



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELECTRICA Y ELECTRONICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRONICA,  
AUTOMATIZACION Y CONTROL**

**TRABAJO DE TITULACION, PREVIO A LA OBTENCION DEL  
TITULO DE INGENIERO ELECTRONICO, AUTOMATIZACION Y  
CONTROL**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE  
ENTRENAMIENTO EN DOMÓTICA PARA LOS  
LABORATORIOS DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA DE LA  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE**

**AUTORES:**

**VILLACÍS RODRÍGUEZ, EDGAR ALEXANDER  
GALLARDO BASTIDAS, MIGUEL ANGEL**

**DIRETOR:**

**MSG. ING PONCE, CARLOS ALBERTO**

**SANGOLQUÍ**

**2017**



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRONICA**

**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA, AUTOMATIZACION Y CONTROL**

### **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO EN DOMÓTICA PARA LOS LABORATORIOS DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE**” realizado por los señores **VILLACIS RODRIGUEZ, EDGAR ALEXANDER** y **GALLARDO BASTIDAS, MIGUEL ANGEL**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a los señores **VILLACIS RODRIGUEZ, EDGAR ALEXANDER** y **GALLARDO BASTIDAS, MIGUEL ANGEL**, para que los sustenten públicamente.

**Sangolquí, 24 de agosto del 2017**

Una firma manuscrita en tinta azul que parece leer 'C. Ponce'.

Ing. Carlos Ponce

**DIRECTOR**





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRONICA**

**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA, AUTOMATIZACION Y  
CONTROL**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, **MIGUEL ANGEL GALLARDO BASTIDAS**, con cedula de ciudadanía No. 171969250-9 y **EDGAR ALEXANDER VILLACÍS RODRÍGUEZ**, con cedula de ciudadanía No. 1804478699, declaramos que este trabajo de titulación, “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO EN DOMÓTICA PARA LOS LABORATORIOS DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE**” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros, considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaramos que este trabajo es de nuestra autoría, en virtud de ello nos declaramos responsables del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

**Sangolquí, 24 de agosto del 2017**

Miguel A. Gallardo Bastidas

C.C: 171969250-9

Edgar A. Villacís Rodríguez

C.C: 180447869-9





**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRONICA**

**CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRONICA, AUTOMATIZACION Y  
CONTROL**

**AUTORIZACIÓN**

Nosotros, **MIGUEL ANGEL GALLARDO BASTIDAS** y **EDGAR ALEXANDER VILLACÍS RODRÍGUEZ**, autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ENTRENAMIENTO EN DOMÓTICA PARA LOS LABORATORIOS DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE**” cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva autoría y responsabilidad.

**Sangolquí, 24 de agosto del 2017**

**Miguel A. Gallardo Bastidas**

**C.C: 171969250-9**

**Edgar A. Villacís Rodríguez**

**C.C: 180447869-9**

## DEDICATORIA

*Dedicado a mis padres que me han apoyado en todo momento, a mis hermanos, a mi hijo que es el motor que impulsa mi vida y las fuerzas para no decaer en los momentos difíciles y a todos mis amigos que han estado en las buenas y en las malas.*

**Miguel**

*Dedicado a mi familia, en especial a mis padres que han sido el apoyo incondicional en mi vida, a mis hermanos que han estado apoyándome incondicionalmente.*

**Alexander**

## **AGRADECIMIENTOS**

El principal agradecimiento es para la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en donde nos impartieron un aprendizaje sólido, a todos los Ingenieros que supieron hacer de la vida universitaria una de las mejores de nuestras vidas.

Un agradecimiento muy especial por el apoyo y participación de nuestro director de proyecto de titulación Ing. Carlos Ponce quien con su carisma y buena actitud nos aportó de gran conocimiento e ideas fundamentales para realizar el proyecto, de igual manera al Ing. Hugo Ortiz quien nos colaboró en todo momento.

El apoyo de nuestros padres fue parte fundamental para culminar nuestra vida universitaria quien con paciencia y amor han visto el sacrificio durante este tiempo impartiéndonos sabiduría y soporte emocional.

Y realmente que sería de la vida universitaria sin el apoyo de nuestros amigos tanto compañeros de aula como profesores con quien se tiene una gran amistad

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	<b>II</b>
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD</b> .....	<b>III</b>
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>IV</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>V</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>VI</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XIX</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XX</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES .....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
1.3 ALCANCE .....	5
1.4 OBJETIVOS .....	9
1.4.1. <i>Objetivo General</i> .....	9
1.4.2. <i>Objetivos Específico</i> .....	9
1.5 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	10
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	11
2. FUNDAMENTOS DE LA DOMÓTICA .....	11
2.1. HISTORIA DE LA DOMÓTICA .....	11
2.2. CONCEPTOS DE LA DOMÓTICA.....	12
2.3. FUNCIONALIDADES DE LA DOMÓTICA.....	13
2.3.1. <i>Seguridad</i> .....	13
2.3.2. <i>Ahorro</i> .....	14
2.3.3. <i>Bienestar</i> .....	14
2.3.4. <i>Confort</i> .....	14
2.4. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN DOMÓTICOS.....	14
2.4.1. <i>Protocolos estándares</i> .....	15

2.4.2.	<i>Protocolos propietarios</i> .....	15
2.5.	TOPOLOGÍAS DE RED .....	15
2.5.1.	<i>Topología en Estrella</i> .....	16
2.5.2.	<i>Topología en Anillo</i> .....	16
2.5.3.	<i>Topología en Bus</i> .....	16
2.5.4.	<i>Topología en árbol</i> .....	17
2.5.5.	<i>Topología mixta</i> .....	17
2.5.6.	<i>Topología punto a punto</i> .....	18
<b>CAPÍTULO 3</b> .....		<b>19</b>
INTRODUCCION A LONWORKS .....		19
3. INTRODUCCIÓN.....		19
3.1 ORÍGENES .....		19
3.1.1 <i>Elementos de una red Física LonWorks</i> .....		20
3.1.2 <i>Elemento lógico de la red LonWorks</i> .....		20
3.1.2.1 <i>Bloques Funcionales</i> .....		20
3.1.2.2 <i>Variables de Red</i> .....		20
3.1.2.3 <i>Propiedades de Configuración</i> .....		21
3.2 ARQUITECTURA Y TOPOLOGÍA.....		21
3.2.1 <i>Arquitectura</i> .....		21
3.2.2 <i>Topología</i> .....		22
3.2.3 <i>Componentes de infraestructura</i> .....		23
3.3 PROCESO DE DISEÑO.....		23
3.3.1 <i>Medios de transmisión</i> .....		23
3.3.2 <i>Instalación de la red física</i> .....		24
3.3.3 <i>Terminación</i> .....		25
3.4 SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS .....		25
3.4.1 <i>Tipos de dispositivo</i> .....		25
3.4.2 <i>Dispositivos de aplicación específica</i> .....		25
3.4.3 <i>Dispositivos comunes del sistema</i> .....		25
3.4.4 <i>Dispositivos libremente programables</i> .....		26
3.4.5 <i>Dispositivos de aplicación genérica</i> .....		26
3.5 CONTENIDOS DE UN DISPOSITIVO .....		26
3.5.1 <i>Contenidos de Hardware</i> .....		26



3.5.1.1	<i>Neuron chip</i> .....	26
3.5.1.2	<i>Tranceptor</i> .....	26
3.5.1.3	<i>Memoria externa</i> .....	26
3.5.1.4	<i>Pin de servicio</i> .....	26
3.5.1.5	<i>Leds de encendido y de servicio</i> .....	26
3.5.2	<i>Contenidos del Software</i> .....	27
3.5.2.1	<i>Firmware del Neuron Chip</i> .....	27
3.5.2.2	<i>Interfaz del dispositivo</i> .....	27
3.5.2.3	<i>Aplicación del dispositivo</i> .....	27
3.5.2.4	<i>Archivo de interfaz de un dispositivo</i> .....	27
3.5.3	<i>Programación de la red</i> .....	27
3.5.3.1	<i>Bloques funcionales</i> .....	27
3.5.3.2	<i>Tipos de representaciones</i> .....	27
3.5.4	<i>Variables de red</i> .....	28
3.5.4.1	<i>Tipos de variables de red estándar (SNVTs)</i> .....	28
3.5.4.2	<i>Tipos de variables de red de usuario (UNVTs)</i> .....	28
3.5.5	<i>Propiedades de configuración (CPs)</i> .....	28
3.5.5.1	<i>Tipos de propiedades de configuración estándar (SCPTs)</i> .....	28
3.5.5.2	<i>Tipos de propiedades de configuración de usuario (UCPTs)</i> ...	28
3.5.6	<i>Conexión de Variables de red</i> .....	29
3.5.7	<i>Comisión de dispositivos</i> .....	29
<b>CAPITULO 4</b> .....		<b>30</b>
	<b>DISEÑO DEL MODULO DE ENTRENAMIENTO DOMOTICO</b> .....	<b>30</b>
4.	<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO</b> .....	<b>30</b>
4.1	<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO</b> .....	<b>30</b>
4.1.1	<i>Requerimientos del sistema de entrenamiento</i> .....	<b>30</b>
4.2	<b>SISTEMA COMPACTO</b> .....	<b>31</b>
4.2.1	<i>Descripción General</i> .....	<b>31</b>
4.2.2	<i>Beneficios para el usuario</i> .....	<b>31</b>
4.2.3	<i>Características del sistema</i> .....	<b>32</b>
4.3	<b>ESPECIFICACIONES DE PERIFÉRICOS Y NODOS DE CONTROL</b>	
	<b>PERTENECIENTES A LA RED LONWORK</b> .....	<b>32</b>
4.3.1	<i>Supervisión integral de control de vivienda ISDV-210V3/I</i> .....	<b>32</b>

4.3.1.1	<i>Características técnicas</i> .....	33
4.3.1.2	<i>Interface de usuario</i> .....	34
4.3.2	<i>Sonda de temperatura IST-010</i> .....	36
4.3.2.1	<i>Características técnicas</i> .....	36
4.3.3	<i>Nodo de control INS-231/V3</i> .....	37
4.3.3.1	<i>Características técnicas.</i> .....	37
4.3.4	<i>Nodo de control INS-460/V3</i> .....	38
4.3.4.1	<i>Características técnicas</i> .....	38
4.3.5	<i>Nodo de control INP-120R/I</i> .....	39
4.3.5.1	<i>Características técnicas</i> .....	39
4.3.6	<i>Periférico lector de proximidad Wiegand ILP-200</i> .....	40
4.3.6.1	<i>Características técnicas</i> .....	40
4.3.7	<i>Nodo de control INM-030R/V3</i> .....	41
4.3.7.1	<i>Características técnicas</i> .....	41
4.3.8	<i>USB IAUSB-F</i> .....	42
4.3.8.1	<i>Características Técnicas</i> .....	42
4.3.9	<i>Fuente de voltaje DC-FA-45-WD</i> .....	43
4.3.9.1	<i>Características técnicas</i> .....	43
4.4	<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ENTRENAMIENTO</b> .....	43
4.4.1	<i>Estructura metálica del sistema</i> .....	43
4.4.1.1	<i>Norma IEC-61439</i> .....	44
4.4.1.1.1	<i>Aporte a la seguridad de su instalación</i> .....	44
4.4.1.1.2	<i>Las formas de separaciones internas</i> .....	44
4.4.1.1.3	<i>Buenas prácticas para mejorar la seguridad</i> .....	44
4.4.1.2	<i>Dimensionamiento de la estructura metálica</i> .....	45
4.4.2	<i>Distribución de los elementos</i> .....	47
4.4.3	<i>Cableado y etiquetado</i> .....	49
4.4.4	<i>Dimensionamiento de cables y circuitos de protección</i> .....	51
4.4.4.1	<i>Características técnicas de los dispositivos</i> .....	51
4.4.4.2	<i>Calculo del circuito de protección termo magnético</i> .....	51
4.4.4.2.1	<i>Cálculo</i> .....	52
4.4.4.3	<i>Dimensionamiento del cable</i> .....	52
4.4.5	<i>Listado de componentes</i> .....	54

<b>CAPITULO 5.....</b>	<b>56</b>
DISEÑO DE LAS GUIAS PRACTICAS DE LABORATORIO .....	56
5.1. <i>Formato de la caratula</i> .....	56
5.1.1. <i>Formato de caratula de trabajos preparatorios</i> .....	56
5.1.2. <i>Formato de caratula de guías de laboratorio</i> .....	57
5.2. EVALUACIÓN .....	57
5.3. TRABAJOS PREPARATORIOS Y GUÍAS DE LABORATORIO .....	57
5.3.1. <i>Laboratorio 1</i> .....	57
5.3.1.1. <i>Trabajo Preparatorio</i> .....	57
A. TEMA: INTRODUCCIÓN A LONMAKER.....	57
B. OBJETIVOS.....	57
a. <i>General</i> .....	57
b. <i>Específicos</i> .....	57
C. DESARROLLO.....	57
D. CUESTIONARIO.....	68
E. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	68
5.3.2. LABORATORIO 2.....	68
5.3.2.1. <i>Trabajo Preparatorio</i> .....	68
A. TEMA: NODO DE CONTROL INS-231-V3 .....	68
B. OBJETIVOS.....	68
a. <i>General</i> .....	68
b. <i>Específicos</i> .....	68
C. CUESTIONARIO.....	69
D. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	70
5.3.2.2. <i>Guía de laboratorio</i> .....	70
A. PRACTICA No. 2.....	70
B. TEMA: CONFIGURACIÓN Y PROGRAMACIÓN DEL NODO DE CONTROL INS 231.....	70
C. OBJETIVOS.....	70
a. <i>General</i> .....	70
b. <i>Específicos</i> .....	70
D. MATERIALES .....	71
E. DESCRIPCION DE LA PRACTICA .....	71

F. DESARROLLO.....	72
G. CUESTIONARIO.....	72
5.3.3. Laboratorio 3.....	72
5.3.3.1. Trabajo Preparatorio.....	72
A. TEMA: NODO DE CONTROL INS-460/R .....	72
B. OBJETIVOS.....	73
a. General.....	73
b. Específicos .....	73
C. CUESTIONARIO.....	73
D. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
5.3.3.2. Guía de laboratorio .....	74
A. PRACTICA DE LABORATORIO No. 3 .....	74
B. OBJETIVOS.....	74
a. General.....	74
b. Específicos .....	75
C. MATERIALES .....	75
D. DESCRIPCION DE LA PRACTICA .....	75
E. DESARROLLO.....	76
F. CUESTIONARIO.....	76
G. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
5.3.4. Laboratorio 4.....	77
5.3.4.1. Trabajo Preparatorio.....	77
A. TEMA: NODOS DE CONTROL INS-231R/V3 Y INM-030 .....	77
B. OBJETIVOS.....	77
a. General.....	77
b. Específicos .....	77
C. CUESTIONARIO.....	77
D. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	78
5.3.4.2. Guía de laboratorio .....	78
A. PRACTICA DE LABORATORIO No. 4 .....	78
B. TEMA:.....	78
C. OBJETIVOS.....	78
a. General.....	79
b. Específicos .....	79



D. MATERIALES .....	79
E. DESCRIPCION DE LA PRACTICA .....	79
F. DESARROLLO.....	80
5.3.5. Laboratorio 5.....	81
5.3.5.1. Trabajo Preparatorio .....	81
A. TEMA: NODO DE CONTROL INP-120 Y PERIFÉRICO ILP-200 .....	81
B. OBJETIVOS.....	81
a. General.....	81
b. Específicos .....	81
C. CUESTIONARIO.....	81
5.3.5.2. Guía de laboratorio .....	82
A. PRACTICA DE LABORATORIO No. 5 .....	82
B. TEMA.....	82
C. OBJETIVOS.....	82
a. General.....	82
b. Específicos .....	82
D. MATERIALES .....	83
E. DESCRIPCION DE LA PRACTICA .....	83
F. DESARROLLO.....	84
G. CUESTIONARIO.....	84
H. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	84
5.3.6. Laboratorio 6. ....	84
5.3.6.1. Trabajo Preparatorio .....	84
A. TRABAJO PREPARATORIO No. 6 .....	84
B. OBJETIVOS.....	84
a) General.....	84
b) Específicos .....	84
C. CUESTIONARIO.....	85
D. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	85
5.3.6.2. Guía de laboratorio .....	85
A. PRACTICA DE LABORATORIO No. 6 .....	85
B. TEMA.....	85
C. OBJETIVOS.....	85
D. MATERIALES .....	86

E. DESCRIPCIÓN DE LA PRACTICA .....	86
F. DESARROLLO.....	87
G. CUESTIONARIO.....	87
H. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	87
5.3.7. Laboratorio 7 .....	87
5.3.7.1. Trabajo Preparatorio .....	87
A. TEMA: INTEGRACIÓN DE NODOS DE CONTROL PARA AUTOMATIZACIÓN DE UN AUDITORIO .....	87
B. OBJETIVOS.....	87
a. General.....	87
b. Específicos .....	87
C. CUESTIONARIO.....	88
5.3.7.2. Guía de laboratorio .....	88
A. PRACTICA DE LABORATORIO No. 7 .....	88
B. OBJETIVOS.....	88
a. General.....	88
Integrar todos los nodos de control de la marca ISDE, Raspberry Pi y pantalla HMI para automatizar completamente un auditorio.....	88
b. Específicos .....	88
C. MATERIALES .....	89
D. DESCRIPCIÓN DE LA PRACTICA .....	89
E. DESARROLLO.....	89
F. CUESTIONARIO.....	90
5.3.8. Laboratorio 8 .....	90
5.3.8.1. Trabajo Preparatorio .....	90
A. TRABAJO PREPARATORIO No. 8 .....	90
B. OBJETIVOS.....	90
a. General.....	90
b. Específicos .....	90
C. CUESTIONARIO.....	90
D. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
5.3.8.2. Guía de laboratorio .....	91
A. PRACTICA DE LABORATORIO No. 8 .....	91
B. TEMA: AUTOMATIZACIÓN DE UN DEPARTAMENTO.....	91

C. OBJETIVOS.....	91
a. <i>General</i> .....	91
b. <i>Específicos</i> .....	91
D. MATERIALES .....	91
E. DESCRIPCION DE LA PRACTICA .....	92
F. DESARROLLO.....	92
G. CUESTIONARIO.....	93
H. REALICE EL GRAFICO DE LA RED LONWORKS.....	93
5.3.9. <i>Laboratorio 9</i> .....	93
5.3.9.1. <i>Trabajo Preparatorio</i> .....	93
A. TEMA: AUTOMATIZACIÓN DEL EXTERIOR DE UNA VIVIENDA .....	93
B. OBJETIVOS.....	93
a) <i>General</i> .....	94
b) <i>Específicos</i> .....	94
C. CUESTIONARIO.....	94
D. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
A. PRACTICA DE LABORATORIO No. 9 .....	94
B. OBJETIVOS.....	94
a) <i>General</i> .....	94
b) <i>Específicos</i> .....	95
C. MATERIALES .....	95
D. DESCRIPCION DE LA PRACTICA .....	95
E. DESARROLLO.....	96
F. CUESTIONARIO.....	96
<b>CAPITULO 6.....</b>	<b>97</b>
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	97
7.1. CONCLUSIONES .....	97
7.2. RECOMENDACIONES .....	97
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>99</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Funcionalidades de la Domótica .....	13
Tabla 2. Protocolos estándares en la Domótica .....	15
Tabla 3: Protocolos propietarios de la Domótica .....	15
Tabla 4. Capas del modelo OSI de ISO .....	19
Tabla 5. Características técnicas del ISDV-210.....	33
Tabla 6. Descripción de los iconos del SICOV .....	34
Tabla 7. Características técnicas del ISD-010 .....	36
Tabla 8. Características técnicas del nodo de control INS-231/V3 .....	37
Tabla 9. Características técnicas del nodo de control INS-460/V3 .....	38
Tabla 10. Características técnicas del nodo de control INP-120.....	39
Tabla 11. Características téc. del Periférico lector de proximidad ILP-200..	40
Tabla 12. Característica técnicas del Nodo de control INM-030 .....	41
Tabla 13. Características técnicas de la Interfaz IAUSB-F .....	42
Tabla 14. Características técnicas de la Fuente FA-45-WD .....	43
Tabla 15. Resumen de características técnicas de los dispositivos.....	51
Tabla 16. Diámetro de cables AWG.....	54

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Nodo de control ISDV-210V3/1.....	5
Figura 2. Nodo de control INS-231R/V3 .....	5
Figura 3. Nodo de control INS-460R/V3 .....	6
Figura 4. Nodo de control INP-120 R/I.....	6
Figura 5. Lector de Proximidad Wiegand ILP-200 .....	7
Figura 6. Periférico medidor de luz INM-030R/V3.....	7
Figura 7. Interfaz de red USB IAUSB-F .....	7
Figura 8. DC FA-45-WD fuente de alimentación de 12 Vdc para la red de control. ....	8
Figura 9. Topología estrella de una red Domótica .....	16
Figura 10. Topología anillo de una red Domótica .....	16
Figura 11. Topología de bus de una red Domótica .....	17
Figura 12. Topología en árbol de una red Domótica.....	17
Figura 13: Topología mixta de una red Domótica .....	18



