



ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE



“MÓDULO ENTRENADOR DE DOMÓTICA PARA LA FORMACIÓN TÉCNICA DE  
LOS ESTUDIANTES DE MECATRÓNICA EN LA MATERIA INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS RESIDENCIALES”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR AL GRADO DE INGENIERO  
EN MECATRÓNICA

POR

SALVADOR ERNESTO CAMPOS LOPEZ N° 037716  
WALTER OSWALDO CASTILLO RAMÍREZ N° 175316  
GERARDO ALEXANDER MOLINA CONTRERAS N° 072316  
EDWIN IGNACIO RIVERA CALLEJAS N° 241116

SEPTIEMBRE 2021

SANTA TECLA, LA LIBERTAD, EL SALVADOR, C.A.

**ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERÍA ITCA-FEPADE  
ESCUELA DE MECATRÓNICA**

RECTORA  
**ELSY ESCOLAR SANTODOMINGO**

VICERRECTOR ACADÉMICO  
**CARLOS ALBERTO ARRIOLA MARTÍNEZ**

DIRECTOR DE ESCUELA  
**OVANIO HUMBERTO AVALOS GARCÍA**

COORDINADOR INGENIERÍA EN MECATRÓNICA  
**BLADIMIR ARNOLDO ALVARENGA HENRÍQUEZ**

ASESOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
**BLADIMIR ARNOLDO ALVARENGA HENRÍQUEZ**

ESCUELA ESPECIALIZADA EN INGENIERIA MECATRÓNICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA



ORDEN DE APROBACIÓN

Título del Trabajo de Investigación:

"MÓDULO ENTRENADOR DE DOMÓTICA PARA LA FORMACIÓN TÉCNICA DE LOS ESTUDIANTES DE MECATRÓNICA EN LA MATERIA INSTALACIONES ELÉCTRICAS RESIDENCIALES"

Presentado por los estudiantes:

SALVADOR ERNESTO CAMPOS LOPEZ  
WALTER OSWALDO CASTILLO RAMÍREZ  
GERARDO ALEXANDER MOLINA CONTRERAS  
EDWIN IGNACIO RIVERA CALLEJAS

---

Ing. Bladimir  
Arnoldo Alvarenga  
Henríquez  
ASESOR

---

Ing. René Mauricio  
Hernández Ortiz  
JURADO 1

---

Ing. Ever Sigfredo Ábrego  
Preza  
JURADO 2

---

Ing. Mario Alfredo Majano Guerrero  
Director de Escuela

Sello de la Escuela

Santa Tecla, La Libertad a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año 202\_\_.

**Nosotros:** SALVADOR ERNESTO CAMPOS LOPEZ de DUI: 05549830-5, WALTER OSWALDO CASTILLO RAMÍREZ de DUI: 05465727-3, GERARDO ALEXANDER MOLINA CONTRERAS de DUI: 052606187-7 y EDWIN IGNACIO RIVERA CALLEJAS de DUI:04660647-0 estudiantes de la carrera de: Ingeniería en Mecatrónica de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.

**Manifestamos:**

- 1) Que somos los autores del trabajo de investigación que lleva por título: Módulo entrenador de domótica para la formación técnica de los estudiantes de Mecatrónica en la materia Instalaciones Eléctricas Residenciales y que en adelante denominaremos la obra, presentado como requisito de graduación de la carrera antes mencionada, el cual fue dirigido y asesorado por el ingeniero: BLADIMIR ARNOLDO ALVARENGA HENRÍQUEZ, quien se desempeña como docente de la Escuela de: Ingeniería en Mecatrónica, en esta institución.
- 2) Que la obra es una creación original y que no infringe los derechos de propiedad intelectual, ni los derechos de publicidad, comerciales, de propiedad industrial u otros, y que no constituye una difamación, ni una invasión de la privacidad o de la intimidad, ni cualquier injuria hacia terceros.
- 3) Nos responsabilizamos ante cualquier reclamo que se le haga a la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, en este sentido.
- 4) Que estamos debidamente legitimados para autorizar la divulgación de la obra mediante las condiciones de la licencia de *Creative Commons*. (marcar solo una)  
 Reconocimiento (cc by)  
 Reconocimiento - Compartir (cc by -sa)  
 Reconocimiento - SinObraDerivada (cc by -nd)  Reconocimiento - NoComercial (cc by-nc)  
 Reconocimiento - NoComercial - CompartirIgual (cc by-nc-sa)  
 Reconocimiento -NoComercial-SinObraDerivada (cc by-nc-nd) De acuerdo con la legalidad vigente.
- 5) Que conocemos y aceptamos las condiciones de preservación y difusión, establecidas en la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE.

**En atención a lo antes expuesto solicitamos:**

Que la obra quede depositada en las condiciones establecidas en la licencia de difusión anteriormente seleccionada, por lo tanto y con base a los artículos 5, 7 y 8 de la Ley de Propiedad Intelectual; cedemos los derechos de autor de orden patrimonial.

---

Salvador Campos

Walter Castillo

Gerardo Contreras

Edwin Rivera

Santa Tecla, La Libertad a los \_\_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año 202\_\_.

## **Agradecimientos**

Inicialmente, quiero agradecer a toda mi familia, a mis hermanos y hermanas, por todo el apoyo que me brindaron cuando lo necesité y principalmente, quiero agradecer a mis padres, Félix Adán Castillo López y Neri Nohemy Ramírez de Castillo, por brindarme siempre su apoyo incondicional, por transmitirme el espíritu del trabajo duro y el deseo de superación, por creer en mí durante todos estos años, por seguir admirándome cada día de mi vida pese a todos mis tropiezos y por todos esos consejos que me brindaron; hoy, quiero darle las gracias por todo, papá y mamá. ¡Este logro ha sido gracias a ustedes!

También, quiero agradecer al Programa Oportunidades de la Fundación Gloria de Kriete, el cual ha impactado inmensurablemente mi vida y ha permitido que pudiese aspirar a esta carrera profesional y culminarla exitosamente. Gracias al Programa por permitirme soñar y creer en mí, por el acompañamiento y el refuerzo académico en la Fase Nivelada, por otorgarme la beca universitaria para la Fase Despega y por toda la instrucción y mentoría que recibí durante todos estos años; ahora, puedo decir que estoy a un par de pasos para lograrlo. Así que quiero darle las gracias a cada maestro, cada *coach* y cada colaborador de Oportunidades, que me brindó su apoyo y palabras de aliento para que este momento de mi vida pudiese hacerse realidad. ¡Muchísimas gracias familia Oportunidades!

Y por último, pero no menos importante, quiero darles las gracias a mis compañeros de equipo: a Salvador E. Campos, Gerardo A. Molina y Edwin I. Rivera, por aceptarme en el equipo, por amoldarse perfectamente a la modalidad de trabajo adoptada, por su valiosa e inmensa colaboración, por su compromiso y liderazgo durante todo este proyecto, y finalmente, por toda la consideración brindada hacia mi persona en cuanto a las responsabilidades con este Proyecto. Sin duda alguna, este Proyecto de Graduación no habría sido desarrollado sin su noble participación. ¡Así que muchas gracias por todo, estimados amigos y colegas!

Walter Oswaldo Castillo Ramírez.

## **Dedicatorias**

A mis padres:

Lilian Esperanza López Hernández y Robin Joe Campos Zaldaña, por apoyarme durante toda mi formación profesional e inculcarme el deseo de superación.

A mi Hermano:

José Rogelio Campos por su especial cariño y apoyo continuo.

A mis tíos:

Salvador y Sor Tránsito López por apoyarme en mi superación profesional y cariño.

A mi novia:

Graciela Michelle Reyes Solís por brindarme su comprensión y apoyo constante.

Salvador Ernesto Campos López

Dedico este Proyecto de Graduación a mis padres, Félix Adán Castillo López y Neri Nohemy Ramírez de Castillo, quienes siempre me han brindado su apoyo incondicional durante toda mi trayectoria académica y cuyo compromiso por verme brillar en el futuro me ha permitido culminar exitosamente este largo camino de formación profesional. *Con amor, su hijo...*

Walter Oswaldo Castillo Ramírez.



Dedicado a mis padres y a mi esposa Brenda.

Edwin Ignacio Rivera Callejas

Dedicado a mis abuelos Gerardo Contreras y Modesta Zepeda quienes siempre estuvieron en mi niñez y me fueron formando en valores y sus enseñanzas, a mi padre Alfredo Cuerno quien siempre fue mi apoyo y me oriento a ser una mejor persona con sus enseñanzas y experiencia. A la familia Meléndez, Daniel, Carolina y Liliana Meléndez quienes fueron de gran apoyo durante gran parte de mi carrera. Gracias a todos con cariño.

Gerardo Alexander Molina Contreras

## Tabla de Contenido

<b>Capítulo I: Planteamiento de la Investigación</b>	<b>1</b>
Tema de la Investigación	2
Definición del problema	2
Hipótesis	4
Propuesta de posible solución	4
Antecedentes	4
Justificación	7
Objetivos	9
Alcances	10
Limitaciones	11
Metodología de la investigación	13
<b>Capítulo II: Marco Teórico</b>	<b>17</b>
1. Instalaciones eléctricas y Automatización	18
1.1. Definición	18
1.2. Evolución	18
1.3. Normativa eléctrica	18
1.4. Tipos de control	19
2. Domótica	21
2.1. Definición	21
2.2. Historia y evolución de la domótica	22
2.3. Protocolos y estándares de domótica	25
2.3.1. Protocolo	26
2.3.2. Protocolo X10	26
2.3.2.1. Ventajas y desventajas de X10	30
A. Ventajas	30
B. Desventajas	30
2.3.3. Protocolo Zigbee	31
2.3.3.1. Redes Mesh	32
2.3.3.2. Ventajas y desventajas de Zigbee	35
A. Ventajas	35
B. Desventajas	35
2.3.4. El estándar KNX	36
2.3.4.1. Historia del estándar KNX	38

2.3.4.2. ¿Como funciona el estándar KNX? -----	41
A. Par Trenzado KNX (TP) -----	43
B. Powerline KNX (PL) -----	45
C. Radiofrecuencia KNX (RF) -----	47
D. KNX IP -----	50
2.3.4.3. Ventajas y desventajas del sistema KNX-----	55
A. Ventajas-----	55
B. Desventajas -----	55
3. Instrumentación y Controladores-----	57
3.1. Instrumentación: sensores _____	58
3.1.1. Sensores detectores de movimiento _____	60
3.1.1.1. Sensores detectores de presencia-----	61
A. Sensor detector de presencia por Ultrasonidos -----	61
B. Sensor detector de presencia por Microondas -----	64
C. Sensor detector de presencia por infrarrojos -----	65
D. Tecnología dual -----	69
3.1.1.2. Lineales o de barrera -----	70
3.1.2. Sensores de temperatura _____	71
3.1.2.1. Sondas de temperatura -----	72
3.1.3. Sensores de luminosidad _____	73
3.1.4. Sensores de proximidad con contacto _____	74
3.1.4.1. Microswitch o microrruptor -----	75
3.2. Instrumentación: actuadores _____	77
3.2.1. Electroválvulas _____	78
3.2.2. Relés _____	81
3.2.2.1. Relés temporizadores-----	82
A. Retardo a la conexión:-----	82
B. Retardo a la desconexión:-----	82
C. Retardo a la conexión y desconexión:-----	83
D. Cíclico a la conexión:-----	83
E. Impulso a la conexión:-----	84
3.2.3. Motores _____	84
3.2.3.1. Motores Trifásicos-----	87
3.2.3.2. Motores Monofásicos-----	89
3.2.3.3. Motores de Corriente Directa o Corriente Continua -----	90
3.2.3.4. Arranque de motores-----	91
3.2.3.5. Aplicaciones de los motores -----	92
3.2.4. Ventiladores _____	92
3.2.5. Lámparas _____	95
3.2.6. Tomacorrientes _____	104
3.2.6.1. Tomacorriente no polarizado sin terminal de puesta a tierra ---	109

3.2.6.2. Tomacorriente polarizado sin terminal de puesta a tierra-----	111
3.2.6.3. Tomacorriente polarizado con terminal de puesta a tierra-----	111
3.2.6.4. Tomacorriente polarizado con terminal de puesta a tierra cuando el equipo conectado al circuito ramal es de 208 V-----	115
3.2.6.5. Interruptor de Falla a Tierra (GFCI) -----	116
A. Efectos de un shock eléctrico e importancia del GFCI-----	117
3.3. Controladores y Redes_____	122
3.3.1. Autómata Programable_____	123
3.3.1.1. Elementos que componen un Autómata Programable-----	124
3.3.2. Módulo Lógico Inteligente LOGO!_____	128
3.3.2.1. ¿Qué modelos existen?-----	129
3.3.2.2. ¿Qué módulos de ampliación existen?-----	129
3.3.2.3. ¿Qué visualizadores están disponibles?-----	129
3.3.2.4. Identificación de las versiones de LOGO!-----	129
3.3.2.5. Estructura de distintos modelos de Módulos de Expansión para LOGO!-----	132
3.3.2.6. LOGO! TDE-----	133
A. Funciones del LOGO! TDE-----	133
3.3.2.7. Montaje del Autómata Programable LOGO!-----	134
A. Conectar la fuente de alimentación-----	134
B. Conexión de las entradas en el LOGO!-----	135
C. Conexión de las salidas en el LOGO!-----	137
D. Conexión de la interfaz Ethernet-----	137
3.3.3. Programación_____	139
3.3.3.1. Lenguajes de Programación-----	139
A. Programa en LD-----	140
B. Programa en FBD-----	140
C. Programa en ID-----	141
D. Programa en SFC-----	141
3.3.3.2. Programación del autómata LOGO!-----	141
A. Bloques y números de bloque-----	142
B. Representación de un bloque en el display integrado en el LOGO! --	144
C. Asignación de un número de bloque LOGO!-----	145
D. Programación mediante el teclado y la pantalla LCD-----	146
E. Ventajas del software para programación de LOGO!-----	148
3.3.4. Redes de Comunicación_____	149
A. Comunicaciones Industriales-----	149
B. Protocolos de Comunicación Industrial-----	149
C. Medios de Comunicación en redes domésticas-----	153
3.3.5. LOGO Soft Comfort_____	159
3.3.5.1. Descripción general de la interfaz de usuario-----	159

A. Interfaz de programación-----	159
B. Interfaz del proyecto-----	161
C. Barra de herramientas "Estándar"-----	162
D. Barra de herramientas "Herramientas"-----	163
E. Modo de esquema-----	163
F. Árbol de esquemas-----	164
G. Árbol de operaciones-----	164
H. Editor de esquemas-----	164
I. Proyecto de red-----	164
J. Vista de red-----	165
3.3.6. LOGO Web Editor-----	165
3.3.6.1. Interfaz de usuario-----	165
A. Descripción general-----	165
B. Barra de menús (Menu Bar)-----	167
C. Barra de herramientas Estándar (Standar Toolbar)-----	169
D. Panel de componentes-----	170
<b>Capítulo III: Diseño y desarrollo del prototipo propuesto-----</b>	<b>172</b>
4. Componentes principales y accesorios-----	173
5. Planos de conjunto y modelado 3D del prototipo-----	178
6. Plano explosivo del prototipo-----	179
7. Descripción del funcionamiento-----	180
8. Planos eléctricos de conexión-----	182
9. Presupuesto de materiales-----	186
<b>Capítulo IV: Resultados, Conclusiones y Recomendaciones-----</b>	<b>188</b>
<b>Análisis de resultados-----</b>	<b>189</b>
<b>Conclusiones-----</b>	<b>191</b>
<b>Recomendaciones-----</b>	<b>192</b>
<b>Capítulo V: Marco de Consulta-----</b>	<b>193</b>
<b>Bibliografía-----</b>	<b>194</b>
<b>Índice de Siglas y Acrónimos-----</b>	<b>199</b>
<b>Glosario-----</b>	<b>203</b>
<b>Índice Analítico-----</b>	<b>218</b>
<b>Anexos-----</b>	<b>222</b>
1. Hojas técnicas de los componentes del prototipo-----	223
1.1. Hoja Técnica del Sensor de Movimiento Infrarrojo-----	223

1.2. Hoja técnica de LOGO OBA0 - modelo: 6ED1052-1FB08-OBA0_____	225
1.3. Hoja técnica del módulo de expansión - modelo:6ED1055-1FB00-OBA2_____	227
1.4. Hoja técnica de fotocelda_____	229
1.5. Hoja técnica de Bases y relés utilizados_____	230
2. Manual de Usuario del Módulo Entrenador de Domótica-----	231
Antes de usar el módulo entrenador de domótica _____	234
Precauciones _____	234
Advertencias _____	234
Descripción General _____	235
Especificaciones Técnicas_____	235
Manipulación manual segura_____	235
Programas requeridos para la configuración de dispositivos de módulo entrenador de domótica _____	235
Partes y accesorios del módulo entrenador _____	236
Puesta en marcha del módulo _____	236
Colorimetría _____	236
Encendido del módulo entrenador de domótica_____	237
Apagado del módulo entrenador de domótica _____	238
Conectando el módulo a la PC por medio de Wi-Fi o cable Ethernet para cargar al LOGO! la programación diseñada _____	238
Personalizando el entorno del Servidor Web de LOGO para el módulo entrenador, por medio del programa LOGO Web Editor _____	241
Accediendo al entorno gráfico de control remoto del módulo entrenador usando la personalización del Servidor Web de LOGO! _____	243
Resolución de problemas del módulo entrenador de domótica _____	244
3. Ejemplos de guías didácticas para el desarrollo de competencias-----	245
3.1. Guía 1: interacción con el equipo por primera vez_____	245
3.2. Guía 2: evaluación final de domótica _____	249

#### ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: FUNCIONES QUE SE PUEDEN REALIZAR UTILIZANDO EL PROTOCOLO X10. -----	29
TABLA 2: RELACIÓN MÁXIMA DE CORRIENTE DE ARRANQUE EN MOTORES. -----	91
TABLA 3: EFECTOS DE LA CORRIENTE SOBRE EL CUERPO HUMANO. -----	117
TABLA 4: VERSIONES DISPONIBLES DE LOGO! -----	130
TABLA 5: DESCRIPCIÓN DE LED DE ESTADO ETHERNET. -----	138
TABLA 6: ESTADOS OPERATIVOS DE LOGO! -----	138
TABLA 7: COMPARACIÓN DE CARACTERÍSTICAS ENTRE ALGUNOS. -----	152

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: MUESTRA DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA CASA AUTOMATIZADA DE EMIL MATHIAS. -----	23
ILUSTRACIÓN 2: CONVERGENCIA AL ESTÁNDAR KNX. -----	38
ILUSTRACIÓN 3: MÉTODOS DE TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN DEL ESTÁNDAR KNX. -----	42
ILUSTRACIÓN 4: PRINCIPIO SENSOR/ACTUADOR EN KNX. -----	42
ILUSTRACIÓN 5: FORMATO DE SEÑAL EN KNX TP. -----	43
ILUSTRACIÓN 6: ESTRUCTURA DE TELEGRAMA EN KNX TP. -----	44
ILUSTRACIÓN 7: FORMATO DE SEÑAL EN KNX PL. -----	46
ILUSTRACIÓN 8: FORMATO DE SEÑAL EN KNX PL. -----	47
ILUSTRACIÓN 9: ESTRUCTURA DE UN TELEGRAMA KNX RF. -----	49
ILUSTRACIÓN 10: BLOQUES DE DATOS EN TELEGRAMAS KNX RF. -----	49
ILUSTRACIÓN 11: EJEMPLO DE KNXNET/IP TUNNELING: PROGRAMACIÓN DE UN DISPOSITIVO BUS A TRAVÉS DE ETHERNET. -----	51
ILUSTRACIÓN 12: EJEMPLO DE KNXNET/IP ROUTING: ACCESO SIMULTÁNEO A VARIAS INSTALACIONES KNX A TRAVÉS DE ETHERNET. -----	51
ILUSTRACIÓN 13: KNXNET/IP EN EL MODELO DE REFERENCIA OSI. -----	52
ILUSTRACIÓN 14: ESTRUCTURA DE TELEGRAMA EN KNXNET/IP. -----	53
ILUSTRACIÓN 15: SEÑALES DE COMUNICACIÓN -----	58
ILUSTRACIÓN 16: ETAPAS DE UN SENSOR. -----	59
ILUSTRACIÓN 17: CLASIFICACIÓN DE SENSORES DETECTORES DE MOVIMIENTO. -----	60
ILUSTRACIÓN 18: SENSORES DETECTORES DE PRESENCIA -----	61
ILUSTRACIÓN 19: ESQUEMA DE DISPOSICIÓN O UBICACIÓN DE UN SENSOR DETECTOR DE PRESENCIA POR ULTRASONIDOS. -----	63
ILUSTRACIÓN 20: ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UN SENSOR DETECTOR DE PRESENCIA POR INFRARROJOS. -----	66
ILUSTRACIÓN 21: INSTALACIÓN INCORRECTA DE UN SENSOR DETECTOR DE PRESENCIA POR INFRARROJOS. -----	67
ILUSTRACIÓN 22: INSTALACIÓN CON VARIOS SENSORES DETECTORES DE PRESENCIA POR INFRARROJOS -----	68
ILUSTRACIÓN 23: SENSORES DETECTORES DE INTRUSIÓN LINEAL. -----	70
ILUSTRACIÓN 24: FORMA FÍSICA TÍPICA DE UN MICROINTERRUPTOR. -----	75
ILUSTRACIÓN 25: CAMPO ELECTROMAGNÉTICO PRODUCIDO POR LA BOBINA Y PARTES DE UNA ELECTROVÁLVULA -----	78
ILUSTRACIÓN 26: DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA INSTALACIÓN DE UNA ELECTROVÁLVULA PARA EL SUMINISTRO DE AGUA -----	80
ILUSTRACIÓN 27: DIAGRAMAS DE BLOQUES DE LA INSTALACIÓN DE UNA ELECTROVÁLVULA PARA EL SUMINISTRO DE GAS -----	80
ILUSTRACIÓN 28: REPRESENTACIÓN DE UN RELÉ DESCONECTADO Y UN RELÉ CONECTADO -----	81
ILUSTRACIÓN 29: CRONOGRAMA DE RETARDO A LA CONEXIÓN. -----	82
ILUSTRACIÓN 30: CRONOGRAMA DE RETARDO A LA DESCONEXIÓN. -----	83
ILUSTRACIÓN 31: CRONOGRAMA DE RETARDO A LA CONEXIÓN Y DESCONEXIÓN. -----	83



ILUSTRACIÓN 32: CRONOGRAMA DE CÍCLICO A LA CONEXIÓN. -----	84
ILUSTRACIÓN 33: CRONOGRAMA DE IMPULSO A LA CONEXIÓN. -----	84
ILUSTRACIÓN 34: CURVA DE ARRANQUE DE UN MOTOR. -----	86
ILUSTRACIÓN 35: SÍMBOLO DEPENDIENDO DEL TIPO DE MOTOR. -----	86
ILUSTRACIÓN 36: CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE MOTORES EXISTENTES. -----	87
ILUSTRACIÓN 37: CONEXIÓN DELTA O TRIÁNGULO. -----	88
ILUSTRACIÓN 38: CONEXIÓN ESTRELLA. -----	88
ILUSTRACIÓN 39: DIAGRAMA DE CONEXIÓN INTERNA DE UN MOTOR MONOFÁSICO. -----	89
ILUSTRACIÓN 40: TIPOS DE CONEXIONADO DE MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA. -----	90
ILUSTRACIÓN 41: BORNES DE CONEXIÓN DE MOTORES DE CORRIENTE CONTINUA. -----	90
ILUSTRACIÓN 42: PARTES PRINCIPALES DE UN VENTILADOR. -----	93
ILUSTRACIÓN 43: TIPOS DE LÁMPARAS. -----	103
ILUSTRACIÓN 44: TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO CON PUESTA A TIERRA. EL SELLO UL GARANTIZA SU CALIDAD Y LAS MARCAS DE AMPERAJE Y VOLTAJE DEBEN ESTAR SIEMPRE PRESENTES. -----	106
ILUSTRACIÓN 45: LA LETRA G REPRESENTA LA TERMINAL PUESTA A TIERRA, MIENTRAS QUE LAS LETRAS F Y N, INDICAN LAS TERMINALES FASE Y NEUTRO, RESPECTIVAMENTE. -----	107
ILUSTRACIÓN 46: (A) INTERRUPTOR DE FALLA A TIERRA. (B) TOMACORRIENTE CON TERMINAL AISLADO DE TIERRA. -----	108
ILUSTRACIÓN 47: LOS ENCHUFES SON EL PUENTE ENTRE EL TOMACORRIENTE Y EL EQUIPO ELÉCTRICO A UTILIZAR. LA FORMA DE LOS ENCHUFES DEPENDERÁ DEL TIPO DE TOMACORRIENTE. -----	108
ILUSTRACIÓN 48: CONEXIÓN DE UNA TOSTADORA A UN TOMACORRIENTE NO POLARIZADO Y SU DIAGRAMA UNIFILAR.	110
ILUSTRACIÓN 49: CONEXIÓN DE UNA TOSTADORA A UN TOMACORRIENTE. DIAGRAMA UNIFILAR INCLUIDO. -----	110
ILUSTRACIÓN 50: CONEXIÓN DE UNA TOSTADORA A UN TOMACORRIENTE POLARIZADO Y SU DIAGRAMA UNIFILAR. -	111
ILUSTRACIÓN 51: RECORRIDO DE LA CORRIENTE EN UN CIRCUITO CUANDO SE PRODUCE UNA FALLA DE CONTACTO, QUE CONECTA EL CONDUCTOR DE FASE CON LA CUBIERTA METÁLICA DEL ARTEFACTO. -----	112
ILUSTRACIÓN 52: RECORRIDO DE LA CORRIENTE PARA LA FIGURA ANTERIOR Y SU DIAGRAMA UNIFILAR. -----	113
ILUSTRACIÓN 53: RECORRIDO DE LA CORRIENTE ANTE UNA FALLA, CUANDO LA FASE ESTÁ CONECTADA A LA CUBIERTA DEL EQUIPO. -----	114
ILUSTRACIÓN 54: DIAGRAMA UNIFILAR DE LA ILUSTRACIÓN ANTERIOR. -----	114
ILUSTRACIÓN 55: CIRCUITO RAMAL PARA UNA SECADORA QUE ES ALIMENTADA POR DOS FASES, UN NEUTRO Y EL CABLE DE PUESTA A TIERRA QUE SIRVE DE PROTECCIÓN. -----	115
ILUSTRACIÓN 56: DIAGRAMA DE FUNCIONAMIENTO DE UN GFCI. -----	119
ILUSTRACIÓN 57: COMPORTAMIENTO DE GFCI ANTE UN FALLO DE PUESTA A TIERRA EN UN DISPOSITIVO. ----	120
ILUSTRACIÓN 58: FUNCIONAMIENTO DEL GFCI ANTE DESBALANCE ELÉCTRICO DE LA FASE Y EL NEUTRO. ----	122
ILUSTRACIÓN 59: ESTRUCTURA DE UN AUTÓMATA PROGRAMABLE. -----	127
ILUSTRACIÓN 60: ESTRUCTURA MODELOS DE LOGO! -----	131
ILUSTRACIÓN 61: ESTRUCTURA DE MÓDULOS DE EXPANSIÓN. -----	132
ILUSTRACIÓN 62: LOGO! TDE. -----	133

ILUSTRACIÓN 63: ALIMENTACIÓN AC o DC PARA LOGO! -----	135
ILUSTRACIÓN 64: DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE ENTRADAS PARA LOGO! 230.-----	136
ILUSTRACIÓN 65: DIAGRAMAS DE CONEXIÓN BIFÁSICA Y TRIFÁSICA PARA LOGO! -----	136
ILUSTRACIÓN 66: DIAGRAMA DE CONEXIÓN DE CARGAS EN LOGO! -----	137
ILUSTRACIÓN 67: CONEXIÓN DE CABLE ETHERNET A LOGO!-----	138
ILUSTRACIÓN 68: CONEXIÓN DE CIRCUITO EN LOGO! -----	147
ILUSTRACIÓN 69: REDES INDUSTRIALES. -----	150
ILUSTRACIÓN 70: SEÑAL DIGITAL Y ANALÓGICA EN BUS DE CAMPO HART. -----	151
ILUSTRACIÓN 71: MEDIOS DE COMUNICACIÓN EN REDES DOMÓTICAS. -----	154

### ÍNDICE DE IMÁGENES

IMAGEN 1: COMPARACIÓN DE CONTROLADORES DE LA MARCA SIEMENS.-----	20
IMAGEN 2: ECHO IV DISEÑADO POR JIM SUTHERLAND.-----	24
IMAGEN 3: LOGO DE X10.-----	24
IMAGEN 4: DISPOSITIVO X10.-----	27
IMAGEN 5: VENTAJAS DEL USO DEL ESTÁNDAR X10.-----	27
IMAGEN 6: REPRESENTACIÓN DE LA TOPOLOGÍA DE RED MESH.-----	33
IMAGEN 7: REPRESENTACIÓN DE LOS DIFERENTES ROLES DE LOS ELEMENTOS EN UNA TIPOLOGÍA MESH UTILIZANDO EL PROTOCOLO ZIGBEE.-----	34
IMAGEN 8: LOGO DE KNX.-----	36
IMAGEN 9: PRIMER DISPOSITIVO DESARROLLADO CON PROTOCOLO EIB.-----	39
IMAGEN 10: CONTROLADOR LOGO! CON MODULO CMK2000.-----	41
IMAGEN 11: CONEXIÓN DE DISPOSITIVOS A TRAVÉS DE TERMINAL BUS.-----	45
IMAGEN 12: VENTANAS DE TRABAJO EN ETS.-----	54
IMAGEN 13: DISTRIBUCIÓN DE SENSORES Y ACTUADORES EN UNA VIVIENDA CON DOMÓTICA.-----	57
IMAGEN 14: SENSOR DETECTOR DE PRESENCIA POR ULTRASONIDOS.-----	62
IMAGEN 15: SENSOR DETECTOR DE PRESENCIA POR MICROONDAS.-----	64
IMAGEN 16: SENSOR DETECTOR DE PRESENCIA POR INFRARROJOS.-----	65
IMAGEN 17: SENSOR DETECTOR DE PRESENCIA DE TECNOLOGÍA DUAL.-----	69
IMAGEN 18: TERMOSTATO.-----	71
IMAGEN 19: SONDAS DE TEMPERATURA.-----	72
IMAGEN 20: SENSOR DETECTOR DE LUMINOSIDAD.-----	73
IMAGEN 21: FINAL DE CARRERA.-----	74

IMAGEN 22: MICROSWITCH O MICRORRUPTOR DE PALANCA CON RODILLO. -----	74
IMAGEN 23: COMPOSICIÓN INTERNA DE UN MICROSWITCH. -----	75
IMAGEN 24: TIPOS DE ACTUADORES -----	77
IMAGEN 25: ELECTROVÁLVULA DE AGUA -----	81
IMAGEN 26: ELECTROVÁLVULA DE GAS -----	81
IMAGEN 27: MOTOR JAULA DE ARDILLA. -----	85
IMAGEN 28: INTERRUPTOR DOBLE Y SONDA DE CALIDAD DE AIRE. -----	94
IMAGEN 29: CONTROL DE LA VELOCIDAD DE GIRO DE LOS VENTILADORES EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA AMBIENTE. -----	94
-----	
IMAGEN 30: CONMUTADOR DE DOS INTERRUPTORES: ON/OFF Y VELOCIDAD BAJA O ALTA. -----	95
IMAGEN 31: EJEMPLO DE DIVERSOS TIPOS DE LUMINARIAS. -----	96
IMAGEN 32: LÁMPARAS O BOMBILLOS INCANDESCENTES. -----	97
IMAGEN 33: LÁMPARAS DE DESCARGA DE VAPOR DE SODIO A BAJA PRESIÓN. -----	98
IMAGEN 34: LÁMPARA DE DESCARGA DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESIÓN. -----	99
IMAGEN 35: LÁMPARAS DE DESCARGA DE VAPOR DE MERCURIO EN BAJA PRESIÓN. -----	100
IMAGEN 36: LÁMPARAS DE DESCARGA DE VAPOR DE MERCURIO A ALTA PRESIÓN. -----	101
IMAGEN 37: DISTINTOS TIPOS DE LUMINARIAS LED. -----	102
IMAGEN 38: EJEMPLO DE AUTÓMATAS PROGRAMABLES. -----	124
IMAGEN 39: EJEMPLO DE PROGRAMA EN LENGUAJE LD. -----	140
IMAGEN 40: EJEMPLO DE PROGRAMA EN LENGUAJE FBD. -----	140
IMAGEN 41: EJEMPLO DE PROGRAMA EN LENGUAJE ID. -----	141
IMAGEN 42: EJEMPLO DE PROGRAMA EN LENGUAJE SFC. -----	141
IMAGEN 43: EJEMPLO DE BLOQUE LÓGICO OR. -----	142
IMAGEN 44: FUNCIÓN LÓGICA AND. -----	142
IMAGEN 45: FUNCIÓN LÓGICA OR. -----	143
IMAGEN 46: FUNCIÓN LÓGICA NAND. -----	143
IMAGEN 47: FUNCIÓN LÓGICA NOR. -----	143
IMAGEN 48: FUNCIÓN LÓGICA XOR. -----	144
IMAGEN 49: VISUALIZACIÓN DEL NÚMERO DE BLOQUE EN EL DISPLAY DE LOGO! -----	145
IMAGEN 50: VISTA DE LA INTERCONEXIÓN DE BLOQUES EN LOGO! -----	146
IMAGEN 51: ESQUEMA TÍPICO DE CONEXIONES. -----	146
IMAGEN 52: CONEXIÓN DE S3 A Q1. -----	147
IMAGEN 53: CONEXIÓN DEL S1 Y S2 EN PARALELO. -----	148
IMAGEN 54: ELEMENTOS DE LA INTERFAZ DE PROGRAMACIÓN DE LOGO! SOFT COMFORT. -----	160
IMAGEN 55: ELEMENTOS DE LA INTERFAZ DE VISTA DE RED E INTERFAZ DE PROGRAMACIÓN. -----	162

IMAGEN 56: BARRA DE HERRAMIENTAS "ESTÁNDAR".	-----	163
IMAGEN 57: BARRA DE HERRAMIENTAS "HERRAMIENTAS".	-----	163
IMAGEN 58: ELEMENTOS DE LA INTERFAZ DE LOGO! WEB EDITOR.	-----	166
IMAGEN 59: BARRA DE HERRAMIENTAS ESTÁNDAR DE LOGO! WEB EDITOR.	-----	169
IMAGEN 60: COMANDOS DE LA BARRA DE HERRAMIENTAS ESTÁNDAR DE LOGO! WEB EDITOR.	-----	170

#### **TABLA DE ECUACIONES**

ECUACIÓN 1: CORRIENTE NOMINAL AL ATRAVESAR EL CUERPO HUMANO CON LA PIEL SECA.	-----	118
ECUACIÓN 2: CORRIENTE NOMINAL AL ATRAVESAR EL CUERPO HUMANO CON LA PIEL MOJADA.	-----	118

## Resumen

Esta investigación se ha elaborado con la finalidad de desarrollar un *Módulo Entrenador de Domótica* que contribuya con la formación técnica de estudiantes de mecatrónica. En dicho volumen, se fundamenta inicialmente el Planteamiento de la Investigación, acotado a las circunstancias actuales que atraviesa el país y a los desafíos laborales que enfrentan los estudiantes de ITCA-FEPADE, que se encuentran formación. Asimismo, la sustentación teórica se basa en la Domótica como temática principal, la cual se desglosa en 3 temas: *Instalaciones eléctricas y Automatización, Domótica*, que consiste en la exposición de los sistemas domóticos más destacados y sus respectivas diferencias e *Instrumentación y Controladores*, en el cual se describen diversas generalidades, especificaciones técnicas, principios de funcionamiento, protocolos de comunicación y la integración de diversos componentes de control, así como los actuadores utilizados típicamente en aplicaciones domóticas. Finalmente, se presenta el Diseño y desarrollo del prototipo propuesto, exponiendo su listado de componentes, accesorios, planos de conjunto y modelado 3D, descripción del funcionamiento, planos eléctricos y su respectivo presupuesto de materiales. Es así, como se encuentra constituida dicha obra *grosso modo*.

**CAPÍTULO I**  
**PLANTEAMIENTO DE LA**  
**INVESTIGACIÓN**

## **Tema de la Investigación**

Módulo entrenador de domótica para la formación técnica de los estudiantes de Mecatrónica en la materia Instalaciones Eléctricas Residenciales.

## **Definición del problema**

En la actualidad, debido al acelerado desarrollo tecnológico en la automatización de procesos, el manejo apropiado de disciplinas y tecnologías implicadas en labores de automatización requiere de una sólida formación técnica; puesto que, para el desarrollo de las destrezas necesarias dentro del rubro de la automatización, resulta imprescindible el estudio y conocimiento de una amplia variedad de temáticas de tecnología e ingeniería. Por consiguiente, las empresas de automatización de hoy en día demandan una alta contratación de personal capacitado para el desarrollo de proyectos de automatización.

Debido a esta demanda local de personal capacitado, las universidades que cuentan con carreras afines a ingeniería y automatización están comprometidas con el desafío de formar profesionales suficientemente capacitados, con el fin de suplir las demandas de empleabilidad y a su vez, facilitar la inserción de dichos profesionales al mercado laboral. Por lo tanto, esta problemática alude a la capacitación y enseñanza técnica en automatización de dichas instituciones educativas de nivel superior.

Particularmente, la domótica como rama de la automatización, la cual busca mejorar el nivel de vida de los usuarios de edificaciones residenciales, inicia paulatinamente su auge en el país. Es así, como la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, una de las instituciones educativas de nivel superior que se mantiene a la vanguardia del desarrollo tecnológico, contribuye con la formación de Técnicos e Ingenieros en Mecatrónica, promoviendo así, una formación técnica que abarca la domótica. No obstante, cabe recalcar la existencia de oportunidades de mejora en la metodología utilizada para la formación técnica de dichos estudiantes, pues la carencia de un

módulo de entrenamiento en domótica repercute sustancialmente en las competencias adquiridas por el estudiantado.

En consecuencia, la carencia de módulos de entrenamiento para la formación técnica en domótica, durante el desarrollo de la materia "Instalaciones Eléctricas Residenciales", influye en el aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería Mecatrónica de ITCA-FEPADE, dado que el conocimiento teórico, adquirido en los salones de estudio se limita a meramente conceptualizaciones sobre un área de carácter técnico, la cual, involucra la realización de labores prácticas durante el aprendizaje. Prescindir de tales oportunidades para la realización de dichas prácticas, que fomentan la aplicación de los conocimientos adquiridos y afianzan los conceptos estudiados, acota sumamente al estudiante de una apropiada capacitación técnica, puesto que al momento de desenvolverse en un entorno real, no contará con todos los conocimientos que surgen a partir de la experiencia y la interacción con las herramientas, el equipo y los programas utilizados para el desarrollo de proyectos de domótica, también, carecerá de la pericia provista por desafíos que emergen durante los labores de práctica de dicha rama. Por lo tanto, cuando los estudiantes deban enfrentarse a una situación que requiera el rigor del ámbito laboral, no dispondrán de todas las competencias necesarias para realizar dicha labor con la calidad y exigencia demandada.

Es por ello, que resulta necesario proveer a los estudiantes de una herramienta didáctica, que les permita adquirir el suficiente conocimiento de carácter práctico para su preparación ante los diversos escenarios típicos en proyectos de domótica, propiciando así, una experiencia inmersiva y lo más realista posible a los proyectos de este tipo que se ejecutan continuamente en el mundo laboral. Por lo tanto, se propone el desarrollo de un módulo entrenador de domótica para la formación técnica de los estudiantes de Mecatrónica en la materia "Instalaciones Eléctricas Residenciales", el cual sea de carácter replicable y de alta compatibilidad con equipos estándares certificados.



## **Hipótesis**

El desarrollo de un módulo entrenador de domótica, permite a los estudiantes de mecatrónica de ITCA-FEPADE, la adquisición de competencias en domótica, así como el fortalecimiento de competencias básicas en automatización.

## **Propuesta de posible solución**

Para lograr el desarrollo de competencias en domótica, no solamente se requiere de un abordaje teórico de la temática, sino también, de conocimientos de carácter práctico. Dichos conocimientos, deben ser adquiridos a través de prácticas de laboratorio, utilizando el equipo adecuado para la ejecución de diversos ejercicios, que sean parte de los distintos escenarios que se afrontan en los proyectos de domótica, que se llevan a cabo en la vida real. Esto facilita al estudiante en formación, lograr desarrollar competencias a la altura del rigor laboral, además de aportarle un diferenciador a su perfil profesional. Por lo tanto, se propone como solución, desarrollar un Módulo entrenador de domótica para la formación técnica de los estudiantes de Mecatrónica en la materia Instalaciones Eléctricas Residenciales.

## **Antecedentes**

Dados los avances tecnológicos a nivel mundial, la calidad de vida del ser humano ha ido mejorando paulatinamente. Una de las formas en las que ha mejorado ha sido a través del desarrollo de la automatización. Y la domótica es una rama de la automatización que, como tal, consiste en la integración tecnológica (electrónica e informática) de los diversos elementos eléctricos existentes en una edificación, la cual permite el control y supervisión de dichos elementos.

Según un artículo publicado por la Fundación Universitaria Empresarial de la Cámara de Comercio de Bogotá (Uniempresarial), sobre los inicios de la domótica, se indica que, "el origen de la domótica puede establecerse alrededor del comienzo de la década de los noventa, momento en el que empiezan a realizarse las primeras investigaciones e iniciativas relacionadas con el sector" (Melian, 2016). El

crecimiento de la domótica no ha sido tan rápido como se esperaba, dado que esta tecnología era desconocida, así como las posibilidades que permitiría en cuanto a cambios estructurales en los hogares, por ende, no había conciencia sobre ella y sus inicios no fueron nada fáciles. Hoy por hoy, se busca que las personas hagan un uso más eficaz del consumo energético y parte de éste se genera al interior de los hogares, donde la tecnología juega un papel muy importante, ya que ha permitido con el paso del tiempo automatizar distintos espacios dentro de las viviendas para que sus habitantes se sientan cómodos, seguros y tengan más control sobre ella, siendo este el objetivo y la columna vertebral de lo que se podría definir como domótica. (Beltrán Rodríguez, 2018)

Para el desarrollo de proyectos de esta rama de automatización, existen diversos protocolos especializados en domótica, de los cuales, por su uso en diferentes regiones del mundo, se destacan: KNX, ZigBee y X10. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que dichos protocolos especializados, no son los únicos estándares que pueden utilizarse para proyectos de domótica, pues existen otros estándares, que no están diseñados especialmente para su uso en domótica, pero que eso no impide su aplicación en proyectos de este tipo. Un ejemplo claro de ello resulta la implementación de los protocolos compatibles con LOGO!

Dada la realidad nacional, ante la ausencia de proveedores comerciales de los protocolos especializados en domótica que se mencionaron con anterioridad (KNX, ZigBee y X10), la mayoría de proyectos de domótica que se realizan en el país están orientados al uso de estándares relacionados con controladores utilizados frecuentemente en la industria.

Considerando esta limitante actual, debe destacarse que es importante mantenerse a la vanguardia del desarrollo tecnológico en la domótica, pese a la poca factibilidad actual para la adopción de tales tecnologías. Sin embargo, resulta de especial interés formar profesionales conocedores de diversas alternativas ante la puesta en marcha de proyectos de domótica, puesto que esto los hace competitivos a nivel laboral, ya que en otros países, tales como México y Estados Unidos, existen especializaciones como la de Técnico en domótica, cuyo propósito es mejorar el desarrollo tecnológico de las empresas,

proporcionándoles personal adecuado para la realización de actividades específicas de dicha área, ya que en su formación técnica logran tener las herramientas adecuadas para su entrenamiento, tales como módulos entrenadores o proyectos a pequeña escala, utilizados para el desarrollo de dichas habilidades y conocimientos teóricos.

La importancia de la práctica durante la formación tecnológica utilizando módulos entrenadores, estriba en la necesidad de brindarle diversas experiencias al estudiante, que exijan la puesta en práctica de las competencias adquiridas en el área de formación, y a su vez, que rete al estudiantado con distintas dificultades que surgen solamente al momento en el que se lleva a cabo la puesta en práctica y la actividad técnica de proyectos tecnológicos.

Asimismo, uno de los alcances bajo esta modalidad conlleva la inmersión de una experiencia lo más realista posible con lo cotidiano, propiciando que el estudiante se enfrente a un entorno que en el futuro afrontará, permitiéndole ganar experiencia sobre errores comunes y buenas claves acerca de la temática.

Este Proyecto de Investigación surge a raíz de la observación como estudiantes, que tras finalizar el programa de estudios de Ingeniería Mecatrónica de ITCA-FEPADE, han logrado identificar que la materia Instalaciones Eléctricas Residenciales es la única asignatura en la que se aborda el estudio de la domótica, en la cual se destaca que la falta de equipo de práctica limita el aprendizaje estudiantil al marco teórico. Por lo tanto, la propuesta de un módulo entrenador de domótica como solución viable, representa la mejor alternativa para una completa formación técnica en automatización de instalaciones eléctricas residenciales.

## Justificación

Con el diseño y desarrollo del módulo entrenador de domótica, el estudiante contará con una estación dotada de diversos componentes eléctricos que se instalan típicamente en una residencia u otro tipo de edificación, los cuales permiten su automatización. El propósito de la construcción de este módulo es propiciar una formación técnica integral en domótica, brindando conocimientos prácticos y teóricos que sean de provecho en la formación de profesionales en mecatrónica. De esta manera, los profesionales graduados de ITCA-FEPADE contarán con un especial diferenciador, que se basa en el desarrollo y la mejora de competencias para proyectos de domótica, así como, el fortalecimiento de ciertas competencias primordiales en proyectos de automatización. Este Proyecto de Investigación, permitirá cubrir la demanda local de personal altamente capacitado para empresas del rubro de automatización y domótica.

Dado que en ITCA-FEPADE no se cuenta con un módulo de entrenamiento dedicado al área de domótica, capaz de ofrecer una experiencia interactiva con el estudiante en dicha rama de la automatización, el módulo propuesto resultará ser un equipo didáctico innovador, que además de facilitar al docente la labor de enseñanza, permitirá poner a prueba todas las competencias adquiridas por el estudiante.

La incorporación de dicho módulo a los laboratorios didácticos, utilizados durante la enseñanza de la materia Instalaciones Eléctricas Residenciales, promoverá que el estudiante en formación desarrolle diversas competencias que hacen posible la ejecución de proyectos de domótica, tales como: lectura e interpretación de planos eléctricos y planos de conjunto, diagramas de conexiones, uso apropiado de herramientas, instalación de sensores, instalación de actuadores, pruebas de detección de fallos de instalaciones, instalación de conexiones de dispositivos de entrada y salida en un LOGO! V.8 230RC 0BA8, programación de LOGO! V.8 230RC 0BA8 usando *Logo Soft Comfort* y uso del Servidor Web de LOGO!

Con las competencias adquiridas, resultado de la formación técnica mediante el uso didáctico del módulo entrenador de domótica, el

estudiante contará con una herramienta adicional en el entorno técnico, permitiéndole ser más competitivo y atractivo en el mercado laboral. De igual forma, el estudiante ampliará su rama de conocimientos de componentes residenciales y su tipo de control, área que se encuentra en inicios de su auge en el país.

Sabiendo de la existencia de diferentes tipos de sistemas domóticos y de los diversos estándares para los que se aplican, resulta necesario destacar que en el país existe una nula disponibilidad de compra local de dispositivos especialmente diseñados para tales estándares, por lo que se presenta la necesidad de adoptar el sistema y el estándar de mayor conveniencia. Por ello, el módulo será diseñado de tal forma que sus componentes sean genéricos y de fácil intercambio, los cuales se podrán encontrarse en la mayoría de las ferreterías o centro de comercio especializado, además de basarse en un sistema de módulo lógico inteligente, el cual, por sus atributos resulta ser una de las alternativas predilectas en el rubro de la automatización.

Y de entre las principales ventajas de dicho módulo, deben destacarse: la alta compatibilidad que garantiza la posibilidad de una actualización con ciertos estándares especialmente diseñados para domótica; la fácil manipulación de los instrumentos y conexiones, volviéndolo un módulo ergonómico e intuitivo para el usuario y la inclusión del manual y todos los diagramas pertinentes al módulo, lo cual permitirá su fácil instalación, desmontaje y uso, convirtiéndolo en un módulo de entrenamiento replicable, tanto para instituciones educativas, como para industrias que busquen capacitar a sus empleados.

## Objetivos

### Objetivo general

Desarrollar un módulo entrenador de domótica, aplicando las normativas referentes a redes eléctricas y de automatización adoptadas en el país, que permita a los estudiantes obtener una experiencia más inmersiva en un entorno real de la domótica, a fin de brindar la posibilidad de poner en práctica las competencias adquiridas a medida que se capacita apropiadamente a los estudiantes en esta rama de la automatización.

### Objetivos específicos

- ⇒ Investigar los diversos tipos de sistemas domóticos existentes en la actualidad, consultando diversas fuentes bibliográficas que se mantienen a la vanguardia de la domótica, con el fin de seleccionar el sistema domótico más conveniente y de mayor uso en el país, para asegurar una debida capacitación técnica en áreas de demanda local y actual.
- ⇒ Diseñar los planos eléctricos de control y potencia, los planos de conjunto, los modelados 3D y los diagramas de programación del módulo entrenador de domótica, utilizando diversos programas de diseño de planos y diagramas, a medida que se aplican las normas referentes al diseño de dichas instalaciones, con el fin de proporcionar al estudiante la experiencia en la lectura e interpretación de planos y diagramas, las cuales son necesarias para el desarrollo de trabajos de domótica.
- ⇒ Construir un módulo con los dispositivos e instrumentos necesarios de una vivienda típica automatizada, aplicando las normativas referentes a redes eléctricas y automatización utilizadas en el país, que permita al estudiante realizar prácticas de domótica lo más realistas posibles a través de rúbricas diseñadas por el facilitador.
- ⇒ Realizar pruebas de detección de fallos en el módulo entrenador de domótica, simulando diversos escenarios que abarquen todo tipo de fallas a fin de verificar el correcto funcionamiento del módulo construido, desarrollando así, una prueba exhaustiva sobre el buen rendimiento del módulo.

## Alcances

Para la capacitación técnica en domótica de los estudiantes, se ha considerado equipar el módulo entrenador con los siguientes elementos principales: LOGO! V.8 230RC OBA8, módulo de ampliación DM8 V.8 230RC, sensor de movimiento de pared, automático de 20 A / 1 polo, toma de empotrar doble polarizado de 15 A / 120 V<sub>AC</sub>, interruptor sencillo de 15 A / 125 V<sub>AC</sub>, router marca NEXXT, pulsador de emergencia, foco LED 9W E27 6500K Westinghouse 38944, conectores tipo banana macho y hembra, ventilador monofásico de 110 V<sub>AC</sub>, pulsador verde NO, pulsador rojo NC, fotocelda para lámpara de mercurio LC2000C y relay de 12 V<sub>AC</sub>/14 pines, esto, con el fin de proporcionarle al estudiante, la posibilidad de interactuar con el equipo utilizado comúnmente en este rubro técnico, además de contar con la oportunidad de capacitarse en el uso, aplicación y configuración de tales elementos mediante el uso de guías didácticas que permitan poner en práctica los conocimientos teóricos.

El desarrollo del proyecto permitirá capacitar a los estudiantes de ITCA-FEPADE en domótica, a través de diversas experiencias educativas que demanden habilidades para el ensamble, instalación y configuración de dispositivos eléctricos utilizados en la domótica, lectura e interpretación de planos eléctricos y diagramas de conexiones, detección de fallas en sistemas eléctricos, creación de programas de automatización y simulaciones del LOGO! V.8 230RC OBA8 utilizando el programa *LOGO! Soft Comfort*, creación de programas de automatización para su control inalámbrico utilizando el programa *LOGO! Web Editor*, así como la personalización del servidor web utilizado para el control realizado por el usuario sobre los elementos eléctricos de la edificación.

Por lo tanto, el módulo entrenador de domótica ofrecerá a los estudiantes lograr una experiencia inmersiva en la realización de proyectos de domótica, proporcionándole diversos conocimientos y herramientas para desenvolverse en este rubro de la automatización.

En resumen, el estudiante adquirirá la suficiente formación técnica para realizar proyectos de domótica, que sean controlados inalámbricamente vía Wi-Fi, a través del servidor web desde cualquier

dispositivo móvil o computadora que cuente con un navegador web, garantizando una amigable comunicación entre el sistema y el usuario, una gestión eficiente del consumo eléctrico y un uso de las instalaciones eléctricas de la edificación caracterizado por el confort y la seguridad.

### **Limitaciones**

- ⇒ El equipo del módulo de entrenamiento no contará con los modelos de los dispositivos más recientes del mercado, dado al condicionamiento del presupuesto.
- ⇒ El módulo se equipará con una cantidad mínima de elementos y en algunos casos, se contará solamente con un componente de cierto tipo, limitando así la posibilidad de ampliar la experiencia de realizar configuraciones de múltiples dispositivos del mismo tipo, debido al presupuesto establecido.
- ⇒ El módulo de entrenamiento para domótica solo podrá utilizarse con el módulo lógico inteligente LOGO! V.8 230RC, dada la posibilidad que este modelo ofrece para monitorear y controlar tareas automatizadas mediante el uso de sitios web personalizados, su uso frecuente local, su robustez para uso en industrias y su alta compatibilidad, incluyendo a los estándares de domótica que permita en el futuro realizar una actualización para incorporar algún estándar en específico.
- ⇒ Los módulos de expansión utilizados para el LOGO! V.8 230RC serán de la marca SIEMENS, debido a la compatibilidad del módulo lógico inteligente al ser del mismo fabricante.
- ⇒ Los sistemas de seguridad de cerraduras eléctricas, accesos y videovigilancia, no se contemplarán dentro de los elementos a controlar en el módulo entrenador.
- ⇒ El módulo está diseñado para funcionar con una tensión nominal de 120 V<sub>CA</sub>, a una frecuencia nominal entre 50 Hz - 60 Hz, adaptado a los niveles de tensión y frecuencia estandarizados para los suministros de energía eléctrica en baja tensión de El Salvador, por lo que no se tomará en cuenta ningún sistema que requiera control de equipos de mayor voltaje, por ejemplo, 480 V<sub>CA</sub>.



- ⇒ Todos los elementos que se controlarán en el módulo entrenador de domótica serán conectados de manera directa al LOGO! V.8 230RC, pues no se conectará ningún elemento de manera independiente, ya sea mediante conexiones inalámbricas bluetooth, Wi-Fi o de algún otro estándar.
  
- ⇒ El módulo entrenador se podrá controlar y monitorear de forma inalámbrica con un dispositivo móvil (tablet, teléfono celular o computadora) mediante una red WLAN (*Wireless Local Area Network*), no externa, por lo tanto, el ecosistema provisto por el módulo lógico inteligente no se podrá controlar ni monitorear si el dispositivo móvil se encuentra conectado a otra red WLAN.
  
- ⇒ Dada la amplia variedad de elementos que pueden integrarse en la domótica y su sistema de control, ya sea digital o analógico, se ha delimitado que los tipos de señal de entradas y salidas con las que se trabajará serán de tipo digital.

## **Metodología de la investigación**

De los diversos tipos de investigación existentes se ha determinado que este Proyecto de Investigación se caracteriza por ser una *Investigación Tecnológica*, debido a su naturaleza y finalidad, puesto que el propósito principal es la fabricación de un módulo entrenador de domótica para la formación técnica de los estudiantes de Mecatrónica de ITCA-FEPADE.

Según el libro Metodología de la investigación científica y tecnológica del autor J. Cegarra Sánchez, se destaca que el método empleado en la investigación tecnológica difiere poco del empleado en los otros tipos de investigación, si bien al ser distinta su finalidad, tanto el equipo empleado como la organización suele ser algo diferente. La investigación tecnológica, también denominada *Desarrollo*, tiene por finalidad la invención de artefactos o de procesos con el objeto de ofrecerlos al mercado y obtener un beneficio económico.

La investigación tecnológica es esencialmente experimental y de acuerdo con lo indicado anteriormente, puede quedar englobada en el Apartado 3.2.1. Obtención de conocimientos particulares, bajo los subapartados:

3.2.1.1. Obtención de nuevos productos.

3.2.1.2. Configuración de nuevos procesos.

3.2.1.3. Obtención de nuevos artefactos.

Por lo tanto, el fin de este tipo de investigación está orientado al diseño de un nuevo producto, un nuevo artefacto o configuración de un nuevo proceso.

Y debido a que su objeto es ofrecer los resultados al mercado y obtener un beneficio monetario, salvo excepciones, el desarrollo de las investigaciones tecnológicas suele efectuarse en la empresa, requiriendo en algunos casos el concurso de la universidad, centros estatales o privados para llevar a buen término algunos aspectos de la investigación.

## Descriptivo sobre la metodología

En cuanto a la investigación científica o tecnológica, hay varias formas de atacar un problema, pero no todas son igualmente efectivas, siendo necesario la utilización de un método que permita obtener resultados eficientes en todos los casos.

Cuando se pregunta ¿qué método hay que emplear?, la respuesta de los investigadores experimentados suele ser «*Utilice el método científico*».

No obstante, es necesario para el joven investigador, el indicarle cómo debe de llevar a término, de la mejor manera posible, cada una de las etapas indicadas, de forma que, de una manera más completa, el método científico comprenda las seis etapas siguientes:

1. Planteamiento del *objetivo*.
2. Reunión de los *datos conocidos*.
3. *Organización* de los datos.
4. Propuesta de una posible *solución*.
5. *Prueba* de la solución
6. *Presentación* de los resultados. (Sánchez, 2004)<sup>1</sup>

Por lo tanto, en búsqueda del necesario cumplimiento de las etapas propuestas para el desarrollo de una correcta investigación tecnológica, se propone el siguiente desglose capitular, cuyo propósito es abarcar las seis etapas del método científico.

### **Capítulo 0: Marco Formativo**

1. **Portada:** refleja información generalizada de la investigación (título de investigación, institución educativa de carácter superior en la que se presenta, autores, fecha y ciudad).
2. **Nombre de autoridades:** dicha hoja expone a las autoridades y asesores de la institución educativa donde se presenta dicha investigación.
3. **Acta de aprobación del trabajo de graduación por el jurado:** es un acta donde se expone en declaratoria si los autores aprobaron la defensa de la investigación.
4. **Resumen o Abstracto:** expone en síntesis el propósito y contenido de la investigación.

---

<sup>1</sup> Referencia bibliográfica para la elaboración de la metodología de investigación.

5. **Índice:** es el listado de temas y subtemas que compone la investigación.

### **Capítulo I: Planteamiento de la Investigación**

6. **Definición del problema:** se plantea el problema a resolver, el cual se soluciona al finalizar el desarrollo de la investigación.
7. **Hipótesis:** se fundamenta una hipótesis que sea factible según el marco investigativo.
8. **Propuesta de posible solución:** se realiza la presentación de una solución para el problema identificado.
9. **Antecedentes:** se exponen los trabajos de investigación previamente publicados, que guardan mucha relación con el actual o la presentación de información histórica relevante respecto al tema de investigación.
10. **Justificación:** se brinda una validación suficiente para la ejecución de dicha investigación, apoyándose en datos previamente conocidos.
11. **Objetivos:** se realizan dos tipos de objetivos (general y específicos), los cuales determinan el propósito de la investigación.
12. **Alcances:** indican todos los puntos y lineamientos que se pretenden lograr al realizar la investigación.
13. **Limitaciones:** se exponen las limitaciones que se toman en consideración para la investigación.
14. **Metodología de la investigación:** se presenta la metodología utilizada para el desarrollo de la investigación.

### **Capítulo II: Marco Teórico**

15. **Base Teórica de la Investigación:** se aborda todo el contenido teórico referente a la solución brindada para el problema planteado, abarcando desde las generalidades hasta definiciones técnicas de toda la temática en cuestión.

### **Capítulo III: Diseño y desarrollo del prototipo propuesto**

16. **Componentes principales y accesorios:** se listan todos los componentes principales y los accesorios del prototipo, junto a una breve descripción.
17. **Planos de conjunto y modelado 3D del prototipo:** se presentan los planos generales donde pueden apreciarse distintas vistas bidimensionales del prototipo, además del modelado 3D, el cual consiste en una imagen tridimensional (render) lo más realista posible del prototipo.

18. **Plano explosivo del prototipo:** consta de un plano de despiece o plano explosivo donde se aprecie y se listen todos los elementos que conforman el prototipo.
19. **Descripción del funcionamiento:** se realiza una descripción completa sobre el funcionamiento del prototipo, partiendo desde las generalidades hasta el enfoque técnico.
20. **Planos eléctricos de conexión:** se presentan los planos eléctricos de conexión del prototipo, donde logra apreciarse todas las conexiones de los elementos que lo conforman.
21. **Presupuesto de materiales:** listado de componentes y servicios necesarios para la fabricación del prototipo, incluyendo precios, cantidades, fechas y lugares de compra.

#### **Capítulo IV: Resultados, Conclusiones y Recomendaciones**

22. **Análisis de resultados:** se presentan los análisis de resultados del Proyecto de Investigación, donde se toman en consideración los objetivos planteados, los alcances y limitaciones.
23. **Conclusiones:** se listan las conclusiones de la Investigación partiendo de los hallazgos a raíz de esta.
24. **Recomendaciones:** se listan todas las recomendaciones a considerar, en cuanto al modelo o prototipo desarrollado a partir de la ejecución de la investigación.

#### **Capítulo V: Marco de Consulta**

25. **Bibliografía:** es la lista de citas bibliográficas citadas para la conformación de la investigación.
26. **Índice de Siglas y Acrónimos:** se realiza un listado ordenado alfabéticamente de las siglas y acrónimos utilizados en el Marco Teórico.
27. **Glosario:** se realiza un listado ordenado alfabéticamente de los conceptos principales que se abordaron en el Marco Teórico.
28. **Índice Analítico:** se desarrolla un índice destinado para facilitar la búsqueda analítica de conceptos o elementos principales que los lectores deseen consultar, brindando el número de páginas donde se mencionan dichos conceptos o elementos de interés.
29. **Anexos:** es el apartado donde se añaden fotografías, hojas técnicas, manuales e información adicional que sea referente al contenido principal de la investigación.

# **CAPÍTULO II**

## **MARCO TEÓRICO**

## **1. Instalaciones eléctricas y Automatización**

### ***1.1. Definición***

#### **➤ Instalaciones eléctricas:**

Las instalaciones eléctricas son todas aquellas instalaciones que se realizan para suplir una necesidad eléctrica a un punto determinado, como, por ejemplo, casas, residenciales, edificios, plantas de fabricación, etc.

Estas son sumamente importantes para la realización de distintas actividades productivas.

#### **➤ Automatización:**

Es la aplicación de procedimientos sistematizados en la realización de un proceso industrial o doméstico.

### ***1.2. Evolución***

Las instalaciones eléctricas son la base fundamental para proyectos residenciales, industriales y comerciales de alta escala, donde en conformidad con el tiempo, se ha ido aumentando los niveles normativos de seguridad para evitar percances leves y/o graves que pongan en riesgo la integridad del electricista y de terceros, sin olvidar, la inclusión de medidas que buscan salvaguardar los instrumentos y equipos utilizados. Los procesos para la realización de dichas operaciones han ido evolucionando a lo largo de la historia y esto puede constatarse con el ejemplo de los multímetros, los cuales han realizado el traslado de lecturas analógicas a lecturas digitales, mediante la incorporación de pantallas que facilitan la lectura y disminuyen los errores de interpretación.

### ***1.3. Normativa eléctrica***

La empresa encargada en El Salvador para la regulación de estos sectores es la Superintendencia General de Electricidad y

Telecomunicaciones (**SIGET**), creada por el decreto legislativo No. 808 del 12 de noviembre de 1996, esta regula de manera Legal y técnicamente las instalaciones de distribución del país.

La SIGET según el acuerdo No. 329-E-2003 punto número cinco, párrafo tres, establece que: "se debe emplear como estándar técnico para las instalaciones eléctricas de usuarios finales, la regulación establecida en el reglamento de obras e instalaciones eléctricas y en el Código Eléctrico Nacional (**NEC**), edición 1999 de los Estados Unidos de América" por lo tanto el país no tiene una normativa eléctrica propia y se adapta a la NEC. (Superintendencia general de electricidad y telecomunicaciones, 2003)

De manera generalizada, la normativa (NEC) contiene distintos capítulos, donde menciona la manera de instalación de equipos de aire acondicionado, electrodomésticos, anuncios publicitarios, generadores, máquinas industriales, motores eléctricos, sistemas fotovoltaicos, entre otros. Tanto la especificación de ciertos materiales y/o condiciones de funcionamiento según clima, además de seguridad eléctrica y prevención de incendios.

#### ***1.4. Tipos de control***

El control es la parte fundamental de todo sistema y es el encargado de almacenar todas las variables de proceso y realizar acciones correctivas según un algoritmo. Este casi siempre tiene una comunicación directa con una Interfaz Hombre-Máquina (**HMI**) o nube para mantener al tanto al operador del proceso que ejecuta.

En el mundo hay distintos tipos de control, ya sea desde el más sencillo como juegos de relés y transistores, hasta de alta gama como los controladores lógico programables (**PLC**); la elección del sistema de control será dependiente de la complejidad de la aplicación, ya que estos siempre llevan consigo un gasto económico considerable según las exigencias. Y un ejemplo familiar sobre los módulos de control más populares que se utilizan en el país, son diversos modelos presentados por el fabricante SIEMENS, como se muestra en la Imagen 1.



### Modular Controller Posicionamiento



Imagen 1: comparación de controladores de la marca SIEMENS.

## 2. Domótica

### 2.1. Definición

La tecnología avanza de una gran manera que muchas de las cosas que eran estándar hace un par de años ha servido para dar paso a otras tecnologías, desde los primeros sistemas mecánicos que se implementaron en la revolución industrial para poder mejorar la productividad en la realización de tareas repetitivas, hasta la infraestructura más grande de red con la que se cuenta hoy en día, el internet. Todo esto ha tenido un cambio radical, que el poder implementar una definición específica a algo que está cambiando constantemente es difícil.

Cuando hablamos de la domótica, el termino se aplicó a finales de los años noventa, aunque lo que implica la domótica y su fin en sí se viene aplicando desde los años setenta, cuando en Estados Unidos se desarrolló la exitosa tecnología X-10.

Según como lo describe Francisco Javier Flacone en su libro Domótica en inmotica - instalación de telecomunicaciones para edificaciones, nos muestra la etimología de domotica, la domótica consiste de dos vocablos, el primero domus, que viene del latín y significa "casa", y autónomo (αὐτόνομος) que viene del griego y significa "que se gobierna a sí mismo" (Francisco Javier Falcone Lanás et al., 2015), por lo que podemos definirla dentro de un concepto que cubre muchas otras tecnologías. Según la Real Academia Española (**RAE**), podemos definir la domótica como un *conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda* (ASALE & RAE, s. f.).

Ahora, dentro de este sistema de automatización encontramos diferentes aplicaciones en las que podríamos extender no solo al rubro de las viviendas, sino también a cualquier edificio en general, una definición más amplia de la domótica como la siguiente, "*sistemas capaces de automatizar una vivienda o edificación de cualquier tipo, aportando servicios de gestión energética, seguridad, bienestar y comunicación, y que pueden estar integrados por medio de redes interiores y exteriores de comunicación, cableadas o inalámbricas, y cuyo control goza de cierta ubicuidad, desde dentro y fuera del hogar*" en resumen, y al hacer una pequeña búsqueda en la internet podemos

obtener una referencia en el sitio educativo Wikipedia un concepto simple pero muy apropiado sobre este tema, ahí se dice que domótica es "la integración de la tecnología en el diseño inteligente de un recinto cerrado." («Domótica», 2021).

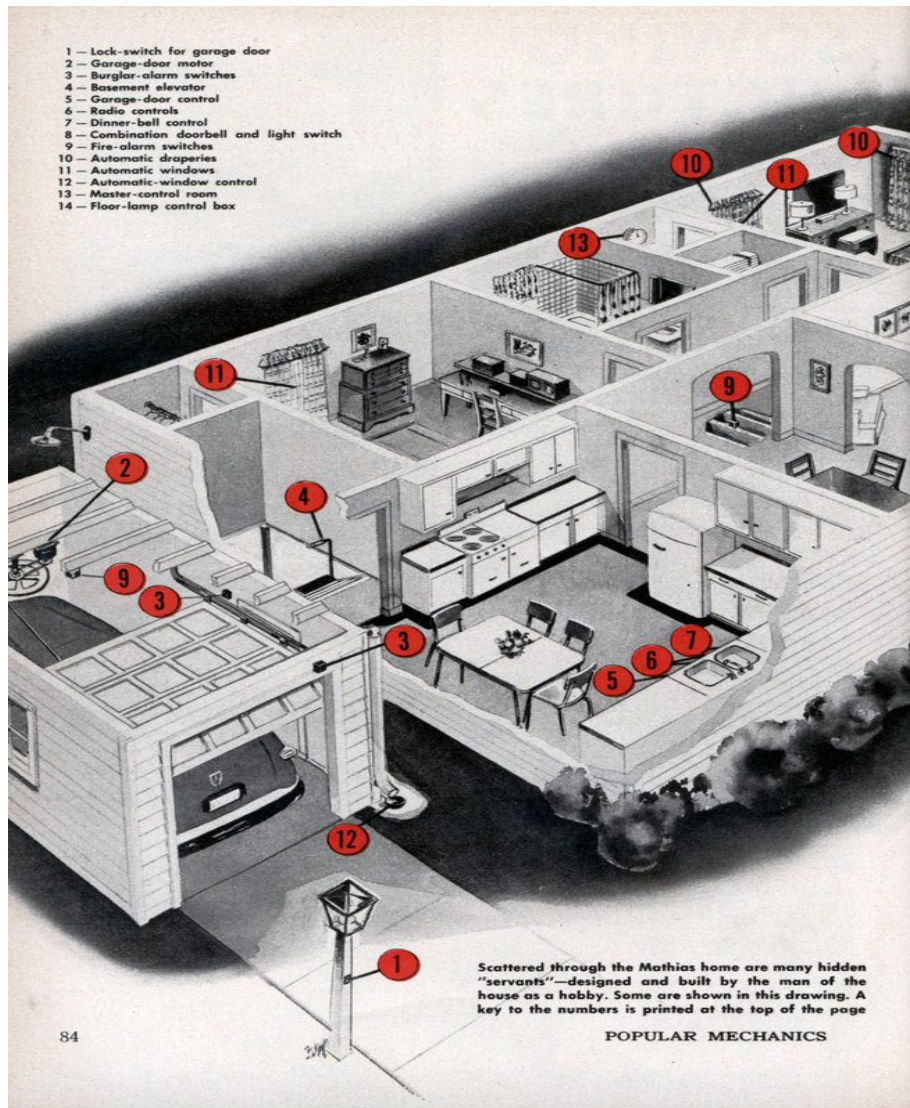
Es muy común relacionar este concepto que abarca muchas cosas dentro de una aplicación residencial, pero su alcance es más grande, y tiene un sinfín de aplicaciones que hacen de esta una de las tecnologías con uno de los auges más grandes en esta época.

