fuente: Autor

Tabla 69: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 7 (ON)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
7	Escena	1	1	Single channel control	Channel N° 1	OFF	Módulo DIMMER
7	Escena	1	1	Single channel control	Channel N° 2	ON	Módulo DIMMER
7	Escena	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	CLOSE	Actuador de cortinas
7	Escena	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	CLOSE	Actuador de cortinas
7	Escena	1	5	Single channel control	Channel N° 1	OFF	RELÉ N° 1
7	Escena	1	5	Single channel control	Channel N° 2	ON	RELÉ N° 2
7	Escena	1	5	Universal Switch	Switch 252	OFF	Sensor 12 en 1/presencia
7	Escena	1	5	Universal Switch	Switch 254	OFF	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tabla 70: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 8 (OFF)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
8	Escena	1	1	Single channel control	Channel N° 1	OFF	Módulo DIMMER
8	Escena	1	1	Single channel control	Channel N° 2	OFF	Módulo DIMMER
8	Escena	1	5	Single channel control	Channel N° 1	OFF	RELÉ N° 1
8	Escena	1	5	Single channel control	Channel N° 2	OFF	RELÉ N° 2
8	Escena	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	STOP	Actuador de cortinas
8	Escena	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	STOP	Actuador de cortinas

Fuente: Autor

Tabla 71: Configuraciones de salida en la tabla lógica vinculada N.º 9 (Delay 15 Seg)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal	Estado	Equipo
9	Escena	1	5	Universal Switch	Switch 252	ON	Sensor 12 en 1/presencia
9	Escena	1	5	Universal Switch	Switch 254	ON	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tablas lógicas configuradas la salida (tabla N°7, tabla N°8, tabla N°9)

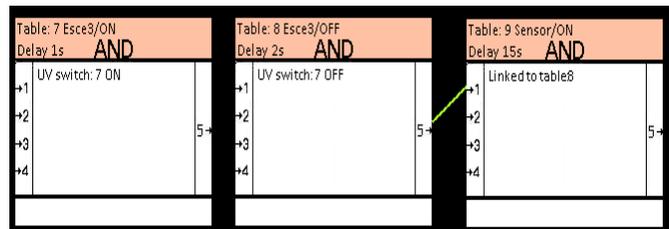


Figura 133: Tablas lógicas escena N°3

Fuente: Autor

Tabla 72: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 10 (ON)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
10	Escena	1	1	Single channel control	Channel N° 1	ON	Módulo DIMMER
10	Escena	1	1	Single channel control	Channel N° 2	OFF	Módulo DIMMER
10	Escena	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	CLOSE	Actuador de cortinas
10	Escena	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	CLOSE	Actuador de cortinas
10	Escena	1	5	Single channel control	Channel N° 1	ON	RELÉ N° 1
10	Escena	1	5	Single channel control	Channel N° 2	OFF	RELÉ N° 2
10	Escena	1	5	Universal Switch	Switch 252	OFF	Sensor 12 en 1
10	Escena	1	5	Universal Switch	Switch 254	OFF	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tabla 73: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 11 (OFF)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
11	Escena	1	1	Single channel control	Channel N° 1	OFF	Módulo DIMMER
11	Escena	1	1	Single channel control	Channel N° 2	OFF	Módulo DIMMER
11	Escena	1	5	Single channel control	Channel N° 1	OFF	RELÉ N° 1
11	Escena	1	5	Single channel control	Channel N° 2	OFF	RELÉ N° 2
11	Escena	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	STOP	Actuador de cortinas
11	Escena	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	STOP	Actuador de cortinas

Fuente: Autor

Tabla 74: Configuraciones de salida en la tabla lógica vinculada N.º 12 (Delay 10 Seg)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal	Estado	Equipo
12	Escena	1	5	Universal Switch	Switch 252	ON	Sensor 12 en 1/presencia
12	Escena	1	5	Universal Switch	Switch 254	ON	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tablas lógicas configuradas la salida (tabla N°10, tabla N°11, tabla N°12)

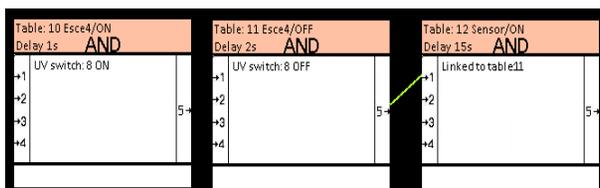


Figura 134: Tablas lógicas escena N°4
Fuente: Autor

Configuraciones de salida de cada tabla lógica en el grupo lógico denominado **CONTROL DE LUZ LED**.

Tabla 75: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 1 (ON lámparas LED)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
1	Control de luz LED	1	5	Single channel control	Channel N° 1	ON	RELÉ N° 1
1	Control de luz LED	1	5	Single channel control	Channel N° 1	ON	RELÉ N° 2
1	Control de luz LED	1	5	Universal Switch	Switch 252	OFF	Sensor 12 en 1/presencia
1	Control de luz LED	1	5	Universal Switch	Switch 254	OFF	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tabla 76: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 2 (OFF lámparas LED)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
2	Control de luz LED	1	5	Single channel control	Channel N° 1	OFF	RELÉ N° 1
2	Control de luz LED	1	5	Single channel control	Channel N° 2	OFF	RELÉ N° 2

Fuente: Autor

Tabla 77: Configuraciones de salida en la tabla lógica vinculada N.º 3 (sensor Delay 15 Seg)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal	Estado	Equipo
3	Control de luz LED	1	5	Universal Switch	Switch 252	ON	Sensor 12 en 1/presencia
3	Control de luz LED	1	5	Universal Switch	Switch 254	ON	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tablas lógicas configuradas la salida (tabla N°1, tabla N°2, tabla N°3)

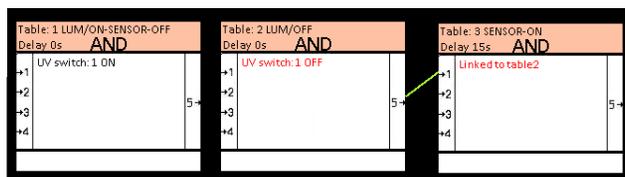


Figura 135: Tablas lógicas luminarias LED
Fuente: Autor

Tabla 78: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 4 (ON bombillas LED)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
4	Control de luz LED	1	1	Single channel control	Channel N° 1	ON	Módulo DIMMER
4	Control de luz LED	1	1	Single channel control	Channel N° 1	ON	Módulo DIMMER
4	Control de luz LED	1	5	Universal Switch	Switch 252	OFF	Sensor 12 en 1/presencia
4	Control de luz LED	1	5	Universal Switch	Switch 254	OFF	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tabla 79: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 5 (OFF bombillas LED)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
5	Control de luz LED	1	1	Single channel control	Channel N° 1	OFF	Módulo DIMMER
5	Control de luz LED	1	1	Single channel control	Channel N° 2	OFF	Módulo DIMMER

