

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

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

Proyecto de tesis previo a la obtención
del título de Ingeniero Electrónico.

Autores:

Pedro Geovanny Piña López

Juan Diego Maurat Huaraca

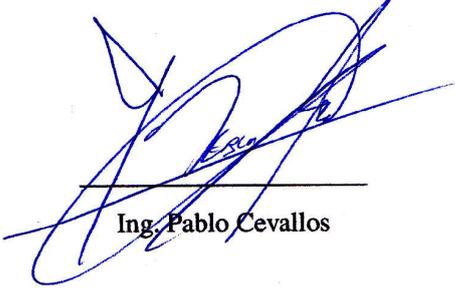
Director:

Ing. Pablo Cevallos

Cuenca - Ecuador

2013

Yo Ing. PABLO CEVALLOS, certifico haber dirigido y revisado prolijamente cada uno de los capítulos de la tesis titulada 'ESTUDIO Y DISEÑO DEL SISTEMA DOMOTICO 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', realizada por los señores PEDRO GEOVANNY PIÑA LOPEZ y JUAN DIEGO MAURAT HUARACA, y por lo tanto autorizo su presentación.

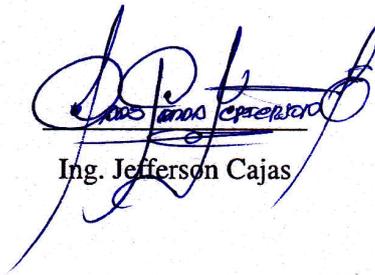


Ing. Pablo Cevallos

Charasol, 27 de febrero de 2013

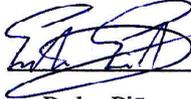
CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. Jefferson Cajas, propietario de la vivienda ubicada en la urbanización Gomez Arreaga, parroquia Charasol, de la ciudad de Azogues, certifico que los señores ***Pedro Geovanny Piña López*** y ***Juan Diego Maurat Huaraca***, cumplieron en su totalidad con la automatización de la iluminación, en la planta baja y el subsuelo de esta vivienda.



Ing. Jefferson Cajas

Los conceptos desarrollados, análisis y conclusiones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores y autorizamos a la Universidad Politécnica Salesiana, el uso de la misma con fines académicos.



Pedro Piña



Diego Maurat

AGRADECIMIENTO

Al Ing. Adrián Ortega, gerente propietario de la empresa SODEL S.A., quien nos brindó su ayuda para que este proyecto sea posible y al Ing. Pablo Cevallos director de tesis, quien colaboró en el desarrollo del presente trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos, quienes constantemente me motivaron a seguir adelante con su apoyo permanente e incondicional.

Pedro

A mis padres y hermanos por ser mi más grande ejemplo de decencia, honradez y esfuerzo. A mis amigos por brindarme su consideración y amistad en todas las etapas de mi vida.

Diego

Índice general

Índice de figuras	VII
Índice de cuadros	XIII
CAPÍTULO 1	1
1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS	1
1.1. Introducción a la Domótica.	1
1.1.1. Componentes básicos	3
1.1.1.1. Sensor	3
1.1.1.2. Actuador	3
1.1.1.3. Controlador	3
1.2. Arquitectura Domótica	4
1.2.1. Arquitectura centralizada	4
1.2.2. Arquitectura distribuida.	5
1.2.3. Arquitectura descentralizada	5
1.3. Topologías	5
1.3.1. Topología en estrella	6
1.3.2. Topología en anillo	6
1.3.3. Topología en bus.	7

1.4.	Protocolo de comunicación	7
1.4.1.	Libre	7
1.4.2.	Propietario	8
1.5.	Organismos de normalización	8
1.5.1.	ISO	8
1.5.2.	ITU	8
1.5.3.	CELENEC	9
1.5.4.	ETSI	9
1.6.	Sistema HDL Smart Bus.	9
1.6.1.	Historia	11
1.6.2.	Arquitectura	14
1.6.3.	Topología	16
1.6.4.	Protocolo	16
1.6.4.1.	Características del protocolo	17
1.6.4.2.	Protocolo RS-485	17
1.6.4.3.	Protocolo RS-232	19
1.6.5.	Periféricos en HDL	22
1.6.5.1.	Fuente de poder	22
1.6.5.2.	IP Switch Board (Bridge)	23
1.6.5.3.	Dimmer	24
1.6.5.4.	Módulo Relé	25
1.6.5.5.	Dry Contact	26
1.6.5.6.	Sensor 8 en 1	27
1.6.5.7.	DLP - Panel LCD Multifunción	28

1.6.5.8.	Control remoto infrarrojo	29
1.7.	Análisis comparativo frente a otras tecnologías	30
1.7.1.	Sistema Konnex.	30
1.7.2.	Sistema Lonworks	31
1.7.3.	Sistema My Home	31
1.7.4.	Comparación técnica	32
1.7.4.1.	Arquitectura de red	32
1.7.4.2.	Topología de red	32
1.7.4.3.	Velocidad de transmisión	32
1.7.4.4.	Longitud del cable	33
1.7.4.5.	Cantidad de elementos	33
1.7.5.	Comparación económica	34
CAPÍTULO 2		35
2. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA TECNOLOGÍA HDL SMART BUS		36
2.1.	Pruebas de rendimiento	36
2.1.1.	Pruebas con el Módulo Dimmer	38
2.1.1.1.	Cargas resistivas	38
2.1.1.2.	Carga con lámparas CFL	39
2.1.1.3.	Carga con diodos tipo LED	41
2.1.1.4.	Carga inductiva	41
2.1.2.	Pruebas con el Módulo Relé	42
2.1.3.	Pruebas con el bus de datos	43
2.1.3.1.	Ruido en el bus de datos	43

2.2.	Programación de equipos.	45
2.2.1.	Software HDL SMART BUS.	45
2.2.1.1.	Configuración IP	45
2.2.1.2.	Búsqueda de equipos on-line.	47
2.2.2.	Programación de escenas (ejemplo)	48
CAPÍTULO 3		54
3. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN		54
3.1.	Diseño de la red eléctrica de iluminación.	56
3.1.1.	Patio posterior	57
3.1.2.	Pérgola	57
3.1.3.	Teatro en casa	58
3.1.4.	Patio estar	59
3.1.5.	Pileta	59
3.1.6.	Comedor	60
3.1.7.	Cocina	60
3.1.8.	Desayunador	61
3.1.9.	Sala	62
3.1.10.	Garaje y entrada principal	62
3.1.11.	Patio frontal (jardín)	63
3.1.12.	Baño	64
3.1.13.	Pasillo inicial	65
3.1.14.	Pasillo final	65
3.1.15.	Pasillo interno hacia el subsuelo	66

3.1.16.	Pasillo externo hacia el subsuelo	67
3.1.17.	Sala de juegos (Subsuelo)	67
3.1.18.	Demanda de potencia	69
3.1.19.	Protección	70
3.2.	Diseño del bus de datos.	73
3.2.1.	Power Supply	74
3.2.2.	Switch Board	74
3.2.3.	Módulo Relé de 12 canales	74
3.2.4.	Dry Contact	75
3.2.5.	Sensores 8 en 1	75
3.2.6.	Paneles multifunción	76
3.2.7.	Cálculo para elegir la Fuente de Poder	76
3.3.	Instalación de equipos.	78
3.4.	Pruebas en la vivienda	83
3.4.1.	Pruebas de potencia	85
3.4.2.	Pruebas de iluminación	86
3.5.	Análisis del sistema.	87
3.5.1.	Software	87
3.5.2.	Hardware	87
3.5.3.	Sistema eléctrico	88
3.5.4.	Análisis de factibilidad del sistema.	89
3.6.	Proyección	90
3.6.1.	Ahorro de energía	90
3.6.2.	Confort	90

3.6.3. Seguridad	91
3.6.4. Comunicación	91
3.7. Costos del proyecto	92
3.7.1. Rentabilidad del proyecto.	93
3.7.1.1. TIR y VAN	93
CAPÍTULO 4	95
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
Bibliografía	97
ANEXOS	99
A.	100
A.1. PLANO ARQUITECTÓNICO	100
A.2. PLANO ELÉCTRICO	101
A.3. PLANO DE RED O DOMÓTICO	102
A.4. ESQUEMA DE CONTROL	103
A.5. GUÍAS DE PROGRAMACIÓN	104
A.6. VALORES DE ILUMINANCIAS PARA DIFERENTES ÁREAS	107

Índice de figuras

1.1. Componentes básicos de un sistema domótico	3
1.2. Tipos de arquitecturas	4
1.3. Topología en estrella	6
1.4. Topología en anillo	6
1.5. Topología en bus [19]	7
1.6. Empresa HDL en China	10
1.7. Automatización de un edificio en Iran	11
1.8. Premios y Certificados para HDL	12
1.9. Arquitectura HDL	15
1.10. Topología en bus	16
1.11. Topología en estrella	16
1.12. Trama de comunicación	17
1.13. Línea no balanceada	18
1.14. Línea balanceada	18
1.15. Picos de ruido en la red RS485	18
1.16. Comunicación half duplex	19
1.17. Señales digitales	20
1.18. Formato de un byte de datos en el estándar RS232	20
1.19. Pines del conector DB9 macho	21

1.20. Fuente de poder	22
1.21. Conexión	22
1.22. Bridge	23
1.23. Conexión	23
1.24. Dimmer de 4 canales	24
1.25. Conexión	24
1.26. Relé 12 canales	25
1.27. Instalación	25
1.28. Dry Contact	26
1.29. Instalación	26
1.30. Sensor 8 en 1	27
1.31. Aspecto interno e instalación	27
1.32. DLP	28
1.33. Instalación	28
1.34. Control remoto infrarrojo	29
1.35. Costos HDL	34
1.36. Costos LonWork	35
1.37. Costos Konnex	35
1.38. Costos My Home	35
2.1. Arreglo de los Bridge en caso de tener mas de 253 dispositivos	37
2.2. Banco de pruebas	37
2.3. Diagrama de conexión para el Módulo Dimmer	38
2.4. Valores de salida en el módulo Dimmer para distintos ángulos de disparo con carga resistiva	39

2.5. Iluminaria incandescente	39
2.6. Valores de voltaje y corriente en el módulo Dimmer para una carga resistiva	39
2.7. Distintas lámparas CFL	40
2.8. Formas de onda para una Lámpara CFL	40
2.9. Formas de onda cuando el canal del dimmer esta apagado y conectado a una Lámpara CFL	40
2.10. Formas de onda para un diodo LED de 15W	41
2.11. Valores de entrada y salida en el módulo Dimmer para una carga inductiva	41
2.12. Conexión de un módulo Relé de 4ch-16A	42
2.13. Formas de onda para una iluminaria incandescente	42
2.14. Calefactor	43
2.15. Colores de cable recomendado	43
2.16. Activación del panel multifunción, para probar el bus	44
2.17. Bus de datos	44
2.18. Ruido en el bus de datos	44
2.19. Serial del software	45
2.20. Cambio de la dirección IP en la PC	46
2.21. Conexión del Bridge-PC con cable cruzado	46
2.22. Cambiar al modo administrador	47
2.23. Búsqueda de dispositivos en línea	47
2.24. Selección del dispositivo (Dimmer)	48
2.25. Cambiar el nombre del dispositivo (remark)	49
2.26. Modificación del nombre del área	49
2.27. Modificación de los nombres de los canales	50
2.28. Selección de área	50

2.29. Tiempo de encendido	51
2.30. Ajuste de intensidad a los canales	51
2.31. Selección de escena	52
2.32. Número de veces que se repite la secuencia	52
2.33. Pasos y tiempo de paso	53
2.34. Prueba de funcionamiento (Output)	53
3.1. Condiciones iniciales de la vivienda	54
3.2. Patio posterior	57
3.3. Pérgola	58
3.4. Teatro en casa	58
3.5. Patio estar	59
3.6. pileta	60
3.7. comedor	60
3.8. Cocina	61
3.9. Desayunador	61
3.10. Sala	62
3.11. Garaje	63
3.12. Gradas	63
3.13. Patio frontal	64
3.14. Baño	64
3.15. Pasillo inicial	65
3.16. Pasillo Final	66
3.17. Pasillo subsuelo	66
3.18. Entrada a sala de juegos externa	67

3.19. Sala de juegos (subsuelo)	68
3.20. Forma de conectar dos fuentes en el sistema	77
3.21. Paneles multifunción	78
3.22. Sensores 8 en 1 en la planta baja	79
3.23. Instalación de los módulos en el tablero de distribución	79
3.24. Lámparas instaladas en la planta baja	80
3.25. Dicroicos tipo LED colocados en diferentes áreas	80
3.26. Diferentes áreas iluminadas	80
3.27. Alarma	81
3.28. Circuito de interfaz entre la alarma y el sistema HDL	81
3.29. Vista panorámica de la planta baja	82
3.30. Vista panorámica del subsuelo (sala de juegos)	82
3.31. Instrumentos utilizados en las pruebas de la vivienda	83
3.32. Formas de onda de voltaje, corriente y potencia. a) sala, b) comedor	83
3.33. Formas de onda de voltaje, corriente y potencia. a)Desayunador, b) Cocina	84
3.34. Formas de onda de voltaje, corriente y potencia. a)Estar, b)Pérgola	84
3.35. Formas de onda de voltaje, corriente y potencia en el pasillo	84
3.36. Vista interior del adaptador de 110Vac a 5Vcc para dicroicos de 1W	85
3.37. Pruebas de potencia en diferentes zonas	85
3.38. Consumo mensual estimado (actual)	88
3.39. Consumo mensual estimado con iluminarias de 40W	88
3.40. Consumo mensual estimado al utilizar iluminara LED	89
3.41. Ahorro de energía	90
3.42. Confort	91

3.43. Seguridad	91
3.44. Comunicación	92
3.45. Inversión	93
3.46. Flujo de caja	93

Índice de cuadros

1.1. Comparación de la arquitectura de red	32
1.2. Comparación de la Topología de red	32
1.3. Comparación de velocidad	33
1.4. Comparación de longitud	33
1.5. Comparación de la cantidad de dispositivos	34
1.6. Comparación de costos	34
2.1. Valores del módulo Power Supply	37
2.2. Corriente para diferentes niveles del calefactor	43
3.1. Áreas	55
3.2. Cantidad de iluminarias en la planta baja y subsuelo	69
3.3. Potencia instalada	70
3.4. Demanda de potencia	71
3.5. Fuente e IP	74
3.6. Módulos relé Q1 y Q2	75
3.7. Dry Contacts	75
3.8. Sensores 8 en 1	76
3.9. Panel multifunción	76
3.10. Valores de corriente para los dispositivos Domóticos	77

3.11. Medición de lúmenes por metro cuadrado en cada zona	86
3.12. Potencia de consumo	88

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1. Introducción a la Domótica.

En los albores del siglo XXI el avance de la automatización y las nuevas tecnologías ha cobrado real importancia a nivel mundial. Esta evolución habría empezado a partir de los años 70 gracias al "boom" de la tercera revolución industrial.

Estados Unidos y Japón fueron los países pioneros en dar una noción de un edificio o inmueble inteligente, bajo la influencia de factores tecnológicos y económicos. Desde entonces, se realizan estudios y análisis sobre el impacto que tiene la automatización en la sociedad y en la rentabilidad. [1]

El término domótica proviene de la unión de las palabras domus (que significa casa en latín) y tica (de automática, palabra en griego, 'que funciona por sí sola'). En Francia se adoptó la unión de las contracciones "Domo" e "Informatique" para formar la palabra "Domotique", que en 1988 se definió el término domótica en la enciclopedia Larousse como "el concepto de vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de la energía y comunicaciones." [1] Por lo que la domótica se refiere al conjunto de las técnicas utilizadas para satisfacer las necesidades básicas del hombre y su entorno en cuanto a seguridad, confort y la automatización de la gestión e información de las viviendas.

La domótica ha dado un gran paso en la automatización, con la llegada del Internet de alta velocidad a los hogares, permitiendo la integración de la red hogareña a las grandes redes mundiales.

A continuación alguna descripciones de la domótica: [2]

- Concepto de vivienda que integra todos los automatismos en materia de seguridad, gestión de la energía, comunicaciones, etc.
- Conjunto de servicios de la vivienda, garantizado por sistemas que realizan varias funciones, los cuales pueden estar conectados entre sí, tanto en redes interiores como a redes exteriores.
- Instalación e integración de varias redes y dispositivos electrónicos en el hogar, que permite automatizar actividades cotidianas de forma local o remota, de la vivienda o edificio

Actualmente, en el mercado existen dos tipos de soluciones:

La primera, es un montón de pequeños aparatos, los cuales son baratos, pero demasiado autónomos y específicos. No están sujetos a estándar.

La otra solución son los grandes sistemas domóticos diseñados para un campo de aplicación más o menos definido. Su diseño está guiado para satisfacer una serie de necesidades. No es altamente flexible y de un alto coste.

Las posibilidades de la domótica son:

- Mayor confort.
- Aumento de la seguridad,
- Controlar el gasto energético.
- Comunicación.

Para ello, los dispositivos se conectan a través de una red interna llamada HAN(Home Área Network). Se divide en tres tipos de redes: Red de control, Red de datos, Red multimedia. Actualmente, cada una con diferentes tecnologías.[2]

Los protocolos que contempla a la domótica son muchos y han evolucionado desde su nacimiento en el año 1978, cuando salió al mercado el sistema X10, que se considera el primer sistema domótico propiamente dicho, desde ese tiempo este protocolo a evolucionado y a partir del mismo han surgido diversos protocolos, mismos que siempre se han querido fusionar entre si. [3]

1.1.1. Componentes básicos

Los componentes básicos de un sistema domótico consisten de varios elementos, que realizan la función puntual que se les asigne dentro de la automatización de una vivienda. Se clasifican en tres grandes grupos que son: Sensor, Actuador y Controlador. [5]



Figura 1.1: Componentes básicos de un sistema domótico

1.1.1.1. Sensor

Los sensores son aquellos elementos que reciben información de variables físicas (temperatura, luminosidad, etc.) y que están constantemente monitorizando el entorno, con el propósito de generar un evento que será procesado por el controlador. Sus variables internas admiten valores comprendidos entre un valor máximo (V_{max}) y un valor mínimo (V_{min}). Dependiendo de cada solución o fabricante, hay equipos que son controladores/sensores/actuadores al mismo tiempo, ya que en un único equipo se dispone de toda la inteligencia necesaria para medir una variable física, procesarla y actuar en consecuencia.

1.1.1.2. Actuador

Los elementos actuadores son aquellos operadores domóticos que reciben información, digital o analógica, de los sistemas y se activan o desactivan dependiendo de cierta parametrización de sus variables (valores máximo y mínimo de actuación). Es el dispositivo de salida que al recibir una orden del controlador, realiza una acción sea esta de: encendido/apagado, subida/bajada de persiana, apertura/cierre de electro-válvula, etc.

1.1.1.3. Controlador

Un sistema de control es un operador domótico que actúa de enlace entre un sensor y un actuador. Recibe la señal del sensor y mediante la programación del propio sistema envía un mensaje (de activación, inhibición o establecimiento) al actuador. En éste reside toda la inteligencia del sistema y suele tener las interfaces de usuario necesarios para presentar la información a éste (pantalla, teclado, monitor, etc.). [4]

En Ecuador, el tema de la domótica se piensa como un tema de exclusividad y de altos costos, pero no es así. La realidad es que es posible tener un hogar a la vanguardia, con tecnología, estética y de bajo presupuesto. [12]

La gran popularidad de la domótica en el mundo a llegado a nuestro país y a pequeñas empresas como es SODEL y otras a nivel nacional, mismas que tratan de inundar el mercado con estas nuevas tecnologías, de la misma forma poner estos productos al alcance de cualquier aplicación domótica o inmótica.

1.2. Arquitectura Domótica

La arquitectura de un sistema domótico especifica el modo en que los diferentes elementos de control del sistema se van a ubicar. En la figura 1.2 se observan los tres tipos de arquitectura.

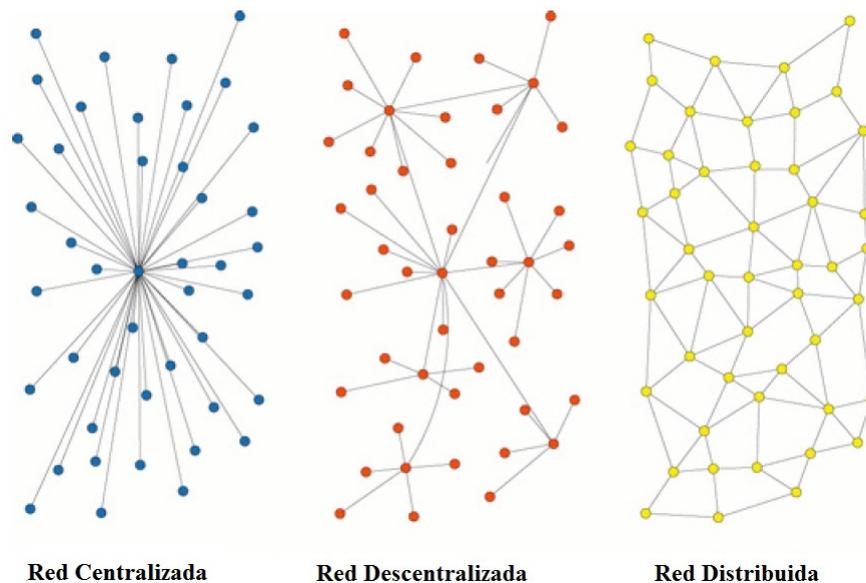


Figura 1.2: Tipos de arquitecturas.¹

1.2.1. Arquitectura centralizada

En esta arquitectura, el control, la supervisión de los elementos y componentes se deben cablear hasta un sistema central en el edificio, el cual puede ser un computador personal o un autómeta similar. Este sistema, es el que recibe y reúne la información de los sensores, toma las decisiones y se las envía a los actuadores para que realicen la tareas

¹<http://luisguillermopalomino.zxq.net/domotica/TEMAS%20PRIMER%20PARCIAL.pdf>

designadas, además cualquier falla que se presente deja inhibido el sistema domótico en su totalidad; esto reduce posibilidades en cuanto a la robustez e implementación en grandes instalaciones y las re-configuraciones son muy costosas. El bajo costo que representa esta arquitectura, es la principal ventaja frente a las demás, puesto que los elementos que la componen, no necesitan módulos adicionales para el direccionamiento, ni interfaces de comunicaciones para distintos buses.

1.2.2. Arquitectura distribuida.

Consiste en una arquitectura basada en nodos, no existe un único elemento principal, sino que cada subsistema administra una tarea de control en particular y éstos van relacionados directamente con los elementos básicos. Esta idea de distribución de funciones, se desarrolló para mejorar la arquitectura anterior. A diferencia de la arquitectura centralizada, estos sistemas se comunican por medio de un bus, en el cual existe un protocolo de comunicación implementado, en cada uno de los subsistemas, con técnicas de direccionamiento definidas para mantener, el intercambio de información entre los diferentes elementos.[1]

1.2.3. Arquitectura descentralizada

Es la arquitectura en la que todos los sistemas, son totalmente independientes en su funcionamiento, pero deben estar comunicados entre sí por medio de un bus compartido. Está basado en una o varias unidades de control, módulos receptores y actuadores. Este tipo de arquitectura resulta de una combinación entre los sistemas, con arquitectura centralizada y distribuida. Aprovechando las ventajas que brinda, se puede mencionar la flexibilidad, ya que permite que el sistema se pueda configurar con múltiples opciones de acceso al usuario.[1]

1.3. Topologías

La topología de una red se refiere a cómo están conectados los componentes de una instalación domótica (sensores, actuadores, unidades de control, etc.) respecto al medio de comunicación.

Las topologías mas comunes son: estrella, anillo y bus.

1.3.1. Topología en estrella

Es una configuración en donde los dispositivos, están conectados a un elemento principal, que actúa como el cerebro o controlador del sistema. Esta topología dispone de una facilidad para agregar nuevos elementos e independencia de los mismos, en una situación de fallo en un elemento no central, sin afectar a los demás componentes. [1] En esta arquitectura, al producirse una falla en el sistema central, se inhabilitara toda la instalación, y además se necesita una gran cantidad de cable.

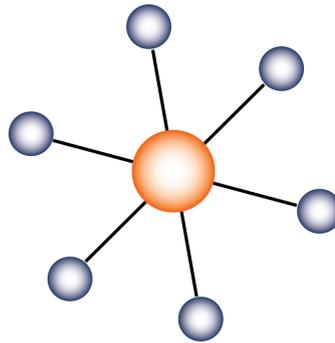


Figura 1.3: Topología en estrella.²

1.3.2. Topología en anillo

Los elementos que se conectan con esta topología forman un anillo cerrado y la información pasa por todos los dispositivos, es por esto que resulta más complicado la inserción de un nuevo elemento porque se tiene que paralizar el funcionamiento de la red y si ocurre un fallo en alguno de ellos se inhabilita todo el sistema, pero requiere de un control más sencillo y menor cableado que el resto de topologías.[1]

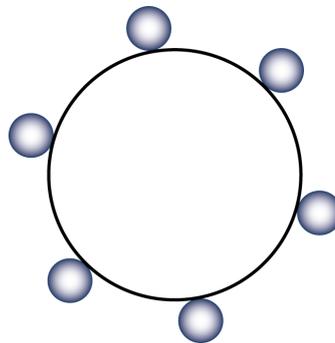


Figura 1.4: Topología en anillo.²

²<http://www.eveliux.com/mx/topologias-de-red.php>

1.3.3. Topología en bus.

En esta topología, los elementos se comunican a través de un bus principal haciendo uso de técnicas de direccionamiento, de esta manera se posibilita el intercambio de información entre dos dispositivos de forma simultánea. Presenta ventajas como la facilidad para agregar o suprimir elementos, ya que no necesita de un cerebro que controle todo el sistema, por tanto se pueden independizar las tareas de control y resulta ser tolerante a fallos. [1]

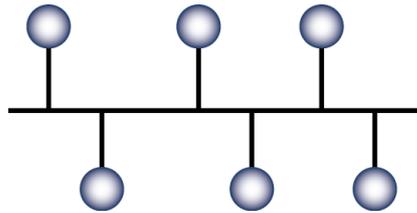


Figura 1.5: Topología en bus [19]

1.4. Protocolo de comunicación

El protocolo de comunicación de cualquier sistema, se define como: “el idioma o formato de los mensajes que los diferentes elementos de control del sistema deben utilizar para entenderse unos con otros y que puedan intercambiar su información de una manera coherente”. [1] De acuerdo a su estandarización los protocolos pueden ser:

1.4.1. Libre

Estos son desarrollados por fabricantes para que puedan ser utilizados libremente por empresas o terceras personas que empleen productos compatibles entre sí y por lo general están respaldados por diferentes organizaciones (IEEE, ISO, ITU). Son libres, es decir, que no existen patentes sobre el protocolo de manera que cualquier fabricante puede desarrollar aplicaciones y productos que lleven implícito el protocolo de comunicación.

