



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO**

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO**  
**EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO**

**TEMA:**

**DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA EL PROCESO DE  
SELLADO DE ENVASES EN LA FÁBRICA DE LÁCTEOS “EL LABRADOR”**

**Autor:** Recalde Guerra Richar Arturo

**Director:** Ing. Hernán Pérez

Ibarra, 2016



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

### BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

#### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

##### 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE dentro del proyecto del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos en formato digital con la finalidad de apoyar procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información.

DATOS DE CONTACTO			
<b>CEDULA DE IDENTIDAD:</b>	0401589155		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Recalde Guerra Richar Arturo		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Arturo Hidalgo y Latacunga-Barrio San Andrés		
<b>EMAIL:</b>	richar-90@hotmail.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	062974035	<b>TELÉFONO MOVIL</b>	0986496043

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	“DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA EL PROCESO DE SELLADO DE ENVASES EN LA FÁBRICA DE LÁCTEOS “EL LABRADOR”
<b>AUTOR:</b>	Recalde Guerra Richar Arturo
<b>FECHA: AAAAMMDD</b>	2016/03/17
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TÍTULO POR EL OPTA:</b>	Ingeniero en la Especialidad de Mantenimiento Eléctrico
<b>ASESOR/DIRECTOR</b>	Ing. Hernán Pérez

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, Recalde Guerra Richar Arturo, con cedula de identidad Nro. 0401589155, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad de material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

## 3. CONSTANCIAS

Yo, Recalde Guerra Richar Arturo, manifiesto que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar los derechos de autor de terceros, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales. A través de la presente declaración cedo el derecho de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las Leyes de Propiedad Intelectual, Reglamentos y Normatividad vigente de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, marzo de 2016

**EI AUTOR:**

**ACEPTACIÓN**

(Firma).....

Nombre: Recalde Guerra Richar Arturo

Cedula: 0401589155

(Firma).....

Nombre: **Ing. Betty Chávez**

Cargo: **JEFE BIBLIOTECA**



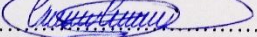


UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Yo, Recalde Guerra Richar Arturo, con cedula de identidad Nro. 040158915-5 manifiesto mi voluntad de ceder a la universidad técnica del norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado titulado: **“DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA EL PROCESO DE SELLADO DE ENVASES EN LA FÁBRICA DE LÁCTEOS “EL LABRADOR”**, que ha sido desarrollada para optar por el Título de Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, marzo de 2016

(Firma).....

Nombre: Recalde Guerra Richar Arturo

Cedula: 0401589155

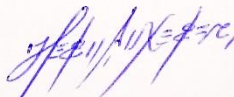


## ACEPTACIÓN DEL DIRECTOR

Luego de haber designado por el Honorable Consejo Directivo de la facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra, he aceptado con satisfacción participar como director del trabajo de grado del siguiente tema: **“DISEÑO DE UN SISTEMA ELECTRONEUMÁTICO PARA EL PROCESO DE SELLADO DE ENVASES EN LA FÁBRICA DE LÁCTEOS “EL LABRADOR”**, trabajo realizado por el señor: Recalde Guerra Richar Arturo, previo a la obtención del título de Ingeniero en la Especialidad de Mantenimiento Eléctrico.

Al ser testigo personal y corresponsable directo del desarrollo del presente trabajo de investigación, que reúnen los requisitos suficientes para ser sustentado públicamente ante el tribunal que sea designado oportunamente.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.



.....  
Ing. Hernán Pérez

Ibarra, 2016

## DEDICATORIA

Este trabajo de investigación en primer lugar va dedicado a Dios por ser mi guía durante toda mi vida, por otorgarme la sabiduría para enfrentar cada dificultad que me ha puesto en el camino, así mismo a mis padres Arturo Recalde y Olga Guerra, por ser el pilar fundamental de mi vida, por su apoyo incondicional para llegar a este punto de mi carrera ya que ellos han estado siempre presentes.

A mi hermana Sheily por estar siempre conmigo brindándome su apoyo, por cada uno de sus consejos, los cuales hicieron que nunca baje la cabeza ante las dificultades que se me presenten, como alguna vez me dijo si quieres algo lucha, esfuérzate y veras que obtendrás una gran recompensa.

También al resto de mi familia que de una u otra manera me han ayudado con sus consejos para enfrentar cada obstáculo de la mejor manera, y a mis compañeros y amigos que supieron brindarme su mano en algún momento de mi vida.

Finalmente quiero nombrar a mis abuelitos que fueron mis segundos padres, aunque no los tenga presentes en este momento, sé que ellos desde el cielo siempre me cuidaron y supieron guiarme a ser la persona que soy, Andalicio, Clarita, Dimas y Soledad siempre los llevare en mi corazón.

**Richar A. Recalde G.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por saberme guiar por el sendero del bien y del saber, por brindarme las fuerzas necesarias para seguir adelante a pesar de las dificultades que se me presentaron durante mi vida.

Le doy gracias a mis padres Arturo y Olga por apoyarme en todo momento por los valores que supieron inculcarme desde temprana edad, por darme lo mejor que es la educación durante toda mi vida y a mi hermana por ser una persona importante en mi vida y dentro de mi familia.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE por brindarme la oportunidad de recibir una educación de alto nivel, con amplios conocimientos y con formación humanística para ser un buen profesional.

Agradecer a mis tutores el Ing. Hernán Pérez, Msc. Leuber Rosa por su dedicación y esfuerzo, quienes, con sus amplios conocimientos, su experiencia, su paciencia, constancia y motivación han logrado que llegue a estas instancias de la culminación de mi carrera.

Así mismo quiero agradecer a todos los ingenieros quienes fueron mis docentes durante toda la vida estudiantil, los cuales supieron compartir sus conocimientos sus experiencias que aportaron en mi formación de manera especial a los ingenieros Pablo Méndez, Mauricio Vázquez, Ramiro Flores, Hernán Pérez por cada una de sus enseñanzas.

**Richar A. Recalde G.**



## INDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
INDICE GENERAL .....	viii
INDICE DE GRÁFICOS .....	xiv
INDICE DE TABLAS .....	xv
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	xvi
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	xvii
RESUMEN .....	xviii
ABSTRACT .....	xix
INTRODUCCIÓN .....	xx
CAPÍTULO I .....	1
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Formulación del problema .....	2
1.4. Delimitación.....	2
1.4.1. Temporal .....	2
1.4.2. Espacial .....	2
1.5. Objetivos .....	2
1.5.1. Objetivo general .....	2
1.5.2. Objetivos específicos .....	3
1.6. Justificación.....	3
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	5

2.1.	Introducción .....	5
2.2.	Electroneumática.....	6
2.2.1.	Definición.....	6
2.3.	Elementos de un sistema electroneumático .....	6
2.3.1.	Elementos de retención .....	6
2.3.2.	Interruptores mecánicos de final de carrera .....	6
2.3.3.	Relevador o relés.....	7
2.3.4.	Válvulas electroneumáticas.....	7
2.3.5.	Dispositivos neumáticos .....	7
2.4.	Sensores utilizados en electroneumática.....	7
2.4.1.	Mecánicos .....	7
2.4.2.	Magnéticos o reed switch.....	8
2.5.	Sensor neumático .....	9
2.6.	Sensor electrónico de estado solido .....	9
2.7.	Contactador neumático .....	9
2.7.1.	Funcionamiento.....	9
2.8.	Elementos de introducción de señales manuales .....	10
2.8.1.	Tipos de pulsadores.....	11
2.9.	Detectores de final de la carrera.....	12
2.10.	Detectores de límite por proximidad.....	13
2.10.1.	Accionamiento magnético.....	13
2.10.2.	Sensor fotoeléctrico.....	14
2.11.	Válvulas neumáticas.....	15
2.12.	Accionamientos de las válvulas .....	15
2.12.1.	Accionamiento mecánico .....	15

