



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

“IMPLEMENTACIÓN DE DOS MÓDULOS TÉCNICOS PARA
PRÁCTICAS DE DOMÓTICA E INMÓTICA MEDIANTE
PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN X10 Y HDL BUSPRO.”

Trabajo de titulación presentado para optar al grado académico de:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

AUTORES: HUGO STALIN MALDONADO PÉREZ

EDGAR ANDRÉS CHACHA MELÉNDREZ

TUTOR: ING. HENRY VALLEJO Msc.

Riobamba – Ecuador

2017

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN TELECOMUNICACIONES Y
REDES**

El Tribunal del Trabajo de Titulación certifica que la propuesta tecnológica “IMPLEMENTACIÓN DE DOS MÓDULOS TÉCNICOS PARA PRÁCTICAS DE DOMÓTICA E INMÓTICA MEDIANTE PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN X10 Y HDL BUSPRO.”, de responsabilidad de los señores Hugo Stalin Maldonado Pérez y Edgar Andrés Chacha Melendrez, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Washington Luna DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA	_____	_____
Ing. Fredy Chávez DIRECTOR DE ESCUELA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA, EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES	_____	_____
Ing. Henry Vallejo Msc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	_____	_____
Ing. Hugo Moreno Ph.D. MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	_____

©2016, Hugo Stalin Maldonado Pérez, Edgar Andrés Chacha Meléndrez.

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Hugo Stalin Maldonado Pérez y Edgar Andrés Chacha Meléndrez. Somos responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Hugo Stalin Maldonado Pérez, Edgar Andrés Chacha Meléndrez.

DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo incondicional que supieron darme, el sacrificio realizado para poder darme el estudio en un instituto de calidad, el impulso necesario en momentos difíciles, fortaleciéndome y buscando lo mejor para mí, inculcando valores de respeto y enseñándome a aprovechar las oportunidades presentadas, a mis maestros los cuales ayudaron a formar de forma correcta mi vida estudiantil, aportando con sus conocimientos para poder finalizar una etapa más de mi vida estudiantil, los cuales nos ayudaran en el desempeño laboral y social y proyectándola para adquirir futuros conocimientos.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA	i
FIRMA DE RESPONSABILIDADES	ii
RESPONSABILIDAD DEL AUTOR	iv
DEDICATORIA	v
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	xix
CAPÍTULO I	
1 MARCO TEÓRICO	1
1.1 DOMÓTICA E INMÓTICA	1
1.1.1 CAMPOS DE APLICACIÓN	1
1.1.1.1 <i>Domótica, comodidad y confort</i>	1
1.1.1.2 <i>Domótica y seguridad</i>	2
1.1.1.3 <i>Domótica y eficiencia energética</i>	2
1.1.2 INTERFAZ DOMÓTICA Y PASARELA RESIDENCIAL.....	3
1.2 TOPOLOGÍAS DE RED	4
1.2.1 RED EN ESTRELLA	4
1.2.2 RED EN ANILLO	4
1.2.3 RED EN BUS.....	5
1.3 TIPO DE ARQUITECTURA	6
1.3.1 ARQUITECTURA CENTRALIZADA.....	6

1.3.2	ARQUITECTURA DESCENTRALIZADA.....	6
1.3.3	ARQUITECTURA DISTRIBUIDA	6
1.4	MEDIOS DE TRANSMISIÓN	6
1.4.1	TRANSMISIÓN ALÁMBRICA.....	6
1.4.1.1	<i>Corrientes Portadoras</i>	7
1.4.1.2	<i>Cable de par trenzado</i>	7
1.4.1.3	<i>Cable Coaxial</i>	7
1.4.1.4	<i>Fibra Óptica</i>	7
1.4.2	TRANSMISIÓN INALÁMBRICA.....	7
1.4.2.1	<i>Infrarrojos</i>	7
1.4.2.2	<i>Radiofrecuencia</i>	8
1.5	PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DOMÓTICA.....	8
1.5.1	INFORMACIÓN DIGITAL	9
1.5.2	ACCESO A LA RED DOMÓTICA	9
1.5.2.1	<i>Acceso aleatorio CSMA/CD</i>	9
1.5.2.2	<i>Acceso aleatorio CSMA/CA</i>	10
1.5.2.3	<i>Acceso por paso de testigo</i>	10
1.6	ESTÁNDAR DE COMUNICACIONES	11
1.6.1	RS-232.....	11
1.6.2	RS-485.....	11
1.7	COMPONENTES BÁSICOS DE UNA INSTALACIÓN.....	11
1.7.1	SEÑALES ANALÓGICAS Y DIGITALES	12
1.7.2	DISPOSITIVO CONTROLADOR.....	12
1.7.3	SENSORES	13
1.7.3.1	<i>Sensores de Accionamiento manual, Pulsadores e Interruptores</i>	14
1.7.3.2	<i>Sensores de Movimiento</i>	14
1.7.4	ACTUADORES.....	16

1.7.4.1	<i>Relé</i>	17
1.7.4.2	<i>Dimmer</i>	17
1.7.4.3	<i>Motor de persiana o cortina</i>	18
1.8	DOMÓTICA X10 POR CORRIENTES PORTADORAS.....	19
1.8.1	DIRECCIONES DE MÓDULOS X10.....	20
1.8.2	DISPOSITIVOS O MÓDULOS X10	20
1.8.2.1	<i>Filtros</i>	21
1.8.2.2	<i>Módulos de Sistema o Programadores</i>	22
1.8.2.3	<i>Emisores y Transmisores</i>	22
1.8.2.4	<i>Receptores o Actuadores</i>	24
1.8.2.5	<i>Transceptores</i>	25
1.8.3	TRANSMISIÓN DE SEÑALES X10	26
1.8.3.1	<i>Códigos binarios de señales X10</i>	28
1.8.3.2	<i>Transmisión de datos</i>	30
1.8.4	SOFTWARE ACTIVE HOME	32
1.9	DOMÓTICA HDL BUSPRO	32
1.9.1	CARACTERÍSTICAS	33
1.9.2	SOFTWARE	34
1.9.3	CONEXIÓN DE DISPOSITIVOS HDL BUSPRO	34
CAPITULO II		
2	MARCO METODOLÓGICO	36
2.1	MÓDULO DOMÓTICO X10.....	36
2.1.1	DISEÑO FÍSICO	36
2.1.2	DISEÑO ELÉCTRICO	39
2.1.2.1	<i>Dimensionamiento del conductor Principal.</i>	41
2.1.2.2	<i>Dimensionamiento del conductor de los Sub-circuitos</i>	42
2.1.2.3	<i>Dimensionamiento del Breaker o Disyuntor</i>	43

2.1.2.4	<i>Conductores</i>	43
2.1.2.5	<i>Conexión de Dispositivos X10</i>	43
2.1.3	PROGRAMACIÓN X10 EN ACTIVEHOME	45
2.1.3.1	<i>ROOMS</i>	46
2.1.3.2	<i>MODULES</i>	46
2.1.3.3	<i>MACROS</i>	48
2.1.3.4	<i>TIMERS</i>	51
2.1.3.5	<i>Download Timers and Macros</i>	53
2.2	MÓDULO DOMÓTICO HDL BUSPRO	54
2.2.1	DISEÑO FÍSICO	55
2.2.2	DISEÑO ELÉCTRICO	57
2.2.2.1	<i>Dimensionamiento del conductor Principal</i>	59
2.2.2.2	<i>Dimensionamiento del conductor de los Sub-circuitos</i>	60
2.2.2.3	<i>Dimensionamiento del Breaker o Disyuntor</i>	60
2.2.2.4	<i>Conductores</i>	61
2.2.2.5	<i>Conexión de Dispositivos HDL Buspro</i>	61
2.2.3	PROGRAMACIÓN MÓDULO HDL BUSPRO	63
2.2.3.1	<i>Áreas</i>	68
2.2.3.2	<i>Canales</i>	68
2.2.3.3	<i>Escenas</i>	69
2.2.3.4	<i>Secuencias</i>	70
2.2.3.5	<i>Operaciones Lógicas</i>	70
CAPITULO III		
3	ANÁLISIS Y RESULTADOS	73
3.1	COMPARACIÓN ENTRE X10 Y BUSPRO	73
3.2	TIEMPOS DE COMUNICACIÓN.	74
3.3	PRECIO DE INSTALACIONES DOMÓTICAS X10 Y BUSPRO	76

3.4	CARACTERÍSTICAS DOMÓTICAS X10 Y BUSPRO	78
3.5	COSTO DE APLICACIÓN	81
	CONCLUSIONES.....	82
	RECOMENDACIONES.....	84
	BIBLIOGRAFIA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1. a) Código de casa b) Código de Número c) Código de función	30
Tabla 1-2. Rango de control de cargas X10.....	41
Tabla 2-2. Configuración de Módulos X10	47
Tabla 3-2. Corrientes máximas por equipos HDL Buspro	59
Tabla 1-3. Comparación de las características principales de los protocolos	73
Tabla 2-3. Costo Instalación Básica X10	77
Tabla 3-3. Costo Instalación Básica BUSPRO	77
Tabla 4-3. Tabla de Nivel de Domotización (CEDOM)	79
Tabla 5-3. Costo de aplicación por unidad de control.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Control Domótico de una vivienda	3
Figura 2-1. Interacción de la pasarela residencia	4
Figura 3-1. Acceso Aleatorio CSMA/CD	10
Figura 4-1. Acceso Aleatorio CSMA/CA	10
Figura 5-1. a) Señal Análoga, b) Señal Digital	12
Figura 6-1. Controlador CM-15A ActiveHome Pro X10 USB Transceiver	13
Figura 7-1. PLW01-I X10 Pro Wall Switch Module (Ivory) (X10)	14
Figura 8-1. Sensor de Movimiento de pared SB-WMS-PIR (HDL BusPro)	15
Figura 9-1. Sensor de Movimiento PMS03 Wireless.....	16
Figura 10-1. Módulo de aplicación de cargas 3 pines PAM02	16
Figura 11-1. Módulo relé de cuatro canales HDL-MR0410.431	17
Figura 12-1. Módulo dimmer de dos canales 6A MD0206.432.....	18
Figura 13-1. Sistema Inteligente de Cortinas KA60	18
Figura 14-1. Motor de persianas AD80 D80 Drapery.....	19
Figura 15-1. Configuración de Dirección en módulos X10	20
Figura 16-1. Filtro X10 (XPF 20A) de cable	22
Figura 17-1. Mini controlador PMC01B X10 PRO	24
Figura 18-1. Módulo de aplicación de cargas 2 pines PAM01	25
Figura 19-1. XPDI3 Dimmer 120 VAC 500W Inductive (X10)	25
Figura 20-1. Transductor de 16 canales PAT01 de X10 PRO	26
Figura 21-1. Composición de códigos Trama a.) Estándar b.) Extendida	27
Figura 22-1. Telegrama Estándar	28
Figura 23-1. Distribución de Códigos Binario de Trama Estándar	29
Figura 24-1. Señal X10 Completa a.) Telegrama estándar numérica b.) Telegrama estándar con función	31

Figura 25-1. Software Active Home	32
Figura 26-1. Software HDL Buspro.....	34
Figura 27-1. Conexión de cable UTP Cat 5E a Buspro	35
Figura 1-2. Distribución Módulo X10	37
Figura 2-2. Leyenda de Distribución de Módulo X10	38
Figura 3-2. Módulo Domótico X10	39
Figura 4-2. Diagrama Unifilar Eléctrico	43
Figura 5-2. Jack hembra 4mm de titanio.....	44
Figura 6-2. a). Conexión Dimmer (XPDI3) b). Conexión Switch (PLW01)	44
Figura 7-2. a). Conexión Filtro (XPF)	45
Figura 8-2. a). Distribución eléctrica de dispositivos X10.....	45
Figura 9-2. Pestañas de configuración de ActiveHome	46
Figura 10-2. ROOMS “MODULO X10” con los respectivos módulos X10 configurados	48
Figura 12-2. Lista de Módulos X10	50
Figura 13-2. Línea de tiempo y barra de información de una MACRO	51
Figura 14-2. Vista simple del TIMER DESIGNER.....	52
Figura 15-2. Vista Completa del TIMER DESIGNER.....	53
Figura 16-2. Configuración “Store in Interface” de una Macro.....	53
Figura 17-2. Configuración “Store in Interface” de un Timer	54
Figura 18-2. “Download Timer and Macros”	54
Figura 19-2. Distribución Módulo HDL BUSPRO.....	55
Figura 20-2. Leyenda de Distribución de Módulo HDL BUSPRO	56
Figura 21-2. Módulo Domótico HDL BUSPRO.....	57
Figura 22-2. Diagrama Unifilar Eléctrico módulo HDL Buspro	61
Figura 23-2. Conexión para el giro del motor de cortina	63
Figura 24-2. Conexión ordenador – interfaz IP	63
Figura 25-2. Prueba de conexión ordenador – interfaz IP	64

Figura 26-2. Ventana de inicio HDL Buspro Setup Tool	64
Figura 27-2. Búsqueda de dispositivos de la red domótica HDL Buspro	65
Figura 28-2. Configuración general del dispositivo.....	66
Figura 30-2. Configuración del módulo controlador de cortina.....	67
Figura 31-2. Ventana de configuración de áreas.....	68
Figura 32-2. Configuración de los canales del módulo dimmer	69
Figura 33-2. Configuración de escenas del módulo de relé	69
Figura 34-2. Configuración de secuencias del módulo dimmer.....	70
Figura 35-2. Configuración de las operaciones lógicas	71
Figura 36-2. Configuración de fecha, hora y lugar del sistema domótico	72

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1. Topología Red en Estrella	4
Gráfico 2-1. Topología Red en Anillo	5
Gráfico 3-1. Topología Red en Bus	5
Gráfica 4-1. Tren de pulsos de 120kHz en una señal de 120VCA de 60Hz	27
Gráfico 5-1. Conexión de subredes HDL Buspro	33
Gráfico 6-1. Conexión en Bus Hand in Hand	35
Gráfico 1-2. Esquema de cableado de los equipos módulo HDL Buspro	62

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Módulo Práctico X10	90
Anexo B: Módulo Práctico BusPro	91
Anexo C: Manuales de Practicas	92

RESUMEN

Este trabajo de titulación tuvo como objetivo el desarrollo de dos módulos prácticos de domótica y la elaboración de sus respectivos manuales de prácticas donde se explica a detalle el funcionamiento y programación de los módulos que usan los protocolos X10 como Buspro propiedad de HDL. Su desarrollo se basó en un proceso de tres etapas: diseño físico, diseño eléctrico y programación. Los Módulos Domóticos prácticos fueron implementados en ambas tecnologías con los dispositivos correspondientes a una instalación de nivel 1 de domotización, según la “Tabla de niveles de Domotización” de la Asociación Española de Domótica e Inmótica (CEDOM), de esta manera fueron comparadas de manera equitativa. Los resultados del análisis costo-beneficio se obtuvieron mediante el uso de la metodología descriptiva en donde se determinó el precio que tienen ambas tecnologías por salida de control, para que se pueda realizar una comparativa, ya que, con X10 se debe adquirir un dispositivo actuador por equipo a controlar y en el caso de Buspro un dispositivo actuador posee varias salidas de control. La diferencia de precios no es marcada e incluso en base a los parámetros con los que se realizó el análisis, en aplicaciones puntuales el precio de los equipos con tecnología Buspro poseen un costo menor al de equipos que usan X10; pero, al determinar el costo total de los todos los equipos dentro de una red domótica X10 es la opción más económica. Ambas tecnologías permiten el desarrollo de aplicaciones domóticas e inmóticas, pero por el número máximo de equipos que permite X10 dentro de una red, no es viable el implementarla en aplicaciones a gran escala. Se recomienda el uso de los manuales durante la operación de los módulos.

PALABRAS CLAVE: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TECNOLOGÍA DEL CONTROL AUTOMÁTICO>, <DOMÓTICA>, <CONTROL AUTOMÁTICO>, <COMUNICACIÓN>, <MÓDULO>, <X10 (PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN)>, <BUSPRO (PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN)>

ABSTRACT

This work had as objective the development of two practical modules of domotic and the elaboration of their respective manuals of practices where it explains in detail the operation and programming of the modules that use the protocols X10 like Buspro property of HDL. Its development was based on a three-stage process: physical design, electrical design and programming. The practical Domotic Modules were implemented in both technologies with the devices corresponding to a level 1 installation of domotization, according to the “Domotization Levels Table” of the Spanish Association of Domotic and Inmotic (CEDOM), in this way they were compared in a way Equitable. The results of the cost-benefit analysis were obtained through the use of the descriptive methodology where the price of both technologies was determined by the control outputs. The difference in prices is not marked and even based on the parameters with which the analysis was performed, in specific applications the price of equipment with technology Buspro have a lower cost than equipment using X10; but determining the total cost of the equipment within an X10 domotic network is the most economical option. Both technologies allow the development of domotic and inmotic applications, because of the maximum number of X10-enabled computers within a network, it is not feasible to implement it in large-scale applications. The use of the manuals during the operation of the module is recommended.

KEYWORDS: <ENGINEERING TECHNOLOGY AND SCIENCES>, <AUTOMATIC CONTROL TECHNOLOGY>, <DOMOTICS>, <AUTOMATIC CONTROL>, <COMMUNICATION>, <MODULE>, <X10 (COMMUNICATION PROTOCOL)>, <BUSPRO (COMMUNICATION PROTOCOL)>

INTRODUCCIÓN

Con el vasto desarrollo de la electrónica la humanidad ha buscado continuamente la manera de facilitar la vida o tratar de dar comodidad a la misma ya sea reemplazando la actividad humana repetitiva por maquinas (que podría hacerla con la misma o mejor calidad y sin agotarse) o con respecto a la seguridad y comodidad de sus hogares (mediante la aplicación de la tecnología en el mismo) lo cual se logra automatizándolo.

La automatización de un hogar es llamado Domótica o Inmótica en caso de edificaciones, lo cual tiene por finalidad principal la total comodidad de sus habitantes, mediante el manejo automático de luces, persianas y el encendido y apagado de dispositivos eléctricos como son televisores, calentadores, equipos de sonido, etc. ya sea este control de forma directa o inalámbrica, pudiendo controlar nuestro hogar desde cualquier lugar del mundo haciendo uso del internet sin descuidar el hogar en ningún momento del día, dependiendo del tipo de instalación también podríamos incluso hacer uso de notificaciones que permitan al usuario estar al tanto de todo acontecimiento en su hogar. En cuanto a seguridad, la manera en que nos ayuda la domótica es con la simulación de presencia en un hogar mientras la familia se encuentre de viaje, alarmando a la misma de la presencia de un intruso, haciendo un llamado al usuario o directamente al 911, lo cual se dará mediante el uso de un sensor de movimiento o mediante el uso de un sensor de humo cuando exista riesgo de incendio.

Al ser la domótica una opción muy viable para la sociedad se ha abierto un gran mercado, el mismo que ha llevado al nacimiento de muchos fabricantes y por ende a la creación de una variedad de protocolos de comunicación en sus productos, dando así más opciones a los usuarios. Unas serán más fáciles de instalar y otras estarán orientadas más a la industria, pero todas tendrán la misma finalidad, el confort de los usuarios.

La domótica es una de las cátedras impartidas en la facultad de ingeniería electrónica en control y redes industriales, la cual solo se estudia teóricamente, la finalidad de nuestro trabajo de titulación consta en la elaboración de dos módulos prácticos con dos diferentes protocolos de comunicación para los estudiantes de dicha cátedra puedan complementar sus conocimientos teóricos mediante la práctica, y tal vez, impulsar a futuro su propia idea de negocio siendo la domótica un campo muy poco explotado actualmente en el Ecuador.

Los módulos contarán con los dispositivos base de toda instalación domótica, los cuales son: módulo controlador o de interfaz, módulos de carga o actuadores, dimmer de luces, pulsadores,

motor para cortina o persiana y un sensor de presencia, los cuales pueden trabajar de forma conjunta o independiente, de acuerdo a los requerimientos de la práctica.

Los protocolos de domótica que se eligieron fueron el protocolo X10 y el protocolo Buspro, por su gran diferencia que poseen en su comunicación, el protocolo X 10 se comunica mediante la propia red eléctrica existente del hogar haciendo uso del cruce por cero de la señal sinusoidal, por ende no requiere de una instalación de cableado adicional para su funcionamiento, más que un simple filtro que evitara que las señales enviadas a los dispositivos se fuguen de la instalación eléctrica del hogar y causen estragos en la red de otros hogares, el protocolo Buspro para que exista comunicación entre sus dispositivos requerirá conexión entre ellos mediante cable par trenzado, con categoría 5e para garantizar la comunicación de los diferentes periféricos, la conexión se realiza mediante topología en bus, existen pares que están destinados a la alimentación de los equipos, al igual que pares dedicados exclusivamente a la comunicación.

Uno de los objetivos importantes del presente trabajo de titulación es la comparación de ambas tecnologías, establecer diferencias e igualdades entre ellas con la finalidad de que el estudiante o practicante pueda validar dicha información mediante prácticas y poder tener futuras referencias al momento de elegir un protocolo de comunicación si deseara implementarla, además se pretende elaborar un pequeño manual de prácticas, en el cual se especificara de manera detallada y paso a paso el desarrollo de las mismas, logrando así mayor conocimiento y manipulación de los módulos domóticos.

ANTECEDENTES

La necesidad por facilitar las tareas básicas dentro del hogar, vivir en un entorno más seguro para las familias y desenvolverse en un ambiente más controlado; ha llevado a la Domótica a un gran desarrollo y objeto de estudio orientado a los hogares y a la Inmótica a desarrollarse cada vez más enfocándose en la seguridad para edificaciones no destinadas a la vivienda.

La Domótica e Inmótica ha ido poco a poco ayudando al mejor vivir de las personas, iniciándose con cosas básicas como el encendido y apagado de luces o dispositivos; con el avance de la tecnología le ha permitido a la domótica ampliarse de manera exponencial llevando el concepto de domótica a un hogar tecnológico que integra un control y total supervisión, ya no solo de dispositivos eléctricos sino que también electrónicos, mediante manipulación inalámbrica a corta y larga distancia mediante protocolos TCP/IP y GSM y cabe mencionar el ahorro energético que ofrece.

El desarrollo de la Domótica es aun limitado y muy superficial dentro de nuestro medio, por los costos de los elementos necesarios para su implementación, el poco conocimiento de la domótica y de sus beneficios por parte de la comunidad y la falta de profesionales capacitados de manera adecuada.

La oferta de capacitación dentro de este campo es muy limitada dentro del país, siendo la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo una de las pocas instituciones de educación superior en capacitar a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes en este campo, pero lo cual se ha venido haciendo únicamente de forma teórica, dejando a los estudiantes únicamente con la información, mas no con la forma y manera de implementarla físicamente.

La creación de módulos domóticos prácticos han tenido la finalidad de que los estudiantes analicen cual es la funcionalidad domótica en situaciones reales, la programación de sus diferentes elementos y poder satisfacer diferentes necesidades o requerimientos, para lo cual está orientado el presente trabajo de titulación, en el que se elaboraran dos módulos prácticos de Domótica e Inmótica cada uno con tecnología diferente, ampliando así el conocimiento teórico adquirido previamente en clases y que los estudiantes puedan trabajar y comparar dos tipos de instalaciones domóticas de forma física.

Realizando prácticas en los módulos domóticos, el estudiante podrá adquirir conocimiento práctico el cual puede llevarlo a encontrar diferentes formas de uso a los mismos y de forma más optimista, encontrar en la domótica una futura fuente de negocios emprendiendo con ello su propio negocio.

JUSTIFICACIÓN

Justificación Teórica

En el presente proyecto de titulación se implementarán dos módulos técnicos para la práctica de la cátedra de domótica e inmótica. Un módulo tendrá dispositivos que trabajan bajo el protocolo X10 y el otro trabajará con el protocolo Buspro de HDL; el primero es un protocolo que usa un estándar abierto de comunicación, presentando gran versatilidad y compatibilidad con diferentes fabricantes que usen los mismos protocolos; gracias a ello, si los módulos necesitan ser actualizados o ampliados en el futuro se lo podrá realizar sin ningún contratiempo; en cambio Buspro es un protocolo propietario de la firma china HDL que está disponible en Ecuador.

Justificación Aplicativa

Los módulos de domótica poseen características propias de cada protocolo, en el caso del módulo a implementar mediante el protocolo X10, para la comunicación de los dispositivos bastara la red eléctrica monofásica, necesitando a la entrada de la acometida principal un filtro para aislar el módulo del resto de la red eléctrica, ya que al comunicarse por la misma línea monofásica se generan armónicos dentro de la red eléctrica.

Para el módulo con protocolo Buspro, se usa dos líneas: una para la comunicación y otra de fuerza; en el caso de la línea de comunicación la interconexión entre dispositivos se lo realiza a través de cable par trenzado, cada uno de ellos usa un mismo bus de datos (a diferencia de X10 donde la línea de fuerza es a la vez de comunicación). El cable de comunicación necesitará de un dispositivo de alimentación.

Para manipular los dispositivos con protocolo X10 será necesaria la adquisición de un controlador; en el caso del módulo implementado con el protocolo HDL Buspro se requiere de un módulo de programación que será el puerto de acceso con el resto de equipos.

El calibre de conductor para ambos módulos será calculado en base a la potencia máxima soportada por los dispositivos, más no por la potencia instalada, con el mismo principio se realizará el cálculo de las protecciones de ambos módulos.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Implementar dos módulos de Domótica, mediante dos protocolos de comunicación diferentes, desarrollados para la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo para la implementación de prácticas para los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales.

Objetivos Específicos

- Comprender el funcionamiento de los protocolos X10 y HDL Buspro así como los equipos que serán usados para el desarrollo del trabajo de investigación.
- Identificar la mejor topología para la implementación de los módulos de Domótica tanto X10 como HDL Buspro.
- Comparar las diferentes características que ofrecen ambas tecnologías para poder llegar a una conclusión de cuál es la tecnología más conveniente dependiendo de una relación costo – beneficio.
- Realizar un manual de prácticas para la utilización de los módulos en las clases de Domótica e Inmótica

CAPÍTULO I

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Domótica e Inmótica

La domótica genera ambientes de hogar confortables, encargándose del control de iluminación, electrodomésticos, entre otros; así como de la seguridad y el mando a distancia en el caso de que el usuario desee.

La inmótica se refiere al control realizado a edificaciones destinadas a actividades productivas en los cuales los empleados pueden centrarse en sus actividades, mientras que el sistema electrónico se encarga de generar un ambiente propicio mediante la gestión y control de las instalaciones.

Ambos conceptos tanto domótica e inmótica no solo buscan el facilitar la vida de sus usuarios, también ayudan a reducir el consumo de energía al realizar una gestión inteligente de la misma, además nos proporciona una amplia gama opciones en cuanto a seguridad se refiere.

En si la domótica e inmótica no es más que la automatización de una vivienda, para tener un mayor control de iluminación, actuadores, climatización y seguridad, el avance de la domótica se ha ido ampliando gracias al desarrollo de la tecnología dentro del campo de la información, comunicación, envío y recepción de datos, permitiendo tener dispositivos que puedan transmitir, recibir y procesar información.