Fuente: Autor

Tabla 80: Configuraciones de salida en la tabla lógica vinculada N.º 6 (sensor Delay 15 Seg)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal	Estado	Equipo
6	Control de luz LED	1	5	Universal Switch	Switch 252	ON	Sensor 12 en 1/presencia
6	Control de luz LED	1	5	Universal Switch	Switch 254	ON	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tablas lógicas configuradas la salida (tabla N°4, tabla N°5, tabla N°6)

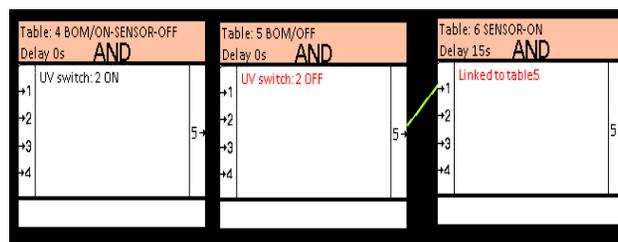


Figura 136: Tablas lógicas bombillas LED

Fuente: Autor

Configuraciones de salida de cada tabla lógica en el grupo lógico denominado **CONTROL CORTINAS**.

Tabla 81: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 1 (OPEN persianas)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
1	Control cortinas	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	OPEN	Actuador de cortinas
1	Control cortinas	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	OPEN	Actuador de cortinas
1	Control cortinas	1	5	Universal Switch	Switch 252	OFF	Sensor 12 en 1/presencia
1	Control cortinas	1	5	Universal Switch	Switch 254	OFF	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tabla 82: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 2 (STOP persianas)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
2	Control cortinas	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	STOP	Actuador de cortinas
2	Control cortinas	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	STOP	Actuador de cortinas

Fuente: Autor

Tabla 83: Configuraciones de salida en la tabla lógica vinculada N.º 3 (sensor Delay 15 Seg)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal	Estado	Equipo
3	Control cortinas	1	5	Universal Switch	Switch 252	ON	Sensor 12 en 1/presencia
3	Control cortinas	1	5	Universal Switch	Switch 254	ON	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tablas lógicas configuradas la salida (tabla N°1, tabla N°2, tabla N°3)

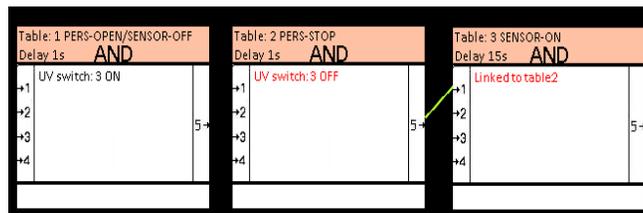


Figura 137: Tablas lógicas de control OPEN persianas

Fuente: Autor

Tabla 84: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 4 (CLOSE persianas)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
4	Control cortinas	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	CLOSE	Actuador de cortinas
4	Control cortinas	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	CLOSE	Actuador de cortinas
4	Control cortinas	1	5	Universal Switch	Switch 252	OFF	Sensor 12 en 1/presencia
4	Control cortinas	1	5	Universal Switch	Switch 254	OFF	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tabla 85: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 6 (OFF)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
6	Control cortinas	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	STOP	Actuador de cortinas
6	Control cortinas	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	STOP	Actuador de cortinas

Fuente: Autor

Tabla 86: Configuraciones de salida en la tabla lógica vinculada N.º 5 (persiana Delay 10 Seg)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
5	Control cortinas	1	5	Universal Switch	Switch 252	ON	Sensor 12 en 1/presencia
5	Control cortinas	1	5	Universal Switch	Switch 254	ON	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tablas lógicas configuradas la salida (tabla N°4, tabla N°6, tabla N°5)

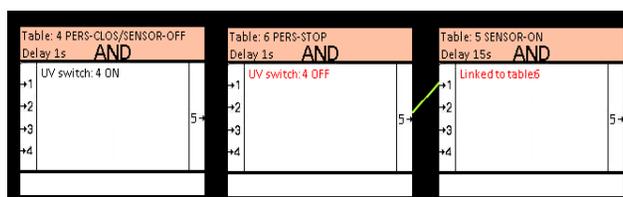


Figura 138: Tablas lógicas de control CLOSÉ persianas

Fuente: Autor

Configuraciones de salida de cada tabla lógica en el grupo lógico denominado **SENSOR**.

Tabla 87: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 1 (Sensor PRES+LUX)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
1	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	CLOSE	Actuador de cortinas
1	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	CLOSE	Actuador de cortinas
1	Sensor	1	1	Scene	Zone N° 1	Scene N° 3	Módulo DIMMER
1	Sensor	1	1	Scene	Zone N° 2	Scene N° 3	Módulo DIMMER

Fuente: Autor

Tabla 88: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 2 (Sensor STOP)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
2	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	STOP	Actuador de cortinas
2	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	STOP	Actuador de cortinas
2	Sensor	1	1	Scene	Zone N° 1	Scene N° 0	Módulo DIMMER
2	Sensor	1	1	Scene	Zone N° 2	Scene N° 0	Módulo DIMMER

Fuente: Autor

Tablas lógicas configuradas la salida (tabla N°1, tabla N°2)

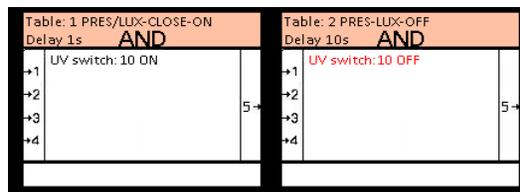


Figura 139: Tablas lógicas de control del sensor CLOSE
Fuente: Autor

Tabla 89: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 3 (Sensor PRES+LUX)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
3	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	OPEN	Actuador de cortinas
3	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	OPEN	Actuador de cortinas
3	Sensor	1	1	Single channel control	Channel N° 1	OFF	Módulo DIMMER
3	Sensor	1	1	Single channel control	Channel N° 2	OFF	Módulo DIMMER
3	Sensor	1	5	Single channel control	Channel N° 1	OFF	RELÉ N° 1
3	Sensor	1	5	Single channel control	Channel N° 2	OFF	RELÉ N° 2