2.12.2. Accionamiento manual.....	16
2.12.3. Accionamiento por pilotaje neumático .....	16
2.12.4. Accionamiento directo e indirecto .....	17
2.12.5. Accionamiento eléctrico (por solenoide) .....	18
2.13. Válvula electroneumática.....	18
2.13.1. Esquema eléctrico y neumático.....	19
2.13.2. Electroválvulas .....	20
2.14. Actuadores.....	21
2.14.1. Actuadores lineales .....	21
2.14.2. Cilindro neumático.....	21
2.14.3. Cilindros de simple efecto.....	22
2.14.4. Cálculo para seleccionar un cilindro neumático .....	22
2.14.5. Cilindro de doble efecto .....	23
2.15. Unidad de Mantenimiento F-R-L.....	23
2.15.1. Filtro.....	24
2.15.2. Regulador .....	24
2.15.3. Lubricador .....	24
2.16. Distribuidores de aire .....	24
2.17. Racores y tubos .....	25
2.18. PLC y elementos de protección.....	26
2.18.1. Definición.....	26
2.18.2. Arquitectura.....	26
2.18.3. CPU.....	27
2.18.4. Memoria .....	27
2.18.5. Fuente de alimentación .....	27



2.18.6. Interfaces de entrada y salida .....	28
2.18.7. Dispositivos de seguridad .....	28
2.19. Elementos eléctricos y protecciones eléctricas .....	28
2.19.1. Voltaje .....	28
2.19.2. Corriente eléctrica .....	29
2.19.3. Potencia eléctrica .....	29
2.20. Indicadores y dispositivos de mando .....	29
2.20.1. Colores para los botones .....	30
2.21. Motores .....	30
2.21.1. Corriente continua .....	31
2.21.2. Motores de corriente alterna.....	31
2.22. Bandas transportadoras .....	31
2.23. Sistemas neumáticos .....	32
CAPÍTULO III.....	34
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	34
3.1. Tipo de investigación .....	34
3.1.1. Investigación de campo.....	34
3.1.2. Investigación documental y bibliográfica .....	34
3.2. Métodos.....	34
3.2.1. Método analítico sintético .....	35
3.2.2. Método constructivo.....	35
3.2.3. Diseño neumático.....	35
3.2.4. Diseño electroneumático.....	35
3.2.5. Método experimental y pruebas de funcionamiento .....	35
3.3. Técnicas e instrumentos .....	35

CAPÍTULO IV .....	37
4. PROPUESTA Y DISEÑO .....	37
4.1. Diagnóstico .....	37
4.2. Tema.....	37
4.3. Justificación.....	37
4.4. Objetivos .....	38
4.4.1. Objetivo general .....	38
4.4.2. Objetivos específicos .....	38
4.5. Desarrollo de la propuesta.....	38
4.5.1. Introducción .....	38
4.5.2. Partes del módulo didáctico .....	39
4.5.3. Funcionamiento esperado.....	39
4.5.4. Diseño de la banda transportadora .....	40
4.5.5. Parámetros de diseño de la banda transportadora .....	40
4.5.6. Selección de los cilindros neumáticos.....	40
4.5.6.1. Selección del cilindro B .....	41
4.5.6.2. Selección del cilindro C .....	42
4.5.6.3. Selección del cilindro A.....	44
4.5.7. Selección de unidad de mantenimiento.....	45
4.5.8. Electroválvulas .....	46
4.5.9. Sensores .....	47
4.5.10. Tuberías y silenciadores .....	49
4.5.11. Racores y silenciadores .....	50
4.5.12. Selección del compresor .....	51
4.5.13. Selección de protecciones y dimensionamiento de conductores.....	52

4.5.14. Programación .....	55
4.6. Manual de programación del módulo didáctico de sellado de envases. ....	57
CAPÍTULO V .....	77
5. VALIDACIÓN DEL DISEÑO DEL MÓDULO .....	77
5.1. Determinación los parámetros.....	77
5.2. Validación y comparación de las pruebas realizadas con el modulo. ....	78
5.2.1. Análisis de tabla 25 .....	78
5.3. Estudio económico .....	78
5.4. Consumo eléctrico y efecto en costos .....	80
CAPÍTULO VI.....	82
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
CONCLUSIONES .....	82
RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	84
LINKONGRAFÍA .....	85
ANEXOS .....	89
ANEXO A DIAGRAMA DE FUERZA.....	90
ANEXO B DIAGRAMA DE BLOQUE .....	91
ANEXO C RESPALDO FOTGRÁFICO .....	92
ANEXO D TABLAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	103
ANEXO E PROGRAMA STEP 7 TIA PORTAL V13 DEL MÓDULO DIDÁCTICO....	117



## INDICE DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1:</i> Sensor magnético representación eléctrica .....	8
<i>Gráfico 2:</i> Contactor neumático .....	10
<i>Gráfico 3:</i> Modos de apertura y cierre de un contacto .....	11
<i>Gráfico 4:</i> Elementos de señales.....	11
<i>Gráfico 5:</i> Tipos de pulsadores.....	12
<i>Gráfico 6:</i> Detector de final de carrera.....	12
<i>Gráfico 7:</i> Detector de límite de proximidad.....	13
<i>Gráfico 8:</i> Accionamiento magnético.....	13
<i>Gráfico 9:</i> Sensor fotoeléctrico.....	14
<i>Gráfico 10:</i> Válvulas neumáticas.....	15
<i>Gráfico 11:</i> Principales accionamientos mecánicos (ejes, rodillos, levas).....	16
<i>Gráfico 12:</i> Principales accionamientos manuales mono estables (por resorte) .....	16
<i>Gráfico 13:</i> Accionamientos manuales biestables (por enclavamiento).....	16
<i>Gráfico 14:</i> Válvula de 3/2 de pilotaje neumático con retorno por muelle y presión .....	17
<i>Gráfico 15:</i> Válvula biestable 5/2 (accionada por doble pilotaje neumático) .....	17
<i>Gráfico 16:</i> Accionamiento indirecto .....	18
<i>Gráfico 17:</i> Electroválvula de accionamiento indirecto .....	18
<i>Gráfico 18:</i> Válvulas electroneumáticas.....	19
<i>Gráfico 19:</i> Esquema eléctrico y neumático de una válvula .....	19
<i>Gráfico 20:</i> Electroválvulas .....	20
<i>Gráfico 21:</i> Actuadores neumáticos .....	21
<i>Gráfico 22:</i> Cilindro de simple efecto .....	22
<i>Gráfico 23:</i> Cilindro de doble efecto .....	23
<i>Gráfico 24:</i> Unidad de mantenimiento .....	24
<i>Gráfico 25:</i> Bloque distribuidor de aire.....	25
<i>Gráfico 26:</i> Tipos de racores.....	25
<i>Gráfico 27:</i> Arquitectura interna del PLC .....	26
<i>Gráfico 28:</i> Motores eléctricos .....	30
<i>Gráfico 29:</i> Banda transportadora .....	31
<i>Gráfico 30:</i> Sistema básico neumático .....	33