Figura 14: Topología punto a punto de una red Domótica.....	18
Figura 15. Sistema de entrenamiento Allen Bradley de "Electrical Engineering - University of Michigan" .....	31
Figura 16. Nodo de control ISDV-210 .....	33
Figura 17. Sonda de temperatura IST-010 .....	36
Figura 18: Nodo de control INS-231/V3.....	37
Figura 19: Nodo de control INS-460/V3.....	38
Figura 20: Nodo de control INP-120, .....	39
Figura 21: Periférico lector de proximidad ILP-200 .....	40
Figura 22. Nodo de control INM-030.....	41
Figura 23. Interfaz IAUSB-F.....	42
Figura 24: Fuente FA-45-WD.....	43
Figura 25. Vista frontal y dimensiones de la estructura metálica .....	45
Figura 26. Vista trasera y dimensiones de la estructura metálica .....	46
Figura 27. Estructura metálica terminada .....	47
Gráfico 28: Diseño de la distribución de elementos en el tablero .....	48
Figura 29. Elementos y dispositivos montados en el tablero .....	49
Figura 30. Cableado .....	50
Figura 31. Etiquetado de cables .....	50
Figura 32. Interfaz de red USB IAUSB-F .....	58
Figura 33: Icono de Lonworks interface .....	58
Figura 34. Ventana principal de LonWorks interface .....	58
Figura 35. Mensaje que indica que LON2 está activada.....	59
Figura 36. Icono de LonMaker .....	59
Figura 37: Ventana de configuración de LonMaker .....	59
Figura 38. Pantalla de inicio de Microsoft Visio.....	60
Figura 39. Pantalla de configuración de la red LonWorks.....	61
Figura 40. Ventana de configuración del modo de trabajo.....	61
Figura 41. Interfaz de LonMaker en Microsoft Visio.....	62
Figura 42. Formas básicas de LonMaker.....	62
Figura 43. Ventana de nuevo dispositivo .....	63
Figura 44. Ventana de configuración del nuevo dispositivo .....	64
Figura 45: Nodo de la red .....	64
Figura 46. Menú para comisionar un dispositivo.....	64

Figura 47. Venta para cargar el firmware al nodo .....	65
Figura 48. Firmwares disponibles .....	65
Figura 49. Ventana para cargar el firmware al nodo de control .....	66
Figura 50. Ventana de espera de corto en service pin del nodo de control .	66
Figura 51. Cortocircuito del pin de servicio .....	66
Figura 52. Nodo en color verde, indica que está funcionando correctamen_ te con el firmware cargado.....	67
Figura 53. Abrir la tabla de variables del firmware del nodo de control especificado .....	67
Figura 54: tabla de variables.....	68

## RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene el objetivo de mejorar las competencias de los estudiantes de la carrera de electrónica, automatización y control, en la materia de domótica, con un aporte positivo en la parte práctica de la materia, a consecuencia de que el estudiante deberá simular situaciones reales que se pueden presentar dentro de una vivienda, dando como resultado el interés y entusiasmo del estudiante hacia la materia. Para lograr esto se han realizado nueve guías prácticas de laboratorio con sus respectivos trabajos preparatorios. El presente proyecto fue realizado en dos etapas principales, la primera es el diseño e implementación del sistema y la segunda etapa es el diseño y desarrollo de las nueve guías prácticas, como resultado de estas etapas se logró obtener un sistema ergonómico, móvil y didáctico que cuenta con conectores tipo banana de 4mm para cada una de las entradas y salidas de los nodos de control, esto ayudara al progreso del estudiante en la forma interconectar los equipos. Además se integró la tecnología LonWorks con Raspberry pi y una pantalla Nextion táctil de 7 pulgadas, con el objetivo que el estudiante pueda a futuro realizar automatización confiable de ambientes que sea de bajo costo. Los equipos que se usaron para la implementación del sistema son de la marca ISDE, que trabaja bajo el protocolo abierto Lonworks, lo que permite una arquitectura distribuida en donde su principal ventaja es la escalabilidad dentro de un proyecto real. Dentro de la universidad de las fuerzas armadas ESPE existen tres módulos de entrenamiento domóticos, que encuentran subutilizados y no cuentan con las características que presenta el presente sistema de entrenamiento como son automatización de sistemas de acceso, iluminación, persianas y gestión de alarmas. Contamos con conectores Jack banana de 4mm interconectado a cada nodo sensor y actuador para que el estudiante ponga en práctica la forma de conexión.

### **PALABRAS CLAVE:**

- **DOMÓTICA**
- **PROTOCOLO LONWORKS**
- **ISDE**
- **SISTEMA DE ENTRENAMIENTO**

## **ABSTRACT**

The objective of the present titling work is to improve the skills of students in the field of electronics, automation and control in domotics, with a positive contribution in the practical part of the subject, as a consequence of which the student should Simulate real situations that can arise in the automation of housing, resulting in the interest and enthusiasm of the student towards the subject. To achieve this, nine practical laboratory guides have been prepared with their respective preparatory work. The present project was carried out in two main stages, the first is the design and implementation of the system and the second stage is the design and development of the nine practical guides, as a result of these stages it was possible to obtain an ergonomic, mobile and didactic system that Has banana connectors of 4mm for each of the inputs and outputs of the control nodes, this will give the student the knowledge and ability to interconnect the equipment. In addition, LonWorks technology was integrated with Raspberry pi and a 7-inch Nextion touch screen, with the goal that the student could in the future implement reliable automation of environments that is inexpensive. The equipment used for the implementation of the system are brand ISDE, which works under the open protocol Lonworks, allowing a distributed architecture where its main advantage is the scalability within a real project. Within Armed Forces College - ESPE there are three home automation training modules, which are underutilized and do not have the features presented by the present training system such as automation of access systems, lighting, blinds and alarm management.

### **KEY WORDS:**

- **DOMOTIC**
- **LONWORKS PROTOCOL**
- **ISDE**
- **TRAINING SYSTEM**



## **CAPÍTULO 1**

### **1. INTRODUCCIÓN**

Debido a la gran necesidad que tenemos de dar un nombre a las cuatro paredes en las que vivimos y tenerle un gran aprecio, muchas veces pensamos que es un refugio personal y en ocasiones nuestro lugar de confort, seguridad o placer, tratamos de adecuarlo de acuerdo a nuestras necesidades.

Con el paso del tiempo los avances tecnológicos, como el internet de las cosas, comunicaciones inalámbricas y dispositivos inteligentes, han generado un mayor confort en la vida cotidiana de las personas, al igual que todos estos avances la Domótica han generado una mayor calidad de vida en las personas, además de brindarles seguridad y bienestar.

En sus comienzos la Domótica era considerada con un lujo innecesario, pero poco a poco se convirtió en algo favorable, debido que no solo brindaban comodidad, sino seguridad, confort y ahorro energético.

La Domótica permite integrar dispositivos eléctricos y electrónicos para que el usuario se beneficie de las prestaciones que estos brindan con mayor facilidad y comodidad.

En el Ecuador, la Domótica ha crecido considerablemente durante los últimos años, tanto así que existen varias empresas que se dedican a la creación de espacios inteligentes en casas y edificios, entre las cuales mencionaremos a Innotec, Tecno Global, SODEL, Smart Home, entre otras.

#### **1.1 Antecedentes**

En la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, se tiene departamentos académicos entre ellos el departamento de Eléctrica y Electrónica (el cual fue creado el 25 de abril de 1977) (DEPARTAMENTO DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA - DEEE, 2015). Dentro de dicho departamento se oferta la carrera de Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control, la cual consta de distintos laboratorios para desarrollar las competencias de los estudiantes con el fin de aportar un valor agregado a la carrera de Automatización y Control en el área de Domótica e Inmótica.

Cabe definir el término Domótica, “Referido a la ciencia y a los elementos desarrollados por ella que proporcionan algún nivel de automatización o automatismo dentro de una vivienda” (Soláns Campo, 2005). Cuando el ámbito de la automatización aumenta hasta abarcar un edificio o inmueble pasa a denominarse Inmótica, que se lo define como “a la gestión técnica orientada a los grandes edificios como hoteles, museos, oficinas, bancos, almacenes, etc.” (Henaó Merchán, 2006). Se diferencia con la Domótica porque abarca edificaciones más grandes, con distintos fines específicos y se enfoca a la calidad de vida y del trabajo.

La Domótica en sus inicios, fue visto como un sistema a implementar solo en las altas clases sociales, pero ese fue un concepto erróneo que se tenía de este tipo de sistemas, ya que todo dependerá de la necesidad específica y del alcance económico del cliente, es decir que se puede instalar un sistema Domótico sin una fuerte inversión económica teniendo en cuenta los grandes beneficios que nos presenta la Domótica como lo son el ahorro energético, confort, seguridad, accesibilidad, entre otras ventajas que ayudan en la economía final del usuario.

La Domótica se maneja mediante varios estándares, entre los más utilizados se pueden citar: “EIB, EHS, X-10, Batibus, Konnex, Bacnet, Cebus y Lonworks” (Hernaó Merchán, 2006); El presente proyecto de tesis se basa en el estándar Lonworks, que tiene una aceptación a nivel mundial ya que es un estándar abierto, dicho de otra manera, permite la incorporación a la red de nuevos elementos, que es un factor importante para que un sistema Domótico sea escalable.

Cabe mencionar las prestaciones que se citan a continuación: “Lonworks es una tecnología muy robusta y fiable por lo que está especialmente indicada para la automatización industrial, ámbito del que procede; últimamente enfocado a la vivienda” (Navarrete Quiroz, 2005). El estándar Lonworks que “facilita la intercomunicación entre nodos sin perder recursos de cálculo, que recibe un mensaje de red y ejecuta la orden inmediatamente como respuesta al mensaje” (Navarrete Quiroz, 2005). El término nodo es “el dispositivo que

recibe, procesa y envía las señales Domóticas procedentes de los sensores hacia los actuadores” (Castiñeda , 2013).

La materia de Domótica que actualmente se dicta en la universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE, está conformada de una parte teórica y una parte práctica. Sin embargo, en la práctica los estudiantes realizan proyectos al final de cada parcial pero no utilizan los softwares ni hardware adecuados para la implementación de los mismos. Es necesario mencionar que la Universidad cuenta con módulos Domóticos, los cuales se encuentran ubicados en los laboratorios de Eléctrica y Electrónica, sin embargo, no se los utiliza debido a que estos no son portables y poco didácticos.

Para el correcto aprendizaje de la materia la parte práctica es indispensable para mejorar los conocimientos aprendidos en clase, la cual es sustentada debido a que los módulos existentes se encuentran subutilizados, complicando que el estudiante obtenga nuevas competencias académicas.

## **1.2 Justificación e Importancia**

Debido a que en el Ecuador la Domótica está empezando a tomar impulso, la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE será una de las pioneras en impulsar esta alternativa de automatización de viviendas en la carrera de Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control. (Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2011).

En la Universidad de las Fuerzas Armadas-ESPE se oferta la materia de Domótica la cual no dispone de un sistema de entrenamiento Domótico que sea compacto (integración de sensores actuadores y nodos en un solo panel), móvil (fácil traslado de un lugar a otro), de espacio reducido y ergonómico (que facilite el manejo de los equipos para los estudiantes), el cual se adapte a las necesidades del Departamento de Eléctrica y Electrónica.

El laboratorio destinado para las prácticas de Domótica es utilizado para varias materias como son prácticas de PLC, prácticas de Robótica y prácticas de Control de Procesos. Esto hace que el laboratorio tenga algunos módulos para todas las materias involucradas, razón por la cual el módulo a realizarse debe tener requerimientos mínimos como son: el tamaño, la facilidad de movilidad, fácil mantenimiento y espacio para un computador.

La materia de Domótica consta de una parte teórica y una parte práctica para su entendimiento. Con la realización del sistema de entrenamiento, se fortalecerá la parte teórica mediante las diferentes prácticas como son sistemas de iluminación en una vivienda, control de accesos y sistemas de seguridad (como detección de gas, detección de intrusos, etc.).

El objetivo fundamental de implementar un sistema de entrenamiento Domótico con las características anteriormente mencionadas es fomentar una enseñanza más activa, participativa e individualizada, donde se ponga en práctica la teoría aprendida y se impulse la investigación y el espíritu crítico. De este modo se favorece que el alumno: desarrolle habilidades y se familiarice con el manejo de los diferentes instrumentos y módulos que le serán útiles para su vida profesional dentro de este campo de la ingeniería.

Actualmente la universidad cuenta con tres módulos Domóticos que se encuentran en el Departamento de Eléctrica y Electrónica. Sin embargo, los estudiantes no realizan prácticas en ellos porque no existe un sistema de entrenamiento que cumpla con las características antes mencionadas.

La elaboración de este proyecto, permitirá mejorar las competencias de los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electrónica, Automatización y Control en el ámbito de la Domótica.

Mediante el módulo de entrenamiento a realizarse; se simulará diferentes escenarios en la automatización e integración de diferentes sistemas eléctricos y electrónicos dentro de la vivienda, con lo cual los futuros Ingenieros Electrónicos en Automatización y Control, poseen una nueva oportunidad en el campo laboral.

Mediante la elaboración de este proyecto se estimula al estudiante a impulsar el conocimiento en el área de la Domótica, como una solución del futuro, la cual ayudará al ahorro energético y la seguridad de las viviendas y personas. Además, que se puede conseguir resultados a corto plazo para dar soluciones de automatización de viviendas y edificios.

Este sistema es un complemento didáctico en su tarea de enseñanza ya que cuenta con guías de laboratorio pre establecidas y desarrolladas para que

el estudiante fortalezca en la práctica lo aprendido en las clases teóricas. Además, cada nodo, actuador, sensor y pulsador cuentan con sus salidas interconectadas a banana jack de 4mm montadas en el panel frontal para un acceso fácil y rápido, para que el estudiante desarrolle sus habilidades en conexiones entre nodos, sensores y actuadores.

### 1.3 Alcance

El presente proyecto pretende diseñar e implementar un sistema que permita el entrenamiento en sistemas Domóticos, enfocado a los estudiantes de Ingeniería en Electrónica Automatización y Control. Los Componentes del sistema de Entrenamiento Domótico a utilizar son:

- ISDE modelo ISDV-210V3/I



**Figura 1.** Nodo de control ISDV-210V3/I

Dispositivo que sirve para la supervisión integral de toda la vivienda mediante códigos telefónicos o tonos DTMF de teléfono.

- Nodo de control estándar INS-231R/V3



**Figura 2.** Nodo de control INS-231R/V3

Dispositivo que se encarga del control de cada estancia, cuenta con dos circuitos independientes de conmutación y dos entradas extras para sensores.

- Nodo de control avanzado INS-460/V3



**Figura 3.** Nodo de control INS-460R/V3

Dispositivo que sirve para el control y supervisión de cuadros eléctricos. Gestión de alarmas y elementos de control.

- Nodo lector de proximidad INP-120 R/I



**Figura 4.** Nodo de control INP-120 R/I

Dispositivo encargado del control de accesos mediante lectores de proximidad, posee una memoria interna para almacenar los datos y comunicación con LonWorks.

- Lector de Proximidad Wiegand ILP-200



**Figura 5.** Lector de Proximidad Wiegand ILP-200

Periférico que permite la verificación de tarjeta de acceso válido, acceso inválido, ocupado, mediante dos luces indicadoras.

- Nodo medidor de Luz INM-030R/V3



**Figura 6.** Periférico medidor de luz INM-030R/V3

Dispositivo que indica la luminosidad que existe en una determinada área.

- Interfaz de Red USB IAUSB-F



**Figura 7.** Interfaz de red USB IAUSB-F

Dispositivo USB que permite la conexión de la red de control con el computador.

- Fuente de voltaje DC FA-45-WD



**Figura 8.** DC FA-45-WD fuente de alimentación de 12 Vdc para la red de control.

La propuesta para la realización de este proyecto consiste en los siguientes aspectos:

Se implementará un módulo de entrenamiento compacto con dimensiones estándar (1,60mx 1,20mx 0.60m), la estructura será de tol galvanizado con la finalidad de facilitar el transporte del módulo, las conexiones, cableado y etiquetado estarán sujetas a normativas internacionales vigentes establecidas por la IEC (Comisión Electrotécnica Internacional) que definen los requerimientos técnicos que deben cumplir en el diseño de un módulo o tablero eléctrico de baja tensión. Estas características proporcionaran beneficios como: Facilidad de Mantenimiento, Capacidad para futura escalabilidad en Hardware, Facilidad del traslado del Sistema.

El sistema de entrenamiento contará con soportes para la instalación de un computador el cual tendrá la facultad de configurar los elementos que requieran de programación. Dispondrá de toma corrientes y sistema de iluminación para facilitar la visualización al estudiante.

El sistema de entrenamiento estará basado en el estándar Lonworks, el mismo que por ser un estándar abierto y de tecnología muy robusta y fiable nos permitirá integrar varios elementos adicionales a los ya existentes, quedando como aporte de los autores del proyecto los elementos adicionales que se requieran para la elaboración del sistema, todo esto con la finalidad de conseguir un sistema escalable que permita simular diferentes áreas dentro de una vivienda en el mismo sistema.



El sistema de entrenamiento es un complemento didáctico en la tarea de enseñanza para que el estudiante disponga de los siguientes beneficios: poner en práctica lo aprendido en las clases teóricas, permitiendo integrar los equipos necesarios para desarrollar las actividades propuestas en las guías prácticas y de esta manera fortalecer las destrezas para el uso de los equipos, además se contará con un sistema rápido de conexión entre nodos sensores y actuadores, de esta manera el estudiante desarrollará sus habilidades para realizar conexiones de una manera adecuada.

Se diseñará nueve guías prácticas que serán desde lo más elemental como la configuración y programación de los equipos seguido de prácticas con sistemas individualizados. Con esto se asegurará que el profesional de la ESPE se encuentre listo para desarrollarse en la vida profesional en el campo de la Domótica.

Los módulos del sistema de entrenamiento tendrán su documentación técnica la cual incluye: los planos eléctricos, esquemas de montajes y especificaciones técnicas, con el propósito de proveer al docente la facilidad en el manejo y mantenimiento de cada módulo.

Una vez culminado el módulo de entrenamiento Domótico, se garantizará el funcionamiento de todas las guías antes mencionadas, realizando las pruebas necesarias con las diferentes guías prácticas, para posteriormente evaluar el funcionamiento del sistema de entrenamiento.

Como punto muy importante debemos tener en cuenta, que el proyecto de titulación pretende mejorar las competencias del estudiante para que en su vida profesional consiga obtener una nueva oportunidad laboral y ayudar a la matriz productiva del Ecuador.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Diseñar e implementar un sistema de entrenamiento Domótico utilizando el estándar Lonworks para el mejorar las destrezas y reforzar el aprendizaje del estudiante

### **1.4.2. Objetivos Específico**

- Diseñar guías de prácticas académicas orientadas a sistemas Domóticos empezando desde la configuración hasta la integración completa de sistemas individualizados para viviendas.
- Diseñar una estructura física para la implementación del sistema de entrenamiento Domótico el cual debe ser móvil, compacto y ergonómico
- Diseñar un sistema mediante el cual el estudiante realice las interconexiones entre los equipos, sensores y actuadores de forma rápida y sencilla.

### **1.5 Descripción general del proyecto**

El presente proyecto de titulación consta del estudio del estado del arte en lo más relevante de la teoría Domótica, además de la sección de diseño e implementación del sistema de entrenamiento Domótico bajo el estándar Lonworks, se presentaran la resolución de las guías prácticas de una manera detalla, al igual que los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en el sistema implementado, se entregaran en la parte de anexos los diferentes planos tanto eléctricos como mecánicos, además los esquemas de conexión y un manual de usuario para el correcto funcionamiento del sistema de entrenamiento Domótico.

Para la parte del diseño se tomará en cuenta las recomendaciones y especificaciones del fabricante para el uso y protección de los equipos de control. Se tomará en cuenta los diferentes calibres de conductores para la interconexión, así como la distribución física de los nodos, sensores actuadores y equipos de protección.

## **CAPÍTULO 2**

### **FUNDAMENTOS TEÓRICOS**

#### **2. Fundamentos de la Domótica**

##### **2.1. Historia de la Domótica**

Las viviendas han sufrido grandes variaciones a lo largo del tiempo y los siglos, como: tamaño, tipo de material, altura, diseño, etc. Si pensamos un poco en la antigüedad podemos sacar de conclusión que las cuevas eran el mayor refugio para los cavernícolas, poco a poco estas cuevas se fueron convirtiendo en pequeñas casas hechas de paja y tierra con más de 100 años de duración y con el tiempo se ha ido dando un énfasis importante a la construcción de viviendas, hoy en día ya se puede imprimir una casa por completo en una impresora 3D y con esto se han ido generando necesidades, las cuales en la actualidad se las puede resolver con un sistema Automatizado.

Con el desarrollo de la electrónica, el internet de las cosas, comunicaciones móviles y la informática nace un concepto nuevo de automatización, pero enfocado a un nivel de viviendas y edificios donde su principal función es el de brindar una mejor calidad de vida tanto en la vivienda como en el lugar de trabajo.

Se puede decir que en la actualidad la vivienda es algo vivo, donde cada sistema de un área puede interactuar con otro de un área diferente tales sistemas pueden ser de iluminación, accesos, persianas, entre otros. Se dice que una casa es un guante ajustado a la mano (Martín, Fernando, & Vacas, 2006) donde cada sistema nos brinda bienestar y confort.

En sus inicios la Domótica nace como un lujo que muy pocos accedían, la Domótica comienza en los años 70 con los primeros dispositivos para la automatización de edificios, se puede decir que su verdadero comienzo se da en los años 80 cuando ya se tenía dispositivos en el mercado. La Domótica logra integrar dispositivos eléctricos y electrónicos logrando comunicarse para lograr un bien común.

Mediante el sistema de cableado estructurado los edificios logran la conexión de terminales y redes, con lo cual reciben el nombre de edificios inteligentes por su automatismo al servicio del cliente. Uno de los primeros sistemas que se integran fue el sistema X-10 en Estados Unidos el cual se accionaba por control remoto, en la actualidad por tratarse de una tecnología que trabaja en las líneas de baja tensión es una de las mejoras opciones en el mercado.

La Domótica ha evolucionado de tal forma que ahora mediante los sistemas cableados o inalámbricos han permitido la integración de más dispositivos y con esto suplir las falencias que tuvo en un inicio los primeros dispositivos.

La Domótica no solo permite tener confort sino también seguridad y ahorro energético, por esta razón la Domótica en la actualidad es una necesidad y un complemento para los hogares.

## **2.2. Conceptos de la Domótica**

En la Grecia clásica existían casa señorial las cuales fueron denominadas Domos, este término también hacía referencia a la morada de los dioses, este término se modificó cuando se lo traslado al latín “Domus” su significado era relacionado con familia, el hogar y el edificio.

Los romanos por su parte construyeron sus viviendas bajo la tipología domus, que es una vivienda urbana unifamiliar.