1.1.1 Campos de Aplicación

1.1.1.1 Domótica, comodidad y confort

La evolución de las necesidades ha hecho que la domótica se acople a cada una de ellas, puesto que no todas son iguales la manera de satisfacerlas tampoco lo será y dependerán de la cantidad de tiempo que las personas pasen en sus hogares y el tipo de actividad que realicen en ella el cual les dará un espacio más personal, por ejemplo; la climatización de un hogar, el control de

temperatura al momento de abrir o cerrar un ventana o mediante detección de presencia, activación a distancia ya sea mediante el uso de la internet o de sistemas GSM, climatizando el hogar antes de haber llegado a él o incluso estando dentro del mismo, lo que permite ser usado por personas con discapacidad o de la tercera edad, el control de iluminación es un ejemplo más de comodidad mediante sensores de luminosidad acondicionándola para que no exista déficit ni exceso ajustándose a las necesidades de cada uno de los ambientes, haciendo uso de la luz solar exterior mediante el control de persianas a la vez que se da un ambiente cálido.

1.1.1.2 Domótica y seguridad

En cuanto a seguridad del hogar y oficinas, esta necesidad es cubierta con: sensores de movimiento, comunicación directa con el usuario o sistemas externos de asistencia inmediata, cámaras de vigilancia, cierre centralizado, simulación de presencia, alarmas técnicas de gas, de humo o de agua, y un control de acceso inteligente; haciendo al domicilio o edificio más seguro, brindando tranquilidad y manteniendo comunicación continua con usuario.

1.1.1.3 Domótica y eficiencia energética

El mejoramiento de la eficiencia energética es una necesidad colectiva que siempre está presente. Mediante las instalaciones domóticas podemos controlar de mejor manera el consumo energético evitando despilfarros, pero ¿cómo se puede lograr un ahorro energético con la domótica?, la respuesta a dicha pregunta es con la automatización de los dispositivos del hogar teniendo un control automático de su uso, en otras palabras simplemente se accionaran cuando sea necesario o regulando su intensidad de acuerdo a la temperatura ambiente, a la ausencia o presencia de personas, mediante la regulación de luz, la temperatura del agua, calefacción o aire acondicionado, sistemas de riego y uno de los más importantes pero poco considerados es la eliminación del consumo fantasma, que son aquellos equipos y dispositivos que se encuentran en Stan By, quiere decir que los equipos o dispositivos tienen su interruptor activado y listo para ser usados con mandos a distancia pero no se encuentran activados aun, estos dispositivos consumen energía porque están alimentando sus sistemas de monitoreo de señales como los televisores, equipos de sonido, fuentes de alimentación, laptops, cargadores de celulares, adaptadores, etc.; reduciendo el impacto ambiental, disminuyendo la cantidad de gases invernadero (CO₂) que son producidos constantemente en los hogares y edificios terciarios.

La cobertura de todas estas necesidades no podrá ser satisfecha en su totalidad por un sistema común de instalación eléctrica instalada en la vivienda o edificio, lo cual va a llevar a una compleja instalación domótica convirtiendo el hogar en el actualmente llamado hogar digital.



Figura 1-1. Control Domótico de una vivienda

Fuente: <https://0.wp.com/www.arkiplus.com/wp-content/uploads/2013/10/domotica-historia.jpg>

1.1.2 Interfaz domótica y pasarela residencial.

Todas las instalaciones domóticas deben tener su propia interfaz por medio de la cual el usuario pueda interactuar con el sistema domótico programándolo para sus necesidades y al mismo tiempo conocer el estado de cada uno de los dispositivos instalados en un lenguaje de fácil comprensión, también a través de la interfaz se podrá controlar de forma directa los equipos, el encendido y apagado, la apertura de persianas, la regulación de la iluminación, entre otros. La interfaz podrá estar situada dentro del mismo hogar o edificio en un lugar fijo, inalámbricamente mediante control de radio frecuencia o fuera del sitio de control haciendo uso de la internet u otros medios de comunicación.

Como hemos visto las instalaciones domóticas son instalaciones eléctricas con mayor capacidad de control de los dispositivos eléctricos y electrónicos mediante diversos medios de comunicación o vías de transmisión de datos dentro del hogar como la red eléctrica, red domótica, red de entretenimiento (televisión, radio), red de voz y datos (teléfono e internet), para poder comunicar cada una de estas redes desde dentro o fuera del hogar, enviado y recibiendo información para que los dispositivos eléctricos y electrónicos puedan procesarlo, se requiere de un dispositivo que enlace y comunique estas redes, denominado pasarela residencial. Un hogar que disponga de todas las redes de comunicación y una pasarela residencial que las conecte, es considerado un “hogar digital”.

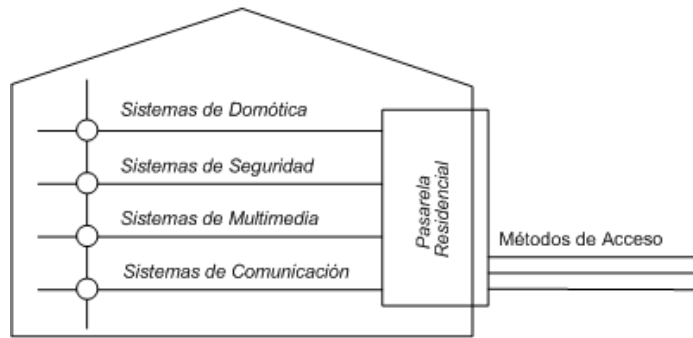


Figura 2-1. Interacción de la pasarela residencial

Fuente: http://www.pc-doctor.com.mx/Radio%20FormulatemasCasas%20Inteligentes%20de%20Hoy_archivos/image004.gif

1.2 Topologías de Red

1.2.1 Red en estrella

La topología en estrella se caracteriza por poseer un dispositivo de control al cual convergen de manera individual los diferentes dispositivos de entrada y salida.



Gráfico 1-1. Topología Red en Estrella

Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

1.2.2 Red en anillo

En las redes tipo anillo los dispositivos de control están interconectados entre sí, la comunicación generalmente se la realiza de manera unidireccional, pero, también puede ser bidireccional. El principal inconveniente de esta topología es que el daño de un dispositivo de control puede dejar inservible toda la red (Molina, 2010, p.26).

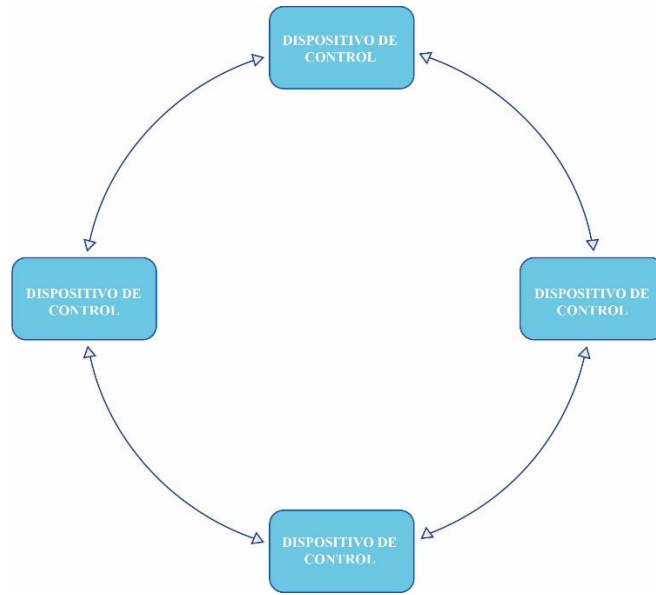


Gráfico 2-1. Topología Red en Anillo
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

1.2.3 Red en bus

Para las redes tipo bus los controladores van conectados a una sola línea denominada bus, el bus a más de la comunicación también se encarga generalmente de la alimentación de la electrónica. Al estar todos los dispositivos conectados en una sola línea de transmisión, estos deben de tener una dirección para su localización; además, los mensajes poseerán un direccionamiento en el cual se indique tanto su origen como destino (Molina, 2010, p.26).

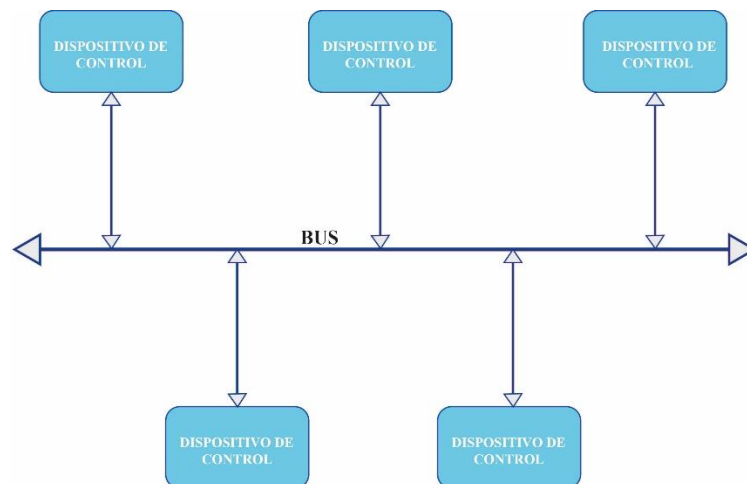


Gráfico 3-1. Topología Red en Bus
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

1.3 Tipo de arquitectura

1.3.1 Arquitectura Centralizada

Posee un solo controlador al cual convergen tanto sensores como actuadores; la principal desventaja de este tipo de arquitectura es que un fallo en el controlador deja inservible toda la instalación.

Se caracteriza por ser de bajo y medio coste de instalación, pero posee un cableado bastante extenso y es complicado el ampliar las aplicaciones de una instalación ya existente.

1.3.2 Arquitectura Descentralizada

Esta arquitectura se caracteriza porque cada uno de sus elementos posee un grado de inteligencia, haciendo que su funcionamiento sea independiente entre ellos; todos se comunican mediante un bus común.

Las principales ventajas de esta arquitectura es la fiabilidad que presenta la red ante un eventual fallo, así como, la capacidad de ampliar las características del sistema cuando se lo requiera por su fácil cableado; como desventajas tenemos el elevado coste de sus elementos.

1.3.3 Arquitectura Distribuida

Tiene características de las arquitecturas anteriores, cada controlador será un nodo y estarán comunicados entre sí mediante una conexión tipo bus, en cada controlador se puede instalar los sensores y actuadores que el sistema requiera.

A pesar de sus ventajas tanto en costo como en fiabilidad, presenta el inconveniente de que cada nodo requiere ser programado y configurado para asegurar la comunicación.

1.4 Medios de Transmisión

1.4.1 Transmisión alámbrica

Es la transmisión de información llevada a cabo por medio de cualquier medio físico que se adapte a las necesidades de velocidad de transmisión de datos, ancho de banda, tolerancia a la interferencia electromagnética, entre otras.

1.4.1.1 Corrientes Portadoras

Usa el cableado de la red eléctrica domestica para transmitir la información, presenta la ventaja de poseer un nulo coste de instalación al usar las redes ya existentes en el hogar, pero como desventajas se encuentra la lenta velocidad de transmisión y poca fiabilidad de la misma.

1.4.1.2 Cable de par trenzado

Posee varios hilos conductores aislados y trenzados en pares para evitar las interferencias entre sí, existen dos tipos UTP y STP; el cable UTP posee cuatro pares de conductores trenzados y es sensible a la interferencia entre pares, a diferencia del cable STP (apantallado) que posee una lámina metálica alrededor de los pares que la hace inmune a este tipo de interferencias.

1.4.1.3 Cable Coaxial

Consta de un hilo conductor central, alrededor del cual se encuentra un material dieléctrico que lo aísla de un conductor en forma de malla, encargado de protegerlo de las interferencias electromagnéticas, todo el conjunto está protegido mediante un aislante eléctrico, que a la vez lo protege de la humedad.

1.4.1.4 Fibra Óptica

Medio de transmisión que usa la refracción de luz a través de fibras fabricadas en cristal o sílice, revestido de un material dieléctrico, para la emisión de la información se usa diodos LED o láser, dependiendo si es multimodo o monomodo respectivamente; para la recepción se usa fotodiodos o diodos PIN, los cuales ofrecen alta ganancia y bajo ruido. Las ventajas de la fibra óptica es la alta tasa de transferencia de datos y la inmunidad a interferencias electromagnéticas, pero tiene un costo elevado el implementarlo por la necesidad de herramientas especiales para su instalación.

1.4.2 Transmisión inalámbrica

Utiliza como medio de propagación el espectro radioeléctrico; usado ampliamente en aplicaciones donde el cableado representa una limitante, tanto en costo y distancia.

1.4.2.1 Infrarrojos

Se emite una señal a un fotoreceptor mediante un diodo LED o láser, para que pueda llevarse a cabo el envío y recepción de información, ambos deben estar en línea de vista directa, pudiendo alcanzar velocidades de transmisión de hasta 10 Mbps.

1.4.2.2 Radiofrecuencia

Un sistema de transmisión por radiofrecuencia se compone principalmente de antenas que se encargan tanto del envío como recepción de la información con el uso de filtros y circuitos osciladores. Este tipo de transmisión es propensa a interferencias y es de fácil acceso.

1.5 Protocolos de Comunicación Domótica

Los protocolos de comunicación son los diferentes lenguajes en los que pueden comunicarse los dispositivos, enviando y recibiendo información para que pueda ser procesada sin inconveniente, eso quiere decir que su comunicación debe tener un formato de lenguaje. La información recibida por el dispositivo destinatario debe ser verificada y enviar notificaciones de recepción para evitar pérdidas en la misma, reenviar los paquetes de información de ser necesario y poseer herramientas para la detección de pérdidas o errores en la información recibida.

En si lo que los protocolos proporcionan es un lenguaje de comunicación entre dispositivo emisor, receptor y viceversa dependiendo el caso, para que el sistema domótico pueda entenderse y trabajar de manera correcta.

En el mercado actual podemos encontrar tres tipos de protocolos entre los cuales tenemos los **privados** (son aquellos protocolos creados por empresas para uso exclusivo de sus usuarios o clientes), los **abierto**s (protocolos que son de uso público tanto para empresas y clientes, además de proporcionar toda la información necesaria para poder implementarlos) y los **abierto normalizados o estandarizados** (que son aquellos protocolos dando a grupos normalizadores los cuales lo estudiarán y ofrecerán a sus clientes un protocolo normalizado garantizando su funcionamiento).

Los protocolos que se implementan en el presente trabajo de titulación serán X10 y Buspro. Estos protocolos se eligieron primeramente porque son los que actualmente se pueden conseguir con mayor facilidad en el país, también porque el software para programarlos es gratuito y por ultimo debido a las diferentes características de cada uno de los protocolos, tanto en comunicación como en programación, para establecer así, el análisis expuesto dentro del trabajo de titulación.

Existen protocolos de comunicación como TCP/IP y los modelos OSI, la arquitectura TCP/IP (Transport Control Protocol) (Internet Protocol) está orientada a la conexión de sistemas informáticos o protocolos de internet el cual está definido en capas como Aplicación, Transporte, Internet y Acceso a la Red. El modelo OSI (Open System Interconnection) clasifica

la comunicación mediante siete capas o niveles, cuando se transmite la información va desde la capa superior a la inferior y el elemento receptor procesa esa información haciéndola pasar de la capa inferior hacia la superior, estas capas son: Nivel de aplicación, Nivel de presentación, Nivel de Sesión, Nivel de Transporte, Nivel de Red, Nivel de enlace de datos y Nivel Físico,

1.5.1 Información Digital

La transmisión de la información digital se realiza por medio de dígitos binarios como 1 y 0; esto se lo ha venido realizando desde hace mucho tiempo con la representación de dos estados 1 si, encendido, activado y 0 no, apagado, desactivado, etc. Los bits son la unidad más pequeña de transmisión, mediante la transmisión de n bits podemos representar 2^n estados, esto quiere decir que si se va a transmitir 4 bits tendremos 2^4 o 16 estados o en una comunicación doméstica tradicional de 8 bits de transmisión tendremos 2^8 estados o 256 posibles dispositivos conectados a una sola red.

La velocidad de transmisión está dada en la cantidad de bits que se puedan transmitir en un tiempo determinado, esto definirá un ancho de banda, la velocidad de transmisión dependerá del medio de transmisión y del protocolo que se use.

1.5.2 Acceso a la red Doméstica

Para poder acceder a la red necesitamos más que los protocolos de comunicación, se necesitan procesos de acceso dentro de los cuales tenemos:

1.5.2.1 Acceso aleatorio CSMA/CD

Sondea que el canal este libre para iniciar la transmisión utilizando uno de los tres métodos de persistencia: no persistente, 1-persistente y p-persistente; en el caso de que ocurra una colisión, todas las estaciones envían una señal interferente y se detiene el envío de la trama. El método no persistente se encarga de sondear el medio y si está ocupado espera un tiempo aleatorio para transmitir. En el caso de 1-persistente se sondea de manera continua el medio, para que cuando este libre inicie la transmisión inmediatamente. En la verificación p-persistente se sondea continuamente para que cuando el medio este libre transmitir con una probabilidad p (Rodríguez, Linares, y Páez, 2008, pp. 2-3).

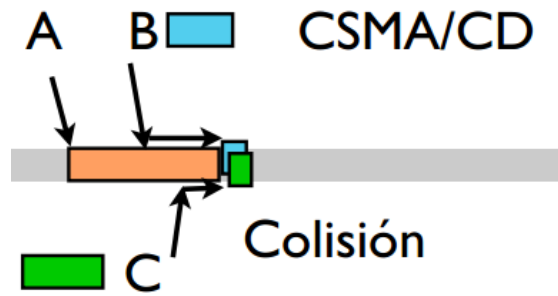


Figura 3-1. Acceso Aleatorio CSMA/CD
Fuente: <http://4.bp.blogspot.com/-5YOBjm41Brw/UxsnEJX5mxI/AAAAAAAAA30/7hHbT3dOLS4/s1600/sshot-1.png>

1.5.2.2 Acceso aleatorio CSMA/CA

Este sistema de acceso aleatorio nos permite la transmisión del bus de datos sin que existan colisiones, cuando un equipo desea transmitir un mensaje entra en un estado de espera a que la red se encuentre libre luego de eso si podrá enviar, el bus con la prioridad más bajo se colocara al final de la espera para poder transmitir, cuando existe más de un componentes bus intentando enviar información el proceso CSMA/CA hará que la información se envíe uno a uno evitando colisiones, que se pierda información o colapse el sistema. (Molina, 2010a, p.28)

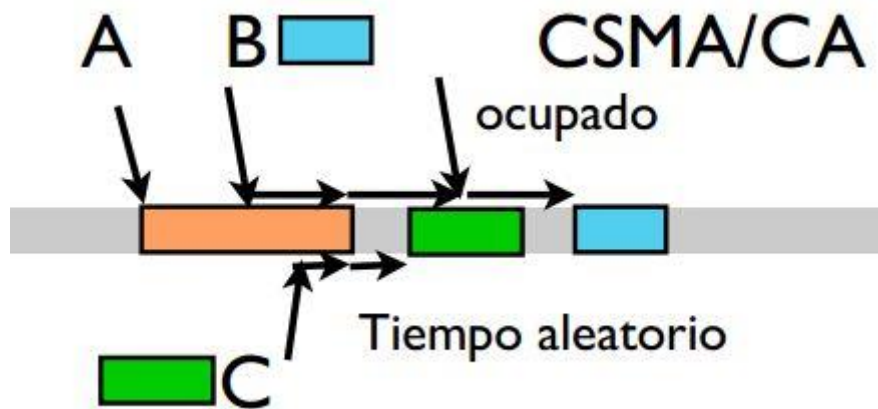


Figura 4-1. Acceso Aleatorio CSMA/CA
Fuente: <http://4.bp.blogspot.com/-5YOBjm41Brw/UxsnEJX5mxI/AAAAAAAAA30/7hHbT3dOLS4/s1600/sshot-1.png>

1.5.2.3 Acceso por paso de testigo

Este tipo de acceso consiste en la transmisión de una señal a través de la red denominada “testigo” que es un protocolo de comunicación, cuando un nodo desea transmitir el testigo deja de emitir abriendo paso a la nueva transmisión, una vez finalizada la transmisión el testigo volverá a emitir la señal. (Molina, 2010b, p.28)

1.6 Estándar de comunicaciones

1.6.1 RS-232

Se usa para la comunicación entre dos dispositivos (punto a punto), la máxima velocidad de transmisión es de 20 kilobits por segundo, por líneas de transmisión desbalanceadas (línea de referencia común para todas las líneas de transmisión).

La distancia máxima de comunicación para la primera versión del estándar se especificaba en 15 metros, pero, actualmente se define que debe tener una capacitancia máxima de 2500 pF por unidad de longitud de cable.

Los niveles de voltaje para este estándar se encuentran para el nivel alto entre +3 y +15 voltios (nivel lógico 0), mientras que para niveles bajos van desde los -3 hasta los -15 voltios (nivel lógico 1); al ser un estándar anterior a la lógica TTL para su conexión con los diferentes dispositivos es necesaria la implementación de un circuito que permita la conversión de niveles usando circuitos integrados; por ejemplo, el circuito integrado MAX232.

1.6.2 RS-485

Permite la comunicación en una misma línea de 32 dispositivos, usa para su comunicación transmisión por líneas balanceadas, la cual se basa en la diferencia de potencial entre dos líneas para que las interferencias no comprometan la información transmitida.

Mediante este estándar se puede llegar a velocidades de transmisión de hasta 10 Mbps en distancias de hasta 12 metros, también se pueden crear enlaces con distancias de hasta 1200 metros pero la velocidad se reduce a 100 Kbps.

En el caso del nivel alto se encuentra entre los +0.2 a +12 voltios (nivel lógico 0), mientras que el nivel bajo va desde los -1.5 a -5 voltios (nivel lógico 1); posee un tercer estado el cual se encarga de gestionar la comunicación del enlace multipunto.

1.7 Componentes básicos de una instalación

Previo a referirnos a lo que son los componentes básicos de una instalación domótica, hablaremos de los tipos de señales más usuales y usadas por este tipo de componentes, dependiendo de la topología que usen cada uno las cuales son las señales analógicas y digitales.

1.7.1 Señales Analógicas y Digitales

En una instalación domótica la comunicación es un elemento primordial para su funcionamiento, la cual será posible mediante el intercambio de señales las cuales pueden ser tanto analógicas como digitales.

Las señales analógicas son aquellas señales que pueden tomar un valor dentro de un rango determinado, como por ejemplo en la regulación de intensidad luminosa o la regulación de temperatura mediante un termostato.

Las señales digitales o llamadas señales de todo o nada o binarias, son aquellas que adquieren únicamente dos valores 1 o 0, encendido o apagado respectivamente, por ejemplo en sensores cuyo accionamiento es manual como pulsadores, interruptores en donde sus únicas funciones pueden ser tocar un timbre o encender y apagar luces.

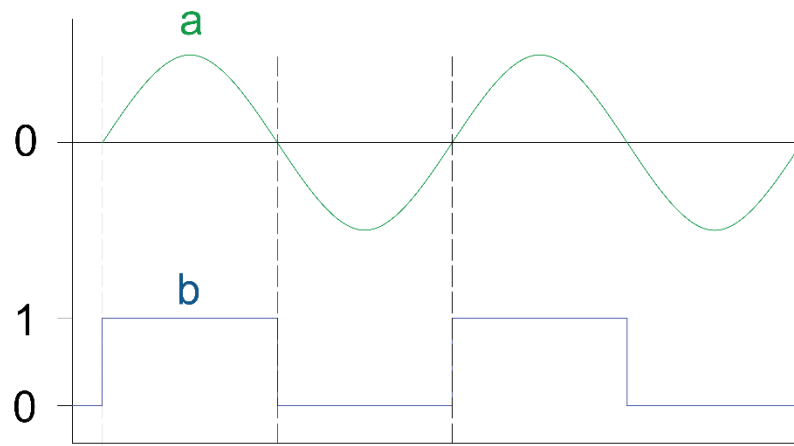


Figura 5-1. a) Señal Analógica, b) Señal Digital

Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

1.7.2 Dispositivo Controlador

Es el encargado de recibir y procesar la señal emitida desde los sensores, para posteriormente gestionar los actuadores, poseen entradas y salidas tanto analógicas como digitales que ayudan a la conexión de una diversidad de dispositivos usados para aplicaciones específicas y protocolos de comunicación.



Figura 6-1. Controlador CM-15A ActiveHome Pro X10 USB Transceiver

Fuente:

<https://www.x10.com/media/catalog/product/cache/2/image/650x/040ec09b1e35df139433887a97daa66f/c/m/cm15a-front.jpg>

1.7.3 Sensores

Los sensores en las instalaciones domóticas son dispositivos que reciben las magnitudes físicas, químicas o biológicas del exterior y las convierten en señales eléctricas que pueden ser analógicas o digitales, esta señal informará de un evento o situación; podemos clasificarlos en sensores y detectores. Los sensores son aquellos que proporcionan una medida de la magnitud sensada y con este dato podríamos tener sistemas de control domóticos más complejos, por ejemplo, un sistema de regulación de temperatura automático controlado con un PID; mientras que los detectores nos indicaran únicamente la existencia o no de un elemento como: sensores de agua, gas, humo, presencia, etc.; mediante estas señales podremos realizar una acción de apertura o cierre y encendido o apagado. La alimentación de los sensores puede ser directa de la red o baterías recargables de larga duración puesto que al disminuir su carga pueden dar errores de lectura.

En el presente trabajo nos enfocamos únicamente en los sensores que se van a implementar en los módulos técnicos.

1.7.3.1 Sensores de Accionamiento manual, Pulsadores e Interruptores

Dispositivos que generalmente son de accionamiento directo por el usuario, suelen ser usados para la regulación y control de cargas eléctricas, regular intensidad de luz y apertura de cortinas o persianas.

La regulación lumínica se la puede realizar mediante un dimmer, el cual puede ser tipo pulsador o de perilla, el accionamiento de cargas se lo realiza mediante interruptores dando comandos únicamente de on y off.



Figura 7-1. PLW01-I X10 Pro Wall Switch Module (Ivory) (X10)

Fuente:

https://www.x10.com/media/catalog/product/cache/2/image/650x/040ec09b1e35df139433887a97daa66f/p1/plw01-i_2.jpg

1.7.3.2 Sensores de Movimiento

Los sensores de presencia o movimiento en las instalaciones domóticas tienen mucha importancia por su cantidad de aplicaciones, que, por lo general suelen ser en la automatización de iluminación y sistemas de detección de intrusos, mediante la detención de personas o animales; en ocasiones los animales suele ser un problema porque si es una detección que no deseamos en nuestro sistema generará falsas alarmas.

Este tipo de sensores son volumétricos y su detección se basa en la lectura del cambio en la radiación infrarroja o de microondas, los sensores de movimiento o presencia suelen tener un cierto ángulo de detección, lo cual dependerá primeramente del tipo de equipo y luego de la

forma de instalarlo, ya sea en una esquina a una determinada altura para no perder rango o en el techo si el sensor está fabricado para tener un ángulo de 360 grados. En el caso de los sensores de presencia para sistemas de iluminación, este incorpora un sensor de luminosidad para su desactivación automática durante el día, en los sensores que diferencian entre personas y animales lo único que hacen es dividir su haz de detección en dos partes, una alta y la otra baja, si se detecta tanto en la parte superior e inferior se considerara como una persona, si solo detecta en la parte inferior tomara este dato como si fuera un animal (perro o gato), claro que este tipo de sensores deben estar instalados en la pared a una altura aproximada de 1.10 metros.