Fuente: Autor

Tabla 90: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 4 (Sensor STOP)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
4	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	CLOSE	Actuador de cortinas
4	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	CLOSE	Actuador de cortinas
4	Sensor	1	1	Single channel control	Channel N° 1	OFF	Módulo DIMMER
4	Sensor	1	1	Single channel control	Channel N° 2	OFF	Módulo DIMMER
4	Sensor	1	5	Single channel control	Channel N° 1	OFF	RELÉ N° 1
4	Sensor	1	5	Single channel control	Channel N° 2	OFF	RELÉ N° 2

Fuente: Autor

Tablas lógicas configuradas la salida (tabla N°3, tabla N°4)

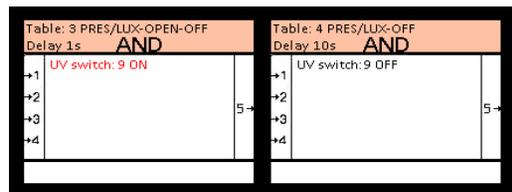


Figura 140: Tablas lógicas de control del sensor OPEN/CLOSE

Fuente: Autor

Tabla 91: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 5 (Sensor PRES/LUX/OPEN)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
5	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	OPEN	Actuador de cortinas
5	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	OPEN	Actuador de cortinas
5	Sensor	1	1	Single channel control	Channel N° 1	OFF	Módulo DIMMER
5	Sensor	1	1	Single channel control	Channel N° 2	OFF	Módulo DIMMER
5	Sensor	1	5	Single channel control	Channel N° 1	OFF	RELÉ N° 1
5	Sensor	1	5	Single channel control	Channel N° 2	OFF	RELÉ N° 2

Fuente: Autor

Tabla 92: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 7 (Sensor DELAY)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
7	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	STOP	Actuador de cortinas
7	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	STOP	Actuador de cortinas
7	Sensor	1	1	Single channel control	Channel N° 1	OFF	Módulo DIMMER
7	Sensor	1	1	Single channel control	Channel N° 2	OFF	Módulo DIMMER
7	Sensor	1	5	Single channel control	Channel N° 1	OFF	RELÉ N° 1
7	Sensor	1	5	Single channel control	Channel N° 2	OFF	RELÉ N° 2

Fuente: Autor

Tablas lógicas configuradas la salida (tabla N°5, tabla N°7)

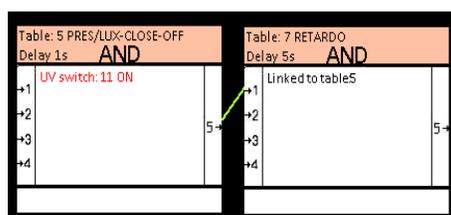


Figura 141: Tablas lógicas de control del sensor OPEN/DELAY

Fuente: Autor

Tabla 93: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 6 (Sensor PRES/LUX/CLOSE)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
6	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	CLOSE	Actuador de cortinas
6	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	CLOSE	Actuador de cortinas
6	Sensor	1	1	Single channel control	Channel N° 1	OFF	Módulo DIMMER
6	Sensor	1	1	Single channel control	Channel N° 2	OFF	Módulo DIMMER
6	Sensor	1	5	Single channel control	Channel N° 1	OFF	RELÉ N° 1
6	Sensor	1	5	Single channel control	Channel N° 2	OFF	RELÉ N° 2

Fuente: Autor

Tabla 94: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 8 (Sensor DELAY)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
8	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	STOP	Actuador de cortinas
8	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	STOP	Actuador de cortinas
8	Sensor	1	1	Single channel control	Channel N° 1	OFF	Módulo DIMMER
8	Sensor	1	1	Single channel control	Channel N° 2	OFF	Módulo DIMMER
8	Sensor	1	5	Single channel control	Channel N° 1	OFF	RELÉ N° 1
8	Sensor	1	5	Single channel control	Channel N° 2	OFF	RELÉ N° 2

Fuente: Autor

Tablas lógicas configuradas la salida (tabla N°6, tabla N°8)

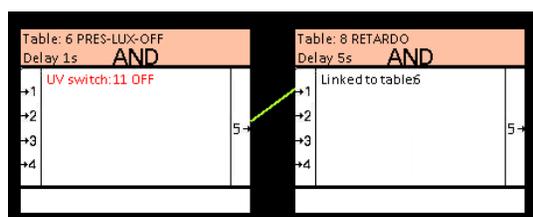


Figura 142: Tablas lógicas de control del sensor CLOSE/DELAY

Fuente: Autor

Tabla 95: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 9 (Sensor OFF)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
9	Sensor	1	5	Universal Switch	Switch 252	OFF	Sensor 12 en 1/presencia
9	Sensor	1	5	Universal Switch	Switch 254	OFF	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tabla 96: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 10 (Sensor ON)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
10	Sensor	1	5	Universal Switch	Switch 252	ON	Sensor 12 en 1/presencia
10	Sensor	1	5	Universal Switch	Switch 254	ON	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tablas lógicas configuradas la salida (tabla N°9, tabla N°10)

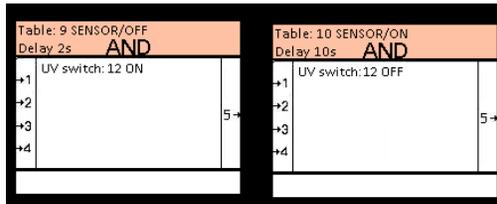


Figura 143: Tablas lógicas de control del horario ON
Fuente: Autor

Tabla 97: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 11 (Horario 21:30 p.m. OFF)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
11	Sensor	1	5	Universal Switch	Switch 252	OFF	Sensor 12 en 1/presencia
11	Sensor	1	5	Universal Switch	Switch 254	OFF	Sensor 12 en 1/lux
11	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 1	CLOSE	Actuador de cortinas
11	Sensor	1	3	Curtain Switch	Curtain N° 2	CLOSE	Actuador de cortinas
11	Sensor	1	1	Single channel control	Channel N° 1	OFF	Módulo DIMMER
11	Sensor	1	1	Single channel control	Channel N° 2	OFF	Módulo DIMMER
11	Sensor	1	5	Single channel control	Channel N° 1	OFF	RELÉ N° 1
11	Sensor	1	5	Single channel control	Channel N° 2	OFF	RELÉ N° 2
11	Sensor	1	1	Single channel control	Channel N° 1	OFF	Módulo DIMMER
11	Sensor	1	2	Panel control	LCD backlight status	OFF	Botonera DLP

Fuente: Autor

Tabla 98: Configuraciones de salida en la tabla lógica N.º 12 (Horario 6:00 a.m. ON)