Dentro de esta investigación, se está consciente del alcance de la domótica en su aplicación, sin embargo, se enfoque será dirigido a su aplicación residencial, así como de los protocolos más implementados en dicho fin.

## ***2.2. Historia y evolución de la domótica***

En estos tiempos es muy común escuchar los términos de casas, edificios e incluso ciudades inteligentes, estos, vienen de la necesidad de dar un nombre a uno de los ideales que busca la domótica, el poder brindar un recinto ideal, que pueda ayudarnos a ser eficientes en el uso de la energía y que a la vez pueda asegurar un ambiente seguro. A comparación de las primeras casas inteligentes se ha visto un gran avance, sin embargo, se espera que los sistemas domóticos puedan brindar, además de los fines principales de la domótica, lo que es el uso eficiente de la energía y la seguridad, una sensación de confort.

De acuerdo con datos históricos que muestran que la aplicación de sistemas automáticos para el hogar se inició alrededor de los años treinta, en las ferias de casas se exponían los diseños de hogares de la nueva era, luego, alrededor de los años cincuenta, el inventor y excéntrico Emil Mathias construyó una casa en Jackson, Michigan y esta llegó a ser llamada "The Push-Button Manor" o PBM.



*Ilustración 1: muestra de la distribución de la casa automatizada de Emil Mathias.*

Tal como se describe la empresa Holfoot es una de sus entradas de su blog "Push-Button Manor: the original smarthome", nos muestra como operaba este proyecto revolucionario para su tiempo, según el artículo el PBM, las cortinas se cerraban por control remoto y las ventanas se cerraban automáticamente cuando llovía. La radio se encendía por la mañana y las puertas se cerraban con llave por la noche. Sentarse en una cómoda y abrir el cajón central una fracción de pulgada hizo que las lámparas gemelas de ambos lados se encendieran mágicamente. («Push-Button Manor», 2018).

Con el paso del tiempo más elementos tecnológicos fueron apareciendo. En 1966, Jim Sutherland diseñó y creó el **ECHO IV** (Electronic Computing

Home Operator, por sus siglas en ingles); la empresa Smart office and Smart homes nos brinda un artículo histórico en su blog, "Celebrating the First Smart Home Device Turning 50 Years Old" nos da una muestra de como operaba este aparato, entre ello relatan que este aparato permitía realizar pequeñas tareas de automatización entre ellas, control de temperatura, encendido de electrodomésticos, entre otras cosas sencillas.

Si se utilizaba correctamente, el ECHO IV era capaz de realizar una pequeña lista de trucos de automatización; programas educativos sencillos, generador de tonos, control básico de TV, encendido / apagado de estéreo y reloj despertador. Un dispositivo capaz de hacer estas cosas en 1966 se consideró bastante adelantado a su tiempo. ¿Imagina usar su computadora para encender su televisor? Suena como una tarea simple, ¡pero literalmente era inaudita!, (Baker, 2016).



Imagen 2: ECHO IV diseñado por Jim Sutherland.

Debido a la crisis de petróleo, las familias debían de tener un medio que les permitiera en cierta manera automatizar sus calefacciones y de esta forma, poder usar eficientemente el combustible que les permitía tener sus casas a una temperatura cálida en la época de invierno; en este auge de obtener sistemas automáticos para la vivienda, nace un protocolo llamado X-10, el



Imagen 3: Logo de X10.

cual fue desarrollado entre 1976 y 1978 por Pico Electronics Ltd. Esta tecnología permitía poder controlar dispositivos remotamente a través de la red de corriente alterna.

Al surgimiento de este protocolo, muchos dispositivos fueron desarrollados para poder controlar sistemas de luces e incluso sistemas de cargas, estos están diseñados para que puedan ser instalados fácilmente por cualquier persona sin necesidad de conocimientos especiales. Sin embargo, era necesario un estándar que permitiera la interoperabilidad de los diferentes creadores de elementos y muchos de los elementos eran diseñados para poder usar su propio protocolo de comunicación y eso hacía que la integración de diferentes marcas fuera imposible. En los años posteriores se fueron desarrollando múltiples estándares que fueron buenos candidatos para poder conquistar el mercado y de esa manera poder simplificar la forma en la que se integraba los diferentes elementos en una casa domótica.

Los protocolos y estándares de domótica más utilizados son los siguientes:

- X10.
- ZigBee.
- KNX.

### ***2.3. Protocolos y estándares de domótica***

El llegar a una sola forma de trabajar es algo que idealmente se busca a la hora de diseñar cualquier proyecto, la estandarización es importante, tanto para lograr una interoperabilidad de los componentes, como para poder ampliar las posibilidades de opciones a la hora de elegir un proveedor de elementos, así como su posterior reemplazo, evitando que por cuestiones de disponibilidad o existencia de un elemento se detenga la ejecución y operabilidad de un proyecto. El concepto de protocolo y estándar puede ser ambiguo y muchas veces se utilizan para referir sobre el mismo asunto, sin embargo, hay estos dos conceptos, aunque similares definen cosas muy diferentes.

### **2.3.1. Protocolo**

Podemos definir un protocolo como un conjunto de reglas que rigen los formatos e interacciones entre las partes que se comunican. Estas reglas pueden ser implícitas e informales, sin embargo, ellas por sí solas no crean un estándar, se podría decir que un protocolo es como un idioma que se utiliza para poder comunicar dos partes y poder transmitir un mensaje.

En la domótica hay varios protocolos desde que esta tecnología ha ido evolucionando. Existen varias formas en la que los elementos crean una comunicación para poder permitir este control automático, el cual es parte primordial para la domótica.

De la larga lista de protocolos de comunicación en la domótica, el enfoque estará dirigido en aquellos que han creado un gran impacto, que han permitido evolucionar y lograr que esta tecnología pueda desarrollarse de la forma que lo ha hecho hasta el día de ahora.

### **2.3.2. Protocolo X10**

Este protocolo es de los más conocidos y utilizados en domótica, brinda una facilidad de instalación y hace que el control de dispositivos en el hogar sea una tarea sencilla. Este protocolo tiene sus inicios en Escocia, alrededor de los años 1975 y 1978, por la empresa *Pico Electronics Ltd.*

Este protocolo se le conoce como *de corrientes portadoras*, por la forma en la que trabaja, pues lo único que se necesita hacer es conectar dos elementos a la red eléctrica, ya sea 220 V<sub>AC</sub> o 120 V<sub>AC</sub>, y mediante la misma red eléctrica, se transmite la señal que va desde el emisor al receptor. Las señales de control de X10 se basan en la transmisión de ráfagas de pulsos de radiofrecuencia (**RF**) a 120 kHz, que representan información digital. Estos pulsos se sincronizan en el cruce por cero de la señal de red (50 Hz o 60 Hz).



Imagen 4:  
dispositivo X10.

Se puede decir que X10 es un sistema con una topología descentralizada, donde no tiene que existir un controlador central que gestione las comunicaciones y del que dependa el funcionamiento de la instalación.

Una instalación X10 admite un total de 256 direcciones distintas para sus dispositivos. Estas direcciones están formadas por una clave alfanumérica formada por dos campos, el código de casa y el código numérico.

Como puede apreciarse en la Imagen 5, la utilización de X10 no requiere ningún tipo de cableado especial, y con sólo dos dispositivos podemos obtener resultados inmediatos:

### Controlling X10 is Easy!

**1** To obtain remote or automated control of a light or appliance simply plug the lamp or appliance into the base of the lamp or appliance module.

**2** Plug the module into any 110V wall receptacle.

**3** Using a small screwdriver set the House & Unit Code dials to create a unique "address" (up to 256 available) for the module.

**Unit Code Dial**

**House Code Dial**

**4-5** Plug transmitters such as the mini controller into any other 110V wall receptacle.

Set the House Code and the transmitter to match the module.

All X10 compatible products work together. **You're Done!**

You now have remote control over the lamp/appliance. If your light/appliance is currently being controlled by a wall switch, simply replace that switch with the appropriate X10 compatible wall switch.

Put together any combination of modules, switches, controllers and timers anywhere in your home. Add additional units any time you want.

Imagen 5: ventajas del uso del estándar X10.

- **Receptor:** al cual está enchufada la lámpara de la imagen. En él se debe especificar el código de la unidad y el código de la vivienda, lo que da una totalidad de 256 posibilidades.
- **Controlador (transmisor):** es quien da la orden de cuando encender la lámpara y con qué intensidad, este puede estar conectado en



otra habitación y como ya se expuso, su medio de transmisión es la red eléctrica, la cual está disponible en cualquier hogar.

La señal de transmisión de la información se realiza modulando pulsos, estos pulsos son de 120 KHz. Se superponen a la red eléctrica que está entre 50 Hz a 60 Hz. El receptor está pendiente de los pasos por cero de la onda senoidal de la red eléctrica para poder así, insertar el pulso de 120 KHz. De esta señal se pueden definir múltiples combinaciones, estas combinaciones de unos y ceros ayudan a definir elementos importantes en el mensaje, tales como la dirección de la casa, la dirección del equipo a controlar y la función a ejecutar.

En la siguiente tabla se muestran las funciones que se pueden realizar, utilizando un elemento que trabaja con el protocolo X10.

<b>Código</b>	<b>Función</b>	<b>Descripción</b>
0 0 0 0	All units off	Apaga todos los dispositivos con el código de casa indicado en el mensaje
0 0 0 1	All lights on	Enciende todas las luces (con la posibilidad de controlar el brillo)
0 1 1 0	All lights off	Apaga todas las luces
0 0 1 0	On	Enciende un aparato
0 0 1 1	Off	Apaga un aparato
0 1 0 0	Dim	Atenúa la intensidad de la luz
0 1 0 1	Bright	Incrementa la intensidad de la luz
0 1 1 1	Extended code	Código de extensión

<b>Código</b>	<b>Función</b>	<b>Descripción</b>
1 0 0 0	Hail request (solicitud de saludo)	Solicita una respuesta del dispositivo(s) con el código de casa indicado en el mensaje
1 0 0 1	Hail acknowledge (confirmación de saludo)	Respuesta al comando anterior
1 0 1 0	Pre-set dim.	Permite la selección de dos niveles predefinidos de intensidad de luz
1 1 0 1	Status is on	Respuesta a la Solicitud de Estado indicando que el dispositivo está encendido
1 1 1 0	Status is off.	Respuesta indicando que el dispositivo está apagado
1 1 1 1	Status request	Solicitud pidiendo el estado de un dispositivo

Tabla 1: funciones que se pueden realizar utilizando el protocolo X10.

### **2.3.2.1. Ventajas y desventajas de X10**

Como sucede en todo, hay muchos pros y contras que pueden influenciar la decisión de utilizar o no este protocolo, por lo que se enlistarán las más comunes para poder brindar una vista general sobre las ventajas y desventajas.

#### **A. Ventajas**

- **El más extendido:** siendo este de los primeros protocolos y por su sencillez hace que se posicione como el más extendido a nivel mundial.
- **Aprovecha la red eléctrica:** esto implica que no necesita de un cable adicional o un bus de comunicación especial para poder enviar los mensajes de comunicación entre los elementos.
- **El montaje se puede hacer posterior a la construcción de la casa:** ya que este no necesita de cableado adicional se puede implementar en una instalación ya existente, haciendo de esta forma que su implementación sea más fácil.
- **No se necesitan altos conocimientos para montarlo:** muchos de los elementos solo se enchufan a un tomacorriente y ya resultan ser funcional.

#### **B. Desventajas**

- En los conductores eléctricos pueden circular señales parásitas producidas por aparatos, como motores eléctricos, dispositivos de telecomunicaciones o aparatos informáticos, que provoquen un enmascaramiento de la señal de datos u otras señales parásitas del exterior e incluso telegramas X10, procedentes de otras instalaciones cercanas.
- Los equipos informáticos u otros similares pueden producir también, una gran atenuación en la señal X10 ya que la impedancia que "muestran" a la red con la frecuencia de 120 kHz es muy pequeña. Por ejemplo, suele darse este tipo de fenómenos en regletas de conexión de varios enchufes en la que estén conectados varios ordenadores y algún módulo X10, que es posible que no logre

recibir correctamente datos del sistema, ya que la señal de datos estará por debajo del umbral mínimo de potencia de señal que se necesita.

- También suelen darse problemas de colisiones de mensajes si tenemos muchos dispositivos X10 transmitiendo a la vez, lo que en ocasiones puede provocar "colisiones" de telegramas y el funcionamiento muy lento del sistema domótico.
- Considerando esto puede decirse, que el protocolo de X10 aún está vigente y que brinda una solución importante a las necesidades de domótica en estos días.

### **2.3.3. Protocolo Zigbee**

Siempre la parte de la comunicación inalámbrica ha sido una de las formas más importantes cuando se habla de protocolos de comunicación, como se expuso con el protocolo X10, que trabaja muchas veces con el cableado, aunque hay ciertas tecnologías hoy en día que ocupan protocolos diseñados específicamente para comunicarse de una forma inalámbrica. Uno de estos protocolos y de los más difundidos es el protocolo Zigbee.

Este protocolo fue desarrollado por la Alianza ZigBee, que tiene a cientos de compañías desde fabricantes de semiconductores y desarrolladores de software a constructores de equipos **OEM** e instaladores. Esta organización sin fines de lucro nace en el año 2002. Desarrolla un protocolo que adopta al estándar **IEEE** 802.15.4 para sus 2 primeras capas, es decir la capa física y la subcapa de acceso al medio y agrega la capa de red y de aplicación.

Después de un comienzo con mucho éxito y una actualización del protocolo en 2006, el grupo de trabajo ZigBee Alliance creó en 2007, la actual versión del protocolo: ZigBee PRO. Esta versión es retro compatible con los módulos anteriores y añade diferentes mejoras, siendo la más importante de ellas, la definición de una nueva capa del protocolo: los *Application Profiles*.

Estos *Profiles* definen una estándar de comunicación de los dispositivos según su uso, permitiendo a los diseñadores de dispositivos ZigBee,

diseñar dispositivos que puedan comunicarse con equipos de otros fabricantes.

Esto fue especialmente útil en el sector domótico, ya que permitía a fabricantes de consumibles, añadir conectividad ZigBee en sus dispositivos sin tener que diseñar todo el hardware de red. Por ello, el primer *Application Profile* creado fue *Home Automation (HA)* para domótica, uniéndose posteriormente otros como *Smart Energy (SE)* para metering, *Commercial Building Automation (CBA)* o *Personal Health and Hospital Care (PHHC)*.

ZigBee es esencialmente una tecnología inalámbrica de corto alcance y bajo consumo, originaria de la antigua alianza HomeRF y que se definió como una solución inalámbrica de baja capacidad para aplicaciones en el hogar como la seguridad y la automatización.

Entre las aplicaciones que puede tener están:

- ⇒ Domótica.
- ⇒ Automatización industrial.
- ⇒ Reconocimiento remoto.
- ⇒ Juguetes interactivos.
- ⇒ Medicina.

El objetivo de esta tecnología no es obtener velocidades muy altas, ya que solo puede alcanzar una tasa de 20 a 250 Kbps en un rango de 10 a 75 metros, sino que es obtener sensores cuyos transceptores tengan un muy bajo consumo energético. De hecho, algunos dispositivos alimentados con dos pilas AA puedan resistir 2 años sin el cambio de baterías. Por tanto, dichos dispositivos pasan la mayor parte del tiempo en un estado latente, es decir, "durmiendo" para consumir mucho menos.

### **2.3.3.1. Redes Mesh**

Las redes ZigBee permiten trabajar con una topología de red tipo mesh (o malla). Esta topología permite a los nodos actualizar de forma dinámica la tabla de rutas, lo que aporta robustez y eficacia a la red.

Esta tipología tiene una particularidad que permite siempre obtener una conexión óptima en una red inalámbrica, pues este tipo de red cuenta con nodos que van formando una red. Estos nodos hacen posible

conectarse a la red y a su vez transmiten la señal para que otros elementos puedan conectarse. Y a su vez, los demás nodos van haciendo lo mismo para poder mantener la red disponible para otros elementos y así sucesivamente.

Una red mesh es capaz de redirigir el tráfico por la red, siempre de la forma óptima para disponer de la mejor señal posible en la red. Las redes Wi-Fi mesh calculan a qué nodo/satélite es mejor conectarse en cada momento, ya sea según el estado de otros nodos, los dispositivos conectados, la distancia a cada uno de los satélites, potencia de la señal y otros muchos factores, de forma completamente transparente al usuario, quien no tiene que preocuparse del nodo al cual esté conectado.

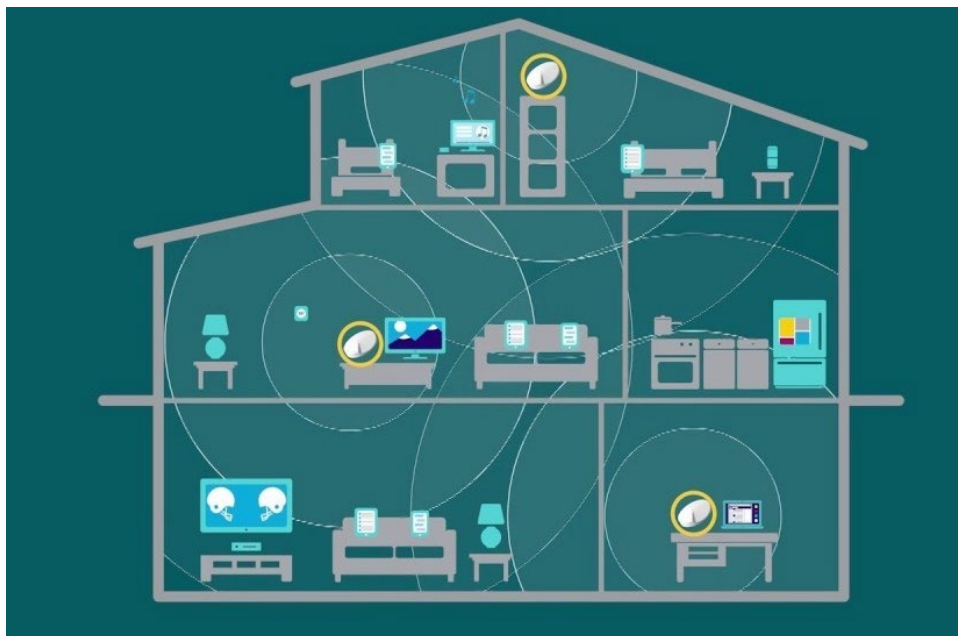


Imagen 6: representación de la topología de red mesh.

Esa gestión inteligente del tráfico y situación de la red es una gran diferencia con los repetidores de señal WiFi, a los cuales los dispositivos se suelen conectar según su proximidad y no la situación real de la red WiFi. Así, aunque un nodo o AP cayera, en una red mesh no se perdería la señal porque el sistema automáticamente derivaría el tráfico hasta nuestro dispositivo por otros nodos de la red, los cuales se pueden conectar a cualquier otro nodo de la red de mesh.

Zigbee hereda todas estas ventajas de la topología Mesh, haciendo que se pueda contar con una conexión estable y que haya pérdidas de datos

mucho menores, que si los elementos estuvieran conectados meramente a una red Wi-Fi regular.

A la hora de implementar esta red, cada elemento tiene la función de poder brindar una conexión a la red y mantenerla en óptimas condiciones. Un nodo dentro de una red ZigBee puede tener los siguientes roles:

- **Coordinador**: el coordinador de la red es un nodo único y es el encargado de crear la red, enrutar los paquetes y permitir las conexiones entrantes del resto de nodos de la red. Este nodo acostumbra a estar siempre conectado e integrado con un módulo de comunicación con conexión a Internet, lo que permite enviar los datos recolectados por la red ZigBee a un servidor central.
- **Router**: de manera parecida al coordinador donde los nodos actúan como router, la red tiene la capacidad de enrutar paquetes, pero no pueden aceptar conexiones.
- **End Device**: estos nodos representan los dispositivos más sencillos de la red. Son capaces de enviar o recibir paquetes de la red, pero no tienen capacidad de enrutar. Además, pueden entrar en modo de bajo consumo, o *sleep*, para alargar la vida de la batería, volviéndose a conectar tan solo cuando es necesario.

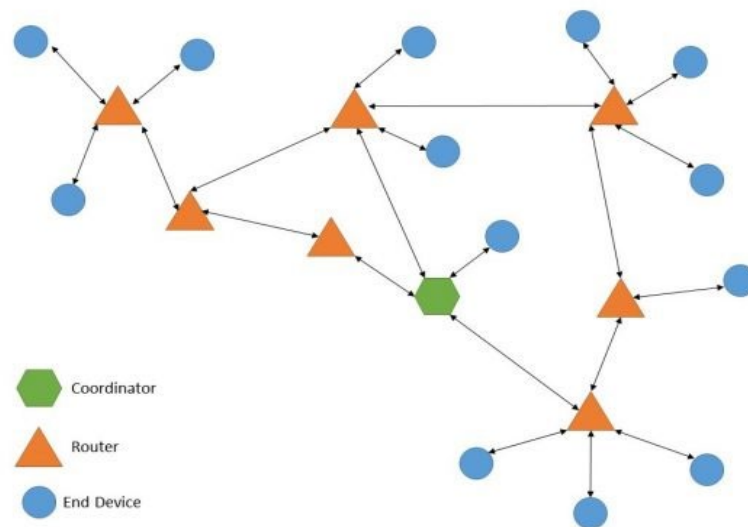


Imagen 7: representación de los diferentes roles de los elementos en una tipología Mesh utilizando el protocolo Zigbee.

### **2.3.3.2. Ventajas y desventajas de Zigbee**

#### **A. Ventajas**

- Ideal para conexiones punto a punto y punto a multipunto.
- Diseñado para el direccionamiento de información y el refrescamiento de la red.
- Opera en la banda libre de ISM 2.4 GHz para conexiones inalámbricas.
- Óptimo para redes de baja tasa de transferencia de datos.
- Alojamiento de 16 bits a 64 bits de dirección extendida.
- Reduce tiempos de espera en el envío y recepción de paquetes.
- Detección de Energía (ED).
- Bajo ciclo de trabajo: proporciona larga duración de la batería.
- Soporte para múltiples topologías de red: estática, dinámica, estrella y malla.
- Hasta 65.000 nodos en una red.
- 128-bit AES de cifrado: provee conexiones seguras entre dispositivos.
- Son más baratos y de construcción más sencilla.
- Zigbee tiene un bajo nivel de radiación y, por tanto, se puede utilizar en el sector médico.
- Rango de 10 m a 75 m.

#### **B. Desventajas**

- La tasa de transferencia es muy baja.
- Solo manipula textos pequeños comparados con otras tecnologías.
- Zigbee trabaja de manera que no puede ser compatible con Bluetooth en todos sus aspectos porque no llegan a tener las mismas tasas de transferencia, ni la misma capacidad de soporte para nodos.
- Tiene menor cobertura porque pertenece a redes inalámbricas de tipo WPAN.

Ya se ha visto la definición de los protocolos, los cuales permiten poder crear un sistema para conectar diversos elementos y crea las reglas de comunicación permitiendo el intercambio de información para lograr realizar ciertas acciones.

La definición de estándar puede darse como "El concepto se utiliza para nombrar a aquello que puede tomarse como referencia, patrón o modelo". Esto en este campo de ampliación es algo muy parecido, pues podría



decirse que un estándar es un protocolo formalizado y aceptado por la mayoría de las partes que lo implementan.

Así que básicamente, un estándar es lo que se toma de referencia para poder desarrollar algo en particular, pues sirve para poder evitar problemas con diferentes protocolos y su interoperabilidad.

Dentro de la domótica hay un protocolo estándar, el cual es aceptado a nivel mundial y permite una integración de varios protocolos para el desarrollo de proyectos.

#### **2.3.4. El estándar KNX**

La evolución de la domótica trajo muchos avances, muchas opciones y diferentes soluciones, las cuales permitían una gran variedad para poder escoger una solución, sin embargo, algo que ocurrió es que los proyectos se desarrollaban, pero no había integración con otros sistemas los cuales limitaban proyectos existentes para una ampliación o en el caso de requerir un reemplazo era difícil trabajar cuando se tenía que reemplazar un componente que ya estaba dañado.



Imagen 8: logo de KNX.

Esto dio surgimiento al protocolo llamado KNX, el cual se posicionaba como un estándar mundial, así como se expresa en su sitio web oficial, su misión es "Desarrollar y promover el estándar KNX para que se reconozca como base para crear:

- Soluciones inteligentes para viviendas y edificios.
- Se pueden usar globalmente, son seguras y están conectadas.

La misión de la asociación KNX se apega mucho a la definición vista sobre domótica, brindar soluciones para poder brindar con características inteligentes a viviendas y edificios.

KNX se considera un estándar porque en él se integran 3 protocolos que tuvieron mucho auge.

- ➔ **BatiBUS:** desarrollado por BatiBUS Club International (BCI), este es un protocolo de domótica totalmente abierto, es decir, que lo

puede implementar cualquier empresa interesada en introducirlo en su cartera de productos. Fue muy utilizado en los antiguos sistemas de control industrial franceses.

- **EHS:** este fue desarrollado por European Home Systems Association, era un protocolo de comunicación destinado al control y la comunicación de electrodomésticos mediante comunicación por línea eléctrica (PLC, *Power Line Communications*), el cual transporta datos en un conductor que también se utiliza simultáneamente para la transmisión de energía eléctrica de **CA** (Corriente Alterna) o la distribución de energía eléctrica a los consumidores.
- **EIB o European Installation Bus:** es un sistema completo y abierto que cubre todos los aspectos de la automatización de edificios. Está gestionado por European Home Systems Association. Es un estándar europeo que define una relación de extremo a extremo o P2P (peer-to-peer) entre los dispositivos, lo cual permite distribuir la inteligencia entre los sensores y los actuadores. Este estándar está diseñado para la gestión técnica de edificios. Es un sistema descentralizado de topología de bus de datos y cada componente debe tener su controlador

Al lograr la fusión de estos 3 protocolos, se dio paso a una nueva era en la cual, se podían desarrollar componentes que permitían integrarse con otros componentes.

El mercado se llenó de muchas soluciones que eran compatibles con sistemas ya establecidos y lo mejor, que es algo que se puede ocupar a una escala global. Estas son las principales razones por las cuales KNX es el estándar de la domótica y no un simple protocolo.

### 2.3.4.1. Historia del estándar KNX

KNX, un estándar (ISO/IEC 14543) de protocolo de comunicaciones de red, nace a partir de la convergencia de tres estándares previos, desarrollados a principios de los años noventa para el control de viviendas y edificios en Europa.

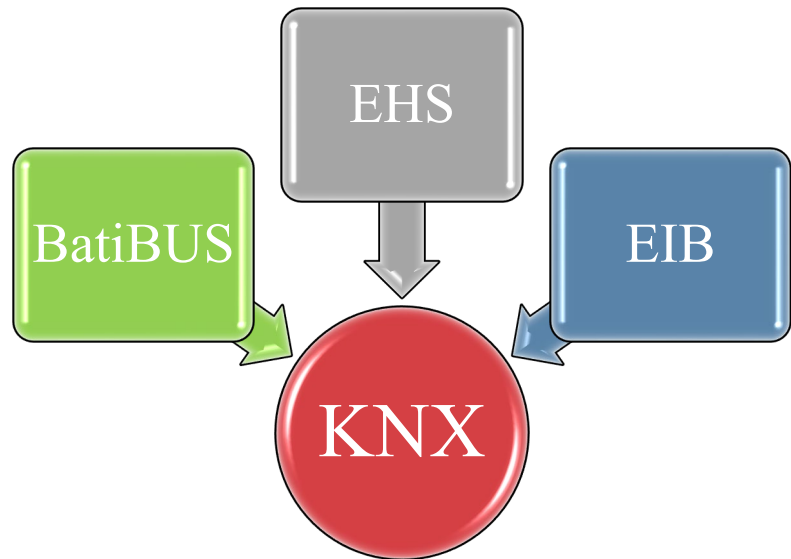


Ilustración 2: convergencia al estándar KNX.

Así como la misma organización ha recopilado en su documento sobre su historia, *A history of KNX*,

nos indican que en el principio se desarrolló la siguiente visión que nos daba una a comprender uno de sus principales pilares, esta visión fue la siguiente "Debe ser posible incluir de manera más definitiva el mercado de la instalación eléctrica clásica en el rápido desarrollo de la electrónica". (A\_History\_of\_KNX.pdf, s. f.)

Todo comienza en los años 1990, pues el 5 de mayo se realizó una reunión en Bélgica, donde 15 de las más reconocidas empresas fabricantes de elementos eléctricos fundaron la European Installation Bus Association.

En el periodo de 1990 a 1992, se comenzaron las primeras pruebas de transmisión de par trenzado. El par trenzado TP 1 vino de la EIB, siendo este el medio más importante dentro del estándar KNX, dado que combina una alta calidad y un bajo costo de componentes. En 1991 se publicó el primer manual abierto sobre las especificaciones de esta tecnología.

Para lograr hacer que la tecnología de uso fuera la que se implementara en el futuro, todos los miembros de la asociación EIBA concordaron en utilizar el mismo sistema, es por eso, por lo que este fue llamado un estándar. En el mismo año, se realizó el primer curso en el que se

enseñaba el estándar EIB por primera vez y fue organizado en las instalaciones de Siemens en Alemania.

Luego de haber realizado las primeras pruebas en 1992, se lanzó al mercado el primer dispositivo compatible con el protocolo EIB. Este fue desarrollado por Siemens y tenía un acoplador para el bus de transmisión de datos certificado por la EIBA, pues fue el primer adaptador en ser utilizado con el sistema abierto EIB.



Imagen 9: primer dispositivo desarrollado con protocolo EIB.

Comenzando el año 1993, se desarrolló la primera versión del software **ETS**, que en inglés significa *Engineering Tool Software*. Ese mismo año se distribuyó el software de programación y para 1994 se empezaron a introducir los primeros centros de entrenamiento certificado. Se lanzó el primer diario que hablaba sobre la Fundación KNX, el cual fue una oportunidad para poder informar a cada miembro y asociado, acerca de las recientes noticias sobre el protocolo EIB.

En 1996, debido al gran volumen de solicitudes de actualización de nuevos programas y debido una retroalimentación positiva se desarrolló y se lanzó el ETS 2.

Dentro del mismo protocolo EIB se promovió la cooperación con instituciones, tales como universidades, centros tecnológicos y centros de investigación, además de su lanzamiento en la asociación de científicos.

En 1996, dentro de ese mismo año se introdujo una nueva forma de transmisión de datos llamada *Power line*, la cual utilizaba las líneas de distribución eléctrica que se encontraban instaladas dentro de los edificios, ofreciendo un rango amplio para poder controlar dispositivos de luz y lograr un control de temperatura, también.

En 1997 se dio el paso que buscaba estandarizar todo lo que se había implementado hasta esa fecha. De la Asociación EIBA se hizo un traslado a la asociación Konnex, y para ese entonces (1997), las soluciones de BatiBUS, EHS, y EIB se fusionaron.

Entonces, para el año 2001, la nueva asociación Konnex, logra publicar el estándar KNX con el protocolo EIB como su base.

Desde ese momento se empezó a referir al EIB como el estándar mundial KNX, y en mayo de 2002, la primera versión de las especificaciones KNX fueron publicadas para los miembros de la asociación KNX, mientras que la certificación para productos KNX comenzaba. En el 2003, el protocolo estándar KNX fue aprobado por los comités nacionales europeos, ratificado por el CENELEC y conocido como el estándar EN 50090.

Después de un largo periodo de investigación, la radiofrecuencia llegó a formar parte del estándar KNX. Con el KNX RF los dispositivos podían ser controlados de forma inalámbrica.

Más cambios y cosas positivas empezaron a aparecer para el estándar y una de ellas fue el lanzamiento de la ETS 3. Los detalles más importantes consistían en un soporte para USB, que permitía la multitarea, pues se podía realizar descargas simultáneas para los dispositivos y diseñar mientras se trabajaba en descargas de actualizaciones. Además, se hizo un rediseño de la interfase de usuario, volviéndola más intuitiva.

En 2006 se presentó en un borrador formal la solicitud para poder verificar a estándar KNX como un estándar internacional y así pudiera eventualmente convertirse en el estándar mundial para el control de viviendas y edificios.

En 2007 fue introducido el estándar KNX IP como cuarto medio de transmisión de información. Esto abrió la puerta para poder convertirse en un sistema de comunicación de alto nivel para edificios.

Todos estos hechos fueron los comienzos históricos para la Fundación KNX. Después del 2007 siguieron realizándose muchos cambios, dentro de los cuales se cuentan dos nuevas versiones del ETS, siendo la más reciente, la versión 5, según los registros de la misma fundación y como se puede ver en la portada de su página oficial nos indica que la fundación cuenta ahora con más de 500 miembros y 8, 000 productos alrededor de 500 centros de entrenamiento y además, 95, 000 asociados distribuidos en 190 países. (KNX Association KNX Association [Official website], s. f.)

### 2.3.4.2. ¿Como funciona el estándar KNX?

El estándar KNX ha tenido una serie de transformaciones de las cuales ha ido implementando nuevas y mejores opciones para desarrollar su compatibilidad en la implementación de cada una de las tecnologías, desde el protocolo EIB hasta su adaptabilidad con el protocolo IP para las nuevas aplicaciones del **IoT**(Internet de las cosas). Sin embargo, cabe preguntar en qué reside su funcionalidad o cómo es que todo esto es posible.

KNX es un sistema de bus desarrollado para el control y la automatización de viviendas y edificios. Todos los dispositivos usan el mismo medio de comunicación y pueden intercambiar información a través del bus común.

Otro aspecto importante del sistema KNX es su topología descentralizada. No se requiere de ninguna unidad central. Cada uno de los elementos consta de su propia unidad de procesamiento. No obstante, unidades centrales no están excluidas. En caso necesario, para aplicaciones muy específicas, es posible añadir opcionalmente unidades centrales. Esto puede ser un elemento de control que procese la información en el BUS KNX o con sistemas híbridos en los que se requiera conectar a un controlador lógico programable, por ejemplo, con un LOGO de Siemens.



Imagen 10: controlador LOGO! con Modulo CMK2000.

Cada dispositivo, es decir, *participante en el bus*, dispone de su propio microprocesador. La gran ventaja de esta descentralización es que si un dispositivo falla, el resto de la instalación sigue funcionando. Sólo queda afectada aquella aplicación con el dispositivo dañado.

Además de los dispositivos de sistema como fuente de alimentación, interfaz de programación, acopladores, se distinguen en el estándar KNX dos tipos de dispositivos: sensores y actuadores.

**Sensores** son elementos que detectan acciones en el edificio (pulsación de una tecla, movimiento, cambios de temperatura, etc.) y las

convierten en telegramas para poder enviarlas al bus (paquetes de datos).

Aquellos elementos que reciben los telegramas y convierten las órdenes ahí contenidas en acciones se denominan **actuadores**. Los sensores representan los emisores de órdenes, mientras que los actuadores son los receptores y ejecutores de dichas órdenes.

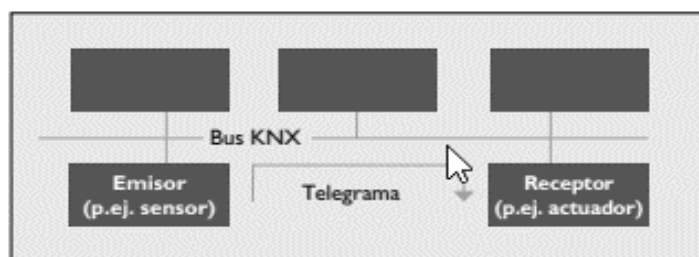


Ilustración 4: principio sensor/actuador en KNX.

Siendo KNX un sistema que no tiene una centralización, permite que la ampliación de los proyectos sea muy viable, pues puede tenerse un proyecto con lo más básico, es decir, un sensor, un actuador, la fuente

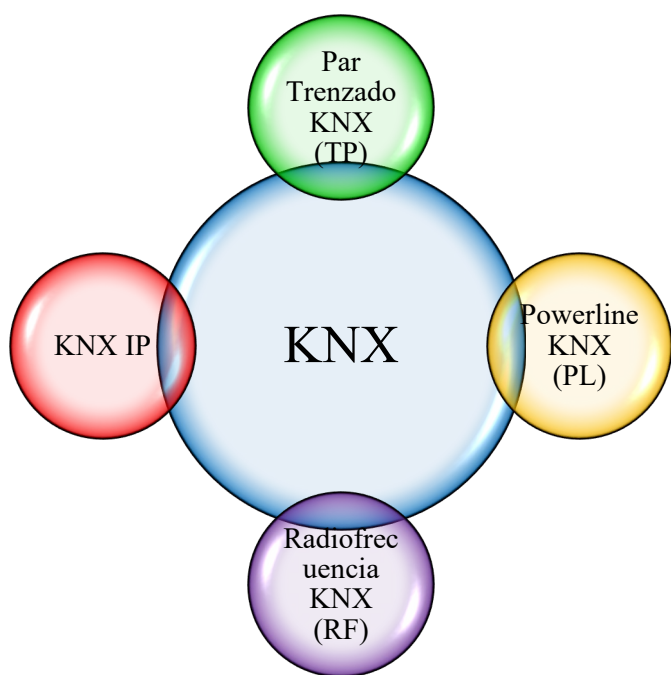


Ilustración 3: métodos de transmisión de información del estándar KNX.

diferentes formas de transmisión de la información; estos diferentes métodos son:

de poder y su fuente de alimentación, pero en caso de que se necesite una ampliación en el proyecto, basta con añadir la cantidad de participantes requeridos. Y según los lineamientos sobre las disposiciones del estándar KNX listados en su documento informativo, KNX Conocimientos básicos menciona que se pueden incluir hasta 50,000 dispositivos en un proyecto. (KNX-Basics\_es.pdf, s. f.)

En la revisión histórica se pudo ver como a lo largo de los años, poco a poco se iban integrando la información; estos diferentes

- ⇒ **Transmisión a través de un par de hilos trenzados (bus):** KNX *Twisted Pair* (KNX TP).
- ⇒ **Transmisión a través de la línea de fuerza 230 V existente:** KNX *Powerline* (KNX PL).
- ⇒ **Transmisión inalámbrica:** KNX *Radio Frequency* (KNX RF).
- ⇒ **Transmisión mediante mensajes IP:** (KNX IP).

### **A. Par Trenzado KNX (TP)**

El par de hilos trenzado (*Twisted Pair*, TP) es sin lugar a duda el medio de comunicación más usado en instalaciones KNX. Todos los participantes están conectados entre sí mediante el bus. El cable tiene un coste bajo, y su instalación es sencilla.

#### ▪ Fuente de alimentación:

En el caso de KNX TP, proporciona el cable bus a todos los participantes, tanto la alimentación de tensión necesaria, así como los datos. La tensión nominal del sistema bus es de 24 V<sub>DC</sub>. Las fuentes de alimentación inyectan al bus una tensión de 30 V<sub>DC</sub>. Los participantes funcionan correctamente con una tensión entre 21 V<sub>DC</sub> y 30 V<sub>DC</sub>, es decir, hay un margen de tolerancia de 9 V<sub>DC</sub> para absorber posibles caídas de tensión en el cable o debido a resistencias en los puntos de conexión.

#### ▪ Velocidad de datos y formatos de señal:

La velocidad de transmisión asciende a 9600 Bit/s. La información se transmite en Bytes de forma serial, usando el procedimiento de transmisión de datos asíncrona.

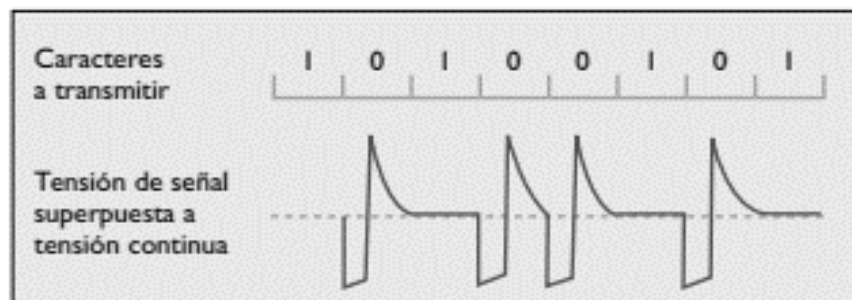


Ilustración 5: formato de señal en KNX TP.



▪ **Estructura del telegrama:**

El intercambio de información se realiza mediante los llamados telegramas. Un telegrama consiste en una serie de caracteres, siendo un carácter, una combinación de 8 ceros y unos, es decir 8 Bits o 1 Byte. Habitualmente se unen varios caracteres en un campo.

Los telegramas KNX TP se componen de 4 campos:

1. En el campo de control se define la prioridad del telegrama, así como si se ha repetido el telegrama o no (en caso de que el receptor no responda).
2. En el campo de dirección se define la dirección física del emisor, así como la dirección del destinatario (dirección física o dirección de grupo).
3. El campo de datos contiene los datos útiles, propiamente dicho y puede tener una longitud de hasta 16 Byte.
4. El campo de comprobación sirve para verificar la paridad.



*Ilustración 6: estructura de telegrama en KNX TP.*

El bus KNX usa un acceso denominado aleatorio dependiendo de sucesos. Un telegrama sólo puede ser transmitido si no hay ninguna otra transmisión en ese momento. Para evitar colisiones durante la transmisión, la prioridad se regula según el procedimiento **CSMA/CA** (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance).

▪ **Conexión de dispositivos bus:**

Los dispositivos se conectan al cable bus mediante los llamados terminales bus. Se trata de terminales enchufables donde pueden conectarse hasta 4 cables KNX. Los terminales bus permiten desconectar un dispositivo sin interrumpir la línea, lo que representa una de las grandes ventajas del sistema KNX: si se desconecta un dispositivo, todos los demás pueden proseguir con el intercambio de información.

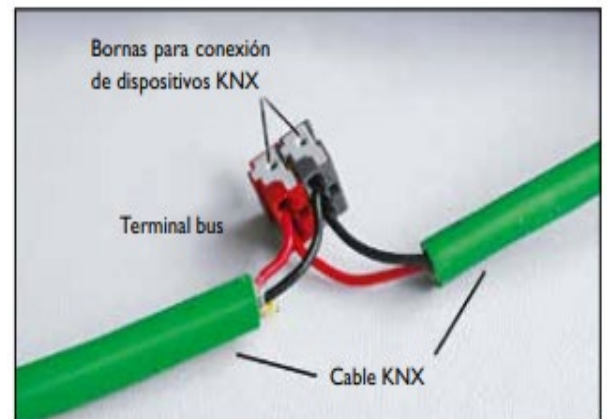


Imagen 11: conexión de dispositivos a través de terminal bus.

**B. Powerline KNX (PL)**

El uso de la red de fuerza (240 V<sub>AC</sub>) existente en un edificio para la transmisión de datos, representa un medio de comunicación rentable, sobre todo para instalaciones nuevas en casos de rehabilitación y también para ampliar una instalación KNX existente. Para KNX PL no se requiere ningún cable de bus específico, simplemente se utiliza una de las tres fases o líneas, más el neutro para la transmisión. Las señales de información son superpuestas a la tensión de la red muy parecido a cómo funciona el protocolo X10.

▪ **Fuente de alimentación:**

En KNX PL no se necesita ninguna fuente de alimentación, pues los dispositivos son alimentados directamente desde la red de 240 V<sub>AC</sub>.

▪ **Velocidad de datos y formatos de señal:**

La velocidad de transmisión en KNX PL asciende a 1, 200 Bit/s. Los ceros y unos lógicos se transmiten con el llamado método "codificación de la modulación de frecuencias por transferencia" (**SFSK**, que viene del inglés como *Spread Frequency Shift Keying*). Una señal con la frecuencia de 105.6 kHz generada por el emisor corresponde a un cero lógico, mientras que una señal de 115.2 kHz corresponde a un uno lógico como se ve en la Ilustración 7. Estas señales son superpuestas a la tensión de red (230 V/50 Hz).

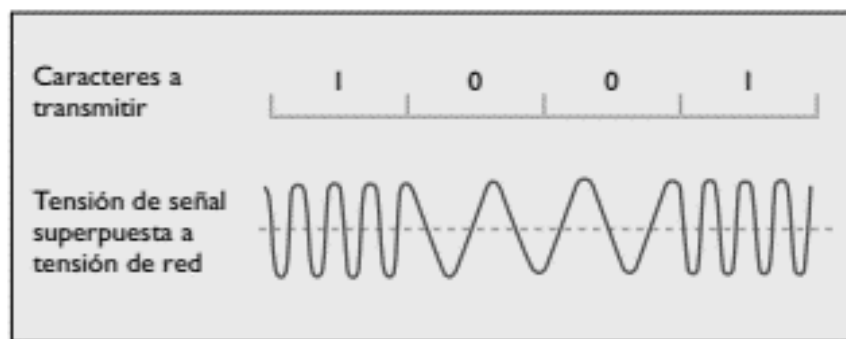


Ilustración 7: formato de señal en KNX PL.

▪ **Estructura de telegrama**

Los telegramas KNX PL son en principio, telegramas KNX TP ampliados. Los telegramas KNX PL se componen de 4 campos:

1. El campo de ensayo sirve para la sincronización y el ajuste de niveles entre emisor y receptor.
2. Los campos de preámbulo indican el inicio de la transmisión y regulan el acceso al bus. También se usan para evitar colisiones de telegramas.
3. El tercer campo contiene el telegrama KNX TP completo, tal como se explicó más arriba.

4. El campo del ID del sistema contiene un identificador que sirve para mantener las señales de diferentes instalaciones KNX PL



*Ilustración 8: formato de señal en KNX PL.*

separadas, lo que asegura que sólo dispositivos con el mismo ID pueden comunicarse entre sí.

▪ **Conexión de dispositivos bus:**

La conexión de los dispositivos bus se realiza directamente a la red 230 V<sub>AC</sub>.

***C. Radiofrecuencia KNX (RF)***

La transmisión por radiofrecuencia es idónea cuando el tendido de un bus o cable es difícil o incluso imposible. KNX RF también es ideal para ampliaciones de instalaciones KNX TP. Teóricamente es posible ejecutar toda una instalación completa mediante KNX RF, sin embargo, es poco probable en la práctica.

▪ **Fuente de alimentación:**

Para poder ubicar los sensores KNX RF independientes de la red 230 V<sub>AC</sub>, éstos deben ser alimentados mediante una batería, como habitualmente se realiza. Ello sólo es posible si los dispositivos no deben estar permanentemente en estado de emisor. Para ello se ha definido en KNX un modelo de dispositivo unidireccional, que emite señales sólo cuando es necesario y que no contiene la función de receptor. Por el contrario, los actuadores deben estar permanentemente listos para recibir señales y deben ser, por lo tanto, bidireccionales. La alimentación se realiza normalmente a través de la red 230 V<sub>AC</sub>.

- **Velocidad de datos y formatos de señal:**

La técnica de radiofrecuencia se basa en la modulación de una onda de señal sobre una onda portadora. Ello es posible a través de la amplitud (modulación de amplitud), la frecuencia (modulación de frecuencia), fase (modulación de fase) o de una combinación de éstos. La señal modulada es transmitida a los receptores y demodulada por éstos, es decir, la información es recuperada.

- **Calidad de la transmisión:**

Existen dos versiones de KNX RF, compatibles hacia arriba: KNX RF Ready y KNX RF Multi. KNX RF Ready es de 868.3 MHz y sólo se dispone de un canal de comunicación. No obstante, transmisiones por radiofrecuencia con un solo canal son vulnerables a interferencias provenientes de otros sistemas no-KNX en la misma banda o adyacentes con diferentes procedimientos de acceso al medio.

KNX RF Multi, soluciona estas interferencias mediante dispositivos que pueden conmutar de un canal ocupado a otro canal de radiofrecuencia, es decir idóneamente a dos canales rápidos o dos canales lentos. Los canales rápidos están pensados para aplicaciones operados por el usuario, como encender o apagar la luz, subir o bajar la temperatura, entre otros. Los canales lentos están pensados para dispositivos que necesitan estar permanentemente en modo receptor, como, por ejemplo, la regulación de sistemas de ventilación, calefacción y aire acondicionado (HVAC).

En instalaciones de mayor envergadura pueden usarse retransmisores para enviar telegramas a instalaciones distantes. Para enlazar un sistema KNX RF con un sistema KNX TP se usan acopladores de medios.

- **Estructura de telegrama**

Al igual que en los demás medios de comunicación KNX, en KNX RF se envían los datos útiles mediante telegramas *multicast*. Los telegramas KNX RF están formados por varios bloques de datos separados por varios campos de comprobación.

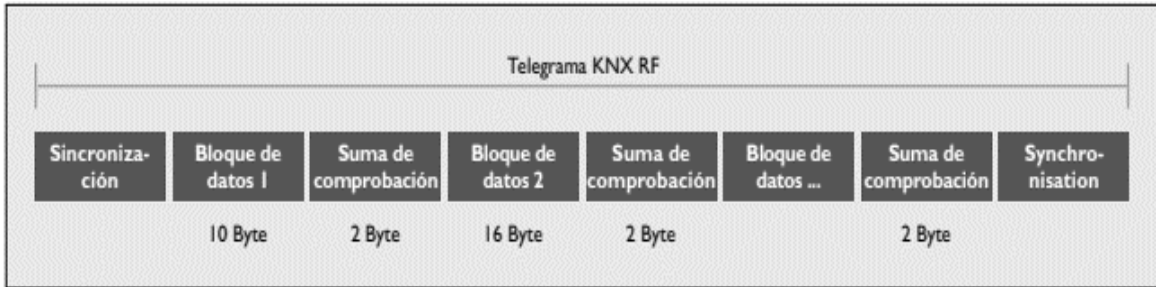


Ilustración 9: estructura de un Telegrama KNX RF.

El primer bloque de datos consta de 3 campos, el primero, el *campo de control* contiene información acerca de la longitud del telegrama, la calidad de la transmisión (rendimiento), el estado de la batería de los dispositivos operados con batería, y si se trata de un dispositivo unidireccional.

El segundo campo contiene o bien el *número de serie KNX*, o bien la *dirección de dominio*. El número de serie es asignado por el fabricante y no puede ser modificado.

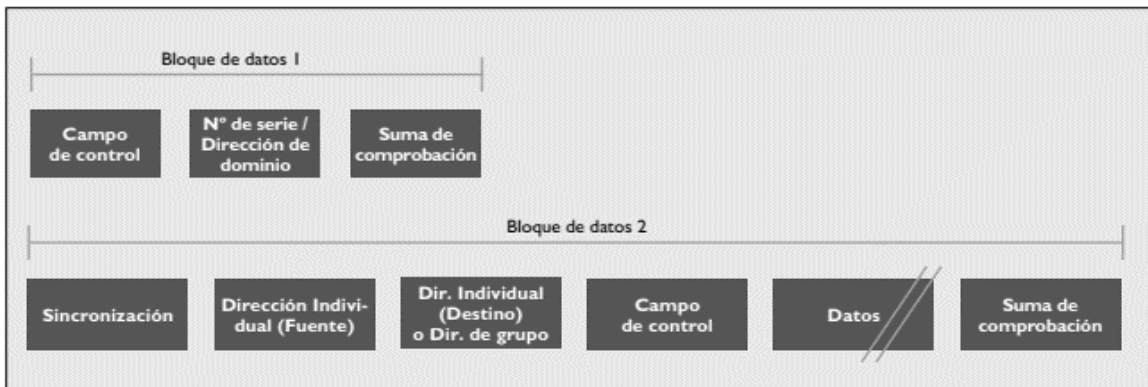


Ilustración 10: bloques de datos en telegramas KNX RF.

▪ **Procedimiento de acceso al bus:**

Los dispositivos unidireccionales envían telegramas sólo cuando sea necesario. Debido a la muy reducida ratio de transferencia de 1 % es prácticamente imposible que existan colisiones de telegramas, incluso en KNX RF Ready. Los dispositivos bidireccionales comprueban el tráfico en el canal antes de enviar un telegrama. Si el canal está ocupado espera hasta que esté libre, los emisores pueden pedir en KNX RF Multi un acuse de recibo del telegrama.

- **Conexión de dispositivos bus:**

Los dispositivos KNX RF se ofrecen para montaje empotrado, en superficie o en la caja. Los dispositivos para montaje empotrado son habitualmente elementos para encender, apagar o regular la luz o para accionar persianas, a los cuales se conectan las teclas de accionamiento. Los componentes para la comunicación por radio pueden estar integrados en las teclas, o bien en los dispositivos empotrados.

#### ***D. KNX IP***

El sistema KNX usa métodos de comunicación de Ethernet: *tunneling* y *routing*. Ambos métodos usan el protocolo UDP.

- **El protocolo:**

UDP usa para aquellas aplicaciones en las que una pérdida ocasional de paquetes de datos es tolerable, por ejemplo, en transmisión de video o audio. Se trata de una conexión sin verificación de errores, y los paquetes de datos se entregan de forma incontrolada (protocolo sin conexión).

Tunneling se usa para acceder al bus desde redes locales o desde internet, como para la programación KNX. KNXnet/IP tunneling es usado cuando se pretende enviar desde el ETS telegramas KNX en modo orientado a conexión dentro de un marco IP.

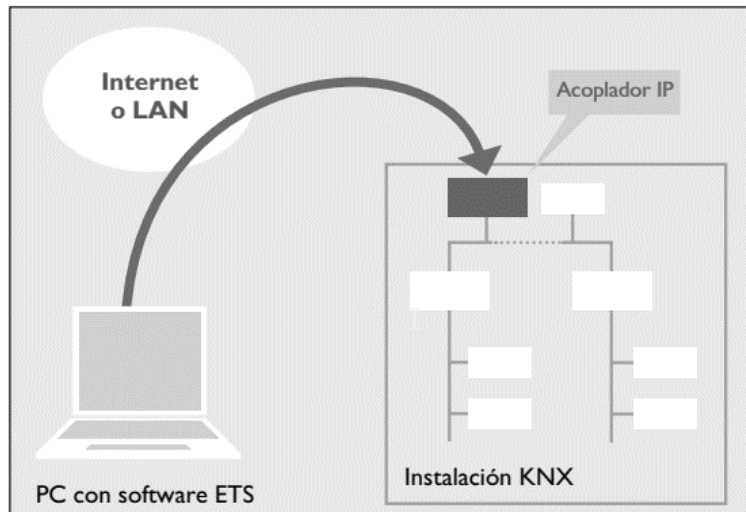


Ilustración 11: ejemplo de KNXnet/IP tunneling: programación de un dispositivo bus a través de Ethernet.

Routing se usa para el intercambio de telegramas a través de Ethernet, esto es para acoplar dos instalaciones KNX TP a través de Ethernet. Routing es usando para la transmisión simultánea y sin conexión de telegramas KNX a varios participantes a través de un router KNXnet/IP. Esto equivale a la comunicación en grupo en KNX TP. Routing se usa para acoplar cables TP.

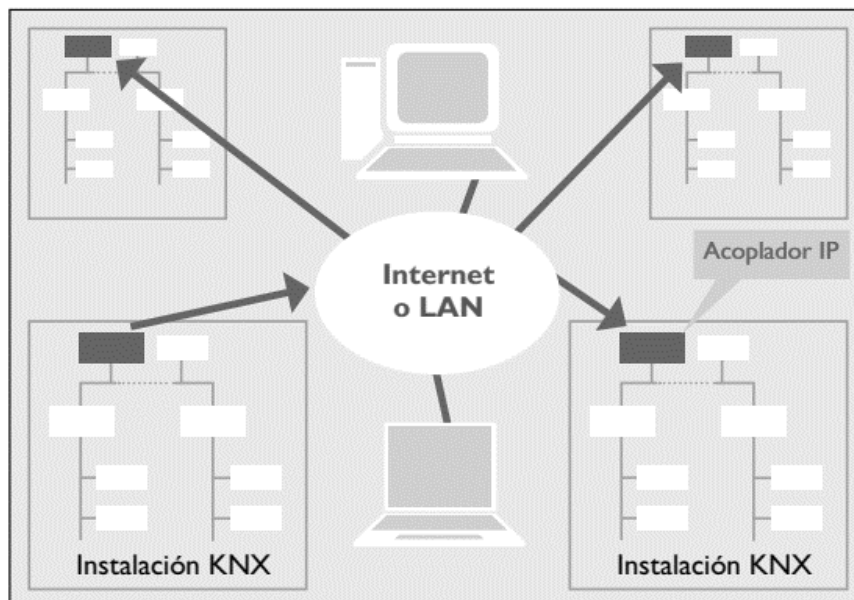
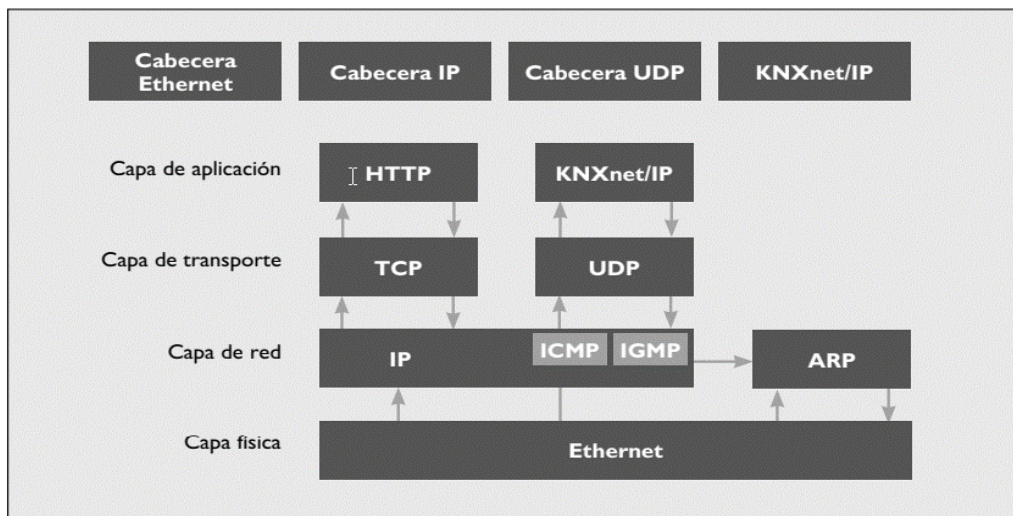


Ilustración 12: ejemplo de KNXnet/IP routing: acceso simultáneo a varias instalaciones KNX a través de Ethernet.



La comunicación IP en KNX puede explicarse usando el modelo de referencia OSI, como se muestra en la siguiente imagen.



*Ilustración 13: KNXnet/IP en el modelo de referencia OSI.*

▪ **Estructura de telegrama:**

En comparación con KNX TP contiene el telegrama KNXnet/IP alguna información adicional:

- ✓ **Longitud cabecera:** la longitud de la cabecera es siempre la misma. A pesar de ello se transmite de todas formas, ya que es posible que la longitud pueda variar en versiones futuras del protocolo. Esta información sirve para identificar el comienzo del telegrama.
- ✓ **Versión de protocolo:** esta información indica qué versión del protocolo KNXnet/IP se está usando.
- ✓ **Identificador del tipo de servicio:** KNXnet/IP Este identificador indica la acción que debe llevarse a cabo.
- ✓ **Longitud total:** este campo indica la longitud total del telegrama
- ✓ **Cuerpo KNXnet/IP:** este campo contiene la información útil.



Ilustración 14: estructura de telegrama en KNXnet/IP.

▪ **Enlazar KNX con Ethernet tiene las siguientes ventajas:**

- ✓ La infraestructura de red existente en un edificio puede usarse para la línea principal y el *backbone* de KNX (más rápido, más económico, más confortable).
- ✓ Es posible monitorizar y controlar el edificio a través de Ethernet desde cualquier parte del mundo.
- ✓ Varios edificios descentralizados pueden ser controlados desde un lugar central.
- ✓ El integrador tiene la posibilidad de programar, analizar y/o mantener una instalación KNX de forma remota.

El sistema KNX ofrece dos modalidades para la programación de instalaciones KNX:

✓ **Modo Easy (Modo E) :**

La configuración no se realiza con un ordenador, sino con un programador de mano, mediante teclas o por otros medios. Esta modalidad es idónea para instaladores que sí tienen conocimientos básicos de sistemas de bus, pero no de herramientas de software.

✓ **Modo System (Modo S) :**

Para la configuración de dispositivos en modo S, se debe utilizar una herramienta de software (ETS). Esta herramienta permite enlazar y poner en marcha los dispositivos.

## ▪ Engineering Software Tool

ETS sirve para procesar los programas de aplicación facilitados por los fabricantes para sus productos. Se pueden realizar las siguientes tareas:

- ✓ Descargar desde internet (catálogo online) o desde las respectivas webs los programas de aplicación de cada fabricante.
- ✓ Ajustar los parámetros de los programas de aplicación.
- ✓ Enlazar los objetos de comunicación con los programas de aplicación mediante direcciones de grupo.
- ✓ Descargar los programas de aplicación parametrizados desde el ETS a los dispositivos.

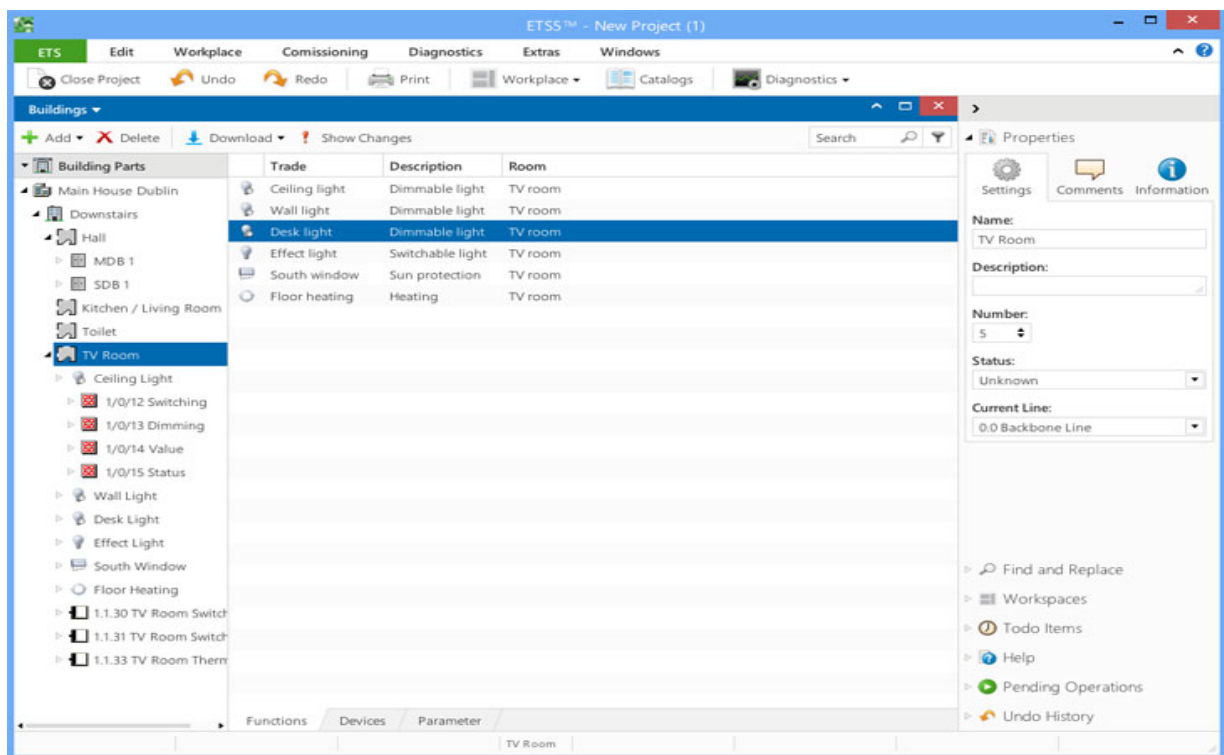


Imagen 12: ventanas de trabajo en ETS.

### **2.3.4.3. Ventajas y desventajas del sistema KNX**

#### **A. Ventajas**

Las principales ventajas con las que cuenta el sistema KNX son las siguientes:

- Gran flexibilidad, tanto en tamaño de la vivienda (es apto tanto para grandes edificaciones como para pequeñas viviendas) como en ampliaciones que permite el sistema (gran ventaja en edificios funcionales, donde las necesidades y requerimientos cambian constantemente).
- Posibilidad de usar dispositivos de distintos fabricantes.
- Permite una mayor tasa de transmisión al tener un bus específico para transmitir los datos.
- Proyecto e instalación sencilla.
- En el sistema KNX, el bus va paralelo a la red eléctrica. De esta forma se consigue:
  - ✓ Reducir el riesgo de incendio en la vivienda.
  - ✓ Reducir el coste de la instalación cuando el bus y la línea se lanzan a la vez.
  - ✓ Facilita una posible ampliación del sistema.

#### **B. Desventajas**

Las principales desventajas con las que cuenta el sistema KNX son las siguientes:

- Presenta un elevado precio, ya que los elementos de control necesitan de elementos adicionales para comunicarse con el sistema.
- La mayoría de los elementos que colocamos en el sistema necesitan de una alimentación mayor. Esta alimentación coincide con la normalizada (220 V en corriente alterna), frente al rango de 15 a 30 V en corriente continua que suministra el bus. Es decir, se necesitará de la red eléctrica con lo que el trazado del bus será similar al de ésta.
- En edificios ya construidos tiene peores prestaciones estéticas que el sistema X10, pues necesita de un cableado extra que, si se oculta, supone un incremento sustancial en el coste.

- ➔ Si se opta por la utilización de dispositivos de radiofrecuencia, evidentemente estos serán de un coste mayor que los aparatos normales.

Como se puede ver, las ventajas y las opciones que nos brinda el protocolo estándar KNX son muy grandes. La mayoría de las desventajas vienen dada por el coste que pueda generar o por cuestiones de implementación, que, aunque no son difíciles de resolver, sí requieren de una mano de obra calificada para poder obtener el mayor potencial.

### 3. Instrumentación y Controladores

Un sistema domótico cuenta con las siguientes partes principales: la unidad de control, los dispositivos de entrada y los actuadores. En este apartado, se presentará toda la información referente a la instrumentación de un sistema domótico, es decir, los dispositivos de entrada (sensores) y los de salida (actuadores).



Esta foto de Autor desconocido está bajo licencia CC BY-SA-NC

Imagen 13: distribución de sensores y actuadores en una vivienda con domótica.

Antes del estudio de los sensores como dispositivos de entrada es necesario abordar la temática sobre el tipo de señales existentes, que estos dispositivos se encargan de gestionar. Y acorde al libro titulado Instalaciones Domóticas de Carlos Tobajas G., se destaca que:

Las señales de comunicación entre los dispositivos que forman parte de un sistema domótico se pueden clasificar en:

➤ **En función del tiempo:**

- Continuas (definidas para cualquier instante de tiempo).
- Discretas (definidas en ciertos instantes de tiempo).

➤ **En función de su valor:**

- Analógicas (pueden tomar infinitos valores de un determinado intervalo en el rango posible). Como señal analógica puede considerarse el control de temperatura de una vivienda,

debido a que ésta puede variar desde los 15 a los 35 (°C), dependiendo en la estación del año.