El diccionario francés se refiere al término “domotique” desde el año 1998 y en España como termino Domótica que proviene del término del latín domus (casa) y del griego αὐτόματοç (automática). En Estados Unidos aparecen los primeros dispositivos con tecnología X-10 en la década de los setenta, donde su principal objetivo era generar ahorro energético debido a la crisis petrolera. El concepto de Domótica se ha interpretado de varias maneras como por ejemplo “casa inteligente”, “Smart house” o “hogar digital” donde la electrónica e informática se integran para realizar el control y supervisión de los elementos existentes de una vivienda.(Martín et al., 2006)

Cada autor tiene su concepto y su forma de entender la palabra Domótica, lo que debemos tener en cuenta es que Domótica no es una vivienda

inteligente, debido a que el usuario no debe perder el control de la vivienda, más bien los sistemas Domóticos lo que permiten es que el usuario disponga de más tiempo libre para otras actividades, tenga menos trabajo doméstico, se sienta seguro y esto le brinde bienestar.

Se puede interpretar como vivienda Domótica a un hogar que incluya una infraestructura de cableado y equipos adecuados para disponer de servicios avanzados en la misma, se puede definir la Domótica como la integración de los automatismos de una vivienda que interactúan entre si mediante una red de comunicaciones. (Martín et al., 2006)

### 2.3. Funcionalidades de la Domótica

Se puede decir que la Domótica está estructurada bajo cuatro pilares fundamentales (seguridad, ahorro, bienestar y confort). De esta manera se ha logrado desarrollar varios servicios y aplicaciones para viviendas y edificios.

#### Tabla 1:

Funcionalidades de la Domótica (*Castiñeda , 2013*)

<b>Seguridad</b>	Provee de seguridad a los integrantes y bienes dentro de la vivienda.
<b>Ahorro</b>	Se habla de ahorro energético debido a la correcta utilización de los recursos.
<b>Bienestar</b>	Ayuda a mejorar la calidad de vida de sus ocupantes.
<b>Confort</b>	Brinda un ambiente más confortable y cómodo sin preocuparse de la realización de tareas.

#### 2.3.1. Seguridad

La seguridad es una de las principales funcionalidades de la Domótica o la Inmótica. Cuando se enfoca a la seguridad que nos brinda la Domótica, hablamos de seguridad para los ocupantes y bienes de la vivienda como robos o accidentes.

La seguridad de una vivienda o un ocupante de la misma es que disponga de un sistema de alarma ante un intruso o tener horarios de ingreso

determinados, esto puede emplearse con los empleados encargados de la limpieza, además se tiene acciones rápidas si se presenta una fuga de gas o agua para que no afecte a sus habitantes.

### **2.3.2. Ahorro**

Cuando la Domótica tuvo sus primeros inicios se hablaba de costo altos, hoy en día se tiene precios y aplicaciones accesibles para todas las economías. Cuando hablamos de ahorro nos referimos a la correcta utilización de recursos como son: el consumo de agua, consumo de gas y consumo eléctrico.

Un ejemplo de ahorro de agua se da cuando en un jardín controlamos el nivel de humedad y el sistema sabe la cantidad exacta de agua que se necesita.

Un ejemplo de consumo de electricidad se da cuando las luces de la vivienda se encienden y se apagan cuando es necesario o mejor aún se encienden la cantidad necesaria.

### **2.3.3. Bienestar**

Cuando hablamos de bienestar nos referimos a la calidad de vida que mejora si disponemos de un sistema Domótico, por ejemplo, no preocuparnos del riego del jardín o del encendido de luces o apertura de persianas, esto nos ayuda a tener una vida más tranquila y nos genera más tiempo para las ocupaciones de placer o en el mejor de los casos pasar más tiempo con personas queridas.

### **2.3.4. Confort**

Nos facilita acciones repetitivas mediante automatización de rutinas, nos mejora el monitoreo de la vivienda de una manera local y remota, nos da la oportunidad de programar un estilo de vida como despertarnos con una buena música o una taza de café.

## **2.4. Protocolos de comunicación Domóticos**

Podemos mencionar algunos protocolos o estándares de comunicación como se describe en la siguiente tabla.

### 2.4.1. Protocolos estándares

**Tabla 2:**

Protocolos estándares en la Domótica (*Castiñeda , 2013*)

<b>Lon Works</b>	Se encuentra homologado bajo la norma iso donde se engloba las 7 capas del modelo iso
<b>BACnet</b>	Fue desarrollado para edificios inteligentes y control de redes
<b>KNX</b>	Protocolo estándar abierto y normado en el continente europeo, se generó al unir tecnologías como: Batibus y EIB
<b>X-10</b>	Es el más antiguo de los protocolos se lo usa para enviar datos por las líneas de baja tensión y baja velocidad se puede decir que era considerado uno de los más baratos.

### 2.4.2. Protocolos propietarios

**Tabla 3:**

Protocolos propietarios de la Domótica (*Soláns Campo, 2005*)

<b>My Home</b>	Creado para el sector residencial y terciario, gran automatización de iluminación y amigable con el medio ambiente.
<b>Lutron</b>	Fue creado para la automatización de iluminación inteligente en todos sus aspectos
<b>ggThunder</b>	Protocolo creado para generar múltiples aplicaciones inteligentes con tecnología de punta.
<b>ModBus</b>	Es un protocolo situado en el nivel 7 del modelo OSI en la capa aplicada de mensajería, proporciona una comunicación cliente/servidor para equipos ubicados en diferentes redes.

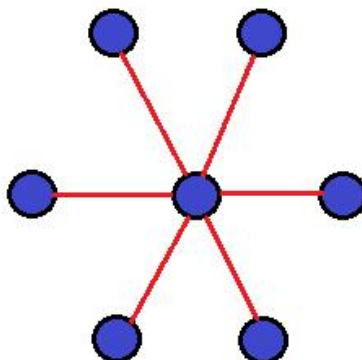
## 2.5. Topologías de red

La topología de una red Domótica se refiere a la forma en la cual la red se encuentra diseñada, sea esta física o lógica.

La topología de una red Domótica es la representación de la relación entre los nodos que se unen entre sí.

### 2.5.1. Topología en Estrella

En este tipo de topología se tiene un enlace punto a multipunto donde un nodo central se conecta con los demás nodos de la red, esta configuración de es utilizada por sistemas centralizados como se muestra en la figura.

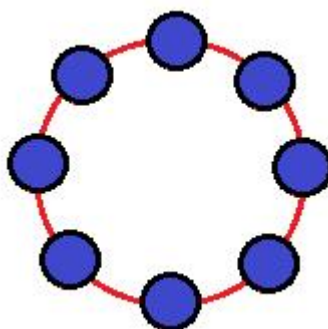


**Figura 9.** Topología estrella de una red Domótica

Tecnologías que aceptan estas topologías son: LonWorks, KNX, LUTRON, THUNDER, MODBUS.

### 2.5.2. Topología en Anillo

En este tipo de topología cada nodo tiene una línea de conexión punto a punto con los nodos que está a sus lados. Las señales se transmiten a lo largo del anillo en una sola dirección, o de nodo a nodo, hasta llegar a su destino.



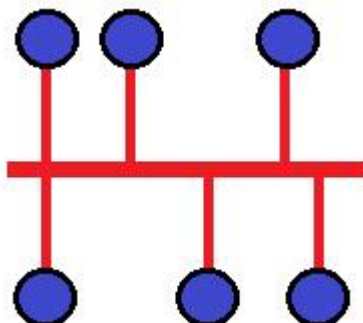
**Figura 10.** Topología anillo de una red Domótica

Tecnologías que aceptan estas topologías son: Lon Works

### 2.5.3. Topología en Bus



Se puede decir que esta topología es como tener un solo cable donde todos los nodos y dispositivos de la red están conectados, esta topología es multipunto.

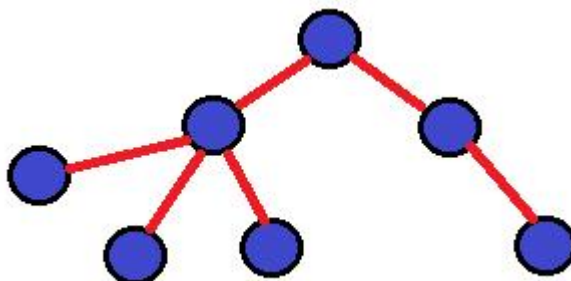


**Figura 11.** Topología de bus de una red Domótica

Tecnologías que aceptan estas topologías son: LonWorks, KNX, X-10, MY HOME, MODBUS.

#### 2.5.4. Topología en árbol

Esta topología es una variante de la topología en estrella, donde los nodos del árbol están conectados a un nodo principal que controla el tráfico de red.

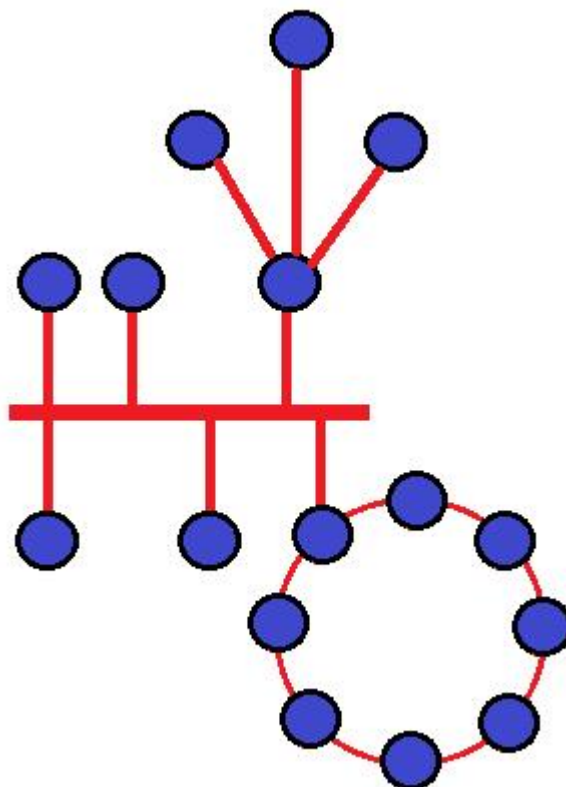


**Figura 12.** Topología en árbol de una red Domótica

Tecnologías que aceptan estas topologías son: Lon Works, KNX, MODBUS.

#### 2.5.5. Topología mixta

Esta topología es la unión de una o varias topologías.



**Figura 13:** Topología mixta de una red Domótica

Tecnologías que aceptan estas topologías son: Lon Works, KNX, MODBUS.

#### 2.5.6. Topología punto a punto

Esta topología comunica por un canal únicamente dos nodos o dispositivos.



**Figura 14:** Topología punto a punto de una red Domótica

Tecnologías que aceptan estas topologías son: Lon Works y Bacnet

## CAPÍTULO 3

### INTRODUCCION A LONWORKS

#### 3. Introducción

##### 3.1 Orígenes

Echelon fue una empresa fundada en 1988 por Armas Clifford Markkula fue un gran empresario, fue el iniciador de los Sistemas de control Distribuidos, años antes fue cofundador de la empresa Apple junto a Steve Jobs quien apporto con su experiencia en los negocios.

La empresa Echelon nació con la idea de que pequeñas computadoras se interconectarán entre si dentro de un ambiente cotidiano y pudieran monitorear lo que ocurría a su alrededor de esta forma se puede describir a la aplicación de la tecnología LonWorks. En Echelon se fabricaban Neuro Chips los cuales eran el alma de los sistemas LON, los cuales desde sus inicios fue impulsada como una tecnología abierta por esta razón los Neuron fueron fabricados por Toshiba, Cypress y Motorola(Canovas, Chermont, & Cugnasca, 2005)

El protocolo LonWorks era conocido como LonTalk el cual era protocolo y estándar ANSI/EIA 709.1 Control Networking Standard es considerado el corazón sistema LonWorks, este sistema envía y recibe mensajes entre dispositivos, la red del sistema LonWorks permite interactuar con herramientas remotas. (Meseguer, Jim, Rosique, & Cartagena, 2010)

El protocolo LonWorks se basa en las 7 capas del sistema OSI basada en paquetes caracterizado porque los nodos conectados al protocolo se comportan de iguales entre sí. Con este protocolo podemos decir que no existe cliente/servidor.

#### Tabla 4:

Capas del modelo OSI de ISO fuente:(Ramos & Silmer, 2006)

---

#### Modelo OSI

---

*continua* 

<b>Capa de Aplicación</b>	Programas de aplicación que usan la red
<b>Capa de Presentación</b>	Estandariza la forma en que se presentan los datos a las aplicaciones
<b>Capa de Sesión</b>	Gestiona las conexiones entre aplicaciones cooperativas
<b>Capa de Transporte</b>	Proporciona servicios de detección y corrección de errores
<b>Capa de Red</b>	Gestiona conexiones a través de la red para las capas superiores
<b>Capa de Enlace de Datos</b>	Proporciona servicio de envío de datos a través del enlace físico
<b>Capa Física</b>	Define las características físicas de la red material

### 3.1.1 Elementos de una red Física LonWorks

Dentro de una red física tenemos dispositivos como nodos, sensores y actuadores los cuales para este proyecto de titulación se los explicara en el capítulo 4.

### 3.1.2 Elemento lógico de la red LonWorks

#### 3.1.2.1 Bloques Funcionales

Un bloque funcional es aquel que lleva la función de un dispositivo. Dentro de una red podemos tener varios bloques funcionales, los cuales pueden hacer referencia a un mismo dispositivo o nodo, dentro de los bloques funcionales se encuentran las variables de red (Meseguer et al., 2010)

#### 3.1.2.2 Variables de Red

Se denomina variables de red a los datos dinámicos enviados y recibidos por los dispositivos (NVs). Las variables de red son características que son independientes del tipo de señal recibida por los dispositivos. Para la programación de los dispositivos LonMark dispone de dos tipos de variables de red: Estándares o SNVTs, y también variables de Red de usuario o UNVTs,

para abarcar más necesidades del dispositivo si las SNVTs no llegaran a ser suficiente.

### 3.1.2.3 Propiedades de Configuración

El usuario puede configurar las propiedades de las variables mediante valores que hacen que el nodo se comporte de una forma específica. Mediante LonMark definimos los Tipos de Propiedades de Configuración Estándares o SCPTs para mejorar la interoperabilidad. De acuerdo a los fabricantes de dispositivos se definen los Tipos de Propiedades de configuración del usuario o UCPTs, para abarcar más necesidades del dispositivo si las SCPT no llegaran a ser suficientes.(Coque & Naranjo, 2012)

## 3.2 Arquitectura y topología

### 3.2.1 Arquitectura

Cuando hacemos referencia a un sistema Domótico y nos referimos a su arquitectura, específicamente describimos la estructura de red, esta estructura se clasifica en Arquitectura centralizada, Arquitectura descentralizada, Arquitectura distribuida y Arquitectura híbrida o mixta.

#### Tabla 5:

Tipos de Arquitecturas (Ponce Moromenacho, 2011)

<b>Arquitectura centralizada</b>	En un sistema Domótico hablamos de un nodo o controlador centralizado el cual envía toda la información a los actuadores y recibe toda la información de los sensores.
<b>Arquitectura descentralizada</b>	En un sistema Domótico descentralizado, se refiere a varios nodos o controladores interconectados en un bus, donde

*continua* 

	cada uno de ellos envía y recibe información entre si.
<b>Arquitectura distribuida</b>	En un sistema Domótico distribuido, cada sensor o actuador es capaz de enviar y recibir información según su configuración o información ya que se puede comportar como nodo o controlador.
<b>Arquitectura hibrida o mixta</b>	En un sistema Domótico mixto se combinan las diferentes arquitecturas donde se puede tener un nodo central o varios nodos descentralizados y pueden enviar o recibir información según su configuración.

### 3.2.2 Topología

En un sistema Domótico tenemos un canal físico en donde podemos tener hasta 32385 nodos, y podemos tener más de un canal dentro de un mismo sistema. El protocolo LonWorks soporta varias topologías como: bus, anillo y estrella. Dependiendo de los transceptores se determina el número de nodos de un canal al igual que la distancia máxima de transmisión entre los nodos del canal.

#### Tabla 6:

Topologías utilizadas en una red Lonworks(Ponce Moromenacho, 2011)

<b>Topología de bus</b>	En este tipo de topología todos los dispositivos están conectados a un bus común. La información viaja a una velocidad aproximada de 10/100 Mbps. Se pueden conectar varios nodos al bus donde la redundancia
-------------------------	---

*continua* 

	ayudaría que el sistema no falle. Se puede utilizar cable coaxial, par trenzado o fibra óptica.
<b>Topología libre</b>	En este tipo de topología tenemos la ventaja de que si un nodo falla dentro del sistema no afecta al resto de la red.

### 3.2.3 Componentes de infraestructura

#### 3.3 Proceso de diseño

Dentro de una red LonWorks encontramos subredes las cuales soportan un agrupamiento lógico de 127 dispositivos y pueden existir hasta 255 subredes en un dominio.

En el canal físico donde se comunican los dispositivos se caracteriza por el tipo de transceptor, dentro de un canal puede existir subredes, pero por lo general solo incluye una. Se puede conectar varios canales a través de un ruteador LonWorks.

##### 3.3.1 Medios de transmisión

El protocolo Lonworks o también ASI/EIA 709.1 no depende de los medios de transmisión, su medio físico se caracteriza por su tipo de transceptor de los dispositivos. Por esta razón la red LonWorks se aplica a cualquier red que tenga un transceptor LonWorks.

Los medios utilizados para la transmisión pueden ser: Par trenzado o Twisted Pair, Cable Coaxial, Fibra Óptica, Radiofrecuencia y Corrientes Portadoras o Power Line.

#### Tabla 7:

Par Trenzado como medio de transmisión(Ponce Moromenacho, 2011)

<b>Par Trenzado</b>	En la actualidad disponemos de tres tipos de par trenzado, según su número de pares tenemos de 2, 4
---------------------	---

*continua* 

---

y 8 pares estos son reconocidos por la norma ANSI/TIA/EIA-568-A. El propósito del transado es para evitar interferencias

La velocidad está en el orden de los 10-100Mbps y su ancho de banda depende del grosor del cable.

Se tiene dos tipos de par trenzado el no blindado y el blindado.

No Blindado o más conocido como UTP es uno de los más ocupados por su bajo costo, aunque tiene limitaciones de velocidad y distancia, además su tasa de error es mucho mayor.

Blindado o más conocido como STP es un cable donde cada par está cubierto por una malla metálica como en los cables coaxiales y cubre todos los pares con una lámina blindada, con esto se reduce la tasa de error, aunque es costo es mucho más elevado que un cable UTP.

---

### **3.3.2 Instalación de la red física**

Las conexiones de una red son lo más importante debido a que por fallas en las conexiones se producen gran porcentaje de los errores dentro de una red, al momento de la implementación física de la red se recomienda tener en cuenta algunos criterios.

Se debe tomar en cuenta la topología de red seleccionada

Escoger el adecuado tipo de cable tomando en cuenta la velocidad y la distancia.

Se debe dimensionar el cable tomando en cuenta las distancias debido a la caída de tensión que se produce.

Es preferible utilizar el cableado de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.



### **3.3.3 Terminación**

Una parte fundamental son las terminaciones, con esto aseguramos el funcionamiento óptimo de la red con par trenzado.

Una característica importante de las terminaciones son que absorben las reflexiones de las señales no deseadas. Cuando no se tiene terminaciones se puede ocasionar corrupciones en los paquetes, se debe tener una relación entre la terminación y el tipo de topología del transceiver. (Coque & Naranjo, 2012)

### **3.4 Selección de dispositivos**

La selección de dispositivos en la etapa de diseño de cualquier proyecto Domótico es importante para el correcto desempeño del mismo, independientemente de la marca del equipo que se va a utilizar, se incluirá información acerca de hardware y software la cual debe ser usada adecuadamente para que el dispositivo funcione adecuadamente dentro de la aplicación.

#### **3.4.1 Tipos de dispositivo**

La función que cumple un determinado equipo dentro de la red determina el tipo de dispositivo a ser utilizado. Dentro de los tipos de dispositivos podemos tener:

- Dispositivo de aplicación específica
- Dispositivos comunes del sistema
- Dispositivos libremente programables
- Dispositivos de aplicación genérica

#### **3.4.2 Dispositivos de aplicación específica**

Un dispositivo de aplicación específica cumple con una función o un grupo de funciones relativas a una clase de control como por ejemplo gestión de alarmas, control de acceso, control de iluminación.

#### **3.4.3 Dispositivos comunes del sistema**

Los dispositivos comunes se encuentran a lo largo de la red y desarrollan funciones que aplican a múltiples dispositivos de la red como por ejemplo programadores horarios y alarmas.

#### **3.4.4 Dispositivos libremente programables**

Los dispositivos libremente programables son dispositivos que permiten programación y configuración del software propietario. Generalmente cuentan con entradas y salidas universales.

#### **3.4.5 Dispositivos de aplicación genérica**

Los dispositivos de aplicación genérica son dispositivos que no son cumplen funciones específicas a un tipo determinado de función sino cumplen funciones generales de control.

### **3.5 Contenidos de un dispositivo**

#### **3.5.1 Contenidos de Hardware**

##### **3.5.1.1 Neuron chip**

El neuron chip es el procesador que se encarga de implementar el protocolo ANSI/EIA 709.1 el cual comunica al dispositivo con la red LONWORKS

##### **3.5.1.2 Tranceptor**

El tranceptor es la parte del hardware que se encarga de la transmisión y recepción de información a la red

##### **3.5.1.3 Memoria externa**

La memoria externa almacena la aplicación que está ejecutando el dispositivo.

##### **3.5.1.4 Pin de servicio**

El pin de servicio son pines que se encuentran en los nodos de control los cuales se cortocircuitan para enviar a la red el Neuron ID de los dispositivos cuando sea necesario.

##### **3.5.1.5 Leds de encendido y de servicio**

Los leds de encendido y de servicio son luces de aviso para indicar el estado en que se encuentra dicho dispositivo.

## **3.5.2 Contenidos del Software**

### **3.5.2.1 Firmware del Neuron Chip**

El firmware implementa el protocolo LonTalk el cual es necesario para que el dispositivo pueda comunicarse con la red LonWorks. En el caso de que el dispositivo tenga un procesador distinto se debe implementar el protocolo ANSI/EIA 709.1

### **3.5.2.2 Interfaz del dispositivo**

Se define a interfaz de un determinado dispositivo, a la forma que otros dispositivos pueden comunicarse con él.