En un sistema estándar, si una empresa desaparece o deja de sacar productos al mercado, no afecta demasiado ya que hay otros productos en el mercado que cubren ese vacío. [20] Los protocolos estándar para aplicaciones domóticas más extendidos en la actualidad son: HDL, KNX, Lonworks y X10.

1.4.2. Propietario

Son protocolos específicos de una marca en particular y que solo son usados por dicha marca. Son protocolos cerrados, de manera que solo el fabricante puede realizar mejoras y fabricar dispositivos, que “hablen” el mismo idioma. Esto protege los derechos del fabricante, pero limita la aparición de continuas evoluciones en los sistemas domóticos, con lo que a medida que los sistemas con protocolo libre se van desarrollando, van ganando espacio a los sistemas de protocolo propietario. Otro problema que tienen es, la vida útil del sistema domótico, en un sistema propietario que depende en gran medida de la vida de la empresa y de la política que siga, si la empresa desaparece, el sistema desaparece y las instalaciones se quedan sin soporte ni cambios. [20]. Los mas comunes son My Home, Lutron, Thunder, ModBus.

1.5. Organismos de normalización

Los organismos dedicados a la normalización de servicios, dispositivos o infraestructura son: la ISO e ITU a nivel internacional, CELENEC y ETSI a nivel europeo.

1.5.1. ISO

En el sector domótico, ISO a desarrollado un estándar a nivel internacional llamado HES ³(ISO/IEC⁴ 10192). En la cual han colaborado expertos de Asia, Europa y Norte América. [29]

1.5.2. ITU

Entre los trabajos relacionados con la domótica, desarrollados por la ITU destaca la elaboración de unos estándares internacionales para redes telefónicas.

³HES (Home Electronic System)

⁴IEC (International Electrotechnical Commission)

1.5.3. CELENEC

CENELEC es el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica y es responsable de la normalización en el campo de la ingeniería electrotécnica. Las normas europeas se crean con el fin de fomentar el desarrollo tecnológico, garantizar la interoperabilidad, garantizar la seguridad, la salud de los consumidores y proporcionar la protección ambiental. [30]

La norma EN 50090 desarrollada por el comité de sistemas electrónicos para viviendas y edificios, está constituida por diversas partes y se incluye el estándar KNX como parte integrante de las mismas. Las empresas fabricantes de productos que deseen adoptar el sistema KNX deberán cumplir: ISO 9000-1, EN 50090-2-2 y Certificación Konnex. [18]

1.5.4. ETSI

El Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI), es un organismo dedicado a la elaboración de las normas de telecomunicación, que faciliten la estandarización del sector. En el ETSI participan como miembros no sólo las Administraciones, sino también los operadores de red, la industria, los centros de investigación y los usuarios de los servicios de telecomunicación. En lo referente a edificios y viviendas inteligentes, el ETSI ha creado junto con CELENEC y CEN, la iniciativa ICTSB (Information and Communications Technologies Standard Board) que se encarga, entre otras tareas, de los trabajos de normalización en este terreno. [18]

1.6. Sistema HDL Smart Bus.

HDL (Smart High Definition Living) es una empresa China, creada en 1985, especializada en el desarrollo y fabricación de sistemas domóticos para hogares y edificios. Esta empresa tiene cuatro líneas de productos:

- El sistema HD- Bus para hogares y edificios inteligentes.
- La serie HDL KNX/EIB bus.
- Sistema HDL para el control de iluminación de teatros.

- La serie HDL de iluminación LED.

HDL ofrece un control completo de automatización, tanto para viviendas como edificios, incluye la automatización de iluminación, control de cortinas, sistema de climatización, control de iluminación LED, control de reproductores de música, control de electrodomésticos, gestión de la energía, control vía remota de las instalaciones mediante Smart Phone, iPads o Internet.



Figura 1.6: Empresa HDL en China. ⁵

Se podría pensar que este sistema es complicado y costoso, pero en realidad es un sistema sencillo y flexible para el usuario y el programador. Además existen diferentes presupuestos para cada nivel de ingresos y estilos de vida. Los productos de HDL están disponibles en mas de 80 países a través de los distribuidores autorizados en todo el mundo, especialmente en Alemania, Arabia Saudita, Australia, Brasil, China, Ecuador, Egipto, Grecia, India, Irán, Israel, Italia, Nueva Zelanda, Noruega, Polonia, Rusia, Singapur, Sudáfrica y otros.[6]

En Ecuador el distribuidor autorizado de HDL es SODEL ⁶, empresa cuencana dedicada a dar soluciones domóticas y electrónicas. Esta es la tecnología actual que se esta imponiendo en nuestra región (Azuay), debido a que el costo de esta marca esta mas al alcance en comparación a otras tecnologías.

⁵<http://www.hdlchina.com>

⁶<http://domoticaecuador.com>

1.6.1. Historia

En 1985 se crea la fabrica de Instrumentos Electrónicos Jiangmen HDL. En el año 1995, fue honrado con el premio nacional de nuevos productos y es fundada formalmente con el nombre HDL Beijing Branch.



Figura 1.7: Automatización de un edificio en Iran.⁷

En el año 1997, HDL fue la primera empresa que pasó la certificación ISO9001 del sistema de gestión en la industria China. En 2001 los productos HDL cumplen con la norma europea CE y el estándar de seguridad americana UL. Se firman acuerdos con muchas empresas importantes de Europa y América. En el año 2007 obtuvo el primer lugar como la mejor marca en China otorgado por la Famous Association. En el año 2010 los productos de HDL-Bus fueron homenajeados como la “*marca más completa*” y “*la marca de iluminación más inteligente*” en Medio Oriente. En el año 2011 fue Honrado por el Top Ten, como la mejor marca competitiva en la automatización de hogares y de edificios. [6]

⁷http://www.hdlchina.com/Case_details.asp?sid=76&cpid=482



(a) Premio a la Innovación Tecnológica



(b) Certificado del Top Ten en el Control de iluminación

Figura 1.8: Premios y Certificados para HDL.⁸

Proyectos importantes:

- Automatización de una gran villa en México.
- Proyecto Koper DEAR Villa en Uruguay.
- Auditorio en Sao Paulo, Brasil.
- Restaurante en Escuela de Colombia.
- Salas de reuniones de la Fuerza Aérea Ecuatoriana.
- Proyecto Living Flat en Kazajstán.
- Gran Villa en Noruega.
- Villa en la India.
- Proyectos de una gran villa junto al mar en Sudáfrica.
- Grand Villa proyecto en Egipto.
- Park Hyatt Sidney Australia
- Hotel Milan en Italia.

⁸<http://www.hdlchina.com/aboutlist.asp?nid=37>

- Edificio Dona en Irán
- 400 apartamentos en Tianjin, China.

1.6.2. Arquitectura

HDL posee una arquitectura distribuida como se puede ver en la figura 1.9. Cada módulo almacena en su propia memoria las funciones que se le ordenó o programó. De esta forma, no es necesario ningún elemento central, haciendo que el cableado se simplifique considerablemente y se aumente la fiabilidad del sistema al delegar la inteligencia a cada módulo.

⁹http://www.hdlchina.com/Solutions_List.asp?sid=19

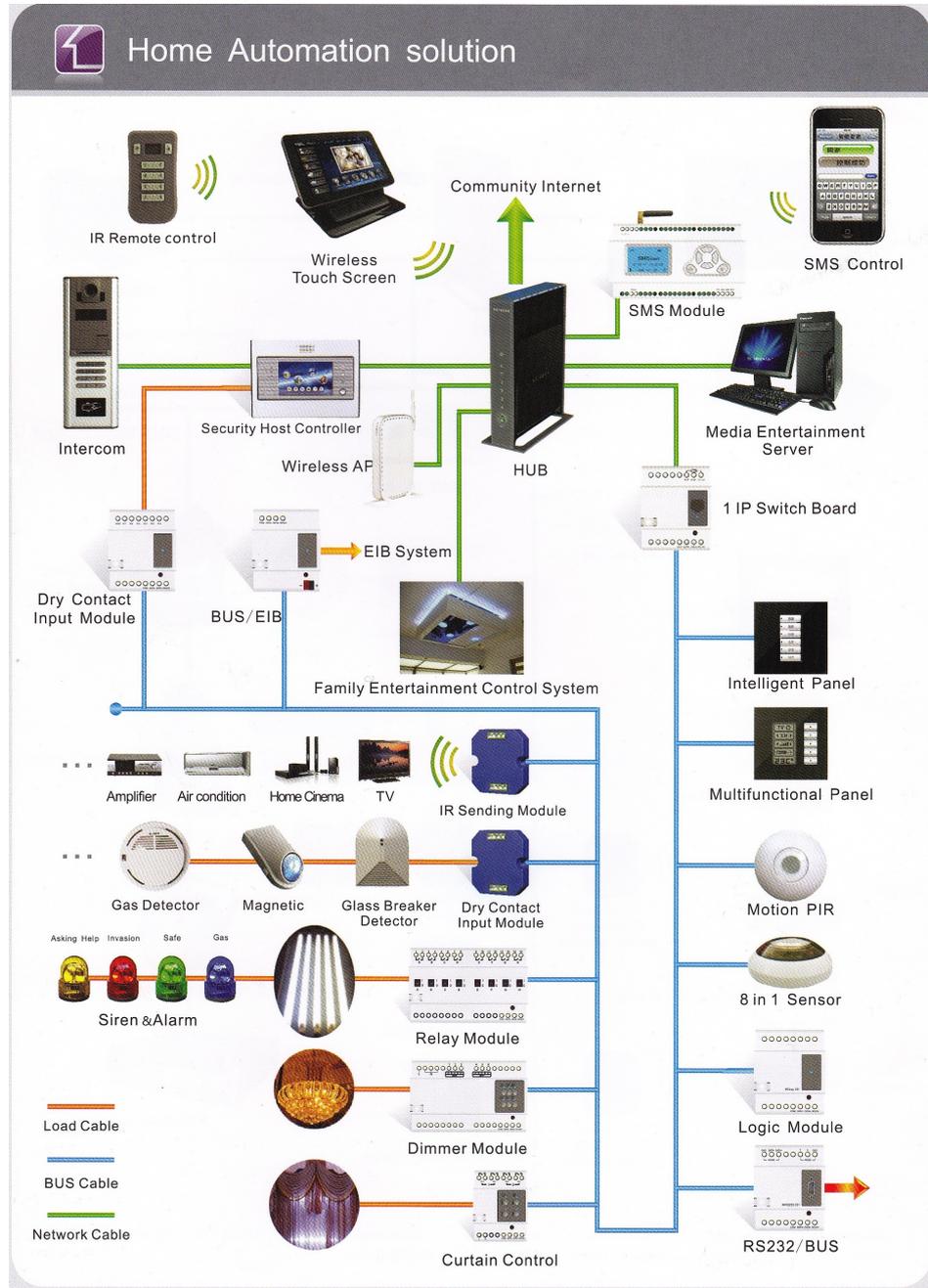


Figura 1.9: Arquitectura HDL.⁹

1.6.3. Topología

La topología implementada en HDL es del tipo Bus (figura 1.10) para los dispositivos y estrella (figura 1.11) para conectar subredes.

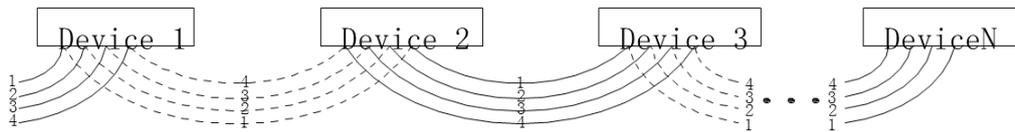


Figura 1.10: Topología en bus

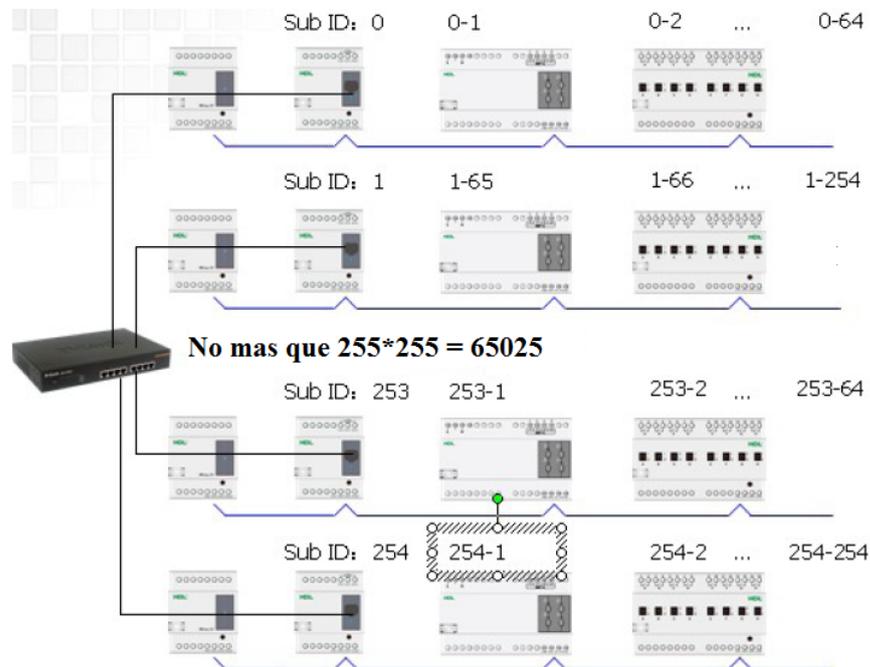


Figura 1.11: Topología en estrella

1.6.4. Protocolo

El protocolo HDL Smart Bus, esta basado en el protocolo RS485 y utiliza como técnica de direccionamiento el protocolo TCP/IP. También tiene implementado el protocolo RS232, pero este se utiliza para comunicarse con otros equipos (por ejemplo un PLC). Y como es un distribuidor de la marca Konnex, sus equipos tienen compatibilidad, mediante una interfaz de acoplamiento (HDL ↔ KNX).

1.6.4.1. Características del protocolo

- Cantidad de subredes: 0 - 254 (255 para el Broadcast).
- Cantidad de dispositivos por subred: 0 - 254(255 para el Broadcast).
- Total de dispositivos:255 x 255 = 65025
- Máximo tamaño del paquete de datos: 80 bytes.
- CRC(Comprobación de redundancia cíclica): 16bits.
- CSMA/CD (Detección de Colisiones): 2 bytes.

Leading code	Length of data package	Original subnet ID	Original device ID	Original device type	Operate code	Target subnet ID	Target device ID	content	CRC H	CRC L
16bit	8Bit	8Bit	8Bit	16Bit	16Bit	8Bit	8Bit	0-N	8Bit	8Bit
0xAAA A	13-128	0-254	0-254	0-0FFFF	0-0xFFFF F	0-254	0-254	0- N byte		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Figura 1.12: Trama de comunicación

1.6.4.2. Protocolo RS-485

Este protocolo se basa en la norma TIA/EIA-485 ¹⁰, creado en 1983. Está definido como un sistema en bus de transmisión multipunto diferencial, es ideal para transmitir a altas velocidades sobre largas distancias. Dependiendo de la distancia, velocidad de transmisión y la cantidad de equipos, se pueden conectar hasta 256 nodos con un simple par de cables.[13]

La razón por la que RS-485 puede transmitir a largas distancias, es porque utiliza el balanceo de líneas. Cada señal tiene dedicada un par de cables, sobre uno de ellos se encontrará un voltaje y en el otro estará su complemento, de esta forma, el receptor responde a la diferencia entre voltajes. En las líneas balanceadas (figura 1.14) la TIA/EIA-485 designa a estas dos líneas como A y B. En el controlador TX, una entrada alta TTL causa que la línea A sea más positiva (+) que la línea B, mientras que un bajo en lógica TTL causa que la línea B sea más positiva (+) que la línea A. Por otra parte en el controlador de recepción RX, si la entrada A es más positiva que la entrada B, la salida lógica TTL será “1” y si la entrada B es más positiva (+) que la entrada A, la salida lógica TTL será un “0”. [14]

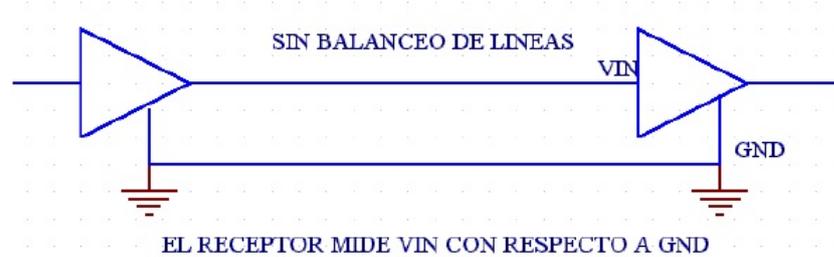


Figura 1.13: Línea no balanceada.¹¹



Figura 1.14: Línea balanceada.¹²

Las interfaces típicas RS-485 utilizan una fuente de +5 Volts, pero los niveles lógicos de los transmisores y receptores no operan a niveles estándares de +5V o voltajes lógicos CMOS. Para una salida válida, la diferencia entre las salidas A y B debe ser al menos +1.5V. Si la interfaz está perfectamente balanceada, las salidas estarán desfasadas igualmente a un medio de la fuente de Voltaje.

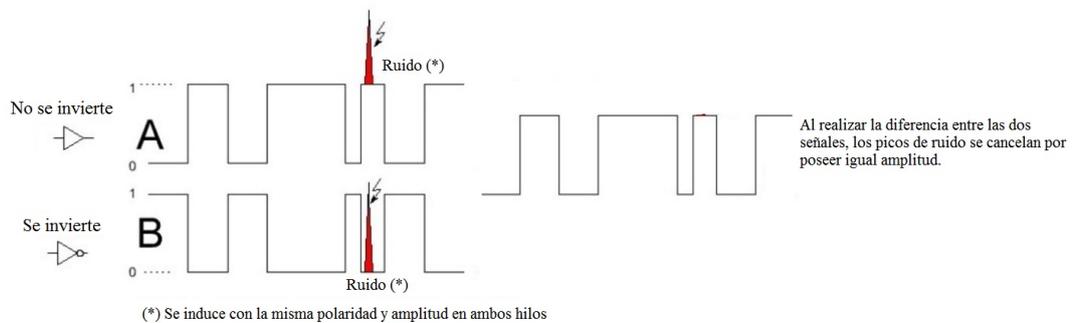


Figura 1.15: Picos de ruido en la red RS485

En el receptor RS-485, la diferencia de voltaje entre las entradas A y B necesita ser $\pm 0.2V$. Si la diferencia entre A y B ($V_{IA} - V_{IB}$) es mayor o igual a 200mV, la salida del receptor será alto o un 1 lógico y si la diferencia ($V_{IA} - V_{IB}$) es menor o igual a -200mV la salida del receptor será un 0 lógico. Si no se cumplen estas dos condiciones ($-200mV \leq (A - B) \leq 200mV$), el nivel lógico es indefinido. Si esto ocurre habría

¹⁰Telecommunications Industry Association (Asociación de la Industria de Telecomunicaciones o TIA)

¹¹<http://www.i-micro.com/pdf/articulos/rs-485.pdf>

¹²<http://www.i-micro.com/pdf/articulos/rs-485.pdf>

un error en la transmisión y recepción de la información.[15] Por ambos cables viaja la misma información, pero desfasada 180° en un cable respecto al otro. De esta forma, cualquier interferencia que pueda introducirse en el cableado lo hará en ambos hilos por igual, con la misma polaridad y amplitud. En el destino de la terminal las señales se restituyen en polaridad y los picos de ruidos que se habían introducido con la misma polaridad en ambos cables, al invertirse las señales, se neutralizan y eliminan entre sí, como ilustra la figura 1.15 y se recupera de esta forma la señal útil que se desea transmitir. [14]

La Comunicación RS-485 en modo Half Duplex, hace referencia a que solamente en un tiempo determinado, el sistema puede transmitir o recibir información, sin embargo no lo puede hacer al mismo tiempo. Como se puede observar en la figura 1.16 existe una línea de control, la cual habilita a los controladores en un solo sentido. Por lo tanto, se debe tener cuidado de no transmitir y recibir al mismo tiempo, ya que se podría crear una superposición de información.[14]

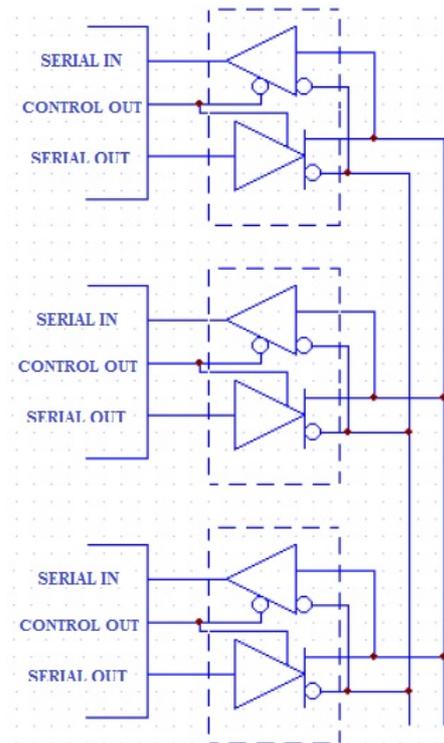


Figura 1.16: Comunicación half duplex.¹³

1.6.4.3. Protocolo RS-232

RS232 (Recommended Standard 232) es una interfaz para el intercambio de una serie de datos binarios entre un DTE (Equipo terminal de datos) y un DCE (Equipo de comu-

¹³<http://www.i-micro.com/pdf/articulos/rs-485.pdf>

nicación de datos).

Los 1 lógicos se representan con voltajes negativos y los 0 lógicos por voltajes positivos. El uno lógico se expresa por tensiones entre -5V a -15V, este estado se conoce como *spacing*. Un cero logico se da cuando la tension es de +5V a +15V, este estado se conoce como *marking*. Los datos viajan en grupos de bits. En este caso cada grupo o carácter tiene un bit *Star*, un bit de *Datos* (8 por lo general), un bit de *paridad* y finaliza con uno o dos bits de *Stop*. [21]

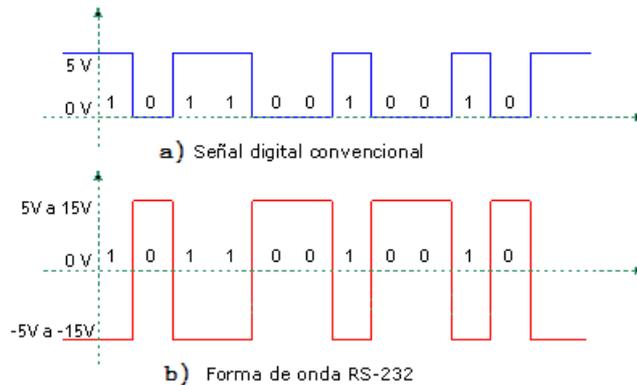


Figura 1.17: Señales digitales: a) normal, b) RS232. ¹⁴

Debido a que este tipo de transmisión es *asíncrona*, no existe una señal de reloj que sincronice los bits de datos. Para que los dispositivos transmisor y receptor se entiendan correctamente, es necesario que funcionen a la misma *tasa de baudios* (Número de bits que se trasmite por segundo). Los valores mas comunes que indica el Estándar RS232 son: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 56000, 57600, 115200, 128000, 256000. Este estándar utiliza un conector DB9 o DB25. En la figura 1.19, las direcciones de las flechas indican si los pines son de entrada o de salida. [21]

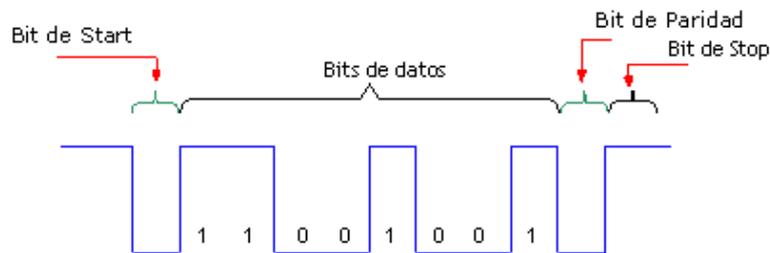


Figura 1.18: Formato de un byte de datos en el estándar RS232. ¹⁵

¹⁴<http://www.cursomicros.com/avr/usart/estandar-rs232.html>

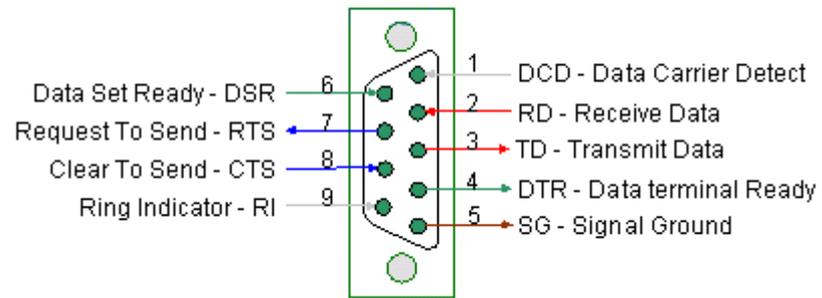


Figura 1.19: Pines del conector DB9 macho ¹⁵

¹⁵<http://www.cursomicros.com/avr/usart/estandar-rs232.html>

1.6.5. Periféricos en HDL

HDL tiene una gran variedad de equipos para aplicaciones en domótica, pero estudiar a todos estos está fuera del alcance de esta tesis. A continuación se detallan los equipos que fueron utilizados en el sistema domótico de la vivienda ubicada en Charasol.

1.6.5.1. Fuente de poder

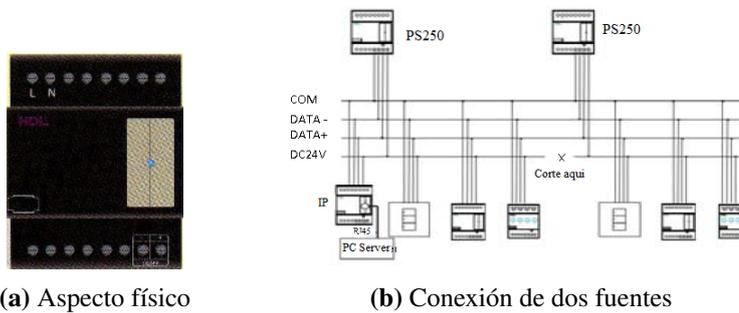


Figura 1.20: Fuente de poder

Este proporciona la energía necesaria para alimentar a los módulos HDL. Cuando existen muchos dispositivos en el sistema, esta fuente de alimentación no sera suficiente, en tal caso se puede conectar en paralelo dos o mas fuentes (dependerá de la corriente necesaria para el sistema).