- Digitales (toman solo unos determinados valores dentro del intervalo 0 o 1). Como señal digital se puede considerar el control de abertura de una puerta; cuando se le envíe el comando de abrir la puerta al actuador se le envía un 1 lógico, en el momento en que la puerta se cierra automáticamente, pasa a convertirse en un 0 lógico. (Tobajas García, 2014)

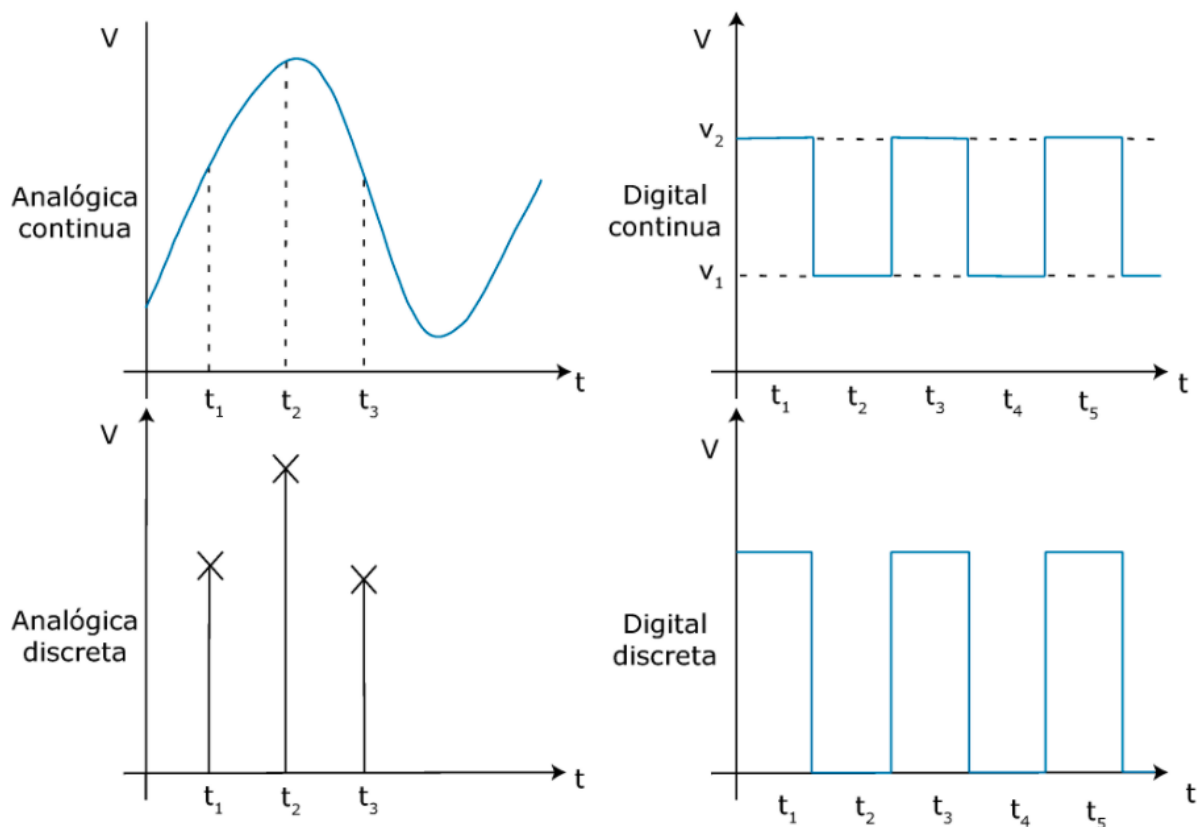


Ilustración 15: señales de comunicación

### **3.1. Instrumentación: sensores**

Basándose en el libro Instalaciones Domóticas de Tobajas G., se manifiesta que los sensores son los dispositivos encargados de captar cualquier cambio físico o alteración del entorno de la vivienda y transmitir estos cambios de variables a la unidad de control o nodo,

para que éste/os procesen la información y consiguientemente, actúen dependiendo de los datos recibidos de los sensores.

Se puede denominar *sensor* a aquel dispositivo que esté compuesto de las tres siguientes etapas:

- **Etapa transductor:** su misión es convertir las variaciones físicas captadas en magnitudes de señal.
- **Etapa de acondicionamiento de señal:** su misión es regular o adecuar la señal captada por el transductor y adecuarla para la etapa de salida.
- **Etapa de salida:** su misión es adecuar la señal recibida y enviársela a la unidad de control, nodo o actuador.



Ilustración 16: etapas de un sensor.

En función de la señal de salida se realiza la siguiente clasificación:

- **Analógicos:** son aquellos cuyas magnitudes en la etapa de salida pueden cambiar u oscilar de forma continuada entre un rango de medida. En este grupo se puede mencionar los sensores de temperatura, luminosidad y viento.
- **Digitales:** son aquellos cuyas magnitudes en la etapa de salida proporcionan una señal codificada en impulsos en serie o en paralelo con una codificación digital.
- **Todo o nada (ON/OFF):** son aquellos cuyas magnitudes en la etapa de salida pueden ser dos únicos estados: *abierto* o *cerrado*, es decir, entre 0 y 1. Actúan en un relé interno también llamado contacto libre de potencial, que se cierra o se abre según la señal enviada por la etapa de salida. En este grupo puede mencionarse los sensores de detección de presencia, detectores de gas y de humos en una vivienda.



### 3.1.1. Sensores detectores de movimiento

Este grupo de sensores se relacionan con el concepto de seguridad de viviendas y con el ahorro de energía. Son dispositivos que transmiten, reciben radiaciones y accionan sus contactos cuando detectan variaciones en las señales captadas. Y se dividen de la siguiente manera:

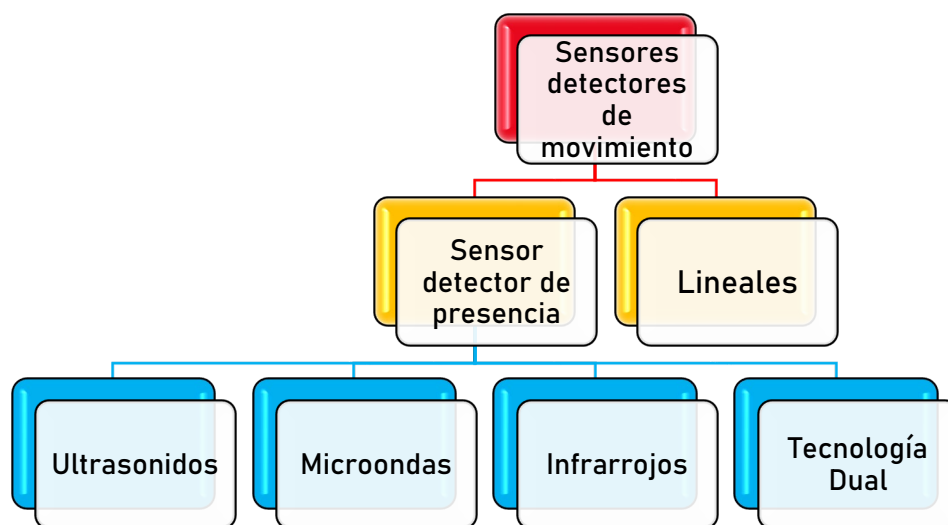


Ilustración 17: clasificación de sensores detectores de movimiento.

En cuanto al ahorro de energía, se puede llegar a regular entre un 35 y 45 (%), la energía eléctrica en edificios comerciales y en viviendas. Los edificios que no controlan su iluminación desperdician grandes cantidades de energía. Su coste no es elevado y su instalación es sencilla.

A la hora de escoger cual es el dispositivo idóneo se debe conocer la necesidad a la que va enfocado (conocer la aplicación, escoger la tecnología correcta, colocarlo en la posición idónea y poder ajustar correctamente sus características como retraso del tiempo, su sensibilidad y nivel de luz). Pueden ser colocados en: almacenes, pasadizos, salones, clases, oficinas abiertas o con ventanas, bibliotecas, habitaciones, comedores, etc. En el apartado de seguridad de vivienda, pues llegan a resultar de gran importancia y utilidad, debido a que se puede realizar un sistema de seguridad muy sofisticado y conocer en todo momento la seguridad y su estado.

### 3.1.1.1. *Sensores detectores de presencia*

Son sensores capaces de captar o detectar movimientos en recintos, se activan por la detección de algún movimiento. También denominados detectores de movimiento. Y dependiendo de su tecnología, éstos pueden

actuar por ultrasonidos, microondas, infrarrojos y tecnología dual, como logra apreciarse en la Ilustración 18:

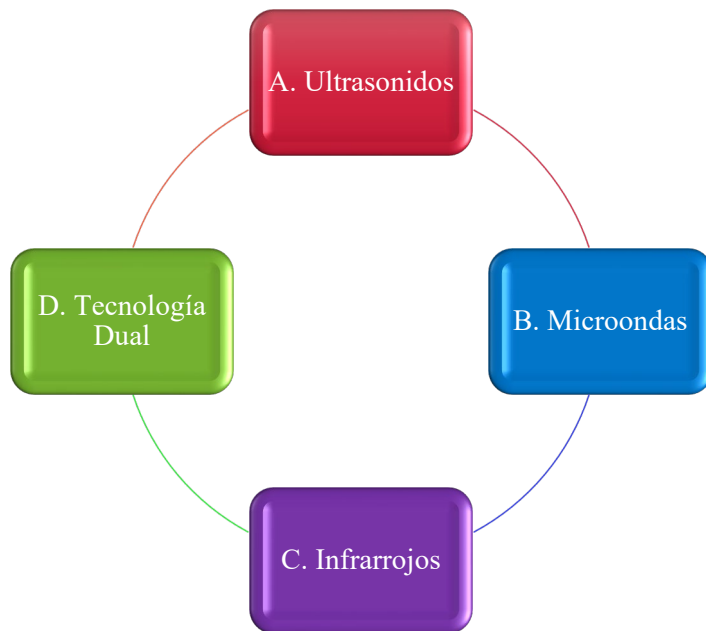


Ilustración 18: sensores detectores de presencia

#### **A. Sensor detector de presencia por Ultrasonidos**

Los sensores detectores de presencia basados en la tecnología de ultrasonidos permiten detectar movimientos asentándose en el efecto Doppler. Su

funcionamiento es el cambio de frecuencia de una onda ultrasónica producida por el movimiento relativo entre la fuente, el emisor y el medio. Hacen rebotar ondas ultrasónicas de sonido sobre objetos en un área y a continuación miden la cantidad de tiempo que tarda en regresar esta onda al sensor. El movimiento de una persona en una determinada área provoca que las ondas de sonido regresen a frecuencias más altas o bajas, y por lo tanto se obtiene la detección.

Suelen estar compuestos de un transmisor y uno o varios receptores, que transmiten ondas de sonido de alta frecuencia generadas por un oscilador.

**Aspectos a tener en cuenta:**

- ✓ Estas ondas de sonido producidas por el sensor no son escuchadas por el oído humano y no causan ningún daño.
- ✓ Las ondas emitidas por el sensor suelen rebotar en paredes, el piso, y el techo y proporciona la capacidad de detectar pequeñas cantidades de movimiento. En áreas que se disponga de alfombrado, con particiones y paneles antiacústicos en el techo absorberán el sonido ultrasónico y pueden reducir la cobertura.
- ✓ Las superficies duras aumentan la sensibilidad de los detectores.
- ✓ Una colocación inapropiada de los sensores puede conllevar a no utilizar todo su rendimiento a la hora de supervisar una determinada área, como, por ejemplo, detrás de puertas o alrededor de algunas comparticiones donde la detección de ocupación puede no ser la deseada y producir falsas alarmas.



Imagen 14: sensor detector de presencia por ultrasonidos.

**Disposición física de sensores ultrasónicos:**

- La cobertura es omnidireccional
- Puede ver sobre particiones y estantes.
- Puede percibir pequeños movimientos.
- Se debe tener en cuenta la localización de los conductos de calefacción, ventilación y aire acondicionado.

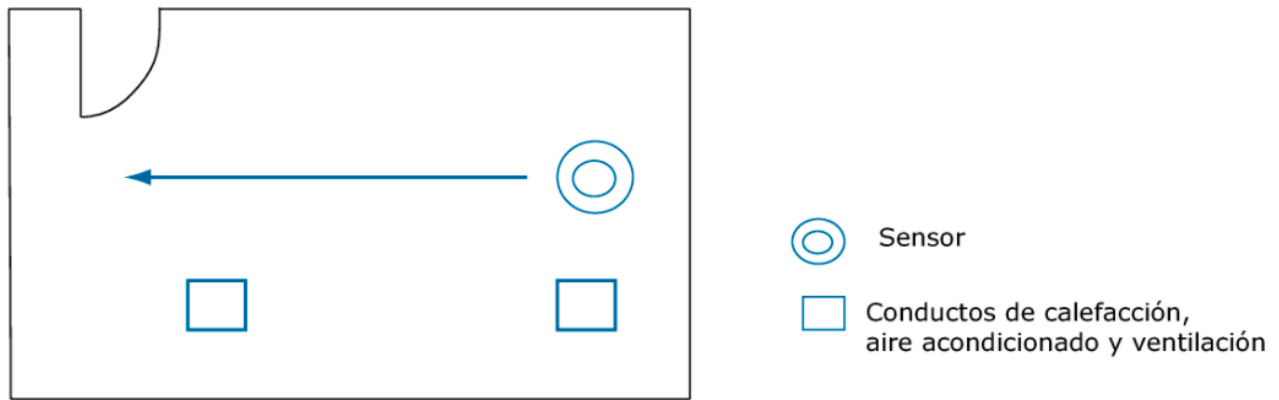


Ilustración 19: esquema de disposición o ubicación de un sensor detector de presencia por ultrasonidos.

Como todo tipo de dispositivos tecnológicos, los cuales están diseñados por propósitos en particular, se distinguen a continuación las mejores y peores aplicaciones para sensores ultrasónicos.

**Mejores aplicaciones:**

- Oficinas o espacios abiertos de oficinas.
- Salas de conferencias.
- Habitaciones.
- Baños.
- Pasillos o pasadizos cerrados.
- Grandes áreas de hasta 186 m<sup>2</sup>.

**Peores aplicaciones:**

- Espacios con mucha circulación de aire o mucha vibración.
- Montajes en techos más altos que 4.26 m a 4.88 m.
- Pequeñas áreas no cerradas.
- Espacios con áreas de detección no deseada.

## ***B. Sensor detector de presencia por Microondas***

Los sensores detectores de presencia basados en la tecnología de microondas disponen de un mayor alcance y una sensibilidad elevada.

Suelen estar compuestos de un emisor y un receptor en el mismo dispositivo. Las ondas de radio pueden pasar o atravesar fácilmente objetos sólidos, repercutiendo en que el detector trabaje sin tener una línea clara al área que está supervisando.



Imagen 15: sensor detector de presencia por microondas.

El emisor emite las ondas que se reflejan por toda el área supervisada hasta volver al receptor. En el caso de interrumpirse este proceso de emitir y recibir dichas ondas electromagnéticas, el sensor le envía una señal al nodo con la finalidad de activar la alarma o sirena dependiendo la programación o instalación de la vivienda.

Con esta tecnología se puede realizar una detección omnidireccional o unidireccional (discriminando la dirección del movimiento).

### **Aspectos a tener en cuenta:**

- ✓ Su ubicación en una vivienda puede resultar más simple, debido a que se pueden ocultar sin ningún problema. Pueden ser situados detrás de una pared o de cualquier otro objeto y no ser vistos por huéspedes que entren en la vivienda.
- ✓ Se debe tener en cuenta una consideración, pues estos detectores no se pueden ubicar en recintos o áreas pequeñas debido a que las ondas electromagnéticas que emiten pueden atravesar objetos y paredes. Esto conlleva a que el usuario de la vivienda o el instalador tenga que situar el detector, de modo que supervise solamente áreas específicas. En el caso de una instalación incorrecta, podemos obtener falsas alarmas de intrusión.

### **Disposición física de sensores detectores de presencia por microondas:**

- No se pueden instalar en el exterior.

- No instalar en presencia de luces de descarga, tales como las fluorescentes.
- No instalar en lugares que dispongan de máquinas con temporizadores que activen su funcionamiento, como motores.
- No instalar en superficies colindantes a vibraciones.
- Se deberá tener en cuenta la posesión de animales domésticos como perros y gatos debido a que su presencia pueda activar falsas alarmas.

Para los sensores detectores de presencia por microondas se destacan sus mejores y peores aplicaciones:

**Mejores aplicaciones:**

- Áreas medianas y grandes.
- Controlar puertas automáticas, verticales o puertas industriales.

**Peores aplicaciones:**

- Lugares colindantes propensos a vibraciones.
- Lugares que dispongan de maquinaria o computadoras.

***C. Sensor detector de presencia por infrarrojos***

Los sensores detectores de presencia basados en la tecnología de infrarrojos (**PIR**) "*Passive Infra Red*", conocidos como Pasivo Infrarrojo, permiten detectar movimientos en función de cambios de temperatura, es decir sólo reaccionan frente a fuentes de energía, tales como el cuerpo humano. Perciben la ocupación mediante la detección de la diferencia entre el calor emitido por el cuerpo humano y el espacio contiguo.



Imagen 16: sensor detector de presencia por infrarrojos.

Las personas, igual que los animales, transmitimos calor en forma de radiaciones infrarrojas, que son captadas por el detector.

Los rayos infrarrojos son rayos de luz no visibles por el ojo humano, y se emiten de forma rectilínea hasta su destino. En la actualidad esta tecnología es utilizada en muchos electrodomésticos de nuestra vivienda, tales como el mando a distancia de nuestro televisor, aire acondicionado o calefacción y los teléfonos móviles.

La detección de movimientos se capta debido a un cambio en la energía infrarroja en una de las zonas, por medio de un sensor piroeléctrico de multi-elemento. Cuando se llega a ocupar un área, uno de los elementos detecta energía infrarroja antes que el otro y genera un impulso eléctrico positivo. Seguidamente, cuando la imagen en movimiento es captada por el otro elemento, éste produce un impulso negativo que crea un estado de activado dentro del sensor.

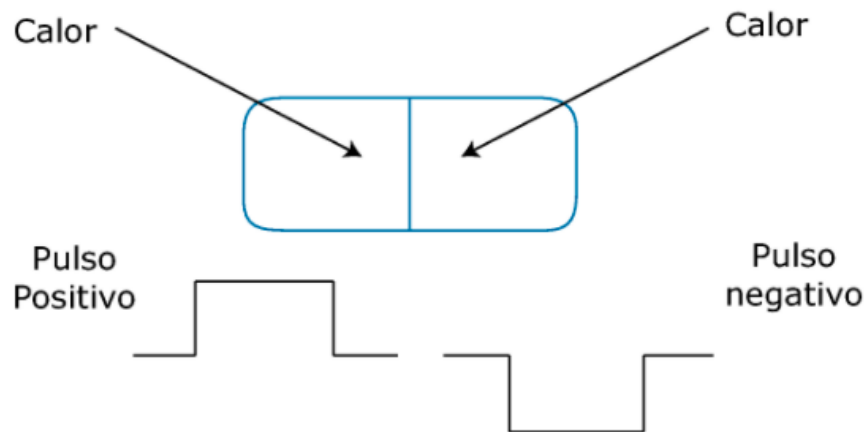


Ilustración 20: esquema de funcionamiento de un sensor detector de presencia por infrarrojos.

Disponen de una sensibilidad inferior en comparación a los otros dos grupos y es debido a las fluctuaciones térmicas de los dos elementos del sensor.

**Aspectos a tener en cuenta:**

- ✓ Para evitar falsas alarmas disponen de dos elementos de sensor con diferentes orientaciones de exterior e interior, tal como se ha mencionado anteriormente. Esto se debe a que cuando el sensor capta un aumento de temperatura en sus dos elementos, éste transmite la señal de alarma para que no se active cuando sólo uno de los dos elementos del sensor capta un cambio de temperatura.

- ✓ Los sensores PIR deben poder ver el área de cobertura a efectos de detectar ocupación. Tiene una clara línea visual, que es la facultad de proveer un 100 % de capacidad de corte.
- ✓ Su alcance es muy limitado.
- ✓ Niveles de intersección múltiples para detectar movimiento vertical y horizontal.

#### **Disposición física de sensores de detección por infrarrojos:**

- No se deben instalar en el exterior.
- El sensor debe estar enfocado al área de cobertura o inspección.
- No se puede colocar en particiones y estanterías debido a que bloquean el área de cobertura o inspección.
- No debe colocarse enfocado hacia las puertas, aparte, deben estar protegidos de los rayos solares, y de aparatos que proporcionen incrementos o decrementos de temperaturas como (calefacción o aire acondicionado).
- La mejor detección del sensor, es el movimiento transversal a la vista del detector.
- Se tendrá en cuenta la posesión de animales domésticos como perros y gatos debido a que su presencia pueda activar falsas alarmas. En la Ilustración 21 se puede observar un caso en el que la instalación del sensor es incorrecta.

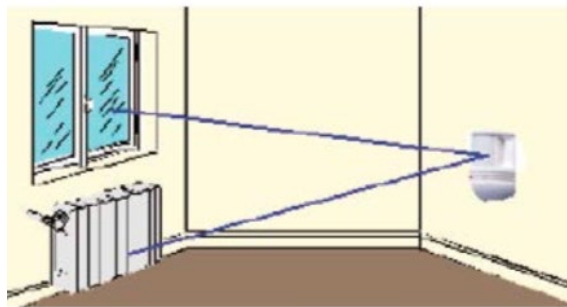


Ilustración 21: instalación incorrecta de un sensor detector de presencia por infrarrojos.

Un posible ejemplo de una instalación correcta es el que se muestra en la Ilustración 22. Se determina el área controlada por los detectores, fuera de esta área los sensores no detectan la presencia.



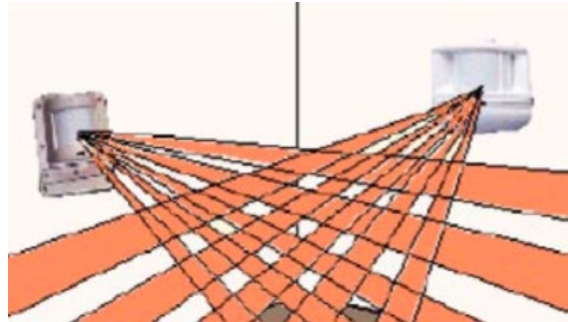


Ilustración 22: instalación con varios sensores detectores de presencia por infrarrojos

Para los sensores detectores de presencia por infrarrojos se destacan sus mejores y peores aplicaciones.

**Mejores aplicaciones:**

- Pasadizos o pasillos.
- Áreas con gran circulación de aire.
- Áreas que requieren un corte de 100 % de cobertura.
- Reemplazo de interruptores de pared.
- Almacenes y techos altos.
- Estantería de libros de bibliotecas.
- Salas de computadoras.

**Peores aplicaciones:**

- Baños.
- Áreas donde solo existe un movimiento muy pequeño.

## ***D. Tecnología dual***

En los casos que se necesite más precisión se puede utilizar la tecnología dual, que es la combinación de las tecnologías mencionadas. Si se combinan las tecnologías PIR y ultrasónicas, se logra que el sensor obtenga ventaja de las mejores características de ambas tecnologías y elimine puntos débiles. El resultado es un sensor con mayor sensibilidad y cobertura.

Esta tecnología es aconsejable utilizarla para la detección de intrusos.

La combinación de tecnologías posibilita un aumento de cobertura, haciendo posible un corte de cobertura del 100 %. Con esta opción, el usuario puede especificar la cobertura de una porción de un área despreciable de oficinas sin cubrir los corredores adyacentes.

Otra de las ventajas que se obtiene es la eliminación de falsas alarmas. Por ejemplo, el flujo de aire excesivo en una sala de máquinas o computadoras puede causar problemas de encendidos falsos en un sensor ultrasónico, mientras que la falta de actividad puede causar apagados falsos con un PIR. Estos problemas son poco probables con la tecnología dual.

A continuación, se destacan las mejores y peores aplicaciones para sensores de tecnología dual:

### **Mejores aplicaciones:**

- Aulas.
- Salas de computadoras.
- Grandes salas de conferencias.
- Espacios abiertos de oficinas con pasillos definidos.
- Comedores.
- Áreas de techos altos.
- Áreas que necesiten un corte de 100 % para registrar movimientos pequeños.



Imagen 17:  
sensor  
detector de  
presencia de  
tecnología  
dual.

### **Peores aplicaciones:**

- ➔ Ninguna a destacar, debido a que la tecnología DUAL funciona en casi todas las aplicaciones.

### **3.1.1.2. Lineales o de barrera**

Estos sensores se caracterizan por disponer de barreras de infrarrojos que están diseñadas para poder asegurar un perímetro tanto en el exterior como en el interior; con la activación de dichas barreras se puede controlar señales de alarma o luces, activándose solo con la presencia de un intruso.

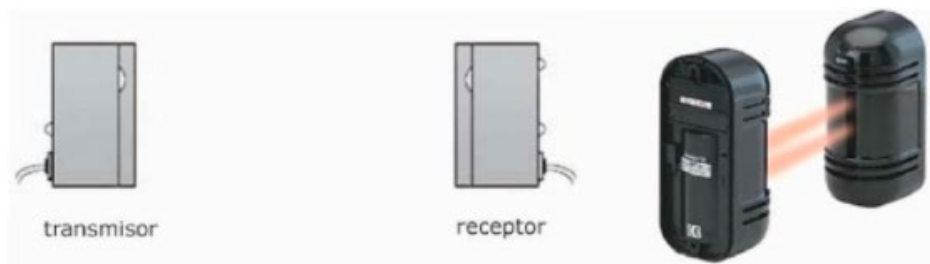


Ilustración 23: sensores detectores de intrusión lineal.

Este tipo de sensor está compuesto de dos partes: un *transmisor*, que es el componente que emite el haz de luz y un *receptor*, que es el componente que lo recibe.

Se establece un área de detección donde el objeto a detectar es reconocido cuando se interrumpe el haz de luz, debido a que el modo de operación de esta clase de sensores se basa en la interrupción del haz de luz. La detección no se ve afectada por el color, la textura o el brillo del objeto a detectar.

Estos sensores operan de una manera precisa cuando el emisor y el receptor se encuentran alineados. Esto se debe a que la luz emitida siempre tiende a alejarse del centro de la trayectoria.

### **Aspectos a tener en cuenta:**

- ✓ No provocan falsas alarmas.
- ✓ A la hora de su colocación en una vivienda es recomendable ocultarlos. Debido a que en el caso de que sean visibles resultará fácil de saltarlos.

### 3.1.2. Sensores de temperatura



Imagen 18: termostato.

Un termostato es un sensor destinado a regular la temperatura interna de una vivienda por medio de calefacción o refrigeración. Están basados en un elemento bimetálico, de forma que abren el circuito (el elemento bimetálico se deforma accionando un contacto libre de potencial) cuando la temperatura es superior a la programada, y cierran el circuito en caso contrario, el de refrigeración. Debe

mencionarse que un termostato es un interruptor que provoca la conexión o desconexión cuando la temperatura alcanza un cierto valor. Los sensores de temperatura están compuestos de un termistor. El termistor es un sensor resistivo de temperatura y su funcionamiento se basa en variar la resistencia que presenta un semiconductor respecto a la temperatura. En el mercado podemos encontrar dos clases:

- **Termistor PTC (Positive Temperature Coefficient):** el valor de la resistencia va aumentando a medida que se incrementa la temperatura.
- **Termistor NTC (Negative Temperature Coefficient):** el valor de la resistencia va disminuyendo medida que se incrementa la temperatura.

#### Aspectos a tener en cuenta:

La ubicación del termostato en una vivienda es un factor importante y de alta consideración para obtener un buen funcionamiento de la calefacción. Por lo tanto, el termostato se deberá colocar en:

- ✓ Una pared opuesta al radiador.
- ✓ A una altura de 1,5 m respecto del suelo.
- ✓ En un lugar accesible a su programación.
- ✓ En ninguna consideración se podrá situar en lugares donde pueda influir la incidencia de los rayos del sol, corrientes de aire

proveniente del exterior de la vivienda (terrazas y lavaderos) o de aparatos que puedan influir en el cambio de temperatura cómo (televisiones, ordenadores, lámparas incandescentes o frigoríficos).

- ✓ Si se desea poder controlar la calefacción de toda la vivienda, el termostato se deberá colocar en la parte de la vivienda que tenga la temperatura más pareja o similar del resto de la vivienda, en caso contrario podría obtenerse un elevado consumo energético.

### 3.1.2.1. *Sondas de temperatura*

Existen casos en los que se desea poder controlar o conocer la temperatura de recintos independientes a la vivienda, ya sea sótanos, terrazas, lugares de difícil acceso, o la temperatura exterior de la vivienda.

Para estos casos se colocan sondas de temperatura, que es una prolongación del sensor de temperatura, pero a la vez unido o no al termostato principal de la vivienda, ya sea por cables, radio frecuencia u otro medio físico.

Un sistema domótico puede requerir la instalación de sondas de temperatura interior, que podrán ser adicionales al termostato o sustituir a éste. Como características más relevantes, se puede mencionar que disponen de la posibilidad de realizar una gestión más eficiente de la calefacción, si se coloca en el exterior de una vivienda; permite anticipar al usuario la puesta en marcha de la calefacción en el caso de una disminución de la temperatura considerablemente.

En el mercado pueden encontrarse diferentes clases de sondas de temperatura, las más relevantes son:

- **Sondas de suelo:** se utilizan en sistemas de calefacción por acumulación nocturna, basados en la carga de elementos



Imagen 19: sondas de temperatura.

calefactores instalados en el suelo de la vivienda. Como ejemplos, se tiene el cable eléctrico radiante o conducciones de agua caliente. Esta sonda deberá ser protegida con un tubo corrugado.

- **Sondas exteriores:** se utilizan en viviendas donde se necesita conocer la temperatura exterior de la vivienda. Se instalarán siempre en la zona norte de la vivienda, evitando el aporte de radiación solar.
- **Sondas interiores:** podrán ser adicionales o sustituir al termostato, y se deberá considerar lo mencionado del termostato.
- **Sondas de contacto:** se colocarán a 1.5 m alejadas de una fuente de calor, con la finalidad de obtener óptimas mediciones de temperatura.

### **3.1.3. Sensores de luminosidad**

Los sensores de luminosidad son sensores capaces de medir la intensidad luminosa de un recinto y se puede realizar la clasificación según el tipo:



Imagen 20: sensor detector de luminosidad.

- **LDR (Resistencia Dependiente de la Luz):** es una clase de sensor que varía su valor de resistencia dependiendo de la luz. A medida que recibe más intensidad luminosa su resistencia va disminuyendo. La resistencia puede oscilar de 50 a 1,000  $\Omega$  en plena iluminación y de 50 k $\Omega$  a 2 M $\Omega$  en zonas oscuras.
- **Fotorresistentes o fotodiodos:** son elementos semiconductores que suministran una pequeña corriente cuando reciben luz. Están basados en el efecto fotoeléctrico.

Aspectos a tener en cuenta:

- ✓ El LDR no precisa de gran exactitud en cambiar de estado de oscuro a luminoso.
- ✓ Estos sensores siempre están acompañados de potenciómetros regulables que permiten ajustar la intensidad de luz.

Algunos poseen en su interior relés con retardos al encendido o apagado, para regular los altibajos de luminosidad, y no realizar el encendido o apagado por luces que puedan provenir de habitaciones de al lado o linternas o coches con las luces encendidas que circulen por la carretera. (Tobajas García, 2014)

### **3.1.4. Sensores de proximidad con contacto**



Imagen 21: final de carrera.

Basándose en el libro *Autómatas Programables y Sistemas de Automatización* se puede destacar que existen dos grandes tipos de sensores con contacto, que reciben la denominación de  finales de carrera (*Limit switches or position switches*) y microinterruptores (*Microswitches*).

La denominación de final de carrera se asocia, especialmente en la industria, a un sensor con contacto que se utiliza para detectar el final del desplazamiento de un elemento móvil en una máquina o instalación industrial. Por ello, los finales de carrera suelen ser robustos, tener capacidad para soportar golpes y trabajar en ambientes agresivos, y poseer contactos con una elevada capacidad de interrupción de corriente (varios amperios).

Por su parte, reciben el nombre de microinterruptores, microswitches o microinterruptores, los sensores con contacto de reducidas dimensiones y elevada precisión, que se utilizan en aplicaciones en las que existe un espacio pequeño y, además, no es necesario conmutar corrientes elevadas. Cabe destacar que su accionamiento se realiza con muy poca fuerza. Este tipo de sensores suelen, en la mayoría de las aplicaciones, suministrar información a un sistema electrónico, debido a lo cual, la calidad eléctrica del contacto es una característica muy importante.



Imagen 22:  
microswitch o  
microinterruptor de  
palanca con  
rodillo.

En apartados sucesivos se analizan la forma de operación y las características de los finales de carrera y de los microrruptores. Se hace énfasis especial en las de los finales de carrera porque, como se indica en el apartado, son muy utilizados en la automatización de los sistemas de fabricación controlados mediante autómatas programables.

### 3.1.4.1. *Microswitch o microrruptor*

Los microswitches, microrruptores o microinterruptores son dispositivos detectores de objetos de reducidas dimensiones y elevada precisión, especialmente idóneos para ser utilizados en máquinas que tienen un elevado nivel de automatización (fotocopiadoras, fax, etc.) y en las que hay que detectar la posición de un determinado mecanismo. En la Ilustración 24 se representa la forma física típica de un microrruptor, mientras que en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** puede apreciarse su composición interna.

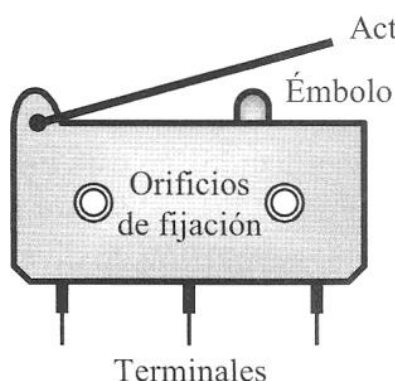


Ilustración 24: forma física típica de un microinterruptor.

En cuanto a las características técnicas, modo de operación, etc., lo indicado para los finales de carrera es válido para los microrruptores, con la salvedad de que son mucho menos robustos que aquellos y de que, en general, no soportan ambientes tan agresivos.

En cuanto a los contactos eléctricos, deben ser de gran calidad

para garantizar que su resistencia sea muy pequeña cuando se cierran, aunque no es necesario que conmuten corrientes elevadas, porque normalmente se utilizan para dar información de un movimiento a un sistema electrónico.

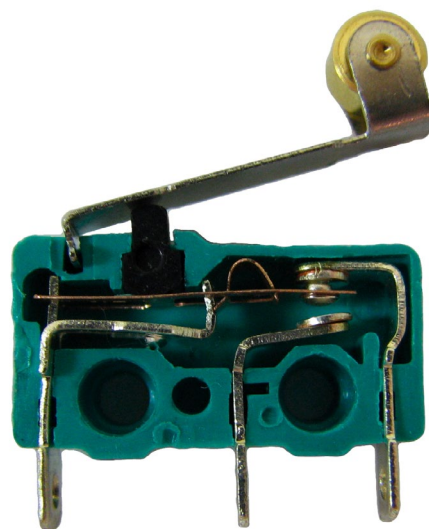


Imagen 23: composición interna de un microswitch.



### **Aplicaciones de los microrruptores:**

Sus aplicaciones son similares a las de los finales de carrera y se utilizan para detectar que un objeto ha alcanzado una determinada posición. La diferencia con los finales de carrera, en lo que se refiere a las aplicaciones, es el tipo de objeto y el ambiente de trabajo. A continuación, se indican sus aplicaciones más habituales:

- **Detección de apertura y cierre de puertas:** se utilizan en diferentes máquinas industriales, como por ejemplo, máquinas electrónicas de oficina, electrodomésticos, automóviles, etc.
- **Detección de presencia de objetos:** se utilizan en diferentes máquinas electrónicas, como, por ejemplo, reproductores de vídeos, máquinas expendedoras, máquinas recreativas, etc. Las principales características que deben poseer los microrruptores utilizados en este tipo de aplicaciones son reducidas dimensiones, pequeña fuerza de operación para poder ser activados por piezas que forman parte de mecanismos complejos y fácil adaptación de diversos tipos de actuadores e incluso posibilidad de diseño del actuador a medida.
- **Detección de piezas en movimiento:** se utilizan en diferentes tipos de máquinas tales como máquinas de fabricación automática, máquinas electrónicas de oficina, vehículos, entre otros, para detectar la puesta en marcha, la parada y el inicio o finalización de operaciones concretas. Normalmente, los microrruptores utilizados en este grupo de aplicaciones están sometidos a condiciones de trabajo mecánicas y medioambientales más severas (existencia de vibraciones, elevada frecuencia de operación, presencia de polvo, etc.). Por todo ello, las principales características que deben poseer los microrruptores utilizados en este tipo de aplicaciones son elevada precisión de las posiciones de activación y desactivación, elevada vida útil mecánica y fácil mantenimiento.
- **Detección de órdenes manuales:** en este grupo de aplicaciones los microrruptores sustituyen con ventaja a los conmutadores que retoman a la posición de reposo (denominados monoestables) porque son más fiables, seguros y más agradables al tacto. (Mandado Pérez, y otros, 2009)

### 3.2. Instrumentación: actuadores

Los actuadores, según el libro de Instalaciones Domóticas de C. T. García, son los dispositivos encargados de realizar las órdenes enviadas por los nodos o unidades de control. En este grupo están incluidos todos aquellos elementos electromecánicos que utiliza el sistema con la finalidad de modificar el estado de equipos que componen una instalación. Son elementos gobernados por el sistema de control con la finalidad de actuar sobre los equipos. Algunos ejemplos de este grupo son las electroválvulas para cortar o activar los suministros de agua y gas, motores para abrir o cerrar persianas, toldos y puertas. Este grupo se puede clasificar según su función:

- **Analógicos:** la principal característica de este grupo es que la salida varía dependiendo los valores de tensión y corriente respecto al tiempo. Como ejemplos, se pueden destacar los reguladores de intensidad luminosa y las válvulas termostáticas para la calefacción.
- **Digitales:** este grupo se caracteriza porque la señal de salida son impulsos digitales que oscilan entre valores de 0 o 1, codificados digitalmente.
- **Todo o nada (ON/OFF):** son aquellos actuadores que están compuestos de un relé o de un contactor, que permiten la conexión y desconexión de los elementos terminales y sus salidas están formadas de contactos libres de potencial. Este grupo es el más utilizado en las instalaciones domóticas.



ANALÓGICO



DIGITAL



TODO O NADA

Imagen 24: tipos de actuadores

### 3.2.1. Electroválvulas

Las electroválvulas son dispositivos que se intercalan en las tuberías de los suministros de agua y gas, con la misión de cerrar o abrir el conducto de dichos fluidos, pertenecen al grupo de todo o nada.

Las electroválvulas pueden ser también llamadas válvulas solenoide. Y se controlan variando la corriente que circula a través de un solenoide (conductor ubicado alrededor de un émbolo, en forma de bobina). Esta corriente, al circular por el solenoide, genera un campo magnético que atrae un émbolo móvil. Al finalizar el efecto del campo magnético, el émbolo vuelve a su posición por efecto de la gravedad o por resorte.

El solenoide, al circular la corriente, se comporta como un electroimán. Atrae materiales ferromagnéticos, producto de la alineación de momentos magnéticos. El campo magnético, creado al circular corriente por el solenoide, actúa sobre el émbolo móvil de material magnético y se produce una fuerza que ocasiona el desplazamiento del émbolo, permitiendo el cierre o apertura de la válvula.

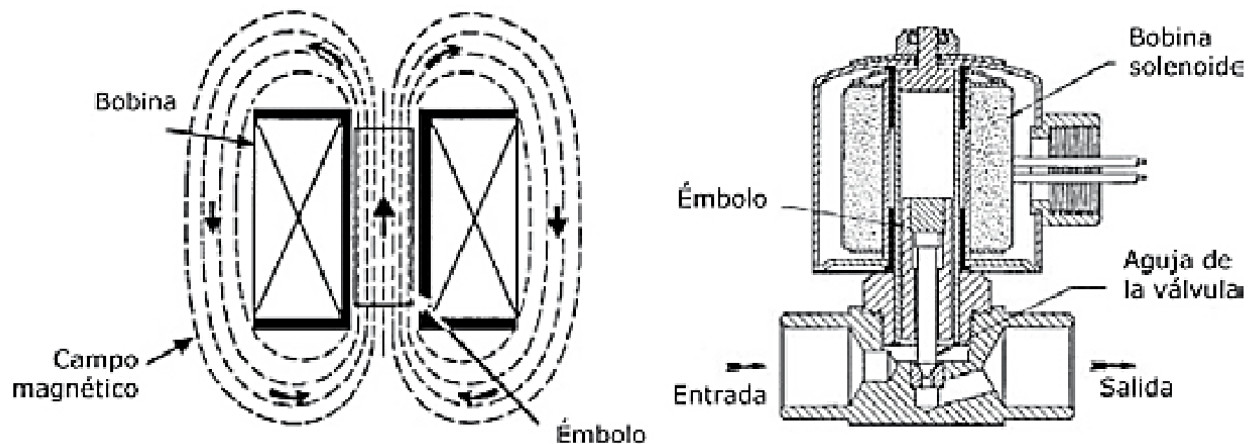


Ilustración 25: campo electromagnético producido por la bobina y partes de una electroválvula

Existen dos tipos de electroválvulas:

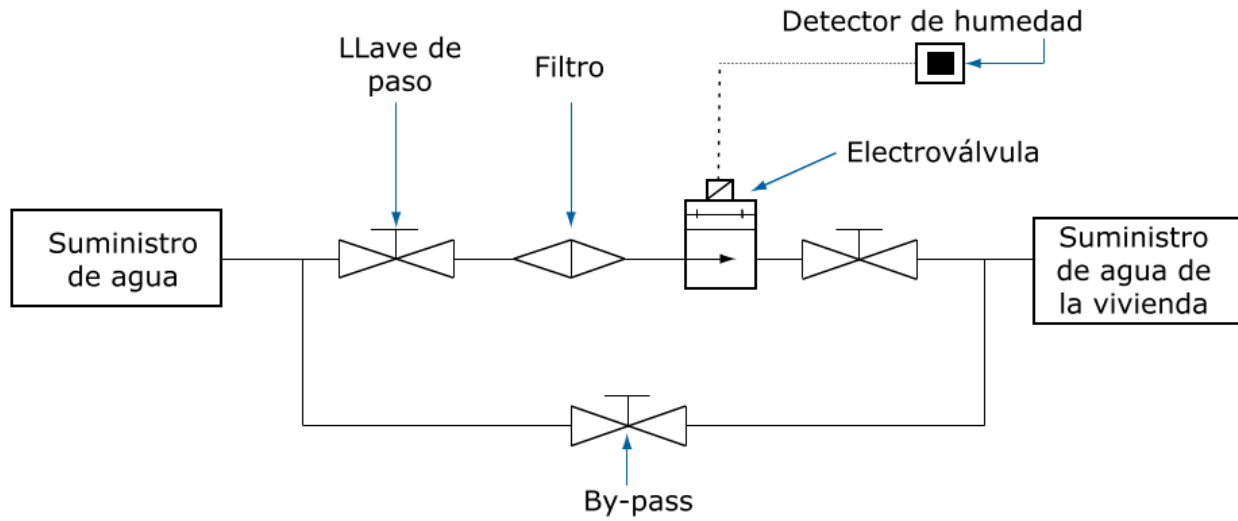
- **Normalmente abiertas:** deja pasar el suministro de fluidos siempre y cuando no haya tensión. Es decir, la electroválvula sólo cortará el paso del fluido cuando esté alimentada con tensión. Este grupo es el más utilizado en las viviendas domóticas debido a que al no estar alimentadas por tensión dejan pasar el suministro de fluidos, y en caso de alarma se activan y cierran el suministro. Por lo tanto, se reduce el consumo eléctrico y se alarga su vida útil y en el caso de un corte de suministro eléctrico, las electroválvulas al no estar alimentadas por tensión dejan pasar el suministro de fluidos.
- **Normalmente cerradas:** estará cortado el suministro de fluidos siempre y cuando no haya tensión, es decir, la electroválvula sólo abrirá el paso del fluido cuando esté alimentada con tensión.

En las instalaciones domóticas se utilizan las electroválvulas para poder gobernar (cerrar o abrir) en caso de alarmas o emergencias, los suministros de agua y gas.

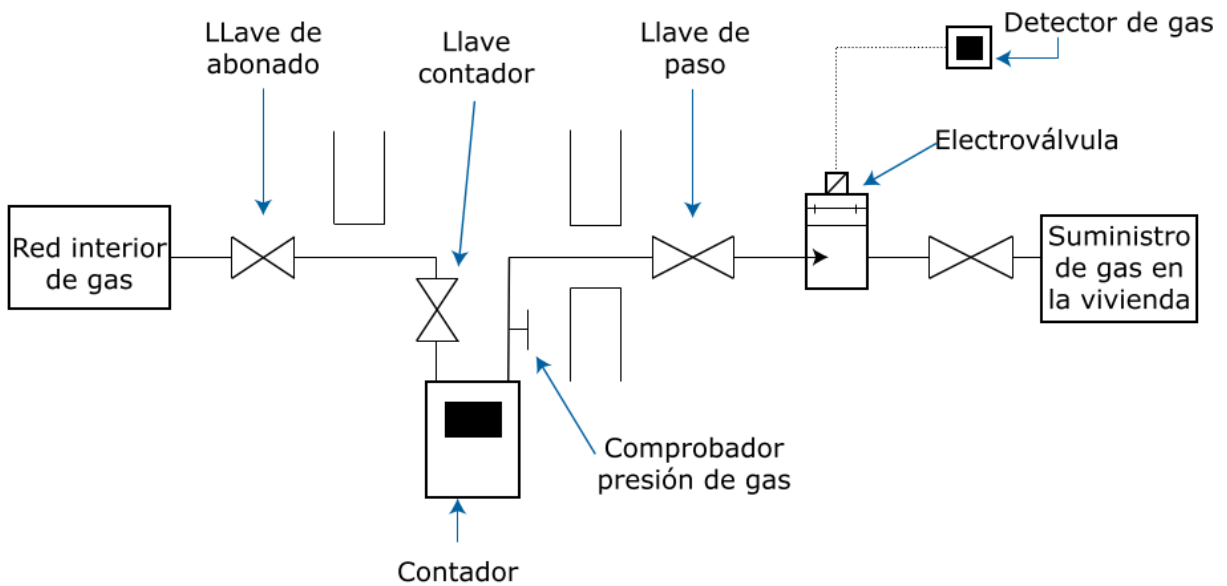
#### **Instalación de las electroválvulas:**

Las electroválvulas se deberán colocar después de la llave de paso principal y en un lugar accesible para el usuario de la vivienda. La llave de paso deberá estar colocada antes que la electroválvula con la finalidad de poder cerrar los suministros de agua y gas, otra posibilidad es la colocación de un *bypass*, que es una válvula que se utiliza para cortar el suministro en procesos de mantenimiento.

Es aconsejable la colocación de un filtro como medida preventiva para la electroválvula. Su misión es proteger la membrana de la electroválvula frente a restos de cal, arena o elementos que pudieran afectar al funcionamiento de la membrana de la electroválvula; recordar que se instalará antes de la electroválvula.



*Ilustración 26: diagrama de bloques de la instalación de una electroválvula para el suministro de agua*



*Ilustración 27: diagramas de bloques de la instalación de una electroválvula para el suministro de gas*

### Aspectos que tener en cuenta con las electroválvulas de agua:

- ✓ Es aconsejable utilizar electroválvulas de rearme automático.
- ✓ A la hora de escoger una electroválvula se deberá optar por una que pueda soportar una presión de 10 kg/cm<sup>2</sup>, que es la presión que suele ser habitual en los suministros de agua en una vivienda.



Imagen 25:  
electroválvula  
de agua

### Aspectos que tener en cuenta con las electroválvulas de gas:

- ✓ Es aconsejable utilizar electroválvulas de rearme automático.
- ✓ A la hora de proceder a su instalación, se colocará en dirección al flujo del gas tal como se indique en las especificaciones del fabricante, el lugar tendrá ventilación y no debe tener humedad.



Imagen 26:  
electrovál  
vula de gas

### **3.2.2. Relés**

Los relés son dispositivos electromagnéticos, que funcionan como un interruptor controlado por un circuito eléctrico, por medio de un electroimán, se accionan uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar sus contactos independientes. Es muy parecido al contactor, pero la diferencia es que los relés no poseen contactos principales.



Ilustración 28: representación de un relé desconectado y un relé conectado

Los relés son muy utilizados en el campo de la domótica. Cuando se acciona una alarma de gas o de inundación, el relé acciona una señal de alarma y a la vez, acciona la electroválvula para el corte de suministro. En la actualidad muchos electrodomésticos incorporan relés, toda la electrónica que incorporan lo nuevos coches posee una gran variedad de relés, como por ejemplo para los sensores de lluvia y de luces.

### 3.2.2.1. Relés temporizadores

Los relés temporizadores son dispositivos electrónicos que se encargan de mantener o retardar la señal de salida, dependiendo de su función de tiempo. Son dispositivos muy utilizados en la automatización de procesos, debido a que ofrecen una gran variedad de posibilidades al programador o al instalador a la hora de programar procesos y elaborar tareas de retardos de conexión o desconexión de diversos procesos a la vez.

Existen diferentes tipos de temporización, los más comunes son:

#### A. Retardo a la conexión:

Una vez alimentado el relé, la salida se activará después del tiempo programado "T", ajustado por el propietario. La salida permanecerá activada hasta la interrupción de la alimentación.

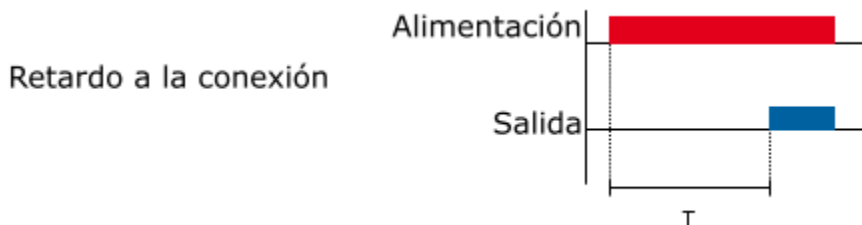


Ilustración 29: cronograma de retardo a la conexión.

#### B. Retardo a la desconexión:

Una vez alimentado el relé, la salida se activa. La salida permanecerá activada hasta la interrupción de la alimentación. Una vez interrumpida la alimentación, la salida permanecerá activada el tiempo programado

"T", ajustado por el propietario. Una vez consumido este tiempo, la salida se desactiva.



Ilustración 30: cronograma de retardo a la desconexión.

### **C. Retardo a la conexión y desconexión:**

Este relé es una composición de los dos ejemplos anteriores. Una vez alimentado el relé, la salida se activará después del tiempo programado " $T_1$ " ajustado por el propietario. Una vez interrumpida la alimentación, la salida permanecerá activada el tiempo programado " $T_2$ " ajustado por el propietario. Una vez consumido este tiempo la salida se desactiva.

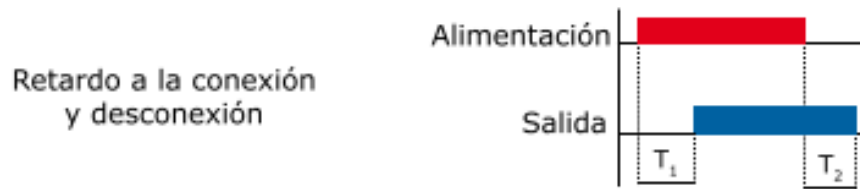


Ilustración 31: cronograma de retardo a la conexión y desconexión.

### **D. Cíclico a la conexión:**

Una vez alimentado el relé, la salida se activa durante el tiempo programado " $T_{on}$ " por el usuario. Una vez transcurrido este periodo la salida se desactiva el tiempo programado en " $T_{off}$ ", una vez transcurrido este periodo de " $T_{off}$ ", la salida vuelve a activarse el tiempo programado en " $T_{on}$ ", y así, cíclicamente hasta que se desconecte la tensión de alimentación, que haría la función de "reset".



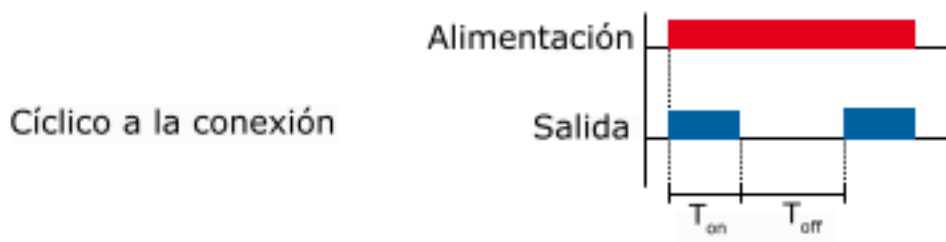


Ilustración 32: cronograma de cíclico a la conexión.

### **E. Impulso a la conexión:**

Una vez alimentado el relé, la salida se activa durante el tiempo programado "T" por el usuario. Una vez transcurrido este periodo, la salida se desactiva, aunque tengamos la tensión de alimentación activada. Para volver a generar este impulso hemos de desconectar la alimentación y volverlo a alimentar, y se volverá a activar la salida durante el tiempo programado. (Tobajas García, 2014)

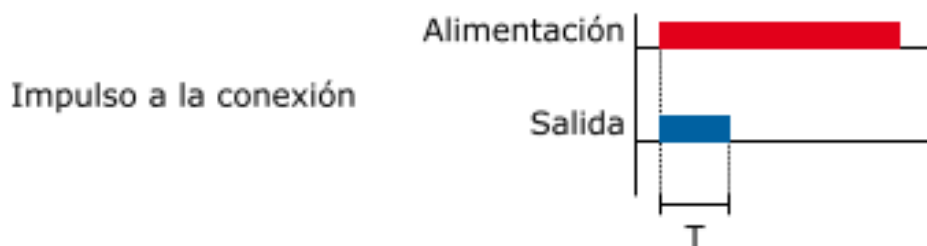


Ilustración 33: cronograma de impulso a la conexión.

### **3.2.3. Motores**

Según lo descrito en el libro "Planificación de la gestión y organización de los procesos de montaje de sistemas domóticos e inmóticos" del autor Miguel A. Sánchez Hernández, cuyo pseudónimo es Vaveluin, se expone que los motores son máquinas eléctricas rotativas, que, al ser alimentados con una corriente eléctrica, transforman la energía eléctrica suministrada en un movimiento giratorio en su eje.

Los motores son considerados actuadores, debido a que reciben una señal de control eléctrica acondicionada por un preaccionador (relé, contactor), que le permite generar movimiento en el inducido del motor

y propiciar cambios en el entorno, gracias a la entrega de energía mecánica a través de su eje.

En el ámbito de la domótica, este movimiento rotativo, es transmitido mecánicamente para desplazar todo tipo de sistemas que han de moverse de forma automática. Así, los sistemas motorizados son utilizados en todos y cada uno de los servicios domotizados en un edificio: subida y bajada de persianas y toldos, puertas automáticas, ascensores, extracción de aire, sistemas de bombeo, impulsión de aire, electrodomésticos, etc.

En función de la forma constructiva, del tipo de suministro eléctrico, o de las aplicaciones para las que se utilizan, los motores se pueden clasificar de muy diferentes formas. Así bien, de forma general, se identifican motores de corriente alterna, de corriente continua, motores paso a paso, o motores *brushless* (sin escobillas). El tipo de motor, y a su vez el tipo de arranque necesario para cada motor, viene definido por el tipo de aplicación para la que se necesite



Imagen 27: motor jaula de ardilla.

Dentro de una vivienda, y para subir o bajar una persiana o toldo, se emplearán motores pequeños, silenciosos, de arranque directo, y ya instalados en los propios accionamientos de subida y bajada. Sin embargo, para un motor de bombeo de agua en un edificio se utilizará un motor de gran potencia, de corriente alterna y de arranque progresivo (variador).

Los motores más utilizados son los de corriente alterna, debido a su fácil conexión, bajo coste, escaso mantenimiento, y suministro de energía más sencillo. Para estos motores, existen varios métodos de arranque para conseguir que éstos lo hagan de forma adecuada. Los motores de corriente continua, se suelen utilizar para aplicaciones específicas, y generalmente, de menor potencia en aplicaciones domóticas.

El Reglamento Eléctrico para Baja Tensión, en su ITC-BT-47, fija los valores entre la corriente máxima y la nominal de un motor de corriente alterna, así como las secciones mínimas de cable conductor que se deben utilizar para el suministro de energía a los motores.

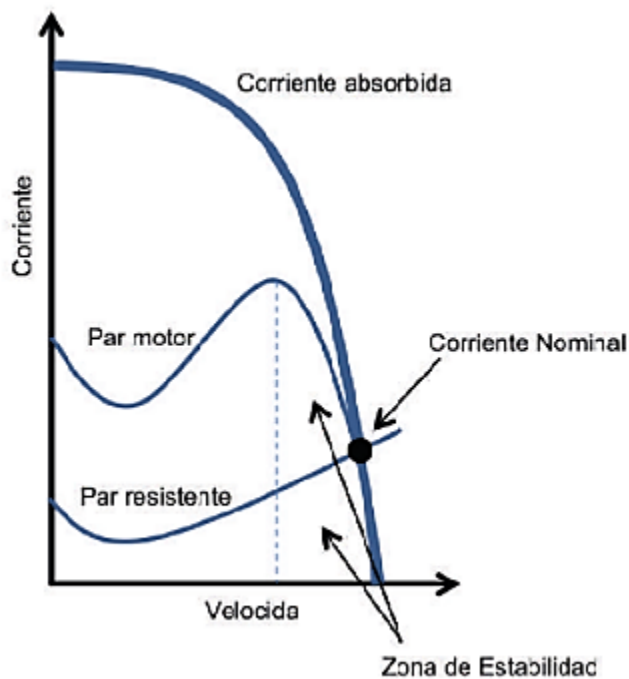


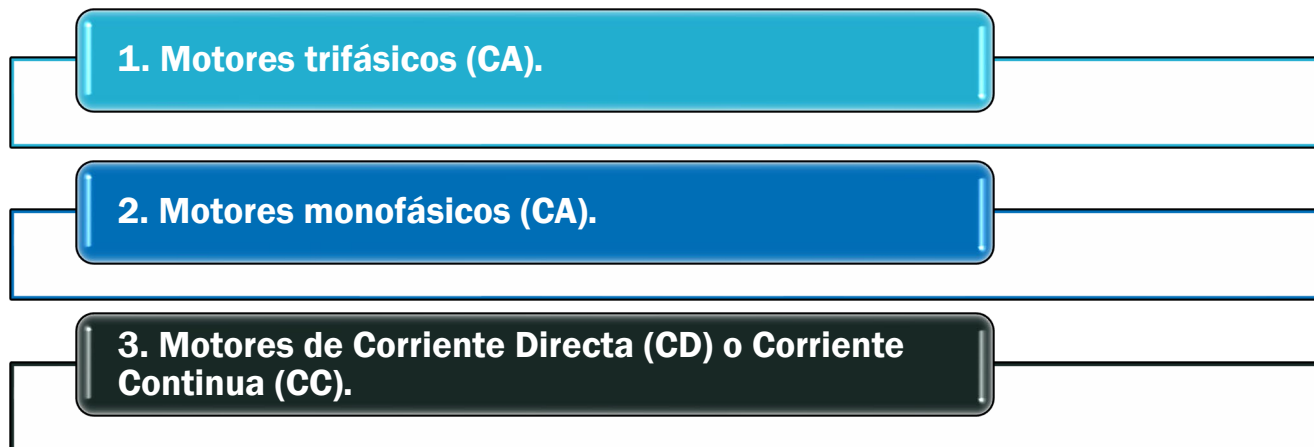
Ilustración 34: curva de arranque de un motor.

Los motores de Corriente Alterna (CA) se dividen a su vez en motores trifásico y monofásicos. Los primeros se utilizan en aplicaciones de potencias medias y altas, y generalmente en ambientes más industriales. Los motores monofásicos, son los más utilizados en sistemas domóticos e inmóticos, que generalmente necesitan potencias bajas, y reducidas dimensiones.



Ilustración 35: símbolo dependiendo del tipo de motor.

En resumen, de entre los diversos motores que existen se destacan los siguientes:



*Ilustración 36: clasificación de los tipos de motores existentes.*

### **3.2.3.1. Motores Trifásicos**

Los motores trifásicos se componen internamente por tres bobinados instalados en su estator, uno por cada fase. Los terminales de cada uno de ellos están conectados a la caja de bornes del motor, de manera que la forma en la que se interconecten estos devanados entre sí, y a su vez éstos a la red eléctrica, dispondrá un tipo de arranque u otro, con características diferentes.

El tipo de conexión adquiere el nombre de la forma en que se interconectan los bobinados entre sí. Si los devanados se interconectan formando un triángulo, se dispondrá una conexión en triángulo/delta, si se conectan en estrella, se dispondrá de una conexión en estrella. La forma de conectar estos bobinados viene definida por la colocación de las chapas en el interior de la caja de bornes del motor.

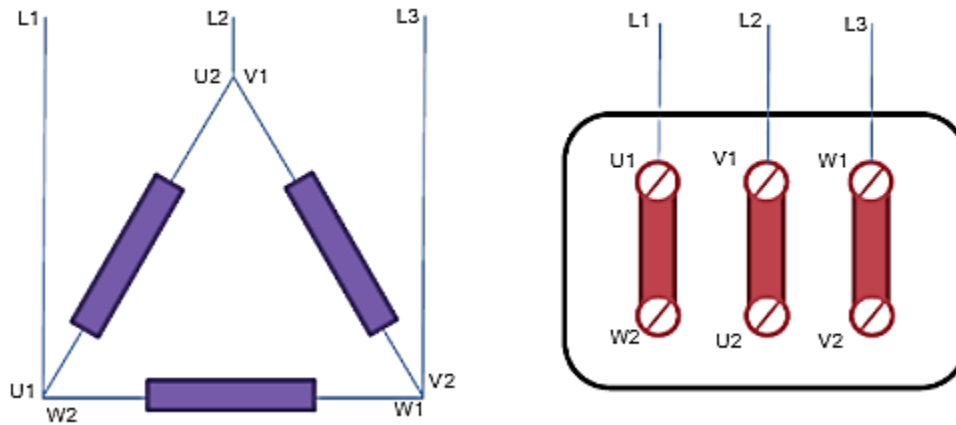


Ilustración 37: conexión delta o triángulo.

El modo en que se conectará el motor trifásico vendrá determinado por el tipo de suministro de la red de alimentación a la que se conecte. Un motor que en su placa de características indique que se puede conectar a una tensión de alimentación 230/400 V<sub>AC</sub>, vendrá a significar que se conectará en triángulo, si se conecta a 230 V<sub>AC</sub>, y se conectará en estrella si se conecta a 400 V<sub>AC</sub>.

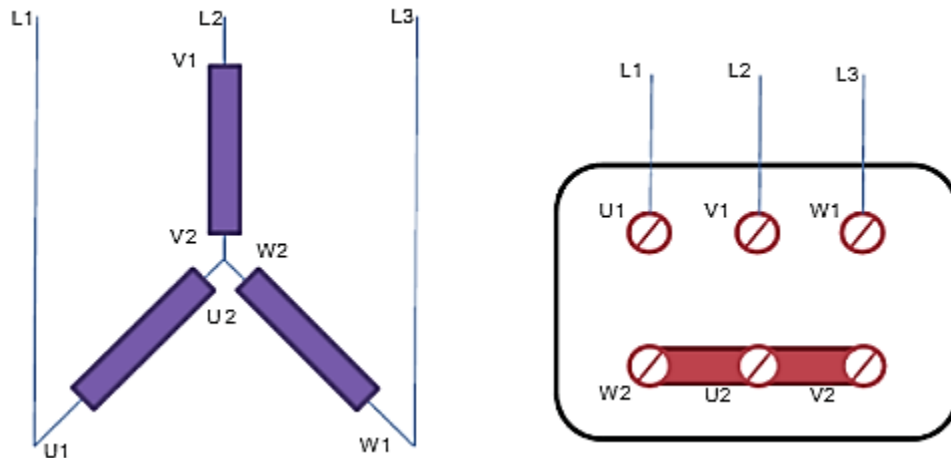


Ilustración 38: conexión estrella.

Dentro de los motores trifásicos, existen los llamados motores de inducción con rotor bobinado. Este tipo de motores, además de encontrar en su caja de bornes los seis terminales para el conexionado en estrella o triángulo de los bobinados del motor, disponen de otros tres (K, L,M), para el conexionado exterior del rotor. Se utilizan en aplicaciones en las que se necesita mucho par motor.

### 3.2.3.2. Motores Monofásicos

Los motores monofásicos son los más utilizados en aplicaciones domésticas. De menor potencia y método de arranque más simple, los hacen idóneos para la mayoría de las aplicaciones en viviendas y edificios. Interiormente se componen de dos bobinados, uno de trabajo y otro de arranque. Disponen de un condensador conectado en serie con ambos devanados, de manera que producen un desfase entre la tensión y la corriente de suministro, lo que provoca el movimiento. Si bien, su funcionamiento es muy sencillo, no se puede invertir el sentido de giro de estos motores, si no es manipulando la conexión de los devanados y el condensador.

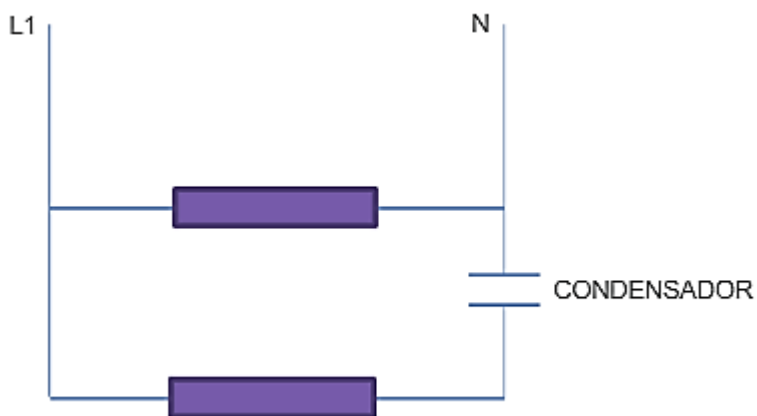


Ilustración 39: diagrama de conexión interna de un motor monofásico.

Este tipo de motores disponen habitualmente de dos terminales en su caja de bornes, ya que para su funcionamiento solo es necesario conectar fase y neutro.

### 3.2.3.3. Motores de Corriente Directa o Corriente Continua

Los motores de corriente continua se utilizan en aplicaciones de precisión, tales como robótica, posicionado, o máquinas herramientas, de manera que su utilización en sistemas domóticos, se reduce a aplicaciones en las que no se pueden utilizar motores de corriente alterna. Generalmente se pueden utilizar en sistemas de baja potencia, y que requieran grandes prestaciones de bajo ruido y elevada precisión.

Compuestos por dos devanados, el inductor y el inducido, que se ubican en estator y rotor respectivamente, la forma de conectar estos devanados entre sí, proporciona distintas configuraciones con prestaciones diferentes.

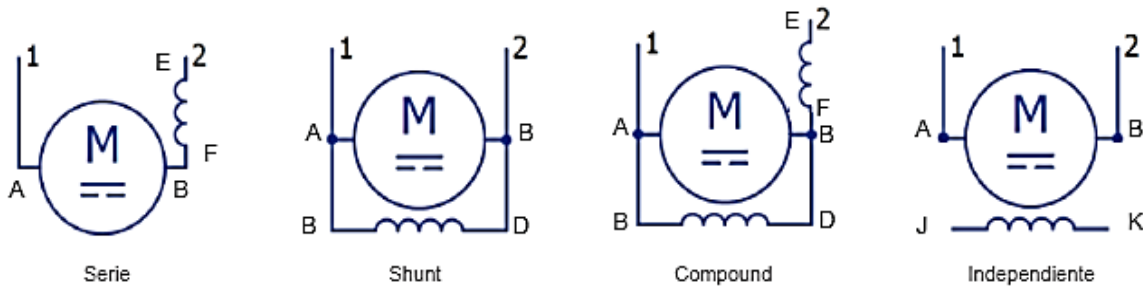
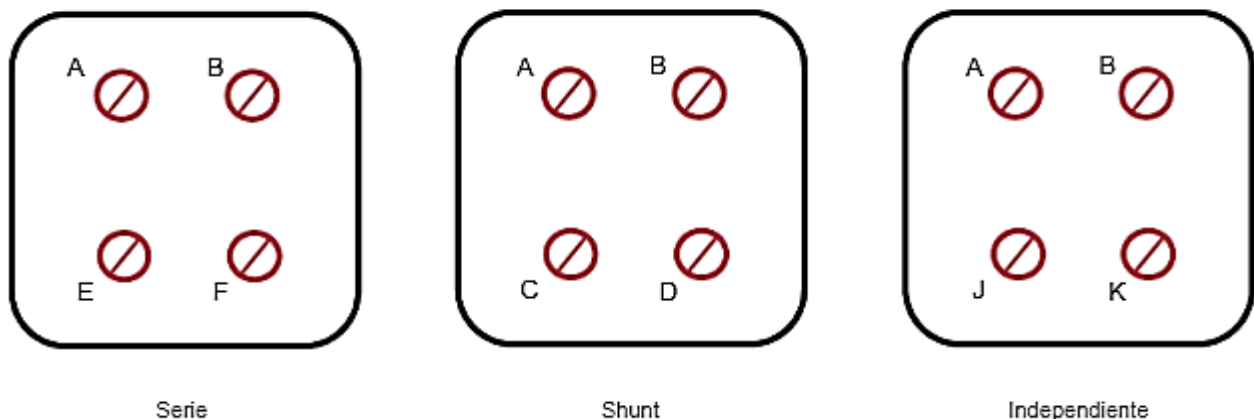


Ilustración 40: tipos de conexionado de motores de corriente continua.

La conexión de los diferentes tipos de máquinas de corriente continua, se consigue conectando de diferente forma los cuatro terminales de la



caja de bornes del motor, que generalmente, está diseñada para una configuración determinada.

Ilustración 41: bornes de conexión de motores de corriente continua.

### 3.2.3.4. Arranque de motores

El Reglamento Eléctrico para Baja Tensión, en su ITC-BT-47, fija los valores entre la corriente máxima y la nominal de un motor de corriente alterna y continua, así como las secciones mínimas de cable conductor que se deben utilizar para el suministro de energía a los motores.

Potencia	Relación máxima corriente de arranque/plena carga
Corriente Alterna	
0,75 kW – 1,5 kW	4,5
1,5 kW – 5,0kW	3,0
5,0 kW – 15,0 kW	2,0
>15 kW.	1,5
Corriente Continua	
0,75 kW – 1,5 kW	2,5
1,5 kW – 5,0kW	2,0
>5 kW	1,5

Tabla 2: relación máxima de corriente de arranque en motores.