### **3.5.2.3 Aplicación del dispositivo**

La aplicación del dispositivo define el objetivo del mismo. Esto puede orientarse a una aplicación específica, genérica o abiertamente programada. Realiza las siguientes funciones:

- Procesa y controla el comportamiento local de entradas y salidas
- Controla como y cuando son enviadas las variables de red.
- Incluye documentación propia e identificador personal (ID).

### **3.5.2.4 Archivo de interfaz de un dispositivo**

El archivo de interfaz de es un archivo que describe completamente el contenido del dispositivo incluyendo variables de red, propiedades de configuración, bloques funcionales y características de hardware. Este archivo tiene .XIF que puede ser abierto y leído por cualquier editor de texto. Esta información permite entender de mejor manera cualquier dispositivo, esta información se la puede ver en la página web de Echelon.

## **3.5.3 Programación de la red**

El estándar LONWORKS usa programación grafica orientada a objetos la cual tiene varias herramientas tales como bloques funcionales y conexiones de variables de red.

### **3.5.3.1 Bloques funcionales**

### **3.5.3.2 Tipos de representaciones**

Los bloques funcionales pueden representar los siguientes tipos de función.

- Entrada / Salidas
- Controladores o nodos de control
- Control distribuido en el sistema

#### **3.5.4 Variables de red**

Las variables de red incluyen la definición de los bloques funcionales. Las variables de red son los encargados del envío y lectura de determinados datos entre dispositivos por medio de la red.

##### **3.5.4.1 Tipos de variables de red estándar (SNVTs)**

Se define los SNVTs para representar los tipos de datos comunes que envían y reciben dispositivos, esto ayudando a la interoperabilidad entre dispositivos.

##### **3.5.4.2 Tipos de variables de red de usuario (UNVTs)**

Las variables UNVTs se definen en caso de que las variables de red existentes no cumplan con las necesidades del desarrollador.

#### **3.5.5 Propiedades de configuración (CPs)**

Son valores que definen el comportamiento del dispositivo, estos valores son configurables por el usuario. Estos valores se almacenan en la memoria no volátil del dispositivo, de manera que solo se lo configure una sola vez.

##### **3.5.5.1 Tipos de propiedades de configuración estándar (SCPTs)**

Las propiedades de configuración estándar representan maneras usuales de configurar los dispositivos los cuales están definidos en la asociación LONMARK.

##### **3.5.5.2 Tipos de propiedades de configuración de usuario (UCPTs)**

En el caso de que no existan las propiedades de configuración estándar de dispositivo de diferentes fabricantes, estos pueden definir sus propiedades de configuración del dispositivo; pero siempre y cuando el fabricante defina las UCPTs de manera estándar y sean certificadas por LONMARK

### **3.5.6 Conexión de Variables de red**

En el entorno LonMaker es posible conectar una salida NV a una entrada NV, esta conexión se la conoce como “Conexión Virtual”. Este tipo de conexión permite enviar el estado de un determinado evento a la red, y ser leído por cualquier otro dispositivo.

### **3.5.7 Comisión de dispositivos**

Las herramientas de administración de red llevan a cabo el comisionado a través de la identificación del dispositivo mediante su ID del Neuron, asignándole la respectiva subred/nodo, y descargando las definiciones de las variables de conexión de red y los valores de las variables de configuración. Pueden ser cargados los valores de configuración del dispositivo introduciendo manualmente el ID del Neuron o cortocircuitando el pin de servicio del equipo que se desea comisionar.

## CAPITULO 4

### DISEÑO DEL MODULO DE ENTRENAMIENTO DOMOTICO

#### 4. Descripción del sistema de entrenamiento

El sistema de entrenamiento Domótico usando el protocolo LONWORKS presenta nueve prácticas de laboratorio diseñadas de tal forma que el estudiante sea capaz, al finalizar las mismas, de integrar equipos Domóticos que usan protocolo LONWORKS con equipos que nos permiten realizar proyectos Domóticos de bajo costo.

##### 4.1 Diseño del sistema de entrenamiento

Para realizar el diseño y posterior implementación del módulo de entrenamiento, es necesario conocer todos los requerimientos que este proyecto debe solventar.

##### 4.1.1 Requerimientos del sistema de entrenamiento

Los principales objetivos de la realización de este proyecto, es que el estudiante, se familiarice con equipos Domóticos con el protocolo LONWORKS que actualmente se encuentran vigentes en el medio, que puedan integrar esta tecnología con controladores de bajo costo y principalmente que al finalizar las practicas el estudiante tenga las condiciones para desempeñarse adecuadamente en el campo laboral, en lo que a Domótica se refiere.

Debe tener periféricos y nodos de control que funcionen bajo el protocolo LONWORKS.

Debe tener periféricos y controladores de bajo costo

Debe tener un controlador confiable y fiable que se pueda integrar con los nodos de control que trabajan bajo el protocolo LONWORKS.

Presentar los actuadores de una forma didáctica que motive el aprendizaje del estudiante

La conexión de cada uno de los sensores y actuadores la debe realizar el estudiante, pero de una forma fácil y rápida.

Generación de guías prácticas que implique un conocimiento amplio de cada uno de los nodos de control con sus respectivos periféricos.

## 4.2 Sistema compacto

De acuerdo con los requerimientos planteados del sistema de entrenamiento Domótico, este debe ser didáctico, por lo que se consideró que el sistema cuente con todas las herramientas necesarias para que el estudiante realice las prácticas de laboratorio.

En los laboratorios de eléctrica la Universidad "University of Michigan" de Estados Unidos se usa este modelo de sistema de entrenamiento compacto ya que este cumple con los estándares de ergonomía, pedagogía y una futura escalabilidad del sistema (Díaz Morocho & Vizcaino Asimbaya, 2016).

### 4.2.1 Descripción General

Las dimensiones de la estructura son de 1.6m de alto, 1.2m de ancho y 0.6m de profundidad, además en la parte lateral cuenta con soportes para la instalación de una computadora la cual será usada por los estudiantes para la programación de los nodos de control



**Figura 15.** Sistema de entrenamiento Allen Bradley de "Electrical Engineering - University of Michigan"

Fuente: (Díaz Morocho & Vizcaino Asimbaya, 2016)

### 4.2.2 Beneficios para el usuario

- Aplicación de los conceptos teóricos en el laboratorio de Domótica.
- Fácil y rápida interconexión de los elementos
- Facilidad de mantenimiento y escalabilidad del sistema.
- Facilidad de traslado del sistema.
- Introducir al estudiante con equipos Domóticos que se usan en el mundo laboral.

#### **4.2.3 Características del sistema**

- Estructura de tol galvanizado de 1/16.
- Dimensiones: 1.6m de alto, 1.2m de ancho y 0.6m de profundidad.
- Cuatro ruedas de 4 pulgadas de diámetro de uso industrial, que tengan cada una su respectivo freno y que soporte un peso mínimo de 100 Kg
- Doble fondo metálico

### **4.3 Especificaciones de periféricos y nodos de control pertenecientes a la red LONWORK**

#### **4.3.1 Supervisión integral de control de vivienda ISDV-210V3/I**

El SICOV es un equipo en el que están integradas todas las funciones de control necesarias para una supervisión integral de la vivienda. Para ello, aglutina funciones de control de la vivienda mediante códigos telefónicos, actuación sobre distintos elementos (luces, electroválvulas, etc.) y recepción de alarmas procedentes de detectores. Además, en algunas versiones, es posible integrar el portero automático de la vivienda en la telefonía (exterior e interior) de la vivienda.

Las funciones de supervisión integral de la vivienda con las que cuenta el SICOV son:

- Vigilancia particular de la vivienda en ausencia de inquilinos
- Vigilancia de alarmas técnicas
  - Detección de Agua
  - Detección de Gas (ISDE, Hoja de características ISDV 210, 2010) (ISDE, hoja de características INS 460/v3, 2010) (ISDE, hoja de características INS-231R/V3, 2010) (ISDE, hoja de características INP-120, 2010) (ISDE, hoja de características INM 030, 2010) (ISDE, hoja de características ILP 200, 2010) (ISDE,



hoja de características FA-45-WD, 2010) (ISDE, hoja de características IAUSB-F, 2010)

- Detección de Humo
- Detección de fuego
- Detección de intrusión en una, dos y hasta tres zonas de vigilancia
- Centralización de alarmas hacia conserjería o portería.
- Módulo telefónico para comunicación de incidencias al usuario.
- Conexión remota de sistema de Calefacción a través del teléfono.
- Integración de portero automático en telefonía interior de vivienda.
- Control de encendido / apagado de calefacción, luces, etc.
- Aviso de falta de suministro eléctrico
- Función Domoportero
- Consulta de hasta 2 zonas de temperatura. (ISDE, hoja de características INS-231R/V3, 2010)



**Figura 16.** Nodo de control ISDV-210 fuente: (ISDE, Hoja de características ISDV 210, 2010)

#### 4.3.1.1 Características técnicas

**Tabla 8:**

Características técnicas del ISDV-210, fuente: (ISDE, Hoja de características ISDV 210, 2010)

CARACTERISTICAS	VALOR
<b>Alimentación</b>	230 VAC





continua 

<b>Potencia Consumida</b>	<6w
<b>Contacto de conmutación</b>	Relé con potencia sobre contacto de 1000VA
<b>Medida de temperatura</b>	2 canales
<b>Velocidad de comunicación</b>	78Kbps
<b>Sujeción Mecánica</b>	Carril DIN
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-10 c a + 60 c
<b>Humedad</b>	5% a 90% sin condensación
<b>Dimensiones</b>	160mm x 90mm x 60mm

#### 4.3.1.2 Interface de usuario


Tabla 9:


Descripción de los iconos del SICOV (*ISDE, Hoja de características ISDV 210, 2010*)

<b>ICONO BLOQUEO:</b>	<b>Indica que el acceso remoto al sistema se ha bloqueado, tras varios intentos de acceso denegados.</b>
	
<b>ICONO DETECTOR DE RINGS:</b>	Indica, cada vez que se ilumina que se está recibiendo un tono.
	
<b>ICONO TOMA DE LÍNEA:</b>	Indica que el equipo está tomando la línea telefónica para realizar una llamada.
	
<b>ICONO DESVÍO DE LLAMADA:</b>	Pulsando sobre él, activamos o desactivamos el desvío de llamada.
	

continua 

<p><b>ICONO DE ESTADO DE LAS SALIDAS:</b></p> 	<p>Cuando una de las salidas es activada se ilumina el icono correspondiente.</p>
<p><b>ICONO AGUA:</b></p> 	<p>Cuando está iluminado indica que la vigilancia de agua esta activada.</p>
<p><b>ICONO GAS:</b></p> 	<p>Cuando está iluminado indica que la detección de gas esta activada.</p>
<p><b>ICONO FUEGO:</b></p> 	<p>Cuando está iluminado indica que la detección de fuego esta activada.</p>
<p><b>ICONO ALARMA MÉDICA:</b></p> 	<p>Cuando esta iluminada indica que la detección de alarma médica esta activada.</p>
<p><b>ICONO SUMINISTRO:</b></p> 	<p>Este icono es el encargado de indicar al usuario el fallo de suministro eléctrico.</p>
<p><b>ICONOS DE VIGILANCIA:</b></p> 	<p>El SICOV dispone de dos zonas de vigilancia de intrusión representadas en estos dos iconos.</p>

<p><b>ICONO DE SIMULACIÓN DE PRESENCIA:</b></p> 	<p>Pulsando sobre este icono se activa o desactiva la simulación de presencia.</p>
---	--

<p><b>LLAVE:</b></p> 	<p>Mediante la llave se activa o desactiva el sistema de vigilancia.</p>
--	--

#### 4.3.2 Sonda de temperatura IST-010

La sonda de temperatura IST-010 es un sensor de temperatura de reducidas dimensiones con un amplio margen de medida, alta resolución y que usa protocolo de un hilo para la lectura de temperatura. (ISDE, hoja de características INS-231R/V3, 2010)



**Figura 17.** Sonda de temperatura IST-010

Fuente: (ISDE, Hoja de características IST-010 , 2010)

##### 4.3.2.1 Características técnicas

**Tabla 10:**

Características técnicas del ISD-010, (ISDE, Hoja de características IST-010 , 2010)

---

**CARACTERISTICAS**

---

*continua* 

<b>Alimentación convencional</b>	5 Vdc
<b>Alimentación alternativa</b>	Por bus de comunicación
<b>Consumo</b>	1.5 miliamperios
<b>Margen de medida</b>	-55 c a 125 c
<b>Resolución</b>	0.1 c

#### 4.3.3 Nodo de control INS-231/V3

El nodo de control INS-231/V3 es un dispositivo de tecnología LONWORKS fabricado por ISDE, incorpora la electrónica para adaptar sondas de agua, soporta pulsadores estándar, así como sensores de gas, fuego, humo, etc.

Tiene cuatro entradas y dos salidas. El fabricante ha creado una amplia gama de firmwares para este dispositivo. (ISDE, hoja de características INS-231R/V3, 2010)



**Figura 18:** Nodo de control INS-231/V3

Fuente: (ISDE, hoja de características INS-231R/V3, 2010)

##### 4.3.3.1 Características técnicas.

**Tabla 11:**

Características técnicas del nodo de control INS-231/V3, (ISDE, hoja de características INS-231R/V3, 2010)

<b>CARACTERISTICAS</b>	
<b>Alimentación</b>	12 Vdc
<b>Consumo en reposo</b>	2mA
<b>Consumo máximo</b>	80mA

continua 

<b>Número de entradas</b>	4 (libres de tensión)
<b>Número de salidas</b>	2 (electromecánicas mediante relé)
<b>Velocidad de comunicaciones</b>	78Kbps
<b>Humedad de funcionamiento</b>	5% a 90% sin condensación

#### 4.3.4 Nodo de control INS-460/V3

El nodo de control INS-460/V3 es un dispositivo fabricado por ISDE, el cual está orientado a la gestión de alarmas y control de elementos, cuenta con una amplia gama de firmwares para adaptarse a diferentes aplicaciones de control, cuenta con 6 entradas y cuatro salidas. (ISDE, hoja de características INS 460/v3, 2010)



**Figura 19:** Nodo de control INS-460/V3

Fuente: (ISDE, hoja de características INS 460/v3, 2010)

##### 4.3.4.1 Características técnicas

**Tabla 12:**

Características técnicas del nodo de control INS-460/V3, (ISDE, hoja de características INS 460/v3, 2010)

<b>CARACTERISTICAS</b>	
<b>Alimentación</b>	120 – 230 Vac
<b>Grado de protección</b>	12-24 Vdc / 110mA max
<b>Número de entradas</b>	6 libres de tensión
<b>Número de salidas</b>	4 electromecánicas mediante relé

continua 

<b>Velocidad de comunicación</b>	<b>de</b>	78 kbps
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	<b>de</b>	0 – 55 c
<b>Sujeción mecánica</b>		Carril DIN
<b>Humedad</b>		20% - 85% sin condensación

#### 4.3.5 Nodo de control INP-120R/I

El nodo de control INP-120R/I es fabricado por ISDE, es un nodo lector de Wiegand 26 bits, es compatible con los periféricos ILP-100 y ILP-200, proporciona dos entradas libres de tensión, permite el control de accesos o eliminación mediante la validación de tarjetas incluidas en una lista blanca, la cual es de flexible actualización.

Cuenta con un reloj interno el cual permite al nodo la fecha y hora en cada instante, de acuerdo con este reloj se puede configurar las tarjetas para que estas se encuentren en la lista blanca o no. (ISDE, hoja de características INS 460/v3, 2010)



**Figura 20:** Nodo de control INP-120

Fuente: (ISDE, hoja de características INS 460/v3, 2010)

##### 4.3.5.1 Características técnicas

**Tabla 13:**

Características técnicas del nodo de control INP-120

CARACTERISTICAS	
<b>Alimentación red eléctrica</b>	120 Vac – 230 Vac
<b>Alimentación Bus de sistema</b>	12Vdc
<b>Potencia consumida en reposo</b>	1.2W

continua 

<b>Potencia consumida en funcionamiento</b>	2.7W
<b>Grado de protección</b>	IP20
<b>Número de entradas</b>	2 libres de tensión
<b>Número de salidas</b>	2
<b>Velocidad</b>	78Kbps
<b>Sujeción mecánica</b>	Carril DIN
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	0 c – 45 c
<b>Humedad</b>	5-90% sin condensación

#### 4.3.6 Periférico lector de proximidad Wiegand ILP-200

El periférico ILP-200 es fabricado por la marca ISDE, es un periférico lector Wiegand 26 bits o ISO, configurable por jumpers, compatible sistema de control de accesos, tiene dos leds, uno verde que indica acceso permitido y uno rojo que indica acceso denegado. (ISDE, hoja de características ILP 200, 2010)



**Figura 21:** Periférico lector de proximidad ILP-200

Fuente: (ISDE, hoja de características ILP 200, 2010)

##### 4.3.6.1 Características técnicas

**Tabla 14:**

Características técnicas del Periférico lector de proximidad ILP-200, (ISDE, hoja de características ILP 200, 2010)

CARACTERISTICAS		VALOR
<b>Eléctricas</b>	Alimentación	12Vdc/5Vdc

continua 



	Consumo	50 – 70 mA
	Frecuencia	125 KHz
<b>Generales</b>	Distancia	Mínima entre lectores 60 cm
	Rango del lector control	20 – 50 mm
		Verificación de validación de tarjeta
<b>Ambientales</b>	Temperatura de operación	-5 c a 50 c
	Humedad	10% a 93%

#### 4.3.7 Nodo de control INM-030R/V3

El nodo de control INM.030R/V3 es fabricado por ISDE, es un nodo de control que tiene implícito un medidor de luz en las bandas 300nm a 1100nm de alta sensibilidad. Es apto para medir luz del día, luz blanca, blanco frío, blanco cálido, incandescentes. (ISDE, hoja de características INM 030, 2010)



**Figura 22.** Nodo de control INM-030

Fuente: (ISDE, hoja de características INM 030, 2010)

##### 4.3.7.1 Características técnicas

**Tabla 15:**

Características técnicas del Nodo de control INM-030, (ISDE, hoja de características INM 030, 2010)

CARACTERISTICAS	
<b>Alimentación</b>	9 -16 Vdc
<b>Consumo</b>	25mA

continua 

<b>Velocidad de comunicación</b>	<b>de</b>	78Kbps
<b>Detección</b>		Fotodiodo de bajo ruido
<b>Espectro de medida</b>		300nm a 1100 nm
<b>Sujeción mecánica</b>		Caja estanca IP65
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	<b>de</b>	-10 c a 50 c
<b>Humedad</b>		5% a 90% sin condensación

#### 4.3.8 USB IAUSB-F

La interfaz IAUSB-F de marca IADE, es el dispositivo que permite la conexión de un ordenador con una red de control LonWorks a través del puerto USB de la PC.



**Figura 23.** Interfaz IAUSB-F

Fuente: (ISDE, hoja de características IAUSB-F, 2010)

##### 4.3.8.1 Características Técnicas

**Tabla 16:**

Características técnicas de la Interfaz IAUSB-F, (ISDE, hoja de características IAUSB-F, 2010)

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>Rango de temperatura de funcionamiento</b>	De 0 c a 70 c
<b>Humedad</b>	25 a 90% si condensación
<b>Transceptor</b>	FTT-10
<b>Compatibilidad USB</b>	Compatible con el certificado USB 2.0 Compatible con USB 1.1
<b>Indicadores luminosos</b>	Servicio(Ámbar), transmitir(verde), recibir(verde)

### 4.3.9 Fuente de voltaje DC-FA-45-WD

La fuente de alimentación FA-45-WD es fabricada por ISDE, proporciona la alimentación necesaria para que los equipos de funcionen correctamente, tiene protección contra cortocircuitos, sobreconsumo y sobretensiones. (ISDE, hoja de características FA-45-WD, 2010)



**Figura 24:** Fuente FA-45-WD

Fuente: (ISDE, hoja de características FA-45-WD, 2010)

#### 4.3.9.1 Características técnicas

**Tabla 17:**

Características técnicas de la Fuente FA-45-WD, (ISDE, hoja de características FA-45-WD, 2010)

CARACTERISTICAS	
<b>Alimentación</b>	120 – 230 Vac
<b>Tensión de salida estándar</b>	15Vdc
<b>Rango de tensión de salida configurable</b>	13.5 – 16.5
<b>Potencia suministrada</b>	Hasta 45W
<b>Sujeción mecánica</b>	Carril DIN
<b>Temperatura de funcionamiento</b>	-10 c a 45 c
<b>Humedad</b>	De 5 a 90% sin condensación

## 4.4 Diseño del sistema de entrenamiento

### 4.4.1 Estructura metálica del sistema

El diseño de la estructura metálica del sistema de entrenamiento cuenta con un diseño ergonómico y las conexiones y ubicación de los elementos estarán sujetos a la normativa IEC-61439, la misma que garantiza seguridad de la instalación y de las personas, así como la vida útil del tablero.

#### **4.4.1.1 Norma IEC-61439**

La normativa IEC-61439 es un estándar definido por la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) destinado a garantizar la concepción óptima y el buen funcionamiento de tableros armados, aborda todos los temas relacionados con un tablero eléctrico, desde sus características mecánicas, operacionales y funcionales, hasta las condiciones de transporte, guardado e instalación. Se aplica a tableros eléctricos de baja tensión con una tensión máxima nominal de 1000V en corriente alterna o 1500V en corriente continua. (LEGRAND, 2013)

##### **4.4.1.1.1 Aporte a la seguridad de su instalación**

El tablero a norma está diseñado, construido y ensayado para garantizar la mínima probabilidad de ocurrencia de fallas internas, así como para asegurar la protección de las personas y los equipos instalados.

Las separaciones internas permiten evitar la propagación de los arcos eléctricos.