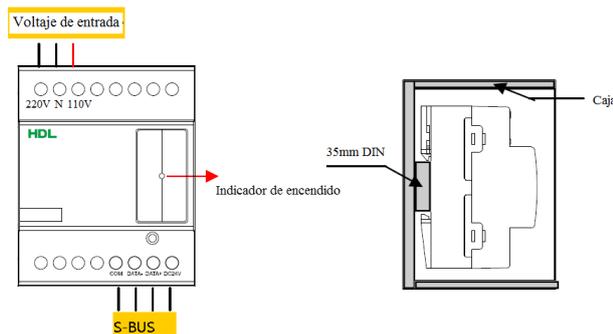


Figura 1.21: Conexión

Características:

- Voltaje de entrada:

AC230 \pm 20V 50 - 60Hz

AC110v \pm 10

- Potencia de salida: 250mA/DC24V.
- Temperatura de trabajo: 0 °C \simeq 45°C.
- Instalación en Carril Din 35mm.
- Dimensión: 72 x 88 x 66 (mm).

1.6.5.2. IP Switch Board (Bridge)



Figura 1.22: Bridge

Este módulo realiza la interfaz con la PC, para configurara y programar a todos los dispositivos domoticos que estén conectados a él; además, que sirve para unir subredes.

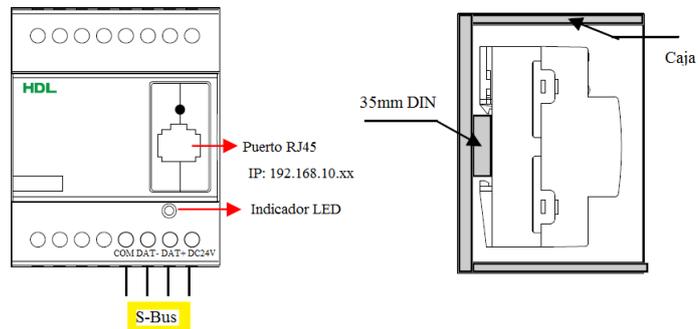


Figura 1.23: Conexión

Características:

- Voltaje de alimentación: 12-32VDC del bus.
- Consumo de energía: 40mA/DC24V
- Temperatura de trabajo: 0 °C \sim 45 °C.
- Interfaces: S-BUS, RJ45.
- Instalación: estándar de 35 mm carril DIN
- Dimensión: 72 x 88 x 66 (mm).

1.6.5.3. Dimmer



Figura 1.24: Dimmer de 4 canales

Dimmer de 4 canales a 3A, montaje en carril DIN. Pequeño y elegante con indicador de funcionamiento LED. Puede ser utilizado en cualquier lugar que necesite el ahorro de energía y un control inteligente como apartamentos, viviendas, oficinas, restaurantes, hoteles, etc.[6]

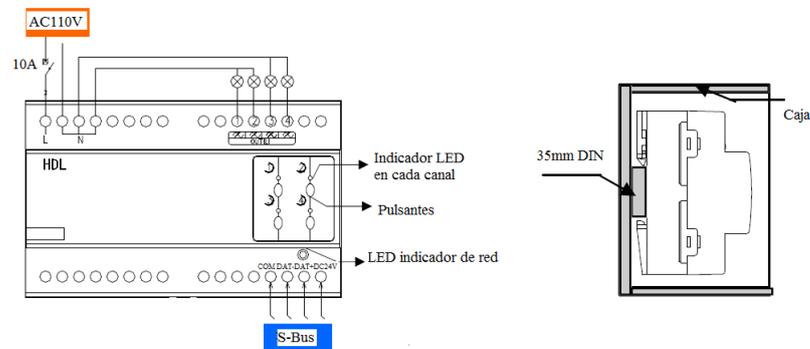


Figura 1.25: Conexión

Características:

- Voltaje de entrada: DC 15-30V del bus.
- Consumo de energía: 30mA/DC24V.
- Temperatura de funcionamiento: $-5^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$.
- 4 canales de salida tipo dimmer.
- Potencia de entrada: AC 110V-220V, 50Hz/60Hz
- Corriente máxima por canal: 3A
- Corriente máxima en cuatro canales: 10A
- Usa TRIACs de 16A.
- Instalación: en carril DIN de 35 mm
- Dimensión: 144 x 88 x 66 (mm).

1.6.5.4. Módulo Relé



Figura 1.26: Relé 12 canales

Posee 12 canales tipo relé, alimentado con 24 VCC/12mA a través de RS-485, funcionamiento ON /OF para el control de: iluminación, calentadores de agua, riego, alarmas de seguridad, sirena, parpadeo y usos en general en la industria. Puede ser utilizado en cualquier lugar en donde se necesite ahorrar energía, fábricas, apartamentos, oficinas, restaurantes, habitaciones de hotel, centro de convenciones, estadios, aeropuertos, parques, Gimnasios, etc. [6]

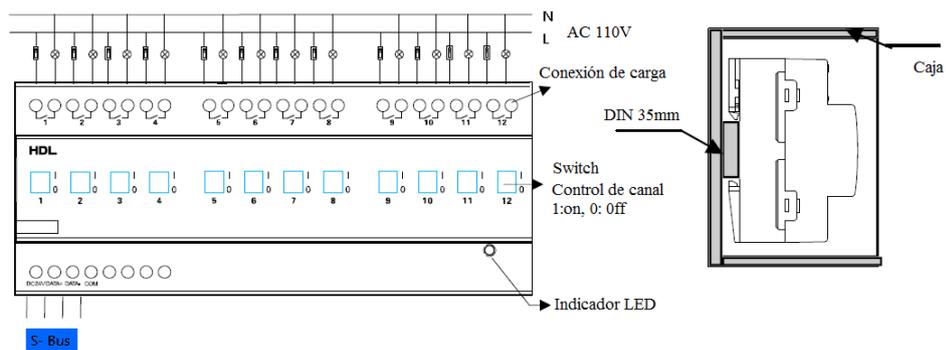


Figura 1.27: Instalación

Características:

- Voltaje de entrada: 8-30VDC a través del bus.
- Consumo de energía:
 - Corriente dinámica: 40mA/DC24V.
 - Corriente estática: 15mA/DC24V.
- 12 canales de salida.
- Potencia de canal: AC 110V-220V, 50Hz/60Hz.
- Corriente máxima en cada canal: 16A
- Tiempo de vida del relé: >60000 veces

- Control manual de cada canal.
- Control y gestión remota.
- Instalación: en carril DIN de 35 mm
- Dimensiones: 216 x 88 x 66 (mm).

1.6.5.5. Dry Contact

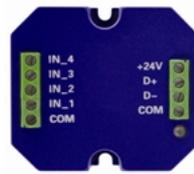


Figura 1.28: Dry Contact

Sirve como interfaz entre elementos exteriores y el sistema, tales como sensores, pulsantes e interruptores. Es compatible con cuatro zonas de seguridad. Construido con funciones inteligentes y opciones de temporización. [6]

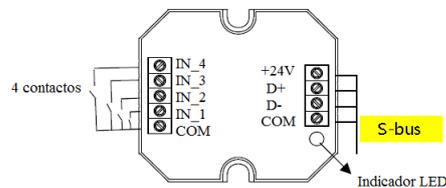


Figura 1.29: Instalación

Características

- Voltaje de entrada: DC 12 ~ 30V.
- Consumo de energía: 12mA/DC24V.
- Temperatura de funcionamiento: -10° C ~ 45 °C
- 4 canales de entrada de contacto seco.
- Soporta cuatro áreas de protección y seguridad.
- Convertir cualquier pulsante o interruptor a la señal HDL-BUS.
- Se adaptan perfectamente detrás de cualquier interruptor de pared o en cualquier parte del techo.
- Dimensiones: 44 x 39 x 12 (mm)

1.6.5.6. Sensor 8 en 1



Figura 1.30: Sensor 8 en 1

Sensor que incorpora 8 funciones en 1 (sensor de movimiento, receptor infrarrojo, transmisor infrarrojo, dos contactos secos, sensor de iluminación, 5 funciones lógicas de entrada, 32 funciones lógicas), con un diseño pequeño y elegante. Se puede utilizar en cualquier lugar en donde se necesite un ahorro de energía y un control inteligente. [6]

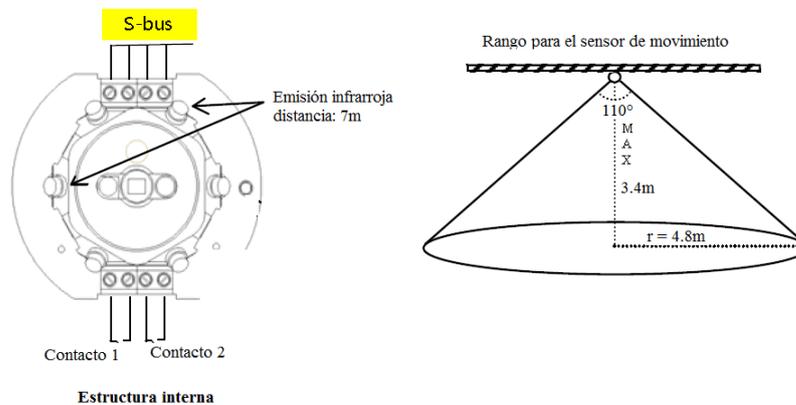


Figura 1.31: Aspecto interno e instalación

Características:

- Potencia de entrada: DC 12 ~ 30 V
- Consumo de energía: 12mA/DC24V.
- Temperatura de trabajo: $-5^{\circ}C \sim 45^{\circ}C$
- Ángulo de detección PIR: 110°
- Alcance PIR: 10m de diámetro.
- Máximo rango de detección: Radio=4.8m, Altura 3.4m
- Comunicación: HDL-BUS.

Recomendaciones de Instalación

- Se recomienda una temperatura de 35°C para un óptimo rendimiento. Temperaturas altas podría reducir la sensibilidad del sensor.
- Evitar instalar cerca del aire acondicionado o fuentes que generen interferencias electromagnéticas, las cuales ocasionarían un mal funcionamiento.

1.6.5.7. DLP - Panel LCD Multifunción



Figura 1.32: DLP

Este panel de control con pantalla LCD se acopla perfectamente a la pared, es elegante y fácil de manejar. Incorpora funciones de temperatura, control de climatización, música, TV/DVD, iluminación, cortinas, seguridad, despertador y otras funciones. [6]

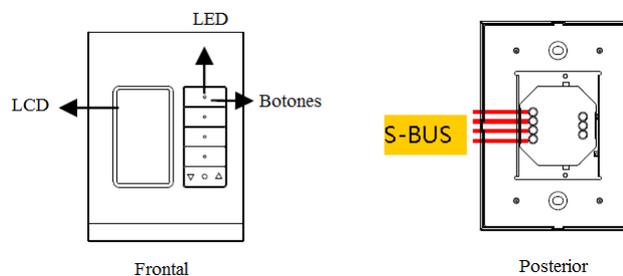


Figura 1.33: Instalación

Características:

- Potencia de entrada: DC 8 ~ 30V .
- Consumo de energía: 25mA/DC24V
- Temperatura de trabajo: 0 ° a 45 °
- Pantalla LCD con iluminación.
- Botones con luz LED.

- Un clic, dos clic para diferentes funciones
- Cada botón tiene dos opciones, derecha e izquierda
- Incluye sensor de temperatura.
- Páginas: 6 Páginas dinámicas
- Idiomas: Todos los idiomas
- Tamaño: 86.4mm x 86.4mm x 35mm
- Instalación: Montaje en pared mediante imanes (caja 3"x 3")

1.6.5.8. Control remoto infrarrojo



Figura 1.34: Control remoto infrarrojo

Características:

- Potencia: Batería AAA x 2 .
- Distancia de mando: 10 m.
- Temperatura de trabajo: 0 ° a 45 °
- Tamaño: 126 x 65.5 x 15 (mm)

1.7. Análisis comparativo frente a otras tecnologías

Par poder evaluar el sistema HDL, se realizará una comparación con otras marcas o tecnologías como son KNX, LonWorks y My Home que lideran el mercado de la domótica. De esta manera se podrá ver las ventajas, desventajas y que tan bueno o malo es el sistema en distintos ambientes.

1.7.1. Sistema Konnex.

La asociación konnex nace en 1999, como una iniciativa de tres organizaciones, que ya llevaban algunos años en el mercado europeo, aunque con tecnologías muy diferentes, estas asociaciones son: EIBA(European Installation Bus), BCI(Batibus Club Internacional), EHSA(European Home System). Solo la tecnología EIB permaneció inalterada (siendo esta la base sobre la que se sustenta esta tecnología) mientras que Batibus y EHS, tuvieron que variar su tecnología, para adaptarse al estándar del certificado Konnex. Se trata de un protocolo de comunicaciones estándar, multimedio y abierto, es decir, se puede transmitir las señales por cable dedicado (BUS), Power Line(PLC, comunicaciones mediante cable eléctrico) y RF (radiofrecuencia.[7] KNX es un sistema bus descentralizado, lo que significa que no necesita ningún aparato de control central. Por lo tanto, cada componente tiene su propio microprocesador. La topología del sistema se organiza en tres niveles de conexión: componente, línea y zona. [9]

Línea.- Es la estructura más pequeña de la instalación, formada por el conjunto de fuente de alimentación y componentes de bus. La línea se puede ampliar hasta un máximo de 256 componentes, pero por medio de amplificadores de línea se puede ampliar hasta 46080 componentes.

Componente.- Cualquier aparato knx que conectamos a la línea, como por ejemplo un pulsador, una salida binaria o una entrada binaria.

Zona.- Conjunto de varias líneas, hasta un máximo de 15.

Podemos unir varias zonas, hasta un máximo de 15, utilizando para ello los acopladores de zona (aparatos físicamente idénticos a los acopladores de línea).

1.7.2. Sistema Lonworks

LonWorks es una plataforma de control creada por la compañía norteamericana Echelon. Las redes LonWorks describen de una manera efectiva una solución completa a los problemas de sistemas de control. Al igual que la industria informática, la industria del control fue creada y en muchos casos todavía lo es, basada en soluciones centralizadas de control punto-a-punto. Esto significa que existe un "maestro." controlador principal similar a un ordenador, físicamente cableado a cada punto de control particular, como actuadores o sensores, denominados "esclavos". El resultado final es funcional, pero es caro y difícil para mantener, ampliar y gestionar. Igualmente, es menos fiable frente a fallos, ya que la caída del controlador principal provoca la caída de todo el sistema.

Un dispositivo Lonworks básico está formado por un software que se ejecuta en un microcontrolador conocido como chip Neuron el cual utiliza un tranceptor para enviar y recibir información a través de la red. [22]

1.7.3. Sistema My Home

My Home es el sistema de automatización residencial de BTicino y representa el nuevo modo de realizar la instalación eléctrica de la vivienda. La tecnología digital de My Home ofrece soluciones avanzadas de seguridad, confort, gestión energética, comunicación audio-vídeo y control a distancia de la vivienda. My Home es un sistema de automatización que ofrece soluciones avanzadas, cada vez más requeridas en las viviendas y en los edificios, basado en el protocolo OpenWebNet. My Home no necesita un "cerebro" centralizado, depende de un bus de comunicación digital denominado SCS (sistema de cableado simplificado) permitiendo conectar todos los dispositivos del sistema de una manera fácil y rápida. Si bien es cierto que parece muy sencilla la instalación, la programación y puesta en marcha de un sistema My Home sólo se deja en manos de instaladores profesionales que deben tomar un curso intensivo para poder contar con una avalada certificación. [28]

1.7.4. Comparación técnica

1.7.4.1. Arquitectura de red

Es la ubicación de los diferentes elementos de control en una red domótica.

Arquitectura / Tecnología	Centralizada	Distribuida	Descentralizada
HDL		✓	
LonWorks ¹⁶	✓	✓	✓
HDL		✓	
KNX ¹⁷		✓	
My Home		✓	

Cuadro 1.1: Comparación de la arquitectura de red

1.7.4.2. Topología de red

Se refiere a como están conectados los elementos domóticos, en lo que se refiere al medio de comunicación.

Topología / Tecnología	Estrella	Anillo	Bus	Árbol	Mixta
HDL	✓		✓		
LonWorks	✓	✓	✓	✓	✓
KNX	✓		✓	✓	✓
My Home			✓		

Cuadro 1.2: Comparación de la Topología de red

1.7.4.3. Velocidad de transmisión

Es el tiempo que tarda un dispositivo domótico en transmitir un paquete de datos.

¹⁶http://www.elyteonline.com/Productos/BAS/LonWorks/OpenLonWorks/body_openLonWorks.html

¹⁷PDF: Nuñez Ortuño José María, Instalaciones para la Gestión de Viviendas y Edificios Inteligentes

Medio / Tecnología	Par trenzado	Línea de poder	Radiofrecuencia	Ethernet
HDL	9,6Kbps			100Mbps
LonWorks ¹⁸	1,25Mbps	5Kbps	5Kbps	100Mbps
KNX ¹⁹	9,6Kbps	2,4Kbps		10Mbps
My Home			3Kbps	

Cuadro 1.3: Comparación de velocidad

1.7.4.4. Longitud del cable

Es la distancia máxima de un conductor, entre uno y otro dispositivo.

Tecnología	Longitud
HDL	<i>Par trenzado UTP: 1.2 Km</i>
LonWorks	<i>Par trenzado (en bus): 2.7km Fibra óptica: 30 Km</i>
KNX	<i>Par trenzado: 1 Km Línea de poder: 600 m Radiofrecuencia: 300 m</i>
My Home	<i>Bus SCS (sin repetidor): 500 m Bus SCS (Con repetido): 2.5 Km</i>

Cuadro 1.4: Comparación de longitud

1.7.4.5. Cantidad de elementos

Se refiere a la cantidad de equipos o módulos (controladores, actuadores y sensores), que puede tener una red domótica.

¹⁸<http://www.proyectosdomotica.com/articulos-domotica.php?hogar-digital=43>

¹⁹PDF: Alcatel para fundación AUNA, Colección / Tecnología

Tecnología	Elementos	Subredes
HDL	255	255
Echelon (LonWorks)	127	255
KNX	256	12
BTcino (My Home)	90	-

Cuadro 1.5: Comparación de la cantidad de dispositivos

1.7.5. Comparación económica

Para la comparación de costos, se toma como referencia, los equipos similares utilizados en esta tesis.

Tecnología	Costo
HDL	\$3857.21
LonWorks ²⁰	\$4681.33
KNX ²¹	\$4499.24
My Home ²²	\$5042.44

Cuadro 1.6: Comparación de costos

HDL			
Descripción	Cantidad	Precio. U	Precio T.
Rele 12ch	2	635.10	1,270.20
Dry Contact 4z	3	83.57	250.71
IP interfaz	1	187.00	187.00
Sensores Movimiento	7	153.76	1,076.32
Panel de control	2	397.77	795.54
Fuente	1	277.44	277.44
TOTAL			\$ 3,857.21

Figura 1.35: Costos HDL

²⁰<http://www.centralectroventas.com/b2c/productos/4/1/0>

²¹http://www.jungiberica.net/download/catalogotarifa10/15_KNX.pdf

²²<http://www.telecomunicacionesalicante.com>

LonWorks			
Descripción	Cantidad	Precio. U	Precio T.
Nodo Rele 12ch	2	715.00	1430.00
Modulo 8 entradas	2	240.00	480.00
Nodo de Control	1	416.63	416.63
Sensores Movimiento	7	85.00	595.00
Pantalla de control	2	640.20	1280.40
Fuente	1	479.30	479.30
TOTAL			\$ 4,681.33

Figura 1.36: Costos LonWork

Knx			
Descripción	Cantidad	Precio. U	Precio T.
Rele 12ch	2	657.69	1315.38
Dry contact 4z	3	192.77	578.31
IP interfaz	1	480.00	480.00
Sensores Movimiento	7	147.34	1031.38
Panel multifuncion	2	420.74	841.48
Fuente	1	252.69	252.69
TOTAL			\$ 4,499.24

Figura 1.37: Costos Konnex

My Home			
Descripción	Cantidad	Precio. U	Precio T.
Rele 2ch	6	71.04	426.24
Contactos 4ch	6	33.58	201.48
Interfaz PC	1	168.83	168.83
Sensores Movimiento	7	272.27	1905.89
Touch panel	1	800	800
Fuente	1	1540	1540
TOTAL			\$ 5,042.44

Figura 1.38: Costos My Home

CAPÍTULO 2

EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA TECNOLOGÍA HDL SMART BUS

2.1. Pruebas de rendimiento

Las primeras pruebas fueron realizadas en la misma empresa SODEL, que es la empresa que nos facilitó todos los equipos necesarios para que este proyecto fuera posible. Se iniciaron las primeras pruebas con lámparas de tipo incandescente, fluorescente y LED. Estas fueron accionadas mediante un módulo Relé y un módulo dimmer. El software utilizado para programar estos equipos fue el *S-Bus V10.16.003*.

Para que los módulos funcionen se necesita de una fuente de voltaje de 24 Vcc (ver característica en la sección 1.6.1). Dependiendo de la potencia de esta, se pueden colocar hasta 254 dispositivos domoticos.

También se necesita de un IP Switch Board (ver sección 1.6.2), el cual es utilizado para realizar la interfaz entre el sistema y la PC. A éste solo se pueden conectar hasta 253 dispositivos con una sola línea del BUS de datos. En el caso de necesitar mas de 253 dispositivos se tendrá que realizar una configuración diferente como ilustra la figura 2.1.

El la figura 2.2 se muestra el banco en donde se realizaron las primeras pruebas de funcionamiento de los equipos HDL. Como se mencionó anteriormente, solo se estudiarán los elementos necesarios colocados en la casa. Este banco contiene los siguientes elementos: 2 multímetros, un osciloscopio digital, una computadora portátil, 2 sondas de voltaje, una sonda de corriente, un panel LCD, un módulo Relay 8ch-16A, un módulo Dimmer 3A-4ch, una fuente de poder HDL.

La primera prueba que se realizó es comprobar el consumo de potencia de la fuente

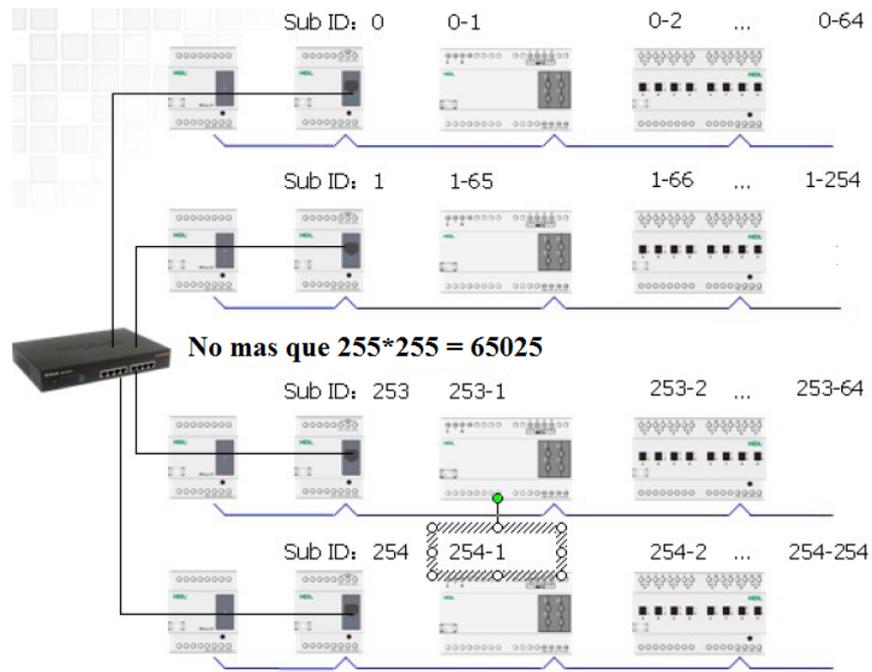


Figura 2.1: Arreglo de los Bridge en caso de tener mas de 253 dispositivos



Figura 2.2: Banco de pruebas

de poder. Los resultados se indican en el cuadro 2.1. Se puede notar que el consumo de corriente de los 5 elementos domoticos conectados al bus de datos es muy pequeña, haciendo que el sistema sea rentable con respecto al consumo de energía.

Voltaje de entrada	Voltaje de salida	Corriente Sistema
114.5Vac	26.7 Vcc	31.5mA

Cuadro 2.1: Valores del módulo Power Supply

2.1.1. Pruebas con el Módulo Dimmer

A este dimmer se le puede colocar varios tipos de carga, resistiva o inductiva. El dimmer en sus salidas tiene un control por ángulo de fase monofásico, el cual se lo controla o programa mediante software.

La figura 2.3 muestra la forma correcta de conectar cargas al módulo Dimmer. Las protecciones dependerán de la corriente del módulo, en este caso es un Dimmer de 4 canales a 3 Amperios por canal. Sin embargo, el fabricante especifica una corriente de 10A por los cuatro canales. A continuación se realizan pruebas con distintas cargas.

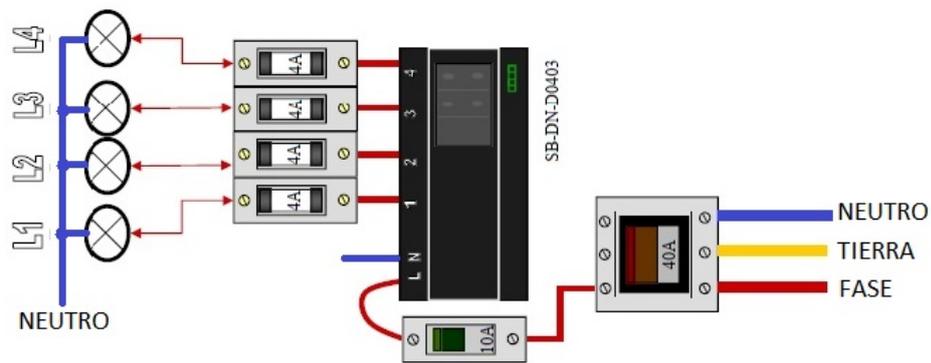


Figura 2.3: Diagrama de conexión para el Módulo Dimmer

2.1.1.1. Cargas resistivas

Para realizar esta prueba se colocaron iluminarias del tipo incandescente como se ve en la figura 2.5, este tiene una potencia de 50W a 130V.

Al realizar esta prueba, se observó que el disparo de los SCR del módulo dimmer, no se está realizando a 0 grados, como ilustra la figura ???. También se realizaron pruebas a distintos ángulos de disparo y el sistema respondió según lo programado en el software (ver figura 2.4).