Como norma general, cualquier motor de potencia superior a 0.75 kW, debe disponer de algún método de arranque para limitar la intensidad de corriente en el arranque. Los métodos de arranque más utilizados son:

- **Arranque directo:** conexión directa del motor al suministro de energía.
- **Inversión de giro:** en los motores de Corriente Alterna (CA), se cambia el sentido de giro, cambiando la conexión de dos, cuales quiera de sus tres fases de conexión.
- **Arranque estrella-triángulo:** se puede realizar en motores de corriente alterna cuyos devanados estén preparados para la conexión del suministro de energía que se disponga. Durante el arranque se conecta en estrella, y transcurrido este periodo, se conmuta a conexión triángulo.
- **Arranque mediante autotransformador:** este método, prácticamente no utilizado en la actualidad, consiste en interponer un



autotransformador en el suministro de energía que reduzca la tensión de suministro durante el arranque, y con ello la intensidad en el arranque.

- **Arranque mediante arrancador estático:** los arrancadores estáticos son elementos electrónicos, que regulan la tensión e intensidad de corriente durante el arranque de los motores de corriente alterna.
- **Arranque mediante variador de frecuencia:** son elementos electrónicos que regulan la frecuencia de suministro del motor. Además de poder regular el tiempo de arranque, y su frecuencia (reduciendo la intensidad en el arranque), también pueden variar la velocidad del motor durante su funcionamiento habitual.

### **3.2.3.5. Aplicaciones de los motores**

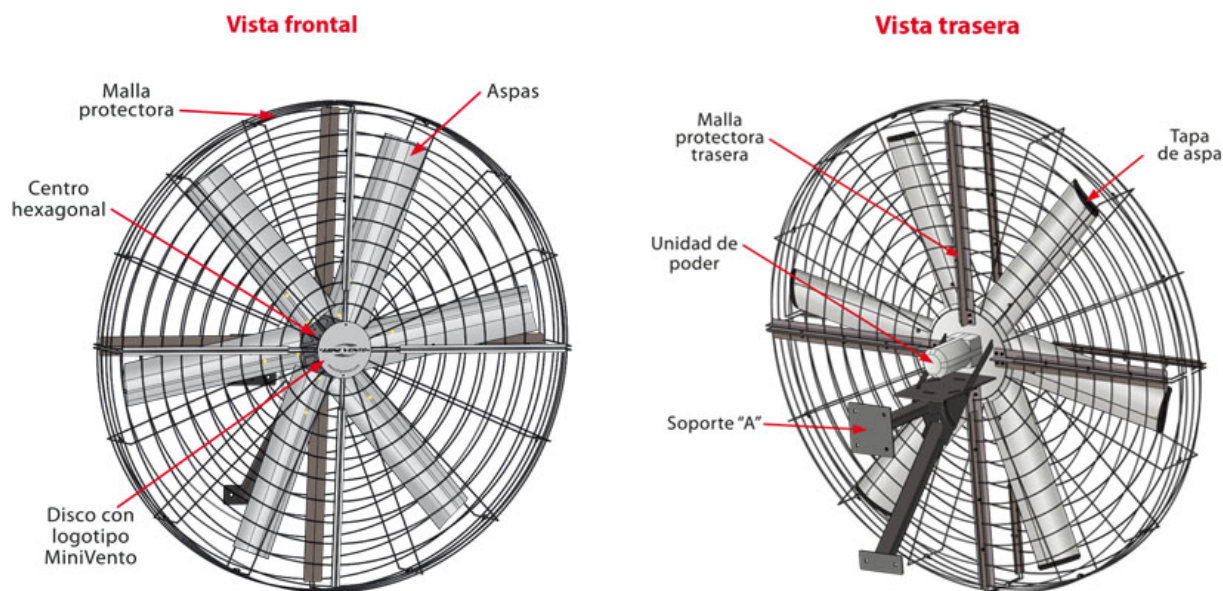
Los motores tienen diversas aplicaciones, de las cuales se destacan en domótica, principalmente:

- ➔ Persianas y toldos.
- ➔ Sistemas de bombeo de agua.
- ➔ Puertas de garaje.
- ➔ Puertas interiores de movimiento automático.
- ➔ Ascensores y sistemas de elevación.
- ➔ Climatización.
- ➔ Ventiladores de impulsión, e impulsión de agua.
- ➔ Cortinas de separación antihumo.
- ➔ Motores destinados a electrodomésticos. (Sánchez Hernández, 2017)

### **3.2.4. Ventiladores**

Los ventiladores son máquinas utilizadas para proveer un flujo de aire que permita la regulación de la temperatura en una zona confinada. Como elemento principal de funcionamiento se destaca en su interior, un motor monofásico (alimentado con CA), el cual, incorpora en su eje un tipo singular de aspas que, al girar a cierta velocidad, genera corrientes de aire. De esta manera, se logra un sistema de ventilación

domótico, utilizando solamente estos actuadores, denominados comúnmente como ventiladores.



*Ilustración 42: partes principales de un ventilador.*

Acorde con lo descrito en el libro "Domótica. Gestión de la energía y gestión técnica de edificios" de los autores F. Navarro y S. Córdoba, se expone que la gestión del sistema de ventilación-climatización se puede realizar por distribución del aire, mediante conductos independientes, para zonas específicas de una vivienda. Y se destacan cuatro tipos de control recomendados para una residencia habitacional:

- **Por automatismo:** se garantiza un caudal de ventilación según las necesidades establecidas en la normativa, siguiendo renovaciones a intervalos regulares y velocidad de ventilador baja. Para ello,



se implementa el uso de un sensor para determinar la calidad del aire en función de la normativa y un interruptor doble para el control manual del ventilador.

Imagen 28: interruptor doble y sonda de calidad de aire.

- **Confort:** las consignas de regulación de cada una de las zonas serán ajustables por la combinación del termostato ambiente y del termostato diferencial. El sistema se activará cuando el gradiente de temperaturas interior-exterior sea favorable, es decir, la temperatura interior sea superior a la exterior (gradiente regulable por el usuario) y, además, la temperatura interior sobrepase el valor de consigna seleccionado por el usuario en el termostato de ambiente. Con esto se evitará introducir aire caliente exterior cuando en el interior este sea más fresco, como sucedería en los días del terral (viento caliente mediterráneo). Será especialmente indicado para refrigerar la vivienda en verano, durante las últimas horas de la tarde y por las noches, extrayendo el calor acumulado durante todo el día. El ventilador se pondrá en marcha a velocidad alta.



Imagen 29: control de la velocidad de giro de los ventiladores en función de la temperatura ambiente.

- **Manual:** por conmutador de dos interruptores: ON/OFF, y velocidad baja o alta.
- **Por sonda de calidad del aire:** se instalará una sonda de calidad de aire que conectará el ventilador a alta velocidad durante un tiempo regulable de 1 a 25 minutos, si existe una excesiva concentración de humos perjudiciales.



Imagen 30:  
conmutador de dos  
interruptores:  
ON/OFF y  
velocidad baja o  
alta.

La combinación de los cuatro controles garantizará en la mayoría de las ocasiones, la satisfacción de las necesidades del usuario, principalmente en verano. Si bien todo ello no es comparable a una instalación de aire acondicionado, sí repercutirá en un gran ahorro energético (muy bajo consumo del sistema) y en un aceptable estado de comodidad, porque la velocidad del aire entrante en ningún caso será molesta, más aún si se colocan en lugares estratégicos de la vivienda. (Guzmán Navarro, y otros, 2015)

### **3.2.5. Lámparas**

Las lámparas son uno de los elementos actuadores más básicos en las instalaciones residenciales y, por lo tanto, los elementos eléctricos más comunes en instalaciones domóticas.

Respecto a esta temática debe considerarse una importante diferencia entre las luminarias y las lámparas, puesto que según la definición de la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE), se define a las luminarias como "aparatos que filtran, distribuyen o transforman la luz emitida por una o varias lámparas y que contienen los accesorios necesarios para alimentarlas", como puede apreciarse en la Imagen 31<sup>2</sup>. Es decir que las lámparas son parte de las luminarias y se limitan

---

<sup>2</sup> Imagen extraída de presentación *Módulo 1.4 - Luminarias: conceptos básicos y caracterización* de la Universitat Jaume I - Fundación F2e por Héctor Beltrán, obtenido de: <https://bit.ly/rep-luminarias4>

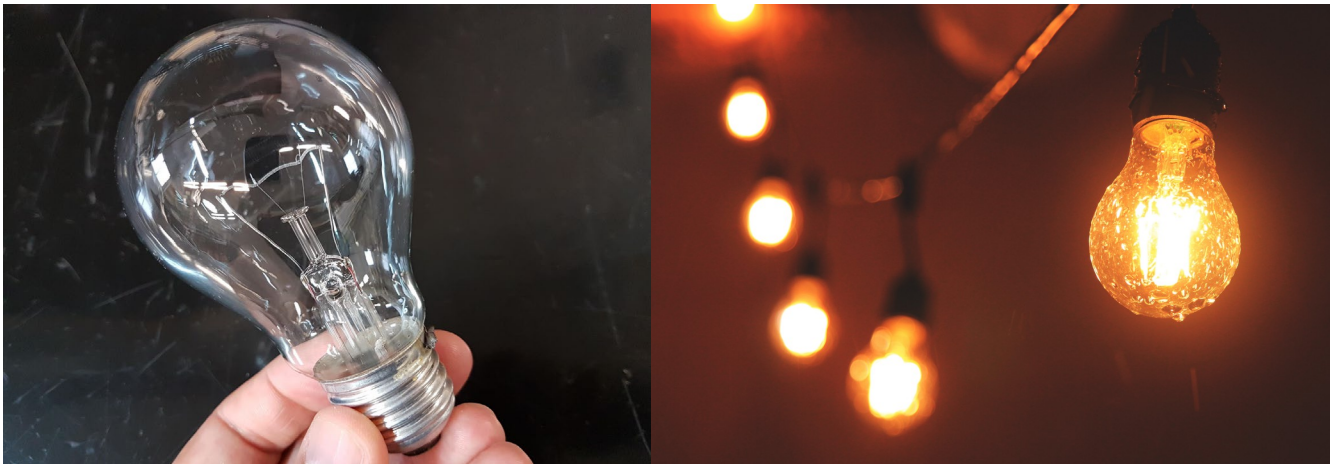


la existencia de bombillos o lámparas inteligentes, las cuales incorporan la electrónica completa para realizar una conexión inalámbrica con uno de los estándares con los que sea compatible, no obstante, este tipo de dispositivos no son de interés para este proyecto investigativo.

### **Tipos de lámparas:**

Se clasifican en tres grandes grupos: incandescentes, de descarga y LED, los cuales a su vez poseen diversas clasificaciones.

- **Lámparas de incandescencia:** son las de filamento de tungsteno/wolframio estirado en vacío y en espiral en atmósfera gaseosa y las halógenas. Puede apreciarse el filamento emitiendo luz en la Imagen 32.



Esta foto de Autor desconocido está bajo  
licencia CC BY-SA-NC

Imagen 32: lámparas o bombillos incandescentes.

- **Lámparas de descarga:** producen luz de manera más eficiente y económica que las incandescentes, por lo que su uso está muy extendido hoy en día. Y se dividen en dos categorías: lámparas de vapor de sodio y lámparas de vapor de mercurio.
  - **Lámparas de vapor de sodio:** estas a su vez, están divididas en dos tipos, ya sea lámparas de vapor de sodio a baja presión o lámparas de vapor de sodio a alta presión. En la Imagen 33 e Imagen 34 se presentan dichas lámparas, respectivamente.

- Lámparas de vapor de sodio a baja presión.<sup>3</sup>



Imagen 33: lámparas de descarga de vapor de sodio a baja presión.

---

<sup>3</sup> Imagen extraída de presentación *Módulo 1.2 - Lámparas: tipos y características* de la Universitat Jaume I por Héctor Beltrán, recuperado de: <https://bit.ly/rep-lamps>

- Lámparas de vapor de sodio a alta presión.<sup>4</sup>



Imagen 34: lámpara de descarga de vapor de sodio a alta presión.

- **Lámparas de vapor de mercurio:** al igual que las lámparas de vapor de sodio, las lámparas de vapor de mercurio se encuentran divididas en dos tipos, siendo estos, las lámparas de vapor de mercurio a baja presión y las lámparas de vapor de mercurio a alta presión. En la Imagen 35 e Imagen 36 presentan dichas lámparas, respectivamente.
  - **Lámparas de vapor de mercurio a baja presión**<sup>5</sup>: dentro de este tipo de lámparas se destacan las famosas lámparas fluorescentes, las cuales son popularmente conocidas, tanto por las diversas formas de presentación, como por su eficiencia energética y color de luz blanco en comparación con las tradicionales lámparas incandescentes.

---

<sup>4</sup> Imagen extraída de presentación *Módulo 1.2 - Lámparas: tipos y características* de la Universitat Jaume I por Héctor Beltrán, recuperado de: <https://bit.ly/rep-lamps>

<sup>5</sup> Imagen extraída de presentación *Módulo 1.2 - Lámparas: tipos y características* de la Universitat Jaume I por Héctor Beltrán, recuperado de: <https://bit.ly/rep-lamps>





Imagen 35: lámparas de descarga de vapor de mercurio en baja presión.

- **Lámparas de vapor de mercurio a alta presión<sup>6</sup>:** en esta clasificación se destacan las lámparas de vapor de mercurio, lámparas de luz de mezcla y halogenuros.<sup>7</sup> metálicos. Este tipo de lámparas puede apreciarse en la Imagen 36.

<sup>6</sup> Imagen extraída de presentación *Módulo 1.2 - Lámparas: tipos y características* de la Universitat Jaume I por Héctor Beltrán, recuperado de: <https://bit.ly/rep-lamps>

<sup>7</sup> Los objetivos medioambientales y energéticos marcados por la Unión Europea para 2020, hizo que se eliminaran del mercado, las lámparas incandescentes entre 2009 y 2012. El pasado 1 de septiembre de 2016, por las mismas razones, las lámparas halógenas dejaron de comercializarse. El nivel de eficiencia energética de ambas está muy lejos de las fluorescentes o de las lámparas LED.

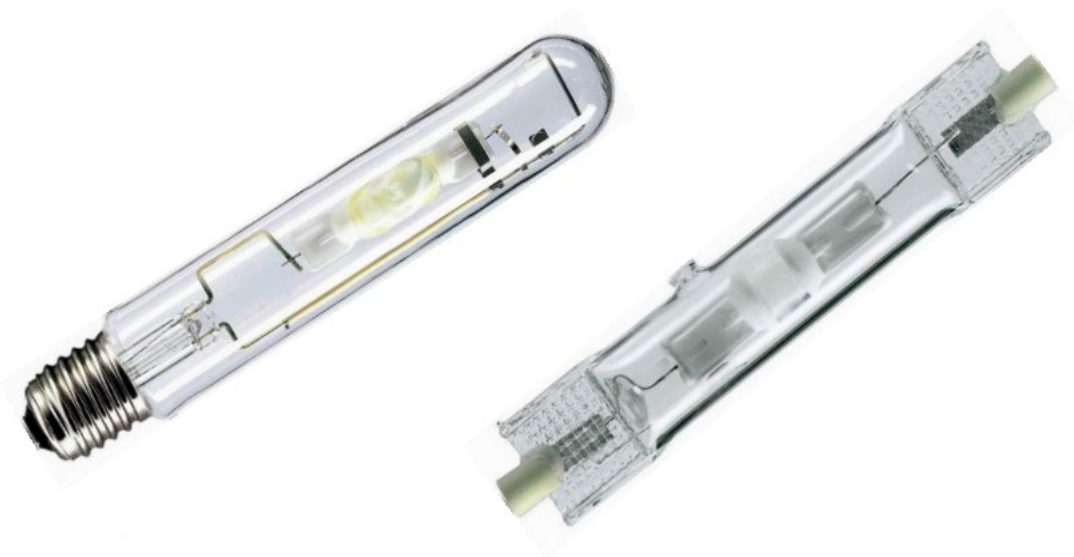


Imagen 36: lámparas de descarga de vapor de mercurio a alta presión.

- **Luminarias con LED:** el LED es un diodo semiconductor que trabaja como diodo común, pero al ser atravesado por corriente eléctrica emite luz. Dependiendo del material semiconductor del que esté hecho el LED, la emisión variará de color. Un factor muy importante es la corriente y tensión con la que se alimenta el LED, que además de ser muy bajas, (entre 10 y 20 miliamperios y 1.5 a 2.2 voltios, respectivamente) determinarán la intensidad luminosa. Este tipo de luminarias tienen importantes ventajas como su bajo consumo de energía, amplia gama espectral o, lo que es lo mismo, multitud de colores, mantenimiento casi nulo, fiabilidad, y con una vida aproximadamente diez veces superior al resto de luminarias. Su uso popular puede notarse en la diversa gama de luminarias que incorporan este tipo de tecnología en sus lámparas, así como se muestra en la Imagen 37<sup>8</sup>.

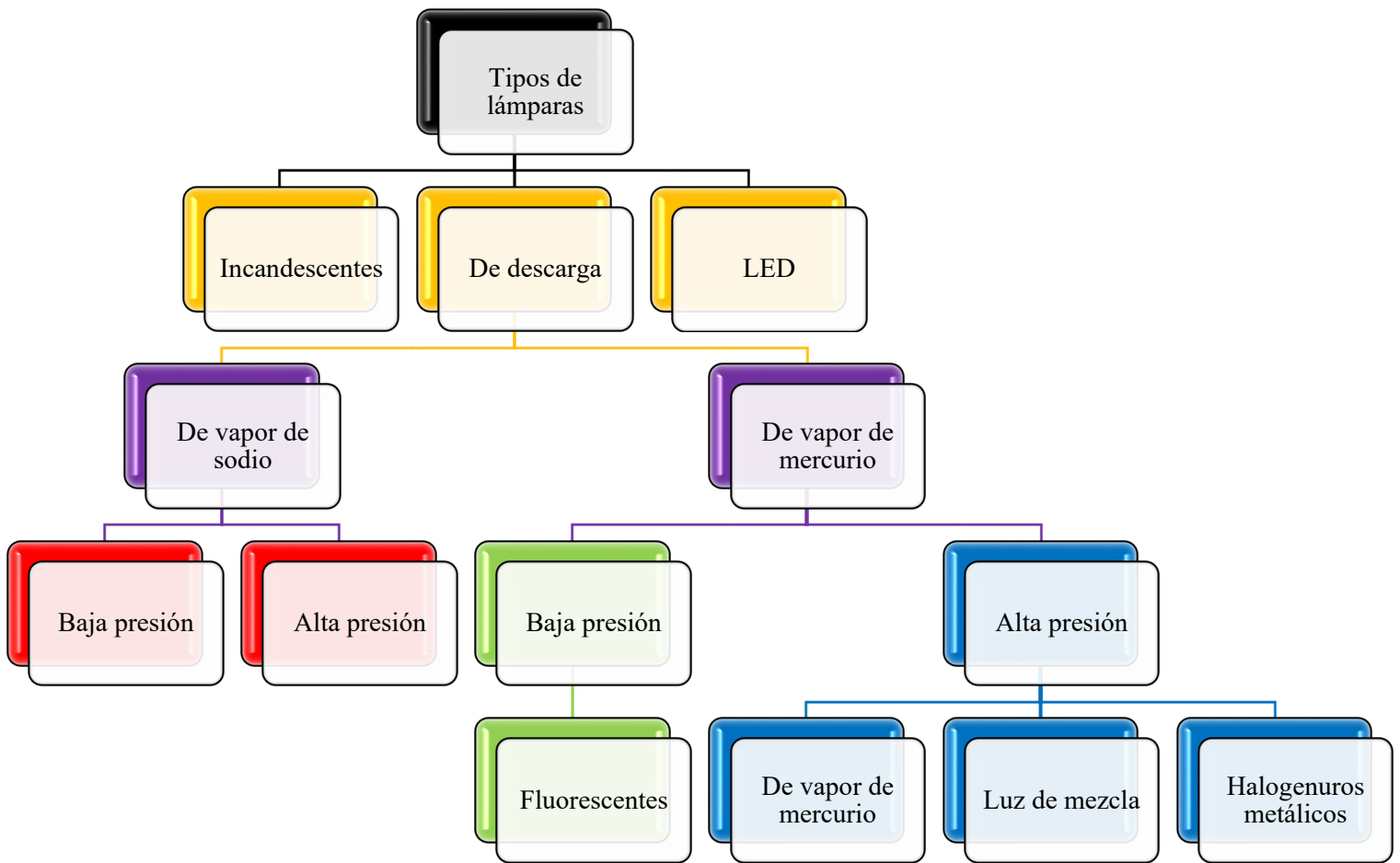
---

<sup>8</sup> Imagen extraída de presentación *Módulo 1.2 - Lámparas: tipos y características* de la Universitat Jaume I por Héctor Beltrán, recuperado de: <https://bit.ly/rep-lamps>



Imagen 37: distintos tipos de luminarias LED.

Luego de estudiar ligeramente los diversos tipos de lámparas existentes, para facilidad de entendimiento del lector, puede presentarse dicha clasificación de categorías haciendo uso de un diagrama de jerarquización, el cual se ubica en la Ilustración 43.



*Ilustración 43: tipos de lámparas.*

**Regulación luminosa de las lámparas:**

Lo más simple es determinar el número de lámparas asignadas a cada grupo de iluminación y conectar o desconectar cada uno de ellos según se precise; en este caso basta disponer de interfaces de salida del controlador basados en relés o contactores que actúen sobre los circuitos de fuerza necesarios en un control todo/nada.

Con mayor frecuencia se está imponiendo la regulación de intensidad luminosa a base de dispositivos electrónicos de potencias, que incluyen *tiristores* o *triacs*, según el tipo de corriente de alimentación, y proporcionan diferentes niveles de iluminación por variación de la potencia entregada a cada una de las lámparas.

Las lámparas fluorescentes alimentadas en alta frecuencia permiten regular su flujo luminoso entre márgenes muy amplios (del 1 al 100 % del flujo nominal de la lámpara), con la consecuente reducción de consumo en potencia total del sistema. Para ello, se utilizan los balastos electrónicos que sustituyen la instalación convencional compuesta de reactancia electromagnética, cebador y condensador. Los sistemas estándar DALI, LonWorks y KNX, incluyen sistemas digitales de regulación de intensidad luminosa.

Para la regulación de luminosidad de lámparas de incandescencia convencional y halógenos, se emplean circuitos electrónicos denominados *dimmers*. Es posible encontrar en el mercado versiones para empotrar o de carril DIN, así como disponer de ajuste de intensidad luminosa por medio de pulsadores y/o señal proporcionada por medio de un equipo de control. (Falcone Lanás, y otros, 2015)

### **3.2.6. Tomacorrientes**

Dado que este Proyecto de Investigación está enfocado en la normativa utilizada en la República de El Salvador, la cual es una adaptación de la normativa estadounidense NEC edición 1999, abordada en la página 19 de este documento, implica que este apartado se encuentra acotado a dicha norma eléctrica, por lo tanto, los tomacorrientes descritos a continuación, serán aquellos cuyas clavijas son utilizadas en este país.

Según el libro Instalaciones Eléctricas Residenciales de los autores Júpiter Figuera Y. y Juan Guerrero M., los tomacorrientes son dispositivos de contacto en los cuales se conecta un enchufe con el objeto de suministrar energía a artefactos y equipos que utilizan la electricidad. Es decir, los tomacorrientes se utilizan para suministrar energía eléctrica a gran diversidad de artefactos eléctricos o electrónicos, entre los cuales pueden mencionarse ventiladores, computadoras, neveras, lavadoras, microondas, radios, TV, equipos de sonido y equipos de aire acondicionado. Aunque visibles en una instalación eléctrica, los tomacorrientes poseen en su interior, características que un especialista en el área de la electricidad debe conocer. De allí que sea importante estudiar las partes de estos y

cómo se debe hacer la conexión con los conductores que les suministran energía.

Hay gran variedad de tomacorrientes cuya construcción obedece al uso al que están destinados. Básicamente, cuando se trata de uso residencial, se pueden encontrar tomacorrientes sencillos y tomacorrientes dobles. Los primeros se utilizan para conectar un solo equipo o aparato, mientras que a los dobles se le pueden conectar dos equipos. Actualmente, no es común utilizar tomacorrientes sencillos a lo largo de una instalación eléctrica; se prefieren los dobles, por su alta capacidad de conexión, salvo en aquellas aplicaciones especializadas que obligan a usarlos. Tal sería el caso de los tomacorrientes para equipos como acondicionadores de aire, secadoras, bombas eléctricas, cocinas eléctricas y calentadores de agua.

Para hacer uso de la energía eléctrica se utilizan enchufes cuyas formas se adaptan a la geometría de los tomacorrientes a fin de poder enbocar en los mismos. Básicamente, las partes anterior y posterior de los tomacorrientes son aislantes y están hechas de un material plástico o de nylon, mientras que sus partes internas son metálicas y a partir de ellas emergen los puntos de contactos para los conductores que se les conectan.

Debe aclararse, que no todos los tomacorrientes tienen la misma calidad. Los de baja calidad son proclives a resquebrajarse, a causar cortocircuitos y a crear conexiones pobres que pueden ser causa de incendios. Los de calidad media se pueden usar en pasillos y habitaciones, mientras que, en la cocina, el lavadero y otros sitios donde su uso es frecuente, se deben emplear tomacorrientes de buena calidad. Un indicativo de la buena calidad de los tomacorrientes se encuentra en las marcas impresas en su cara anterior. Allí se indican el voltaje y la corriente para la cual fue diseñado (ver Ilustración 44) según las normas de la **NEMA** (*National Electrical Manufacturers Association*) y el estándar **UL** (*Underwriters Laboratories*), que indica el sometimiento a rigurosas pruebas del dispositivo y su aprobación como elemento seguro.

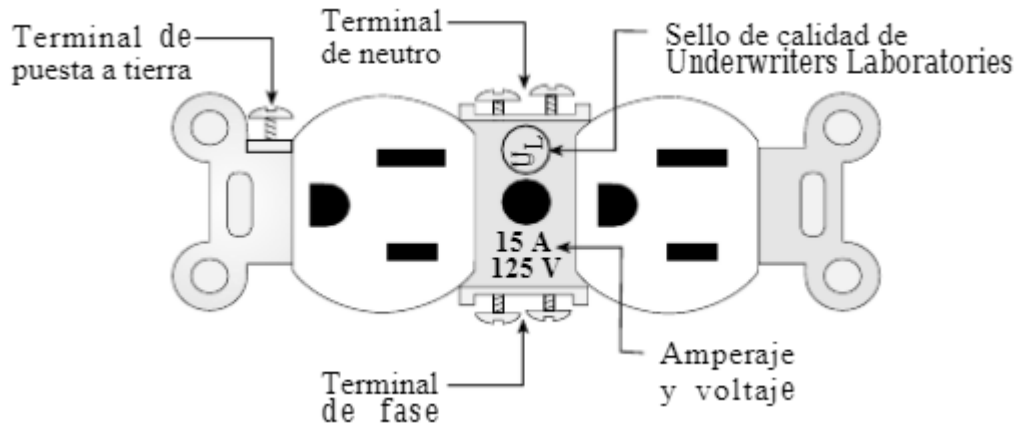


Ilustración 44: tomacorriente doble polarizado con puesta a tierra. El sello UL garantiza su calidad y las marcas de amperaje y voltaje deben estar siempre presentes.

Los tomacorrientes se clasifican de acuerdo con el voltaje y la corriente que soportan. Así se encuentran tomacorrientes de 125 V<sub>AC</sub>/15 A<sub>AC</sub>, que se deben usar en circuitos ramales de 120 voltios, así como la corriente de los equipos conectados a ellos no debe superar 15 amperios, aun cuando estén conectados a circuitos de 20 A<sup>9</sup>, que es lo común. Otros modelos, como los que se indican en la Ilustración 45, corresponden a tomacorrientes de mayores voltajes y corrientes. Es notoria la presencia del conductor de puesta a tierra en todos ellos, lo cual es indicio de la importancia de la seguridad eléctrica en la instalación.

<sup>9</sup> Normalmente, un enchufe de 15 A entra en un tomacorriente de 20 A; sin embargo, un enchufe de 20 A no entra, por su configuración, en un tomacorriente de 15 A.

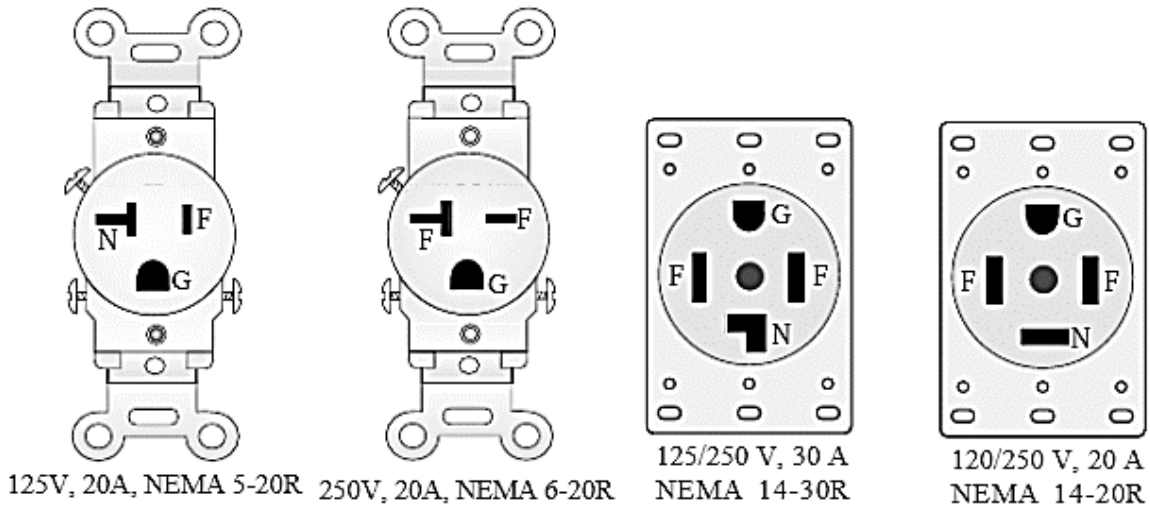


Ilustración 45: la letra G representa la terminal puesta a tierra, mientras que las letras F y N, indican las terminales Fase y Neutro, respectivamente.

La especificación NEMA está codificada para todos los tomacorrientes construidos de acuerdo con estas normas, que incluyen gran variedad de geometrías en los mismos.

Aparte de los mencionados, puede citarse la existencia de tomacorrientes especializados, entre los cuales se encuentran los interruptores de circuito por falla a tierra (**GFCI**, por las siglas en inglés de *Ground Fault Current Interrupter* o en español Interruptor de Falla a Tierra) y los tomacorrientes que poseen terminales aislados de tierra. Los primeros se usan para evitar descargas eléctricas y proteger contra la electrocución, mientras que los segundos son adecuados para la protección de equipos electrónicos, sensibles a picos transitorios de voltaje; es decir, se utilizan para la reducción de ruidos eléctricos en esos equipos. Ambos son fácilmente distinguibles, como se puede apreciar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** El tomacorriente aislado de tierra es, generalmente, de color anaranjado y, según las normas eléctricas, se debe identificar mediante un triángulo, también anaranjado, en su cara frontal.

Por supuesto, para tomar la energía que alimentará a los artefactos eléctricos, es necesario disponer de los enchufes adecuados que se inserten en los tomacorrientes. La Ilustración 47 presenta dos de ellos.



Es claro que habrá tanto tipos de enchufes como tipos de tomacorrientes haya.

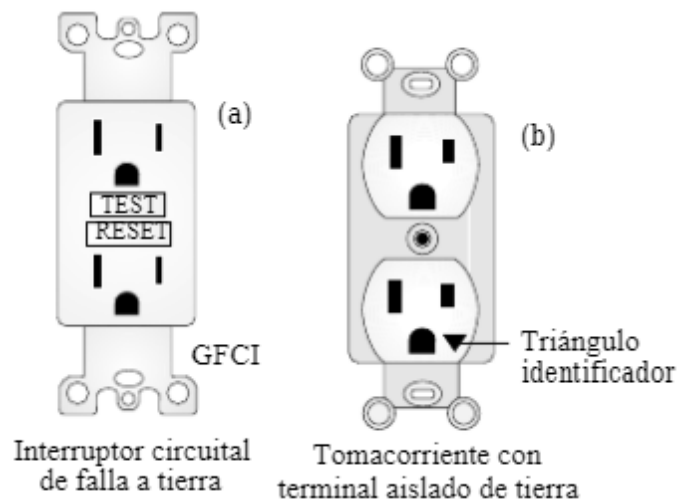


Ilustración 46: (a) Interruptor de falla a tierra. (b) Tomacorriente con terminal aislado de tierra.

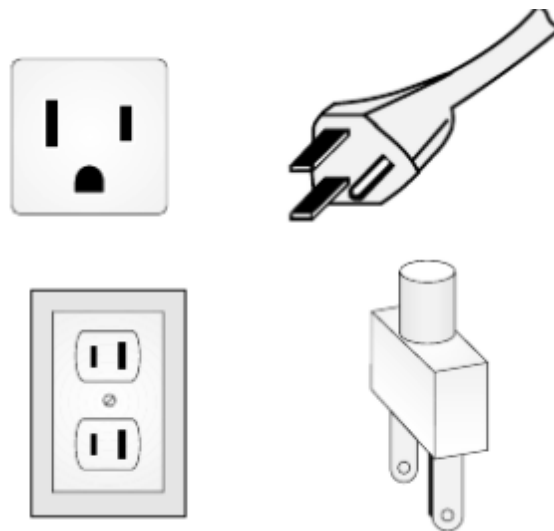


Ilustración 47: los enchufes son el puente entre el tomacorriente y el equipo eléctrico a utilizar. La forma de los enchufes dependerá del tipo de tomacorriente.

## **Tipos de tomacorrientes:**

### **3.2.6.1. Tomacorriente no polarizado sin terminal de puesta a tierra**

Observe la Ilustración 48. El tomacorriente no polarizado se conecta entre conductores de fase y neutro provenientes del tablero principal. Sus terminales de fase y neutro están, asimismo, conectadas a sus ranuras de fase y neutro. Como se trata de un tomacorriente no polarizado, con dos ranuras de iguales dimensiones, el enchufe, cuyas clavijas son también iguales, puede, indistintamente, ser conectado en una posición u otra. En este caso, el enchufe se introduce en el tomacorriente, en forma tal que la fase de la alimentación se une al conducto de fase de la tostadora, que conduce hasta su interruptor. Cuando la tostadora está apagada porque su interruptor está en posición abierta, en el interior de esta hay poca posibilidad de que se produzca un accidente eléctrico, pues el conductor de fase está desactivado. En la parte derecha de la figura se muestra el diagrama unifilar. Supongamos que se invierte el enchufe en el tomacorriente, lo cual se expresa en la Ilustración 49. La situación ahora es distinta, puesto que el conductor neutro se conecta al interruptor, por lo cual la tostadora queda conectada al conductor de fase (conductor de fase en el diagrama unifilar). Como resultado, aun cuando se ha apagado el interruptor, hay un riesgo eléctrico latente en el artefacto.

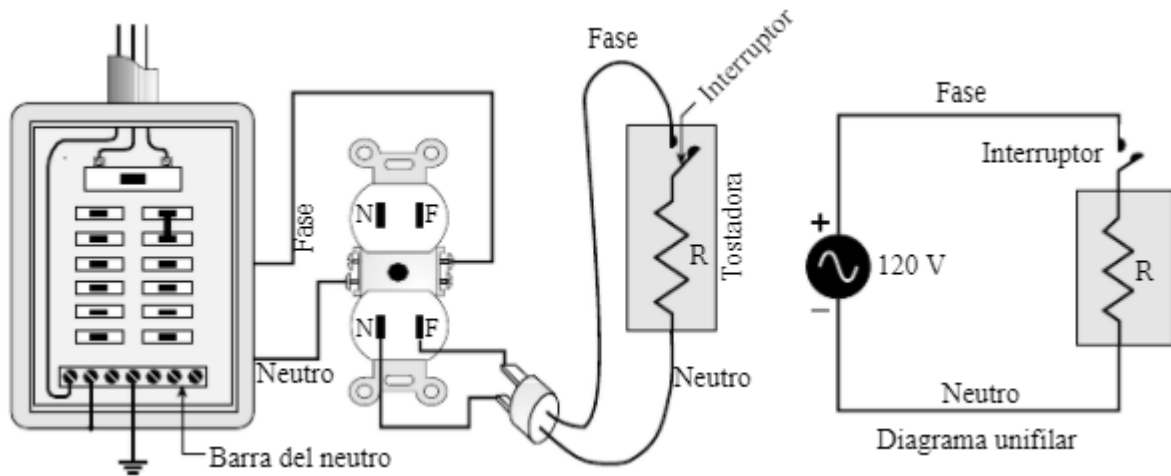


Ilustración 48: conexión de una tostadora a un tomacorriente no polarizado y su diagrama unifilar.

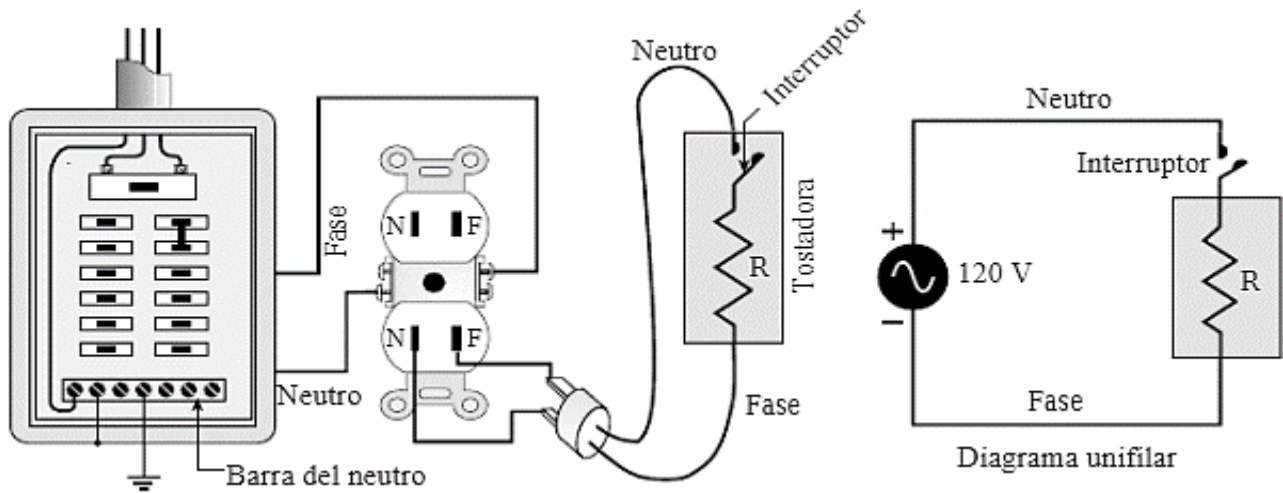


Ilustración 49: conexión de una tostadora a un tomacorriente. Diagrama unifilar incluido.

### 3.2.6.2. Tomacorriente polarizado sin terminal de puesta a tierra

Esta configuración es más segura que la del caso anterior porque la presencia de ranuras y clavijas de distintos tamaños en el tomacorriente y el enchufe dificulta la conexión de los equipos en una posición diferente a la mostrada. Es decir, el conductor de fase siempre se corresponderá con el terminal de fase del interruptor y el neutro del tomacorriente siempre será conectado al otro terminal del artefacto. De esta forma la instalación es menos riesgosa. El diagrama unifilar, mostrado en la Ilustración 50, será único.

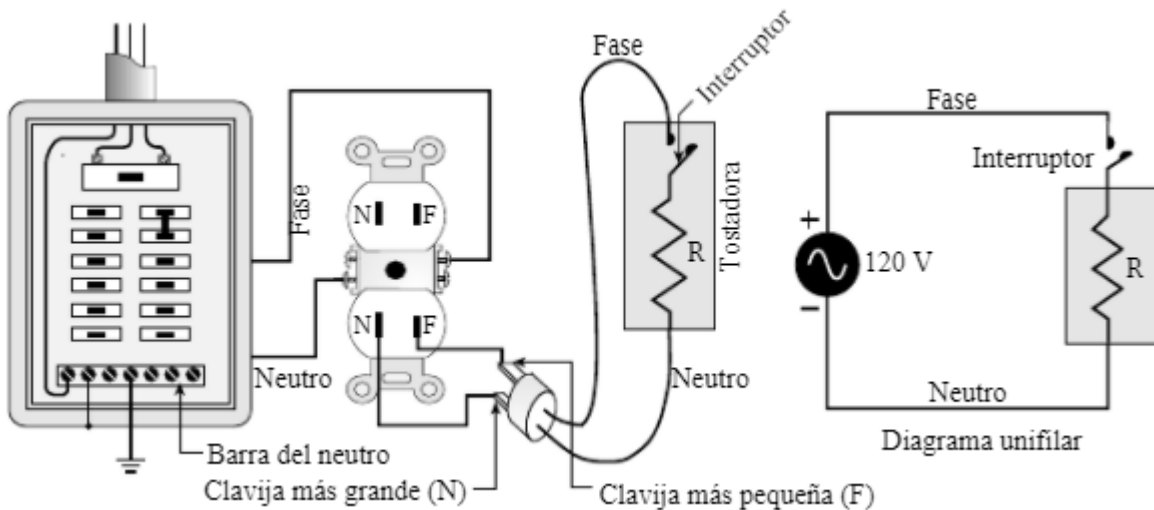


Ilustración 50: conexión de una tostadora a un tomacorriente polarizado y su diagrama unifilar.

### 3.2.6.3. Tomacorriente polarizado con terminal de puesta a tierra

A fin de entender la protección contra riesgos eléctricos que ofrece una instalación en la cual, los tomacorrientes son polarizados y tienen un terminal de puesta a tierra, véase qué sucedería cuando se tiene este tipo de tomacorriente y el enchufe no posee la clavija que conecta a tierra un artefacto eléctrico, como el de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Tal como allí se sugiere, si se produce un contacto del conductor de fase con la cubierta metálica del

artefacto, esta quedará energizada y el riesgo de electrocución podría ser alto, ya que la corriente seguiría el camino indicado por las flechas negras mostradas. Una persona que tocara la cubierta metálica recibiría una descarga eléctrica que podría ser fatal. La corriente fluiría desde el tablero hasta el tomacorriente, y de allí a la tostadora; luego, a través de la persona y, finalmente, regresaría al tablero usando la tierra como conductor. El diagrama unifilar es el de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, donde se observa el camino que sigue la corriente, desde el terminal positivo de la fuente hasta su terminal negativo.

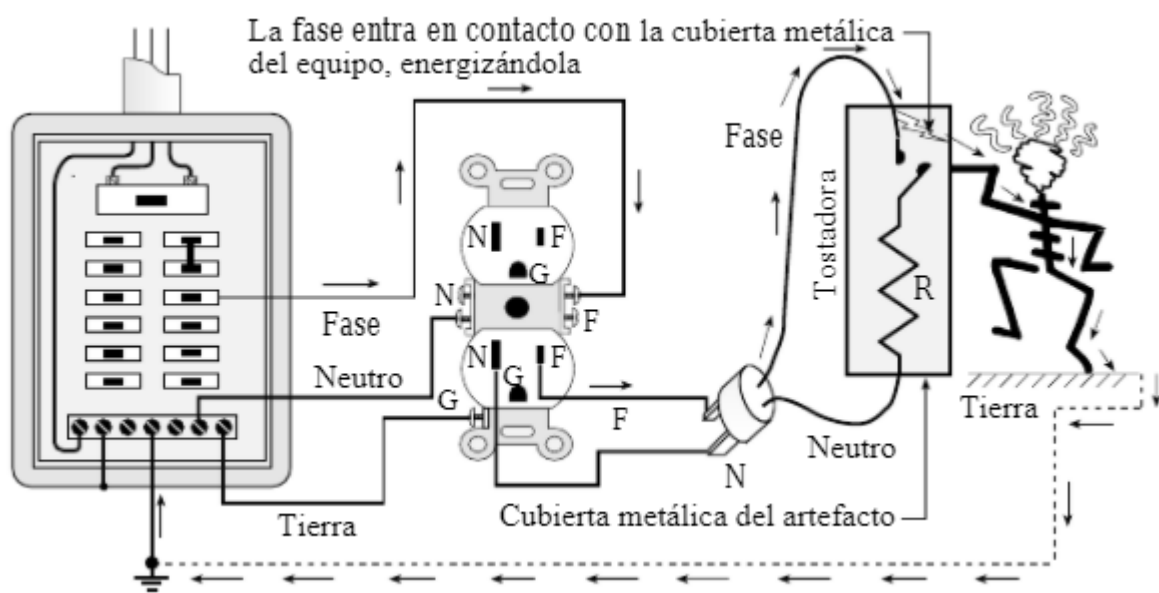


Ilustración 51: recorrido de la corriente en un circuito cuando se produce una falla de contacto, que conecta el conductor de fase con la cubierta metálica del artefacto.

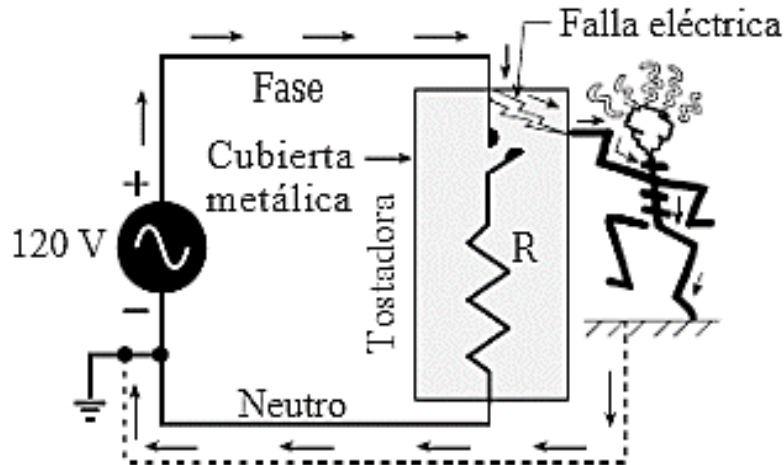


Ilustración 52: recorrido de la corriente para la figura anterior y su diagrama unifilar.

Véase ahora, cuál es la situación cuando el tomacorriente es polarizado y tiene un terminal de puesta a tierra, el cual se conecta al terminal de puesta a tierra del enchufe y a la cubierta metálica del equipo. Observe la Ilustración 53.

Si se produce un contacto entre el conductor de fase y la cubierta metálica, la corriente tiene dos caminos a seguir: a través de la persona o a través del metal y, de allí, al tablero de entrada.

El camino más fácil es el de la parte metálica de la tostadora, ya que presenta una resistencia mucho menor que la del cuerpo humano. Como consecuencia, la corriente se devuelve a su fuente, el tablero, siguiendo el conductor de puesta a tierra, que está en contacto con la parte metálica del artefacto. De esta manera se evita el shock eléctrico a la persona y se elimina el riesgo de electrocución. El exceso de corriente hace que el *breaker* en el tablero se dispare, desconectando el conductor de fase del circuito. Las flechas indican el flujo de la corriente. La Ilustración 54 muestra el diagrama unifilar.

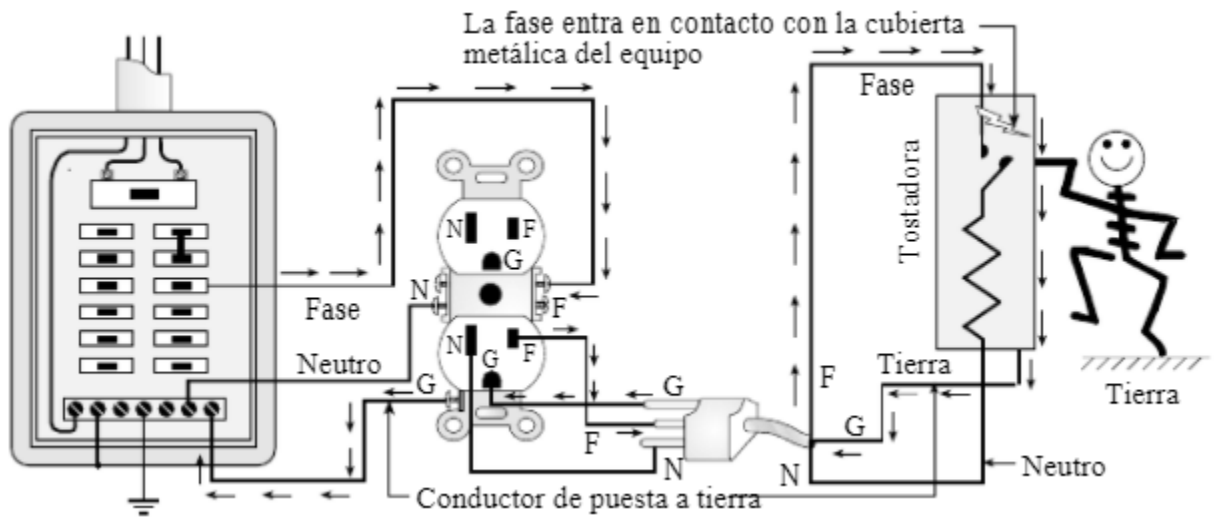


Ilustración 53: recorrido de la corriente ante una falla, cuando la fase está conectada a la cubierta del equipo.

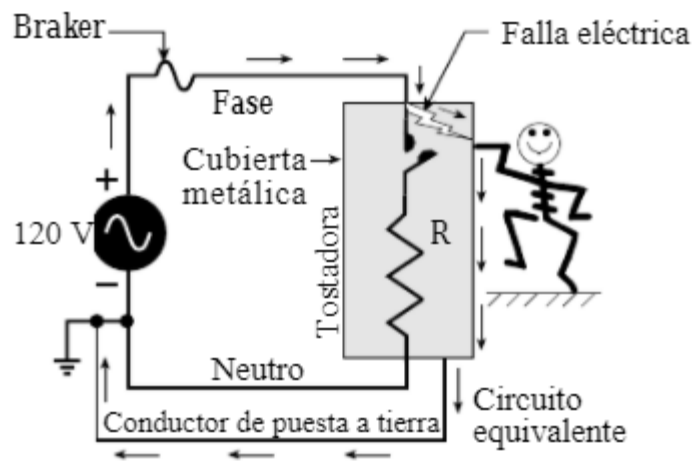


Ilustración 54: diagrama unifilar de la ilustración anterior.

### 3.2.6.4. Tomacorriente polarizado con terminal de puesta a tierra cuando el equipo conectado al circuito ramal es de 208 V

En esta situación (ver Ilustración 55) el tomacorriente y el enchufe poseen dos terminales de fase (llamada *conexión bifásica*, por tener 2 fases en la alimentación), uno de neutro y uno de puesta a tierra, normalmente. Asimismo, tanto el tablero como la lavadora tienen sus envolturas metálicas conectadas a tierra. De producirse una falla del circuito, de manera que alguna de las fases entre en contacto con la cubierta metálica de la lavadora, la corriente circulará a través del cable de puesta a tierra, evitando el riesgo para las personas que entren en contacto con la cubierta de la lavadora. El interruptor del tablero se disparará por la presencia de una corriente excesiva, originada por la falla. El caso es parecido al discutido para la Ilustración 53, salvo por la presencia de dos fases, cualquiera de las cuales podría causar el problema.

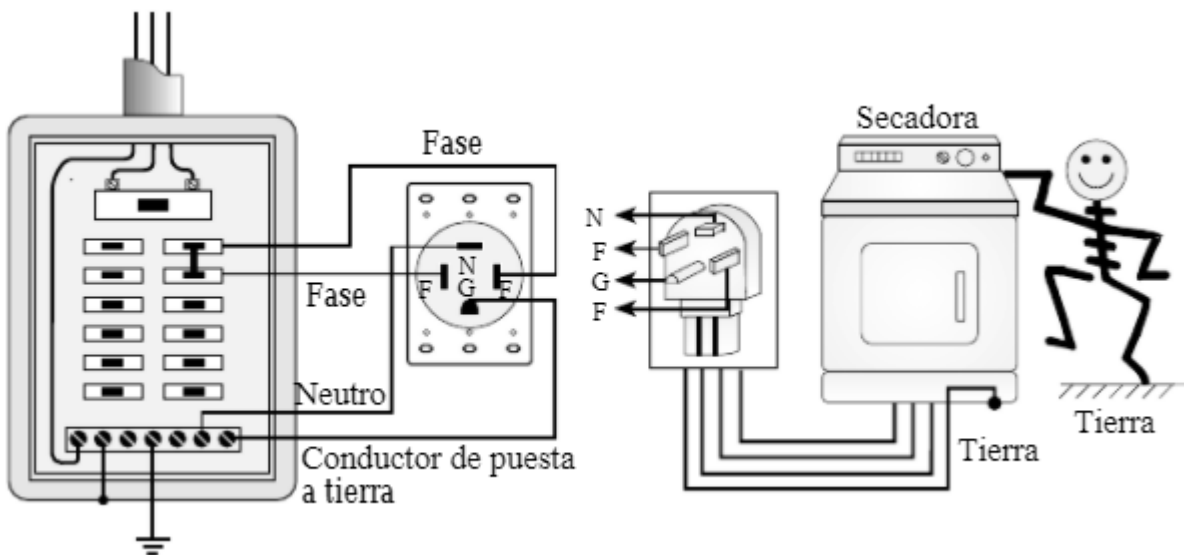


Ilustración 55: Circuito ramal para una secadora que es alimentada por dos fases, un neutro y el cable de puesta a tierra que sirve de protección.



### 3.2.6.5. Interruptor de Falla a Tierra (GFCI)

Las fallas a tierra suceden cuando se produce una ruptura del aislamiento del conductor activo (fase) como consecuencia del desgaste por uso excesivo, malas prácticas de instalación o uso indebido de equipos y artefactos. Si ocurre la ruptura del aislante y el conductor de fase hace contacto con la armadura metálica del equipo conectado, se crea una situación altamente peligrosa.

El interruptor de falla a tierra, comúnmente conocido como **GFCI** por sus siglas en inglés *Ground Fault Current Interruptor*, es un dispositivo eléctrico diseñado para detectar fallas a tierra. Esta capacidad de interrupción protege a las personas de shocks eléctricos fatales y previene el daño a edificaciones y bienes.

Normalmente, el flujo de corriente en un circuito va desde el tablero principal hasta el conductor de fase; de allí, a la carga y finalmente, vuelve al tablero a través del conductor neutro. Si este camino no es seguido y alguna de las fases se pone en contacto con la cubierta metálica de la carga o con cualquier otra superficie o cuerpo conectado a tierra, como una tubería metálica, agua, concreto en contacto con la tierra o una lámpara con partes conductoras, se habla de una falla a tierra. Una situación fatal podría presentarse cuando en ese recorrido anormal se encuentra una persona. Cientos de personas perecen anualmente en el mundo por electrocución. Se estima que dos tercios de esas víctimas fatales no habrían fallecido si los circuitos ramales donde se produjo la falla a tierra hubieran estado protegidos por GFCI. Bajo estas declaraciones, resulta necesario abordar la temática completa sobre los efectos de los shocks eléctricos en los humanos.

### **A. Efectos de un shock eléctrico e importancia del GFCI**

El shock eléctrico en los seres vivos causa daños que pueden resultar irreversibles o fatales. Se pueden producir hemorragias internas y destrucción de tejido muscular y nervioso. Esto sin tener en cuenta los daños concurrentes producidos por caídas, quemaduras o fracturas óseas.

Cuando una persona se introduce en el camino de retorno de la corriente a la fuente, su cuerpo actúa como un elemento más del circuito. La corriente que lo atraviesa dependerá de condiciones internas y externas. El valor del voltaje, la resistencia de contacto con el objeto electrificado, la duración del contacto, el camino seguido por la corriente en el cuerpo y las condiciones de humedad son, entre otros, los factores que determinan el valor de la corriente. Los efectos de la corriente sobre el cuerpo humano han sido ampliamente estudiados y varían según se trate de una mujer o de un hombre. La Tabla 3 es un compendio de tales efectos.

<b>Efecto sobre el organismo humano</b>	<b>Corriente en mA (60 Hz)</b>	
	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
Imperceptible.	04	03
Cosquilleo, umbral de percepción,	11	07
Choque eléctrico, sin dolor, no hay contracción muscular.	18	12
Choque eléctrico, dolor, sin contracción muscular.	90	60
Choque eléctrico, dolor, umbral de contracción muscular.	160	105
Choque eléctrico, dolor severo. Contracción muscular con inmovilización. Paro respiratorio.	23	15
Fibrilación muscular después de tres segundos. Seguramente fatal.	> 100	> 100

Tabla 3: efectos de la corriente sobre el cuerpo humano.

La Tabla 3 muestra que una corriente superior a 100 mA es, generalmente, fatal, sobre todo si su duración supera los 3 segundos. Aun cuando la resistencia del cuerpo humano cambia según las condiciones internas y

externas, se ha determinado que la misma puede variar desde unos cientos hasta miles de ohmios. Su valor, en un momento dado, puede ser el umbral entre la vida y la muerte. Esta variabilidad hace más difícil establecer las condiciones de seguridad eléctrica y un voltaje que, si bien puede producir una sensación de cosquilleo en una persona, puede ser fatal en otra, según las condiciones de humedad que presente la piel, principal punto de contacto entre un equipo o artefacto eléctrico y la tierra. El interior del cuerpo está constituido por agua con sales minerales y otros elementos buenos conductores de la electricidad, por lo que es la piel la que más incide en los valores de resistencia. La resistencia eléctrica corporal también varía según la forma del contacto entre el objeto energizado y la piel: de la mano al pie, entre las dos manos, entre los dos pies, etc.

Cuando la piel está seca, su resistencia puede ser tan alta como 500.000  $\Omega$ , siendo su valor alrededor de 100  $\Omega$  cuando la piel está humedecida o empapada de agua. Las mayores lesiones y la electrocución ocurren en este último caso. El caso más dramático tiene lugar en bañeras, donde la caída de un artefacto eléctrico, como un secador de pelo, podría convertirlas en trampas mortales. Si se usan los valores mencionados de resistencia y un voltaje de 120 V<sub>AC</sub>, los valores de corriente serán:

$$I_1 = \frac{120}{500,000} = 0.24 \text{ mA}$$

Ecuación 1: corriente nominal al atravesar el cuerpo humano con la piel seca.

$$I_2 = \frac{120}{100} = 1,200 \text{ mA}$$

Ecuación 2: corriente nominal al atravesar el cuerpo humano con la piel mojada.

En el primer caso (ver Ecuación 1), la corriente será imperceptible, mientras que en el segundo caso (ver Ecuación 2) el resultado será fatal.

Generalmente, voltajes por encima de 50 voltios son considerados peligrosos. A partir de ese valor, deben tomarse las medidas que reduzcan los riesgos eléctricos. Hay que hacer notar, sin embargo, que es la corriente la que produce lesiones importantes y que su intensidad

en el cuerpo humano debe limitarse a valores que no produzcan efectos dañinos.

En este punto del tema, resulta necesario preguntarse cómo funciona un interruptor de falla a tierra. Una vez, ya se ha estudiado la importancia de evitar choques eléctricos, un detector de falla a tierra (GFCI) aumenta la seguridad en los sistemas eléctricos. Un GFCI es un interruptor de falla a tierra que constantemente monitorea la diferencia en corriente entre la fase y el neutro de un circuito ramal. Si esta diferencia no es igual a cero, se dispara un interruptor que el GFCI posee en su interior y el circuito ramal se desconecta de la red.

El principio de funcionamiento es muy sencillo y puede entenderse observando la Ilustración 56, en la cual, para ilustrar la operación, se utiliza una simple resistencia que representa a un artefacto eléctrico conectado al circuito.

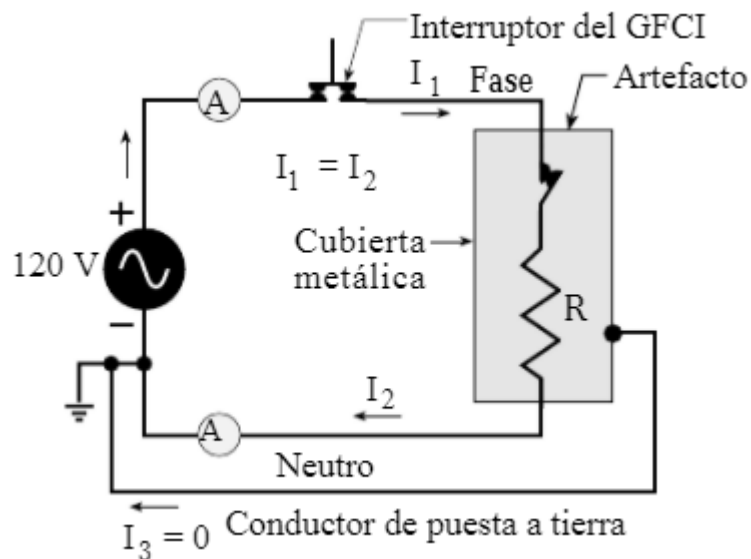


Ilustración 56: diagrama de funcionamiento de un GFCI.

Bajo condiciones normales de funcionamiento, los amperímetros, que miden las corrientes  $I_1$  e  $I_2$ , tienen las mismas lecturas. Es decir, que  $I_1 = I_2$ . La corriente en el conductor de puesta a tierra,  $I_3$ , es igual a cero, puesto que no hay ninguna conexión al conductor activo (fase) del circuito. El interruptor externo al artefacto, que mantiene el flujo de corriente, está cerrado, garantizando la operación normal.

A este punto de la temática, cabe preguntarse qué sucede cuando en el interior del artefacto eléctrico conectado tiene lugar una falla a tierra. Esta situación se muestra en la Ilustración 57. La falla puede ser de naturaleza tal, que no necesariamente produzca el disparo del *breaker* en el tablero principal, por ser la corriente relativamente pequeña o porque, si lo produce, su tiempo de acción podría resultar relativamente grande. Esta condición es representada por la resistencia de la Ilustración 57, que conecta el conductor activo (fase) a la cubierta metálica del artefacto eléctrico. Como resultado, las corrientes en la fase y el neutro,  $I_1$  e  $I_2$ , no son iguales y se origina una corriente en el conductor de puesta a tierra. Es decir, entre fase y neutro hay un desbalance de corriente, producto de la falla a tierra. Es precisamente ese desbalance el que utiliza el GFCI para activar el interruptor de fase, como se muestra en esa ilustración.

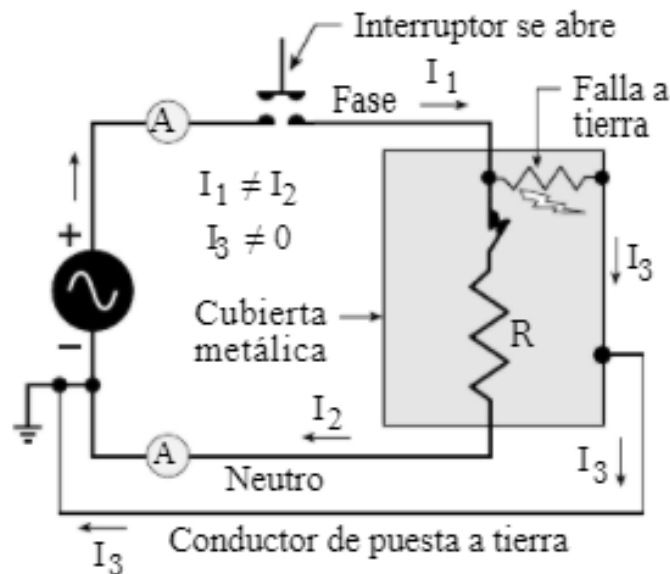


Ilustración 57: comportamiento de GFCI ante un fallo de puesta a tierra en un dispositivo.

En el supuesto de que la falla a tierra no fuese un cortocircuito franco, la corriente  $I_3$  podría no ser suficientemente intensa para disparar el interruptor del tablero principal que protege al circuito. En estas circunstancias, si una persona llegara a tocar la cobertura metálica del artefacto, seguramente recibiría una descarga eléctrica. El GFCI dispararía el interruptor y desconectaría el circuito, evitando de esta manera un desenlace fatal.

Los GFCI están calibrados para actuar cuando el desbalance de corriente es superior a 5 mA y su tiempo de respuesta está entre 1/25 a 1/30 segundos, 25 a 30 veces más rápido que el tiempo entre dos latidos sucesivos del corazón.

Podría pensarse que bastaría con la protección ofrecida por el interruptor del tablero principal y la presencia de un conductor de puesta a tierra para tener una instalación eléctrica segura. De nuevo, se debe enfatizar que estos interruptores están diseñados para corrientes muy altas y que su papel fundamental es el de proteger las instalaciones eléctricas, las edificaciones civiles y los equipos conectados a las mismas. Los GFCI, por otro lado, están destinados principalmente a la protección de las personas que se interrelacionan con esas instalaciones. Esta protección, soslayada normalmente en las instalaciones eléctricas residenciales, es causa de lamentables accidentes eléctricos. De allí la necesidad de crear conciencia en quienes se encargan del diseño cableado eléctrico en hogares.

Para precisar cómo el GFCI protege a una persona de un shock eléctrico, obsérvese la Ilustración 58. Supongamos que la corriente que entra y sale del GFCI es 1.25 A en ausencia de cualquier falla a tierra. Si, por cualquier causa, el conductor activo (fase) se pone en contacto con la carcasa (cubierta metálica) del motor, se produce una falla en la instalación. Si este contacto no crea las condiciones de corriente para que se dispare el interruptor en el tablero principal, hay un peligro latente para quien toque la carcasa del motor. Por ejemplo, si el interruptor es de 30 A, no se disparará con una diferencia de corriente de 0.25 A (250 mA). Cuando una persona toca la envoltura metálica, añade un camino adicional para la corriente, que supondremos igual a 250 mA, capaz de producirle graves consecuencias, incluyendo la muerte (ver Tabla 3), si la duración de esa corriente es suficientemente prolongada. Es esa la gran ventaja del GFCI: al detectar que, en el terminal de entrada, la corriente difiere de la corriente de salida en 250 mA, inmediatamente desconecta la fase y el neutro. Por supuesto, dicha persona recibirá un shock eléctrico instantáneo que tal vez se reduzca, por su corta duración, a un simple susto, pero no perecerá electrocutada. (Figuera Yibirín, y otros, 2020)

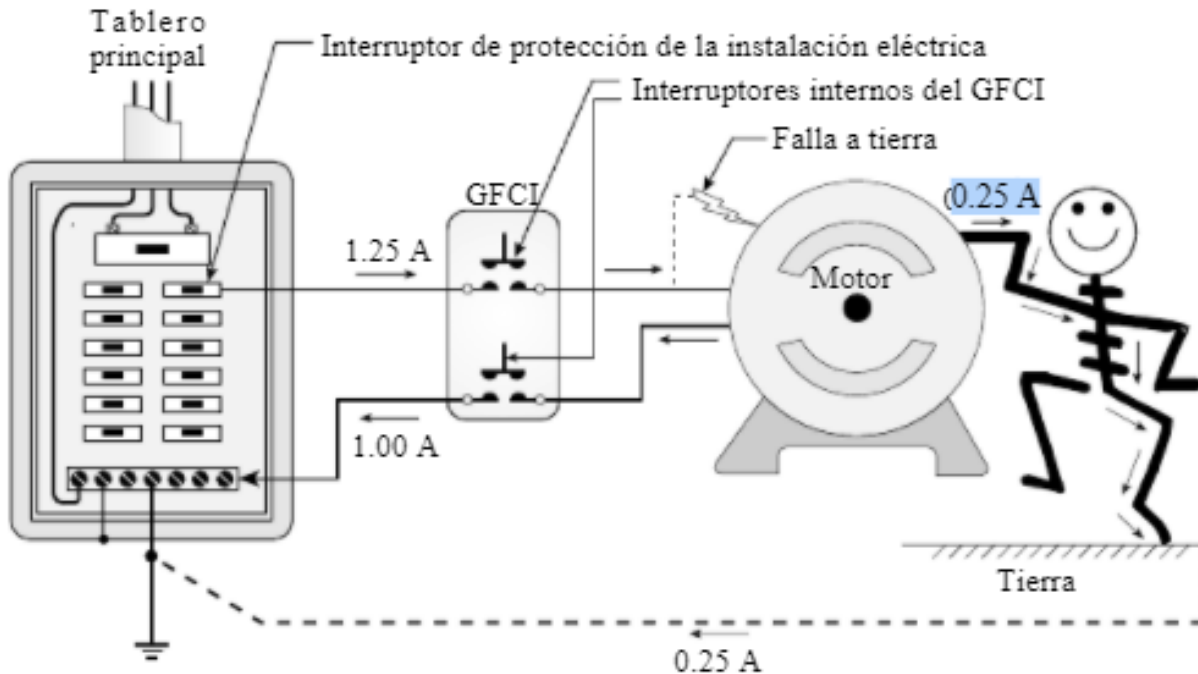


Ilustración 58: funcionamiento del GFCI ante desbalance eléctrico de la fase y el neutro.

### **3.3. Controladores y Redes**

Con base en el libro Instalaciones Domóticas del autor C. T. García, las instalaciones domóticas destacan por ser instalaciones programadas para la automatización de procesos, siendo los autómatas programables, dispositivos electrónicos compuestos de microprocesadores y microcontroladores destinados a controlar todo tipo de secuencias lógicas de los procesos en una vivienda.

Las instalaciones domóticas con autómatas programables se caracterizan por disponer de un sistema de control centralizado, lo que conlleva a utilizar una topología de red del tipo estrella.

Cuando se crearon los autómatas programables, estaban diseñados especialmente para los sectores de la industria, pero debido al gran aumento de la demanda y observando los resultados satisfactorios obtenidos, los fabricantes de los autómatas programables evolucionaron sus diseños de componentes exclusivos hacia los edificios.