- Los cortocircuitos y sobre calentamiento
- Las perturbaciones electromagnéticas.
- Movimientos sísmicos. (LEGRAND, 2013)

##### **4.4.1.1.2 Las formas de separaciones internas**

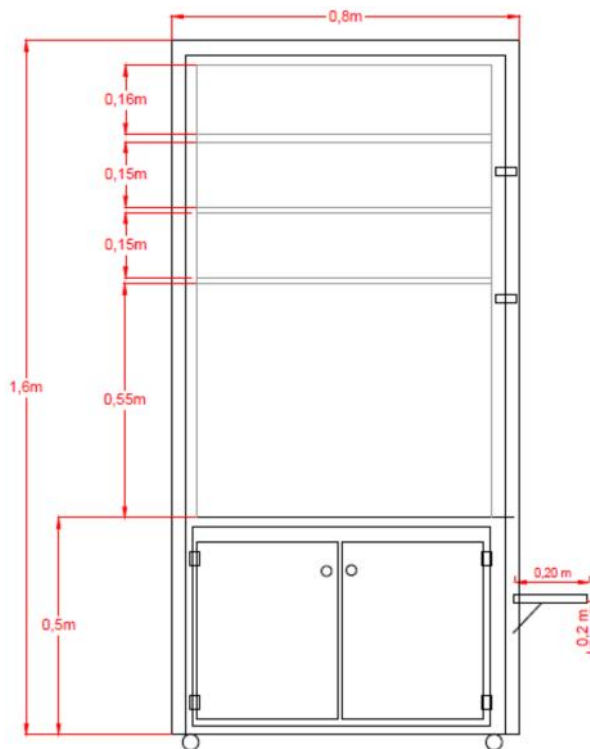
Para evitar la propagación de arco eléctrico se recomienda separar las unidades funcionales, barras y bornes de salida. (LEGRAND, 2013)

##### **4.4.1.1.3 Buenas prácticas para mejorar la seguridad**

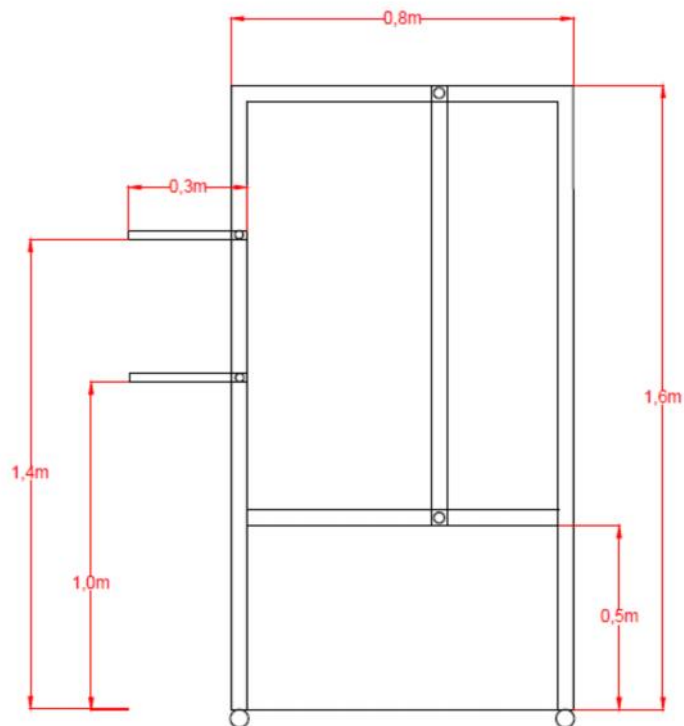
- Verificación y marcación del apriete de las conexiones para evitar sobre calentamiento y minimizar el riesgo de tener cables energizados sueltos
- Verificación de presencia de bloqueos en puntos clave del tablero. (LEGRAND, 2013)

#### 4.4.1.2 Dimensionamiento de la estructura metálica

De acuerdo con los requerimientos del usuario la estructura metálica tendrá las medidas indicadas en la figura 25, donde además se aprecia los respectivos soportes para el monitor y CPU de la computadora. Además, en la parte inferior cuenta con un gabinete en donde se guardarán los cables con los que el estudiante realizara las prácticas propuestas



**Figura 25.** Vista frontal y dimensiones de la estructura metálica



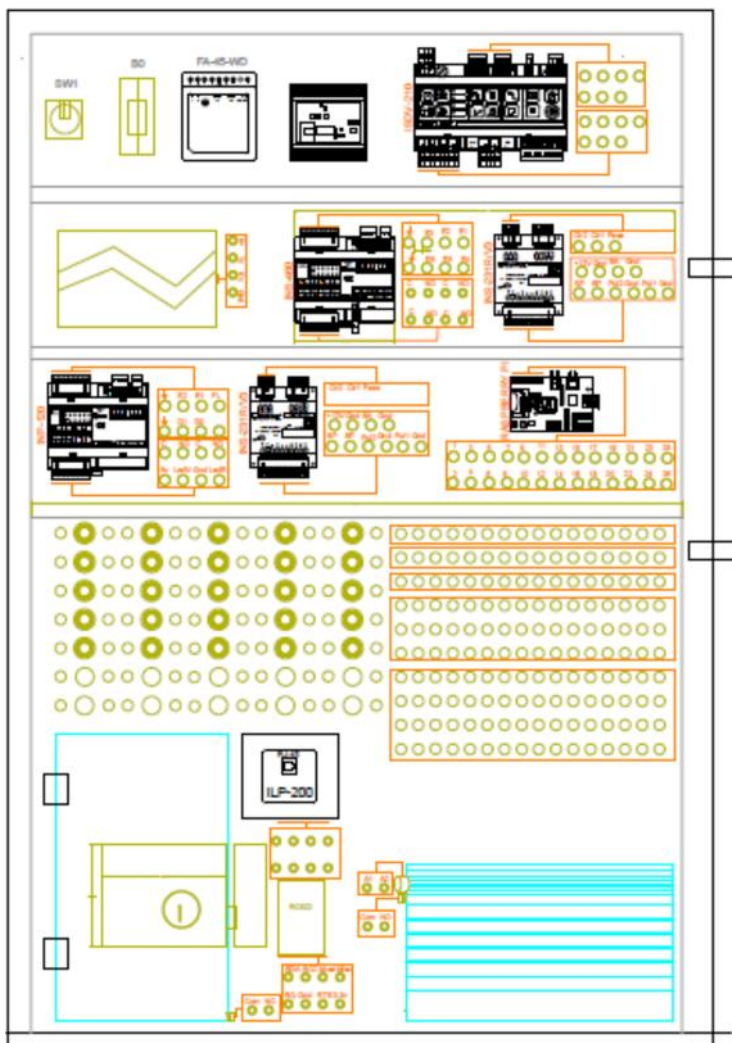
**Figura 26.** Vista trasera y dimensiones de la estructura metálica



**Figura 27.** Estructura metálica terminada

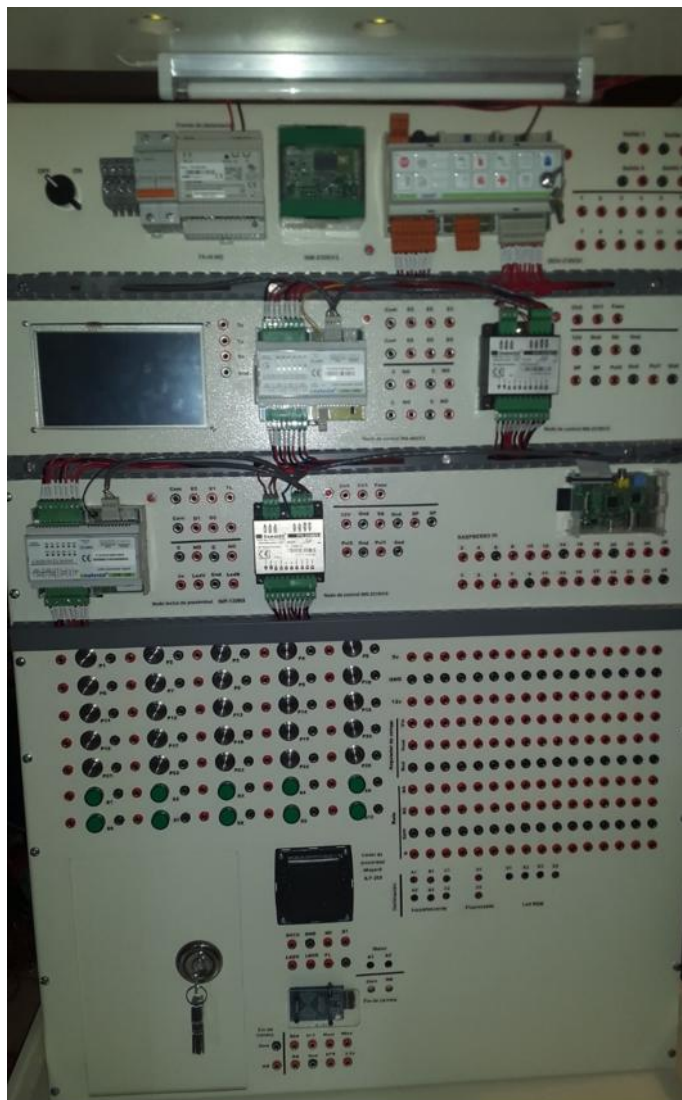
#### **4.4.2 Distribución de los elementos**

Para distribuir los elementos en el tablero, este se lo ha dividido en cuatro secciones como se indica en la figura 28 y 29. En las tres primeras secciones se encuentran los nodos de control y fuente de alimentación y en la última sección se encuentran las entradas y salidas de los nodos de control. Cada uno de los equipos tiene a su derecha conectores banana hembra, para que el estudiante interconecte todos los componentes para la realización de las prácticas.



**Gráfico 28:** Diseño de la distribución de elementos en el tablero





**Figura 29.** Elementos y dispositivos montados en el tablero

#### **4.4.3 Cableado y etiquetado**

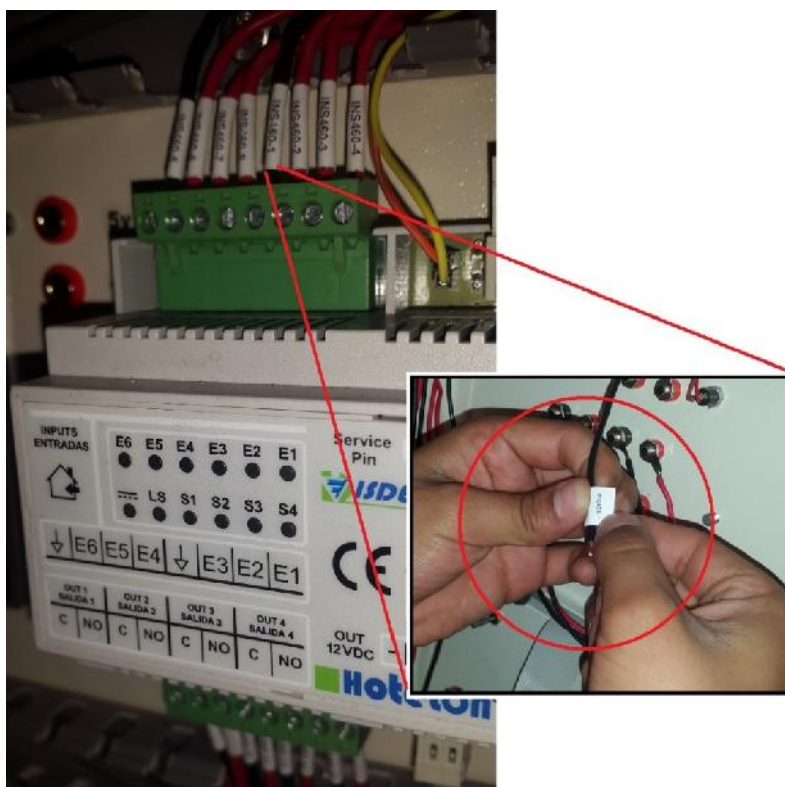
El cableado y etiquetado se ha realizado de acuerdo con la norma IEC 60439-1 debido a la seguridad y funcionalidad que esta norma provee este tipo de instalaciones eléctricas.

En la figura 30 se muestra el cableado del tablero y en la figura 31 se muestra el etiquetado de los cables.



**Figura 30.** Cableado

Todos los elementos y conectores del sistema de entrenamiento están etiquetados de acuerdo con los planos multifilares del proyecto de tal forma que para realizar el cableado o cuando se necesite realizar mantenimiento de los equipos, este se lo pueda realizar de una manera fácil y rápida.



**Figura 31.** Etiquetado de cables

#### 4.4.4 Dimensionamiento de cables y circuitos de protección

##### 4.4.4.1 Características técnicas de los dispositivos

**Tabla 18:**

Resumen de características técnicas de los dispositivos

<b>Dispositivo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Voltaje [v]</b>	<b>Corriente [A]</b>	<b>Potencia [W]</b>	<b>Tipo de carga</b>
<b>ISDV-210</b>	1	12	0,5	6	continua
<b>IST-010</b>	1	12	0,0015	0,0075	continua
<b>INM-030</b>	1	12	0,025	0,4	continua
<b>FA-45-WD</b>	1	12	3,75	45	continua
<b>INS-460</b>	1	12	0,11	1,32	continua
<b>INS-231R/V3</b>	2	12	0,08	0,96	continua
<b>ILP-200</b>	1	12	0,07	0,84	continua
<b>INP-120</b>	1	12	0,225	2,7	continua
<b>RASPBERRY PI</b>	1	12	0,15	1,8	continua
<b>Lámparas incandescentes</b>	3	120	0,33	40	alterna
<b>Lámpara fluorescente</b>	1	120	0,06	8	alterna
<b>Luz RGB</b>	1	12	0,125	1,5	continua
<b>Motor</b>	1	12	0,2	2,4	continua
<b>cerradura eléctrica</b>	1	12	1	12	continua

##### 4.4.4.2 Calculo del circuito de protección termo magnético

Los circuitos de protección termo magnéticos son dispositivos de protección provisto de un comando manual y cuya función consiste en desconectar automáticamente una instalación o un circuito, mediante la acción de un elemento bimetálico y un elemento electromagnético, cuando la corriente que circula por él excede un valor preestablecido en un tiempo dado. (Castañeda , 2013). Estos dispositivos de protección están diseñados para soportar el 100% de su corriente nominal mientras que el NEC, que es un organismo que

a lo largo de los Estados Unidos y en todo el mundo establece las bases para la seguridad eléctrica en residenciales, comerciales e industriales, recomienda una aplicación del 80%. (Hena Merchán, 2006)

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

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

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

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

$$OCDP = 100\% \text{ de carga no cotinua} + 125\% \text{ de carga continua} \quad (4.1)$$

#### 4.4.4.2.1 Cálculo

Dispositivos de protección de sobre corriente (OCDP)

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

$$OCDP = 100\% \frac{40W + 8W}{110v} + 125\% \frac{74,92w}{12v}$$

$$OCDP = 100\% \frac{40W + 8W}{110v} + 125\% \frac{74,92w}{12v}$$

$$OCDP = 8,24 [A]$$

El valor del dispositivo termo magnético más cercano al valor calculado es de 10[A]. (Pauley & Young, 2009)

#### 4.4.4.3 Dimensionamiento del cable

Para determinar la sección del cable usamos la tabla 16, el cual es una herramienta aprobada por la NEC para circuitos de corriente directa para un sistema de 12Vdc, para determinar la sección se tomó en cuenta

$$A = \frac{2 * L * I}{56 * \%} \quad (4.2)$$

A área del cable en mm<sup>2</sup>

L longitud del conductor

I Corriente que va a pasar por el conductor

56 Constante que indica que el conductor es de cobre

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

$$A = \frac{2 * 1 * 5,35}{56 * 0,36}$$

$$A = 0,5952 \text{ mm}^2$$

Entonces el diámetro del cable que se necesita es de 0,6 mm<sup>2</sup>, entonces para va determinar el cable que se va a utilizar nos guiamos en la tabla de cable AWG.

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

**Figura 32 Diámetro de cables AWG**

Fuente: (Legrand, 2012)

Entonces el cable que se va a utilizar para realizar el proyecto es un cable AWG #18

#### 4.4.5 Listado de componentes

ITEM	CANTIDAD
ISDV-210	1
IST-010	1
INM-030	1
FA-45-WD	1
INS-460	1
INS-231R/V3	2
ILP-200	1
INP-120	1
RASPBERRY PI	1
Lámpara incandescente	3
Lámpara fluorescente	1
Tira led RGB	1

continua 

Motor	1
cerradura eléctrica	1
Pantalla HMI Nextion	1
Pulsador Normalmente Abierto	15
Pulsador Normalmente Cerrado	10
Plug Banana Rojo	100
Plug Banana Negro	100
Plug Banana Verde	200
Jack Banana Rojo	265
Jack Banana Negro	125
Cable flexible 18 AWG rojo	100 m
Cable flexible 18 AWG negro	100 m
Cable flexible 18 AWG verde	100 m
Switch de encendido general	1
Luz piloto de 16mm 24Vdc	10
Sensor RFID RC522	1
Breaker termo magnético 10A	1
Canaleta	4 m

## **CAPITULO 5**

### **DISEÑO DE LAS GUIAS PRACTICAS DE LABORATORIO**

El fin de la implementación de este proyecto tiene como fin el aprendizaje del estudiante de forma didáctica, usando herramientas que encontraran en el campo laboral, de tal forma que este capte el interés en esta asignatura.

Las prácticas y la estructura física están diseñados de tal forma que el estudiante configure y pueda palpar físicamente cada uno de los componentes que existen en la automatización de viviendas, edificios cualquier otra construcción. A continuación, se citan metódicamente los temas a tratar en las guías prácticas diseñadas.

- Introducción al entorno LonMaker
- Aplicación práctica usando el nodo de control INS-231
- Aplicación práctica usando el nodo de control INS-460
- Aplicación práctica usando nodo medidor de luz INM-030 con el nodo de control INS-231
- Aplicación práctica usando el nodo de control INP-120
- Aplicación práctica usando el nodo de control ISDV-210
- Aplicación de integración de todos los nodos de control con Raspberry PI y HMI, auditorio.
- Aplicación de integración de todos los nodos de control con Raspberry PI y HMI, departamento.
- Aplicación de integración de todos los nodos de control con Raspberry PI y HMI, exteriores.

#### **5.1. Formato de la caratula**

Se estableció formatos de caratula para el trabajo preparatorio y para la guía de laboratorio. Los formatos de caratula tienen la información necesaria para que el profesor identifique al estudiante los lineamientos que calificara el profesor tutor en cada práctica.

##### **5.1.1. Formato de caratula de trabajos preparatorios**

El formato se encuentra disponible en el apartado de Anexo 1.



### **5.1.2. Formato de caratula de guías de laboratorio**

El formato se encuentra disponible en el apartado de Anexo 1.

## **5.2. Evaluación**

Para la evaluación del trabajo de laboratorio se ha acordado con el profesor tutor de la materia, el Ing. Carlos Ponce, cuatro factores importantes en la formación del estudiante en el área de Domótica, como son:

- Diagrama de conexión de los equipos
- Trabajo preparatorio, el cual contiene preguntas puntuales de cada uno de los equipos.
- Cuestionario de la guía de laboratorio, que contiene preguntas que el estudiante será capaz de contestar después de haber realizado el laboratorio
- Funcionamiento del ejercicio planteado.

## **5.3. Trabajos preparatorios y guías de laboratorio**

### **5.3.1. Laboratorio 1**

#### **5.3.1.1. Trabajo Preparatorio**

**A. TEMA:** Introducción a LONMAKER

#### **B. OBJETIVOS**

##### **a. General**

Familiarizar al estudiante con el entorno LonMaker

##### **b. Específicos**

- Familiarizarse con la interfaz de programación LonMaker.
- Establecer la comunicación entre la red Lonworks y el ordenador.

#### **C. DESARROLLO**

El presente preparatorio debe ser desarrollado en el laboratorio de Domótica.

- a. Conectar la interface de red USB IAUSB-F



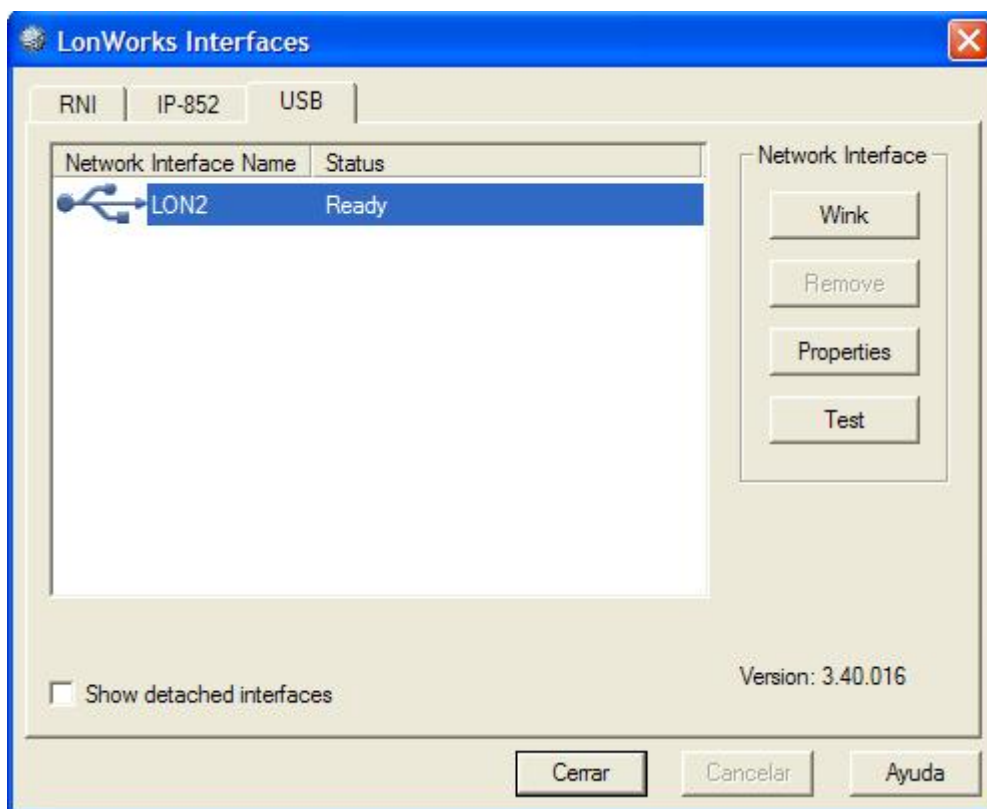
**Figura 33.** Interfaz de red USB IAUSB-F

- b. En el panel de control abrir la aplicación LonWorks Interface



*Figura 34: Icono de Lonworks interface*

- c. Seleccionar la pestaña USB



**Figura 35.** Ventana principal de LonWorks interface

- d. Una vez conectado nos aparece el nombre de interface de red en cual debemos recordar para pasos posteriores.

