



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**MÓDULO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN CON PLC 1769-
L30ERM**

TITULACIÓN INTEGRAL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA MECATRÓNICA**

**PRESENTAN:
EDUARDO PARRA MAGDALENO
GABRIEL JHAEL SANTACRUZ SÁNCHEZ**

**NOMBRE DEL ASESOR:
ING. LUIS ERVEY SÁNCHEZ SAMPEDRO**



APIZACO, TLAX., ABRIL 2024



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
Electrónica

Apizaco, Tlaxcala, **23/noviembre/2023**

Departamento: Ingeniería Eléctrica y Electrónica
No. OFICIO IEE/763/2023

Asunto: Liberación de Proyecto
Para la Titulación Integral

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E.

Por este medio me permito informar a usted que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

Nombre del egresado:	GABRIEL JHAEL SANTACRUZ SÁNCHEZ
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. de Control:	16370925
Nombre del proyecto:	"MÓDULO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN CON PLC 1769-L30ERM"
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Agradeciendo de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados, le envié un cordial saludo.

ATENTAMENTE
Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

JAIME ALBERTO ELIZALDE OLIN
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA
ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA
Y ELECTRÓNICA

Ing. Luis Ervey Sánchez Sampedro
Nombre y Firma del Asesor

Mtra. María Guadalupe López Robles
Nombre y Firma del Revisor 1

Mtro. Cadiro Cano Lima
Nombre y Firma del Revisor 3

Ing. Francisco Arturo Vázquez Tonix
Nombre y Firma del Revisor 2

c.c.p. Expediente
c.c.p. Asesor



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 145,
e-mail: electronica@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



2023
AÑO DE
Francisco
VILLA
EL REVOLUCIONARIO DEL PUEBLO



Apizaco, Tlaxcala, **23/noviembre/2023**

Departamento: Ingeniería Eléctrica y Electrónica
No. OFICIO IEE/764/2023

Asunto: Liberación de Proyecto
Para la Titulación Integral

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E.

Por este medio me permito informar a usted que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación Integral:

Nombre del egresado:	EDUARDO PARRA MAGDALENO
Carrera:	INGENIERÍA MECATRÓNICA
No. de Control:	16370892
Nombre del proyecto:	"MÓDULO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN CON PLC 1769-L30ERM"
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Agradeciendo de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados, le envié un cordial saludo.

ATENTAMENTE
*Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar*

JAIME ALBERTO ELIZALDE OLIN
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA
ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA ELÉCTRICA
Y ELECTRÓNICA

Ing. Luis Ervey Sánchez Sampedro
Nombre y Firma del Asesor

Mtra. María Guadalupe López Robles
Nombre y Firma del Revisor 1

Mtro. Cadirio Cano Lima
Nombre y Firma del Revisor 3

Ing. Francisco Arturo Vázquez Tonix
Nombre y Firma del Revisor 2

c.c.p. Expediente
c.c.p. Asesor



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 145,
e-mail: electronica@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



2023
Año de
Francisco VILA
EL REVOLUCIONARIO DEL PUEBLO



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., 29/abril/2024
No. OFICIO: DEP-CT/476/2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

GABRIEL JHAEL SANTACRUZ SANCHEZ
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 16370925
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** cuyo tema es: **"MÓDULO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN CON PLC 1769-L30ERM"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESION

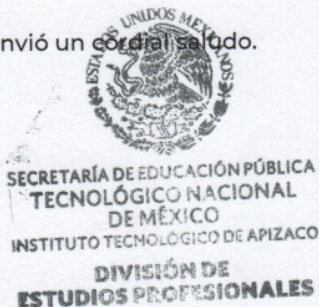
Debiendo entregar **3** empastados del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



c.p. archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304, e-mail:
dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
GOBIERNO DEL ESTADO DE GUERRERO
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN Y DEPORTE
DEL ESTADO



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., 29/abril/2024

No. OFICIO: DEP-CT/475/2024

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

EDUARDO PARRA MAGDALENO
EGRESADO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 16370892
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** cuyo tema es: **"MÓDULO DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN CON PLC 1769-L30ERM"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESION

Debiendo entregar **3** empastados del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

MARTÍN ROJAS RAMÍREZ

JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ESTUDIOS PROFESIONALES

c.p. archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304, e-mail:
dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx



2024

Felipe Carrillo
PUERTO

APROBACIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL
SOLICITANTE Y DESTINATARIO
DEL ACTO

AGRADECIMIENTOS

EDUARDO PARRA MAGDALENO

Infinitamente agradecer el apoyo, cariño, amor y dedicación de mis padres, familia, amigos, profesores, así como de aquellos que ya no están en esta vida, formándome en mi trayectoria estudiantil. Agradecer la confianza y creencia que pusieron en mí, en todo momento y situación.

Le doy las gracias a aquellas personas que he conocido en viajes, trabajo, escuela, y ciudad que no he visto nuevamente, ni mucho menos volveré a ver, a pesar de ello, siempre tuvieron toda la humildad de compartir muchísimas cosas y situaciones conmigo. Doy las gracias a esta formación académica que ha fungido el papel de enseñanza desde el primer día que ingrese a esa institución, la cual ha sido un camino largo, pero jamás inalcanzable. Agradecer a la vida, todos los problemas, retos y complicaciones que me ha puesto, para cada día ser una mejor persona.

GABRIEL JHAEL SANTACRUZ SÁNCHEZ.

Familia, amigos y personas especiales en mi vida, son nada más y nada menos que un solo conjunto de seres queridos que suponen benefactores de importancia inimaginable en mis circunstancias de humano. No podría sentirme más ameno con la confianza puesta sobre mi persona, especialmente cuando he contado con su mejor apoyo posible desde que si quiera tengo memoria.

Este nuevo logro es en gran parte gracias a ustedes; he logrado concluir con éxito un proyecto que en un inicio podría parecer una tarea Titánica e interminable. Por tanto, deseo dar un agradecimiento más en específico y especial:

Mi Hijo Rafael Miguel, Mi padre Víctor Santacruz Ramírez, Mi Madre Isidra Sánchez Pérez, Mi Hermana Fátima Santacruz Sánchez y mis abuelos Hilia, Rosario, Cuquita y Ángel, quienes fueron de vital impulso para este pequeño camino y mi vida.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	2
RESUMEN	3
INDICES DE IMÁGENES.....	8
INTRODUCCIÓN	12
DESCRIPCION DE LA EMPRESA.....	14
MISIÓN	14
VISIÓN	14
PROBLEMA PARA RESOLVER	14
OBJETIVO GENERAL	15
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
JUSTIFICACIÓN	15
MARCO TEÓRICO.....	17
1.1 Módulo de Control y Automatización con PLC	17
1.2 Controlador Lógico Programable	17
1.3 Rslogix 5000	18
1.4 Rslink Classic.....	18
1.5 Contactor (K).....	19
1.6 Circuito de potencia o fuerza	19
1.7 Circuito de mando o control	20
1.8 Relé (K o KA).....	21
1.9 Elementos de protección.....	22
1.10 Programa	22
1.11 USB.....	23
1.12 Ethernet	23
1.13 Motor trifásico de corriente alterna.....	23
1.14 Variador de frecuencia	24
1.15 Máquina de soldar	24
1.16 Electrodo	25
1.17 PTR-Perfil Tubular Rectangular	26

1.18 Sensor inductivo	26
1.19 Sensor capacitivo.....	27
1.20 Electroválvula.....	29
1.21 Eplan electric P8	30
1.22 Autodesk inventor 2018	31
1.23 Fuente de voltaje	31
1.24 Luces Indicadoras	32
1.25 Breaker o disyuntor	32
1.26 Colores en la industria	33
1.28 Proceso industrial	34
1.29 Arranque estrella-delta.....	34
1.30 Bomba hidráulica	35
1.31 Sistema hidráulico.....	35
1.32 Sistema neumático	36
1.33 Sistema de climatización.....	36
1.34 Pistón	37
1.35 Compresor	37
1.36 Línea de producción	38
1.37 Zapatos dieléctricos	38
1.38 Guantes de seguridad industrial	39
1.39 Lentes de seguridad industrial	39
DESARROLLO.....	40
2.1 Diseño y montaje del chasis estructural	40
2.1.1 Ergonomía	41
2.1.2 Detalles de construcción	42
2.2 Materiales de construcción y cortes	43
2.2.1 Equipo de trabajo y protección personal	45
2.2.2 Soldadura.....	46
2.3 Construcción, montaje y soldadura aplicada.....	48
2.3.1 Estructura final	50

3.1 Automatismo, control eléctrico y aplicaciones	52
3.1.1 Montaje de módulo de control y componentes eléctricos empleados	53
3.1.2 Motor trifásico empleado y electroválvulas	59
3.2 Diseño de la lógica programada de un arranque y paro reversible para un motor trifásico.....	61
3.2.1 Aplicaciones del circuito de arranque y paro reversible	64
3.3 Diseño de la lógica programada de un contador ascendente	65
3.3.1 Aplicaciones de un contador ascendente.....	68
3.4 Diseño de la lógica programada de un temporizador de retraso de encendido y un sensor capacitivo	69
3.4.1 Aplicaciones de un temporizador de retraso de encendido y un sensor capacitivo	70
3.5 Diseño de la lógica programada de un temporizador de retraso de apagado y un sensor inductivo	74
3.5.1 Aplicaciones de un temporizador de retraso de encendido y un sensor capacitivo	75
3.6 Diseño de la lógica programada una de secuencia temporizada con electroválvulas	79
3.6.1 Aplicaciones de las electroválvulas con temporizadores	80
3.6.2 Ventajas de las válvulas eléctricas	81
3.7 Diseño de la lógica programada una de secuencia temporizada con luces indicadoras para señalización de procesos o maquinaria con un automatismo.....	83
3.8 Variador de frecuencia YASkAWA CIMR-U7AU40P4	88
4.1 Mantenimiento para módulo de control y automatización	94
4.1.1 Mantenimiento para chasis	95
4.1.2 Mantenimiento para tablero eléctrico	97
4.1.3 Mantenimiento de motor	99
4.1.4 Mantenimiento para electroválvulas.....	101
4.1.5 Mantenimiento para autómatas	102
4.1.6 Mantenimiento para variador de frecuencia	104
5.1 Seguridad del usuario	105

5.1.1 EPP.....	106
5.1.2 Aspecto mecánico.....	108
5.1.3 Recomendaciones generales y obligaciones	108
RESULTADOS.....	110
CONCLUSIÓN	113
COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES	114
DESARROLLO DE COMPETENCIAS	115
EXPERIENCIA PERSONAL.....	116
ANEXOS	117
BIBLIOGRAFÍA	175

INDICES DE IMÁGENES

Imagen 1.1 Controlador Lógico programable de la familia Allen Bradley Compact Logix	18
Imagen 1.2 Pantalla de carga para el software Rslogix 5000	18
Imagen 1.3 Pantalla de carga Rslink Software de comunicación	19
Imagen 1.4 Representación Simbólica de un contactor.....	19
Imagen 1.5 Circuito de fuerza trifásico para arranque de motor trifásico	20
Imagen 1.6 Circuito de control eléctrico	21
Imagen 1.7 Estructura de programación LADDER para control eléctrico	21
Imagen 1.8 Símbolo clásico de un relevador.....	22
Imagen 1.9 Elementos eléctricos de protección	22
Imagen 1.10 Puerto USB	23
Imagen 1.11 Tarjeta de red Ethernet y Cable.....	23
Imagen 1.12 Motor trifásico de corriente alterna	24
Imagen 1.13 Variadores de frecuencia.....	24
Imagen 1.14 Proceso de soldadura.....	25
Imagen 1.15 Componentes básicos de una máquina de soldadura	25
Imagen 1.16 Estructura de un electrodo.....	25
Imagen 1.17 Medidas PTR.....	26
Imagen 1.18 Sensor inductivo.....	27
Imagen 1.19 Sensores inductivos	27
Imagen 1.20 Simbología de sensores	28
Imagen 1.21 Aplicación de sensores capacitivos	28
Imagen 1.22 Sensor PNP Y sensor NPN	29
Imagen 1.23 Sensor de tres hilos.....	29
Imagen 1.24 Estructura interna de una electroválvula.....	30
Imagen 1.25 Pantalla de carga del software Eplan Electric P8.....	30
Imagen 1.26 Software Autodesk Inventor.....	31
Imagen 1.27 Fuente de 24 volts fija	31
Imagen 1.28 Luces indicadoras	32
Imagen 1.29 Breaker.....	32
Imagen 1.30 Proceso industrial.....	34
Imagen 1.31 Arranque estrella-delta	34
Imagen 1.32 Bomba hidráulica.....	35
Imagen 1.33 Sistema hidráulico	35
Imagen 1.34 Sistema neumático clásico	36
Imagen 1.35 Sistema de climatización	36
Imagen 1.36 Pistón	37
Imagen 1.37 Compresor	37
Imagen 1.38 Línea de producción.....	38
Imagen 1.39 Zapatos dieléctricos.....	38
Imagen 1.40 Guantes.....	39
Imagen 1.41 Lentes de seguridad.....	39

Imagen 2.1 Vista isométrica del diseño estructural	40
Imagen 2.2 Medidas de ergonomía humanas, recomendadas para un trabajo productivo. (Neufert, 2016).....	41
Imagen 2.3 Vista posterior, que muestra las divisiones de tamaño	42
Imagen 2.4 Vista de lateral de ángulo de inclinación	43
Imagen 2.5 Cortes del material PTR	44
Imagen 2.6 Puntos de corte para material PTR	45
Imagen 2.7 Equipo de trabajo	46
Imagen 2.8 Planta de soldadura TH.....	46
Imagen 2.9 Clasificación AWS para soldadura	47
Imagen 2.10 Electrodo	48
Imagen 2.11 Unión de puntos por medio de electrodo para cortes F3, F4 y T5.....	48
Imagen 2.12 Unión de cortes B1, F1, F2, T3 y T4.	49
Imagen 2.13 Estructura casi terminada.....	49
Imagen 2.14 Angulo de inclinación	50
Imagen 2.15 Estructura casi terminada.....	50
Imagen 2.16 Angulo de inclinación	51
Imagen 2.17 Estructura Final	51
Imagen 3.1 Controlador Lógico Programable 17-69 L30ERM.....	52
Imagen 3.2 Materiales de trabajo	54
Imagen 3.3 Riel Din y canaleta	54
Imagen 3.4 Botonera y botones montados en riel Din	55
Imagen 3.5 Rslink Classic	55
Imagen 3.6 Descarga de programa.....	56
Imagen 3.7 Montaje eléctrico y cableado en canaleta	56
Imagen 3.8 Motor y electroválvulas.....	57
Imagen 3.9 Etiquetado de componentes.....	57
Imagen 3.10 Etiquetado de componentes 2.....	58
Imagen 3.11 Datos de motor.....	59
Imagen 3.12 Electroválvula empleada	60
Imagen 3.13 Lógica programada para control de motor trifásico	61
Imagen 3.14 Señalización de arranque y paro en el motor	62
Imagen 3.15 Mandos de control para motor trifásico	62
Imagen 3.16 Contactores trifásicos con enclavamiento	63
Imagen 3.17 Estado del motor trifásico	63
Imagen 3.18 Lógica de un contador	65
Imagen 3.19 Reset de contador ascendente.....	65
Imagen 3.20 Contador de pulsos	66
Imagen 3.21 Pulsos del bit 7	66
Imagen 3.22 Final de pulsos	67
Imagen 3.23 Línea de producción con sistema contabilizable	68

Imagen 3.24 Ciclo automático de sistema de llenado de cajas.....	68
Imagen 3.25 Lógica Ladder para un temporizador de retraso de encendido	69
Imagen 3.26 Arranque estrella-delta	70
Imagen 3.27 Tanques y bombas	71
Imagen 3.28 Semáforo.....	71
Imagen 3.29 Sensor PNP y NPN, con una configuración de 3 hilos, mostrando una señal, alimentación y un negativo en el circuito	72
Imagen 3.30 Sensor capacitivo y relevador de salida KA6	73
Imagen 3.31 Lógica de temporizador de retraso de apagado	74
Imagen 3.32 Sistema de climatización	75
Imagen 3.33 Aceleración y desaceleración de un motor.....	75
Imagen 3.34 Sistema hidráulico y neumático.....	76
Imagen 3.35 Proceso industrial.....	76
Imagen 3.36 Sensor PNP inductivo.....	77
Imagen 3.37 Sensor inductivo y relevador KA5	78
Imagen 3.38 Secuencia de electroválvulas	79
Imagen 3.39 Comparadores.....	80
Imagen 3.40 Sistema hidráulico y carrera de pistón	80
Imagen 3.41 Botón electroválvulas	82
Imagen 3.42 Secuencia de encendido para electroválvula	82
Imagen 3.43 Lógica de encendido luces piloto	83
Imagen 3.44 Comparadores de límite, enclavamiento y apagado	84
Imagen 3.45 Secuencia de luces	85
Imagen 3.46 Color Azul.....	85
Imagen 3.47 Botón de encendido de luces	86
Imagen 3.48 Color azul	86
Imagen 3.49 Color 3 y apagado	87
Imagen 3.50 Características principales del variador.....	88
Imagen 3.51 Nomenclatura de variadores YASKAWA.....	89
Imagen 3.52 Display de variador.....	89
Imagen 3.53 Diagrama típico de conexión para un variador	90
Imagen 3.54 Variador Yaskawa	91
Imagen 3.55 Rampas	92
Imagen 3.56 Comandos	92
Imagen 3.57 Reestablecer	92
Imagen 3.58 Configuración de comandos.....	93
Imagen 3.59 Variador de frecuencia Yaskawa.....	93
 Imagen 4.1 Partes de motor de inducción.....	 99
Imagen 4.2 Checklist.....	102

Imagen 5.1 Zapatos dieléctricos	106
Imagen 5.2 Guantes.....	107
Imagen 5.3 Lentes.....	107
Imagen 5.4 Ropa.....	108
Imagen 6.1 Tablero final 1.....	111
Imagen 6.2 Tablero final 2.....	112
Imagen 6.3 Tablero Final 3	112

INTRODUCCIÓN

En este proyecto se ha diseñado e implementado un módulo de control y automatización con un autómatas programable, para la empresa IEA, Ingeniería Electromecánica Aplicada, este módulo es programado por el software Rslogix5000 versión 20.04 y Rslink versión 2.60, comunicado por el protocolo de comunicación ethernet. El controlador lógico programable empleado, es un PLC Allen Bradley Compact Logix, es una de las familias de controladores más vistas y empleadas en la industria, el modelo específico es 1769-L30ERM, con módulos 1769-IQ16 para entradas digitales y 1769-OB16P para salidas digitales. El lenguaje de programación empleado es LADDER, ya que suele ser lo más frecuente y actualizado en el sector industrial dirigido para controladores.

Se ha diseñado un chasis estructural por medio del software de modelado llamado Inventor, en el cual se desarrollaron las principales consideraciones que van desde encontrar posturas sumamente cómodas para el usuario, así como de la misma forma una manipulación placentera del equipo. Para posteriormente ser construido con las recomendaciones, instrucciones y condiciones previstas en el diseño primario. Algunas de las diversas consideraciones ergonómicas de trabajo se basan en lo expuesto del libro Arte de Proyectar en Arquitectura (Neufert, 2016).

Se realizó una lista de partes de los materiales y equipos empleados para su construcción, se buscó eficiencia en los materiales para la construcción del chasis, se planeó con materiales accesibles de obtener, así como su selección en el material más maleable para su construcción, se ha empleado tubular para realizar el chasis, soldadura por medio de electrodos, sujeciones y herramientas para el montaje desde taladro, cortadora, máquina de soldar, etc. Construir el chasis, con las condiciones de ambiente más accesibles, hace sentir al usuario que la operación no genera incomodidad o confinamiento excesivo en la máquina.

Una estructura del chasis cómoda para el usuario, con materiales óptimos, con las distancias y tamaños más reconfortantes de operación para el usuario, se puede obtener un diseño y construcción lleno de ergonomía humana. Se hacen varias consideraciones al momento del diseño, siempre buscando minimizar la incomodidad, desde altura general del chasis, ancho, y profundidad de manipulación, A partir de las recomendaciones y visualizaciones de otros usuarios con equipos similares es posible obtener las medidas más cercanas al humano promedio en México, que va de 1.65 metros a 1.70 metros de acuerdo con el dato proporcionado. (Neufert, 2016).

Las medidas, dimensiones, y posicionamiento del chasis se encuentran detalladas posteriormente en los planos generados por el software de modelado Inventor, donde se detallan las consideraciones visuales, así como las de materiales empleados en su elaboración. Se incluye también el proceso de construcción y elaboración en este manuscrito.

Después de obtener el diseño más eficiente y cómodo posible, se diseñan las funciones principales de control eléctrico, así como de potencia. Se establece una lógica de programación previa a la instalación de los componentes, la cual es diseñada por medio del software de programación RSLOGIX 5000, el cual está dirigido para la familia de controladores Compact Logix, esta lógica de programación es cargada al controlador lógico programable 1769- L30ERM por medio de un puerto Ethernet. Se diseña la lógica programada enfocada para las funciones automatizables y de control, posteriormente se diseña los planos de conexión en Eplan Electric P8, seguidamente son conectados eléctricamente en el tablero los componentes sobre el chasis ya previamente diseñado y construido.

El diseño de esta lógica de programación y control eléctrico está focalizado principalmente hacia las funciones más comunes que se encuentran en una máquina industrial, que va desde un paro y arranque en un motor trifásico (por el costo que representa mantener ese tipo de motor, casi siempre es empleado), en forma reversible, variación de la velocidad por medio de variadores de frecuencia, arranque en distintas velocidades señalización por medio de luces piloto, electroválvulas temporizadas, sensores inductivos y capacitivos, y relevadores.

Gran parte de las funciones muestran estados lógicos de encendido y apagado, ya que es una de las formas más comunes de ver sistemas industriales. Los sistemas eléctricos, gobiernan en más de un 80% el área industrial, por lo que acercarse a través de este módulo al sector industrial, es una de las primeras fases para el usuario en el área técnica en su manipulación y mantenimiento. Se han incluidos diagramas de control y potencia, diseñados en Eplan, que detallan exactamente la conexión realizada en el sistema. Dentro de estas funciones programadas, se comentan las mayores aplicaciones industriales que se pueden generar por medio de los sistemas de control eléctrico en el área de automatización y control eléctrico.

Se ha implementado un apartado de mantenimiento preventivo que mantenga la vida útil del equipo, el cual debe ser aplicado periódicamente, el tipo de mantenimiento requerido es el mantenimiento preventivo, debe ser aplicado a todos los componentes eléctricos y electrónicos incorporados al equipo. El mantenimiento recomendado, siempre estará focalizado para la preservación del equipo al menor costo posible.

También se incluyen recomendaciones de cuidado y seguridad para el usuario, donde se mantenga la integridad física y vida de este. La seguridad del usuario en la manipulación del equipo es el primer punto antes de accionar cualquier componente eléctrico en el tablero, las recomendaciones dadas para el usuario están en función de cuidar su integridad y plenitud física del mismo, hacer un caso omiso a las recomendaciones sugeridas, puede ocasionar una diversidad de problemas y poner en riesgo la vida humana.

DESCRIPCION DE LA EMPRESA

IEA, Ingeniería Electromecánica Aplicada, es una empresa dedicada a la reparación, mantenimiento y automatización del sector industrial general, con una larga trayectoria. Es una empresa con 10 años de experiencia, dedicada a brindar servicios de mantenimiento, ejecución de proyectos, control e instalación en el área electromecánica. Implementación de soluciones tecnológicas de hardware y software para las áreas productivas, administrativas y de seguridad en los segmentos comerciales e industriales.

“Ingeniería que soluciona y satisface”

MISIÓN

Usando nuestra ilimitada pasión por diseñar soluciones de ingeniería nos encargamos de resolver problemas operativos y administrativos, brindando soluciones técnicas, tecnológicas y de consultoría para ayudar a nuestros clientes a facilitar, mejorar y efficientar su productividad empresarial.

VISIÓN

Ser una empresa de crecimiento constante, reconocida como líder en el mercado de la integración tecnológica, altamente competitiva, confiable y consolidada como un socio estratégico clave de nuestros clientes.

PROBLEMA PARA RESOLVER

La empresa Ingeniería Electromecánica aplicada se encuentra en la necesidad de desarrollar un nuevo método técnico y analítico de sistemas de aprendizaje automatizados, debido a la tendencia de la industria que día con día, busca maximizar sus procesos y producción, buscar la eficiencia al menor costo posible, los sistemas autónomos muestran el primer camino a ello. Los sistemas autómatas frecuentemente se encuentran en el área industrial de cualquier tipo, gran parte del personal técnico no posee las habilidades o entendimientos necesarios que ayuden a mejorar el automatismo en todos sus sentidos.

La complejidad que se ve en los sistemas industriales suele ser bastante difícil para el personal técnico, debido a que no está instruido ni capacitado para desarrollar el trabajo.

Entender sistemas automatizados suele ser un problema bastante común en personal técnico relacionado a ello, ya que identificarlos en una lógica de programación, complica su situación en su resolución del problema, ya que el único medio de los sistemas autómatas de verse reflejado, son señales analógicas y digitales, tanto de entrada como de salida, lo que complica en gran medida la implementación de soluciones efectivas en el momento.

La intervención e implementación de sistemas autómatas dentro de la industria, induce al personal encargado, desarrollar nuevas capacidades técnicas y analíticas para la manipulación e intervención del autómata, al igual que un mantenimiento del automatismo.

OBJETIVO GENERAL

. -Implementar un módulo de control y automatización para la empresa IEA través de un controlador lógico programable 1769- L30 ERM.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

. -Construir un chasis estructural para el módulo de control, por medio de un diseño ergonómico y materiales óptimos.

. -Implementar sistemas de control eléctrico y de potencia para el módulo, a través de un software de diseño eléctrico.

. -Implementar un programa de mantenimiento preventivo para la preservación del equipo, a través de una metodología de mantenimiento.

JUSTIFICACIÓN

El módulo es diseñado para que la empresa Ingeniería Electromecánica Aplicada, con su amplia trayectoria en el desarrollo de proyectos, provee la enseñanza suficiente, para satisfacer el deseo de aprendizaje a cualquier empresa con la necesidad de capacitación para sistemas autómatas.

La realización de este módulo de control provee las habilidades y conocimientos apropiados para el usuario interesado. Comprender los sistemas autómatas, resulta

indispensable para cualquier técnico relacionado con estos equipos, cuyo valor principal es diseñar al autómatas con las funciones lógicas más requeridas y menos costosas en el área.

Las capacidades que desarrolle el individuo están en función de constantes pruebas técnicas que midan la habilidad del usuario. Las ventajas del desarrollo del módulo de control, a nivel técnico, son varias, mejor conocimiento técnico, mayores aplicaciones, eficiencia de tiempos, optimización del proceso.

Comprender el funcionamiento de la maquina o equipo genera mejores procesos y sistemas más comprensibles. De esta forma el personal técnico es capaz y apto de analizar sistemas autómatas, ubicar fallas, procesos no efectivos, lógicas de secuencia e indicadores.

La alta demanda de conocimientos técnicos de automatización, control, electricidad, mecánica, neumática, hidráulica, robótica y etcétera en la industria, inducen a los integrantes de la misma, a un constante aprendizaje, competitividad y conocimiento para desarrollar las actividades, por lo que este módulo provee capacitaciones, cursos, enseñanzas a través de sistemas realistas y prácticos de la industria, haciendo que la empresa Ingeniería Electromecánica Aplicada, a través de su experiencia lleve enseñanza y competencias a la industria, logrando de esta manera personal altamente capacitado.

Las mayores razones para proveer enseñanzas por medio de este módulo son la mejora de habilidades técnicas, desarrollo de lógica secuencial, y mantenimientos requeridos en el sistema.

La gestión actual de la industria de todos los giros está en constante cambio y requerimientos técnicos. Por lo que desarrollar una capacitación y enseñanza a través de sistemas realistas de la industria, es el principal cambio de mejora para el personal técnico. Mostrar un sistema que desarrolle las funciones de arranque y paro, luces indicadoras, o sensores es el primer paso para desarrollar un crecimiento de las habilidades técnicas.

Otra de las razones para la implementación de este tablero de control para la empresa “Ingeniería Electromecánica Aplicada” es que la empresa toma proyectos en diferentes giros y ambientes, así como también capacita a muchos aspirantes a ingeniería ya sea como practicantes o como trabajadores que buscan aprender y desarrollar habilidades en el área técnica de todos los aspectos ingenieriles, es por ello que la idea de implementar una herramienta como esta es completamente funcional. Diseñar un proyecto así como también para comprender el principio y funcionamiento de los automatismos industriales e ir desarrollando nuevas habilidades en función del aprendizaje proveído.

MARCO TEÓRICO

1.1 Módulo de Control y Automatización con PLC

Un módulo de control y automatización es un sistema construido con funciones mecánicas, eléctricas, electrónicas, neumáticas, hidráulicas e informáticas, que simulan o representan condiciones técnicas de una industria.

1.2 Controlador Lógico Programable

PLC, Programmable Logic Controller, que en español quiere decir controlador lógico programable; también conocido como autómatas programables, es un equipo electrónico con un cableado interno independiente del proceso a controlar, que se adapta a dicho proceso mediante un programa específico que contiene la secuencia de operación a realizar y hace uso de sus entradas y salidas. Compuesto por elementos digitales y analógicos. Elementos digitales: finales de carrera, pulsadores o detectores. Elementos analógicos: sensores de temperatura, dispositivos de salida en tensión o corrientes continuas.

El autómata se encarga de la parte de control del automatismo. Por lo tanto, en un sistema cableado, la parte de mando es sustituida por el autómata, nunca la parte de fuerza. El autómata ejecuta su programa de una manera secuencial. Se llama tiempo de ciclo (TC) al tiempo que tarda el autómata en realizar un ciclo completo, es decir, desde que lee las entradas hasta que escribe las salidas.

El controlador empleado 1769-L30ERM, se describe con las características proporcionadas por el manual de usuario de Rockwell Automation, por su descripción pertenece a la familia controladores Compact Logix 5370 L3. Este equipo se diseñó para usos industriales, con grado de contaminación 2, para aplicaciones de expuestas a sobrevoltajes de categoría 2, según la IEC y en alturas de hasta 200 metros. Este equipo industrial se considera como tipo abierto. Debe montarse dentro de un envoltorio con el diseño adecuado para las condiciones ambientales específicas, y diseñado apropiadamente para evitar lesiones personales, durante el acceso a piezas energizadas. Este producto está diseñado para ser montado en una superficie conectada a tierra como, por ejemplo, un panel metálico. No es necesario realizar conexiones a tierra adicionales desde las lengüetas de montaje de la fuente de alimentación ni desde el riel DIN (si se utiliza), excepto cuando no se pueda poner a tierra la superficie de montaje. La siguiente imagen 1.1 esquemática 2D, muestra las dimensiones y equipo en general.

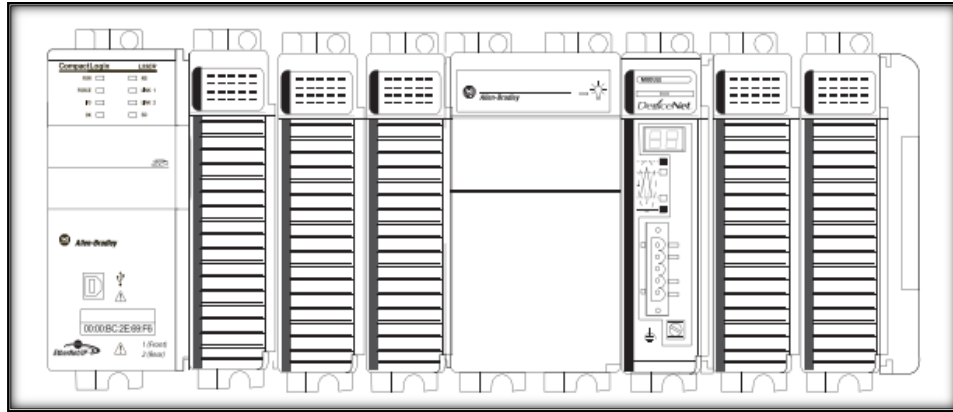


Imagen 1.1 Controlador Lógico programable de la familia Allen Bradley Compact Logix

1.3 Rslogix 5000

Es un software proporcionado por parte de Rockwell Automation y Allen Bradley con más de 20 versiones del software, diseñado especialmente para programar controladores lógicos programables, de la familia Allen Bradley. Comúnmente usado para un tipo de programación LADDER. Imagen 1.2.

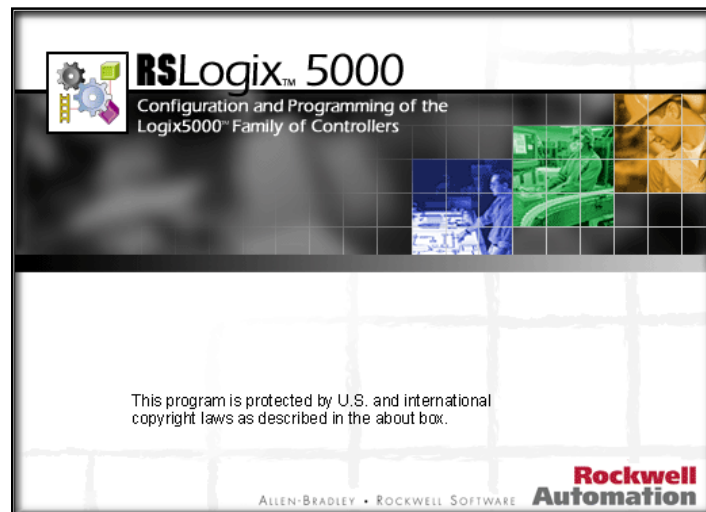


Imagen 1.2 Pantalla de carga para el software Rslogix 5000

1.4 Rslink Classic

Es un software proporcionado por parte de Rockwell Automation y Allen Bradley para generar distintas comunicaciones de la familia Allen Bradley, tal como Ethernet, Rs232, USB, agregar módulos de tarjetas de entradas o salidas digitales, etc. Este software es el primer paso en la creación de programas en un autómatas de la familia Allen Bradley. Imagen 1.3



Imagen 1.3 Pantalla de carga Rslink Software de comunicación

1.5 Contactor (K)

Interrupor asociado electromagnéticamente por una bobina, cuando se le aplica tensión. La función que representa es invertir el estado de los contactos que tiene asociados, de los cuales tres son para potencia, y un número variado de auxiliares, para la parte de control (Casals Torrens & Bosch Touch, 2005), imagen 1.4.

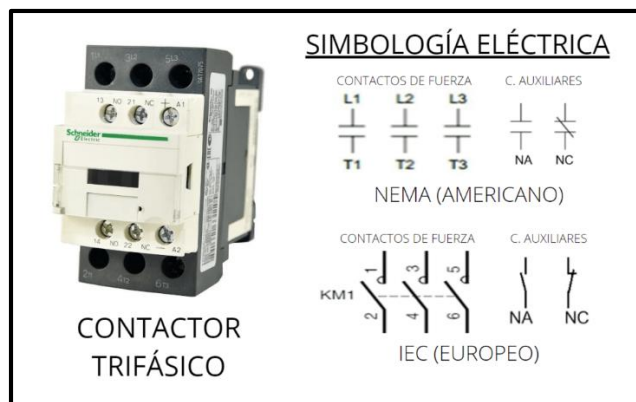


Imagen 1.4 Representación Simbólica de un contactor

1.6 Circuito de potencia o fuerza

El circuito eléctrico que se controla, que está compuesto por los elementos de potencia (fuerza), contactores trifásicos, motores, resistencias, diodos, transformador. Suelen ser componentes con un alto grado de peligro, por lo que una intervención o manipulación debe ser supervisada siempre con medidas de seguridad y protocolos (Casals Torrens & Bosch Touch, 2005). Imagen 1.5.

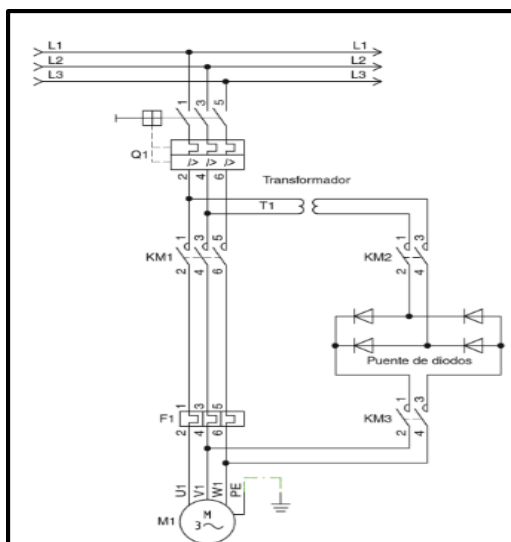


Imagen 1.5 Circuito de fuerza trifásico para arranque de motor trifásico

1.7 Circuito de mando o control

Un equipo de control es un grupo de elementos de control eléctrico que se encargan de conectar y desconectar los circuitos eléctricos por medio de pulsadores y conductores bajo pequeñas señales eléctricas, para ejercer una acción en un aparato determinado.

Estos componentes de control controlan así la circulación de electricidad según se decida y pueden presentar varias naturalezas en su funcionamiento, siendo:

Accionamiento manual: interruptores, pulsadores y otros elementos que permiten al ser humano controlar la conexión de un aparato a la electricidad.

Accionamiento automático: los elementos que se activan con señales eléctricas. Ejemplo de ello sería la puerta automática que se abre cuando su sensor detecta movimiento.

El circuito eléctrico que se controla, que está compuesto por los elementos de potencia (fuerza), contactores trifásicos, motores, resistencias, diodos, transformador. Suelen ser componentes con un alto grado de peligro, por lo que una intervención o manipulación debe ser supervisada siempre con medidas de seguridad y protocolos (Casals Torrens & Bosch Touch, 2005).

Este circuito está diseñado para manipular el circuito de fuerza, contiene los elementos clásicos, tales como contactores auxiliares, bobinas, relevadores, temporizadores. Estos elementos de control pueden ser diseñados con una lógica cableada eléctrica. Mientras que otra forma de ver un circuito de control, es a través de una lógica de programación, habitualmente LADDER, se diseña la lógica por medio de estados lógicos de 0-1 en un autómatas, activando salidas y entradas en el mismo, tal como se muestra en la imagen 1.6 y 1.7.

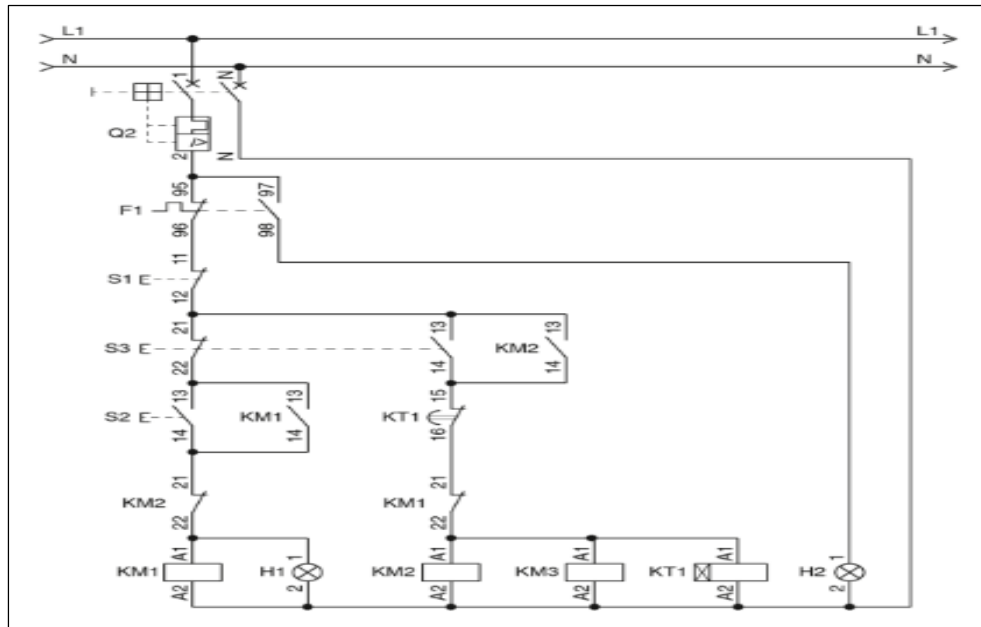


Imagen 1.6 Circuito de control eléctrico

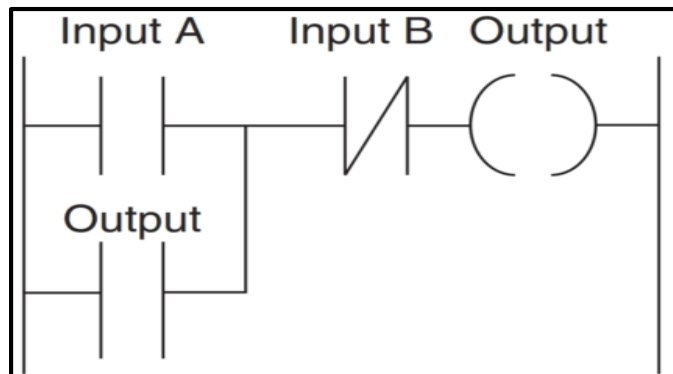


Imagen 1.7 Estructura de programación LADDER para control eléctrico

1.8 Relé (K o KA)

El principio de un relé o relevador en su accionamiento es similar a un contactor, pero su uso se limita a circuitos de mando o media potencia y su función es invertir el estado de los contactos (NA O NC) que tiene asociados, el voltaje en la bobina es desde 12 volts DC, hasta 440 volts CA, dependiendo de su uso, aplicación o necesidad (Casals Torrens & Bosch Touch, 2005). Imagen 1.8.

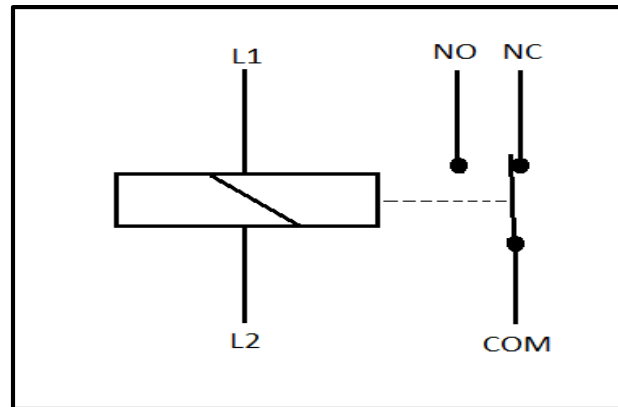


Imagen 1.8 Símbolo clásico de un relevador

1.9 Elementos de protección

Los elementos de protección, se utilizan en circuitos de fuerza o control, la principal función es evitar algún daño en los componentes, eléctricos y electrónicos, por sobre corriente, sobre voltaje y sobre temperatura. A pesar de que existe una variedad de simbología referente a la normalizada, el principio básico de preservar a los componentes en todo momento sigue siendo el mismo (Casals Torrens & Bosch Touch, 2005). El equipo de control puede ayudar a proteger la instalación de electricidad mediante elementos como los fusibles que evitan su paso ante una sobrecarga o cortocircuito. Imagen 1.9.



Imagen 1.9 Elementos eléctricos de protección

1.10 Programa

De acuerdo con la naturaleza del funcionamiento de las computadoras, se dice que estas siempre ejecutan ordenes, en una forma que les resulta inteligible; dichas ordenes se agrupan en programas, conocidos como software, el cual para su estudio, a su vez, se divide en dos partes: el formato de representación interna de los programas, que constituyen el lenguaje maquina o código ejecutable, y el formato de presentación externa, que es un archivo o un conjunto de archivos, que puede o no estar en un formato que puede ser visto/leído por el usuario. (Mathieu, 2014).

1.11 USB

Es un puerto bus serial universal, permite todo tipo de conexión de periféricos, a un CPU, permitiendo la conexión y reconexión del dispositivo, con un ancho de banda asíncrono, robustez y flexibilidad de uso. A pesar de que existen varias versiones del puerto el principio sigue siendo el mismo. (Oliva Haba, Martín Márquez, & Manjavacas Zarco, 2008). Imagen 1.10.



Imagen 1.10 Puerto USB

1.12 Ethernet

Es una tecnología de BUS (por tanto difusión), aquí todas las estaciones comparten el mismo canal de comunicación, y es de difusión porque todos los equipos reciben todas las transmisiones. Es una tecnología pasiva de espera y escucha. Se emplea cable trenzado para ello. (Ortiz Zamora, Candelas Herías, Pomares Baeza, & GIII Vázquez, 2013). Imagen 1.11.



Imagen 1.11 Tarjeta de red Ethernet y Cable

1.13 Motor trifásico de corriente alterna

Es sistema eléctrico que transforma energía eléctrica trifásica en energía mecánica, no exceden los 60 Hertz, son simples en su diseño, es de los más usados en la industria, aunque existen ciertas variaciones en su modelo, por rotor devanado o inducción, su costo, mantenimiento y funcionamiento lo hace un motor bastante efectivo para el contexto industrializado. (Casals Torrens & Bosch Touch, 2005). Imagen 1.12.



Imagen 1.12 Motor trifásico de corriente alterna

1.14 Variador de frecuencia

Un variador de frecuencia es un dispositivo de electrónica de potencia, que como su propio nombre dice, es capaz de modificar la frecuencia en hercios de la alimentación de un motor. Trabajan con una frecuencia mínima y máxima, pudiéndose regular con suma facilidad. También es posible visualizar los parámetros de operación del motor y variador de frecuencia. (Martín Castillo & García García, 2016). Imagen 1.13.



Imagen 1.13 Variadores de frecuencia

1.15 Máquina de soldar

Aparato eléctrico que transforma y rectifica la corriente alterna, muy similar a la de un generador. El suministro de esta clase de corriente, permite soldaduras con cualquier tipo de electrodo. La estructura común de la máquina, es un transformador y un rectificador (Angulo, 2004). Imagen 1.14 y 1.15.

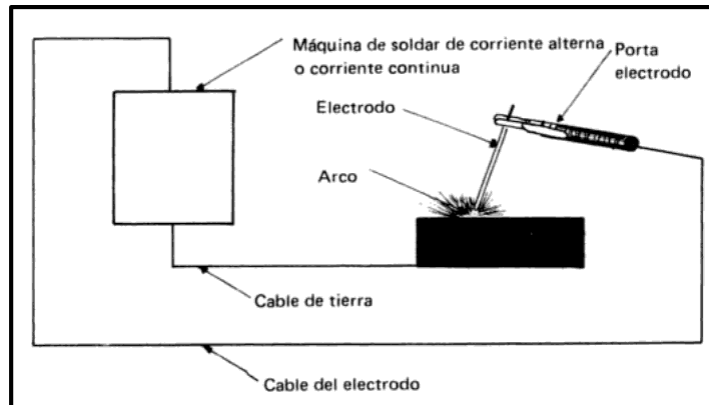


Imagen 1.14 Proceso de soldadura

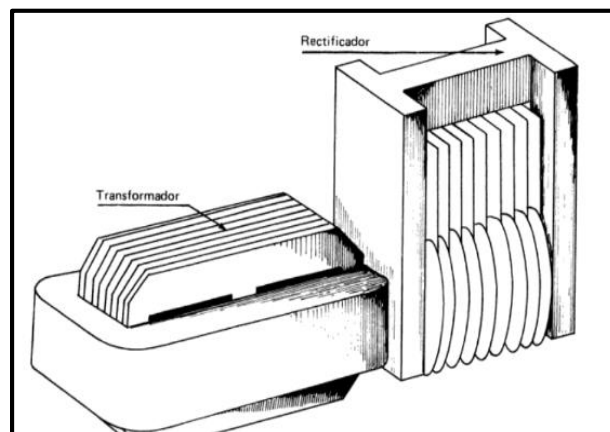


Imagen 1.15 Componentes básicos de una máquina de soldadura

1.16 Electrodo

Un electrodo es una varilla especialmente preparada, para servir como material de aporte en los procesos de soldadura por arco. Se fábrica de material ferroso y no ferroso. Existen dos tipos de electodos, electrodo revestido y electrodo desnudo. Electrodo revestido tiene un núcleo metálico, con un revestimiento químico, y una parte sin revestimiento para el porta-electrodos. Mientras que el desnudo, tiene ningún tipo de revestimiento, tiene mayor interacción con el oxígeno y tiene un uso limitado. (Angulo, 2004). Imagen 1.16.

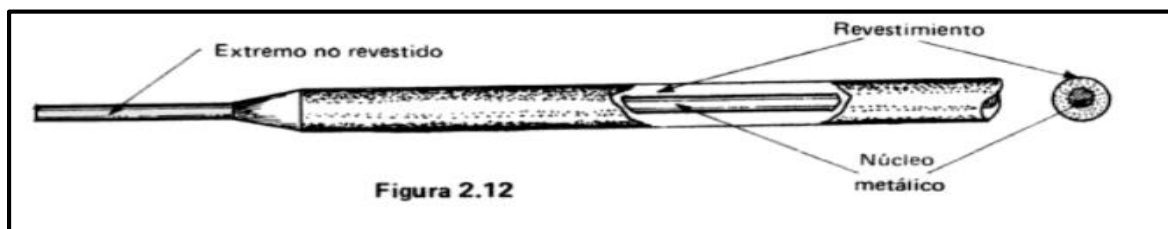


Imagen 1.16 Estructura de un electrodo

1.17 PTR-Perfil Tubular Rectangular

Un material bastante común en la creación de estructuras mecano-soldadas, el cual consiste en acero y se fabrica en diferentes secciones y dimensiones. Generalmente se tiene una medida de 6 metros, los perfiles encontrados en el mercado son muy variados, pero los más usados son PTR, IPR, monten, canal ligero y ángulo. La siguiente imagen 1.17, muestra algunas dimensiones estandarizadas en el mercado. (Astullido, 2021).

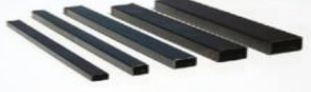
PERFIL TUBULAR REFORZADO (PTR) RECTANGULAR					
					
Tramo comercial: 6 m					
Aplicaciones: estructuración de soporte y carga					
Dimensiones (pulgadas y milímetros)	Color de identificación	Espesor (pulgadas y milímetros)		Calibre	Peso kg/m
1" × ½"	-	0.036	0.9	20	0.53
	-	0.048	1.2	18	0.90
	-	0.060	1.5	16	1.40
	-	0.075	1.9	14	1.75
1" × ¾"	-	0.036	0.9	20	-
	-	0.048	1.2	18	-
	-	0.060	1.5	16	1.40
	-	0.075	1.9	14	1.75
1 ½" × 1"	-	0.036	0.9	18	-
	-	0.060	1.5	16	1.40
	-	0.075	1.9	14	1.75
	-	0.036	0.9	20	1.10
2" × 1"	-	0.048	1.2	18	1.46
	-	0.060	1.5	16	1.70
	-	0.075	1.9	14	2.09
	-	0.036	0.9	18	-
2" × 1 ½"	-	0.060	1.5	16	2.01
	-	0.075	1.9	14	2.47
	-	0.036	0.9	18	-

Imagen 1.17 Medidas PTR

1.18 Sensor inductivo

Un sensor o también conocido como elemento de detección, revelan la posición de un elemento dentro de su campo de acción, entre el sensor y el elemento a detectar no existe contacto físico, con lo que no existe un desgaste al no haber piezas en movimiento, el sensor inductivo tiene el fin de detectar presencias metálicas, funciona a base de generar un campo electromagnético alterno mediante una bobina delante de una cara sensible o activa, y con una frecuencia alta entre 100 y 500 kHz, mediante un oscilador, cuando un objeto metálico se sitúa dentro de su campo de detección, se inducen unas corrientes parasitas en él. El resultado es una reducción en la amplitud de oscilación e incluso su bloqueo, un circuito de control detecta esta reducción activando la salida. Internamente el sensor cuenta con cuatro bloques, bobina oscilador, circuito disparador y circuito de salida. La distancia de detección del campo es relativamente corta, entre milímetros y centímetros, y puede ser alterada en función del tipo de material y de la forma del objeto que se busca detectar, un acero dúctil se detecta mejor que el aluminio o cobre, y un objeto plano se detecta mejor que un redondo. En la imagen 1.18, se muestra la estructura de un sensor inductivo.