Figura 8-1. Sensor de Movimiento de pared SB-WMS-PIR (HDL BusPro)

Fuente: <http://www.hdlautomation.com/wp-content/uploads/2014/12/SB-WMS-PIR-1.jpg>



Figura 9-1. Sensor de Movimiento PMS03 Wireless

Fuente:

https://www.x10.com/media/catalog/product/cache/2/image/650x/040ec09b1e35df139433887a97daa66f/p/m/pms03_3.jpg

1.7.4 Actuadores

Elementos controlados electrónicamente usados para controlar las variables que afectan a los distintos ambientes. Entre los actuadores de un sistema domótico – inmótico, tenemos los relés, contactores, resistencias térmicas, electroválvulas, motores de persiana o cortina, entre otros. Cada uno de los actuadores manipula variables físicas, para proporcionar al usuario un entorno que se adapte a sus necesidades.



Figura 10-1. Módulo de aplicación de cargas 3 pines PAM02

Fuente:

https://www.x10.com/media/catalog/product/cache/2/image/650x/040ec09b1e35df139433887a97daa66f/p/a/pam02_3.jpg

1.7.4.1 Relé

Dispositivo electromecánico que controla elementos de potencia a partir de una señal de control, la señal de control polariza el solenoide generando un campo magnético que cambia la posición de sus contactos eléctricos (abriéndolos o cerrándolos).



Figura 11-1. Módulo relé de cuatro canales HDL-MR0410.431

Fuente: http://www.hdlautomation.com/wp-content/uploads/2014/12/MR0410_431-6.jpg

1.7.4.2 Dimmer

Dispositivo regulador de voltaje, mediante el cual es posible controlar la intensidad lumínica en lámparas. Su funcionamiento se basa en el recorte del ángulo de la fuente de corriente alterna cada vez que se detecta un cruce por cero; se debe tener presente, el no superar la capacidad máxima del dimmer (se recomienda no superar el 80% de la potencia máxima soportada para garantizar su funcionamiento), así como el usar lámparas que permitan regulación por este método. Como ejemplo podemos observar el dimmer X10 XPDI3 de la **figura 19-1**.

Para el control de la etapa de potencia se puede usar un conjunto de diac – triac, transistores MOSFET o a su vez IGBT.



Figura 12-1. Módulo dimmer de dos canales 6A MD0206.432

Fuente: http://www.hdlautomation.com/wp-content/uploads/2015/01/MD0206_432-6.jpg

1.7.4.3 Motor de persiana o cortina

Actuador que posee un motor tubular, generalmente se lo conecta directamente a la red doméstica de corriente alterna, poseen un sistema de cambio de giro y finales de carrera que pueden ser tanto mecánicos como electrónicos. En el caso de los finales de carrera mecánicos, se los regula de manera manual en el dispositivo; en los electrónicos realiza un recorrido de prueba para detectar la distancia que debe recorrer.



Figura 13-1. Sistema Inteligente de Cortinas KA60

Fuente: <http://hdlecuador.com/4/images/stories/cortina01.jpg>



Figura 14-1. Motor de persianas AD80 D80 Drapery

Fuente: https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/41SbCKUdi4L._UX1500_.jpg

1.8 Domótica X10 por Corrientes Portadoras

El protocolo de comunicación X10 es el sistema más antiguo de corrientes portadoras, tuvo su origen en Escocia, la empresa Pico Electronics creó un protocolo cerrado y secreto, introduciéndolo al mercado de la domótica en 1974 utilizado en instalaciones domésticas sencillas y se expandió a Estados Unidos en 1978, en 1998 las patentes se liberaron lo que dio paso a la fabricación en bruto de dispositivos con el protocolo X10 todos compatibles independientemente del fabricante, en la actualidad existen más 190 fabricantes a nivel mundial de dispositivos domóticos con protocolo X10.

Los sistemas X10 utilizan el protocolo X10 que hacen uso de la red eléctrica para la transmisión de información por medio de corrientes portadoras PLC (Power Line Carrier) que utiliza una modulación de la red eléctrica de la vivienda y que no tiene nada que ver con respecto a los autómatas programables que llevan las mismas siglas. Power Line Carrier también puede ser usado para una red local (LAN).

X10 al emplear su comunicación por medio de corrientes portadoras utilizará la misma red eléctrica del hogar para poder enviar, recibir y procesar información, gracias a esto no requerirá cableado en su instalación para que funcione el sistema domótico, lo cual da simplicidad y facilidad al momento de su implementación y si se desea adquirir a futuro más módulos simplemente hay que conectarlo a una toma y formará parte de la red domótica del hogar.

Las instalaciones domóticas de X10 tendrán la misma topología que las instalaciones eléctricas del hogar, así cuando se ingrese una señal llegarán a todos los puntos de la instalación.

1.8.1 Direcciones de Módulos X10

Las direcciones de los módulos X10 se las asignan para poder enviar comandos entre ellos, el controlador es el encargado de enviar los comandos, esta señal de datos X10 se denomina *Datagrama, trama ó telegrama*, el datagrama es enviado a toda la red, es aquí donde entra la importancia de las direcciones de cada módulo, como el comando se envió a toda la red con una dirección específica, solo el dispositivo que este configurado con la misma dirección podrá recibir y procesar la información, de lo contrario solo pasará por alto el datagrama y se mantendrá a la espera hasta que llegue a él una instrucción o comando con su dirección, uno de las desventajas de la comunicación X10 con respecto a otras tecnologías es que tiene un tiempo elevado de transmisión, el cual es de 1.5 segundos aproximadamente debido a su baja velocidad de transmisión de 60bps en América y 50 bps en Europa.

Estas direcciones son asignadas en dos partes en cada módulo mediante las ruedas en su carcasa, la una es la de configuración de hogar o casa que están dados en letras que van de A hasta P con un total de 16 letras u hogares y la segunda está en código numérico de 1 hasta 16, con 16 letras y 16 números tendremos un alcance de 256 dispositivos en una sola red.

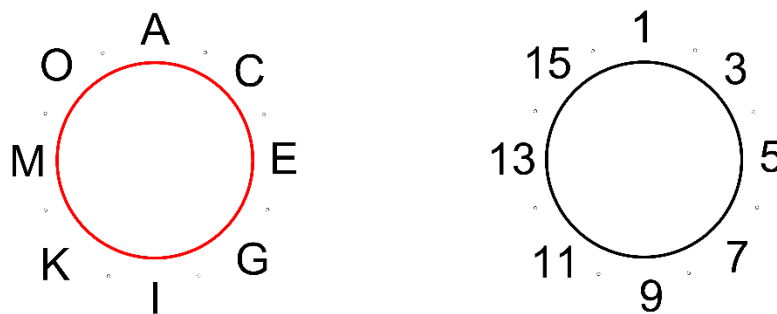


Figura 15-1. Configuración de Dirección en módulos X10
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

1.8.2 Dispositivos o Módulos X10

Los dispositivos o módulos X10 son elementos muy económicos en comparación a las demás tecnologías domóticas pero son muy diversos y pueden realizar muchas aplicaciones, existe una gran diversidad de módulos, por ser X10 un protocolo abierto no propietario las diferentes empresas fabricaron diferentes diseños de los dispositivos con respecto a su instalación o diseño de los cuales existen:

- **De tipo enchufe.**- dispositivos que para instalarlos únicamente los contamos a una toma eléctrica de forma directa.

- **De empotrar.**- estos dispositivos reemplazaran a los elementos habituales como los pulsadores de la casa o interruptores, remplazando su espacio físico.
- **Para carril Din.**- están más orientados para instalaciones de edificaciones o industriales.
- **Superficiales.**- o de cable, dispositivos como por ejemplo los sensores que simplemente se colgarán en la pared a una altura determinada la cual dependerá de su grado de detección.
- **De casquillo.**- como por ejemplo las boquillas de los focos la cual tendrá las ruedas de regulación de dirección X10.
- **Sin Instalación.**- son aquellos dispositivos de mando a distancia como los controles infrarrojos.

Tenemos cinco diferentes tipos de dispositivos en cuanto a su aplicación o uso, los cuales son: filtros, programadores, transmisores, actuadores o receptores y transceptores.

1.8.2.1 Filtros

Como las instalaciones eléctricas de las viviendas nunca estarán aisladas de las demás, al momento de realizar una instalación Domótica con protocolo X10 se debe instalar por seguridad un filtro y evitar que las señales X10 se fuguen a los demás hogares, causando inconvenientes si también tienen instalaciones domóticas X10 y viceversa. El filtro se encarga de aislar la instalación domótica X10 del resto de la instalación eléctrica confinándola a nuestro gusto, para esto, el filtro se debe instalar en el tablero de distribución general del hogar en otras palabras, en la entrada de alimentación del circuito eléctrico.

También existen dispositivos eléctricos en el hogar los cuales pueden causar interferencia en la comunicación X10, para evitar esto se instalan filtros supresores de ruido. Los filtros X10 pueden ser de riel DIN, cable o de enchufe.



Figura 16-1. Filtro X10 (XPF 20A) de cable

Fuente:

https://www.x10.com/media/catalog/product/cache/2/image/650x/040ec09b1e35df139433887a97daa66f/x/p/xpf_5.jpg

1.8.2.2 Módulos de Sistema o Programadores

Es el dispositivo encargado de adaptar las señales para poder enviarlas mediante la red eléctrica, además enlazan la instalación domótica X10 con la PC para controlar el sistema de forma directa o programar distintas funciones, para esto se necesita un software como ActiveHome u otro compatible dependiendo del fabricante de X10; en los programadores podemos almacenar ordenes llamadas macros o funciones temporizadas para que se activen en horas específicas, con un solo macro podemos realizar varios eventos, por ejemplo si en el controlador se definió que con la orden C-10 se deben activar luces y apagar la calefacción, suponiendo que las luces tienen dirección A-1 y la calefacción A-3, entonces el macro C-10 contendrá los comandos A-1 “ON” y A-3 “OFF”, los programadores se conectan a la red eléctrica para poder alimentarse y enviar los respectivos datagramas a cada módulo, además para no perder sus datos programados por ineficiencia energética, también se alimenta de una batería o pila, los comandos que recibe el programador o controlador pueden ser desde la PC o desde un control de radiofrecuencia, como ejemplo tenemos el controlador CM-15A de ActiveHome Pro en la **Figura 6-1**, que es de tipo enchufe y USB para su programación.

1.8.2.3 Emisores y Transmisores

Son aquellos dispositivos que generan señales X10 o de radiofrecuencia las cuales serán convertidas en X10 posteriormente por el dispositivo receptor, entre los dispositivos emisores tenemos 4 tipos:

- **Emisores RF.**- por lo general dispositivos de mando a distancia como controles, mandos de pared o sensores, los cuales envían señales de radiofrecuencia a los dispositivos receptores para que puedan realizar alguna acción específica. En el caso de los controles podrán controlar una cantidad limitada de dispositivos, la cantidad de señales que generan dependerá de su tamaño físico o los botones que puedan albergar, hay controles de pared que podrán controlar hasta 16 aparatos, como controles tipo llavero que podrán controlar 4, dependiendo del fabricante existen controles que además de generar señales X10 también emiten señales para televisores y otros equipos. Todos estos tipos de emisores también cuentan con dos botones de atenuación de luces.
En cuanto a los sensores podemos mencionar a los de presencia los cuales emiten una señal de ON al detectar presencia y luego de un determinado tiempo si no se detecta movimiento envía el modo OFF de la misma señal, mediante esta señal se puede encender una luz o una sirena, los sensores de temperatura utilizan el mismo principio solo que la señal de ON se envía cuando por ejemplo la temperatura está por debajo de un nivel establecido y la señal de OFF cuando llega a la temperatura establecida, encendiendo la calefacción del hogar, como ejemplo de emisor RF tenemos al sensor de presencia PMS03 de X10 PRO **Figura 9-1**.
- **Emisores de Sobremesa.**- existen dispositivos de mesa que pueden enviar señales X10 a la red domótica, enviando órdenes a los dispositivos de la red domótica por medio de botones y pulsadores instalados en el mismo, en la figura siguiente podemos ver un controlador de 8 aparatos con botón de selección de 1-4 y de 5-8, además tiene botones para atenuación de luces y se conecta a la red mediante enchufe, existen dispositivos de mesa que pueden controlar hasta 128 dispositivos o más y otros que no solo envían datos X10 sino que también reciben para poder enviar uno o varios comandos con el dato recibido, como por ejemplo el Maxicontrolador que es un dispositivo de sobremesa que puede recibir comandos mediante mensajes de texto con un código de orden, el cual será ejecutado traduciendo a una nueva orden o señal X10.



Figura 17-1. Mini controlador PMC01B X10 PRO

Fuente:

httpswww.x10.commediacatalogproductcache2image650x040ec09b1e35df139433887a97daa66fpmc01b_1.jpg

- **Emisores de cable.**- son dispositivos que envían una señal X10 mediante un contacto seco, de baja tensión o de audio; las señales de activación que envían estos dispositivos se usa generalmente para seguridad, se puede usar esta señal para activar dispositivos de iluminación que tengan su misma dirección X10, puede enviar una señal intermitente haciendo parpadear las luces o simplemente activando un módulo de carga con un solo dispositivo.
- **Micromódulos.**- son pequeños dispositivos X10 que no solo son emisores sino que también son actuadores como por ejemplo los micromódulos de las persianas, los cuales tienes dos controles: al primero se puede conectar un interruptor que al momento de pulsarlo envía señales X10 a las direcciones especificadas y en el segundo de igual manera se puede conectar un interruptor o un pulsador el cual envía solo una señal de ON u OFF, conmuta cargas de hasta 500w con cargas fluorescentes, su instalación se la realiza detrás de los pulsadores o interruptores convencionales o en cielos rasos manteniendo la estética del hogar, su configuración de dirección X10 será igual que de los demás dispositivos mediante las ruedas de hogar y numeración.

1.8.2.4 Receptores o Actuadores

Los dispositivos actuadores son aquellos que reciben la señal X10 y la transforman en una señal eléctrica, convencionalmente están en contacto directo con los dispositivos que van a controlar, suelen ser de enchufe, empotrables, casquillo, carril DIN y de cable; en X10 tenemos los módulos de aparato (appliance module), estos actúan como contactores o relés que cierran el circuito y los módulos de lámpara (lamp modules) pueden ser apagado-encendido o de atenuación de iluminación y pueden ser activados directamente desde el mismo módulo. Los

módulos de lámpara pueden ser empotrables o de casquillo, los cuales no afectan la estética y los de carril DIN. Los actuadores también pueden recibir señales de radiofrecuencia para su activación.



Figura 18-1. Módulo de aplicación de cargas 2 pines PAM01

Fuente:

https://www.x10.com/media/catalog/product/cache/2/image/650x/040ec09b1e35df139433887a97daa66f/p/a/pam02_4.jpg



Figura 19-1. XPDI3 Dimmer 120 VAC 500W Inductive (X10)

Fuente:

https://www.x10.com/media/catalog/product/cache/2/image/650x/040ec09b1e35df139433887a97daa66f/w/s/ws12a_3.jpg

1.8.2.5 Transceptores

Son dispositivos que actúan como receptores y emisores, dentro de los transceptores podemos encontrar los repetidores o amplificadores de las señales X10, los cuales son instalados cuando

el circuito eléctrico del hogar es muy extenso y pueden llegar mal las señales X10 o perderse del todo; otro ejemplo de transceptor es el PAT01 de X10 PRO, que es un módulo remoto que puede recibir hasta 16 direcciones mediante señales inalámbricas de radio frecuencia de controles remotos, sensores de movimiento y de cualquier emisor de RF, el dispositivo recibe la señal de RF y la convierte en X10 la que envía a la red domótica a su dispositivo final que contenga la dirección especificada por el transductor.



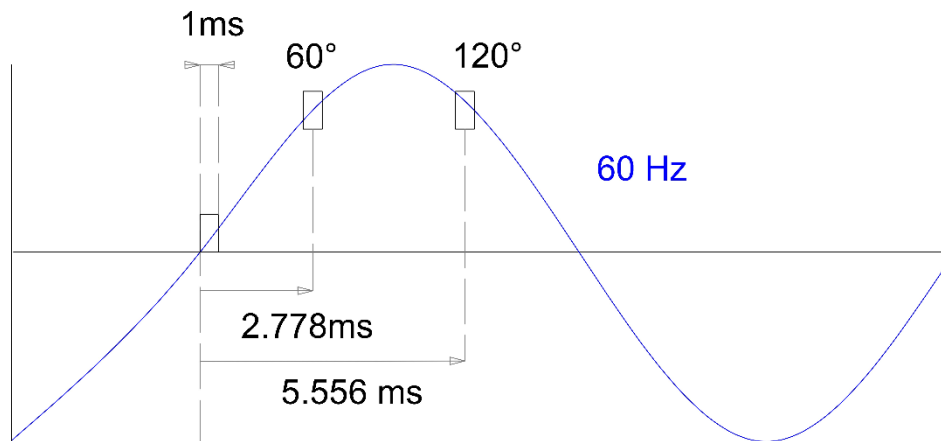
Figura 20-1. Transductor de 16 canales PAT01 de X10 PRO

Fuente:

https://www.x10.com/media/catalog/product/cache/2/image/650x/040ec09b1e35df139433887a97daa66f/p/a/pat01_4.jpg

1.8.3 Transmisión de Señales X10

La comunicación del protocolo X10 se basa en enviar señales por medio de corrientes portadoras, usaremos la red eléctrica de 120 VCA como portadora de una señal moduladora, la cual será un pequeño tren de pulsos que durara 1 ms y que se repetirá cada 60 grados para instalaciones trifásicas, por ende tendremos tres envíos en cada medio ciclo de la señal senoidal, esta señal se envía cuando se detecta el cruce por cero de la señal de 120 VCA, el tren de pulsos tiene una frecuencia de 120 KHz, su presencia en el medio ciclo de la señal portadora se considera como un “1” y su ausencia como un “0”, en el caso de las señales complementarias, si por ejemplo se tiene un “1” en el semiciclo positivo su reflejo en el semiciclo negativo será “0” y viceversa.



Gráfica 4-1. Tren de pulsos de 120kHz en una señal de 120VCA de 60Hz
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

Una señal X10 estará compuesta por un conjunto de bits que llevan la información de un módulo a otro a esto se lo conoce como “telegrama” o “trama”. Existen dos tipos de telegramas: el estándar y el extendido; el estándar contendrá el código de inicio, el de casa y el numérico o de función, mientras que el telegrama extendido contendrá código de inicio, código de casa, código extendido, dato extendido y comando.

Inicio	Casa	Numérico o Función
--------	------	-----------------------

a.

Inicio	Casa	Extend	Dato ex	Comando
--------	------	--------	---------	---------

b.

Figura 21-1. Composición de códigos Trama a.) Estándar b.) Extendida
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

El telegrama estándar transporta cuatro tipos de códigos binarios: código de inicio que ayuda a la sincronización del transceptor que está compuesto por dos ciclos, código de casa de 16 letras que van de A hasta P utilizando 4 ciclos, código numérico que va de 1 a 16 y el código de función, ambos utilizan 5 ciclos de onda, teniendo:

Inicio = 2 ciclos

Código de casa = 4 ciclos

Código numérico o de Función = 5 ciclos

Obteniendo un total de 11 ciclos para el telegrama estándar.

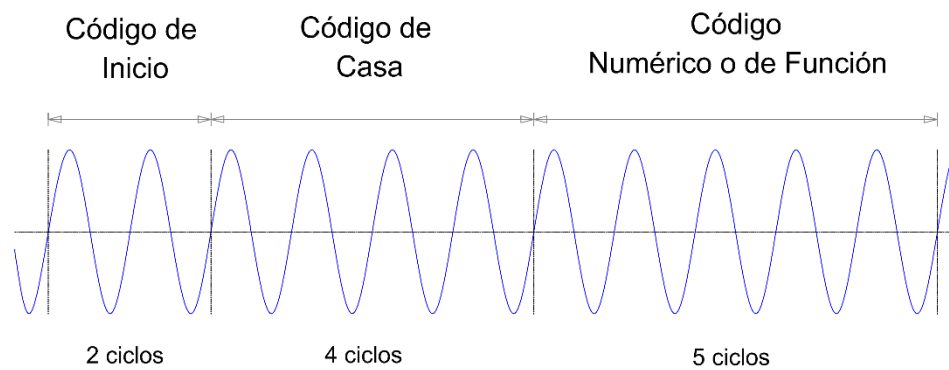


Figura 22-1. Telegrama Estándar

Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

El telegrama extendido a diferencia del estándar está compuesto por 27 ciclos en total distribuidos en:

Inicio = 2 ciclos

Código de Casa = 4 ciclos

Código Extendido = 5 ciclos

Dato Extendido = 8 ciclos

Comando = 8 ciclos

1.8.3.1 Códigos binarios de señales X10

El telegrama estándar contendrá un total de bits, en el código de inicio tendremos 4 bits que siempre serán 1110 que saldrán de los 2 ciclos, como no transmite el complementario se obtiene un bit por semiciclo; el de casa contendrán 4 bits, uno por ciclo, el último código puede ser de dos tipos, numérico o de función y está compuesto por 5 bits, los cuatro primeros se asignan para el número o función y el quinto bit informara de que tipo será, siendo “0” para el número y “1” para función; sumando un total de 13 bits por trama estándar, para tener los bits del código de casa y del código numérico o de función obtendremos los bits de la primera media onda dejando los complementarios por seguridad en caso de pérdida de información.

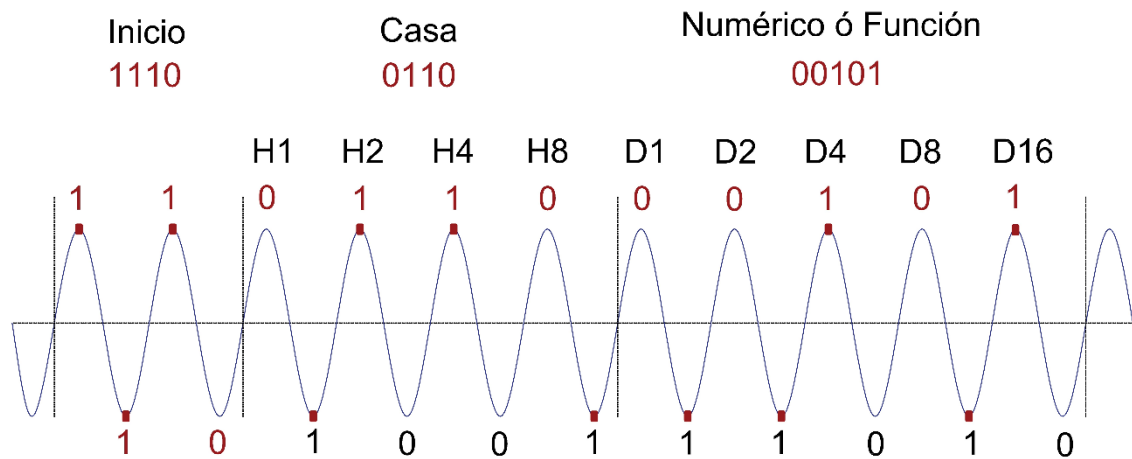


Figura 23-1. Distribución de Códigos Binario de Trama Estándar
 Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

Para el caso de los telegramas o tramas extendidas se reemplaza el código numérico o de función por el código extendido que tiene en la misma cantidad de bits, además se añade el dato extendido que es un byte de información que serán 8 bits y un código de comando que son 8 bits, la trama extendida tendrá un total de 29 bits por trama extendida.

Los códigos extras de la trama extendida representan códigos adicionales como el de “petición de salud”, que es un código que se envía con la finalidad de saber si en la instalación se encuentra otro controlador, de recibir la señal de confirmación se determina que si existe otro controlador adicional, lo que da la posibilidad de poder extender la red a 256 equipos más, también se puede conocer el estado de un equipo.

La codificación binaria de cada uno de los códigos de la trama estándar se representa en las siguientes tablas, a excepción del código de inicio que siempre es 1110 el cual permitirá al dispositivo domótico saber cuándo inicia una trama.

Tabla 1-1. a) Código de casa b) Código de Número c) Código de función

LETRA	a)				NO.	b)				
	H1	H2	H4	H8		D1	D2	D4	D8	D16
A	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0
B	1	1	1	1	2	1	1	1	1	0
C	0	0	1	1	3	0	0	1	1	0
D	1	0	1	1	4	1	0	1	1	0
E	0	1	0	1	5	0	1	0	1	0
F	1	1	0	1	6	1	1	0	1	0
G	0	0	0	1	7	0	0	0	1	0
H	1	0	0	1	8	1	0	0	1	0
I	0	1	1	0	9	0	1	1	0	0
J	1	1	1	0	10	1	1	1	0	0
K	0	0	1	0	11	0	0	1	0	0
L	1	0	1	0	12	1	0	1	0	0
M	0	1	0	0	13	0	1	0	0	0
N	1	1	0	0	14	1	1	0	0	0
O	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0
P	1	0	0	0	16	1	0	0	0	0

COMANDOS	c)				
	D1	D2	D4	D8	D16
off todas los módulos	0	0	0	0	1
on todas las luces	0	0	0	1	1
"on"	0	0	1	0	1
"off"	0	0	1	1	1
Bajar intensidad	0	1	0	0	1
Subir intensidad	0	1	0	1	1
off todas las luces	0	1	1	0	1
Código extendido	0	1	1	1	1
Petición de saludo	1	0	0	0	1
Aceptación de saludo	1	0	0	1	1
Atenuación preestablecida	1	0	1	0	1
Datos extendidos	1	1	0	1	1
Estado equipo "on"	1	1	0	1	1
Estado equipo "off"	1	1	1	0	1
Solicitud de estado	1	1	1	1	1

Fuente: <https://tecnologiadospuncocero.files.wordpress.com/2011/03/codigosx101.jpg>

1.8.3.2 Transmisión de datos

Para que una señal X10 sea completa se debe enviar 2 tramas: la primera con la dirección del dispositivo al que va dirigido y la segunda con la función que debe ejecutar dicho dispositivo.

Como se dijo anteriormente los módulos están a la espera de una señal dirigida a ellos, si la señal tiene su mismo código procederá a actuar, pero lo que pasa en realidad es que se envían por seguridad siempre dos bloques compuestos por dos tramas, primero el bloque de tramas que dirá a qué dispositivo va dirigida la señal y luego un segundo bloque de tramas, el cual llevara la función o comando, si este comando es ON u OFF los bloques de tramas se envían con tres ciclos de espacio entre ellos pero si el comando es de atenuación como un dimmer se envían los bloques de tramas de forma seguida sin dejar espacio.