Tabla	Grupo lógico	Subnet ID	Device ID	Type	Canal/Zona	Estado	Equipo
12	Sensor	1	5	Universal Switch	Switch 252	ON	Sensor 12 en 1/presencia
12	Sensor	1	5	Universal Switch	Switch 254	ON	Sensor 12 en 1/lux

Fuente: Autor

Tablas lógicas configuradas la salida (tabla N°9, tabla N°10)

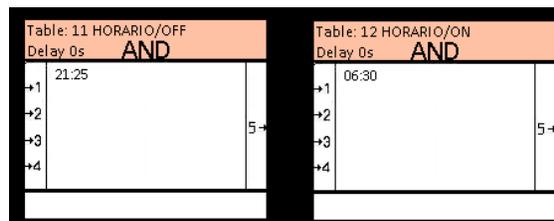


Figura 144: Tablas lógicas de control del horario ON
Fuente: Autor

Anexo D:

Programación y manual de usuario del aplicativo i-Life de HDL Buspro

El aplicativo i-Life es una interfaz de usuario desarrollada por la empresa HDL AUTOMATION para dispositivos HDL Buspro, el cual es una aplicación avanzada de automatización con acceso a control remoto desde la oficina, aula de clase, etc., que permite usar teléfonos celulares y tabletas con sistema operativo IOS o Android como interfaz de usuario para monitorear equipos de HDL Buspro.

Procedemos a accionar el ejecutable i-Life, dando clic derecho al icono, seguidamente clic a ejecutar como administrador y aceptar todos los permisos.

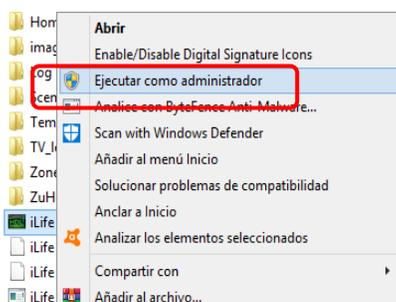


Figura 145: Abrir ejecutable i-Life
Fuente: Autor

Aparece una nueva ventana para crear el nuevo proyecto, el cual es denominado aplicativo para el laboratorio de automatización y por último clic en **Create New Project**.



Figura 146: Crear nuevo proyecto en i-Life
Fuente: Autor

Una vez creado el nuevo proyecto, se procede a crear las habitaciones y los dispositivos que se accionaran.

Se crea un cuarto de estudio denominado laboratorio de automatización.

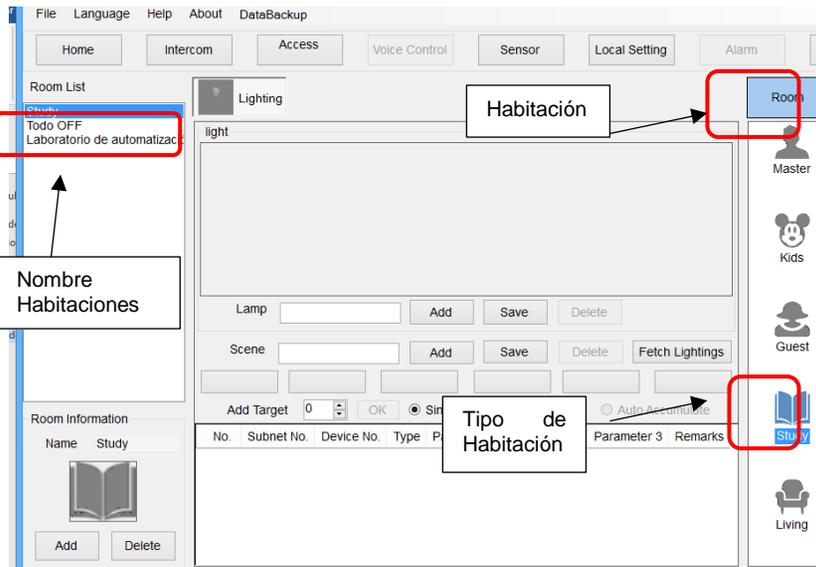


Figura 147: Cuarto del laboratorio de automatización
Fuente: Autor

Se añade dispositivos al cuarto los cuales son: Lighting, Scene, Curtain, para el control remoto de los equipos con el artefacto móvil.

1. **Lighting:** Control de las luminarias LED.
2. **Scene:** Control de escenas.
3. **Curtain:** Control de cortinas.

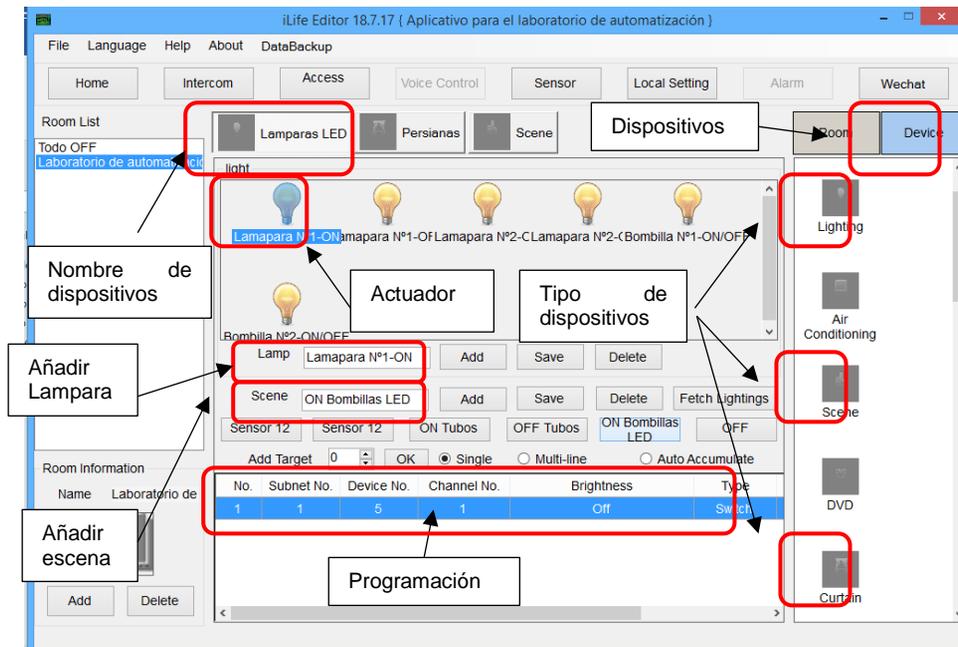


Figura 148: Añadir dispositivos iluminación
Fuente: Autor

En el recuadro **Lámparas LED**, se direcciona a la pestaña **Lamp**, en donde se cambia el nombre (Lampara N°1) y se procede a dar clic en **add** para crear el dispositivo, seguidamente se procede a cambiar la Subnet ID y el Device ID.