<i>Gráfico 31:</i> Cilindro de doble efecto B .....	42
<i>Gráfico 32:</i> Cilindro de doble efecto C .....	43
<i>Gráfico 33:</i> Cilindro de doble efecto A .....	45
<i>Gráfico 34:</i> Unidad de mantenimiento .....	46
<i>Gráfico 35:</i> Electroválvula a 5/2.....	47
<i>Gráfico 36:</i> Sensor reed switch.....	48
<i>Gráfico 37:</i> Sensor fotoeléctrico.....	48
<i>Gráfico 38:</i> Tubería .....	49
<i>Gráfico 39:</i> Racores de conexión .....	50
<i>Gráfico 40:</i> Silenciadores .....	51
<i>Gráfico 41:</i> Compresor .....	51

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Especificaciones del sensor .....	14
Tabla 2 Colores para pulsadores y luces.....	30
Tabla 3 Partes de un sistema neumático .....	33
Tabla 4 Datos de productos sellados elaborados de forma no automatizada.....	37
Tabla 5 Datos experimentales para el cálculo del cilindro B.....	41
Tabla 6: Especificaciones del cilindro B .....	42
Tabla 7: Datos experimentales para el cálculo del cilindro C .....	43
Tabla 8: Especificaciones para el cilindro C.....	44
Tabla 9: Datos experimentales para el cálculo del cilindro A .....	44
Tabla 10: Especificaciones para el cilindro A .....	45
Tabla 11: Datos técnicos de la unidad de mantenimiento.....	46
Tabla 12: Datos técnicos para la válvula de 5/2 .....	47
Tabla 13: Especificaciones técnicas del sensor reed switch .....	48
Tabla 14: Especificaciones técnicas del sensor fotoeléctrico .....	49
Tabla 15: Datos técnicos de la tubería .....	50
Tabla 16: Especificaciones para los racores .....	50
Tabla 17: Especificaciones para los silenciadores .....	51

Tabla 18: Datos técnicos del compresor .....	52
Tabla 19: Calibres de conductor .....	53
Tabla 20: Calibres de conductores .....	54
Tabla 21: Conductores y protecciones eléctricas .....	55
Tabla 22: Primera prueba.....	77
Tabla 23: Segunda prueba.....	77
Tabla 24: Tercera prueba .....	77
Tabla 25: Comparación de resultados.....	78
Tabla 26: Determinación de gastos.....	78
Tabla 27: Consumo eléctrico y mecánico por cada elemento.....	81

### ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1:</i> Perforación para ajustar la banda .....	92
<i>Ilustración 2:</i> Diseño del rodillo con eje para el motor reductor.....	93
<i>Ilustración 3:</i> Ubicación de las chumaceras en la estructura principal .....	93
<i>Ilustración 4:</i> Verificación de ejes de rodillos para las chumaceras .....	94
<i>Ilustración 5:</i> Ubicación de elementos en estructura principal .....	94
<i>Ilustración 6:</i> Ubicación de la banda transportadora.....	95
<i>Ilustración 7:</i> Alimentación de aire .....	96
<i>Ilustración 8:</i> Corte y conexión de tubería .....	96
<i>Ilustración 9:</i> Alimentación conexión de electroválvula 5/2 monoestable .....	97
<i>Ilustración 10:</i> Alimentación conexión de electroválvula 5/2 monoestable .....	97
<i>Ilustración 11:</i> Alimentación de aire al cilindro.....	98
<i>Ilustración 12:</i> Alimentación de aire al cilindro.....	98
<i>Ilustración 13:</i> Ajuste del sellador de tapas.....	99
<i>Ilustración 14:</i> Ajuste de nivel del cilindro A .....	99
<i>Ilustración 15:</i> Conexión de sensores.....	100
<i>Ilustración 16:</i> Modulo didáctico de sellado de envases .....	100
<i>Ilustración 17:</i> Tablero de control vista frontal .....	101
<i>Ilustración 18:</i> Tablero de control vista interna .....	102

## GLOSARIO DE TÉRMINOS

<b>PLC</b>	Controlador lógico programable
<b>VCA</b>	Voltaje corriente alterna
<b>W</b>	Vatios
<b>V</b>	Voltaje
<b>Hz</b>	Hertz
<b>F</b>	Fuerza
<b>P</b>	Presión
<b>D</b>	diámetro
<b>N</b>	rendimiento
<b>CPU</b>	Central Processing Unit
<b>I</b>	Corriente
<b>R</b>	Resistencia
<b>mA</b>	Miliamperios
<b>VDC</b>	Voltaje corriente directa
<b>PSI</b>	Libra-fuerza por pulgada cuadrada
<b>Torr</b>	Torricelli
<b>Mpa</b>	Milipascales
<b>AWG</b>	American wire gauge
<b>C</b>	Cilindro
<b>S</b>	Sensor
<b>Q</b>	Guardamotor
<b>K</b>	Contacto
<b>E</b>	Electroválvula
<b>H</b>	Luz

## RESUMEN

El presente trabajo se lo realizó con el propósito de diseñar un sistema electroneumático para una máquina prototipo de prueba de sellado de envases para la fábrica de lácteos “El Labrador”, comandado mediante un PLC y que será implementado en el Laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico; para llevar a cabo la investigación se tomó en cuenta los diferentes aspectos técnicos de cada uno de los elementos que serán parte del prototipo de prueba, así mismo sus respectivas aplicaciones, de tal modo que se seleccione de una manera apropiada todo los elementos eléctricos, electrónicos, neumáticos y mecánicos. Además, el diseño de este prototipo tiene la finalidad de mejorar los métodos de aprendizaje del estudiante dentro del campo de control industrial, de tal manera que se amplíen más sus conocimientos en diferentes áreas de estudio y que los conocimientos obtenidos en las aulas los pongan en práctica realizando pruebas de laboratorio en el prototipo. La falta de procesos automáticos en algunas industrias ha provocado que no haya un desarrollo tanto económico como tecnológico, tomando en cuenta esto surge la problemática y se procedió al planteamiento de un problema para darle solución y que este diseño de prototipo de prueba, sea posteriormente implementado como un proceso de automatización. Para el proceso de este trabajo se planteó un objetivo general y cinco específicos, los cuales sirvieron como pilar para culminar de la mejor manera el trabajo planteado. A fin de que la investigación llegue a culminarse con éxito, dentro de la metodología se realizó una investigación de campo y documental, como también diferentes métodos como el analítico sintético, constructivo, experimental y diferentes técnicas e instrumentos. La propuesta de diseñar un prototipo de pruebas de sellado de envases, se la efectuó mediante un PLC S7-1200, el cual fue programado para el funcionamiento del prototipo y de cada uno de sus elementos eléctricos como actuadores electroneumáticos, tomando en cuenta la investigación realizada para la construcción del mismo, de tal modo que los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico realice prácticas de automatización mediante el PLC, para esto se realizó un manual de prácticas de laboratorio como guía de aprendizaje. Finalmente, se realizaron las conclusiones y respectivas recomendaciones del trabajo.

## ABSTRACT

The present work was made with the purpose of designing an electro-pneumatic system for a prototype machine to test sealed packaging for "El Labrador" dairy factory, commanded by a PLC and it will be implemented in the laboratory of Electrical Maintenance Engineering; to conduct this research, it was taken into account the different technical aspects of each one of the elements that will be part of the test prototype, likewise their respective applications, so they will be selected in an appropriate manner all electrical, electronic, pneumatic and mechanical elements. In addition, the design of this prototype aims to improve methods for students learning in the field of industrial control, so they further expand their knowledge in different areas of study and with this knowledge gotten in the classroom, they put them in practice performing laboratory tests on the prototype. The lack of automatic processes in some industries has caused no both economic and technological development. With this the problem appears, then it was proceeded to approach a problem to give solution and later this prototype test design could be subsequently implemented as an automation process. For this work, a general and five specific objectives were raised, which served as a base to culminate in the best way the proposed work. To finish this work successfully, the research was field and documentary, as well as different methods such as analytical, synthetic, experimental, constructive, and different experimental techniques and instruments were used. The proposed to design a prototype test package sealing was performed by the PLC S7-1200, which was programmed for the operation of the prototype and each of its electrical elements as electro actuators, taking into account the investigation for its construction thereof, so that students of Electrical Maintenance Engineering performs automation practices using PLC, for this a laboratory practice manual as tutorial was made. Finally, the conclusions and recommendations were included.