Una transmisión de datos completa que incluye el envío de seguridad, envía las 2 primeras tramas con la dirección del equipo, se deja un espacio de 3 ciclos y se envía las 2 tramas siguientes que contendrán la acción a realizar, esto queda de la siguiente expresado en ciclos 11+11+3+11+11, entonces transmitir un bloque de datos X10 lleva un total de 47 ciclos.

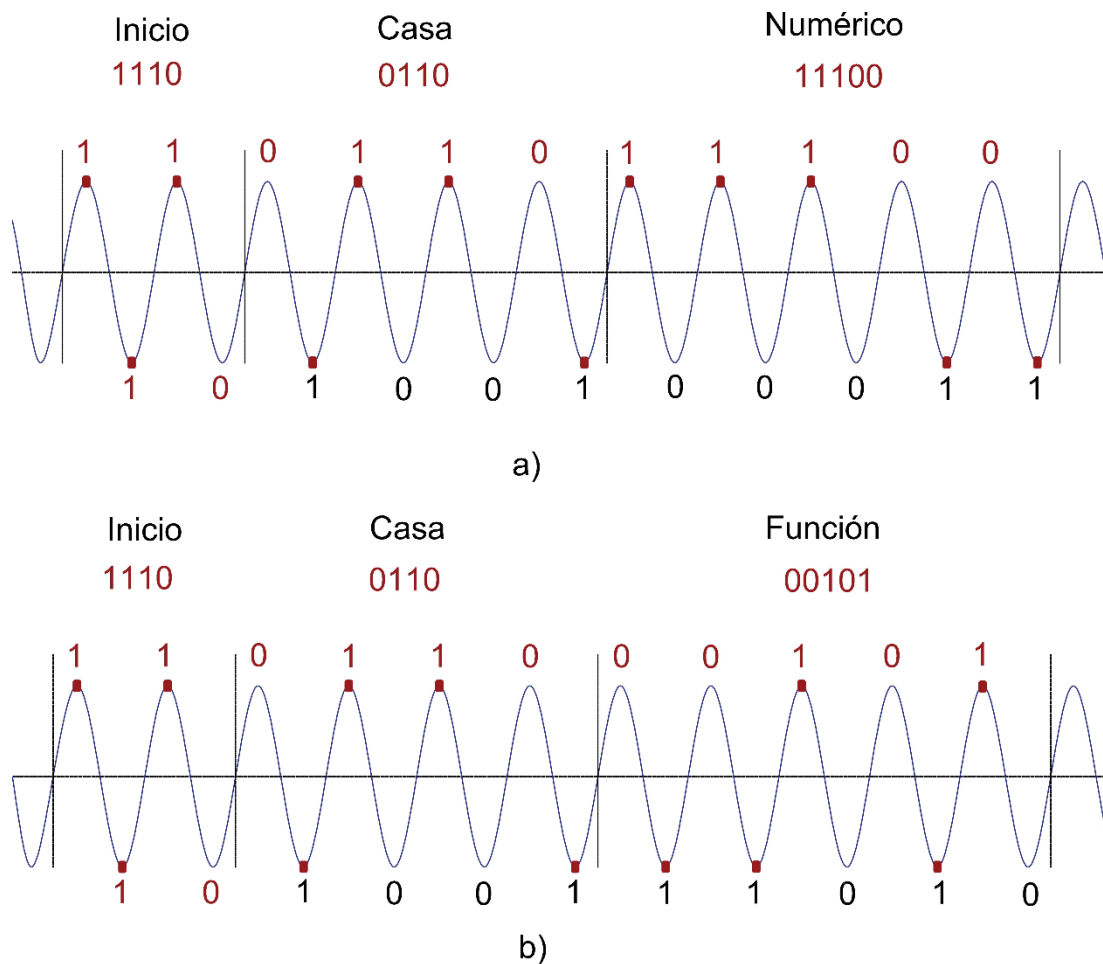


Figura 24-1. Señal X10 Completa a.) Trama estándar numérica b.) Trama estándar con función
 Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

1.8.4 Software Active Home

Las instalaciones domóticas X10 no requieren por obligación un software para su gobierno, pero aplicaciones como ActiveHome permiten explorar al máximo lo que puede hacer X10, esta aplicación permite conectar la PC a la red domótica del hogar para poder asignar direcciones a cada uno de los dispositivos, controlar directamente todos los dispositivos desde el ordenador, hacer temporizadores y programar macros; se debe conectar a un dispositivo controlador el cual convertirá las señales enviadas por la PC en señales X10.

Mediante el software podemos temporizar eventos, definir macros, por ejemplo al salir de casa se activar automáticamente el sistema de alarma y apagar la música o al momento de llegar a casa encender la climatización del hogar, simulación de presencia en el hogar, y llevar un control impreso del sistema domótico. Active Home es un software muy amigable, ayuda con una visualización gráfica de cada dispositivo instalado por área de la casa para poder manipularlos.



Figura 25-1. Software Active Home
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

1.9 Domótica HDL Buspro

HDL es una empresa de origen chino fundada en el año de 1985, su portafolio de productos está centrada en soluciones de domótica, inmótica e iluminación.

Fue la primera empresa de China en obtener la certificación ISO 9001 en sistemas de gestión de calidad en el año 1997, también fue galardonada por su país en 2007 como la mejor empresa, ha

firmado acuerdos con múltiples empresas alrededor de mundo y ha participado en la realización de múltiples proyectos emblemáticos.

1.9.1 Características

Buspro es un protocolo propietario de HDL, este se basa en el estándar de comunicaciones en bus RS-485, posee una arquitectura distribuida y sus dispositivos manejan una topología en bus; el direccionamiento lo realiza de acuerdo al protocolo TCP/IP, por lo tanto se puede tener hasta 255 subredes, las mismas que pueden tener de 1 a 255 equipos, teniendo máximo 65025 equipos en una sola red; se recomienda que por cada línea de bus se tenga un máximo de 64 equipos conectados.

Se puede tener acceso a las diferentes subredes a través de un switch conectado a cada una de las interfaces de acceso para comunicación, el control de acceso al bus se basa en el método CSMA/CD. Se usa para la comunicación cable UTP categoría 5e, el que permite tener una conexión de hasta 1000 metros, en caso de superar esta distancia se puede optar por fibra óptica o algún medio de transmisión inalámbrico.

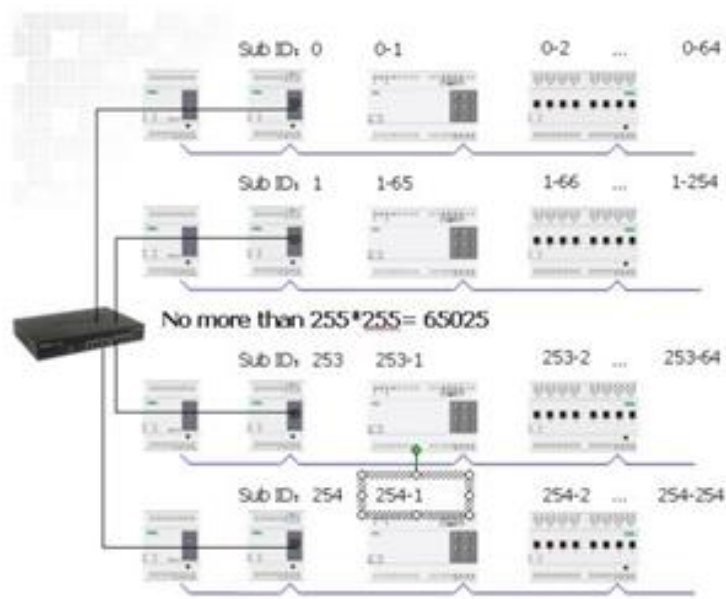


Gráfico 5-1. Conexión de subredes HDL Buspro

Fuente: <http://developers-club.com/posts/241347/>

El protocolo de HDL, permite la migración al protocolo estándar KNX; para ello se debe de instalar un dispositivo conversor dentro de la red, también existen módulos que permiten la comunicación con otros estándares como el RS 232 y DALI.

1.9.2 Software

Para la configuración de los equipos se usa el software HDL Buspro, que puede ser descargado de manera gratuita a través de su página web, y se debe de solicitar un número de registro sin ningún recargo.

El software permite explorar a detalle todas las opciones que se pueden configurar por separado en cada uno de los dispositivos que componen la red, además de poder crear respaldos de la configuración realizada y modificar escenas de manera rápida. El programa queda guardado en cada uno de los dispositivos haciéndolos independientes, de manera tal que, si ocurre un fallo en alguno, el resto de la red continúa funcionando. Posee un sistema inteligente de retroalimentación que permite conocer el estado de la red.

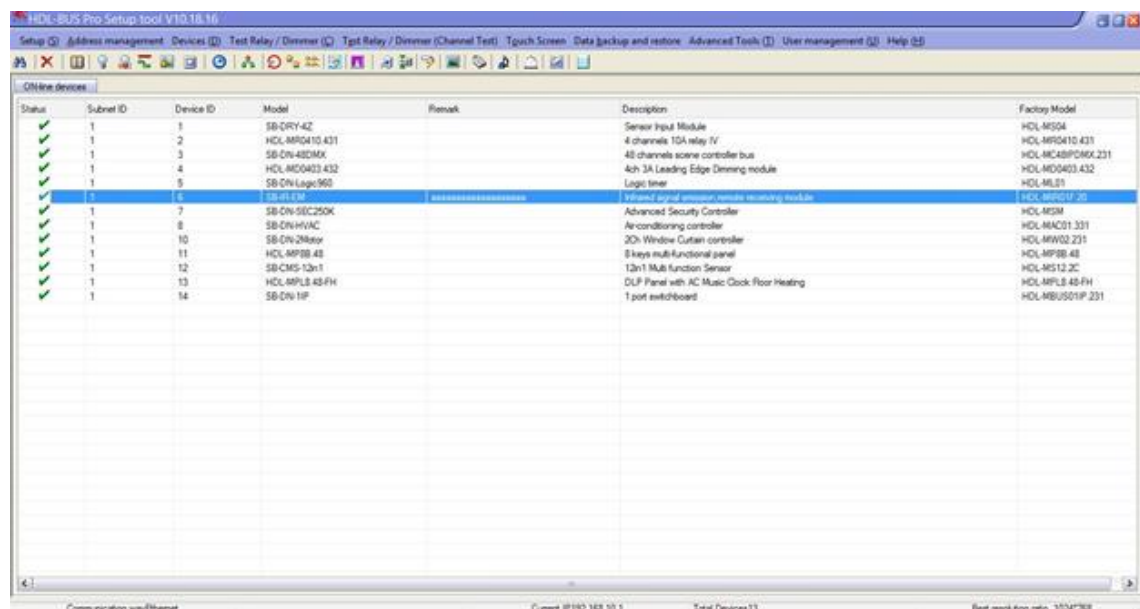


Figura 26-1. Software HDL Buspro
Fuente: <http://developers-club.com/posts/241347/>

1.9.3 Conexión de Dispositivos HDL Buspro

La conexión en bus que recomienda el fabricante HDL para sus dispositivos domóticos es conocida como Hand in Hand (Figura 14-2). El fabricante tiene su propio cable, el cual posee cuatro hilos conductores recubiertos de un aislamiento del mismo color al que van conectados en los puertos de cada uno de los equipos; a su vez, también se puede usar cable UTP categoría 5e para garantizar la transmisión de la información.

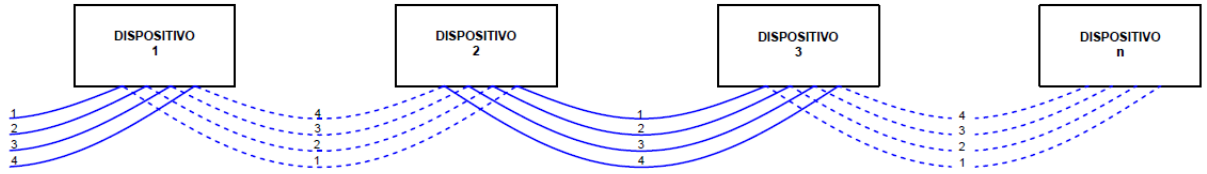


Gráfico 6-1. Conexión en Bus Hand in Hand
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

En este caso se opta por usar cable UTP; yendo un par de cables por cada puerto de conexión de acuerdo a la distribución recomendada por el fabricante para su conexión en bus, que se muestra en la **Figura 27-1**.



Figura 27-1. Conexión de cable UTP Cat 5E a Buspro
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

CAPITULO II

2 MARCO METODOLÓGICO

2.1 Módulo Domótico X10

El módulo domótico practico X10 fue elaborado con la finalidad de que los estudiantes puedan reforzar sus conocimientos teóricos mediante la práctica, manipulación y programación de equipos domóticos X10, ya sea mediante encendido y apagado de equipos eléctricos, luces, regulación de intensidad luminosa, apertura o cierre de persianas, alarmas sonoras; ya sea de forma automatizada programada de forma previa o mediante un mando de mesa. El módulo práctico está compuesto por diseño físico, diseño eléctrico y programación.

2.1.1 *Diseño Físico*

La distribución de los elementos domóticos tanto de aplicación como de iluminación se realizó con el fin de que el usuario tenga el suficiente espacio para poder manipular el módulo y ergonomía, el módulo fue diseñado mediante el software Autocad con su respectiva simbología domótica X10.

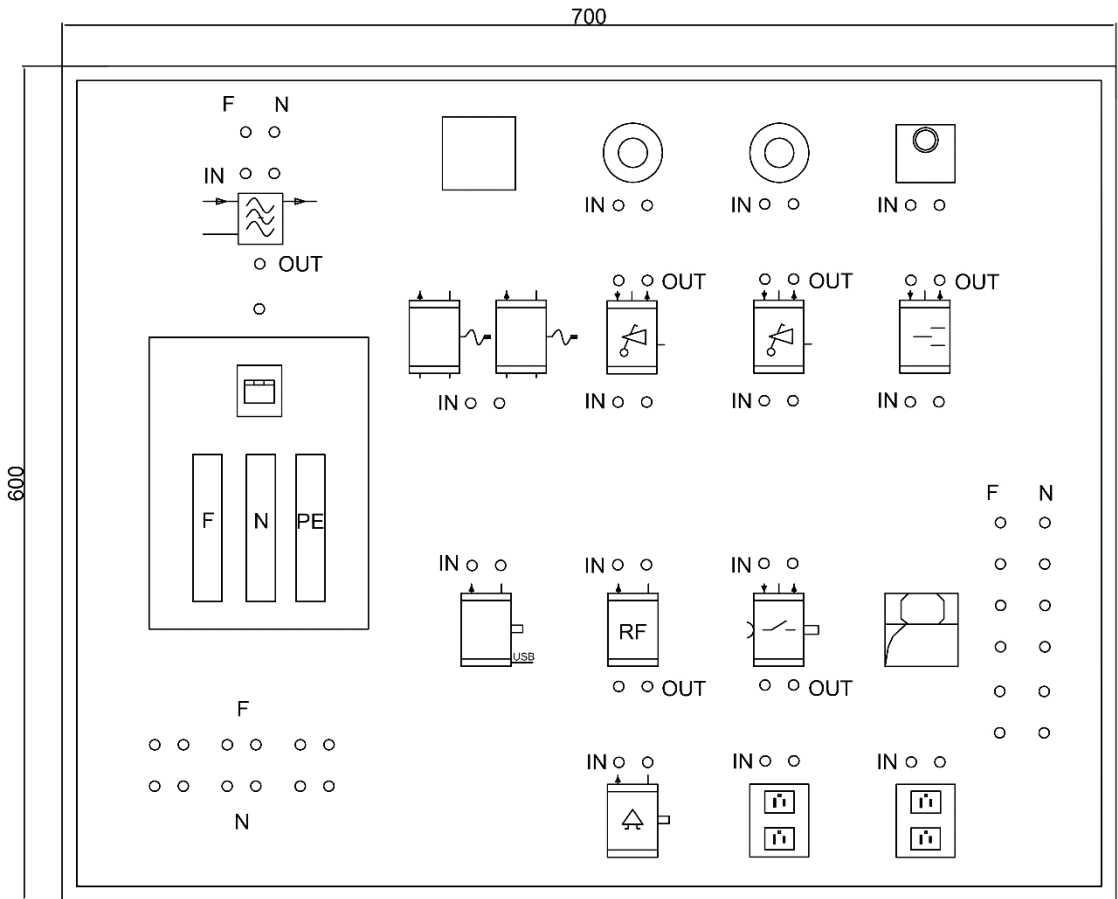


Figura 1-2. Distribución Módulo X10
 Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

La distribución interna del módulo está compuesta por sub-módulos X10 tanto de aplicación como de iluminación, los cuales fueron graficados y etiquetados en la leyenda de la **Figura 2-2**.

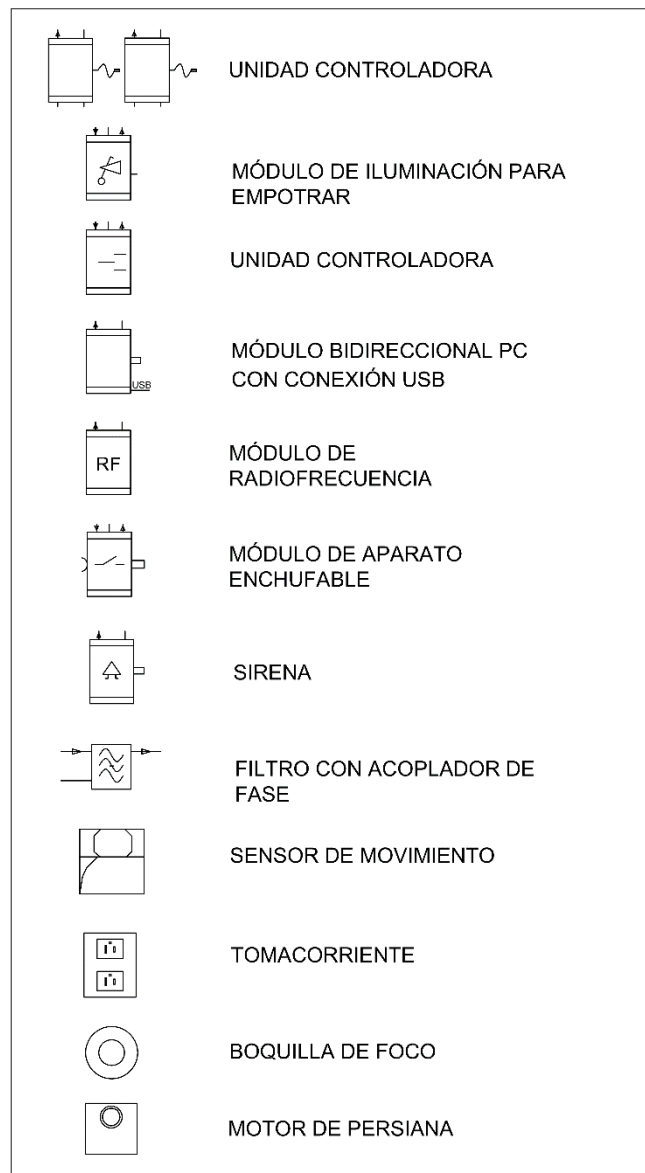


Figura 2-2. Leyenda de Distribución de Módulo X10
 Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

El diseño físico del módulo se realizó mediante el software SolidWork en forma de L para que pueda hacer base y no se incline al momento de manipularlo, con las siguientes dimensiones 70 cm de alto por 60 cm de ancho y una profundidad de 20 cm, con una base de 70 cm de ancho 35 cm de profundidad y 10 cm de alto, el material con el que se elaboró la estructura es ángulo de acero al carbono de 1 pulgada por 1/8 de grueso, para protegerlo de la corrosión y darle una mayor durabilidad se lo recubrió con base y pintura anticorrosiva, el material con el cual está cubierto es panel de aluminio compuesto de espesor 4 mm, en la tapa frontal se realizaron las respectivas perforaciones para que puedan alojar los diferentes compuestos domóticos X10, además de los elementos eléctricos indispensables para su instalación.

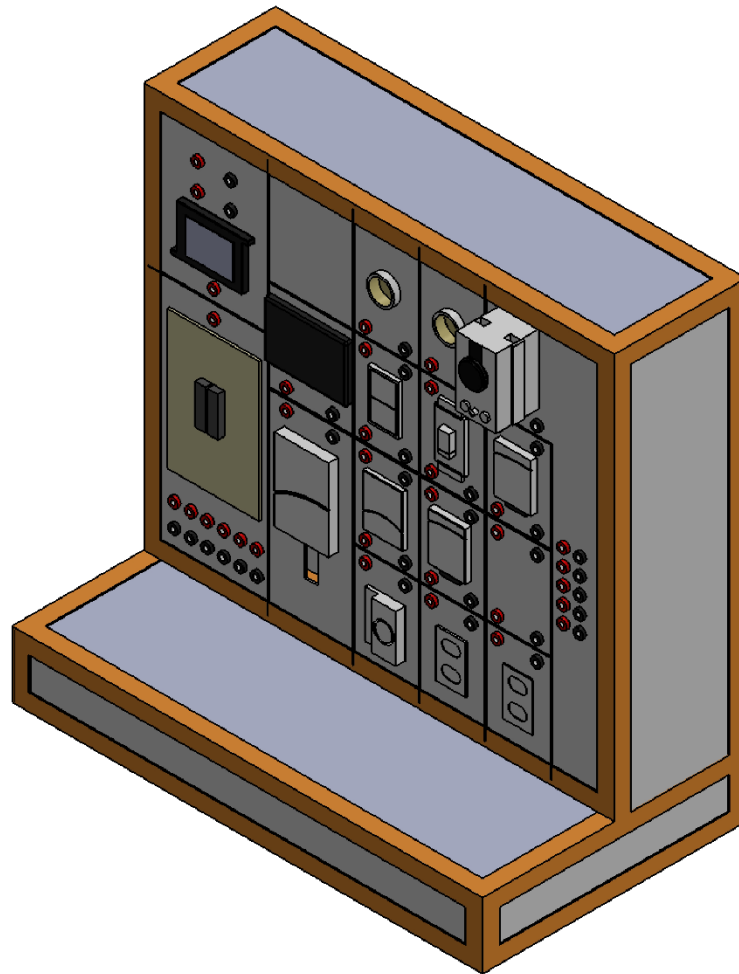


Figura 3-2. Módulo Domótico X10
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

Los elementos domóticos X10 se sujetan al panel frontal con la ayuda de perfiles U elaborados en tol de 1/20 pulgadas, en las mismas se instalaron los tomacorrientes necesarios para cada módulo X10 y para los accesorios complementarios.

2.1.2 *Diseño eléctrico*

La instalación domótica X10, para su instalación no requiere de cableado adicional más que la de la instalación eléctrica del mismo hogar, en este caso para el módulo técnico que se ha fabricado se diseñó una instalación eléctrica convencional considerando cada una de las potencias máximas que puede manejar cada módulo X10, tanto de aplicación como de iluminación.

El módulo técnico X10 estará compuesto por sub-módulos, elementos de control X10 y elementos necesarios para una instalación eléctrica como:

- **Filtro (XPF).**- el filtro se instala antes del tablero de distribución y evita que las señales X10 enviadas a través de la red eléctrica salgan fuera de la instalación hacia otros hogares, los cuales de tener una instalación domótica X10 causarían estragos o problemas. Fig. 16-1
- **Cajetín.**- contiene los breakers de la instalación eléctrica los cuales serán de potencia e iluminación.
- **CM15A.**- controlador programable, puede realizar funciones automáticas previamente programadas, con conexión al PC mediante USB, además puede recibir comandos mediante señales de radiofrecuencia. Fig. 6-1.
- **PMC01.**- es un emisor de sobremesa que envía las señales o comandos X10 mediante botones, seleccionando la letra de casa y su número respectivo. Fig 17-1.
- **XPDI3.**- dimmer para empotrar, regula la intensidad luminosa de un foco mayor de 40w de potencia, si está por debajo de este valor este dispositivo podría tener problemas en su funcionamiento, rango de potencia 120 VAC, 500W, 5A. Fig. 19-1.
- **PLW01.**- interruptor X10 de empotrar, que se puede ser accionar a distancia por un dispositivo controlador al igual que el dimmer su carga mínima debe ser de 60w, rango de carga 60W to 500W. Fig. 7-1.
- **PAM01.**- (Fig. 18-1) módulo de aplicación que este caso se usa para accionar el motor de las persianas, rangos de carga.
Resistive load: 15A
Motor load: 1/3 HP
Incandescent load: 500W
TV/Stereo: 400W
- **PAT01.**- (Fig.20-1) receptor de radiofrecuencia, el cual la convierte en señal X10, recibirá la señal del sensor de movimiento para posteriormente procesarla y realizar una acción.
Resistive load: 15A
Motor load: 1/3 HP
Incandescent load: 500W
TV/Stereo: 400W
- **PAM02.**- (Fig. 10-1) módulo de aplicación, el cual puede activar aparatos eléctricos como tv, equipos de sonido, consolas, etc.
Resistive load: 15A

Motor load: 1/3 HP

Incandescent load: 500W

TV/Stereo: 400W

- **PMS03.-** sensor de movimiento de sobre pared, envía señales de radiofrecuencia al PAT01, el cual procesa dicha información. Fig. 9-1.
- **SH10A.-** sirena remota recibe las señales X10 para su accionamiento, por lo general trabaja en forma conjunta con PAT01 y PMS03.
- **Toma corriente.-** se alimenta de las salidas del PAM02 para dispositivos de aplicación.
- **Motor ADD-80.-** motor de persiana compatible con X10.

2.1.2.1 Dimensionamiento del conductor Principal.

Para el dimensionamiento del conductor principal se usa la carga máxima que puede manejar cada uno de los dispositivos X10, sumando la corriente de todos estos dispositivos se obtiene el consumo total posible, al multiplicarlo por un factor de seguridad nos ayuda a dimensionar el conductor de la acometida principal.