Tabla 99: Programación de dispositivos en i-Life en iluminación

Nombre	Lamp / Scene	Subnet ID	Device ID	Type	Channel N°	Param2
Lampara N°1	Lamp	1	5	Switch	1	OFF
Lampara N°1	Lamp	1	5	Switch	1	ON
Lampara N°2	Lamp	1	5	Switch	2	OFF
Lampara N°2	Lamp	1	5	Switch	2	ON
Bombilla N°1	Lamp	1	1	Dimming	1	0
Bombilla N°2	Lamp	1	1	Dimming	2	0
Sensor 12 en 1	Scene	1	4	Universal Switch	12	ON
Sensor 12 en 1	Scene	1	4	Universal Switch	12	OFF
ON Tubos LED	Scene	1	4	Universal Switch	1	ON
ON Tubos LED	Scene	1	4	Universal Switch	1	OFF
ON Bombillas LED	Scene	1	4	Universal Switch	2	ON
ON Bombillas LED	Scene	1	4	Universal Switch	2	OFF

Fuente: Autor

En el recuadro **Persianas**, se direcciona a la pestaña **Name**, en donde se cambia el nombre (Persiana N°1) y se procede a dar clic en **add** para crear el dispositivo, seguidamente se procede a cambiar la Subnet ID y el Device ID.

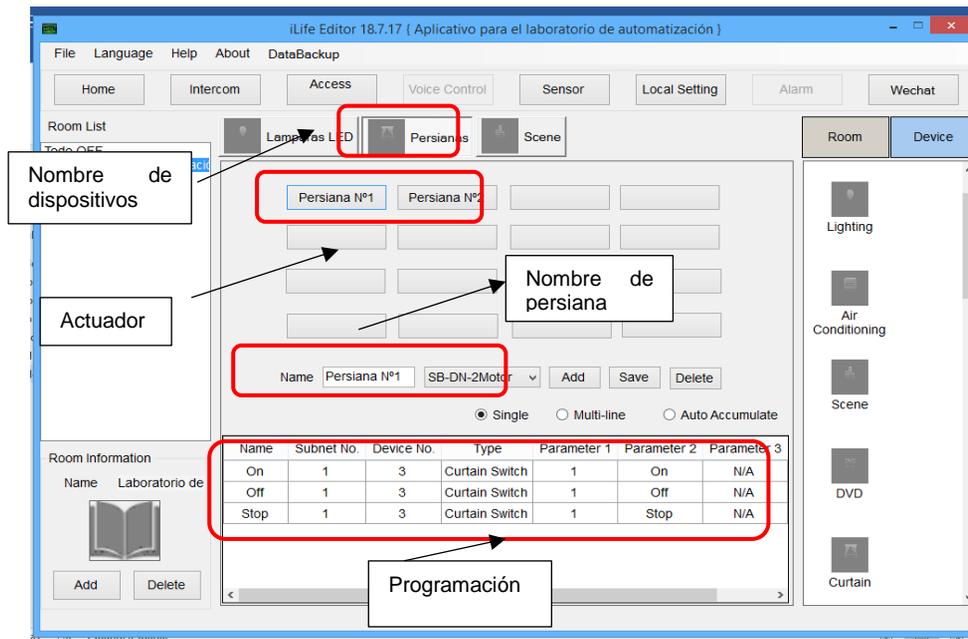


Figura 149: Añadir dispositivos de persianas
Fuente: Autor

Tabla 100: Programación de dispositivos i-Life control de persianas

Nombre	Name	Subnet ID	Device ID	Type	Channel Nº	Param2
Persiana N°1	ON	1	3	Curtain Switch	1	ON
Persiana N°1	OFF	1	3	Curtain Switch	1	OFF
Persiana N°1	STOP	1	3	Curtain Switch	1	STOP
Persiana N°2	Lamp	1	3	Curtain Switch	2	ON
Persiana N°2	Lamp	1	3	Curtain Switch	2	OFF
Persiana N°2	Lamp	1	3	Curtain Switch	2	STOP

Fuente: Autor

En el recuadro **Escenas**, se direcciona a la pestaña **Name**, en donde se cambia el nombre (Escena N°1-ON) y se procede a dar clic en **add** para crear el dispositivo, seguidamente se procede a cambiar la Subnet ID y el Device ID.

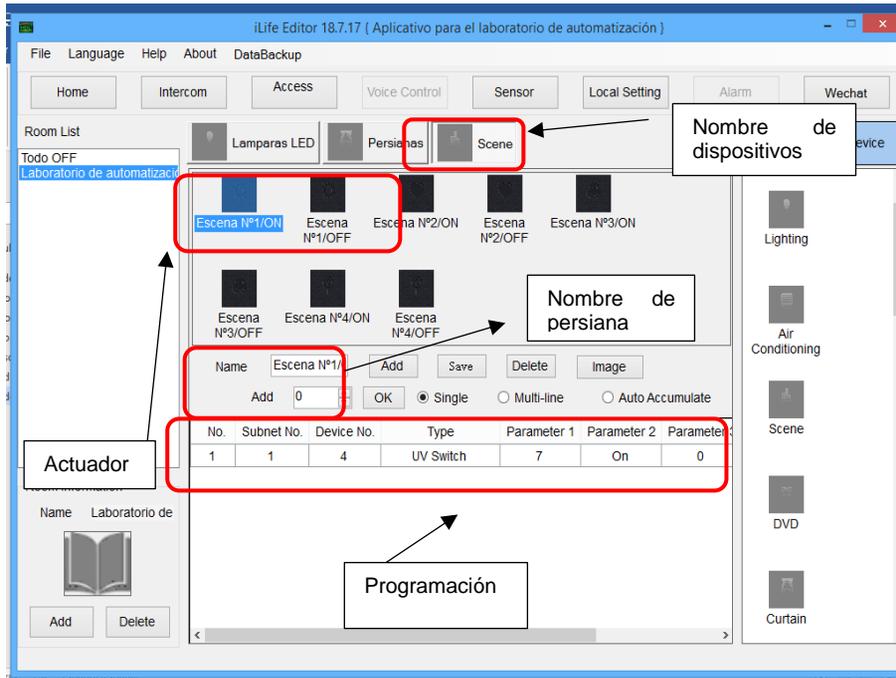


Figura 150: Añadir dispositivos para escenas

Fuente: Autor

Tabla 101: Programación de dispositivos i-Life escenas

Nombre	Lamp / Scene	Subnet ID	Device ID	Type	Channel Nº	Param2
Escena Nº1/ON	Scene	1	4	Universal Switch	5	ON
Escena Nº1/OFF	Scene	1	4	Universal Switch	5	OFF
Escena Nº2/ON	Scene	1	4	Universal Switch	6	ON
Escena Nº2/OFF	Scene	1	4	Universal Switch	6	OFF
Escena Nº3/ON	Scene	1	4	Universal Switch	7	ON
Escena Nº3/OFF	Scene	1	4	Universal Switch	7	OFF
Escena Nº4/ON	Scene	1	4	Universal Switch	8	ON
Escena Nº4/OFF	Scene	1	4	Universal Switch	8	OFF

Fuente: Autor

En la habitación **TODO OFF** en el recuadro **Apagado general**, se direcciona a la pestaña **Name**, en donde se cambia el nombre (ALL OFF) y se procede a dar clic en **add** para crear el dispositivo, seguidamente se procede a cambiar la Subnet ID y el Device ID.