## INTRODUCCIÓN

Como en toda industria en la actualidad, un control automático está diseñado para cumplir con instrucciones específicas para mejorar un proceso industrial cumpliendo paso a paso los diferentes parámetros para el cual fue hecho.

Al contar con un proceso automático lo que podemos generar es procesos que sean eficaces, seguros, veloces es decir proceso más rápido y sin mucha pérdida de tiempo que eso de una u otra manera genera pérdidas económicas, además cumpliendo con los requisitos de seguridad y confiabilidad en que en muchos casos cuando son realizados de forma manual no se los hace.

La industria de mano de la tecnología ha venido sobresaliendo de una manera muy importante, debido a que las diferentes aplicaciones tecnológicas han modificado procesos que necesitaban ser más eficientes, otros que requerían ayuda para evitar fallas de fábrica; de tal modo fueron creándose procesos automáticos para dar soluciones a diferentes problemas que lleguen a surgir dentro del campo industrial.

La creación de herramientas móviles como los son las bandas transportadoras lograron acelerar procesos continuos y ahorrar tiempo garantizando un mejor desempeño lo que con lleva a una mayor producción, algo que con la mano de obra a veces no ocurre.

Otros dispositivos que logran una automatización de procesos en una industria son los programadores lógicos programables (PLC), estos son equipos electrónicos que son programados de tal modo que una máquina opere de forma autónoma cumpliendo instrucciones que previamente se le sean asignadas en su programación, por otra parte, estos dispositivos captan señales los cuales son procesadas y posteriormente son ejecutadas por los actuadores tanto mecánicos como eléctricos y electrónicos.

La neumática dentro del campo industrial ayudo a que diferentes procesos los cuales eran sometidos a movimiento sean mucho más fáciles de controlar. En la actualidad la neumática combinada con la parte eléctrica y electrónica interviene con máquinas y herramientas en procesos



de alimentos, así también con equipos de montajes industriales, con equipos dentro de la robótica y el manejo automatizado entre otras aplicaciones.

El presente modulo didáctico está desarrollado como un prototipo de pruebas para la optimización de sellado de envases dentro de una industria, como también servirá para que los estudiantes realicen talleres de prácticas sobre control automático, y que, de esta manera apliquen los conocimientos obtenidos en clase.

# CAPÍTULO I

## 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Antecedentes

La fábrica de lácteos “El Labrador” está ubicada en la provincia del Carchi, cantón Espejo, parroquia de San Isidro. Esta tiene como finalidad la elaboración y distribución de productos lácteos, y para ello realiza los procesos de envasado y sellado de leches y sus derivados.

En esta fábrica de lácteos, el proceso de sellado de los envases de yogurt es esencial para garantizar una adecuada conservación y distribución de los productos. Sin embargo, las técnicas a utilizar para este proceso carecen de un sistema automatizado que evite las pérdidas de tiempo y se pueda despachar la totalidad de pedidos solicitados, proceso que ayuda a abastecer los requerimientos de los productos en el menor tiempo posible con alta calidad y eficiencia en la producción.

Durante la investigación se pudo evidenciar que el sellado se los realiza manualmente, aunque se logra el sellado el tiempo que se demora para esta actividad no permite abastecer la totalidad de los pedidos.

Este tipo de fábricas, al no contar con un proceso automático de sellado, tienen desventajas competitivas, las cuales afectan sus ingresos económicos ya que se generan disminución de sus ingresos lo que conlleva a tener un balance económico con menores ganancias, ya que al no abastecer todos los productos requeridos se corre el riesgo de que los clientes cautivos por estas empresas prefieran comprar productos en empresas que si puedan abastecer su demanda con productos de calidad en el proceso de etiquetado, sellado y buena presentación del producto, dando lugar a que haya inconformidad por parte de los clientes y que la demanda de dichos productos disminuya.

## **1.2. Planteamiento del problema**

En la fábrica de lácteos “El Labrador” se ha visto evidenciado la falta de procesos de control automáticos para el sellado de los envases, el cual aún se realiza de forma artesanal o en procesos semiautomáticos lo que ocasiona pérdidas de tiempo y recursos, además de ser procesos poco eficientes la presentación no es de buena calidad.

## **1.3. Formulación del problema**

¿Cómo elaborar y diseñar un prototipo electroneumático para el sellado automático de envases que permitirá mejorar la calidad del proceso de sellado en la fábrica Lácteos “El Labrador”?

## **1.4. Delimitación**

### **1.4.1. Temporal**

Este proyecto se llevará a cabo desde el mes de enero hasta el mes de diciembre del 2015.

### **1.4.2. Espacial**

Este proyecto servirá como base de implementación para la fábrica de lácteos “El Labrador” ubicada en la parroquia de San Isidro, cantón Espejo, provincia del Carchi, se realizará un prototipo que servirá de prueba que será validado por esta fábrica para su posterior implementación, este servirá como base para la enseñanza de control automático para el laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Diseñar un módulo didáctico de un sistema electroneumático, que permita evidenciar la optimización del proceso productivo de sellado de envases de yogurt en la fábrica de lácteos “El Labrador”.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual del sellado de envases dentro de la fábrica de lácteos “El Labrador” y determinar el proceso que permitirá optimizar el sellado.
  
- Investigar los elementos necesarios para la implementación de un sistema electroneumático.
  
- Diseñar el proceso de control automático mediante la implementación de un PLC para el módulo de la máquina de sellado de envases.
  
- Implementar un módulo a escala de la máquina de sellado de envases con sus respectivos sensores y actuadores en el laboratorio de la carrera de Mantenimiento Eléctrico para realizar prácticas de electroneumática.
  
- Elaborar un manual de programación del proceso de sellado de envases del módulo didáctico implementado en el laboratorio de la carrera de Mantenimiento Eléctrico.

### **1.6. Justificación**

En la actualidad los sistemas neumáticos son de una gran ayuda para realizar proceso de automatización en las industrias. La neumática dentro de la automatización industrial se ha vuelto una herramienta muy útil. A través de componentes neumáticos, se da soluciones más sencillas, rentables y con mayor futuro de aplicación en la industria.

El presente proyecto estará orientado al mejoramiento de la fábrica de tal modo que ayudará a optimizar tiempo, realizar los trabajos de sellado con mayor confiabilidad y con un grado de alta calidad.

El diseño de un módulo de entrenamiento de neumática será de mucha ayuda para la realización de estudio de métodos de control automático dentro de las industrias. Este módulo de igual manera

tendrá un aporte importante para que el estudiante o grupo de estudiantes realicen prácticas en el laboratorio de la carrera de ingeniería en mantenimiento eléctrico.

Al tener conocimientos sobre el tema de control neumático, sistemas de control automático, y sus afines serán de mucha utilidad para la realización de proyectos de automatización para cualquier empresa dentro del campo industrial.

La implementación del prototipo de sellado de envases será de gran apoyo para que los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico ya que llegara a interpretar con una mayor facilidad los conocimientos obtenidos en clase complementándolo con la práctica.