Network Interface Name	Status
LON2	Ready

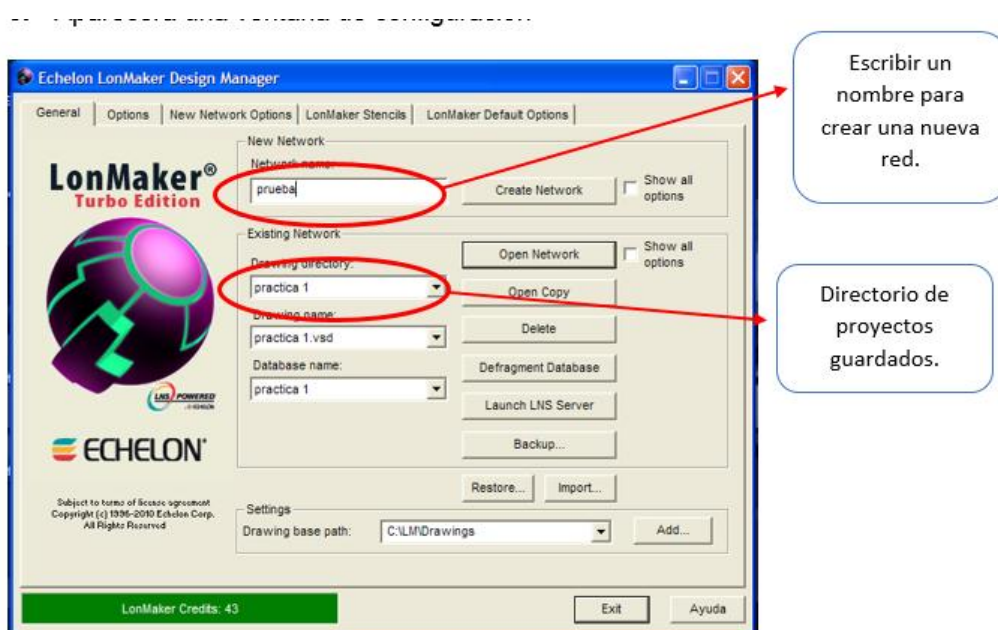
**Figura 36.** Mensaje que indica que LON2 está activada

- e. Abrir el programa LonMaker



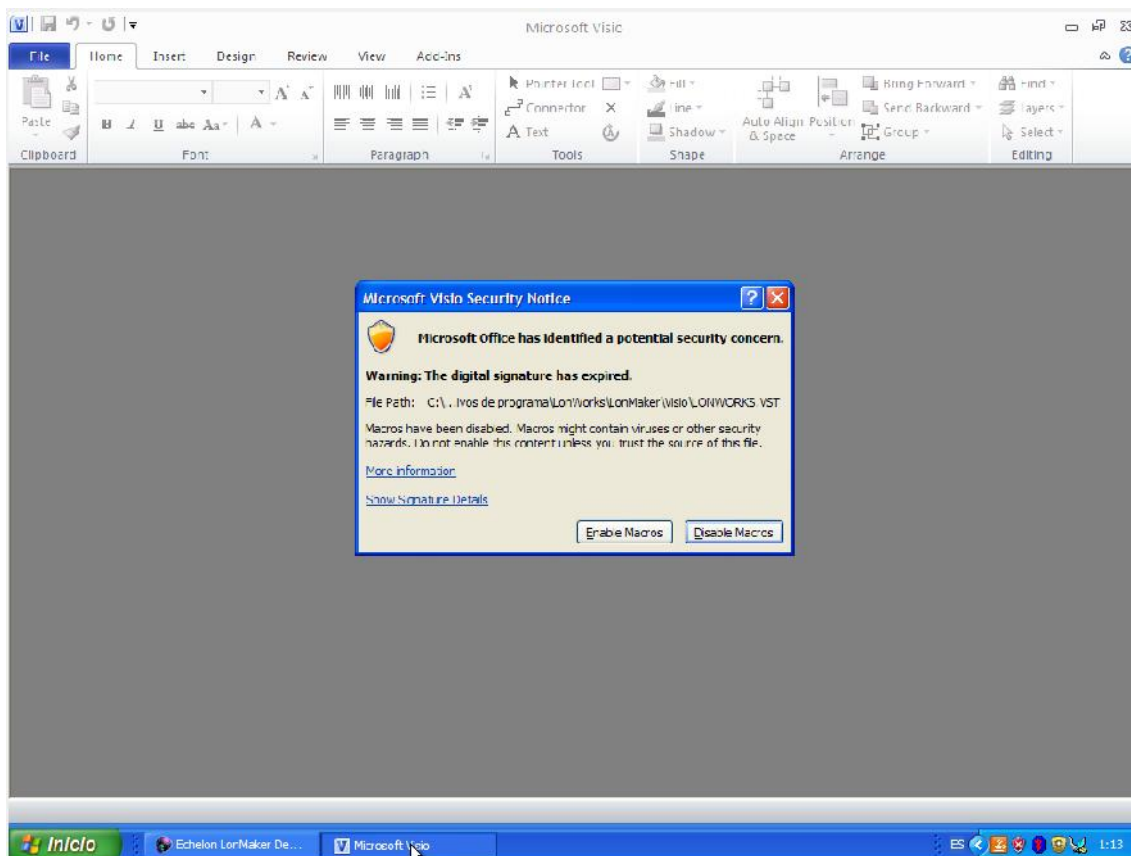
**Figura 37.** Icono de LonMaker

- f. Aparecerá una ventana de configuración



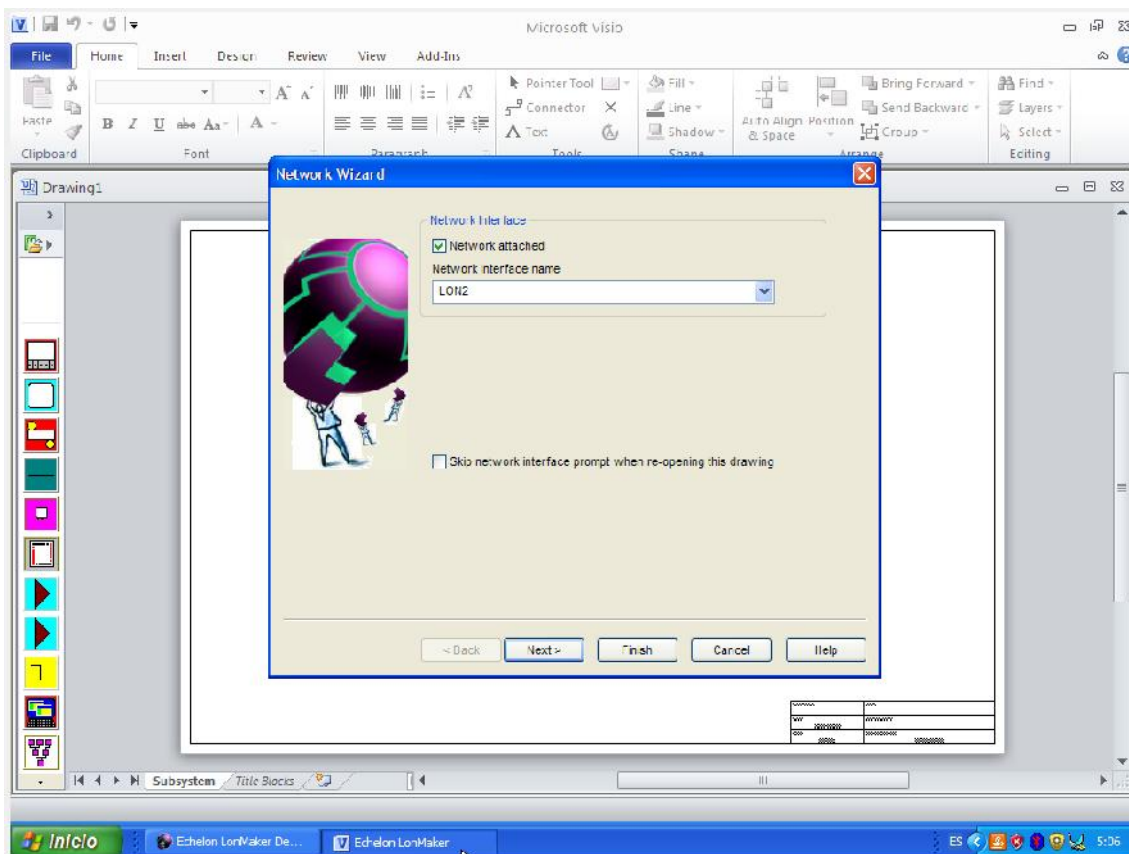
**Figura 38:** Ventana de configuración de LonMaker

- Ingresar un nombre y dar clic en el botón "create network".
  - Para abrir un proyecto guardado se debe buscar en el directorio de proyectos y dar clic en el botón "Open Network"
- g. Automáticamente se abre Microsoft Vicio, después se debe elegir la opción Enable Macros en los tres mensajes que salen antes de abrirse la plantilla.



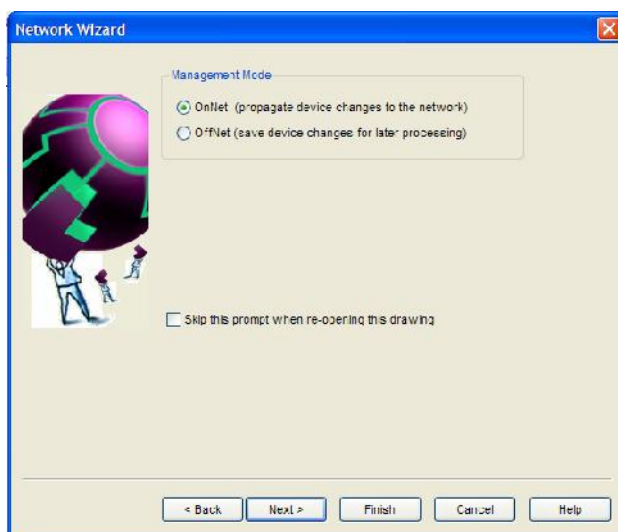
**Figura 39.** Pantalla de inicio de Microsoft Visio

- Se nos abre una ventana para configurar la red LonWorks donde debemos elegir la network interface que tenemos activa y damos clic en siguiente



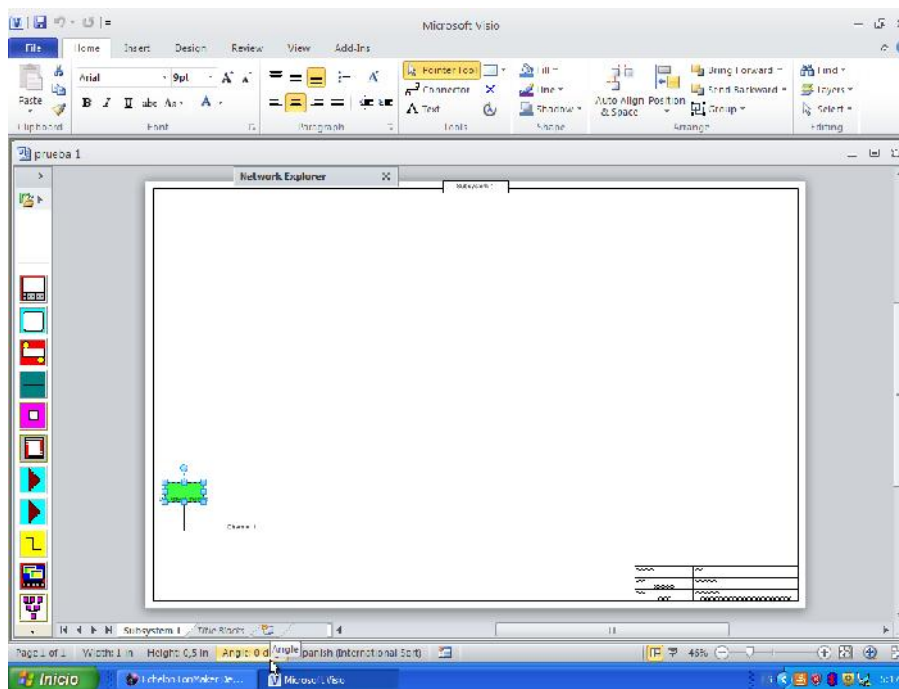
**Figura 40.** Pantalla de configuración de la red LonWorks

- A continuación, nos permite configurar el modo de trabajo en el que deseamos trabajar, el modo Onnet realiza los cambios directamente sobre la red, y Offnet nos permite guardar los cambios para cuando se desee cargarlo a la red.



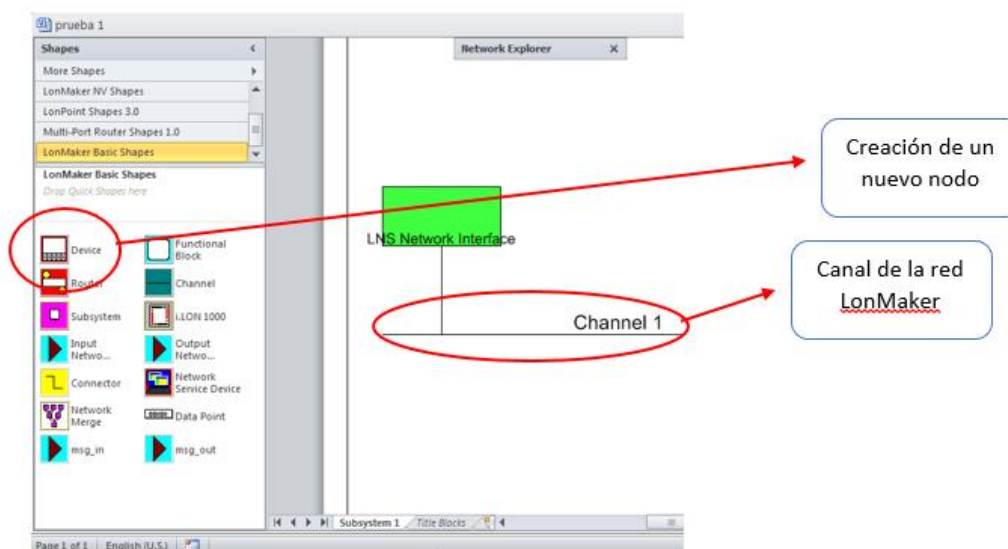
**Figura 41.** Ventana de configuración del modo de trabajo

- Finalmente damos clic en el botón “Finish”
- h. Se abre la base de datos, configurada exitosamente.



**Figura 42.** Interfaz de LonMaker en Microsoft Visio

- i. Procedemos a crear un nodo en la base de datos



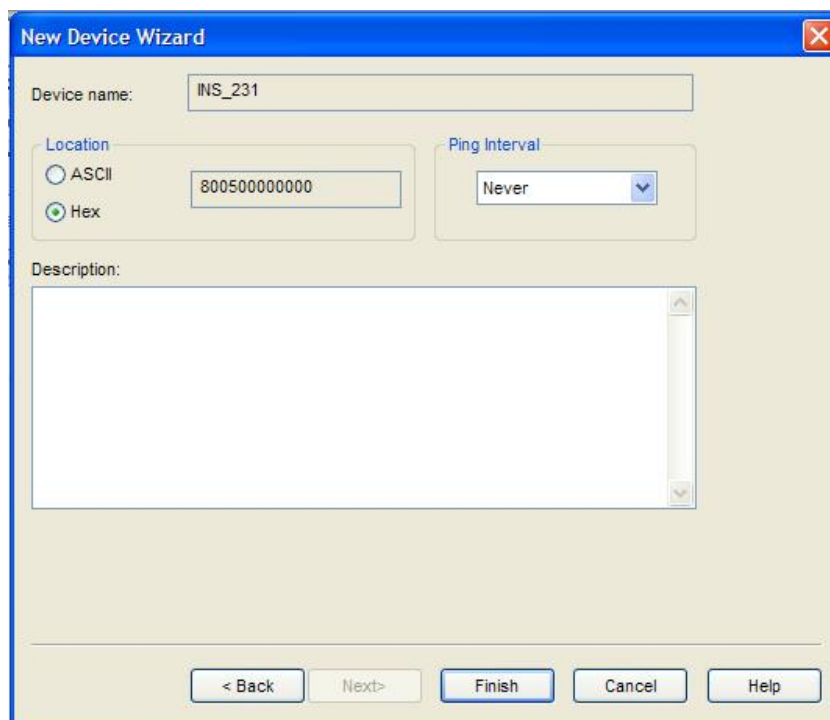
**Figura 43.** Formas básicas de LonMaker

- Arrastramos un Device hacia la parte central de la interface sin dejar de seleccionar el Device. Y nos aparece la siguiente ventana:



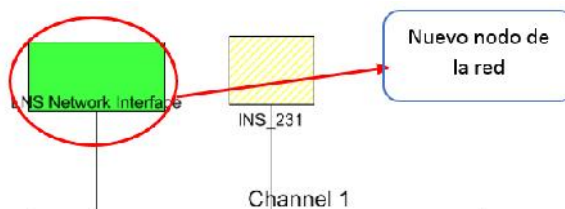
**Figura 44.** Ventana de nuevo dispositivo

- Colocamos un nombre de acuerdo al nodo de control que vamos a utilizar
- Damos clic en siguiente.



**Figura 45.** Ventana de configuración del nuevo dispositivo

- Dejamos los parámetros por default y damos finalizar(Finish)
- j. Comisionamos un nodo



**Figura 46:** Nodo de la red

- Damos clic derecho sobre el nodo y seleccionamos “Commissioning” y “Load”.

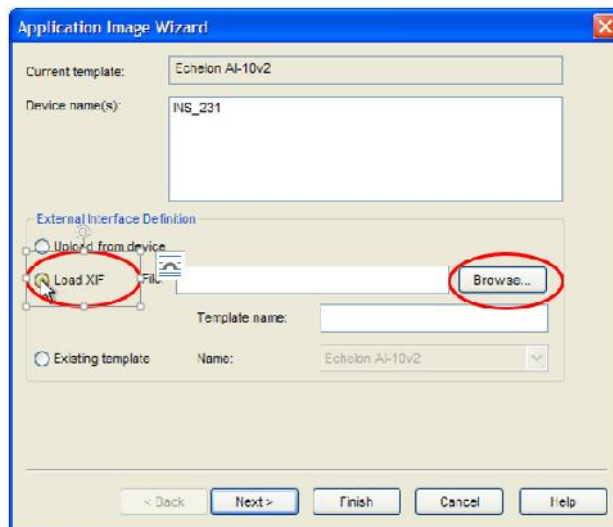


**Figura 47.** Menú para comisionar un dispositivo

- Se muestra la siguiente ventana

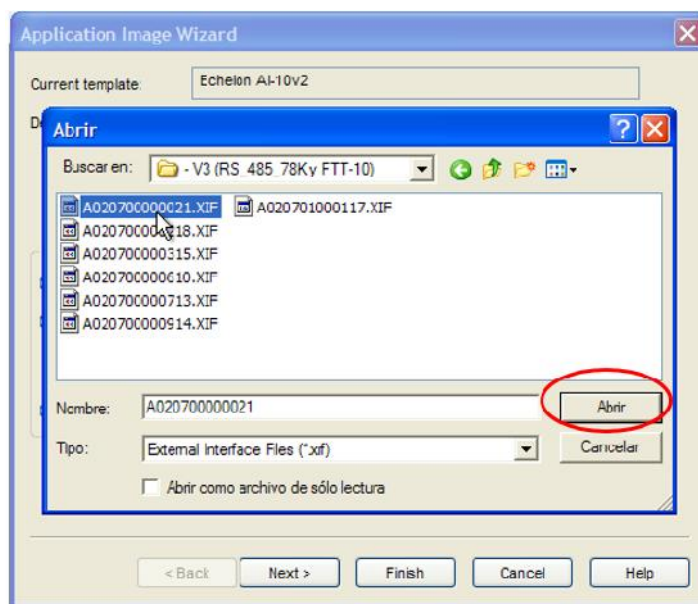


- Elegimos la opción de Load XIF
- Damos clic en browse



**Figura 48.** Ventana para cargar el firmware al nodo

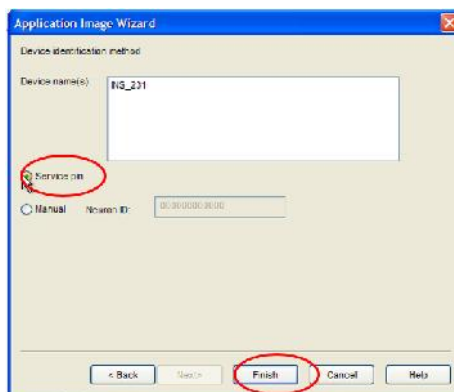
- Elegimos el Firmware de acuerdo a la aplicación que vayamos a realizar y damos clic en abrir



**Figura 49.** Firmwares disponibles

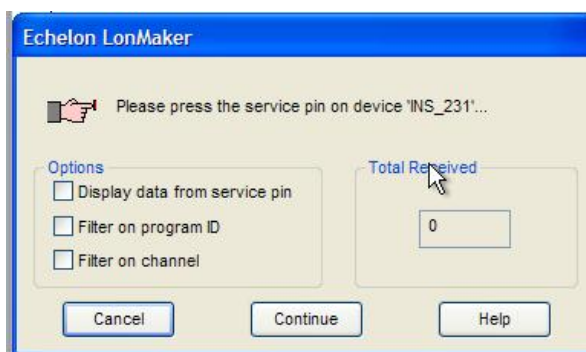
- Una vez seleccionado el firmware damos clic en siguiente
- Se muestra la siguiente pantalla y procedemos a dar Clic en siguiente
- Seleccionamos la opción online y damos clic en siguiente

- Seleccionamos la opción “Service PIN” y damos clic en “finalizar”



**Figura 50.** Ventana para cargar el firmware al nodo de control

- Aparece el siguiente mensaje que nos pide hacer un corto en el service pin del nodo de control para comisionar.