Existen dos tipos de sensores inductivos blindados y no blindados, el sensor blindado permite que el campo generado se concentre frente a la cara activa del sensor, lo que permite que se monte al ras de la superficie, así se evitan falsas lecturas. El sensor no blindado cuenta con un mayor alcance y cobertura, pero requiere de una zona libre de

superficies metálicas. La imagen 1.19 muestra los dos tipos de sensores inductivos. (Cérda Filui, 2014)

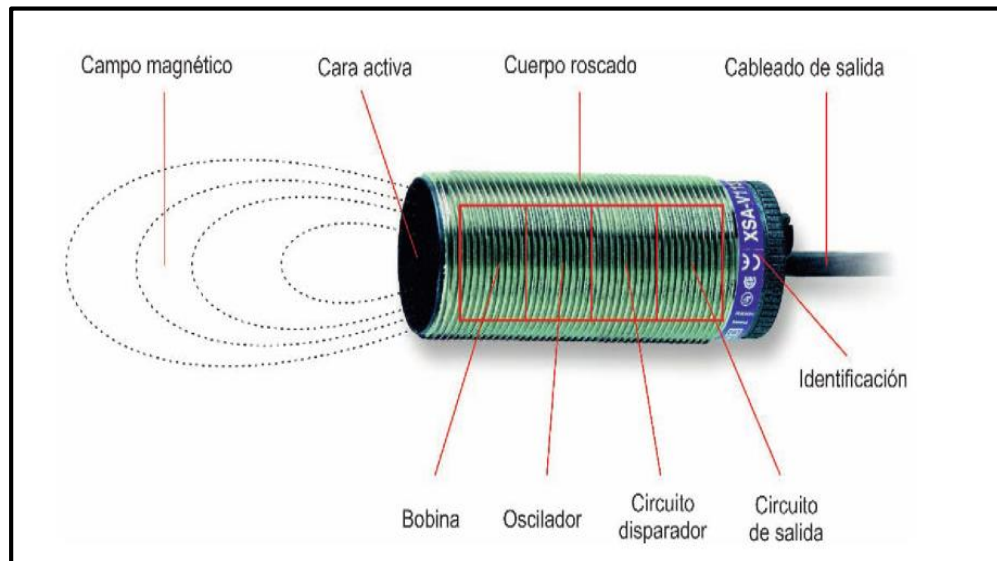


Imagen 1.18 Sensor inductivo

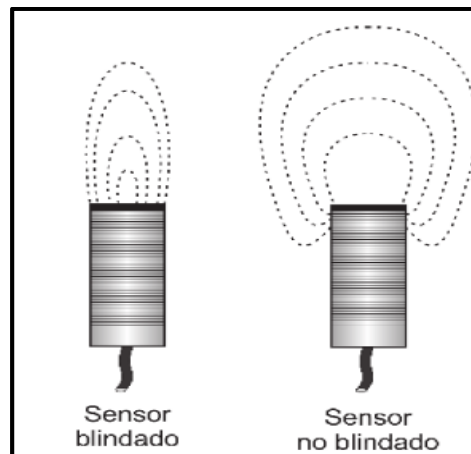


Imagen 1.19 Sensores inductivos

1.19 Sensor capacitivo

Los sensores de proximidad de tipo capacitivos son de aspecto similar al de los inductivos, también existen con blindaje y sin blindaje, pero con el mismo objetivo. Se debe tener en cuenta el tipo de material, ya que el alcance de detección depende del tipo de material, cuando más alto es el valor de la constante dieléctrica mucho más fácil es la detección. En este caso de vez crear un campo electromagnético, crean un campo electrostático, su forma de funcionar es similar a la de un condensador, la cara activa actúa como las placas del condensador y la otra placa se considera tierra, entre ambos

se encuentra el dieléctrico, que es el aire. Cuando un objeto se sitúa en un campo de detección se modifica el dieléctrico, de esta forma el circuito de control lo detecta y actúa sobre la salida. Por lo que este sensor es capaz de detectar objetos metálicos y no metálicos. Este sensor requiere mantenimiento, ya que por el aire se puede acumular suciedad o humedad, su principal uso es la detección de niveles. La siguiente imagen 1.20 muestra la simbología de los sensores, y la imagen 1.21 muestra la aplicación que tiene el sensor capacitivo en la detección de niveles de fluidos. (Cérda Filui, 2014).

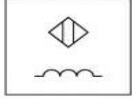
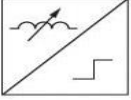
Elemento	Símbolo	
Símbolo genérico.	-B	
Sensor de proximidad inductivo.	-B	
Sensor de proximidad capacitivo.	-B	
	-B	
	-B	

Imagen 1.20 Simbología de sensores

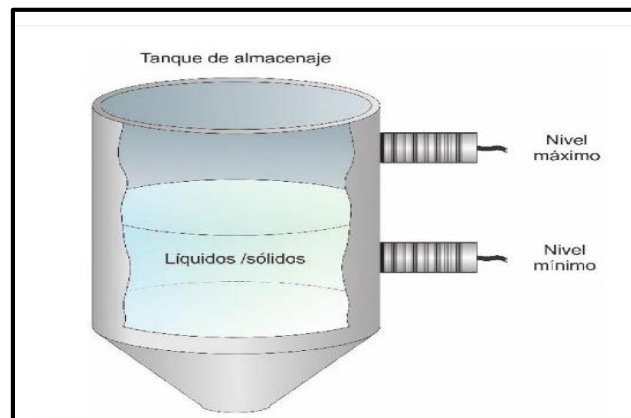


Imagen 1.21 Aplicación de sensores capacitivos

Seguidamente existe otra clasificación en cuanto a su conexión para sensores de tres hilos, de tipo PNP y NPN, en los tipos de PNP, la salida de valor es positivo, la carga se conecta a la salida del sensor y al negativo, mientras que los NPN con salida de valor negativo, la carga se conecta a la salida y positivo a la alimentación. Visualizar imagen 1.22 y 1.23.

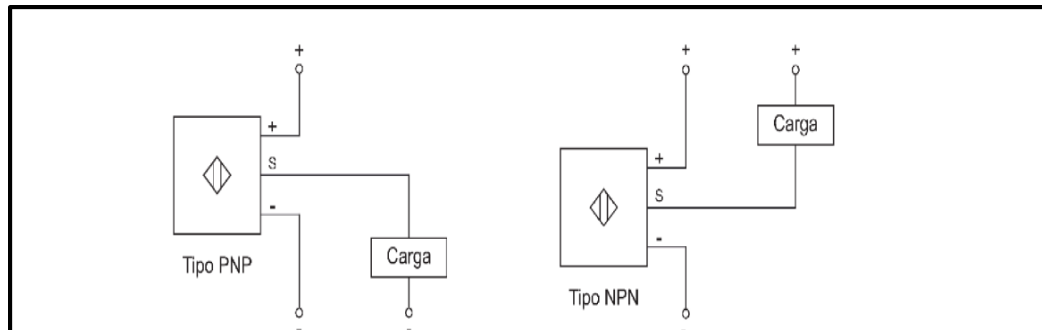


Imagen 1.22 Sensor PNP Y sensor NPN

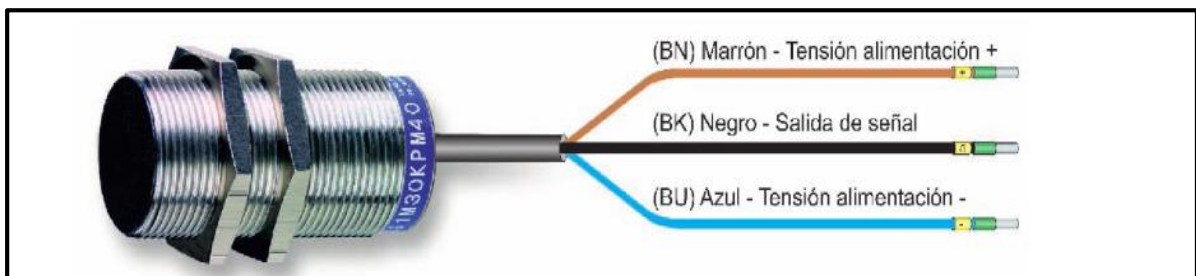


Imagen 1.23 Sensor de tres hilos

1.20 Electroválvula

Las electroválvulas son dispositivos que responden a pulsos eléctricos. Gracias a la corriente que circula a través del solenoide es posible abrir o cerrar la válvula controlando, de esta forma, el flujo de fluidos. Cuando la corriente por el solenoide se genera un campo magnético que atrae el núcleo móvil y al finalizar el efecto del campo magnético, el núcleo vuelve a su posición, en la mayoría de los casos, por efecto de un resorte. (Cérda Filui, 2014)

Las electroválvulas se utilizan en gran número de sistemas y rubros industriales que manejan fluidos como el agua, el aire, el vapor, aceites livianos, gases neutros y otros. En particular, las electroválvulas suelen implementarse en lugares de difícil acceso ya que pueden ser accionadas por medio de acciones eléctricas. También son utilizadas en vacío o hasta en altas presiones y temperaturas. Imagen

Las electroválvulas se aplican a surtidores automáticos de combustibles, irrigación de parques, fuentes de agua danzantes, dosificadores de líquidos o gases, regulación de niveles de líquidos, en máquinas envasadoras, lavaderos automáticos de autos, máquinas de limpieza, procesos de niquelado o galvanizado, en máquinas de café y en muchos lugares más.

Las electroválvulas se suelen utilizar en el sector industrial y algunos sistemas eléctricos complejos. Esto gracias a la posibilidad de controlarlas mediante una computadora. Así que, permite automatizar una gran cantidad de funciones.

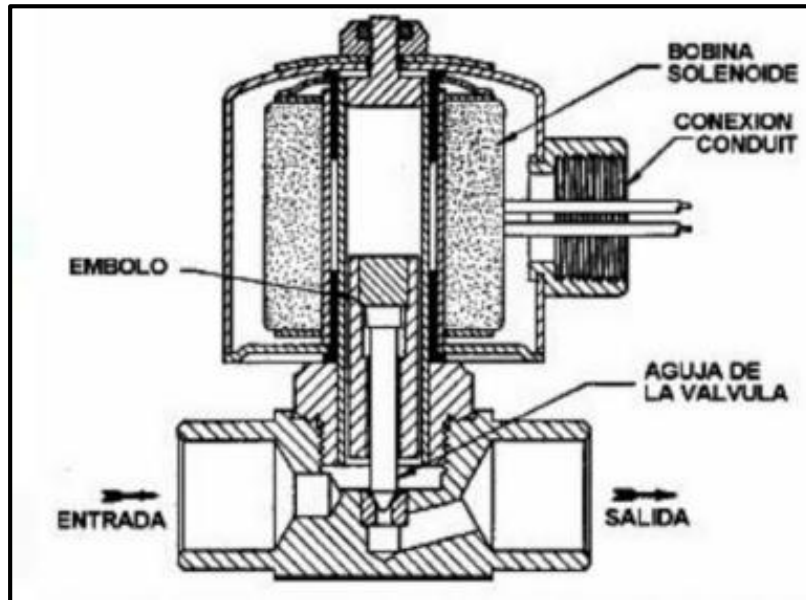


Imagen 1.24 Estructura interna de una electroválvula

1.21 Eplan electric P8

Este es un software de diseño eléctrico de control y potencia, que tiene las herramientas suficientes para el diseño de planos eléctricos, neumáticos, hidráulicos y mecánicos, como complemento, es un software que provee simbología IEC, NEMA, IEEE, entre las más comunes, trabajando en conjunto con marcas de productos como Allen Bradley y Siemens, contiene el diseño específico de una variedad de autómatas, variadores, micros, compuertas, CPU, etc. Lo cual facilita la construcción de los planos. Imagen 1.25.

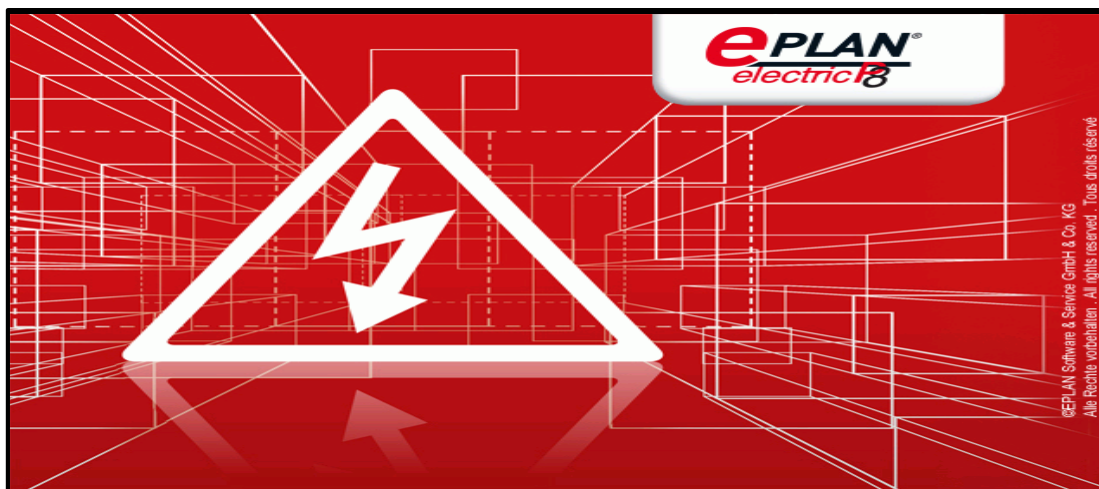


Imagen 1.25 Pantalla de carga del software Eplan Electric P8

1.22 Autodesk inventor 2018

Es un software de modelado 3D, que permite la creación de diseños mecánicos tridimensionales, con una amplia variedad de herramientas para la creación de planos, tiene la facilidad de ser un software bastante liviano para el diseño y modelado en 3D. Imagen 1.26.



Imagen 1.26 Software Autodesk Inventor

1.23 Fuente de voltaje

Una fuente de voltaje es un dispositivo que tiene dos terminales encargadas de generar un voltaje de salida, independientemente de las cargas que reciba. Se trata de un elemento de circuito activo porque puede proporcionar energía, este dispositivo es capaz de transformar la corriente alterna (AC) en corriente directa (DC), estabilizar y regular la salida de la electricidad. Por lo tanto, la función principal de las fuentes de voltaje es proporcionar siempre los mismos vatios, sin importar cuánta energía exija un circuito. (Casals Torrens & Bosch Touch, 2005). Imagen 1.27.



Imagen 1.27 Fuente de 24 volts fija

1.24 Luces Indicadoras

Una luz indicadora, no es más que la indicación del estado lógico de alguna maquina o proceso, a pesar de que existen una variedad, forma y colores, todas tienen el mismo de ser activadas por medio de estados lógicos.



Imagen 1.28 Luces indicadoras

1.25 Breaker o disyuntor

Es un interruptor automático que corta el paso de la corriente eléctrica si se cumplen determinadas condiciones, tales como altibajos de tensión. Al contrario de los fusibles, que son de un solo uso, un disyuntor o breaker eléctrico se puede reconectar siempre que las causas que lo activaron se hayan resuelto. Imagen 1.29



Imagen 1.29 Breaker

1.26 Colores en la industria

La seguridad industrial debe delimitarse visualmente para que todo el personal reconozca las características de los procesos y estaciones de trabajo; por esa razón se debe utilizar el código de colores de seguridad industrial.

Primero deben identificarse las zonas de riesgo e implementar señales cuando no se puedan eliminar los riesgos o proteger a los trabajadores.

Los colores deben aplicarse en objetos, lugares de un edificio, elementos de máquinas, equipos o dispositivos.

Los colores y las señales de seguridad tienen la función de indicar si algún lugar, objeto o situación puede provocar accidentes o ser riesgoso para la salud.

La ventaja de la señalización y código de colores en seguridad industrial es que permite reducir el tiempo de reacción del personal ante determinadas situaciones.

Los colores influyen en el comportamiento de las personas y esto ayuda a disminuir el número de incidentes. Toda señalización debe atraer la atención y dar una interpretación clara del riesgo.

El código de colores de seguridad industrial se utiliza para señalar donde existen riesgos y poder crear conciencia para prevenirlos.

Rojo:

Suele presentarse con un cuadro y con este color se identifican mayormente prohibiciones. También se usan para los elementos contra incendios, como el extintor, o elementos de seguridad, como alarmas, botones o palancas. Otros usos son para materiales peligrosos o productos inflamables.

Azul:

Este color indica una obligación de realizar una acción con precaución, siendo su símbolo un disco. Se colocan en las tapas de tableros eléctricos, o para equipos de protección personal.

Amarillo:

Al combinarse con el color negro se convierte en la señal universal que indica precaución o advertencia sobre distintos riesgos. Por ejemplo, se colocan en partes de máquinas que puedan provocar daños, como maquinaria pesada o equipos en movimiento.

Verde:

Este color se utiliza para condiciones seguras, siendo un elemento de seguridad de forma general, es común verlo en las puertas o salidas de emergencia.

Blanco, gris y negro:

Son colores básicos para guías direccionales hacia las salidas de emergencia.

1.28 Proceso industrial

Un proceso industrial es todo aquel que convierte una materia prima en un bien o producto final. Generalmente el bien es producido en masa y se destina al consumo para un gran público objetivo. Estos procesos industriales empezaron a surgir con la Segunda Revolución Industrial, en el siglo XVIII. Imagen 1.30.

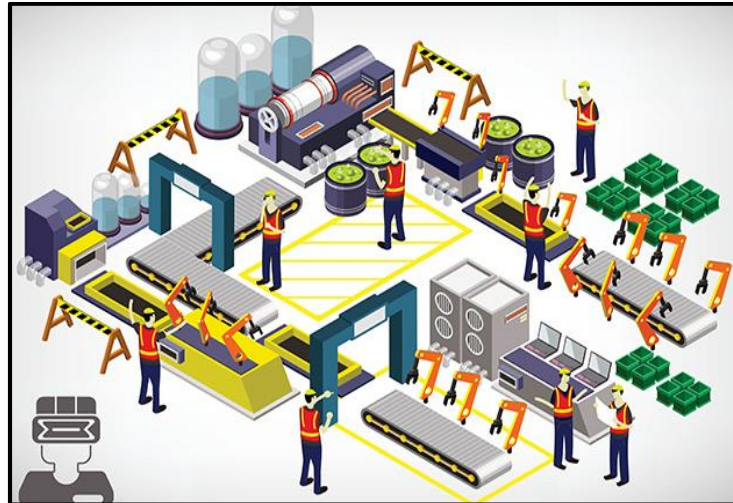


Imagen 1.30 Proceso industrial

1.29 Arranque estrella-delta

Un arranque estrella-triángulo consiste en que durante la primer etapa de aceleración el motor se conecta en estrella tomando una corriente reducida, y luego de un tiempo preestablecido se hace la conmutación a triángulo, donde el motor absorbe toda la corriente de la red y el torque es máximo. Imagen 1.31.

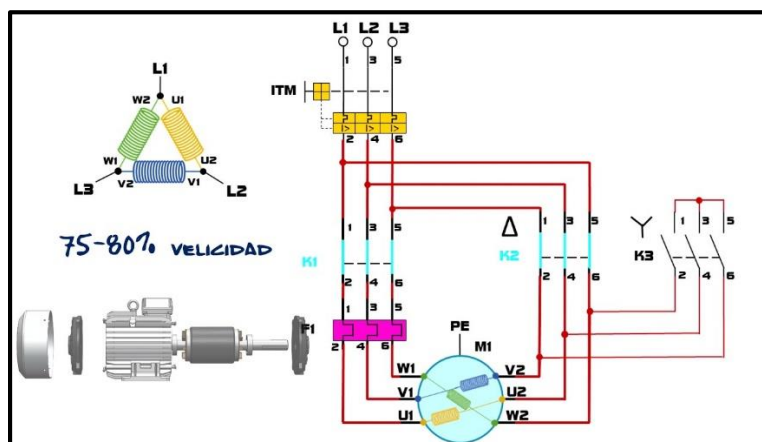


Imagen 1.31 Arranque estrella-delta

1.30 Bomba hidráulica

Una máquina de fluido es un sistema mecánico que intercambia energía con el fluido que está contenido o que circula a través de ella. En otras palabras es una maquina generadora que trabaja con un fluido incompresible en la que produce una transformación de energía mecánica en hidráulica, la principal misión de la bomba es transferir energía a un líquido para permitir su transporte en una instalación. (Heras, 2011). Imagen 1.32.

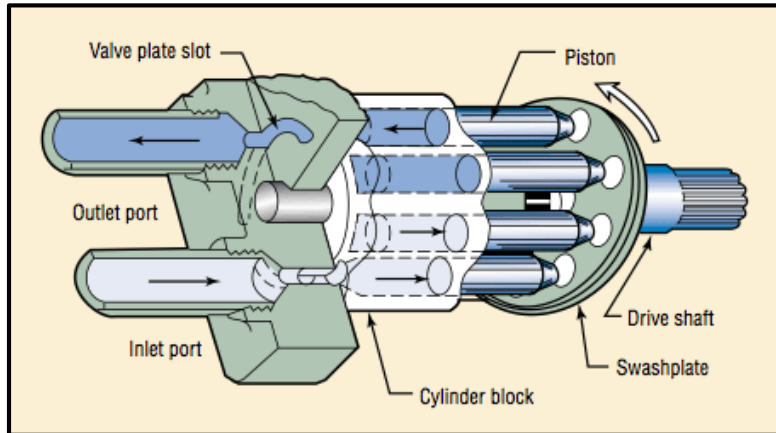


Imagen 1.32 Bomba hidráulica

1.31 Sistema hidráulico

Utiliza básicamente los fluidos hidráulicos como medios de presión para mover los pistones de los cilindros o bombas. Se aplica típicamente a en dispositivos que exijan una alta fuerza en su aplicación. Los sistemas hidráulicos son procesos que utilizan fluidos sometidos a ciertas presiones para accionar los componentes mecánicos o maquinarias que utilizan las fábricas, lo deben de hacer de forma controlada y es por ese motivo que la hidráulica es parte esencial del sector industrial. (Solé, 2012). Imagen 1.33.

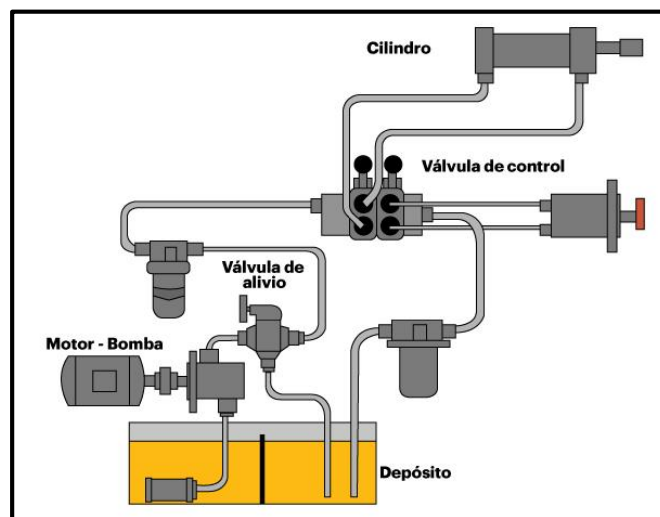


Imagen 1.33 Sistema hidráulico

1.32 Sistema neumático

Los sistemas neumáticos son sistemas que utilizan el aire u otro gas como medio para la transmisión de señales y/o potencia. Dentro del campo de la neumática la tecnología se ocupa, sobre todo, de la aplicación del aire comprimido en la automatización industrial (ensamblado, empaquetado, etc.)

Los sistemas neumáticos se usan mucho en la automatización de máquinas y en el campo de los controladores automáticos. Los circuitos neumáticos que convierten la energía del aire comprimido en energía mecánica tienen un amplio campo de aplicación (martillos y herramientas neumáticas, dedos de robots, etc.) por la velocidad de reacción de los actuadores y por no necesitar un circuito de retorno del aire. (Heras, 2011). Imagen 1.34.

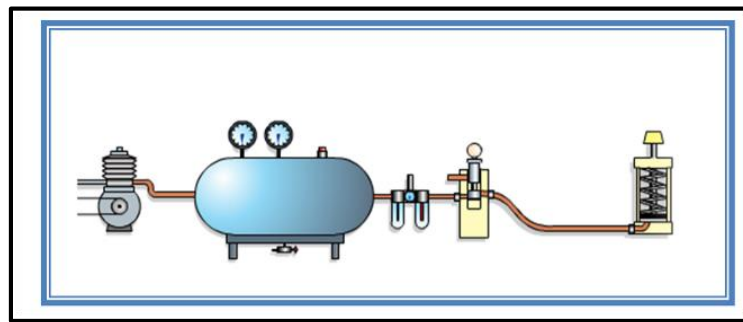


Imagen 1.34 Sistema neumático clásico

1.33 Sistema de climatización

Son equipos compuestos por distintos componentes que crean un sistema para dar una aclimatación al ambiente donde se coloque. Esta tecnología está basada en el tratamiento de aire para obtener un control simultáneo de humedad, temperatura, limpia y una distribución en los espacios interiores como pueden ser en una habitación o en un edificio. Imagen 1.35.

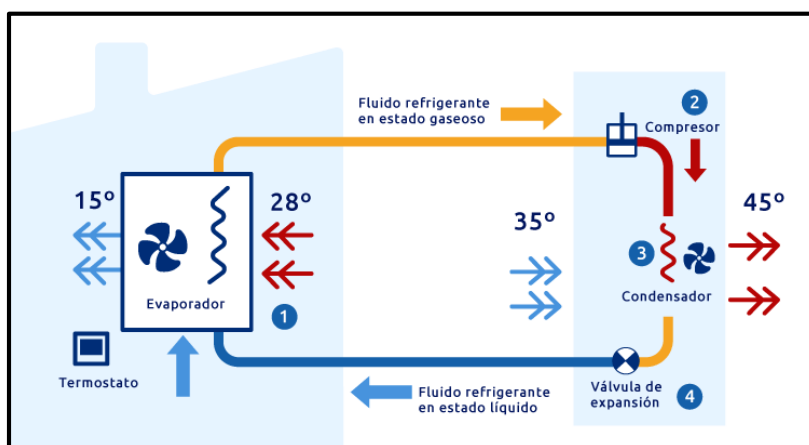


Imagen 1.35 Sistema de climatización

1.34 Pistón

Es un tubo de sección circular constante que denominamos camisa, cerrado por ambos extremos que denominamos culatas, en cuyo interior se desliza un émbolo o pistón solidario con un vástago. A pesar de tener una variedad de nombres, su función tanto neumática e hidráulica sigue siendo la misma, la de mover un fluido, gas o aire por dentro, ya sea por simple efecto o doble efecto, dependiendo de su uso. Imagen 1.36.



Imagen 1.36 Pistón

1.35 Compresor

Son dispositivos en los que se realiza trabajo sobre algún gas que los atraviesa con el fin de aumentar su presión, que reduce el aire con unas específicas condiciones y lo impulsa con una presión superior a la de entrada. Además es posible definir como una máquina de funcionamiento alternativo o rotatorio que tiene como propósito la compresión de un fluido que por lo general se trata de aire, para emplear su fuerza de expansión de forma indicada y transmitida a la zona más adecuada. (Michael J. Moran, 2004) Imagen 1.37.



Imagen 1.37 Compresor

1.36 Línea de producción

La producción como el conjunto de procesos, procedimientos, métodos y técnicas que son necesarias para la obtención de un bien o servicio, mediante la aplicación sistemática de un conjunto de decisiones, que tienen como objetivo incrementar el valor de los factores que intervienen en la creación de dicho bien o servicio, de forma mencionada que los productos satisfagan las necesidades de los clientes. Imagen 1.38. (Zamora, 2019).

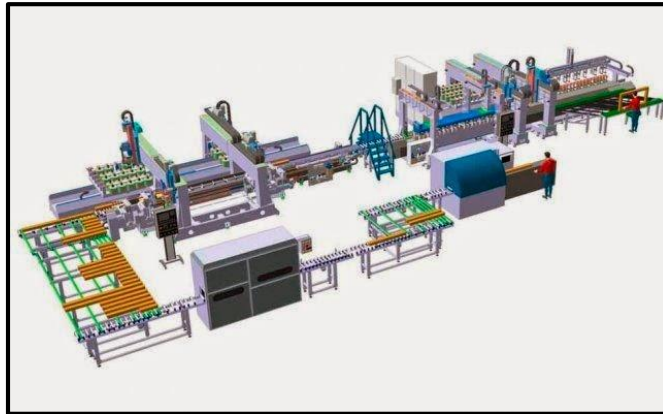


Imagen 1.38 Línea de producción

1.37 Zapatos dieléctricos

Es un calzado tanto para hombre o mujer de uso industrial calzado dieléctrico o aislante, que es aquel destinado a proteger al trabajador que opera con electricidad. Eso quiere decir que estos calzados, regulados bajo la norma EN 50321, deben presentar una gran resistencia eléctrica para evitar que la corriente circule a través del operario. Imagen 1.39.



Imagen 1.39 Zapatos dieléctricos

1.38 Guantes de seguridad industrial

Los guantes industriales pueden evitar una mutilación o contacto eléctrico con líneas vivas. Son elaborados con el material necesario para calidad en uso y protección sin sentirse limitados. Los guantes son una extensión más del cuerpo y es bueno conocer bien los tipos de variedad y función que cumplan según la tarea. Imagen 1.40.



Imagen 1 40 Guantes

1.39 Lentes de seguridad industrial

Son dispositivos de protección visual para el hombre o mujer, existe una variedad de lentes de seguridad, dependiendo de su uso es como se busca ser el apropiado, aunque el fin sigue siendo el mismo, la conservación de clara y nítida de la visión del usuario. Evitando todo tipo de contacto inapropiado con los ojos, evitar salpicaduras u objetos sobre los ojos. Imagen 1.41.



Imagen 1.41 Lentes de seguridad

DESARROLLO

2.1 Diseño y montaje del chasis estructural

Se comienza diseñando un chasis estructural, como primer paso se toma la estatura del mexicano promedio que es 1.65 m esto para obtener una buena experiencia de trabajo con condiciones de trabajo más cómodas y reconfortantes en cuanto a postura y espacio para hacer los movimientos necesarios para trabajar sin hacer esfuerzos de más o dificultosos, para el diseño se apoyó en el software AUTODESK INVENTOR 2018. A continuación, se muestra una imagen 2.1 de la vista isométrica, seguidamente se describen las características más generales del equipo en su forma primaria, se anexa una descripción del diseño y medidas implementadas.

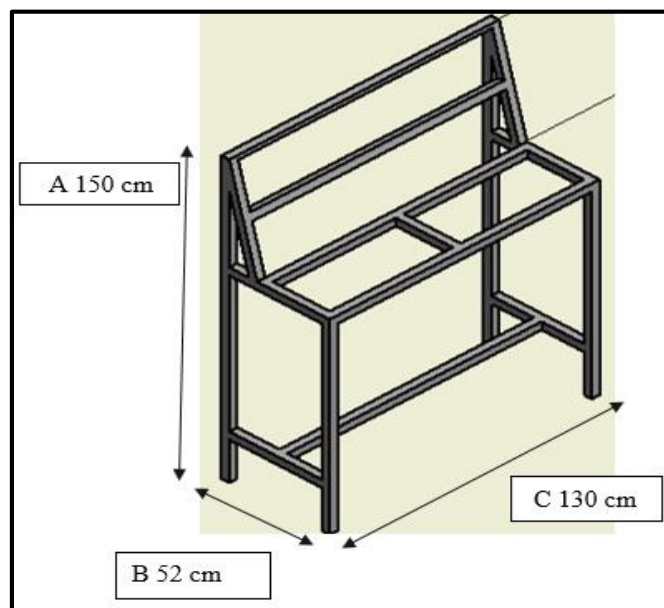


Imagen 2.1 Vista isométrica del diseño estructural

Se tiene una vista isométrica, la cual da una perspectiva general del diseño chasis, a la estructura se le incorporan 3 medidas muy básicas. La medida A de 150 cm, es incorporada referente a la estatura promedio en México, son 170 cm, que hace que el usuario se sienta cómodo trabajando con esa altura de 150 cm referente del equipo, suele ser bastante cómoda para cualquier persona. Esta medida proporciona, pocos estiramientos del cuerpo humano, con una apertura de alcance ilimitada. La medida B de 52 cm, hace que el rendimiento humano sea efectivo, de acuerdo con las recomendaciones de El Arte de Proyectar en Arquitectura, éste en una zona de movilidad alcanzable. Se tienen 4 zonas recomendadas para la medida B, límite inferior de alcance con la mano de 16 cm-20 cm, zona normal de alcance con la mano de 32 cm, zona de límite psicológico de alcance con la mano de 50 cm, y alcance máximo con la mano de 65 cm. (Neufert, 2016). Se toma como referencia 3 zonas bastante útiles que no estresan ni comprometen la comodidad del usuario, por lo que 50 cm con respecto a la medida B, lo hace una zona perfecta de trabajo, en todas sus dimensiones de alcance. La última

medida considerada, es la medida C de 130 cm, la cual maneja una apertura promedio de desplazamiento para el usuario bastante reconfortante, esta medida está dentro del promedio recomendado de 150 cm. Tal como se visualiza en la imagen 2.2

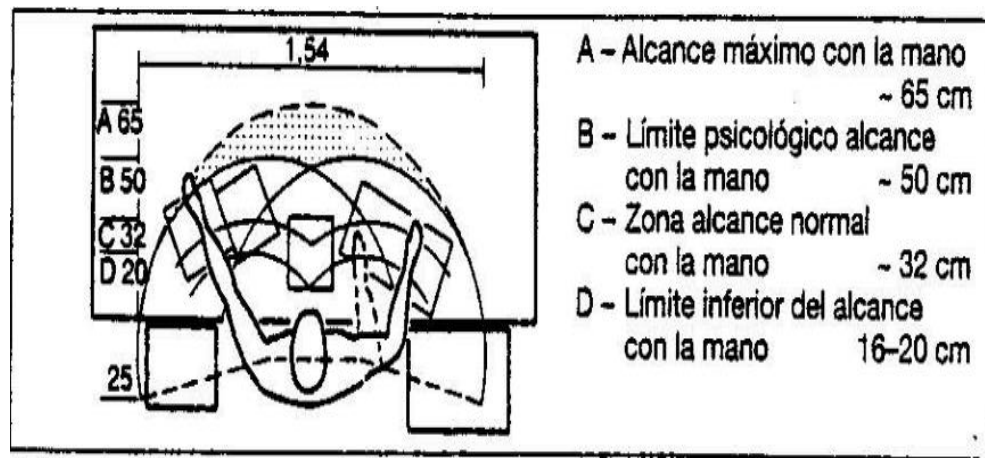


Imagen 2.2 Medidas de ergonomía humanas, recomendadas para un trabajo productivo. (Neufert, 2016).

2.1.1 Ergonomía

Teniendo en cuenta que cuando se habla de ergonomía en el lugar de trabajo se hace referencia a la ciencia del diseño de este, haciendo foco en las capacidades y limitaciones del trabajador, se entienden que el objetivo es optimizar la interacción entre el trabajo y el trabajador. Tener presente que, al lograr este objetivo, también se está logrando un aumento en la productividad a medida que las tareas de trabajo se vuelven más fáciles y eficientes de realizar.

El proceso de mejora ergonómica reduce los factores de riesgos de cansancio, fatiga e incluso síndrome de Burnout. Mejorar la interacción entre el trabajo y el trabajador es el principal fin de la ergonomía, este proceso elimina las barreras a la productividad, facilitando y agilizando las tareas laborales. Para lograrlo es importante:

- Reducir las posturas incómodas de los trabajadores

Trabajar en una postura incómoda no es una forma eficiente de trabajar. El proceso de ergonomía fomenta el trabajo en la "zona de confort", lo que causa menos fatiga y le ayuda a trabajar más rápido y con mayor precisión.

- Reducir los requisitos de alta fuerza

Los requisitos de alta fuerza provocan un esfuerzo innecesario que ralentiza el trabajo. El uso de asistencias mecánicas, sistemas de contrapeso, mesas de elevación ajustable en altura y estaciones de trabajo, equipos motorizados y herramientas ergonómicas reducirán el esfuerzo laboral y los esfuerzos musculares.

- . - Reducir las tareas altamente repetitivas

La alta repetición de tareas, especialmente cuando se combina con otros factores de riesgo, como una gran fuerza y/o posturas incómodas, aumenta la fatiga y ralentiza el proceso de trabajo. Los movimientos excesivos o innecesarios deben reducirse si es posible. En situaciones donde esto no es posible, es importante eliminar los requisitos de fuerza excesiva y las posturas incómodas.

2.1.2 Detalles de construcción

Se incorpora una vista posterior del plano realizado, que detalla de otra forma las medidas empleadas, se visualiza en la imagen 2.3

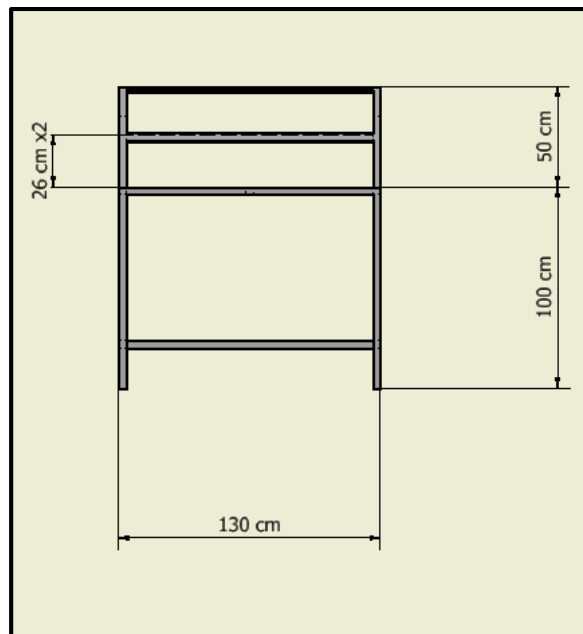


Imagen 2.3 Vista posterior, que muestra las divisiones de tamaño

En la imagen 2.3 se contempla de igual forma al sistema, con dos divisiones de 26 cm cada una respectivamente, que hacen más ajustable el material de apoyo en el chasis (madera), para poder instalar los sistemas eléctricos de control y potencia sobre el chasis. Seguidamente se menciona las otras consideraciones laterales de diseño, las cuales consisten en definir la inclinación del usuario en todo momento sobre la mesa de operación, respetando siempre la comodidad y seguridad del sistema.

En la imagen 2.4 se contempla otra vista isométrica lateral, que muestra una ligera inclinación con un ángulo de 105° grados, con respecto a la mesa de operación y apoyo, esta inclinación hace que el sistema no genere posturas tan rígidas de trabajo en el

chasis. Sumado a ello, se colocan un soporte que hace al sistema más rígido y difícil de ceder en su estructura misma.

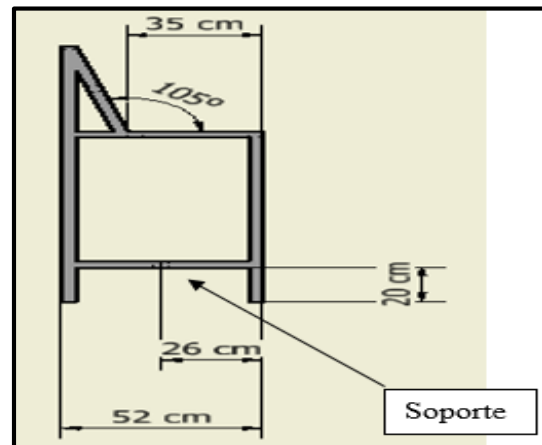


Imagen 2.4 Vista de lateral de ángulo de inclinación

Este sistema representa las condiciones primordiales de trabajo, por medio de los puntos explicados y aplicando las recomendaciones técnicas de diseño y trabajo, las definiciones geométricas del chasis logran un sistema estable general de operación, se pensó desde el primer momento un sistema estático y rígido.

Posteriormente, cuando el diseño ya cumple con las condiciones indispensables de trabajo se procede a seleccionar material de construcción y equipo de trabajo para el montaje.

2.2 Materiales de construcción y cortes

El material empleado en la construcción base del chasis, es PTR, perfil tubular rectangular, es un material fácil de obtener en una variedad de medidas, para este caso se emplea una medida de 1.5", la cual brinda un dimensionamiento casi perfecto por ser una barra hueca laminada liviana, se destaca por ser una barra hueca de acero al carbón laminada en caliente lo que le da mayor solidez a las construcciones con ese material. Cuenta con una estructura en forma de caja que le brinda fortaleza, ya que el peso que tiene que soportar se distribuye de mejor manera ante enormes cargas. Este material se emplea para construir estructuras ligeras de pequeño o mediano tamaño, también se busca no exceder mucho en las tolerancias de construcción, ya que durante el montaje es común tener una ligera variación en el corte y soldadura aplicada.

Se procede a realizar cortes del material, en función de las medidas previamente establecidas en el diseño. La siguiente imagen 2.5 muestra los cortes hechos, las consideraciones geométricas primarias del material ya están explícitas en el diseño. Se

debe considerar que en los extremos con punta son cortes a 45° para facilitar el proceso de soldadura en las partes esquinadas, donde se une la estructura.



Imagen 2.5 Cortes del material PTR

La siguiente descripción muestra una forma de nombres asignados a los cortes, y el tamaño que se le dio a cada corte hecho y el material requerido.

Material neto ocupado: 14.97 metros o 1497 cm.

- 1.- 5 travesaños de ancho T1, T2, T3, T4, T5 de una longitud de 130 cm. Total: 650 cm
- 2.- 4 travesaños de fondo F1, F2, F3, F4 de una longitud de 52 cm. Total: 208 cm
- 3.- 2 postes largos P1, P2 de una longitud de 150 cm. Total: 300 cm
- 4.- 2 postes cortos C1, C2, de una longitud de 100 cm. Total: 200 cm
- 5.- 2 ángulos S1, S2 de una longitud de 52 cm. Total: 104 cm
- 6.- 1 soporte de fondo B1 de una longitud de 35 cm. Total: 35 cm

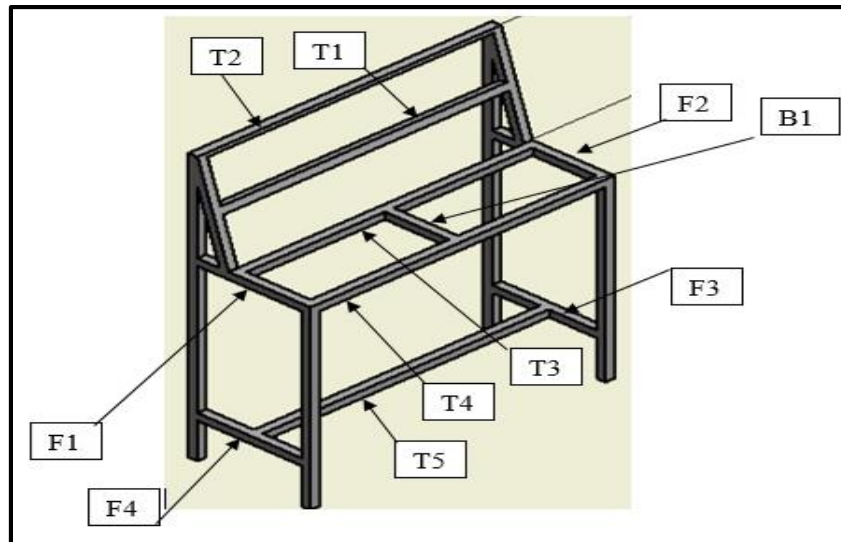


Imagen 2 6 Puntos de corte para material PTR

La imagen anterior 2.6 muestra el punto a donde pertenece cada corte hecho, así como una vista general de donde se toman las medidas establecidas en el diseño. De esta forma se contempló la estructura final en su modelado, hace que el sistema sea bastante estable y rígido.

2.2.1 Equipo de trabajo y protección personal

1. Mesa de trabajo
2. Guantes de carnaza
3. Tornillo de banco
4. Arco con següeta
5. Flexómetro
6. Escuadra de medición
7. Pulidor con disco desbaste y corte
8. Electrodo E6013
9. Prensas de 3 pulgadas
10. Planta de soldar
11. Careta con mica oscura para soldar



Imagen 2.7 Equipo de trabajo

Cabe mencionar que el equipo principal en la construcción de la estructura fue una máquina de soldadura TH de marca, la cual se acopla al electrodo de trabajo, el amperaje recomendado de trabajo es menor a 100 Amperes, por lo tanto, se genera una soldadura bastante homogénea, ya que por medio de la maquina es regulable el amperaje.



Imagen 2.8 Planta de soldadura TH

2.2.2 Soldadura

Posteriormente, se ha montado y soldado el chasis, se ha ejecutado una soldadura por electrodo revestido, la clasificación del electrodo empleado E6013, por el tipo de material empleado, tubular, emplear esa clasificación de acero, la hace óptima para el proceso

de soldeo. Tienen fundente a base de rutilo, producen un arco suave y fácil, con escoria suave y remanente en el cordón de soldadura.**Fuente especificada no válida.**

La siguiente tabla muestra el tipo de soldadura empleado en el soldeo, así como una descripción de su uso en la imagen 2.9

Clasificación de la AWS	Tipo de recubrimiento	Capaz de producir soldaduras satisfactorias en las siguientes posiciones ^a	Tipo de corriente ^b
Serie de electrodos E60			
E6010	Alto en celulosa, sodio	F, V, OH, H	CC, polaridad inversa
E6011	Alto en celulosa, potasio	F, V, OH, H	CA o CC, polaridad inversa
E6012	Alto en titanio, sodio	F, V, OH, H	CA o CC, polaridad directa
E6013	Alto en titanio, potasio	F, V, OH, H	CA o CC, cualquier polaridad
E6020		H-filete	CA o CC, polaridad directa
E6022 ^c	Alto en óxido de hierro	F	CA o CC, cualquier polaridad
E6027	Alto en óxido de hierro, hierro en polvo	H-filete, F	CA o CC, polaridad directa
Serie de electrodos E70			
E7014	Hierro en polvo, titanio	F, V, OH, H	CA o CC, cualquier polaridad
E7015	Bajo en hidrógeno, sodio	F, V, OH, H	CC, polaridad inversa
E7016	Bajo en hidrógeno, potasio	F, V, OH, H	CA o CC, polaridad inversa
E7018	Bajo en hidrógeno, potasio, hierro en polvo	F, V, OH, H	CA o CC, polaridad inversa
E7024	Hierro en polvo, titanio	H-filete, F	CA o CC, cualquier polaridad
E7027	Alto en óxido de hierro, hierro en polvo	H-filete, F	CA o CC, polaridad directa
E7028	Bajo en hidrógeno, potasio, hierro en polvo	H-filete, F	CA o CC, polaridad inversa
E7048	Bajo en hidrógeno, potasio, hierro en polvo	F, OH, H, V-abajo	CA o CC, polaridad inversa

Imagen 2.9 Clasificación AWS para soldadura

Las abreviaturas F, V, OH, H indican posiciones de soldadura. F= Plana, H=Horizontal, V-abajo=Vertical hacia abajo, H-filete= Horizontal en filete, V=Vertical, OH=Sobre cabeza.

El electrodo empleado y recomendado para este tipo de material fue E6013, que responde al tipo de material, en función de las recomendaciones clásicas, tipo de corriente que se dispone, posición de la pieza a soldar, y tipo de acero. Imagen 2.10.

Con un buen desempeño, excelente penetración, fácil reencendido, arco estable y depósitos de excelente presentación, así como para soldar todo tipo de acero al carbón o acero de baja aleación, se presta especialmente para la soldadura en placas delgadas y soldaduras cosméticas, que requieren cordones de soldadura con excelente presentación.

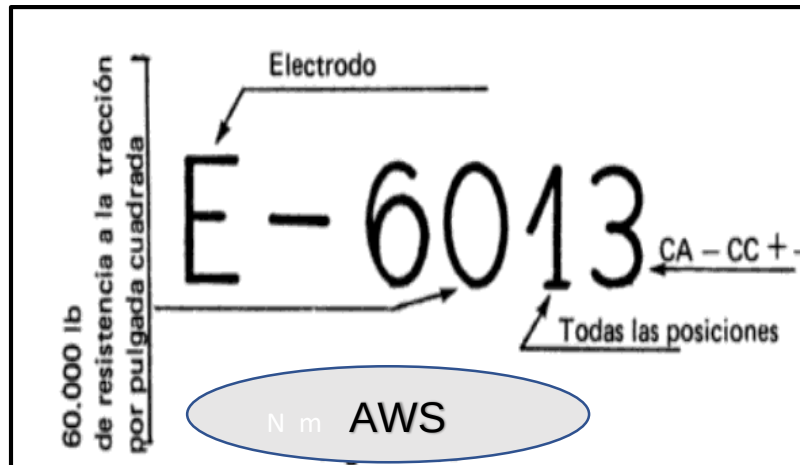


Imagen 2.10 Electrodo

Prefijo E: Electrodo para soldadura por arco eléctrico

60: Resistencia a la tracción, 60,000 libras por pulgada cuadrada

1: Todas las posiciones de soldadura se adecuan al material

13: Este número en conjunto representa el tipo de corriente empleada

2.3 Construcción, montaje y soldadura aplicada

Con el tipo de electrodo aplicado con el amperaje recomendado de 100A, es posible realizar el proceso de soldeo, y obtener un montaje exitoso del material en todas sus distintas posiciones, siguiendo estrictamente el diseño establecido. Primeramente, se comienza a soldar la estructura de la parte baja en forma vertical, esto con el fin de lograr la rigidez base en la estructura tal como se muestra en la imagen 2.11



Imagen 2.11 Unión de puntos por medio de electrodo para cortes F3, F4 y T5.

En la imagen anterior 2.11 se puede apreciar la unión de los puntos para los cortes en la parte baja de la estructura, esto genera solidez para proseguir soldando los demás cortes, se continúa uniendo los cortes por medio de soldadura con los cortes B1, F1, F2, T3 y T4, que dan soporte a la mesa de trabajo, tal como se muestra en la imagen 2.12.



Imagen 2.12 Unión de cortes B1, F1, F2, T3 y T4.

Finalizando la soldadura en los puntos anteriores se tiene el diseño estructural casi terminado, tal como se muestra en la imagen 2.13 de la base casi terminada.



Imagen 2.13 Estructura casi terminada

Como siguiente punto para la aplicación de soldadura se visualiza el punto de inclinación angular de 105° , donde se va a soldar el soporte para colocación del material (madera) para el montaje del control eléctrico.



Imagen 2.14 Angulo de inclinación

Posteriormente terminando el montaje y construcción por medio del proceso de soldadura, se procede a insertar y fijar el material (madera de $\frac{3}{4}$ "") este material sirve como base dieléctrica, para evitar algún tipo de riesgo de eléctrico, tal como se muestra en la imagen 2.15, que servirá como base rígida para el montaje del control eléctrico mientras que inclinación que sirve como apoyo en la manipulación del usuario tal como se describe en el apartado anterior.



Imagen 2,15 Estructura casi terminada

2.3.1 Estructura final

Las consideraciones han sido cumplidas en todos los sentidos de la ergonomía humana, de tal modo la estructura cumple con las condiciones de diseño y trabajo establecidas. En la estructura final del chasis, se agrega una capa de pintura que caracteriza al sector industrial, un tono azulado, el cual indica una obligación de realizar una acción con

precaución, esto por la manipulación en los componentes eléctricos, siendo su símbolo de la industria, se coloca en las tapas de tableros eléctricos, o para equipos de protección personal. Otras de las razones para el color empleado que estimulen la limpieza y el orden, que mejoren el rendimiento luminoso y crear tranquilidad en el usuario, El color desempeña un papel importante en la prevención de accidentes, pero es importante recordar que las señales de colores jamás podrán sustituir los métodos de trabajo seguro y prevención. La finalidad del color en las señalizaciones es la de eliminar la confusión y accidentes de cualquier tipo. Se utilizan colores a modo de símbolos, figuras o textos (iconografía), para su uso generalizado, con independencia del idioma.

A continuación, se muestra una vista lateral donde se puede apreciar el ángulo de inclinación para el usuario generado por el corte de apoyo y la madera fijada, se aprecia en la imagen 2.16



Imagen 2.16 Angulo de inclinación

Finalmente se ha completado la estructura, se consigue estable, rígido y firme que contempla la mayor comodidad en el usuario, tal como se muestra en la imagen 2.17



Imagen 2.17 Estructura Final

3.1 Automatismo, control eléctrico y aplicaciones

En este módulo de control y automatización se han implementado los principales pilares de la automatización, se ha programado un paro y arranque reversible, de un motor trifásico, accionado por medio de relevadores y contactores, los cuales accionan un motor trifásico en conjunto con una torreta indicadora de su función. De igual forma se ha programado un contador ascendente por medio de luces indicadoras, en conjunto con un reset y un fin de conteo. Se han añadido dos temporizadores de retraso de encendido y retraso de apagado por medio de un sensor inductivo y uno capacitivo. Se incorpora una secuencia de encendido de electroválvulas a través de temporizadores y comparadores, Y finalmente se ha programado una secuencia de encendido por medio de luces piloto en función de comparadores.

La siguiente imagen 3.1, muestra el PLC Allen Bradley en conjunto con la fuente de alimentación de 24 volts y el breaker principal de 110Vca. (Revisar la parte de anexos para diagramas de alimentación). En la imagen se puede apreciar el PLC energizado, esto por medio del led indicador en la fuente y en el CPU, el estado por medio del led verde indicando Ok y modo run. En la imagen también se visualizan los módulos de entradas y salidas, los cuales habilitan y deshabilitan los elementos eléctricos en el módulo de control por medio de la lógica programada.

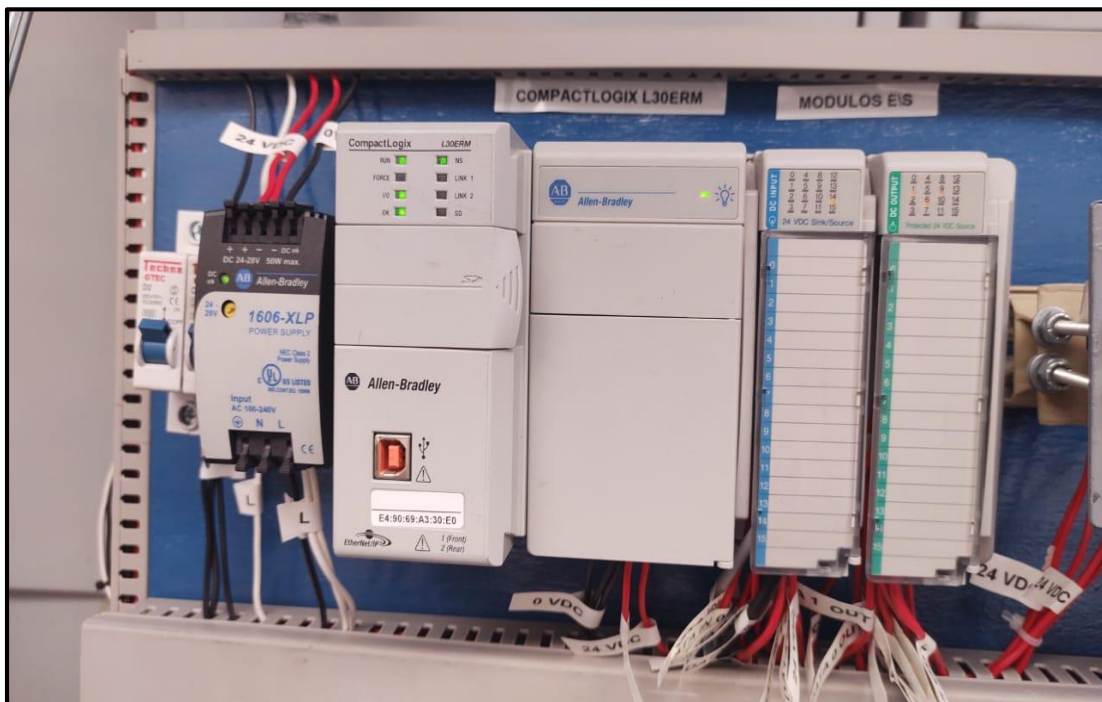


Imagen 3.1 Controlador Lógico Programable 17-69 L30ERM

3.1.1 Montaje de módulo de control y componentes eléctricos empleados

Dentro de este apartado se comentan las actividades, componentes y materiales requeridos para el módulo de control. Se requiere de la siguiente lista de materiales y elementos en el montaje del módulo de control. Tabla 1.