De acuerdo a las diferentes aplicaciones que se tiene con estos sistemas se plantea el diseño de un módulo didáctico para ser incorporado al laboratorio de la carrera de ingeniería en Mantenimiento Eléctrico de la Universidad Técnica del Norte.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1.Introducción

La neumática en el campo industrial ha sido de mucha utilidad para el proceso de producción dando lugar a sistema procesos con controles automáticos y manuales. Tiempo atrás se logró pasar de mecanismos accionados manualmente a ciclos completos de procesos semi-automáticos y otros totalmente automáticos. La neumática nace con la necesidad de mejorar la producción de las industrias, automatizando algunos procesos los cuales de una manera ayudaron a que la economía mejore dentro del campo industrial de tal modo que se evidenció un crecimiento de alto nivel de producción.

Solé (2011) dice que “los sistemas de aire comprimido se utilizan para controlar el movimiento de actuadores y su aplicación se manifiesta en herramientas, válvulas de control y posicionadores, martillos neumáticos, sistemas de empaquetado, elevadores, herramientas de impacto, prensas neumáticas, robots industriales, vibradores, frenos neumáticos, etc.” (p. 7)

Las primeras aplicaciones de neumática se remontan a muchísimo tiempo atrás, mediante la utilización de muelles de soplado, la primera aplicación del aire comprimido consistió en el soplado de cenizas para reavivar el fuego. (Castañeda, 2013)

Posteriormente fue utilizada en la construcción de órganos musicales, en la minería y en siderurgia. Hace más de 20 siglos, un griego, construyó un cañón neumático que, rearmado manualmente comprimía aire en los cilindros. Al efectuar el disparo, la expansión restituía la energía almacenada, aumentando de esta forma el alcance del mismo.

En el siglo XIX se comenzó a utilizar el aire comprimido en la industria de forma sistemática. Herramientas neumáticas, martillos neumáticos, tubos de correo neumáticos, son un ejemplo de estas aplicaciones. La incorporación de la neumática en mecanismos y la automatización comienza a mediados del siglo XX. (Ruiz, 2011)

La neumática admite infinidad de aplicaciones en el campo de máquinas, herramientas, y en su totalidad todos los procesos industriales.

Actualmente la neumática se ha incorporado en la industria de una manera eficaz ya que por medio de estos mecanismos se ha logrado incrementar el nivel de la producción de una fábrica, así mismo sobre la parte económica se ha visto que hay una mayor ganancia al implementar tecnologías de ahorro de tiempo en producción.

## **2.2. Electroneumática**

### **2.2.1. Definición**

La Electroneumática es una de las técnicas de automatización que en la actualidad viene cobrando vital importancia en la optimización de los procesos a nivel industrial. La energía eléctrica substituye a la energía neumática como el elemento natural para la generación y transmisión de las señales de control que se ubican en los sistemas de mando. En la actualidad, los sistemas de aire comprimido dentro de los campos de fabricación, han ayudado a mejorar los procesos de ensamblado y empaquetado de productos, es común la utilización de esta técnica para llevar a cabo estos procesos. (Carmona et al., 2014)

## **2.3. Elementos de un sistema electroneumático**

### **2.3.1. Elementos de retención**

Son empleados, generalmente, para generar la señal de inicio del sistema, o en su defecto, para realizar paros, ya sea de emergencia o sólo momentáneos. El dispositivo más común es el botón pulsador. (Carmona et al., 2014)

### **2.3.2. Interruptores mecánicos de final de carrera**

Estos elementos son empleados para detectar la presencia de algún objeto dentro de un proceso, mediante la intervención de un interruptor mecánico y el objeto a ser detectado. (Carmona et al., 2014)



### **2.3.3. Relevador o relés**

Es un dispositivo el cual funciona como interruptor, pero este es controlado mediante un circuito eléctrico, el cual acciona uno varios contactos que abren o cierran circuitos eléctricos independientes esto acción es realizada por una bobina y un electroimán. (Carmona et al., 2014)

### **2.3.4. Válvulas electroneumáticas**

Carmona et al. (2014) en su proyecto menciona que una valvula electronuematica es “el dispositivo medular en un circuito electroneumático, es la válvula electroneumática. Esta válvula realiza la conversión de energía eléctrica, proveniente de los relevadores a energía neumática, transmitida a los actuadores o a alguna otra válvula neumática.” (p. 15-16)

### **2.3.5. Dispositivos neumáticos**

Los dispositivos neumáticos son los equipos que cumplen funciones específicas dentro de un sistema electroneumático, los sistemas neumáticos convierten energía del aire comprimido en energía mecánica la cual es utilizada en varios campos de la industria. (Sistemas Neumáticos, 2015)

## **2.4.Sensores utilizados en electroneumática**

Los sensores por lo general son dispositivos capaces de captar señales las cuales son enviadas a un dispositivo el cual generara una función que hará que otro equipo reciba la señal y este realice un determinado trabajo.

### **2.4.1. Mecánicos**

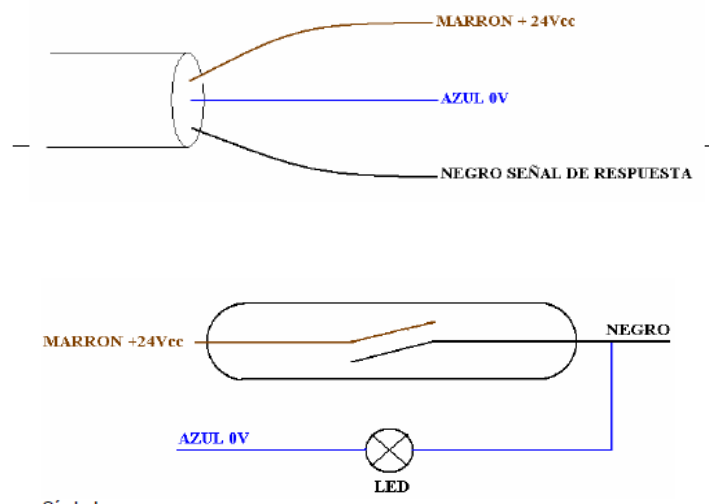
Los sensores mecánicos son aquellos dispositivos que cambian su comportamiento bajo la acción de una magnitud física que pueden directa o indirectamente transmitir una señal que indica un cambio o estado. (Agudelo, 2012)

## 2.4.2. Magnéticos o reed switch

Detecta los campos magnéticos que provocan los imanes o las corrientes eléctricas, de otra manera dicha detectan variaciones en el campo magnético en respuesta a una variación de magnitud física. El principal es el llamado interruptor Reed; consiste en un par de láminas metálicas de materiales ferromagnéticos metidas en el interior de una cápsula que se atraen en presencia de un campo magnético, cerrando el circuito. (Fernández, 2005)

Este interruptor Reed cuenta con tres conexiones, la primera que es para la alimentación positiva, la segunda que es para la alimentación negativa y finalmente una salida de señales o de maniobra. (Piñeros, 2011)

Su montaje es directamente al cuerpo del cilindro neumático, donde el interruptor es accionado por un anillo magnético en el émbolo del cilindro.