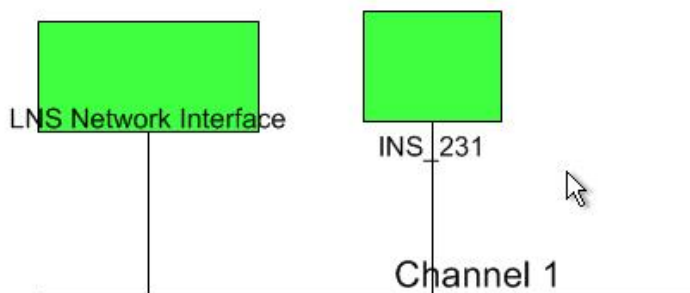
**Figura 51.** Ventana de espera de corto en service pin del nodo de control

- Se realiza el corto en el dispositivo en el pin de servicio



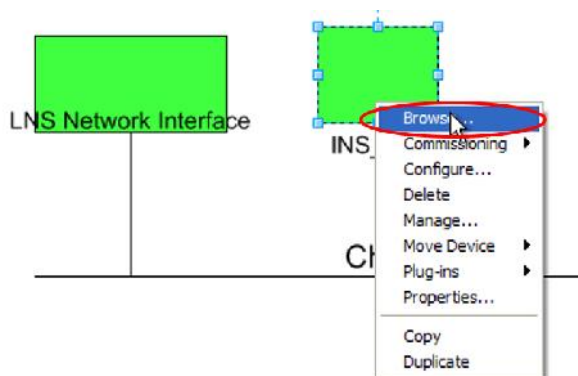
**Figura 52.** Cortocircuito del pin de servicio

- Para verificar si se cargó exitosamente el firmware en el dispositivo y si está el nodo en funcionamiento, el nodo debe tomar un color verde.



**Figura 53.** Nodo en color verde, indica que está funcionando correctamente con el firmware cargado

- k. Abrimos la tabla de variables para comenzar con su configuración. Damos clic derecho en nodo y seleccionamos en el menú la opción "Browse".



**Figura 54.** Abrir la tabla de variables del firmware del nodo de control especificado

- l. En la siguiente lista se muestran las variables que se pueden controlar y monitoriar.

Subsystem	Device	Functional Block	Network Variable	Config Prop	Mon	Value
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	cfgActuaLocal		N	100,0 1
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	cfgControlPer		N	00
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	cfgRetardo		N	0064
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	cfgTiempoPul		N	1,0
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	cfgTimeFiltro		N	000A
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	cfgTimeFiltroSLL		N	60,0
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	cfgTimeoutBajar		N	22,0
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	cfgTimeoutSens		N	60,0
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	cfgTimeoutSubir		N	22,0
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	nviEstPersiana		N	0,0 0
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	nviPulBrem		N	0,0 0
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	nviPulSrem		N	0,0 0
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	nviSensorNoche		N	0,0 0
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	nviVigilancia		N	0,0 0
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	nvoApagSensor		N	0,0 0
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	nvoEnt3y4		N	0,0 0
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	nvoEnt3y4INV		N	0,0 0
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	nvoEnt3y4OFF		N	0,0 0
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	nvoEnt3y4ON		N	0,0 0
Subsystem 1	INS_231	Virtual Functional Block	nvoEnt5y6		N	0,0 0

Figura 55: tabla de variables

#### D. CUESTIONARIO

1. Leer los manuales técnicos de cada uno de los firmwares y realizar un breve resumen de la funcionalidad de cada uno.
2. Identificar cada una de las variables asociadas a las entradas del nodo de control INS 231 del firmware X020700000610 y llenar la siguiente tabla.
3. Identificar cada una de las variables asociadas a las entradas del nodo de control y llenar la siguiente tabla.
4. Enumere las variables que permiten configurar la subida y bajada de las persianas y realice una breve explicación de cada una de ellas.

#### E. Conclusiones y recomendaciones

##### 5.3.2. Laboratorio 2.

##### 5.3.2.1. Trabajo Preparatorio

##### A. TEMA: Nodo de control INS-231-V3

##### B. OBJETIVOS

##### a. General

Identificar los parámetros y características necesarios para la correcta utilización del nodo de control INS 231-V3

##### b. Específicos

- Familiarizarse con la interfaz de programación LonMaker.
- Establecer la comunicación entre el nodo y el ordenador.
- Determinar la funcionalidad que el nodo ofrece de acuerdo al firmware cargado
- Identificar la utilidad de cada una de las variables asociadas al firmware X020700000610

### C. CUESTIONARIO

- Leer los manuales técnicos de cada uno de los firmwares y realizar un breve resumen de la funcionalidad de cada uno.
- Identificar cada una de las variables asociadas a las entradas del nodo de control del firmware X020700000610 y llenar la siguiente tabla.

<b>Variable</b>	<b>Valor en circuito abierto</b>	<b>Valor en circuito cerrado</b>
<b>PUL1</b>		
<b>PUL2</b>		
<b>Detector de presencia 1</b>		
<b>Detector de presencia 2</b>		


- c. Identificar cada una de las variables asociadas a las entradas del nodo de control y llenar la siguiente tabla.

Salida	Variable	valor cuando está activa	Valor cuando no está activa
<b>Salida 1</b>			
<b>Salida 2</b>			

- d. Enumere las variables que permiten configurar de encendido o apagado de los distintos circuitos y realice una breve explicación de cada una de ellas.
- e. ¿Cuál es la diferencia entre las variables que comienzan con cfg, nvi y nvo?

## D. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.3.2.2. Guía de laboratorio

#### A. PRACTICA No. 2

#### B. TEMA: Configuración y programación del nodo de control INS 231

#### C. OBJETIVOS

##### a. General

- Implementar el sistema automático de iluminación usando el nodo de control INS 231 de la marca ISDE

##### b. Específicos

- Familiarizar al estudiante con los equipos y con la programación de los equipos Domóticas de marca ISDE.
- Identificar los diferentes firmwares que tiene el nodo de control INS 231 y la utilidad de cada uno de ellos
- Identificar en la práctica las diferentes variables de entrada y salida del nodo de control

#### **D. MATERIALES**

- Nodo de control INS-231
- Manual técnico del firmware X020700000610 impreso

#### **E. DESCRIPCION DE LA PRACTICA**

El estudiante debe crear una patilla Lonmaker y cargar el firmware X020700000610 al control del cual se debe identificar su funcionalidad. Una vez cargado el firmware el estudiante va a identificar las variables asociadas a las entradas mediante la conexión de pulsadores a cada una de las entradas y de las variables asociadas a las salidas mediante la activación de las mismas por medio de la manipulación de las variables del nodo.

Además, el nodo de control INS 231 cuenta con un sin número de variables que permite configurar cada uno de los parámetros de su funcionamiento. El estudiante deberá tener claro cada una de estas variables para de esta manera realizar el ejercicio final planteado en la presenta práctica

El estudiante debe cargar el firmware y configurarlo adecuadamente para que se cumpla con las necesidades del siguiente ejercicio

Se desea implementar el sistema automático de iluminación de una cochera, esta debe tener una luz interior, C1, y una en el exterior, C2.

- C1 se debe encender por medio de un pulsador PUL1 o por un sensor de presencia P1, se encenderá por 10 segundos cuando detecte presencia o se haya presionado el pulsador, además cuando se apague C1 por pulsador, no se deberá encender la luz por presencia durante 5 segundos, dándole tiempo al usuario para salir de la cochera.

- C2 se debe encender/apagar por medio de un pulso PUL2.
- Cuando el circuito de iluminación C1 están apagados, si se presiona consecutivamente dos veces el pulsador asociado a dicho circuito, la luz permanecerá fija encendida
- Cuando el circuito de iluminación C1 esta encendido, si se presiona consecutivamente dos veces el pulsador asociado a dicho circuito, la luz permanecerá fija apagada.

## F. DESARROLLO

1. Conectar el bus de comunicación a la red Lonworks
2. Identificar el USB asociado a la red
3. Comisionar y cargar el firmware X2B1301000102
4. Conectar a las entradas pulsadores e identificar las variables asociadas a las entradas
5. Identificar las variables asociadas a las salidas del nodo de control modificando los valores de las variables
6. Modificar los valores de las variables para que de este modo cumpla con los requerimientos del ejercicio planteado

## G. CUESTIONARIO

- a. Realice el diagrama de conexión de los equipos
- b. Describir brevemente el funcionamiento y configuración del firmware usado
- c. Variables configuradas para la realización del ejercicio

Variable configurada	Valor

- d. Diagrama de los bloques funcionales

### 5.3.3. Laboratorio 3.

#### 5.3.3.1. Trabajo Preparatorio

##### A. TEMA: Nodo de control INS-460/R



## B. OBJETIVOS

### a. General

Identificar los parámetros y características necesarios para la correcta utilización del nodo de control INS 460/R

### b. Específicos

- Familiarizarse con la interfaz de programación LonMaker.
- Establecer la comunicación entre el nodo y el ordenador.
- Determinar la funcionalidad que el nodo ofrece de acuerdo al firmware cargado
- Identificar la utilidad de cada una de las variables asociadas al firmware X2B1301000102

## C. CUESTIONARIO

- Leer los manuales técnicos de cada uno de los firmwares y realizar un breve resumen de la funcionalidad de cada uno.
- Identificar cada una de las variables asociadas a las entradas del nodo de control del firmware X2B1301000102 y llenar la siguiente tabla.

Variable	Valor en circuito abierto	Valor en circuito cerrado
<b>E1</b>		
<b>E2</b>		
<b>E3</b>		
<b>E4</b>		

<b>E5</b>		
<b>E6</b>		

- c. Identificar cada una de las variables asociadas a las entradas del nodo de control y llenar la siguiente tabla.

<b>Salida</b>	<b>Variable</b>	<b>valor cuando está activa</b>	<b>Valor cuando no está activa</b>
<b>Salida 1</b>			
<b>Salida 2</b>			
<b>Salida 3</b>			
<b>Salida 4</b>			

- d. Indique las variables que permiten configurar el módulo para que este active o desactive los circuitos de salida en determinados horario, y la configuración de cada una de ellas.

## **D. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.3.3.2. Guía de laboratorio**

#### **A. PRACTICA DE LABORATORIO No. 3**

Configuración y programación del nodo de control INS 460

#### **B. OBJETIVOS**

- a. **General**

Implementar el sistema automático de iluminación de una vivienda usando nodo de control INS 460 de la marca ISDE

**b. Específicos**

- Familiarizar al estudiante con los equipos y con la programación de los equipos Domóticas de marca ISDE
- Identificar los diferentes firmwares que tiene el nodo de control INS 460 y la utilidad de cada uno de ellos
- Identificar en la práctica las diferentes variables de entrada y salida del nodo de control

**C. MATERIALES**

- Nodo de control INS-460
- Manual técnico del firmware X2B1301000102 impreso

**D. DESCRIPCION DE LA PRACTICA**

El estudiante debe crear una patilla Lonmaker y cargar el firmware X2B1301000102 al nodo de control del cual se debe identificar su funcionalidad. Una vez cargado el firmware el estudiante va a identificar las variables asociadas a las entradas mediante la conexión de pulsadores a cada una de las entradas y de las variables asociadas a las salidas mediante la activación de las mismas por medio de la manipulación de las variables del nodo.

Además, el nodo de control INS 460 cuenta con un sin número de variables que permite configurar cada uno de los parámetros de su funcionamiento. El estudiante deberá tener claro cada una de estas variables para de esta manera realizar el ejercicio planteado en la presente práctica

El estudiante debe cargar el firmware y configurarlo adecuadamente para que se cumpla con las necesidades del siguiente ejercicio

Se desea automatizar la iluminación de la parte exterior de una casa, se tiene 4 focos, C1, C2, C3 y C4 las cuales deben cumplir las siguientes especificaciones.

- C1 se debe encender por medio de un pulsador E1 o por un sensor de presencia P1, se encenderá por 10 segundos cuando detecte presencia o

se haya presionado el pulsador, además cuando se apague C1 por pulsador, no se deberá encender la luz por presencia durante 5 segundos, dándole tiempo al usuario para salir del cuarto.

- C2 y C3 se debe encender por medio de un pulsador independiente para cada una, E2 y E3 correspondientemente, y por sus respectivos sensores de presencia, P2 y P3, se encenderá por 5 segundos cuando detecte presencia o se haya presionado el pulsador
- Cuando se apague C2 por pulsador, no se deberá encender la luz por presencia durante 3 segundos, dándole tiempo al usuario para salir del cuarto.
- Cuando se apague C3 por pulsador, se deberá apagar inmediatamente.
- C4 solo se encenderá y apagará por medio de un pulsador
- El usuario podrá apagar/encender la luz con doble pulso para que esta permanezca encendida/apagada hasta que el usuario de otro pulso.
- Se deberá configurar para que las luces se enciendan y se apaguen a una fecha y hora determinada por el profesor tutor

#### **E. DESARROLLO**

- a. Conectar el bus de comunicación a la red Lonworks
- b. Identificar el USB asociado a la red
- c. Comisionar y cargar el firmware X2B1301000102
- d. Conectar a las entradas pulsadores e identificar las variables asociadas a las entradas
- e. Identificar las variables asociadas a las salidas del nodo de control modificando los valores de las variables
- f. Modificar los valores de las variables para que de este modo cumpla con los requerimientos del ejercicio planteado

#### **F. CUESTIONARIO**

- a. Realice el diagrama de conexión de los equipos
- b. Describir brevemente el funcionamiento y configuración del firmware usado.
- c. ¿Se pudo haber usado otra configuración del firmware?, explique
- d. Variables configuradas para la realización del ejercicio

Variable configurada	Valor


e. Realice el gráfico de la red Lonworks

## **G. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.3.4. Laboratorio 4.**

#### **5.3.4.1. Trabajo Preparatorio**

**A. TEMA:** Nodos de control INS-231R/V3 y INM-030

#### **B. OBJETIVOS**

##### **a. General**

Identificar los parámetros y características necesarios para la correcta utilización del nodo de control INS 231R/V3 y nodo de control INM-030

##### **b. Específicos**

- Familiarizarse con la interfaz de programación LonMaker.
- Establecer la comunicación entre la red Lonworks y el ordenador.
- Determinar la funcionalidad que el nodo ofrece de acuerdo al firmware cargado
- Identificar la utilidad de cada una de las variables asociadas al firmware X020700000610 del nodo INS 231 y el A850700000402 del nodo INM-30

#### **C. CUESTIONARIO**

- Leer los manuales técnicos de cada uno de los firmwares y realizar un breve resumen de la funcionalidad de cada uno.
- Identificar cada una de las variables asociadas a las entradas del nodo de control INS 231 del firmware X020700000610 y llenar la siguiente tabla.

#### **INS-231**

<b>Variable</b>	<b>Valor en circuito abierto</b>	<b>Valor en circuito cerrado</b>
<b>PUL 1</b>		

<b>PUL 2</b>		

**INM-030**

Variable	Valor del detector en el día	Valor del detector en la noche
<b>Sensor día/noche</b>		

- c. Identificar cada una de las variables asociadas a las entradas del nodo de control y llenar la siguiente tabla.

Salida	Variable	valor cuando está activa	Valor cuando no está activa
<b>Salida 1</b>			
<b>Salida 2</b>			

- d. Enumere las variables que permiten configurar la subida y bajada de las persianas y realice una breve explicación de cada una de ellas.

**D. Conclusiones y recomendaciones****5.3.4.2. Guía de laboratorio****A. PRACTICA DE LABORATORIO No. 4****B. TEMA:**

Configuración y programación de los nodos INS 231 y el INM 030 para persianas, diferenciando Día y Noche

**C. OBJETIVOS**

**a. General**

Implementa el sistema automático de persianas usando el nodo de control INS 231 y el INM 030.

**b. Específicos**

- Familiarizar al estudiante con los equipos y con la programación de los equipos Domóticas de marca ISDE
- Identificar los diferentes firmwares que pueden ser cargados en los nodos a utilizar, para utilizar de acuerdo a los requerimientos establecidos.
- Identificar en la práctica las diferentes variables de entrada, salida y variables de red, para manejarlas de acuerdo a los requerimientos.

**D. MATERIALES**

- INS-231 R/V3
- INM-030 R/V3
- IAUSB-F
- Nodo de control INS-460
- Manual técnico del firmware A020700000021 impreso
- Manual técnico del firmware A850700000402 impreso

**E. DESCRIPCION DE LA PRACTICA**

El usuario requiere controlar la subida y bajada de la persiana mediante pulsadores, se debe tomar en cuenta que si el detector de Día y Noche, detecte Noche la persiana deberá bajarse automáticamente y cuando detecte día deberá subir de igual manera.

Realizar los siguientes pasos:

El estudiante debe crear una pantalla Lonmaker y cargar el firmware A020700000021 en el nodo INS-231 y el firmware A850700000402 en el nodo INM-30. Una vez cargado el firmware el estudiante va a identificar las variables asociadas a las entradas mediante la conexión de pulsadores a cada una de las entradas y de las variables asociadas a las salidas mediante la activación de las mismas por medio de la manipulación de las variables del nodo.

PINES	SEÑALES	FUNCIÓN
1	+12v	ALIMENTACIÓN (alimentación sensores)
2	GND	MASA (alimentación sensores)
3	SA	Sonda de agua o sonda de lluvia
4	GND	Sonda de agua o sonda de lluvia(común)
5	SP	Contacto magnético
6	SP	Contacto magnético (común)
7	PUL2	Pulsador bajada persiana
8	GND	Pulsador bajada persiana (común)
9	PUL1	Pulsador subida persiana
10	GND	Pulsador subida persiana (común)

## F. DESARROLLO

- e. Conectar el bus de comunicación a la red Lonworks
- f. Identificar el USB asociado a la red
- g. Comisionar y cargar el firmware A020700000021
- h. Conectar a las entradas pulsadores e identificar las variables asociadas a las entradas
- i. Identificar las variables asociadas a las salidas del nodo de control modificando los valores de las variables
- j. Modificar los valores de las variables para que de este modo cumpla con los requerimientos del ejercicio planteado

## G. CUESTIONARIO

- a. Realice el diagrama de conexión de los equipos
- b. Describir brevemente el funcionamiento y configuración del firmware usado.
- c. ¿Se pudo haber usado otra configuración del firmware?, explique
- d. Variables configuradas para la realización del ejercicio

Variable configurada	Valor

- e. Realice el grafico de la red Lonworks



### 5.3.5. Laboratorio 5

#### 5.3.5.1. Trabajo Preparatorio

**A. TEMA:** Nodo de control INP-120 y periférico ILP-200

#### **B. OBJETIVOS**

##### **a. General**

Identificar los parámetros y características necesarios para la correcta utilización del nodo de control INP 120 y el periférico ILP 200

##### **b. Específicos**

- Familiarizarse con la interfaz de programación LonMaker.
- Establecer la comunicación entre la red Lonworks y el ordenador.
- Determinar la funcionalidad que el nodo ofrece de acuerdo al firmware cargado
- Identificar la utilidad de cada una de las variables asociadas al firmware A131300000001 del nodo INP 120

#### **C. CUESTIONARIO**

- a. Leer los manuales técnicos de cada uno de los firmwares y realizar un breve resumen de la funcionalidad de cada uno.
- b. Identificar cada una de las variables asociadas a las entradas del nodo de control INS 231 del firmware X020700000610 y llenar la siguiente tabla.

#### **INS-231**

<b>Variable</b>	<b>Valor en circuito abierto</b>	<b>Valor en circuito cerrado</b>
<b>PUL 1</b>		
<b>PUL 2</b>		

--	--	--

**INM-030**

<b>Variable</b>	<b>Valor del detector en el día</b>	<b>Valor del detector en la noche</b>
<b>Sensor día/noche</b>		

- c. Identificar cada una de las variables asociadas a las entradas del nodo de control y llenar la siguiente tabla.

<b>Salida</b>	<b>Variable</b>	<b>valor cuando está activa</b>	<b>Valor cuando no está activa</b>
<b>Salida 1</b>			
<b>Salida 2</b>			

- d. Enumere las variables que permiten la configurar los horarios para acceso restringidos.

D. Conclusiones y recomendaciones

**5.3.5.2. Guía de laboratorio****A. PRACTICA DE LABORATORIO No. 5****B. TEMA**

Configuración y programación del nodo de control INP 120 y uso del periférico ILP 200

**C. OBJETIVOS****a. General**

Implementar el sistema automático de accesos de una vivienda usando nodo de control INP 120 junto con el periférico ILP 200 de la marca ISDE.

**b. Específicos**

- Familiarizar al estudiante con el nodo de control INP 120 y el periférico ILP 200 y con la programación de los equipos Domóticas de marca ISDE.

- Identificar los diferentes firmwares que tiene el nodo de control INP 120 y la utilidad de cada uno de ellos.
- Identificar en la práctica las diferentes variables de entrada y salida del nodo de control

#### **D. MATERIALES**

- Nodo de control INP 120
- Periférico ILP 200
- Manual técnico del firmware X131300000001 impreso.

#### **E. DESCRIPCION DE LA PRACTICA**

El estudiante debe crear una patilla Lonmaker y cargar el firmware F131300000001 al nodo de control del cual se debe identificar su funcionalidad. Una vez cargado el firmware el estudiante va a identificar las variables asociadas a las entradas mediante la conexión de pulsadores a cada una de las entradas y de las variables asociadas a las salidas mediante la activación de las mismas por medio de la manipulación de las variables del nodo.

Además, el nodo de control INP 120 cuenta con un sin número de variables que permite configurar cada uno de los parámetros de su funcionamiento. El estudiante deberá tener claro cada una de estas variables para de esta manera realizar el ejercicio planteado en la presente práctica.

El estudiante debe cargar el firmware y configurarlo adecuadamente para que se cumpla con las necesidades del siguiente ejercicio.