Tabla 1-2. Rango de control de cargas X10

Dispositivo X10	Voltaje	Potencia (W)	Corriente máx.
<i>XPD13</i>	120	500	5
<i>PLW01</i>	120	500	5
<i>PAM01</i>	120	500	15
<i>PAM02</i>	120	500	15
<i>PAT01</i>	120	500	15
<i>PMC01</i>	120	2	0,01
<i>SH10A</i>	120	5	0,04
<i>CM15A</i>	120	6	0,05
Total			55,1

Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

Teniendo la corriente nominal de 55.1 A y con un factor de seguridad de 0.25% se tiene que:

$$It = In * 1.25$$

$$It = 55.1 A * 1.25$$

$$It = 68.87 A$$

Considerando la máxima caída de tensión que puede tener desde el TDS (tablero de distribución secundario) hasta el final del circuito que es de 2.5% con una tensión de 120 V.

$$Vp = Vl * 0.025$$

$$Vp = 120 V * 0.025$$

$$Vp = 3 V$$

El circuito eléctrico tiene una extensión total de 3m de distancia y con la It se calcula el diámetro del conductor requerido de la siguiente forma.

$$Se = \frac{2 \varphi L It}{Vp}$$

$$Se = \frac{2 (0.018) (3) (68.8)}{(3)}$$

$$Se = 2.47 \text{ mm}^2$$

Al no tener un conductor con la sección calculada, se selecciona el inmediato superior, que corresponde al cable #12 AWG con sección de 3.31 mm².

$$Vp(\%) = \frac{2 \varphi L It}{Vl Se} * 100$$

$$Vp(\%) = \frac{2 (0.018) (3) (68.8)}{(120) (3.31)} * 100$$

$$Vp(\%) = 1.87 \% < 2.5 \%$$

En teoría el conductor #12 AWG cumple los requerimientos en cuanto a caída de voltaje, pero en capacidad de corriente el apropiado sería el conductor #8 AWG por que tiene una capacidad de 80A

2.1.2.2 Dimensionamiento del conductor de los Sub-circuitos

Siendo la instalación eléctrica del tablero una pre-instalación (ya que las conexiones se las va a realizar durante las practicas), saldrá del TDS a dos juegos de borneras a los cuales se les asigna un 60% de la corriente total por seguridad a cada juego de borneras, siendo 41.2 A el 60% de la corriente total, por ende, el calibre del conductor que va del TDS a las borneras es #12 AWG

Para instalaciones de tomacorrientes el calibre mínimo debe ser un # 12 AWG y para instalaciones de interruptores el calibre mínimo debe ser de calibre #14 AWG los cuales manejan corrientes de 40 y 35 Amperios respectivamente

2.1.2.3 Dimensionamiento del Breaker o Disyuntor

Como se ha dividido el circuito en 2 partes se colocó 2 breakers uno para cada juego de borneras, teniendo la corriente la $I_n = 55.1$ A y dividimos para 2 circuitos

$$C1 = 27.5 \text{ A}$$

$$C2 = 27.5 \text{ A}$$

Como es recomendable una corriente de protección, se dimensiona el breaker al inmediato superior y se seleccionan breakers de 30 A para cada circuito.

2.1.2.4 Conductores

Para la identificación de los conductores por norma se seleccionó para fase color negro, neutro color blanco, y tierra color verde.

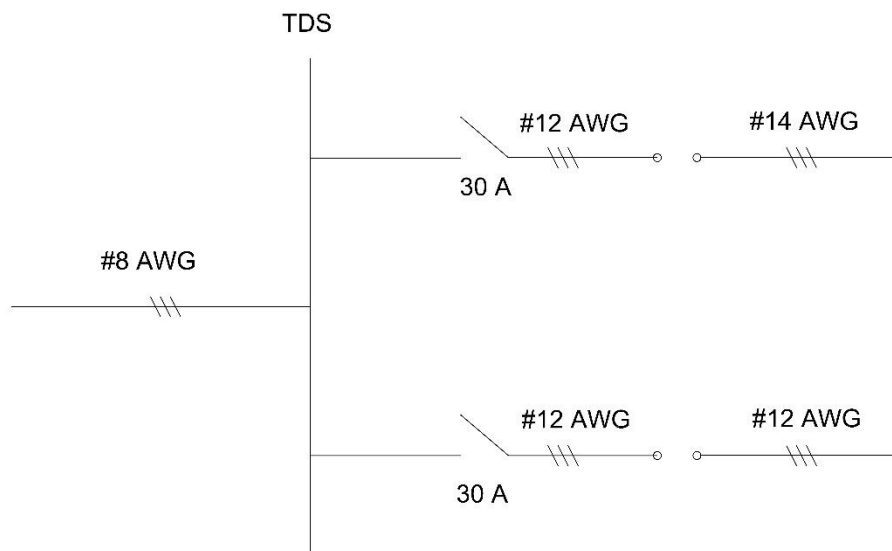


Figura 4-2. Diagrama Unifilar Eléctrico
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

2.1.2.5 Conexión de Dispositivos X10

Para la conexión física de los dispositivos X10 al circuito eléctrico del módulo de prácticas, tenemos dispositivos de enchufe, empotrables, y conexión directa al circuito; para los de enchufe (CM15A, PMC01, PAM01, PAM02, PAT01 y SH10A) se instaló un tomacorriente por

dispositivo, la entrada del tomacorriente está conectado a Jacks hembra tipo banana de 4mm al igual que la salida de cada dispositivo X10.



Figura 5-2. Jack hembra 4mm de titanio

Fuente:

https://ae01.alicdn.com/kf/HTB16QwKNXXXXXcMXFFXq6xXFXXXn/10-Unids-4mm-N%C3%ADquel-Chapado-Binding-Post-Jack-Tipo-Banana-Plug-Conector-de-Sonda-de-Prueba.jpg_640x640.jpg

En dispositivos de empotrar (XPDI3 y PLW01) sus cables de entrada y salida se conectaron a los Jacks hembra para su posterior conexión al circuito.

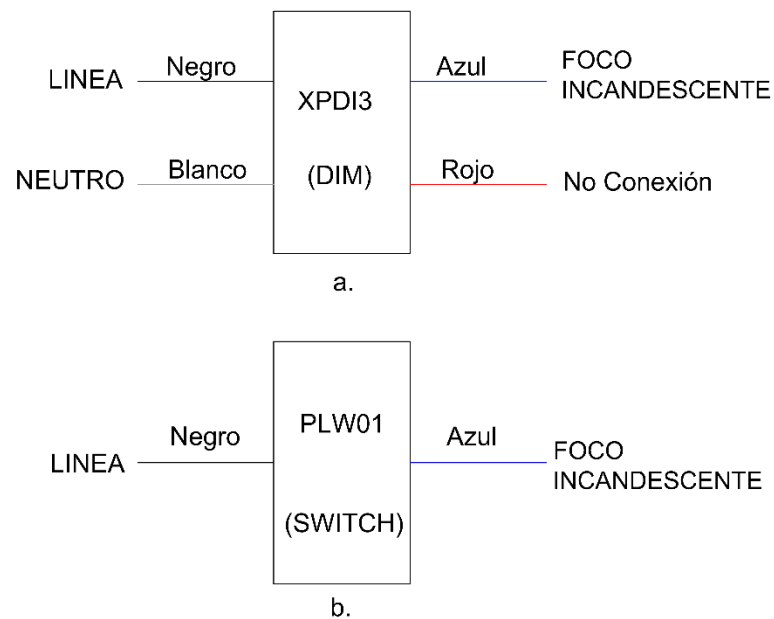


Figura 6-2. a). Conexión Dimmer (XPDI3) b). Conexión Switch (PLW01)

Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

Y por último el filtro (XPF) se lo conectara al inicio ya que el mismo es el encargado de alimentar a todo el circuito eléctrico.

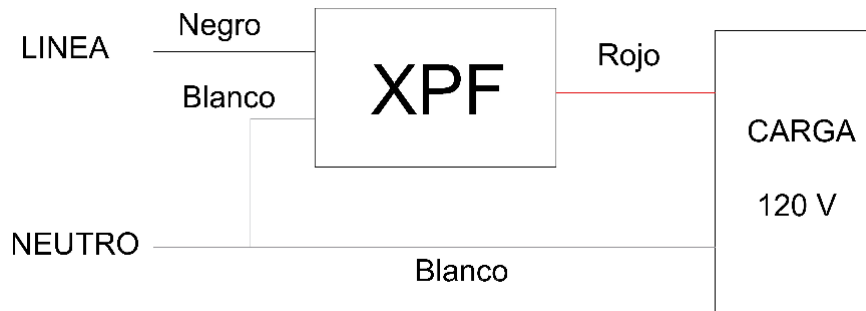


Figura 7-2. a). Conexión Filtro (XPF)
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

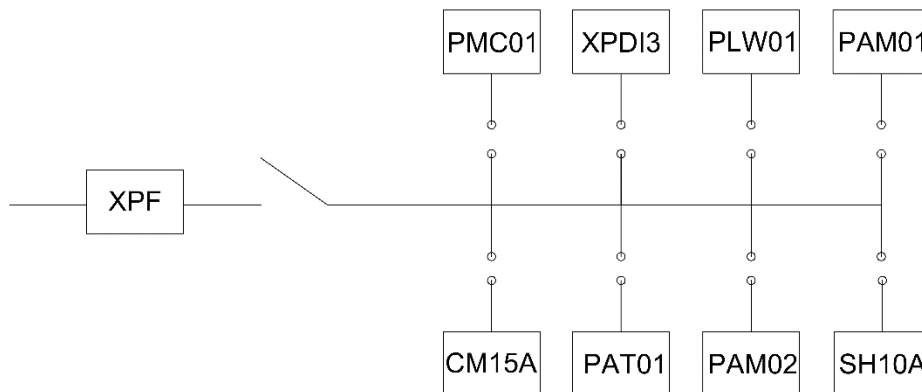


Figura 8-2. a). Distribución eléctrica de dispositivos X10
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

2.1.3 Programación X10 en ActiveHome

Para la posterior programación de los módulos X10 PRO, se lo realizó en el software ActiveHome, el cual lo proporciona de forma gratuita la página de X10 en el siguiente enlace: https://www.x10.com/activehome.html?__SID=U.

Una vez instalado y abierto el programa se procede a conectar el módulo controlador **CM15A** vía USB al ordenador, para que el dispositivo sea reconocido se lo debe conectar a un tomacorriente del circuito, en el que se encuentran conectados los demás dispositivos X10, cabe recalcar que también se puede realizar la programación sin necesidad de conectar el módulo CM15A al ordenador, pero con la desventaja que se debe guardar la programación para luego cargarla en el dispositivo controlador (CM15A) conectado; una vez conectado y reconocido el módulo CM15A se puede comenzar la programación o configuración de los módulos X10, la cual se ira cargando en tiempo real al dispositivo controlador (CM15A) y guardando la

programación. Para evitar que la programación se borre de existir algún corte eléctrico, el CM15A dispone de un compartimiento para alimentarlo con cuatro pilas AAA, en este software se puede separar la programación de los dispositivos de la casa por áreas, también podremos establecer macros y timers.



Figura 9-2. Pestañas de configuración de ActiveHome
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

2.1.3.1 ROOMS

Lo primero que observaremos en el software será la pestaña **ROOMS**, la cual es la más importante ya que aquí se añaden todos los módulos del área que determinemos necesarios, por ejemplo podemos añadir una Room denominada “COCINA”, en la cual tendremos módulos de aplicación para la activación del microondas y otra Room que se llame “SALA” en la cual estarán los módulos de iluminación, como en el que se está trabajando es un solo módulo práctico se creara una sola Rooms la cual llamaremos “MODULO X10”, la cual engloba todos los dispositivos X10 del módulo.

2.1.3.2 MODULES

MODULES es la segunda pestaña que contiene todos los dispositivos y módulos X10, entre los cuales están los módulos de: lámpara, aplicación, sensores y otros. Los módulos se añadirán a la Rooms especificada en este caso a la Rooms “MODULO X10”, el módulo práctico X10 contiene un total de diez dispositivos X10 de los cuales siete módulos se añaden a la Rooms, el

filtro XPF, el controlador CM15A y el mini controlador PMC01 serán los dispositivos que no se añadirán en el Rooms “MODULO X10”, ya que el filtro únicamente evita que las señales X10 salgan del circuito, el mini controlador envía las señales X10 y las macros a los dispositivos X10 ya programados y configurados, y por último el CM15A que será el medio por el cual se programen los dispositivos, los otros siete dispositivos serán los que se añaden desde la pestaña MODULES en la Rooms “MODULO X10”.

Para insertar los módulos se puede hacer “añadiendo módulo” en la pestaña ROOMS o al dirigirse a la pestaña MODULES y arrastrando los que necesitemos para la configuración.

Al momento de añadir cada dispositivo hay que establecer su código de casa y su número de unidad tanto en el programa como físicamente en cada módulo, la cual puede cambiar dependiendo las necesidades el usuario, la configuración actual es la siguiente:

Tabla 2-2. Configuración de Módulos X10

NRO.	DISPOSITIVO	C. CASA	N. UNIDAD
1	XPDI3	A	1
2	PLW01	A	2
3	PAM01	M	3
4	PAM02	A	4
5	SH10A	A	5
6	PAT01	A	9
7	PMS03	A	9

Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

Esta configuración se ha establecido por la simple necesidad de llevar un orden y evitando números mayores a ocho en el código de unidad para poder controlar todos con el mini controlador de mesa (PMC01), pero se puede usar un código de casa desde la A hasta la P y un código de unidad desde el 1 hasta el 16.

El dispositivo XPDI3 es el módulo dimmer, el cual viene configurado por default en “A1”; para cambiar su configuración hay que abrirlo puesto que las ruedas de selección de código de casa y de código de unidad no se encuentran a simple vista como el resto de dispositivos, por ende la configuración de este módulo se ha dejado en “A1”, y en software también deberá tener el mismo código de casa como el de unidad.

El módulo PLW01, el módulo interruptor que a su vez también funciona como dimmer, se configura físicamente y digitalmente como “A2”.

El módulo de aplicación PAM02, controla el motor de persiana y se lo configura con el código “M4” (se eligió la letra M por el actuador que controla).

Como se puede apreciar el módulo **PAT01** receptor de radio frecuencia y el sensor de movimiento **PMS03** tienen la misma configuración, el sensor envía la señal de radiofrecuencia al controlador **CM15A** la que se transforma en la señal X10 “A9” controlando el módulo **PAT01**, también se puede configurar el **PAT01** para que reciba la señal del sensor de forma directa y este a su vez realice una acción, configurando el **PAT01** de la siguiente manera; colocando en “1” para que reciba la señal de radiofrecuencia y en “9” para que funcione simplemente como un módulo de aplicación.

Los módulos X10 de iluminación y aparato se pueden encender de tres puntos distintos: primero directamente del ordenador, en el caso de los módulos de iluminación se pueden encender de forma directa al 100% de su intensidad o variar la misma con la barra de porcentaje de brillo, segundo, desde el mismo módulo de forma física (solo para los módulos de iluminación y módulos especiales) y tercero, desde el mini controlador (PMC01) por medio de la botonera; siempre y cuando estén dentro del rango de 1-8 en su código de unidad los módulos a controlar. Los módulos de sonido y movimiento no tienen botones físicos de control.

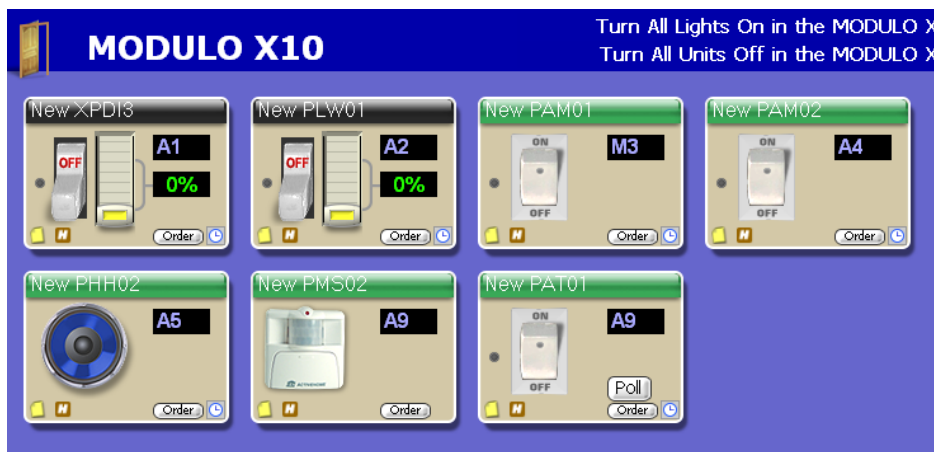


Figura 10-2. ROOMS “MODULO X10” con los respectivos módulos X10 configurados

Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

2.1.3.3 MACROS

Los macros son comandos que se pueden asignar a los módulos X10 para que realicen acciones ya sean instantáneas o a un tiempo determinado, la pestaña **MACRO** se compone de 3 partes, la lista de módulos X10 y comandos, la línea de tiempo y la barra de información de cada macro. Una de las formas para crear una nueva macro es simplemente dando clic en el signo (+) de la pestaña.

Al momento de crear una nueva MACRO se accede a MACRO DESIGNER, en la cual se asigna un nombre a la MACRO, el trigger que ejecutará la MACRO se asigna al igual que en los módulos X10, asignando un código de casa y de unidad además de un comando ya sea ON u OFF, esto no significa que únicamente “ON” activara y que “OFF” desactivara el MACRO ya que una vez activado, este finalizará cuando termine la secuencia de comandos asignados a dicha MACRO, entonces ¿qué función tiene “ON” y “OFF” al momento de asignar una macro?, asignarle “ON” o “OFF” a una MACRO luego del código X10 indica con que botón se disparará la MACRO ya sea desde un control remoto X10, o cualquier controlador X10; esto quiere decir que pueden haber dos MACROS con el mismo código X10 pero con distinto disparador uno en “ON” y el otro en “OFF”.



Figura 11-2. MACRO DESIGNER
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

En la lista de módulos X10 se encuentran todos los módulos añadidos previamente por ROOMS creada, se puede seleccionar la ROOM a la se desee asignar la nueva MACRO, independientemente de donde sea añadida la MACRO, esta podrá controlar cualquier dispositivo de cualquier ROOM creada, siempre y cuando ya estén asignados los módulos X10. En la lista de módulos también se encuentran comandos especiales como es el encendido y apagado de todas las luces y aparatos.



Figura 12-2. Lista de Módulos X10
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

La línea de tiempo es donde se ira añadiendo los comandos a cada módulo X10 los cuales se arrastran desde la lista de módulos X10, los módulos de aparato darán dos opciones ON y OFF, los de iluminación igual, al menos que sean dimmer en este constaran además con una barra verde en la cual indica el nivel del brillo que se desee, siempre y cuando primero se active (ON) la luz a atenuar de lo contrario no servirá.

En la línea de tiempo de la macro da la opción de colocar uno o varios “DELAY”, que son tiempos que se pueden añadir entre un comando y otro permitiendo automatizar de mejor manera el hogar, al final de la línea de tiempo indica el tiempo total que dura la macro una vez creada.

Mientras se va creando la macro se ira llenado la barra de información con cada comando asignado, para tener una mejor apreciación de las acciones que finalmente realiza la macro, al final de la ventana da la opción de ejecutar la MACRO directamente desde el ordenador o guardarla en el interfaz X10 para ejecútala con el PC apagado.

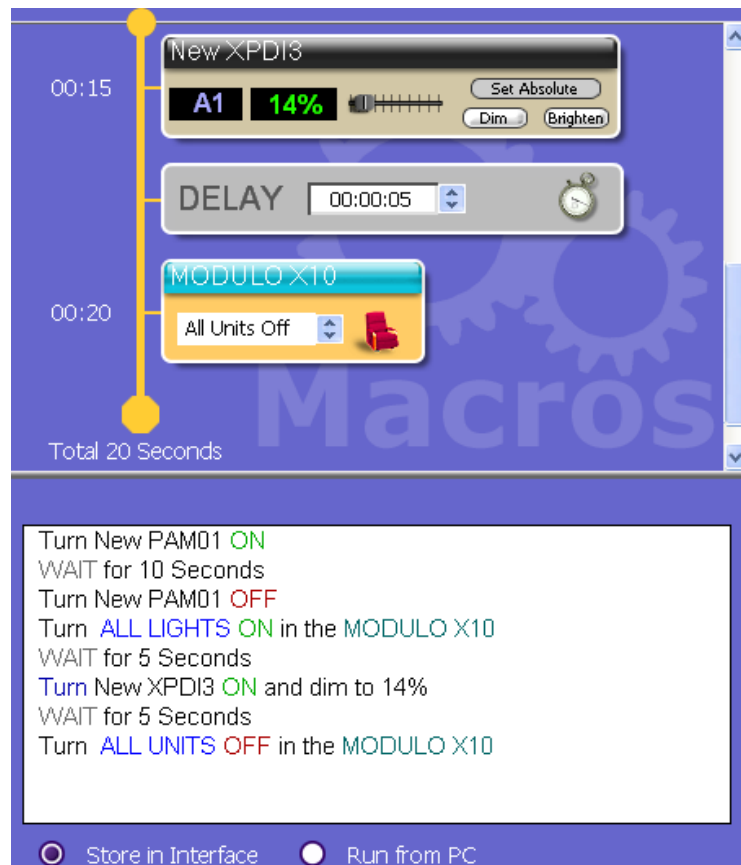


Figura 13-2. Línea de tiempo y barra de información de una MACRO
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

Existen cuatro maneras de ejecutar una macro: la primera es directamente desde el ordenador digiriéndonos a la ROOMS donde se encuentra la macro y haciendo clic en el botón “Run Macro”, la segunda, activándola mediante un sensor de movimiento previamente configurado con el mismo código X10 de la macro, la tercera, con un control remoto X10 o un controlador de mesa X10, y la cuarta, por medio de un temporizador o “TIMER” que ejecute la macro a una hora determinada en un día programado.

2.1.3.4 TIMERS

Los TIMERS o temporizadores son una de las herramientas con las que se puede apreciar de mejor manera la automatización de un hogar con ActiveHome, los temporizadores nos permiten programar eventos en horas y días específicos durante todo el año, hace uso de la localización para tener información de la puesta de sol y el amanecer, lo cual permite programar eventos acordes a esto, los temporizadores pueden establecerse tanto para un módulo X10 como para un macro.

Para crear un nuevo temporizador simplemente se dirige a la pestaña “TIMERS” dando clic en (+), o también se dirige a un módulo de la ROOMS y se da clic en el reloj ubicado en su parte inferior derecha, lo cual abre una ventana denominada “TIMER DESIGNER”, dando una vista simple del comando; si deseamos pasar a una vista completa de todos los comandos que ofrece se hace clic en “View Advanced Layout”.

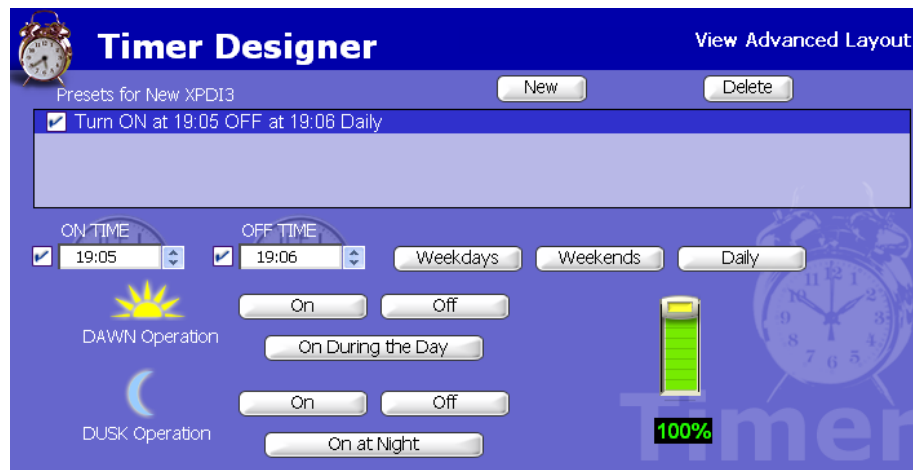


Figura 14-2. Vista simple del TIMER DESIGNER
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

Lo primero en configurar será las horas de activación y desactivación del timer, un temporizador no necesariamente debe constar de ambas, puede solo encender o apagar algo por ejemplo un macro solo necesita de una activación mas no de un OFF, en cambio se puede temporizar que todas las luces que se apaguen a las 11:59 pm evitando que se queden encendidas por accidentes y ahorrar energía.

Los temporizadores están configurados para funcionar todo el año, pero esto se puede configurar para que se active únicamente en fechas específicas, al igual que los días, podemos configurar para que simplemente funcione un día seleccionado o toda la semana, para automatizar el encendido de luces o aparatos a la puesta de sol o al amanecer se lo puede hacer mediante las opciones “DAWN y DUSK DELAY”, las mismas que se las puede temporizar para que se enciendan antes o después de la puesta de sol o del amanecer.

En los módulos de iluminación tipo dimmer se puede regular el nivel de atenuación que tendrá siempre y cuando el módulo se encuentre ya encendido. Por último en la pestaña de TIMERS nos dará tres opciones: la primera, “SECURITY” que hará que el temporizador programado varíe aleatoriamente con 30 minutos más o menos de la hora establecida, evitando que el sistema sea obvio para personas ajenas al hogar si los dueños de casa se encuentran fuera, la segunda, “STORE IN INTERFACE” hace que el temporizador se guarde en el interfaz X10

permitiendo que funcione aun con el ordenador apagado y por ultimo, esta “REPEAT” como se sabe que las señales X10 suelen perder parte de su información o su totalidad al momento de ser transmitidas, esta opción hace que se envíe varias veces el comando de activación o desactivación del timer para así evitar problemas de funcionamiento.

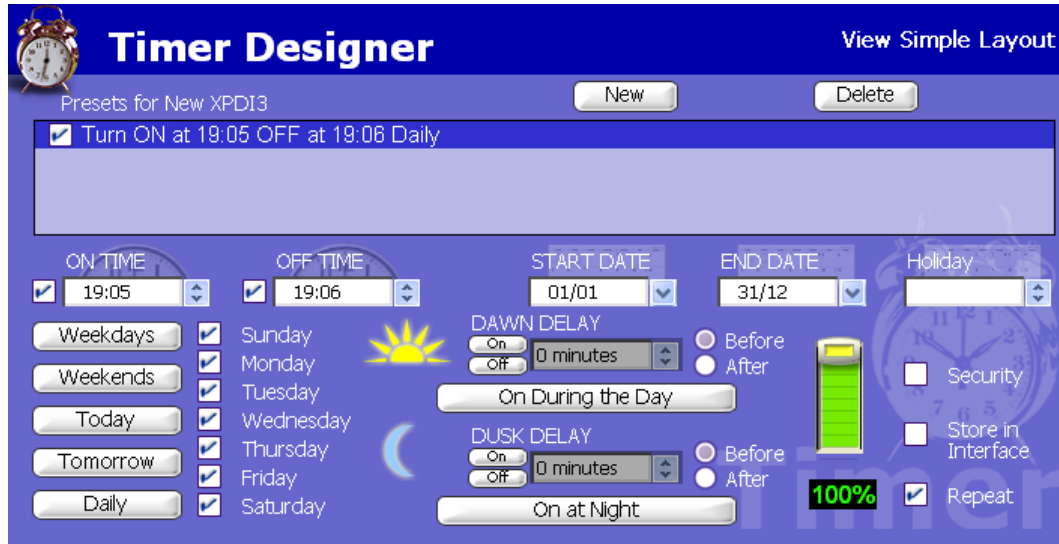


Figura 15-2. Vista Completa del TIMER DESIGNER
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

2.1.3.5 Download Timers and Macros

Esta es una de las funciones más importante de ActiveHome, está disponible en la barra de herramientas en el icono TOOLS, esta opción acompañada con “Clear Interface Memory” son las que le permiten al usuario guardar toda la configuración de Macros y Timers creados, en el módulo controlador CM15A, previo a guardar en el módulo controlador y para que funcione de la forma correcta se debe configurar tanto las Macros creadas como los Timers configurados en modo “Store in Interface”.



Figura 16-2. Configuración “Store in Interface” de una Macro
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017



Figura 17-2. Configuración “Store in Interface” de un Timer

Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

En el caso de la Macro esta opción se encuentra al final de la ventana de la misma, en el Timer hay que pasar a modo “View Advanced Layout” (Modo Avanzado), dejando a la vista la configuración al lado derecho acompañada de “Security” y “Repeat”.