**Gráfico 1:** Sensor magnético representación eléctrica

**Fuente:** Introducción a la Electroneumática, 2007

## **2.5.Sensor neumático**

Un sensor neumático es un dispositivo el cual incorpora un pistón magnético en el cilindro, este actúa sobre una válvula. La exactitud de este sensor en su punto de conmutación esta por el orden entre  $\pm 0,2$  mm. (Solé, 2011)

## **2.6.Sensor electrónico de estado solido**

En Solé (2011) se plantea que: “en sensor electrónico de estado sólido es parecido al sensor magnético y al captar el campo magnético de un imán de pistón excita un transistor (interruptor electrónico) que da una señal eléctrica de salida.” (p. 71)

Debido a su construcción el tiempo de vida útil es mucho mayor a la de los sensores magnéticos, utilizando una corriente de carga baja estos son útiles para su utilización un PLC y otros equipos que consumen corrientes bajas. (Solé, 2011)

## **2.7.Contactador neumático**

El contactador neumático está estructurado por tres partes:

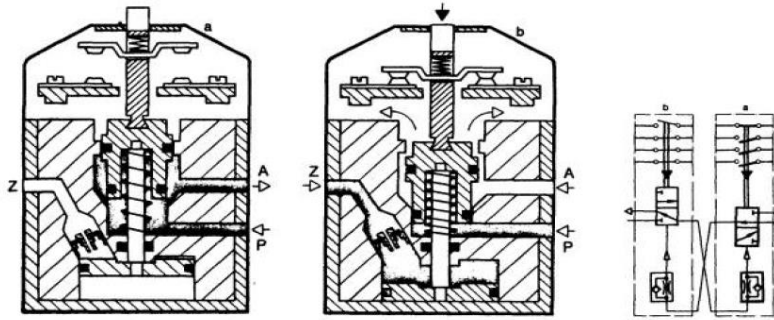
- Cámara de conexiones (parte eléctrica)
- Cilindro de simple efecto (parte neumática)
- Embolo de mando

Las señales provenientes de mandos neumáticos pueden usarse para accionar directamente los contactores. Estos contactores convertidores de señal se pueden incorporar directamente en el mando neumático. (Guillén, 2010)

Estos contactores se utilizan para accionar elementos eléctricos (electroválvulas, acoplamientos electromagnéticos), vigilar neumáticamente piezas en la fabricación, desconectar motores de accionamiento (detector de paso, detector de aproximación).

### **2.7.1. Funcionamiento**

Para describir el funcionamiento de un contactador neumático se hace referencia al siguiente gráfico.



**Gráfico 2:** Contactador neumático

**Fuente:** Introducción a la Electroneumática, 2013

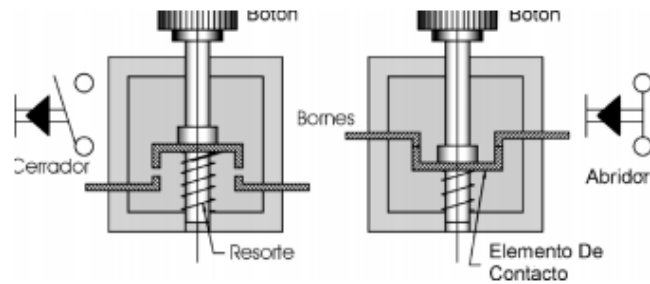
De acuerdo al gráfico 2, cuando en la entrada Z aparece una presión de mando (1,5-8 bar), el aire comprimido actúa sobre el cilindro de simple efecto. (Moreno, 2014)

En la cámara de conexiones se cierran los contactos. Para el bloqueo del otro contactor, el embolo situado en el cilindro de simple efecto cierra el paso de aire de P hacia A. Al disminuir la presión en Z, el cilindro de simple efecto abre los contactos y se dispone nuevamente de paso de P hacia A. (Moreno, 2014)

## 2.8. Elementos de introducción de señales manuales

Moreno (2011) “muestra dos posibilidades como elemento de apertura o de cierre del contacto. Empujando el pulsador en sentido vertical descendente, el elemento de comando móvil actúa contra la fuerza del resorte, conectando eléctricamente las conexiones (Cierre)”. (p.44)

La misma acción, en el caso de apertura, desconecta eléctricamente los contactos. En los dos componentes, el resorte devuelve el elemento a la posición inicial.



**Gráfico 3:** Modos de apertura y cierre de un contacto

**Fuente:** Automatización Electroneumática Industrial, 2011



**Gráfico 4:** Elementos de señales

**Fuente:** Catálogo Cablesa S.A (2009)

### 2.8.1. Tipos de pulsadores

Un pulsador es un elemento que debe estar siempre relacionado con algún dispositivo o grupo de dispositivos, y que permite la activación, desactivación o conmutación de cada uno de los dispositivos, como circuitos eléctricos. (Moreno, 2011)

Los pulsadores por lo general son utilizados para iniciar un proceso o dar finalización al mismo, en ocasiones se utilizan pulsadores de emergencia los cuales suelen ser operados en caso de alguna falla en el sistema ya sea de manera manual o automática.

Dentro de los pulsadores tenemos algunos tipos: los botones de impulso, pulsadores de flip-flop, los pulsadores de golpe de puño y tarba.



**Gráfico 5:** Tipos de pulsadores

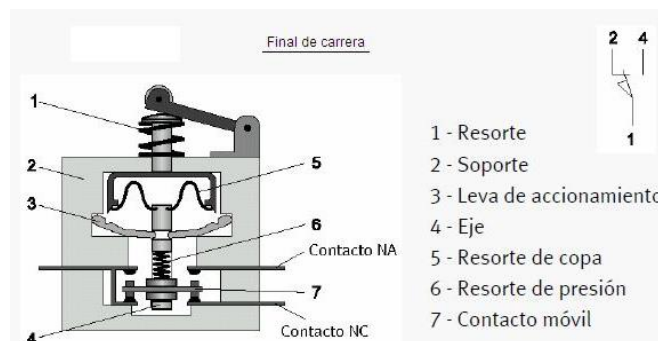
**Fuente:** Catálogo Siemens, 2015

## 2.9. Detectores de final de carrera

Un detector de final de carrera es un instrumento mecánico, magnético, neumático y electrónico los cuales son accionados de una manera mecánica o por medio de un campo magnético creado por un imán ubicado en el pistón. (Solé, 2007)

Por medio de estos detectores de límite se detectan ciertas posiciones, finales de recorrido de partes de máquinas o dispositivos de trabajo. Los elementos de fin de carrera tienen un elemento de cierre y uno de apertura, siendo posible otra combinación de interruptores en la ejecución estándar. (Solé, 2011)

El accionamiento del detector de límite puede efectuarse a través de una pieza fija o móvil: vástago, rodillo, rodillo unidireccional, varilla, etc.



**Gráfico 6:** Detector de final de carrera

**Fuente:** Catálogo de Conceptos Básicos de M.E.I, 2010

## 2.10. Detectores de límite por proximidad

En los procesos automatizados, Moreno (2011) indica que “los sensores o detectores se utilizan para proporcionar señales en posiciones y límites. Sirven como lectores de pulsos para tareas de conteo o para monitorear velocidad rotativa”. (p. 45)

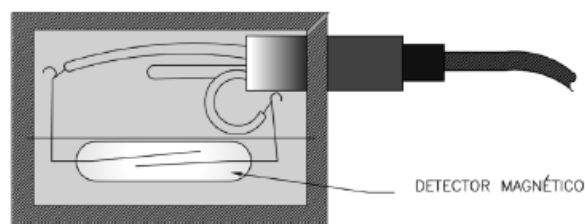


*Gráfico 7:* Detector de límite de proximidad

**Fuente:** Catálogo Festo, 2015

### 2.10.1. Accionamiento magnético

Estos elementos son muy ventajosos cuando es necesario un alto número de ciclos, su utilización se la hace cuando no hay espacio para un fin de carrera convencional, o cuando la detección de la señal se debe hacer en ambientes contaminados con polvo, humedad o vapores. (Moreno, 2011)