Tabla 1 Componentes y materiales.

Componente o material	Uso
Lija para superficie de madera	Lijar algunas imperfecciones en el material colocado
1 Lijadora	Lijar imperfecciones en el material
Resanador de pintura	Cubrir los poros en el material
3.6 metros de Canaleta ranurada	Cubrir el cableado y darle orden al mismo por la misma canaleta
3 metros de Riel Din	Fijar los elementos de control eléctrico sobre la base de forma estática
8 Botones pulsadores NA Y NC	Habilitar señales en el autómata
Selector	Habilitar el 24VDC principal
1 Controlador Lógico Programable 1769-L30ERM, familia Allen Bradley	Funciones de control en el módulo
5 Luces indicadoras de 24 Volts	Mostrar estados lógicos del autómata
1 Sensor inductivo marca Festo con rosca métrica y luz indicadora de 24VDC	Habilitar temporizador programado
1 Sensor capacitivo marca Festo con rosca métrica y luz indicadora de 24VDC	Habilitar temporizador
2 Contactores trifásicos marca Schneider de 440VCA, con bobina de 110 VCA	Arrancar motor trifásico
8 relevadores de control con bobina de 24VDC, de 11 pines para voltajes de 110VCA	Mostrarse como elementos de salida, para arranque del motor, encendido de estados lógicos y encendido de electroválvulas
2 Electroválvulas MAC	Secuencia temporizada
Torreta indicadora de 2 estados lógicos, verde y rojo marca Festo.	Mostrar la señalización del arranque y paro en el motor
30 Clemas de paso 600 V, 20 A, 24-12 AWG	Permitir la conductividad y mejor organización en el modulo
1 metro de Neopreno	Aislamiento por seguridad
1 Variador de frecuencia Yaskawa 1000 CIMR- U7AU40P4	Controlar el motor
Motor trifásico de 440VCA de rotor de jaula de ardilla	Elemento de potencia
Disyuntor trifásico de 440VCA Siemens	Alimentar la parte de potencia en el motor trifásico
1 rollo de cable AWG calibre 18, color negro, rojo y blanco	Conectar elementos eléctricos.
Pijas 4Mx6	Fijaciones en el tablero

Primero se resano por completo y se eliminaron impureza dentro del material, empleando lijadora, lijas y resanador sobre el material de montaje (madera). Estos materiales de trabajo aseguran una superficie plana y efectiva para el montaje de la canaleta ranurada y riel Din sobre la base. Imagen 3.2.



Imagen 3.2 Materiales de trabajo

Después de haber obtenido la superficie en las mejores condiciones, se procede a colocar el riel Din y canaleta ranurada sobre la base, se coloca el riel Din en dos puntos, la primera parte a $1/3$ de la madera de trabajo, y la segunda a $2/3$ de la madera, mientras que la canaleta ranurada se coloca en la parte intermedia de la madera. Imagen 3.3.

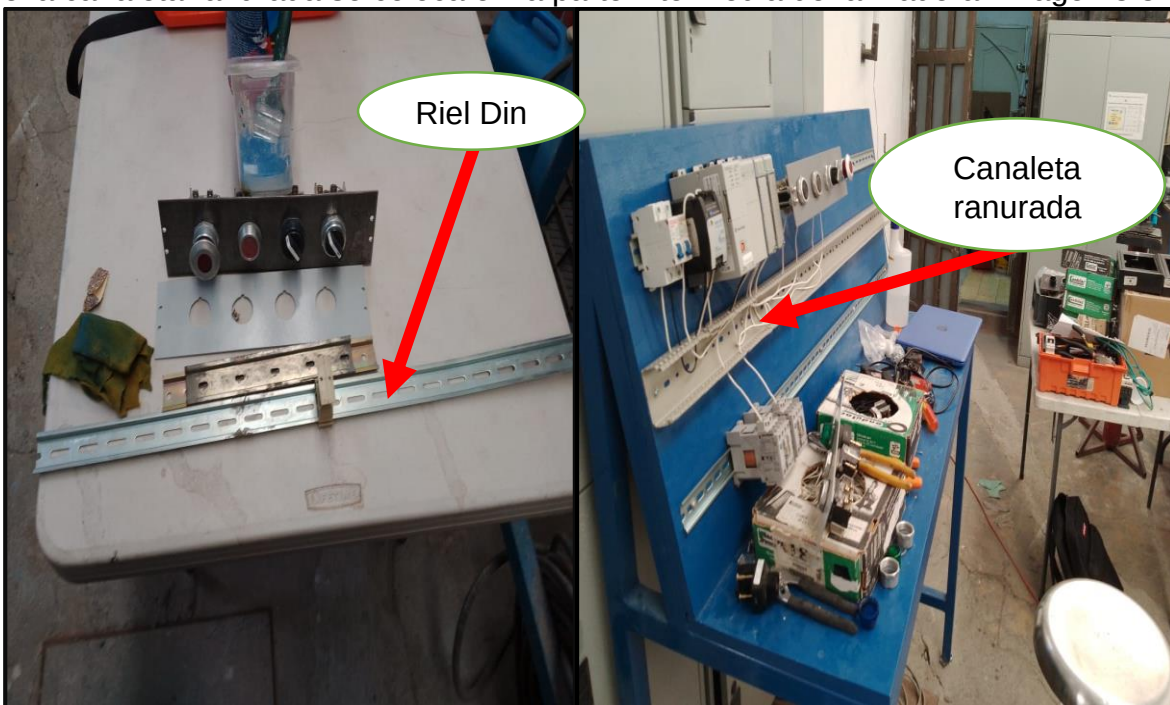


Imagen 3.3 Riel Din y canaleta

Se continúa con el montaje de elementos de control eléctrico, se comienza primero por fijar las botoneras con enganche para el riel Din, se colocan los botones, paro, sensores y luces indicadoras mencionados en la tabla 1, esta distribución se hace con el fin de diversificar en el módulo de control, se fijan botones y se colocan dimensiones apropiadas en los elementos de control. Imagen 3.4.



Imagen 3.4 Botonera y botones montados en riel Din

Se descarga el programa por medio del software Rslogix 5000 y Rslink Classic, la forma de comunicar el autómatas es por medio de conexión USB o Ethernet, ambas formas de comunicar al PLC son válidas. Primero se en el software Rslink Classic, se selecciona la opción Ethernet Devices, detecta la IP de forma automática, en caso distinto si es USB, conectándose al puerto USB lo detecta de forma automática.

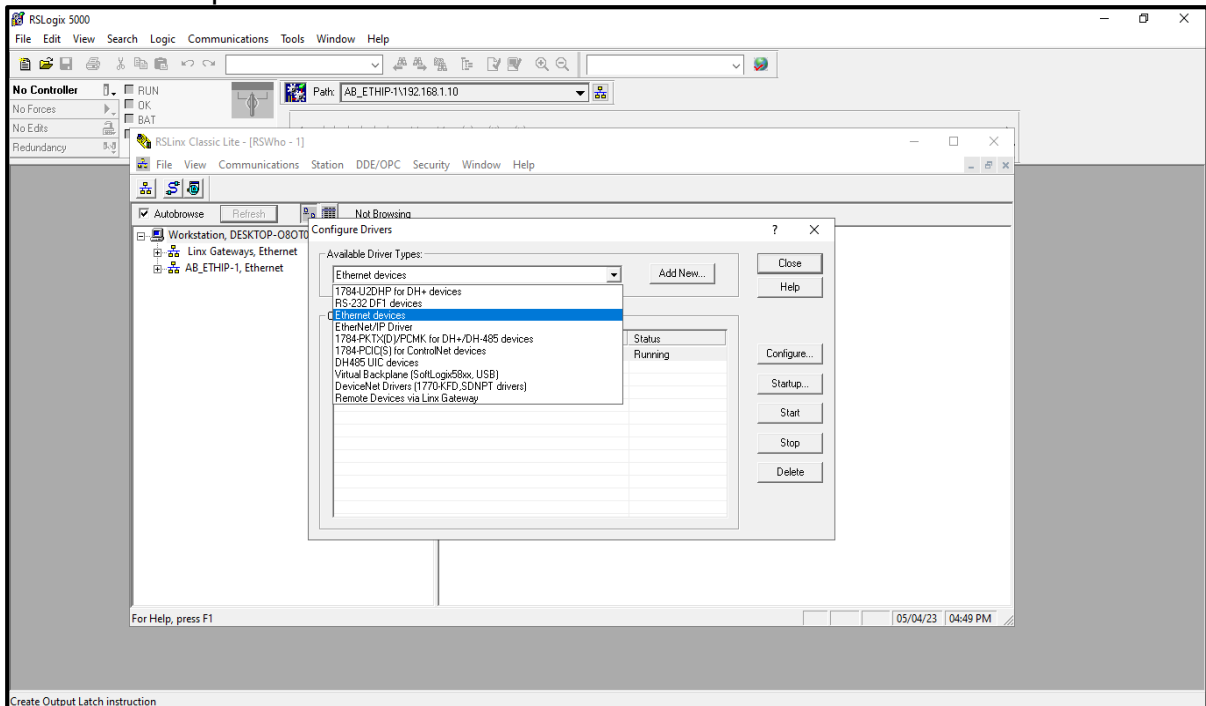


Imagen 3.5 Rslink Classic

Se continúa con la descarga del programa de la lógica programada, se selecciona la opción de comunicación, se selecciona el autómatas y se descarga el programa. Imagen 3.6

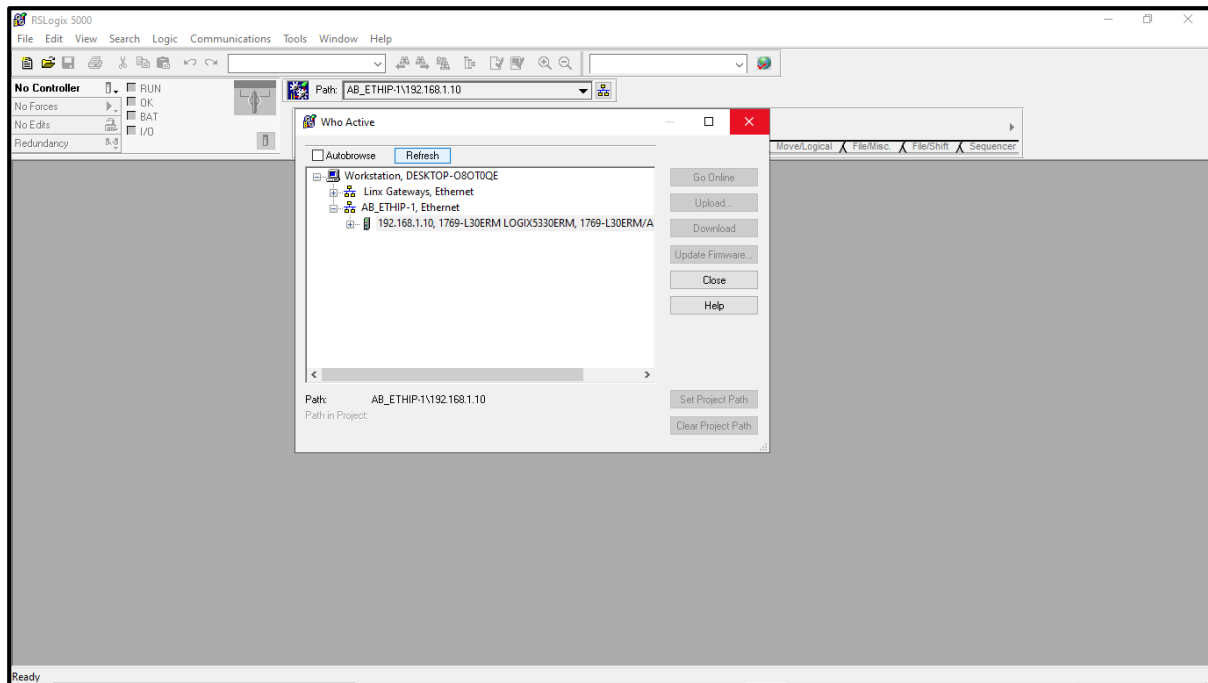


Imagen 3.6 Descarga de programa

Se continúa con el montaje de los componentes eléctricos, de igual forma se cablean las conexiones en los componentes, se acomodan dentro de la canaleta ranurada, de tal forma que sea sencilla la manipulación técnica del cableado. Imagen 3.7.

Para realizar la conexión eléctrica de los componentes eléctricos, es importante consultar los diagramas eléctricos de control en el Anexo A.

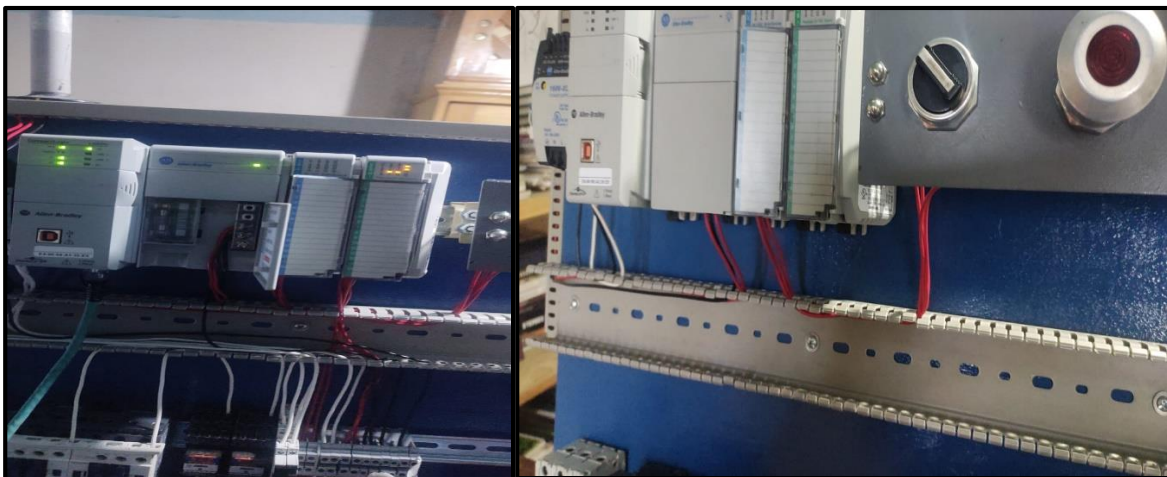


Imagen 3.7 Montaje eléctrico y cableado en canaleta

Se fija motor sobre mesa de trabajo, al igual que las electroválvulas, esto para impedir algún tipo de movimiento inesperado o golpe sobre la estructura. Imagen 3.8.



Imagen 3.8 Motor y electroválvulas

Las pijas empleadas de 4M, se adecuan perfectamente en las patas del motor, así como de las electroválvulas, se recuerda que son empleadas tanto para fijar canaleta, riel DIN y torreta indicadora.

Finalmente se etiquetan los componentes y cableado (esto siendo realizado con la herramienta solicitada en la tabla 2), esto para facilitar la ubicación de los componentes y cableado, hay que recordar que los voltajes manipulados son de 24VDC, 110 VCA y 440VCA en el caso de potencia para el motor, las etiquetas simplifican un trabajo de ubicación y funciones en el módulo de control. Imagen 3.9. y 3.10.

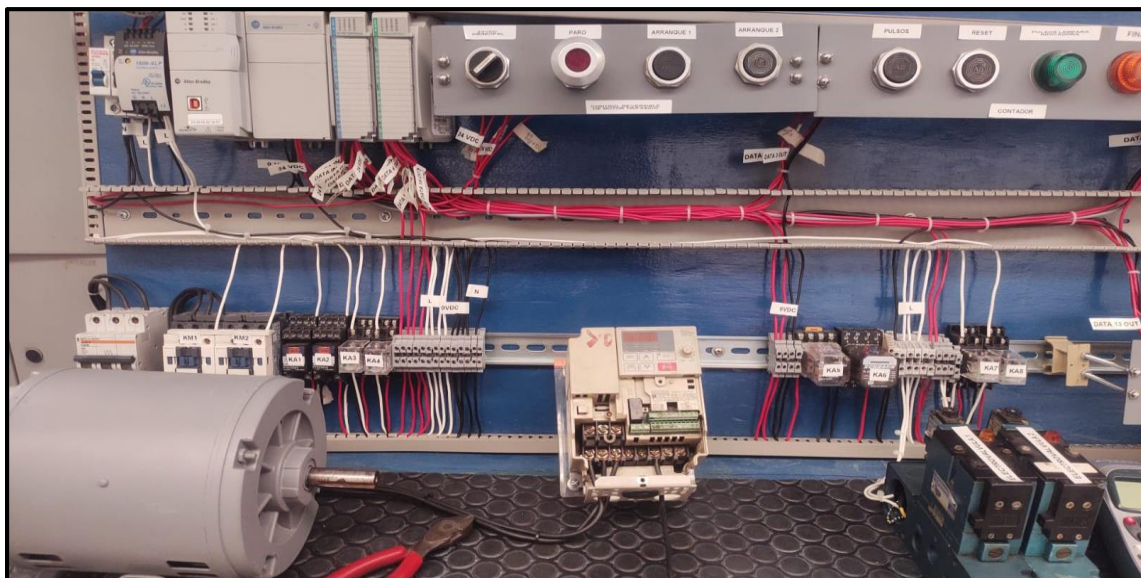


Imagen 3.9 Etiquetado de componentes

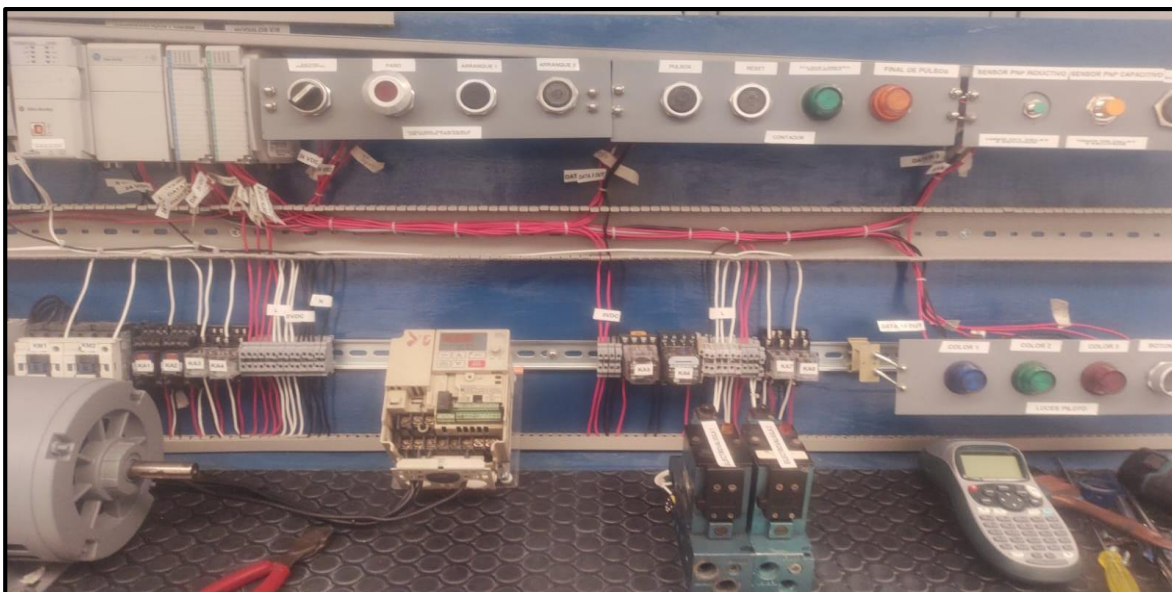


Imagen 3.10 Etiquetado de componentes 2

Tabla 2 Herramienta.

Herramienta	Uso
Desarmador clemero 1/8	Apretar conexiones en clemas
Desarmador de cruz 1/4	Apretar conexiones en variador
Pinzas de electricista	Ejecutar cortes en cable
Arco con segueta	Realizar cortes en el riel Din y canaleta ranurada
Taladro	Realizar fijaciones con pijas
Máquina de soldar	Soldar la base primaria
Martillo	En la montura del chasis

CONSULTAR EL APARTADO DE ANEXOS C DE MEMORIA FOTOGRÁFICA, DONDE SE INCLUYEN LAS FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE MONTAJE DE FORMA DETALLADA, SE INCLUYE UNA ETIQUETA QUE DESCRIBE LA ACTIVIDAD REALIZADA.

3.1.2 Motor trifásico empleado y electroválvulas

En este apartado se describen las características y diseño del motor empleado, así como de las electroválvulas. El motor empleado para este módulo de control es un motor trifásico de inducción, hay que recordar que este elemento es rotativo y es capaz de convertir la energía eléctrica en mecánica. Se encuentran motores en millones de capacidades y características pero para esta ocasión se emplea un motor de 3/4 Hp, equipado para trabajar en dos tensiones nominales clásicas, 440VCA y 220VCA, hay que tener presente que la configuración empleada en el motor es para 440 VCA, debido a la capacidad del variador Yaskawa y el ahorro energético que representa el consumo del motor al tenerlo en 440VCA, ya que disminuye la corriente, por lo que las corrientes de arranque no tienen un pico tan alto. Imagen 3.11.

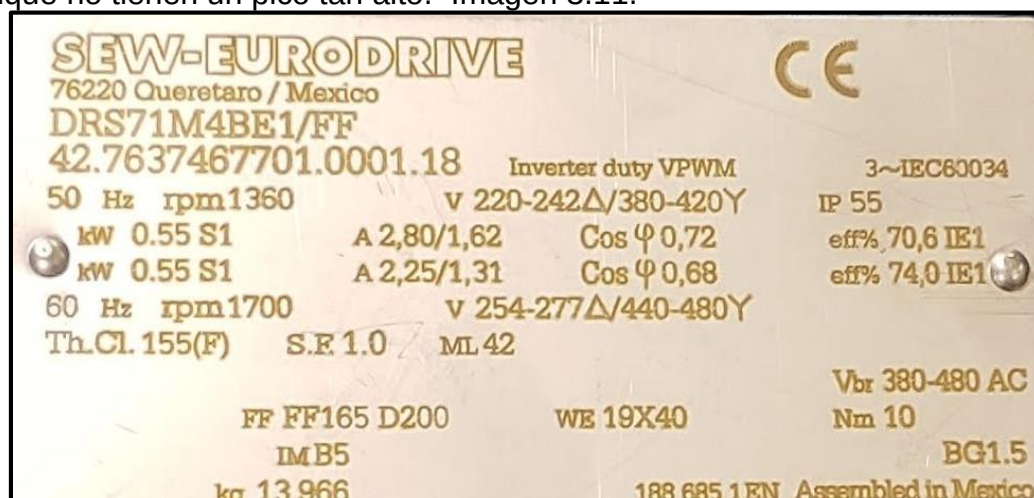


Imagen 3.11 Datos de motor

A pesar de que la potencia este dada en kw, su equivalente en Hp, son aproximadamente 3/4, hay que tener presente la mayoría de datos y características del motor, ya que son las primeras condiciones que requiere el variador de frecuencia para su funcionamiento, agregar un dato erróneo o incompatibilidad tanto del variador así como del motor trifásico, puede generar algún daño o desperfecto en ambos.

El accionamiento trifásico del motor muestra la mayoría de transformaciones de energía en forma técnica (eléctrica-mecánica), la cual es un mover mecánicamente algún elemento externo al motor, en la mayoría de casos son: poleas, reductores, compresores, bombas hidráulicas, prensas, etc.

Recordar que las funciones son más ampliadas por medio de un variador de frecuencia, el cual bajo una parametrización y configuración es posible obtener un control específico sobre el motor, por medio del variador es posible accionar más componentes de control eléctrico, ya sean contactos cerrados, abiertos, señales de entrada y salida, todo en función del correcto accionamiento del motor. Por lo que es importante que en el próximo apartado sobre el variador de frecuencia Yaskawa, se muestran algunas funciones clásicas que puede proporcionar el variador de velocidad.

Las electroválvulas empleadas son de marca MAC, a pesar de que las electroválvulas trabajan con un voltaje de 110VCA, es posible accionarlas por medio de las salidas del autómatas programable.

En cuanto a las características específicas de la electroválvula no son profundizadas en este apartado o alguno próximo, esto debido a la naturaleza de solamente emplearlas eléctricamente y programablemente, las electroválvulas tienen 2 posiciones 4 vías, por lo que se adaptan con facilidad a cualquier tipo de conexión hidráulica. Las características específicas de la electroválvula se encuentran en el data sheet en la parte de anexos, se encuentra información más detallada sobre sus características, funcionamientos y capacidades hidráulicas.

Hay que tener la diferencia con los voltajes de trabajo empleados en el módulo de control, para esta ocasión las electroválvulas funcionan a un voltaje de 110VCA, claramente los voltajes de salida del autómatas de 24VDC son incompatibles, por lo que se recurre a realizar otra forma de activación en las electroválvulas, esto es por medio de relevadores de control (Consultar la parte de anexos en diagramas eléctricos). Esto permite que las electroválvulas funcionen, ya que al activarse el relevador con la salida del autómatas es posible activar uno de los contactos abiertos del relevador, en este caso son los pines 11-14.

A pesar de no profundizar en el tema del funcionamiento hidráulico específico de las electroválvulas, se comparte en los siguientes apartados, los usos más comunes que tiene en conjunto de sus aplicaciones de campo. La electroválvula empleada se muestra en la siguiente imagen 3.12. De igual forma se anexa un data sheet en el apartado de anexos, sobre el modelo específico de electroválvula.



Imagen 3.12 Electroválvula empleada

3.2 Diseño de la lógica programada de un arranque y paro reversible para un motor trifásico

Primeramente, se incorporaron dos señales de entrada nombradas arranque 1, y arranque 2 como etiquetas, con el direccionamiento bit 0 y bit de las entradas, para cada una de las etiquetas, estas entradas son quienes accionan las bobinas del bit 0 y 1 de salida, que físicamente se ve en el contactor trifásico del motor (consultar anexos para diagramas eléctricos de control). Este accionamiento es exclusivo para el arranque en los dos sentidos de giro del motor trifásico. Imagen 3.13.

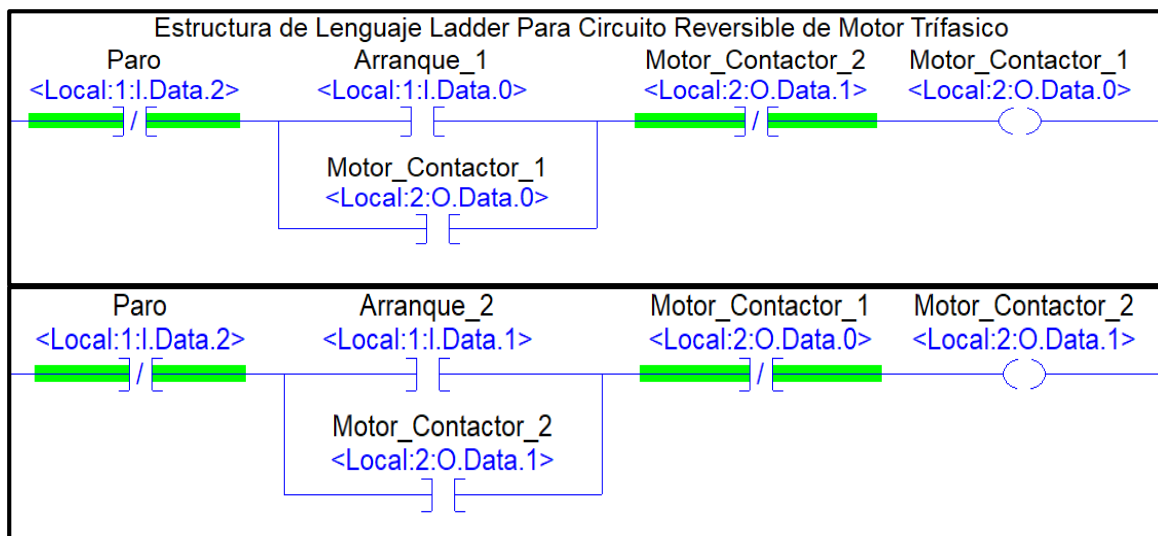


Imagen 3.13 Lógica programada para control de motor trifásico

En la imagen anterior 3.13, se ven las dos salidas que accionan el giro del motor, de igual forma un interlock hecho con contactos cerrados, direccionados con las mismas salidas, logrando impedir que ambos contactores se activen físicamente en el circuito de potencia y generen un daño en el motor o un cortocircuito. (Los diagramas de control 110Vca y 24Vdc se encuentran en la parte de anexos).

En el paro del motor solo existe una entrada que deshabilita las dos bobinas de arranque, este paro tiene un direccionamiento en la entrada del bit 2 de entrada, este bit apaga el motor en sus dos sentidos de giro por medio del contacto cerrado colocado al principio de la secuencia de arranque.

En el encendido programado únicamente se permite un arranque con el cual encienda el motor en un sentido, posteriormente debe pararse el motor con un margen de unos cinco segundos para que se detenga y se accione el otro sentido inverso. Dependerá de las necesidades del usuario cuál de los dos sistemas es el que más le conviene.

Subsecuentemente, se ha colocado una señalización del arranque y paro del motor por medio de las salidas del bit 9 y bit 10, esto por medio de las bobinas del bit 1 y 0 como entradas, que activan la bobina del contactor, cuando se acciona alguno de los sentidos de giro del motor, enciende la luz verde que indica que el motor está en funcionamiento,

se usa señalización por medio de una torreta indicadora que tiene como fin mostrar los dos estados del motor, encendido y apagado. Cuando el motor se para se enciende una luz roja que indica que el motor ha sido parado, esta señal en la bobina con el bit 10 como salida es activada directamente con la misma entrada del bit 2 que acciona el paro del motor. La imagen 3.14 muestra la estructura LADDER para el control la de señalización del motor.

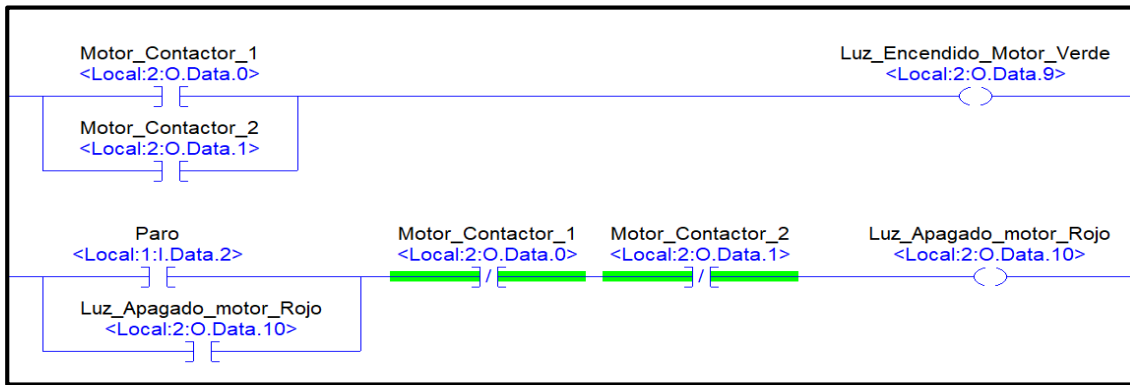


Imagen 3.14 Señalización de arranque y paro en el motor

Las imágenes siguientes muestran el funcionamiento y componentes empleados en el control de motor, empezando por los mandos de arranque y paro que van cableados para las entradas del bit 0 arranque 1, bit 1 arranque 2, y bit 2 para el paro. Imagen 3.15.



Imagen 3.15 Mandos de control para motor trifásico

La siguiente imagen 3.16 muestra los dos contactores accionados por las salidas del PLC, a través de los relevadores KA1 Y KA2, para luego accionar a los contactores trifásicos, cada contactor acciona un sentido de giro para el motor, como se puede ver el enclavamiento de cada contactor, el contactor KM1 acciona el sentido horario y KM2 el sentido antihorario, la parte de conexión de potencia se encuentra en los anexos de diagramas eléctricos.

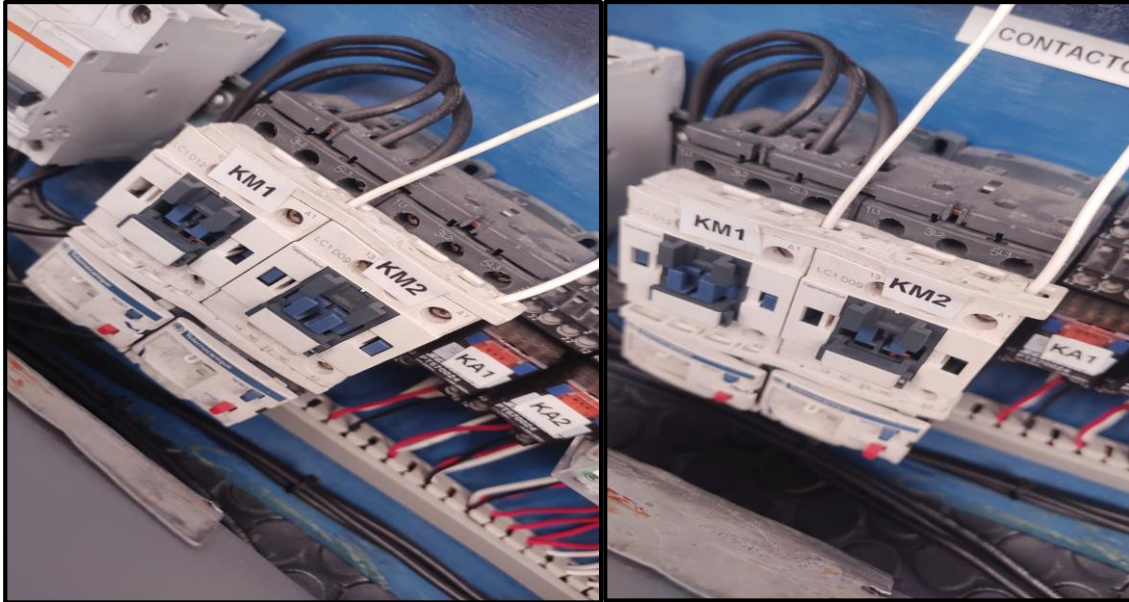


Imagen 3.16 Contactores trifásicos con enclavamiento

La forma de ver el accionamiento del motor es por medio de la torreta con luces indicadoras que indica los dos estados del motor, en arranque o parado. La luz roja indica el motor parado y la luz verde indica el motor arrancado. Imagen 3.17. Debido a la capacidad del motor de $\frac{3}{4}$ hp, es posible conectar el motor a tensión plena sin ningún problema, en conexión para 440 volts.

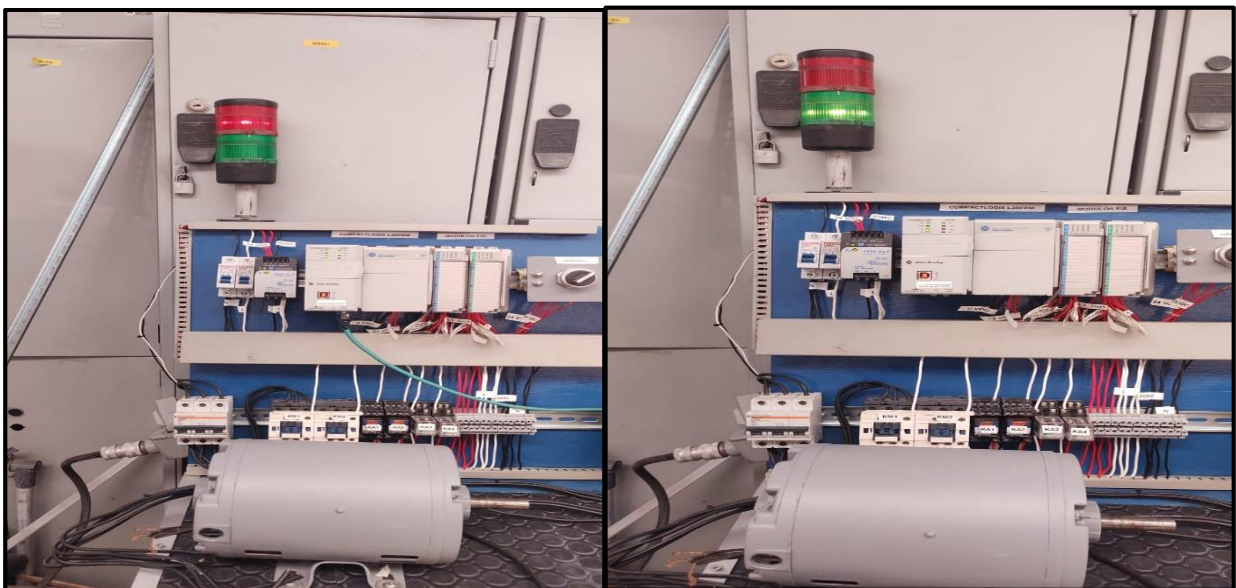


Imagen 3.17 Estado del motor trifásico

3.2.1 Aplicaciones del circuito de arranque y paro reversible

El arranque y paro es un sistema que permite controlar el arranque y flujo de energía eléctrica, a pesar de que existen una variedad de formas de arrancar un motor, la más común y económica es por medio de un arranque y paro. La variedad de aplicaciones que posee un circuito reversible en la escala industrial en cualquier ramo es:

1.-Bombas para circulación de agua u otro fluido (hidráulicas)

El control de flujo en sistemas industriales comienza por los sistemas de accionamiento eléctrico de motores.

2.- Molinos

La aplicación para este sistema es para poder mover mecánicamente los sistemas externos al motor, levas flechas, acoplamientos, aspas, etc.

3.- Compresores para calefacción, ventilación o sistemas neumáticos

Los sistemas más comunes para ocupar un arranque y paro son los compresores de cualquier tipo, de pistón, de tornillo, de engranaje, de paletas, etc. Por medio de su funcionamiento mecánico interno, buscan proporcionar aire limpio a distintas presiones (dependiendo del compresor y su capacidad) a sistemas o ambientes externos a él.

4.- Ventiladores para extracción o enfriamiento

Estos sistemas suministran aire, o un enfriamiento a instalaciones donde las temperaturas altas son un factor de riesgo en el proceso o producto, busca climatizar el ambiente, reduciendo la temperatura, por medio del ventilador acoplado al motor. Suele ser un sistema bastante económico en todos sus aspectos.

5.-Líneas de producción para mover material o producto

Es el sistema más convencional en los motores, ya que por medio del control del motor es posible mover mecánicamente líneas de producción a un ritmo estable, se usa para procesos automatizados donde las áreas de trabajo son grandes, donde el material u objeto para mover es demasiado pesado e incluso material que no pueden ser manipulados directamente por el humano.

Espacio intencionalmente deja en blanco

3.3 Diseño de la lógica programada de un contador ascendente

Un Contador ascendente por medio de bits o estados lógicos tiene una variedad de funciones, aunque son requeridos dos funciones principales, un pulso que indica por medio de un “preset” el número general de pulsos que se van a realizar, esto a través de la entrada digital del bit 7, y un “accum” que muestra el número de pulsos que se envían al contador, ascendiendo por los pulsos mandados por la entrada del bit 7. Tanto el “preset” como el “accum” forman parte del mismo contador, luego se continua con las marcas CU y DN (auxiliares) para direccionarlas en una entrada, por último se anexan dos bobinas del módulo den salidas con el bit 3 y bit 4, que van a indicar el estado del contador.

Los pulsos son enviados, se va marcando un estado lógico, se van acumulando y hasta llegar a 5 pulsos, se manda una señal que el contador a llega al número finito establecido en el contador y se activa una bobina de final con el bit 4 de salida. Imagen 3.18.

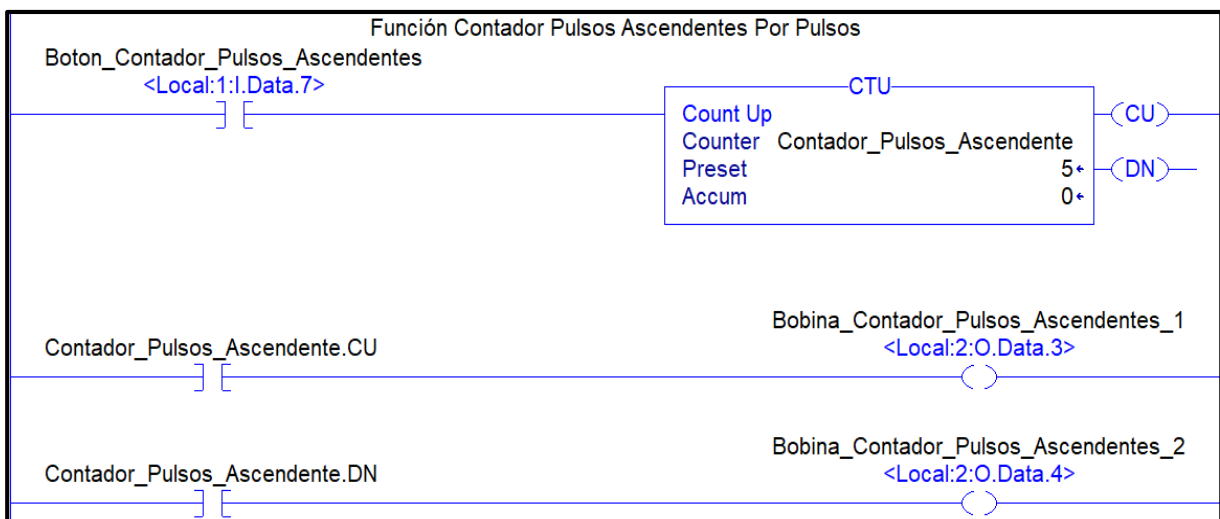


Imagen 3.18 Lógica de un contador

Finalmente se ha agregado un “reset” que reinicia el contador mandando el “preset” a 0, el reset es direccionado con la salida hacia el contador y direccionado con la entrada del bit 9 para activar el reset, como se muestra en la imagen 3.19.

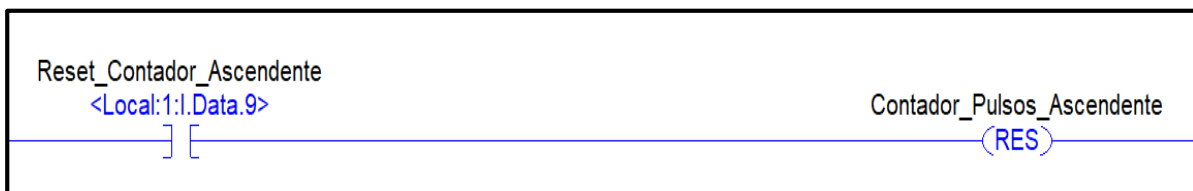


Imagen 3.19 Reset de contador ascendente

Se tiene la siguiente imagen 3.20 donde se pueden apreciar los componentes de manera física, el contador de pulsos, reset, la bobina para indicar los pulsos mandados, y el final de los pulsos cuando se llega a 5 pulsos.



Imagen 3.20 Contador de pulsos

La siguiente imagen muestra al contador recibiendo los pulsos por medio del elemento físico del botón pulsador, que manda la señal de entrada al bit 7, se aprecia que la bobina de salida en el bit 3, está siendo activada por los pulsos y contando los pulsos hasta 5. Imagen 3.21.



Imagen 3.21 Pulsos del bit 7

Seguidamente, cuando el preset llega al acum de 5, se enciende la bobina de salida del bit 4, y se ve por medio de la luz indicadora naranja. Imagen 3.22.



Imagen 3.22 Final de pulsos

Finalmente, cuando la luz indicadora de final de pulsos llega a los 5 pulsos, se da un reset y se reinicia el contador a cero. Aunque es posible añadir más pulsos al contador se agrega un número fácil de ascender en el contador.

Los contadores en una idea conceptual no suele ser muy amplia, pero la diversidad de aplicaciones que tiene un contador ascendente es ilimitada, La cuenta directa de unidades (pulsos, objetos, sucesos,) se encuentra aplicado en muchos procesos. Por ejemplo, se pueden contar objetos haciéndolos pasar en fila de a uno por una cinta transportadora, la utilización de sensores que manden presencia de objetos, personas o marcas, y finalizar o reiniciar el conteo, se da el caso de operaciones que se puedan realizarse indirectamente por conteo; por ejemplo, el control de posición de mecanismos (motores automotrices, posicionamiento de tornos, etc.) se hace mediante regletas o discos graduados, con marcas que están contabilizadas desde su origen. El accionamiento de algún pistón o tapa después de determinar el conteo establecido.

El contador puede emplearse, por ejemplo, para contar el número de objetos que entran en un recipiente, al alcanzarse el número fijado (preset), el pulso de salida determina el fin de la serie de n objetos (inhibe el paso de más objetos) y, para permitir una nueva serie de objetos, un pulso de inicio debe borrar o poner a 0 el contador (reset).

De igual forma, para controlar un número máximo (de personas o de objetos presentes en un recinto), supuesto que se disponga de sendos detectores de entrada y de salida (que comunican un pulso por cada entrada o salida individual).

3.3.1 Aplicaciones de un contador ascendente

La variedad de aplicaciones de un contador en el ramo industrial generalmente es para sistemas automatizados que requieran conteos de productos de forma exacta.

1.-Conteo de sucesos u objeto

El conteo de objetos es la principal aplicación ya que por medio de un contador es posible contabilizar de forma exacta y en tiempo real el número de productos que estén pasando por medio de una línea de producción o zona, no es necesario un pulsador, puede ser reemplazado por algún tipo de sensor infrarrojo, inductivo, por campo magnético, y hasta actuador, siempre y cuando se habilite una señal de bit para el estado lógico. Imagen 3.23.



Imagen 3.23 Línea de producción con sistema contabilizable

2.-Finalización y reinicio de un conteo o proceso

Otra aplicación es el reinicio de un ciclo automático o conteo, esto sucede cuando el contador llega a su preset establecido, por ejemplo, colocar cierta determinada cantidad de objetos en un caja, el ciclo termina, mueve el set del ciclo automático por medio de un reset, haciendo que otra caja se llene con la misma cantidad de objetos de forma finita. De tal forma que el ciclo y el contador se reinicien de siempre. Imagen 3.24.

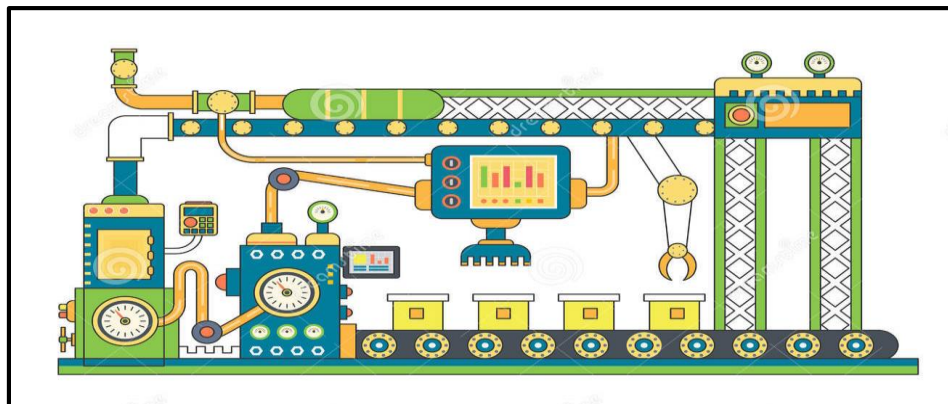


Imagen 3.24 Ciclo automático de sistema de llenado de cajas

3.4 Diseño de la lógica programada de un temporizador de retraso de encendido y un sensor capacitivo

Se han insertado dos temporizadores de retraso de encendido y apagado en la lógica programada, la función es bastante obvia, es retrasar en un tiempo determinado el encendido o apagado.

Primeramente, se ha diseñado el retraso de encendido el cual consiste en habilitar y mantener un estado lógico durante 5000 milisegundos, ósea 5 segundos, posteriormente se habilita la salida de la bobina, visualizar imagen 3.30, por medio entrada del bit 4 que se enciende a través de un sensor capacitivo. (Consultar diagramas de conexión eléctrica en anexos).

Se coloca una presencia de algún objeto no metálico en la cara del sensor, luego debe permanecer durante 5 segundos habilitando la señal del bit 4. Para que transcurrido los 5 segundos, la bobina de salida del bit 8 se encienda, pero si se deja de colocar presencia en la entrada del bit 4, la bobina se apaga. De esta forma se genera el retraso de encendido en la salida de la bobina del bit 8, físicamente es posible verla por medio de un relevador K6. (Consultar anexos de diagramas).

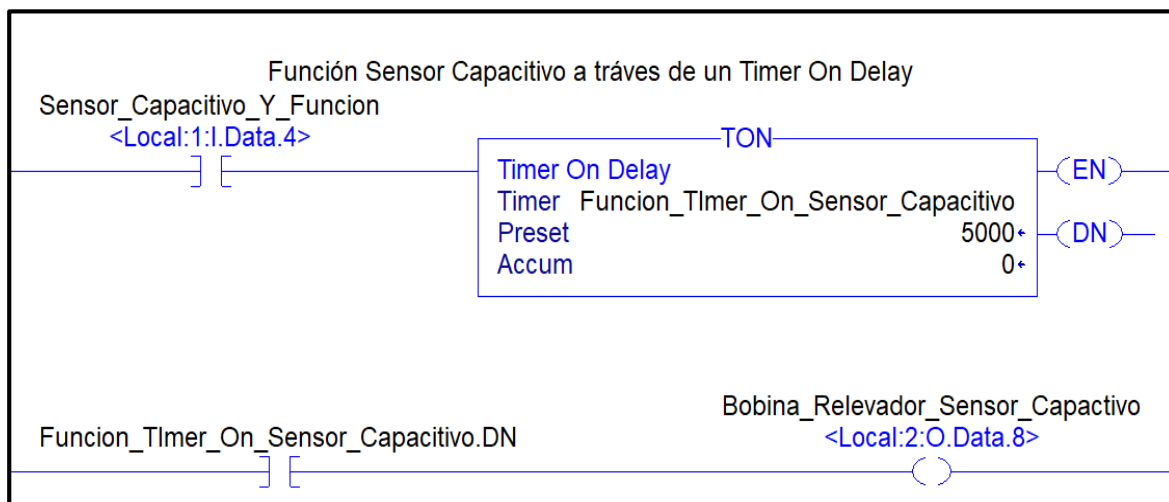


Imagen 3.25 Lógica Ladder para un temporizador de retraso de encendido

Como se aprecia en la imagen 3.25, la función del temporizador es exclusivamente habilitar la señal de salida cuando el tiempo asignado de 5 segundos se ha completado, siempre que la señal de entrada esté habilitada durante el tiempo mencionado.

3.4.1 Aplicaciones de un temporizador de retraso de encendido y un sensor capacitivo

Las aplicaciones que se pueden obtener de un temporizador de retraso de encendido van desde la conexión o desconexión, organiza la periodicidad de datos reflejados en las entradas y salidas del autómata. Los temporizadores son variables dentro del PLC y controladas por el mismo, las cuales pueden mantenerse en un mismo estado por mucho o poco tiempo, dependiendo de su programación.

El control de tiempo es la función básica dentro del automatismo industrial y doméstico, independientemente de cuál sea su aplicación, cuando se requiere una solución a un circuito que necesita un control de los tiempos en accionamientos de entradas o salidas es la forma más común de emplear temporizadores.

El uso de temporizadores de este tipo, suele ser una opción adecuada para una variedad de proyectos automatizados, por su relación de costo y/o beneficio, ya que únicamente la programación en el PLC se define los parámetros de función, y no es necesario integrar un elemento físico de tiempo. Proporcionar un control simple, confiable y económico porque no se necesita de ningún elemento físico (temporizador ajustable), ya que esto lo hace el PLC con su programación.

Las principales aplicaciones que se pueden obtener dependiendo del tiempo y su uso son:

1.- Arranques de motores y bobinas

Una de las principales aplicaciones de un temporizador de retraso de encendido, es el arranque de estrella-delta para motores trifásicos, aunque es posible arrancar motores en una variedad de forma a través de un temporizador, siempre dependiendo del contexto de aplicación. Recordar que las bobinas siempre se encuentran la parte de control de los contactores. Imagen 3.26.

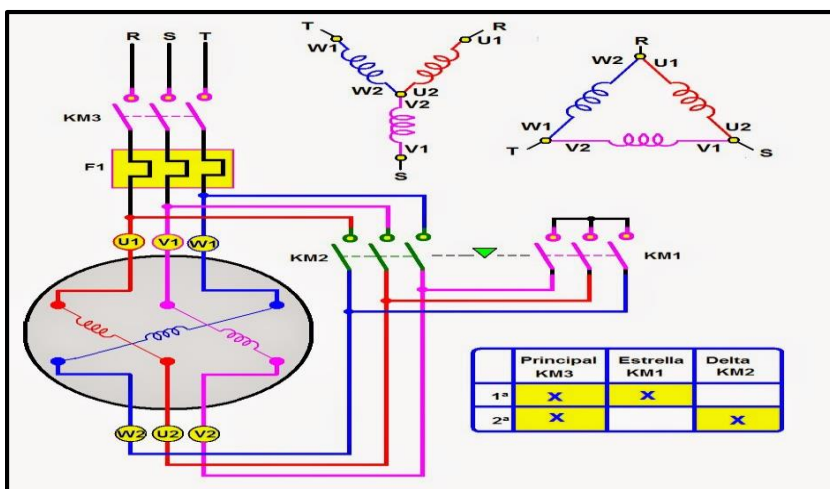


Imagen 3.26 Arranque estrella-delta

2.- Activación de tanque y bombas

El uso más frecuente en el llenado de tanques y accionamientos de bombas es la alternancia de encendido o apagado con un ciclo automático en las bombas, la sincronización de llenado de tanques es por medio de temporizadores, que ocupando el estado lógico de los temporizadores es posible encender o apagar el sistema automatizado. Imagen 3.27.