Configuradas todas las Macros y Timers en este modo, primero se procede a TOOLS y se da click en la opción “Clear Interface Memory”, para asegurarnos de que la memoria del controlador CM15A se encuentre libre, una vez limpia nuevamente nos dirigimos a TOOLS y ahora se procede a guardar en el controlador con “Download Timers and Macros”, con esto se tiene la libertad de desconectar el módulo controlador CM15A del ordenador, quedando en su memoria la información de cada Macro y Timer programado; para evitar que la información se borre del controlador se puede retirar su tapa frontal para poder colocar cuatro pilas AAA, manteniendo la programación guardada en su memoria en caso de que exista un apagón, el banco de pilas instaladas pueden mantener intacta la memoria por un periodo de una semana sin que el controlador CM15A se encuentre alimentado de la red eléctrica.

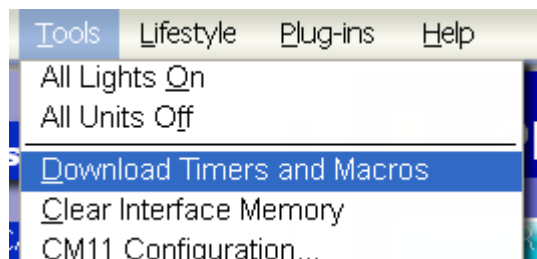


Figura 18-2. “Download Timer and Macros”

Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

2.2 Módulo Domótico HDL Buspro

El módulo domótico implementado con el protocolo Buspro propietario de HDL, posee diferentes módulos que permiten a los estudiantes la activación y desactivación de los diferentes equipos, así como regular la intensidad de lámparas, apertura y cierre de cortinas, manipulación

de los módulos actuadores mediante el sensor de presencia, módulo de contactos secos o desde los mandos del panel de multifunción. El módulo está diseñado de manera que el usuario pueda agregar otros equipos para controlarlos desde los módulos actuadores si así lo desea.

2.2.1 Diseño Físico

Para el diseño del presente modulo se ha realizado con las mismas herramientas CAD usado en el módulo domótico con protocolo X10, buscando garantizar una distribución optima de los equipos en la estructura. En la Figura 19-2 se puede observar la repartición de los equipos dentro del panel, en este caso se ha usado la simbología normalizada para instalaciones domóticas basadas en una red en bus, la cual como se puede observar difiere de la usada en el módulo con protocolo X10 de la Figura 2-2.

La descripción de los elementos domóticos usados en la distribución del módulo se encuentra en la Figura 20-2. La distribución mostrada a continuación es tentativa, dado que las dimensiones de cada uno de los símbolos difieren entre sí, de acuerdo a las características que poseen los elementos que irán instalados en el módulo.

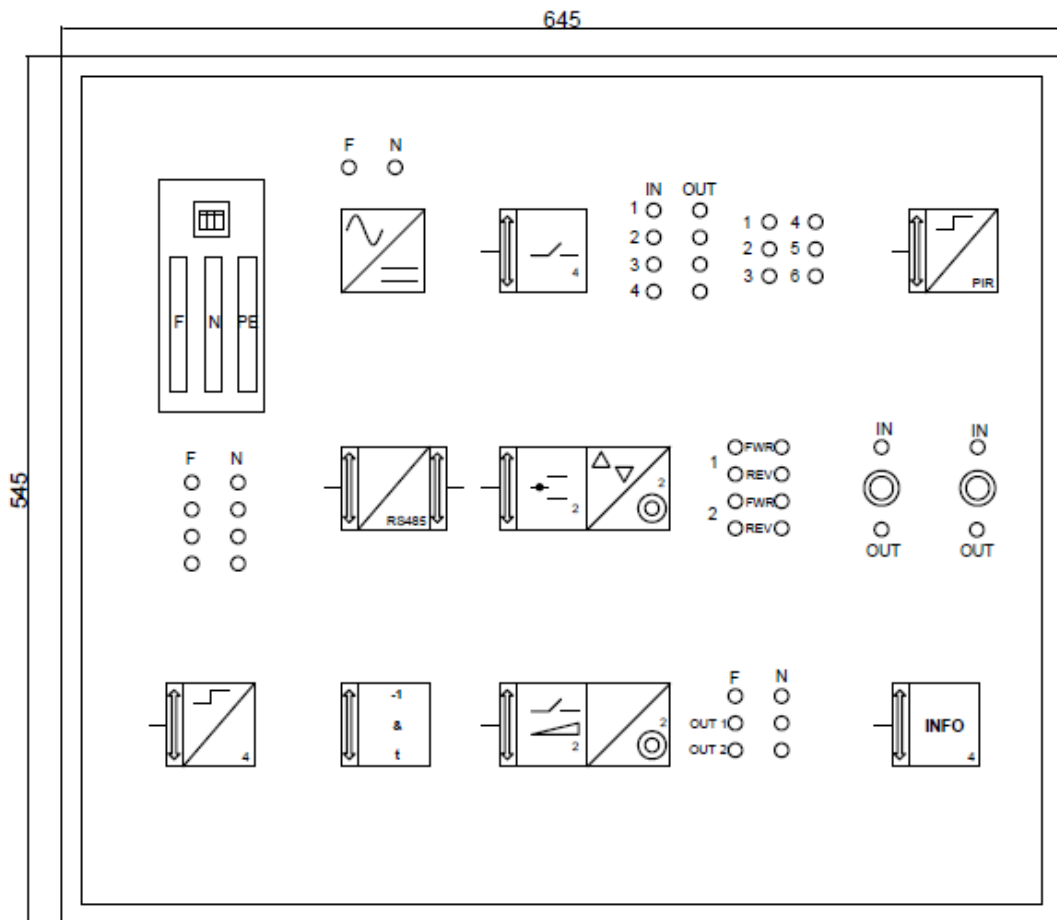


Figura 19-2. Distribución Módulo HDL BUSPRO
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

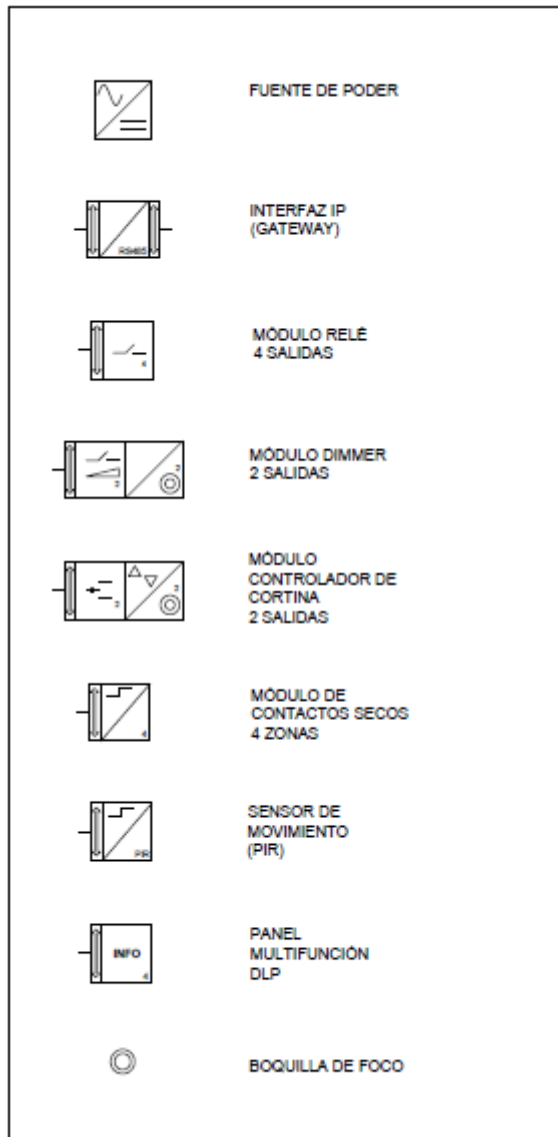


Figura 20-2. Leyenda de Distribución de Módulo HDL BUSPRO
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

Por las razones expuestas anteriormente, para asignar el espacio que requirieren cada uno de los elementos del módulo con protocolo Buspro, se modeló el prototipo con la ayuda del software SOLIDWORKS, con el cual se tendrá una distribución fiel a la que se verá en el módulo al terminarlo. El módulo posee unas dimensiones menores a las implementadas en el módulo con protocolo X10; las dimensiones de la base son 64.5 cm de ancho, 10 cm de largo y 40 cm de profundidad; para la parte superior de la estructura donde se encuentran los dispositivos las dimensiones son 64.5 cm de ancho, 54.5 cm de alto y 20 cm de profundidad.

Los materiales con los que se construyó este módulo son los mismos usados en la construcción del primer módulo (ángulo de acero al carbono, panel de aluminio de 4mm de espesor y pintura anticorrosiva).

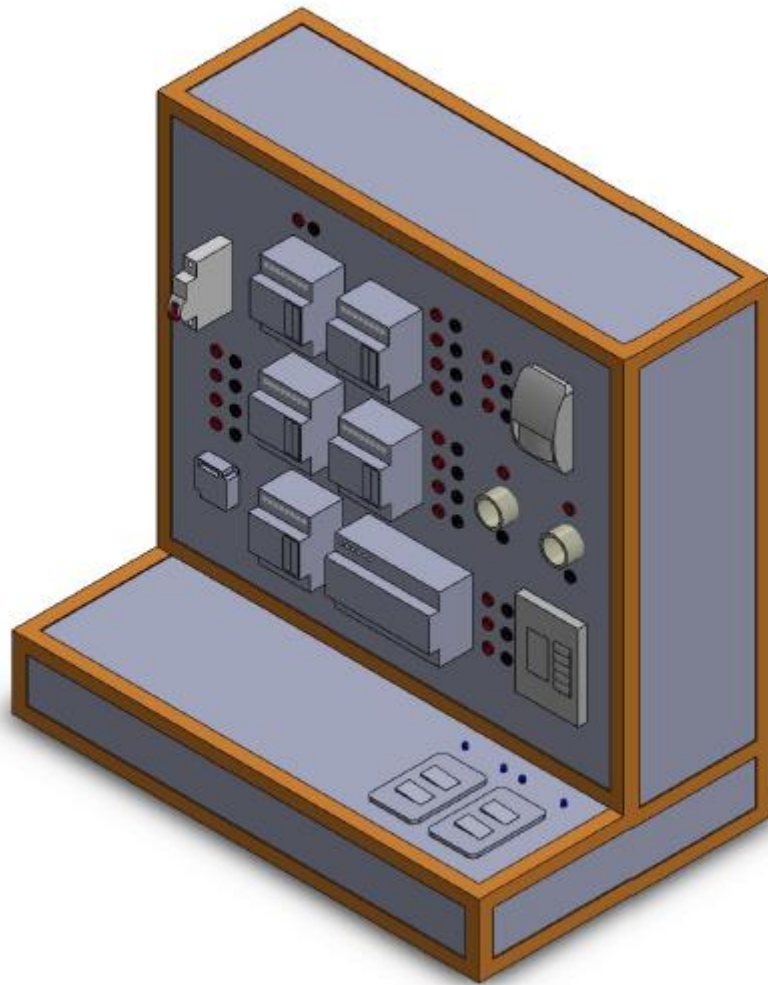


Figura 21-2. Módulo Domótico HDL BUSPRO
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

2.2.2 *Diseño Eléctrico*

El módulo domótico HDL Buspro se caracteriza por poseer una etapa de control y otra de potencia; a diferencia del protocolo X10, este necesita tener un cableado separado para cada una de las etapas. La energía necesaria para el funcionamiento de los diferentes dispositivos de control es suministrada a partir de una fuente de 24 VDC con una corriente máxima de 750 mA; distribuida a través de cuatro hilos del mismo cable UTP que permite la comunicación entre los dispositivos. A continuación, se mencionarán las características de cada uno de los elementos de control.

- **Fuente de Poder HDL-MSP750.431.-** sus principales funciones es la de entregar una salida de 24 V DC con una corriente máxima de 750 mA y proteger a los dispositivos

de cortocircuitos y sobrevoltajes. Maneja voltajes de entrada desde 85 a 260 VAC con frecuencias de 50 a 60 Hz.

- **Interfaz IP HDL-MBUS01IP.431.-** permite el enlace entre el ordenador y los dispositivos de la red domótica, el voltaje de trabajo se encuentra en el rango de 12 a 30 VDC con un consumo de 40 mA.
- **Módulo Relé HDL-MR0410.431.-** trabaja con voltajes de entre 15 a 30 VDC, en reposo presenta un consumo de 15 mA, mientras que su consumo normal es de 40 mA, permite la conexión de una gran variedad de tipo de cargas en sus salidas, la corriente máxima que soporta cada una de sus salidas es de 10 A.
- **Módulo Dimmer SB-DN-D0206.-** voltaje de entrada 110/240 VAC, voltaje de trabajo de 12 a 30 VDC, consumo de 25 mA; posee dos salidas cada una soporta corrientes de hasta 3 A (6 A máxima capacidad dispositivo), permite regular diferentes tipos de cargas mediante tecnología MOSFET.
- **Módulo controlador de cortina DT-SB-DN-2Motor.-** permite el control de motores con cargas no mayores a los 5 A por canal, tiene un consumo de 35 mA y opera en voltajes que se encuentran en el rango de 12 a 30 VDC.
- **Módulo de contactos secos HDL-MSD04.40.-** voltaje de operación de 12 a 30 VDC, consumo de 15 mA, posee cuatro canales que permite accionar los módulos de control de las cargas.
- **Sensor SB-WMS-PIR.-** voltaje de operación de 12 a 30 VDC, consumo de 20 mA, sensor infrarrojo de movimiento.
- **Panel Multifunción DLP HDL-MPL8.4617.-** voltaje de operación de 12 a 30 V DC, consumo de 30 mA, hasta cuatro pantallas programables, incluye sensor de temperatura, controlador para sistema de aire acondicionado y para sistema de audio.

Para dimensionamiento de la protección y conductor del sistema eléctrico se lleva a cabo con el consumo máximo tanto de los dispositivos de control, como la potencia máxima soportada por cada uno; se usa una sola protección tanto para la etapa de control como para la etapa de potencia, ya que como se indica anteriormente la fuente de los equipos domóticos se encarga de la protección contra sobrevoltajes y sobrecorrientes; razón por la cual no es necesario el implementar protecciones separadas para cada etapa, además que la corriente requerida por los equipos es de 210 mA y la corriente máxima que suministra la fuente es de 750 mA, una corriente baja en relación al total de carga máxima que debe soportar la etapa de potencia.

2.2.2.1 Dimensionamiento del conductor Principal

Para el dimensionamiento de conductor en este caso, se usará la potencia máxima total que puede soportar cada uno de los dispositivos actuadores a sus salidas; además de la corriente total de la fuente que alimenta a los dispositivos.

La fuente de alimentación de los equipos domóticos entregan una corriente máxima de 750 mA CC, pero, para calcular la corriente máxima que toma de la red, se calcula en base a las relaciones de corriente, voltaje y número de vueltas del transformador ideal.

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{V_1}{V_2} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} \quad \text{Ecuación 2}$$

Se reemplaza la ecuación 1 en la ecuación 2

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2 \max}{I_1 \max}$$

Se calcula la corriente máxima aproximada tomada de la red a partir de la información disponible tanto de voltaje como de corriente:

$$\frac{120 V}{24 V} = \frac{750 mA}{I_1 \max}$$

$$I_1 \max = \frac{24 V * 750 mA}{120 V}$$

$$I_1 \max = 150 mA$$

El valor de la corriente máxima que toma la fuente desde la red se añade a las corrientes máximas que pueden soportar a su salida los dispositivos actuadores del módulo para dimensionar el conductor a utilizar.

Tabla 3-2. Corrientes máximas por equipos HDL Buspro

Dispositivo HDL Buspro	Corriente Máxima
Fuente de Poder	0.15 A
Módulo de relé 4 canales	40 A
Módulo dimmer 2 canales	6 A
Módulo Controlador de Cortina 2 canales	10 A
TOTAL	56.15 A

Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

La corriente nominal es de 56.15 A a la que se incrementa un 25% como factor de seguridad para el cálculo del conductor.

$$I_t = I_n * 1.25$$

$$I_t = 56.15 A * 1.25$$

$$I_t = 70.18 A$$

La máxima caída de tensión desde el TDS no debe de ser mayor al 2.5% de la tensión de la línea de alimentación de 120 V; para lo cual se realiza el siguiente cálculo:

$$V_p = V_l * 0.025$$

$$V_p = 120 V * 0.025$$

$$V_p = 3 V$$

Se toma una distancia de tres metros para calcular el área del conductor a utilizar.

$$S_e = \frac{2 \phi L I_t}{V_p}$$

$$S_e = \frac{2 (0.018) (3) (70.18)}{(3)}$$

$$S_e = 2.53 \text{ mm}^2$$

Por facilidad para la manipulación del conductor al realizar la instalación se ha decidido usar cable tipo THHN; el calibre de conductor a utilizar debe ser el # 12 que posee un diámetro de 3.31 mm², pero la corriente máxima que el conductor soporta es 40 A, esta no es suficiente para cuando las salidas del módulo estén a su capacidad máxima; razón por la cual las conexiones se realizan con conductor calibre #8 que permite una corriente máxima de 80 A.

2.2.2.2 Dimensionamiento del conductor de los Sub-circuitos

El conductor a usar para la entrada y salida del módulo dimmer es # 14, al ser el único modulo que se usa de manera exclusiva para iluminación, mientras que, tanto para el módulo de relé como para el módulo controlador de cortina se dispone para sus salidas del conductor #12, como lo define la norma en caso de circuitos de fuerza.

2.2.2.3 Dimensionamiento del Breaker o Disyuntor

La corriente máxima de todo el circuito doméstico (tanto control como fuerza) es 56.13 A, el breaker a usar es de 63 A.

2.2.2.4 Conductores

Los colores del aislamiento del conductor para su identificación, son los mismos definidos en el punto 2.1.2.4 y el diagrama unifilar correspondiente al módulo con protocolo Buspro es el mostrado en la Figura 22-2.

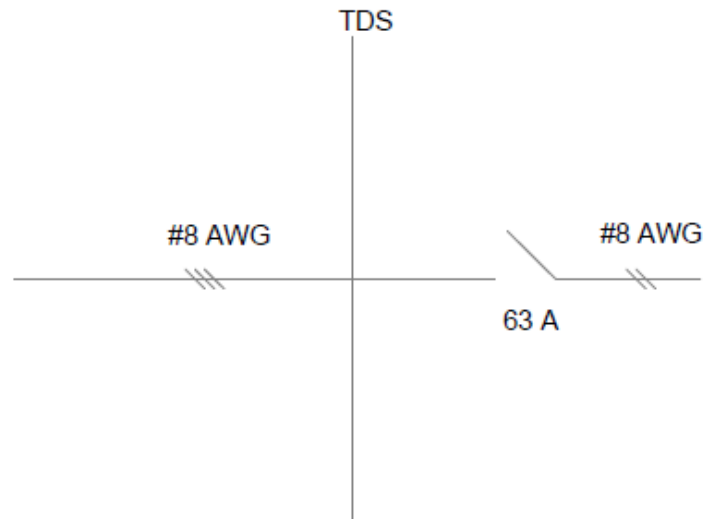


Figura 22-2. Diagrama Unifilar Eléctrico módulo HDL Buspro
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

2.2.2.5 Conexión de Dispositivos HDL Buspro

La topología usada para la conexión de los equipos domóticos es en Bus, mediante el método que el fabricante denomina como Hand in Hand (Gráfico 6-1); la interconexión de los equipos se realiza con cable UTP de acuerdo a la distribución de los conductores que se especifica en la Figura 27-1.

Para la conexión Hand in Hand se considera que los primeros equipos en ser conectados entre sí son la fuente de poder y la interfaz IP en ese orden, los equipos restantes no tienen un orden específico de conexión.

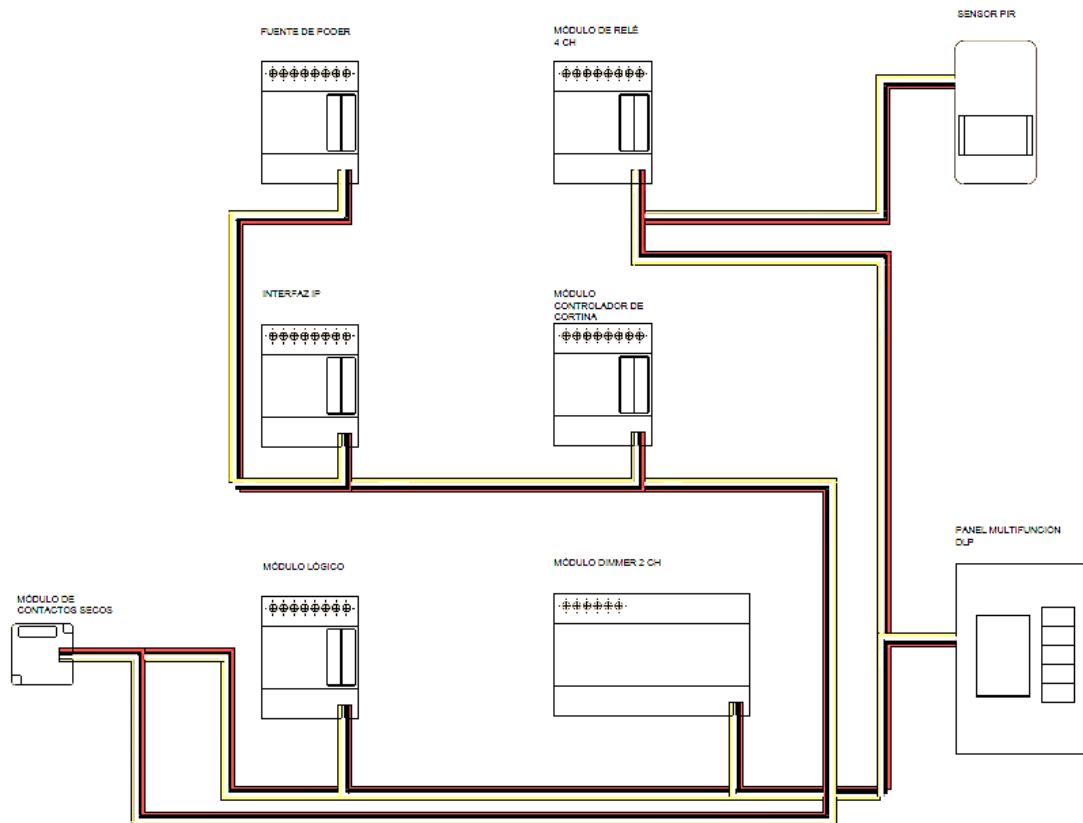


Gráfico 1-2. Esquema de cableado de los equipos módulo HDL Buspro
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

La salida de cada dispositivo actuador va conectada a los mismos jacks hembra usados en el módulo con protocolo X10 (Figura 5-2); el motor de cortina, a diferencia de las demás cargas, tendrá dos conexiones: la primera será hacia la red eléctrica de manera directa, mientras que para el control, tanto de apertura y cierre se lo realiza a través de un cable de seis hilos conectado al motor mediante un conector RJ12; el otro extremo del cable va conectado en el módulo controlador de cortina, de acuerdo a la configuración que se observa en la Figura 23-2.

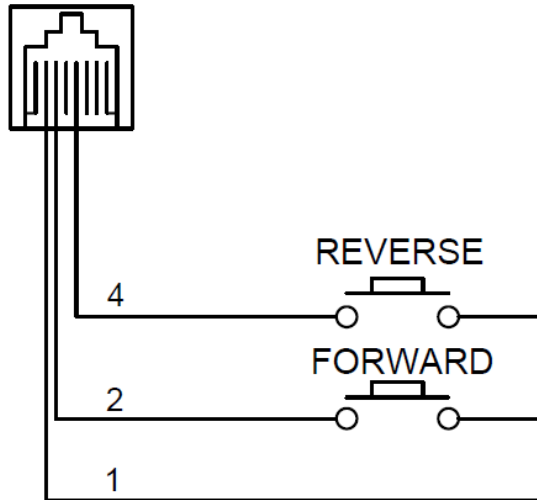


Figura 23-2. Conexión para el giro del motor de cortina
 Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

2.2.3 Programación módulo HDL Buspro

Para la programación del módulo con protocolo Buspro se realiza mediante el programa HDL Buspro Setup Tool, disponible de manera gratuita en la página del fabricante, solo requiere de un registro, después del cual se recibe al correo un código de registro para activar el programa. Al ejecutarse el programa se abre una ventana con un nombre de usuario como contraseña por defecto, que puede ser modificada de acuerdo a nuestras necesidades.

Para iniciar el proceso de programación, primero se debe configurar una dirección IPV4 del puerto Ethernet del computador, de manera que este dentro del rango de direcciones de la red de la interfaz IP que por defecto viene con la dirección 192.168.10.250 y la puerta de enlace tiene la dirección 192.168.10.1; la conexión entre la tarjeta de red y la interfaz IP se realiza mediante cable cruzado.

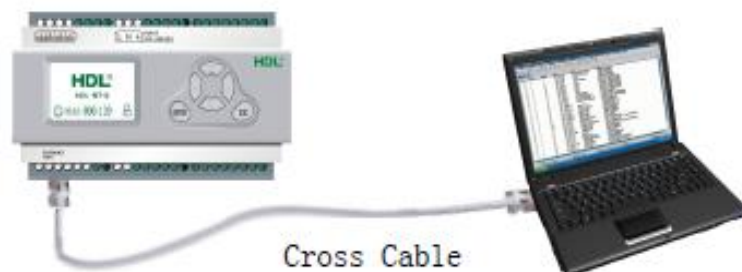


Figura 24-2. Conexión ordenador – interfaz IP
 Fuente: <http://www.hdlautomation.com/file-download/hdl-bus-pro-programming-manual-pdf/>

Antes de iniciar la búsqueda de los dispositivos conectados en la red domótica, se realiza una prueba de conexión desde la consola de comandos de nuestro sistema operativo, entre el ordenador y la interfaz IP, para verificar que existe un enlace de datos entre ambos equipos.

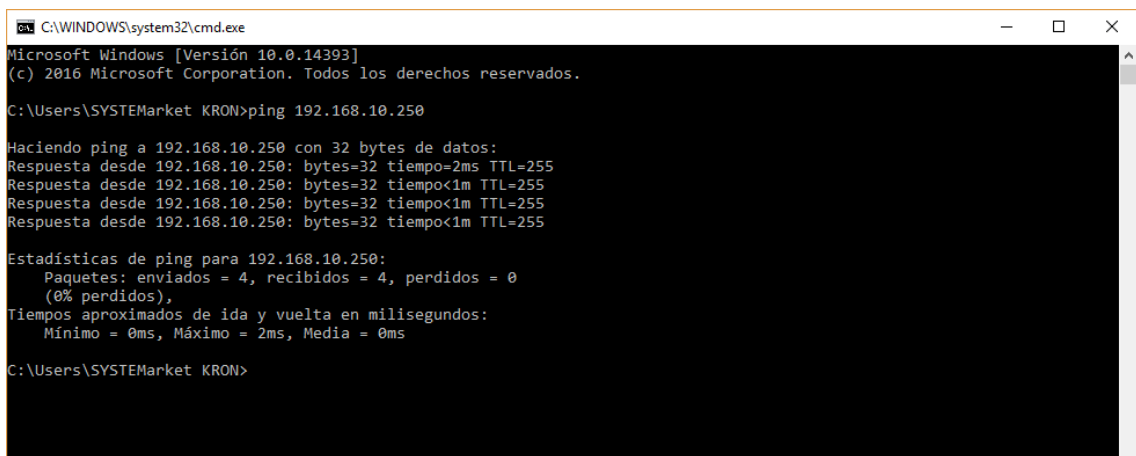


Figura 25-2. Prueba de conexión ordenador – interfaz IP

Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

La ventana principal del programa ayuda a realizar una búsqueda rápida de todos los equipos que se encuentran conectados en la red domótica, al pulsar el icono señalado en rojo en la Figura 26-2, se abre una ventana que permite realizar la búsqueda.