*Gráfico 8:* Accionamiento magnético

**Fuente:** Automatización Electroneumática Industrial, 2011

**Tabla 1 Especificaciones del sensor**

<b>Especificaciones Técnicas</b>	
<b>Corriente máxima de operación</b>	0.5 A
<b>Tensión máxima de operación</b>	220 VCA
<b>Pico máximo de tensión</b>	500 V
<b>Resistencia eléctrica de los contactos</b>	0.1 W
<b>Repetitividad de la conmutación</b>	+/- 0.1 mm
<b>Frecuencia de conmutación</b>	500 Hz
<b>Protección conforme DIN 40050</b>	IP 66
<b>Temperatura de operación</b>	-20°C a 60°C

**Nota:** Tomando de automatización electroneumática industrial, 2011

### **2.10.2. Sensor fotoeléctrico**

Los sensores fotoeléctricos funcionan mediante la detección de un cambio en la cantidad de luz que es reflejada o bloqueada por el objeto que se desea detectar (objetivo). El cambio de luz puede ser producido por la presencia o ausencia del objetivo, o bien como resultado de un cambio de tamaño, forma, reflexividad o color del objetivo. (Schneider Electric, 2016)



**Gráfico 9:** Sensor fotoeléctrico

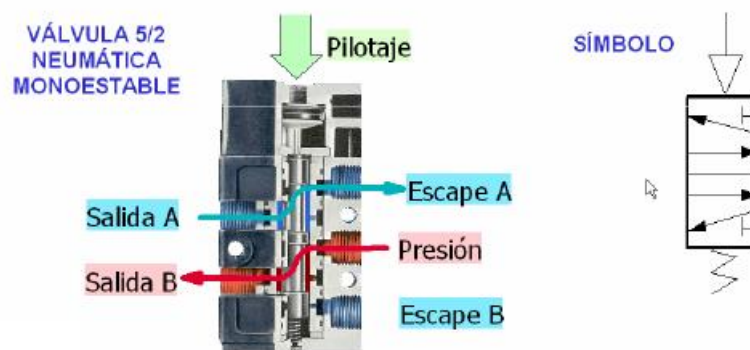
**Fuente:** Catálogo Schneider Electric, 2016



## 2.11. Válvulas neumáticas

Una válvula de control direccional es la se encarga de determinar el paso de aire entre sus vías abriendo, cerrando o cambiando sus conexiones internas. (International Training, 2002).

Una válvula tiene como accionamiento conmutar la posición de la misma mediante una presión de aire que actúa sobre el émbolo de la válvula, el cual retorna a su posición gracias a su retorno neumático cuando deja de existir una presión de aire.



*Gráfico 10:* Válvulas neumáticas

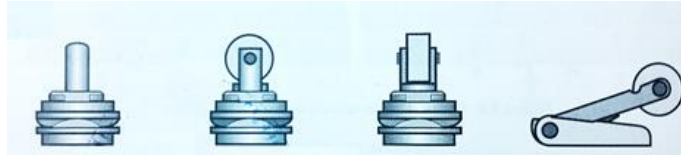
**Fuente:** SMC International Training, 2002

## 2.12. Accionamientos de las válvulas

Para activar o accionar una válvula neumática tenemos algunas maneras de hacerlo entre las que cabe señalar las siguientes.

### 2.12.1. Accionamiento mecánico

En International Training (2002) afirma que, “en máquinas automatizadas las válvulas de accionamiento mecánico pueden detectar las partes de la máquina que están en movimiento, para proporcionar señales de control automático del ciclo de trabajo”. (p. 248)

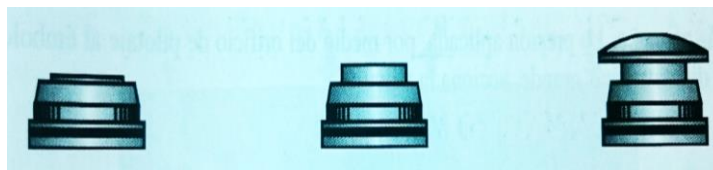


**Gráfico 11:** Principales accionamientos mecánicos (ejes, rodillos, levas)

**Fuente:** International Training, 2002

### 2.12.2. Accionamiento manual

Un accionamiento manual por lo general se obtiene mediante una unión eficiente sobre un accionamiento mecánico. Este tipo de accionamientos suelen ser tanto monoestables de retorno por resorte y biestables por enclavamiento siendo estos los más convenientes ya que la válvula mantiene su posición. (International Training, 2002)



**Gráfico 12:** Principales accionamientos manuales mono estables (por resorte)

**Fuente:** International Training, 2002

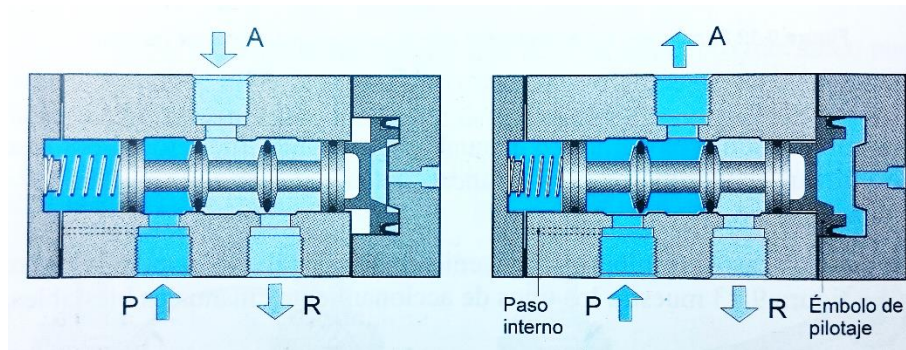


**Gráfico 13:** Accionamientos manuales biestables (por enclavamiento)

**Fuente:** International Training, 2002

### 2.12.3. Accionamiento por pilotaje neumático

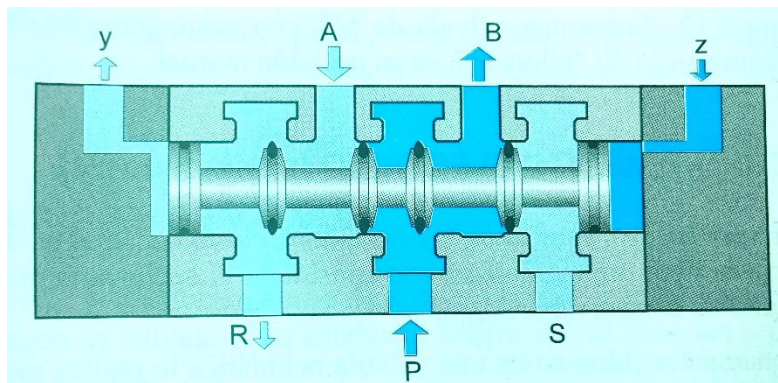
International Training (2002) manifiesta que “las válvulas de control direccional pueden colocarse cerca de un cilindro o de otro actuador y activarse por control remoto, por medio de señales de procedentes de válvulas o interruptores”. (p. 249)



**Gráfico 14:** Válvula de 3/2 de pilotaje neumático con retorno por muelle y presión

**Fuente:** International Training, 2002

Así mismo en este tipo de accionamiento neumático monoestable y biestables las cuales tiene un doble pilotaje de tal manera que están diseñadas para mantenerse en cualquier posición. (International Training, 2002)