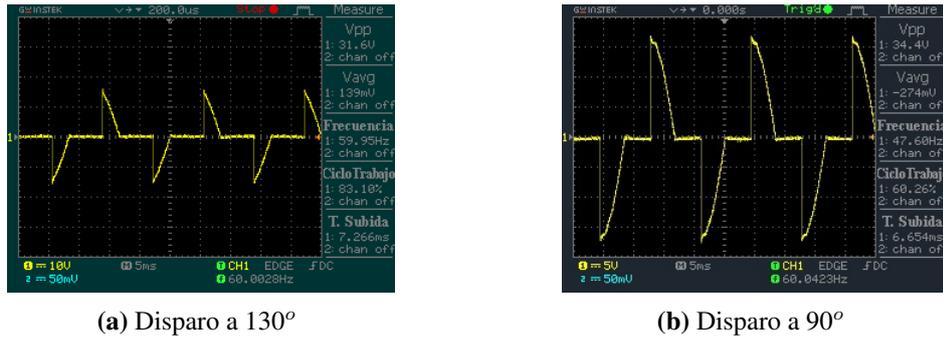


Figura 2.4: Valores de salida en el módulo Dimmer para distintos ángulos de disparo con carga resistiva



Figura 2.5: Iluminaria incandescente

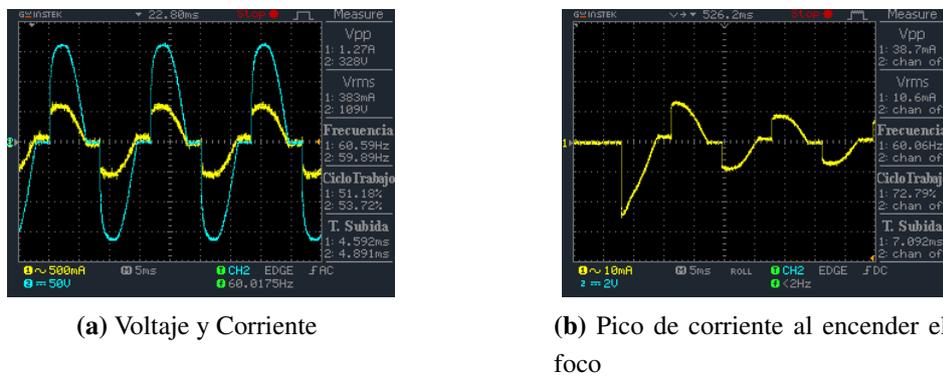


Figura 2.6: Valores de voltaje y corriente en el módulo Dimmer para una carga resistiva

2.1.1.2. Carga con lámparas CFL

También se realizaron pruebas con lámparas CFL ¹ o comúnmente llamados focos ahorradores. Las formas de onda se ven en la figura 2.8.

Se pudo observar que estas no son dimerizables, solo se enciende por encima de un voltaje umbral especificado por el fabricante, por lo general entre 100 y 130 Vac, dependerá de la marca. La razón de esto es debido a la estructura interna de la lámpara,

¹CFL – Compact Fluorescent Lamp o Lámpara Fluorescente Compacta

es decir tiene que existir suficiente tensión para que se produzca la ionización del tubo fluorescente.

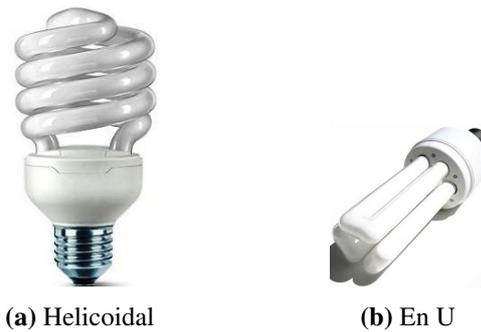


Figura 2.7: Distintas lámparas CFL

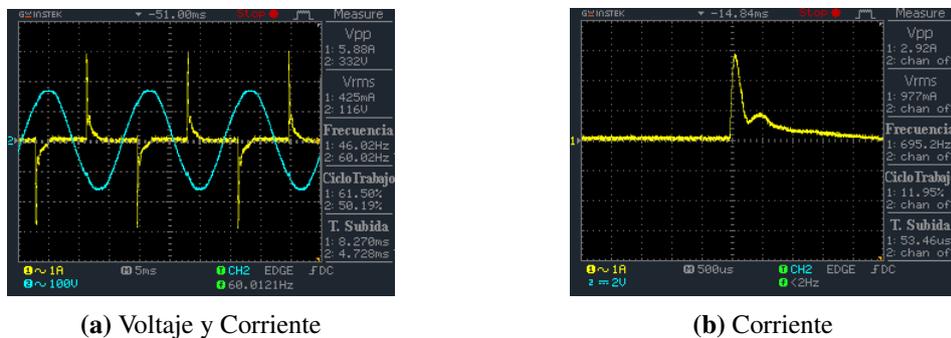


Figura 2.8: Formas de onda para una Lámpara CFL

Cuando se apaga el canal del dimmer, en el cual esta conectado la lámpara CFL, se genera un voltaje como se ve en la figura 2.9. El cual genera picos de voltaje en los terminales de la lámpara (aproximadamente 90 V) haciendo que se encienda por un pequeño periodo de tiempo ($<1s$) y luego se apague. La explicación para esto es debido a que en el módulo dimmer existen fugas de voltaje (estática entre línea y neutro) y además por la estructura interna de los CFL, ya que estos poseen inductancias y capacitancias. Esto se noto en el CFL tipo U, ya que éste tiene un encendido mucho mas rápido que el CFL tipo helicoidal.



Figura 2.9: Formas de onda cuando el canal del dimmer esta apagado y conectado a una Lámpara CFL

2.1.1.3. Carga con diroicos tipo LED

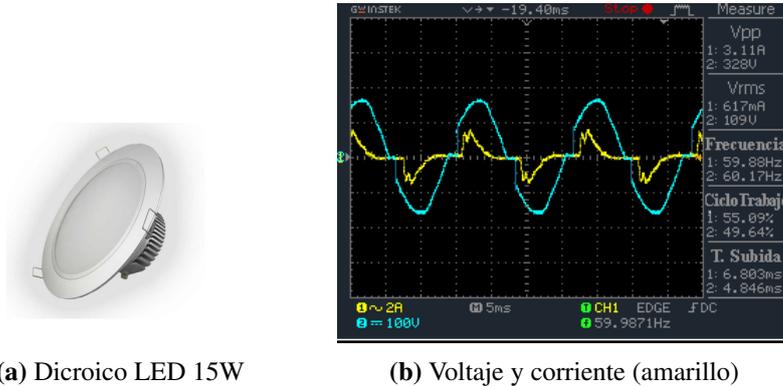


Figura 2.10: Formas de onda para un dicroico LED de 15W

Las forma de onda de corriente que se ven en la figura 2.10, no son totalmente sinusoidales, esto es debido a la estructura interna de los dicroicos tipo LED. Ya que estos en su interior tienen un sistema electrónico que transforma el voltaje de corriente alterna en corriente continua, necesario para encender a los LEDs. También se comprobó que estos no son dimerizables, solo se enciende con un voltaje especificado por el fabricante.

2.1.1.4. Carga inductiva

En esta prueba se colocó un transformador de 110 V de entrada y 2 salidas de 12V a 2A. Cuando se coloca carga al secundario del transformador se genera la forma de onda de la figura 2.11. Aquí el canal del dimmer fue disparado a un ángulo de 85 grados. Con este tipo de carga el módulo funciona correctamente.

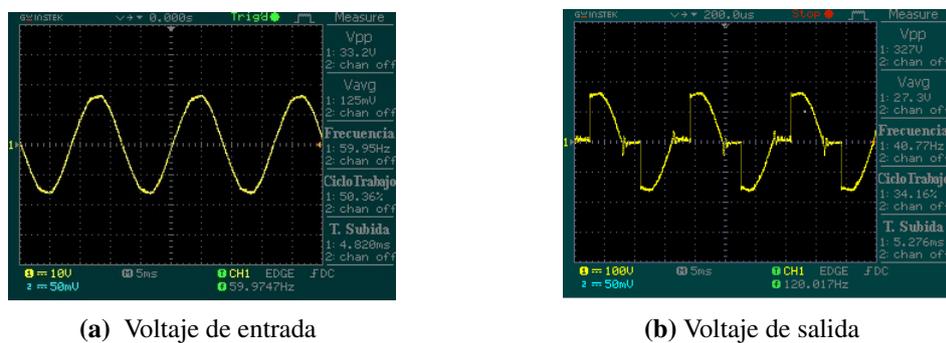


Figura 2.11: Valores de entrada y salida en el módulo Dimmer para una carga inductiva

2.1.2. Pruebas con el Módulo Relé

En la figura 2.12 se observa la forma de conectar cargas a este módulo. La carga máxima por canal es de 16 Amperios y en total el dispositivo tendrá una carga máxima de 8x16A.

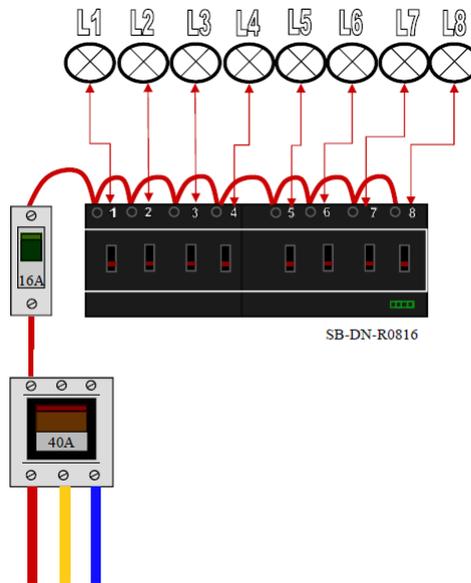


Figura 2.12: Conexión de un módulo Relé de 4ch-16A

Las formas de onda tanto del voltaje como de la corriente para una iluminaria incandescente se ilustran en la figura 2.13

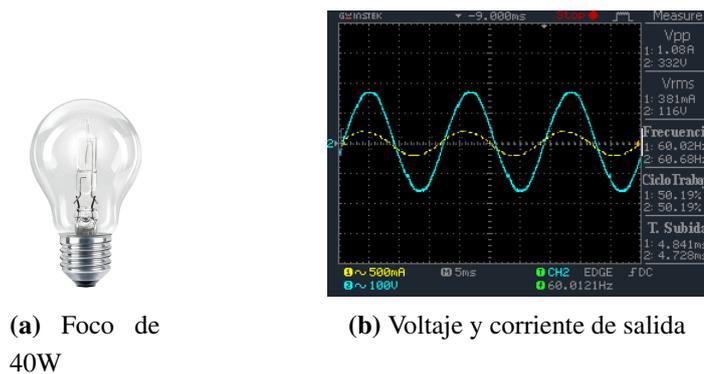


Figura 2.13: Formas de onda para una iluminaria incandescente

Se utilizó un calefactor de niquelinas (figura 2.14) para probar altas corrientes del dispositivo Relé de 16A. En esta prueba se probó la capacidad del sistema en lo que es corriente. Con un tiempo aproximado de 5 minutos por nivel. Los valores de corriente se pueden ver en el cuadro 2.2



Figura 2.14: Calefactor

Nivel de Calefactor	Corriente
Resistencia Alta	2.00 A
Resistencia Media	10.0 A
Resistencia Baja	16.8 A

Cuadro 2.2: Corriente para diferentes niveles del calefactor

2.1.3. Pruebas con el bus de datos

Para la conexión del bus de datos se recomienda utilizar un cable UTP Cat5e. En la figura 2.15 están los colores recomendados para la conexión del bus de datos.

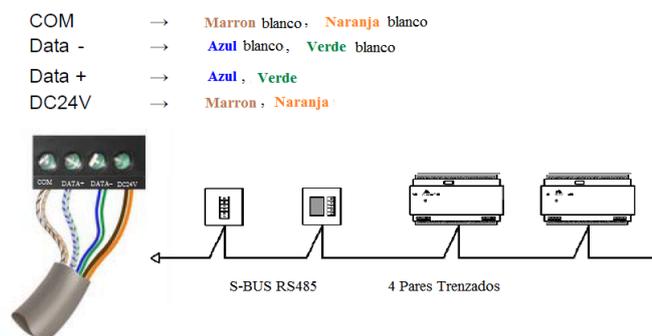


Figura 2.15: Colores de cable recomendado

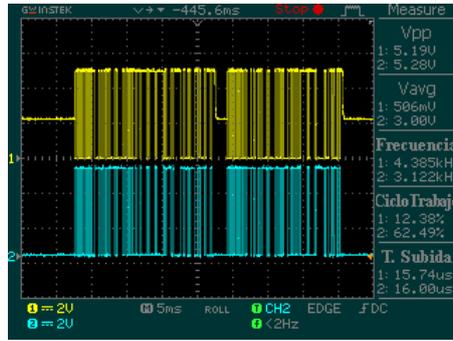
Las formas de onda para el bus de datos se muestran en la figura 2.17. Como se puede observar las señales están desfasadas 180° entre si. Esto es debido al protocolo RS485 (ver sección 1.5.3) implementado en este bus. El tiempo de la trama de datos es de 43ms aproximadamente. Para ver estas señales se activó un módulo Relé desde un Panel de control (figura 2.16).

2.1.3.1. Ruido en el bus de datos

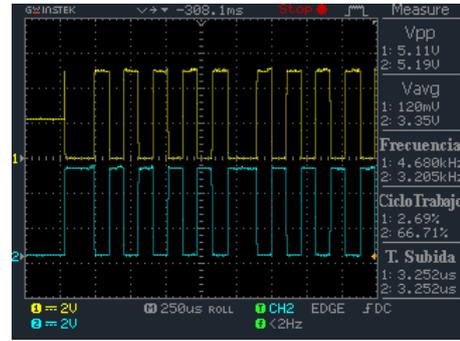
Para probar el sistema en ambientes ruidoso dentro de una vivienda, se colocó una licuadora y un taladro. En la figura 2.18a se puede observar que el ruido de un motor



Figura 2.16: Activación del panel multifunción, para probar el bus

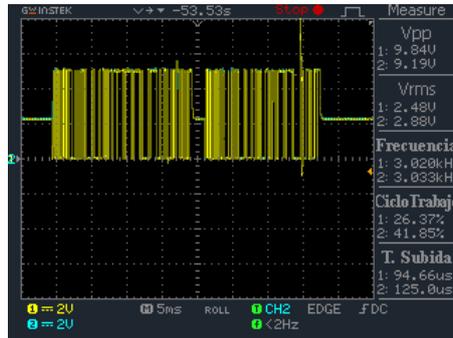


(a) Señal amarilla entre com y data+, señal azul entre com y data-

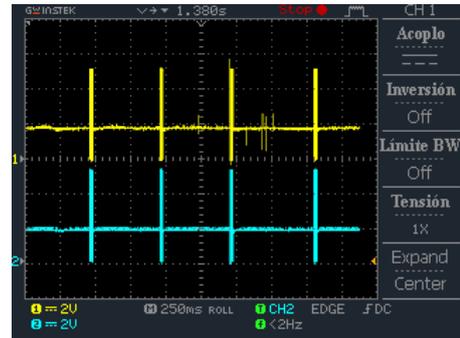


(b) Primeros bits

Figura 2.17: Bus de datos



(a) Señal entre COM Y DATA+



(b) El ruido se elimina (canal 2)

Figura 2.18: Ruido en el bus de datos

de una licuadora afecta al sistema, con un pico en la señal del bus. Este pico de ruido en la trama del bus, fue fácilmente eliminado ya que el sistema posee una transmisión balanceada, como se observa en la figura 2.18b, esta señal esta entre DATA- y DATA+.

2.2. Programación de equipos.

En la programación de los Equipos HDL, se utilizó el software HDL S-Bus V10.16.003. A continuación se detalla el funcionamiento del programa y también se dará un ejemplo para su mejor entendimiento.

2.2.1. Software HDL SMART BUS.

Para la programación de los módulos domóticos se utilizó el software *HDL S-BUS V10.16.003*, adquirido junto con los equipos, al momento de la compra. Se puede instalar en sistemas operativos, office 2000, windows xp, vista y win7, con una resolución de pantalla de 1024x768.

La licencia de esta herramienta de programación, es facilitada previo a un registro como usuario en la base de datos de la misma marca, luego de lo cual se procede al envío de un maill a zyi@hdlchina.com.cn o dicky@hdlchina.com.cn con el serial que nos genera el programa al tratar de abrirlo. A las pocas horas se recibe un maill de confirmación con el código de registro y entonces se podrá utilizar el programa libremente.



Figura 2.19: Serial del software

2.2.1.1. Configuración IP

Antes de programar el dispositivo, se debe asegurar de que la dirección IP del módulo y la dirección IP de la PC estén en la misma red. Para ello utilizamos la dirección 192.168.10. xxx.

Todos los dispositivos de HDL tienen que ser conectados al bus HDL-BUS, para poder ser gestionados y programados.

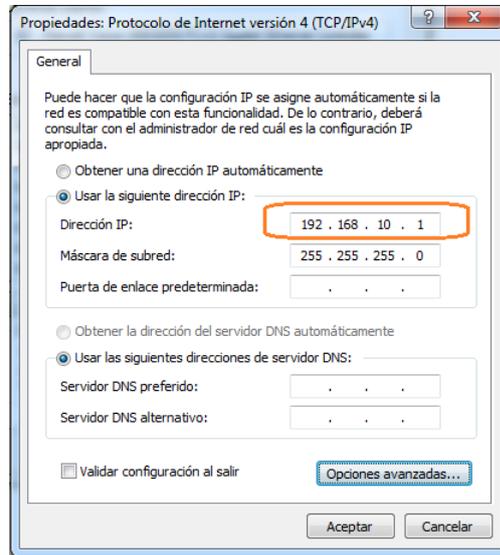


Figura 2.20: Cambio de la dirección IP en la PC

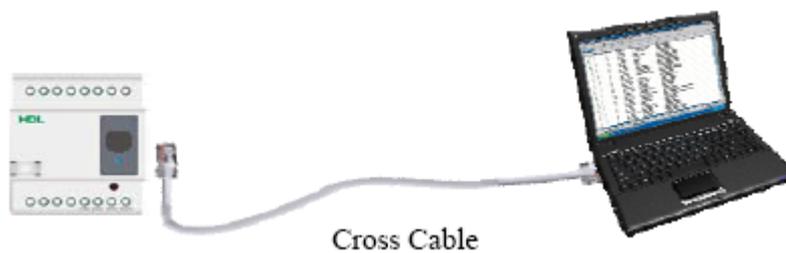


Figura 2.21: Conexión del Bridge-PC con cable cruzado

En el sistema se habla de una red y de subredes; al momento de agregar un nuevo dispositivo, tenemos que asegurarnos de que esté en la misma subred, que el resto de los equipos con los que se quiera tener comunicación.

Para que el programa se ejecute correctamente hay que abrirlo como administrador del equipo.

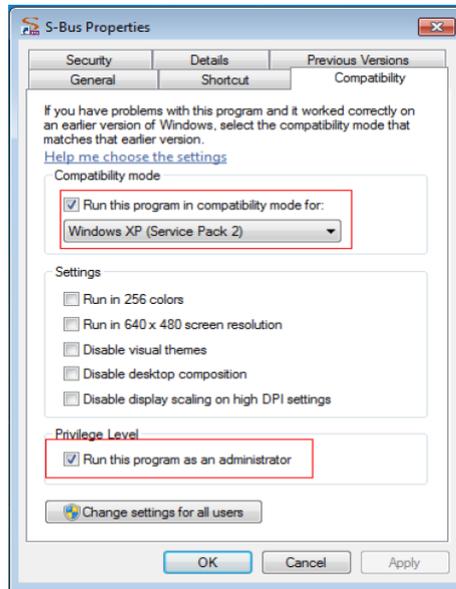


Figura 2.22: Cambiar al modo administrador

2.2.1.2. Búsqueda de equipos on-line.

Dar clic en Search, para buscar dispositivos en línea.

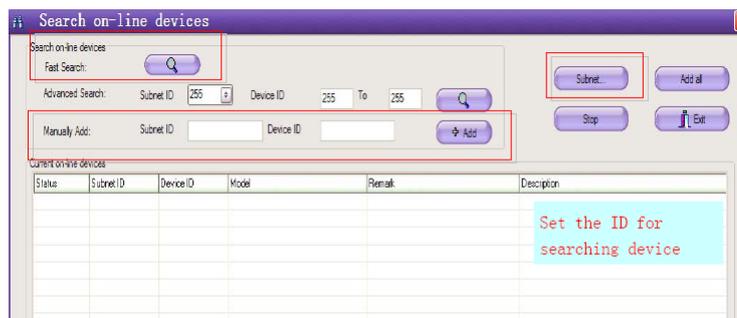


Figura 2.23: Búsqueda de dispositivos en línea

Búsqueda rápida: Si no conoce el ID del dispositivo, haga clic en 'Búsqueda rápida', todo dispositivo en línea será incluido en el *actual dispositivo en línea* del área.

Agregar manualmente: Si conoce el ID de la subred y el ID del módulo, puede escribir

el ID en el *Agregar manualmente*, el dispositivo aparecerá en el 'dispositivo de línea actual.

Subred: Establezca aquí el ID de subred, luego en la *búsqueda avanzada*, puede utilizar el ID para buscar el dispositivo en ese rango de ID.

2.2.2. Programación de escenas (ejemplo)

A continuación se detalla como se programan escenas. Para este ejemplo se utiliza un Dimmer de 4 canales a 3A, para los demás equipos el proceso es similar.

Para que funcionen las escenas tenemos que crear áreas o por defecto el software detecta las áreas, es decir un Dimmer o un Relé forma una área. Los pasos son los siguientes.

1. Una vez buscados los elementos, damos doble clic en el dispositivo, en este caso en el Dimmer.

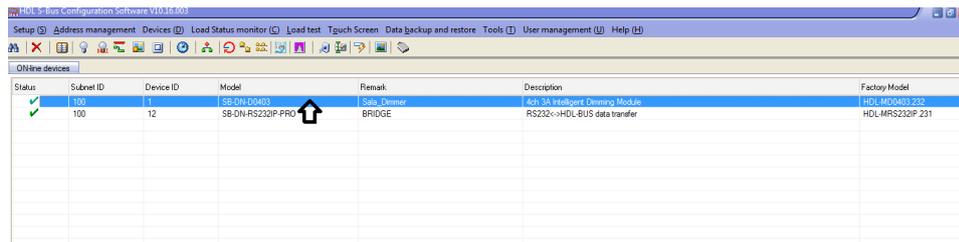


Figura 2.24: Selección del dispositivo (Dimmer)

2. Luego se selecciona el Dimmer y también se podrá cambiar el nombre en remark (figura 2.25).

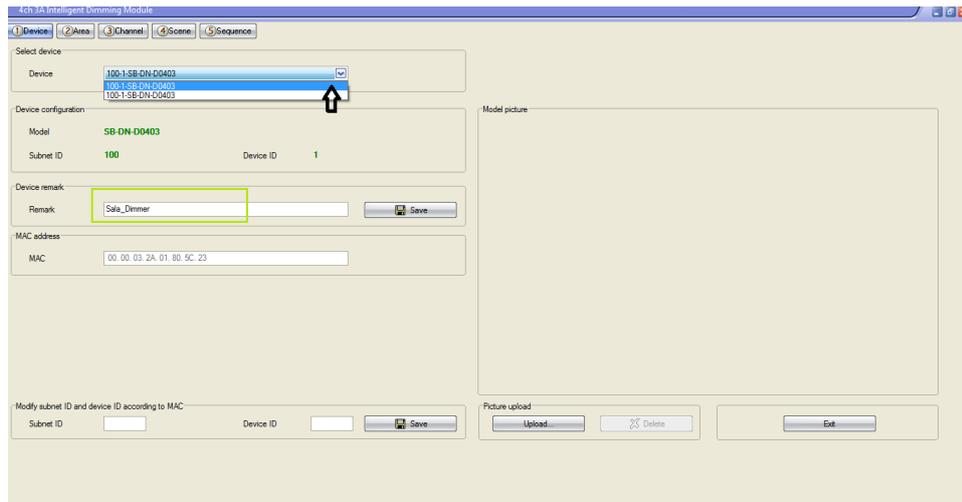


Figura 2.25: Cambiar el nombre del dispositivo (remark)

3. Se elige *Área*, aquí se puede cambiar el nombre (figura 2.26).

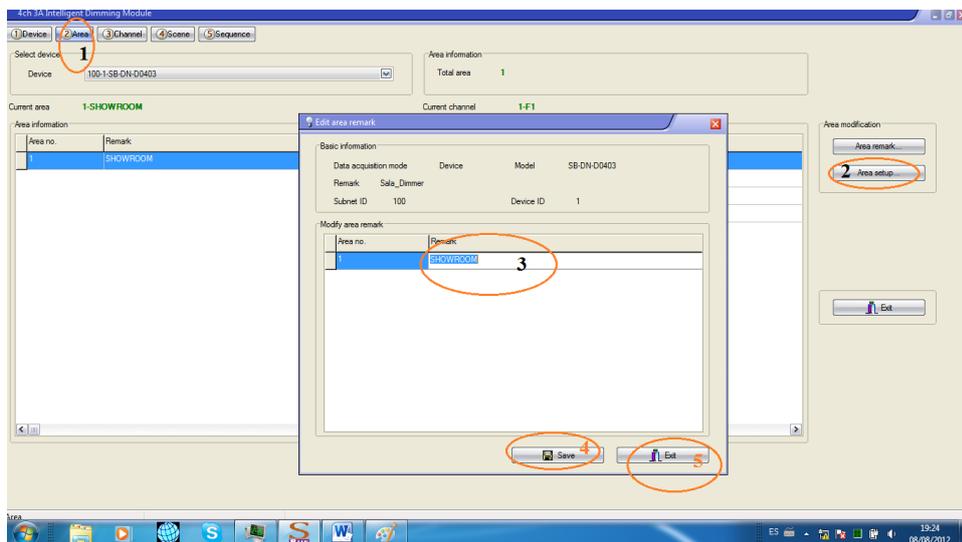


Figura 2.26: Modificación del nombre del área

4. Para ponerle un nombre a cada canal, se selecciona Channel (figura 2.27) y de la misma forma se puede modificar los niveles de intensidad de luz en Max Level. También se puede seleccionar el tipo de carga que será colocado en los canales (Load type).
5. Se da clic en *Scene* y se elige el área (figura 2.28) en donde se va a generar la escena. Aquí se pueden generar hasta 12 escenas, a cada escena se le puede asignar un nombre, en este caso se genera 9 escenas (0-8)(encendido secuencial y apagado secuencial).