Se desea automatizar el acceso de a la puerta principal de una casa, la cual consta de 3 miembros de la familia una persona que realiza la limpieza dos veces a la semana

- se debe proveer a cada miembro de la familia con una tarjeta magnética, la cual se debe permitir el acceso cualquier día de la semana a cualquier hora
- se debe proveer de una tarjeta a la persona encargada de la limpieza los días, martes y viernes desde 08h00 hasta las 15h00ç

- Cualquier día de la semana se debe activar una alarma que indique que la puerta ha permanecido abierta por más de 30 segundos

## **F. DESARROLLO**

1. Conectar el bus de comunicación a la red Lonworks
2. Identificar el USB asociado a la red
3. Comisionar y cargar el firmware X2B1301000102
4. Conectar a las entradas pulsadores e identificar las variables asociadas a las entradas
5. Identificar las variables asociadas a las salidas del nodo de control modificando los valores de las variables
6. Modificar los valores de las variables para que de este modo cumpla con los requerimientos del ejercicio planteado

## **G. CUESTIONARIO**

- a. Realice el diagrama de conexión de los equipos
- b. Describir brevemente el funcionamiento y configuración del firmware usado.
- c. Variables configuradas para la realización del ejercicio

<b>Variable configurada</b>	<b>Valor</b>

- d. Realice el grafico de la red Lonworks

## **H. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.3.6. Laboratorio 6.**

#### **5.3.6.1. Trabajo Preparatorio**

#### **A. TRABAJO PREPARATORIO No. 6**

#### **B. OBJETIVOS**

##### **a) General**

Identificar los parámetros y características necesarios para la correcta utilización del nodo de control ISDV 210

##### **b) Específicos**

- Familiarizarse con la interfaz de programación LonMaker.
- Establecer la comunicación entre la red Lonworks y el ordenador.
- Determinar la funcionalidad que el nodo ofrece de acuerdo al firmware cargado
- Identificar la funcionalidad de cada elemento del panel principal del equipo.
- Familiarizarse con la programación de mediante códigos telefónicos para que el nodo trabaje conforme el problema propuesto

### **C. CUESTIONARIO**

- a. Leer los manuales técnicos de cada uno de los firmwares y realizar un breve resumen de la funcionalidad de cada uno.
- b. Realizar un resumen de como configurar el nodo de control ISDV 210 mediante códigos telefónicos y de sus códigos telefónicos.
- c. Identificar cada una de las variables asociadas a las entradas del nodo de control y llenar la siguiente tabla.
- d. Realizar un listado de las alarmas que se pueden implementar en el nodo de control ISDV 210.

### **D. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.3.6.2. Guía de laboratorio**

#### **A. PRACTICA DE LABORATORIO No. 6**

#### **B. TEMA**

Configuración y programación del nodo de control ISDV 210 mediante códigos telefónicos

#### **C. OBJETIVOS**

##### **c. General**

Implementar el sistema de alarmas de una vivienda usando nodo de control ISDV 210.

##### **d. Específicos**

- Familiarizar al estudiante con el nodo de control ISDV 210 y con la programación de los equipos Domóticas de marca ISDE.
- Identificar los diferentes firmwares que tiene el nodo de control ISDV 210 y la utilidad de cada uno de ellos.

- Identificar en la práctica las diferentes variables de entrada y salida del nodo de control.
- Configurar el nodo de control de acuerdo problema planteado mediante código de teléfono

#### **D. MATERIALES**

- Nodo de control ISDV 210
- Manual de instalador del nodo de control ISDV 210 impreso

#### **E. DESCRIPCION DE LA PRACTICA**

El estudiante debe crear una patilla Lonmaker y cargar el firmware FA91108000410 al nodo de control del cual se debe identificar su funcionalidad. Una vez cargado el firmware el estudiante va a identificar las variables asociadas a las entradas mediante la conexión de pulsadores a cada una de las entradas y de las variables asociadas a las salidas mediante la activación de las mismas por medio de la manipulación de las variables del nodo.

Además, el nodo de control ISDV cuenta con un sin número de variables que permite configurar cada uno de los parámetros de su funcionamiento. El estudiante deberá tener claro cada una de estas variables para de esta manera realizar el ejercicio planteado en la presenta práctica.

El estudiante debe cargar el firmware y configurarlo adecuadamente para que se cumpla con las necesidades del siguiente ejercicio.

El usuario requiere monitorear tener un sistema que de aviso si en su hogar ocurre una fuga de agua en el baño, existe una fuga de gas, se produce un incendio. Además, el usuario requiere de vigilancia anti intrusos en las dos entradas a su casa.

Cuando se detecte una fuga de agua o gas, a más de dar aviso, el nodo de control debe cerrar la o las válvulas que alimentan al sistema que tiene la fuga, y cuando se detecte presencia de humo o de fuego, el sistema debe abrir las válvulas de

Cuando el sistema, sin estar alarmado, detecte presencia, la lámpara A se encienda, mientras que, si se detecta presencia cuando el sistema esta alarmado, entonces activa S1 indicando alarma de intrusión.

La vivienda del usuario debe estar a una temperatura determinada por el usuario la cual se modificará mediante el aire acondicionado conectado a S2

## **F. DESARROLLO**

7. Conectar el teléfono a al line telefónica del SICOV.
8. Esperar que el equipo no de tono.
9. Marcar 4321, y esperar mensaje de saludo del nodo.
10. Configurar el equipo mediante códigos de teléfono según los requerimientos del usuario

## **G. CUESTIONARIO**

- a. Realice el diagrama de conexión de los equipos
- b. Describir el funcionamiento de los códigos telefónicos usados para que cumpla con los requerimientos planteados.
- c. Realice un diagrama de bloques con la respectiva explicación del sistema implementado

## **H. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.3.7. Laboratorio 7**

#### **5.3.7.1. Trabajo Preparatorio**

**A. TEMA:** integración de nodos de control para automatización de un auditorio

#### **B. OBJETIVOS**

##### **a. General**

Integrar todos los nodos de control de la marca ISDE, Raspberry Pi y pantalla HMI para automatizar completamente un auditorio

##### **b. Específicos**

- Establecer la comunicación entre la red Lonworks, el ordenador y la Raspberry.
- Determinar y distribuir adecuadamente los nodos de control para cumplir con los requerimientos del ejercicio planteado.
- Identificar las variables de red que permitirán intercomunicar los nodos de control.

### C. CUESTIONARIO

- a. Realizar un resumen breve y conciso de como programar la Raspberry Pi usando Python
- b. Identificar las variables de red de los nodos de control que nos permiten conocer el estado actual de sus respectivas salidas

Variable	Valor en circuito abierto	Valor en circuito cerrado
<b>INS 231</b>		
<b>INP 120</b>		
<b>INS 460</b>		

- c. Realizar un breve resumen del funcionamiento de las variables asociadas a las entradas y salidas de los nodos de control.

### D. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.3.7.2. Guía de laboratorio

#### A. PRACTICA DE LABORATORIO No. 7

Automatización de un auditorio

#### B. OBJETIVOS

##### a. General

Integrar todos los nodos de control de la marca ISDE, Raspberry Pi y pantalla HMI para automatizar completamente un auditorio.

##### b. Específicos

- Identificar la funcionalidad de cada una de las variables de red de los nodos de control disponibles en el módulo de entrenamiento.
- Identificar la funcionalidad que cada nodo de control puede cumplir dentro de la red para cumplir con los requerimientos del ejercicio planteado.



### **C. MATERIALES**

- Nodo de control INS 231
- Nodo de control INS 460
- Nodo de control INM 030
- Nodo de control INP 120
- Periférico ILP 200
- Pantalla HMI Nextion de 7”
- Manual técnico de los firmwares disponibles

### **D. DESCRIPCION DE LA PRACTICA**

Es importante que el estudiante tenga claro la funcionalidad de cada uno de los nodos de control con cada uno de sus firmwares, así como el número de entradas y salidas que estos poseen. El estudiante debe crear una patilla Lonmaker y cargar los firmwares adecuados y configurarlos adecuadamente en cada uno de los nodos de control para que estos funcionen de acuerdo al siguiente ejercicio.

Se desea automatizar un auditorio la cual debe permitir el acceso a la puerta de la parte posterior solo al personal de mantenimiento en cualquier momento. El auditorio debe tener 3 modos, conferencia, pre-conferencia, normal, los cuales deben ser elegidos desde la pantalla HMI. en el modo normal, las cortinas se deben encontrar cerradas, la pantalla arriba, todas las luminarias encendidas y las luces guía apagadas. En el modo pre-conferencia, las cortinas se deben encontrar cerradas, la pantalla arriba, las luminarias encendidas tenuemente y las luces guía encendidas. En el modo conferencia, las cortinas se deben encontrar abiertas, la pantalla abajo, las luminarias apagadas y las luces guía encendidas.

### **E. DESARROLLO**

- a. Conectar el bus de comunicación a la red Lonworks
- b. Identificar el USB asociado a la red
- c. Comisionar y cargar los firmwares adecuados a cada nodo
- d. Conectar a las entradas pulsadores e identificar las variables asociadas a las entradas para confirmar el correcto funcionamiento del equipo

- e. Identificar las variables asociadas a las salidas del nodo de control modificando los valores de las variables para confirmar el correcto funcionamiento del equipo
- f. Modificar los valores de las variables y la red Lonmaker para que de este modo cumpla con los requerimientos del ejercicio planteado.

#### **F. CUESTIONARIO**

- a. Realice el diagrama de conexión de los equipos
- b. Describir brevemente el funcionamiento y configuración de los firmwares usados.
- c. Variables configuradas para la realización del ejercicio

<b>Variable configurada</b>	<b>Valor</b>

- d. Realice el grafico de la red Lonworks.
- e. Realice un diagrama de bloques que ilustre el funcionamiento del sistema automatizado, con su respectiva explicación.

### **5.3.8. Laboratorio 8**

#### **5.3.8.1. Trabajo Preparatorio**

##### **A. TRABAJO PREPARATORIO No. 8**

##### **B. OBJETIVOS**

###### **a. General**

Identificar las variables y características de los equipos que permitirán trabajar simultáneamente en la automatización de un departamento

###### **b. Específicos**

- Establecer la comunicación entre la red Lonworks, el ordenador y la Raspberry.
- Identificar las variables de red de cada equipo ISDE y la funcionalidad que deben cumplir cada una de ellas para que se cumpla con los requerimientos del problema planteado.

##### **C. CUESTIONARIO**

- a. Identificar las variables de red de los nodos de control que nos permiten conocer el estado actual de sus respectivas entradas

<b>Variable</b>	<b>Valor en circuito abierto</b>	<b>Valor en circuito cerrado</b>
<b>INS 231</b>		
<b>INP 120</b>		
<b>INS 460</b>		

- b. Realizar un breve resumen del funcionamiento de las variables anteriormente mencionadas

#### **D. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

##### **5.3.8.2. Guía de laboratorio**

#### **A. PRACTICA DE LABORATORIO No. 8**

#### **B. TEMA:** Automatización de un departamento

#### **C. OBJETIVOS**

##### **a. General**

Integrar todos los nodos de control de la marca ISDE, Raspberry Pi y pantalla HMI para automatizar completamente un departamento.

##### **b. Específicos**

- Identificar la funcionalidad de cada una de las variables de red de los nodos de control disponibles en el módulo de entrenamiento.
- Identificar la funcionalidad que cada nodo de control puede cumplir dentro de la red para cumplir con los requerimientos del ejercicio planteado.

#### **D. MATERIALES**

- Nodo de control INS 231
- Nodo de control INS 460
- Nodo de control INM 030
- Nodo de control INP 120
- Periférico ILP 200

- Pantalla HMI Nextion de 7”
- Manual técnico de los firmwares disponibles

### **E. DESCRIPCION DE LA PRACTICA**

Es importante que el estudiante tenga claro la funcionalidad de cada uno de los nodos de control con cada uno de sus firmwares, así como el número de entradas y salidas que estos poseen. El estudiante debe crear una patilla Lonmaker y cargar los firmwares adecuados y configurarlos adecuadamente en cada uno de los nodos de control para que estos funcionen de acuerdo al siguiente ejercicio.

Se desea automatizar un departamento el cual debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Se debe otorgar 3 tarjetas magnéticas para el uso de cada uno de los miembros de la familia, las cuales permitirán abrir la puerta cualquier hora del día, cualquier día de la semana.
- Se debe otorgar dos tarjetas magnéticas para el personal de limpieza, las cuales únicamente podrán abrir la puerta los días lunes, miércoles y viernes de 08h00 a 15h00.
- Las cortinas deben permanecer abiertas de 06h30 a 18h00. Además, el usuario debe ser capaz de abrir o cerrar las cortinas cuando él lo requiera.
- La luz L1 ubicada en la puerta de entrada al departamento se encenderá por detección de presencia a partir de las 18h00 hasta las 05h00. Además, se da al usuario la opción de dejar esta luz encendida permanentemente si se la enciende mediante doble pulso.
- En el baño el sistema debe contar con una sonda de agua, la cual al detectar presencia de agua debe cerrar la válvula de agua.
- La casa debe contar con un modo de simulación de presencia, la cual debe encender y apagar abrir y cerrar cortinas a una determinada hora
- Desde la pantalla HMI Nextion se podrá elegir el modo normal y modo de simulación de presencia, además se podrá controlar el encendido de luces y las persianas.

### **F. DESARROLLO**

- a. Conectar el bus de comunicación a la red Lonworks

- b. Identificar el USB asociado a la red
- c. Comisionar y cargar los firmwares adecuados a cada nodo
- d. Conectar a las entradas pulsadores e identificar las variables asociadas a las entradas para confirmar el correcto funcionamiento del equipo
- e. Identificar las variables asociadas a las salidas del nodo de control modificando los valores de las variables para confirmar el correcto funcionamiento del equipo
- f. Modificar los valores de las variables y la red Lonmaker para que de este modo cumpla con los requerimientos del ejercicio planteado.

**G. CUESTIONARIO**

- a. **Realice el diagrama de conexión de los equipos**
- b. **Describir brevemente el funcionamiento y configuración de los firmwares usados.**
- c. **Variables configuradas para la realización del ejercicio**

Variable configurada	Valor

**H. REALICE EL GRAFICO DE LA RED LONWORKS**

**5.3.9. Laboratorio 9**

**5.3.9.1. Trabajo Preparatorio**

- A. TEMA:** Automatización del exterior de una vivienda
- B. OBJETIVOS**

**a) General**

Identificar las variables y características de los equipos que permitirán trabajar simultáneamente en la automatización exterior de una vivienda.

**b) Específicos**

- Establecer la comunicación entre la red Lonworks, el ordenador y la Raspberry.
- Identificar las variables de red de cada equipo ISDE y la funcionalidad que deben cumplir cada una de ellas para que se cumpla con los requerimientos del problema planteado.

**C. CUESTIONARIO**

- a. Identificar las variables de red de los nodos de control que nos permiten conocer el estado actual de sus respectivas entradas**

Variable	Valor en circuito abierto	Valor en circuito cerrado
<b>INS 231</b>		
<b>INP 120</b>		
<b>INS 460</b>		

- b. Realizar un breve resumen del funcionamiento de las variables anteriormente mencionadas**

**D. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**5.3.9.2. Guía de laboratorio**

**A. PRACTICA DE LABORATORIO No. 9**

Automatización del exterior de una vivienda

**B. OBJETIVOS**

**a) General**

Integrar todos los nodos de control de la marca ISDE, Raspberry Pi y pantalla HMI para automatizar el exterior de una vivienda.

#### **b) Específicos**

- Identificar la funcionalidad de cada una de las variables de red de los nodos de control disponibles en el módulo de entrenamiento.
- Identificar la funcionalidad que cada nodo de control puede cumplir dentro de la red para cumplir con los requerimientos del ejercicio planteado.

#### **C. MATERIALES**

- Nodo de control INS 231
- Nodo de control INS 460
- Nodo de control INM 030
- Nodo de control INP 120
- Periférico ILP 200
- Pantalla HMI Nextion de 7"
- Manual técnico de los firmwares disponibles

#### **D. DESCRIPCION DE LA PRACTICA**

Es importante que el estudiante tenga claro la funcionalidad de cada uno de los nodos de control con cada uno de sus firmwares, así como el número de entradas y salidas que estos poseen. El estudiante debe crear una patilla Lonmaker y cargar los firmwares adecuados y configurarlos adecuadamente en cada uno de los nodos de control para que estos funcionen de acuerdo al siguiente ejercicio.

Se desea automatizar la parte exterior de una vivienda el cual debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- La puerta del garaje se debe abrir mediante una tarjeta magnética.
- Cuenta con cuatro luminarias, cuando se detecte menos de 120 luxes, dos de ellas permanecerán encendidas, las otras dos se encenderán durante 7 segundos cuando se detecte alguna presencia.
- El sistema deberá contar con riego automático para el jardín a las 18h00 todos los días durante 10 minutos.
- Cuando se detecte presencia de lluvia debe cerrar un toldo que cubre área de barbacoa.

- En el baño el sistema debe contar con una sonda de agua, la cual al detectar presencia de agua debe cerrar la válvula de agua.
- La casa debe contar con un modo de simulación de presencia, la cual debe encender y apagar abrir y cerrar cortinas a una determinada hora
- Desde la pantalla HMI Nextion se deberá monitorear y controlar el encendido de luces y las persianas.

#### **E. DESARROLLO**

7. Conectar el bus de comunicación a la red Lonworks
8. Identificar el USB asociado a la red
9. Comisionar y cargar los firmwares adecuados a cada nodo
10. Conectar a las entradas pulsadores e identificar las variables asociadas a las entradas para confirmar el correcto funcionamiento del equipo
11. Identificar las variables asociadas a las salidas del nodo de control modificando los valores de las variables para confirmar el correcto funcionamiento del equipo
12. Modificar los valores de las variables y la red Lonmaker para que de este modo cumpla con los requerimientos del ejercicio planteado.

#### **F. CUESTIONARIO**

- a. Realice el diagrama de conexión de los equipos**
- b. Describir brevemente el funcionamiento y configuración de los firmwares usados.**
- c. Variables configuradas para la realización del ejercicio**

<b>Variable configurada</b>	<b>Valor</b>

- d. Realice el gráfico de la red Lonworks**



## **CAPITULO 6**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **6.1 Conclusiones**

- Se diseñó e implemento un sistema de entrenamiento en Domótico utilizando el estándar Lonworks el cual permite la simulación de automatización de casas de una manera didáctica puesto cuenta con todos los controladores, actuadores y sensores necesarios para realizar un proyecto de escala real.
- De acuerdo con la encuesta realizada a los estudiantes de últimos de Ingeniería electrónica, automatización y control (Ver anexo 4), con el módulo de entrenamiento se logró captar el interés del estudiante en el área de Domótica debido al diseño ergonómico y didáctico del sistema.
- Se diseñó nueve guías prácticas que plantean situaciones reales en el campo de la Domótica con el objetivo de que el estudiante aplique el conocimiento teórico e integre tecnología de bajo costo con la tecnología Lonworks.
- Se integró los equipos de marca ISDE con una Raspberry Pi, lo que en un futuro permitirá al estudiante realizar proyectos de bajo costo y alta confiabilidad.
- Se diseñó una estructura sencilla y práctica que resulta muy fácil y rápido el mantenimiento y escalabilidad de los equipos si fuera necesario al momento de integrar nuevas tecnologías.
- Se verificó que el estándar Lonworks que tiene una arquitectura distribuida permite la fácil distribución de inteligencias entre sensores y actuadores

#### **6.2 Recomendaciones**

- Se recomienda realizar mantenimiento preventivo periódicamente al sistema para evitar el que se acumulen partículas de polvo y también verificar el buen estado de los conductores, pulsadores, controladores y demás componentes del sistema.
- Los equipos tienen varios firmwares que no se consideraron para el diseño de las prácticas, por lo que se recomienda revisar cada uno de

los manuales de los firmwares para que el estudiante amplíe su conocimiento en el área de Domótica.

## Bibliografía

- Castiñeda, N. H. (2013). *Educación Técnica*. Obtenido de [http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/sistemadecontrolaplicaciones/index%20aplicacionesde lossistemasdecontrol\\_archivos/Page351.htm](http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/sistemadecontrolaplicaciones/index%20aplicacionesde lossistemasdecontrol_archivos/Page351.htm)
- Departamento de Eléctrica y Electrónica- DEEE. (27 de Enero de 2015). *Micrositio del Departamento de Eléctrica y Electrónica*. Obtenido de Quienes somos: <http://deee.espe.edu.ec/>
- Díaz Morocho, J. W., & Vizcaino Asimbaya, F. (2016). *Diseño e implementacion de un sistema de entrenamiento en redes industriales*. Sangolquí- Pichincha: ESPE.
- Henao Merchán, O. D. (2 de Noviembre de 2006). *Hadware y software Domótico*. Medellín. Obtenido de [http://cesarasilva.com/index\\_archivos/tesishardwareyssoftwaredomotico.pdf](http://cesarasilva.com/index_archivos/tesishardwareyssoftwaredomotico.pdf)
- ISDE. (2010). *hoja de características FA-45-WD*. Madrid, España.
- ISDE. (2010). *hoja de características IAUSB-F*. Madrid, España.
- ISDE. (2010). *hoja de características ILP 200*. Madrid, España.
- ISDE. (2010). *hoja de características INM 030*. Madrid, España.
- ISDE. (2010). *hoja de características INP-120*. Madrid, España.
- ISDE. (2010). *hoja de características INS 460/v3*. Madrid, España.
- ISDE. (2010). *hoja de características INS-231R/V3*. Madrid, España.
- ISDE. (2010). *Hoja de características ISDV 210*. Madrid, España.
- ISDE. (2010). *Hoja de características IST-010*. Madrid, España.
- LEGRAND. (2013). *Tableros a Normativa-TAN, IEC-61439*. Santiago, Chile.
- Pauley, J., & Young, S. (2009). Sizing a Circuit Breaker. *EC&M*, 50-54.
- Soláns Campo, D. (2005). *Las nuevas tecnologías al servicio de los mayores en Domótica*. Castellon de la Plana: Universitat per a Majors.
- Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. (Febrero de 2011). *Carrera de Ingeniería en Electronica, Automatizacion y Control*. Obtenido de Malla Curricular Básica: <http://automatizacion.espe.edu.ec/wp-content/uploads/2013/02/Malla-2011.pdf>