Estos sistemas programables proveen configuraciones sencillas en las viviendas a la hora de estructurar las instalaciones, tanto en instalaciones ya construidas como en las de nueva construcción. Y proporcionan una solución de calidad que aporta un cierto valor a la vivienda, ofreciendo las opciones domóticas perfectas para potenciar el confort y bienestar en ellas.

El único inconveniente que presentan estos sistemas es que son sistemas propietarios, lo que conlleva a que utilicen una estructura de control igual que unos protocolos de comunicación suministrados por el fabricante, esto los hace incompatibles con el resto de los fabricantes del mercado actual.

### ***3.3.1. Autómata Programable***

Un autómata programable o también llamado **PLC** (Controlador Lógico Programable), es toda máquina electrónica diseñada para controlar en tiempo real, procesos secuenciales tanto en medios industriales, en viviendas u otro tipo de instalaciones.

Su programación puede ser realizada por personal eléctrico o electrónico sin necesidad de disponer conocimientos informáticos. Se caracteriza por realizar secuencias de funciones lógicas en serie y en paralelo, aparte dispone de funciones que realizan tareas de temporizador, contador, y otras más potentes que hacen cálculos y regulaciones de procesos.

Otra posible definición de un autómata programable sería: es un dispositivo electrónico programable por un usuario y destinado a gobernar o controlar procesos lógicos secuenciales en diferentes tipos de instalaciones.

Los autómatas programables surgieron en EE. UU. en el siglo XX, sobre las décadas de los 60 y 70, en los sectores de la industria y más concretamente en la industria del automóvil, más tarde se implantó en Europa.

El autómata programable resultó ser la primera máquina con lenguaje (no considerando el ordenador como máquina) con instrucciones lógicas, que luego evolucionó hacia los sistemas secuenciales.



El transcurso de los años, con la evolución de las aplicaciones de la electrónica, junto con el desarrollo de microprocesadores y microcontroladores, han permitido la utilización de los autómatas programables, cuyo precio empieza a ser más atractivo, por las prestaciones que proporciona, igual que los campos de aplicación.

Los autómatas programables proporcionan el desarrollo de procesos continuos y discontinuos, es decir, regula presiones, temperaturas, niveles y caudales, entre otras, aparte disponen de funciones asociadas de temporización y contadores.

En la actualidad, existe una gran multitud de fabricantes de autómatas programables y entre los más conocidos están Siemens (Simatic S7 y Logo!), Omron (Sysmac CJ1M, CQM1H, C200H), Schneider (Modicon Quantum, Modicon M340, Modicon Premium y Zelio), entre los más típicos.



Imagen 38: ejemplo de autómatas programables.

Durante este Proyecto de Investigación se hará especial énfasis en el autómata programable Logo! de Siemens, puesto que es el autómata en el que está basado el sistema domótico de este documento.

### **3.3.1.1. Elementos que componen un Autómata Programable**

Las características o elementos que componen un autómata programable dependerán del fabricante y el tipo o gama de PLC. No todos los PLC que pueden encontrarse en el mercado, disponen de todas las prestaciones.

En general, un autómata programable está compuesto por los siguientes módulos o partes:

- **Fuente de Alimentación:** es la encargada de adaptar o convertir la tensión de la red eléctrica al nivel de tensión que precisen los circuitos internos que dispone el autómata en su interior. Generalmente, suele ser 24 V<sub>DC</sub>, pero dependerá del tipo de PLC. Otra peculiaridad es que disponen de una batería interna para el mantenimiento de la memoria, en caso de fallo de suministro de tensión por parte de la red eléctrica.
  
- **Procesador o CPU:** la CPU es la unidad central de procesos o también llamada unidad de control, encargada de recibir las órdenes del usuario por medio de la consola de programación, y de leer permanentemente los estados lógicos del módulo de entradas. Una vez recibidas estas órdenes, se procesan en la CPU, y se envían dichas acciones al módulo de salidas. En su memoria se encuentra el programa elaborado por el usuario o programador.
  
- **Módulos de entradas:** este módulo es el encargado de enlazar todos los dispositivos de entrada (interruptores, sensores, finales de carrera, pulsadores, etc.) de la instalación con el autómata programable. La información captada por los dispositivos de entrada es enviada a la CPU, por medio del enlace del módulo de entradas al que están conectados.

Puede realizarse una clasificación en los módulos de entrada, el primer grupo es el módulo de entradas digitales, que se caracterizan por ser señales del tipo (todo o nada) es decir, 0 o 1, tal como ya se mencionó en el tema *Instrumentación: sensores*. El segundo grupo del que se dispone es el módulo de entradas analógicas, que se caracterizan por ser señales que se transforman antes de ser introducidas en la unidad de control.

- **Módulo de salidas:** encargado de enlazar todos los actuadores (motores, lámparas, etc.) de la instalación con el autómata programable. Una vez procesada la información en la CPU o unidad de control, ésta envía las órdenes a los actuadores por medio del módulo de salidas. Según el tipo de proceso a controlar por el

autómata, se pueden utilizar diferentes módulos de salida: salidas a relé, salidas a triac o salidas a transistor. Las salidas a relé se utilizan en circuitos de corriente continua y alterna, su funcionamiento se basa en la conmutación mecánica de la bobina del relé. Se caracterizan por disponer de contactos eléctricos normalmente abiertos. Se debe especificar que el tiempo de conmutación de los relés no es rápido. Las salidas a triacs también se pueden utilizar en circuitos de corriente continua y corriente alterna, a diferencia del anterior grupo, estas salidas se suelen utilizar en maniobras de conmutación rápidas. Las salidas a transistor, también llamadas salidas a transistor a colector abierto se caracterizan por solo poderse utilizar en circuitos de corriente continua, e igual que las salidas a TRIAC se utilizan en maniobras de conmutación muy rápidas.

- **Unidad o Terminal de Programación:** módulo encargado de permitir realizar la comunicación entre el usuario y el autómata. Sus funciones son: transferencia de los programas, verificación del lenguaje de programación y verificación de las secuencias de control tanto en los dispositivos de entrada como en los actuadores. Los terminales de programación pueden ser consolas específicas para el autómata o los ordenadores, por medio del software suministrado por el distribuidor del autómata.
  
- **Memoria:** es el módulo encargado de almacenar el programa elaborado por el usuario, al igual que la información proveniente de los módulos de entrada como de los módulos de salida. Existen cuatro tipos de memoria:
  - ✓ **Memoria RAM:** se caracteriza por ser un tipo de memoria de lectura y escritura, la información se guarda en ella eléctricamente, pero en caso de fallo o de suministro eléctrico la información desaparece.

- ✓ **Memoria ROM:** se caracteriza por ser un tipo de memoria de solo lectura y de no escritura, donde se graban todos los datos e instrucciones por parte del fabricante.
- ✓ **Memoria EPROM:** se caracteriza por ser un tipo de memoria programable eléctricamente, pueden ser borradas y reescritas de nuevo. En caso de fallo de suministro eléctrico o de alimentación su contenido se conserva.
- ✓ **La memoria EEPROM:** se caracteriza por ser un tipo de memoria de solo lectura y borrable electrónicamente.
- **Periféricos:** los periféricos son dispositivos que no intervienen directamente en el funcionamiento del autómata, ni en la ejecución de la secuencia de control, pero proporcionan la comodidad al usuario u operario. Los más utilizados son impresoras, visualizadores o paneles de operación OP, etc.

La estructura de un autómata programable puede visualizarse en la siguiente ilustración. (Tobajas García, 2014)

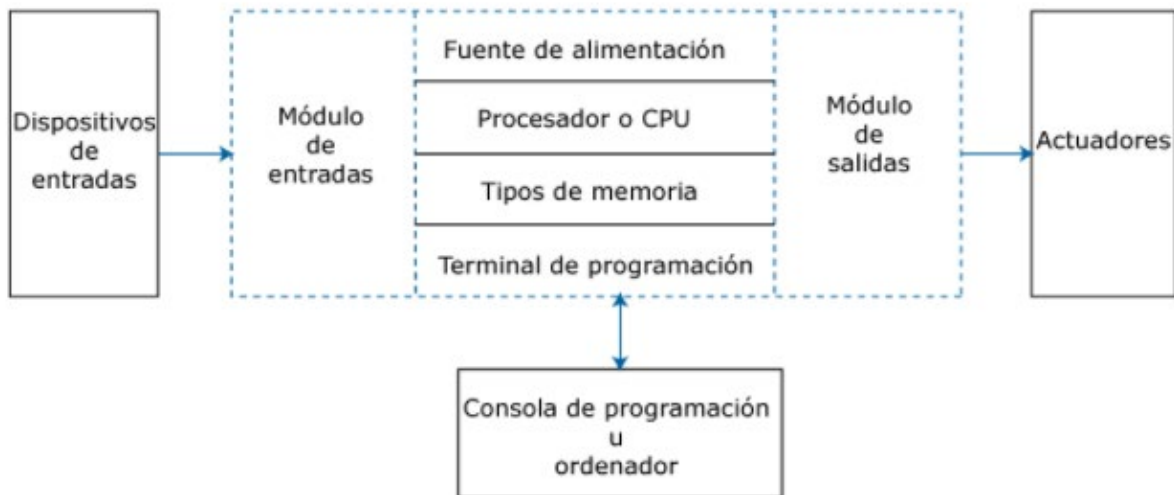


Ilustración 59: estructura de un autómata programable.

### **3.3.2. Módulo Lógico Inteligente LOGO!**

Con base en el documento *LOGO! Manual del producto* del autor corporativo SIEMENS, se entiende que con la unidad de manejo y visualización de LOGO! pueden crearse y editarse programas, así como manejarse funciones del sistema. A través de la interfaz Ethernet o de un cable de PC, pueden cargarse programas externos desde un módulo de programa con el software de programación LOGO! Soft Comfort. Con LOGO! Soft Comfort también es posible realizar una simulación del circuito en el ordenador, además de crear programas, y también imprimir esquemas generales.

En los módulos lógicos LOGO! ya están integradas las funciones básicas habituales en la práctica listas para su uso, como, por ejemplo, conexión y desconexión retardadas, relés de impulsos, programadores horarios, marcas binarias, así como entradas y salidas, dependiendo del tipo de dispositivo.

LOGO! ofrece soluciones para aplicaciones domésticas y de la ingeniería de instalación como, por ejemplo, alumbrado de escaleras, iluminación exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, etc.

También puede ofrecer soluciones para ingeniería de armarios de distribución, así como para ingeniería mecánica y construcción de máquinas y aparatos como, por ejemplo, sistemas de control de puertas, sistemas de climatización, bombas para agua pluvial, etc.

LOGO! también se utiliza para implementar sistemas de control especiales en invernaderos o invernáculos, para el procesamiento de señales de control y, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones (por ejemplo, AS-i), para el control distribuido local de máquinas y procesos.

Para aplicaciones de producción en serie de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos, así como en la técnica de instalación, existen versiones especiales sin panel de mando ni *display*.

### 3.3.2.1. ¿Qué modelos existen?

Los módulos base LOGO! están disponibles para dos clases de tensión:

- ➔ Clase 1  $\leq 24$  V, por ejemplo 12 V<sub>DC</sub>, 24 V<sub>DC</sub> o 24 V<sub>AC</sub>.
- ➔ Clase 2  $> 24$  V, por ejemplo, de 115 V<sub>AC</sub>/V<sub>DC</sub> a 240 V<sub>AC</sub>/V<sub>DC</sub>.

Los módulos base LOGO! están disponibles en dos versiones:

- ➔ LOGO! Basic (versión con *display*): 8 entradas y 4 salidas.
- ➔ LOGO! Pure (versión sin *display*): 8 entradas y 4 salidas.

Cada módulo tiene una interfaz de ampliación y una interfaz Ethernet y ofrece 44 bloques de función estándar y especiales preconfigurados para crear el programa.

### 3.3.2.2. ¿Qué módulos de ampliación existen?

- ➔ Los módulos digitales LOGO! DM8 están disponibles para el funcionamiento con 12 V<sub>DC</sub>, 24 V<sub>AC</sub>/V<sub>DC</sub> y 115...240 V<sub>AC</sub>/V<sub>DC</sub>, e incorporan cuatro entradas y cuatro salidas.
- ➔ Los módulos digitales LOGO! DM16 están disponibles para el funcionamiento con 24 V<sub>AC</sub>/V<sub>DC</sub> y 115...240 V<sub>AC</sub>/V<sub>DC</sub>, e incorporan ocho entradas y ocho salidas.
- ➔ Los módulos analógicos LOGO! están disponibles para el funcionamiento con 24 V<sub>DC</sub> y, algunos de ellos, con 12 V<sub>DC</sub>, en función del módulo específico.

Cada uno de ellos incorpora dos entradas analógicas, dos entradas PT100, dos entradas PT100/PT1000 (PT100 o PT1000, o bien una de cada una) o dos salidas analógicas.

### 3.3.2.3. ¿Qué visualizadores están disponibles?

- ➔ LOGO! Basic.
- ➔ LOGO! TDE.

### 3.3.2.4. Identificación de las versiones de LOGO!

Con el código identificador del LOGO! se proporciona información acerca de las diversas propiedades:

- 12/24: versión de 12/24 V<sub>DC</sub>.
- 230: versión de 115 V<sub>AC</sub>/V<sub>DC</sub> a 240 V<sub>AC</sub>/V<sub>DC</sub>.
- R: salidas de relé (sin R: salidas de transistor).
- C: reloj en tiempo real integrado.
- E: interfaz Ethernet.
- o: versión sin display ("LOGO! Pure").
- DM: módulo digital.
- AM: módulo analógico.
- TDE: visualizador de textos con interfaces Ethernet.

Las versiones disponibles de LOGO! son:



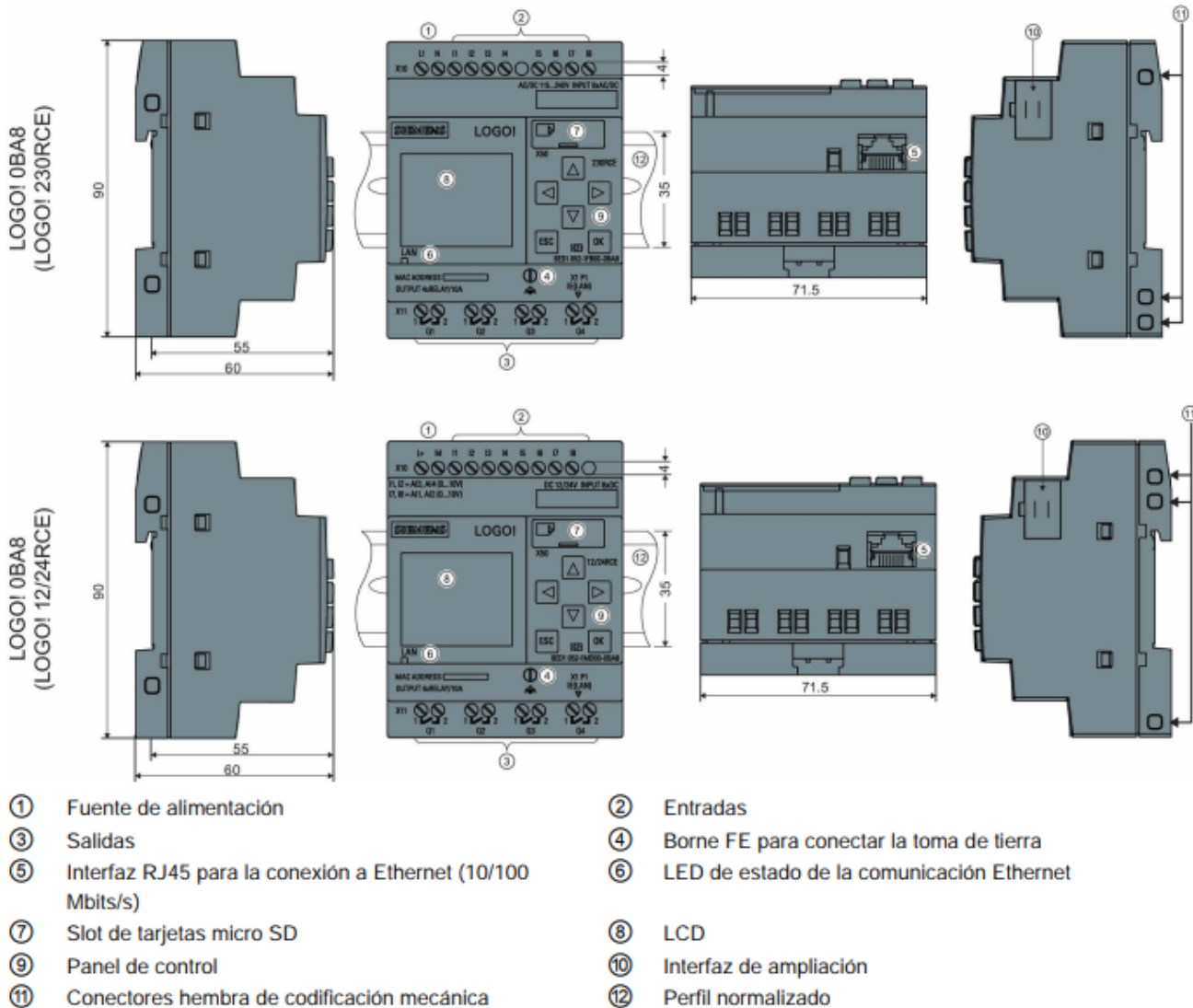
Símbolo	Nombre	Tensión de alimentación	Entradas	Salidas	Propiedades
	LOGO! 12/24RCE	12/24 V DC	8 digitales <sup>1)</sup>	4 de relé (10 A)	
	LOGO! 230RCE	115 V AC/DC a 240 V AC/DC	8 digitales	4 de relé (10 A)	
	LOGO! 24CE	24 V DC	8 digitales <sup>1)</sup>	4 de estado sólido 24 V / 0,3 A	
	LOGO! 24RCE <sup>3)</sup>	24 V AC/DC	8 digitales	4 de relé (10 A)	
	LOGO! 12/24RCEo	12/24 V DC	8 digitales <sup>1)</sup>	4 de relé (10 A)	Sin visualizador Sin teclado
	LOGO! 24CEo	24 V DC	8 digitales <sup>1)</sup>	4 de estado sólido 24 V / 0,3 A	Sin visualizador Sin teclado
	LOGO! 24RCEo <sup>3)</sup>	24 V AC/DC	8 digitales	4 de relé (10 A)	Sin visualizador Sin teclado
	LOGO! 230RCEo <sup>2)</sup>	115 V AC/DC a 240 V AC/DC	8 digitales	4 de relé (10 A)	Sin visualizador Sin teclado

Tabla 4: versiones disponibles de LOGO!

1. De estas versiones pueden utilizarse alternativamente: 4 entradas analógicas (de 0 V a 10 V) y 4 entradas digitales rápidas.
2. Versiones de 230 V<sub>AC</sub>: dos grupos de 4 entradas cada uno. Toda entrada de un grupo debe estar conectada a la misma fase. Es posible interconectar grupos con fases diferentes.
3. Las entradas digitales pueden utilizarse con acción P o N.

Se hará especial énfasis en la versión para voltajes de 120/230 V<sub>AC</sub>, ya que corresponde al utilizado en el proyecto.

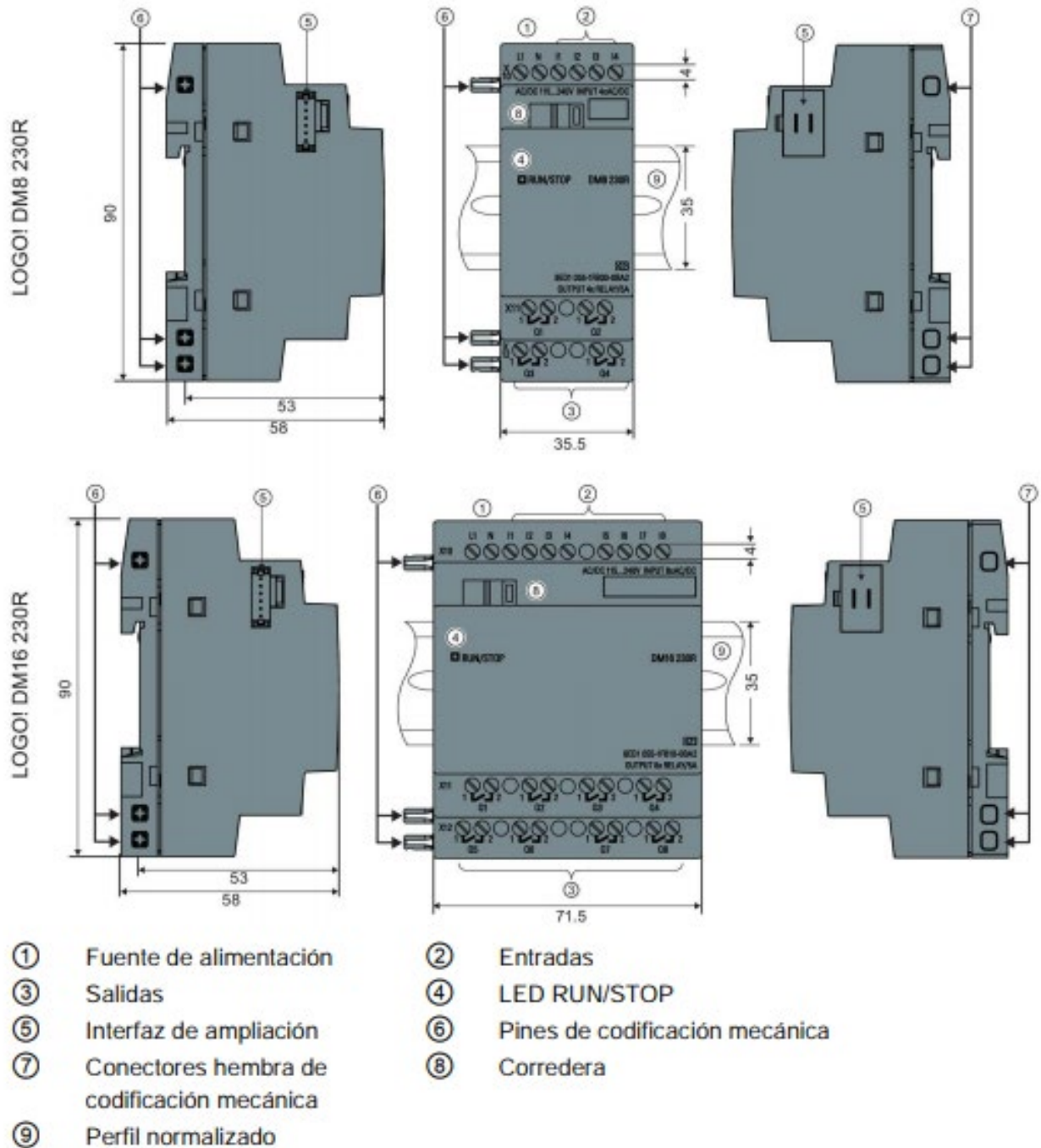
Estructura de distintos modelos de LOGO!



*Ilustración 60: estructura modelos de LOGO!*

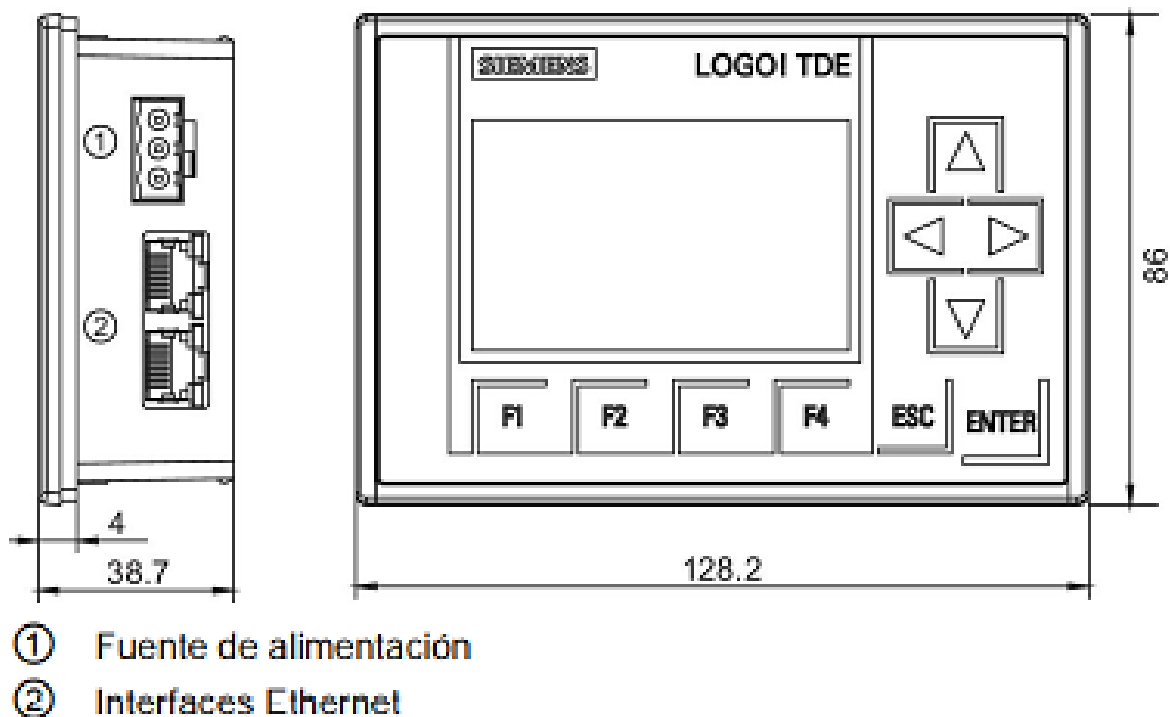


### 3.3.2.5. Estructura de distintos modelos de Módulos de Expansión para LOGO!



*Ilustración 61: estructura de módulos de expansión.*

### 3.3.2.6. LOGO! TDE



*Ilustración 62: LOGO! TDE.*

El LOGO! TDE incorpora un área de visualización más ancha que el *display* integrado en el LOGO! Dispone de cuatro teclas de cursor programables (teclas direccionales), cuatro teclas de función programables (F1, F2, F3 y F4), una tecla ESC y una tecla ENTER, como puede apreciarse en la Ilustración 62. El cable Ethernet sirve para conectar la interfaz Ethernet en el lado derecho del LOGO! TDE con la interfaz Ethernet en el módulo base LOGO!

#### **A. Funciones del LOGO! TDE**

El LOGO! TDE está disponible para la serie 0BA8. Incorpora un *display* adicional más ancho que el del LOGO! Basic. Incorpora cuatro teclas de función que pueden programarse como entradas en el programa. Igual que el LOGO! Basic, dispone de cuatro teclas de cursor, una tecla ESC y una tecla Enter, que también pueden programarse y utilizarse para la navegación en el LOGO! TDE.

Es posible crear una pantalla inicial para el LOGO! TDE y descargarla de LOGO! Soft Comfort. Esta pantalla se visualiza brevemente cuando se conecta el LOGO! TDE. La pantalla inicial también se puede cargar en LOGO! Soft Comfort desde el LOGO! TDE.

El LOGO! TDE dispone de tres comandos de menú principales, uno para seleccionar la dirección IP de un módulo base, otro para los ajustes remotos del módulo base conectado y el último para la configuración independiente del LOGO! TDE.

Solo es posible utilizar módulos de ampliación que tengan la misma tensión que el módulo base LOGO! Los pines de codificación mecánica de la carcasa impiden la conexión con dispositivos que tengan una clase de tensión diferente.

La interfaz en el lado izquierdo de un módulo analógico o de comunicaciones está aislada galvánicamente. Por tanto, estos módulos de ampliación pueden conectarse a dispositivos que tengan una clase de tensión diferente.

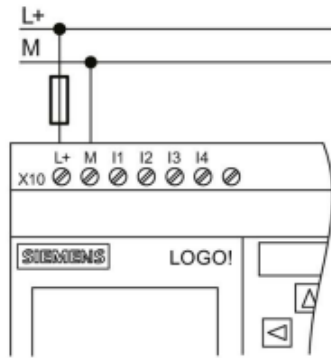
### ***3.3.2.7. Montaje del Autómata Programable LOGO!***

#### ***A. Conectar la fuente de alimentación***

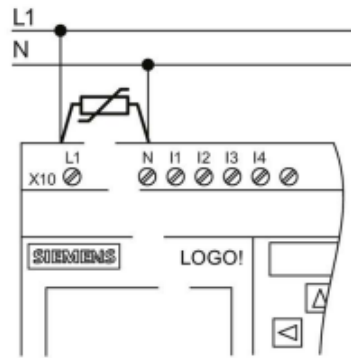
Las versiones de 230 V de LOGO! pueden funcionar con tensiones nominales de 115 V<sub>AC</sub>/V<sub>DC</sub> y 240 V<sub>AC</sub>/V<sub>DC</sub>. Las versiones de 24 V y 12 V de LOGO! pueden funcionar con una fuente de alimentación de 24 V<sub>DC</sub>, 24 V<sub>AC</sub> o 12 V<sub>DC</sub>. El LOGO! TDE debe recibir una tensión de 12 V<sub>DC</sub> o 24 V<sub>AC</sub>/V<sub>DC</sub>.

LOGO! ... con fuente de alimentación DC

LOGO! ... con fuente de alimentación AC



Protección con fusible de seguridad si se requiere (recomendado) para:  
12/24 RC...: 0,8 A  
24: 2,0 A



Para suprimir las tensiones de choque, prevea varistores (MOV) con una tensión de empleo que sea por lo menos 20% superior a la tensión nominal.

Ilustración 63: alimentación AC o DC para LOGO!

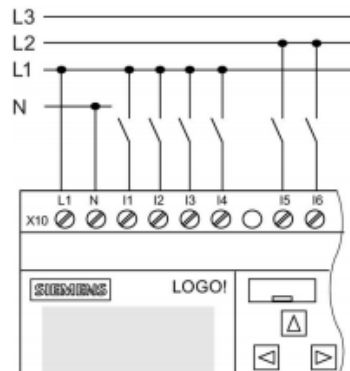
### **B. Conexión de las entradas en el LOGO!**

A las entradas se conectan elementos de sensor tales como: pulsadores, interruptores, barreras de luz, interruptores crepusculares, etc.

El LOGO! 230RCE/230RCEo y el módulo de ampliación DM16 230R, incluyen cada uno, dos grupos de cuatro entradas, es decir, un total de ocho. Dentro de cada grupo, todas las entradas deben funcionar en la misma fase. Las fases diferentes solo son posibles entre los distintos grupos. Ejemplo: I1 a I4 en la fase L1, I5 a I8 en la fase L2.

Las entradas del LOGO! DM8 230R no deben conectarse a diferentes fases.

## LOGO! 230....

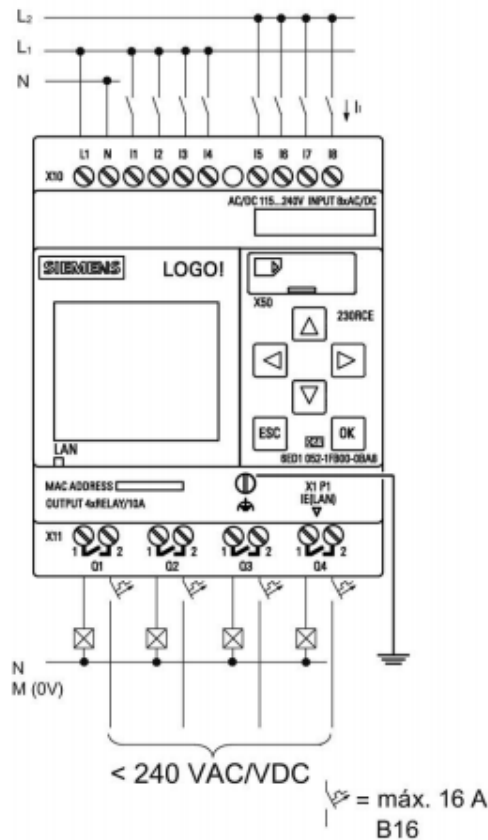


Las entradas de estos dispositivos están dispuestas en dos grupos de cuatro entradas cada uno. Solo puede haber fases diferentes entre los bloques, no dentro de cada uno de ellos.

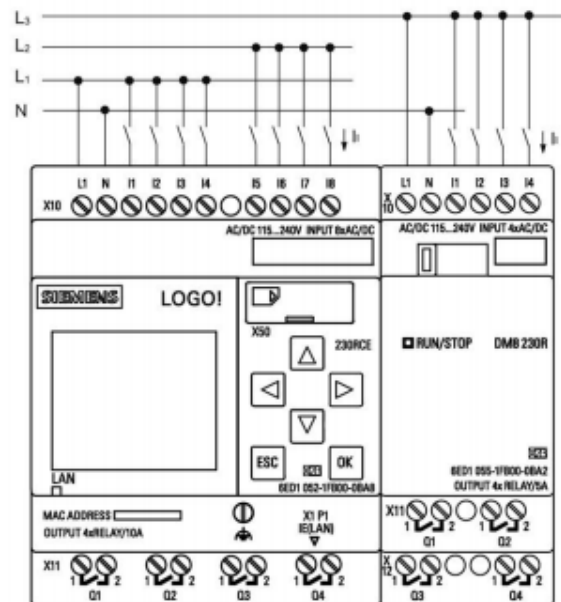
*Ilustración 64: diagrama de conexión de entradas para LOGO! 230.*

### Ejemplo de conexión

Conexión bifásica del módulo base



Conexión trifásica del módulo base con un módulo de ampliación



*Ilustración 65: diagramas de conexión bifásica y trifásica para LOGO!*

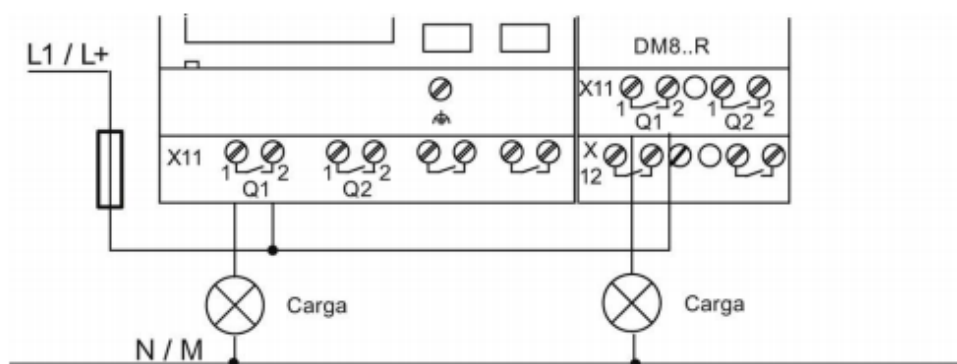
### **C. Conexión de las salidas en el LOGO!**

La versión LOGO! ...R... (dicha simbología indica la versión de LOGO! para salidas con relé, véase más información en la página 130) dispone de salidas de relé. Los contactos de los relés tienen un aislamiento galvánico en la fuente de alimentación y las entradas.

#### **➔ Condiciones para las salidas de relé**

Pueden conectarse diferentes cargas a las salidas; por ejemplo, lámparas, lámparas fluorescentes, motores, contactores auxiliares, etc.

Conecte la carga al LOGO! ...R... como se muestra a continuación:



Protección por fusible automático, máx. 16 A, característica B16, p. ej.: magnetotérmico 5SX2 116-6 (si se requiere)

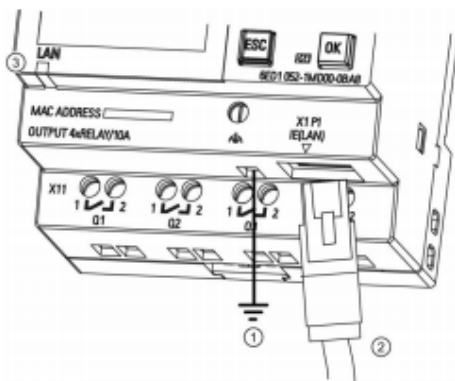
*Ilustración 66: diagrama de conexión de cargas en LOGO!*

### **D. Conexión de la interfaz Ethernet**

La versión LOGO! ...E (dicha simbología indica que el LOGO! posee puerto Ethernet, véase más información en la página 130) está equipada con una interfaz Ethernet RJ45 de 10/100 Mbits/s.

Se debe utilizar cable Ethernet apantallado para la conexión a la interfaz Ethernet. Para minimizar las interferencias electromagnéticas, asegúrese de utilizar un cable Ethernet apantallado estándar de categoría 5 y de par trenzado con un conector RJ45 apantallado en cada extremo.

Conecte a tierra el borne FE y conecte un cable de red a la interfaz Ethernet.



- ① Toma de tierra
- ② Cable Ethernet para conectar a la interfaz Ethernet
- ③ LED de estado de Ethernet

*Ilustración 67: conexión de cable Ethernet a LOGO!*

✓ **LED de estado de Ethernet**

Tipo de LED	Color	Descripción
LED de estado	Naranja intermitente	LOGO! está recibiendo/enviando datos vía Ethernet.
	Verde fijo	LOGO! ya está conectado a Ethernet.

*Tabla 5: descripción de LED de estado Ethernet.*

➤ **Estados operativos del módulo base LOGO!**

Los módulos base LOGO! tienen dos estados operativos: STOP y RUN. (SIEMENS, 2014).

STOP	RUN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El display indica que el programa está vacío en el momento de iniciarlo (excepto para dispositivos LOGO!...o)</li> <li>• Cambiar LOGO! a modo de programación (excepto para dispositivos LOGO!...o)</li> <li>• LED con luz roja (solo para dispositivos LOGO!...o)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Display: pantalla para vigilar las E/S y los mensajes (tras seleccionar INICIO en el menú principal) o para el menú de parametrización (excepto para dispositivos LOGO!...o)</li> <li>• Cambiar LOGO! a modo de parametrización (excepto para dispositivos LOGO!...o)</li> <li>• LED con luz verde (solo para dispositivos LOGO!...o)</li> </ul>

*Tabla 6: estados operativos de LOGO!*

### 3.3.3. Programación

#### 3.3.3.1. Lenguajes de Programación

Según el libro Instalaciones Domóticas del autor C. Tobajas García, a la hora de diseñar los programas, ha de conocerse cuáles son los lenguajes de programación de los autómatas, con la finalidad de poder efectuar una comunicación entre el autómata y el programador, y que el autómata pueda entender todas las instrucciones que el programador le envíe.

Anteriormente, cada fabricante de autómatas tenía su lenguaje de programación, es decir, Omron disponía del suyo igual que Siemens. A partir del año 1992 se creó una normativa EN 61131-3 junto a la IEC 1131-3, en la que se estableció una estandarización, tanto de los autómatas programables como de sus periféricos, igual que sus lenguajes de programación.

Estos lenguajes de programación son:

- **IL "Instruction List"**: listado de instrucciones (en Siemens se denomina AWL).
- **FBD "Function Block Diagram"**: Diagrama de Bloques Funcionales (en Siemens se denomina FUP).
- **LD "Ladder Diagram"**: Lenguaje de contactos (en Siemens se denomina KOP).
- **SFC "Sequential Function Chart" Diagrama funcional de secuencias:** es un lenguaje gráfico, en el que su representación es muy similar a un GRAFCET "Gráfica de Control de Etapas de Transición". Permite realizar modelos del proceso a motorizar, contemplando las entradas, las acciones a realizar y los procesos intermedios que provocan estas acciones.
- **ST "Structured Text" Lenguaje textual estructurado:** este lenguaje es muy diferente al mencionado anteriormente, "IL". Se basa en una sintaxis muy similar al Pascal o al C. Es utilizado por programadores con lenguajes de alto nivel y se utiliza para procesos complejos.



A continuación, se mostrará una captura de pantalla de pequeños programas realizados con los lenguajes de programación descritos anteriormente, esto con la finalidad de exponer las diferencias notorias en los aspectos de los lenguajes. (Tobajas García, 2014)

### **A. Programa en LD**

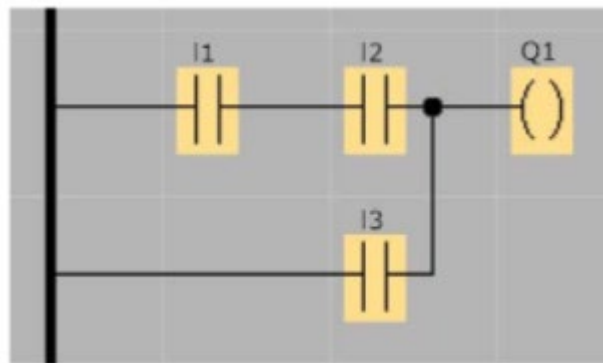


Imagen 39: ejemplo de programa en lenguaje LD.

### **B. Programa en FBD**

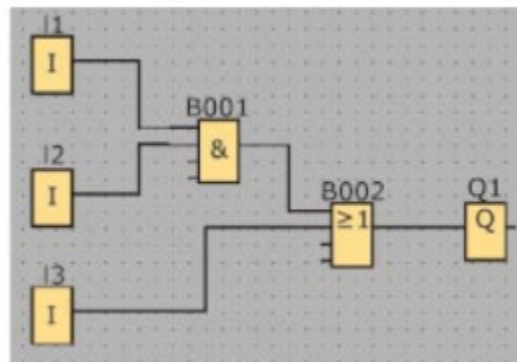


Imagen 40: ejemplo de programa en lenguaje FBD.

### C. Programa en ID

```
L C#5
U E 2.0
S Z 1

U E 1.0
ZR Z 1

U Z 1
= A 0.0

U E 0.7
L S5Y#65s
SE T 4
U T 4
= A 8.1
```

Imagen 41: ejemplo de programa en lenguaje ID.

### D. Programa en SFC

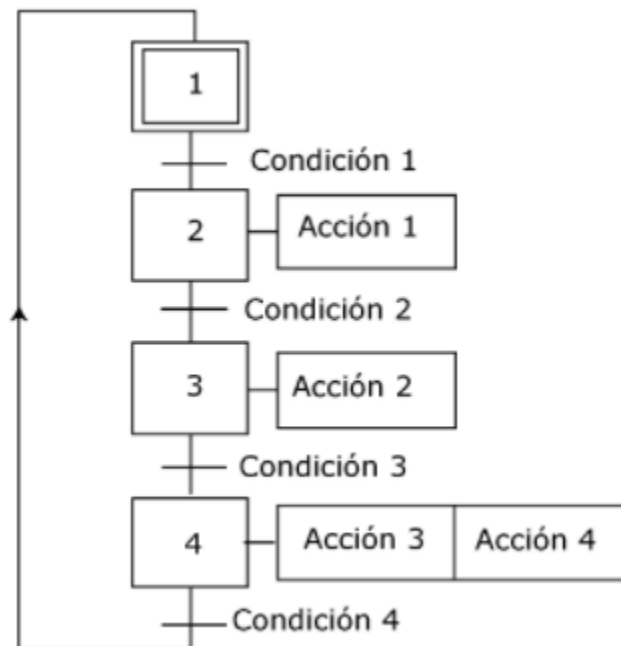


Imagen 42: ejemplo de programa en lenguaje SFC.

#### 3.3.3.2. Programación del autómata LOGO!

Acorde con en el documento *LOGO! Manual del producto* del autor corporativo SIEMENS, programar significa crear un programa diseñado para ser ejecutado en el módulo base LOGO!

LOGO! Soft Comfort es el software de programación de LOGO! que permite crear, comprobar, modificar, guardar e imprimir programas, rápida y fácilmente en un PC.

Las versiones de LOGO! sin display, es decir LOGO! 230RCEo (véase la Tabla 4: versiones disponibles de LOGO!, para más información), no disponen de panel de operador ni de visualizador. Estos dispositivos son idóneos para aplicaciones de producción en serie de máquinas pequeñas y equipos de proceso.

### A. Bloques y números de bloque

Un bloque en LOGO! es una función que sirve para convertir información de entrada en información de salida. Antes era necesario cablear los distintos elementos en un armario eléctrico o una caja de bornes. Al crear el programa se debe interconectar los bloques.

#### ↪ Operaciones lógicas:

Los bloques más elementales son las operaciones lógicas:

- AND.
- OR.
- NAND.
- NOR.
- XOR.

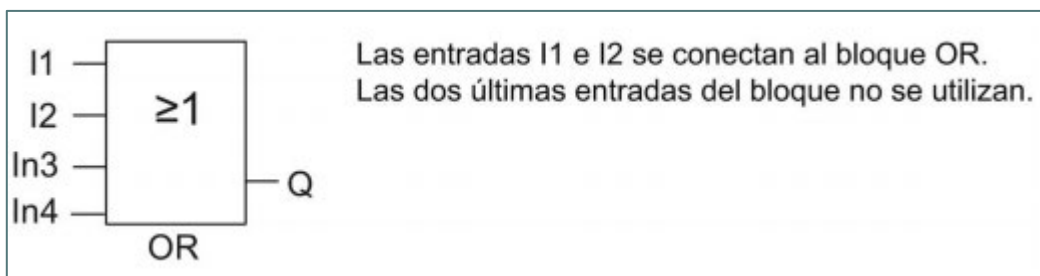


Imagen 43: ejemplo de bloque lógico OR.

#### ▪ **Función AND:**

La función lógica AND se comporta tal como se muestra en la Imagen 43, donde se aprecia el esquema eléctrico del ejemplo, es decir, interruptores conectados en serie.

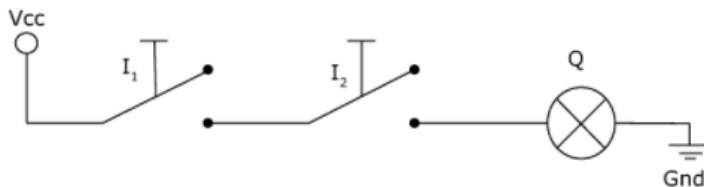


Imagen 44: función lógica AND.

▪ **Función OR:**

La función lógica OR se comporta tal como se muestra en la Imagen 44, donde se aprecia el esquema eléctrico, es decir, interruptores conectados en paralelo.

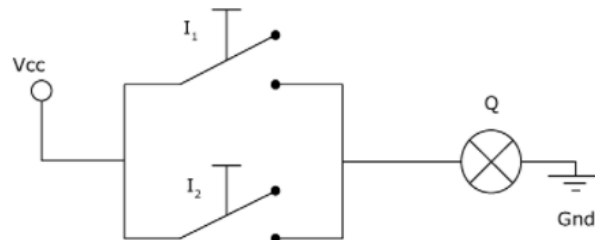


Imagen 45: función lógica OR.

▪ **Función NAND:**

La función lógica NAND se comporta tal como se muestra en la Imagen 46, donde se aprecia el esquema eléctrico, es decir, interruptores pulsados y conectados en paralelo.

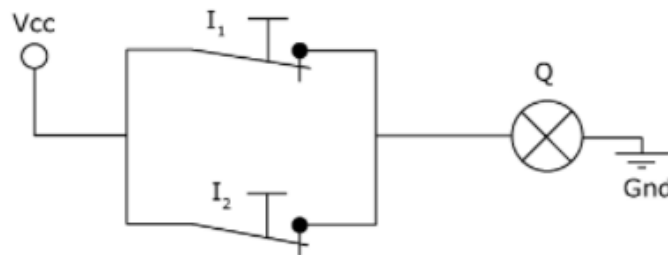


Imagen 46: función lógica NAND.

▪ **Función NOR:**

La función lógica NOT se comporta tal como se muestra en la Imagen 47, donde se aprecia el esquema eléctrico, es decir, interruptores pulsados y conectados en serie.

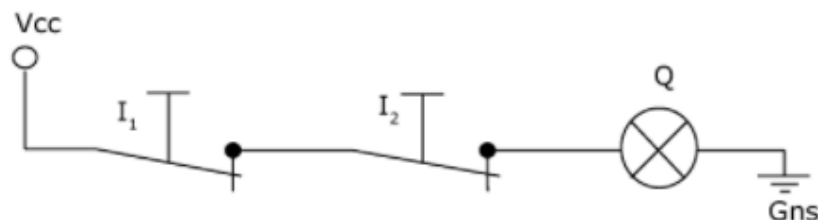


Imagen 47: función lógica NOR.

▪ **Función XOR:**

La función lógica XOR se comporta tal como se muestra en la Imagen 48, donde se aprecia el esquema eléctrico, es decir, interruptores pulsados y conectados en paralelo.

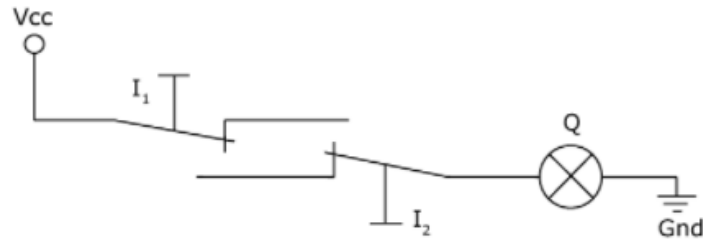


Imagen 48: función lógica XOR.

**B. Representación de un bloque en el display integrado en el LOGO!**

La Imagen 49 se muestra una vista típica del display integrado en el LOGO! Solo puede representarse un bloque en cada caso. De forma estándar, LOGO!, muestra el número de bloque en la parte superior del display, si no se asigna ningún nombre a dicho bloque. Los números de bloque ayudan a comprobar la estructura del circuito. También, existe la posibilidad de elegir que se muestre un nombre de bloque personalizado en lugar del número de bloque.

## Visualización en el display de LOGO!

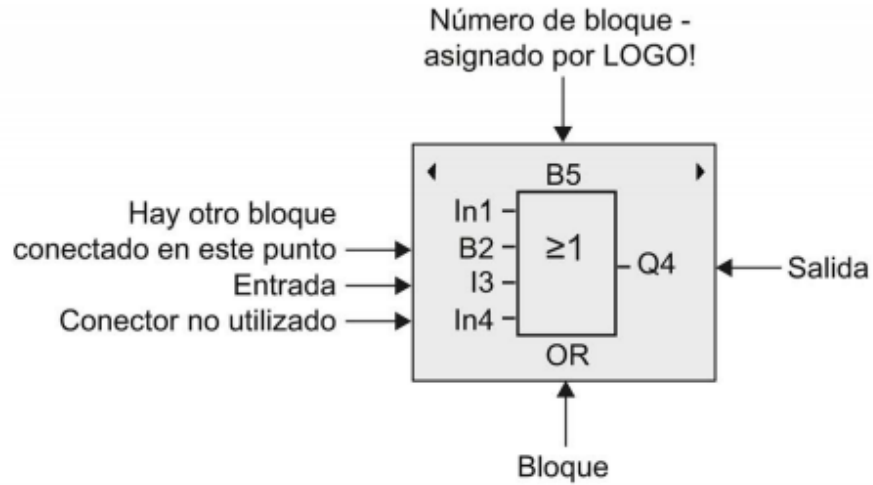
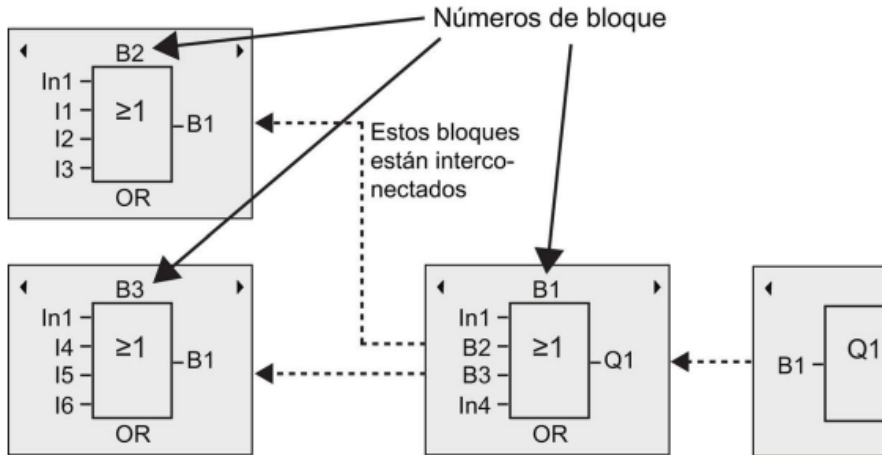


Imagen 49: visualización del número de bloque en el display de LOGO!

### **C. Asignación de un número de bloque LOGO!**

LOGO! asigna automáticamente un número de bloque a todo bloque nuevo del programa. LOGO! utiliza estos números de bloque para indicar las interconexiones de los bloques, pues estos números sirven básicamente de ayuda para facilitar la orientación en el programa.

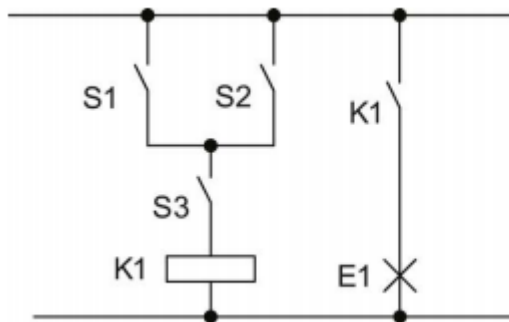


La figura siguiente muestra tres vistas del display integrado en el LOGO! que representan el programa. Como puede apreciar, LOGO! interconecta los bloques utilizando sus números. Para desplazar el programa, utilice las teclas ◀ 0 ▶.

*Imagen 50: vista de la interconexión de bloques en LOGO!*

#### **D. Programación mediante el teclado y la pantalla LCD**

La Imagen 51 muestra un esquema típico de conexiones, que representa la lógica del circuito:



Los interruptores (S1 o S2) y S3 activan el relé K1 y conectan la carga en E1.

*Imagen 51: esquema típico de conexiones.*

Inicialmente, debe realizarse la conexión física del circuito en el LOGO!, así como se muestra en la Ilustración 68. Posterior a ello, dicho circuito se crea en LOGO! interconectando bloques y conectores, tal como se muestra en dicha ilustración.

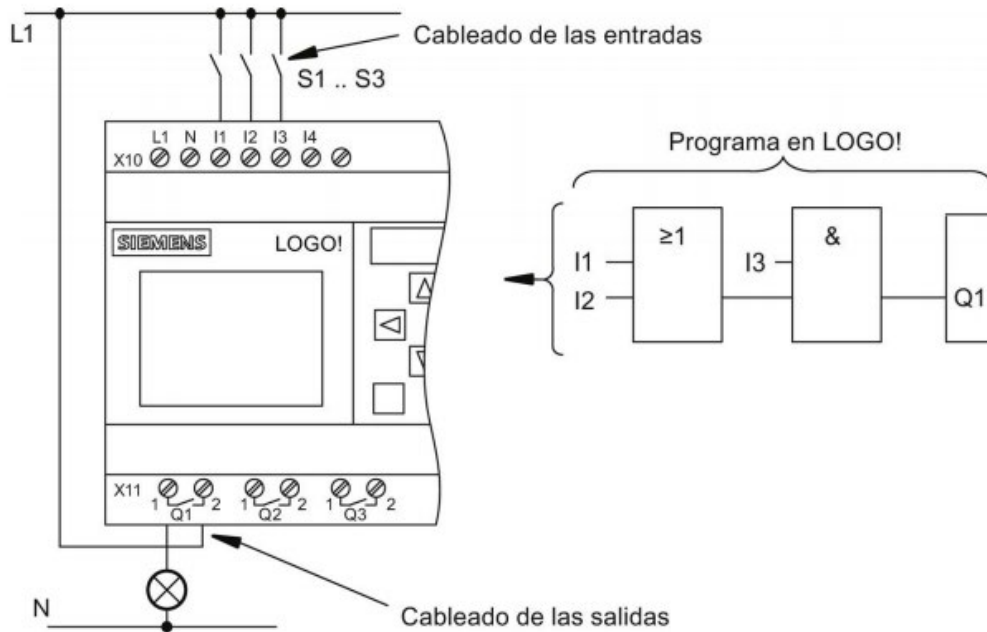


Ilustración 68: conexión de circuito en LOGO!

Para programar un circuito lógico en LOGO!, se debe comenzar por la salida del circuito. La salida es la carga o el relé que debe conmutarse. Para ello, se debe convertir el circuito en bloques, comenzando en la salida y terminando en la entrada, dichos pasos son los siguientes:

- **Paso 1:** debe conectarse en serie, el contacto normalmente abierto S3 a la salida Q1, con otro elemento del circuito. Una conexión en serie equivale al bloque AND.

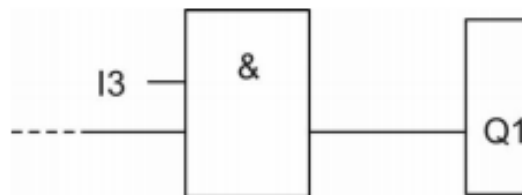


Imagen 52: conexión de S3 a Q1.

- **Paso 2:** úsese un bloque OR para conectar S1 y S2 en paralelo. Un circuito en paralelo equivale al bloque OR.



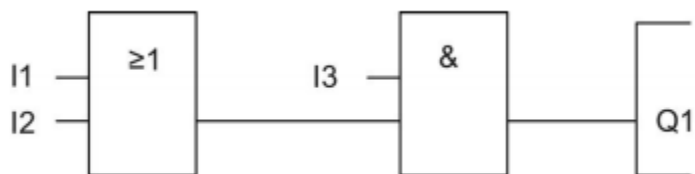


Imagen 53: conexión del S1 y S2 en paralelo.

### **Consejos a tomar en cuenta al editar un programa:**

- El cursor puede moverse cuando aparece en forma de cuadrado sólido:
  - ✓ Púlsese ◀ o ▶ para desplazar el cursor por el programa.
  - ✓ Púlsese OK para cambiar a la selección de conector o bloque.
  - ✓ Púlsese ESC para salir del modo de programación.
- Puede seleccionarse un conector o bloque, cuando el cursor aparece en forma de cuadrado sólido:
  - ✓ Púlsese ▲ o ▼ para seleccionar un conector o un bloque.
  - ✓ Confírmese con OK.
  - ✓ Púlsese ESC para regresar al paso anterior.

### ***E. Ventajas del software para programación de LOGO!***

El software de programación LOGO! Soft Comfort contiene, entre otras, las siguientes funciones:

- Una interfaz de usuario gráfica que permite crear programas offline en KOP (Esquema de contactos) o FUP (Diagrama de funciones).
- Simulación del programa en el PC.
- Creación e impresión de un esquema general del programa.
- Creación de una copia de seguridad del programa en el disco duro u otros soportes de datos.
- Comparación de programas.
- Comunicación de red. (SIEMENS, 2014)

### **3.3.4. Redes de Comunicación**

#### **A. Comunicaciones Industriales**

Basado en la revista electrónica *Protocolos de Comunicación Industrial* del autor corporativo *Revista ElectroIndustria*, se pueden definir a las *Comunicaciones Industriales*, como área de la tecnología que estudia la transmisión de información entre circuitos y sistemas electrónicos, utilizados para llevar a cabo tareas de control y gestión de procesos industriales. En la década de 1980, las comunicaciones industriales comenzaron a realizarse mediante comunicaciones digitales punto a punto, para posteriormente, evolucionar hacia la aplicación de redes multipunto.

#### **B. Protocolos de Comunicación Industrial**

Un importante número de empresas en este país, presentan la existencia de islas automatizadas (células de trabajo sin comunicación entre sí), siendo en estos casos, las redes y los protocolos de comunicación Industrial, indispensables para realizar un enlace entre las distintas etapas que conforman el proceso.

La irrupción de los microprocesadores en la industria ha posibilitado su integración a redes de comunicación con importantes ventajas, entre las cuales figuran:

- ⇒ Mayor precisión derivada de la integración de tecnología digital en las mediciones.
- ⇒ Mayor y mejor disponibilidad de información de los dispositivos de campo.
- ⇒ Diagnóstico remoto de componentes.

La integración de las mencionadas islas automatizadas suele hacerse dividiendo las tareas entre grupos de procesadores jerárquicamente anidados. Esto da lugar a una estructura de redes Industriales, las cuales pueden agruparse en tres categorías:

- ⇒ **Buses de campo.**
- ⇒ **Redes LAN.**

## ➤ **Redes LAN-WAN.**

Los buses de datos que permiten la integración de equipos para la medición y control de variables de proceso, reciben la denominación genérica de buses de campo. Un bus de campo es un sistema de transmisión de información (datos) que simplifica enormemente la instalación y operación de máquinas y equipamientos industriales utilizados en procesos de producción.

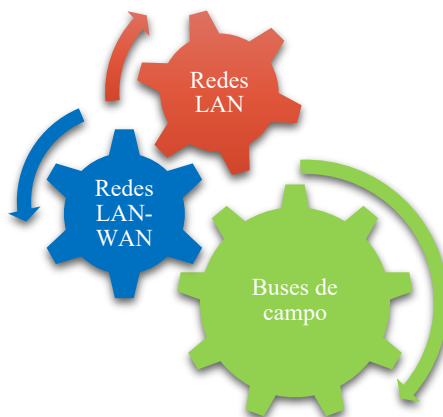


Ilustración 69: redes industriales.

El objetivo de un bus de campo es sustituir las conexiones punto a punto entre los elementos de campo y el equipo de control, a través del tradicional lazo de corriente de 4-20 mA o 0 a 10 V<sub>DC</sub>, según corresponda. Generalmente son redes digitales, bidireccionales, multipunto, montadas sobre un bus serie, que conectan dispositivos de campo como PLC, transductores, actuadores, sensores y equipos de supervisión. Varios grupos han intentado generar e imponer una norma que permita la integración de equipos de distintos proveedores. Sin embargo, hasta la fecha no existe un bus de campo universal.

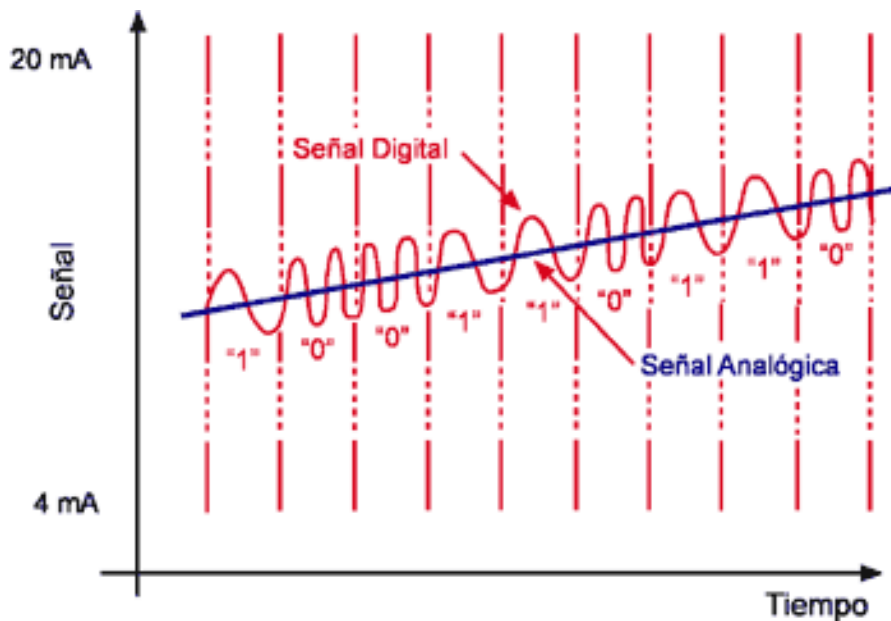
Los buses de campo con mayor presencia en el área de control y automatización de procesos son:

- **HART.**
- **Profibus.**
- **Fieldbus Foundation.**

Para discernir las diferencias entre distintos buses de campo distintos, se procede a una rápida explicación sobre cada uno de ellos.

### ▪ **HART (Highway-Addressable-Remote-Transducer) :**

Agrupar la información digital sobre la señal analógica típica de 4 a 20 mA DC. La señal digital usa dos frecuencias individuales de 1200 y 2200 Hz, que representan los dígitos 1 y 0 respectivamente, y que en conjunto forman una onda sinusoidal que se superpone al lazo de corriente de 4-20 mA (ver Ilustración 70).



*Ilustración 70: señal digital y analógica en bus de campo HART.*

Como la señal promedio de una onda sinusoidal es cero, no se añade ninguna componente DC a la señal analógica de 4-20 mA, lo que permite continuar utilizando la variación analógica para el control del proceso.

▪ **PROFIBUS (Process Field Bus):**

Norma internacional de bus de campo de alta velocidad para control de procesos, normalizada en Europa por EN 50170.

Existen tres perfiles:

- ✓ **Profibus DP (Decentralized Periphery):** orientado a sensores/actuadores enlazados a procesadores (PLC) o terminales.
- ✓ **Profibus PA (Process Automation):** para control de proceso, cumple normas especiales de seguridad para la industria química (IEC 11158-2, seguridad intrínseca).
- ✓ **Profibus FMS (Fieldbus Message Specification):** para comunicación entre células de proceso o equipos de automatización.

### Comparación de características entre algunos buses y protocolos

Nombre	Topología	Soporte	Máx dispositivos	Rate Transm. bps	Distancia máx Km	Comunicación
Profibus DP	línea, estrella y anillo	par trenzado fibra óptica	127/segm	Hasta 1.5M y 12M	0.1 segm 24 fibra	Master/Slave peer to peer
Profibus PA	línea, estrella y anillo	par trenzado fibra óptica	14400/segm	31.5K	0.1 segm 24 fibra	Master/Slave peer to peer
Profibus FMS		par trenzado fibra óptica	127/segm	500K		Master/Slave peer to peer
Foundation Fieldbus HSE	estrella	par trenzado fibra óptica	240 p/segm 32.768 sist	100M	0.1 par 2 fibra	Single/multi master
Foundation Fieldbus H1	estrella o bus	par trenzado fibra óptica	240 p/segm 32.768 sist	31.25K	1.9 cable	Single/multi master
LonWorks	bus, anillo, lazo, estrella	par trenzado fibra óptica coaxial, radio	32768/dom	500K	2	Master/Slave peer to peer
Interbus-S	segmentado	par trenzado fibra óptica	256 nodos	500K	400/segm 12.8 total	Master/Slave
DeviceNet	truncal/puntual c/bifurcación	par trenzado fibra óptica	2048 nodos	500K	0.5 6 c/repetid	Master/Slave, multi-master, peer to peer
AS-I	bus, anillo, arbol, estrella	par trenzado	31 p/red	167K	0.1, 0.3 c/rep	Master/Slave
Modbus RTU	línea, estrella, arbol, red con segmentos	par trenzado coaxial radio	250 p/segm	1.2 a 115.2K	0.35	Master/Slave
Ethernet Industrial	bus, estrella, malla-cadena	coaxial par trenzado fibra óptica	400 p/segm	10, 100M	0.1 100 mono c/switch	Master/Slave peer to peer
HART		par trenzado	15 p/segm	1.2K		Master/Slave

**Master/Slave: Maestro/Escavo**  
**Peer to Peer: Punto a Punto**  
**Multi-Master: Multi Maestro**

*Tabla 7: comparación de características entre algunos.*

▪ **FOUNDATION FIELDBUS (FF) :**

Es un protocolo de comunicación digital para redes industriales, específicamente utilizado en aplicaciones de control distribuido. Puede comunicar grandes volúmenes de información, ideal para aplicaciones con varios lazos complejos de control de procesos y automatización. Está orientado principalmente a la interconexión de dispositivos en industrias de proceso continuo. Los dispositivos de campo son alimentados a través del bus Fieldbus cuando la potencia requerida para el funcionamiento lo permite.

- **MODBUS:**

Es un protocolo de transmisión para sistemas de control y supervisión de procesos (SCADA) con control centralizado, puede comunicarse con una o varias Estaciones Remotas (RTU), con la finalidad de obtener datos de campo para la supervisión y control de un proceso. Las Interfaces de Capa Física puede estar configurada en: RS-232, RS-422, RS-485.

En Modbus, los datos pueden intercambiarse en dos modos de transmisión: RTU y ASCII.

- **DEVICENET:**

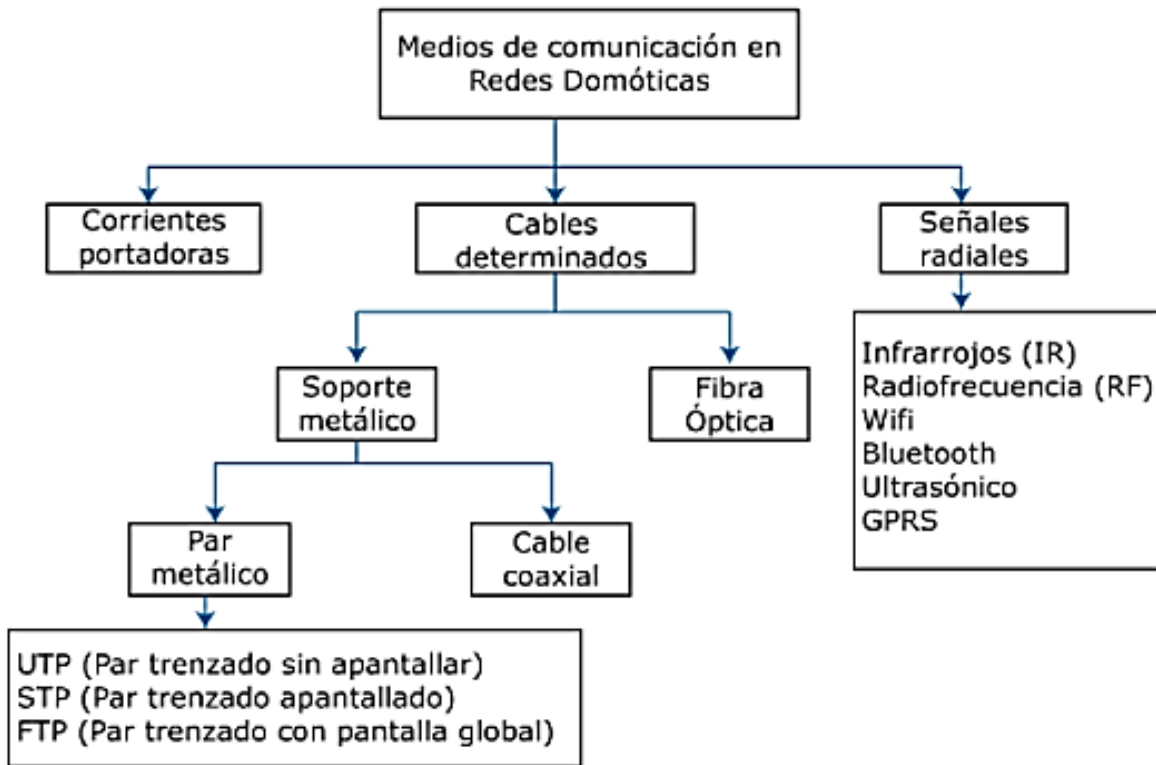
Red de bajo nivel adecuada para conectar dispositivos simples como sensores fotoeléctricos, sensores magnéticos, pulsadores, etc., y dispositivos de alto nivel (PLC, controladores, computadores, HMI, entre otros). Provee información adicional sobre el estado de la red, que será desplegada en la interfaz. (Revista ElectroIndustria, s. f.)