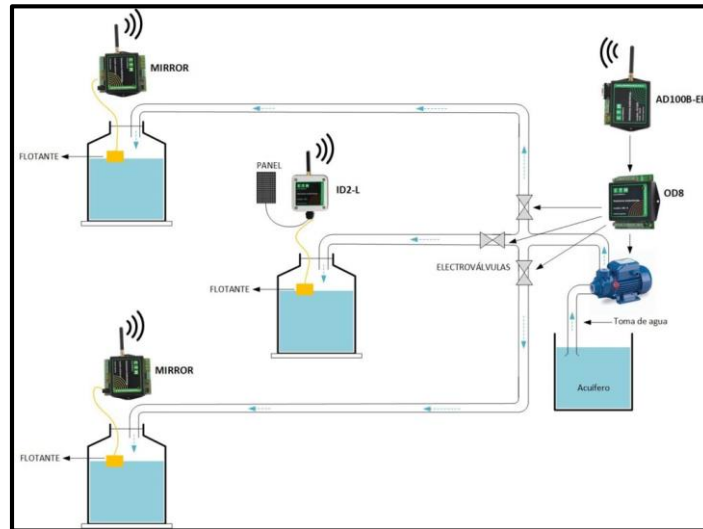


Imagen 3.27 Tanques y bombas

3.- Operatividad de un semáforo

El sistema común donde se emplea un temporizador es para semáforos, este sistema provee los estados lógicos para dar una secuencia de encendido en las luces de paso, aprovechando los estados lógicos del temporizador es posible obtener una secuencia de encendido. Imagen 3.28.

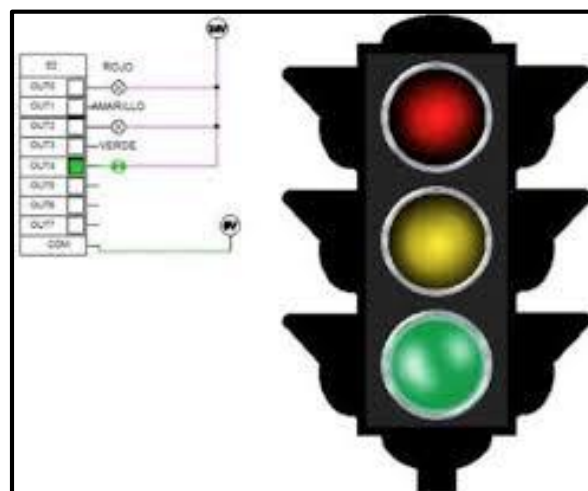


Imagen 3.28 Semáforo

Sensor capacitivo: es un dispositivo capaz de detectar presencias metálicas, plásticos, madera etc. en la mayoría de los casos tienen una distancia ajustable y tamaños variables, no requiere de ningún tipo de contacto con la presencia que se le coloque. Existen dos clasificaciones básicas de los sensores, PNP y NPN para 3 hilos, como se muestra en la siguiente imagen 3.29.

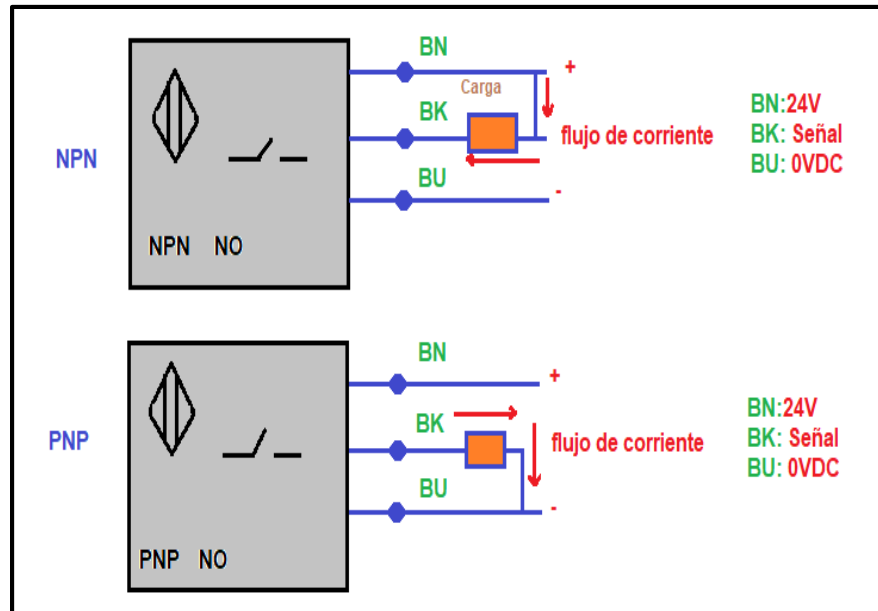


Imagen 3.29 Sensor PNP y NPN, con una configuración de 3 hilos, mostrando una señal, alimentación y un negativo en el circuito

Aunque existen más variantes de sensores que poseen más hilos con señales abiertas y cerradas, suele ser asiduo el uso del sensor anterior, sin importar su configuración.

Aplicaciones:

- 1.- Detección de elementos sin ningún tipo de contacto humano
- 2.- Secuencia de automatismo, la señal que mande el sensor al autómatas habilita un siguiente punto para el proceso.
- 3.- Señales para contadores
- 4.- Detección de líquidos, para el control de niveles en tanques
- 5.- Detección de polvos, tierra, cemento, cal, etc.
- 6.- Detección de objetos a larga distancia

La siguiente imagen 3.30, muestra los elementos físicos, primero del sensor capacitivo de color naranja y luego el elemento de salida, en este caso el relevador KA6.



Imagen 3.30 Sensor capacitivo y relevador de salida KA6

La imagen 3.30 anterior muestra los elementos eléctricos que proporcionan los estados del temporizador, la señal de entrada es habilita por el sensor capacitivo, esta manda la señal al bit 4 de entrada, hay que recordar que la señal debe estar habilita durante 5 segundos, se coloca una presencia de algún material durante ese tiempo, transcurrido los 5 segundos la bobina del relevador KA6 es accionada. De esa forma es como se muestra la funciona más básica de un temporizador de retraso de encendido. Si el temporizador de retraso no completa el tiempo requerido de 5 segundos, el temporizador se reinicia a 0 segundos y no habilita ninguna señal de salida, por lo que es importante tener en cuenta que la presencia del objeto o material que habilite la señal del sensor debe ser puesta durante 5 segundos en la cara del sensor. Recordar que el tiempo de 5 segundos es completamente configurable en el temporizador. (Consultar diagramas de conexión eléctrica en el apartado de anexos).

3.5 Diseño de la lógica programada de un temporizador de retraso de apagado y un sensor inductivo

El siguiente temporizador implementado, es un temporizador de retraso de apagado por medio de un sensor inductivo. Primeramente se muestra la programación realizada, la cual consiste en nuevamente en insertar un tiempo en milisegundos de 5000, ósea 5 segundos, la función de este temporizador es retrasa el tiempo de apagado en la bobina de salida, cuando la señal de entrada por el bit 3 es accionada, este temporizador se enciende durante el tiempo establecido de 5 segundos, la señal de salida habilita la bobina del bit 7, esta se habilita durante ese tiempo de 5 segundos, para posteriormente transcurrido los 5 segundos la bobina se apaga definitivamente. Para este caso no es necesario tener habilitada la señal durante los 5 segundos como lo es con el de retraso de encendido, basta con un simple pulso para el bit de entrada 3. Imagen 3.31.

La función del retraso de apagado es mantener encendida alguna bobina durante un tiempo determinado para posteriormente apagarla con el tiempo programado, los tiempos de apagado en la bobina pueden ser largos o cortos, cuando la bobina se apaga, es posible encender el retraso de apagado nuevamente con el estado lógico en el bit 3.

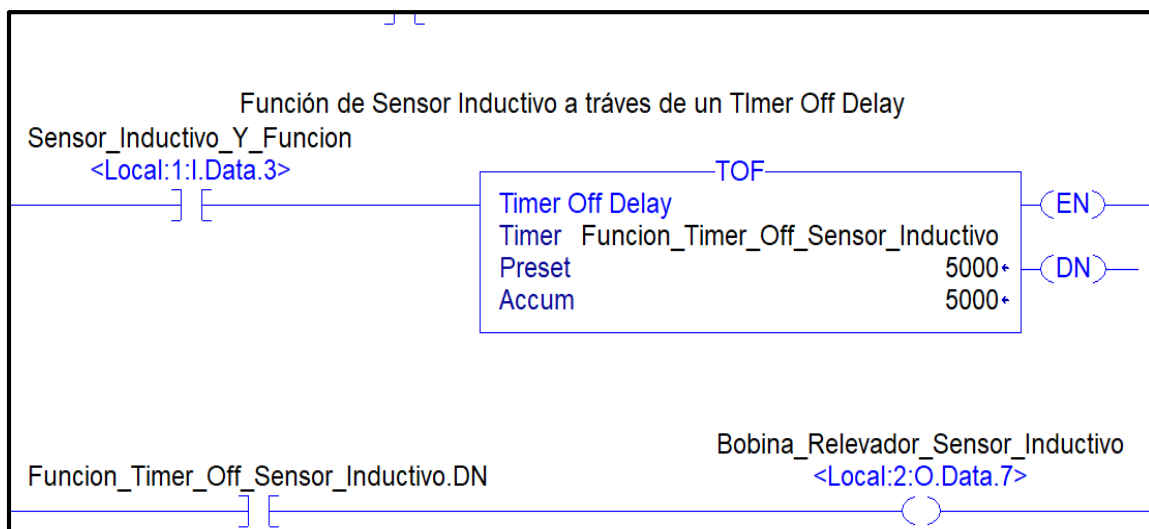


Imagen 3.31 Lógica de temporizador de retraso de apagado

La salida, físicamente se ve a través de la bobina de un relevador KA5 la cual muestra el funcionamiento del temporizador de retraso de apagado, primero, se habilita la entrada por un estado lógico enviado por un sensor inductivo PNP, que exclusivamente detecta presencias metálicas. El elemento encargado de activar el estado lógico es la señal de salida que envía el sensor inductivo, cuando se le coloca alguna presencia en la cara del sensor, no es necesario mantener la presencia, ya que el simple pulso mandando por la señal del sensor activa el temporizador para ejecutar su función en el retraso de apagado.

3.5.1 Aplicaciones de un temporizador de retraso de encendido y un sensor capacitivo

Las aplicaciones que tiene un temporizador de retraso de apagado son bastante similares a la de un temporizador de retraso de encendido, en ambas es posible aprovechar los estados lógicos que proporciona el temporizador tanto para entradas o salidas digitales.

Las principales aplicaciones de un temporizador de retraso de apagado son:

1.- Sistemas de climatización

Un termostato pide calor, el temporizador de retraso de apagado ayuda a evitar que el ventilador se apague demasiado pronto y entre aire frío en la habitación. El retraso asegura que el aire se caliente antes de la circulación por la habitación. Imagen 3.32.

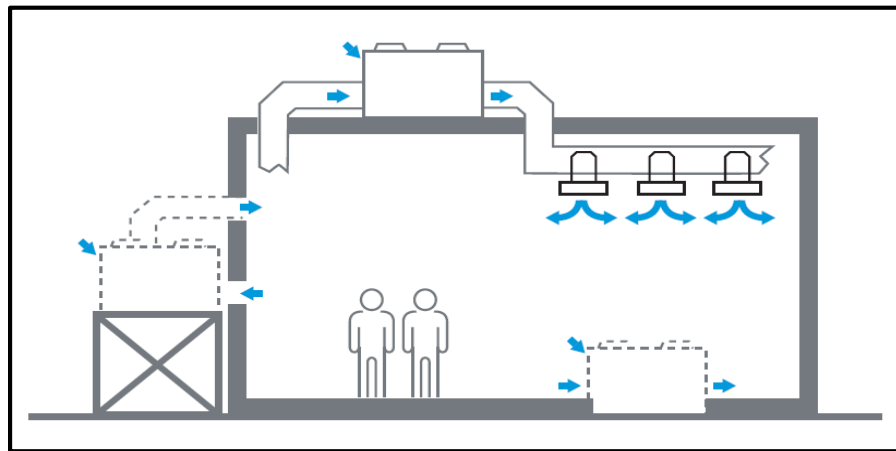


Imagen 3.32 Sistema de climatización

2.- Retraso del arranque y paro de un motor

Se hace para permitir que el motor pare por completo, y desacelerar el motor con una rampa de desaceleración. Imagen 3.33.

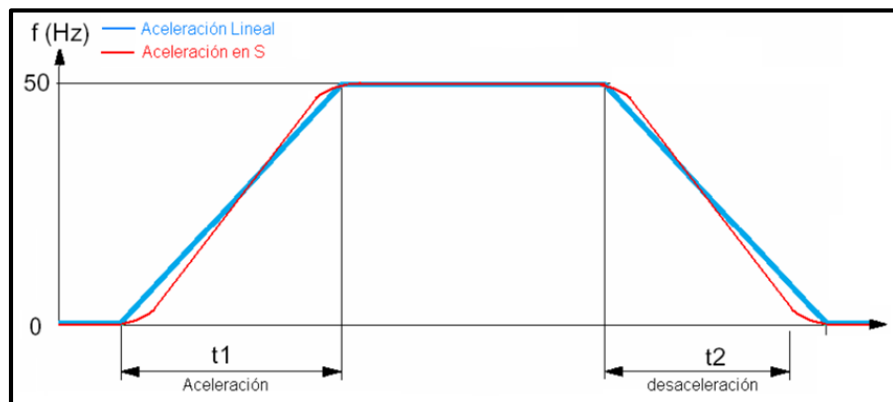


Imagen 3.33 Aceleración y desaceleración de un motor

3.- Escalonar las secuencias de apagado o encendido

En sistemas hidráulicos, neumáticos o mecánicos, evitando sobrecargar la fuente de energía con el arranque de los equipos y paradas en seco con los equipos por bajones de tensiones. Imagen 3.34.

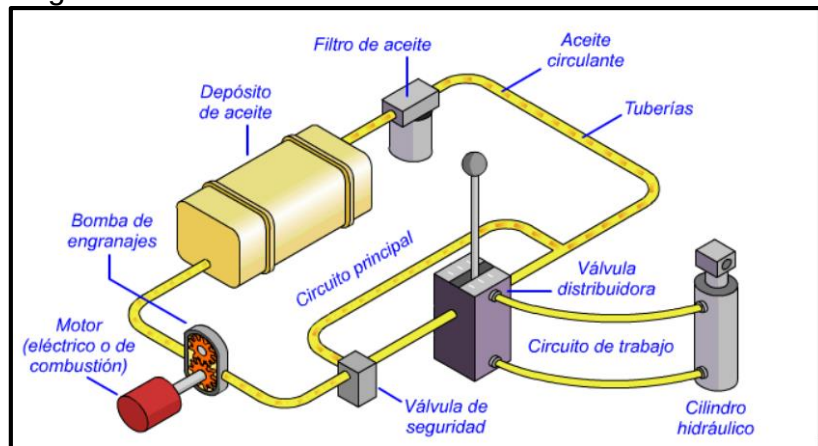


Imagen 3.34 Sistema hidráulico y neumático

4.- Inicio de apagado de procesos

Apagar procesos en momentos específicos y no clementes de tiempo muerto en la fabricación de algún producto, en caso de que algún sistema no esté siendo utilizado durante un lapso, programar un apagado automático del sistema para evitar algún problema eléctrico o mecánico en el equipo o proceso, de igual forma evitar algún tipo de accidente laboral con el equipo encendido. Imagen 3.35.



Imagen 3.35 Proceso industrial

El sensor empleado posee 3 hilos, justamente al anterior con el de retraso de encendido, la diferencia es que este inductivo PNP es exclusivo para objetos o materiales metálicos, el sensor empleado es otro de los más usados, ya que, por medio de su capacidad de detectar presencias metálicas, habilita una señal de salida, esta señal es generada por el campo generado internamente en el sensor, esto hace que la señal de salida sea mandada por el cable negro. Hay que recordar que la forma de ver los hilos en un sensor es cable marrón alimentación de 24vdc, negro la señal de 24vdc, y azul negativo o común. La configuración empleada se muestra en la imagen 3.36.

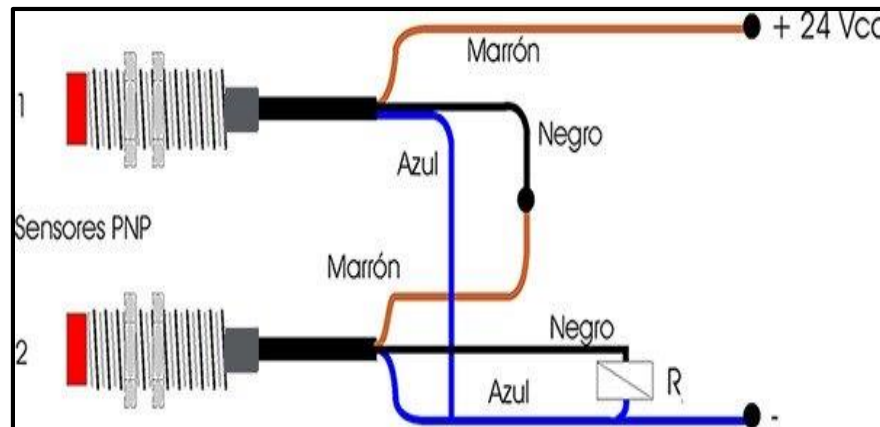


Imagen 3.36 Sensor PNP inductivo

Las aplicaciones que pueden tener un temporizador de retraso de apagado son muy amplias y similares a las de retraso de encendido, las aplicaciones son:

- 1.- Advertir por señalización de luces temporizadas que un proceso va a terminar en un tiempo establecido
- 2.- Apagar sistemas eléctricos después de un tiempo de uso, motores, bombas, pistones, etc., por medio de las señales de sensores.
- 3.- Ciclar secuencias de encendido y apagado en sistemas automátatas
- 4.- Permitir o no permitir secuencias o avances de otro proceso si el apagado ya está programado con las señales de los sensores
- 5.- Marcar presencia de metales que el ser humano no puede entrar en contacto
- 6.- Soportar altas temperaturas en sistemas de producción donde la temperatura impide a otros elementos habilitar señales, por ejemplo, una fundidora o acería

Las siguientes imágenes muestran los elementos eléctricos empleados para el funcionamiento de temporizador. Imagen 3.37.

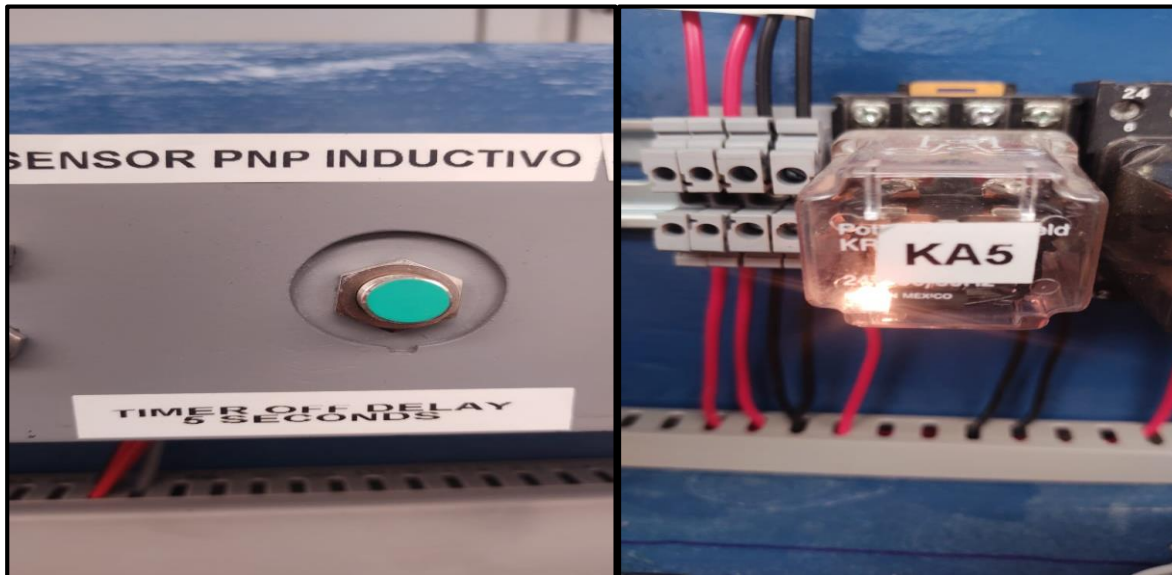


Imagen 3.37 Sensor inductivo y relevador KA5

La imagen 3.37 anterior, muestra los elementos eléctricos accionados, demostrando la función que tiene un temporizador de retraso de apagado, primeramente se coloca una presencia sobre el sensor inductivo, hay que recordar que la presencia en la cara del sensor debe ser metálica para generar el campo en el sensor, por lo que al colocar el objeto o material metálico el sensor manda una señal de 24 volts para habilitar en el módulo de entradas, el bit 3, con colocar un pulso es suficiente, este pulso habilita el temporizador para empezar a realizar el conteo de 5 segundos, por lo que cuando el temporizador recibe el pulso enciende la bobina de salida del bit 7, esta bobina se puede visualizar con el elemento eléctrico de salida, el relevador KA5, la salida se habilita durante 5 segundos, enciende durante ese periodo y posteriormente se apaga la bobina de forma permanente.

El uso más frecuente para los temporizadores en los automatismos son los ciclos automáticos para maquinas o procesos, recordar que el tiempo de función en algún elemento de salida o entrada es importante para evitar incidencias en el proceso o accidentes en la maquinaria o usuario. Los temporizadores aplican a un sinnúmero de usos en la automatización, también recordar la sencillez que se tiene cuando se usa un temporizador programado en el autómatas, que la complicación que pudiese mostrar un temporizador físico con el tiempo ajustable.

3.6 Diseño de la lógica programada una de secuencia temporizada con electroválvulas

Se ha programado una secuencia de encendido y apagado de forma temporizada, en conjunto con comparadores que enciendan y apagan de forma automática dos electroválvulas en un rango de tiempo, cada electroválvula encenderá durante un periodo de 10 segundos y alternar ese tiempo con la otra electroválvula, y posteriormente se apagan.

Para ello primero se ha insertado un temporizador de retraso de apagado, habilitado por una entrada en el bit 11, activando así el temporizador, como se menciona en el apartado anterior, solo se enciende la bobina de salida durante un periodo determinado, por lo que se coloca el tiempo en el “preset”, este tiempo va a determinar el tiempo total en el que va a ciclar los dos tiempos con las electroválvulas, se pretende que ambas electroválvulas trabajen en un periodo de 10 segundos, cada una encendiéndose y apagándose en ese periodo de tiempo. Tal como se muestra en la imagen 3.38, se puede visualizar la entrada del bit 11 para activar el tiempo en el temporizador de 21000 milisegundos, ósea 21 segundos, posteriormente se explica porque 21 segundos y no 20 segundos.

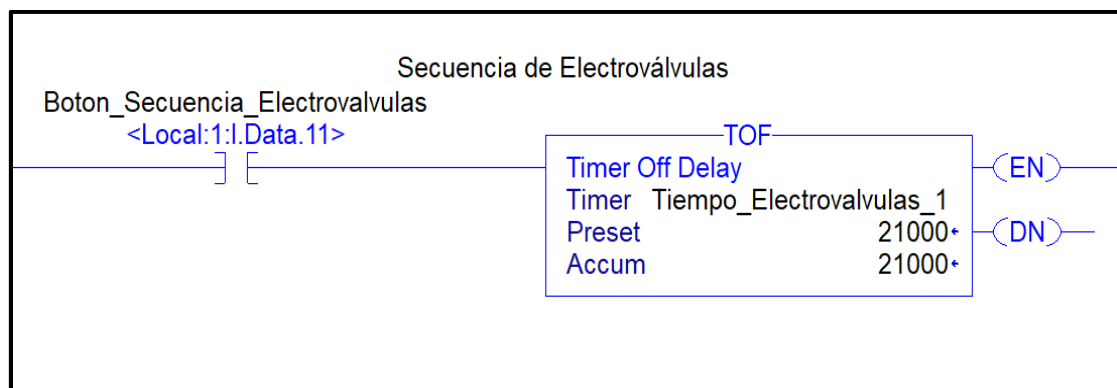


Imagen 3.38 Secuencia de electroválvulas

Continuamente se insertan dos comparadores de límite que activen esa secuencia entre un límite superior y un límite inferior, tomando como referencia el “accum” contabilizando el tiempo en función del temporizador de retraso de apagado para posteriormente activar la bobina. Los tiempos colocados van a oscilar entre un tiempo superior e inferior.

Primero contabilizando el tiempo para la electroválvula 1 en un ciclo de tiempo de 0 a 10 segundos, la cual encienden durante 10 segundos y luego se apaga, entra el segundo ciclo tiempo de 10 a 20 segundos, para finalizar la secuencia. Imagen 3.39.

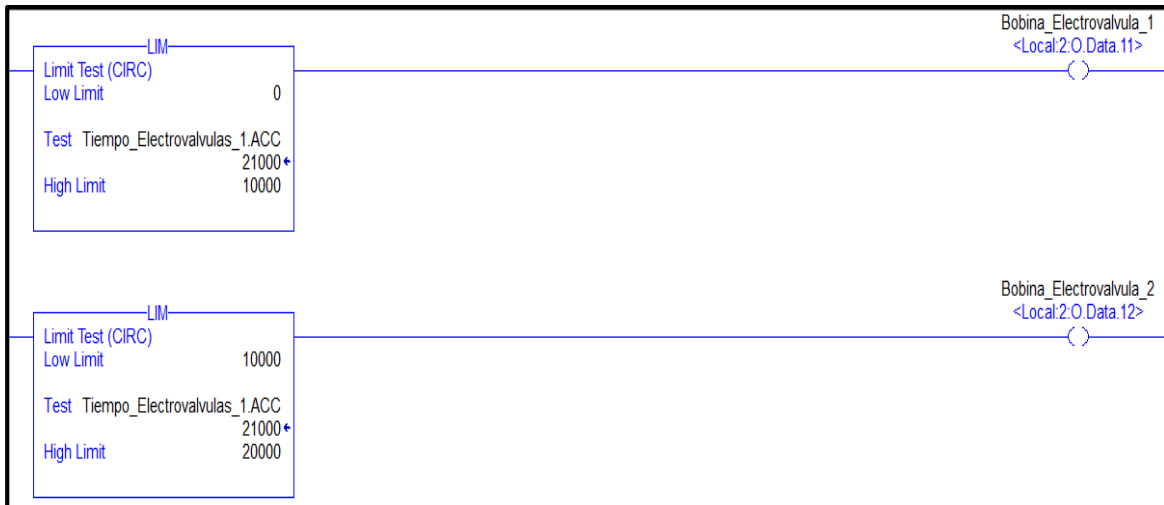


Imagen 3.39 Comparadores

Se han colocado 21 segundos para que al final del ciclo en la segunda electroválvula no mantenga energizada la salida, en el último segundo, por lo que se anexo un segundo más, pero sin considerarlo en el límite superior. Completando así un ciclo de encendido y apagado de 10 segundos para cada electroválvula.

3.6.1 Aplicaciones de las electroválvulas con temporizadores

Las electroválvulas se utilizan en una variedad de aplicaciones industriales, desde la automatización de procesos hasta la regulación de presión. Estas válvulas se utilizan a menudo en sistemas de control de procesos, como los sistemas de control de temperatura, presión y flujo. También se utilizan en sistemas de control de motores, como los sistemas de control de velocidad y par.

Las aplicaciones que se pueden obtener, son principalmente para sistemas neumáticos e hidráulicos, donde se requieran secuencias de apagado y encendido para pistones, bombas hidráulicas o actuadores neumáticos. Imagen 3.40.

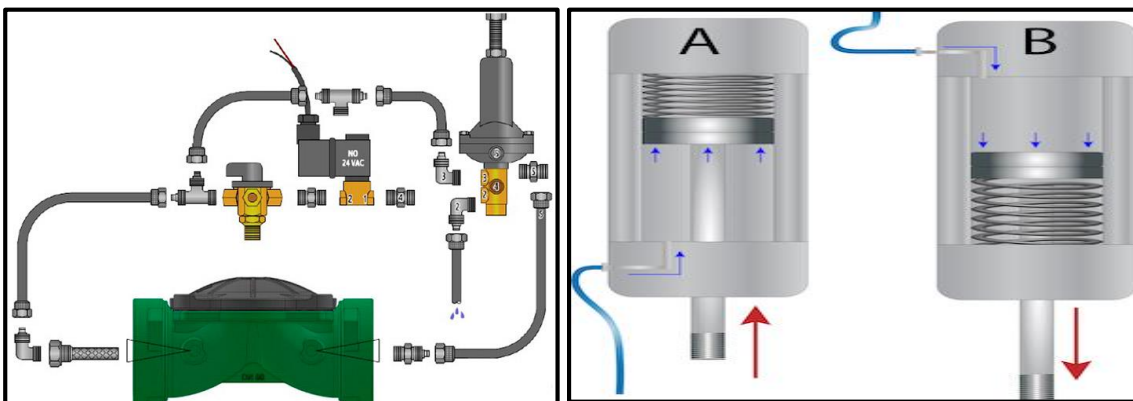


Imagen 3.40 Sistema hidráulico y carrera de pistón

3.6.2 Ventajas de las válvulas eléctricas

Las electroválvulas ofrecen una serie de ventajas en comparación con otras válvulas. Estas válvulas son fáciles de instalar, operar y mantener. Además, son muy precisas, lo que significa que pueden controlar el flujo de líquidos o gases con precisión. Estas válvulas también son resistentes a la corrosión, lo que las hace ideales para aplicaciones en entornos industriales.

A continuación, se describen algunas de las ventajas específicas de las electroválvulas:

Control remoto: Las electroválvulas pueden ser controladas a través de una señal eléctrica, lo que permite un control remoto preciso y eficiente.

Flexibilidad: Las electroválvulas pueden ser programadas para abrir o cerrar en cualquier momento, lo que significa que pueden ser utilizadas en una amplia variedad de aplicaciones.

Durabilidad: Las electroválvulas son muy resistentes y duraderas, lo que significa que pueden funcionar sin problemas durante muchos años.

Ahorro de energía: pueden ser programadas para abrir y cerrar en función de las necesidades, lo que significa que pueden ahorrar energía y reducir los costos.

Seguridad: Las electroválvulas son seguras para su uso en entornos industriales, ya que no emiten chispas o calor que puedan provocar explosiones o incendios.

Las electroválvulas son una parte integral de muchos sistemas industriales. Estas válvulas se utilizan para controlar el flujo de líquidos y gases, lo que permite a los fabricantes controlar los procesos de producción con precisión.

Las electroválvulas también se utilizan para controlar el flujo de líquidos y gases en sistemas de almacenamiento. Estas válvulas ayudan a los fabricantes a controlar el flujo de líquidos y gases en los tanques de almacenamiento para evitar derrames y fugas. Esto ayuda a los fabricantes a mantener un ambiente seguro y controlado en sus instalaciones. También se utilizan para controlar la presión y la temperatura, lo que permite a los fabricantes optimizar los procesos de producción.

La función de los comparadores es primeramente habilitada por el temporizador, pero para habilitar el temporizador hay que mandar un pulso al bit 11, esto se logra por el elemento del botón pulsador, tal como se muestra en la imagen 3.41, este botón manda un estado lógico al temporizador. Este bit es el primer elemento de accionamiento para la secuencia de encendido, aunque puede ser reemplazable con cualquier otro elemento eléctrico de control, que pueda proporcionar algún estado lógico a la entrada del módulo, ya sean sensores, actuadores, micros, selectores etc. es suficiente para arrancar la secuencia de encendido en las electroválvulas.

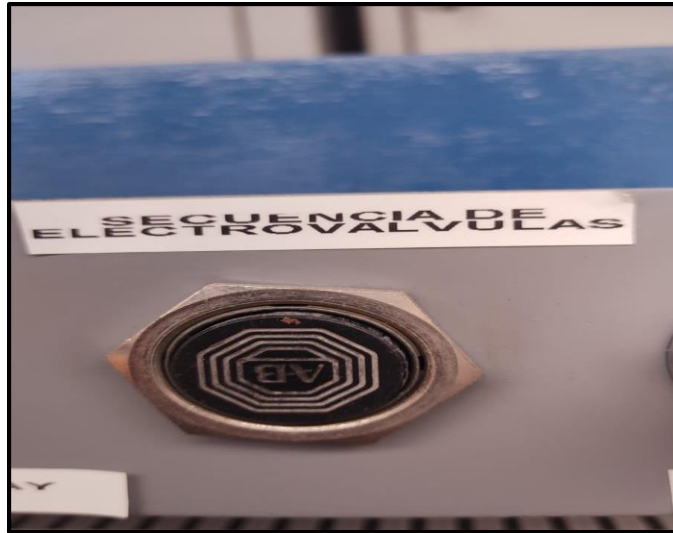


Imagen 3.41 Botón electroválvulas

Se comienza a trabajar el tiempo de 21 segundos, primero la referencia del “accum” es enviada al primer temporizador, este enciende durante el ciclo programado entre límite superior e inferior de tiempo, comienzan con el ciclo de 0 a 10 segundos, posterior a ello se apaga la bobina, y a pasa al segundo ciclo de 10 a 20 segundos, repite la misma secuencia, y se apaga por completo, se agrega un segundo más al ciclo total debido a la función que tiene el comparador de enclavar la bobina si toma como referencia el último segundo, debido a que el ciclo termina en 20, no enclava ninguna bobina.

Visualizar imagen de bobinas trabajando. (Revisar diagramas eléctricos de control para control de electroválvulas y los relevadores de accionamiento). Imagen 3.42.

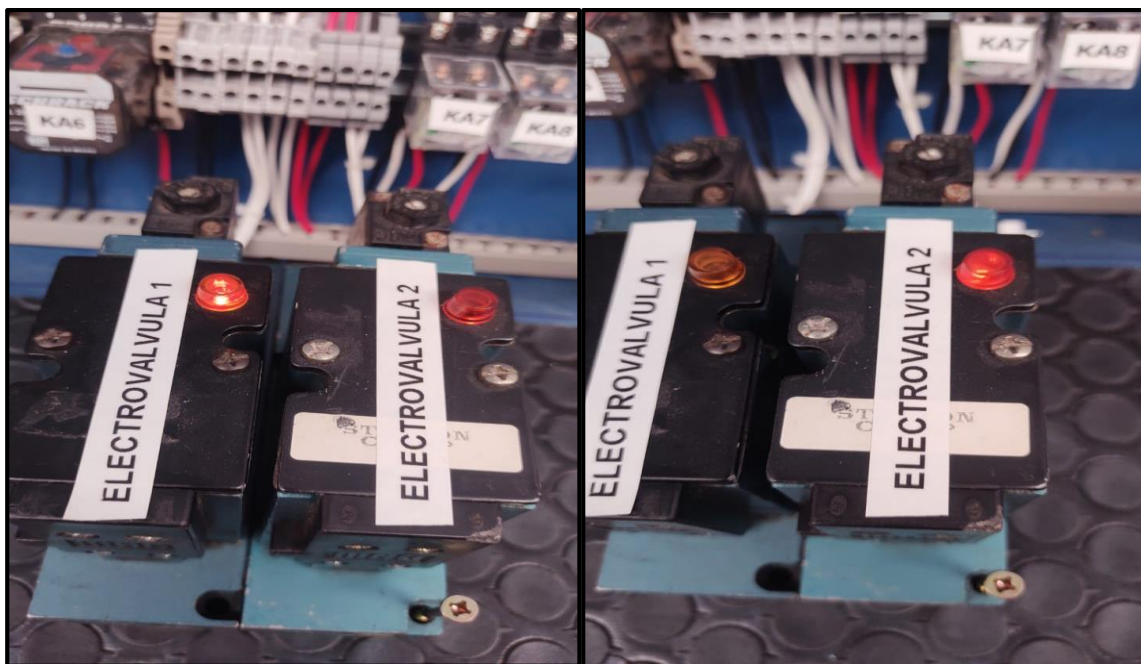


Imagen 3.42 Secuencia de encendido para electroválvula

3.7 Diseño de la lógica programada una de secuencia temporizada con luces indicadoras para señalización de procesos o maquinaria con un automatismo

Se ha programado otra lógica de encendido de forma continua (serie) el encendido o y señalización de estados lógicos por luces piloto, enclavado, cada señalización se va haciendo presente cada 10 segundos y manteniendo su estado lógico de encendido, se ha empleado otro temporizador de retraso de apagado que cumple el tiempo requerido en el total del ciclo, de 20 segundos, tal que cada encendido en la bobina este siendo activado cada 10 segundos de forma secuencial. Se utilizan comparadores de límite que indiquen el tiempo de operación de encendido para cada bobina, tal como se muestra en la imagen 3.43.

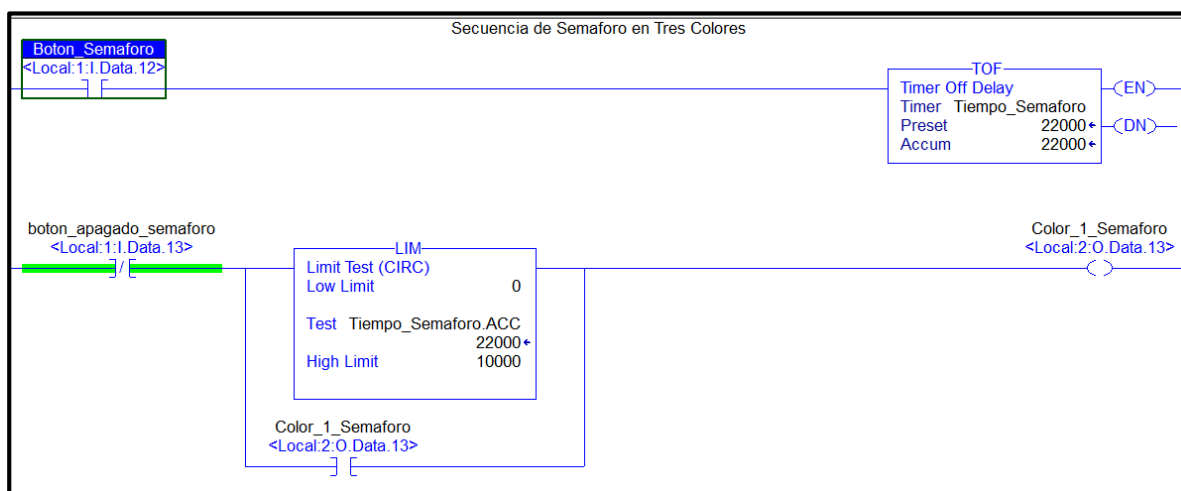


Imagen 3.43 Lógica de encendido luces piloto

Se emplea un límite de tiempo de 22 segundos que define el periodo total de encendido en las tres bobinas.

Se agrega un contacto abierto con direccionamiento en el bit 12 de entrada, este bit de entrada va a encender el tiempo de apagado en el temporizador, seguidamente se toma la referencia del acumulado del temporizador para el comparador de límite para la primera bobina del bit 13 de salida, este temporizador va a encender durante el tiempo de 0 a 10 segundos, este tiempo va a habilitar la bobina durante ese tiempo, para posteriormente permanecer en ese estado permanente, debido al enclavamiento hecho con el contacto del bit 13 mismo.

Se repite la misma estructura para las siguientes dos bobinas con el bit 14 y bit 15, estas salidas van a habilitarse durante los siguientes intervalos de tiempo, el bit 14 va a habilitarse cuando el ciclo de 10 segundos de la bobina del bit 13 haya terminado, por lo que el comparador de la siguiente bobina con el bit 14, va a encender durante el ciclo de 10 a 20 segundos, para posteriormente dejar enclavada la bobina del bit 14 con el contacto colocado como retroalimentación.

Finalmente, el bit 15 de salida de la última bobina va a ser encendido cuando el ciclo de 10 a 20 segundos del bit 14 en el comparador haya terminado, por lo que se habilita inmediatamente, este bit 15 no requiere de un ciclo tan amplio debido a que es la última bobina, solo se colocan dos segundos para posteriormente quedar enclavada por la retroalimentación del contacto abierto con el direccionamiento de la bobina de salida. Como último punto se coloca un contacto cerrado que haga que las bobinas encendidas se apaguen o termine el ciclo, este apagado es habilitado por el bit 13 de entrada, que apaga toda la secuencia realizada. Imagen 3.44.

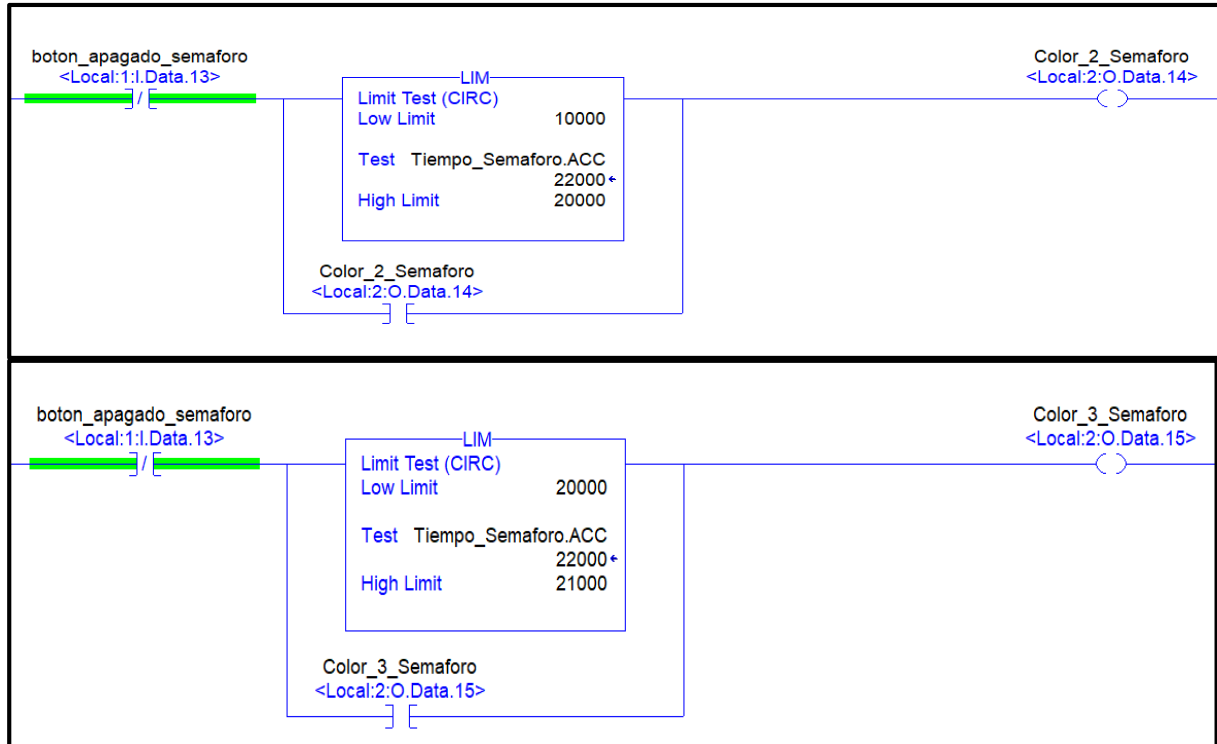


Imagen 3.44 Comparadores de límite, enclavamiento y apagado

Las principales aplicaciones que pueden tener este sistema son secuencias de procesos que requieran de una señalización de completar procesos o productos, avances de tiempo para otro proceso, encendido de motores en secuencia, en equipo CNC donde marque las secuencias de tiempo que se lleva en las distintas posiciones que se maquina una pieza mecánica, en elevadores donde marque el piso o acercamiento del elevador a un punto específico.

Es importante recordar el uso de las luces indicadoras, en esta ocasión se emplean tres colores bastante usados, rojo, azul y verde, aunque puede existir una variedad de colores, siempre están en la mayoría de procesos y maquinaria.

Las siguientes imágenes muestran la forma secuencial de encendido generado por el temporizador y los comparadores a través de los elementos eléctricos de salida, en este

caso las luces indicadoras, color 1 para el bit 13 de salida, el color verde el bit 14 de salida y el bit 15 por el color rojo. Imagen 3.45.

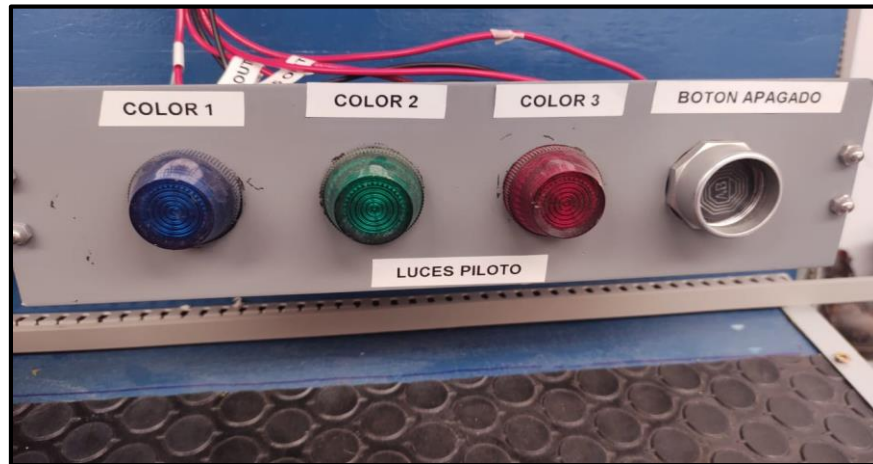


Imagen 3.45 Secuencia de luces

Las siguiente imagen 3.46, muestra la primera salida con el bit 13, se habilita por el comparador, esta señal se ve por la luz indicadora de color azul, esta salida se mantiene encendida por los 10 segundos, recordar que la secuencia del temporizador es habilitada por la entrada del bit 12, que es por medio de un pulsador, tal como se muestra en la imagen 3.46.



Imagen 3.46 Color Azul



Imagen 3.47 Botón de encendido de luces

La imagen 3.47 muestra el botón pulsador que manda la señal al bit 12 que habilita el temporizador para iniciar la secuencia.

Se continúa con la secuencia de encendido para el color verde, este color enciende cuando han transcurrido los 10 segundos, por lo que el ciclo enciende para el siguiente comparador que oscila entre los 10 a 20 segundos, y posteriormente enclavarse en ese estado lógico de encendido. Imagen 3.48.



Imagen 3.48 Color azul

Finalmente, el ciclo se completa cuando han transcurrido los dos comparadores anteriores para finalmente oscilar entre los últimos 2 segundos, de 20-22, este ciclo completa la secuencia de encendido en las luces indicadora para al último permanecer accionadas por el estado lógico de las bobinas. Imagen 3.49.

Se agrega un estado final de apagado o reset en la secuencia, y es accionado por el bit 13 de entrada, al pulsar este botón se apagan todas las bobinas, por lo que también los elementos de salida se apagan, ósea las luces indicadoras, por lo que es posible comenzar el ciclo de nuevo si se pulsa el botón de encendido para el bit 12 de entrada.



Imagen 3.49 Color 3 y apagado

Espacio intencionalmente dejado en blanco

3.8 Variador de frecuencia YASKAWA CIMR-U7AU40P4

El variador implementado para otro estilo de control del motor es un variador de frecuencia de la marca YASKAWA, con el modelo específico CIMR-U7AU40P4, hay que tener presente las dos formas comunes de control que proporciona un variador de frecuencia, que es por medio del control integrado en el display del variador, o de forma remota accionada por mandos de pulsadores o actuadores que habiliten al variador.

A continuación, se van a mostrar los datos técnicos de capacidad que tiene el variador, esta etiqueta se encuentra en la parte lateral de variador, tal como se muestra en la imagen 3.50.

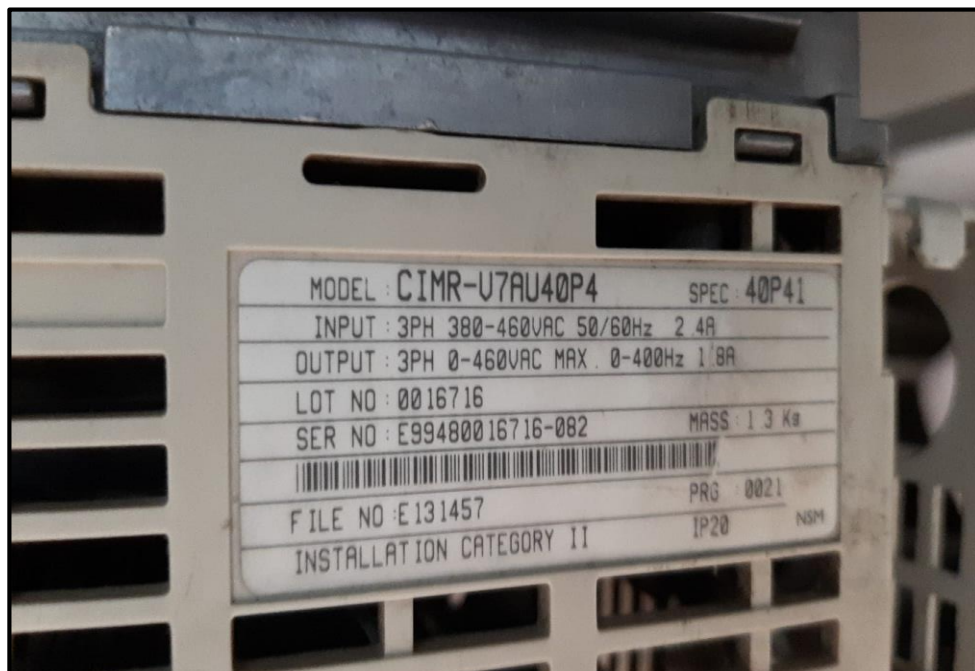


Imagen 3.50 Características principales del variador

La imagen 3.50, muestra los voltajes de entrada y salida, el voltaje de entrada es de 380VCA-460VCA, este voltaje es alimentación principal suministrada en la entrada del variador, mientras que la salida es el voltaje mandado al motor, de 0VCA a 460VCA, como también se menciona el dato que potencia máxima que puede soportar para el control del motor, 3HP, por lo que se ajusta perfectamente al motor instalado en el módulo de control, ese motor cuenta con una capacidad de $\frac{3}{4}$ HP. Mientras que el amperaje de capacidad para el variador es de 1A-8A, se adecuada perfectamente al amperaje de trabajo del motor que es 4 A para un voltaje de 440VCA.

También se incluye la siguiente imagen 3.51 como referencia para ubicar el tipo de variador, en una forma específica, esta nomenclatura define las características principales de uso para el variador y su capacidad de trabajo.

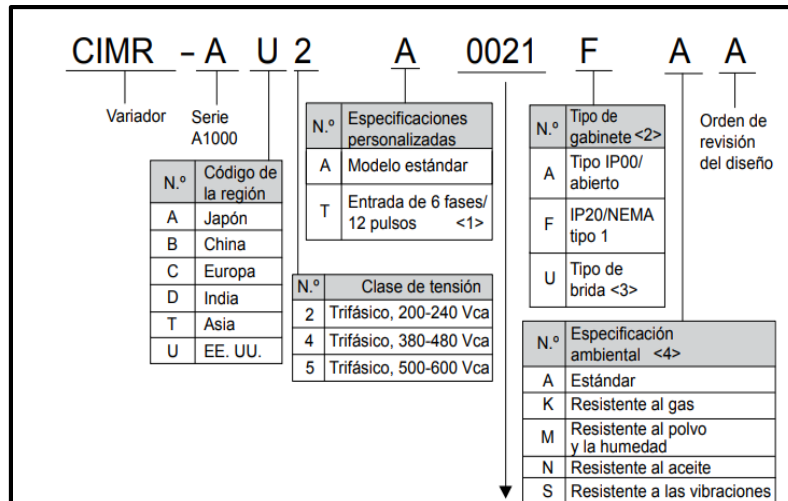


Imagen 3.51 Nomenclatura de variadores YASKAWA

En la siguiente imagen 3.52, se muestra el display para el control del variador, en este display se encuentran las teclas principales para la configuración y parametrización del variador, se encuentran las flechas en el display que navegan dentro de las funciones del variador, la tecla RUN, que en la mayoría de casos es para arrancar de forma local, la tecla RESET/STOP, tiene dos funciones para el motor y reestablecer la alarma o alguna avería generada por falla en el motor, al igual un potenciómetro que regula las señales analógicas de referencia para el control de velocidad.



Imagen 3.52 Display de variador

Hay varias aplicaciones preestablecidas disponibles para facilitar la configuración del variador para aplicaciones de uso habitual. La selección de una de estas aplicaciones preestablecidas asigna funciones a los terminales de entrada y salida de forma

automática, y configura un grupo predefinido de parámetros con los valores adecuados para la aplicación seleccionada.

En las funciones principales que se pueden encontrar dentro del variador son accionadas por el comando A1- a 06, esta configuración es la principal que define los parámetros internos de función en el variador de frecuencia.