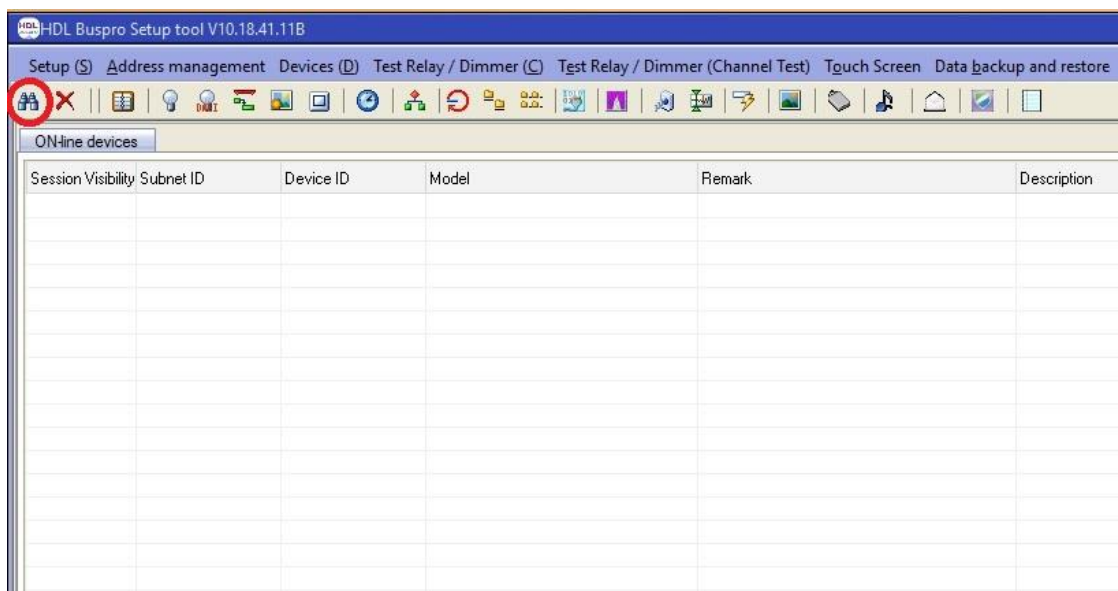


Figura 26-2. Ventana de inicio HDL Buspro Setup Tool

Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

La búsqueda rápida se realiza con el botón marcado con el rectángulo rojo en la Figura 27-2, después de realizar la búsqueda se verifica que en la lista aparezcan todos los dispositivos de la

red domótica, posteriormente se presiona “Add All” (para agregar los equipos en la ventana principal para su configuración) y “Exit”. En ocasiones la marca de la columna derecha no suele aparecer en todos los equipos, esto se debe a que los equipos no están configurados aun y suelen repetirse las direcciones en la red; para ello, se debe ir a la configuración de cada uno de los equipos y cambiar la dirección de acuerdo a las necesidades del usuario.

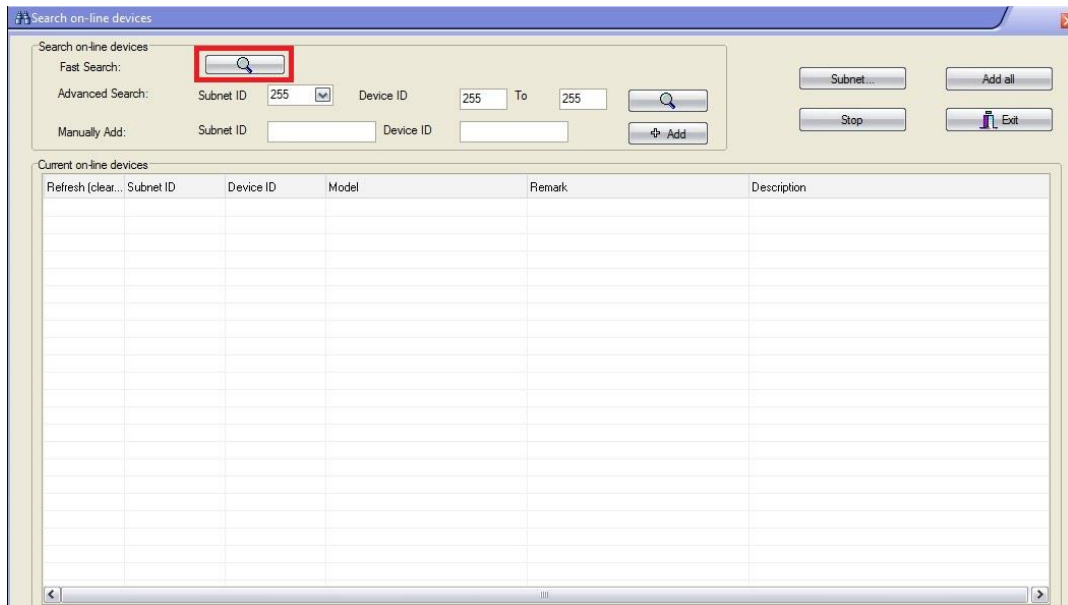


Figura 27-2. Búsqueda de dispositivos de la red domótica HDL Buspro
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

Al seleccionar cualquiera de los equipos, se tiene una ventana de configuración general del dispositivo (Figura 28-2), sin importar que sea controlador o actuador, en la misma se permite seleccionar el dispositivo, modelo; así como, modificar la subred en la que se encuentra y la dirección de la misma, también muestra su dirección MAC y agregar alguna nota si así se requiere. La configuración quedara completa con solo presionar el botón “SAVE”, que se encuentra en cada uno de los parámetros de configuración.

The image shows a web-based configuration interface for a device. It is organized into several sections:

- Select device:** A dropdown menu labeled 'Device'.
- Device configuration:** A section containing a 'Model' label and two input fields: 'Subnet ID' with the value '0' and 'Device ID' with the value '0'.
- Device remark:** A text input field labeled 'Remark' and a 'Save' button.
- MAC address:** A text input field labeled 'MAC' containing the address '00.00.03.29.93.11.13.52'.
- Modify subnet ID and device ID according to MAC:** A section with two input fields for 'Subnet ID' and 'Device ID', and a 'Save' button.

Figura 28-2. Configuración general del dispositivo
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

La activación de los dispositivos actuadores se lleva a cabo mediante la configuración de los sensores (PIR y módulo de contactos secos) o a su vez mediante el panel multifunción (DLP); el panel multifunción puede accionar los dispositivos actuadores como visualizar la acción que se realiza, cada botón posee un segmento de pantalla, en el cual se puede agregar imágenes monocromáticas en formato de mapa de bits (bmp) con una resolución de 80 x 32 píxeles (las imágenes se pueden descargar desde la página web del fabricante). En el panel multifunción se puede asignar cuatro páginas para cambiar la funcionalidad de los botones del panel; dentro de la configuración de los botones se tiene que indicar la subred y la dirección del dispositivo, para que el resto de campos de configuración se adapten a las opciones que nos presentan los distintos módulos (activación total o parcial de los canales, escenas, secuencias, entre otras). En la parte inferior del panel de manera permanente se muestra la temperatura ambiente y el número de página.

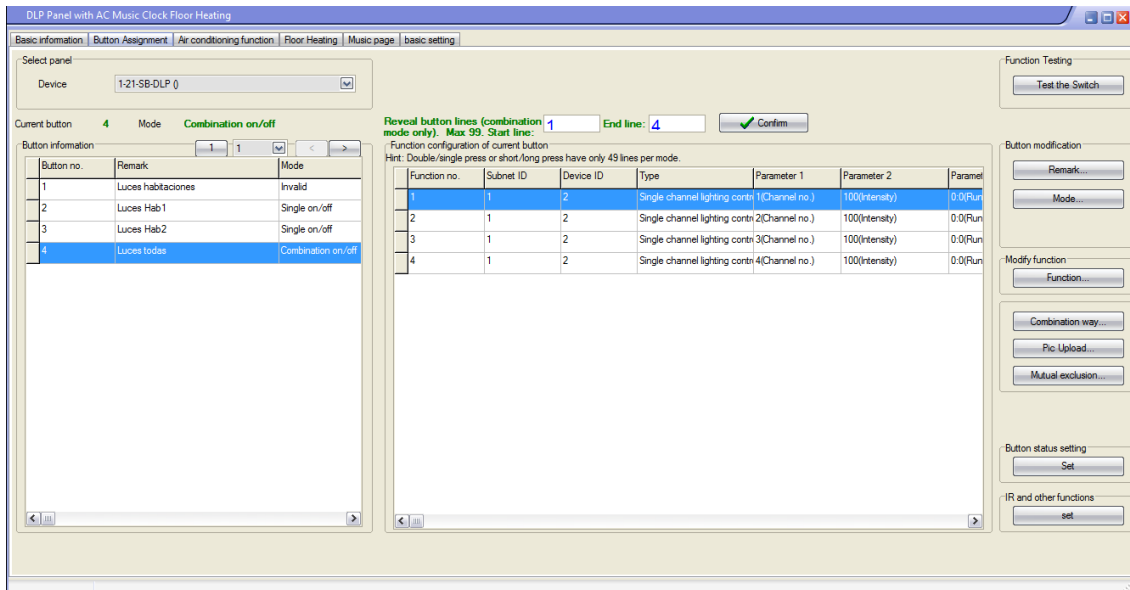


Figura 29-2. Asignación de botones del panel multifunción DLP
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

Para activar la apertura y cierre del motor de cortina en el módulo controlador de cortina, se debe indicar en el switch que corresponda el tiempo que lleva el realizar cada acción; el tiempo puede ser expresado hasta en milésimas de segundo de ser necesario, también permite configurar retardos para la apertura y cierre. El módulo se puede usar con motores normales, así como, con motores fabricados para instalaciones domóticas, en este caso, el motor al ser accionado por primera vez detecta la longitud de carrera que debe recorrer en cada acción, con ello el motor puede detenerse a pesar de que el módulo controlador siga activado por el tiempo que esta configurado.

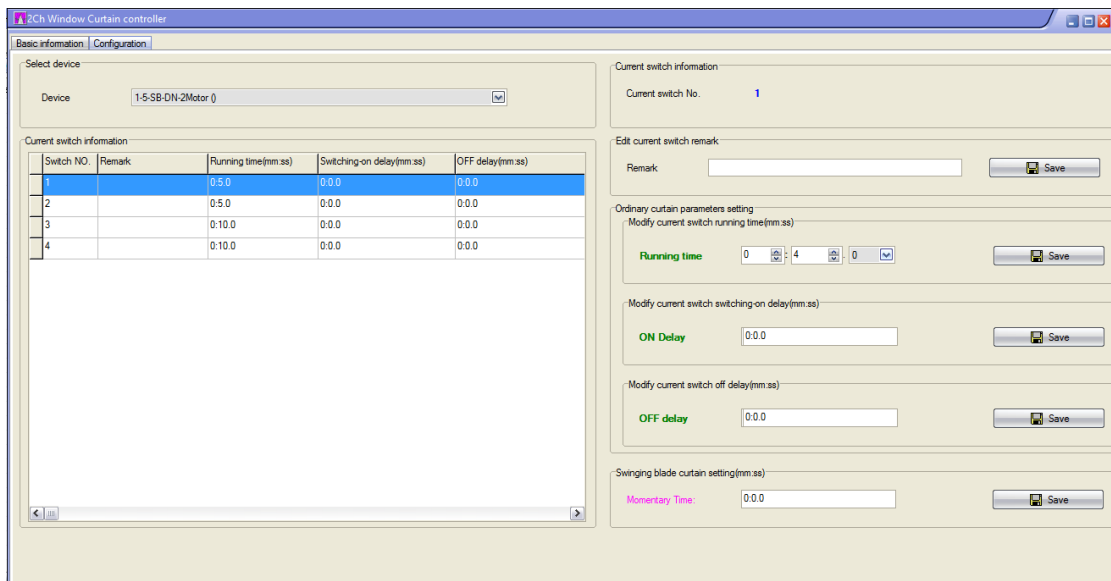


Figura 30-2. Configuración del módulo controlador de cortina
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

2.2.3.1 Áreas

La configuración de áreas está disponible únicamente para el módulo de relé y el módulo dimmer, en este apartado se puede configurar desde un área para todas las salidas, o un área por cada salida que posean los módulos. Si se desea asignar una nota como identificación a cada área simplemente se realiza con el botón “AREA REMARK”; mientras que “AREA SETUP” ayuda a asignar las salidas del dispositivo a cada área de acuerdo a las necesidades del usuario.

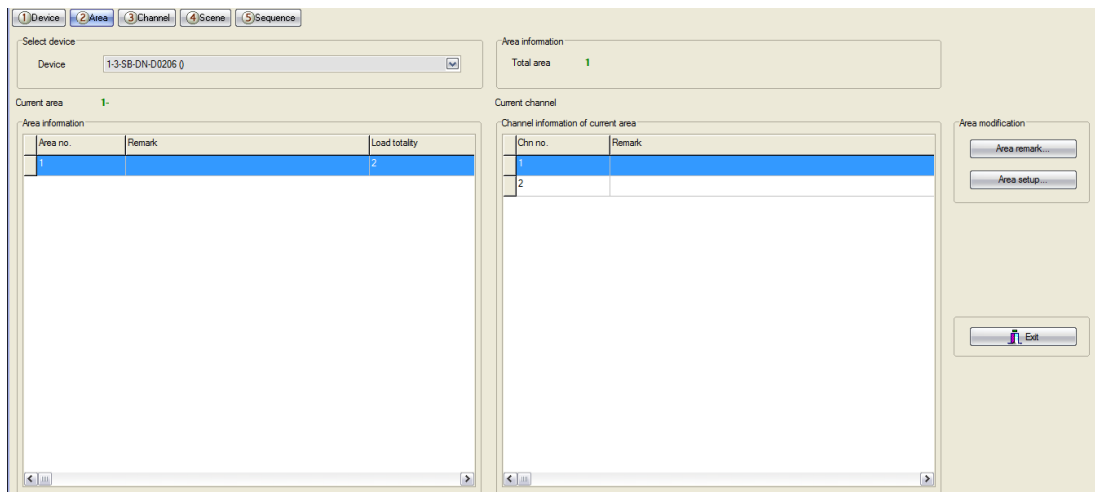


Figura 31-2. Ventana de configuración de áreas

Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

2.2.3.2 Canales

En este apartado se indica a cada canal de cada área el tipo de carga que se instala a la salida de los módulos; en el módulo dimmer indica también los límites inferiores como superiores y el nivel máximo de regulación de la carga en porcentaje, las opciones para el módulo de relé son diferentes, ya que se puede indicar un retraso al encendido como apagado en segundos; existe otro tipo de retraso configurable que permite proteger a la carga en el encendido o en el apagado y viene dado en minutos.

Al instalar las cargas en el módulo dimmer se debe verificar que se trata de cargas que pueden ser reguladas, usualmente para este tipo de acción se utiliza lámparas incandescentes, luz halógena o lámparas LED regulables.

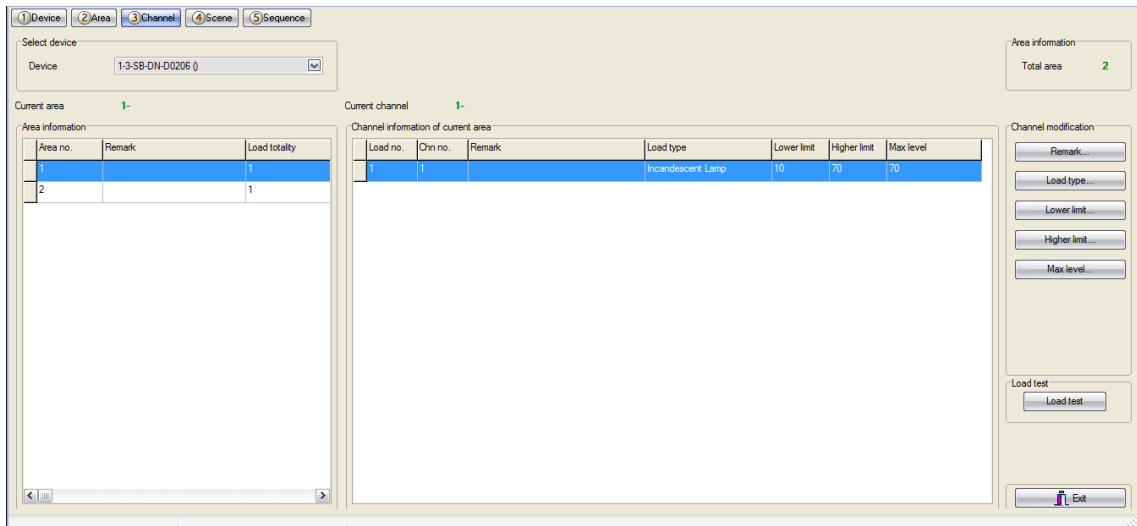


Figura 32-2. Configuración de los canales del módulo dimmer
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

2.2.3.3 Escenas

Las escenas ayudan a configurar el estado de los canales por área de cada módulo (relé o dimmer); cada escena tiene una duración máxima de sesenta minutos; en el módulo de relé se puede programar hasta ocho escenas, mientras el módulo dimmer tiene hasta doce escenas; existe una escena por defecto que no puede ser modificada y en la cual los canales se encuentran desactivados.

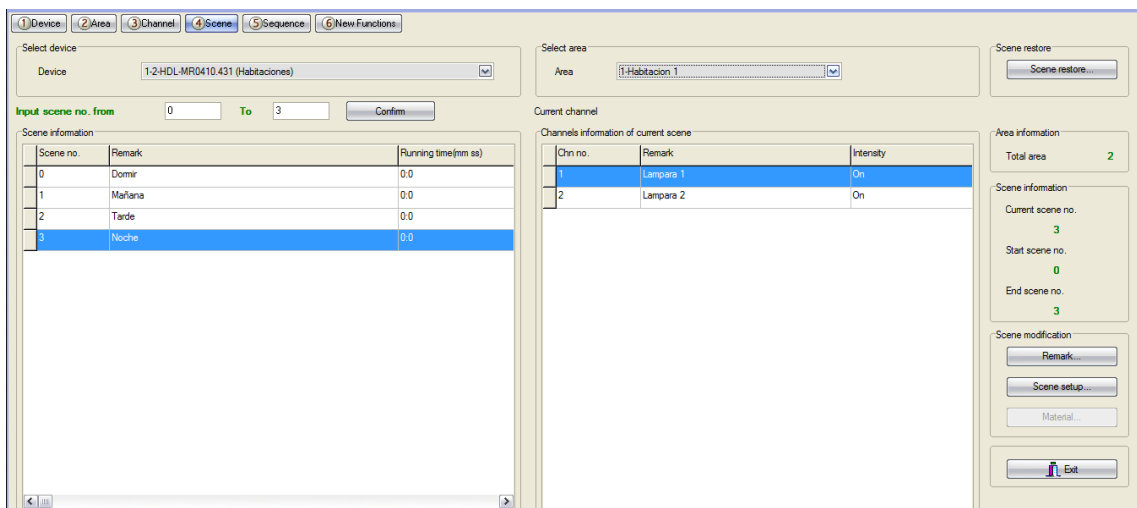


Figura 33-2. Configuración de escenas del módulo de relé
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

2.2.3.4 Secuencias

Cada una de las escenas programadas pueden ser agregadas en una secuencia; la secuencia se lleva a cabo por áreas. El módulo de relé apenas soporta dos secuencias y cada secuencia tiene cuatro pasos, donde cada paso es una de las escenas configuradas anteriormente; por su parte, el módulo dimmer tiene seis secuencias con diez pasos cada una.

Existe modos de ejecutar los pasos de cada secuencia, ya sea en orden aleatorio, hacia adelante, hacia atrás y o invalidar la secuencia; el número de veces que se lleve a cabo la secuencia puede ser ilimitado o se puede indicar en un rango de entre uno y noventa y nueve.

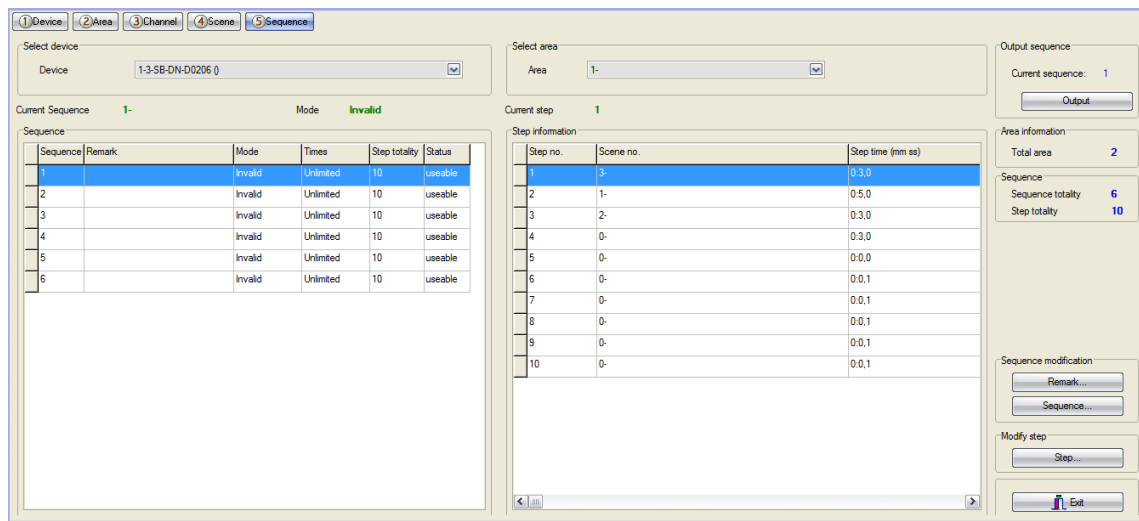


Figura 34-2. Configuración de secuencias del módulo dimmer
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

2.2.3.5 Operaciones Lógicas

El módulo lógico permite realizar operaciones mediante bloques lógicos (AND, OR, NAND, NOR); como entrada de cada bloque se puede asignar diferentes variables como: horas, fechas, estados de las escenas, estados de secuencias, estado de las salidas de los dispositivos actuadores, interruptores universales, entre otras opciones; todas las variables pueden interactuar entre sí para activar los módulos actuadores. Los bloques lógicos poseen cuatro entradas y una sola salida, la salida se puede usar como entrada de otro bloque lógico; se puede crear hasta doce operaciones lógicas con un máximo de veinte bloques por operación.

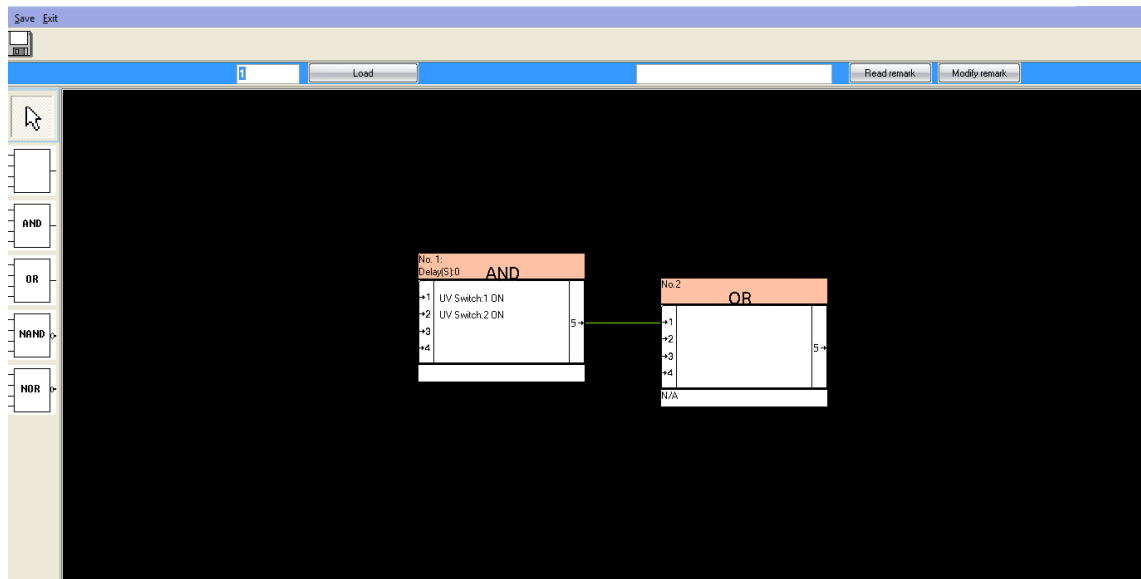


Figura 35-2. Configuración de las operaciones lógicas
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

La fecha, hora y ubicación de sistema domótico es configurado en el módulo lógico para poder efectuar las operaciones. Los interruptores universales (UV Switch) son variables propias del sistema domótico y pueden ser asociadas a los botones del panel multifunción DLP o a los contactos del módulo de contactos secos para que el usuario pueda interactuar fácilmente con el sistema.

Basic information | Configuration | **System setting**

Select device

Device: 1-188-SB-DN-Logic960 (dwef)

Date setting for timer

Date: lunes, 24 de abril de 2017 Monday

Time: 16 : 56 : 12 (hh:mm:ss)

Broadcast Time PC Time Refresh Save

Geographic location setting

Lat. setting: - 1 . 67 Degree Location

LONG: - 78 . 64 Degree

Time zone: (GMT -05 : 00) Method For Prayer Times

Sunrise Time: 06:02

Sunset Time: 18:10

Hint: the calculated time zone is GMT+13 (12+1)

Save

Summer Time

<input type="checkbox"/> Rule for Start	Month: March	Day of week: Sunday	Time: 1st	Time: 1:00
<input type="checkbox"/> Rule for End	Month: October	Day of week: Sunday	Time: 1st	Time: 1:00

Show standards: Europe

Rule for Daylight Savings Start: 01:00 UTC on the last Sunday in March.

Rule for Daylight Savings End: 01:00 UTC on the last Sunday in October.

Save

Figura 36-2. Configuración de fecha, hora y lugar del sistema domótico
Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

CAPITULO III

3 ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1 Comparación entre X10 y Buspro

Cada tecnología posee características que deben ser consideradas para su instalación de acuerdo a las necesidades del usuario (costo, tamaño de la instalación, espacio físico, entre otras) y el grado de domotización que permita implementar la instalación. Los aspectos generales a considerar para realizar una instalación domótica son los presentados dentro de la Tabla 1-3.