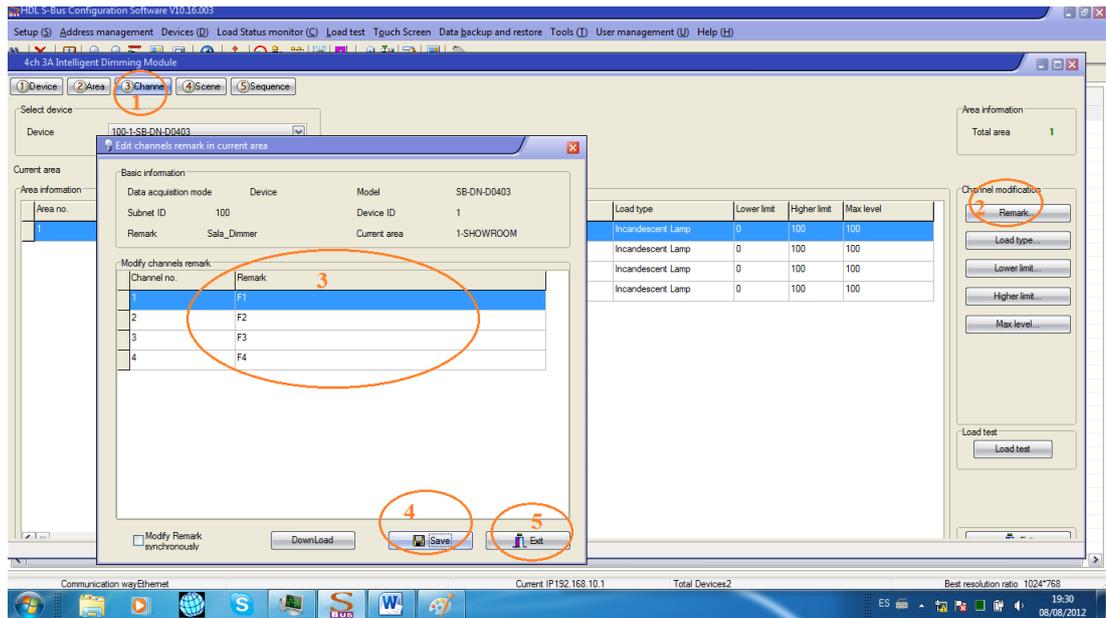


Figura 2.27: Modificación de los nombres de los canales

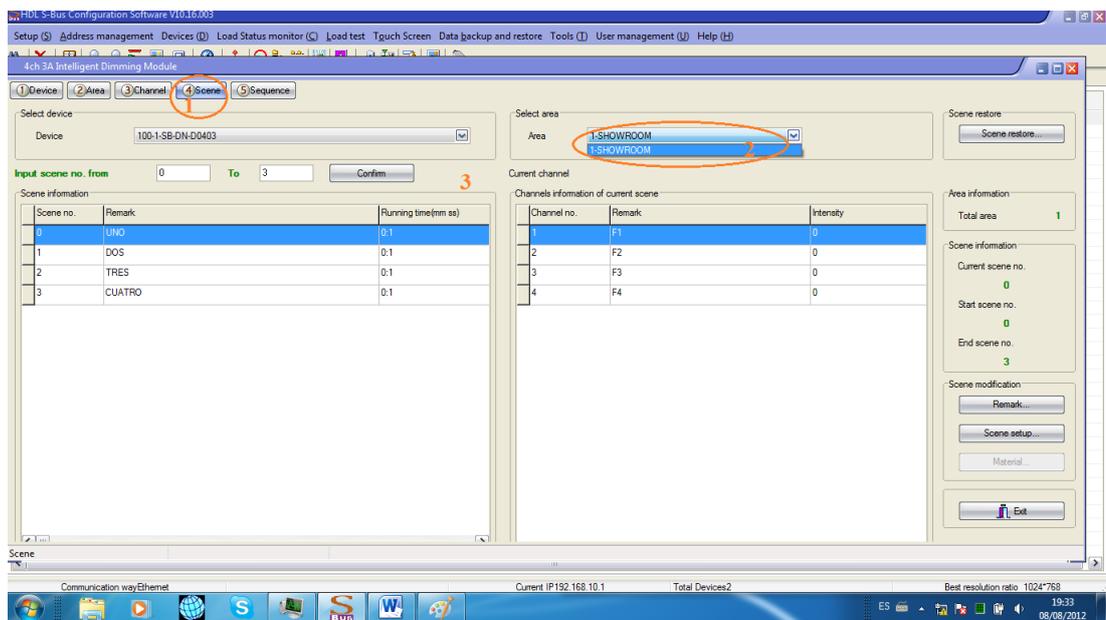


Figura 2.28: Selección de área

6. A cada escena se le asigna un tiempo de arranque de encendido, en este caso 1 segundo como mínimo (figura 2.29).

7. Para la primera escena se enciende solo el canal 1 o F1 y los demás estarán apagados. Para ello clic en *Scene Setup* y cambia el valor del primer canal 1 a 100, así se lo hace para las demás escenas. Para la escena 2 encendemos los 2 canales, para la escena 3 encendemos los 3 canales y para la escena 4 encendemos los 4 canales. Para que se apaguen los canales hacemos el proceso inverso, es decir vamos apagando desde el canal 4 hasta el canal 1 (figura 2.30).

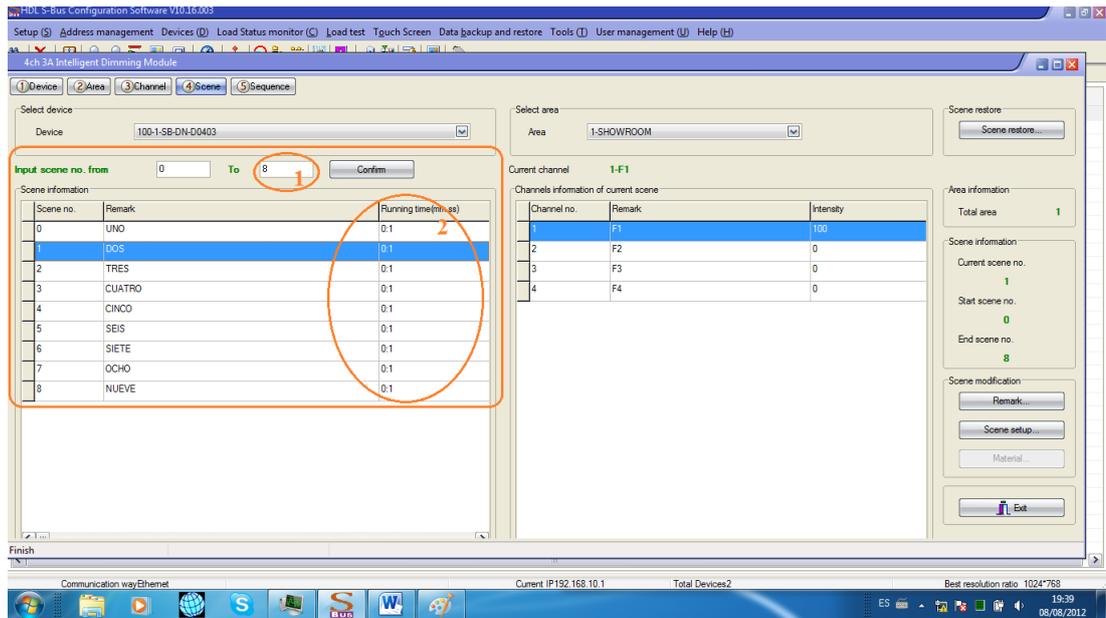


Figura 2.29: Tiempo de encendido

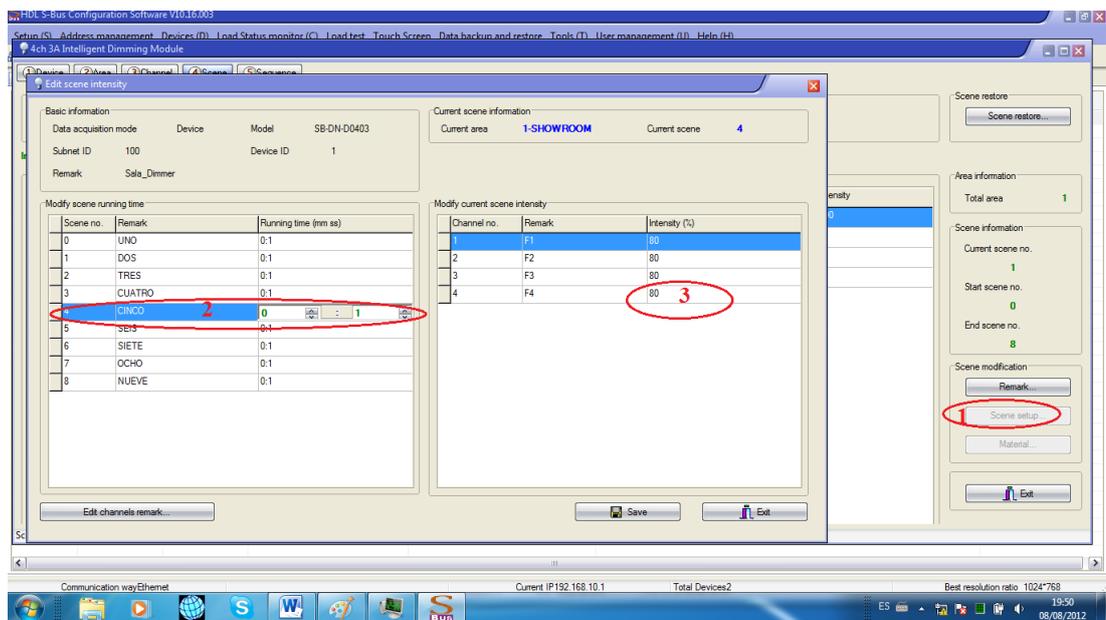


Figura 2.30: Ajuste de intensidad a los canales

8. Para que estas escenas se ejecuten se debe crear una secuencia, para la cual se pulsa en *Sequence* (figura 2.31). Primero se agrega el área, aquí se puede crear hasta 6 secuencias, en este caso se utiliza solo una secuencia.

En la primera secuencia, como se crearon 9 escenas se coloca 9 pasos en *Step Totality*. También se coloca el número de veces que se repite la secuencia, en este caso se coloca 2 veces (Times) como indica la figura 2.32.

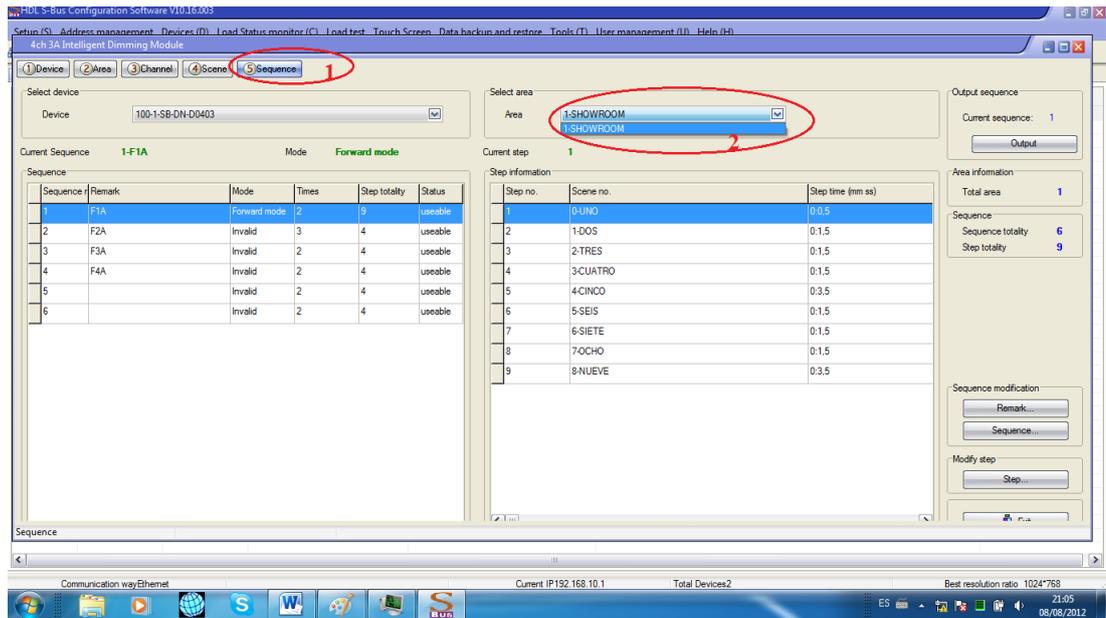


Figura 2.31: Selección de escena

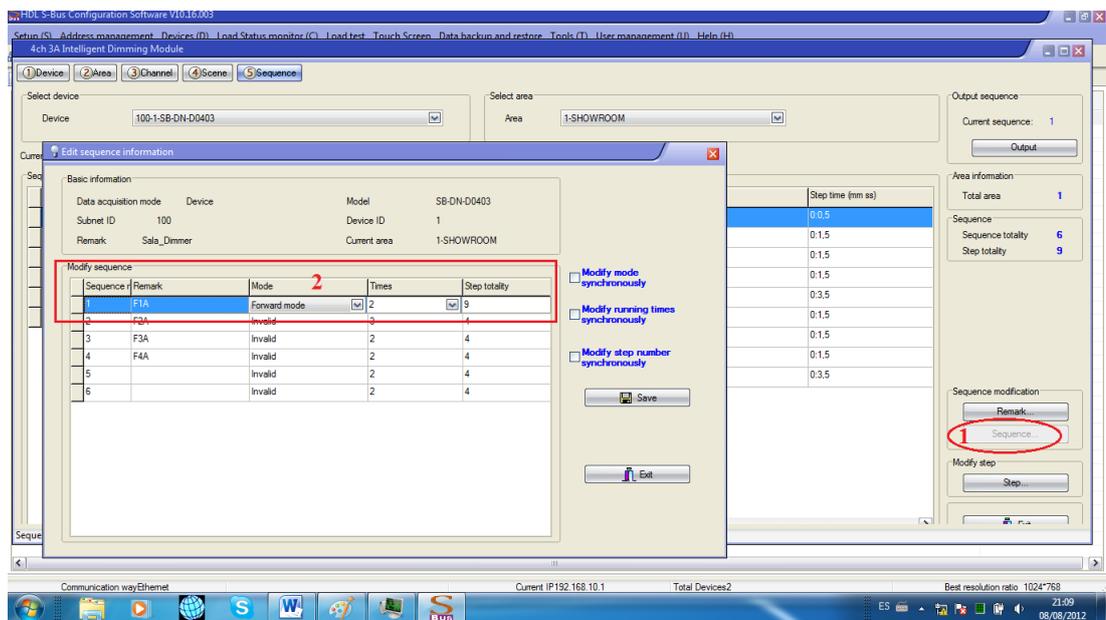


Figura 2.32: Número de veces que se repite la secuencia

Luego se colocan los pasos en que se encenderán los canales, en este caso las escenas se colocan en orden ascendente y también se pone el tiempo de paso (figura 2.33).

9. Para probar el funcionamiento damos clic en *Output* como indica la figura 2.34.

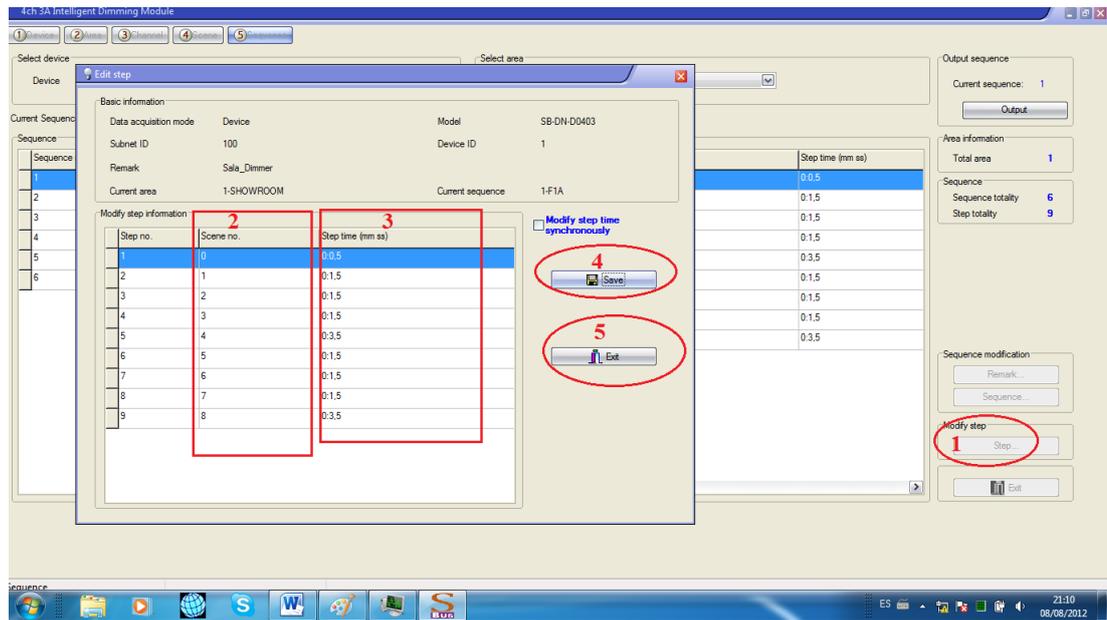


Figura 2.33: Pasos y tiempo de paso

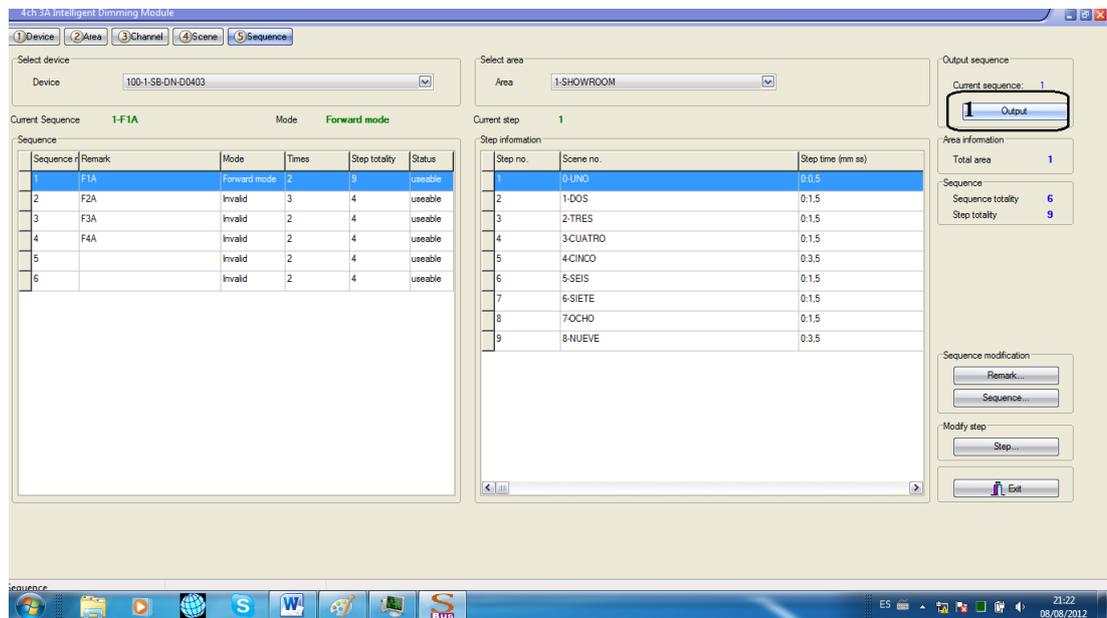


Figura 2.34: Prueba de funcionamiento (Output)

CAPÍTULO 3

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

Todo el diseño y la implementación del sistema de iluminación, se realizó en la planta baja y en el subsuelo de la vivienda, utilizando equipos de la marca HDL. Para ello se tomó como referencia los planos arquitectónicos de la residencia, previamente realizados por un Arquitecto.

La vivienda fue inspeccionado luego de sus primeras etapas de construcción, por lo que se obtuvo un fácil acceso al momento de analizar las condiciones de la misma, previo al diseño de la red domótica. Aquí se encontraron partes donde ya existían algunos ductos o mangueras para la distribución de la iluminación en la planta baja, por lo que se tuvo que adaptar y realizar otras instalaciones, para poder cumplir con las exigencias del propietario. En la figura 3.1, se observa las condiciones en que se conoció la vivienda. El área neta de la residencia se ve en el cuadro 3.1



(a) Vista frontal



(b) Parte interna

Figura 3.1: Condiciones iniciales de la vivienda

Planta	Área Neta
Subsuelo	37.40 m^2
P. Baja	153.00 m^2
P. Alta	102.81 m^2
Total	293.21 m^2

Cuadro 3.1: Áreas

Todo el sistema de iluminación podrá ser controlado por el usuario a través de pulsadores, control remoto y paneles multifunción. Permitiendo que el sistema sea amigable y de fácil manejo.

Al implementar este sistema domótico, se ofrece al usuario bienestar, seguridad, comunicación y ahorro energético.

La ubicación de los diferentes elementos domóticos, la arquitectura, la topología y la conexión de los equipos, dependerán del diseño de la red eléctrica y del bus de datos, que se detallan a continuación.

3.1. Diseño de la red eléctrica de iluminación.

Tomando en cuenta las exigencias y posibilidades del cliente, se consideraron dos áreas a automatizar, la planta baja y el subsuelo.

La conexión de los circuitos de iluminación se la realizó con cable de cobre debido a su buena conductividad y a su bajo costo. Al utilizar iluminarias tipo LED y considerando que estas consumen poca corriente (menor a 1 A), se utilizó un calibre 14-AWG (máximo 15 A) para una instalación básica, según las normas de instalaciones eléctricas ¹

Al realizar el cableado para los diferentes puntos de luz se debe tener en cuenta que todos los retornos deben llegar a la caja de distribución domótica. La línea neutra fue común para todas las zonas, mientras que la fase que llegaba a cada ambiente iba directo al tablero de control, dependiendo de cuantas iluminarias independientes estén en cada zona. Para la cantidad de puntos de luz, usamos como guía la norma NEC.

En algunas zonas se colocaron lámparas incandescentes y en otras dióicos tipo LED, mismos que tienen incorporado internamente un sistema electrónico que reduce el voltaje (5V a 36V).

Hubo zonas que no fueron integradas al sistema, ya que el cliente no lo requería, como fue el área de la lavandería y las gradas al segundo piso.

A continuación se detallan las zonas incluidas en cada área.

¹Norma NEC (Código nacional Eléctrico) de los Estados Unidos.

3.1.1. Patio posterior

En esta zona se colocaron 4 iluminarias. Considerando la necesidad de un reflector de gran iluminación, se optó por uno del tipo halógeno de 200W y tres reflectores decorativos tipo LED de 15W.

Estas fueron conectadas en paralelo al canal 7 del módulo Relé Q2. No se conectaron a canales individuales para una posible programación de escenas, con el software HDL-Smart-Bus, ya que el cliente no lo consideró necesario. Además de que aumentará costos al agregar más módulos relé. Esta zona puede ser activada a través de los paneles multi-función ubicados en la planta baja y alta ó a través de un control remoto. El interruptor convencional fue descartado debido a exigencias del cliente.

Con esto se logró un ambiente de luz intenso de 23 lux, considerado un valor adecuada para este patio.

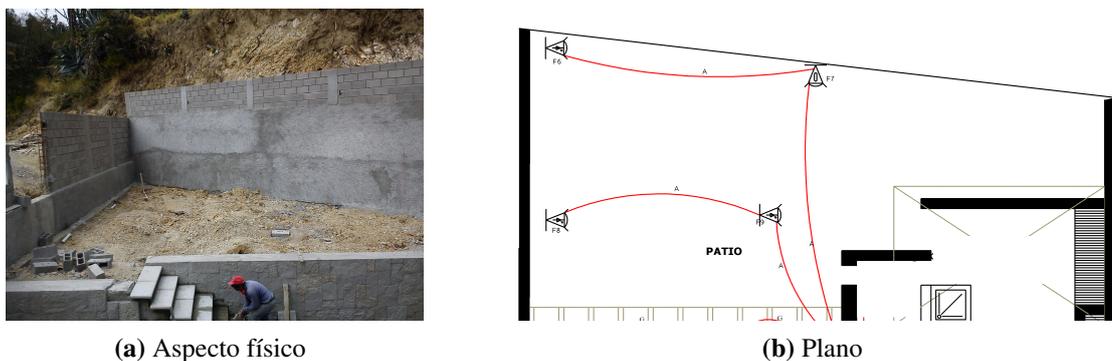


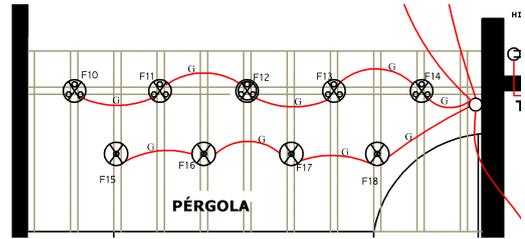
Figura 3.2: Patio posterior

3.1.2. Pérgola

En esta zona se colocaron 4 dicroicos LEDs de 1W y 5 de 3W, conectados en forma paralela al canal 2 del módulo relé Q2. Las interfaces de control para esta zona fueron dos paneles multifunción, un control remoto y un sensor 8 en 1 colocado en este lugar. La cantidad de lúmenes por metro cuadrado que se obtiene es de 45 lux, logrando así un ambiente de luz decorativo y a la vez funcional.



(a) Aspecto físico



(b) Plano

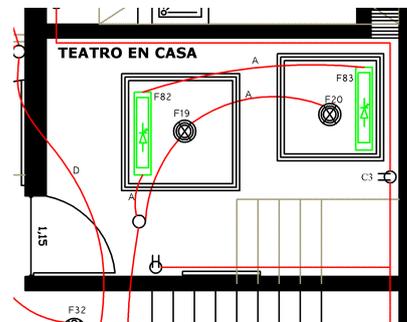
Figura 3.3: Pérgola

3.1.3. Teatro en casa

Aquí se colocaron 2 dióicos LEDs de 25W en paralelo, los cuales están comandados por el canal 12 del módulo relé Q1. La cantidad de luz que se obtiene en esta zona es de 170 lux, obteniendo así un ambiente de luz funcional cuando el usuario lo requiera. Además se instalaron 2 cintas LED flexibles 3528 de forma oculta, que son controladas por el canal 11 del módulo relé Q1 y el canal 1 del módulo relé Q2. La cantidad de luz que se obtiene es de 52 lux, obteniendo así un ambiente de luz tenue y a la vez uno funcional cuando se lo requiera. Las interfaces de control para esta zona son dos paneles multifunción, un control remoto y un sensor 8 en 1 colocado en este lugar.