Luego se dirige a la parte superior izquierda de la ventana del programa i-Life editor, para proceder a exportar los cambios realizados al aplicativo, dando clic en la ventana **File** y enseguida elegir la opción **Upload File**.

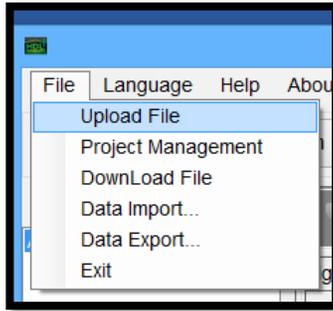


Figura 151: Subir archivo i-Life en móvil
Fuente: Autor

Aparece una ventana donde se debe escoger el tipo de sistema operativo del dispositivo móvil ya sea IOS o Android.

Para ver la dirección IP del del dispositivo móvil asignado por el router, se dirige a la parte superior derecha del dispositivo móvil, en la parte de configuración se mira la **IP address**.

Se coloca la dirección IP del dispositivo móvil en el sitio **ftp://** y se da clic en el icono **upload** para subir el archivo.

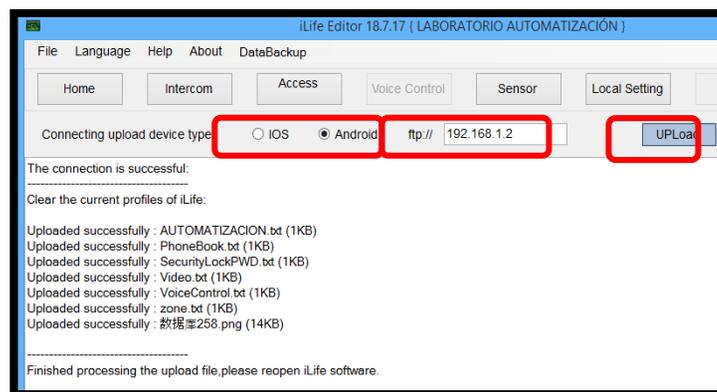


Figura 152: Cargar programación en dispositivo móvil
Fuente: Autor

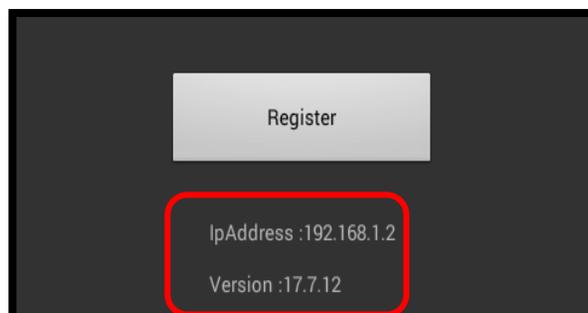


Figura 153: IP dispositivo móvil
Fuente: Autor

Una vez que cargada la programación y que sea todo un éxito, se procede a cerrar el aplicativo del móvil y se vuelve abrir para incorporar todos los dispositivos.

Se abre el aplicativo y se comienza a probar.