Es posible seleccionar aplicaciones preestablecidas desde el menú Selección de aplicaciones en el Grupo de configuración o mediante el parámetro A1-06. Pueden seleccionarse las siguientes aplicaciones preestablecidas:

A1-06

0: Propósitos generales

1: Bomba de suministro de agua

2: Transportado

3: Ventilador de escape

4: Ventilador de calefacción, ventilación y aire acondicionado

5: Compresor de aire

La forma de conectar las terminales principales del motor se encuentra en la siguiente imagen 3.53.

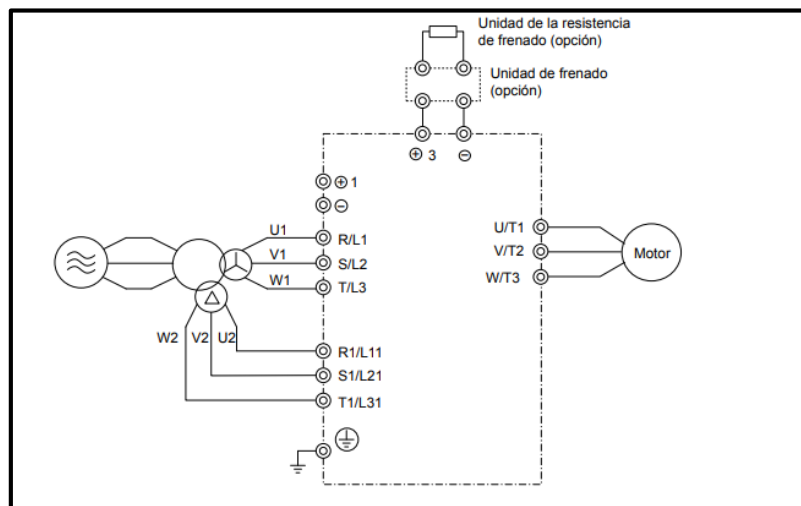


Imagen 3.53 Diagrama típico de conexión para un variador

Nótese que en la imagen 3.53 anterior, se encuentra la resistencia por frenado, este es otro uso frecuente en los variadores, si un motor eléctrico se desconecta de la línea de alimentación, debido a la inercia, éste tarda algún tiempo en detenerse e, incluso, puede acelerarse o empezar a girar en sentido contrario después de parado, debido al peso de la carga, como en los casos de grúas puente, montacargas, ascensores, etc.

Cuando por necesidad del sistema o máquina acoplada a un motor se desea que ésta pare inmediatamente después de desconectar el motor de la línea de alimentación, o bien que se pueda disminuir su velocidad, se recurre a algún tipo o sistema de frenado que haga esto posible.

El sentido de giro del rotor de un motor trifásico asíncrono se determina por el sentido del campo magnético giratorio. Cuando el motor está funcionando en un sentido de giro determinado a velocidad de régimen, si se invierten las conexiones, ósea dos de los conductores de fase del estator, el sentido de campo giratorio es opuesto al sentido de giro del rotor y el deslizamiento resulta superior a la unidad. Esta circunstancia provoca un enérgico par de frenado, ya que el campo giratorio tiende a arrastrar al rotor en sentido contrario al de su marcha.

Como el frenado a contracorriente se opone a la inercia de la carga, este sistema puede emplearse eficazmente para conseguir rápidas deceleraciones de motores que arrastran cargas de inercia como por ejemplo en máquinas herramientas. En cambio, este sistema de frenado no puede utilizarse en máquinas elevadoras (grúas, montacargas, ascensores, etc.).

En el frenado a contracorriente, la intensidad de corriente es muy elevada y la energía que la carga suministra al motor no se comunica a la línea sino que constituye una pérdida que debe disipar el propio motor por lo que en los motores en que deba aplicarse este sistema de frenado deberán tenerse en cuenta estas circunstancias, sobre todo, desde el punto de vista de la eliminación de la energía térmica producida.

Aunque existen un sinnúmero de funciones en un variador se procede a insertar dos funciones básicas en el variador, que son rampa de aceleración y desaceleración para el motor, esto quiere decir el tiempo máximo que le toma al motor llegar a la frecuencia programada, y el tiempo que toma el motor en desacelerar o parar por completamente el motor, llegar a 0 la frecuencia. Imagen 3.54.

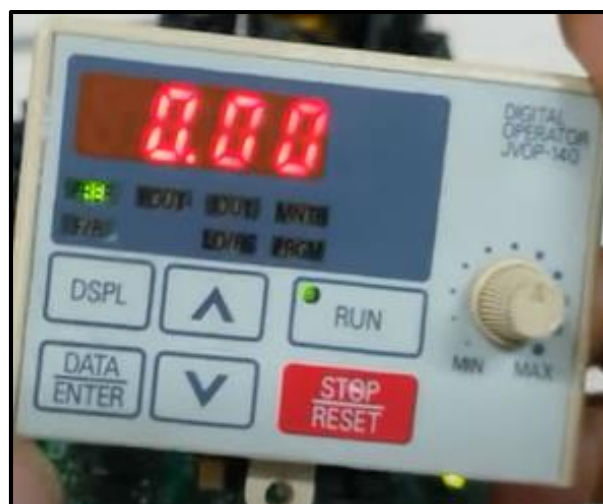


Imagen 3.54 Variador Yaskawa

Ingresa los siguientes mandos para ingresar el tiempo de aceleración y desaceleración en el variador, estas referencias se toman del manual de usuario para el variador Yaskawa. Imagen 3.55 y 3.56.

Aceleración/deceleración		
C1-01	Tiempo de acel. 1	Establece el tiempo de aceleración 1 desde 0 a la frecuencia de salida máx.
C1-02	Tiempo de decel. 1	Establece el tiempo de deceleración 1 desde la frecuencia de salida máx. hasta 0.
C2-01	Curva S 1	Curva S al iniciar acel.
C2-02	Curva S 2	Curva S al finalizar acel.
C2-03	Curva S 3	Curva S al iniciar decel.
C2-04	Curva S 4	Curva S al finalizar decel.

Imagen 3.55 Rampas



Imagen 3.56 Comandos

La frecuencia mínima (programable) a la que un motor pasó a paso puede crear movimiento, con una carga aplicada, sin pérdida de pasos. El parámetro C1-01 se utiliza al iniciar un movimiento desde la velocidad 0, programando el tiempo que le lleva al motor llegar a la frecuencia máxima, mientras C1-02 parar por completamente.

Finalmente recordar que es posible reestablecer el variador a parámetros de fabricante, y esto es altamente recomendable ya que es posible cambiar de condiciones de motor como de trabajo. Para esto es importante agregar el comando n001, este comando reestablece al variador. Imagen 3.57.



Imagen 3.57 Reestablecer

Dentro de esa misma opción se navega con el display para seleccionar la opción 6, esta opción limpia y reestablece al variador de frecuencia completamente. Imagen 3.58.

0:	n001 can be read and set; n002 - n179 read only
1:	n001 - n039 can be read and set
2:	n001 - n079 can be read and set
3:	n001 - n119 can be read and set
4:	n001 - n179 can be read and set
5:	n001 - n179 can be read and set
6:	Clear Fault History Only

Imagen 3.58 Configuración de comandos

Hay que tener presente que no se han instalado funciones y parámetros de control de forma específica en el variador, ya que la intención principal de integrar este equipamiento industrial es la relación del usuario con el variador, que el usuario defina e integre sus propias funciones de control.

El usuario buscara dentro de las conexiones de control integradas en el variador. S1, S2, S3, etc. Integrar entradas y salidas, estados y manipulación de tiempos con el variador de frecuencia.

Dentro de este apartado solo se comparten las funciones necesarias y más útiles de control, así como su conexión de alimentación de entrada y salida que puede proveer el variador de frecuencia cuando se trata de controlar un motor trifásico. Imagen 3.59.

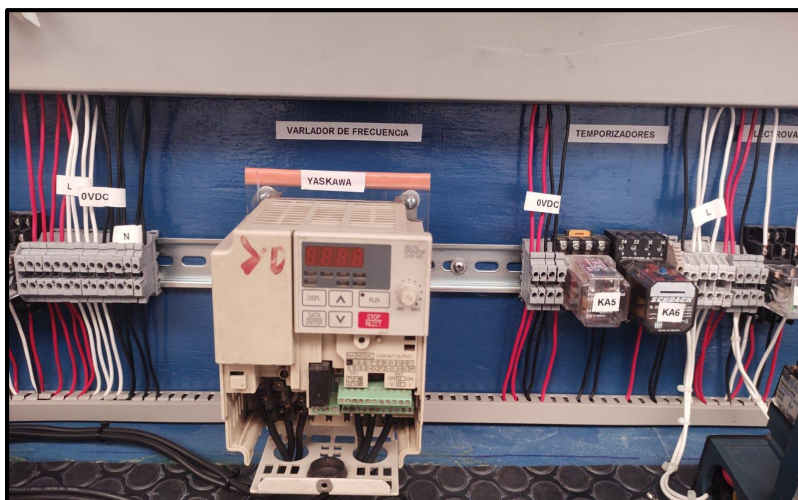


Imagen 3.59 Variador de frecuencia Yaskawa

Es posible obtener más aplicaciones por medio del variador de frecuencia tales como: PID, Inyección CC, frenado por cortocircuito, búsqueda de velocidad, función de temporizador, control de disminución y ahorro de energía.

4.1 Mantenimiento para módulo de control y automatización

La finalidad de incluir un apartado de mantenimiento tanto para los componentes eléctricos y de control y potencia, así como para el chasis estructural surge como fin de preservar a todo el equipo en las óptimas condiciones de usos.

El mantenimiento es el proceso que se lleva a cabo para que un elemento o unidad de producción pueda funcionar con un rendimiento. El mantenimiento consiste en la realización de una serie de actividades, como reparaciones y actualizaciones, que permiten que el paso del tiempo no afecte al rendimiento del o los elementos y por otro lado el activo como propiedad de la empresa.

La realización de un correcto mantenimiento es necesario en todas las actividades económicas, además de que exige una serie de gastos por parte de la organización.

El mantenimiento es necesario para evitar fallos en el proceso productivo o manipulación técnica que generen mayores costes. Por esa razón, como se ve más adelante, los productores pueden monitorear frecuentemente sus equipos para actuar antes de que se sucedan los desperfectos.

Mantenimiento de conservación: Consiste en reponer el desgaste sufrido por el transcurso del tiempo. A su vez, este se puede dividir en los siguientes tipos:

Correctivo: Consiste en arreglar un desperfecto y tenemos dos variaciones:

Inmediato: Es aquel que se realiza en el mismo momento en el que se identifica el daño.

Diferido: Cuando se detiene la actividad del elemento afectado, pudiendo luego efectuarse la reparación correspondiente.

Preventivo: Su objetivo es anticiparse a futuros desperfectos del equipo en cuestión. Podemos encontrar, dentro de esta categoría, tres tipos:

Programado: Cuando el mantenimiento se efectúa automáticamente, en función del tiempo de vida transcurrido.

Predictivo: Es aquel que se realiza cuando se ha ido revisando periódicamente el equipo, de manera que se puede anticipar cuando va a ocurrir un fallo, haciendo en ese momento la respectiva reparación.

De oportunidad: Es el mantenimiento que se desarrolla aprovechando que el equipo no está siendo utilizado, por ejemplo, cuando se para la actividad en una temporada de baja demanda. De ese modo, se evita que se tenga que detener la producción en momentos donde sería inoportuno y más costoso. Si el equipo dejara de funcionar en una coyuntura de alta demanda, la empresa tendría que alquilar otra maquinaria o perdería ventas.

Revisando y recordando la anterior información se sabe que toda infraestructura, maquinaria y componente requiere de cierto cuidado por parte del hombre.

A continuación, se menciona el cuidado y mantenimiento que se sugiere para este módulo de control.

4.1.1 Mantenimiento para chasis

Tomando en cuenta que el chasis del tablero eléctrico es 100% metal (PTR). Llevar a cabo un correcto mantenimiento de una estructura metálica es fundamental para alargar su vida útil y prevenir fallas o daños. A pesar de que las estructuras metálicas ofrecen gran resistencia y durabilidad, razón por la que se utilizan tanto en obra civil, también son propensas a sufrir desgates debido a condiciones externas o usos y esfuerzos no debidos, algo que puede derivar en la manifestación de patologías que pueden afectar a su durabilidad.

¿Cuáles son las revisiones fundamentales para el cuidado y mantenimiento de estructuras metálicas?

El mantenimiento de una estructura metálica más básico es la inspección. Se recomienda realizar una inspección dos veces al año y también siempre que se lleve a cabo algún trabajo de renovación, construcción adicional o después de la acción intensa de un evento climático. Lo ideal es establecer un programa de mantenimiento regular.

Los principales daños en estructuras metálicas son generados por las condiciones ambientales a las que están expuestas, a la acción de agentes externos, los cuales con el paso del tiempo pueden desencadenar patologías como:

Corrosión: uno de los daños más habituales en estructuras metálicas y que puede mermar la resistencia de la misma.

Fatiga: sucede cuando se someten elementos de la estructura a tensiones iguales o menores a las que se habían infligido.

Abrasión: suele venir acompañado de la corrosión y se manifiesta en partes móviles en contacto o sometidas a la acción de fluidos.

Holguras en uniones: muy peligrosas porque deforman la estructura y someten a la misma a fuertes tensiones que derivan en roturas por fatiga de los elementos.

Impactos y sobrecargas accidentales: Golpear la estructura por alguna razón inesperada puede generar daños internos en la estructura que comprometan su estabilidad.

Conservación:

Para evitar la degradación de las estructuras mecánicas/metálicas se pueden llevar a cabo varios tratamientos de conservación y protección para aislar su superficie con técnicas como:

Pinturas: existe una amplia oferta de pinturas especiales para proteger estructuras metálicas. Su función es inhibir el proceso de corrosión y aislar el metal de cualquier agente climático u otros factores que pudieran degradar la superficie. En este sentido, la pintura funciona como barrera protectora. Actualmente se aplica este proceso para la conservación del metal, pero se pueden aplicar los siguientes procesos que se menciona a continuación.

Proceso de galvanizado: se trata de otro sistema de protección del acero frente a la corrosión. Este procedimiento se basa en el empleo de baños de zinc fundido que recubren la totalidad de la estructura metálica y la protegen de la corrosión y de la abrasión, además de potenciar su fortaleza mecánica a los golpes.

Protección catódica: una técnica que previene la corrosión en estructuras metálicas. Consiste en la conversión de áreas activas de una superficie metálica en pasivas. El método más simple para aplicarlo es conectando la estructura a proteger con otro metal que se corroe más fácilmente con el fin de que se comporte como ánodo. Zinc, aluminio y magnesio suelen ser los metales más utilizados como ánodos para proteger estructuras en acero o hierro.

Mantenimiento de la estructura metálica

Lo más importante para garantizar la correcta conservación de una estructura metálica es llevar a cabo un buen mantenimiento:

- 1.-Nunca añadir elementos adicionales que puedan mermar la resistencia o modificar el estado de las cargas.
- 2.-Prevenir fugas que puedan ocasionar oxidaciones en las superficies.
- 3.-Mantener siempre limpias las estructuras para favorecer la superficie de trabajo.
- 4.-No exceder con cargas para la estructura.
- 5.-En caso de detectar la presencia de fisuras en la estructura, realice la reparación con el material y electrodo implementado en un principio. (2.2.2 soldadura).

Por lo tanto, el mantenimiento de una estructura metálica es fundamental para alargar lo máximo posible su vida útil y evitar que aparezcan daños o fallas que puedan degradar su capacidad portante. Lo ideal es llevar a cabo un programa de inspecciones periódicas

que tenga bien definidos los principales puntos de control y, en caso de que fuera necesario, se desarrollarían planes de acción correctivos.

Mantenimiento de la madera.

La pared y base de trabajo del tablero eléctrico están hechos de madera, la madera previamente se ha tratado contra plagas y para evitar la humedad se ha esmaltado con pintura repelente para evitar que la madera padezca humedad o desgaste.

Se recomienda limpiar muy seguido con una esponja seca y cubrir con esmalte de aceite en cuanto la pintura de la madera se talle.

4.1.2 Mantenimiento para tablero eléctrico

El mantenimiento a la infraestructura eléctrica es muy imprescindible. Hay que recordar que es mejor prevenir una avería, o accidente, que desencadenar una serie de problemas técnicos tanto para módulo, así como para el usuario. Recordar que un problema técnico puede ser muy costoso, difícil de reparar e incluso lamentable para los usuarios.

Uno de los problemas más comunes es no saber cómo realizar el mantenimiento a un tablero de control eléctrico. En este apartado que se implementa, tiene como fin encontrar todos los pasos, recomendaciones y usos para el mantenimiento eléctrico.

Un buen mantenimiento del control eléctrico puede ayudar a que el equipo perdure por mucho más tiempo. Lo normal es que un control eléctrico de calidad pueda durar entre 5 a 15 años sin necesidad de comprar repuestos o agregar algún componente.

Manteniendo el tablero de control eléctrico libre de polvo y de otros agentes externos (sobre todo si se ha perdido la tapa protectora) se puede ayudar a que funcione de manera adecuada, permitiéndole ser más útil por más tiempo.

Las razones del mantenimiento pueden ser varias, que algún agente externo haya aflojado un cable, en algún apagón se haya desconfigurado otro elemento o cualquier problema que pueda agravarse por no haber diagnosticado a tiempo la falla.

Es común que después de cierto tiempo puedes encontrar errores en el tablero de control eléctrico, en principio son debidos a la falta de mantenimiento en el tablero.

Errores como por ejemplo las sobrecarga en los controladores, conexiones equivocadas, errores por falta de protección del tablero para el entorno, errores de conexión en el tablero, falsos en cableado, conexiones flojas, etc.

Las causas de fallas tanto en la parte de control, así como de potencia, surgen principalmente por el descuido general del equipo, o el mal uso que se le puede dar

Para un correcto mantenimiento a tableros de control eléctrico hay que iniciar por poseer todas las herramientas correctas que nos ayudarán en el proceso. Estas son:

Destornilladores

Pinzas, o alicates

Brochas

Líquido dieléctrico

Amarres plásticos

Desengrasante

Dieléctrico

Seguidamente se realizan los siguientes pasos generales:

1.- Desenergizar el tablero de control, y proceder a colocar la tarjeta de precaución antes de iniciar la actividad.

2.- Mantener conocimiento sobre cuál es el switch o el interruptor que al accionarlo le quitará toda la energía.

3.- Verificar el estado de los componentes del tablero de control eléctrico, una inspección visual general de los componentes.

Llevar a cabo el mantenimiento a tableros de control eléctrico es saber si existen algunas anomalías entre sus partes, ya que estas son las que se transformarán en los grandes problemas que se están buscando prevenir. Es importante que no se vuelva a colocar en funcionamiento el tablero hasta que cada una de estas haya sido corregida.

4.- Desempolvar el equipo, el polvo es causante de muchas de las averías, ya que no se puede decir que un sistema está en sus óptimas condiciones si el mismo se encuentra sucio. Para esto lo podemos hacer con un poco de aire a presión encargado o en otro caso con una brocha de cerdas suaves.

5.- Reapretar los tornillos del sistema de fuerza, partes eléctricas y del control, la verificación de los componentes del tablero de control eléctrico se debe verificar que cada tornillo quede tan ajustado como sea posible. La razón de la que se aflojen puede ser por desgaste, jaloneo o una cantidad considerable de vibración. En caso de encontrar un tornillo barrido, sin cuerda, es necesario cambiar el componente eléctrico.

6.- Organizar el cableado, el orden siempre es importante cuando se trata de tableros de control eléctrico, cuando se necesita echarle un vistazo rápido lo ideal es saber cuál cable está conectado a la parte que se está manipulando, es importante identificar su color. Evitar que los cables estén demasiado enredados y muy importante no perder de contexto los cables con etiqueta ya que estas son guías para la fácil identificación de cable-componente.

7.- Limpiar el tablero, para esta tarea se puede hacer uso del desengrasante dieléctrico, parte importante del mantenimiento a tableros de control eléctrico es la de asegurarse de que las borneras, los cables y la estructura en general, se encuentren limpios.

Energizar el tablero, para cumplir con este último paso se debe esperar al menos media hora de que el mantenimiento a tableros de control eléctrico ha terminado. Otra de las recomendaciones es mantener limpio y ordenado su lugar de trabajo, sin dejar materiales cerca o alrededor de las máquinas que usan.

Guardar ordenadamente todos los materiales y las herramientas usadas. No dejar obstáculos o cualquier obstrucción para la manipulación del equipo.

4.1.3 Mantenimiento de motor

Un motor eléctrico es una maquina rotativa que convierte la energía eléctrica recibida en sus terminales en potencia mecánica desarrollada en el eje para accionar un esfuerzo. El motor que se presenta en el tablero de control para prácticas es un motor trifásico de inducción el cual es de $\frac{3}{4}$ de HP que no está pensado para ser tan exigido, por lo cual no se cree que tenga desgaste significativo en un lapso de tiempo corto, pero si es de vital importancia conocer el mantenimiento preventivo sugerido para que el motor se conserve en buenas condiciones y no cause algún inconveniente sorpresivo.

Constructivamente el motor trifásico consta de tres partes: una parte fija llamada estator, una giratoria llamada rotor y dos escudos o tapas.

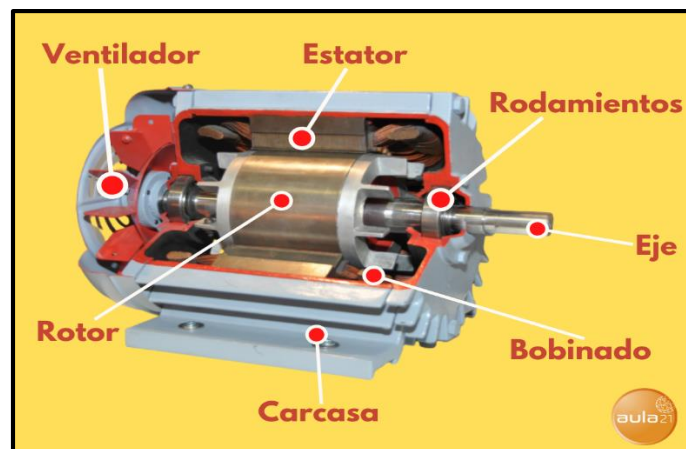


Imagen 4.1 Partes de motor de inducción

Antes de poner en marcha se debe conocer la placa de datos donde se especifican sus estándares para asegurarse de que tendrá un funcionamiento óptimo, no se cause algún tipo de incidente y se alargue la vida útil del equipo. En la placa de datos comúnmente viene:

VOLTS: Indica la tensión nominal de servicio del motor

AMPS: Valor de la corriente que demanda el motor cuando esté operando a tensión nominal, a velocidad de régimen y está entregando su potencia normal en HP.

FRAME: Este dato especifica las dimensiones del motor en cuanto a diámetro del eje, distancia entre los tornillos de la base, etc., de manera que un motor de un determinado fabricante puede ser sustituido por otro, siempre y cuando posea el mismo FRAME.

CODE LETTER: La letra código de un motor trifásico de inducción nos permite calcular, a partir, de una relación de kVA de arranque por HP nominal de salida del motor, la máxima corriente que toma el motor durante el arranque.

R.P.M.: Velocidad desarrollada por el motor cuando tiene su carga nominal

HP: Potencia nominal de salida del motor

HERTZ: Frecuencia nominal de la tensión de alimentación.

SERVICE FACTOR: Indica la capacidad de sobrecarga en por ciento que puede operar continuamente el motor sin recalentarse.

INSPECCIÓN EMPÍRICA (VISUAL, TACTO, OÍDO).

De primera instancia se puede escuchar y ver cuando hay exceso de vibración, eso puede ser debido a tornillos flojos o piezas de ajuste flojos. También se puede escuchar cuando hay rozamiento, eso es una alerta ya que se debe actuar de inmediato porque eso indica un desnivel interno y puede llegar a dañar el embobinado causando problemas, al igual que se debe concientizar la temperatura que el motor expulsa ya que un motor en buenas condiciones ideales no tiene por qué sobrecalentarse más de lo debido.

Fuera de esta inspección empírica, considérese un mantenimiento preventivo previsto, bajo el siguiente esquema:

1. Realizar pruebas eléctricas, medición de la resistencia de los devanados y resistencia de aislamiento.
2. En caso de tratarse de un motor de rotor bobinado, desmontar escobillas para efectuar su revisión y dejar libre los anillos del motor.
3. Proceder a retirar las tapas del motor
4. Revisar los rodamientos (que estos no presenten falta de lubricación, sistema interno en buen, que no presente deformidades y tenga un giro uniforme)
5. Desmontar los rodamientos
6. Retirar contratapas y retirar el rotor
7. Hacer una revisión cuidadosa del rotor y estator en cuanto al aislamiento en mal estado, verificar si no existe roce con las paredes del estator. Verificar el amarre de las bobinas.
8. Realizar el lavado del rotor y estator con solvente dieléctrico.
9. Barnizar el rotor y estator con barniz instantáneo.
10. Armar el motor comenzando con la instalación del rotor y las contratapas.

11. Instalar los rodamientos, mediante la dilatación de los mismos.
12. Realizar la lubricación de los rodamientos y proceder al montaje de las tapas, tomando en cuenta que el rotor quede girando libremente.
13. Una vez terminado de armar el motor, revisar el cableado, chequear numeración, revisar terminales en caso de estar sulfatados cambiarlos, revisar bornera.
14. Realizar prueba de asilamiento final
15. Medición de la resistencia de los devanados. Utilizando un puente Wheatstone, se mide la resistencia por fase y se compara con los valores iniciales.
16. Medición de la corriente de vacío, con el motor conectado a la red y sin carga.
17. Medición de la temperatura en varios puntos del motor como, en carcasa, tapas, bornera, eje, rodamientos, etc.
18. Medición de las vibraciones (en caso de contar con equipo especializado en el área)

4.1.4 Mantenimiento para electroválvulas

Para que puedan funcionar necesitan a la membrana de la válvula, que está apoyada en el cuerpo de la electroválvula y en un muelle, esta estructura sirve para que los líquidos no pasen por las entradas y salidas.

A fin de que puedan tener un flujo de circulación, es necesario que el solenoide mande una señal eléctrica a las electroválvulas, esto genera que la bobina quede imantada y como consecuencia el émbolo puede levantarse, haciendo que los líquidos pasen por un orificio pequeño que tiene la válvula en su tapa.

Para que las electroválvulas puedan funcionar bien, es recomendable darles mantenimiento que evite deterioros eléctricos y mecánicos. Lo que se puede hacer es cortar el flujo de los líquidos para que se pueda desenroscar el solenoide que está en la electroválvula, y con precaución de no tocar ningún cable, verificar que el émbolo se levante de manera manual.

El mantenimiento de las válvulas solenoides conlleva el remplazo de los componentes dañados y procurar que estén limpias y libres de residuos. Al igual que otros dispositivos eléctricos y mecánicos, los cuidados adecuados pueden prolongar su vida útil y garantizar un óptimo funcionamiento.

1. Lo primero que deben hacer es desconectar la fuente de alimentación y despresurizar el sistema (en caso de tener algún sistema hidráulico conectado). Es importante que manejen la unidad con las precauciones debidas para el fluido que controla.
2. Revisen la bobina para detectar grietas en la encapsulación. En los entornos húmedos, el líquido en el aire puede penetrar la bobina provocando fallas a la misma válvula.
3. Deben buscar daños o corrosión en las conexiones de la bobina. Por ningún motivo activen una bobina de CA sin antes asegurarse que se encuentre

correctamente instalada en el vástago o el manguito. Si se presenta una corriente de irrupción alta la bobina puede quemarse.

4. Los sellos pueden tener signos de hinchazón, grietas o deterioro. Se tiene que verificar el resorte en busca de bobinas rotas o desgastadas. El orificio del cuerpo puede estar mellado y la cresta desgastada. Tanto la parte superior del émbolo como el interior de la manga pueden también mostrar signos de daño.
5. Si el sistema hidráulico es ampliado con válvulas de mayor complejidad y con piezas como pistones, diafragmas, palancas y carretes es importante que sigan las instrucciones suministradas por el fabricante o proveedor.
6. Una vez que se hayan reemplazado todas las piezas necesarias y eliminado las acumulaciones de polvo y suciedad, se coloca nuevamente la bobina. Al terminar de ensamblar la válvula conecte la válvula como se indica en los diagramas eléctricos (consultar la parte de anexos) .Es importante que no conecten la alimentación a la válvula hasta corroborar que todas las piezas han sido colocadas de forma correcta.

4.1.5 Mantenimiento para autómatas

El programa de mantenimiento preventivo es el elemento principal para evitar las fallas del programa del PLC, considerar que cuenta con componentes electrónicos sensibles y delicados.

El mantenimiento preventivo de los sistemas de autómatas programables incluye unos procedimientos básicos, que reducirán en gran medida la tasa de fallas en los componentes del sistema. Debe realizarse en el mantenimiento de forma periódica, al menos una vez al mes. Imagen 4.2.



Imagen 4.2 Checklist

Las siguientes acciones de mantenimiento preventivo deberían llevarse a cabo durante los períodos de parada del PLC:

- Comprobar que la temperatura del entorno (emplear pirómetro), la humedad y otros factores satisfacen las condiciones de funcionamiento del PLC. (Consultar manual para conocer la temperatura de trabajo).
- Desconectar el autómata programable, durante el mantenimiento, las conexiones siempre deben ser revisadas con el autómata apagado.
- Marcar o indicar que el PLC está en mantenimiento para que el equipo no se utilice durante el mantenimiento.
- Guardar una copia de seguridad de los programas operativos utilizados antes del mantenimiento preventivo.
- Se debe limpiar el polvo y la suciedad acumulada en el panel del PLC y en la placa de circuito. Si el polvo conductor llega a las placas electrónicas, podría producirse un cortocircuito y causar un daño permanente a la placa de circuito. Este punto aplica para fuente de alimentación del autómata, como CPU y módulos E/S.
- Se debe comprobar que las conexiones a los módulos de E/S estén bien ajustadas para asegurar que todos los enchufes, tomas, regletas de terminales y conexiones del módulo estén en correcto funcionamiento y que el módulo esté instalado de forma segura.
- Las conexiones flojas pueden provocar no sólo un funcionamiento incorrecto del controlador, sino también daños en los componentes del sistema.
- Todos los dispositivos de E/S de campo deben ser inspeccionados para asegurar que están ajustados correctamente.
- Las máquinas e instrumentos que generan mucho ruido, vibración o calor no deben colocarse cerca del PLC y componentes derivados.

4.1.6 Mantenimiento para variador de frecuencia

AVISO Seguir los procedimientos de descarga electrostática (ESD) adecuados al manejar el inversor. De no hacerlo así, puede tener como resultado daño por ESD a los circuitos del inversor.

Los siguientes pasos para el mantenimiento general del variador son tomados del manual de operación de trabajo, es recomendable consultar el manual para conocer más a detalle las funciones mas específicas de fallas y posibles soluciones en el mantenimiento de cualquier tipo.

- 1) Puede ser difícil realizar mantenimiento en los ventiladores de enfriamiento de los inversores instalados en una fila vertical dentro de una cubierta. Asegúrese de que existe suficiente espacio en la parte superior del inversor para realizar el reemplazo de los ventiladores de enfriamiento cuando sea necesario.
- 2) **AVISO** Hacer funcionar el inversor en el rango de baja velocidad disminuye el efecto de enfriamiento, aumenta la temperatura del motor, y puede conducir a daños en el motor debido a sobrecalentamiento. Reducir el torque del motor en el rango de baja velocidad siempre que utilice un motor que no sea Yaskawa. Si se requiere el 100% de torque continuamente a baja velocidad, considerar utilizar un inversor especial o un motor de vector. Seleccionar un motor que sea compatible con el torque de carga requerido y el rango de velocidad de operación.
- 3) No hacer funcionar los motores por encima de las RPM nominales máximas. De lo contrario, puede conducir a fallas en los cojinetes u otras fallas mecánicas del motor. El rango de velocidad para operación continua difiere según el método de lubricación y el fabricante del motor. Si el motor funcionará a una velocidad mayor a 60 Hz, consulte con el fabricante. El funcionamiento continuo de un motor lubricado con aceite en el rango de velocidad bajo puede tener como resultado el quemado.
- 4) Cuando el voltaje de entrada es de 480 V o mayor o la distancia del cableado es mayor a 100 metros, prestar especial atención al voltaje de aislamiento del motor o utilice un motor con capacidad de inversión. De no hacerlo, puede tener como resultado la descompostura del devanado del motor.
- 5) La vibración del motor puede aumentar al hacer funcionar una máquina en modo de velocidad variable, si esa máquina funcionó previamente a velocidad constante. Instale hule a prueba de vibraciones en la base del motor o utilizar la función de salto de frecuencia para saltar una frecuencia que tenga resonancia en la máquina.
- 6) No utilizar el variador para un motor monofásico. Reemplace el motor con un motor trifásico.
- 7) cuando todos los indicadores estén desactivados, medir si existen tensiones peligrosas para confirmar que las condiciones del variador sean seguras antes de entrar en servicio.

5.1 Seguridad del usuario

Este apartado contiene en gran mayoría recomendaciones y advertencias de uso general en el módulo de control.

La Seguridad Industrial es el área que se encarga de identificar los peligros y los factores de riesgo, cuantificando la gravedad con base en las consecuencias de un posible accidente laboral y el número de personas expuestas de acuerdo al proceso.

No respetar estas medidas puede causar lesiones graves o fatales.

- 1) Evita tener cables al descubierto. No permitir cables sueltos y, si por necesidad los hubiera, instala letreros que indiquen a los usuarios sobre este peligro. En algunos casos, es incluso más conveniente acordonar la zona.
- 2) Revisar constantemente la instalación general de alimentación principal. Este procedimiento es parte del mantenimiento natural que se le da a un sitio de trabajo común. Cuando se efectúe, es recomendable que dicha instalación cumpla con los requisitos básicos que pide el control en cuanto a su consumo energético.
- 3) Asegurarse de que está debidamente aterrizado. Tener una conexión adecuada a tierra o masa elimina casi en su totalidad el riesgo de recibir choques eléctricos sorpresivos cuando se usan aparatos o herramientas que requieran alta tensión y consuman grandes cantidades de corriente.
- 4) Concientizar a los usuarios. Hay que tener presente siempre los riesgos que se corren al exponerse a la electricidad.
- 5) Desenergizar al final del día. Es recomendable que, al finalizar el uso sobre el equipo, se desconecten todos los enchufes usados y que se desenergice toda el área de trabajo apagando los interruptores generales.
- 6) Hacer uso de las señalizaciones. Candados, señales o circuitos de bloqueo automáticos son algunas herramientas que puedes utilizar para un previo aviso a quienes estén cerca del equipo.
- 7) Restringir el uso de joyas y aparatos electrónicos. Algunas joyas son de metal y pueden generar arcos eléctricos si se ponen en contacto directo con fuentes de energía o componentes eléctricos. Cosa similar sucede con algunos dispositivos electrónicos. Por estos motivos, lo mejor es que no permitir que nadie opere algún dispositivo, circuito o conexión portando estos aditamentos. Cadenas, relojes o anillos pueden ocasionar un cortocircuito o atraer el arco eléctrico. El metal es un excelente conductor de electricidad, por lo que en caso de contacto se puede producir una descarga eléctrica.

- 8) Evita trabajar con electricidad en lugares húmedos o cerca de líquidos.
- 9) Analiza el circuito y las conexiones. Estudiar la composición y las características del circuito antes de comenzar a trabajar.
- 10) Cuando se instale o se mueva un equipo eléctrico, se debe dejar espacios libres como para operar sin ninguna dificultad en un futuro. Todas las partes del circuito deben estar accesibles en todo momento.
- 11) Los fusibles deben quedar bien resguardados para evitar que elementos externos accedan a esta zona.
- 12) Hacer un uso responsable de las herramientas de trabajo. En la actualidad existen todo tipo de materiales auxiliares, sin embargo, en ocasiones se emplean herramientas para fines para los que no están diseñadas. Trabajar con un equipo completo de herramientas es lo más recomendable.

5.1.1 EPP

- 1) Es obligatorio utilizar zapatos dieléctricos. Estos zapatos te aíslan del suelo. Los zapatos evitan hacer tierra. Imagen 5.1



Imagen 5.1 Zapatos dieléctricos

- 2) Guantes, tienen un uso específico para trabajar en faenas eléctricas. Sobre ellos se utilizan guantes de cabritilla reforzados, para protegerlos de abrasión o pinchazos. Se usan en circuitos energizados de baja tensión.



Imagen 5.2 Guantes

- 3) Lentes de seguridad, es indispensable contar con lentes de seguridad industrial, ya que protegen la vista y los ojos del usuario en todo momento. Imagen 5.3.



Imagen 5.3 Lentes

- 4) Ropa justa, se recomienda ampliamente usar ropa justa, dieléctrica y no holgada, usar ropa segura disminuye el riesgo de algún accidente eléctrico.



Imagen 5.4 Ropa

5.1.2 Aspecto mecánico

Peligro de Aplastamiento No cargue el motor por la tapa frontal, en caso contrario, esto puede tener como resultado lesiones leves o moderadas a causa de la caída motor

Los riesgos mecánicos aparecen con el uso de herramientas y máquinas que pueden lesionar al trabajador. Hay que verificar las partes en movimiento en este caso el motor, a pesar de no tener algún elemento exterior acoplado, es peligroso acercarse al motor en movimiento.

Revisa también la distancia mínima entre el motor y/o las paredes, en lo posible usar sistemas de alimentación automática, tener en consideración sobre la distancia que implica manipular el motor.

5.1.3 Recomendaciones generales y obligaciones

1. Reportar al personal encargado cualquier deficiencia o falla que observe en su equipo de protección.
2. Mantener el equipo de seguridad personal en buenas condiciones. Si sufre algún desperfecto o deterioro, el empleado deberá reportarlo y pedir otro equipo que funcione correctamente.
3. El equipo de trabajo se debe llevar bien ajustado y arreglado. Cualquier parte que cuelgue podría ser peligrosa.
4. Usar botas y/o guantes, cuando el trabajo pueda ocasionar daños en los pies o en las manos. Si el trabajo del empleado exige que esté a grandes alturas del piso, usará su cinturón de seguridad para evitar caídas y accidentes.
5. Al utilizar máquinas con tensión eléctrica se debe utilizar equipo de trabajo que sea aislante de la corriente.
6. Los cables y enchufes deben estar en perfecto estado. De lo contrario, se deben reparar de forma inmediata.

7. Estar atento a cualquier chispazo o calentamiento en los equipos eléctricos y ante cualquier eventualidad reportarla de forma inmediata.
8. No se debe trabajar en áreas húmedas o mojadas porque es altamente peligroso.
9. No fumar, no dejar colillas encendidas
10. Promover orden y aseo en el lugar de trabajo
11. Mantener el lugar de trabajo ordenado, no arrojar residuos o desperdicios en el suelo, limpiar los derrames si se ocasionan y mantener los pasillos y escaleras despejados, ayudará a mantener un espacio de trabajo seguro y agradable, sin disparar los costos por seguridad.

Los accidentes en gran medida son provocados por el afán, estrés o preocupación. Es importante organizar las labores, revisar los tiempos asignados, evitar manipular el equipo sino se cuenta con los conocimientos o capacidades técnicas de trabajo, y procurar que el trabajador omita normas de prevención por ganar tiempo.

Espacio Intencionalmente dejado en blanco

RESULTADOS

Se ha diseñado una base que haga sentir al usuario cómodo y seguro en su uso, este chasis se construyó con material PTR, económico y fácil de soldar, durante el montaje se contempló no tener variaciones en las medidas previamente establecidas en el diseño, seguidamente se montó y se construyó lo más fiel al diseño, para que finalmente se añadió una capa de pintura impermeabilizante que proteja la estructura contra la corrosión y oxidación, se aplicó tanto en la estructura como en la base de madera adherida al chasis para el montaje eléctrico del tablero.

A lo largo de este proyecto se ha realizado un módulo de control eléctrico que provea las funciones más básicas de la automatización industrial, en conjunto de componentes eléctrico, tales como contactores, relevadores, pulsadores, sensores, electroválvulas, motor y variador. La implementación las funciones específicas de control, proveen al usuario el conocimiento sobre el uso y aplicación que tienen a partir de la lógica programada en el autómata.

Hay que tener presente que las capacidades y funciones prediseñadas para este módulo de control proveen las enseñanzas básicas en el área de la automatización y control eléctrico, ya que se contempló que los elementos eléctricos implementados mostraran la forma más común de ver a los automatismos en cualquier giro industrial.

La función de arranque y paro en forma reversible de un motor muestra ser el elemento de control más clásico para la industria, aunque existe una variedad de formas de accionar un motor trifásico, la forma programada para este autómata de la familia Allen Bradley, mostró ser la que muestra la enseñanza más común de ello, sobre un sentido de giro horario y anti horario.

El contador implementado muestra el funcionamiento más clásico de un sistema automatizado, este contador es la función más sencilla en los autómatas, ya que por medio de pulsos es posible contabilizar cualquier tipo de objeto o suceso sin importar las dimensiones o tamaño.

Los sensores inductivo y capacitivo son otros elementos altamente incluidos en sistemas con autómatas, ya que por medio de actuadores y sensores es posible obtener ciclos automáticos de trabajo sin la más mínima intervención del humano, librando así procesos de algún tipo de accidente o contratiempo.

Las electroválvulas, luces indicadoras y relevadores son componentes que amplían las funciones de la lógica programada, aunque siempre van a existir mas elementos de control en campo, solo se implementaron los que muestren las funciones clásicas de control para el usuario.

Finalmente se probaron todas las funciones con algunos usuarios, primeramente se comentó sobre la comodidad y confort que se siente con la estructura, se comentó sobre la comodidad que se siente al colocar los brazos y manos sobre la mesa de trabajo. Los usuarios comentan sobre la longitud de la mesa que muestra ser una distancia cómoda

para operar el tablero de control, tanto de forma lateral como de profundidad cuando se accionan los pulsadores. También se comentó sobre la estructura y su altura que tan cómodo puede ser, y mostro ser altamente aceptable para los usuarios, también reconocieron sobre la utilidad y alta comodidad que tiene el tablero con la liberación inclinación angular de 105° , ya que también comentan que un tablero completamente con la inclinación de ángulo recto, podría ser altamente cansado para las manos y brazos, ya que genera incomodidad tener que oprimir los pulsadores de esa manera.

Seguidamente se preguntó sobre las funciones de control implementadas, se mostró una complacencia por parte de los usuarios, ya que les pareció ser una forma más didáctica de entender los sistemas automatizados por medio de un controlador lógico programable.

A continuación se muestran imágenes del tablero final, completamente conectado y etiquetado para la facilidad ubicar componentes y funciones. Imagen 6.1, 6.2 y 6.3.

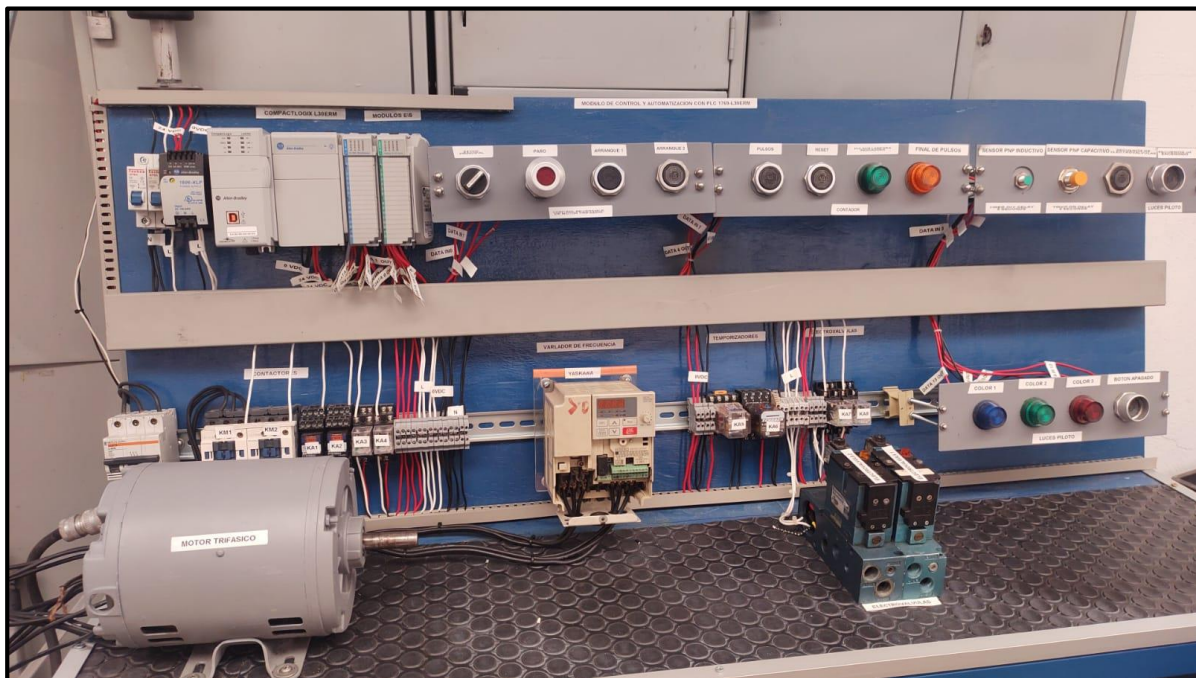


Imagen 6.1 Tablero final 1

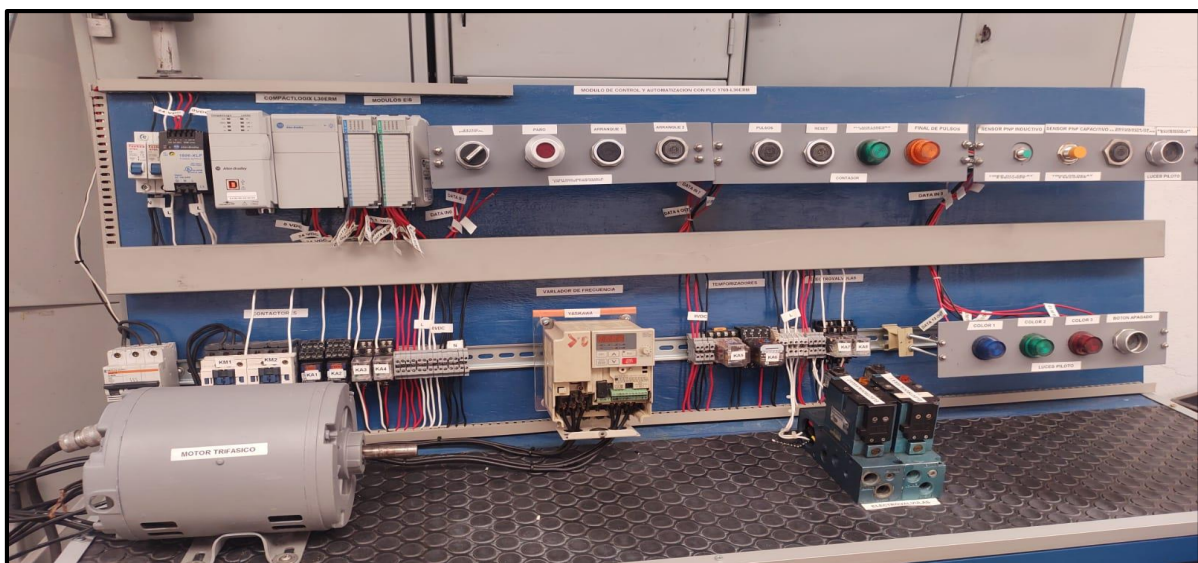


Imagen 6.2 Tablero final 2

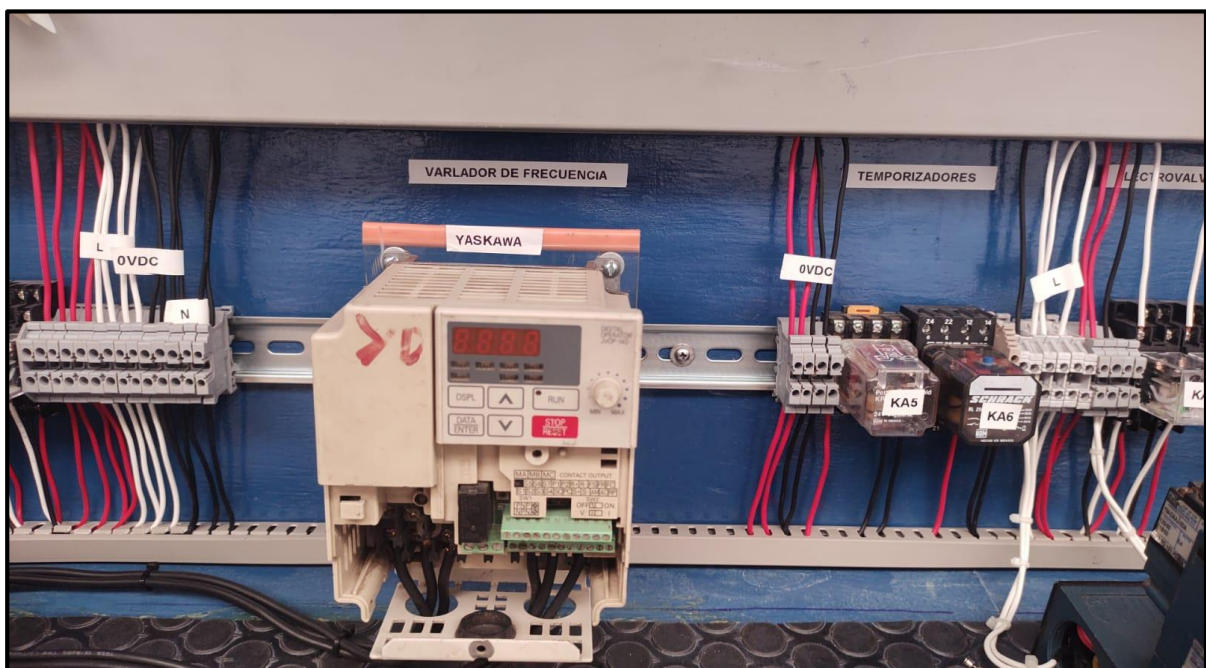


Imagen 6.3 Tablero Final 3

CONCLUSIÓN

Se concluye este proyecto probando todas las funciones eléctricas y programables de control, este módulo provee las capacidades técnicas y analíticas de un sistema automatizado para el usuario interesado, las características del módulo de control traen al usuario las enseñanzas más comunes en la industria automatizable.

Sabiendo que la tendencia de la industria de cualquier giro, es importante conocer la utilidad y efectividad que puede proveer un sistema automatizado en maquinaria y líneas de producción en masa.

Como se es bien sabido la comodidad del usuario, parte como la base principal para el desarrollo del módulo de control, la comodidad y movilidad del usuario en este módulo de control no solo se encuentra ahí, sino también en general, desde el aspecto cotidiano hasta la operatividad de una equipamiento industrial, asegurarse que el usuario cuenta con un espacio apropiado en todo momento, que no muestra complicaciones en las acciones o movimientos con la máquina, son parte imprescindible en la industria, contar con espacios visuales y físicos, logra que el usuario tenga tiempos efectivos y nulo estrés o fatiga en la acción. Hay que recordar que existen ciertos estándares de medida y sugerencias de dimensiones, establecer estas condiciones de ergonomía humana, hacen en todo momento que las actividades y operaciones sean sumamente fáciles para cualquier usuario.

En este módulo de control, se consideró la estatura promedio de una persona M/F mexicana, se partió de ese dato para poder acoplar un correcto dimensionamiento en el módulo de control para el usuario, ya que a lo largo de este contenido se ha pretendido desde inicio las condiciones de trabajo sean las más seguras y confortables para el usuario.

Conocer un sistema ergonómico, da al usuario mayor comodidad en su lapso de aprendizaje y comprensión, no genera ningún tipo de distracción en movimiento que detenga su atención en su actividad.

Las funciones automatizables integradas brindan un panorama realista de las máquinas y elementos que se pueden encontrar en la industria. Todos los elementos y componentes eléctricos fueron escogidos y dirigidos para el sector industrial en general. El motor, botones, electroválvulas, selectores, autómata, sensores, relevadores, contactores y variador conforman en gran parte los sistemas eléctricos, neumáticos e hidráulicos de la industria. Mostrar estos funcionamientos de control programable por medio de un autómata hace que el usuario desarrolle sus capacidades de entendimiento y razonamiento en el funcionamiento de las cosas.

Por lo que se concluye este proyecto entregando en completo funcionamiento y garantía de operación correcta. Recordar y tener presente que las modificaciones y adiciones al módulo de control quedan bajo responsabilidad y uso que le Ingeniería Electromecánica Aplicada.

COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES

Hay que tener claro que las modificaciones e implementaciones adicionales por parte de “Ingeniería Electromecánica Aplicada” siempre van para mejorar el sistema en todo sentido.

Dentro de este proyecto se logra el objetivo de implementar un módulo de control, en función de la comodidad y versatilidad del mismo.

También se recuerda que todas las funciones implementadas, son con el fin de demostrar el uso y aplicación que tienen los automatismos en la industria, su correlación con componentes eléctricos de control, hidráulicos y de potencia.

En las demostraciones y pruebas también se pudieron ver las comodidades presentadas en el diseño de la estructura, esto por comentarios de usuarios de Ingeniería Electromecánica Aplicada. La ergonomía humana formó parte de la función primaria en las posturas del usuario.

Algunas recomendaciones técnicas en el módulo de control, está abierto a modificaciones e implementaciones de sistemas eléctricos de control, muestren siempre los principios básico de automatización. En los esquemas eléctricos se cuenta con bits, tanto para entradas como de salidas en reserva, se ha dicho, es un sistema abierto completamente a la mejora continua, implementar nuevas salidas y entradas en los bits de reservas con funciones que amplíen las versatilidades del módulo de control, para cualquier tipo de sistema eléctrico.

En el variador como se recuerda, no se programaron funciones establecidas, este punto se deja al criterio del usuario, recordar que un autómeta se complementa perfectamente con un variador de frecuencia, hay que remarcar que las salidas y entradas digitales en ese modelo de variador son de 24VDC. El sistema de variador es casi siempre visto en la industria por las ventajas tan simples de control que puede dar en grúas, líneas de producción, control de velocidad, arranque de motores de mucha carga, etc.