(a) Aspecto físico



(b) plano



(c) Cinta LED 3528

Figura 3.4: Teatro en casa

Las cintas LED flexible SMD 3528(3,5mm x 2,8mm), tienen un consumo promedio de 5W/m. La mayoría de estas tiras LED 3528 pueden ser cortadas cada 3 LEDs ó 50mm para los rollos de 300 LEDS y cada 25mm para los rollos de 600 LEDDs.

3.1.4. Patio estar

Aquí se instalaron ocho diicroicos tipo LED. Seis fueron conectados en paralelo y colocados en las vigas del techo de vidrio. Dos diicroicos tipo LED de 3W se conectaron en paralelo y situadas en el estuco del patio estar. Todos estos comandados por los canales 3 y 4 del modulo relé Q1 respectivamente. Las interfaces de control para esta zona fueron dos paneles multifunción, un control remoto y un sensor 8 en 1 colocado en este lugar. La cantidad de lúmenes por metro cuadrado que se obtiene es de 80 lux, logrando así un ambiente de luz decorativo y a la vez practico.

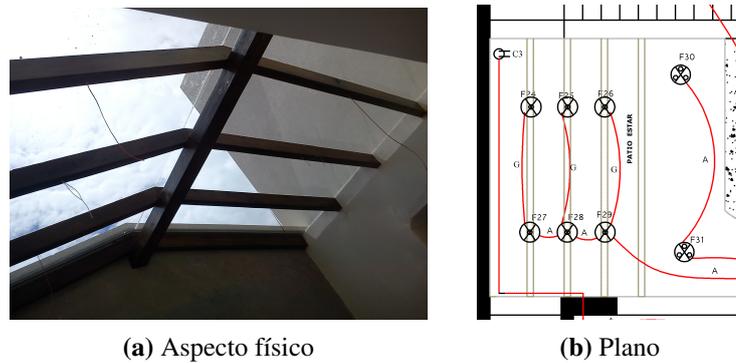


Figura 3.5: Patio estar

3.1.5. Pileta

La pileta consta de una cinta LEDs flexible 5050, comandada por el canal 10 del módulo relé Q1. La cual es accionada por cualquiera de los paneles multifunción.

La cinta de LEDs flexible 5050(5,0mm x 5,0mm), está montada sobre un circuito impreso tipo “cinta” 100 % flexible y con un adhesivo para su instalación en cualquier tipo de superficie. La versión multicolor o RGB requiere de un controlador adicional, el cual puede producir varios tipos de colores diferentes; por lo que encontrar el tono o combinación es cuestión de programación. Los rollos con densidad de 30 LEDs por metro (360 lux en blanco frío) tienen un consumo de 7.5 W/m, también se consigue en densidad de 60 LEDs por metro, proporcionando 720 lux en blanco frío y con un consumo de 14,5 W/m.

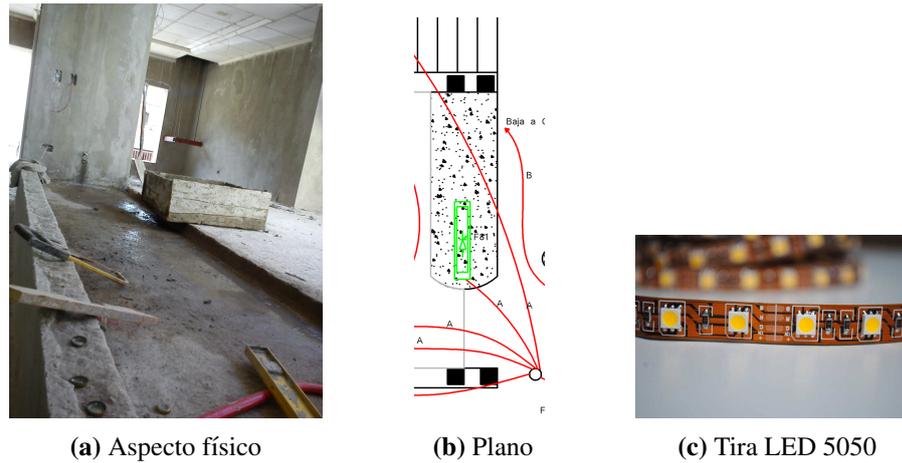


Figura 3.6: pileta

3.1.6. Comedor

En esta zona se instalaron 5 dicroicos LEDs de 3W en paralelo, los cuales son activados por el canal 5 del módulo relé Q1. Además, se instaló una lámpara decorativa que es accionada por el canal 4 del módulo relé Q1. Las interfaces de control para esta zona son dos paneles multifunción, un control remoto, un sensor 8 en 1 y un interruptor convencional. La cantidad de lúmenes que se obtiene en esta zona es de 250 lux, obteniendo así un ambiente de luz funcional, y el canal 1 del módulo relé Q2.

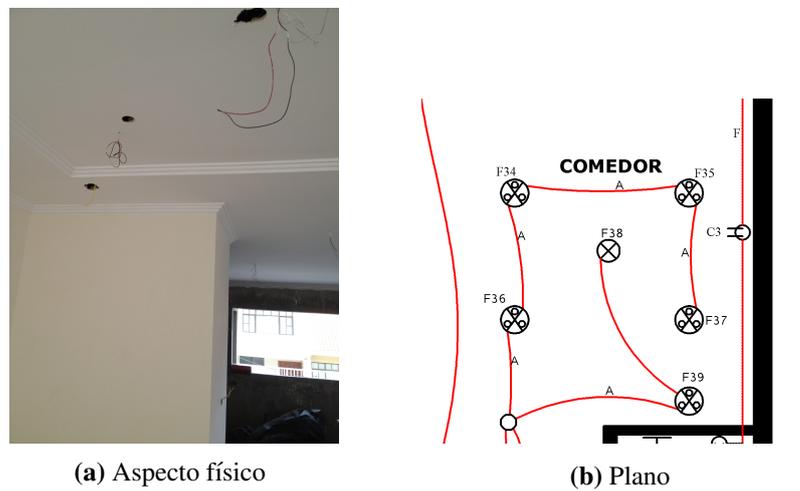


Figura 3.7: comedor

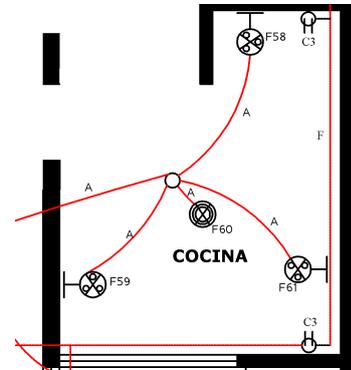
3.1.7. Cocina

En la parte central de esta zona se colocó 1 dicroico LED de 25W y 4 dicroicos de 3W en las esquinas, todos conectados en paralelo y activados a través del canal 8 del módulo

relé Q1. Las interfaces de control para esta zona son paneles multifunción y un interruptor (S6). La cantidad de lúmenes por metro cuadrado que se obtiene en esta zona es de 178 lux.



(a) Aspecto físico



(b) Plano



(c) Dicroico LED 25W

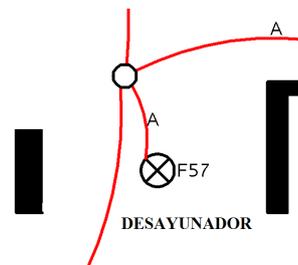
Figura 3.8: Cocina

3.1.8. Desayunador

A petición del cliente se instaló una lámpara incandescente decorativa de 250W, controlada por el canal 7 del módulo relé Q1. En esta zona se consigue una iluminación de 315 lux. Las interfaces de control para esta zona son dos paneles multifunción y un interruptor (S7).



(a) Aspecto físico



(b) Plano

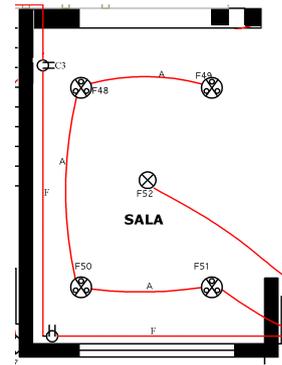
Figura 3.9: Desayunador

3.1.9. Sala

Aquí se instalaron 4 diicroicos LEDs de 3 W activados por el canal 2 del módulo relé Q1. En la parte central se instaló una lámpara decorativa de 200W, que es activada por el canal 1 del módulo relé Q1. El usuario puede accionar estas iluminarias a través de paneles multifunción y un interruptor (S9). La cantidad de lúmenes por metro cuadrado que se obtiene es de 136 lux.



(a) Aspecto físico



(b) Plano



(c) Diicroico LED 3W

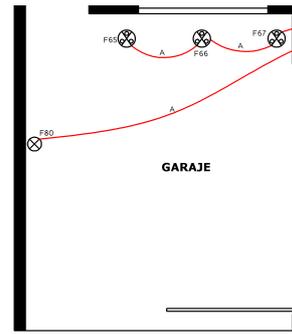
Figura 3.10: Sala

3.1.10. Garaje y entrada principal

Para iluminar esta zona se instalaron 3 diicroicos LEDs de 3 W y 12 diicroicos LEDs de 1 W que están colocados en las gradas. Todos estos accionados por el canal 9 del módulo relé Q2. Las interfaces de control para esta zona son dos paneles multifunción y un interruptor (S10). La cantidad de iluminación que se obtiene en esta zona es de 26 lux,



(a) Aspecto físico

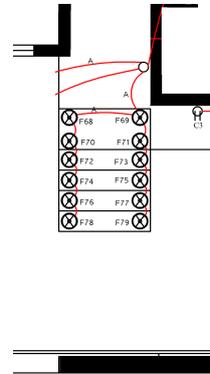


(b) Plano

Figura 3.11: Garaje



(a) Aspecto físico



(b) Plano

Figura 3.12: Gradas

3.1.11. Patio frontal (jardín)

En esta zona se colocaron 2 dicroicos LEDs de 3W y activados por el canal 10 del módulo relé Q2. Las interfaces de control para esta zona son dos paneles multifunción. La iluminación de este patio es de 23 lux.

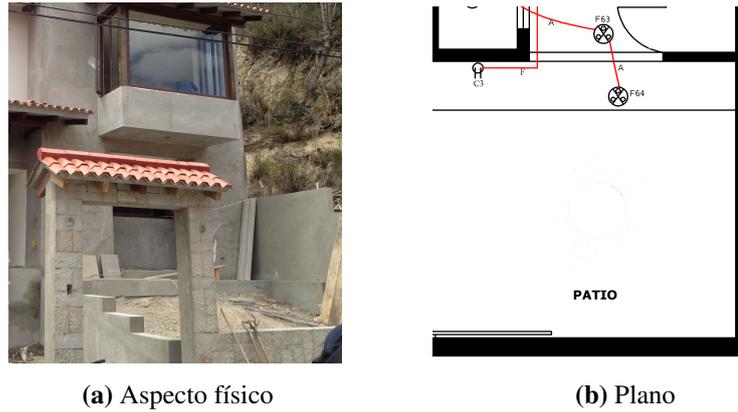


Figura 3.13: Patio frontal

3.1.12. Baño

En esta zona se colocó 1 dicroico LED de 15 W y activado a través del canal 12 del módulo relé Q2. Las interfaces de control para esta zona son dos paneles multifunción y un interruptor (S11). La cantidad de iluminación que se obtiene en esta zona es de 98 lux.



(c) Dicroico LED 15W

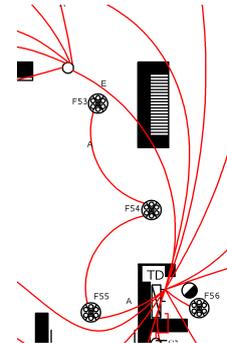
Figura 3.14: Baño

3.1.13. Pasillo inicial

Aquí se instalaron 4 dicroicos LEDs de 7 W, activados por el canal 3 del módulo relé Q2. Las interfaces de control para esta zona son dos paneles multifunción, un sensor 8 en 1 y un interruptor (S5). En esta zona se consigue una iluminación de 52 lux.



(a) Aspecto físico



(b) Plano



(c) Dicroico LED 7W

Figura 3.15: Pasillo inicial

3.1.14. Pasillo final

Para iluminar esta zona se instalaron 2 dicroicos LEDs de 7 W y uno de 3 W. Todos estos accionados por el canal 4 del módulo relé Q2. Las interfaces de control para esta zona son dos paneles multifunción y un interruptor (S5). La cantidad de iluminación que se obtiene en esta zona es de 59 lux,



(a) Aspecto físico

(b) Plano

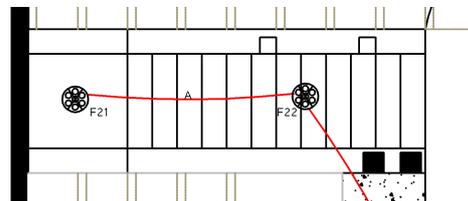
Figura 3.16: Pasillo Final

3.1.15. Pasillo interno hacia el subsuelo

En esta zona se colocó 2 dicroicos LEDs de 7 W y activados a través del canal 5 del módulo relé Q2. Las interfaces de control para esta zona son dos paneles multifunción y un interruptor (S4). La cantidad de iluminación que se obtiene en esta zona es de 60 lux,



(a) Aspecto físico



(b) Plano

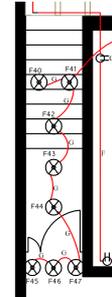
Figura 3.17: Pasillo subsuelo

3.1.16. Pasillo externo hacia el subsuelo

En esta zona se colocó 8 microicos LEDs de 1 W, activados a través del canal 5 del módulo relé Q2. Las interfaces de control para esta zona son dos paneles multifunción y un interruptor (S4).



(a) Aspecto físico



(b) Plano



(c) Dicroico LED 1W

Figura 3.18: Entrada a sala de juegos externa

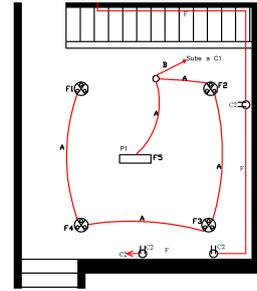
3.1.17. Sala de juegos (Subsuelo)

En la parte central de esta zona se colocó 1 lámpara decorativa de 200W y 4 dicroicos LEDs de 3W. Todos estos activados a través del canal 6 del módulo relé Q2. Las interfaces de control son dos paneles multifunción, un control remoto, un sensor 8 en 1 y un interruptor. La cantidad de iluminación que se obtiene en esta zona es de 56 lux, obteniendo así un ambiente de luz funcional.

En el cuadro 3.2 se observa la cantidad de iluminarias en las diferentes zonas



(a) Aspecto físico



(b) Plano



(c) Dicroico LED 3W

Figura 3.19: Sala de juegos (subsuelo)

En el **Anexo A.2** se puede ver el diseño completo de la red eléctrica.

Zona	Cantidad	Tipo de iluminaria
Patio Posterior	4	3 dicroicos LEDs de 15 W Reflector de 200 W
Estar exterior	9	4 dicroicos LEDs de 1 W 5 dicroicos LEDs de 3 W
Teatro en casa	4	2 Dicroicos de 25 W 2 Cintas LED 3528
Patio Estar	8	6 dicroicos LEDs de 1 W 2 dicroicos LEDs 3 W
Pileta	1	Cintas LED 5050 de 30 W
Comedor	6	5 dicroicos LEDs de 3W 1 Lámpara de 200W
Cocina	5	4 dicroicos LEDs de 3 W 1 dicroicos LEDs de 25 W
Des-ayunador	1	Lámpara Incandescente 250 W
Sala	5	4 dicroicos LEDs de 3 W 1 Lámpara Incandescente de 200 W
Garaje	3	dicroicos LEDs de 3 W
Patio frontal	2	dicroicos LEDs 3 W
Gradas de entrada	12	dicroicos LEDs de 1 W
Gradas hacia el Sótano	8	dicroicos LEDs 1 W
Pasillo Interno	7	6 dicroicos LEDs de 7 W 1 dicroicos LEDs de 3 W
Pasillo hacia sala de juegos	2	dicroicos LEDs de 7 W
Sala de juegos	5	dicroicos LEDs de 3 W 1 Lámpara Fluorescente de 40 W
Baño	1	Dicroico LED de 15 W

Cuadro 3.2: Cantidad de iluminarias en la planta baja y subsuelo

3.1.18. Demanda de potencia

En la demanda de potencia de la vivienda, no solo se tomaron en cuenta las iluminarias domotizadas, sino que además se incluyó el total de iluminarias y tomas de corriente. Ya que un solo tablero principal de medición no puede tener en cuenta solo las iluminarias domotizadas.

En el cuadro 3.3 se muestran las potencias totales para los circuitos de iluminación y de fuerza.

TIPO DE LÁMPARA	POTENCIA	CANTIDAD					
		C1	Potencia [W]	C2	Potencia [W]	C3	Potencia [W]
Dicroico Led 1W	1	30	30				
Dicroico Led 3W	3	30	90	6	18		
Dicroico Led 7W	7	8	56				
Dicroico Led 15W	15	4	60				
Dicroico Led 25W	25	3	75			11	275
Incandescente 200W	200	4	800				
Fluorescente 2x20W	40			1	40		
Alogeno 100W	100	1	100				
Cinta led 3525	30	2	60				
Cinta led 5050	30	1	30				
POTENCIA TOTAL INSTALADA [W]			1301		58		275

FUERZA	POTENCIA	CANTIDAD					
		C4	Potencia [W]	C5	Potencia [W]	C6	Potencia [W]
Tomacorrientes 200W	200	4	800	11	2200	10	2000
Lavadora 500W	500			1	500		
Secadora 500W	500			1	500		
Motor 1hp	746			1	746		
POTENCIA TOTAL INSTALADA [W]			800		3946		2000

Cuadro 3.3: Potencia instalada

Debido a que las iluminarias no son puramente resistivas se escogió un factor de potencia de 0.92.

El factor de demanda para los circuitos de iluminación es 0.7, esto indica que las iluminarias no estarán encendidas las 24 horas del día (100%), sino un 70%. En los circuitos de fuerza se toma un 30%.

En el cuadro 3.4 se muestra la demanda de potencia para toda la vivienda.

3.1.19. Protección

Para proteger al sistema de cualquier sobre carga o cortocircuito, se colocó un Breaker. Para saber de cuantos amperios es éste dispositivo se realiza el siguiente calculo:

$$\text{Potencia C1: } P_T = 1301W$$

$$\text{Voltaje de Fase: } V = 120V$$

Por lo tanto:

$$I = \frac{P_T}{V} = 1301/120 = 10,84A$$

CUADRO DE DEMANDA DE LA VIVIENDA DEL SR. JEFFERSON CAJAS

TD1: PLANTA GENERAL												
NOMBRE DEL CIRCUITO	#FASES	TENSION [V]	POTENCIA INSTALADA [KW]	COSφ	POTENCIA INSTALADA [KVA]	FACTOR DEMANDA	DEMANDA [KVA]	CORRIENTE [A]	PROTECCION	CALIBRE	DEMANDA TOTAL [KVA]	DEMANDA TD1 [KVA]
1. Circuito de Iluminación C1	1F	120	1,301	0,92	1,414	0,7	0,990	11,784	1X16	2X14		
2. Circuito de Iluminación C2	1F	120	0,058	0,92	0,063	0,7	0,044	0,525	1X16	2X14		
3. Circuito de Iluminación C3	1F	120	0,275	0,92	0,299	0,7	0,209	2,491	1X16	2X14		
4. Circuito de Fuerza C4	1F	120	0,800	0,92	0,870	0,3	0,261	7,246	1X20	2X12+14		
5. Circuito de Fuerza C5	1F	120	3,946	0,92	4,289	0,3	1,287	35,743	1X20	2X12+14		
6. Circuito de Fuerza C6	1F	120	2,000	0,92	2,174	0,3	0,652	18,116	1X20	2X12+14		
TD1: POTENCIA TOTAL												
											8,380	
												3,443
												3,443

CORRIENTE TOTAL:	75,9057971
CONDUCTOR:	2x8 +12 (AWG)

Cuadro 3.4: Demanda de potencia

En este caso se necesitaría un Breaker (squart D) de 16A. Pero, si todas las iluminarias están encendidas por mas de 3 horas, se toma el 125 % de esta corriente [16], es decir:

$$I = 10,84 * 1,25 = 13,55A$$

Igualmente se necesitará un Breaker de 16A.

Para el subsuelo se realiza el siguiente calculo:

$$\text{Potencia C2: } P_T = 58W$$

$$\text{Voltaje de Fase: } V = 120V$$

Por lo tanto:

$$I = \frac{P_T}{V} = 58/120 = 0,48A$$

Por lo tanto se necesitaría un Breaker de 16A. Aquí se pudo haber utilizado un breaker de menor corriente, pero la norma establece para circuitos de iluminación un breaker de 16A.

3.2. Diseño del bus de datos.

Siguiendo las recomendaciones del fabricante (HDL), la conexión del bus de datos se realizó con cable UTP-Cat5. Se puede utilizar el de cuatro u ocho hilos, pero este último se deberá utilizar solo los cuatro hilos individuales o los cuatro pares. En el **Anexo A** se puede ver con detalle la conexión de los equipos de mando. Los cables de red correspondiente a los dry contact y sensores fueron colocados dentro de una segunda tubería de menor diámetro, y no se los colocó dentro de la misma tubería de los cables de tensión, ya que aun no se había comprobado que la tecnología de HDL smart bus podía o no resistir el ruido eléctrico debido a líneas de tensión cercanas.

Aquí se utiliza una arquitectura distribuida, debido a la característica propia del sistema HDL, es decir no es necesario ninguno elemento central de control. La interfaz de control de toda la iluminación es:

- 1 Panel de control ubicado en el primero piso.
- 1 Panel de control ubicado en el segundo piso.
- Controles de infrarrojos.
- Pulsantes e interruptores.

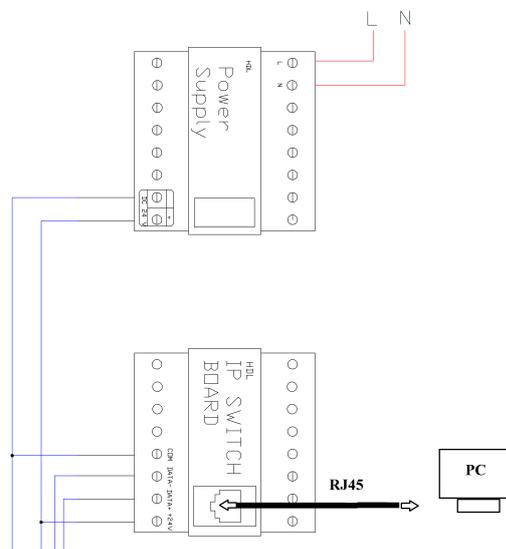
La topología implementada en esta vivienda es del tipo *bus*. En el **Anexo** se puede apreciar esta topología . Este esquema consta de los siguientes elementos:

3.2.1. Power Supply

Este básicamente se encarga de generar la energía necesaria para que funcionen los demás equipos. Este dispositivo por lo general se coloca junto al Switch Board.

3.2.2. Switch Board

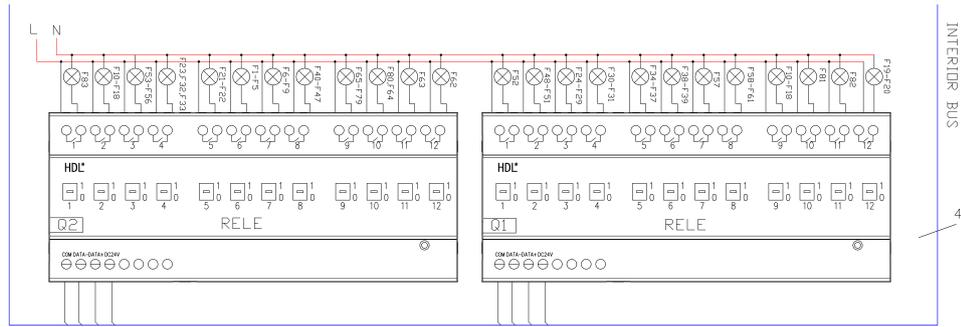
Dispositivo que realiza la interfaz *Usuario-PC*, es decir a través de éste se podrá programar a todos los equipos que estén conectados mediante el bus. Para conectarse a la PC se necesita un cable de red cruzado con conector RJ45.



Cuadro 3.5: Fuente e IP

3.2.3. Módulo Relé de 12 canales

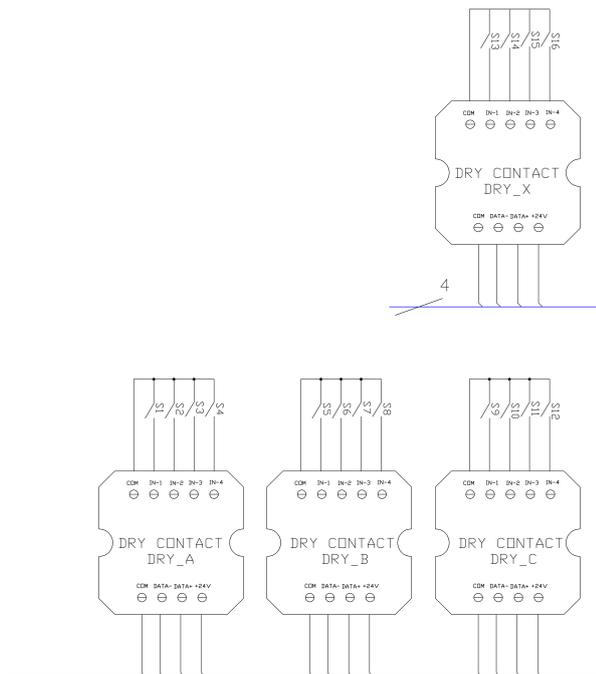
Este módulo tiene la capacidad de manejar cargas de hasta 300w por canal. Se utilizará para comandar la iluminarias tipo LED, también el programador puede generar escenas para determinadas áreas de la vivienda.



Cuadro 3.6: Módulos relé Q1 y Q2

3.2.4. Dry Contact

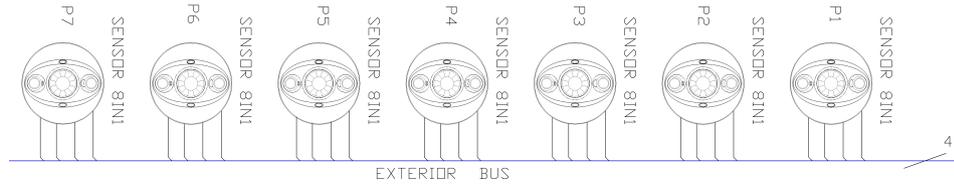
Este dispositivo se utiliza para realizar la interfaz entre el sistema y pulsantes, interruptores, alarmas, etc.