Figura 154: Página principal del aplicativo
Fuente: Autor

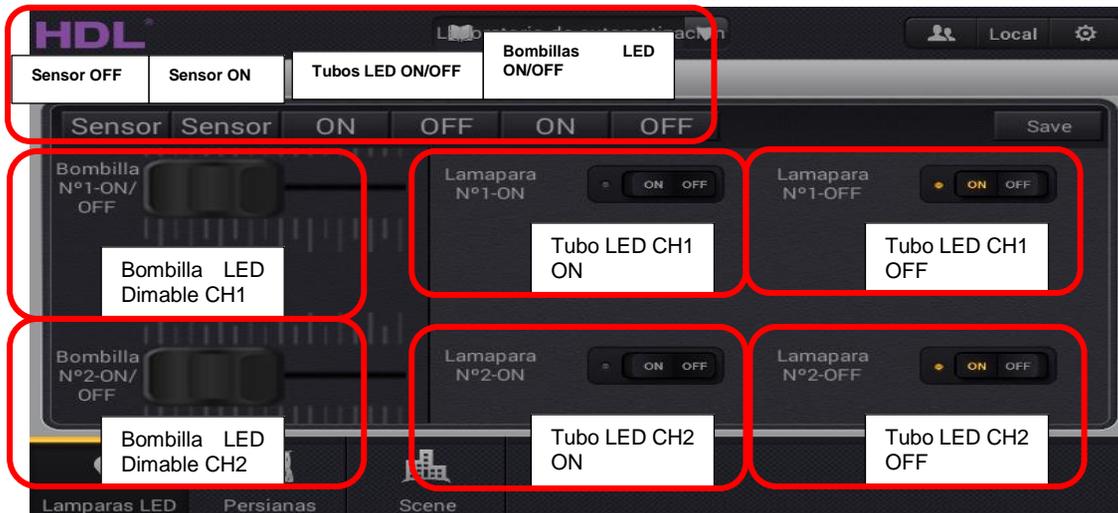


Figura 155: Aplicativo para control de iluminación
Fuente: Autor



Figura 156: Aplicativo control de persianas
Fuente: Autor

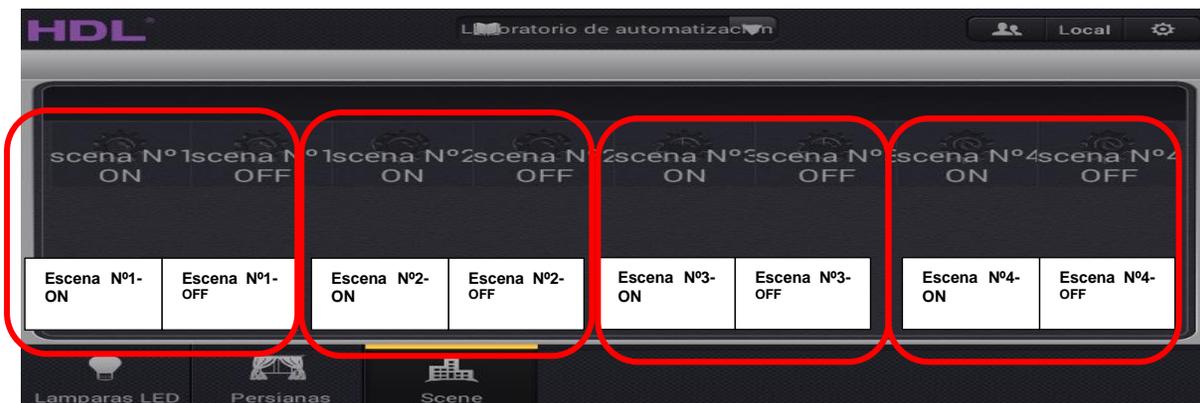


Figura 157: Aplicativo control de escenas
Fuente: Autor



Figura 158: Cambio de habitación a todo OFF
Fuente: Autor



Figura 159: Escena todo apagado
Fuente: Autor

Anexo E:

Manual de mantenimiento de los equipos HDL Buspro

Tabla 102: Manual de mantenimiento de equipos HDL Buspro.

N.º	Manual de mantenimiento de equipos HDL Buspro
	Botonera DLP
1	Si la botonera DLP, no funciona revisar el cable Buspro de la interfaz que esté haciendo conexión correcta.
2	En caso de que la botonera DLP entre en contacto con líquidos, desconectar el equipo y dejarlo secar al aire libre durante un día, para no provocar cortocircuito.
3	Limpiar semanalmente la pantalla LCD, con paño de microfibra para eliminar manchas y rayones
4	Si la botonera DLP se desconfigura, dirigirse al anexo B y C, para programar nuevamente.
	Sensor 12 en 1
5	Si el sensor se recalienta, desconectar del sistema por un tiempo prolongado hasta que se enfríe.
6	Realizar una limpieza mensual, para evitar la acumulación de polvo.
7	Si el sensor 12 en 1 se encuentra cerca de fuentes de calor, moverlo a otro sector.
8	Si el voltaje que llega al sensor no es el adecuado, desconectar la fuente de alimentación y revise las conexiones para evitar un daño más grande.
9	Si el sensor 12 en 1 se desconfigura, dirigirse al anexo B y C, para programarlo nuevamente.
	Fuente de voltaje AC/DC
10	Realizar mantenimiento preventivo, limpiando carcasa con un paño limpio para evitar el polvo, así como también los conductores y conectores.
11	Realizar un programa de mantenimiento preventivo, para medir corrientes y voltajes en la fuente.
12	Si los dispositivos HDL Buspro aumentan, se debe conectar otra fuente de alimentación.
	Módulo lógico programador
13	En caso de desconexión de equipo, revisar la programación dirigiéndose al anexo B y C para poner la marcha nuevamente.
14	Si el programador lógico no conecta, presionar el botón programador para regresar a la configuración de fábrica.
15	Si el módulo lógico no es reconocido por el sistema, desconectar del bus de datos por un momento.
	Módulo de conexión IP
16	Cuando no exista conexión entre el módulo IP y el ordenador, presionar el botón programador para que regrese a la configuración de fábrica.
17	En caso de que el módulo IP, se desconfigure dirigirse al anexo B y C para programarlo nuevamente.
	Módulo DIMMER
18	Si una escena no funciona, realiza nuevamente la programación como dice en el anexo B y C
19	Si alguna zona de iluminación no está funcionando, revisar el cableado y las bombillas por si necesita un cambio.
20	Revisar continuidad entre conductores.
21	Cambiar el conductor si esta desgastado para que no existas cortocircuito.
22	Siempre colocar bombillas LED dimerizables.
22	Si el módulo Dimmer se desconfigura, dirigirse al anexo b y c, para programarlo nuevamente.
23	Antes de cualquier conexión revisar el datasheet del dispositivo en el capítulo 2 de la tesis.

Fuente: Autor

Tabla 103: Manual de mantenimiento de equipos HDL Buspro.

Módulo actuador de cortinas	
22	Si las cortinas no funcionan, revisar el conexionado desde el gabinete hasta el motor de persianas.
23	Revisar los acoples de los motores tubulares, puede estar desgastados.
24	Si el módulo se desconfigura, dirigirse al anexo B y C para programarlo nuevamente.
25	Revisar el datasheet del dispositivo en el Capítulo 2 de la tesis.
26	Si el actuador no conecta, presionar el botón de programación para restables los valores a fabrica.
27	Para todo el equipo HDL Buspro, se necesita realizar un programa de mantenimiento preventivo para un funcionamiento de larga duración
28	En caso de daños graves llamar a un técnico especializado al número (593-2) 5128285 / 3477031.

Fuente: Autor

Cronograma de mantenimiento

Descripción de la tarea	Semanal	Mensual	Trimestral	Anual
Comprobar el estado de los equipos		x		
Limpieza general de los equipos	x			
Ajuste de tornillos		x		
Revisar continuidad del bus de datos		x		
Limpieza de botonera	x			
Mantenimiento predictivo de los equipos			x	
Revisar programación			x	
Revisar voltaje suministrados al módulo DIMMER		x		
Revisar acople de motor tubular de cortinas		x		
Revisión del conexionado del motor de cortinas		x		
Actualizar software HDL Buspro 2				x

Fuente: Autor

Anexo F:

Manual de uso de los equipos HDL Buspro

- 1.- Verificar que el gabinete esté limpio, sin rastros de polvo.
- 2.- Si existe polvo limpiar con un paño de microfibra, teniendo cuidado de no dañar las conexiones y los equipos HDL Buspro.
- 3.- Encender el breaker del gabinete.



Figura 160: Breaker del gabinete
Fuente: Autor

- 4.- Si no enciende revisar el breaker principal de la caja de distribución ubicado en el lado posterior del laboratorio de automatización.
- 5.- Comprobar con el multímetro el voltaje adecuado de 110V.
- 6.- Revisar continuidad entre la fuente de alimentación HDL Buspro y el breaker del gabinete.
- 7.- Comprobar el conexionado del bus de datos de los equipos HDL Buspro.
- 8.- Se enciende un LED de color verde en la fuente de alimentación, como señal de que todo el sistema está funcionando correctamente.
- 9.- Si se enciende un LED de color rojo, significa que el bus de datos no está conectado de manera adecuada, en ese caso regresar al paso número 4.