Espacio intencionalmente dejado en blanco

DESARROLLO DE COMPETENCIAS

Motivación

Se enfrentaron múltiples desafíos y prueba que mejorarían las habilidades tanto técnicas como intelectuales, mismas que se superaron por medio de asesoría e investigación previa.

Trabajo en equipo

Se mantuvo una comunicación constante y efectiva con el compañero de trabajo, se coordinaron actividades en las que los pudieran estar relacionados la mayor parte de tiempo.

Integridad profesional

El compromiso y responsabilidad por parte de los integrantes, fue bien desarrollado, se tuvo el paso firme de asistir al desarrollo de actividades del proyecto, en lapsos de tiempo asequibles para los dos integrantes. La responsabilidad y compromiso que se asumió fue en gran medida por los valores de cada uno.

Habilidades de negociación

En esta habilidad, se puso en práctica la habilidad de oral y de convencimiento, en el acercamiento IEA, se planteó sobre la mesa la idea y las ventajas que representaba este proyecto, dentro de ella el alcance económico que se tenía con el proyecto, ya que muchos componentes ya los tenía IEA en su poder, el costo que representó este proyecto fue sumamente bajo, ya que se emplearon muchas cosas en existencia.

Toma de decisiones y resolución de problemas

La decisión e iniciativa que se tomó desde el principio, fue la apertura a un nuevo camino de responsabilidad. La selección de las funciones y componentes fue siempre en función de la iniciativa propia, ligada a la experiencia de los creadores.

Capacidad crítica

Durante el desarrollo del sistema se evaluaron distintas opciones para el desarrollo de los módulos y se eligieron las opciones más convenientes sin comprometer la experiencia del usuario.

Adaptabilidad al estilo de trabajo

Este punto forma parte sobre la disposición que se tuvo sobre a pesar de que la vida profesional e independiente del proyecto marcaron un pauta sobre coincidir en el desarrollo de las actividades.

EXPERIENCIA PERSONAL

Gabriel Jhael Santacruz Sánchez

Comparto mi experiencia durante el transcurso de este proyecto, sobre el tablero de control para para prácticas. Muchas veces creí saber ciertos procesos y desarrollos, ya que durante la teoría no sonaban tan complejos y/o tediosos al igual que en pequeñas prácticas, cosa que cambio al momento de querer completar varias funciones en un solo concentrado para alguna determinada función/es, en lo personal algunos comandos me fueron un tanto complejos analizar para poder comprender y poder plasmar la idea física y funcional en el tablero de control.

Siempre he dicho que la teoría solo es un simiento, la práctica es la verdadera estructura donde se determina equis cosa, la vida es de constante aprendizaje y este proyecto no fue la excepción, haciendo este proyecto aprendí muchas cosas, desde apartados muy básicos, como es el orden en un puesto de trabajo que es de mucha ayuda, la comunicación en equipo, marcar todo absolutamente todo en la estructura del trabajo ya que esto facilitará el trabajo, reducirá errores y ahorra tiempo, hasta redactar y dar cuerpo a la teoría.

Para mí este proyecto es bueno para el aprendizaje y comprensión escolar, ya que es muy dinámico y cuenta con accionamientos muy básicos, mismos que puedes cancelar o bien implementar alguna propuesta por el operador. El tablero cuenta con diferentes funciones, con diferentes rangos, prácticamente queda echar a volar la imaginación para hacer alguna buena práctica.

Eduardo Parra Magdaleno

Mi experiencia que tuve de este proyecto, fue las mejores en mi desarrollo profesional y académico, el área de automatización fue un nuevo mundo que termino siendo muy agradable en todas sus formas posibles, conocer software que definen las condiciones de funcionamiento de una máquina, fue una de las mejores formas de reforzar mi conocimiento técnico. Su relación tan común que existe con todas las áreas de ingeniería, hidráulica, neumática, mecánica e informática, demuestran el funcionamiento práctico que tiene el autómatas, me han hecho entender los usos eficientes y simples que representan estos sistemas. Llevar acabo conexiones eléctricas y programación de PLC, han sido actividades que me han retroalimentado, en mi desarrollo técnico profesional.

Mi otra experiencia fue en el desarrollo ergonómico en el chasis, ya que mi idea desde un principio era desconcertada sobre la comodidad que representa tener condiciones favorables de ambiente en la manipulación del tablero de control. Implementar estas condiciones de trabajo, me hicieron sentir durante su uso, bastante cómodo y amenizado. La estatura y amplitud de mis manos, no me hicieron sentir ninguna incomodidad o lastre.

Finalmente, este proyecto me ayudó bastante en la ampliación de mi conocimiento y práctica, haber tenido la oportunidad de desarrollar este proyecto fue un pilar en mi crecimiento profesional.

ANEXOS

En este apartado se anexan fotografías del montaje del tablero, así como planos eléctricos de control, potencia y el diseño estructural del chasis.

Anexos A Componentes y módulo de control

Anexos B Diagramas eléctricos de control

Anexos C Montaje del módulo (Memoria fotográfica de participantes)

Anexos D Planos del chasis

Anexos E Data Sheet de variador, sensores, PLC, etc.

Anexos A

PLC 1769L30ERM Allen
Bradley

Botonera Arranque
Reversible de motor

Contador de pulsos

Breaker y fuente de
24VDC

Boton pulsador

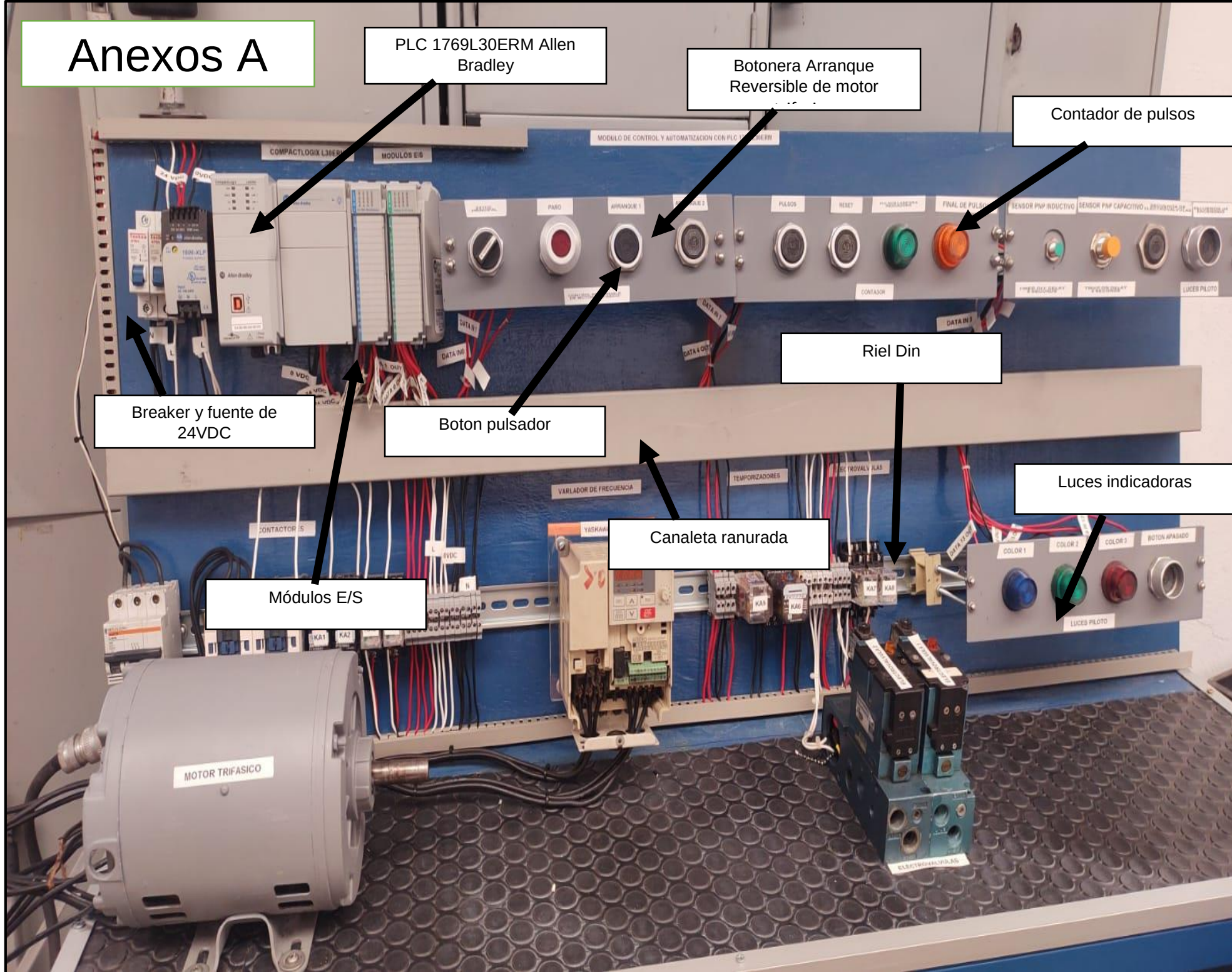
Riel Din

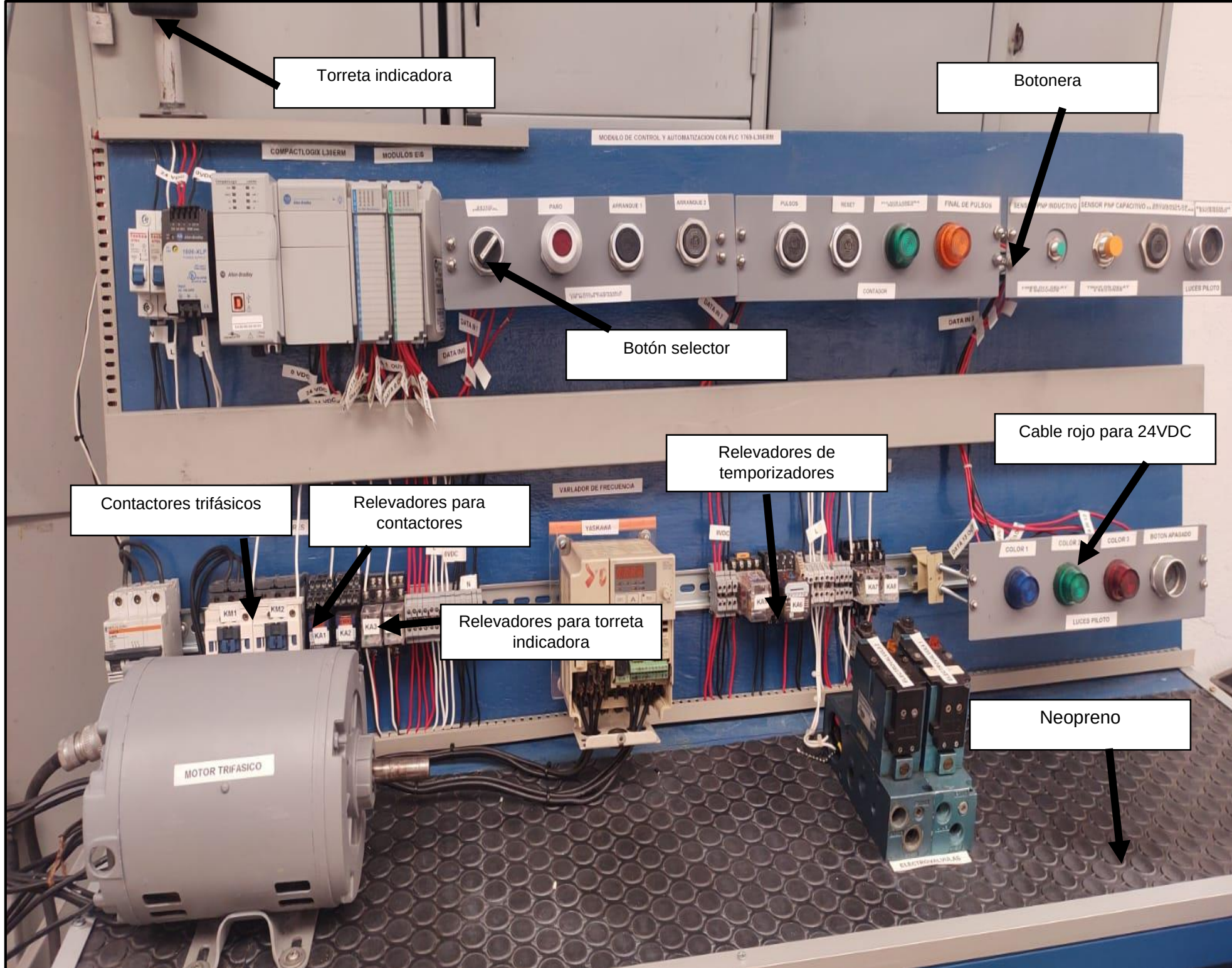
Módulos E/S

Canaleta ranurada

Luces indicadoras

MOTOR TRIFASICO





Torreta indicadora

Botonera

Botón selector

Cable rojo para 24VDC

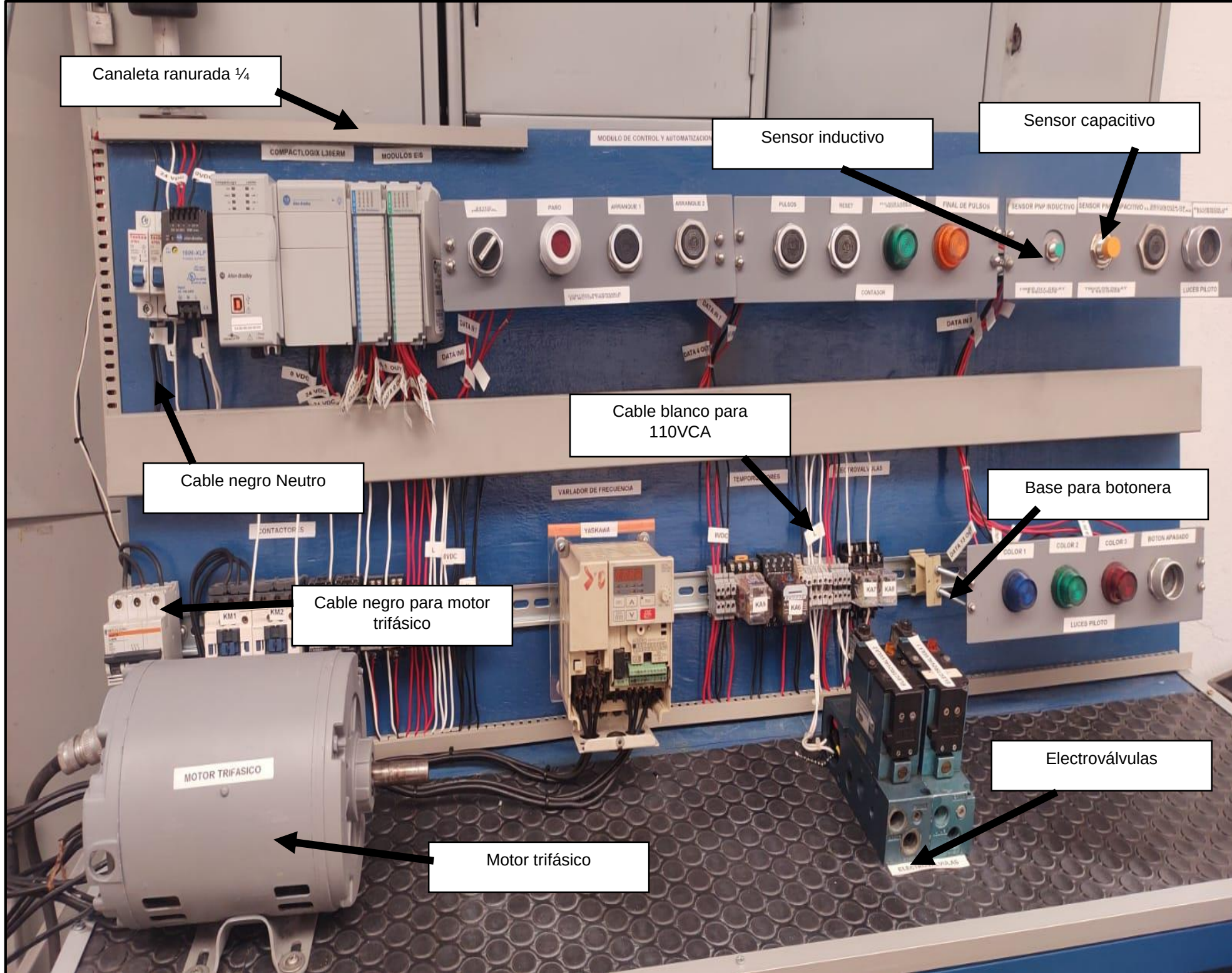
Contadores trifásicos

Relevadores para contactores

Relevadores de temporizadores

Relevadores para torreta indicadora

Neopreno



Canaleta ranurada 1/4

Sensor inductivo

Sensor capacitivo

Cable blanco para 110VCA

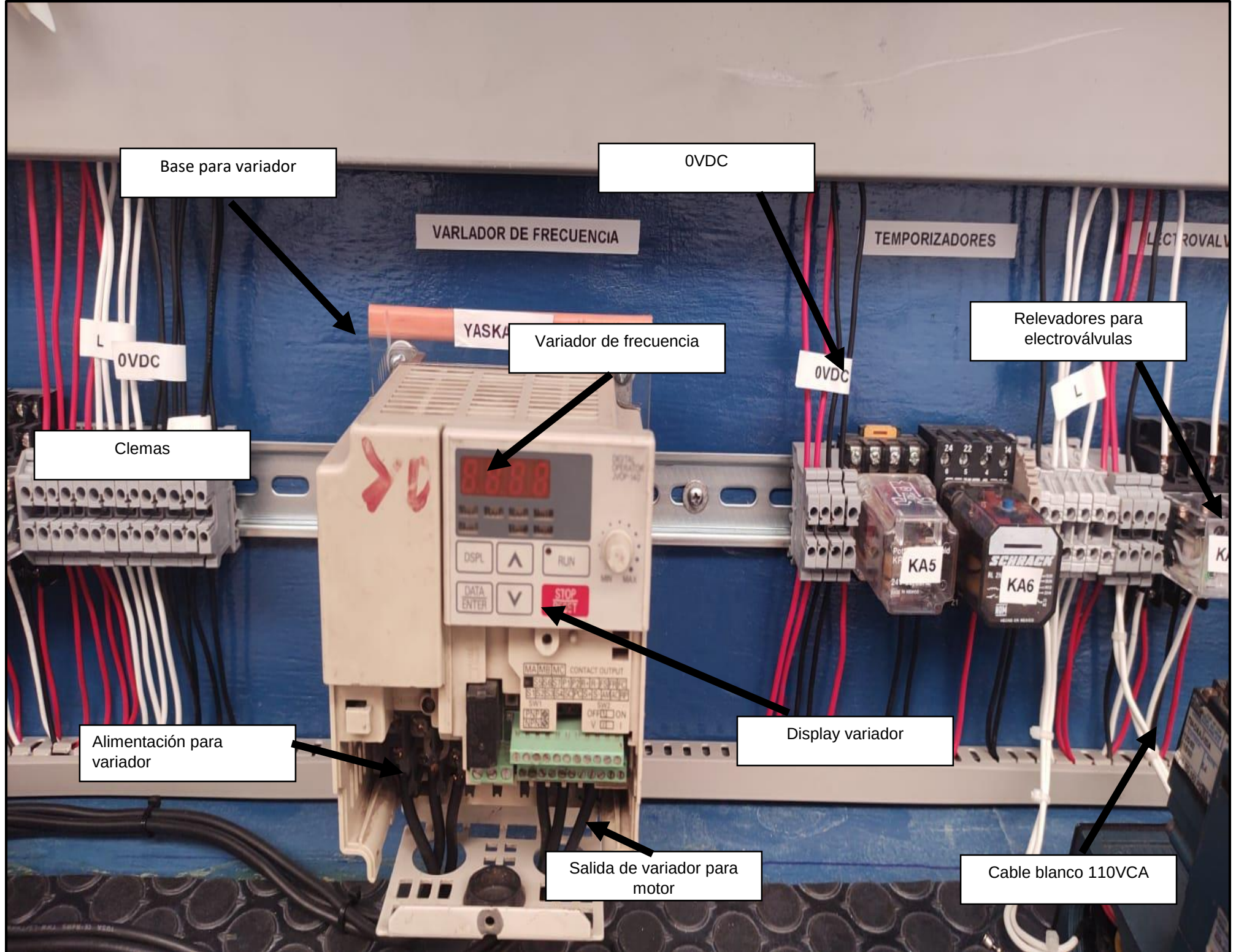
Cable negro Neutro

Cable negro para motor trifásico

Base para botonera

Electroválvulas

Motor trifásico



Base para variador

0VDC

VARLADOR DE FRECUENCIA

TEMPORIZADORES

LECTROVALV

YASKA

Variador de frecuencia

Relevadores para
electroválvulas

Clemas

0VDC

0VDC

L

Alimentación para
variador

Display variador

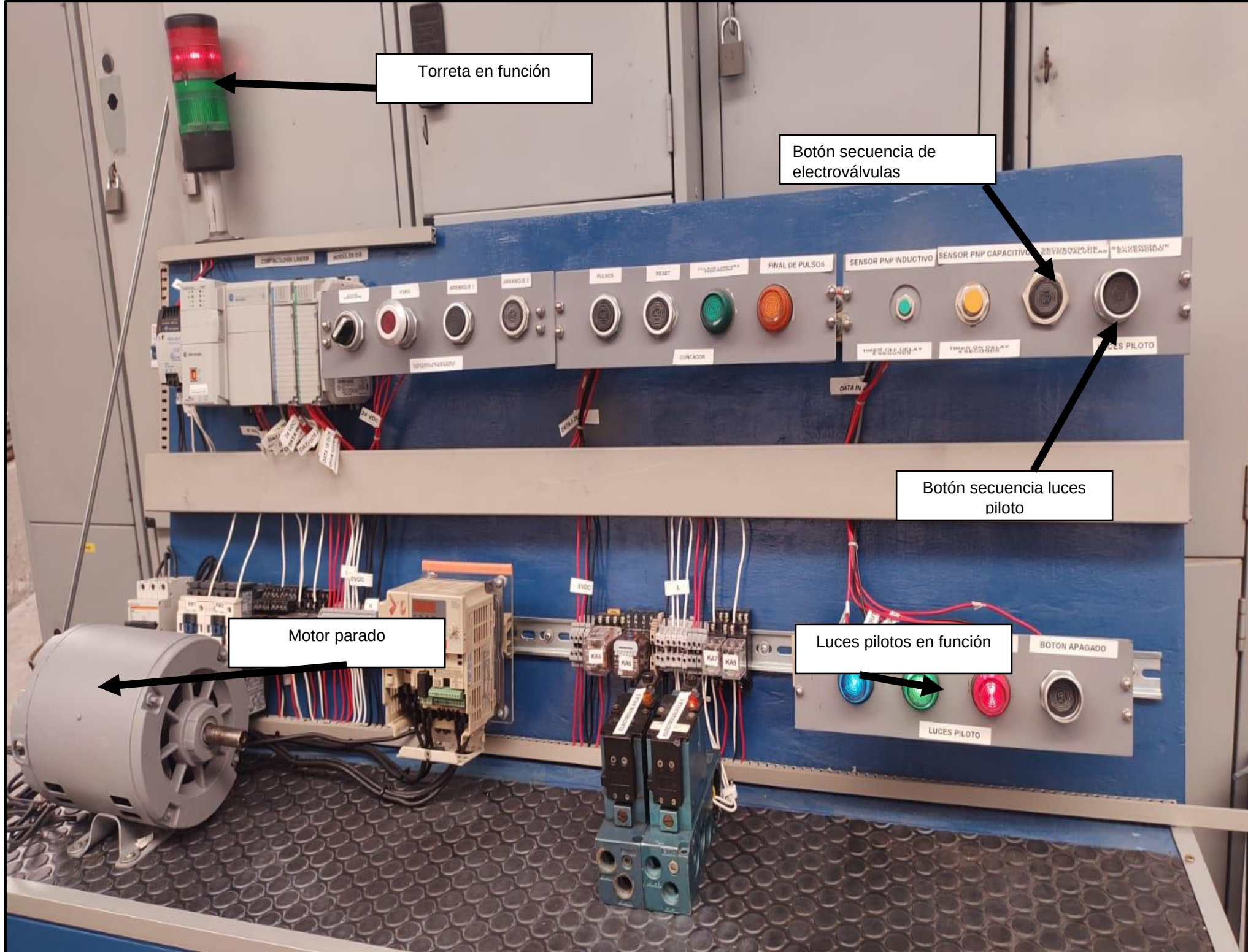
Salida de variador para
motor

Cable blanco 110VCA

KA5

KA6

KA



Torreta en función

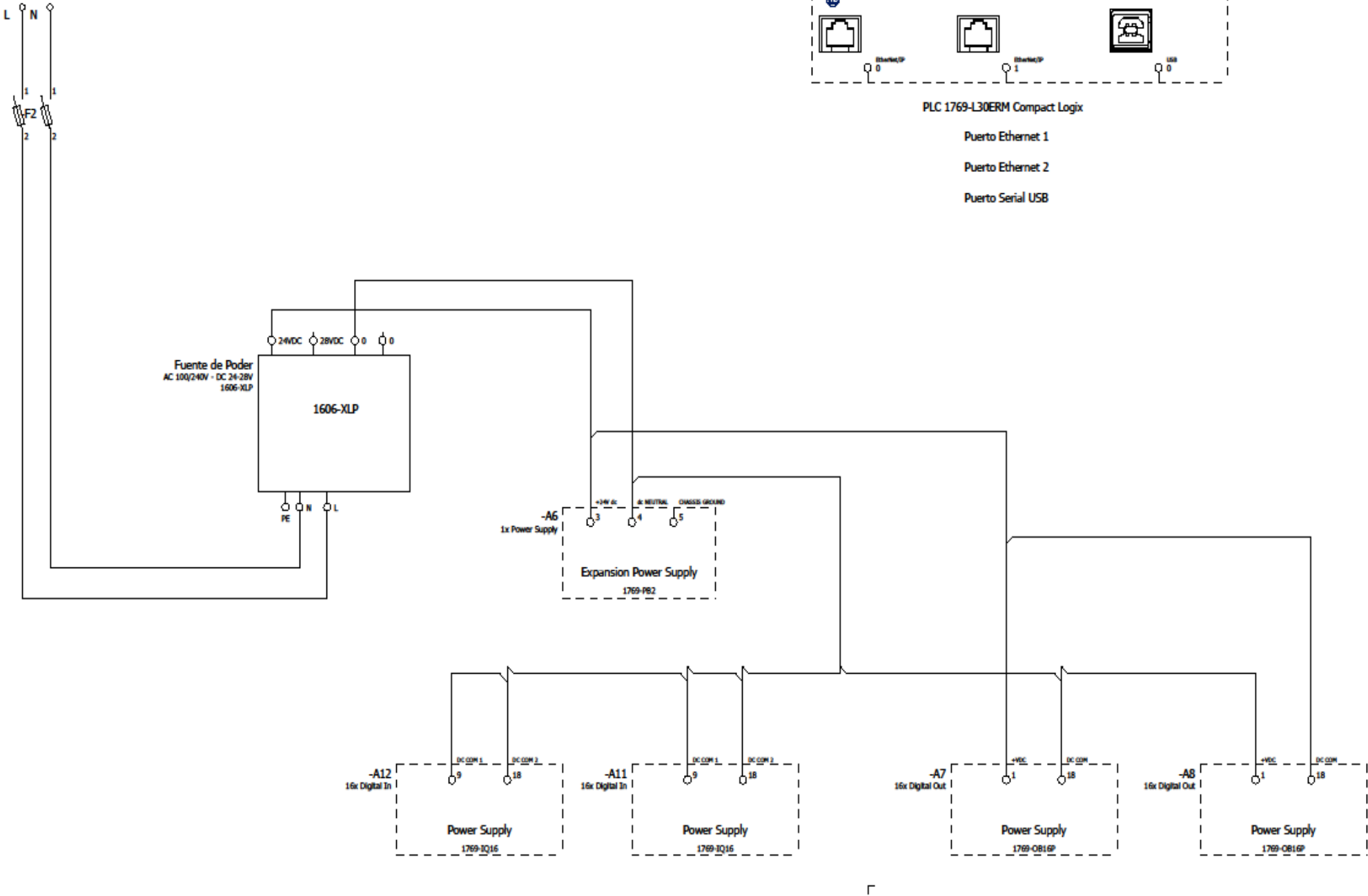
Botón secuencia de
electroválvulas

Botón secuencia luces
piloto

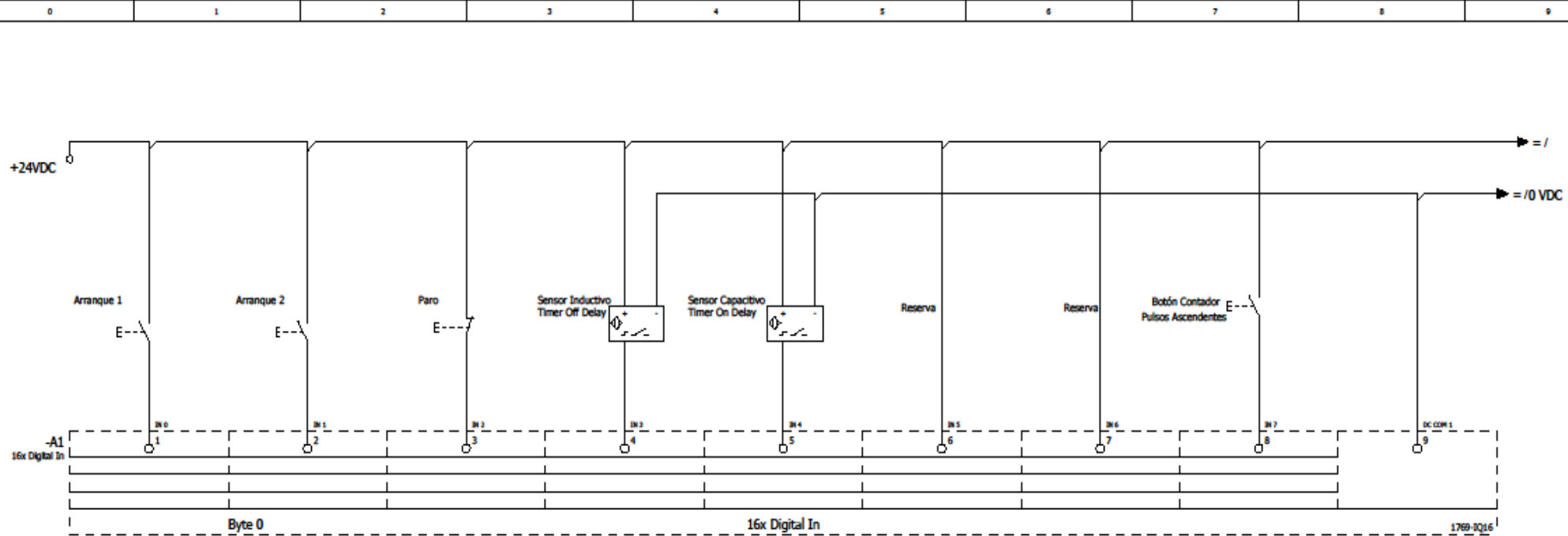
Motor parado

Luces pilotos en función

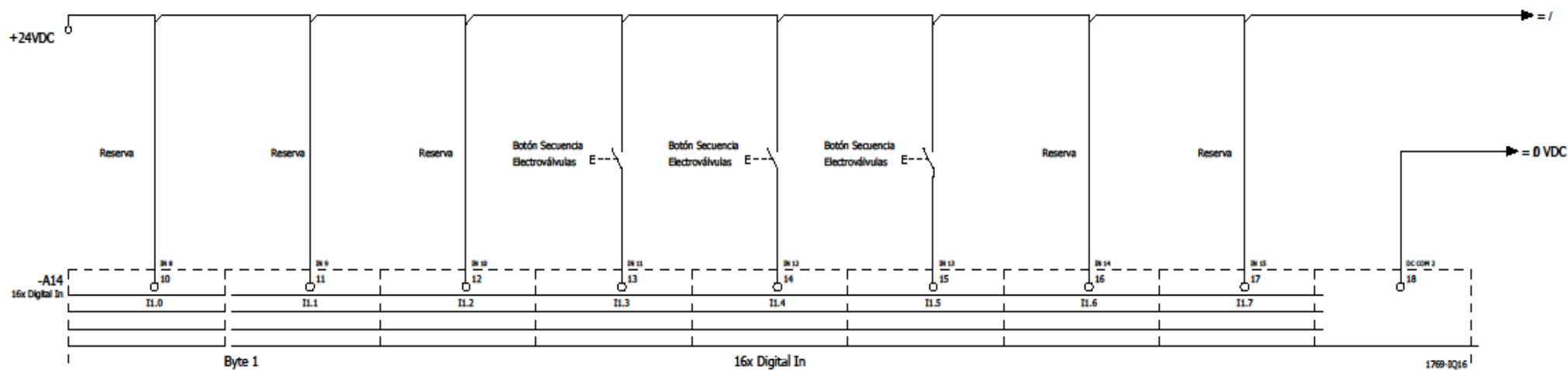
Anexos B



Fecha Final: 18/12/2022	Revisión 1: 10/01/2023	Empresa: Ingeniería Electromecánica Aplicada	Revisó: Ing. Luis Ervey Sánchez Sampedro	Módulo de control y automatización	Página 1/5
	Revisión 2: 14/02/2023				Alimentación 110VCA
	Revisión 3: 16/03/2023		Autor: Eduardo Parra Magdaleno		Y 24VDC



Módulo de Entradas 1769-IQ16 A1



Fecha Final:
18/12/2022

Revisión 1: 10/01/2023

Revisión 2: 14/02/2023

Revisión 3: 16/03/2023

IEA

Empresa:

Ingeniería Electromecánica Aplicada

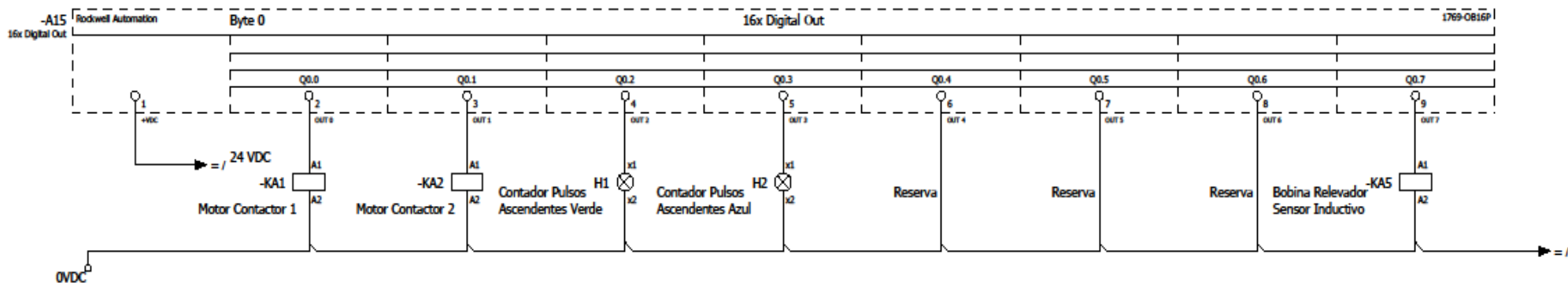
Revisó: Ing. Luis Ervey Sánchez Sampedro

Autor: Eduardo Parra Magdaleno

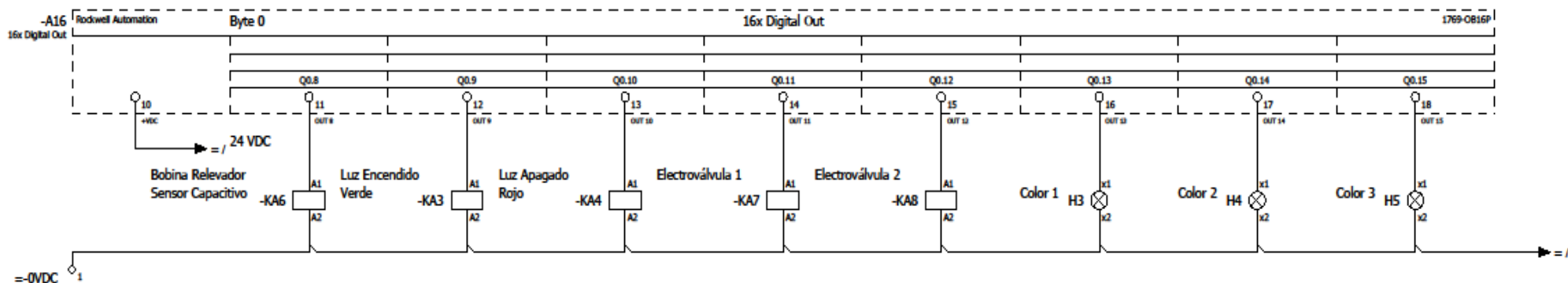
Módulo de control y
automatización

Página 2/5

Módulo de entradas
digitales Byte 0 y I



Módulo de Salidas 1769-OB16P B1



Fecha Final:
18/12/2022

Revisión 1: 10/01/2023

Revisión 2: 14/02/2023

Revisión 3: 16/03/2023

Empresa:

Ingeniería Electromecánica Aplicada

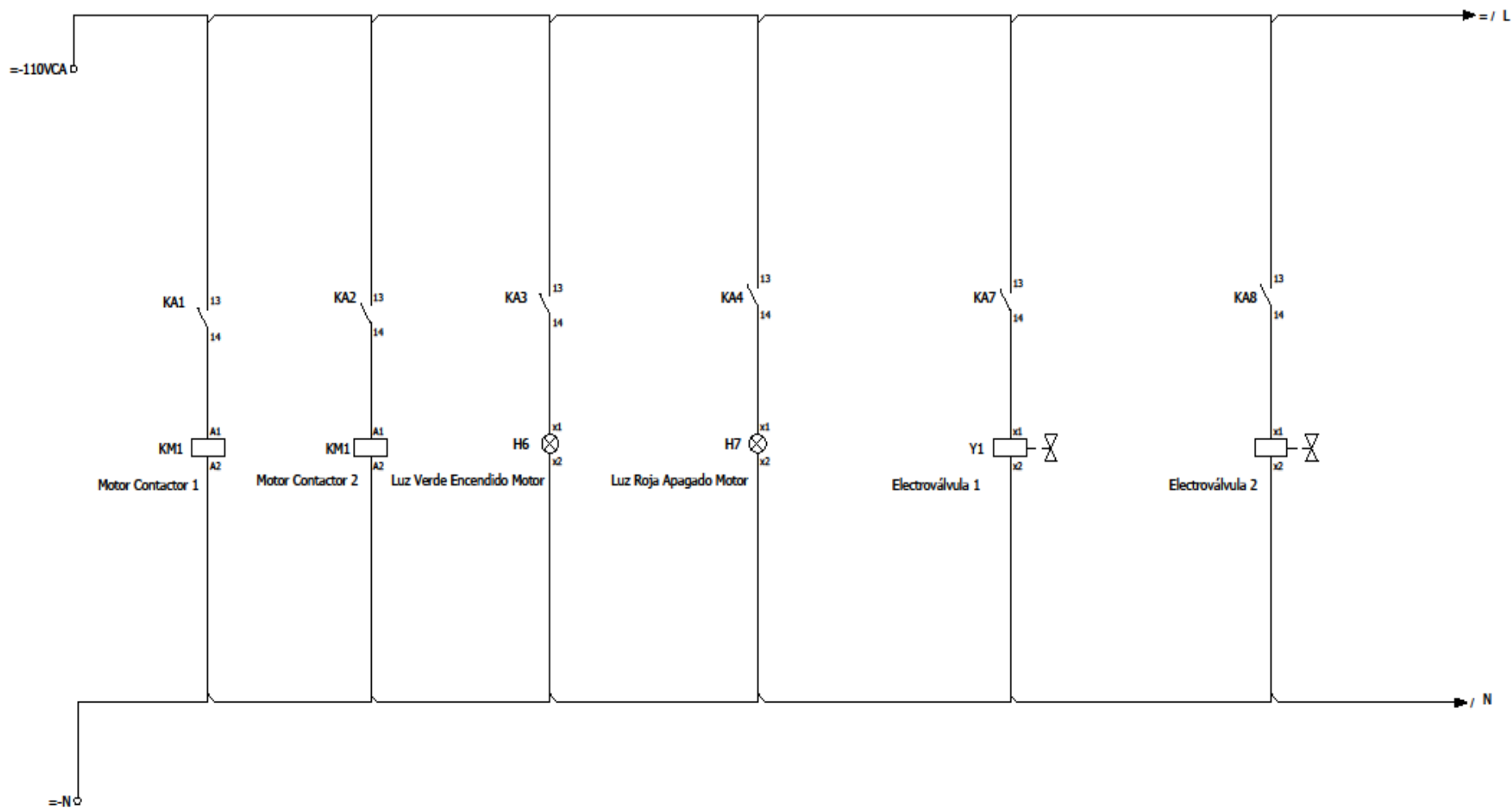
Revisó: Ing. Luis Ervey Sánchez Sampedro

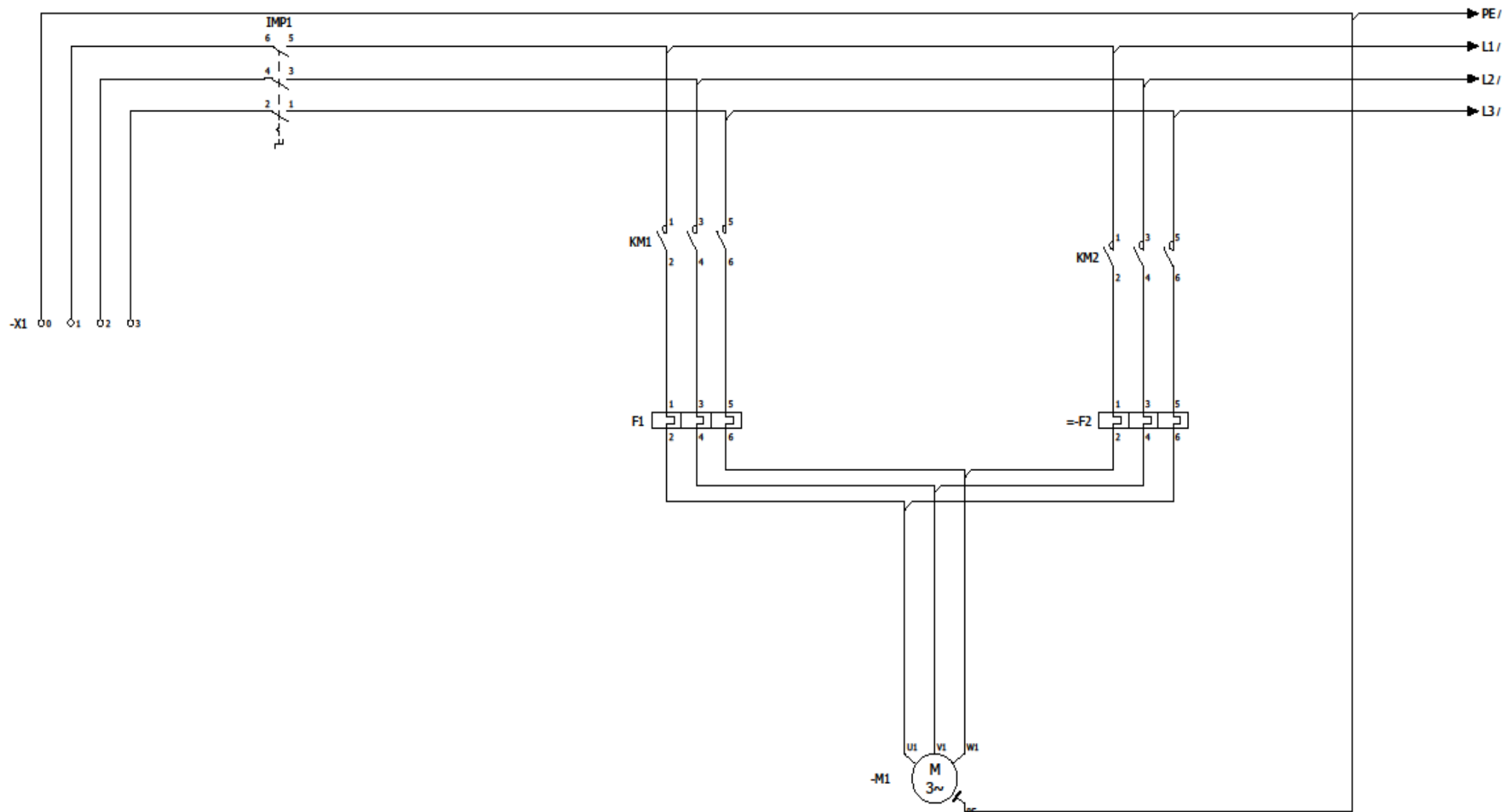
Autor: Eduardo Parra Magdaleno

Módulo de control y
automatización

Página 3/5

Módulo de salidas
digitales Byte 0 y 1





Fecha Final:
18/12/2022

IEA

Revisión 1: 10/01/2023

Revisión 2: 14/02/2023

Revisión 3: 16/03/2023

Empresa:

Ingeniería Electromecánica Aplicada

Revisó: Ing. Luis Ervey Sánchez Sampedro

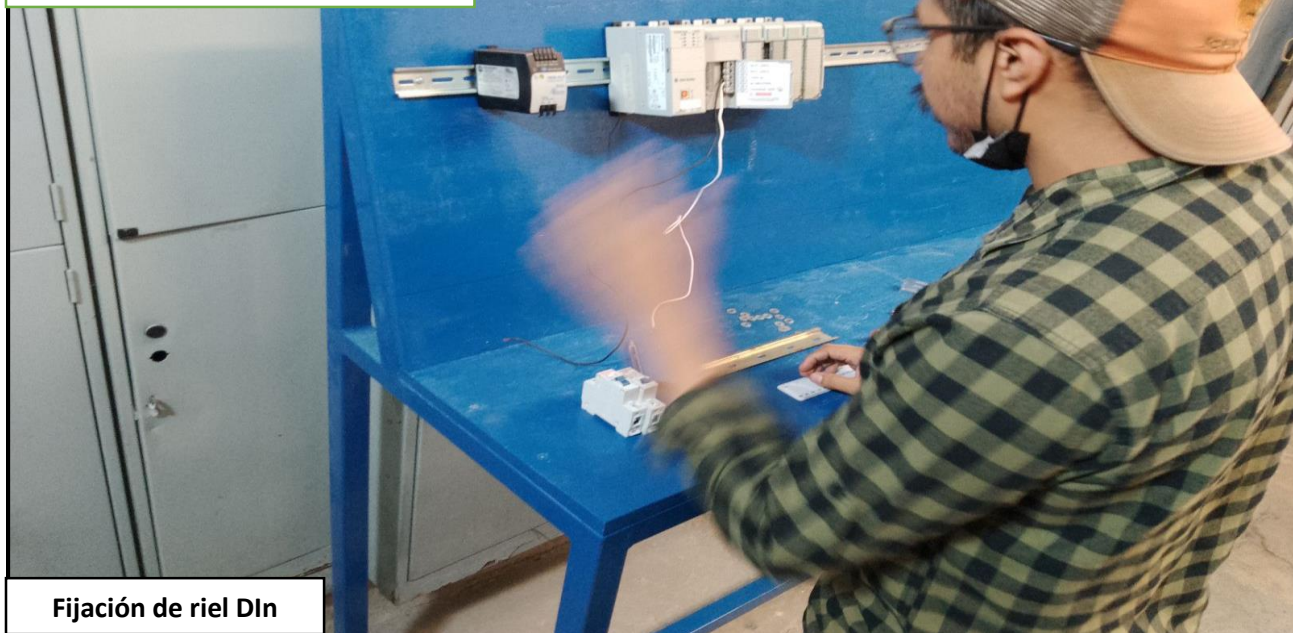
Autor: Eduardo Parra Magdaleno

Módulo de control y
automatización

Página 5/5

Circuito de potencia
trifásico

Anexos C



Fijación de riel DIN



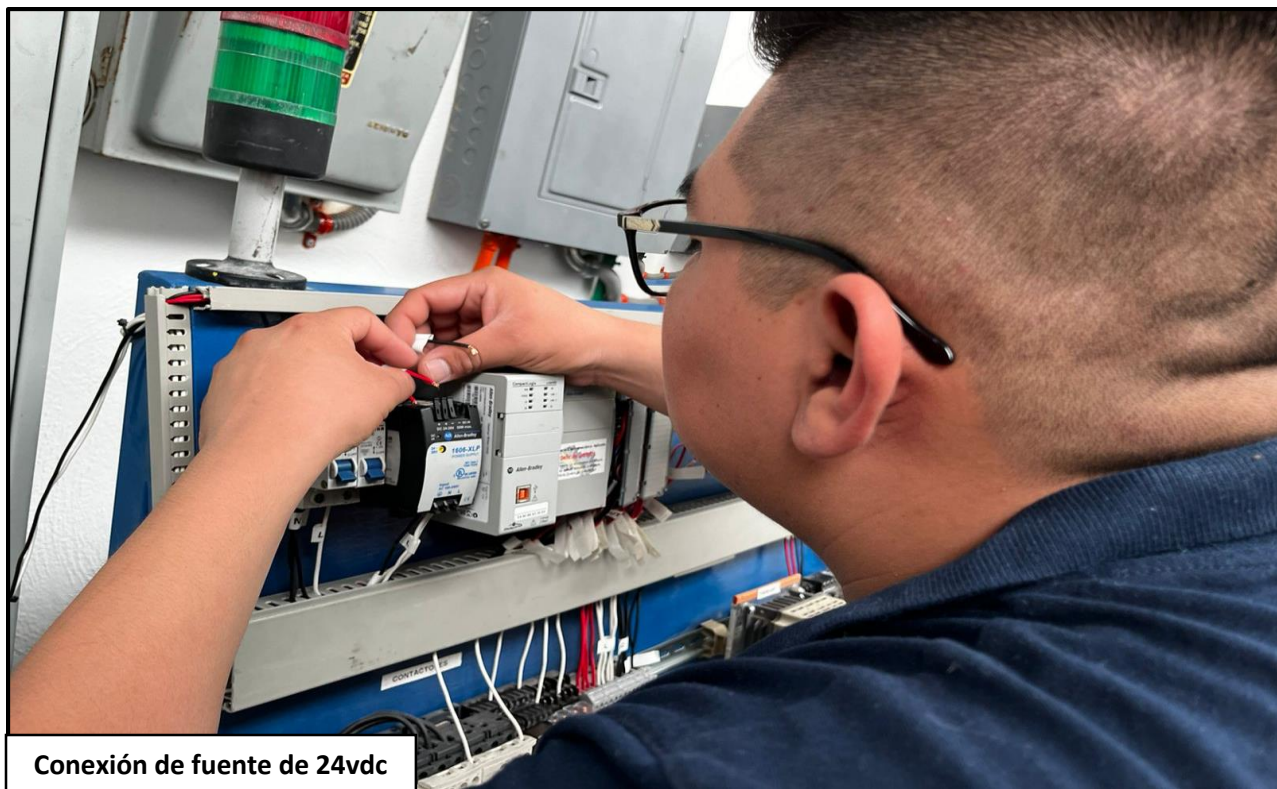
Lijar material



Recubrimiento de chasis



Recubrimiento de chasis



Conexión de fuente de 24vdc



Fijación de motor trifásico



Fijación de motor trifásico



Fijación de canaleta ranurada





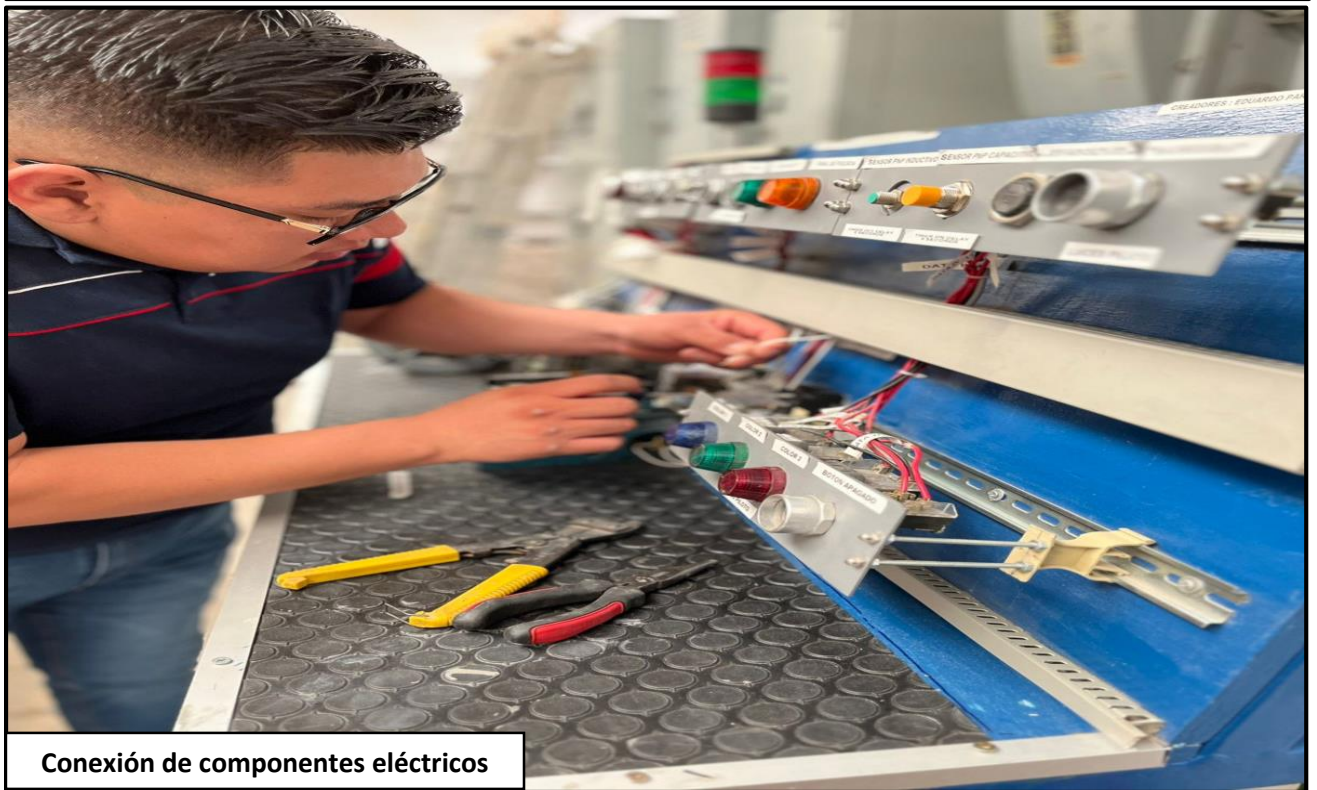
Corte de riel DIn



Fijación de neopreno



Conexión de componentes eléctricos



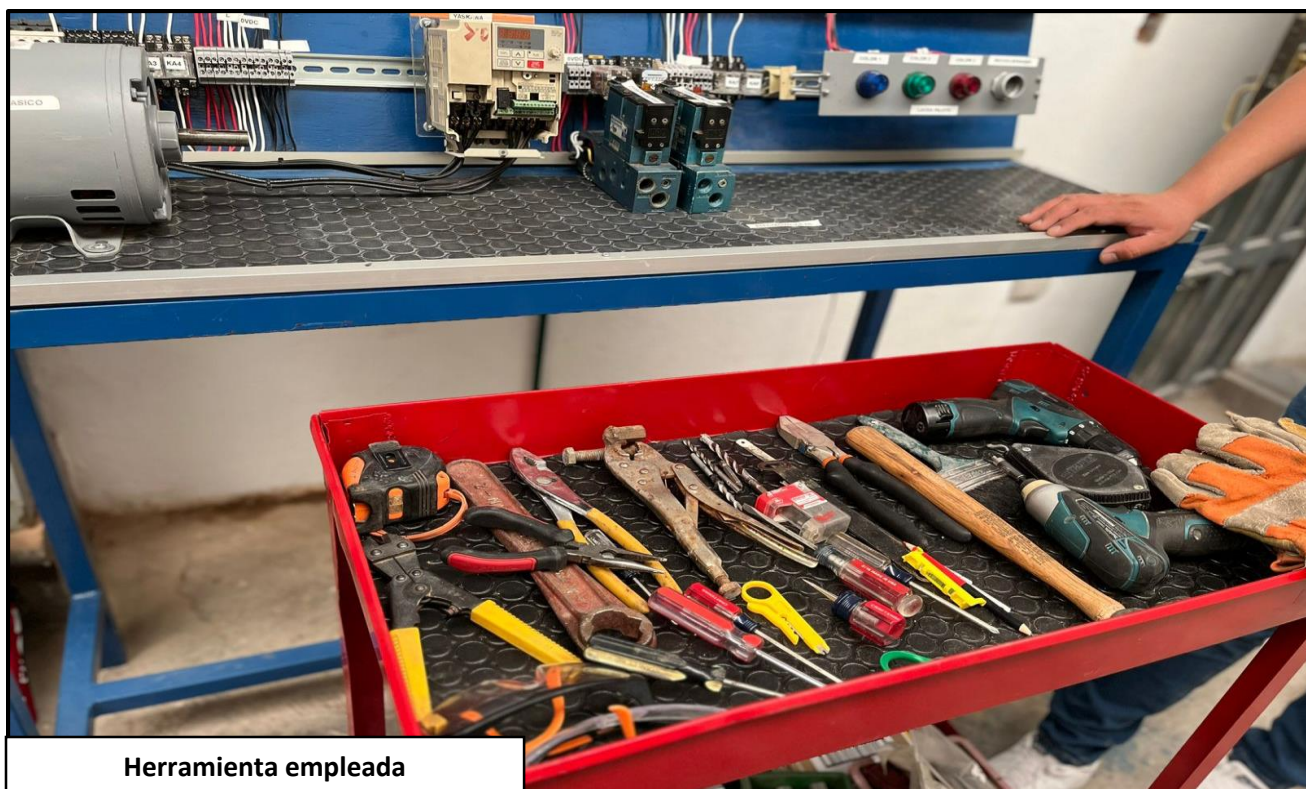
Conexión de componentes eléctricos



Conexión de componentes eléctricos



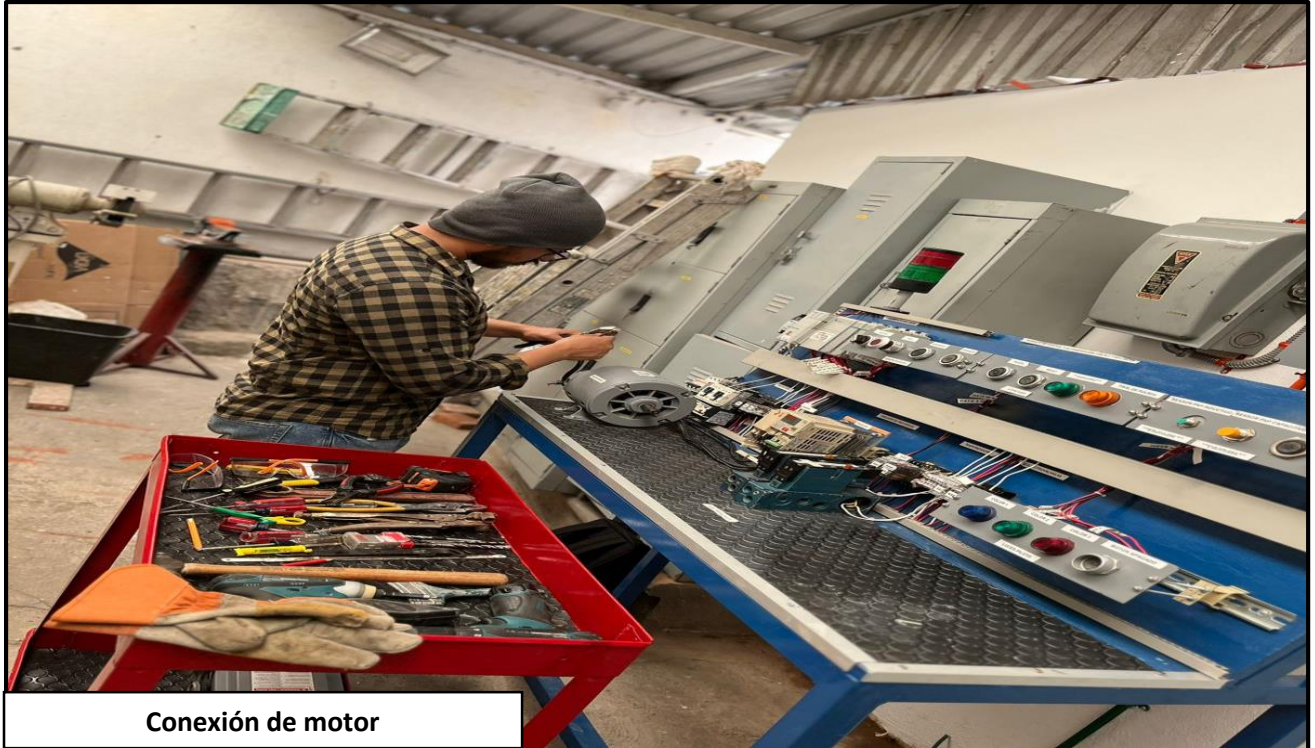
Conexión de componentes eléctricos



Herramienta empleada



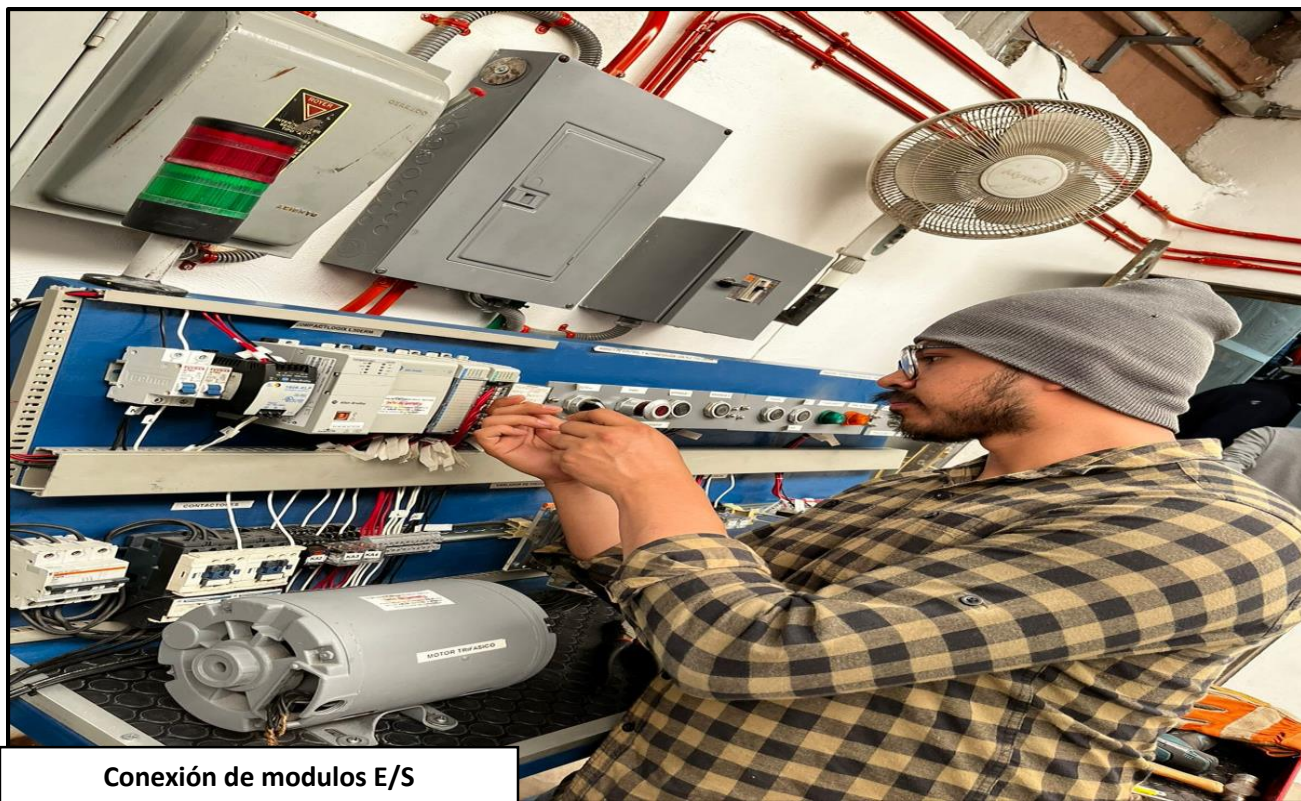
Herramienta empleada



Conexión de motor

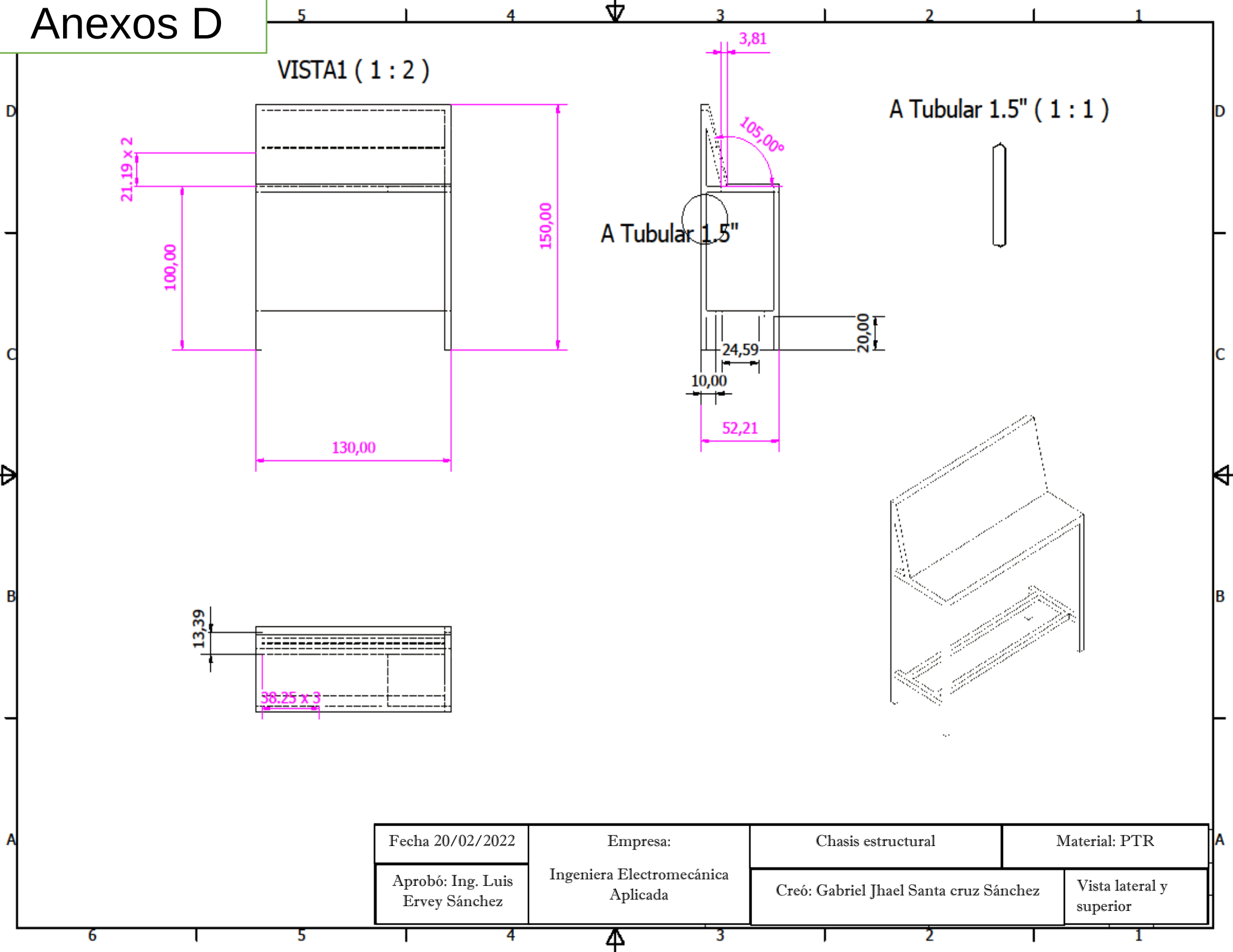


Conexión de motor

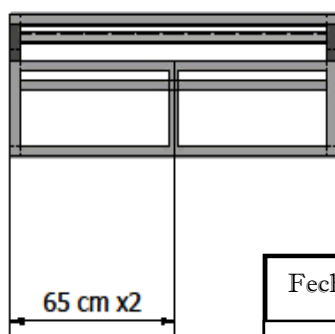
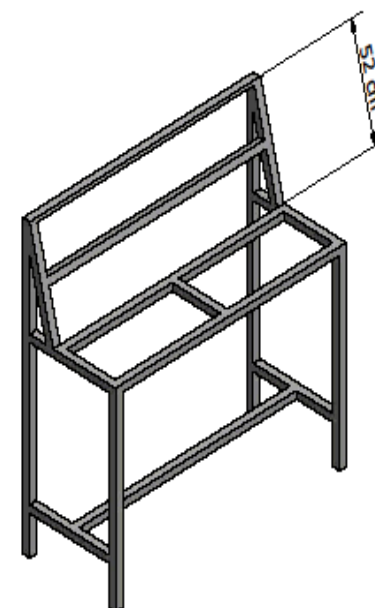
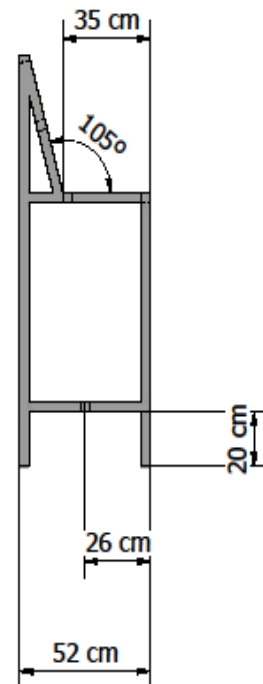
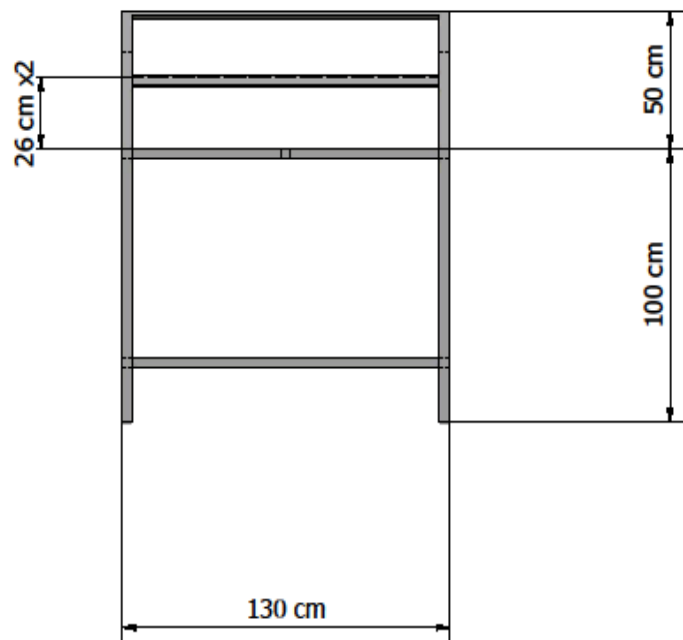


Conexión de módulos E/S

Anexos D



Fecha 20/02/2022	Empresa:	Chasis estructural	Material: PTR
Aprobó: Ing. Luis Ervey Sánchez	Ingeniera Electromecánica Aplicada	Creó: Gabriel Jhael Santa cruz Sánchez	Vista lateral y superior



Fecha 20/02/2022	Empresa:	Chasis estructural	Material: PTR
Aprobó: Ing. Luis Ervey Sánchez	Ingeniera Electromecánica Aplicada	Creó: Gabriel Jhael Santa cruz Sánchez	Vista lateral y superior

Sensores de proximidad SMT-8G, para ranura en T



Hoja de datos: sensor magnetoresistivo

Función

PNP, contacto normalmente abierto, con cable trifilar



- Principio de medición magnetoresistivo
- Encajable a lo largo de la ranura
- La forma constructiva es óptima para la detección de la posición de la pinza

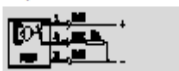


SMT-8G...OE

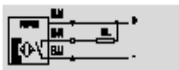


SMT-8G...M

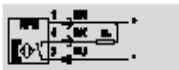
PNP, contacto n. a., con conector tipo clavija



NPN, contacto normalmente abierto, con cable trifilar



NPN, contacto n. a., con conector tipo clavija



Especificaciones técnicas generales	
Diseño	Para ranura en T
Norma en la que se basa	EN 60947-5-2
Certificación	cULus - Listed (UL)
Markado CE (consultar declaración de conformidad)	Según la directiva europea CEM
Nota sobre el material	Sin cobre ni PTFE
	Conformidad con RoHS

Señal de entrada / elemento de medición	
Principio de medición	Magnetoresistivos
Temperatura ambiente	[°C] -20 ... +70

Salida de conmutación	PNP	NPN
Función del elemento de conmutación	Contacto normalmente abierto	
Corriente máxima de salida	[mA]	100
Potencia máx. de conmutación CC	[W]	2,8

Salida, más datos	
Anticortocircuito	Sincronizado
Resistencia a sobrecarga	SI

Sensores de proximidad SME-8-FM, para ranura en T

Hoja de datos: Reed magnético

FESTO

Función

Contacto n.a., con cable trifilar



Contacto n.a., con cable bifilar



• Principio de medición magnético

Reed

• Montaje en la ranura desde la parte superior



SME-8-FM-05



SME-8-FM-2S

Especificaciones técnicas generales

Diseño	Para ranura en T
Norma en la que se basa	EN 60947-5-2
Certificación	Marca registrada ROM
Marcado CE (consultar declaración de conformidad)	Según la directiva europea CEM
Nota sobre el material	Sin cobre ni PIFE Conformidad con RoHS

Señal de entrada / elemento de medición

Principio de medición	Magnéticos Reed
Temperatura ambiente [°C]	-10 ... +60

Salida de conmutación

Tipo	SME-8-FM-05	SME-8-FM-2S
Salida de conmutación	Con contacto bipolar	
Función del elemento de conmutación	Contacto normalmente abierto	
Corriente máxima de salida [mA]	100	
Potencia máx. de conmutación CA [VA]	3	
Potencia máx. de conmutación CC [W]	3	

Salida, más datos

Anticorrosión	No
Resistencia a sobrecarga	No existe

Eléctrica

Tensión de funcionamiento [V AC]	10 ... 30
Tensión de funcionamiento [V DC]	10 ... 30

Electromecánica

Tipo	SME-8-FM-05	SME-8-FM-2S
Conexión eléctrica	Cable trifilar	Cable bifilar
Sentido de la salida de la conexión	longitudinal	
Condiciones para las pruebas con cables	Condiciones de las pruebas, sobre demanda	
Longitud del cable [m]	1	
Características del cable	Estándar	
Información sobre el material: cubierta aislante del cable	PVC	

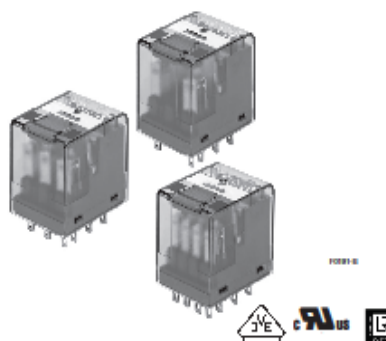
Parte mecánica

Tipo	SME-8-FM-05	SME-8-FM-2S
Tipo de fijación	Atornillamiento	
Montaje en la ranura desde la parte superior	Montaje en la ranura desde la parte superior	
Información sobre el material de la carcasa	PA	

Miniature Relay PT

- 2 pole 12A, 3 pole 10A or 4 pole 6A, 2, 3 or 4 form C (CO) contacts
- DC or AC coil
- Switching performance up to 3000VA
- Relay height 29mm
- Mechanical indicator, optional LED and protection diode
- Manual test tab, optionally lockable
- White marking tabs

Typical applications
Universal use in control and automation

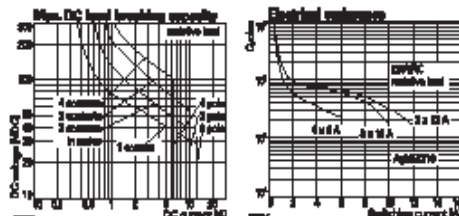


Approvals

VDE Cert. No. 40009108, UL E214025, Lloyds 00/20059
Technical data of approved types on request

Contact Data	PT2	PT3	PT5
Contact arrangement	2 form C 2 CO	3 form C 3 CO	4 form C 4 CO
Rated voltage		240VAC	
Max. switching voltage	400VAC	400VAC	240VAC
Rated current	12A	10A	6A
Limiting making current, max. 20ms	24A	20A	12A
Limiting breaking current	12A	10A	6A
Limiting short-time current		300A/30ms	
Switching power	3000VA	2500VA	1500VA
Contact material	AgNi90/10, AgNi90/10 gold plated		
Min. recommended contact load	12V at 10mA gold plated: 20mV at 1mA 30mV at 100mA/6VDC		
Initial voltage drop			
Frequency of operation with/without load	360/36000h ⁻¹		
Operate time typ., DC coil	15ms		
Release time typ., DC coil, without/with PD	10/18ms		
Bounce time typ., DC coil, form A/form B	6/8ms		

Contact ratings				
Type	Contact	Load	Cycles	
IEC 61810				
PT 2 DC/AC coil	C (CO)	12A, 250VAC, $\cos\phi=1$, 70°C	70x10 ³	
PT 2 DC/AC coil	A (NO) of C (CO)	9A, 250VAC, $\cos\phi=1$, 80°C	150x10 ³	
PT 2 DC/AC coil	A (NO) of C (CO)	4A, 250VAC, $\cos\phi=1$, 80°C	300x10 ³	
PT 3 DC/AC coil	C (CO)	10A, 250VAC, $\cos\phi=1$, 70°C	100x10 ³	
PT 5 DC/AC coil	C (CO)	6A, 250VAC, $\cos\phi=1$, 70°C	100x10 ³	



Contact Data (continued)

Contact ratings	Type	Contact	Load	Cycles
UL 508				
PT 2 C (CO)			12A, 250VAC, general purpose, 70°C	6.000
PT 2 C (CO)			12A, 250VAC, resistive, 70°C	100x10 ³
PT 2 A (NO) of C (CO)			12A, 250VAC, resistive, 70°C	100x10 ³
PT 2 A (NO) of C (CO)			12A, 250VAC, resistive, 70°C	100x10 ³
PT 3 C (CO)			10A, 250VAC, general purpose, 70°C	6.000
PT 3 C (CO)			10A, 250VAC, resistive, 70°C	100x10 ³
PT 3 A (NO) of C (CO)			10A, 250VAC, resistive, 70°C	100x10 ³
PT 3 B (NC) of C (CO)			10A, 250VAC, resistive, 70°C	100x10 ³
PT 5 C (CO)			6A, 250VAC, general purpose, 70°C	6.000
PT 5 C (CO)			6A, 250VAC, resistive, 70°C	100x10 ³
PT 5 A (NO) of C (CO)			6A, 250VAC, resistive, 70°C	100x10 ³
PT 5 B (NC) of C (CO)			6A, 250VAC, resistive, 70°C	100x10 ³
EN60947-4-1				
PT 2 A (NO) of C (CO)			400VAC, 3,75A, AC3, opposite polarity, 70°C	
PT 2 A (NO) of C (CO)			230VAC, 1,7A, ACSb (400W lamp load), opposite polarity, 70°C	
PT 3 A (NO) of C (CO)			250VAC, 2A, AC3, opposite polarity 70°C	
PT 3 A (NO) of C (CO)			230VAC, 1,7A, ACSb (400W lamp load), opposite polarity, 70°C	
PT 5 A (NO) of C (CO)			250VAC, 3A, AC3, same polarity 70°C	
PT 5 A (NO) of C (CO)			230VAC, 1,7A, ACSb (400W lamp load), same polarity, 70°C	

Mechanical endurance	
DC coil	30x10 ⁶ operations
AC coil	20x10 ⁶ operations

Coil Data

Coil voltage range	6 to 220VDC 6 to 230VAC
Operative range, IEC 61810	
DC coil, AC-coil 50Hz	2
AC coil 60 Hz at 70°C	90..110% of rated voltage
Coil insulation system according UL	class 155 (F)

Miniature Relay PT (Continued)

Coil Data (continued)

Coil versions, DC coil, standard

Coil code	Rated voltage VDC	Operate voltage VDC	Release voltage VDC	Coil resistance $\Omega \pm 10\%$ ¹⁾	Rated coil power mW
008	6	4.5	0.6	48	750
012	12	9.0	1.2	192	750
024	24	18.0	2.4	777	741
048	48	36.0	4.8	3072	750
080	80	45.0	6	4845 ¹⁾	743
110	110	82.5	11	16133 ²⁾	750
220	220	165.0	22	64533 ²⁾	750

Coil versions, DC coil with bipolar LED or LED and protection diode

Coil code	Rated voltage VDC	Operate voltage VDC	Release voltage VDC	Coil resistance $\Omega \pm 10\%$ ¹⁾	Rated coil power mW
L06 LA6	6	4.5	0.6	48	750+3.5
L12 LB2	12	9.0	1.2	192	750+10
L24 LC4	24	18.0	2.4	777	741+18
L48 LE8	48	36.0	4.8	3072	750+38
L60 LG0	60	45.0	6.0	4845 ¹⁾	743+56
M10 MB0	110	82.5	11.0	16133 ²⁾	750+96.5
N20 NC0	220	165.0	22.0	64533 ²⁾	750+202.5

1) Coil resistance $\pm 12\%$, 2) Coil resistance $\pm 15\%$.

3) Protection diode PD3, standard polarity: +A/-A2

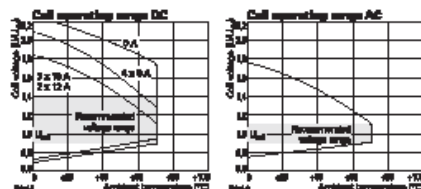
All figures are given for coil without pre-energization, at ambient temperature $+23^\circ\text{C}$

Coil versions, AC coil, 50/60Hz

Coil code	Rated voltage VAC	Operate voltage 50/60Hz VAC	Release voltage 50/60Hz VAC	Coil resistance $\Omega \pm 10\%$ ¹⁾	Rated coil power 50/60Hz VA
508 R08	6	4.8/5.4	1.8	11	1.0/0.85
512 R12	12	9.6/10.8	3.6	48	1.0/0.85
524 R24	24	19.2/21.6	7.2	192	1.0/0.79
548 R48	48	38.4/43.2	14.4	777	1.0/0.87
560 R60	60	48.0/54.0	18.0	1306	1.0/0.87
615 S15	115	92.0/103.5	34.5	4845 ¹⁾	1.0/0.86
730 T30	230	184/207	69.0	19465 ²⁾	1.0/0.90

1) Coil resistance $\pm 12\%$, 2) Coil resistance $\pm 15\%$

All figures are given for coil without pre-energization, at ambient temperature $+23^\circ\text{C}$



Insulation Data PT2 PT3 PT5

Initial dielectric strength			
between open contacts	1200V _{rms}	1200V _{rms}	1200V _{rms}
between contact and coil	2500V _{rms}	2500V _{rms}	2500V _{rms}
between adjacent contacts	2500V _{rms}	2500V _{rms}	2000V _{rms}
Initial surge withstand voltage between contact and coil	5000V (1.2/50μs)		
Clearance/creepage			
between contact and coil	≥4/4mm	≥4/4mm	≥4/4mm
between adjacent contacts	≥3.5/3.5mm	≥2.6/3.5mm	≥1.8/3.5mm
Material group of insulation parts	IIIa		

Other Data

Material compliance: EU RoHS/ELV, China RoHS, REACH, Halogen content refer to the Product Compliance Support Center at www.te.com/customer-support/rohs-support-center

Ambient temperature	-40 to $+70^\circ\text{C}$
Cold storage, IEC 60068-2-1	$-40^\circ\text{C}/16\text{h}$
Dry heat, IEC 60068-2-2	$85^\circ\text{C}/16\text{h}$
Category of environmental protection IEC 61810	RTII - flux proof
Vibration resistance (functional), form A (NO)/form B (NC)	7/4g
Shock resistance (functional), form A (NO)/form B (NC)	20/5g
Terminal type	PCB-THT, plug in quick-connect
Cover retention, pull/push force	100/100N
Weight	30g
Mounting distance, for mounting on PCB	5mm
Resistance to soldering heat THT IEC 60068-2-20	$270^\circ\text{C}/10\text{s}$
Packaging unit	10/250pcs.

Accessories

For details see datasheet Accessories Miniature Relay PT

Note: indicated contact ratings and electrical endurance data for direct wiring of relays (according IEC 61810-1); for relays mounted on sockets deratings may apply.

Product Sets

Complete sets consisting of a relay mounted on a socket see Package PT

3

Miniature Relay PT (Continued)

Product code structure

Typical product code **PT 5 7 0 730**

Type	PT Miniature Relay PT
Contact arrangement	2 2 form C contacts (2 CO contacts) 3 3 form C contacts (3 CO contacts) 5 4 form C contacts (4 CO contacts)
Contact material	7 AgNi 90/10, with test button 8 AgNi 90/10 gold plated, with test button 2 AgNi 90/10, without test button 3 AgNi 90/10 gold plated, without test button
Version	0 Standard, 2.8mm quick connect term. 1 PCB terminals
Coil	Coil code: please refer to coil versions table Other types on request

Product code	Cont. Config.	Cont. material	Version	Coil	Coil	Part number
PT270024	2 form C	AgNi 90/10	AMP 2.8	DC coil	24VDC	4-1419111-2
PT270624	2 CO contacts	test button	connectors	AC coil	24VAC	4-1419111-8
PT270615					115VAC	5-1419111-0
PT270730					230VAC	5-1419111-1
PT270L24				DC coil+LED	24VDC	9-1415001-1
PT270R24				AC coil+LED	24VAC	1415002-1
PT270S15					115VAC	2-1415039-1
PT270T30					230VAC	3-1415002-1
PT271024			PCB terminals	DC coil	24VDC	5-1419111-3
PT271524				AC coil	24VAC	5-1419111-6
PT271615					115VAC	4-1419135-0
PT271730					230VAC	5-1419111-8
PT370024	3 form C	AgNi 90/10	AMP 2.8	DC coil	24VDC	6-1419111-1
PT370624	3 CO contacts	test button	connectors	AC coil	24VAC	6-1419111-6
PT370615					115VAC	6-1419111-8
PT370730					230VAC	6-1419111-9
PT370L24				DC coil+LED	24VDC	5-1415002-1
PT370R24				AC coil+LED	24VAC	7-1415002-1
PT370S15					115VAC	9-1415039-1
PT370T30					230VAC	9-1415002-1
PT371024			PCB terminals	DC coil	24VDC	7-1419111-1
PT371524				AC coil	24VAC	7-1419111-3
PT371615					115VAC	1393154-8
PT371730					230VAC	7-1419111-5
PT570024	4 form C	AgNi 90/10	AMP 2.8	DC coil	24VDC	1-1393154-2
PT570624	4 CO contacts	test button	connectors	AC coil	24VAC	8-1419111-7
PT570615					115VAC	9-1419111-0
PT570730					230VAC	9-1419111-1
PT570L24				DC coil+LED	24VDC	6-1415001-1
PT570LC4				DC coil+LED+PD	24VDC	7-1415541-0
PT570R24				AC coil+LED	24VAC	7-1415001-1
PT570S15					115VAC	7-1415003-1
PT570T30					230VAC	8-1415001-1
PT571024			PCB terminals	DC coil	24VDC	9-1419111-3
PT571524				AC coil	24VAC	9-1419111-6
PT571615					115VAC	1-1393154-5
PT571730					230VAC	9-1419111-8
PT580024		AgNi 90/10	AMP 2.8	DC coil	24VDC	1-1393154-7
PT580624		gold plated	connectors	AC coil	24VAC	2-1393154-1
PT580730		test button			230VAC	2-1393154-2
PT580L24				DC coil+LED	24VDC	5-1415026-1
PT580R24				AC coil+LED	24VAC	6-1415026-1
PT580T30					230VAC	7-1415026-1
PT581024			PCB terminals	DC coil	24VDC	7-1419135-2
PT581730				AC coil	230VAC	2-1393154-3

1.2 Model Number and Nameplate Check

Please perform the following tasks after receiving the drive:

- Inspect the drive for damage.
- If the drive appears damaged upon receipt, contact the shipper immediately.
- Verify receipt of the correct model by checking the information on the nameplate.
- If you have received the wrong model or the drive does not function properly, contact your supplier.

◆ Nameplate

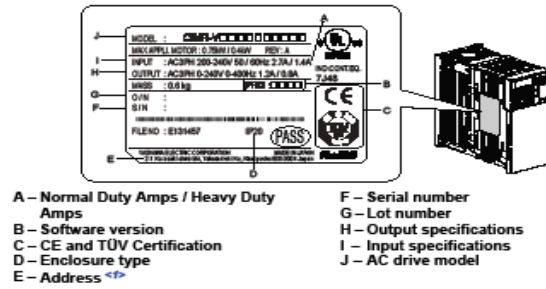
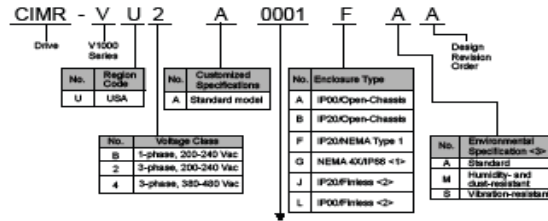


Figure 1.1 Nameplate Information Example

<1> The address of the head office of Yaskawa Electric Corporation (responsible for product liability) is shown on the nameplate.



<1> Refer to manual T06PCT1060635 for more information on these models.
 <2> Refer to manual T06PCT1060621 for more information on these models.
 <3> Drives with these specifications do not guarantee complete protection for the specified environmental condition.

■ Single-Phase 200 V Class

Model	Normal Duty		Heavy Duty	
	Max. Motor Capacity kW	Rated Output Current A	Max. Motor Capacity kW	Rated Output Current A
BA0001	0.2	1.2	0.1	0.8
BA0002	0.4	1.9	0.2	1.6
BA0003	0.75	3.3	0.4	3.0
BA0006	1.1	6.0	0.75	5.0
BA0010	2.2	9.6	1.5	8.0
BA0012	3.0	12.0	2.2	11.0

1.2 Model Number and Nameplate Check

Model	Normal Duty		Heavy Duty	
	Max. Motor Capacity kW	Rated Output Current A	Max. Motor Capacity kW	Rated Output Current A
BA0018 ^{<1>}	—	—	3.7	17.5

<1> Available with Heavy Duty rating only.

■ Three-Phase 200 V Class

Model	Normal Duty		Heavy Duty	
	Max. Motor Capacity kW	Rated Output Current A	Max. Motor Capacity kW	Rated Output Current A
2A0001	0.2	1.2	0.1	0.8
2A0002	0.4	1.9	0.2	1.6
2A0004	0.75	3.5	0.4	3.0
2A0006	1.1	6.0	0.75	5.0
2A0010	2.2	9.6	1.5	8.0
2A0012	3.0	12.0	2.2	11.0
2A0020	5.5	19.6	3.7	17.5
2A0030	7.5	30.0	5.5	25.0
2A0040	11	40.0	7.5	33.0
2A0056	15	56.0	11	47.0
2A0069	18.5	69.0	15	60.0

■ Three-Phase 400 V Class

Model	Normal Duty		Heavy Duty	
	Max. Motor Capacity kW	Rated Output Current A	Max. Motor Capacity kW	Rated Output Current A
4A0001	0.4	1.2	0.2	1.2
4A0002	0.75	2.1	0.4	1.8
4A0004	1.5	4.1	0.75	3.4
4A0005	2.2	5.4	1.5	4.8
4A0007	3.0	6.9	2.2	5.5
4A0009	3.7	8.8	3.0	7.2
4A0011	5.5	11.1	3.7	9.2
4A0018	7.5	17.5	5.5	14.8
4A0023	11	23.0	7.5	18.0
4A0031	15	31.0	11	24.0
4A0038	18.5	38.0	15	31.0

Note: Refer to Component Names on page 28 for differences regarding enclosure protection types and component descriptions.

1.3 Drive Models and Enclosure Types

The following table describes drive enclosures and models.

Table 1.1 Drive Models and Enclosure Types

Voltage Class	Enclosure Type		
	IP20/Open-Chassis Drive Model	IP00/Open-Chassis Drive Model	IP20/NEMA Type 1 Drive Model
Single-Phase 200 V Class	BA0001B	—	BA0001F
	BA0002B	—	BA0002F
	BA0003B	—	BA0003F
	BA0006B	—	BA0006F
	BA0010B	—	BA0010F
	BA0012B	—	BA0012F
	BA0018B	—	BA0018F
Three-Phase 200 V Class	2A0001B	—	2A0001F
	2A0002B	—	2A0002F
	2A0004B	—	2A0004F
	2A0006B	—	2A0006F
	2A0010B	—	2A0010F
	2A0012B	—	2A0012F
	2A0020B	—	2A0020F
	—	2A0030A	2A0030F
	—	2A0040A	2A0040F
	—	2A0056A	2A0056F
	—	2A0069A	2A0069F
Three-Phase 400 V Class	4A0001B	—	4A0001F
	4A0002B	—	4A0002F
	4A0004B	—	4A0004F
	4A0005B	—	4A0005F
	4A0007B	—	4A0007F
	4A0009B	—	4A0009F
	4A0011B	—	4A0011F
	—	4A0018A	4A0018F
	—	4A0023A	4A0023F
	—	4A0031A	4A0031F
	—	4A0038A	4A0038F

Two types of enclosures are offered for V1000 drives.

- IP20/Open-Chassis and IP00/Open-Chassis models are often placed inside a large enclosure panel where the front of the drive is covered to prevent someone from accidentally touching charged components.
- IP20/NEMA Type 1 models mount to an indoor wall and not inside a large enclosure panel.

Receiving

1

1.4 Component Names

This section illustrates the drive components as they are mentioned in this manual.

◆ IP20/Open-Chassis

- Single-Phase AC 200 V BA0001B to BA0003B
- Three-Phase AC 200 V 2A0001B to 2A0006B

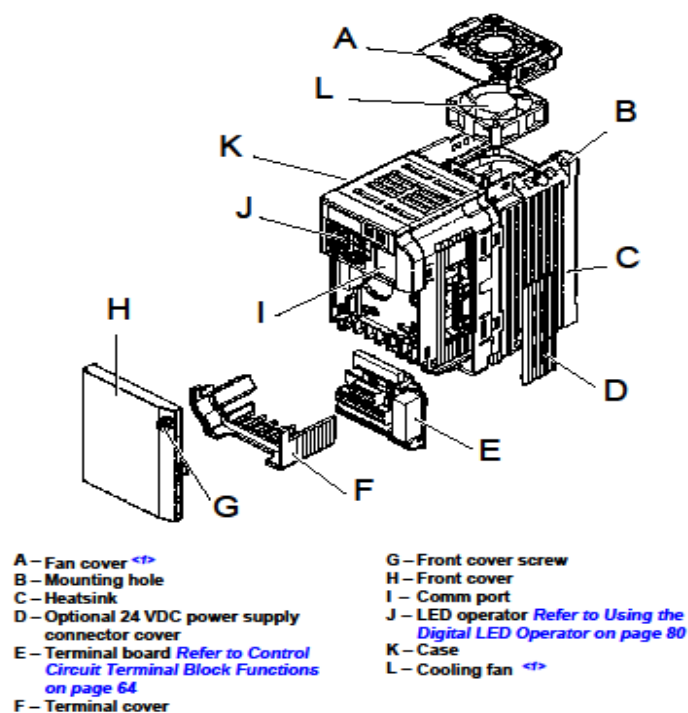


Figure 1.2 Exploded View of IP20/Open-Chassis Type Components (Model 2A0006B)

<1> Models BA0001B to BA0003B and 2A0001B to 2A0004B do not have a cooling fan or a cooling fan cover.

- Single-Phase AC 200 V BA0006B to BA0018B
- Three-Phase AC 200 V 2A0010B to 2A0020B
- Three-Phase AC 400 V 4A0001B to 4A0011B

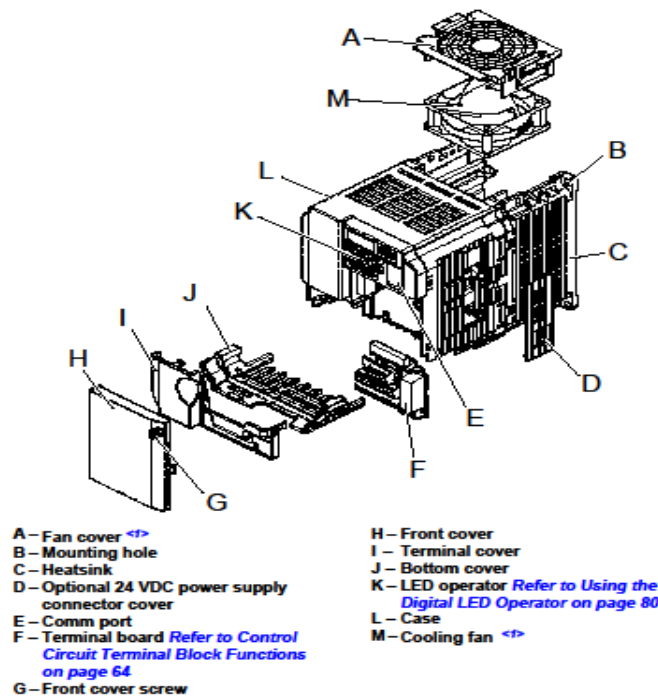


Figure 1.3 Exploded View of IP20/Open-Chassis Type Components (Model 2A0012B)

<1> Models BA0006B and 4A0001B to 4A0004B do not have a cooling fan or a cooling fan cover. Model BA0018B has two cooling fans.

Receiving
1

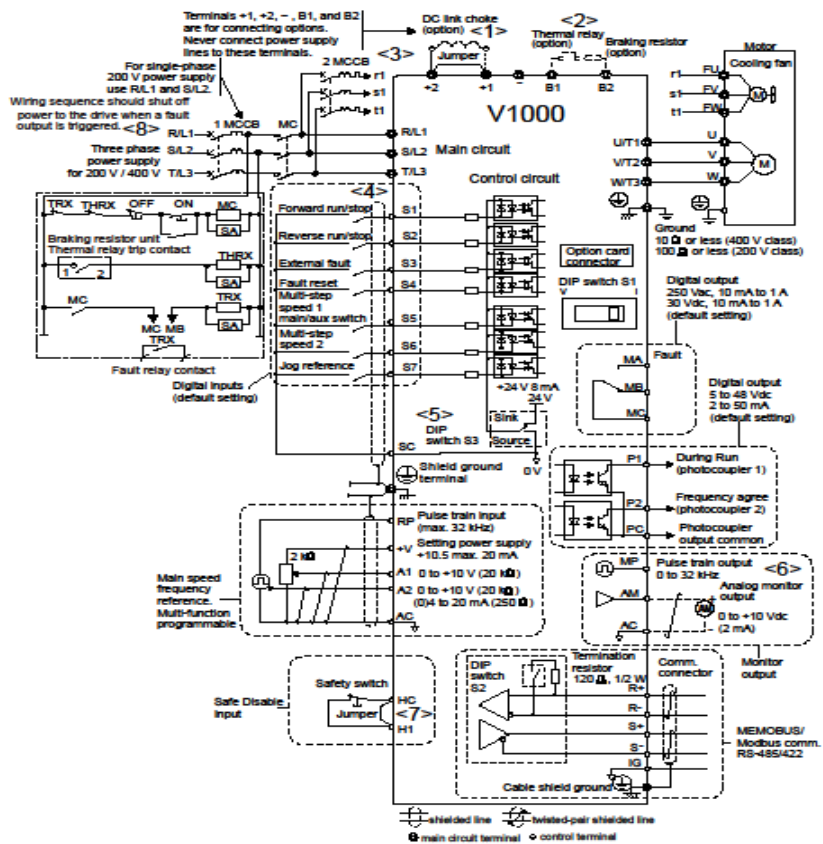


Figure 3.1 Drive Standard Connection Diagram

- <1> Remove the jumper when installing an optional DC link choke.
- <2> The MC on the input side of the main circuit should open when the thermal relay is triggered.
- <3> Self-cooled motors do not require separate cooling fan motor wiring.
- <4> Connected using sequence input signal (S1 to S7) from NPN transistor; Default: sink mode (0 V com).
- <5> Use only a +24 V internal power supply in sinking mode; the source mode requires an external power supply. [Refer to I/O Connections on page 68](#) for details.
- <6> Monitor outputs work with devices such as analog frequency meters, ammeters, voltmeters and wattmeters; they are not intended for use as a feedback-type of signal.

Catalogue No: **1769-L30ERM**
COMPACTLOGIX 5370-L3 PROCESSOR 1MB 4AXIS

Automation Systems > Modular Programmable Controllers > Compact PLC Systems > Allen-Bradley Bulletin 1769
 CompactLogix™ > CompactLogix™ Controllers > CompactLogix™ 5370 L3 Controllers

NHP



Representative Photo Only
 (actual product may vary based on configuration selections)

Dual Ethernet w/DLR capability, 1MB Memory, 8 I/O Expansion, 16 Ethernet IP Nodes, 4 Axis CIP motion with Kinematics function. Controllers are shipped with 1GB SD card and can support up to 2GB SD card

- Supports Integrated Motion on EtherNet/IP™ (selected models)
- Device Level Ring (DLR) for enhanced network resiliency
- Capability for localised control added with Bulletin 1769 CompactLogix™ I/O modules
- Distributed I/O via EtherNet/IP offers additional flexibility in I/O options
- Open socket capability for devices such as printers, barcode readers, and servers
- Embedded USB port provides easy access for firmware downloads and programming

SPECIFICATIONS

Product Series	CompactLogix (Bul. 1768 / 1769)
Component Type PLC & I/O	Controller
Memory, Controller	1 MB memory
Integrated Motion Control	Yes
Number of Motion Control Axes, CIP	4 axes
Memory Card Option	SD Card
Communications Protocols	EtherNet/IP EtherNet/OCPP DeviceNet Open Socket
Communications Ports (On Board)	Ethernet Dual Copper USB (programming only)
Number of Local Expansion Modules	8 qty local
Number of EtherNet/IP nodes, max	16 nodes, max
Operating Temperature, Max	60 °C max
Operating Temperature, Min	0 °C min
Storage Temperature, Max	85 °C max
Storage Temperature, Min	-40 °C min
Relative Humidity, Max	95 %RH
Humidity Type	Non-condensing

Technical Data

Original Instructions



CompactLogix Controllers Specifications

CompactLogix 5370 and Compact GuardLogix 5370 Controller Catalog Numbers

1769-L16ER-BB1B, 1769-L18ER-BB1B, 1769-L18ERM-BB1B, 1769-L18ERM-BB1BK, 1769-L18ER-BB1B, 1769-L19ER-BB1BK, 1769-L24ER-QB1B, 1769-L24ER-QBFC1B, 1769-L24ER-QBFC1BK, 1769-L27ERM-QBFC1B, 1769-L30ER, 1769-L30ER-NSE, 1769-L30ERK, 1769-L30ERM, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMS, 1769-L33ER, 1769-L33ERK, 1769-L33ERM, 1769-L33ERMK, 1769-L33ERMS, 1769-L33ERMSK, 1769-L36ERM, 1769-L36ERMS, 1769-L37ERM, 1769-L37ERMK, 1769-L37ERMS, 1769-L37ERMSK, 1769-L38ERM, 1769-L38ERMK, 1769-L38ERMS, 1769-L38ERMSK

Armor CompactLogix and Armor Compact GuardLogix Controller Catalog Numbers

1769-L33ERMO, 1769-L33ERMOS, 1769-L36ERMO, 1769-L36ERMOS, 1769-L37ERMO, 1769-L37ERMOS, 1769-L38ERMO, 1769-L38ERMOS

1769 Packaged Controller Catalog Numbers

1769-L23-QBFC1B, 1769-L23E-QB1B, 1769-L23E-QBFC1B

1769 Modular Controller Catalog Numbers

1769-L31, 1769-L32C, 1769-L35CR, 1769-L32E, 1769-L32EK, 1769-L35E

1768 Controller Catalog Numbers

1768-L43, 1768-L43S, 1768-L45, 1768-L45S

Memory Card Catalog Numbers

1784-CF128, 1784-SD1, 1784-SD2

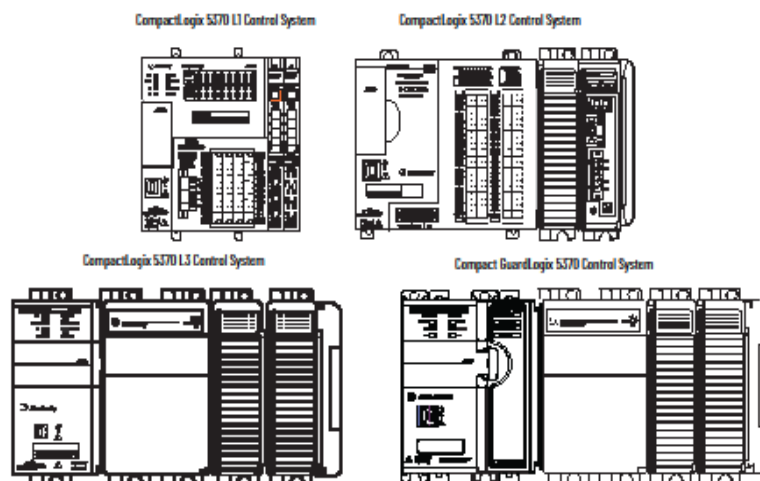
Topic	Page
Summary of Changes	2
CompactLogix Controllers Environmental Specifications	3
CompactLogix 5370 Controllers	6
Armor CompactLogix and Armor Compact GuardLogix Controllers	37
1769 Packaged CompactLogix Controllers with Embedded I/O	42
1769 Modular CompactLogix Controllers	53
1768 CompactLogix Controllers	57
Controller Memory Use	63
Controller Compatibility	64
Controller Connections	67
Determine Total Connection Use	69
CompactLogix Controller Accessories	70
Additional Resources	73



Environmental Specifications - 1769 CompactLogix Controllers and Compact GuardLogix 5370 Controllers

Rockwell Automation Publication T769-TD005N-EN-P - May 2023

CompactLogix 5370 Controllers



CompactLogix 5370 controllers provide scalable controller solutions to address a wide variety of applications. All CompactLogix 5370 controllers provide the following functionality:

- Two Ethernet ports
- One USB port
- Support for local expansion modules
- Control of local and distributed I/O modules
- Use of T784-SD1 or T784-SD2 Secure Digital (SD) card for nonvolatile memory
- A battery is no longer necessary because of the internal energy-storage solution

Some CompactLogix 5370 controllers provide the following functionality:

- Built-in power supply
- Some combination of embedded digital, analog, and high-speed counter modules
- Support for Integrated Motion over an EtherNet/IP™ network
- Access to DeviceNet® networks

Features - CompactLogix 5370 Controllers and Compact GuardLogix 5370 Controllers

Feature	1769-L18ER-0010, 1769-L18ER-0010, 1769-L18ERM-0010, 1769-L18ERM-0010K, 1769-L18ER-0010, 1769-L18ER-0010K	1769-L24ER-0010, 1769-L24ER-0010K, 1769-L24ER-0010K, 1769-L27ERM-0010K	1769-L30ER, 1769-L30ER-NSE, 1769-L30ERM, 1769-L30ERM, 1769-L30ERMK, 1769-L30ER, 1769-L30ERM, 1769-L30ERM, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERM, 1769-L30ERM, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERM, 1769-L30ERMK	1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK
Controller tasks:	• 32 tasks • 100 programs/task			
Built-in communication ports	• Two Ethernet ports - CompactLogix 5370 controllers have two Ethernet ports to connect to an EtherNet/IP network. The ports carry the same network traffic as part of the embedded switch of the controller. However, the controller uses only one IP address. • One USB port (only for temporary connection)			
Communication options	EtherNet/IP	• EtherNet/IP • DeviceNet via 1769-SDN scanner		
EtherNet/IP node, max	• 1769-L18ER-0010: Up to 4 nodes • 1769-L18ER-0010, 1769-L18ERM-0010, 1769-L18ERM-0010K, 1769-L18ER-0010, 1769-L18ER-0010K: Up to 8 nodes	• 1769-L24ER-0010, 1769-L24ER-0010K, 1769-L24ER-0010K: Up to 8 nodes • 1769-L27ERM-0010K: Up to 16 nodes	• 1769-L30ER, 1769-L30ER-NSE, 1769-L30ERM, 1769-L30ERM, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK: Up to 16 nodes • 1769-L30ER, 1769-L30ERM, 1769-L30ERM, 1769-L30ERM, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK: Up to 32 nodes • 1769-L30ER, 1769-L30ERM, 1769-L30ERM, 1769-L30ERM, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK: Up to 48 nodes • 1769-L30ER, 1769-L30ERM, 1769-L30ERM, 1769-L30ERM, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK: Up to 64 nodes • 1769-L30ER, 1769-L30ERM, 1769-L30ERM, 1769-L30ERM, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK: Up to 80 nodes	
Controller connections	256			
Embedded I/O modules	• 16 DC digital inputs • 16 DC digital outputs	All controllers: • 16 DC digital inputs • 16 DC digital outputs Only 1769-L24ER-0010K, 1769-L24ER-0010K, and 1769-L27ERM-0010K: • 4 high-speed counter modules • 4 high-speed counter module outputs • 4 universal analog inputs • 2 analog output points	-	
Sockets, max	32			
Integrated Motion over an EtherNet/IP network	1769-L18ERM-0010, 1769-L18ERM-0010K: 1 or 2 axes	1769-L27ERM-0010K: As many as 4 axes	• 1769-L30ERM, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK: As many as 4 axes • 1769-L30ERM, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK: As many as 8 axes • 1769-L30ERM, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK: As many as 16 axes • 1769-L30ERM, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK: As many as 16 axes • 1769-L30ERM, 1769-L30ERMK, 1769-L30ERMK: As many as 16 axes	
Programming languages	• Relay ladder⁽¹⁾ • Structured Text • Function block • SFC			
Integrated safety	-			Yes

(1) The Compact GuardLogix 5370 controllers support only the relay ladder programming language in the safety task. The Compact GuardLogix 5370 controllers support all listed programming languages in the standard task.