### ***C. Medios de Comunicación en redes domésticas***

Según el libro *Instalaciones Domóticas* del autor C. Tobajas, los medios de comunicación utilizados en los sistemas domóticos tienen como función intercambiar información (voz, datos e imágenes) entre los diferentes dispositivos que componen la red.

En una misma red se puede combinar más de un medio de comunicación, y se deberá cumplir con una serie de requisitos con la finalidad de obtener una buena comunicación con todos los terminales de la red.

Los medios de comunicación más utilizados en una instalación domótica son los siguientes (ver Ilustración 71):



*Ilustración 71: medios de comunicación en redes domésticas.*

### **1. Corrientes portadoras**

Este medio de comunicación se caracteriza por la utilización de la red de alimentación de energía (red eléctrica) para la transmisión de datos. La información es enviada por una señal modulada y codificada a una frecuencia determinada, que es captada por los terminales de la instalación. Para evitar interferencias de la red eléctrica y el exterior de la vivienda en la comunicación de datos se deberán colocar filtros.

A diferencia de los otros medios de comunicación, este sistema es muy fácil de implantar debido a que el soporte de comunicación son los cables de alimentación y esto conlleva un nulo coste de la instalación y facilidad de conexión. Como inconveniente se debe mencionar que la velocidad de transmisión es muy baja y sensible a las inducciones electromagnéticas.

## **2. Cables determinados**

Los cables son el medio físico de transmisión más utilizado en los sistemas domóticos, siempre y cuando la distancia a cubrir no sea muy grande y la capacidad no sea elevada, en estos casos se utilizaría otro medio como el de señales radiales.

Las instalaciones de las redes domesticas actuales, posee un porcentaje muy elevado de cables como medio de transmisión de las señales eléctricas. Pero se tiene que diferenciar entre cables de soporte metálico y la fibra óptica.

### **2.1. Soporte metálico**

La información se transmite a través del cable en forma de ondas electromagnéticas, es decir, en corrientes eléctricas de baja frecuencia. El metal utilizado casi siempre es cobre, debido a que posee una buena conductividad con un coste razonable.

La información se transmite por medio de señales a frecuencias muy bajas y a baja tensión suele ser inferior a los 50 V. En este grupo podemos englobar el par metálico y el cable coaxial.

#### **2.1.1. Par metálico**

Los cables formados o compuestos por varios conductores proporcionan un amplio rango de aplicaciones en una instalación, se caracterizan por la capacidad de poder transportar información (datos y voz), aparte de corriente continua.

Los tipos de conductores más usuales son:

- ✓ Cables formados por un solo conductor con una envolvente de plástico, como por ejemplo para la transmisión de señales telefónicas.
- ✓ Par de cables, que están compuestos por un arrollamiento en forma de espiral de más de un hilo de cobre.
- ✓ Par trenzado, compuesto por dos hilos conductores aislados entre sí y trenzados el uno alrededor del otro en forma de malla. El trenzado es un medio para prevenir de interferencias electromagnéticas. Se utilizan para la transmisión de datos (RJ-45 redes de ordenadores).
- ✓ Par apantallado, formado por dos conductores recubiertos por un trenzado conductor en forma de malla o un tubo metálico,



que actúa de jaula de Faraday para evitar el acople de ruidos y otras interferencias, tanto del entorno hacia el cable, como del cable al entorno. Se utilizan para la distribución de datos y sonido y a la vez evitar diafonía.

De la combinación de las anteriores cualidades, puede encontrarse los siguientes tipos de cables:

- ✓ **UTP Par Trenzado sin Apantallar:** este cable está compuesto por pares de cables trenzados entre sí y recubiertos de materiales aislantes. Se debe mencionar que es sensible a las interferencias y son propensos a generar más errores que otros tipos; tienen limitaciones para trabajar a grandes distancias.
- ✓ **FTP Par Trenzado con Pantalla Global:** se caracteriza por disponer de una pantalla formada de papel de aluminio en vez de una malla de cobre, la cual proporciona una protección frente a interferencias y reduce su diámetro y precio en comparación con el STP.
- ✓ **STP Par Trenzado Apantallado (*Shielded Twisted Pair*):** es un cable de par trenzado similar al UTP, con la diferencia de que cada par tiene una pantalla protectora, además de tener una lámina externa de aluminio o de cobre trenzado alrededor del conjunto de pares, diseñada para reducir la absorción del ruido eléctrico.

### 2.1.2. Cable coaxial

Es un cable de transmisión de datos que se compone de dos conductores que se orientan de forma coaxial y separados por una capa de aislamiento dieléctrico.

La estructura de un cable coaxial típico se basaría en un núcleo compuesto de un alambre de metal rodeado por un aislante llamado dieléctrico. Dicho aislamiento está protegido por una malla metálica (lámina o trenza) y todo el cable entero está envuelto en una cubierta externa protectora, resguardando así el cable de la humedad y las impurezas.

El cable coaxial se ha diseñado para transportar señales de alta frecuencia y para protegerlas frente a las interferencias electromagnéticas de fuentes externas.

## **2.2. Fibra óptica**

La fibra óptica es un medio que permite la transmisión de datos en forma de pulsos de luz. Se utiliza específicamente en telecomunicaciones y redes de datos digitales.

Por medio de ellas se puede enviar gran volumen de información a gran distancia y a una velocidad mayor que con un cable tradicional. De esta manera se permite una mayor capacidad de transmisión, mayor seguridad, menor consumo eléctrico y menor inversión.

### **▪ Conversión electroóptica**

Para la utilización de la fibra óptica la señal eléctrica se transforma en luminosa mediante un diodo LED o Láser y, modulada en forma de pulsos, se transmite a través del núcleo hasta el receptor, donde es reconvertida de nuevo en eléctrica, sin que haya una gran pérdida de potencia.

## **3. Señales radiales**

Una onda de radio es una perturbación física producida por un intercambio energético producido por fuerzas eléctricas y magnéticas que cambian periódicamente, desplazándose con el tiempo. Las ondas pueden originarse a partir de una corriente eléctrica variable que circula por un conductor que comúnmente denominamos antena, y a partir del cual se emiten las ondas de radio. De entre los tipos distintos de señales radiales, se destacan las siguientes:

### **3.1. Infrarrojos**

El infrarrojo requiere de una comunicación lineal entre transmisor y receptor, lo que hace impredecible su efectiva transmisión. La frecuencia no permite la penetración de la señal a través de paredes. La comunicación con infrarrojo siempre será de uno a uno, y no permitiendo la configuración de un punto con multipunto.

### **3.2. Radiofrecuencia**

El término se aplica para definir una parte del espectro electromagnético. Concretamente, la parte con menos energía de este. La transmisión de las ondas se produce al generar una corriente a través de un conductor, y se recibe con una antena. El ejemplo más claro es el de una estación de radio y un aparato receptor, como el radio de un automóvil.

### **3.3. Wi-Fi**

La manera típica de conectar una red Wi-Fi para proporcionar acceso a internet de los distintos dispositivos inalámbricos de su entorno es a través de un modem-router con AP (del inglés *Access Point* o Punto de Acceso en español), que se conecta, por una parte, a la red de acceso fijo, y por otra, los dispositivos se pueden conectar bien por radio o por cable RJ45 (cable para ethernet).

### **3.4. Bluetooth**

Bluetooth es una tecnología radio de corto alcance, pero muy apropiada para la comunicación entre dispositivos sin el uso de cables, que sustituye a otras, como puede ser la de infrarrojos, con gran efectividad, en comunicaciones en distancias cortas, tanto en el área de trabajo como en los espacios públicos.

### **3.5. Ultrasonido**

La transmisión de datos mediante ondas de sonido inaudible (ultrasonidos) permite que dos o más dispositivos provistos de micrófono y altavoz se comuniquen entre sí, sin necesidad de tecnologías de conectividad como Wi-Fi, bluetooth o NFC (*Near-field Communication* o en español Comunicación de Campo Cercano).

### 3.6. GPRS

GPRS significa en inglés *General Packet Radio Service* (Servicio General de Paquetes Vía Radio) y es una extensión mejorada del GSM (*Global System for Mobile communications* o en español Sistema Global para las Comunicaciones Móviles). Permite la mensajería instantánea, los Servicios de Mensajes Cortos (conocidos como SMS, que viene del inglés *Short Message Service*) y Servicios de Mensaje Multimedia (conocido como MMS, que viene del inglés *Multimedia Message Service* o Servicio de Mensajes Multimedia) y de correo electrónico y que se esté "siempre conectado", entre otras cosas. Proporciona una cobertura inalámbrica completa y velocidades de transferencia de entre 56 a 114 Kbps (kilobits por segundo). (Tobajas García, 2014)

#### 3.3.5. LOGO Soft Comfort

Acorde con en el documento *Ayuda en pantalla de LOGO!Soft Comfort* del autor corporativo SIEMENS, el programa Logo! Soft Comfort resulta ser una herramienta muy fácil de utilizar, con una interfaz de usuario gráfica y simulación que aporta al usuario una configuración muy fácil y sin ningún tipo de problemas.

LOGO! Soft Comfort ofrece tres métodos para crear programas:

- **Esquema de contactos (KOP):** el editor de programas KOP está pensado para usuarios familiarizados con el diseño de programas.
- **Diagrama de funciones (FUP):** el editor de programas FUP está pensado para usuarios familiarizados con los cuadros lógicos del álgebra booleana.
- **Función personalizada (UDF):** una UDF es un esquema lógico de conexiones de un grupo de bloques de función y puede utilizarse como bloque de función en un FUP.

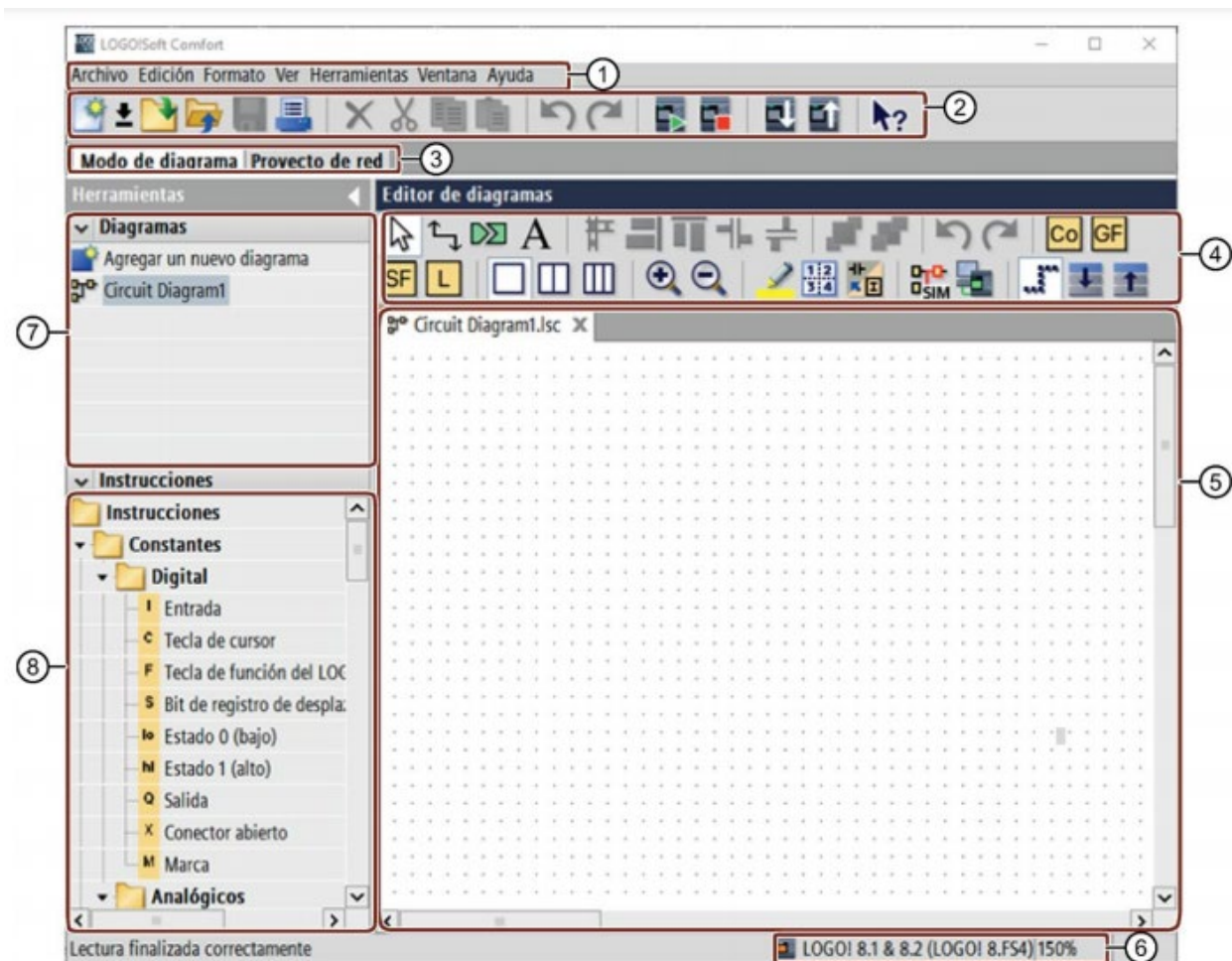
##### 3.3.5.1. Descripción general de la interfaz de usuario

###### A. Interfaz de programación

Al abrir el modo de programa de LOGO! Soft Comfort, aparece un esquema de conexiones vacío. La mayor parte de la pantalla la ocupa el área

dedicada a la creación de programas. Esta área se denomina interfaz de programación.

En ella se disponen los botones y las combinaciones lógicas del programa. Para no perder la vista de conjunto, especialmente en el caso de programas grandes, en los extremos inferior y derecho de la interfaz de programación se dispone de barras de desplazamiento que permiten mover el programa en sentido horizontal y vertical.



- ① Barra de menús
- ② Barra de herramientas "Estándar"
- ③ Barra de modo
- ④ Barra de herramientas "Herramientas"
- ⑤ Interfaz de programación
- ⑥ Barra de estado
- ⑦ Árbol de esquemas
- ⑧ Árbol de operaciones

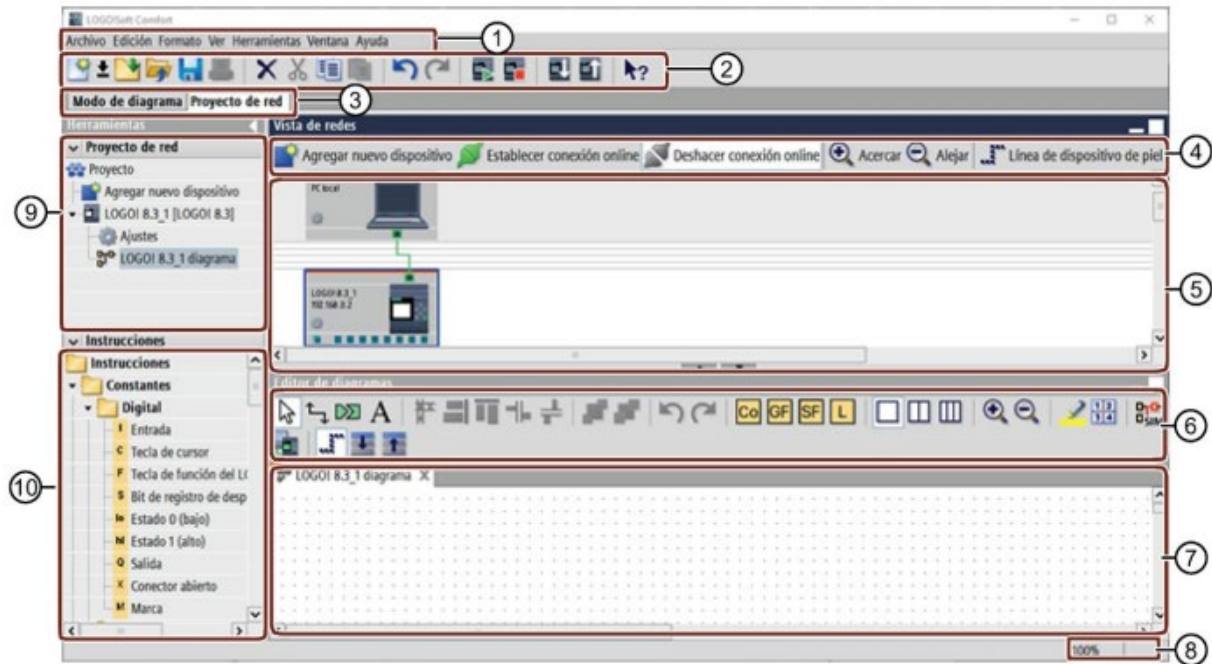
*Imagen 54: elementos de la interfaz de programación de LOGO! Soft Comfort.*

## ***B. Interfaz del proyecto***

Al abrir el modo de proyecto de LOGO! Soft Comfort, aparece la interfaz de usuario vacía. Después de seleccionar y agregar un nuevo dispositivo en el proyecto, LOGO! Soft Comfort activa el recuadro del editor de esquemas.

LOGO! Soft Comfort muestra una vista de red en la interfaz del proyecto en la que aparecen los dispositivos y las conexiones de red. El editor de esquemas muestra los bloques de programa y las combinaciones lógicas del programa. En un principio, el programa está vacío.

Para no perder la vista de conjunto, especialmente en el caso de proyectos y programas grandes, en los extremos inferior y derecho de la vista de red y la interfaz de programación se dispone de barras de desplazamiento que permiten mover el programa en sentido horizontal y vertical.



- |   |  |
|---|--|
| ① Barra de menús                          | ⑥ Barra de herramientas "Herramientas" |
| ② Barra de herramientas "Estándar"        | ⑦ Interfaz de programación             |
| ③ Barra de modo                           | ⑧ Barra de estado                      |
| ④ Barra de herramientas "Conexión en red" | ⑨ Árbol de dispositivos                |
| ⑤ Vista de red                            | ⑩ Árbol de operaciones                 |

Imagen 55: elementos de la interfaz de Vista de red e Interfaz de programación.

Una vez programado el Logo! Soft Comfort, se dispone de un simulador para poder observar si el programa que se ha elaborado tiene un correcto o deseado funcionamiento.

### ***C. Barra de herramientas "Estándar"***

La barra de herramientas "Estándar" (está situada encima de la interfaz de programación. Inicialmente, LOGO! Soft Comfort muestra una barra de herramientas "Estándar" reducida a las funciones esenciales.

La barra de herramientas "Estándar" proporciona acceso directo a las principales funciones de LOGO! Soft Comfort.





Esta área se denomina interfaz de programación. En ella se disponen los botones y las combinaciones lógicas del programa. El árbol de esquemas y el árbol de operaciones se encuentran en la parte izquierda de la interfaz de programación

### ***F. Árbol de esquemas***

Los esquemas se gestionan en el árbol de esquemas. Dicho árbol lista todos los esquemas que se han creado o abierto recientemente. Para pasar a un esquema solo hay que hacer doble clic en su nombre en el árbol de esquemas.

### ***G. Árbol de operaciones***

El árbol de operaciones contiene en orden jerárquico de todos los elementos que permiten crear un programa.

### ***H. Editor de esquemas***

El editor de esquemas es el área de trabajo del programa. Muestra todos los programas abiertos y los que se han creado recientemente. Para pasar a un programa concreto solo hay que hacer clic en su título en la parte superior del editor. Existe la posibilidad de visualizar dos o tres programas simultáneamente, dividiendo el área de trabajo en dos o tres ventanas.

### ***I. Proyecto de red***

En el modo de proyecto es posible configurar un proyecto de red y administrar el programa. La mayor parte de la pantalla la ocupa el área dedicada a la configuración de la red. Esta área se denomina vista de red.

Cuando se agrega un dispositivo a la red, LOGO! Soft Comfort crea automáticamente un esquema de conexiones nuevo. El árbol del proyecto de red y el árbol de operaciones se encuentran en la parte izquierda de la interfaz de programación.

## ***J. Vista de red***

La vista de red es el área de trabajo para configurar la red y muestra todos los dispositivos que se han agregado a la red. En la vista de red es posible agregar y borrar dispositivos, configurar los ajustes de cada dispositivo y establecer conexiones Ethernet. (SIEMENS, 2020)

### ***3.3.6. LOGO Web Editor***

Según el documento *LOGO! Web Editor Online Help* del autor corporativo SIEMENS, el editor web se ha diseñado para que su manejo sea fácil, sin necesidad de conocimientos adicionales de HTML, por ejemplo. La biblioteca de elementos de visualización y funcionamiento permite un inicio rápido. También se pueden crear más elementos y añadirlos a la biblioteca fácilmente.

LOGO! Web Editor se utiliza junto con LOGO! Base Module. (BM) y LOGO! Soft Comfort.

Esta herramienta ayuda a crear páginas web definidas por el usuario en el panel Editor y ver visualmente todo el proyecto a través del servidor web de LOGO! Base Module.

Con LOGO! Web Editor es posible:

- Integrar convenientemente diferentes componentes, incluidas algunas variables.
- Personalizar páginas web individuales.

#### ***3.3.6.1. Interfaz de usuario***

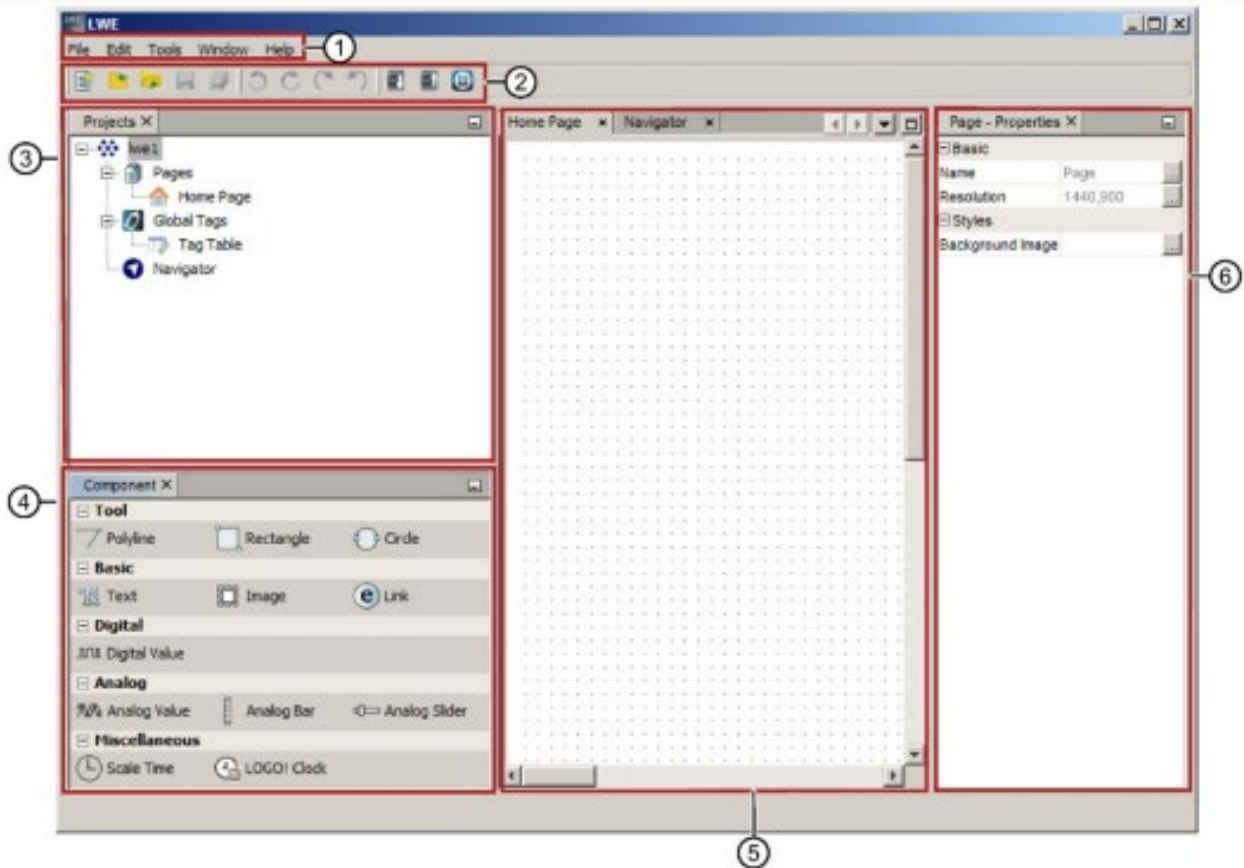
##### ***A. Descripción general***

LOGO! Web Editor comienza con un panel vacío para el proyecto. Cuando se crea un nuevo proyecto, la interfaz de usuario aparece de la siguiente manera:

- Aparece un nuevo proyecto en el árbol del proyecto.
- El panel de componentes contiene toda la información del componente.

- ➔ Una ventana vacía para la página de inicio en el panel Editor.
- ➔ El panel de propiedades contiene la información de propiedades de la página de inicio.

El lado derecho y la parte inferior del panel del editor contiene barras de desplazamiento, que pueden utilizarse para el desplazamiento vertical y horizontal del proyecto.



- ① Menu bar
- ② Standard toolbar
- ③ Project tree pane
- ④ Component pane
- ⑤ Editor pane
- ⑥ Property pane

*Imagen 58: elementos de la interfaz de LOGO! Web Editor.*

## **B. Barra de menús (Menu Bar)**

La ventana del editor web contiene la barra de menú en la parte superior. Con ella es posible:

- Encontrar varios comandos para editar y administrar sus proyectos, así como funciones para definir la configuración predeterminada y transferir el proyecto hacia y desde LOGO!
- La barra de menú contiene algunas funciones de edición para el proyecto y proporciona acceso a la ayuda contextual.

Los distintos tipos de menú de la *Barra de menús* son los siguientes:

- 1) Menú Archivo.
- 2) Menú Editar.
- 3) Menú de Herramientas.
- 4) Menú de Ventana.
- 5) Menú de Ayuda.

Por consiguiente, se describirán cada uno de los menús que pertenecen a esta barra.

### **1) Menú Archivo**

El comando del menú Archivo contiene comandos para la gestión de archivos. También se incluyen comandos para crear, guardar o salir, tales como:

- Nuevo proyecto.
- Abrir proyecto.
- Cerrar proyecto.
- Guardar.
- Guardar todo.
- Guardar como.
- Salir.

### **2) Menú Editar**

El menú Editar proporciona comandos para editar su proyecto. La barra de herramientas contiene algunas de los comandos básicos para crear y editar proyectos, tales como:

- Girar a la derecha.
- Girar a la izquierda.
- Rehacer.
- Deshacer.
- Seleccionar todo.
- Traer al frente.
- Enviar al fondo.
- Copiar.
- Pegar.
- Eliminar

### 3) Menú de Herramientas

El menú de herramientas proporciona los siguientes comandos de menú:

- Descargar.
- Cargar.
- Implementar en tarjeta SD (viene del inglés *Secure Digital card* o en español Tarjeta Digital Segura).
- Opciones.

### 4) Menú Ventana

Desde el menú Ventana, es posible organizar las ventanas del proyecto en el escritorio. Y mostrar el panel del árbol del proyecto, el panel de componentes, el panel del editor y el panel de propiedades en el escritorio.

Están disponibles las siguientes opciones de ventana:

- Proyecto.
- Propiedades.
- Componente.

### 5) Menú de Ayuda

Este menú proporciona ayuda e información sobre LOGO! Editor web, mediante los siguientes comandos de menú:

- Página de inicio.
- Contenido de la ayuda.
- Acerca de.

### ***C. Barra de herramientas Estándar (Standar Toolbar)***

La barra de herramientas estándar aparece encima del árbol del proyecto y la interfaz del panel Editor. Inicialmente, LOGO! Web Editor muestra una barra de herramientas estándar reducida que solo proporciona funciones esenciales.

Después de abrir un proyecto para editarlo, puede verse la barra de herramientas estándar completa.

#### **➔ Descripción general de la barra de herramientas estándar:**

Los iconos de la barra de herramientas estándar proporcionan acceso rápido a los comandos que también están disponibles en el menú.

En LOGO! Web Editor, puede usarse la función de mouse sobre el botón para mostrar el nombre del icono, que representa la información sobre herramientas. Esto ayuda a recordar rápidamente la función del icono, sin llamar al menú ni a la ayuda.

Los siguientes comandos se encuentran en la barra de herramientas estándar (ver [Imagen 59](#) e [Imagen 60](#)):



*Imagen 59: barra de herramientas estándar de LOGO! Web Editor.*

Donde se tiene que:

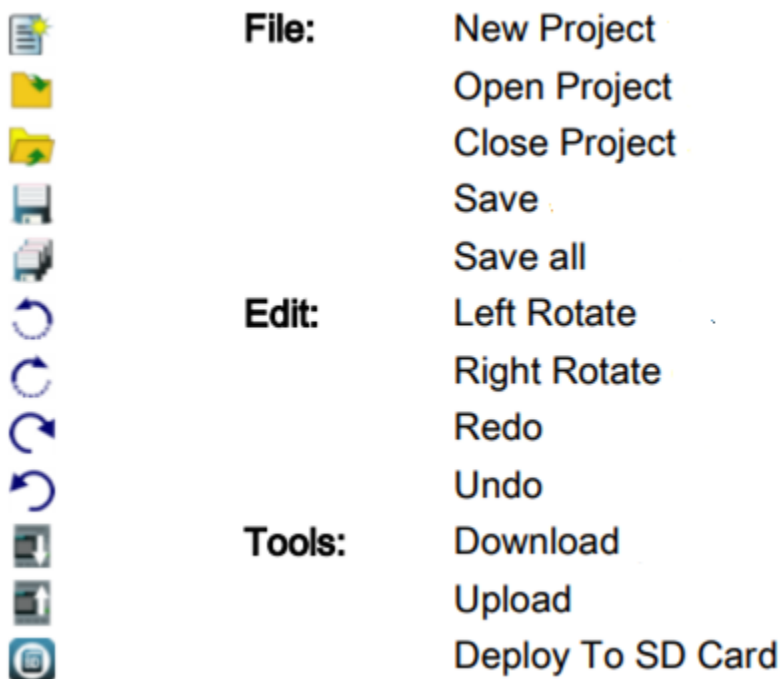


Imagen 60: comandos de la barra de herramientas estándar de LOGO! Web Editor.

### ***D. Panel de componentes***

En el panel de componentes, de acuerdo con las diferentes funciones, todos los componentes pueden ser clasificados en cinco segmentos: Herramienta, Básico, Digital, Analógico y varios.

#### **➤ Herramienta:**

La herramienta se usa generalmente para editar gráficos básicos.

La herramienta contiene las siguientes selecciones:

- ✓ Polilínea.
- ✓ Rectángulo.
- ✓ Círculo.

### ➤ **Básico:**

Básico se usa generalmente para agregar textos, imágenes y enlaces en en el proyecto.

Básico contiene las siguientes selecciones:

- ✓ Texto.
- ✓ Imagen.
- ✓ Enlace.

### ➤ **Digital:**

Valor digital se utiliza para presentar visualmente el valor digital "0" y "1".

Valor digital solo contiene una selección: pues se utiliza cuando se desee presentar el valor digital "0" y "1" visualmente. "0" es para "estado desactivado" y "1" es para "estado activado"

### ➤ **Análoga:**

El valor analógico se utiliza para editar visualmente la variable analógica.

La variable analógica contiene las siguientes selecciones que puede utilizarse:

- ✓ Valor analógico.
- ✓ Barra analógica.
- ✓ Control deslizante analógico.

### ➤ **Otras configuraciones:**

Se utilizan para otras funciones y contienen dos selecciones:

- ✓ *Escala de tiempo o Scale Time.*
- ✓ LOGO! (SIEMENS, 2019)



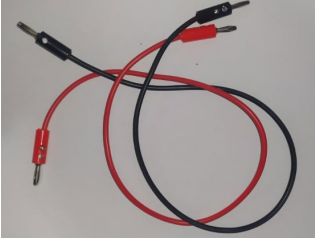



**CAPÍTULO III**  
**DISEÑO Y DESARROLLO DEL**  
**PROTOTIPO PROPUESTO**


#### 4. Componentes principales y accesorios

A continuación, se muestra una tabla donde se exponen los principales componentes utilizados en la fabricación del módulo entrenador de domótica:

No.	Imagen del componente o accesorio	Descripción				
1		<b>Nombre:</b>	Módulo Lógico Inteligente.	<b>Marca:</b>	SIEMENS	
		<b>Modelo:</b>	230RC/6ED1052-1FB08-OBA0	<b>Serie:</b>	N/D	
		<b>Accesorios:</b>	N/A			
		<b>Función:</b>	Controlador de módulo entrenador de domótica 120 V <sub>AC</sub> .			
2		<b>Nombre:</b>	Expansión digital.	<b>Marca:</b>	SIEMENS	
		<b>Modelo:</b>	LOGO! DM8 230R/6ED1055-1FB00-OBA2	<b>Serie:</b>	N/D	
		<b>Accesorios:</b>	N/A			
		<b>Función:</b>	Aumentar capacidad de entradas y salidas digitales del controlador 120 V <sub>AC</sub> .			
3		<b>Nombre:</b>	Fotocelda.	<b>Marca:</b>	FIMEX	
		<b>Modelo:</b>	LC2000C	<b>Serie:</b>	N/A	
		<b>Accesorios:</b>	Base para instalación.			
		<b>Función:</b>	Detención de luminosidad para encendido y apagado de luminarias 120 V <sub>AC</sub> /240 V <sub>AC</sub> - 15 A.			
4		<b>Nombre:</b>	Tomacorriente triple, polarizado.	<b>Marca:</b>	EAGLE	
		<b>Modelo:</b>	N/D	<b>Serie:</b>	N/A	
		<b>Accesorios:</b>	N/A			
		<b>Función:</b>	Conexión de suministro eléctrico doméstico 120 V <sub>AC</sub> /15 A.			

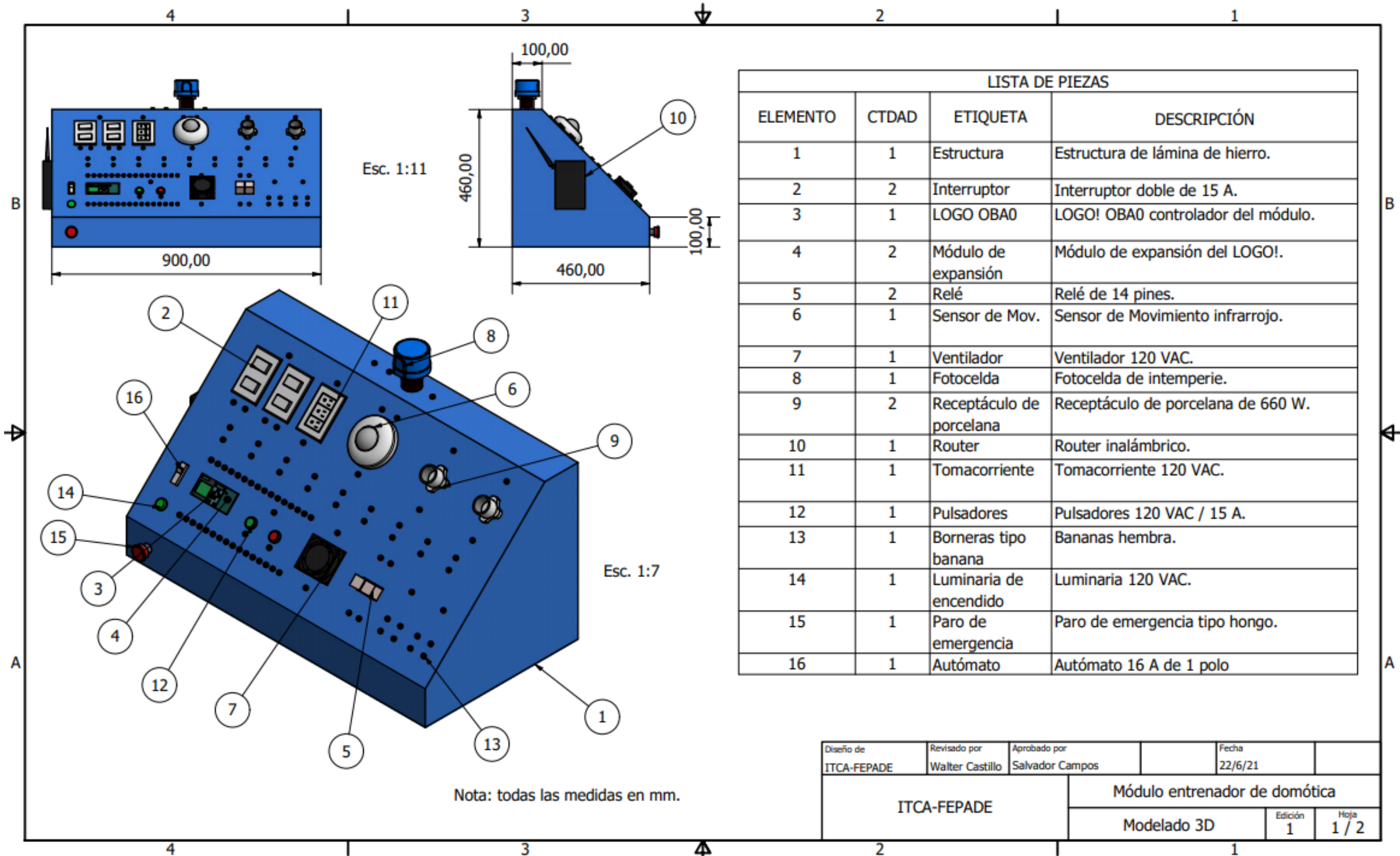
No.	Imagen del componente o accesorio.	Descripción				
5		<b>Nombre:</b>	Sensor de movimiento.	<b>Marca:</b>	FIMEX	
		<b>Modelo:</b>	9707	<b>Serie:</b>	N/A	
		<b>Accesorios:</b>	N/A			
		<b>Función:</b>	Interruptor eléctrico con activación por movimiento a 120 V <sub>AC</sub> - 800 W.			
6		<b>Nombre:</b>	Interruptor Doble.	<b>Marca:</b>	EAGLE	
		<b>Modelo:</b>	N/A	<b>Serie:</b>	N/A	
		<b>Accesorios:</b>	N/A			
		<b>Función:</b>	Interrupción de conexiones eléctricas 120 V <sub>AC</sub> - 15 A.			
7		<b>Nombre:</b>	Luminaria LED.	<b>Marca:</b>	Westinghouse.	
		<b>Modelo:</b>	38944 A60	<b>Serie:</b>	N/A	
		<b>Accesorios:</b>	N/A			
		<b>Función:</b>	Luminaria LED, 120 V <sub>AC</sub> - 9 W.			
8		<b>Nombre:</b>	Bornes de conexión de bananas (Hembra).	<b>Marca:</b>	S/M	
		<b>Modelo:</b>	N/A	<b>Serie:</b>	N/A	
		<b>Accesorios:</b>	N/A			
		<b>Función:</b>	Conexión eléctrica entre dispositivos.			

No.	Imagen del componente o accesorio.	Descripción				
9		<b>Nombre:</b>	Cables de conexión de bananas (Macho).	<b>Marca:</b>	S/M	
		<b>Modelo:</b>	N/A	<b>Serie:</b>	N/A	
		<b>Accesorios:</b>	N/A			
		<b>Función:</b>	Conexión eléctrica entre dispositivos.			
10		<b>Nombre:</b>	Cable Ethernet.	<b>Marca:</b>	S/M	
		<b>Modelo:</b>	N/A	<b>Serie:</b>	N/A	
		<b>Accesorios:</b>	N/A			
		<b>Función:</b>	Conexión de datos entre router y controlador del módulo.			
11		<b>Nombre:</b>	Receptáculo de porcelana.	<b>Marca:</b>	EAGLE	
		<b>Modelo:</b>	K117/4150	<b>Serie:</b>	N/A	
		<b>Accesorios:</b>	N/A			
		<b>Función:</b>	Colocación de luminarias a 120 V <sub>AC</sub> - 660 W.			
12		<b>Nombre:</b>	Base para relés de 14 pines.	<b>Marca:</b>	HF	
		<b>Modelo:</b>	18FF-4Z-C1	<b>Serie:</b>	N/A	
		<b>Accesorios:</b>	N/A			
		<b>Función:</b>	Base para colocación del relé.			

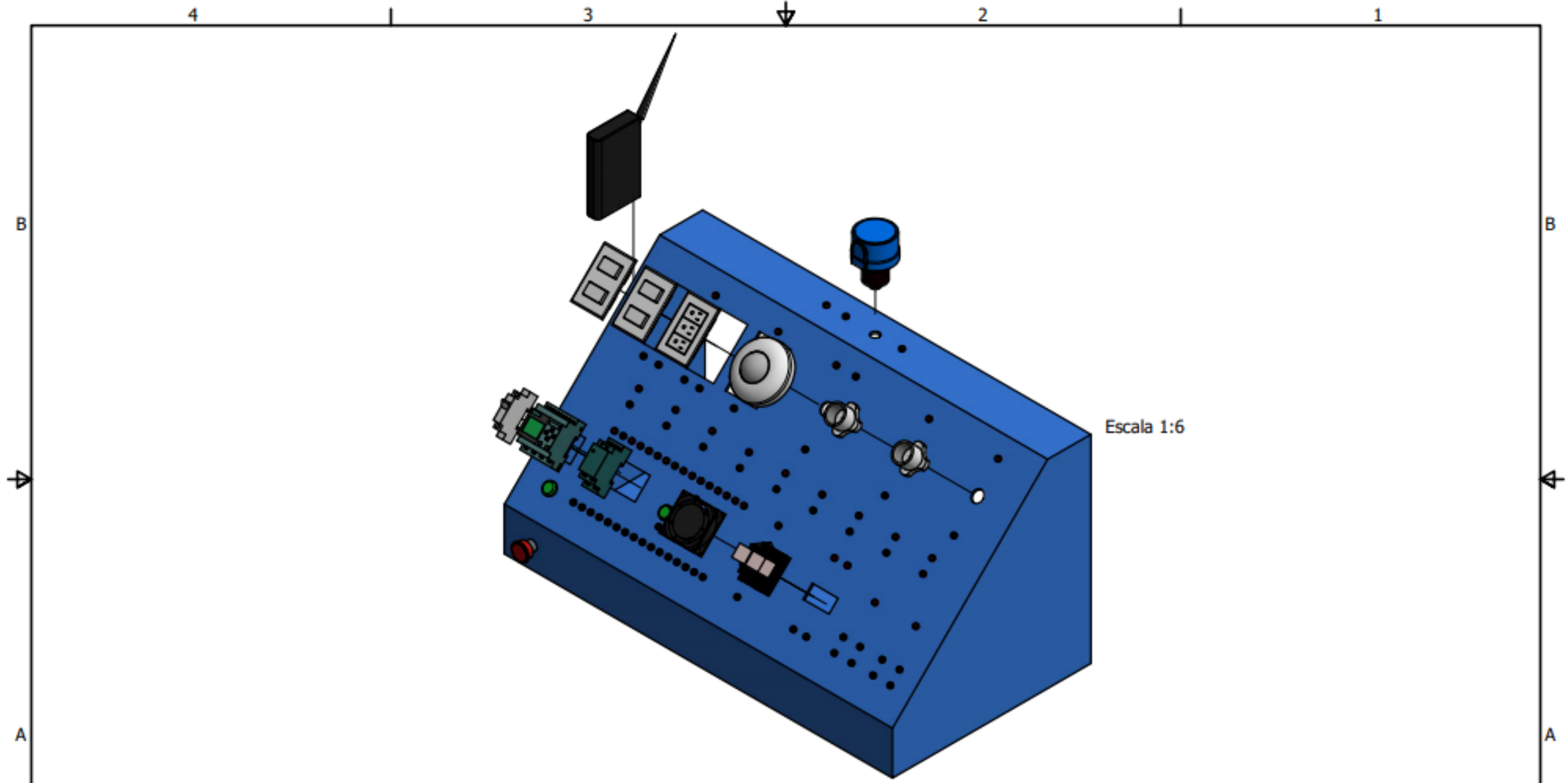
No.	Imagen del componente o accesorio.	Descripción				
13		<b>Nombre:</b>	Relé de 14 pines.	<b>Marca:</b>	Techman	
		<b>Modelo:</b>	RK-110	<b>Serie:</b>	N/A	
		<b>Accesorios:</b>	N/A			
		<b>Función:</b>	Relé electromecánico de 14 pines con 4 juegos de contactos a 120 V <sub>AC</sub> - 15 A, bobina 120 V <sub>AC</sub> .			
14		<b>Nombre:</b>	Router.	<b>Marca:</b>	NEXXT	
		<b>Modelo:</b>	ARNO1154U2	<b>Serie:</b>	1154U21111100484	
		<b>Accesorios:</b>	Fuente 9 V <sub>DC</sub> - 0.6 A.			
		<b>Función:</b>	Instalar la red WLAN para el módulo entrenador de domótica.			
15		<b>Nombre:</b>	Ventilador.	<b>Marca:</b>	Techman	
		<b>Modelo:</b>	VN-382	<b>Serie:</b>	N/A	
		<b>Accesorios:</b>	Rejilla de protección 3.1 in X 3.1 in.			
		<b>Función:</b>	Impulsión de aire con 120 V <sub>AC</sub> - 140 mA.			
16		<b>Nombre:</b>	Pulsador NO.	<b>Marca:</b>	ABB	
		<b>Modelo:</b>	MP1-60G10	<b>Serie:</b>	N/A	
		<b>Accesorios:</b>	Contacto NO, tuerca de sujeción.			
		<b>Función:</b>	Conecta el suministro eléctrico mecánicamente, mientras se mantiene presionado, 120 V <sub>AC</sub> - 15 A.			

No.	Imagen del componente o accesorio.	Descripción				
17		<b>Nombre:</b>	Pulsador NC.	<b>Marca:</b>	ABB	
		<b>Modelo:</b>	MP1-60R10	<b>Serie:</b>	N/A	
		<b>Accesorios:</b>	Contacto NC, tuerca de sujeción.			
		<b>Función:</b>	Desconecta el suministro eléctrico mecánicamente, mientras se mantiene presionado, 120 V <sub>AC</sub> - 15 A.			
18		<b>Nombre:</b>	Pulsador de plástico tipo hongo, paro de emergencia	<b>Marca:</b>	CHINT	
		<b>Modelo:</b>	NP8	<b>Serie:</b>	N/A	
		<b>Accesorios:</b>	Contacto NC, tuerca de sujeción.			
		<b>Función:</b>	Abre mecánicamente los contactos del circuito al ser presionado y se gira para su rearme, 120 V <sub>AC</sub> - 15 A.			
19		<b>Nombre:</b>	Autómata 16 A.	<b>Marca:</b>	Bticino	
		<b>Modelo:</b>	FN81CE16	<b>Serie:</b>	N/A	
		<b>Accesorios:</b>	N/A			
		<b>Función:</b>	Realiza una interrupción termomagnética durante algún cortocircuito, 16 A			

5. Planos de conjunto y modelado 3D del prototipo



### 6. Plano explosivo del prototipo



Escala 1:6

Diseño de ITCA-FEPADE	Revisado por Walter Oswaldo	Aprobado por Salvador Campos	Fecha 22/6/21
ITCA-FEPADE		Módulo entrenador de domótica	
		Plano explosivo	Edición 1
		Hoja 2 / 2	



## **7. Descripción del funcionamiento**

El módulo entrenador de domótica cuenta con un suministro eléctrico a un voltaje de 120 V<sub>AC</sub>; este, posee como controlador programable un LOGO! 230RC y su expansión LOGO! DM8 230R. En conjunto, cuenta con 12 entradas digitales y 8 salidas digitales, las cuales se encuentran conectadas a terminales tipo banana, facilitando su uso didáctico.

Al momento de alimentar el controlador LOGO!, este permitirá acceder a muchísimas funciones y posibilidades de aplicación en conjunto a los elementos integrados al módulo, además de proveer la posibilidad al usuario de interactuar con todos los dispositivos del módulo por medio del Servidor Web. El módulo se encuentra equipado con una memoria microSD de 2 GB, que permite el almacenamiento de diversas configuraciones y programas que se realicen en él.

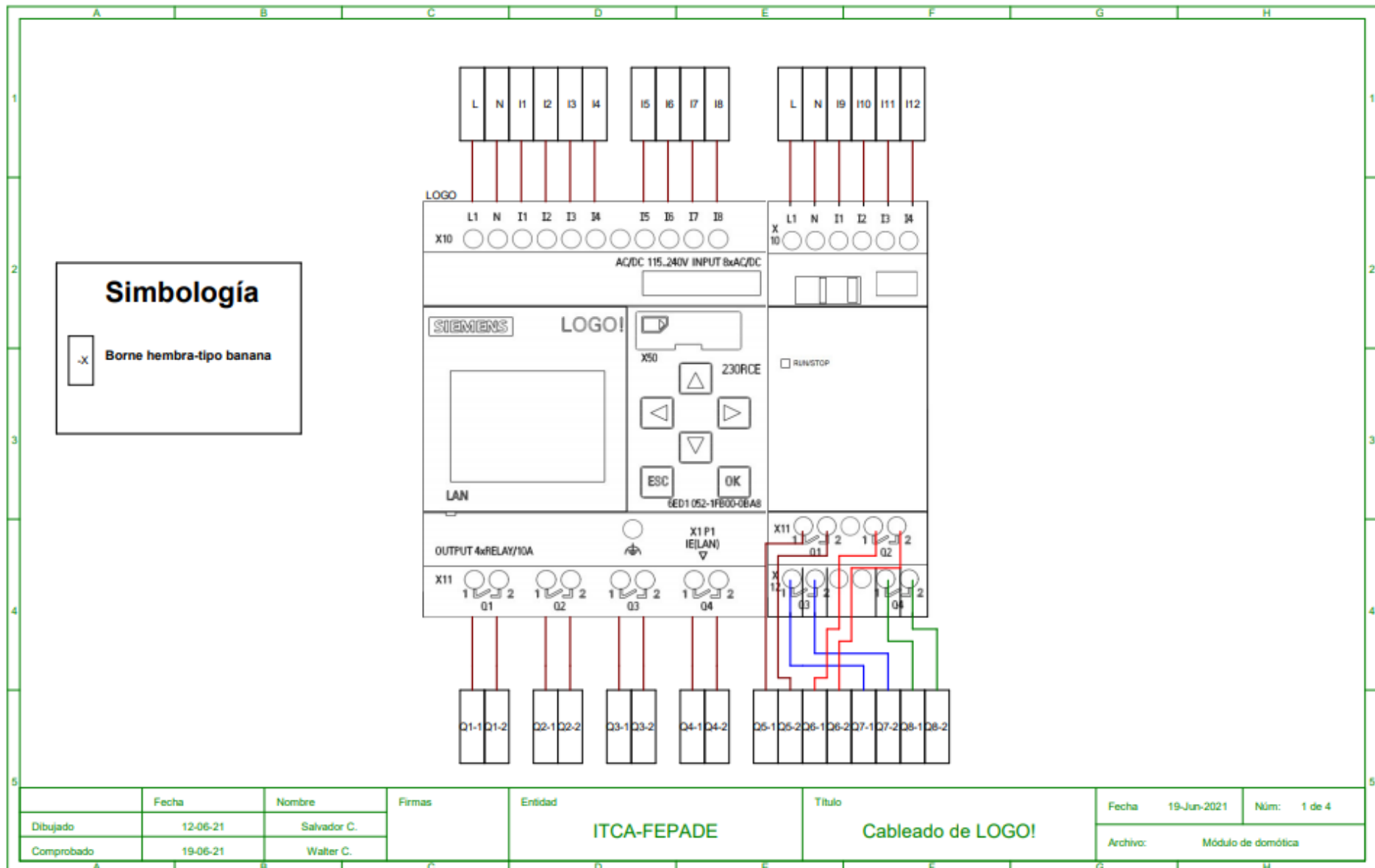
Este módulo entrenador se caracteriza por su versátil funcionamiento, pues consta de diversos instrumentos y elementos que están debidamente conectados e identificados para ser utilizados durante las prácticas de laboratorio de domótica. Debido a que en el módulo se cuenta desde interruptores, tomacorrientes y luminarias hasta sensores de infrarrojos y fotoeléctricos, se tiene la posibilidad de conectar y programar libremente, según las indicaciones del facilitador o de acuerdo con la aplicación que se requiera en su momento de utilización; esta característica, convierte al módulo entrenador de domótica en la mejor herramienta disponible para la formación técnica de estudiantes de mecatrónica en esta rama de la automatización.

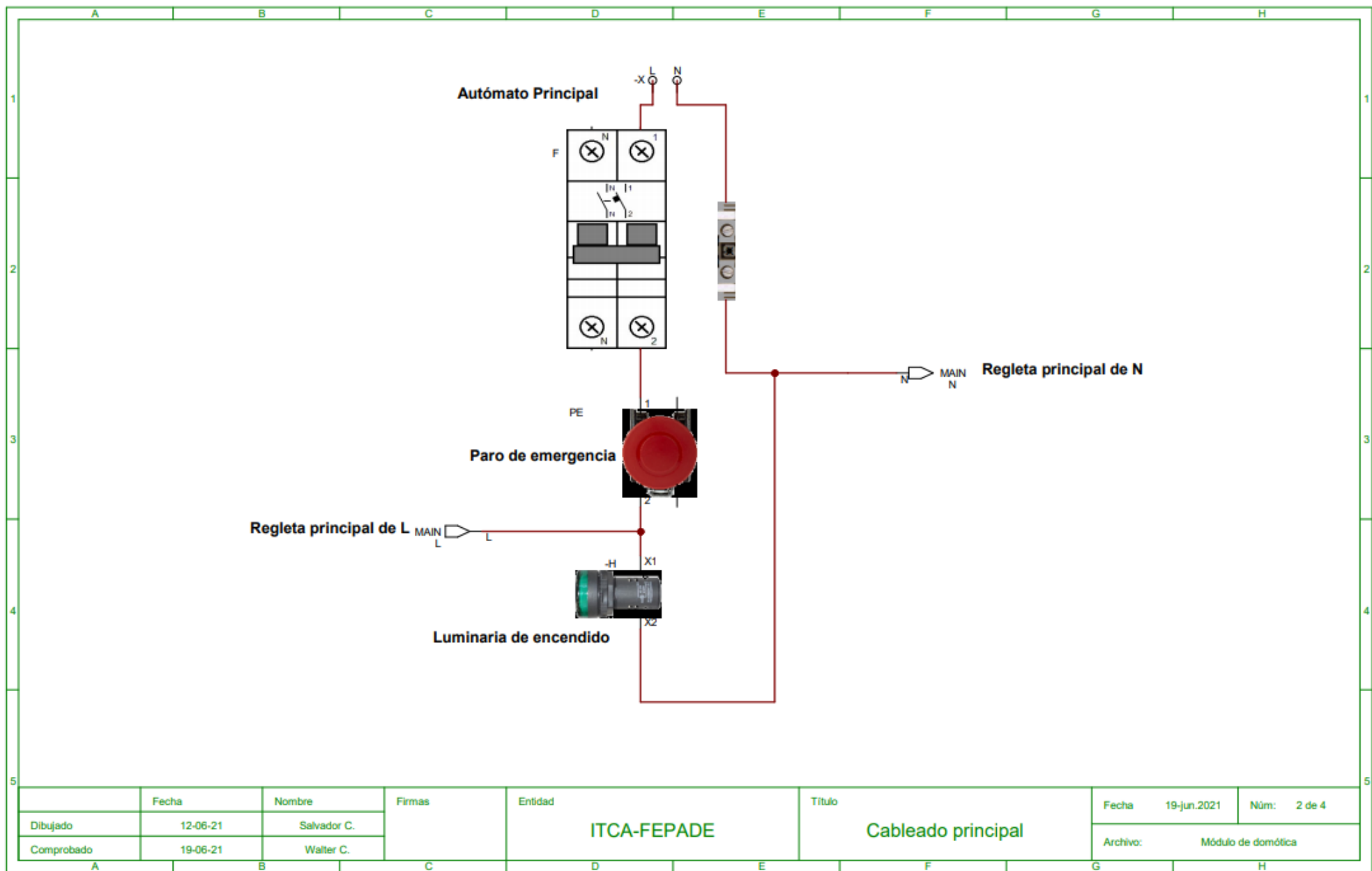
Debe destacarse que a través de cables tipo banana se interconectan las distintas terminales, a modo de comunicar eléctricamente a todos estos dispositivos, además de poseer un router, el cual permite la conexión del LOGO! a través de un cable ethernet con la finalidad de generar una red WLAN que logre la conexión inalámbrica de dispositivos electrónicos, tales como teléfonos celulares,

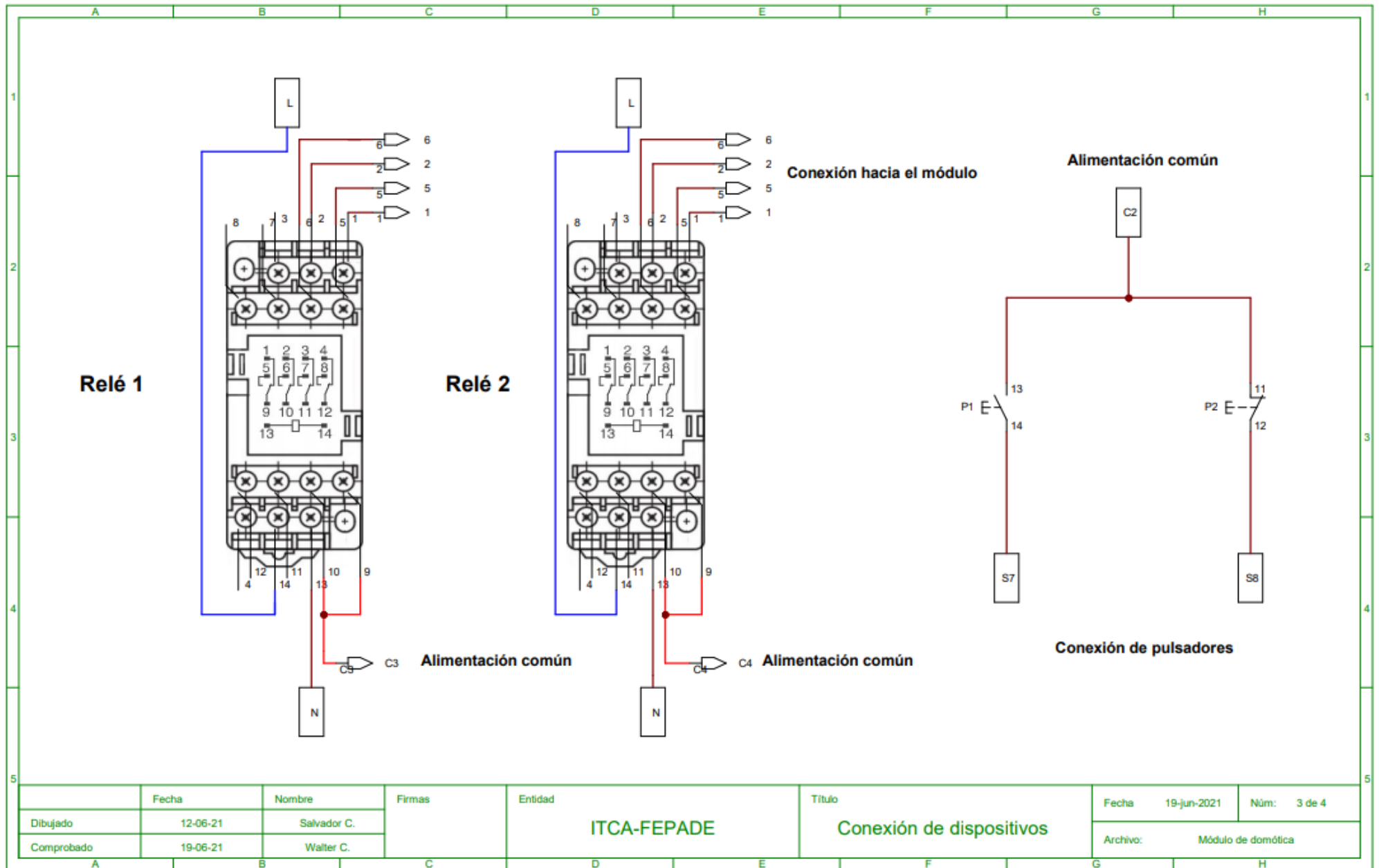
computadoras o tablets para controlar todos los dispositivos conectados y programados en el módulo, mediante el Servidor Web de LOGO!

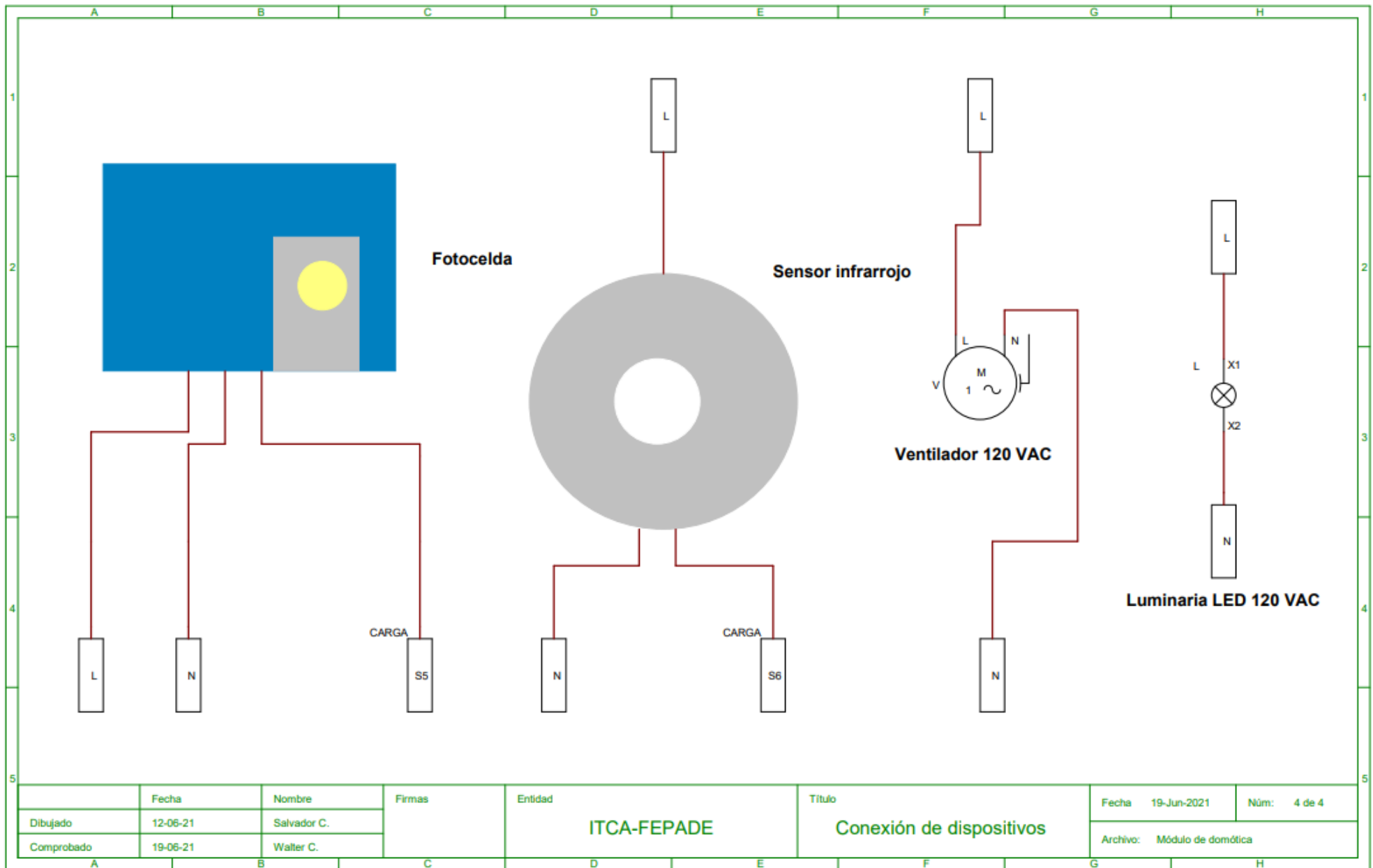
La ventaja principal del módulo se debe gracias a la implementación de los conectores tipo banana, los cuales facilitan la conexión rápida de los elementos eléctricos del módulo entrenador de domótica, fomentando la lectura de planos eléctricos y optimizando el tiempo de las prácticas de laboratorio; esto, con el fin de lograr el máximo enfoque del estudiante en actividades como la programación del LOGO!, personalización del Servidor Web de LOGO!, tiempo de pruebas de configuración, detección de fallas y otras. No solamente se logra una mejora en la usabilidad del módulo, sino que también se prolonga la vida útil de los elementos eléctricos que se encuentran integrados a él, dado que su manipulación directa se ve reducida a simplemente, una conexión eléctrica mediante los cables de conexión tipo banana, prescindiendo así, de un procedimiento de búsqueda y extracción de bodega de los elementos a utilizar, transporte de estos hasta el laboratorio, montaje improvisado de elementos sobre escritorios y algunas dificultades que puedan presentarse por los enredos en las conexiones debido al cableado. De esta manera, se logra en los estudiantes, una formación técnica de manera fácil y didáctica sobre instalaciones domóticas.

## 8. Planos eléctricos de conexión









## 9. Presupuesto de materiales

No.	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
1	Arandela plana SAE #8 de acero	4	\$0.02	\$0.08
2	Banana plástica macho, color negro	20	\$0.28	\$5.60
3	Banana plástica macho, color rojo	20	\$0.28	\$5.60
4	Base para fotocelda con lámina de fijación	1	\$3.95	\$3.95
5	Borne para banana hembra, color negro	46	\$0.28	\$12.88
6	Borne para banana hembra, color rojo	20	\$0.28	\$5.60
7	Broca para hierro de 1/8", esmerilada	1	\$0.65	\$0.65
8	Cable de audio #14, color rojo y negro	7	\$0.40	\$2.80
9	Cable TFF N16 AWG	10	\$0.26	\$2.61
10	Detector de movimiento de techo, marca Fimex 97	1	\$8.50	\$8.50
11	Estaño de 1.5 mm para soldar	3	\$0.79	\$2.38
12	Fabricación de estructura del módulo de entrenamiento para domótica	1	\$150.00	\$150.00
13	Foco LED 9W E27 6500K, marca Westinghouse 38944	2	\$0.99	\$1.98
14	Fotocelda para lámpara de vapor de mercurio LC2000C	1	\$5.10	\$5.10
15	Interruptor doble, color blanco, marca Águila 1004W	2	\$2.05	\$4.10
16	Módulo Lógico Inteligente LOGO! 240RC	1	\$75.00	\$75.00
17	Perno carruaje galvanizado de ¼" x 3 ½".	3	\$0.19	\$0.58
18	Perno coche cabeza redonda de ¼" x 3 ½"	2	\$0.20	\$0.40
19	Perno estufa de 5 mm x 35 mm	10	\$0.18	\$1.81
20	Perno estufa cabeza plana 1/8" x 1"	4	\$0.05	\$0.20
21	Porta bloque 1 NC MCBH-01, color rojo	1	\$5.29	\$5.29
22	Porta bloque 1 NO MCBH-10, color verde	1	\$5.29	\$5.29
23	Pulsador de emergencia completo, color rojo, marca CHINT	1	\$11.30	\$11.30
24	Pulsador color rojo MP1-10R	1	\$3.79	\$3.79
25	Pulsador color verde MP1-10G	1	\$3.79	\$3.79

No.	Descripción	Cantidad	Precio unitario	Subtotal
26	Receptáculo de porcelana K117/4150	2	\$0.60	\$1.20
27	Rejilla de ventilador 3.5" x 3.5"	1	\$0.54	\$0.54
28	Relé de 120 V <sub>AC</sub> de 14 pines	2	\$2.98	\$5.95
29	Riel DIN para bornes y autómatas	1	\$5.95	\$5.95
30	Router marca NEXXT	1	\$12.00	\$12.00
31	Sierra copa de 1 ¼" - 2 1/8", marca Stanley	1	\$10.25	\$10.25
32	Sierra copa de 7/8" bimetálica, marca TACTIX	1	\$6.30	\$6.30
33	Tomacorriente triple, polarizado, incluye placa, marca Águila	1	\$2.95	\$2.95
34	Tuerca hexagonal, rosca ordinaria (R/O) de 1/4"	2	\$0.02	\$0.04
35	Tuerca hexagonal, R/O galvanizada de 1/4"	3	\$0.02	\$0.07
36	Tuerca R/O milimétrica, galvanizada	10	\$0.02	\$0.20
37	Ventilador VN-382 120 V <sub>AC</sub> de 3.5" x 3.5" x 1"	1	\$6.80	\$6.80
38	Borne para banana hembra, color negro	5	\$0.25	\$1.25
39	Borne para banana hembra, color rojo	17	\$0.25	\$4.25
40	Estaño de 1 mm para soldar	2	\$0.36	\$0.72
41	Toma superficial hembra, doble polarizado	1	\$1.95	\$1.95
42	Abrazadera adhesiva para cable	1	\$0.35	\$0.35
43	Cable SAE automotriz 12, color negro	5	\$0.68	\$3.40
44	Cable eléctrico TFF 16, color blanco	8	\$0.30	\$2.40
45	Cable eléctrico Vulcan TSJ 2 X 12	3	\$1.40	\$4.20
46	Toma macho para extensión	1	\$0.85	\$0.85
47	Tubo aislador para cable eléctrico	1	\$2.70	\$2.70
48	Cincho de nylon UL 3" x 2.4 mm, color blanco	25	\$0.03	\$0.75
49	Conector para cable UF 3/8" X 1/2"	1	\$0.30	\$0.30
50	Regleta para unión de cable 8	1	\$3.45	\$3.45
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 398.09</b>



**CAPÍTULO IV**

**RESULTADOS, CONCLUSIONES Y**

**RECOMENDACIONES**

## **Análisis de resultados**

Respecto a los resultados del Proyecto de Investigación, debe hacerse una relación directa con los objetivos planteados en esta, y a su vez, con los alcances y las limitantes establecidas. Por lo tanto, los análisis de resultados para la investigación Módulo entrenador de domótica para la formación técnica de los estudiantes de Mecatrónica en la materia Instalaciones Eléctricas Residenciales son los siguientes:

**Objetivo específico 1:** investigar los diversos tipos de sistemas domóticos existentes en la actualidad, consultando diversas fuentes bibliográficas que se mantienen a la vanguardia de la domótica, con el fin de seleccionar el sistema domótico más conveniente y de mayor uso en el país, para asegurar una debida capacitación técnica en áreas de demanda local y actual.