Cuadro 3.7: Dry Contacts

3.2.5. Sensores 8 en 1

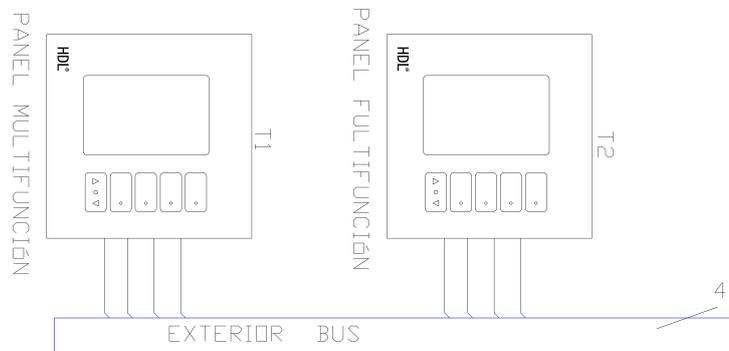
Estos permiten comandar el sistema mediante un control remoto infrarrojo, están ubicados en áreas estratégicas fuera del tablero de distribución.



Cuadro 3.8: Sensores 8 en 1

3.2.6. Paneles multifunción

Estos sirven para que el usuario tenga un control visual del sistema. Desde aquí podrá verificar algunas funciones de la vivienda.



Cuadro 3.9: Panel multifunción

3.2.7. Cálculo para elegir la Fuente de Poder

Para garantizar que el sistema funcione correctamente durante las 24 horas, se tiene que dotar a todos los elementos domóticos de estabilidad en la señal de comunicación o en el bus de datos. Para ello es necesario tener una fuente de poder que genere la suficiente potencia para alimentar a todo el sistema.

Sabiendo la cantidad de elementos y las características de los mismos se procede a realizar el cálculo respectivo:

Teniendo en cuenta que el Módulo Relé en modo activo (cuando se activa un canal) genera un pico de 40 mA, se tiene la corriente total I_T , así:

$$I_T = 314 + 2 \times 40 = 394mA.$$

Nombre	Cantidad	Corriente U. (mA)	Corriente T.(mA)
Sensor 8 en 1	7	12	84
DLP	2	25	50
Dry Contact	4	20	80
Módulo Relé 12CH.	2	15	30
IP Switch Board	1	40	40
Dimmer 3Ch	1	30	30
TOTAL	17		314

Cuadro 3.10: Valores de corriente para los dispositivos Domóticos

Se puede utilizar dos fuentes de 250mA (existentes en el mercado) como se ve en la figura 3.20. Una de ellas alimenta a los elementos externos que están fuera del tablero de distribución y la otra en el tablero de distribución.

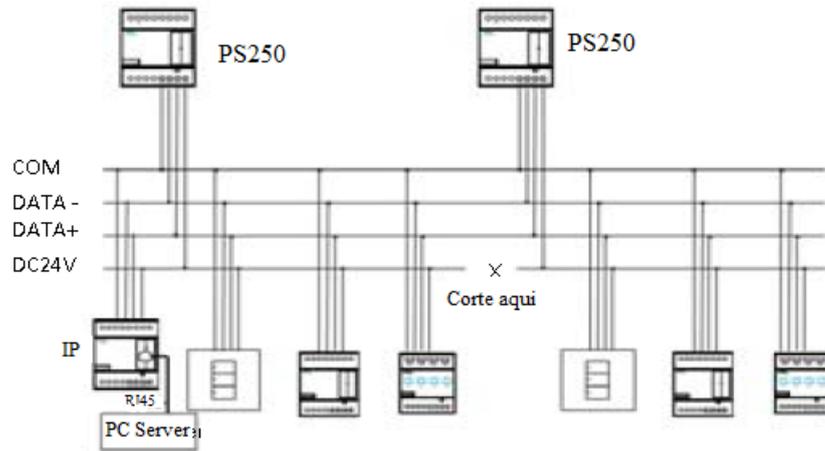


Figura 3.20: Forma de conectar dos fuentes en el sistema

3.3. Instalación de equipos.

Para la instalación, hay que tener presente que algunos equipos estarán fuera del tablero de distribución, como es el caso de los sensores 8 en 1 y paneles multifunción; relés, DryContact, SwitchBoard y PowerSupply se colocaron en el tablero de distribución. También se contará con un tablero de protección.

Rieles del tipo Din de 35 mm fueron colocados para el soporte de los módulos relé, IP Switch Board y fuentes de voltaje. Los dry contacts fueron atornillados a estas rieles. Para tener una organización en el cableado eléctrico, se utilizó canaletas como ilustra la 3.23b.

Debido a un re-diseño por parte del propietario en el área de entretenimiento (teatro en casa), se produjeron cambios en dicho lugar, ya que se propuso además de las luces normales, luces denominadas ocultas, por lo que se re-diseño el cableado. Hubo algunos inconvenientes en el nuevo cableado, ya que el acceso fue mucho más complicado que al inicio de la construcción de la vivienda, teniendo que romper en algunos lugares el estuco del techo.

Una vez instaladas las iluminarias y los sensores, se procedió a colocar los módulos necesarios para la automatización de las mismas.



(a) En la planta alta



(b) En la planta baja

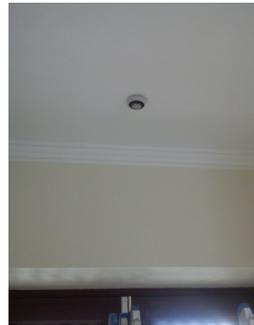
Figura 3.21: Paneles multifunción

En el dormitorio de la planta alta se colocó un panel multifunción, para un control total de las iluminarias.

En el tablero de distribución, se optó por enviar en la misma canaleta los cables de poder y bus de datos, ya que se comprobó que el ruido eléctrico no afecta al protocolo de comunicación, ya que en pruebas realizadas anteriormente, el protocolo de control de

error del sistema HDL smart bus (RS-485) pudo manejar fácilmente errores que se dieron debido al ruido eléctrico producido por las líneas de tensión.

Se consideró en el diseño, una lámpara de emergencia para el cuarto de control, en caso de existir un daño en los dispositivos de control y de esta manera garantizar la iluminación necesaria para arreglos o mantenimiento.



(a) Entrada



(b) Sala

Figura 3.22: Sensores 8 en 1 en la planta baja

Para reconocer los cables de las diferentes iluminarias que llegaban al tablero de distribución, se cortocircuitó los cables de cada área a iluminar y con un multímetro se comprobó continuidad entre la línea neutra y los cables a identificar.



(a) Relé



(b) Todo los módulos

Figura 3.23: Instalación de los módulos en el tablero de distribución

A petición del cliente fue colocada en la sala central una lámpara con 12 elementos halógenos y una tipo incandescente en la zona del desayunador.

Hubo zonas que no fueron integradas al sistema, ya que el cliente no lo requería, como fue el área de la lavandería y las gradas al segundo piso.



Figura 3.24: Lámparas instaladas en la planta baja

En la parte posterior de la primera planta se optó por colocar dos filas de dicriocos, con potencias de 1 y 3 vatios



Figura 3.25: Dicroicos tipo LED colocados en diferentes áreas



Figura 3.26: Diferentes áreas iluminadas

También se acopló una alarma modelo GSM ST-IVB de marca FOCUS. Posee trece zonas inalámbricas; funciones remotas, esto significa que se puede, armar, desarmar y monitorizar enviando un mensaje de texto o mediante una llamada telefónica. Se puede agregar sensores inalámbricos de movimiento, apertura, vibración, humo, gas, botón de pánico, sirena, etc. Además si hay un corte de energía eléctrica, el equipo envía un mensaje de texto alertando de esta situación y sigue funcionando con su batería de respaldo integrada.



Figura 3.27: Alarma

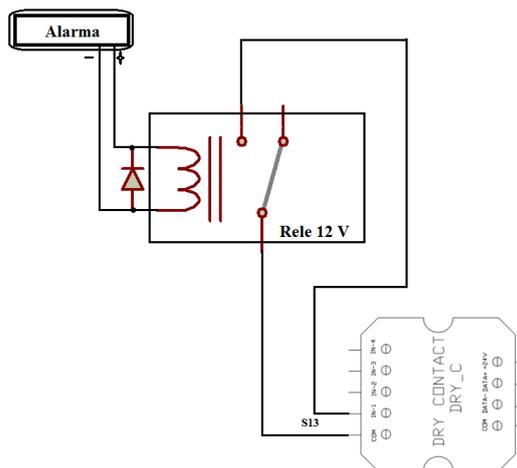


Figura 3.28: Circuito de interfaz entre la alarma y el sistema HDL



Figura 3.29: Vista panorámica de la plana baja



Figura 3.30: Vista panorámica del subsuelo (sala de juegos)

3.4. Pruebas en la vivienda

Una vez realizada todas las instalaciones en la vivienda, se probó valores de voltaje, corriente y potencia, con ayuda de un multímetro y un osciloscopio digital.

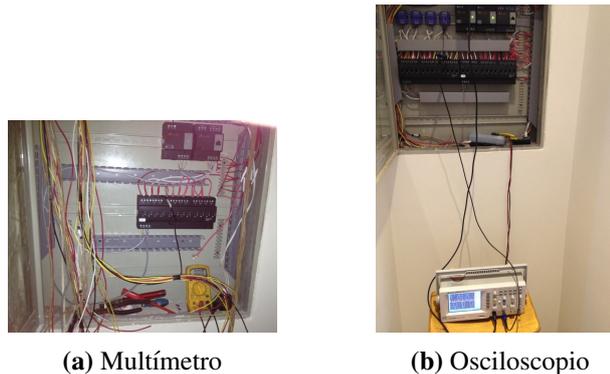


Figura 3.31: Instrumentos utilizados en las pruebas de la vivienda

Las pruebas fueron realizadas por zonas: sala, comedor, desayunador, estar, garaje, pérgola, sala de juegos, teatro y gradas. Ya que estas tienen más de una iluminaria se las cataloga como zonas.

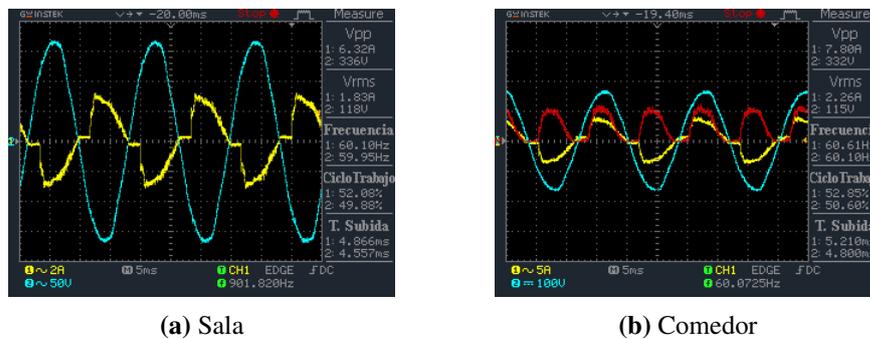


Figura 3.32: Formas de onda de voltaje, corriente y potencia. a) sala, b) comedor

Las formas de onda de corriente que se ven en las figuras anteriores, no son totalmente sinusoidales, esto es debido a la estructura interna de los diodos tipo LED. Ya que estos en su interior tienen un sistema electrónico que transforma el voltaje de corriente alterna en corriente continua, necesario para encender a los LEDs, que por lo general necesitan un voltaje de 5 a 12 voltios. Su circuito, está compuesto por un rectificador con diodos de onda completa y un oscilador, encargado de elevar la frecuencia de la corriente de trabajo entre 10kHz y 60 kHz aproximadamente, para de esta manera reducir el bobinado del transformador.

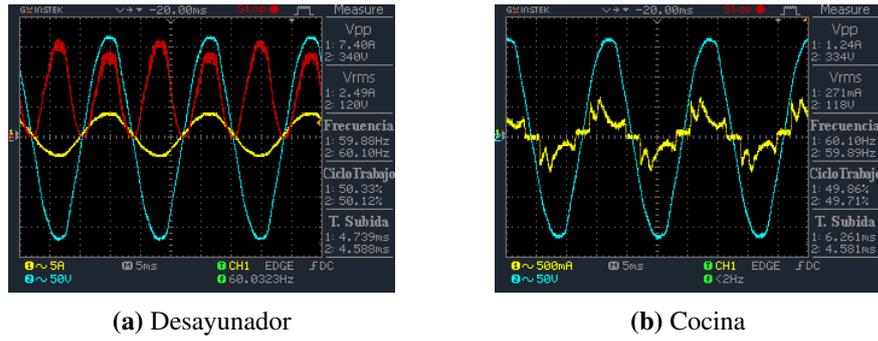


Figura 3.33: Formas de onda de voltaje, corriente y potencia. a)Desayunador, b) Cocina

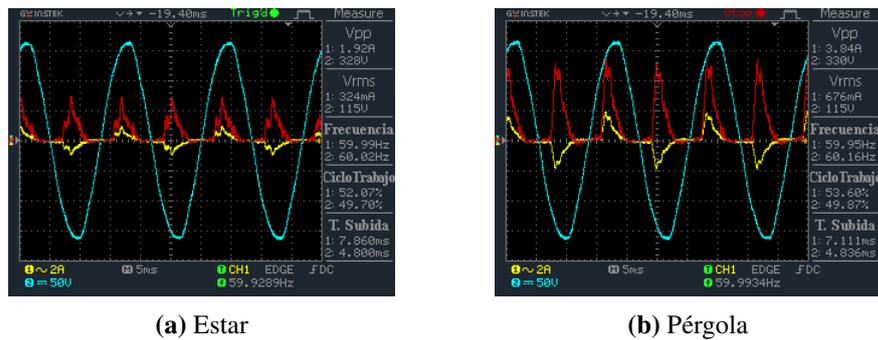


Figura 3.34: Formas de onda de voltaje, corriente y potencia. a)Estar, b)Pérgola

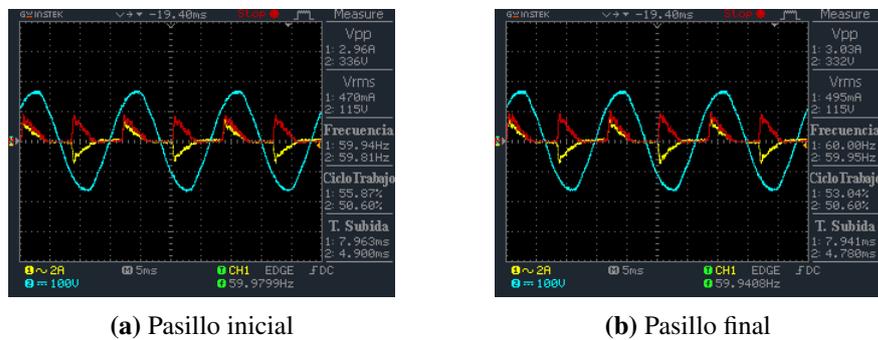


Figura 3.35: Formas de onda de voltaje, corriente y potencia en el pasillo

Para un eventual mantenimiento del sistema instalado, se toma como referencia los datos que se muestran en las tablas del anexo A.5. En ésta se detallan, el modelo (nombre del dispositivo), las direcciones IP de cada módulo y las zonas automatizadas.

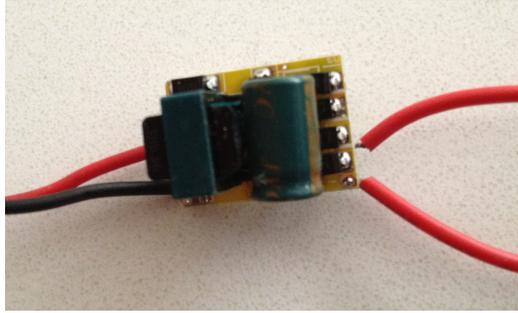


Figura 3.36: Vista interior del adaptador de 110Vac a 5Vcc para diodos de 1W

3.4.1. Pruebas de potencia

Zona	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia (W)
Patio posterior	115	1,28	147,58
Pergola	118	0,35	40,83
Teatro en casa	116	1,11	128,76
Patio estar	116	0,31	36,19
Pileta	116	0,45	52,20
Comedor	115	2,26	259,90
Cocina	118	0,27	32,10
Desayunador	119	2,51	298,69
Sala	119	1,81	215,39
Garaje y entrada principal	115	0,73	84,07
Patio (jardín)	117	0,20	23,75
Baño	115	0,61	70,38
Paillo inicial	116	0,41	47,33
Paillo final	115	0,51	58,42
Pasillo interno hacia el subsuelo	116	0,33	37,70
Pasillo externo hacia el subsuelo	118	0,13	15,10
Sala de juegos (subsuelo)	115	0,61	69,96
Total		13,88	1618,35

Figura 3.37: Pruebas de potencia en diferentes zonas

3.4.2. Pruebas de iluminación

Esta prueba se lo realizó, para comprobar si todos las zonas tiene una adecuada iluminación. Los resultados, que muestra la tabla 3.11, si cumple con los requisitos para las diferentes zonas iluminadas, ya que se comprobó con tablas normalizadas (Anexo A.6).

Zona	Iluminosidad (lux)
Sala	136
Cocina	178
Desayunador	315
Baño	98
Comedor	250
Pasillo inicial	51
Pasillo final	59
Estar interior	80
Teatro	52
Pérgola	45
Patio posterior	23
Subsuelo (Sala de juegos)	56
Pasillo interno a subsuelo	60
Pasillo externo a subsuelo	47
Garaje y entrada principal	26
Patio frontal	23

Cuadro 3.11: Medición de lúmenes por metro cuadrado en cada zona

3.5. Análisis del sistema.

El sistema HDL Smart Bus nos proporcionó un gran número de ventajas frente a la automatización de las diferentes variables a controlar dentro de un domicilio. Muchas de las cuales no fueron explotadas en su totalidad, como es el caso del módulo sms y el módulo dimmer que en principio iban al sistema, pero el cliente a última instancia no lo vio conveniente. Y además que la alarma que se instaló tenía incorporado un sistema de mensajes de texto. Debido a que las iluminarias tipo LED adquiridas por el propietario del domicilio no eran del tipo dimerizables, no se utilizó el módulo Dimmer.

3.5.1. Software

En el momento en que el programa se conecta al sistema y se manda a buscar los módulos, todos estos no son reconocidos al instante, por lo que se debe refrescar varias veces hasta que aparezcan todos los equipos instalados. En este aspecto, se puede decir que el programa no brinda la rapidez necesaria y además hay que tener muy en cuenta la cantidad de equipos que están instalados en el sistema domótico.

Sin embargo, el entorno de programación tiene una interfaz gráfica muy amigable para el programador. Tiene varias opciones en donde se puede cambiar el tipo de carga en el caso de programar un módulo Dimmer, sin la necesidad de adaptar ningún elemento externo al sistema.

3.5.2. Hardware

Las dimensiones del tablero domótico fueron lamentablemente subdimensionadas a la hora de hablar de un fácil acceso a las canaletas y borneras, por lo que se recomienda una visita previa de la estructura a domotizar ya sea en un domicilio o edificio, esto hablando de la construcción del mismo.

Los equipos de control, en especial el Módulo Relé que genera un ruido al activarse y desactivarse, se deben colocar en un lugar donde no afecte el ambiente de tranquilidad del hogar. En el caso del domicilio del Sr. Jefferson Cajas, se pudo haber solucionado este problema, con el reemplazo del vidrio actual colocado en el panel de control, por un vidrio anti ruido, para de alguna forma evitar el molesto sonido de la acción de los relés.

Todos los módulos de interfaz al usuario analizados con anterioridad, cumplen con las necesidades exigidas dentro de la vivienda, como es el caso de los paneles multifunción.

3.5.3. Sistema eléctrico

Se propuso la utilización de iluminarias tipo LED en todos los ambientes para un notorio ahorro de energía, situación que no se llegó a dar en su totalidad, debido a exigencias del cliente en colocar iluminarias decorativas en ciertas áreas, que no eran tipo LED, las cuales dieron un consumo exagerado frente a los del tipo LED.

En el cuadro 3.12, se puede observar la potencia teórica y la potencia real en la planta baja de la vivienda.

Potencia Teórica (W)	Potencia Real (W)
1451	1436.4

Cuadro 3.12: Potencia de consumo

En el cuadro 3.38 se muestra la energía consumida (ecuación 3.1) durante cinco horas al día por un mes y también el precio que se pagaría por dicho consumo. Si se cambia todas las iluminarias LED por iluminarias normales o incandescentes de 40 vatios, los resultados se pueden ver en el cuadro 3.39, el cual refleja un gran aumento de la energía y del precio. Por el contrario si todas las iluminarias fueran del tipo LED, es decir si reemplazamos en el cuadro 2.3 las iluminarias de 200 y 250 W por diodos de 25W, se observa que la energía y el precio bajan notoriamente como indica el cuadro 3.40.

$$ConsumoMensual = \frac{P \times H \times D}{1000} \quad (3.1)$$

Donde:

P = Potencia en vatios.

H = Horas de uso por día.

D = Días de uso al mes

Potencia (W)	Horas x día	días	Energía (KWH)	Precio x KWH	Consumo mensual
1634	5	30	245,1	\$0,10	\$24,51

Figura 3.38: Consumo mensual estimado (actual)

Potencia (W)	Horas x día	días	Energía (KWH)	Precio x KWH	Consumo mensual
4710	5	30	706,5	\$0,10	\$70,65

Figura 3.39: Consumo mensual estimado con iluminarias de 40W

Potencia (W)	Horas x día	días	Energía (KWH)	Precio x KWH	Consumo mensual
859	5	30	128,85	\$0,10	\$12,89

Figura 3.40: Consumo mensual estimado al utilizar iluminara LED

3.5.4. Análisis de factibilidad del sistema.

Los relés HDL Smart Bus, no nos proporcionan una gran ayuda en aplicaciones industriales, donde se necesite una acción rápida de encendido o apagado de maquinaria y dispositivos de seguridad, como es el caso de una línea de ensamblaje en la cual, si se quisiera que ésta se desactive y se detenga en su totalidad en el preciso instante que se lo requiera. Sin embargo, si no es necesario un tiempo de respuesta inmediato, se puede utilizar éste para diferentes cargas como son: motores, lámparas incandescentes, transformadores inductivos, lámparas halógenas, lámparas fluorescentes y otros elementos que requieran un accionamiento ON/OFF. Por lo tanto, no es factible utilizarlo en todos los ambientes, ya que dependerá de la aplicación que se le quiera dar. No obstante, su utilidad en viviendas y edificios es muy aceptable.

3.6. Proyección

La marca HDL nos brinda una gran variedad de dispositivos domóticos que se pueden adaptar al sistema ya implementado. Tomando en cuenta las características de un sistema domótico (ahorro energético, confort, seguridad y comunicación), se realizará una proyección a futuro de instalaciones que pueden ser implementadas en esta vivienda.

3.6.1. Ahorro de energía

La casa actualmente no tiene un significativo ahorro de energía, ya que la iluminación en la planta alta no fue automatizada. Sin embargo, esta puede ser automatizada agregándole un módulo relé y sensores de movimiento; todos estos puede comunicarse al sistema ya instalado, mediante el bus de datos que llega a esta planta (panel multifunción -T2). También se puede implementar un módulo medidor de energía, de esta manera el usuario podría verificar el consumo de energía de la vivienda. Es posible agregar un módulo controlador de cortinas, el cual podría ser activado automática para el libre ingreso de la luz natural, evitando así la necesidad de activar la luz artificial.

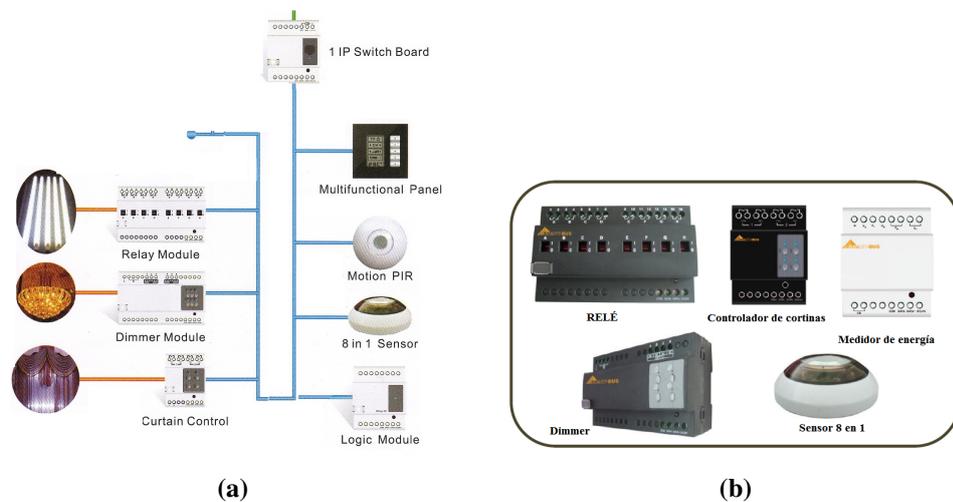


Figura 3.41: Ahorro de energía

3.6.2. Confort

El confort consiste en aumentar la calidad de vida, de los habitantes en una vivienda. Para ello se puede implementar un sistema remoto de control tales como un ipad, iphone y una PC. El control se lo puede hacer dentro y fuera del hogar o desde cualquier parte

del mundo. Para que esto sea posible se necesita un router (inalámbrico) que haga la comunicación entre el sistema domótico e Internet

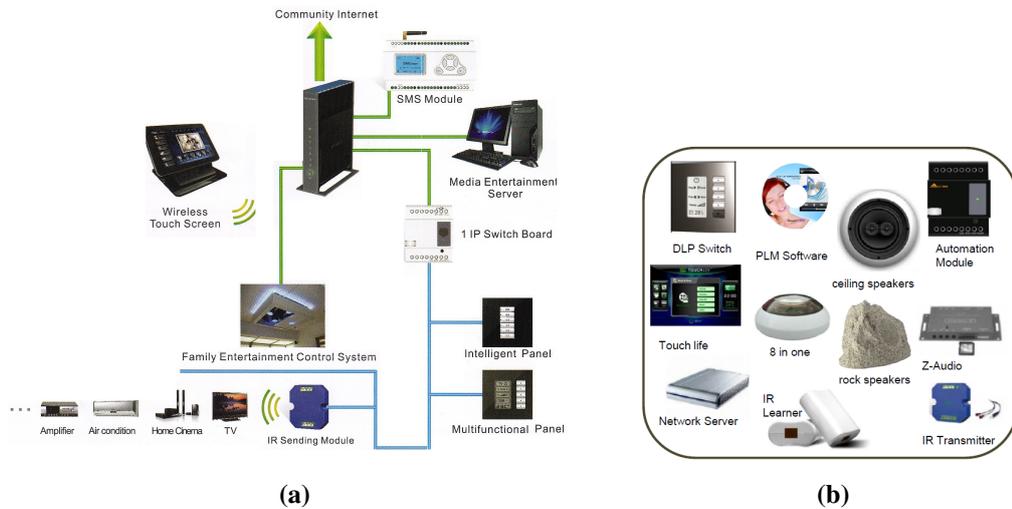


Figura 3.42: Confort

3.6.3. Seguridad

La seguridad consiste en evitar riesgos o accidentes, protegiendo de esta manera a las personas y sus bienes. En esta vivienda esta incorporada al sistema una alarma SMS, Se podría instalar otros sistemas de seguridad, tales como vídeo vigilancia, detectores de fugas de gas o de agua y botones de pánico.