Local I/O Performance of the CompactLogix 5370 L1 Controllers

The requested packet interval (RPI) defines the frequency at which the controller sends data to and receives data from I/O modules. You set an RPI rate for each I/O module in your system.

CompactLogix 5370 L1 controllers always attempt to scan an I/O module at the configured RPI rate. For individual I/O modules, a Module RPI Overlap minor fault occurs if there are enough I/O modules with RPI rates set too fast that they can't all be serviced in the allotted interval.

The specific configuration parameters for a system determine the impact on actual RPI rates. These configuration factors can impact the effective scan frequency for any individual module:

- Rates at which the RPI rates of other I734 POINT I/O modules are set
- Number of other I734 POINT I/O modules in the system
- Types of other I734 POINT I/O modules in the system
- Application user task priorities

In general, follow these guidelines when setting the RPI rates in a CompactLogix 5370 L1 control system:

- For **digital** modules:
 - 1...2 modules can be scanned in 2 ms.
 - 3...4 modules can be scanned in 4 ms.
 - 5...8 modules can be scanned in 8 ms.

IMPORTANT When considering digital I/O modules, remember that they can be the embedded I/O module on the controller or I734 POINT I/O modules that are used as local expansion modules. Therefore, the consideration for using two modules can be the embedded I/O module and a I734 POINT I/O module or two I734 POINT I/O modules.

- For **specialty and analog** modules (except I734-485ASC modules):
 - 1 module can be scanned at 20 ms.
 - For each additional module, add 20 ms.For example, if a CompactLogix 5370 L1 control system uses two analog modules, the module can be scanned in 40 ms.
- For **I734-485ASC** modules, the total data size for all ASC modules determines the RPI rates:
 - For total data size less than 20 bytes, each module can be scanned in 20 ms.
 - For data size greater than 20 bytes, use the size value as the RPI.For example, if the total data size is 40 bytes, each ASC module can be scanned in 40 ms.

You aren't required to set the RPI values of an individual I734 POINT I/O module to the values listed previously. For example, if your application scans one or two modules, you do not have to use RPI rates of 2 ms. Remember, though, that higher RPI rates result in scanning the data less frequently.

The RPI shows how quickly modules can be scanned, not how quickly an application can use the data. The RPI is asynchronous to the program scan. Other factors, such as program execution duration, affect I/O throughput.

I/O Module Support - CompactLogix 5370 L3 and Compact GuardLogix 5370 Controllers

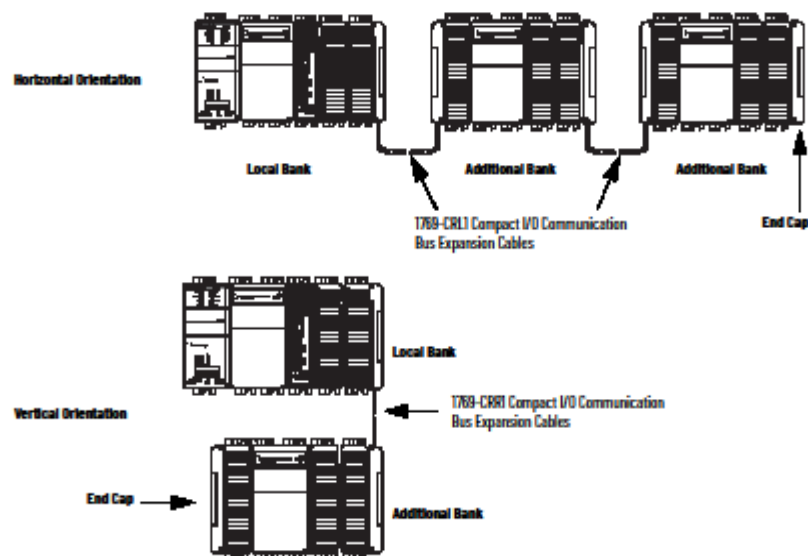
The CompactLogix 5370 L3 controllers offer local expansion modules that are installed across up to three banks of modules. You must use T769 Compact I/O modules with these controllers.

Remember the following when using I/O modules with the CompactLogix 5370 L3 and Compact GuardLogix 5370 controllers:

- The controller must be the leftmost module in the local bank of the system.
- The number of I/O modules that are supported in a controller system varies by controller catalog number.

Cat. No.	Local T769 Compact I/O Modules Supported, Max
T769-L30ER, T769-L30ERK T769-L30ER-NSE T769-L30ERM, T769-L30ERMK T769-L30ERMS	8
T769-L33ER, T769-L33ERK T769-L33ERM, T769-L33ERMK T769-L33ERM, T769-L33ERMK	16
T769-L38ERM T769-L38ERMS T769-L37ERM, T769-L37ERMK T769-L37ERM, T769-L37ERMK T769-L38ERM, T769-L38ERMK T769-L38ERMS, T769-L38ERMK	30

- You can install I/O modules in as many as three banks, that is, the local bank and two additional banks.
- You can install as many as three I/O modules between the controller and power supply.
- You can install as many as eight I/O modules to the right of the power supply in the local bank.
- You can install as many as eight I/O modules on both the left and right sides of the power supply in additional banks.
- You must consider the distance rating and current draw of the controller and all I/O modules when designing your system.
- Systems with multiple banks can be installed vertically or horizontally.
- You must use expansion cables to connect banks in multi-bank systems.
- You must terminate the end of the last bank in a system.

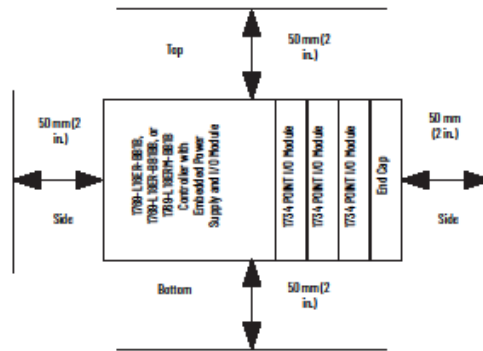


Certifications - CompactLogix 5370 Controllers and Compact GuardLogix 5370 Controllers

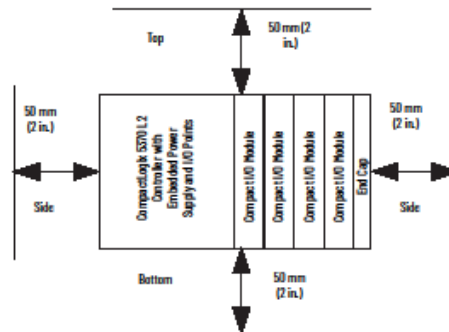
Certification ⁽¹⁾	1709-L30ER-001R, 1709-L30ER-001R, 1709-L30ER-001R, 1709-L30ER-001R, 1709-L30ER-001R	1709-L30ER-001R, 1709-L30ER-001R, 1709-L30ER-001R, 1709-L30ER-001R, 1709-L30ER-001R	1709-L30ER-001R, 1709-L30ER-001R, 1709-L30ER-001R, 1709-L30ER-001R, 1709-L30ER-001R	1709-L30ER-001R, 1709-L30ER-001R, 1709-L30ER-001R, 1709-L30ER-001R, 1709-L30ER-001R
c-UL-us	UL Listed Industrial Control Equipment, certified for US and Canada. See UL File E85584. UL Listed for Class I, Division 2 Group A,B,C,D Hazardous Locations, certified for U.S. and Canada. See UL File E84480.	UL Listed Industrial Control Equipment, certified for US and Canada. See UL File E322652. UL Listed for Class I, Division 2 Group A,B,C,D Hazardous Locations, certified for U.S. and Canada. See UL File E34470.	UL Listed Industrial Control Equipment, certified for US and Canada. See UL File E85584. UL Listed for Class I, Division 2 Group A,B,C,D Hazardous Locations, certified for U.S. and Canada. See UL File E84480.	
UKCA and CE	European Union 2014/53/EU EMC Directive, compliant with: • EN 61326-1; Meas./Control/Lab., Industrial Requirements • EN 61000-6-2; Industrial Immunity • EN 61000-6-4; Industrial Emissions • EN 61326-2; Programmable Controllers (Clause 8, Zone A & B) European Union 2011/65/EU RoHS, compliant with: • EN IEC 63000; Technical documentation			European Union 2014/53/EU EMC Directive, compliant with: • EN 61326-1; Meas./Control/Lab., Industrial Requirements • EN 61000-6-2; Industrial Immunity • EN 61000-6-4; Industrial Emissions • EN 61326-2; Programmable Controllers (Clause 8, Zone A & B) • EN 60204-1; Electrical equipment of machines • EN ISO 13849-1; Safety-related parts of control systems • EN 62068; Functional safety of safety-related control systems European Union 2011/65/EU RoHS, compliant with: • EN IEC 63000; Technical documentation
RCM	Australian Radiocommunications Act, compliant with: • EN 61000-6-4; Industrial Emissions			
IECEx	—	IECEx System, compliant with: • IEC 60079-0; General Requirements • IEC 60079-1; Explosive Atmospheres, Protection "n" • I I G Ex ec IIC T4 Gc • IECEx UL 21012X	—	
Ex	European Union 2014/54/EU ATEX Directive, compliant with: • EN 60079-0; General Requirements • EN 60079-15; Potentially Explosive Atmospheres, Protection "n" • I I G Ex nA IIC T4 Gc • IIS 12 ATEX 470TX (until Issue 3) Or: • EN 60079-0; General Requirements • EN 60079-1; Potentially Explosive Atmospheres, Protection "n" • I I G Ex ec IIC T4 Gc • UL 21 ATEX 2603X (from Revision 1) • UL 22 UNEX 2515X (from Rev. 0)	European Union 2014/54/EU ATEX Directive, compliant with: • EN 60079-0; General Requirements • EN 60079-15; Potentially Explosive Atmospheres, Protection "n" • I I G Ex nA IIC T4 Gc • DEPN0 12 ATEX 118807X (until Revision 3) Or: • EN 60079-0; General Requirements • EN 60079-1; Potentially Explosive Atmospheres, Protection "n" • I I G Ex ec IIC T4 Gc • DEPN0 12 ATEX 118807X (from Revision 4) • UL 22 UNEX 2515X (from Rev. 0)	European Union 2014/54/EU ATEX Directive, compliant with: • EN 60079-0; General Requirements • EN 60079-15; Potentially Explosive Atmospheres, Protection "n" • I I G Ex nA IIC T4 Gc • IIS 08 ATEX 4678X (until Issue 6) Or: • EN 60079-0; General Requirements • EN 60079-1; Potentially Explosive Atmospheres, Protection "n" • I I G Ex ec IIC T5 Gc • UL 21 ATEX 2603X (from Revision 0) • UL 22 UNEX 2515X (from Rev. 0)	European Union 2014/54/EU ATEX Directive, compliant with: • EN 60079-15; Potentially Explosive Atmospheres, Protection "n" • EN 60079-0; General Requirements • I I G Ex ec IIC T5 Gc • DEPN0 15ATEX1388X • UL 22 UNEX 2514X (from Rev. 0)
TÜV	—			TÜV Certified for Functional Safety Capable of SIL 3
Morocco	• Arrêté ministériel n° 6404-15 du 29 ramadan 1436			
UKCA	• 2016 No. 1091 - Electromagnetic Compatibility Regulations • 2016 No. 1077 - Equipment and Protective Systems Intended for Use in Potentially Explosive Atmospheres Regulations • 2012 No. 3032 - Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment Regulations			
CCC	CNCA-C23-01-2019 强制性产品认证实施规则 防爆电气 CNCA-C23-01-2019 CCC Implementation Rule Explosion-Proof Electrical Products CCC: 202012230811608, 202012230811608, 202012230811608			
KC	Korean Registration of Broadcasting and Communications Equipment, compliant with: • Article 58-2 of Radio Waves Act, Clause 3			
EAC	Russian Customs Union TR CU 020/2011 EMC Technical Regulation			
EtherNet/IP	ODVA conformance tested to EtherNet/IP specifications.			

(1) When marked. See the Product Certification link at pk.automation.rockwell.com/certifications for Declarations of Conformity, Certificates, and other certification details.

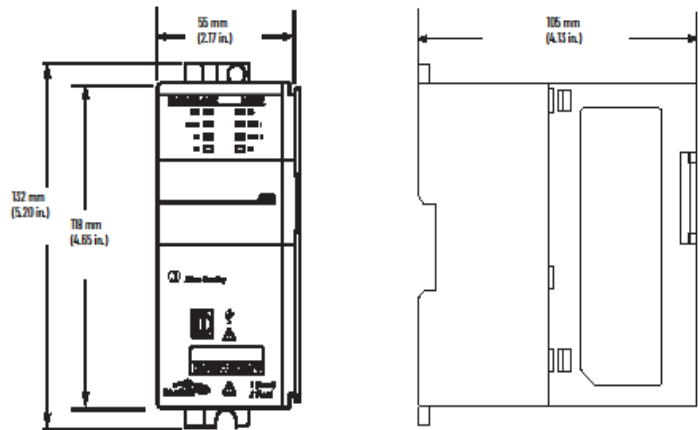
CompactLogix 5370 L1 Controllers Minimum Spacing Requirements



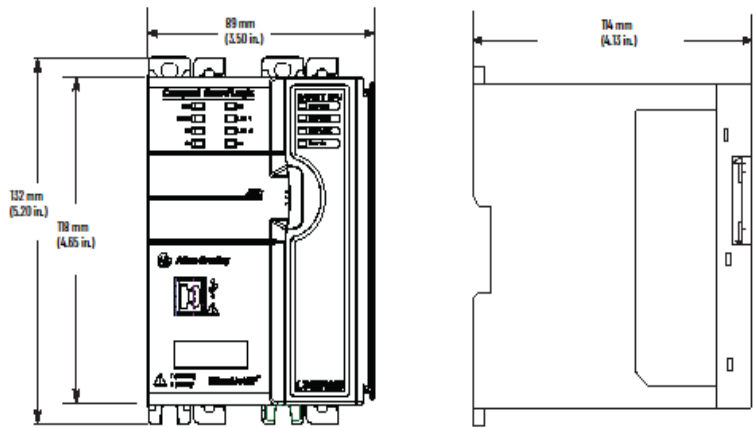
CompactLogix 5370 L2 Controllers Minimum Spacing Requirements



CompactLogix 5370 L3 Controllers Dimensions



Compact GuardLogix 5370 Controllers Dimensions



Technical Specifications - Armor CompactLogix and Armor Compact GuardLogix Controllers

Attribute	T769-L33ERM0, T769-L36ERM0, T769-L37ERM0, T769-L38ERM0	T769-L33ERM0S, T769-L36ERM0S, T769-L37ERM0S, T769-L38ERM0S
User memory	- T769-L33ERM0: 2 MB - T769-L36ERM0: 3 MB - T769-L37ERM0: 4 MB - T769-L38ERM0: 5 MB	- T769-L33ERM0S: 2 MB standard + 1 MB safety - T769-L36ERM0S: 3 MB standard + 1.5 MB safety - T769-L37ERM0S: 4 MB standard + 1.5 MB safety - T769-L38ERM0S: 5 MB + 1.5 MB safety
Optional nonvolatile memory	- T764-S01 card with 1 Gb of available memory (shipped with controller) - T764-S02 card with 2 Gb of available memory (available for separate ordering)	
Voltage and current ratings	IN (Pins 2, 3) 18...32V DC, 8 A SELV IN (Pins 1, 4) 18...32V DC, 8 A SELV Out (Pins 1, 4) 18...32V DC, 8 A Out (Pins 2, 3) 18...32V DC, 8 A	
Power dissipation, max	7.5 W	
Power consumption, max	500A @ 24V DC	
Isolation voltage	30V (continuous), Basic Insulation Type, Power to enclosure, Ethernet channels to Power, and non-redundant Ethernet channels to non-redundant Ethernet channels. No isolation between redundant Ethernet channels. Type tested at 2257V rms for 60 seconds between input and pass through power to Ethernet ports. Type tested at 2257V rms for 60 seconds between input power and pass through power.	
Weight, approx (with mounting feet)	5.40 kg (11.90 lb)	5.62 kg (12.40 lb)
Module location	Panel mount	
Panel-mounting screw torque	5.6 N-m (50 lb-in) - use M6 screw	
Wire category ⁽¹⁾	3 - on USB ports 2 - on power ports 2 - on Ethernet ports	
Wire type, Ethernet	RJ45 connector according to IEC 60603-7-2 or 4 pair Category 5e minimum cable according to TIA 568-B1 or Category 5 cable according to ISO/IEC 24702	M12, D-code, IP67 rated, quick disconnect cables Input and pass-through power connections are made via MINI sized, D-code, IP67 rated, quick disconnect cables
Wire size	PE Ground: 1.3...5.2 mm ² (16...10 AWG) Torque grounding screw to 2.0 N-m (17.7 lb-in)	
Enclosure type rating	UL Type 4x Meets IP67 (when marked) with receptacle dust caps or cable termination	

(1) Use this Conductor Category information for planning conductor routing. See Industrial Wiring and Grounding Guidelines, publication [2701-41](#).

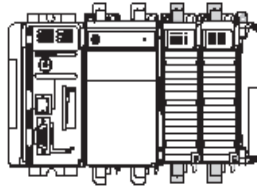
Certifications - Armor CompactLogix and Armor Compact GuardLogix Controllers

Certification ⁽¹⁾	T769-L33ERM0, T769-L36ERM0, T769-L37ERM0, T769-L38ERM0	T769-L33ERM0S, T769-L36ERM0S, T769-L37ERM0S, T769-L38ERM0S
c-UL-us	UL Listed Industrial Control Equipment, certified for US and Canada. See UL File E35584.	
CE	European Union 2014/53/EU EMC Directive, compliant with: - EN 61326-1; Meas./Control/Lab., Industrial Requirements - EN 61000-6-2; Industrial Immunity - EN 61000-6-4; Industrial Emissions - EN 61321-2; Programmable Controllers (Clause B, Zone A & B)	European Union 2014/53/EU EMC Directive, compliant with: - EN 61326-1; Meas./Control/Lab., Industrial Requirements - EN 61000-6-2; Industrial Immunity - EN 61000-6-4; Industrial Emissions - EN 61321-2; Programmable Controllers (Clause B, Zone A & B) European Union 2006/42/EC M1, compliant with: - EN 60204-1; Electrical equipment of machines - EN ISO 13849-1; Safety-related parts of control systems - EN 62061; Functional safety of safety-related control systems
RCM	Australian Radiocommunications Act, compliant with: EN 61000-6-4; Industrial Emissions	
TÜV certified for Functional Safety ⁽²⁾	Capable of Cat. 4/PL e according to EN ISO 13849-1 and SIL 3 according to EN 62061/IEC 61508	
KC	Korean Registration of Broadcasting and Communications Equipment, compliant with: Article 58-2 of Radio Waves Act, Clause 3	
EAC	Russian Customs Union TR CU 020/2011 EMC Technical Regulation	
UNCA	2016 No. 1091 - Electromagnetic Compatibility Regulations (EMC) 2012 No. 3032 - Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment Regulations (RoHS)	2016 No. 1091 - Electromagnetic Compatibility Regulations (EMC) 2008 No. 1587 - Supply of Machinery (Safety) Regulations (MS) 2012 No. 3032 - Restriction of the Use of Certain Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment Regulations (RoHS)
Morocco	Arrêté ministériel n° 6404-75 du 29 Ramadan 1436	

(1) When marked. See the Product Certification link at [psk.auto/certifications](#) for Declarations of Conformity, Certificates, and other certification details.

(2) When used with specified firmware revisions.

1769 Modular CompactLogix Controllers



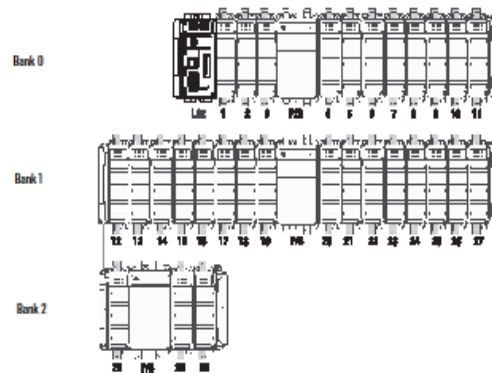
In a 1769-L3x controller system, the 1769 I/O modules can be placed to the left and the right of the power supply. As many as eight modules can be placed on each side of the power supply.

Features - 1769 Modular CompactLogix Controllers

Characteristic	1769-L31	1769-L32C	1769-L32E, 1769-L32EK	1769-L35CR	1769-L35E
Available user memory	512 KB	750 KB	750 KB	1.5 MB	1.5 MB
CompactFlash card	1784-CF128	1784-CF128	1784-CF128	1784-CF128	1784-CF128
Communication ports	2 RS-232 ports (isolated DF1 or ASCII; only nonisolated DF1)	1 ControlNet port 1 RS-232 serial port (DF1 or ASCII)	1 Ethernet port 1 RS-232 serial port (DF1 or ASCII)	1 ControlNet port 1 RS-232 serial port (DF1 or ASCII)	1 Ethernet port 1 RS-232 serial port (DF1 or ASCII)
Module expansion capacity	16 1769 modules	16 1769 modules	16 1769 modules	30 1769 modules	30 1769 modules
Power supply distance rating	4 modules	4 modules	4 modules	4 modules	4 modules

The CompactLogix controller has a power supply distance-rating of four modules. The controller must be the leftmost module in the first bank of the system. The maximum configuration for the first bank of a CompactLogix controller includes the following:

- The controller
- Three I/O modules to the left of the power supply
- Eight I/O modules to the right of the power supply



Controller Compatibility

This section details the other devices that your controller can control and communicate with.

Control Distributed I/O Modules

The controller can control these distributed I/O modules.

I/O Modules	CompactLogix 5370 1768-ENBT 1769-L23E.x 1769-L32E, 1769-L32EK, 1769-L35E EtherNet/IP Network ⁽¹⁾	1768-CNB, 1768-CNBR 1769-L32C, 1769-L35CR ControlNet Network	CompactLogix 5370 L2 and L3 1769-S0N DeviceNet Network ^{(2) (3)}
Chassis-based I/O			
1746 SLC™ I/O	Yes	No	No
1756 ControlLogix® I/O	Yes	Yes	Yes
1769 Compact I/O	No	No	Yes
1771 Universal I/O	No	No	No
In-cabinet I/O			
1734 POINT I/O	Yes	Yes	Yes
1734D POINTBlock I/O	Yes	Yes	Yes
1790, 1790D, 1790P CompactBlock™ I/OX I/O	No	No	Yes
1790D, 1790P, 1790R CompactBlock I/O	No	No	Yes
1794 FLEX™ I/O	Yes	Yes	Yes
1797 FLEX Ex™ I/O	Yes	Yes	No
On-machine I/O			
1752 ArmorBlock® I/O	Yes	No	Yes
1738 ArmorPOINT™ I/O	Yes	Yes	No
1792D ArmorBlock® MaKum™ I/O	No	No	Yes
1799 Embedded I/O	No	No	Yes

⁽¹⁾ A non-EtherNet/IP CompactLogix controller requires a 1769-NET-ENI interface to connect to an EtherNet/IP network. This interface is only a messaging bridge.

⁽²⁾ To control I/O, use a 1769-S0N scanner to connect the controller to the DeviceNet network.

⁽³⁾ The 1769-S0N does not support safety communication to Guard I/O modules on a DeviceNet network.

Control Safety I/O Modules

The Compact GuardLogix controller can control these safety I/O modules in a safety system.

I/O Modules	EtherNet/IP	ControlNet
1791ES CompactBlock™ Guard I/O™	Yes	No
1734 POINT Guard I/O™	Yes	No

Communicate with Display Devices

The controller can communicate with these display devices.

Display Devices	EtherNet/IP Network ⁽¹⁾	ControlNet Network	DeviceNet Network ⁽²⁾	RS-232 (DPI) Network	DH-485 Network
Industrial Computers					
Allen-Bradley® industrial computers (all) ⁽⁴⁾	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Graphic Terminals					
PanelView™ Plus and PanelView CE terminals	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
PanelView standard terminals	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
PanelView e terminals	No	No	No	No	No
Message Displays					
InView™ message displays	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

(1) A non-EtherNet/IP CompactLogix controller requires a 1761-NET-ENI interface to connect to an EtherNet/IP network. This interface is only a messaging bridge.

(2) For DeviceNet access, use either a 1769-SDN scanner (control I/O and send/receive messages) or a 1761-NET-DNI interface (messaging bridge).

(3) Includes Allen-Bradley integrated display rotating media (HIO) and solid-state (SSD) computers, Allen-Bradley non-display computers, and Allen-Bradley integrated display computers with keypad.

Communicate with Other Controllers

The controller can communicate with these programmable controllers.

Compatible Programmable Controllers

Controller	EtherNet/IP Network ⁽¹⁾	ControlNet Network	DeviceNet Network ⁽²⁾	RS-232 (DPI) Network	DH-485 Network
1756 ControlLogix	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
1756 GuardLogix	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
CompactLogix 5370	Yes	No	Yes ⁽³⁾	Yes ⁽⁴⁾	Yes ⁽³⁾
1768-L4x CompactLogix	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
1768-L3x CompactLogix	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
1768-L23x CompactLogix	Yes	No	Yes	Yes	Yes
1789 SoftLogix™ 5800	Yes	Yes	Yes	Yes	No
1794 FlexLogix™	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
PowerFlex® with Drivelogix™	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
1785 PLC-5®	Yes ⁽⁶⁾ (7)	Yes	Yes ⁽⁸⁾	Yes	—
1747 SLC	Yes ⁽⁹⁾	Yes	Yes ⁽⁴⁾	Yes	Yes
1761 MicroLogix™	Yes	No	Yes ⁽⁴⁾	Yes	Yes
1762 MicroLogix	Yes	No	Yes ⁽⁴⁾	Yes	Yes
1763 MicroLogix	Yes	No	Yes ⁽⁴⁾	Yes	Yes
1764 MicroLogix	Yes	No	Yes ⁽⁴⁾	Yes	Yes
1772 PLC-2®	—	—	—	Yes	—
1775 PLC-3®	—	—	—	Yes	—
5250 PLC-5/750	—	—	No	Yes	—

(1) A non-EtherNet/IP controller requires a 1761-NET-ENI interface to connect to an EtherNet/IP network. This interface is only a messaging bridge.

(2) In the CompactLogix system, use either a 1769-SDN scanner (control I/O and send/receive messages) or a 1761-NET-DNI interface (messaging bridge).

(3) The CompactLogix 5370 I1 controllers can't access a DeviceNet network and, therefore, can't communicate with other controllers on a DeviceNet network.

(4) The CompactLogix 5370 controllers do not have an embedded serial port. You must add external modules to communicate over an RS-232 (DPI) network.

(5) The CompactLogix 5370 controllers do not have an embedded serial port. You must add external modules to communicate over a DH-485 network.

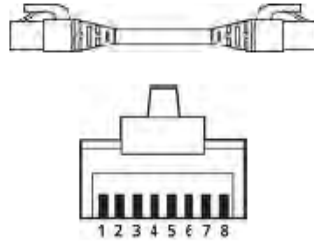
(6) The Ethernet PLC-5 controller must be series C, firmware revision N.1 or later; series D, firmware revision E.1 or later; or series E, firmware revision D.1 or later.

(7) The 1785-ENET Ethernet communication interface module must be series A, firmware revision D or later.

(8) The PLC-5, SLC, and MicroLogix processors appear as I/O points to the Logix controller. Use the appropriate DeviceNet interface for the controller.

(9) Use a 1747-L56x controller with USS01 or later.

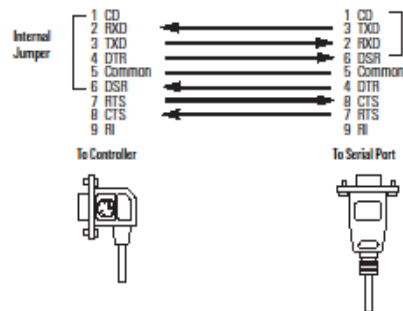
Ethernet Communication Cables



Connector Number	Color	1585J-M8x8JM-2	1585J-M4TBJM-2
1	White/Orange	TxData +	
2	Orange	TxData -	
3	White/Green	Recv Data +	
4	Blue	Unused	-
5	White/Blue	Unused	-
6	Green	Recv Data -	
7	White/Brown	Unused	-
8	Brown	Unused	-

Attribute	Value
Connector type	RJ45 Male to RJ45 Male
Connector angle	Straight-through
Length	Varies by catalog number

Serial Communication Cables



Attribute	1756-CP3	1747-CP3
Connector type	Female 9-pin D-shell	
Connector angle	Right angle connector to controller, straight to serial port	
Length	3 m (118 in.)	

Additional Resources

These documents contain additional information concerning related products from Rockwell Automation. You can view or download publications at rock.auto/literature.

Resource	Description
Replacement Guidelines: Logix 5000™ Controllers Reference Manual, publication 1756-SP000	Provides guidelines on how to replace the following: • ControlLogix® 5580/5570 controller with a ControlLogix 5580 controller • CompactLogix 5370 I.3 controllers with a CompactLogix 5380 controller
CompactLogix 5370 Controllers System User Manual, publication 1769-UM020	Provides information on how to configure, operate, and monitor Armor CompactLogix and CompactLogix 5370 controllers.
Compact GuardLogix 5370 Controllers User Manual, publication 1769-UM022	Provides information on how to configure, operate, and monitor Armor Compact GuardLogix and Compact GuardLogix 5370 controllers
EtherNet/IP Network Devices User Manual, ENET-UM006	Describes how to configure and use EtherNet/IP devices to communicate on the EtherNet/IP network.
Ethernet Reference Manual, ENET-RM002	Describes basic Ethernet concepts, infrastructure components, and infrastructure features.
System Security Design Guidelines Reference Manual, SECURE-RM001	Provides guidance on how to conduct security assessments, implement Rockwell Automation products in a secure system, harden the control system, manage user access, and dispose of equipment.
UL Standards Listing for Industrial Control Products, publication CMPNTS-SB002	Assists original equipment manufacturers (OEMs) with construction of panels, to help ensure that they conform to the requirements of Underwriters Laboratories.
American Standards, Configurations, and Ratings: Introduction to Motor Circuit Design, publication IC-AT001	Provides an overview of American motor circuit design based on methods that are outlined in the NEC.
Industrial Components Preventive Maintenance, Enclosures, and Contact Ratings Specifications, publication IC-TD002	Provides a quick reference tool for Allen-Bradley industrial automation controls and assemblies.
Safety Guidelines for the Application, Installation, and Maintenance of Solid-state Control, publication SSG-1.1	Designed to harmonize with NEMA Standards Publication No. ICS 11-1987 and provides general guidelines for the application, installation, and maintenance of solid-state control in the form of individual devices or packaged assemblies incorporating solid-state components.
Industrial Automation Wiring and Grounding Guidelines, publication 1770-4.1	Provides general guidelines for installing a Rockwell Automation industrial system.
Integrated Architecture Builder (IAB) Advanced EtherNet/IP capacity tool	Provides EtherNet/IP network performance and Logix controller utilization estimates based on a particular system layout.
Product Certifications website, rock.auto/certifications	Provides declarations of conformity, certificates, and other certification details.

E 6013

Acero Dulce, Rutílico - AWS E6013

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Electrodo de revestimiento rutílico que presenta arco estable de muy fácil encendido y reencendido.
- Penetración mediana con cordones convexos de muy buena apariencia.
- baja salpicadura y escoria autodesprendible.

POSICIONES DE SOLDADURA

Todas.

APLICACIONES TÍPICAS

- Adecuado para los cordones de raíz en estructuras, tanques, soldaduras de planchas pesadas y láminas gruesas.
- Tipos de tuberías tales como API 5LX Gr. X42, X46, X52, X56, y ASTM: A53 Gr. A, B; A105; A106 Gr. A, B; A134; A 135 Gr. A, ; A 139 Gr. A, B, C y D.
- Combinando pase de raíz con GRICON 29 más relleno con GRICON 15.

NORMAS

AWS A5.1:	E6013
ASME SFA 5.1:	E60103

DIÁMETROS / EMPAQUE

Diámetro		Longitud (mm)	Caja Auto Armable 5 kg. Caja Master 20 kg.
(mm)	(pulg)		
2,50	3/32	350	E6013-33220
3,25	1/8	350	E6013-18020

PROPIEDADES MECÁNICAS (VALORES TÍPICOS)

	Esfuerzo de Fluencia	Resistencia a la Tracción	Alargamiento	Impacto
Requerimientos AWS E6013	524 N/mm ² (73 ksi)	587 N/mm ² (84 ksi)	23%	No Requiere

COMPOSICIÓN QUÍMICA (VALORES TÍPICOS)

	%C	%Mn	%Si	%S
Requerimientos AWS E6013	0,04%	0,32%	0,34%	0,07%

PROCEDIMIENTOS TÍPICOS DE OPERACIÓN

Polaridad	Corriente (Amps)	
	2,50 mm	3,25 mm
CA / C.C (-)	60-90	90-130

Hojas de Datos de Seguridad de Materiales (MSDS) y Certificados de Conformidad están disponibles en nuestro sitio web en www.lincolnelectric.com.co

RESULTADOS DE PRUEBAS

Los resultados de las pruebas de Propiedades Mecánicas, de Depósito o la Composición Química del Electrodo y los Niveles de Hidrógeno Difusible se obtuvieron de una soldadura producida y probada de acuerdo a las normas establecidas, y no se deben asumir como los resultados esperados en una aplicación o conjunto de aplicaciones particulares. Los resultados reales pueden variar dependiendo de muchos factores, incluyendo, pero no limitado a: el procedimiento de soldadura, la química y la temperatura de la placa, diseño de la soldadura y los métodos de fabricación. Se advierte a los usuarios que deben confirmar, mediante pruebas de calificación, o cualquier otro medio apropiado, la conveniencia de cualquier consumible de soldadura y el procedimiento antes de su uso en la aplicación prevista.

POLÍTICA DE ASISTENCIA AL CLIENTE

The Lincoln Electric Company es fabricante y vendedor de equipo de soldadura, consumibles y equipo de corte de alta calidad. Nuestro reto es satisfacer las necesidades de nuestros clientes y exceder sus expectativas. En ocasiones, los compradores pueden contactar a Lincoln Electric para obtener información o asesoramiento sobre el uso de nuestros productos. Nuestros empleados responden a las consultas en la medida de sus posibilidades, basándose en la información proporcionada por los clientes y con base en el conocimiento relacionado con la aplicación. Nuestros empleados, sin embargo, no están en condiciones de verificar la información recibida, o de evaluar los requerimientos de Ingeniería para una aplicación de soldadura particular. En consecuencia, Lincoln Electric no garantiza ni asume ninguna responsabilidad con respecto a dicha información o consejos. Por otra parte, el suministro de dicha información o asesoramiento no crea, ni amplía o modifica ninguna garantía en nuestros productos. Cualquier expresa o implícita garantía que pudiera derivarse de la información o consejo, incluyendo cualquier garantía implícita de comerciabilidad o cualquier garantía de idoneidad para un fin particular, de cualquier cliente queda específicamente excluida.

Lincoln Electric es un fabricante responsable, pero la selección y uso de productos específicos vendidos por el mismo está únicamente dentro del control de, y sigue siendo la única responsabilidad del cliente. Varias variables más allá del control de Lincoln Electric afectan los resultados obtenidos al aplicar estos tipos de métodos de fabricación y requerimientos de servicio. Sujeto a Cambio - Esta información es precisa a lo mejor de nuestro conocimiento en el momento de la impresión. Consulte www.lincolnelectric.com para obtener información actualizada.

THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY
22801 St. Clair Avenue Cleveland, OH - 44117-1199
U.S.A. Phone: +1 216.481.8100 - www.lincolnelectric.com



LINCOLN SOLDADURAS DE COLOMBIA
Planta: Calle 6A N° 33-23, Bogotá D.C., Colombia
Centro Tecnológico de Soldadura: Carrera 85D # 46 a 65 / Bod. 25 PBX: (+571) 364 88 00
www.lincolnelectric.com.co

Bulletin 1606-XLE, -XLP, -XLS Switched Mode Power Supplies



Excellent Performance. Superior Efficiency.

Features and Benefits

Industry-Leading Efficiency

- Intelligent circuit design with long-life electrolytic capacitors
- Generates minimal heat
- Allows up to 50% additional power reserve without reducing output voltage, while minimizing ripple and noise

Wide Power Range and Feature Set

- Multiple single- and three-phase inputs available for global applications
- Redundancy modules provide a means for managing dual power supplies for back-up power
- Multiple output voltages available

Compact Size

- Saves space on plant floor
- Expands plant flexibility

Approvals

- CE marked
- cULus and cURus listed



Overview

Leading the industry in performance and reliability, the Allen-Bradley® Bulletin 1606-XLS, -XLE and -XLP power supplies from Rockwell Automation® meet most worldwide single- and three-phase application requirements. Featuring top of the line efficiency, Bulletin 1606 power supplies help reduce costs and energy consumption. Plus, these compact power supplies are designed and manufactured to accept wide ranges of both AC and DC input voltages and are tested to meet global safety standards.

So, whether you are looking for a standard product covering a broad range of applications or a compact unit to save precious space and costs, there is sure to be an excellent fit for your unique power needs.

LISTEN.
THINK.
SOLVE.

Allen-Bradley • Rockwell Automation

Rockwell
Automation



Bulletin 1606-XLE Essential Switched Mode Power Supplies

Designed with simplicity in mind, the XLE line offers high performing, ultra slim power supplies with the most basic feature set. These products contain the essential features for long service life and high reliability. This line is ideal if you are interested in a cost-effective solution to power your operations.

- Rated outputs between 80...960 W (3.3...40 A at 24V DC)
- Cost-effective solution for single-phase applications

	Input Voltage	Output Voltage [V DC]	Output Power [W]	Output Current [A]	Steady State Input Current			Cat. No.
					120V AC	230V AC	400V AC-480V AC	
Bulletin 1606-XLE Essential Single Phase *	100...120/200...240V AC	24...28	80	3.3	1.50	0.68		1606-XLE80E
		24...28	120	5	2.34	1.23		606-XLE120E
		24...28	120	5	2.34	1.23		◆ 1606-XLE120EC
		24...28	120	5	1.23	—		1606-XLE120EN
	90...132V AC	24...28	120	5	—	1.17		1606-XLE120EE
		24...28	240	10	4.34	2.23		1606-XLE240E
		24...28	240	10	3.73	—		1606-XLE240EN
		24...28	240	10	—	2.30		1606-XLE240EE
	100...120/200...240V AC	24...28	240	10	4.34	2.00		1606-XLE240EP
		48...52	240	5	4.34	2.23		◆ 1606-XLE240F
		24...28	480	20	4.36	2.33		1606-XLE480EP
		48...56	480	10	4.36	2.33		1606-XLE480FP
	380...480V AC, 600V DC	12...15	96	8			2x 0.56	1606-XLE96B-2
		48...56	240	5			3x 0.60	606-XLE240F-3
		24...28	120	5			0.68	1606-XLE120E-2
		24...28	240	10			3x 0.60	1606-XLE240E-3
Three Phase *	380...480V AC, 600V DC	24	960	40			3x 1.40	1606-XLE960DX-3N
		480 V AC						
		48	960	20			3x 1.40	1606-XLE960MX-3N



Bulletin 1606-XLP Compact Switched Mode Power Supplies

When saving critical space is one of your main objectives, the XLP line is an excellent choice. These devices are equipped with many of the same features and certifications as previous generations and support low-power applications. This line is ideal if you require a cost-effective way to save space while delivering safe and reliable power.

- Rated outputs between 15...100 W (0.6...4.2 A at 24V DC)
- Multiple output voltages available
- Smaller, cost-effective solution for low power applications

	Input Voltage	Output Voltage [V DC]	Output Power [W]	Output Current [A]	Steady State Input Current			Cat. No.
					120V AC	230V AC	400V AC-480V AC	
Bulletin 1606-XLP Compact Single Phase *	100...240V AC, 85...375V DC	5...5.5	15	3	0.28	0.17		1606-XLP15A
		12...15	15	1.3	0.28	0.17		1606-XLP15B
		24...28	15	0.6	0.28	0.17		1606-XLP15E
		5...5.5	25	5	0.60	0.30		1606-XLP25A
		10...12	30	3	0.60	0.25		1606-XLP30B
		24...28	30	1.3	0.60	0.35		1606-XLP30E
		24...28	30	1.3	0.54	0.30		1606-XLP30EQ
		± 12/15	36	2.8	0.65	0.40		1606-XLP36C
		12...15	50	4.2	1.00	0.60		1606-XLP50B
		24...28	50	2.1	0.77	0.44		1606-XLP50E
		24...28	50	2.1	1.00	0.60		1606-XLP50EZ
		48...56	50	1	1.00	0.60		1606-XLP50F
	100...240V AC, 110...300V DC	12...15	54	4.5	0.91	0.54		1606-XLP60BQ
		12...15	54	4.5	0.97	0.61		1606-XLP60BQT
		24...28	60	2.5	0.98	0.58		1606-XLP60EQ
		24...28	60	2.5	1.05	0.66		1606-XLP60EQT
	100...120/220...240V AC, 220...375V DC	24...28	72	3	1.60	0.80		1606-XLP72E
		12...15	90	7.5	1.90	0.90		◆ 1606-XLP90B
		24...28	95	3.9	2.00	0.95		◆ 1606-XLP95E
		24...28	100	4.2	2.10	1.00		◆ 1606-XLP100E
	100...200/200...240V AC, 220...375V DC	48...56	100	2.1	2.10	1.00		◆ 1606-XLP100F
		24...28	90	3.75	—	—	2x 0.36	1606-XLP90E-2
		24...28	100	4.2	—	—	2x 0.40	1606-XLP100E-2
Two Phase ◆ 3C ◆	380...480V AC	24...28	100	4.2	—	—		



Bulletin 1606-XLS Performance Switched Mode Power Supplies

Building on the successful design of its predecessors, the XLS line couples a new technology that significantly reduces unit size yet delivers a 150% power boost. Sleek and compact, these highly efficient devices have enough reserve current available to start even your most stubborn loads.

- Rated outputs between 80...960 W (3.3...40 A at 24V DC)
- 150% power boost feature handles start-up loads
- Buffer modules provide a short boost function, buffering load currents during typical main faults, switching events or load peaks

	Input Voltage	Output Voltage [V DC]	Output Power [W]	Output Current [A]	Steady State Input Current			Cat. No.
					120V AC	230V AC	400V AC-480V AC	
Bulletin 1606-XLS Performance Single Phase 3C ♦	100...240V AC, 110...300V DC	24...28	80	3.3	1.42	0.82	-	1606-XLS80E
		24...28	120	5	1.10	0.62		1606-XLS120E
		24...28	120	5	1.10	0.62		1606-XLS120EA
		12...15	180	15	1.65	0.93		1606-XLS180B
		24...28	240	10	2.22	1.22		1606-XLS240E
		24...28	240	10	2.22	1.22		1606-XLS240EA
		24...28	240	10	2.22	1.22		1606-XLS240EC
		48...56	240	5	2.22	1.22		1606-XLS240F
		28...32	240	8	2.22	1.22		1606-XLS240K
		24...28	480	20	4.56	2.48		1606-XLS480E
		24...28	480	20	4.56	2.48		1606-XLS480EA
		24...28	480	20	4.56	2.48		1606-XLS480EC
		24...28	480	20	4.56	2.48		1606-XLS480EE
		24...28	480	20	4.56	2.48		1606-XLS480F
		36...42	480	13.3	4.56	2.48		1606-XLS480G
		24...28	960	34.3	-	4.6		1606-XLS960EE
		48...56	960	20	-	4.6		1606-XLS960FE
	200...240V AC	24...28	480	20	-	4.45		1606-XLS480E-3
	100...240V AC, 110...300V DC	48...56	480	10	4.56	2.48		1606-XLS480E-3C
		36...42	480	13.3	4.56	2.48		1606-XLS480E-D
Three Phase 3C ♦	200...240V AC, 220...300V DC	24...28	960	34.3	-	4.6	3x 0.65	1606-XLS480F-3
		48...56	960	20	-	4.6	3x 0.65	1606-XLS480F-3C
		24...28	480	20	-	4.45	3x 0.85	1606-XLS480F-3D
		48...56	480	10	-	4.45	3x 0.65	1606-XLS480F-3E
	380...480V AC, 600V DC	36...42	480	13.3	-	4.6	3x 0.65	1606-XLS480G-3
		24...28	960	40	-	4.6	3x 1.35	1606-XLS960E-3
		48...54	960	20	-	4.6	3x 1.35	1606-XLS960F-3
		24...28	480	20	-	4.45	3x 0.65	1606-XLS480E-3

* For additional surge and filter protection, see Bulletin 4983 products
** Requires 2PCS, 1 per phase

- ⌘ Parallel operation (inclined characteristic)
- ♦ Meets EN 61000-3-2 PFC harmonics
- ◆ The C suffix of the cat. no. indicates that the product has conformal coating
- * Parallel operation is for 1 + 1 redundancy only
- ⊞ Single/parallel operation (inclined characteristic) selectable via jumper



Bulletin 1606 Special Modules

	Input Voltage	Output Voltage [V DC]	Output Power [W]	Output Current [A]	Steady State Input Current		Cat. No.
					120V AC	230V AC	
Bulletin 1606 Special Modules	10...60V DC	Vin 1...5V typ	384	16	-	-	1606-XLPRED
	24...60V DC	Vin 1...5V typ	480	20	-	-	1606-XLERED
	100...120/200...240V AC	24...28	80	3.3	1.50	0.68	1606-XLEDNET3
	10...60V DC	Vin 1...5V typ	480	20	-	-	1606-XLSRED
	24...28	Vin 2.15 typ	960	40	-	-	1606-XLSRED40
	24...28	Vin 2.7 typ	1920	80	-	-	1606-XLSRED80
	100...240V AC, 110...300V DC	24	91	3.8	1.02	0.48	1606-XLSNET4
	100...240V AC, 110...300V DC	24	192	8	2.13	1.00	1606-XLSNET8
	22.5...30V DC	22.5	240	10	-	-	1606-XLS240-UPS
	22.5...30V DC	22.5	240	10	-	-	1606-XLS240-UPSC
Bulletin 1606 Special Modules with UPS	22.5...30V DC	12/22.5	240	5/10	-	-	1606-XLS240-UPSD
	22.5...30V DC	22.5	240	10	-	-	1606-XLS240-UPSE
	24...28.8V DC	22.5...27.8	480	20	-	-	1606-XLSBUFFER24
	48...56V DC	45...54	960	10	-	-	1606-XLSBUFFER48
	48...56V DC	45...54	960	10	-	-	1606-XLSBUFFER8



Comparison

	XLE Series	XLP Series	XLS Series
AC Input voltage	115/230 auto select	115/230 auto select	100/240 wide range
DC Input voltage Single- / three-phase	210-375/450-780	85-375	88-375/450-780
Watt range (W)	80-960	15-100	80-960
Adj. output voltage	Yes	Yes	Yes
Multiple output voltage (V)	12, 24, 48	5 12, 15, 24, 48	12, 24, 30, 36, 48
Power boost	20% power boost	-	50% power boost
DC-OK signal	Yes*	Yes	Yes
Temperature range	-25...+60 °C	-40...+70 °C	-25...+60 °C
Efficiency	90...92%	80...90%	91.6...95%
Terminals	Screw	Screw/Spring Clamp	Spring clamp

* DC-OK contact available on select models only.

Allen-Bradley, LOGIX, TRIX, SOLUC, and Rockwell Software are trademarks of Rockwell Automation, Inc.
Trademarks not belonging to Rockwell Automation are property of their respective companies.

www.rockwellautomation.com

Power, Control and Information Solutions Headquarters

American Rockwell Automation, 1301 South Second Street, Milwaukee, WI 53204-5096 USA, Tel: (1) 414.962.2600, Fax: (1) 414.962.4644
European/RoRoRo Inc./Asian Rockwell Automation 20V, Piquette Park, Dr. Ziehlmann, 200, 20511 Dreyer, 94400, Tel: (510) 2.600.0000, Fax: (510) 2.603.0640
Asia Pacific Rockwell Automation, Level 14, Con F, Cyberport 3, 100 Cyberport Road, Hong Kong, 998 (923) 2807-6700, Fax: (923) 2398 1996

Publication 1606-PM003A-CN-P - August 2013

Copyright © 2013 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved. Printed in USA.

BIBLIOGRAFÍA

- Angulo, J. M. (2004). *Curso de capacitación en soldadura*. México: Limusa.
- Astullido, A. N. (2021). *Fundamentos del diseño escenográfico*. México: Toma.
- Casals Torrens, P., & Bosch Touch, R. (2005). *Máquinas eléctricas: Aplicaciones de ingeniería eléctrica a instalaciones navales y marinas*. Barcelona, España: UPC.
- Cérda Filui, L. M. (2014). *Instalaciones eléctricas y automatismos*. España: Ediciones Paraninfo, S.A.
- Heras, S. d. (2011). *Fluidos, bombas e instalaciones hidráulicas*. Barcelona: UPCGRAU.
- Martín Castillo, J. C., & García García, M. P. (2016). *Automatismo Industriales*. Madrid: Editex.
- Michael J. Moran, H. N. (2004). *Fundamentos de termodinámica técnica*. Barcelona: Reverte.
- Neufert, E. (2016). *El Arte de Proyectar en Arquitectura*. Berlín: GG.
- Oliva Haba, J. R., Martín Márquez, P. L., & Manjavacas Zarco, C. (2008). *Instalación y mantenimiento de equipos y sistemas informáticos*. Madrid: Paraninfo.
- Ortiz Zamora, F. G., Candelas Herías, F. A., Pomares Baeza, J., & GIII Vázquez, P. (2013). *Prácticas de redes*. San Vicente: ECU.
- Solé, A. C. (2012). *Neumatica e hidráulica*. España: Marcombo.
- Zamora, D. T. (2019). *Sistemas de Producción. Análisis de las actividades primarias de la cadena de valor*. ESIC.

PAGINAS WEB DE INTERNET

<https://www.rockwellautomation.com/es-mx.html>

https://www.festo.com/mx/es/?fwacid=2bb4bbd8e7371f32&qad=1&qclid=CjwKCAjwjYKjBhB5EiwAiFdSfnq9nqtqmrzqnroPYEG8GriLymKRirSDcGP929cRNw_DKO29ZzuSpBoCKOqQAvD_BwE

<https://www.eplan.com.mx>

<https://www.autodesk.mx>

<https://www.kopar.com.mx/micrositios/mac-valves/>

<https://www.yaskawa.com/>