**Análisis de resultado:** se investigó la mayor parte de sistemas domóticos que existen actualmente, consultando diversas fuentes bibliográficas fiables y recientes, seleccionando el sistema domótico por medio de controles lógicos programables (LOGO! 23R0RC), el cual resulta ser el más accesible y amigable para los laboratorios de ITCA-FEPADE.

**Objetivo específico 2:** diseñar los planos eléctricos de control y potencia, los planos de conjunto, los modelados 3D y los diagramas de programación del módulo entrenador de domótica, utilizando diversos programas de diseño de planos y diagramas, a medida que se aplican las normas referentes al diseño de dichas instalaciones, con el fin de proporcionar al estudiante la experiencia en la lectura e interpretación de planos y diagramas, las cuales son necesarias para el desarrollo de trabajos de domótica.

**Análisis de resultado:** se diseñó los planos eléctricos de control y potencia en el programa CADE SIMU en formato A4; planos de conjunto y modelado 3D con su respectiva tabla de elementos, diseñados en Autodesk Inventor 2019 en formato A3, colocando membretes con toda la información necesaria, revisiones y aprobaciones según normativas ISO; por último, los diagramas de

programación que se encuentran incluidos en las plantillas de guías didácticas se diseñaron en LOGO Soft Comfort 8 y LOGO Web Editor.

**Objetivo específico 3:** construir un módulo con los dispositivos e instrumentos necesarios de una vivienda típica automatizada, aplicando las normativas referentes a redes eléctricas y automatización utilizadas en el país, que permita al estudiante realizar prácticas de domótica lo más realistas posibles a través de rúbricas diseñadas por el facilitador.

**Análisis de resultado:** se realizó la construcción del módulo entrenador de domótica incorporando distintos dispositivos de una vivienda típica automatizada, aplicando las normativas en la selección de materiales acorde a los instructivos técnicos de cada dispositivo.

**Objetivo específico 4:** realizar pruebas de detección de fallos en el módulo entrenador de domótica, simulando diversos escenarios que abarquen todo tipo de fallas a fin de verificar el correcto funcionamiento del módulo construido, desarrollando así, una prueba exhaustiva sobre el buen rendimiento del módulo.

**Análisis de resultado:** se realizó un manual de usuario en el cual se especifica cómo realizar las conexiones apropiadas de cada elemento, además de incluir un instructivo detallado sobre las conexiones ethernet, manipulación y advertencias de utilización del módulo, guía básica de configuración, resolución de fallas y especificaciones técnicas.

En cuanto a los posibles impactos de los resultados, se destaca que los estudiantes de mecatrónica de ITCA-FEPADE, dispondrán de un nuevo equipo de laboratorio, el cual será utilizado para la formación técnica en domótica y establecimiento de bases para la automatización. Esto permitirá que cuenten con un diferenciador al momento de ingresar al área laboral, puesto que tendrán competencias en un área de la automatización que es relativamente nueva para el país.

## Conclusiones

De entre los diversos sistemas domóticos existentes, de los cuales se destacan protocolos especializados para domótica como el X10, Zigbee y el estándar KNX, el sistema domótico de mayor conveniencia para su utilización en los laboratorios de ITCA-FEPADE y el que ha sido seleccionado para este proyecto de investigación es el sistema que está basado en controles lógicos programables (específicamente el modelo LOGO! 23R0RC), debido a que en el país no se cuenta con proveedores locales de dispositivos para los protocolos y estándares antes mencionados y su adquisición solamente es posible a través de importaciones internacionales, lo cual representa un impasse para la gestión de los equipos de los laboratorios de ITCA-FEPADE.

La selección de un módulo lógico programable LOGO 230RC de Siemens, permite que debido a su alta compatibilidad con diversos estándares, sea posible incorporar el módulo de comunicación CMK 2000, el cual permitiría que al módulo entrenador de domótica pueda conectársele dispositivos basados en el estándar KNX, uno de los estándares especialmente diseñado para domótica.

El módulo entrenador de domótica permite la instalación de un "gateway" o "puerta de enlace", el cual es un dispositivo que se configura para dotar a las máquinas que se conectan a una red local, de un acceso hacia una red exterior para poder ser monitoreado desde cualquier parte del mundo, es decir, que el gateway provee el acceso a internet a aquellos dispositivos conectados a redes locales. Dicha posibilidad, permite que el módulo, mediante la opción de "Conexión a la nube" que trae incorporada la versión LOGO Soft Comfort V8.3 y utilizando los servicios del *Amazon Web Server* (AWS), logre realizar un control de forma remota de todos elementos conectados y programados en el módulo entrenador. Asimismo, la incorporación de un módulo CMR 2020, permite que el usuario del módulo reciba correos y SMS de alertas del sistema domótico, así como la posibilidad de desactivar dichas alertas interactuando con el CMR 2020 a través de respuestas de texto.

## Recomendaciones

Primordialmente se recomienda realizar mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo al módulo entrenador de domótica, siguiendo una planificación según la utilización del equipo y el tiempo que éste pasa en reposo. Además de considerar las condiciones adecuadas del lugar donde se almacene para garantizar una larga vida útil y evitar comprometer en la medida de lo posible su autonomía.

Resulta necesario que todas las personas que interactúen con el módulo lean el manual de usuario antes de utilizarlo, así como los manuales de fabricantes y hojas técnicas de los elementos que componen al módulo entrenador, con el fin de asegurar un correcto mantenimiento, manejo, almacenamiento y en caso de ser necesario, reemplazo de dichos elementos del módulo.

Se recomienda contratar los servicios del *Amazon Web Server* (AWS) para realizar el control del módulo entrenador de domótica remotamente, puesto que el servicio gratuito que ofrecen exige abrir una cuenta asociada con Amazon que incluya una tarjeta de débito vigente, de la cual se retiene una pequeña cuota que es devuelta días después con el objetivo de verificar que la tarjeta se encuentre habilitada, no obstante, en caso de que se haga un uso del AWS que esté fuera de los consentimientos gratuitos, se realiza un cargo automático, además de que dicho servicio solo tiene 1 año de vigencia para cuentas de carácter gratuito, por lo que se recomienda la contratación del AWS para contar con el servicio remoto indefinidamente. De esta manera, los estudiantes aprenderán a montar sistemas de control locales y remotos, pudiendo controlar las instalaciones eléctricas residenciales desde cualquier parte del mundo.

Finalmente, cuando sea factible se recomienda adquirir el módulo CMK 2000 para llevar el módulo entrenador al siguiente nivel, abriendo la posibilidad de incorporar dispositivos que funcionen bajo el estándar KNX, permitiéndole a los estudiantes recibir una formación técnica que abarque un estándar especialmente diseñado para sistemas domóticos de primer mundo.

**CAPÍTULO V**  
**MARCO DE CONSULTA**

# **BIBLIOGRAFÍA**

## Bibliografía

### Artículos electrónicos:

Beltrán Rodríguez, Nancy Tatiana. «Bibliotecadigital.ccb.org.co.» [En línea]. 2018. *La domótica como alternativa de desarrollo general un reto para la integración de la educación superior en América Latina y el Caribe*. [Consultado en abril de 2021]. Disponible en: <<https://bit.ly/domótica-desarrollo>>

Casaño, Dr. Celso de la Cruz. «Journals.continental.edu.pe.» [En línea]. Diciembre de 2016. *La realidad de la metodología de la investigación en Ingeniería*. [Consultado en abril de 2021]. Disponible en: <<https://bit.ly/metolodología-ing>>

### Documentos de la web [repositorios universitarios]:

San Segundo, Héctor Beltrán. «Repositori.uji.es.» [En línea]. S. f. *Módulo 1.2 - Lámparas: tipos y características*. Ed. Universitat Jaume I - Fundació F2e. [Consultado en junio de 2021]. Disponible en: <<https://bit.ly/rep-lamps>>

San Segundo, Héctor Beltrán. «Repositori.uji.es.» [En línea]. S. f. *Módulo 1.4 - Luminarias: conceptos básicos y caracterización*. Ed. Universitat Jaume I - Fundació F2e. [Consultado en junio de 2021]. Disponible en: <<https://bit.ly/rep-luminarias4>>

Sánchez Zamudio, Yareli Carolina. «repositorio.upsin.edu.mx». *SIMATIC S7-1200: uso y aplicaciones en la industria de la construcción (CAPÍTULO 3)*. [En línea]. Diciembre de 2016. [Consultado el 16 de mayo de 2021]. Disponible en: <<https://bit.ly/tesina-S7-1200>>

### Documentos empresariales de sitios webs:

Cache.industry.siemens.com. (marzo, 2019). LOGO! Web Editor Online Help. SIEMENS - LOGO! Web Editor Online Help. Disponible en: <<https://bit.ly/Logo-web-help>>



Docs.google.com (junio, 2014). Manual LOGO! 0BA8. SIEMENS - LOGO! Manual de producto. Disponible en: <<https://bit.ly/manua-LOGO>>

Knx.org. (S. f.). KNX Conocimientos básicos. [Consultado el 19 de mayo de 2021]. Disponible en: <<https://bit.ly/knx-básico>>

Knxuk.org. (S. f.). Microsoft PowerPoint - 20 years history of KNX. *A\_History\_of\_KNX.pdf*. [Consultado el 18 de mayo de 2021]. Disponible en: <<https://bit.ly/knx-history>>

Support.industry.siemens.com. (octubre, 2020). Ayuda en pantalla de LOGO!Soft Comfort. SIEMENS - Ayuda en pantalla de LOGO!Soft Comfort. Disponible en: <<https://bit.ly/logo-ayuda-pant>>

### **Libros electrónicos:**

Domótica e inmótica. Instalaciones de telecomunicaciones para edificaciones (Introducción parte 2, Introducción; Vol. 1) por Falcone Lanas, Francisco Javier, "et al". México D. F.: Alfaomega Grupo Editor S. A. de C. V., 2015. [En línea]: libro electrónico en plataforma CBUES, págs.121-122. [Consultado en mayo-junio de 2021]. Disponible en: <<https://bit.ly/domeinm>>. ISBN: 978-607-622-559-2.

Figuera Yibirín, Júpiter y Juan Guerrero Márquez. *Instalaciones eléctricas residenciales*. Primera edición. Ciudad de México: Alfaomega Grupo Editor, S. A. de C. V. , 2020. [En línea]: e-book a través de plataforma CBUES, págs.168-180. [Consultado en junio de 2021]. Disponible en: <<https://bit.ly/insres>>. ISBN: 978-607-538-658-4

Guzmán Navarro, Francisco y Salvador Merino Córdoba. *Domótica. Gestión de la energía y gestión técnica de edificios*. Primera edición. Madrid: RA-MA Editorial, 2015. [En línea]: e-book a través de la plataforma CBUES Bibliotecas Digitales, pág.59. [Consultado en mayo-junio de 2021]. Disponible en: <<https://bit.ly/gestenerg>>. ISBN: 978-84-9964-572-8

Sánchez Hernández, (Vaveluin) Miguel Ángel. Planificación de la gestión y organización de los procesos de montaje de los sistemas domóticos e inmóticos. Primera edición. RA-MA Editorial, 2017. [En línea]: e-book en plataforma CBUES Bibliotecas Digitales, págs.61-66. [Consultado en mayo-junio de 2021]. Disponible en: <<https://bit.ly/vaveluin>>. ISBN: 978-84-9964-668-8

Tobajas García, Carlos. Instalaciones domóticas. Ed. S.L.-Ediciones Ceysa Cano Pina. Primera edición. Barcelona: Cano Pina, 2014. [En línea]: e-book en plataforma e-libro.net., págs.23-46. [Consultado en mayo-junio de 2021]. Disponible en: <<https://bit.ly/inst-domóticas>>. ISBN electrónico: 978-84-15884-15-6.

#### **Libros impresos:**

Autómatas programables y sistemas de automatización por Mandado Pérez, Enrique, "et al". Segunda edición. Barcelona: Marcombo, S. A., 2009, págs.489-494. ISBN: 978-84267-1575-3.

Sánchez, José Cegarra. Metodología de la investigación científica y tecnológica. Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 2004, págs.50-96. ISBN: 84-7978-624-8.

#### **Normas técnicas [consulta electrónica]:**

National Institute of Standards and Technology. «Tsapps.nist.gov» [En línea]. 28 de 01 de 2015. National Institute of Standards and Technology (NIST). [Consultado el 16 de 05 de 2021]. Disponible en: <<https://tsapps.nist.gov/>>

Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones. «Siget.gob.sv» Vers. 1. [En línea]. 26 de noviembre de 2003. Normativa de Electricidad del sitio web de la Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones. [Consultado el 16 de 05 de 2021]. Disponible en: <<https://bit.ly/siget-norma>>

### **Revista electrónica:**

Revista ElectroIndustria–Protocolos de Comunicación Industrial. (s. f.). [Consultado el 14 de junio de 2021]. Disponible en: <<https://bit.ly/prot-com-indust>>

### **Sitios web:**

ASALE, R.-, & RAE. (s. f.). Domótico, domótica | Diccionario de la lengua española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. [Consultado el 7 de mayo de 2021]. Disponible en: <<https://dle.rae.es/domotico>>

Baker, S. (2016, diciembre 1). Smartofficesandsmarthomes.com. *Smart home technology in 1966 - smart homes & smart offices*. [Consultado el 2 de julio de 2021] Disponible en: <<https://bit.ly/smart-home-1966>>

Cookson, G. (2018, enero 23). Hotfootdesign.co.uk. *Push-Button Manor: The Original Smart Home. Specialist Web Design and Brand Agency in Lancaster, Lancashire*. Disponible en: <<https://bit.ly/push-button-manor>>

EcuRed. (2019, 1 de agosto). Comunicación Industrial - EcuRed. [Consultado el 2 de julio de 2021]. Disponible en: <<https://bit.ly/com-industrial>>

Knxuk.org. (S. f. ). KNX Association. KNX Association [Official website]. [Consultado el 19 de mayo de 2021]. Disponible en: <<https://bit.ly/knx-web>>

Siaguanta.com. (2020, marzo 23). Investigación Tecnológica: ¿Qué es?, Metodología. [Consultado en abril de 2021]. Disponible en: <<https://bit.ly/invest-tec>>

*Wikipedia contributors*. (s/f). Domótica. [Consultado el 2 de julio de 2021]. Disponible en Wikipedia, The Free Encyclopedia website: <<https://bit.ly/wiki-domotica>>

# ÍNDICE DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

## Índice de Siglas y Acrónimos

### A

**AP:** Access Point / Punto de Acceso.

**ASCII:** American Standard Code for Information Interchange / Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información.

### B

**BCI:** BatiBUS Club International / Club Internacional de BatiBUS.

### C

**CA:** Corriente Alterna.

**CBA:** Commercial Building Automation / Automatización de Edificios Comerciales.

**CENELEC:** Comité Européen de Normalisation Electrotechnique / Comité Europeo de Normalización Electrotécnica.

**CIE:** Commission Internationale de l'Éclairage / Comisión Internacional de Iluminación.

**CPU:** Central Process Unit / Unidad Central de Procesamiento.

### D

**DIN:** Deutsches Institut für Normung / Instituto de Normalización Alemán.

### E

**ECHO:** Electronic Computing Home Operator / Computadora Electrónica para la Operación en el Hogar.

**EE. UU.:** Estados Unidos.

**EHS:** European Home System / Sistema de Hogar Europeo.

**EIB:** European Installation Bus / Bus de Instalación Europeo.

**ETS:** Engineering Tool Software / Software de Herramientas de Ingeniería.

### F

**FBD:** Function Block Diagram / Diagrama de Bloques de Funciones.

**FF:** Foundation Fieldbus / Fundación Fieldbus.

**FMS:** Fieldbus Message Specification / Especificación de mensaje de bus de campo.

**FTP:** Foiled Twisted Pair / Par Trenzado con Pantalla Global.

**FUP:** Fuktionsplan / Diagrama de Funciones.

### G

**GFCI:** Ground Fault Current Interrupter / Interruptor de Falla a Tierra.

**GPRS:** General Packet Radio Service / Servicio General de Paquetes Vía Radio.

**GRAF CET:** Graphe Fonctionnel de Commande Etape Transition / Grafo Funcional de Control por Etapas y Transiciones.

**GSM:** Global System for Mobile communications / Sistema Global para las comunicaciones Móviles.

### H

**HA:** Home Automation / Automatización del Hogar.

**HART:** Highway-Addressable-Remote-Transducer / Transductor Remoto Direccionable en Red.

**HMI:** Human-Machine interface / Interfaz Humano-Máquina.

## I

**IEC:** International Electrotechnical Commission / Comisión Electrotécnica Internacional.

**IEEE:** Institute of Electrical and Electronics Engineers / Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.

**IL:** Instruction List / Lista de Instrucciones.

**IoT:** Internet of Things / Internet de las Cosas.

**ISM:** Industrial Scientific and Medical / Industriales, Científicos y Médicos.

**ISO:** International Organization for Standardization / Organización Internacional de Estandarización.

**ITC-BT:** Instrucciones Técnicas Complementarias del reglamento electrotécnico de Baja Tensión.

## K

**Kbps:** Kilobits por segundo.

**KOP:** Kontaktplan / Esquema de Contactos.

## L

**LD:** Ladder Diagram / Diagrama de Escaleras.

## M

**MMS:** Multimedia Message Service / Servicio de Mensaje Multimedia.

## N

**NEC:** National Electrical Code / Código Eléctrico Nacional.

**NFC:** Near-field Communication / Comunicación de Campo Cercano.

## O

**OEM:** Original Equipment Manufacturer / Fabricante de Equipo Original.

## P

**P2P:** Peer-to-peer / Red Entre Pares.

**PA:** Process Automation / Automatización de Procesos.

**PBM:** Push-Button Manor / Mansión con Pulsador.

**PHHC:** Personal Health and Hospital Care / Salud Personal y Atención Hospitalaria.

**PIR:** Passive Infra Red / Infrarrojo Pasivo.

**PLC:** Power Line Communication / Comunicaciones mediante Líneas de Potencia ; Programmer Logic Controller / Controlador Lógico Programable.

**PROFIBUS:** Process Field Bus / Bus de Campos de Procesos.

## R

**RAE:** Real Academia Española.

**RF:** Radiofrecuencia.

**RJ45:** Registered Jack 45 / Jack Registrado 45.

**RTU:** Remote Terminal Unit / Unidad Terminal Remota.

## S

**SCADA:** Supervisory Control And Data Acquisition / Supervisión, Control y Adquisición de datos.

**SD:** Secure Digital card / tarjeta Digital Segura.

**SFC:** Sequential Function Chart / Diagrama Funcional de Secuencias.

**SFSK:** Spread Frequency Shift Keying / Frecuencia de Modulación por Desplazamiento.

**SIGET:** Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones.

**SMS:** Short Message Service / Servicio de Mensajes Cortos.

**ST:** Structured Text / Lenguaje Textual Estructurado.

## T

**TP:** Twisted Pair / Par Trenzado.

## U

**UDF:** User Defined Functions / Funciones Definidas por el Usuario.

**UL:** Underwriters Laboratories / empresa norteamericana de certificación Underwriters Laboratories.

**USB:** Universal Serial Bus / Bus Universal en Serie.

**UTP:** Unshielded Twisted Pair / Par Trenzado sin Apantallar.

## W

**WiFi:** Wireless Fidelity / Fidelidad Inalámbrica.

**WLAN:** Wireless Local Area Network / Red de Área Local Inalámbrica.

**WPAN:** Wireless Personal Area Network / Red de Área Personal Inalámbrica.

# **GLOSARIO**



## Glosario

### A

**Aislamiento galvánico:** es la separación de partes funcionales de un circuito eléctrico para prevenir el traspaso de portadores de carga. Se usa cuando se desea que se transmitan señales entre las distintas partes funcionales, pero las masas tienen que mantenerse separadas.

**Algoritmo:** conjunto ordenado de operaciones sistemáticas que permite hacer un cálculo y hallar la solución de un tipo de problemas.

**Ambiguo:** dicho especialmente del lenguaje, que puede entenderse de varios modos o admitir distintas interpretaciones y dar, por consiguiente, motivo a dudas, incertidumbre o confusión.

**Árbol de operaciones:** un árbol es una estructura (posiblemente no lineal) de datos compuesta de nodos, vértices y aristas que no es cíclica.

### B

**Bidireccionales:** comunicación en la que se lleva a cabo una retroinformación constante, en la que tanto el receptor del mensaje como el emisor intercambian los papeles para crear una conversación en ambas direcciones.

**Bus de comunicación:** un bus es un medio compartido de comunicación constituido por un conjunto de líneas (conductores) que conecta las diferentes unidades de un procesador o computador que es utilizado para realizar el tranposte de información entre dos partes.

**Bytes:** conjunto de 8 bits que recibe el tratamiento de una unidad y que constituye el mínimo elemento de memoria direccionable de una computadora.

## C

**Carril DIN:** un carril DIN o *rail DIN* es una barra de metal normalizada. Es muy usado para el montaje de elementos eléctricos de protección y mando, tanto en aplicaciones industriales como en viviendas.

**Ciudades inteligentes:** una ciudad inteligente es un marco predominantemente compuesto por Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), para desarrollar, implementar y promover prácticas de desarrollo sostenible para abordar los crecientes desafíos de la urbanización.

**Clavijas:** un enchufe macho o clavija es una pieza de material aislante de la que sobresalen varillas llamadas espigas metálicas que se introducen en el enchufe hembra para establecer la conexión eléctrica. Su función es establecer una conexión eléctrica con la toma de corriente que se pueda manipular con seguridad.

**Conexión en estrella:** la conexión en estrella se designa por la letra Y. Se consigue uniendo los terminales negativos de las tres bobinas en un punto común, que denominamos neutro y que normalmente se conecta a tierra. Los terminales positivos se conectan a las fases

**Conexión en triángulo:** este tipo de conexión se realiza uniendo el final de una bobina con el principio de la siguiente, hasta cerrar la conexión formando un triángulo. Es una conexión sin neutro. Las fases salen de los vértices del triángulo. También se denomina conexión delta ( $\Delta$ ).

**Control de temperatura:** el control de temperatura es un proceso en el cual el cambio de temperatura de un espacio (y de los objetos colectivamente allí dentro), o de una sustancia, se mide o se detecta de otra manera, y el paso de energía térmica dentro o fuera del espacio o sustancia se ajusta para lograr una temperatura deseada.

**Control remoto:** es el control de un sistema o actividad por una persona en un lugar diferente, generalmente por medio de señales de radio o de ultrasonido o por señales eléctricas transmitidas por cable.

**Corriente alterna:** la corriente alterna (CA) es un tipo de corriente eléctrica que cambia a lo largo del tiempo. La variación puede ser en intensidad de corriente o en sentido a intervalos regulares.

**Corriente continua:** flujo de una carga eléctrica a través de un material conductor, debido al desplazamiento de una cantidad determinada de electrones a lo largo de su estructura molecular. En el caso de la corriente continua, dicho flujo de electrones se caracteriza por tener siempre un mismo sentido de circulación.

**Corriente máxima:** la corriente máxima es la máxima intensidad de corriente que puede establecerse de manera constante por un conductor sin sobrepasar los límites de temperatura que afecten las características físicas y eléctricas del mismo.

## D

**Devanados:** enrollamiento de alambre magneto sobre un núcleo, que usa inducción electromagnética para producir variaciones en una corriente. Generalmente consiste en varias vueltas de alambre distribuidas en una o más capas.

**Diafonía:** cuando parte de las señales presentes en uno de ellos, considerado perturbador, aparece en el otro, considerado perturbado.

**Diagrama unifilar:** un esquema o diagrama unifilar es una representación gráfica simplificada de flujos y/o relaciones entre elementos de un sistema.

**Dimmers:** un dimmer o atenuador de luz es un aparato que sirve para regular la intensidad de la luz, a través de la regulación de la potencia eléctrica que es suministrada al equipo eléctrico.

**Display:** sistema de representación visual de salida de información en un sistema electrónico.

**Domótica:** la domótica es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda, que permite una gestión eficiente del uso de la energía, que aporta seguridad y confort, además de comunicación entre el usuario y el sistema.

## E

**Elemento bimetálico:** el término se refiere a un objeto que se componga de dos o más metales ensamblados juntos. En vez de ser una mezcla de dos o más metales, como en el caso de una aleación, los objetos bimetálicos consisten en capas de diversos metales.

**Émbolo:** pieza de una bomba o del cilindro de un motor que se mueve hacia arriba o hacia abajo impulsando un fluido o bien recibiendo el impulso de él.

**Enmascaramiento de la señal:** enmascaramiento es cuando una señal eléctrica impide la percepción de otra señal eléctrica.

**Envergadura:** amplitud o distancia entre los extremos de un objeto.

**Esquemas:** representación mental o simbólica de una cosa material o inmaterial o de un proceso en la que aparecen relacionadas de forma lógica sus líneas o rasgos esenciales.

**Estándar:** se utiliza para nombrar a aquello que puede tomarse como referencia, patrón o modelo.

**Estandarización:** la estandarización es el proceso de ajustar o adaptar características en un producto, servicio o procedimiento; con el objetivo de que éstos se asemejen a un tipo, modelo o norma en común

**Estator:** el estator es la parte fija de una máquina rotativa y uno de los dos elementos fundamentales para la transmisión de potencia corriente eléctrica, siendo el otro su contraparte móvil, el rotor.

**Ethernet:** ethernet es la tecnología tradicional para conectar dispositivos en una red de área local (LAN) o una red de área amplia (WAN) por cable, lo que les permite comunicarse entre sí a través de un protocolo: un conjunto de reglas o lenguaje de red común

**Etimología:** origen de las palabras, razón de su existencia, de su significación y de su forma.

## F

**Fase:** en el contexto de la electricidad, se denomina fase a la intensidad o el valor de la fuerza electromotriz, en un cierto momento, de una corriente alterna. Asimismo, se denomina fase al alambre o cable por el que fluye la corriente eléctrica, también llamado "línea viva" o solamente "vivo".

## G

**Gestión energética:** la gestión energética consiste en la optimización en el uso de la energía buscando un uso racional y eficiente, sin disminuir el nivel de prestaciones.

## I

**Inducido:** en el contexto de las máquinas eléctricas, el inducido es la parte de la máquina rotativa donde se produce la transformación de energía eléctrica en energía mecánica mediante inducción electromagnética.

**Inmóticos:** la inmótica es el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de edificios no destinados a vivienda, como hoteles, centros comerciales, escuelas, universidades, hospitales y todos los edificios terciarios, permitiendo una gestión eficiente del uso de la energía.

**Instrumentación:** la instrumentación puede formar estructuras complejas para medir, controlar y monitorear todos los elementos

de un sistema industrial con profundidad y gran exactitud, además de automatizar tales procesos y, a la vez, garantizar la repetibilidad de las medidas y resultados.

**Internet de las cosas:** la internet de las cosas (en inglés, *Internet of things*, abreviado IoT; IdC, por sus siglas en español) es un concepto que se refiere a una interconexión digital de objetos cotidianos con internet. Es, en definitiva, la conexión de internet más con objetos, que con personas.

**Interoperabilidad:** la interoperabilidad es la capacidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y usar la información que se ha intercambiado.

**Irrupción:** acometimiento impetuoso y repentino

## K

**KNX IP:** la interfaz IP permite la comunicación entre la PC y el sistema KNX / EIB a través de LAN. La interfaz KNX IP permite programar el bus KNX a través de TCP / IP, 4 conexiones simultáneas posibles.

**KNX PL:** transmisión a través de la línea de fuerza de 230 V<sub>AC</sub> existente, conocida por el significado de sus siglas en inglés, como *KNX Powerline* (KNX PL).

**KNX RF:** transmisión inalámbrica, conocida por el significado de sus siglas en inglés, como *KNX Radio Frequency* (KNX RF).

**KNX TP:** transmisión a través de un par de hilos trenzados (bus), conocida por el significado de sus siglas en inglés, como *KNX Twisted Pair* (KNX TP).

## L

**Lecturas analógica:** una señal analógica es una señal que varía de forma continua a lo largo del tiempo. La mayoría de las señales que representan una magnitud física (temperatura, luminosidad, humedad, etc.) son señales analógicas. Las señales analógicas

pueden tomar todos los valores posibles de un intervalo; y las digitales solo pueden tomar dos valores posibles.

**Lecturas digitales:** una señal digital es aquella que presenta una variación discontinua con el tiempo y que sólo puede tomar ciertos valores discretos. Su forma característica es ampliamente conocida: la señal básica es una onda cuadrada (pulsos) y las representaciones se realizan en el dominio del tiempo.

**Lenguajes de alto nivel:** un lenguaje de programación de alto nivel se caracteriza por expresar los algoritmos de una manera adecuada a la capacidad cognitiva humana, en lugar de la capacidad con que los ejecutan las máquinas. Estos lenguajes permiten una máxima flexibilidad al programador a la hora de abstraerse o de ser literal. Permiten un camino bidireccional entre el lenguaje máquina y una expresión casi oral entre la escritura del programa y su posterior compilación.

**LOGO:** es un módulo lógico, es decir, un controlador programable que permite que sin intervención humana, las máquinas hagan un trabajo.

## M

**Mesh:** es una topología de red local en la que los nodos de infraestructura (es decir, puentes, conmutadores y otros dispositivos de infraestructura) se conectan directa, dinámica y no jerárquicamente a tantos otros nodos como sea posible y cooperan entre sí para enrutar de manera eficiente los datos desde / hacia los clientes.

**Microcontroladores:** un microcontrolador (abreviado  $\mu$ C, UC o mCU) es un circuito integrado programable, capaz de ejecutar las órdenes grabadas en su memoria. Está compuesto de varios bloques funcionales que cumplen una tarea específica. Un microcontrolador incluye en su interior las tres principales unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada/salida.

**Microondas:** las microondas están dentro de una gama de frecuencia de 300 MHz (longitud de onda 1 m) a 300 GHz (longitud de onda de 1 mm).

**Microprocesadores:** se llama microprocesador o simplemente procesador al circuito integrado central de un sistema informático, en donde se llevan a cabo las operaciones lógicas y aritméticas (cálculos) para permitir la ejecución de los programas, desde el Sistema Operativo hasta el Software de aplicación.

**Multímetro:** un multímetro, también denominado polímetro o tester, es un instrumento eléctrico portátil para medir directamente magnitudes eléctricas activas, como corrientes y potenciales (tensiones), o pasivas, como resistencias, capacidades y otras.

## N

**Neutro:** el neutro es un conductor con potencial 0 o diferencia de potencial 0. Es la línea que acompaña a la fase y por la que retorna la corriente eléctrica.

**Niveles normativos:** elemento de un sistema que permite clasificarlo y poder evaluar algunas de sus características como el rendimiento, la amplitud o la condición para verificar su cumplimiento con base en ciertas características ya definidas.

**Nodos:** un nodo es un punto donde dos o más componentes tienen una conexión común. Corresponde a una unión de alambres hechos de material conductor que poseen una resistencia eléctrica cercana a 0.

**Nominal:** valor nominal es aquel para el que está diseñado el aparato, pieza o instalación, pero que puede no coincidir exactamente con el valor real.

**Nube:** servicio de almacenamiento de datos a servidores localizados en la red.



## O

**Omnidireccional:** que se puede utilizar en todas las direcciones o sentidos.

**Omron:** empresa japonesa dedicada a la fabricación y venta de componentes, equipos y sistemas de automatización industrial

**Onda senoidal:** onda senoidal representa el valor de la tensión de la Corriente Alterna a través de un tiempo continuamente variable, en un par de ejes cartesianos marcados en amplitud y tiempo.

**Onda ultrasónica:** ondas longitudinales con frecuencias por arriba del rango audible y pueden ser generadas por cristales de cuarzo sometidos a un campo eléctrico alternante.

## P

**Paneles antiacústicos:** los paneles acústicos son paneles que se utilizan para absorber el sonido, su función principal es reducir la reverberación y el eco de las habitaciones.

**Par motor:** el par motor es el momento de fuerza que ejerce un motor sobre el eje de transmisión de potencia o, dicho de otro modo, la tendencia de una fuerza para girar un objeto alrededor de un eje, punto de apoyo, o de pivote.

**Polarizado:** mecanismo de seguridad usado para evitar descargas eléctricas al realizar contacto con una parte energizada de algún aparato conectado una red eléctrica.

**Power line:** es un término inglés que puede traducirse por comunicaciones mediante línea de potencia y que se refiere a diferentes tecnologías que utilizan las líneas de transmisión de energía eléctrica convencionales para transmitir señales con propósitos de comunicación.

**Proclives:** que tiene inclinación o disposición natural hacia una cosa.

**Protocolo:** conjunto de reglas de formalidad que rigen los actos y ceremonias diplomáticos y oficiales.

## R

**Radiofrecuencia:** el término se aplica para definir una parte del espectro electromagnético. Concretamente, la parte con menos energía de este. La transmisión de las ondas se produce al generar una corriente a través de un conductor, y se recibe con una antena.

**Relés:** el relé es un dispositivo electromagnético. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes.

**Rotor:** el rotor es el componente que gira (rota) en una máquina eléctrica, ya sea un motor o un generador eléctrico. Junto con su contraparte fija, el estator, forma el conjunto fundamental para la transmisión de potencia en motores y máquinas eléctricas en general.

**Routing:** básicamente consiste en mover paquetes de datos o mover información a nivel de una red de Internet desde una red a otra.

**Ruidos eléctricos:** se denomina ruido eléctrico, a todas aquellas señales de interferencias, de origen eléctrico, no deseadas y que están unidas a la señal principal, o útil, de manera que la pueden alterar produciendo efectos que pueden ser más o menos perjudiciales.

## S

**Schneider:** Schneider Electric SE ( Societas Europaea ) es una empresa multinacional que ofrece soluciones digitales de energía y automatización para la eficiencia y la sostenibilidad. Se dirige a hogares, edificios, centros de datos, infraestructura e industrias, mediante la combinación de tecnologías energéticas, automatización en tiempo real, software y servicios.

**Sensor piroeléctrico de multi-elemento:** el sensor actúa cuando un objeto con una temperatura distinta a la del entorno entra en el

área de detección. Por supuesto, el tiempo de respuesta y la distancia de detección dependen de otros parámetros como la temperatura ambiente, el tamaño, la velocidad y la dirección de desplazamiento del objeto.

**Sensores:** un sensor es todo aquello que tiene una propiedad sensible a una magnitud del medio, y al variar esta magnitud también varía con cierta intensidad la propiedad, es decir, manifiesta la presencia de dicha magnitud, y también su medida.

**Señales parásitas:** el ruido producido por fuentes tales como contactos defectuosos, artefactos eléctricos, radiación por ignición y alumbrado fluorescente, en general es conocido como señales parásitas.

**Siemens:** es un conglomerado de empresas alemanas con sedes en Berlín y Múnich, considerada como la mayor empresa de fabricación industrial de Europa con 190 sucursales a lo largo del mundo. Siemens opera en 4 sectores principales: el sector industrial, energético, de salud (Siemens Healthineers) y de infraestructuras y ciudades.

**Sistema:** un sistema es "un objeto complejo cuyas partes o componentes se relacionan con al menos alguno de los demás componentes", ya sea conceptual o material.

**Sistemas de cargas:** se refiere a un conjunto de dispositivos que necesita de energía eléctrica para su funcionamiento.

**Sistemas de luces:** el sistema de iluminación consiste en un grupo de dispositivos lumínicos instalados en distintos puntos de una estructura con una relación entre sí mismos.

**Solenoides:** un solenoide es cualquier dispositivo físico capaz de crear un campo magnético sumamente uniforme e intenso en su interior, y muy débil en el exterior. Un ejemplo teórico es el de una bobina de hilo conductor aislado y enrollado helicoidalmente, de longitud indeterminada.

# T

**Tecnología:** se define a la tecnología como el conjunto de conocimientos dedicados a la creación de herramientas, procesos y acciones que permite al ser humano extender y potenciar sus habilidades.

**Telegramas:** el telegrama es un conjunto de bits que se obtienen a partir de las envolventes formadas por los distintos trenes de impulsos, que proporcionan a los receptores, la información necesaria para que lleven a cabo su actuación.

**Tiristores:** el tiristor es una familia de componentes electrónicos constituido por elementos semiconductores que utiliza realimentación interna para producir una conmutación.

**Topología:** la topología de red se define como un mapa físico o lógico de una red para intercambiar datos. En otras palabras, es la forma en que está diseñada la red, ya sea en el plano físico o lógico.

**Topología descentralizada:** en una red descentralizada no existe un único nodo central, pues hay un centro colectivo de diversos puertos de conexión, es decir, nodos. Cuando uno de los nodos reguladores cae, se produce la desconexión de uno o varios nodos del conjunto de la red. En cambio, en una topología centralizada, si cae el nodo centralizador produce obligatoriamente la ruptura y desaparición de toda la red.

**Transceptores:** un transceptor es un dispositivo que cuenta con un transmisor y un receptor que comparten parte de la circuitería o se encuentran dentro de la misma caja. Cuando el transmisor y el receptor no tienen en común partes del circuito electrónico se conoce como transmisor-receptor.

**Transistor:** el transistor es un dispositivo electrónico semiconductor utilizado para entregar una señal de salida en respuesta a una señal de entrada. Cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador.

**Transmisión de datos asíncrona:** el término asíncrona se utiliza para describir el proceso en el que los datos transmitidos se codifican con bits de inicio y de detención, que especifican el principio y el final de cada carácter.

**Triacs:** un TRIAC o Triodo para Corriente Alterna es un dispositivo semiconductor, de la familia de los tiristores. La diferencia con un tiristor convencional es que este es unidireccional y el TRIAC es bidireccional. De forma coloquial podría decirse que el TRIAC es un interruptor capaz de conmutar la corriente alterna.

**Tunneling:** se conoce como túnel o tunneling a la técnica que consiste en encapsular un protocolo de red sobre otro (protocolo de red encapsulador) creando un túnel de información dentro de una red de computadoras.

## U

**Ubicuidad:** se refiere al control realizado desde diferentes puntos, y simultáneamente.

**UDP:** el protocolo de datagramas de usuario es un protocolo del nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas. Permite el envío de datagramas a través de la red sin que se haya establecido previamente una conexión, ya que el propio datagrama incorpora suficiente información de direccionamiento en su cabecera.

**Unidireccional:** flujo de datos en una sola dirección.

## V

**Variables de proceso:** una variable de proceso es una condición física o química del proceso que es de interés medir y/o controlar, ya que puede alterar el proceso de manufactura de alguna manera.

## X

**X-10:** X-10 es un protocolo de comunicaciones para el control remoto de dispositivos eléctricos, que utiliza la línea eléctrica

preexistente para transmitir señales de control entre equipos de automatización del hogar en formato digital.

## **Z**

**Zigbee:** Zigbee es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4, de redes inalámbricas de área personal (*Wireless Personal Area Network, WPAN*).

# ÍNDICE ANALÍTICO

## Índice Analítico

### A

Aislamiento galvánico, 137  
Algoritmo, 19  
Ambiguo, 25  
Arbol de operaciones, 164

### B

Bidireccionales, 47, 49, 150  
Bus de comunicación, 30  
Bytes, 43

### C

Carril DIN, 104  
Ciudades inteligentes, 22  
Clavijas, 104, 109, 111  
Conexión en estrella, 87  
Conexión en triángulo, 87  
Control de temperatura, 24, 39, 57  
Control remoto, 23  
Corriente alterna, 25, 55, 85, 86, 90, 91, 92, 126  
Corriente continua, 55, 85, 90, 91, 126, 155  
Corriente máxima, 86, 91

### D

Devanados, 87, 89, 90, 92  
Diafonía, 156  
Diagrama unifilar, 109, 111, 112, 113  
*Dimmers*, 104  
*Display*, 128, 129, 130, 133, 142, 144, 145

Domótica., 21

### E

Elemento bimetálico, 71  
Embolo, 78  
Enmascaramiento de la señal, 30  
Envergadura, 48  
Esquemas, 128, 161, 164  
estándar, 38, 39  
Estándar, 8, 11, 12, 19, 21, 25, 26, 31, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 56, 104, 105, 129, 137, 144, 169, 170  
Estandarización, 25, 139  
Estator, 87, 90  
Ethernet, 50, 51, 53, 128, 129, 130, 133, 137, 138, 165  
Etimología, 21

### F

Fase, 48, 87, 90, 109, 111, 113, 115, 116, 119, 120, 121, 130, 135

### G

Gestión energética, 21

### I

Inducido, 84, 90  
Inmóticos, 84, 86  
Instrumentación, 57  
Internet de las cosas, 41  
Interoperabilidad, 25, 36  
Irrupción, 149



## K

KNX IP, 40, 43, 50  
KNX PL, 43, 45, 46, 47  
KNX RF, 40, 43, 47, 48, 49, 50  
KNX TP, 43, 44, 46, 47, 48, 51, 52

## L

Lecturas analógica, 18  
Lecturas digitales, 18  
Lenguajes de alto nivel, 139  
LOGO, 5, 7, 10, 11, 12, 41, 128, 129, 130,  
131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138,  
141, 142, 144, 145, 146, 147, 148, 159,  
160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 169,  
170, 171

## M

Mesh, 32, 33  
Microcontroladores, 122, 124  
Microondas, 64, 65, 104  
Microprocesadores, 122, 124, 149  
Multímetro, 18

## N

Neutro, 45, 90, 109, 111, 115, 116, 119,  
120, 121  
Niveles normativos, 18  
Nodos, 32, 33, 34, 35, 77  
Nominal, 11, 43, 86, 91, 104, 118  
Nube, 19

## O

Omnidireccional, 62, 64  
Omron, 124, 139

Onda senoidal, 28  
Onda ultrasónica, 61

## P

Paneles antiacústicos, 62  
Par motor, 89  
Polarizado, 10, 109, 111, 113, 115  
*Power line*, 39  
Proclives, 105  
Protocolo, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31,  
36, 37, 38, 39, 40, 41, 45, 50, 52, 56,  
152, 153

## R

Radiofrecuencia, 40, 47, 48, 56  
Relés, 19, 74, 81, 82, 103, 126, 128, 137  
Rotor, 89, 90  
*Routing*, 50  
Ruidos eléctricos, 107

## S

Schneider, 124  
Sensor piroeléctrico de multi-elemento,  
66  
Sensores, 7, 32, 37, 41, 42, 47, 57, 58,  
59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69,  
70, 71, 73, 74, 82, 97, 125, 150, 151,  
153  
Señales parásitas, 30  
Siemens, 39, 41, 124, 139  
Sistema, 8, 9, 11, 12, 19, 21, 27, 31,  
33, 35, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 45,  
47, 48, 50, 53, 55, 57, 60, 72, 74, 75,  
77, 93, 94, 95, 104, 122, 124, 128, 150,  
154, 189  
Sistemas de cargas, 25  
Sistemas de luces, 25

Solenoides, 78

## T

Tecnología., 21

Telegramas, 30, 31, 42, 44, 46, 48, 49, 50, 51

Tiristores, 103

Topología, 27, 32, 33, 37, 41, 122

Topología descentralizada, 27, 41

Transceptores, 32

Transistor, 19

Transmisión de datos asíncrona, 43

Triacs, 103, 126

Tunneling, 50

## U

Ubicuidad, 21

UDP, 50

Unidireccional, 47, 49, 64

## V

Variables de proceso, 19, 150

## X

X-10, 21, 24

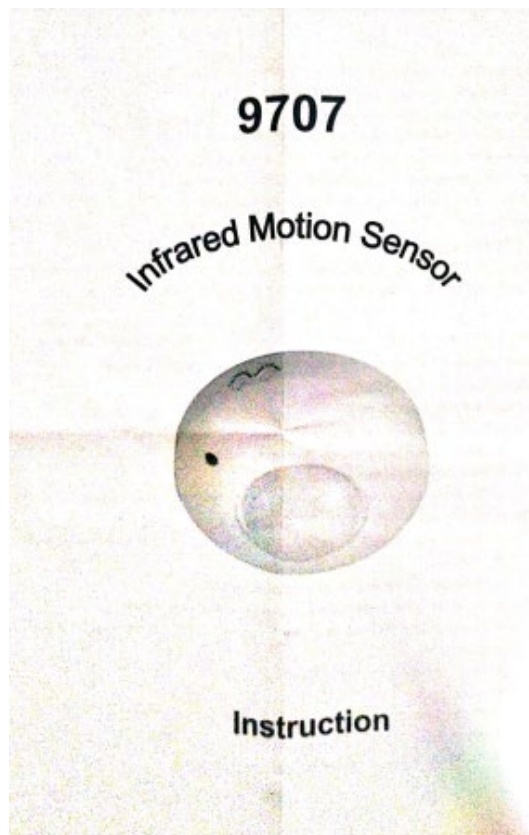
## Z

Zigbee, 31, 33, 35

# **ANEXOS**

# 1. Hojas técnicas de los componentes del prototipo

## 1.1. Hoja Técnica del Sensor de Movimiento Infrarrojo



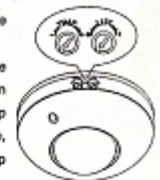
**TEST:**

- > Turn the TIME knob anti-clockwise on the minimum (-). Turn the LUX knob anti-clockwise on the maximum (sun).
- > Switch on the power; the sensor and its connected lamp will have no signal at the beginning. After Warm-up 30sec, the sensor can start work. If the sensor receives the induction signal, the lamp will turn on. While there is no another induction signal any more, the load should stop working within 10sec±3sec and the lamp would turn off.
- > Turn LUX knob clockwise on the minimum (moon). If the ambient light is more than 3LUX, the sensor would not work and the lamp stop working too. If the ambient light is less than 3LUX (darkness), the sensor would work. Under no induction signal condition, the sensor should stop working within 10sec±3sec.

**Note:** when testing in daylight, please turn LUX knob to ☀ (SUN) position, otherwise the sensor lamp could not work! If the lamp is more than 60W, the distance between lamp and sensor should be 60cm at least.

**SOME PROBLEM AND SOLVED WAY:**

- > The load does not work:
  - a. Please check if the connection of power source and load is correct.
  - b. Please check if the load is good.
  - c. Please check if the settings of working light correspond to ambient light.
- > The sensitivity is poor:
  - a. Please check if there is any hindrance in front of the detector to affect it to receive the signals.
  - b. Please check if the ambient temperature is too high.
  - c. Please check if the induction signal source is in the detection field.
  - d. Please check if the installation height corresponds to the height required in the instruction.
  - e. Please check if the moving orientation is correct.
- > The sensor can not shut off the load automatically:
  - a. Please check if there is continual signal in the detection field.
  - b. Please check if the time delay is set to the maximum position.
  - c. Please check if the power corresponds to the instruction.



**CONNECTION:**

**WARNING**

Warning. Danger of death through electric shock!

- Must be installed by professional electrician.
- Disconnect power source.
- Cover or shield any adjacent live components.
- Ensure device cannot be switched on.
- Check power supply is disconnected.

- > Turn the bottom-cover anti-clockwise and unload it.
- > The power wire goes across the hole in the middle of bottom-stand. Connect the power wire into connection-wire column according to the connection-wire diagram.
- > Fix the bottom-stand on the selected position with inflated screw.
- > The sensor should be aimed at the mouth of bottom-stand and turned clockwise.
- > After finishing installing, turn on the power and then test it.

**CONNECTION-WIRE DIAGRAM:**  
(See the right figure)

**SENSOR INFORMATION**

Height of installation: 2.2-4m  
Detection Distance: Max.6m

### Welcome to use 9707 Infrared motion sensor!

The product adopts good sensitivity detector and integrated circuit. It gathers automatism, convenience, safety, saving-energy and practical functions. It utilizes the infrared energy from human as control-signal source and it can start the load at once when one enters detection field. It can identify day and night automatically. It is easy to install and used widely.

#### SPECIFICATION:

Power Source: 110-130V/AC 60Hz  
Ambient Light: <3-2000LUX (adjustable)  
Time Delay: Min. 10sec±3sec  
Max. 7min±2min  
Rated Load: Max. 800W ⚡  
200W ⚡

Detection Range: 360°  
Detection Distance: 6m max(<24°C)  
Working Temperature: -20~+40°C  
Working Humidity: <93%RH  
Power Consumption: approx 0.5W  
Installation Height: 2.2-4m  
Detection Moving Speed: 0.6-1.5m/s

#### FUNCTION:

- > Can identify day and night: The consumer can adjust working state in different ambient light. It can work in the daytime and at night when it is adjusted on the "sun" position (max). It can work in the ambient light less than 3LUX when it is adjusted on the "moon" position (min). As for the adjustment pattern, please refer to the testing pattern.
- > Time-Delay is added continually: When it receives the second induction signals within the first induction, it will restart to time from the moment.



Good sensitivity



Poor sensitivity

#### INSTALLATION ADVICE:

As the detector responds to changes in temperature, avoid the following situations:

- > Avoid pointing the detector towards objects with highly reflective surfaces, such as mirrors etc.
- > Avoid mounting the detector near heat sources, such as heating vents, air conditioning units, light etc.
- > Avoid pointing the detector towards objects that may move in the wind, such as curtains, tall plants etc.



## 1.2. Hoja técnica de LOGO OBA0 - modelo: 6ED1052-1FB08-OBA0

**SIEMENS**

Hoja de datos

6ED1052-1FB08-OBA0


LOGO! 230RCE,mód. lógico,displ.



Figura similar

<b>Display</b>	
Con display	Si
<b>Diseño/montaje</b>	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 4 módulos de ancho
<b>Tensión de alimentación</b>	
Valor nominal (DC)	
• 115 V DC	Si
• 230 V DC	Si
Rango admisible, límite inferior (DC)	100 V
Rango admisible, límite superior (DC)	253 V
Valor nominal (AC)	
• 115 V AC	Si
• 230 V AC	Si
<b>Frecuencia de red</b>	
• Rango admisible, límite inferior	47 Hz
• Rango admisible, límite superior	63 Hz

<b>Hora</b>	
Programadores horario	
• Cantidad	400; Máx. 400, según la función
• Reserva de marcha	480 h
<b>Entradas digitales</b>	
Nº de entradas digitales	8
<b>Salidas digitales</b>	
Número de salidas	4; Relé
Protección contra cortocircuito	No; requiere protección externa
<b>Salidas de relé</b>	
Poder de corte de los contactos	
— con carga inductiva, máx.	3 A
— con carga resistiva, máx.	10 A
<b>CEM</b>	
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	
• Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial	Si
<b>Grado de protección y clase de protección</b>	
Grado de protección según EN 60529	
• IP20	Si
<b>Normas, homologaciones, certificados</b>	
Marcado CE	Si
Homologación CSA	Si
Homologación UL	Si
Homologación FM	Si
desarrollado conforme a IEC 61131	Si
según VDE 0631	Si
Homologaciones navales	Si
<b>Condiciones ambientales</b>	
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	-20 °C; Sin condensación
• máx.	55 °C
Temperatura ambiente en almacenaje/transporte	
• mín.	-40 °C
• máx.	70 °C
Altitud en servicio referida al nivel del mar	
• Temperatura ambiente-presión atmosférica-altitud de instalación	Tmin ... Tmáx a 1 080 hPa ... 795 hPa (-1 000 m ... +2 000 m)
<b>Dimensiones</b>	
Ancho	71,5 mm

Alto	90 mm
Profundidad	60 mm
<b>Última modificación:</b>	11/05/2018 

## 1.3. Hoja técnica del módulo de expansión - modelo: 6ED1055-1FB00-OBA2

**SIEMENS**

**Datasheet**

**6ED1055-1FB00-OBA2**



LOGO! DM8 230R, EXP. MODULE, PUI/O: 230V/230V/RELAIS, ZTE, 4 DI/4 DO FOR LOGO! 8

Installation type/mounting	
Mounting	on 35 mm DIN rail, 2 spacing units wide
Supply voltage	
115 V DC	Yes
230 V DC	Yes
permissible range, lower limit (DC)	100 V
permissible range, upper limit (DC)	253 V
115 V AC	Yes
230 V AC	Yes
Line frequency	
• permissible frequency range, upper limit	63 Hz
Digital inputs	
Number of digital inputs	4
Input voltage	
• Type of input voltage	AC/DC
• for signal "0"	< 40 V AC, < 30 V DC
• for signal "1"	> 79 V AC, > 79 V DC
Input current	
• for signal "0", max. (permissible quiescent current)	0.06 mA
• for signal "1", typ.	0.37 mA
Input delay (for rated value of input voltage)	
for standard inputs	
— at "0" to "1", max.	40 ms
— at "1" to "0", max.	75 ms
Digital outputs	
Number of digital outputs	4; Relays

Short-circuit protection	No
Controlling a digital input	Yes
Switching capacity of the outputs	
• Lamp load, max.	1 000 W; 500 W at 115 V AC
Output current	
• for signal "1" rated value	5 A
Parallel switching of 2 outputs	
• for uprating	No
Switching frequency	
• with resistive load, max.	2 Hz
• with inductive load, max.	0.5 Hz
• mechanical, max.	10 Hz
Relay outputs	
Switching capacity of contacts	
— with inductive load, max.	3 A
— with resistive load, max.	5 A
EMC	
Emission of radio interference acc. to EN 55 011	
• Emission of radio interference acc. to EN 55 011 (limit class B)	Yes
Degree and class of protection	
IP20	Yes
Standards, approvals, certificates	
CSA approval	Yes
UL approval	Yes
FM approval	Yes
developed in accordance with IEC 61131	Yes
acc. to VDE 0631	Yes
Marine approval	
• Marine approval	Yes
Ambient conditions	
Operating temperature	
• min.	0 °C
• max.	55 °C
Dimensions	
Width	35.5 mm



Height

90 mm

Depth

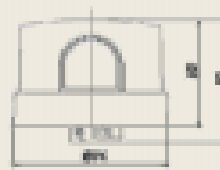
58 mm

**last modified:**

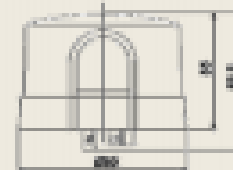
21.08.2014

## 1.4. Hoja técnica de fotocelda

# Photocell Control



74mm (window)



80mm (window)






Type	Electronic <b>NEW</b>				Electromagnetic
Model no.	LC2003A7 LC2003A8 LC2003C	LC2002LED (LC2002LEA) (LC2002LEB)	LC2002A LC2002B LC2002C	LC2001C	LC2000A LC2000B LC2000C
Specification		for LED lamp			
Standard	ANSI C136.10 & UL 775				
Relay	30A	15A	15A	15A	----
UL certification				UL pending	----
Turn-on light level	10-16 lux	10-16 lux	10-16 lux	10-16 lux	On- 10-16 lux Off- < 65 lux
Turn on/off ratio	1:1.5 to 4	1:1.5 to 4	1:1 to 4	1:1 to 4	
Time delay	3-15 sec	3-15 sec.	3-15 sec.	3-15 sec.	< 1 sec.
Operating temper.	-40 ~ +70°C	-40 ~ +70°C	-40°C ~ +70°C	-40°C ~ +70°C	-40°C ~ +70°C
MOV surge protection	160J	160 120/160J	90/160J 120/160J	90/160J 120/160J	110J
Energy consumption	120V < 0.5W 240V < 1W	120V < 0.5W 240V < 1W	120V < 0.5W 240V < 1W	120V < 0.5W 240V < 1W	120V < 0.7W 240V < 1W
Electrical life	> 5000 cycles	> 5000 cycles	> 5000 cycles	> 5000 cycles	> 5000 cycles
Sensor type	Silicon Photocell	Silicon Photocell	Silicon Photocell	Silicon Photocell	CDG 1"
Failure mode	Fail on, fail off	Fail on	Fail on, fail off	Fail on, fail off	Fail on
Housing	UV PC	UV PC	UV PC	UV PC	UV PC
Housing available size	74mm, 80mm	74mm, 80mm	74mm, 80mm	74mm, 80mm	74mm, 80mm
Ingress Protection	IP54	IP54	IP54	IP54	IP54

### Index of Model:

Type	Model no.	Amp.	Voltage	Tungsten	Ballast	Cover size	Color
Electronic	LC2003A7	30A	120V AC	1000W	1800VA	74mm	Grey
	LC2003A8	30A	120V AC	1000W	1800VA	80mm	Grey
	LC2003C	30A	120-277V AC	1000W	1800VA	74,80mm	Blue
	LC2002LEA	15A	120V AC	----	0.3A(LED), 0A(LED)	74,80mm	Grey
	LC2002LEB	15A	120-277V AC	----	0.3A(LED), 0A(LED)	74,80mm	Blue
	LC2002A	15A	120V AC	900W	1100VA	74,80mm	Grey
	LC2002B	15A	240V AC	900W	1620VA	74,80mm	Maroon
	LC2002C	15A	120-277V AC	900W	1100VA	74,80mm	Blue
	LC2001C	15A	120-277V AC	1000W	1800VA	74,80mm	Blue
Electromagnetic	LC2000A	----	120V AC	1000W	1800VA	74,80mm	Grey
	LC2000B	----	240V AC	2000W	1800VA	74,80mm	Maroon
	LC2000C	----	120-277V AC	1000W	1800VA	74,80mm	Blue

## 1.5. Hoja técnica de Bases y relés utilizados

18FF Sockets		RELAY SOCKETS
  File No.: E253370		<b>Features</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● The dielectric strength can reach 2000VAC and the insulation resistance is 1000MΩ</li> <li>● Three mounting types are available: PCB mounting screw mounting and DIN rail mounting.</li> <li>● With finger protection device</li> <li>● Many kinds of plug-in modules are available with the function of energizing indication and wiring protection.</li> <li>● Components available: retainer, marker and plug-in module</li> <li>● Applicable relay types: HF18FF/HF18FH</li> <li>● Environmental friendly product (RoHS compliant)</li> </ul>

ORDERING INFORMATION			
Type	18FF	-1Z	-C1
Contact arrangement	1Z: 1 Form C 2Z: 2 Form C 3Z: 3 Form C 4Z: 4 Form C		
Termination & mounting	A2: PCB terminal, PCB or Screw mounting C1/C6: Screw terminal, DIN rail or Screw mounting, Without finger protection device C2/C4/C5/C7/C8: Screwless terminal, DIN rail mounting, With finger protection device		

CHARACTERISTICS								
Type	Nominal Voltage	Nominal Current	Ambient Temperature	Dielectric Strength min.	Max wire size		Wire Strip Length	Screw Torque
					mm <sup>2</sup>	AWG		
18FF-2Z-A2	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	---	---	---	---
18FF-2Z-C1	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	2 x1.5	2 x16	7mm	0.8N · m
18FF-2Z-C2	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	2 x1.5	2 x16	7mm	0.8N · m
18FF-2Z-C4	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	1 x4 / 2 x2.5	1 x12 / 2 x14	7mm	0.6N · m
18FF-2Z-C5	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	1 x4 / 2 x2.5	1 x12 / 2 x14	7mm	0.6N · m
18FF-2Z-C6	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	2 x1.5	2 x16	7mm	0.6N · m
18FF-2Z-C7	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	2 x1.5	2 x16	7mm	0.6N · m
18FF-2Z-C8	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	2 x1.5	2 x16	7mm	0.6N · m
18FF-3Z-C1	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	2 x1.5	2 x16	7mm	0.8N · m
18FF-3Z-C4	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	1 x4 / 2 x2.5	1 x12 / 2 x14	7mm	0.6N · m
18FF-3Z-C5	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	1 x4 / 2 x2.5	1 x12 / 2 x14	7mm	0.6N · m
18FF-4Z-A2	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	---	---	---	---
18FF-4Z-C1	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	2 x1.5	2 x16	7mm	0.8N · m
18FF-4Z-C2	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	2 x1.5	2 x16	7mm	0.8N · m
18FF-4Z-C4	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	1 x4 / 2 x2.5	1 x12 / 2 x14	7mm	0.6N · m
18FF-4Z-C5	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	1 x4 / 2 x2.5	1 x12 / 2 x14	7mm	0.6N · m
18FF-4Z-C6	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	2 x1.5	2 x16	7mm	0.6N · m
18FF-4Z-C7	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	2 x1.5	2 x16	7mm	0.6N · m
18FF-4Z-C8	250VAC	7A	-40 °C to 70 °C	2000VAC	2 x1.5	2 x16	7mm	0.6N · m

# **MANUAL DE USUARIO DEL MÓDULO ENTRENADOR DE DOMÓTICA**



# MANUAL DE USUARIO

## MÓDULO ENTRENADOR DE DOMÓTICA



Presentado por:  
Salvador Ernesto Campos López N° 037716  
Walter Oswaldo Castillo Ramírez N° 175316  
Gerardo Alexander Molina Contreras N° 072316  
Edwin Ignacio Rivera Callejas N° 241116

**ITCA FEPADE**  
TÉCNICOS E INGENIEROS

# 2021

## Tabla de contenido del Manual de usuario del módulo entrenador de domótica

<b><u>Antes de usar el módulo entrenador de domótica</u></b>	<b>234</b>
<i><u>Precauciones</u></i> -----	234
<i><u>Advertencias</u></i> -----	234
<b><u>Descripción General</u></b>	<b>235</b>
<b><u>Especificaciones Técnicas</u></b>	<b>235</b>
<b><u>Manipulación manual segura</u></b>	<b>235</b>
<b><u>Programas requeridos para la configuración de dispositivos de módulo entrenador de domótica</u></b>	<b>235</b>
<b><u>Partes y accesorios del módulo entrenador</u></b>	<b>236</b>
<b><u>Puesta en marcha del módulo</u></b>	<b>236</b>
<i><u>Colorimetría</u></i> -----	236
<i><u>Encendido del módulo entrenador de domótica</u></i> -----	237
<i><u>Apagado del módulo entrenador de domótica</u></i> -----	238
<i><u>Conectando el módulo a la PC por medio de Wi-Fi o cable Ethernet para cargar al LOGO! la programación diseñada</u></i> -----	238
<i><u>Personalizando el entorno del Servidor Web de LOGO para el módulo entrenador, por medio del programa LOGO Web Editor</u></i> -----	241
<i><u>Accediendo al entorno gráfico de control remoto del módulo entrenador usando la personalización del Servidor Web de LOGO!</u></i> -----	243
<b><u>Resolución de problemas del módulo entrenador</u></b>	<b>244</b>

# MANUAL DE USUARIO

## Antes de usar el módulo entrenador de domótica

### Precauciones

Riesgo a descarga eléctrica:



**RIESGO ELÉCTRICO**

El uso inadecuado del equipo puede causar una descarga eléctrica, por lo que se debe manejar con cuidado y con su respectivo equipamiento de protección personal.

Requisitos para personal:

**¡Nota!** Cuando se dice "personal", se hace referencia a todas las personas que trabajan en o cerca del módulo. Sólo personal cualificado o adiestrado puede trabajar en el equipo.

Persona cualificada:

Una persona cualificada debe disponer de la experiencia y la formación adecuada como para permitirle identificar los peligros, analizar los riesgos y evitar los daños que la electricidad pueda ocasionar en este equipo.

Las personas cualificadas deben cumplir con las reglamentaciones locales, tales como certificaciones y calificaciones para trabajar con este tipo de energía.

Persona adiestrada:

Una persona adiestrada debe ser supervisada o aconsejada adecuadamente por una persona cualificada. La persona cualificada capacita a la persona adiestrada para que pueda identificar los peligros, analizar los riesgos y evitar los daños que la electricidad pueda ocasionar en esta máquina.

### Advertencias

Área de trabajo:

- Mantenga las áreas de trabajo limpias y bien iluminadas.
- No manipule el equipo en ambientes inadecuados.

Seguridad eléctrica:

- No fuerce el cable, mantenga el cable lejos de aceite, calor y orillas afiladas.

Seguridad personal:

- Use el equipo de seguridad adecuado para manipulación contra choques eléctricos.



Usos y cuidados del módulo:

- No desconecte y conecte el módulo intermitentemente.
- Desconéctese cuando el módulo no se esté utilizando.
- No derramar líquidos sobre el módulo.
- No limpiar el módulo con aceites o alcoholes.
- Evite el uso de herramientas cortantes.
- Mantenga los accesorios lejos del agua.

## Descripción General

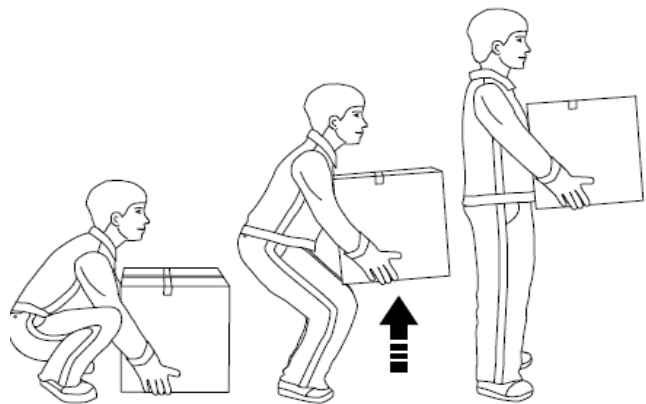
El módulo entrenador de domótica cuenta con un suministro eléctrico a un voltaje de 120 V<sub>AC</sub>; este, posee como controlador programable un LOGO! 230RC y su expansión LOGO! DM8 230R. En conjunto, cuenta con 12 entradas digitales y 8 salidas digitales, las cuales se encuentran conectadas a terminales tipo banana, facilitando su uso didáctico.

De igual manera, cuenta con distintos elementos entre los cuales se pueden mencionar: sensor fotoeléctrico, sensor de movimiento, interruptores, tomacorrientes, luminarias, relé entre otros elementos que se observan en una instalación de domótica en el país.

## Manipulación manual segura

Usar dispositivos mecánicos de elevación siempre que sea posible para la fácil manipulación del equipo cuando sea requerido. Cuando no haya dispositivos mecánicos de elevación disponibles, no intentar levantar cargas si no se cuenta con la ayuda de otra persona. Evitar levantar objetos por debajo de la altura de las rodillas y por encima de la altura de los hombros. Si es necesario levantarlo, seguir las instrucciones indicadas a continuación para reducir el riesgo de lesiones dorsales y discales:

- Usar calzado de seguridad y asegurarse de que la superficie del suelo no está resbaladiza.
- Acercarse a la carga.
- Separar bien las piernas y apoyar firmemente los pies en el suelo.
- Agacharse doblando las rodillas y haciendo fuerza con los músculos de las piernas.
- Mantener la carga cerca del cuerpo.
- No girar el cuerpo mientras se mueve la carga.
- Dar pasos pequeños al darse la vuelta.
- Para reducir el riesgo de lesiones discales o en los músculos de la espalda, tener cuidado para no doblar ni girar la espalda al levantar la carga. Mantener la carga cerca del cuerpo para reducir los esfuerzos en la espalda.



## Programas requeridos para la configuración de dispositivos de módulo entrenador de domótica

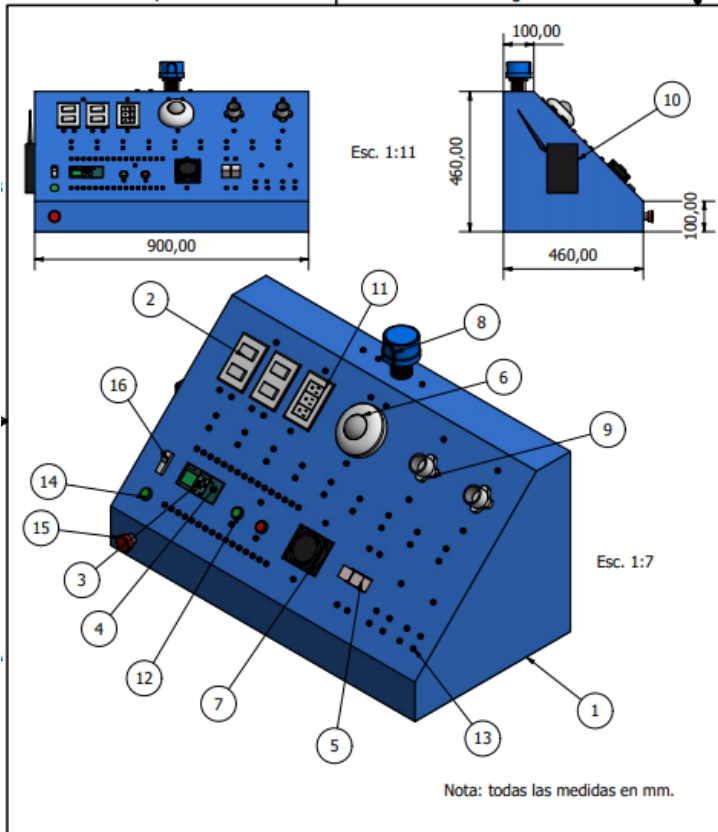
- A. LOGO! SOFT COMFORT VERSION V8.3.
- B. LOGO! WEB EDITOR V1.0.