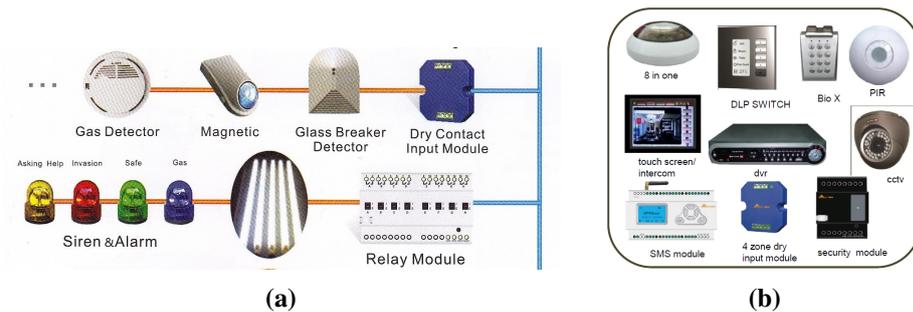


Figura 3.43: Seguridad

3.6.4. Comunicación

La comunicación, se encarga del intercambio de información entre personas y equipos dentro de la propia vivienda y de ésta con el exterior. Aquí se podrá controlar y monito-

rizar toda la instalación domótica de forma remota y poder comprobar el estado actual mediante SMS o Internet.

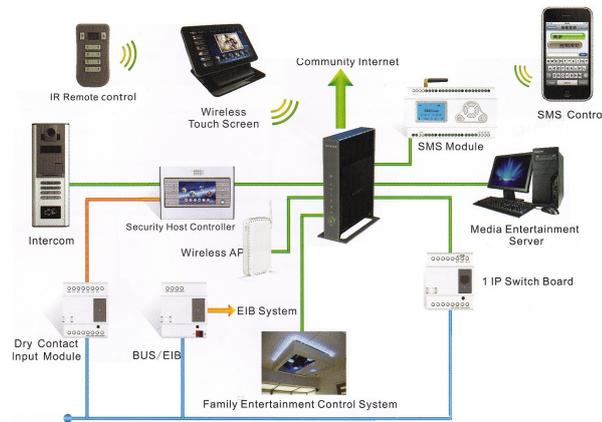


Figura 3.44: Comunicación

3.7. Costos del proyecto

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	P. U.	P. T.
SB-DN-R1216	Relé 12 Ch/16A	2	\$635,10	\$1270.20
SB-DN-PS2.4A	Fuente de poder 2.4A 110V/60Hz	1	\$277.4	\$277.4
SB-CMS-8in1	Sensor 8 funciones en una	7	\$153.76	\$1076.33
SB-HHR-D	Control remoto IR	1	\$83.57	\$83.57
SB-DRY-4Z	Dry contact 4 zonas	4	\$83.57	\$334.26
SB-DLP4-MEU	Panel de control	2	\$397.77	\$795.55
SB-DN- 1IP	IP switch board	1	\$224.29	\$224.29
	Gabinete compacto de pared: 385x540x500 mm	1	\$300.00	\$300.00
	Cable eléctrico # 14, conectores, cable UTP, Varios		\$600.00	\$600.00
	Instalación y Programación		\$2000.00	\$2000.00
	TOTAL			\$ 6961.64

3.7.1. Rentabilidad del proyecto.

Se considerará el análisis de la rentabilidad de este proyecto, a partir de un flujo de caja previamente establecido.

	Cantidad	Precio U. (\$)	Precio T. (\$)	
Equipos				
Reles 12ch/16A	4	635,1	2540,4	
Fuente de Poder 2.5A	3	277,44	832,32	
Sensores 8en 1	10	153,76	1537,6	
Dry Contact	5	83,57	417,85	
Panel Multifuncion DLP	4	397,77	1591,08	
Dimer 4ch/3A	3	694,93	2084,79	
IP switch board	2	294,15	588,3	
Módulo SMS	2	1463,4	2926,8	
Controlador para motor de cortina	4	205,91	823,64	
Otros				
Muebles de oficina	1	1000		
Tramites varios, luz, agua, alquiler,etc	1	2500	2500	anual
Secretaria	1	445	5340	anual
Mano de obra	2	1000	24000	anual
Inversión			45182,78	

Figura 3.45: Inversión

Años				
0	1	2	3	4
-45182,78	-9000	21000	42000	42000

Figura 3.46: Flujo de caja

3.7.1.1. TIR y VAN

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

VAN = Valor actual neto

I = Inversión

Qn = Flujo de caja del año

r = Tasa de inflación (interés)

N = Numero de años de la inversión

VAN = \$ 38544.46

El TIR es la tasa de interés, en donde el VAN = 0

Por lo tanto nuestro TIR sera:

TIR = 25 %

El TIR fue obtenido con la herramienta computacional EXCEL

Esto indica que el proyecto es rentable, ya que en un principio se impuso una tasa del 15 % como mínimo.

CAPÍTULO 4

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- La Domótica nos brinda una amplia variedad de ventajas, como son: ahorro de energía, confort, seguridad y comunicación.
- La gran robustez en aplicaciones domóticas e inmóticas que tiene esta tecnología HDL, se ve reflejada en la gran variedad de dispositivos y en la flexibilidad de adaptarse a otras tecnologías.
- El acoplamiento del sistema HDL smart bus a otros, como fue el caso de la alarma, es una tarea muy sencilla gracias a las interfaces que posee este sistema, como son los dry contact; elementos pequeños, pero muy robustos a la hora de realizar estas tareas de interfaz.
- Este sistema le proporciona al usuario un gran control al momento de necesitar un encendido total de las iluminarias.
- En nuestro entorno estas tecnologías únicamente están al alcance de la clase media-alta, ya que el costo de estos dispositivos aun son elevados.
- Existen sistemas como My Home (BTicino), que no permiten la integración con otros sistemas como lo hace HDL.
- La velocidad del bus HDL, no es la adecuada en aplicaciones en las que se requiera altas velocidades de respuesta.
- La actualización del software de programación es muy importante a la hora de adquirir nuevos dispositivos HDL, ya que estos exigen dicha actualización para poder ser reconocidos por la PC.

- Para aplicaciones en el hogar, HDL smart bus nos proporciona soluciones rápidas y sencillas a un bajo coste, haciendo de este sistema el elegido en la automatización de viviendas.
- La utilización de la topología en bus, nos facilita el reconocimiento de los módulos de control por parte del software de programación.

RECOMENDACIONES

- El panel de control debe ser ubicado en una zona donde no afecte el ambiente de tranquilidad del domicilio.
- Se aconseja el uso de materiales propios de la marca, como es el caso del cable de red *4 Core Shield Cable HDL-BUS/KNX/EIB*, para mantener un estándar en el sistema.
- Verificar la carga del circuito a domotizar, para de esta manera establecer un equipo externo de protección (breakers) y así proteger a todo el sistema de control.
- Asegurarse que las tuberías de comunicación no estén bloqueadas por material de construcción, para en el momento del cableado evitar inconvenientes.
- El tamaño del tablero de control debe tener las dimensiones adecuadas para una fácil instalación y mantenimiento o un posible aumento de dispositivos de control.
- Es importante tener un registro de las escenas programadas del sistema, para un fácil mantenimiento.
- El sistema HDL Smart Bus es recomendable, en viviendas, por su facilidad y sencillez en su instalación.
- El cableado del bus de datos, tiene que ser proyectado desde un principio con una topología en bus, para evitar, posibles ramificaciones y otras topologías, que perjudique al sistema.

Bibliografía

- [1] s/a. Generalidades y conceptos básicos
[http://luisguillermopalomino.zxq.net/domotica/TEMAS %20PRIMER %20PARCIAL.pdf](http://luisguillermopalomino.zxq.net/domotica/TEMAS%20PRIMER%20PARCIAL.pdf)
Recuperado 2012.
- [2] MADRID Germán Villalba, *Introducción a la domótica. Edificios inteligentes*, Facultad de Informática -Universidad de Murcia.
<http://es.scribd.com/doc/25432290/Tema-1-Introduccion-Domotica-Edificio-Inteligente-Vocw>.
Recuperado 2012.
- [3] <http://www.domotica hoy.com/domotica/el-origen-de-la-domotica>.
Recuperado 2012.
- [4] Tipos de estándares o protocolos, Copyright © 2008-2011, Córdoba Argentina.
<http://www.iecor.com/domotica-cordoba/informacion/domotica-estandares-protocolos.html>.
Recuperado 2012.
- [5] Estudios de Arquitectura, Instalaciones de domótica
<http://ocw.uib.es/ocw/arquitectura/instalaciones/domotica> Recuperado 2012.
- [6] <http://www.hdlchina.com>
Recuperado 2012.
- [7] Arquitectura inteligente el blog de arquitectura, iluminación y sistemas de control. knx (konnex).
<http://arquitecturainteligente.wordpress.com/2007/02/10/knx-konnex-pero-eso-que-es/>
Recuperado 2012.
- [8] VELÁSQUEZ, Victor Hugo Gómez. *Tecnología para automatización de edificios*. Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica. Guatemala, agosto de 2008
<http://es.scribd.com/doc/76896249/43/Protocolo-Konnex-KNX>.

- [9] knx.
<http://www.domotica.es/knx>.
Recuperado 2012.
- [10] GONZÁLEZ , Leopoldo Molina. *Instalaciones domóticas*. CEDOM
<http://es.scribd.com/doc/48284687/Instalaciones-Domoticas-Libro>.
- [11] s/a. El sistema EIB.
[http://ingecasa.com/Sistema %20EIB.pdf](http://ingecasa.com/Sistema%20EIB.pdf)
- [12] KYWI, *Manual Práctico De Electricidad*, Practi Tools, Tomo 3, Quito -Ecuador, 2012.
- [13] RS-485
<http://es.wikipedia.org/wiki/RS-485> Recuperado 2012.
- [14] PÉREZ, Eric López. *Ingeniería En Microcontroladores, Protocolo Rs-485*
<http://www.i-micro.com/pdf/articulos/rs-485.pdf>
Recuperado 2012.
- [15] Hein Marais, *RS-485/RS-422 Circuit Implementation Guide*, Analog Devices, U.S.A, 2008.
http://www.analog.com/static/imported-files/application_notes/AN-960.pdf
- [16] HARPER, Gilberto Enriquez, *Guía práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas*, Editorial LIMUSA, Mexico, 1996.
- [17] NeoTeo, *RS485: Domótica al alcance de tu mano*, Revista de Tecnología, 2012.
<http://www.neoteo.com/rs485-domotica-al-alcance-de-tu-mano-15810>
Recuperado 2012.
- [18] MILLARES, Maraia Josefa Bouza, *Panorámica de los sistemas domóticos e inmóticos*, Tesis, Univerisdad de Sevilla, Ingenieria de Telecomunicaciones, 2005.
- [19] Redes, Telecomunicaciones, Tecnologías de la Información. *Topologías de red*
<http://www.eveliux.com/mx/topologias-de-red.php>
Recuperado 2012.
- [20] Tipos de protocolos, © DomoPrac, 2012.
<http://www.domoprac.com/protocolos-de-comunicacion-y-sistemas-domoticos/el-protocolo-de-comunicaciones-el-lenguaje-de-la-domotica.html>
Recuperado 2012.
- [21] <http://www.cursomicros.com/avr/usart/estandar-rs232.html>
Recuperado 2012.

- [22] Asociación LonUsers ® España, Introducción a la Tecnología LonWorks
[http://www.lonmark.es/www/pdf/articulos/Introduccion %20Tecnologia %20LonWorks_6.pdf](http://www.lonmark.es/www/pdf/articulos/Introduccion%20Tecnologia%20LonWorks_6.pdf)
Recuperado 2012.
- [23] *<http://casafutura.diatel.upm.es/html/formacion/tecs/lonworks.htm>*
Recuperado 2012.
- [24] *<http://www.elyteonline.com/Productos/BAS/Lonworks/OpenLonworks/openlonworks.html>*
Recuperado 2012.
- [25] *[http://es.scribd.com/doc/76896249/39/Transceptores-LONWORKS %C2 %AE](http://es.scribd.com/doc/76896249/39/Transceptores-LONWORKS%C2%AE)*
Recuperado 2012.
- [26] *<http://es.scribd.com/doc/57495621/6/Caracteristicas-del-protocolo-LonTalk>*
Recuperado 2012.
- [27] *<http://es.scribd.com/doc/76621394/68/Tecnologia-Lonworks>*
Recuperado 2012.
- [28] *<http://www.myhome.bticino.es/links/que/que.html>*
Recuperado 2012.
- [29] *<http://www.iso.org>*
Recuperado 2013.
- [30] *<http://www.cenelec.eu>*
Recuperado 2013.

ANEXO A

A.1. PLANO ARQUITECTÓNICO



Revisión / Revisión note: _____ Date: _____ / _____

Elaborado / Elaborated by: _____ Date: _____ / _____

Revisado / Checked by: _____ Date: _____ / _____

Item #	Quantity	Title/Name, designation, material, dimension etc	Article No./Reference
XXX	XXX	Approved by - date	Date
XXX	XXX	Filename	Scale
XXX	XXX	Approved by - date	100
XXX	XXX	Approved by - date	07/2011

Lic. Adriana Gonzalez y Familia _____ x _____

Edición / Edition: 0

Sheet / Hoja: 1/1

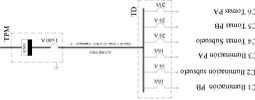
Plano Arquitectónico

A.2. PLANO ELÉCTRICO

SYMBOLOGIA ELÉCTRICA

⊕	Toma corriente 220V
⊗	Disyuntor 30 para pared
⊗	Caja derivación cuadrada
⊗	Caja derivación octagonal
⊗	Lámpara fluorescente
⊗	Reflector Led
⊗	Reflector halógeno
⊗	Lámpara fluorescente
⊗	Disyuntor LED 25w (opt.de-buse)
⊗	Disyuntor LED 15w (opt.de-buse)
⊗	Disyuntor LED 1w (empedible)
⊗	Disyuntor LED 3w (opt.de-buse)
⊗	Disyuntor LED 1w para piso
⊗	Disyuntor LED 7w (opt.de-buse)
⊗	Interruptor simple
⊗	Tablero de distribución
⊗	Cerchero de iluminación
⊗	Cerchero de empujamiento
⊗	Cinta LED
⊗	Comandador
⊗	Lámpara de emergencia con batería

DIAGRAMA UNIPOLAR

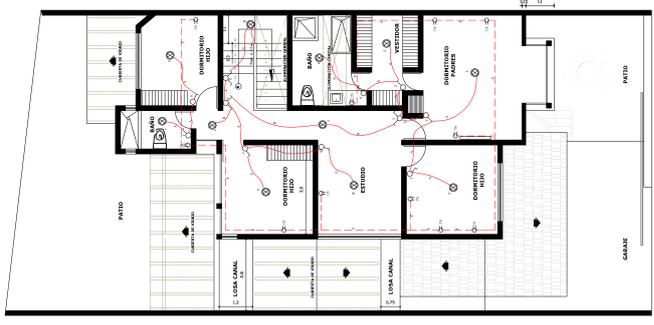


DESCRIPCIÓN DE CABLES

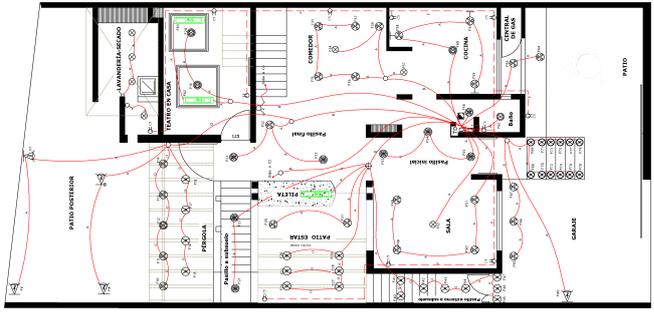
CÓDIGO	DESTINO	DESCRIPCIÓN
A	Iluminación	2 Nros 14 AWG-Tuberia Ø 1/2"
B	Iluminación	3 Nros 14 AWG-Tuberia Ø 1/2"
C	Iluminación	4 Nros 14 AWG-Tuberia Ø 1/2"
D	Iluminación	5 Nros 14 AWG-Tuberia Ø 1/2"
E	Iluminación	6 Nros 14 AWG-Tuberia Ø 3/4"
F	Tomas	2x12-14 AWG-Tuberia Ø 1/2"
G	Iluminación	Conductores 2x14 AWG

CUADRO DE CARGAS

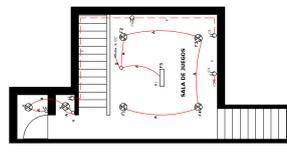
CIRCUITO	DESTINO	CARGA	PROTECCIÓN
C1	Iluminación	1301 W	16 A
C2	Iluminación	58 W	16 A
C3	Iluminación	275 W	16 A
C4	Fuerza	800 W	20 A
C5	Fuerza	3946W	20 A
C6	Fuerza	2000 W	20 A



PLANTA ALTA



PLANTA BAJA



SUBSUELO

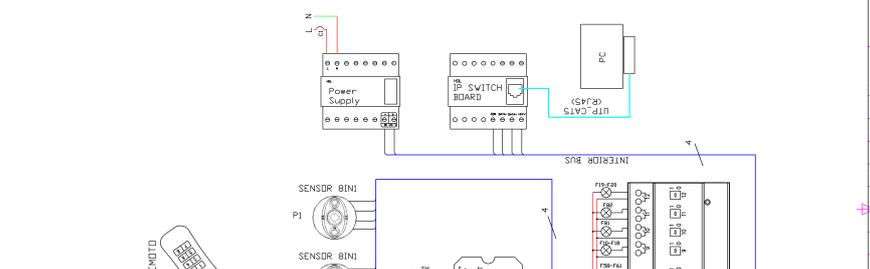
Fecha:	Elaborado:	Dibujante:	Revisado:	Referencia:
13/05/2024	Ing. Jefferson Galán y Fariña	Ing. Jefferson Galán y Fariña	Ing. Jefferson Galán y Fariña	PLANO ELÉCTRICO
Escala:	1:1	Fecha:	13/05/2024	

A.3. PLANO DE RED

A.4. ESQUEMA DE CONTROL

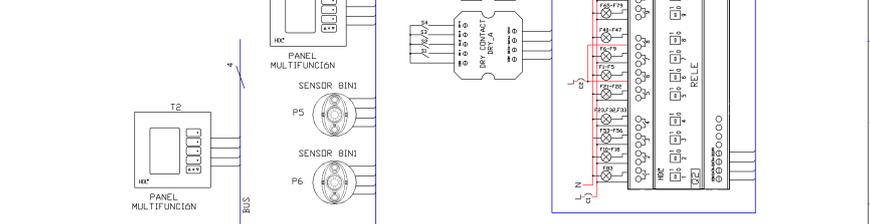
INTERCEPTOR	ZONA
S1, S2, S3	SALA DE JUEGOS, SUBSUELO
S4	TEATRO EN CASA ADULTA MAYOR
S5	PASEO INICIAL
S6, S7, S8	RECIPIENTADOR (comedor-cocina)
S9	SALA DE BARRA
S10	SALA DE BARRA
S11	PATIO DIFERENCIAL
S12	PATIO DIFERENCIAL

RELEJO	ZONA
F22	SALA CENTRAL
F23	TEATRO EN CASA ADULTA MAYOR
F24 - F29	ESTAR VESTIB
F30 - F31	ESTAR TECHO
F34 - F37	COMIDOR (COMUNIC)
F38 - F39	RECIPIENTADOR
F40 - F41	RECIPIENTADOR
F42 - F43	COCINA
F44 - F45	COCINA
F46 - F47	RECIPIENTADOR
F48 - F49	RECIPIENTADOR
F50	TEATRO EN CASA ADULTA MAYOR
F51	TEATRO EN CASA CENTRAL



INTERCEPTOR	ZONA
P1	SALA DE JUEGOS, SUBSUELO
P2	ESTAR
P3	SALA
P4	PASEO INICIAL
P5	PERDOLA
P6	TEATRO EN CASA
P7	COMIDOR

RELEJO	ZONA
F1	SALA CENTRAL
F2	TEATRO EN CASA ADULTA MAYOR
F3	ESTAR VESTIB
F4 - F5	ESTAR TECHO
F6 - F7	COMIDOR (COMUNIC)
F8 - F9	RECIPIENTADOR
F10 - F11	RECIPIENTADOR
F12 - F13	COCINA
F14 - F15	COCINA
F16 - F17	RECIPIENTADOR
F18 - F19	RECIPIENTADOR
F20	TEATRO EN CASA ADULTA MAYOR
F21	TEATRO EN CASA CENTRAL



RELEJO	ZONA
F22	SALA CENTRAL
F23	TEATRO EN CASA ADULTA MAYOR
F24 - F29	ESTAR VESTIB
F30 - F31	ESTAR TECHO
F34 - F37	COMIDOR (COMUNIC)
F38 - F39	RECIPIENTADOR
F40 - F41	RECIPIENTADOR
F42 - F43	COCINA
F44 - F45	COCINA
F46 - F47	RECIPIENTADOR
F48 - F49	RECIPIENTADOR
F50	TEATRO EN CASA ADULTA MAYOR
F51	TEATRO EN CASA CENTRAL

RELEJO	ZONA
F52	SALA CENTRAL
F53	TEATRO EN CASA ADULTA MAYOR
F54 - F59	ESTAR VESTIB
F60 - F61	ESTAR TECHO
F64 - F67	COMIDOR (COMUNIC)
F68 - F69	RECIPIENTADOR
F70 - F71	RECIPIENTADOR
F72 - F73	COCINA
F74 - F75	COCINA
F76 - F77	RECIPIENTADOR
F78 - F79	RECIPIENTADOR
F80	TEATRO EN CASA ADULTA MAYOR
F81	TEATRO EN CASA CENTRAL

RELEJO	ZONA
F82	SALA CENTRAL
F83	TEATRO EN CASA ADULTA MAYOR
F84 - F89	ESTAR VESTIB
F90 - F91	ESTAR TECHO
F94 - F97	COMIDOR (COMUNIC)
F98 - F99	RECIPIENTADOR
F100 - F101	RECIPIENTADOR
F102 - F103	COCINA
F104 - F105	COCINA
F106 - F107	RECIPIENTADOR
F108 - F109	RECIPIENTADOR
F110	TEATRO EN CASA ADULTA MAYOR
F111	TEATRO EN CASA CENTRAL

A.5. GUÍAS DE PROGRAMACIÓN

CLIENTE: Ing. Jefferson Pérez

FECHA: 31/1/13

TELEFONO:

DIRECCIÓN: Charasol - Azogues

MODELO	ID	LOCALIZACION																	
		CH1	RO1	CH2	RO1	CH3	RO1	CH4	RO1	CH5	RO1	CH6	RO1	CH7	RO1	CH8	RO1		
SB-DN-R1216	1	CH1	RO1	Sala (esquina)	RO1	Estar vidrio	RO1	Estar techo	RO1	Comedor (esquina)	RO1	Comedor (Centro)	RO1	Desayunador	RO1	Cocina	RO1		
		CH9	RO1	Pileta	RO1	TV oculta grande	RO1	TV centrales	RO1										
		CH1	RO2	Nichos	RO2	Pasillo inicial	RO2	Pasillo final	RO2	Gradas hacia sala de juego interior	RO2	Sala de juegos (cava total)	RO2	Patio atrás	RO2	Entrada sala juegos exterior	RO2		
SB-DN-R1216	11	CH9	RO2	Jardin frente	RO2	Patio frente	RO2	Baño social	RO2										
		CH1	RO2	CH2	RO2	CH3	RO2	CH4	RO2	CH5	RO2	CH6	RO2	CH7	RO2	CH8	RO2		
		CH1	RO2	CH2	RO2	CH3	RO2	CH4	RO2	CH5	RO2	CH6	RO2	CH7	RO2	CH8	RO2		
		CH1	RO2	CH2	RO2	CH3	RO2	CH4	RO2	CH5	RO2	CH6	RO2	CH7	RO2	CH8	RO2		
		CH1	RO2	CH2	RO2	CH3	RO2	CH4	RO2	CH5	RO2	CH6	RO2	CH7	RO2	CH8	RO2		
		CH1	RO2	CH2	RO2	CH3	RO2	CH4	RO2	CH5	RO2	CH6	RO2	CH7	RO2	CH8	RO2		

CLIENTE: Ing. Jefferson Pérez

FECHA: 31/1/13

TELEFONO:

DIRECCIÓN: Charasol - Azogues

MODELO	SUBNET/ID	LOCALIZACION
SB-DN-R1216	100	Planta baja
	1	RELE 1 (Sala, Comedor, Cocina, Estar, Pérgola, Teatro)
SB-CMS-8in1	100	Planta baja
	2	COMEDOR
SB-DLP	100	Planta alta
	3	DORMITORIO
SB-DLP	100	Planta baja
	4	SOCIAL
SB-CMS-8in1	100	Planta baja
	5	INGRESO
SB-CMS-8in1	100	Planta baja
	6	SALA
SB-CMS-8in1	100	Planta baja
	7	ESTAR
SB-CMS-8in1	100	Planta baja
	8	CAVA (subsuelo)
SB-CMS-8in1	100	Planta baja
	9	TV (TEATRO)
SB-CMS-8in1	100	Planta baja
	10	JARDINERÍA
SB-DN-R1216	100	Planta baja y Subsuelo o sala de juegos
	11	RELE 2 (Teatro, Gradas, Pasillos, Sala de juegos.)
SB-DRY-4Z	100	Planta baja
	12	CONTAC 1
SB-DRY-4Z	100	Planta baja
	13	CONTAC 2
SB-DRY-4Z	100	Planta baja
	14	CONTAC 3
SB-DRY-4Z	100	Planta baja
	15	CONTAC 4

A.6. VALORES DE ILUMINANCIAS PARA DIFERENTES ÁREAS

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000
Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

Iluminancias recomendadas según la actividad y el tipo de local