Tabla 1-3. Comparación de las características principales de los protocolos

CARACTERÍSTICAS	X10	BUSPRO
Topología	Bus	Bus
Arquitectura	Centralizada	Descentralizada
Medio de transmisión	Alámbrica, Inalámbrica	Alámbrica, Inalámbrica
Tipo de protocolo	Libre	Privado
Instalación	Enchufe y empotrable	Riel DIN
Distancia máxima de instalación	No definida	1000 metros
Número máximo de equipos por Instalación	256 dispositivos	65025 dispositivos

Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

Los aspectos en los que resalta X10 son que su protocolo es libre, su instalación es fácil sin necesidad de cableado adicional y que la distancia máxima de instalación viene dada por la longitud del circuito eléctrico; Buspro como principal beneficio que tiene, es su arquitectura descentralizada, si algún equipo no funciona, el resto de la red se mantiene plenamente operativa; en cuanto al número total de equipos que puede soportar la red, a 1000 metros de distancia en el mismo bus está limitada a 32 equipos, mientras que, si se tiene en un bus instalado 64 equipos (número máximo de equipos en una sola red en bus) la distancia se reduce a 500 metros.

3.2 Tiempos de comunicación.

Como se observa en el primer capítulo los dispositivos X10 se comunican por corrientes portadoras, utilizando el cruce por cero de la red eléctrica para enviar información de un módulo a otro, muchos autores concluyen que la velocidad de transmisión de X10 es de 60bps para América y de 50bps para Europa considerando únicamente que se transmite 1 bit por ciclo, pero en este documento se calcula su velocidad exacta para una frecuencia de 60Hz y tomando en cuenta que los dos primeros ciclos del telegrama o trama no solo transportan 1 bit por ciclo si no 2 bits.

Se especifica el tiempo que dura un ciclo de una onda sinusoidal de 60Hz, considerándola con el periodo.

$$f = \frac{1}{T}$$

$$T = \frac{1}{f}$$

$$T = \frac{1}{60} = 16.667 \times 10^{-3} \text{ ms}$$

$$\text{ciclo} = 16.667 \times 10^{-3} \text{ ms}$$

Una trama estándar está compuesta 2 ciclos del código de inicio, 4 ciclos del código de letra y 5 ciclos del código número o comando, un total de 11 ciclos por trama.

$$\text{trama} = 11 \text{ ciclos}$$

De los 2 ciclos del código de inicio se obtiene un total de 4 bits, porque no se transmite el complementario, más 4 bits del código de letra y 5 bits del código de número o comando suman un total de 13 bits por trama.

$$\text{trama} = 13 \text{ bits}$$

Para enviar un Código X10 de “ON - OFF” de un controlador a un módulo cualquiera, se requiere enviar 2 tramas estándar la primera que especifica la dirección del módulo a la que va dirigida y la segunda con la función a realizar, están separadas entre ellas con 3 ciclos de espacio, además para asegurar la entrega de la información se envían 2 veces cada trama quedando de la siguiente manera:

$Cod\ X10\ on\ off = trama\ dirección + trama\ dirección + 3\ ciclo + trama\ función$
 $+ trama\ función$

$$Cod\ X10\ on\ off = 11 + 11 + 3 + 11 + 11$$

$$Cod\ X10\ on\ off = 47\ ciclos$$

Reemplazando el tiempo de cada ciclo se tiene que:

$$Cod\ X10\ on\ off = 47\ ciclos * (16.667 \times 10^{-3}\ ms)$$

$$Cod\ X10\ on\ off = 0.783\ seg$$

Este es el tiempo real que se demora una señal completa X10.

Para las señales X10 de regulación de intensidad (DIM) únicamente se utilizan 44 ciclos porque se envían de forma seguida, sin los 3 ciclos de espacio entre ellas, lo que da un tiempo total de:

$$Cod\ X10\ "DIM" = 44\ ciclos * (16.667 \times 10^{-3}\ ms)$$

$$Cod\ X10\ "DIM" = 0.733\ seg$$

Para tramas extendidas que constan de 27 ciclos su tiempo de transmisión de una señal X10 "ON - OFF" completa considerando que se envíen 4 tramas es:

$$Cod\ X10\ "on\ off"\ extendida = 111\ ciclos * (16.667 \times 10^{-3}\ ms)$$

$$Cod\ X10\ "on\ off"\ extendida = 1.85\ seg$$

Tramas extendidas de atenuación el tiempo es:

$$Cod\ X10\ "DIM"\ extendida = 108\ ciclos * (16.667 \times 10^{-3}\ ms)$$

$$Cod\ X10\ "DIM"\ extendida = 1.80\ seg$$

Para poder obtener un tiempo promedio de respuesta de una señal X10 completa se suman todos los tiempos obtenidos:

Tiempo Promedio señal X10

$$= ((Cod\ X10\ on\ off) + (Cod\ X10\ "DIM") + (Cod\ X10\ "on\ off"\ extendida) +$$

$$(Cod\ X10\ "DIM"\ extendida)) / 4$$

$$Tiempo\ Promedio\ señal\ X10 = \frac{0.783 + 0.733 + 1.85 + 1.8}{4}$$

$$\text{Tiempo Promedio señal X10} = 1.292 \text{ seg}$$

Para estimar la velocidad de transmisión de X10 se mide en la transmisión de un **Cod X10 “DIM”** la razón de medirlo en esta señal es porque carece de espacio de ciclos entre tramas, si un código completo X10 está compuesto por 4 tramas y cada trama transporta 13 bits entonces un código completo transporta 52 bits, por lo tanto, un **Cod X10 “DIM”** transporta 52 bits en 0.733 segundos, haciendo uso de una regla de tres, se conoce cuantos bits transporta por segundo una señal X10:

$$\frac{0.733 \text{ seg}}{1 \text{ seg}} = \frac{52 \text{ bits}}{\text{Vel X10}}$$
$$\text{Vel X10} = \frac{1 \text{ seg} * 52 \text{ bits}}{0.733}$$
$$\text{Vel X10} = 70.94 \text{ bps}$$

El protocolo Buspro de HDL se basa en el estándar de comunicaciones RS 485 como se explica en el capítulo 2, la velocidad de transmisión de datos es de 9600 bits por segundo; también se pueden configurar comunicación RS 232 de ser necesario, mediante un módulo, para este caso la velocidad de transmisión se configura en tasas de transmisión de 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 57600, 115200 bits por segundo.

3.3 Precio de instalaciones domóticas X10 y BUSPRO

Se analiza el precio que tiene una instalación domótica básica X10 y Buspro, considerando el valor monetario de los dispositivos; una instalación básica domótica está compuesta de los siguientes dispositivos de los cuales se han conformado los módulos prácticos tanto X10 como Buspro.

Tabla 2-3. Costo Instalación Básica X10

Dispositivos	Cant.	X10
<i>Fuente</i>	0	\$ -
<i>Filtro</i>	1	\$ 89,00
<i>Panel de Funciones</i>	1	\$ 65,00
<i>Controlador</i>	1	\$ 135,00
<i>Dimmer</i>	1	\$ 69,00
<i>Swicht</i>	1	\$ 72,00
<i>Módulo Relé</i>	2	\$ 145,00
<i>Sensor</i>	1	\$ 68,00
<i>Motor persiana</i>	1	\$ 156,00
<i>Sirena</i>	1	\$ 69,00
Total		\$ 868,00

Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

Tabla 3-3. Costo Instalación Básica BUSPRO

Dispositivos	Cant.	BusPro
<i>Fuente</i>	1	\$ 71.82
<i>Módulo de rele</i>	1	\$ 151.62
<i>Interfaz IP</i>	1	\$ 143.64
<i>Controlador cortina</i>	1	\$ 119.70
<i>Módulo Dimmer</i>	1	\$ 235.98
<i>Módulo contactos secos</i>	1	\$ 60.65
<i>DLP</i>	1	\$ 175.56
<i>Sensor PIR</i>	1	\$ 75.01
<i>Motor cortina</i>	1	\$ 147.63
<i>Módulo Lógico</i>	1	\$ 183.54
Total		\$ 1364.50

Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

Como se observa en la instalación Domótica X10 no requiere de una fuente ni tampoco tiene un coste de instalación, como se ha visto durante de desarrollo de este trabajo los dispositivos y módulos X10 no requieren una instalación cableada más que la misma instalación eléctrica del hogar, para su comunicación simplemente se conectan los módulos X10 a las tomas de corriente y se asigna una letra de casa y un código de unidad en el mismo módulo. Para su codificación y programación de MACROS y TIMERS no requiere de conocimiento previo en programación puesto que ActiveHome en un sistema muy amigable y fácil de usar.

Los equipos de HDL necesitan un lugar específico para instalar el tablero de control donde van los equipos, el costo de instalación no solo ira definido por el número de dispositivos, si no también, del tiempo que se necesite para configurarlos de acuerdo a las necesidades del usuario; con respecto al software, no presenta una interfaz intuitiva a diferencia de ActiveHome, pero la

configuración de cada equipo es muy parecida, lo que permite acoplarse al sistema de configuración de manera rápida.

3.4 Características domóticas X10 y Buspro

Los módulos prácticos se han implementado con los dispositivos de una instalación domótica básica, se refiere a que se encuentra en el nivel 1 de 3, lo cual está relacionado directamente con las características que debe cubrir una instalación domótica.

Para poder hacer una comparación de las posibles características que ofrece un mismo grupo de módulos pero en dos diferentes tecnologías, en cuanto a las tres principales que son: confort, seguridad y ahorro energético, no se observa cada una de las características que pueden cubrir las tecnologías, si no que se mide el grado de domotización de una instalación domótica, que se puede lograr con los dispositivos adquiridos en cada una, para ello se hace uso de la “*Tabla de Niveles para Evaluación de Instalaciones Domóticas*”.

Esta tabla es implementada por CEDOM con la finalidad de medir el grado de domotización de una instalación domótica; estableciendo que, para que una instalación sea considerada domótica debe alcanzar por lo mínimo el Nivel 1 de esta tabla, la cual es establecida basándose en dos informes de la AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), el primero es “*Requisitos generales para sistemas electrónicos para viviendas y edificios*” y el segundo es “*Sistemas de automatización y control de edificios*”.

Esta tabla está compuesta por dos columnas, la primera indica los requerimientos que cubre un cierto dispositivo o aplicación domótica y la segunda valora por medio de selección, además de constar de niveles de calificación que son los siguientes:

Nivel 1.- son las instalaciones domóticas más básicas, el puntaje cuantificado mínimo debe ser de 13 además debe constar de 3 aplicaciones domóticas diferentes.

Nivel 2.- para alcanzar este nivel medio de domotización se debe obtener al menos 30 puntos de la suma total de la tabla.

Nivel 3.- por último, el grado más alto de domotización está en este nivel con un mínimo de 45 puntos.

Tabla 4-3. Tabla de Nivel de Domotización (CEDOM)

Dispositivos	Número de dispositivos o condición
Detectores de presencia	Ninguno
	2
	1 cada 20 m2
	1 por estancia
Teclado codificado, llave electrónica, o equivalente	Ninguno
	1
Contactos de ventana y/o impactos	No
	En puntos de fácil acceso
	En todas las ventanas
Sistema de mantenimiento de alimentación en caso de fallo de suministro eléctrico	No
	Si
Módulo de habla/escucha, destinado a la escucha en caso de alarma, también se permite cualquier tipo de control que permita saber si realmente hay un intruso	No
	Si
Sistema conectable con central de alarmas	No
	Si
Suma Parcial de Intrusión	
Detectores de inundación necesarios en zonas húmedas (baños, cocina, lavadero, garaje)	No
	Los necesarios
Electro válvula de corte de agua con instalación par "bypass" manual.	No
	Los necesarios
detectores de concentraciones de gas butano y/o naturas en zonas donde se prevea que habrá elementos que funcionen con gas	No
	Los necesarios
electro válvula de corte de gas con instalación para "bypass" manual	No
	Los necesarios
Detector de incendios	No
	1 en cocina
	1 cada 30 m2
	En todas las estancias
Suma Parcial Alarmas Técnicas	
Simulación de presencia	No
	Relacionada con las persianas motorizadas o con puntos de luz
	Relacionada con las persianas motorizadas y con puntos de luz
Suma Parcial Simulación de Presencia	
Videoportero	No

	Si
Suma Parcial Videoportero	
Control de Persianas	No
	Todas las superficies superior a 2 m2
	Todas
Suma Parcial Control de Persianas	
Regulación Lumínica con control de escenas	No
	En dependencias dedicadas al ocio
	En salón y dormitorios
En jardín o grandes terrazas mediante interruptor crepuscular o interruptor horario astronómico	No
	Si
Conexión/desconexión general de iluminación	No
	Un acceso
	Todos los accesos
Control de puntos de luz y tomas de corriente más significativas	No
	50% Puntos de Luz
	80% Puntos de Luz
Suma Parcial Control de Iluminación	
Cronotermostato	No
	1 en salón
	Zonificado la vivienda en un mínimo de 2 zonas
	Varios cronotermostatos, zonificando la vivienda por estancias
Suma Parcial Control de Clima	
Posibilidad de realizar programaciones horarias sobre los equipos controlados	No
	Si
Gestor Energético	No
	Si
Suma Parcial Programaciones	
Consola o equivalente	No
	Si
Control telefónico bidireccional	No
	Si
	Interacción mediante SMS
Equipo para control a través de internet, WAP o equivalente	No
	Si
Suma Parcial Interfaz Usuario	
Dispositivos conectables a empresas suministradoras a través de redes de comunicación	0
	1
	2
	3 o más
Suma Parcial Dispositivos conectados a empresas suministradoras	
Tomas SAT y Tomas Multimedia	No

	3 tomas satélite más 3 tomas multimedia
	3 tomas satélite más 1 tomas multimedia en todas las estancias
Punto de acceso inalámbrico	No
	Wi-Fi
Suma Parcial Red Multimedia	
SUMA TOTAL	

Fuente: <http://www.cedom.es/sobre-domotica/evaluacion-de-instalaciones-domoticas#aqui>

Al realizar el test de los dispositivos de los módulos X10 y Buspro, se obtuvo 19 y 22 puntos totales respectivamente; lo que entra en el Nivel 1 de domotización. Como se puede observar Buspro se ha llevado un puntaje más alto, lo que indica que aun teniendo los mismos dispositivos domóticos que X10 puede cubrir más necesidades o aplicaciones.

La Tabla 4-3 tiene una ponderación máxima de 60 puntos, en el caso de los equipos del módulo con protocolo X10 cubre el 31.67% de los parámetros expuestos en la tabla, mientras que el módulo con protocolo Buspro cubre el 36.67%. La relación de costo por punto obtenido en la tabla es 45.68 dólares con X10 y con Buspro existe una relación de 62.02 dólares por punto.

3.5 Costo de aplicación

En la Tabla 4-3 se describe el costo que tiene el contralar un aparato dentro de una instalación domótica de acuerdo a las características de cada dispositivo actuador, considerando únicamente el precio de un actuador, independientemente de los que posea cada dispositivo; también se considera el costo de los equipos que permiten al usuario accionar los dispositivos actuadores, para poder realizar una comparación en igualdad de condiciones en este aspecto, ya que, cada tecnología posee dispositivos que pueden realizar la misma acción, pero el número de salidas en el caso de los dispositivos actuadores difiere por el tipo de instalación y características propias de cada protocolo.

Tabla 5-3. Costo de aplicación por unidad de control

	X 10	Buspro
Interfaz de control	200.00	236.21
Control ON/OFF	72.50	37.91
Control de regulación lumínica	69.00	118.10
Control de motor de cortina	72.50	59.85
Motor de cortina	156.00	147.63
TOTAL	570.00	599.70

Realizado por: Chacha, E; Maldonado, H. 2017

En este aspecto, X10 es la alternativa más económica con respecto a los equipos de HDL, tornándose en la mejor opción para implementarla dentro de una instalación.

CONCLUSIONES

- La implementación de instalaciones domóticas con el protocolo X10, presenta beneficios al tener una interfaz de configuración interactiva, a diferencia de la alternativa de HDL; donde se requiere un periodo de adaptación al sistema de configuración.
- Se pueden activar varios dispositivos a la vez, basta con que tengan el mismo código, enviando una sola señal X10 desde un controlador o sensor, al igual que permiten que varios controladores o sensores activen el mismo dispositivo.
- El caso de los dispositivos con protocolo Buspro, todo módulo actuador puede ser accionado desde cualquier dispositivo controlador (módulo de contactos secos, sensor, DLP) permitiendo que el usuario tenga control total de todas las prestaciones que tiene instalada dentro de su red domótica.
- La velocidad de respuesta es una variable determinante al momento de que el usuario elija una de las dos tecnologías, ya que, los rangos de precios de ambas en el país no tienen una diferencia muy marcada.
- A pesar de que Buspro es un protocolo propietario, permite la integración de diferentes equipos que usen otros estándares de comunicación mediante módulos que permiten la migración y la interoperabilidad de diferentes sistemas dentro de una sola red domótica.
- La topología en bus es la implementada en los módulos domóticos, en el caso de Buspro es la que el fabricante recomienda sobre las demás, para X10 se acopla a las instalaciones eléctricas. Al ocurrir un daño que deje inoperable algún dispositivo, no influirá en el funcionamiento de los demás dentro la red domótica.
- Dentro del análisis costo-beneficio, los equipos que usan el protocolo X10 tienen ventaja por su bajo costo de implementación, sin embargo, dado el limitado número de dispositivos que se pueden instalar, está dirigido exclusivamente para instalaciones domóticas y aplicaciones inmóticas a pequeña y mediana escala. Para instalaciones inmóticas más extensas la alternativa de HDL se convierte en la única viable de ambas.

- El nivel de domotización alcanzado con los equipos instalados en cada uno de los módulos no superan el nivel 1, siendo este el rango más bajo que puede alcanzar una instalación que se considere domótica, cumpliendo con los parámetros de evaluación expuestos por CEDOM.
- Las prácticas de los manuales poseen un nivel de complejidad ascendente, buscando que el estudiante aprenda en principio, las características básicas de cada protocolo y así pueda avanzar sin contratiempos en el desarrollo del resto de prácticas expuestas.

RECOMENDACIONES

- En la programación de ActiveHome es mejor temporizar eventos para que realicen acciones pre establecidas los módulos, que temporizar cada uno de ellos de esta manera se evita llenar la pestaña de TIMERS de temporizadores individuales y siendo más fácil administrarlos.
- Tener muy en cuenta de no exceder la carga máxima de cada dispositivo, para evitar mal funcionamiento de los módulos, así como sus cargas mínimas para su correcto funcionamiento.
- Para la abertura o cierre de la persiana en el módulo práctico X10 se requiere dos tiempos, primero enviar una señal de “ON” al módulo PAM01 como mínimo 5 segundos y luego un “OFF”, para mantener el motor de la persiana listo para su acción contraria.
- Ir probando cada uno de los módulos añadidos en la ROOMS de ActiveHome, antes de crear macros y temporizadores para evitar fallos de activación.
- Si no va a hacer uso de la PC en el Módulo Práctico X10 configurar las macros y timers en modo “Store In Interface” y descargarlo en el controlador CM15A, siempre y cuando su memoria se encuentre limpia.
- Para instalaciones domóticas X10 se recomienda usar un filtro trifásico por su capacidad de corriente, independientemente de la cantidad de fases de las cuales disponga el hogar, puesto que los filtros monofásicos solo manejan corrientes pequeñas.
- Cuando se realiza la configuración de los equipos de HDL no se debe tener ningún programa que genere redes virtuales, ya que no permite la búsqueda de los equipos dentro de la red domótica para su posterior configuración.
- Si existe más de un equipo dentro de la red con el mismo número de identificación, se lo debe de cambiar de inmediato, esto con la finalidad de evitar conflictos dentro de la red; para que los cambios se guarden es necesario reiniciar el programa.

- La configuración del motor de cortina se lo realiza mediante tiempos, pero en el caso del motor que se está usando en el módulo de HDL puede sensar la distancia que debe recorrer, razón por la cual se le debe asignar un tiempo apropiado para que pueda completar tanto el avance como el retroceso; después del proceso de sensado el motor se desactivara al llegar al límite a pesar que el módulo controlador de cortina siga activado.
- Se debe de verificar la conexión en bus, ya que los conectores de los equipos fueron diseñados principalmente para alojar los conductores del cable exclusivo del fabricante y el cable UTP encaja en el zócalo con dificultad a pesar de que el fabricante permite usarlo como alternativa dentro de la instalación.

BIBLIOGRAFIA

- [a] **CEDOM.** *Como ahorrar energía instalando domótica en su vivienda* [en línea]. 2008. AENOR. [Citado el: 4 de mayo del 2017] Disponible en: http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11187_domotica_en_su_vivienda_08_3d3614fe.pdf.
- [b] **CEDOM.** *Tabla de niveles para instalaciones domóticas* [en línea]. Barcelona. [Consultada: 29 de abril del 2017.] Disponible en: <http://www.cedom.es/sobre-domotica/evaluacion-de-instalaciones-domoticas>.
- [c] **CIEC.** *Guía de contenidos mínimos para la elaboración de un proyecto de domótica* [en línea]. 2012. Comisión de Domótica. [Citado el: 08 de marzo del 2017.] Disponible en: <http://www.ciec.com.ar/images/archivos/Domotica-CIEC.pdf>.
- [d] **CUEVAS, Juan C.; et al.** *El Protocolo x10: Una solución Antigua a Problemas actuales* [en línea]. 2002. Simposio de Informática y Telecomunicaciones. [Citado el: 20 de enero del 2017.] Disponible en: https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2013-09-08_11-01-17566_art.pdf.
- [e] **CHAPARRO, Jeffer.** “Domótica: la mutación de la vivienda”. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, 2003, vol. 7, no 146/136. Disponible en: [http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146\(136\).htm](http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-146(136).htm).
- [f] **AIdeE.** *Ondas portadoras - X10 (A10)* [en línea]. 2007. E.P.S. Ingeniería de Gijón. [Citado el: 20 de enero del 2017.] Disponible en: <http://isa.uniovi.es/docencia/AutomEdificios/transparencias/X10-A10.pdf>.
- [g] **HARKE, Werner.** *Domótica para viviendas y edificios*. España: Marcombo, 2010.
- [h] **HDL.** *Design Guidance* [en línea]. 2012. [Citado el: 5 de mayo del 2017.] Disponible en: <https://es.scribd.com/document/113383394/Design-Manual-for-HDL-Bus-System>.
- [i] **HDL.** *HDL Buspro Programing Manual* [en línea]. 2015. [Citado el: 11 de abril del 2017.] Disponible en: <http://www.hdlautomation.com/file-download/hdl-bus-pro-programming-manual-pdf/>.

- [j] **HDL.** *HDL Buspro/RS232 Converter SB-DN-232IP-Pro* [en línea]. 2015. [Citado el: 08 de mayo del 2017.] Disponible en: <http://www.hdlautomation.com/wp-content/uploads/2013/11/SB-DN-232IP-ProJul.15.pdf>.
- [k] **HDL.** *User Manual Logic Timer Module* [en línea]. 2015. [Citado el: 16 de abril del 2017.] Disponible en: http://www.hdlautomation.com/wp-content/uploads/2014/12/UM_SB-DN-Logic960Logic-Timer-Controller.pdf.
- [l] **HOME SYSTEMS.** *Catalogo X10* [en línea]. 2007. [Citado el: 10 de enero del 2017.] Disponible en: <http://www.iesdonbosco.com/data/electricidad/catalogo2007.pdf>.
- [m] **JUNESTRAND, Stefan; et al.** *Domótica y Hogar Digital*. Madrid-España: Editorial Paraninfo, 2005.
- [n] **MARTÍN DOMINGUEZ, Hugo, & SÁEZ VACAS, Fernando.** *Domótica: Un enfoque sociotécnico* [en línea]. Madrid-España: Fundación Rogelio Segovia para el Desarrollo de las Telecomunicaciones, 2006 [Citado: 16 de Enero del 2017]. Disponible en: http://lsi.vc.ehu.es/pablogn/investig/dom%C3%B3tica/libro_domotica.pdf.
- [o] **MAINATO QUICHIMBO, Ruth Annabell, 2011.** *Diseño de un control domótico de iluminación, persianas y puertas interiores para personas con discapacidades motrices, por comando de voz.* (Tesis) (Pregrado). [en línea] Universidad del Azuay, Facultad de Ciencia y Tecnología, Escuela de Ingeniería Electrónica, Noviembre 2011. [Citado el: 18 de enero del 2017.] Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/311>.
- [p] **MINISTERIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.** *Recomendaciones Prácticas para Instalaciones Domóticas* [en línea]. 2001. Institut Cerdà. [Citado el: 17 de enero del 2017.] Disponible en: http://www.ramonmillan.com/documentos/bibliografia/RecomendacionesPracticasParaInstalacionesDomoticas_InstitutoCerde.pdf.
- [q] **MOLINA GONZÁLEZ, Leopoldo.** *Instalaciones domóticas*. Madrid-España: McGraw Hill, 2010, pp. 26-28.
- [r] **MORO VALLINA, Miguel.** *Instalaciones domóticas*. Madrid-España: Editorial Paraninfo, 2011. pp. 67-75.
- [s] **REDOLFI, Luciano.** “Domótica”. *Técnico en Electrónica*. n° 1 2013, (Buenos Aires-Argentina) pp. 26-74.

- [t] **RODRÍGUEZ CHICA, Daniel Andrés; et al.** *Evaluación del Protocolo CSMA/CD con Tráfico Mixto de Tipo WEB y VoIP por Medio de NS-2* [en línea]. 2008. Pontificia Universidad Javeriana. [Citado el: 11 de enero del 2017.] Disponible en: <http://www.javeriana.edu.co/paez.carlos/congreso0003.pdf>.
- [u] **ROMERO MORALES, Cristobal; et al.** *Domótica e inmótica. Viviendas y edificios inteligentes*. 2ª Edición, México: Alfaomega, 2007.
- [v] **SÁNCHEZ CUNALATA, David Fabricio. 2016.** *Diseño e implementación de un sistema de domótica basado en la tecnología smart bus KNX para el control de iluminación, audio y seguridad, mediante un enlace web apps*. (Tesis) (Pregrado). [en línea] Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Departamento de Ingeniería en Electrónica y Control, Enero del 2016. [Citado el: 26 de enero del 2017.] Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15357>.
- [w] **SEMBLANTES AGUIRRE, Verónica Alexandra, & VILLAMARÍN RIVERA, David Heriberto. 2016.** *Diseño e implementación de un sistema domótico teleoperado bilateralmente en una vivienda unifamiliar, para el análisis de la calidad de servicio (QOS) en la transmisión de datos*. (Tesis) (Pregrado). [en línea] Escuela Superior Politécnica del Ejercito, Departamento de Eléctrica y Electrónica, Carrera de Ingeniería en Electrónica e Instrumentación, Agosto del 2016. [Citado el: 26 de enero del 2017.] Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/11982/T-ESPEL-ENI-0381.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

ANEXOS

Anexo A: Módulo Práctico X10



Anexo B: Módulo Práctico BusPro



Anexo C:

Manuales de

Prácticas