## Especificaciones Técnicas

Módulo entrenador	
Tensión	120 VAC
Frecuencia	60 Hz
Corriente	-
Conductor de suministro eléctrico	12 AWG
Capacidad de memoria SD (LOGO!)	2 GB



## Partes y accesorios del módulo entrenador



Esc. 1:11

Esc. 1:7

Nota: todas las medidas en mm.

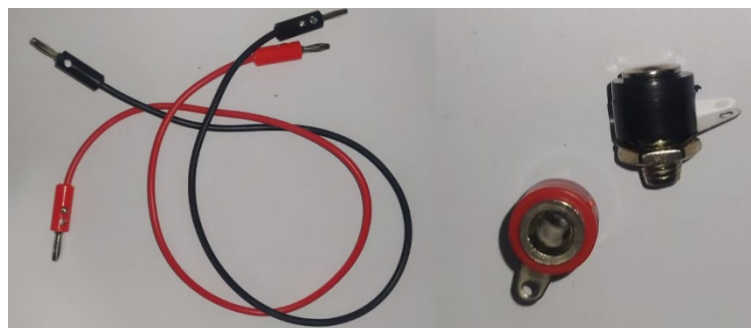
LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	ETIQUETA	DESCRIPCIÓN
1	1	Estructura	Estructura de lámina de hierro.
2	2	Interruptor	Interruptor doble de 15 A.
3	1	LOGO OBA0	LOGO! OBA0 controlador del módulo.
4	2	Módulo de expansión	Módulo de expansión del LOGO!.
5	2	Relé	Relé de 14 pines.
6	1	Sensor de Mov.	Sensor de Movimiento infrarrojo.
7	1	Ventilador	Ventilador 120 VAC.
8	1	Fotocelda	Fotocelda de intemperie.
9	2	Receptáculo de porcelana	Receptáculo de porcelana de 660 W.
10	1	Router	Router inalámbrico.
11	1	Tomacorriente	Tomacorriente 120 VAC.
12	1	Pulsadores	Pulsadores 120 VAC / 15 A.
13	1	Borneras tipo banana	Bananas hembra.
14	1	Luminaria de encendido	Luminaria 120 VAC.
15	1	Paro de emergencia	Paro de emergencia tipo hongo.
16	1	Autómato	Autómato 16 A de 1 polo

Diseño de ITCA-FEPADE	Revisado por Walter Castillo	Aprobado por Salvador Campos	Fecha 22/6/21
ITCA-FEPADE		Módulo entrenador de domótica	
		Modelado 3D	Edición 1 / Hoja 1 / 2

## Puesta en marcha del módulo

### Colorimetría

Los colores en las bananas representan Línea/Fase (color rojo) y Neutro (color negro) del módulo; los sensores poseen marcas para identificarlos según viñetas (S1, S2, ...), estas en color negro y en color rojo sus conexiones comunes (C1, C2, ...).



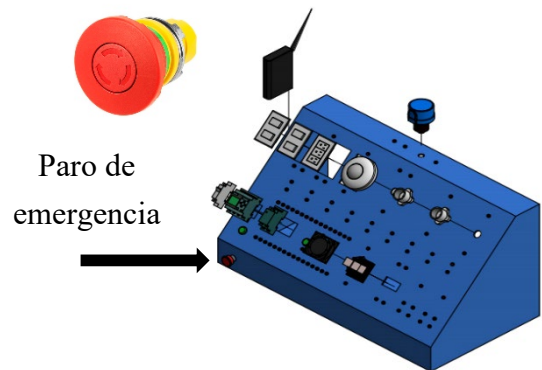
## Encendido del módulo entrenador de domótica

**NOTA:** para evitar riesgo de cortocircuito por cables mal conectados, éstos deberán desconectarse antes de cada práctica.

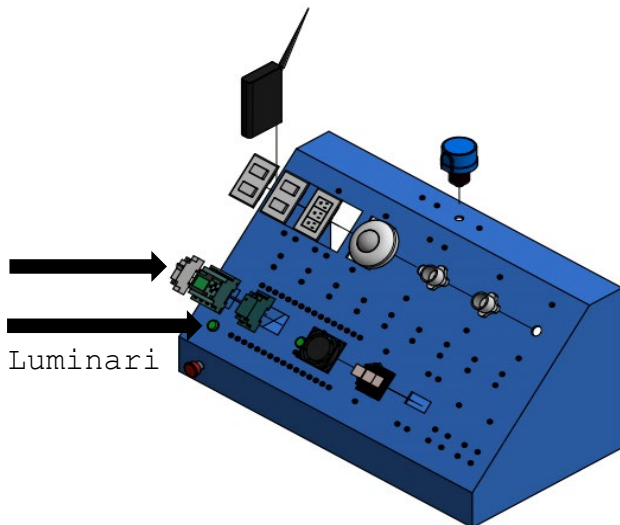
1. Con el panel libre de conexiones de los componentes, se deberá conectar el panel a la alimentación principal a 120 V<sub>AC</sub> por medio del cable, como se muestra en la fotografía.



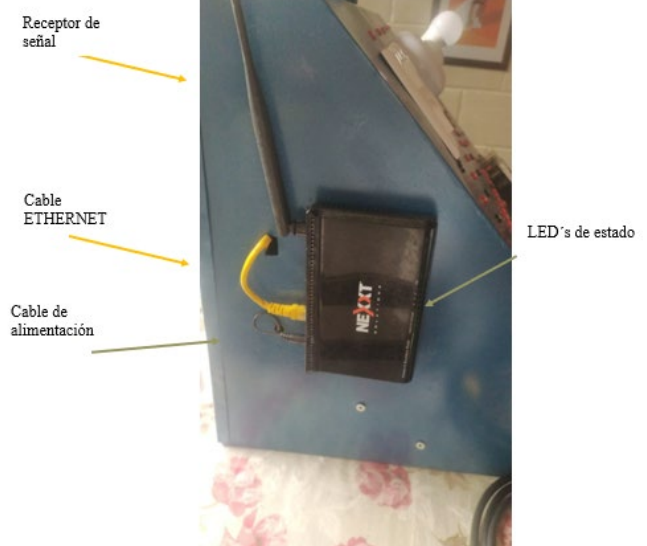
2. Verificar que el paro de emergencia no se encuentre presionado. Su ubicación se muestra en la figura siguiente.



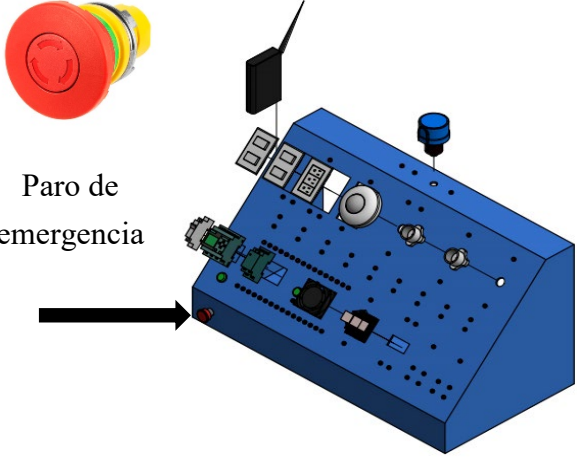
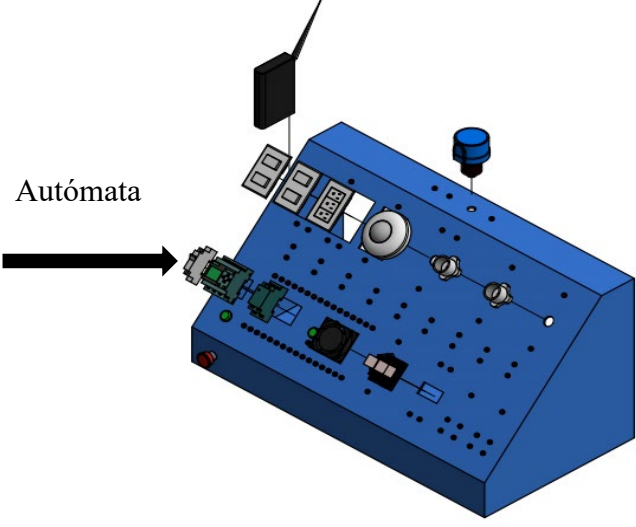
3. Una vez conectado el módulo y el paro de emergencia desactivado, se debe subir el interruptor del autómata. En ese momento, la luminaria encenderá en color verde indicando la presencia de voltaje.







4. Verificar que el conector de alimentación de voltaje del router se encuentre conectado adecuadamente. Si el dispositivo se encuentra conectado adecuadamente, este iluminará el led de estado.



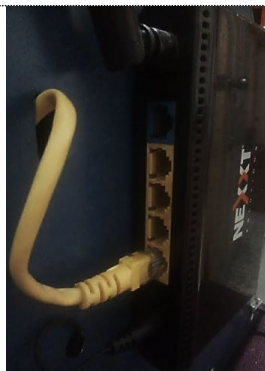
## Apagado del módulo entrenador de domótica

<p>1. Presionar el paro de emergencia para desenergizar todo el sistema.</p>	<p>2. Bajar el interruptor del automático.</p>
 <p>Paro de emergencia</p>	 <p>Automata</p>

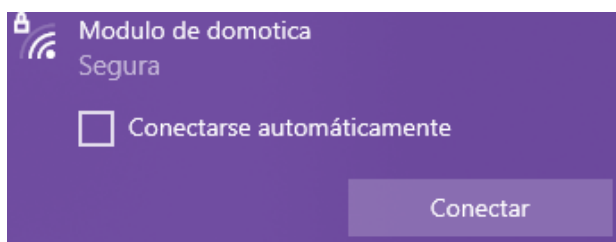
## Conectando el módulo a la PC por medio de Wi-Fi o cable Ethernet para cargar al LOGO! la programación diseñada

<p>1. Conectar la alimentación del LOGO por medio de bananas.</p>	<p>2. Verificar que el paro de emergencia del módulo no esté accionado.</p>
	
<p>3. Encender el módulo por medio del automático.</p>	<p>4. Esperar 30 segundos a que el router y el LOGO se enlacen.</p>
	

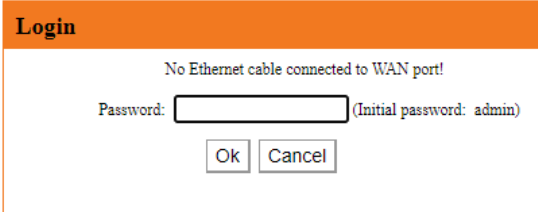
5. Si posee cable ethernet, puede conectarse en uno de los 3 puertos RJ45 del router.



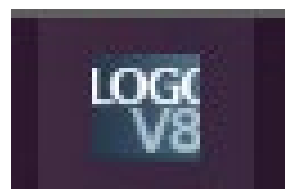
6. Si no posee cable ethernet se puede conectar directamente a la red Wi-Fi llamada “**Módulo de domotica**” y colocar la contraseña que viene predeterminada en el router, la cual es “00900249” (sin comillas).



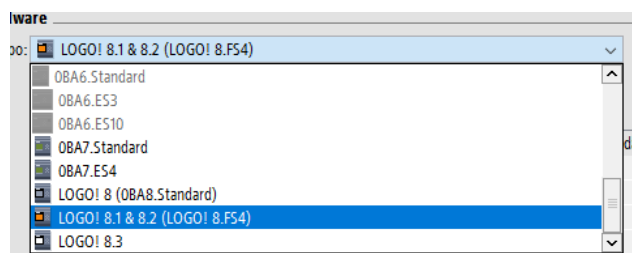
7. Luego de conectarse, se abrirá una pestaña en su navegador para la configuración del router y si el usuario quisiera realizar alguna modificación, acceder con el usuario “**admin**” y contraseña “**admin**” (no es necesario realizar configuraciones extras, ya que el módulo cuenta con configuraciones predeterminadas).



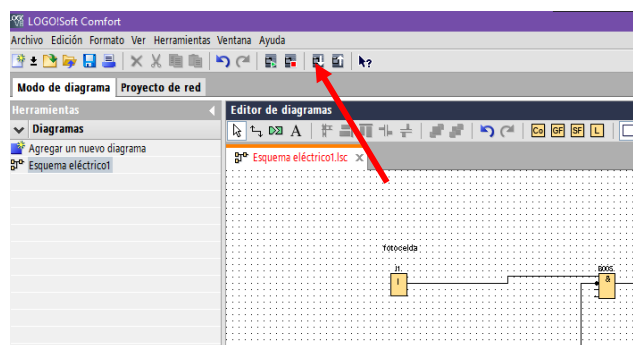
8. Abrir el programa Logo Soft V8.3 (no versiones anteriores) y crear un nuevo proyecto.



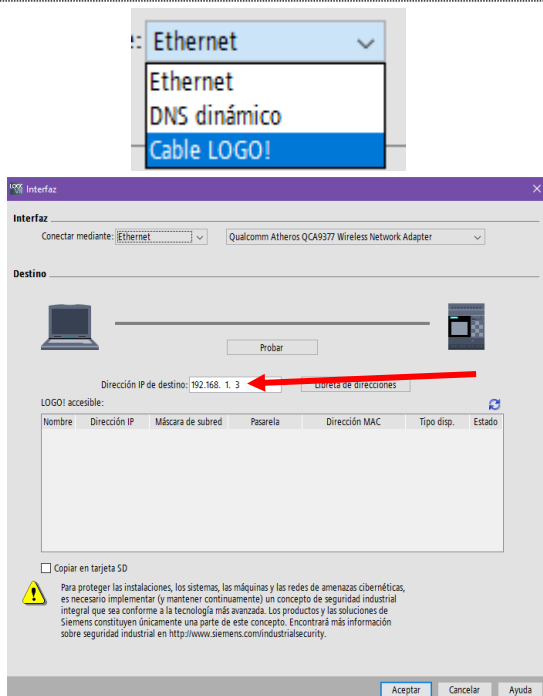
9. Seleccionar en tipo de hardware, opción LOGO! 8.1 & 8.2 (LOGO! 8.F54).



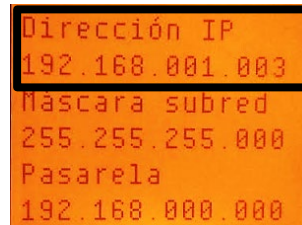
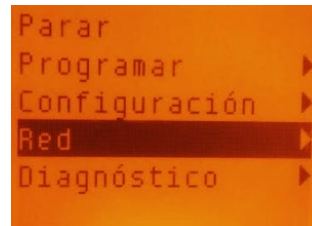
10. Luego, realizar el programa que se necesite en la interfaz para cargar de PC a LOGO!



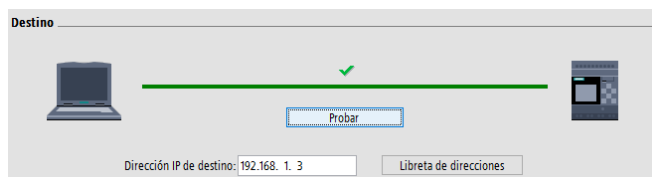
11. Luego de haber iniciado la carga del programa se abrirá una pestaña, la cual pedirá si desea realizar la conexión por medio de cable **ethernet** para luego colocar la dirección IP de destino **192.168.1.3** (IP predeterminada).



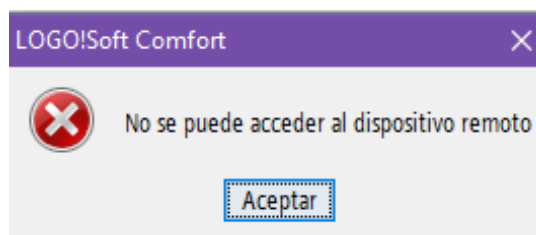
12. En dado caso que ésta no logre hacer reconocimiento, verificar en el menú principal del LOGO!, cual es la dirección IP configurada y utilizar dicha IP, la cual debería ser la IP predeterminada.



13. Dar clic en “Probar”, esperar un momento y verificar que en la conexión haya un cheque color verde, el cual indica que se puede realizar la transferencia.



14. Verificar que la conexión haya sido exitosa y en dado caso que haya algún problema, realizar los pasos anteriores. Si aún no se resuelve, consultar el manual de LOGO! para la resolución de problemas de conexión.

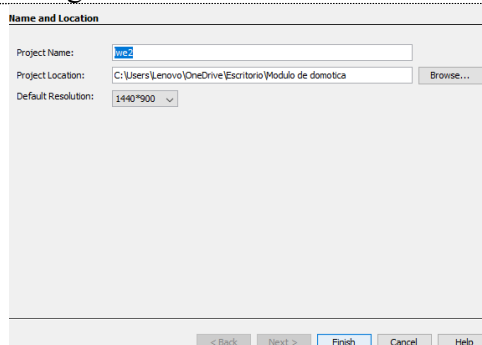


## Personalizando el entorno del Servidor Web de LOGO para el módulo entrenador, por medio del programa LOGO Web Editor

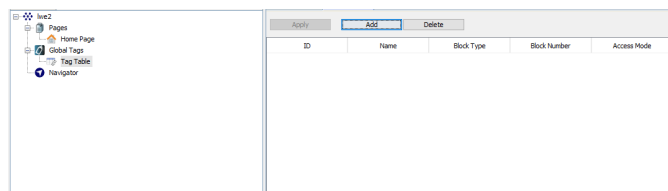
1. Abrir el programa LOGO Web Editor V1.0



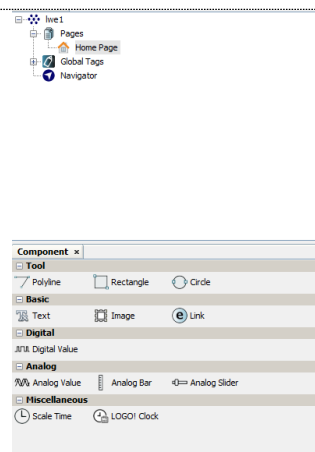
2. Clic en “File” y luego en “New Project”, colocar todos los datos que se solicitan y luego dar clic en “Finish”.



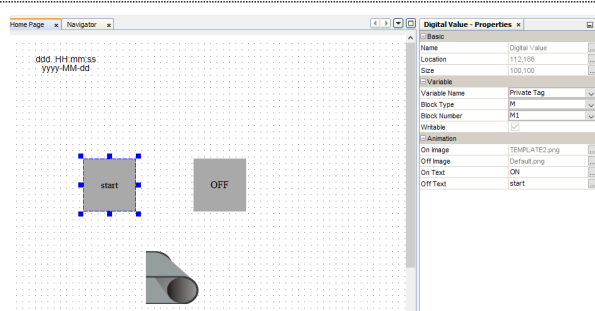
3. Configurar en los “Global tags”, todas las variables que se incluirán dentro del entorno gráfico a crear en el Servidor Web.



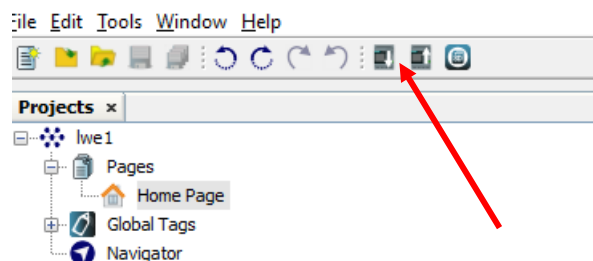
4. Configurar las páginas que se requieran para el servidor y elegir los componentes que se colocarán en cada página.



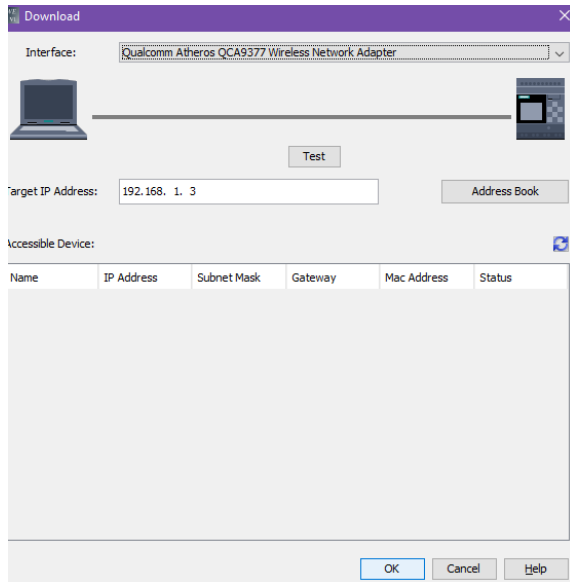
5. Configurar cada una de las formas y páginas colocadas según se necesite, de igual forma, editar las “Properties” de cada elemento según se requiera, colocando las “Global tags” configuradas anteriormente.



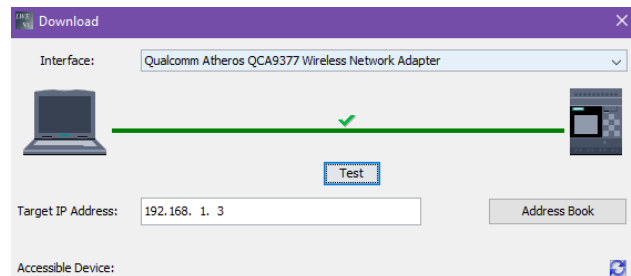
6. Cuando ya se hayan configurado todas las opciones, dar clic en el ícono de descarga “Download”.



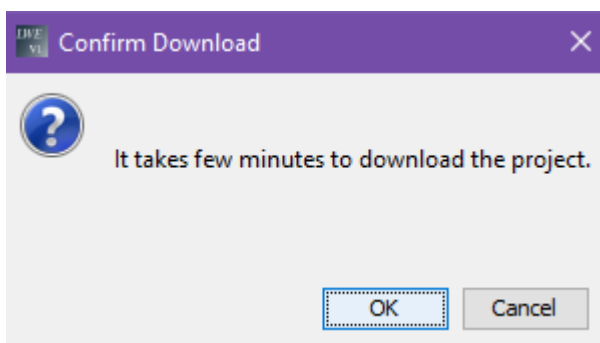
7. Colocar la dirección IP del dispositivo para cargar el archivo a la Memoria mico SD del LOGO! (Memoria de 2 GB incorporada al módulo entrenador).



8. Probar la conexión Wi-Fi o Ethernet del PC al módulo por medio de la opción “Test”. El cheque color verde significa que está probada. En dado caso que no se logre probar la conexión, consultar los pasos del apartado **“Conectando el módulo a la PC por medio de Wi-Fi o cable Ethernet...”** y si el problema persiste, verificar el manual del fabricante para obtener más información.

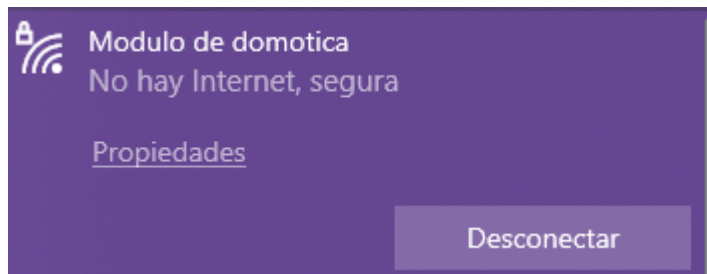


9. Dar clic en “OK”, luego se pedirá la confirmación de trasferencia y nuevamente dar clic en “OK”, esperar unos minutos y la transferencia se habrá realizado por completo.

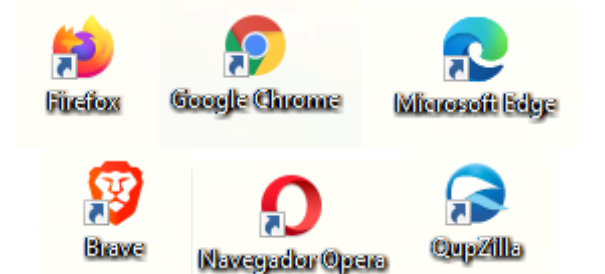


Accediendo al entorno gráfico de control remoto del módulo entrenador usando la personalización del Servidor Web de LOGO!

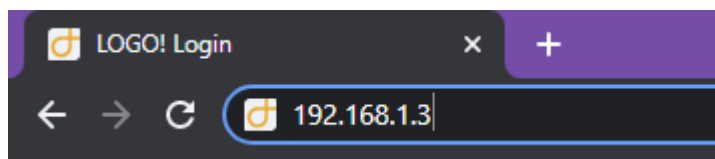
1. Conectarse a la red inalámbrica “Modulo de domotica” con la contraseña predeterminada “00900249”. Si se ha modificado el nombre de la red y la contraseña, utilizar los datos correspondientes para efectuar la conexión.



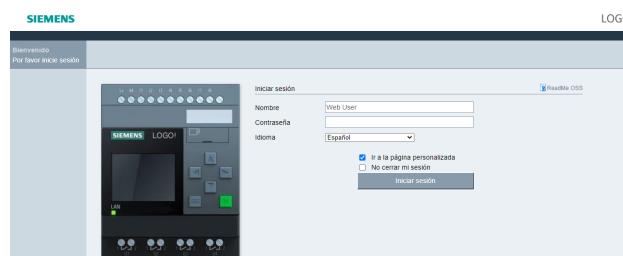
2. Ingresar a cualquier navegador desde el dispositivo móvil, tablet o PC a utilizar para ejecutar el control del módulo entrenador remotamente (escoger el navegador predilecto).



3. Colocar la dirección IP del LOGO! en la barra de búsqueda, en este caso sería por defecto 192.168.1.3 y presionar la tecla “Enter/Entrar”.



4. Aparecerá una ventana con el inicio de sesión de LOGO!, luego colocar la contraseña del usuario que en este caso será la configurada por defecto, es decir “1234”, sin embargo ésta se puede cambiar en las configuraciones del LOGO! (Véase el manual del fabricante para realizar dicha configuración).



5. Al realizar exitosamente los pasos anteriores se podrá interactuar con el módulo entrenador mediante el Servidor Web.





## Resolución de problemas del módulo entrenador de domótica

Problema	Posible solución
<b>No se carga la programación desde la PC al LOGO! mediante el LOGO Soft Comfort V8.3.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar la conexión Wi-Fi.</li> <li>➤ Verificar la conexión de los cables ethernet.</li> <li>➤ Verificar que el router esté encendido.</li> <li>➤ Verificar que el módulo esté energizado.</li> <li>➤ Verificar que LOGO! esté energizado.</li> <li>➤ Si no se resuelve, verificar posibles soluciones en el manual del fabricante.</li> </ul>
<b>No se carga la programación desde la PC al LOGO! mediante el LOGO! Web Editor V1.0.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar la conexión Wi-Fi.</li> <li>➤ Verificar la conexión de los cables ethernet.</li> <li>➤ Verificar que el router esté encendido.</li> <li>➤ Verificar que el módulo esté energizado.</li> <li>➤ Verificar que LOGO! esté energizado.</li> <li>➤ Verificar que el módulo cuente con la tarjeta microSD en su interior.</li> <li>➤ Si no se resuelve, verificar posibles soluciones en el manual del fabricante.</li> </ul>
<b>No se enciende el módulo entrenador de domótica.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar que el indicador LED esté encendido.</li> <li>➤ Verificar que la conexión de la alimentación del módulo sea la adecuada según sus especificaciones.</li> <li>➤ Verificar que el autómata esté en posición de encendido.</li> </ul>
<b>No se enciende el LOGO ni el módulo de expansión.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar que las bananas estén correctamente acopladas y que no presenten ninguna holgura.</li> <li>➤ Verificar la alimentación del módulo entrenador.</li> <li>➤ Verificar que el botón Paro de emergencia no esté oprimido.</li> </ul>
<b>No se enciende ningún elemento del módulo entrenador de domótica.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar la conexión eléctrica del módulo entrenador.</li> <li>➤ Verificar que las bananas estén correctamente acopladas y que no presenten ninguna holgura.</li> <li>➤ Verificar que el botón Paro de emergencia no esté oprimido.</li> <li>➤ Verificar los diagramas de conexión del módulo entrenador.</li> <li>➤ Verificar las hojas técnicas de cada elemento integrado al módulo.</li> </ul>
<b>Problemas no considerados en este manual.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar el manual del fabricante del elemento que se encuentre en fallo y en dado caso, dicho elemento esté dañado, reemplazarlo por el mismo o por algún equivalente.</li> </ul>

### 3. Ejemplos de guías didácticas para el desarrollo de competencias

#### 3.1. Guía 1: interacción con el equipo por primera vez

Módulo entrenador de domótica		GUÍA #1
Materia: Instalaciones Eléctricas Residenciales	Fecha:	Escuela de Mecatrónica
Facilitador:		Grupo:
Alumno:		Carné:

#### Objetivo:

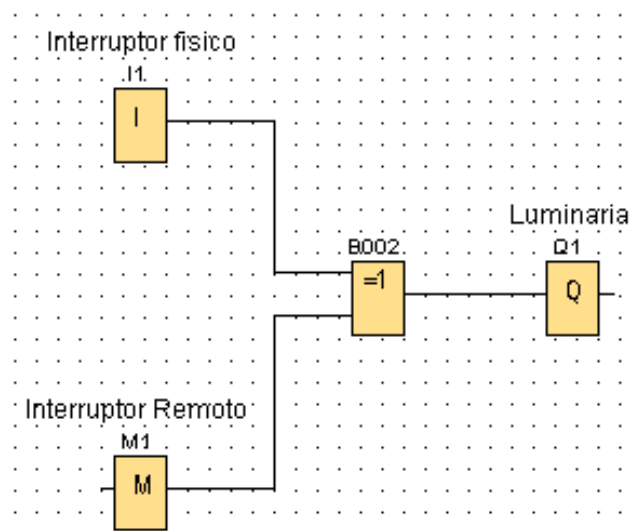
Interactuar con los elementos eléctricos del módulo entrenador de domótica. Desarrollar competencias en procedimientos básicos de enlace y programación en LOGO utilizando los programas LOGO Soft Comfort V8.3 y LOGO Web Editor V1.0.

#### Problema:

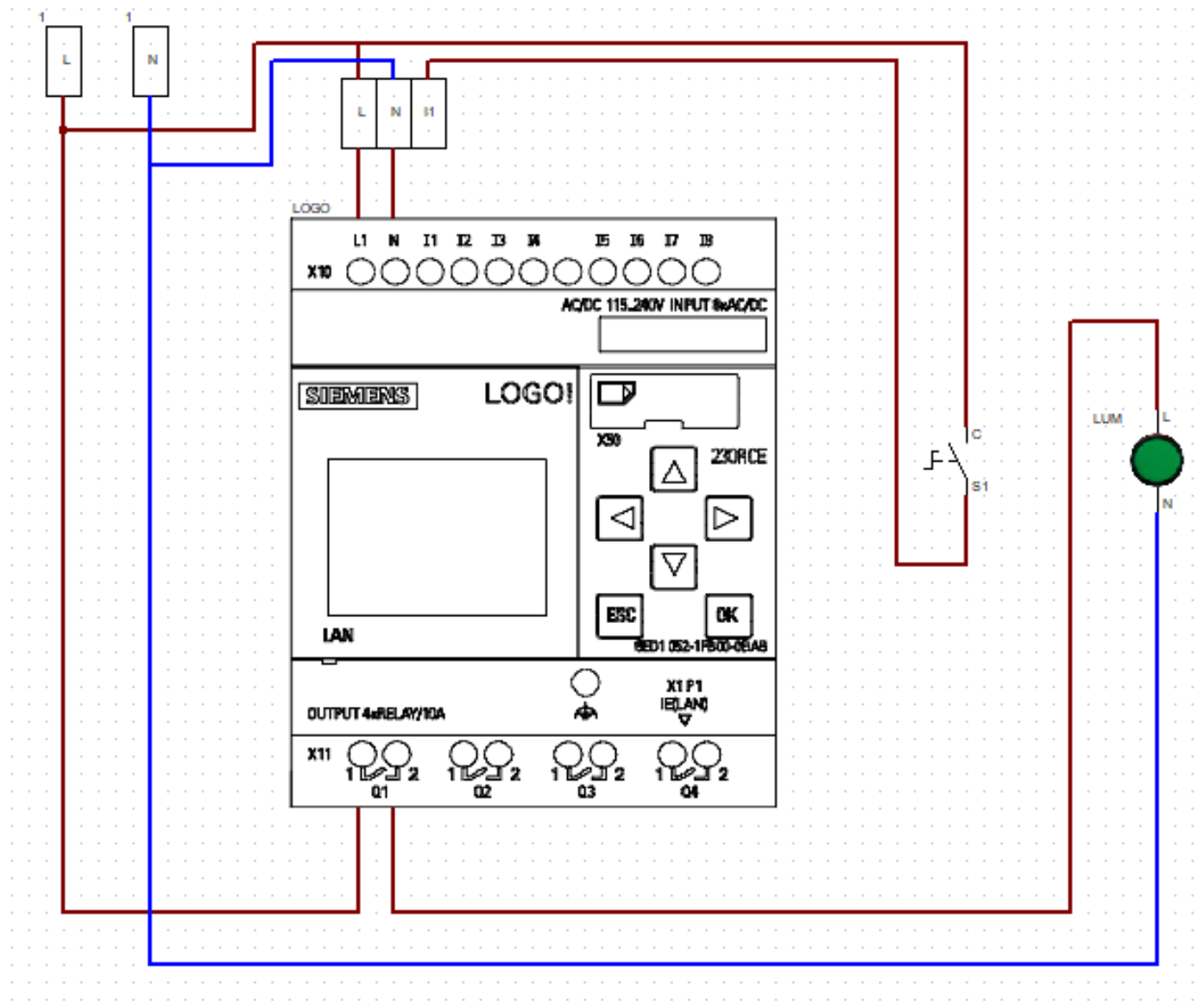
El dueño de una residencia desea encender una luminaria desde cualquier parte de su hogar, ya sea por medio de su celular, laptop o tablet utilizando el LOGO! que se encuentra incorporado en la instalación eléctrica residencial. De igual forma, se desea que un interruptor físico también ejerza control en dicha luminaria. Se solicita realizar la programación, diagrama de conexión, enlace del módulo y personalización del servidor web, el cual debe contener un indicador de estado del interruptor físico, el interruptor remoto y la luminaria (recordar que cada elemento debe indicar si encuentra encendido o apagado).

#### POSIBLE SOLUCIÓN:

##### Programación FUP en LOGO Soft Comfort V8.3:







### Diagrama de conexión:

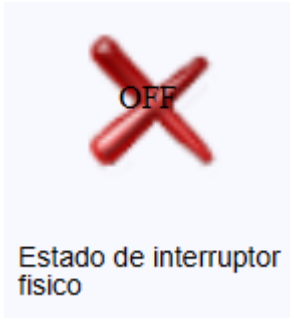
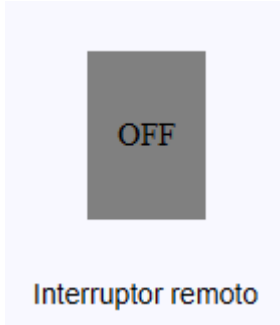
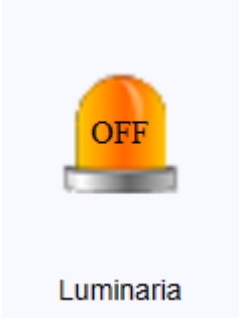


**Entorno gráfico personalizado del Servidor Web de LOGO:**

Página Principal mostrada en el navegador

ddd. HH:mm:ss yyyy-MM-dd		
 Estado de interruptor físico	 Interruptor remoto	 Luminaria

Programación de la página principal en LOGO Web Editor V1.0:

Accionamientos	Propiedades																														
 <p data-bbox="305 590 570 646">Estado de interruptor fisico</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Digital Value - Properties x</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Basic</td> </tr> <tr> <td>Name</td> <td>Digital Value</td> </tr> <tr> <td>Location</td> <td>104,191</td> </tr> <tr> <td>Size</td> <td>100,100</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Variable</td> </tr> <tr> <td>Variable Name</td> <td>Interruptor de la casa</td> </tr> <tr> <td>Block Type</td> <td>I</td> </tr> <tr> <td>Block Number</td> <td>I1</td> </tr> <tr> <td>Writable</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Animation</td> </tr> <tr> <td>On Image</td> <td>apply_40.png</td> </tr> <tr> <td>Off Image</td> <td>delete_40.png</td> </tr> <tr> <td>On Text</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>Off Text</td> <td>OFF</td> </tr> </tbody> </table>	Digital Value - Properties x		Basic		Name	Digital Value	Location	104,191	Size	100,100	Variable		Variable Name	Interruptor de la casa	Block Type	I	Block Number	I1	Writable	<input type="checkbox"/>	Animation		On Image	apply_40.png	Off Image	delete_40.png	On Text	ON	Off Text	OFF
Digital Value - Properties x																															
Basic																															
Name	Digital Value																														
Location	104,191																														
Size	100,100																														
Variable																															
Variable Name	Interruptor de la casa																														
Block Type	I																														
Block Number	I1																														
Writable	<input type="checkbox"/>																														
Animation																															
On Image	apply_40.png																														
Off Image	delete_40.png																														
On Text	ON																														
Off Text	OFF																														
 <p data-bbox="326 1150 548 1184">Interruptor remoto</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Digital Value - Properties x</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Basic</td> </tr> <tr> <td>Name</td> <td>Digital Value</td> </tr> <tr> <td>Location</td> <td>304,191</td> </tr> <tr> <td>Size</td> <td>75,100</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Variable</td> </tr> <tr> <td>Variable Name</td> <td>Private Tag</td> </tr> <tr> <td>Block Type</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>Block Number</td> <td>M1</td> </tr> <tr> <td>Writable</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Animation</td> </tr> <tr> <td>On Image</td> <td>Green.png</td> </tr> <tr> <td>Off Image</td> <td>Gray.png</td> </tr> <tr> <td>On Text</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>Off Text</td> <td>OFF</td> </tr> </tbody> </table>	Digital Value - Properties x		Basic		Name	Digital Value	Location	304,191	Size	75,100	Variable		Variable Name	Private Tag	Block Type	M	Block Number	M1	Writable	<input checked="" type="checkbox"/>	Animation		On Image	Green.png	Off Image	Gray.png	On Text	ON	Off Text	OFF
Digital Value - Properties x																															
Basic																															
Name	Digital Value																														
Location	304,191																														
Size	75,100																														
Variable																															
Variable Name	Private Tag																														
Block Type	M																														
Block Number	M1																														
Writable	<input checked="" type="checkbox"/>																														
Animation																															
On Image	Green.png																														
Off Image	Gray.png																														
On Text	ON																														
Off Text	OFF																														
 <p data-bbox="375 1675 505 1703">Luminaria</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Digital Value - Properties x</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2">Basic</td> </tr> <tr> <td>Name</td> <td>Digital Value</td> </tr> <tr> <td>Location</td> <td>511,203</td> </tr> <tr> <td>Size</td> <td>76,77</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Variable</td> </tr> <tr> <td>Variable Name</td> <td>Luminaria</td> </tr> <tr> <td>Block Type</td> <td>Q</td> </tr> <tr> <td>Block Number</td> <td>Q1</td> </tr> <tr> <td>Writable</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Animation</td> </tr> <tr> <td>On Image</td> <td>flashlight_orange_ani.gif</td> </tr> <tr> <td>Off Image</td> <td>flashlight_orange_stati...</td> </tr> <tr> <td>On Text</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>Off Text</td> <td>OFF</td> </tr> </tbody> </table>	Digital Value - Properties x		Basic		Name	Digital Value	Location	511,203	Size	76,77	Variable		Variable Name	Luminaria	Block Type	Q	Block Number	Q1	Writable	<input type="checkbox"/>	Animation		On Image	flashlight_orange_ani.gif	Off Image	flashlight_orange_stati...	On Text	ON	Off Text	OFF
Digital Value - Properties x																															
Basic																															
Name	Digital Value																														
Location	511,203																														
Size	76,77																														
Variable																															
Variable Name	Luminaria																														
Block Type	Q																														
Block Number	Q1																														
Writable	<input type="checkbox"/>																														
Animation																															
On Image	flashlight_orange_ani.gif																														
Off Image	flashlight_orange_stati...																														
On Text	ON																														
Off Text	OFF																														

### 3.2. Guía 2: evaluación final de domótica

Módulo Entrenador de Domótica		GUÍA #2
Módulo: Instalaciones Eléctricas Residenciales	Fecha:	Escuela de Mecatrónica
Facilitador:		Grupo:
Alumno:		Carné:

#### Objetivo:

Realizar una demostración de todas las competencias adquiridas en domótica utilizando el módulo entrenador de domótica.

#### Problema:

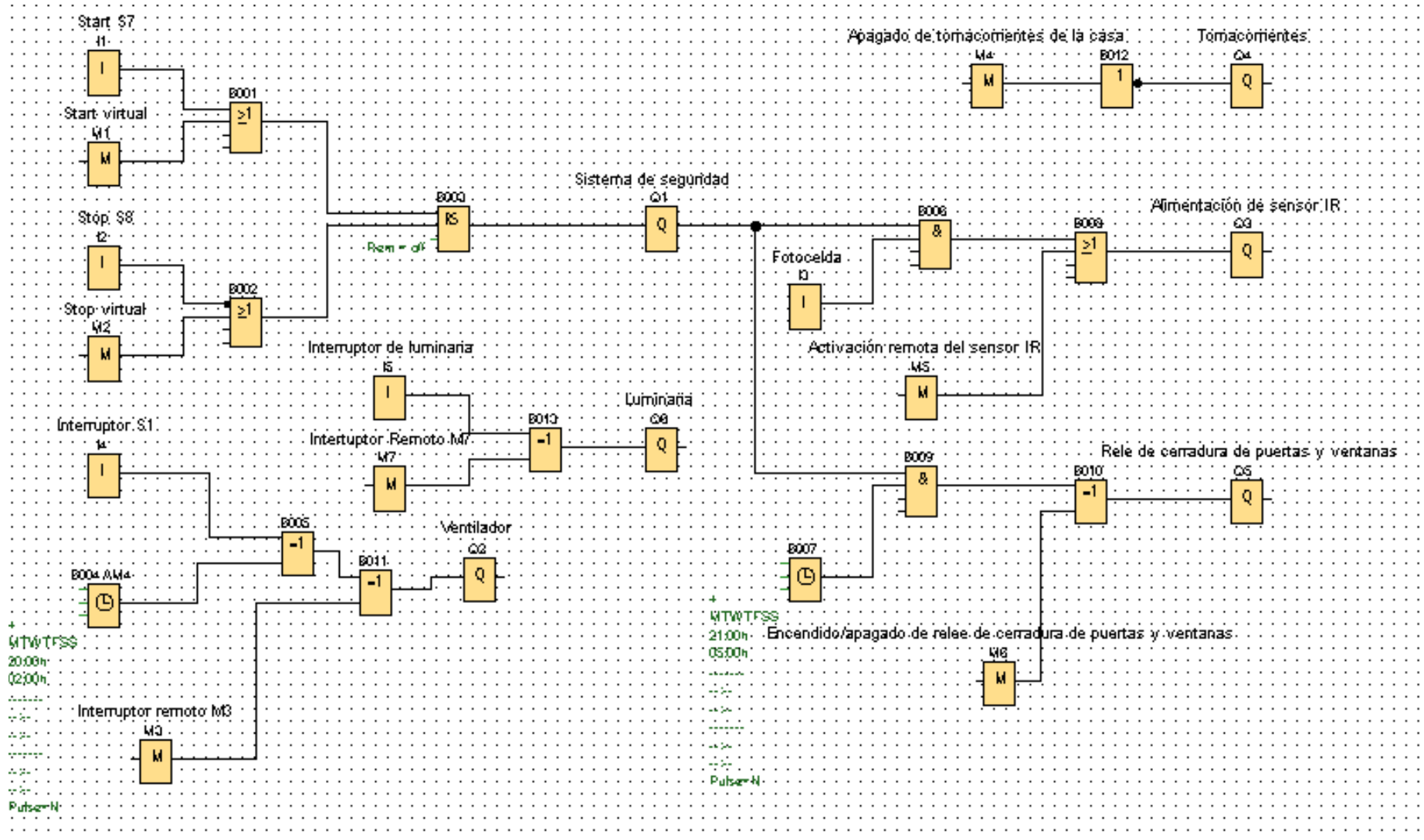
Se necesita realizar el control de un sistema de seguridad y el control manual de una residencia que cuenten con las siguientes variables:

1. El sistema de seguridad debe activarse de forma virtual y de forma física.
2. El sistema de seguridad debe activar la fotocelda para la detección de luz solar y así proceder a activar el sensor de movimiento IR; este sensor debe controlarse también manualmente y de forma virtual.
3. Las luminarias de la casa deben controlarse física y virtualmente.
4. La ventilación debe controlarse física y virtualmente, también debe incorporar un encendido automático que inicia las 8 p. m. y finaliza a las 2 a. m.
5. Las puertas se cierran a través de un contacto de relé, éstas pueden controlarse únicamente de forma inalámbrica y deben de activarse (cerrarse) desde las 9 p. m. a las 5 a. m.

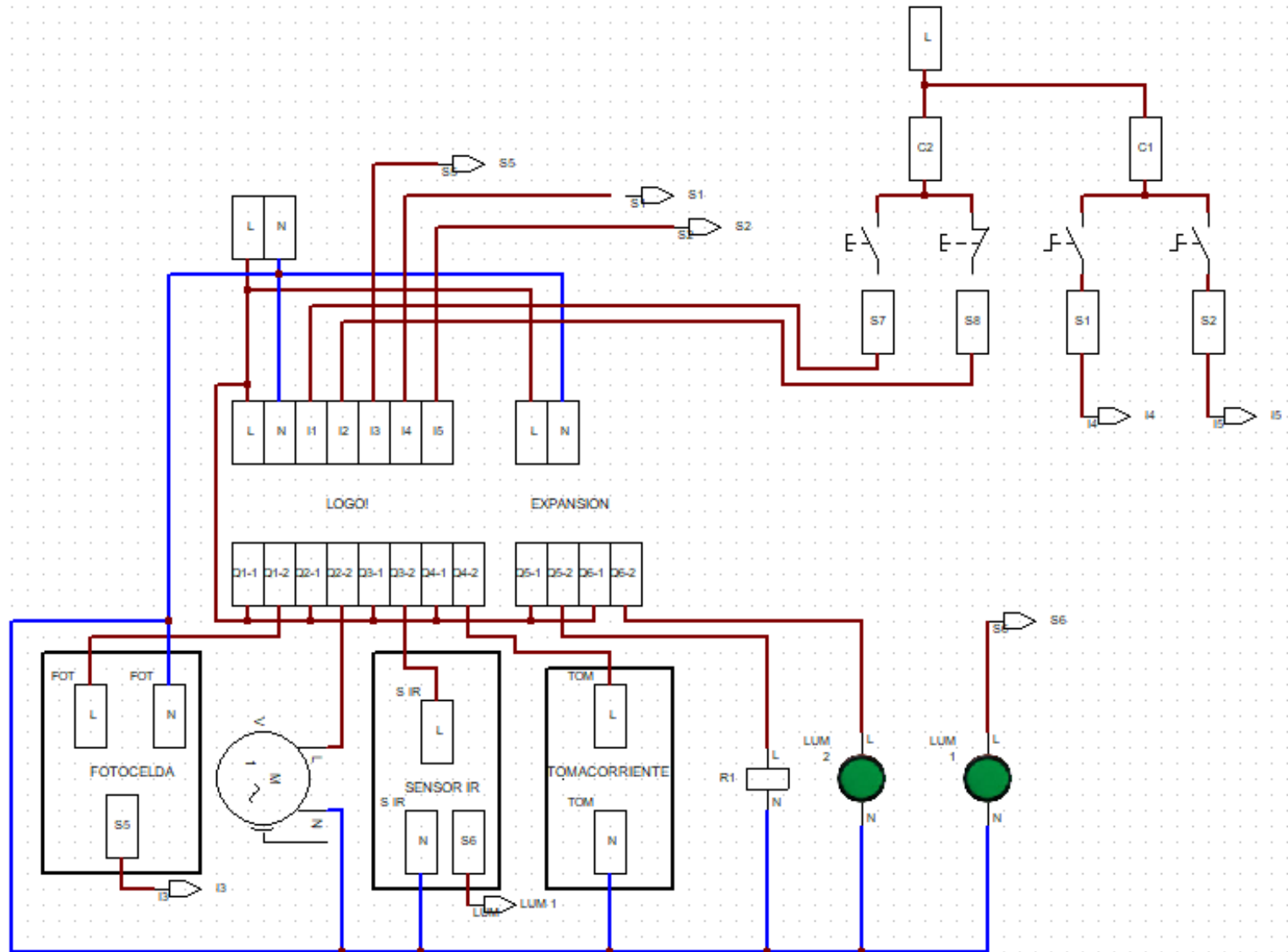
Se solicita realizar la programación, diagrama de conexión, enlace del módulo y personalización del servidor web, el cual debe contener indicadores de accionamiento del sistema de seguridad, sistema de ventilación y sistema de tomacorrientes (recordar que cada elemento debe indicar si se encuentra encendido o apagado).

## POSIBLE SOLUCIÓN:

### Programación FUP en LOGO Soft Comfort V8.3:











# Diagrama de conexión:



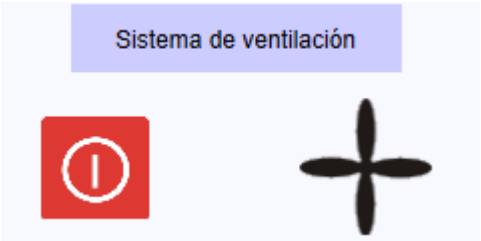
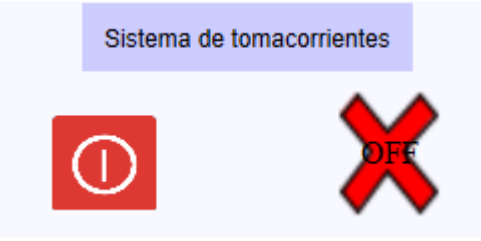


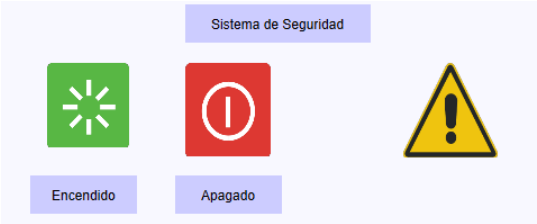
**Entorno gráfico personalizado del Servidor Web de LOGO:**

Página Principal mostrada en el navegador

ddd. HH:mm:ss yyyy-MM-dd		
<p data-bbox="531 581 947 667">Sistema de ventilación</p>  	<p data-bbox="1226 581 1640 667">Sistema de tomacorrientes</p>  	
<p data-bbox="842 911 1255 997">Sistema de Seguridad</p>    <p data-bbox="491 1300 732 1382">Encendido</p> <p data-bbox="821 1300 1058 1382">Apagado</p>		





Programación de la página principal en LOGO Web Editor V1.0:



Accionamientos	Propiedades																																																									
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Basic</td></tr> <tr><td>Name</td><td>Digital Value</td></tr> <tr><td>Location</td><td>62,140</td></tr> <tr><td>Size</td><td>70,67</td></tr> <tr><td colspan="2">Variable</td></tr> <tr><td>Variable Name</td><td>Encendido de ventilación</td></tr> <tr><td>Block Type</td><td>M</td></tr> <tr><td>Block Number</td><td>M3</td></tr> <tr><td>Writable</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td colspan="2">Animation</td></tr> <tr><td>On Image</td><td>starting.png</td></tr> <tr><td>Off Image</td><td>shutdown.png</td></tr> <tr><td>On Text</td><td></td></tr> <tr><td>Off Text</td><td></td></tr> </table>	Basic		Name	Digital Value	Location	62,140	Size	70,67	Variable		Variable Name	Encendido de ventilación	Block Type	M	Block Number	M3	Writable	<input checked="" type="checkbox"/>	Animation		On Image	starting.png	Off Image	shutdown.png	On Text		Off Text		<table border="1"> <tr><td colspan="2">Basic</td></tr> <tr><td>Name</td><td>Digital Value</td></tr> <tr><td>Location</td><td>191,131</td></tr> <tr><td>Size</td><td>82,84</td></tr> <tr><td colspan="2">Variable</td></tr> <tr><td>Variable Name</td><td>Ventilación</td></tr> <tr><td>Block Type</td><td>Q</td></tr> <tr><td>Block Number</td><td>Q2</td></tr> <tr><td>Writable</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td colspan="2">Animation</td></tr> <tr><td>On Image</td><td>ventilator_b_cw.gif</td></tr> <tr><td>Off Image</td><td>ventilator_b_static.png</td></tr> <tr><td>On Text</td><td></td></tr> <tr><td>Off Text</td><td></td></tr> </table>	Basic		Name	Digital Value	Location	191,131	Size	82,84	Variable		Variable Name	Ventilación	Block Type	Q	Block Number	Q2	Writable	<input type="checkbox"/>	Animation		On Image	ventilator_b_cw.gif	Off Image	ventilator_b_static.png	On Text		Off Text	
Basic																																																										
Name	Digital Value																																																									
Location	62,140																																																									
Size	70,67																																																									
Variable																																																										
Variable Name	Encendido de ventilación																																																									
Block Type	M																																																									
Block Number	M3																																																									
Writable	<input checked="" type="checkbox"/>																																																									
Animation																																																										
On Image	starting.png																																																									
Off Image	shutdown.png																																																									
On Text																																																										
Off Text																																																										
Basic																																																										
Name	Digital Value																																																									
Location	191,131																																																									
Size	82,84																																																									
Variable																																																										
Variable Name	Ventilación																																																									
Block Type	Q																																																									
Block Number	Q2																																																									
Writable	<input type="checkbox"/>																																																									
Animation																																																										
On Image	ventilator_b_cw.gif																																																									
Off Image	ventilator_b_static.png																																																									
On Text																																																										
Off Text																																																										
	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Basic</td></tr> <tr><td>Name</td><td>Digital Value</td></tr> <tr><td>Location</td><td>337,140</td></tr> <tr><td>Size</td><td>68,63</td></tr> <tr><td colspan="2">Variable</td></tr> <tr><td>Variable Name</td><td>Encendido/apagado de...</td></tr> <tr><td>Block Type</td><td>M</td></tr> <tr><td>Block Number</td><td>M4</td></tr> <tr><td>Writable</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td colspan="2">Animation</td></tr> <tr><td>On Image</td><td>starting.png</td></tr> <tr><td>Off Image</td><td>shutdown.png</td></tr> <tr><td>On Text</td><td></td></tr> <tr><td>Off Text</td><td></td></tr> </table>	Basic		Name	Digital Value	Location	337,140	Size	68,63	Variable		Variable Name	Encendido/apagado de...	Block Type	M	Block Number	M4	Writable	<input checked="" type="checkbox"/>	Animation		On Image	starting.png	Off Image	shutdown.png	On Text		Off Text		<table border="1"> <tr><td colspan="2">Basic</td></tr> <tr><td>Name</td><td>Digital Value</td></tr> <tr><td>Location</td><td>479,127</td></tr> <tr><td>Size</td><td>70,80</td></tr> <tr><td colspan="2">Variable</td></tr> <tr><td>Variable Name</td><td>Tomacorrientes</td></tr> <tr><td>Block Type</td><td>Q</td></tr> <tr><td>Block Number</td><td>Q4</td></tr> <tr><td>Writable</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td colspan="2">Animation</td></tr> <tr><td>On Image</td><td>high_voltage.png</td></tr> <tr><td>Off Image</td><td>invalid_x_red.png</td></tr> <tr><td>On Text</td><td>ON</td></tr> <tr><td>Off Text</td><td>OFF</td></tr> </table>	Basic		Name	Digital Value	Location	479,127	Size	70,80	Variable		Variable Name	Tomacorrientes	Block Type	Q	Block Number	Q4	Writable	<input type="checkbox"/>	Animation		On Image	high_voltage.png	Off Image	invalid_x_red.png	On Text	ON	Off Text	OFF
Basic																																																										
Name	Digital Value																																																									
Location	337,140																																																									
Size	68,63																																																									
Variable																																																										
Variable Name	Encendido/apagado de...																																																									
Block Type	M																																																									
Block Number	M4																																																									
Writable	<input checked="" type="checkbox"/>																																																									
Animation																																																										
On Image	starting.png																																																									
Off Image	shutdown.png																																																									
On Text																																																										
Off Text																																																										
Basic																																																										
Name	Digital Value																																																									
Location	479,127																																																									
Size	70,80																																																									
Variable																																																										
Variable Name	Tomacorrientes																																																									
Block Type	Q																																																									
Block Number	Q4																																																									
Writable	<input type="checkbox"/>																																																									
Animation																																																										
On Image	high_voltage.png																																																									
Off Image	invalid_x_red.png																																																									
On Text	ON																																																									
Off Text	OFF																																																									

Accionamientos	Propiedades																																																																																																																																
	<table border="1"> <tr><td colspan="3">Basic</td></tr> <tr><td>Name</td><td>Digital Value</td><td>...</td></tr> <tr><td>Location</td><td>77,266</td><td>...</td></tr> <tr><td>Size</td><td>89,91</td><td>...</td></tr> <tr><td colspan="3">Variable</td></tr> <tr><td>Variable Name</td><td>Start Virtual</td><td>▼</td></tr> <tr><td>Block Type</td><td>M</td><td>▼</td></tr> <tr><td>Block Number</td><td>M1</td><td>▼</td></tr> <tr><td>Writable</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td></td></tr> <tr><td colspan="3">Animation</td></tr> <tr><td>On Image</td><td>shutdown.png</td><td>...</td></tr> <tr><td>Off Image</td><td>starting.png</td><td>...</td></tr> <tr><td>On Text</td><td></td><td>...</td></tr> <tr><td>Off Text</td><td></td><td>...</td></tr> </table>	Basic			Name	Digital Value	...	Location	77,266	...	Size	89,91	...	Variable			Variable Name	Start Virtual	▼	Block Type	M	▼	Block Number	M1	▼	Writable	<input checked="" type="checkbox"/>		Animation			On Image	shutdown.png	...	Off Image	starting.png	...	On Text		...	Off Text		...	<table border="1"> <tr><td colspan="3">Basic</td></tr> <tr><td>Name</td><td>Digital Value</td><td>...</td></tr> <tr><td>Location</td><td>200,266</td><td>...</td></tr> <tr><td>Size</td><td>92,99</td><td>...</td></tr> <tr><td colspan="3">Variable</td></tr> <tr><td>Variable Name</td><td>Stop virtual</td><td>▼</td></tr> <tr><td>Block Type</td><td>M</td><td>▼</td></tr> <tr><td>Block Number</td><td>M2</td><td>▼</td></tr> <tr><td>Writable</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td></td></tr> <tr><td colspan="3">Animation</td></tr> <tr><td>On Image</td><td>starting.png</td><td>...</td></tr> <tr><td>Off Image</td><td>shutdown.png</td><td>...</td></tr> <tr><td>On Text</td><td></td><td>...</td></tr> <tr><td>Off Text</td><td></td><td>...</td></tr> </table>	Basic			Name	Digital Value	...	Location	200,266	...	Size	92,99	...	Variable			Variable Name	Stop virtual	▼	Block Type	M	▼	Block Number	M2	▼	Writable	<input checked="" type="checkbox"/>		Animation			On Image	starting.png	...	Off Image	shutdown.png	...	On Text		...	Off Text		...	<table border="1"> <tr><td colspan="3">Basic</td></tr> <tr><td>Name</td><td>Digital Value</td><td>...</td></tr> <tr><td>Location</td><td>394,266</td><td>...</td></tr> <tr><td>Size</td><td>100,100</td><td>...</td></tr> <tr><td colspan="3">Variable</td></tr> <tr><td>Variable Name</td><td>Sistema de Seguridad</td><td>▼</td></tr> <tr><td>Block Type</td><td>Q</td><td>▼</td></tr> <tr><td>Block Number</td><td>Q1</td><td>▼</td></tr> <tr><td>Writable</td><td><input type="checkbox"/></td><td></td></tr> <tr><td colspan="3">Animation</td></tr> <tr><td>On Image</td><td>machine_locked.png</td><td>...</td></tr> <tr><td>Off Image</td><td>alarm.png</td><td>...</td></tr> <tr><td>On Text</td><td></td><td>...</td></tr> <tr><td>Off Text</td><td></td><td>...</td></tr> </table>	Basic			Name	Digital Value	...	Location	394,266	...	Size	100,100	...	Variable			Variable Name	Sistema de Seguridad	▼	Block Type	Q	▼	Block Number	Q1	▼	Writable	<input type="checkbox"/>		Animation			On Image	machine_locked.png	...	Off Image	alarm.png	...	On Text		...	Off Text		...
Basic																																																																																																																																	
Name	Digital Value	...																																																																																																																															
Location	77,266	...																																																																																																																															
Size	89,91	...																																																																																																																															
Variable																																																																																																																																	
Variable Name	Start Virtual	▼																																																																																																																															
Block Type	M	▼																																																																																																																															
Block Number	M1	▼																																																																																																																															
Writable	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																
Animation																																																																																																																																	
On Image	shutdown.png	...																																																																																																																															
Off Image	starting.png	...																																																																																																																															
On Text		...																																																																																																																															
Off Text		...																																																																																																																															
Basic																																																																																																																																	
Name	Digital Value	...																																																																																																																															
Location	200,266	...																																																																																																																															
Size	92,99	...																																																																																																																															
Variable																																																																																																																																	
Variable Name	Stop virtual	▼																																																																																																																															
Block Type	M	▼																																																																																																																															
Block Number	M2	▼																																																																																																																															
Writable	<input checked="" type="checkbox"/>																																																																																																																																
Animation																																																																																																																																	
On Image	starting.png	...																																																																																																																															
Off Image	shutdown.png	...																																																																																																																															
On Text		...																																																																																																																															
Off Text		...																																																																																																																															
Basic																																																																																																																																	
Name	Digital Value	...																																																																																																																															
Location	394,266	...																																																																																																																															
Size	100,100	...																																																																																																																															
Variable																																																																																																																																	
Variable Name	Sistema de Seguridad	▼																																																																																																																															
Block Type	Q	▼																																																																																																																															
Block Number	Q1	▼																																																																																																																															
Writable	<input type="checkbox"/>																																																																																																																																
Animation																																																																																																																																	
On Image	machine_locked.png	...																																																																																																																															
Off Image	alarm.png	...																																																																																																																															
On Text		...																																																																																																																															
Off Text		...																																																																																																																															

ddd. HH:mm:ss yyyy-MM-dd		
		Activación-Desactivación de puertas y ventanas
		Activación-Desactivación de sensor IR
		Activación-Desactivación de Luminaria

Programación de la página secundaria en LOGO Web Editor V1.0:

Accionamientos	Propiedades		Propiedades																																																							
  <p>Activación-Desactivación de puertas y ventanas</p>	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Basic</td></tr> <tr><td>Name</td><td>Digital Value</td></tr> <tr><td>Location</td><td>42,122</td></tr> <tr><td>Size</td><td>74,78</td></tr> <tr><td colspan="2">Variable</td></tr> <tr><td>Variable Name</td><td>Rele de cerraduras</td></tr> <tr><td>Block Type</td><td>Q</td></tr> <tr><td>Block Number</td><td>Q5</td></tr> <tr><td>Writable</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td colspan="2">Animation</td></tr> <tr><td>On Image</td><td>machine_locked.png</td></tr> <tr><td>Off Image</td><td>alarm.png</td></tr> <tr><td>On Text</td><td></td></tr> <tr><td>Off Text</td><td></td></tr> </table>	Basic		Name	Digital Value	Location	42,122	Size	74,78	Variable		Variable Name	Rele de cerraduras	Block Type	Q	Block Number	Q5	Writable	<input type="checkbox"/>	Animation		On Image	machine_locked.png	Off Image	alarm.png	On Text		Off Text		<table border="1"> <tr><td colspan="2">Basic</td></tr> <tr><td>Name</td><td>Digital Value</td></tr> <tr><td>Location</td><td>140,133</td></tr> <tr><td>Size</td><td>70,67</td></tr> <tr><td colspan="2">Variable</td></tr> <tr><td>Variable Name</td><td>Des/activación Cerrad...</td></tr> <tr><td>Block Type</td><td>M</td></tr> <tr><td>Block Number</td><td>M6</td></tr> <tr><td>Writable</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td colspan="2">Animation</td></tr> <tr><td>On Image</td><td>starting.png</td></tr> <tr><td>Off Image</td><td>shutdown.png</td></tr> <tr><td>On Text</td><td></td></tr> <tr><td>Off Text</td><td></td></tr> </table>	Basic		Name	Digital Value	Location	140,133	Size	70,67	Variable		Variable Name	Des/activación Cerrad...	Block Type	M	Block Number	M6	Writable	<input checked="" type="checkbox"/>	Animation		On Image	starting.png	Off Image	shutdown.png	On Text		Off Text	
Basic																																																										
Name	Digital Value																																																									
Location	42,122																																																									
Size	74,78																																																									
Variable																																																										
Variable Name	Rele de cerraduras																																																									
Block Type	Q																																																									
Block Number	Q5																																																									
Writable	<input type="checkbox"/>																																																									
Animation																																																										
On Image	machine_locked.png																																																									
Off Image	alarm.png																																																									
On Text																																																										
Off Text																																																										
Basic																																																										
Name	Digital Value																																																									
Location	140,133																																																									
Size	70,67																																																									
Variable																																																										
Variable Name	Des/activación Cerrad...																																																									
Block Type	M																																																									
Block Number	M6																																																									
Writable	<input checked="" type="checkbox"/>																																																									
Animation																																																										
On Image	starting.png																																																									
Off Image	shutdown.png																																																									
On Text																																																										
Off Text																																																										
  <p>Activación-Dessactivación de sensor IR</p>	<table border="1"> <tr><td colspan="2">Basic</td></tr> <tr><td>Name</td><td>Digital Value</td></tr> <tr><td>Location</td><td>76,220</td></tr> <tr><td>Size</td><td>74,74</td></tr> <tr><td colspan="2">Variable</td></tr> <tr><td>Variable Name</td><td>Alimentacion de IR</td></tr> <tr><td>Block Type</td><td>Q</td></tr> <tr><td>Block Number</td><td>Q3</td></tr> <tr><td>Writable</td><td><input type="checkbox"/></td></tr> <tr><td colspan="2">Animation</td></tr> <tr><td>On Image</td><td>wavefront_s_right.png</td></tr> <tr><td>Off Image</td><td>uibg2.png</td></tr> <tr><td>On Text</td><td></td></tr> <tr><td>Off Text</td><td></td></tr> </table>	Basic		Name	Digital Value	Location	76,220	Size	74,74	Variable		Variable Name	Alimentacion de IR	Block Type	Q	Block Number	Q3	Writable	<input type="checkbox"/>	Animation		On Image	wavefront_s_right.png	Off Image	uibg2.png	On Text		Off Text		<table border="1"> <tr><td colspan="2">Basic</td></tr> <tr><td>Name</td><td>Digital Value</td></tr> <tr><td>Location</td><td>140,220</td></tr> <tr><td>Size</td><td>70,67</td></tr> <tr><td colspan="2">Variable</td></tr> <tr><td>Variable Name</td><td>Activación de sensor IR</td></tr> <tr><td>Block Type</td><td>M</td></tr> <tr><td>Block Number</td><td>M5</td></tr> <tr><td>Writable</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td></tr> <tr><td colspan="2">Animation</td></tr> <tr><td>On Image</td><td>starting.png</td></tr> <tr><td>Off Image</td><td>shutdown.png</td></tr> <tr><td>On Text</td><td></td></tr> <tr><td>Off Text</td><td></td></tr> </table>	Basic		Name	Digital Value	Location	140,220	Size	70,67	Variable		Variable Name	Activación de sensor IR	Block Type	M	Block Number	M5	Writable	<input checked="" type="checkbox"/>	Animation		On Image	starting.png	Off Image	shutdown.png	On Text		Off Text	
Basic																																																										
Name	Digital Value																																																									
Location	76,220																																																									
Size	74,74																																																									
Variable																																																										
Variable Name	Alimentacion de IR																																																									
Block Type	Q																																																									
Block Number	Q3																																																									
Writable	<input type="checkbox"/>																																																									
Animation																																																										
On Image	wavefront_s_right.png																																																									
Off Image	uibg2.png																																																									
On Text																																																										
Off Text																																																										
Basic																																																										
Name	Digital Value																																																									
Location	140,220																																																									
Size	70,67																																																									
Variable																																																										
Variable Name	Activación de sensor IR																																																									
Block Type	M																																																									
Block Number	M5																																																									
Writable	<input checked="" type="checkbox"/>																																																									
Animation																																																										
On Image	starting.png																																																									
Off Image	shutdown.png																																																									
On Text																																																										
Off Text																																																										

Accionamientos	Propiedades		Propiedades	
  Activación-Desactivación de Luminaria	<b>Basic</b>		<b>Basic</b>	
	Name	Digital Value	Name	Digital Value
	Location	51,313	Location	140,308
	Size	57,62	Size	70,67
	<b>Variable</b>		<b>Variable</b>	
	Variable Name	Luminaria	Variable Name	Luminaria interruptor
	Block Type	Q	Block Type	M
	Block Number	Q6	Block Number	M7
	Writable	<input type="checkbox"/>	Writable	<input checked="" type="checkbox"/>
	<b>Animation</b>		<b>Animation</b>	
	On Image	flashlight_blue_ani.gif	On Image	starting.png
	Off Image	flashlight_blue_static.gif	Off Image	shutdown.png
On Text		On Text		
Off Text		Off Text		