Figura 161: Botones físicos del módulo DIMMER
Fuente: Autor

- 10.- Revisar el voltaje suministrado al módulo DIMMER.
- 11.- Presionar los botones del DIMMER para comprobar si las bombillas LED no tienen ningún desperfecto.
- 12.- Si no enciende las bombillas LED de la zona delantera o posterior del laboratorio, revisar el cableado desde las bombillas hasta el módulo DIMMER.
- 13.- Comprobar que las punteras que llegan al módulo DIMMER estén haciendo el contacto apropiado.
- 14.- Si las punteras no hacen contacto, atornille la puntera, el par de apriete no debe exceder de 0.1 Nm.
- 15.- Si alguna de las bombillas no enciende, revisar las boquillas y las bombillas, si existe falla que no tiene solución, reemplazar por una nueva.



Figura 162: Botones físicos del módulo actuador de cortinas.
Fuente: Autor

16.- Verificar que el motor de cada una de las persianas se encuentre conectado correctamente, caso contrario revisar los diagramas de conexión y conectar nuevamente.

17.- Comprobar que exista continuidad entre los motores de las persianas y el módulo actuador de cortinas.

18.- Revisar los terminales de conexión de manera que ninguno se encuentre flojo o desconectado.

19.- Si los motores tubulares no funcionan, verificar si el acople de cada tubo este en buen estado.

20.- Si el acople se encuentra dañado, comprar nuevo e instalar.

21.- Presionar los botones del módulo actuador de cortinas para comprobar si las cortinas suben y bajan.

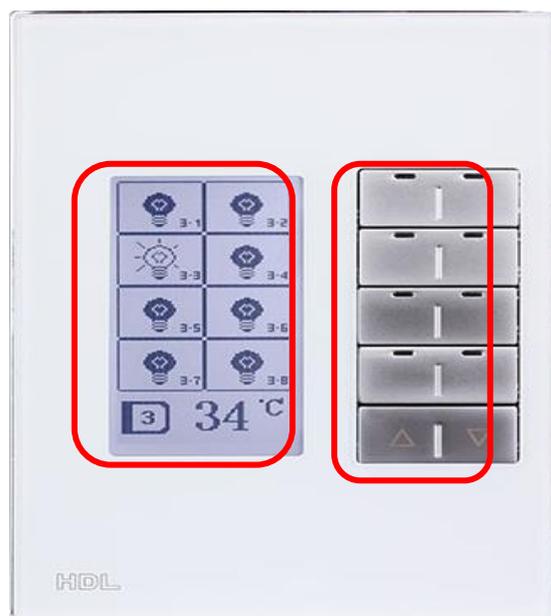


Figura 163: Botones físicos de botonera HDL Buspro
Fuente: Autor

22.- Limpiar la botonera con paño de microfibra para evitar rayones en la pantalla.

23.- Verificar que el cable UTP, no esté roto o desconectado al bus de datos.

24.- Por ningún motivo presionar la pantalla LCD de la botonera HDL.

25.- Tener cuidado de no presionar con demasiada fuerza los botones, para prevenir daños futuros.

26.- Si algún botón está deteriorado, llamar a un técnico especializado al número (593-2) 5128285 / 3477031 para analizar la magnitud del daño del equipo.

27.- Comprobar que cada botón esté funcionando de acuerdo con la programación ya establecida caso contrario dirigirse al Anexo A y B para reestablecer la programación conectando el cable Ethernet al módulo IP.



Figura 164: Conexión física del módulo IP

28.- Conectar el módulo IP al ordenador para comenzar la revisión de la programación si existe algún daño.

29.- Una vez revisados todos los parámetros antes mencionados, poner en marcha el funcionamiento de los equipos HDL Buspro.

Anexo G:

Registro fotográfico de instalación del sistema de iluminación y control de persianas



Figura 165: Instalación de persiana
Fuente: Autor

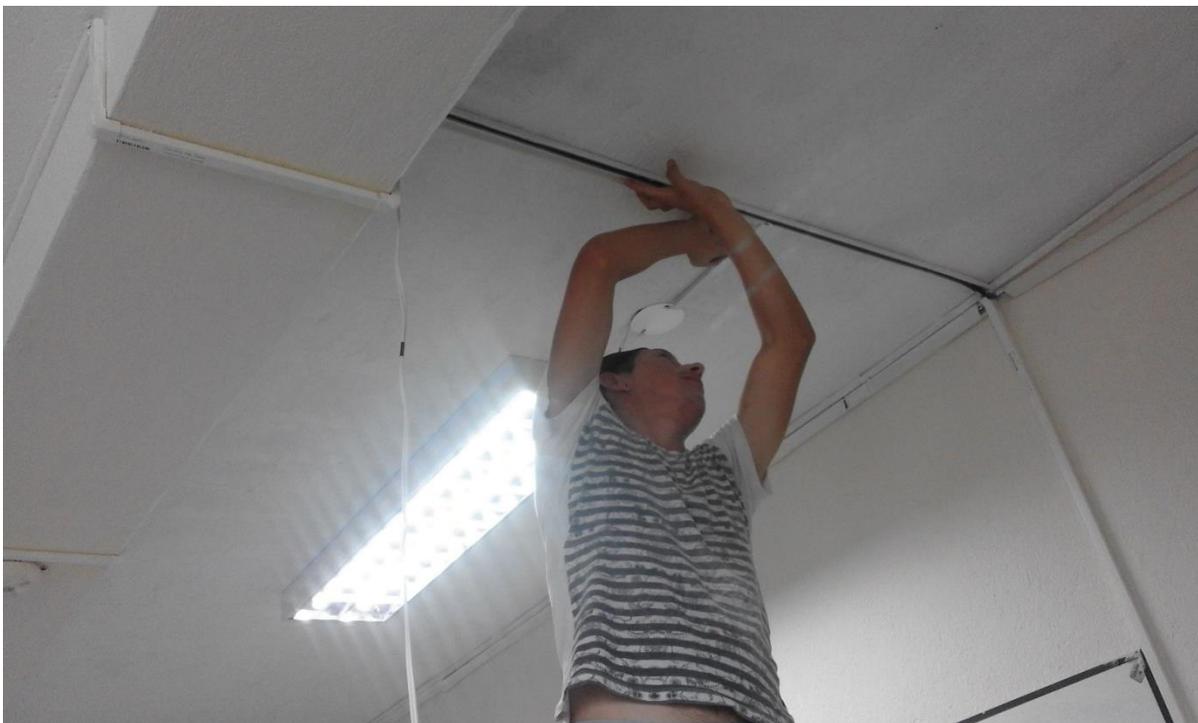


Figura 166: Instalación de cableado para bombillas LED
Fuente: Autor