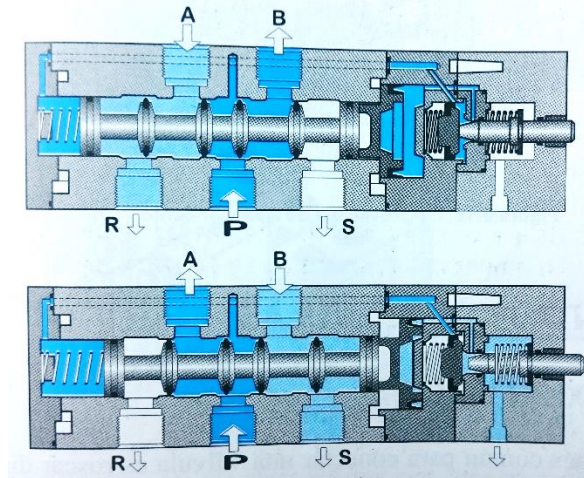


**Gráfico 15:** Válvula biestable 5/2 (accionada por doble pilotaje neumático)

**Fuente:** International Training, 2002

#### 2.12.4. Accionamiento directo e indirecto

En International Training (2002) señala que “un accionamiento directo se produce cuando una fuerza, aplicada a un pulsador, rodillo o impulsor, hace mover el tirador o el vástago. Con el accionamiento indirecto, se actúa primero sobre una pequeña válvula de pilotaje que a su vez activa neumáticamente la válvula principal”. (p. 251)

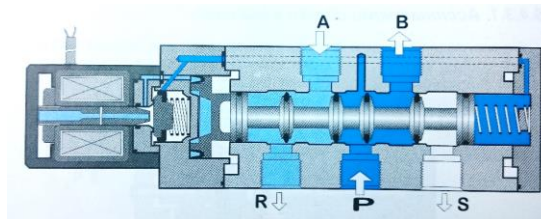


**Gráfico 16:** Accionamiento indirecto

**Fuente:** International Training, 2002

### 2.12.5. Accionamiento eléctrico (por solenoide)

Dentro de los sistemas electroneumáticos y controlados electrónicamente, el accionamiento de una válvula de control direccional se lo realiza por medio de un solenoide y su núcleo interno, debido a esto se las conoce como electroválvulas. (International Training, 2002)



**Gráfico 17:** Electroválvula de accionamiento indirecto

**Fuente:** International Training, 2002

### 2.13. Válvula electroneumática

El dispositivo medular en un circuito electroneumático, es la válvula electroneumática. Esta válvula realiza la conversión de energía eléctrica, proveniente de los relevadores a energía neumática, transmitida a los actuadores o a alguna otra válvula neumática. (Electroneumática Básica, 2011)

Esencialmente, consisten de una válvula neumática a la cual se le adhiere una bobina sobre la cual se hace pasar una corriente para generar un campo magnético que, finalmente, generará la conmutación en la corredera interna de la válvula, generando así el cambio de estado de trabajo de la misma, modificando las líneas de servicio.

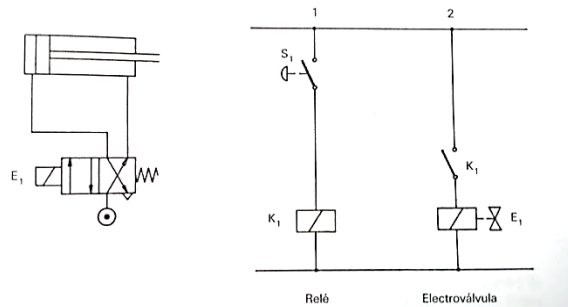


**Gráfico 18:** Válvulas electropneumáticas

**Fuente:** Catálogo Festo, 2015

### 2.13.1. Esquema eléctrico y neumático

Dentro de los circuitos neumáticos encontramos tanto su representación eléctrica como su simbología a continuación se muestra un esquema de un circuito eléctrico de una válvula neumática.



**Gráfico 19:** Esquema eléctrico y neumático de una válvula

**Fuente:** Neumática Práctica, 2011

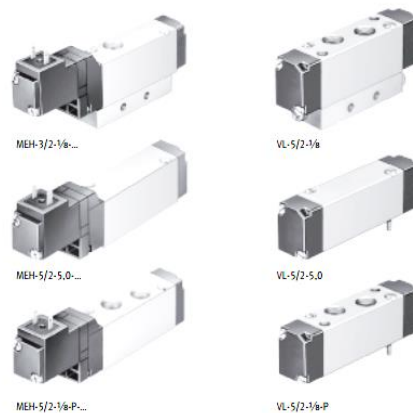
### 2.13.2. Electroválvulas

Las electroválvulas son las encargadas de dirigir el flujo de aire hacia cada elemento de trabajo, estos dispositivos son muy importantes ya que forman parte del sistema de mando electroneumático. (Bernal, 2014)

Según Eggel et al. (2013) afirman que “las válvulas de control neumático son sistemas que bloquean, liberan o desvían el flujo de aire de un sistema neumático por medio de una señal que generalmente es de tipo eléctrico, razón por la cual también son denominadas electroválvulas” (p. 88)

Las electroválvulas se clasifican de acuerdo a los puertos de entrada y salida de aire y a la cantidad posiciones de control que poseen, por esta razón encontramos válvulas eléctricas en las siguientes configuraciones:

- 2/2 dos vías/dos posiciones
- 3/2 tres vías/dos posiciones
- 4/2 cuatro vías/dos posiciones
- 5/2 cinco vías/dos posiciones
- 5/3 cinco vías/tres posiciones



**Gráfico 20:** Electroválvulas

**Fuente:** Catálogo Festo, 2012

## 2.14. Actuadores

Escalera et al. (2009) señala que “el trabajo que realiza un actuador neumático puede ser lineal o rotativo. El movimiento lineal se obtiene de los cilindros de émbolo. También encontramos actuadores neumáticos de rotación continua (motores neumáticos), movimientos combinados e incluso alguna transformación mecánica de movimiento que lo hace parecer de un tipo especial. (p. 2)

Los actuadores neumáticos son dispositivos capaces de transformar la energía potencial presente por el aire comprimido en un trabajo mecánico, dando lugar al accionamiento de un mecanismo dentro de un proceso industrial.



**Gráfico 21:** Actuadores neumáticos

**Fuente:** Catálogo Parker, 2006

### 2.14.1. Actuadores lineales

Los actuadores lineales más comunes que se utilizan en los circuitos neumáticos independientemente de su construcción se clasifican en cilindros de simple efecto y cilindros de doble efecto.

### 2.14.2. Cilindro neumático

Un cilindro es el que está encargado de transformar la energía neumática en energía mecánica, con un movimiento rectilíneo alternativo. La fuerza que los cilindros empleen está dada por la siguiente ecuación:

$$F = P \cdot A$$

**Ecuación # 1**



Donde:

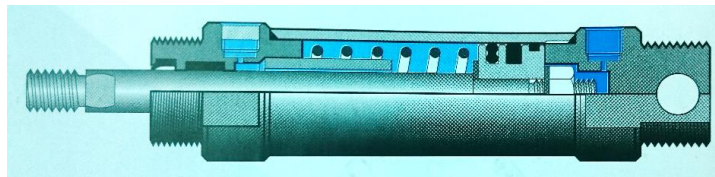
$F$  = Fuerza del resorte medida en Newton (N)

$P$  = Presión expresada en Newton sobre milímetros (N/mm)

$A$  = Área determinada en milímetros (mm)

### 2.14.3. Cilindros de simple efecto

Estos cilindros realizan su trabajo útil en el sentido de desplazamiento. Para que el embolo retorne a su posición original, se provee de un resorte es su interior o mediante otro medio externo como carga, movimiento mecánico, etc. (International Training, 2002)



**Gráfico 22:** Cilindro de simple efecto

**Fuente:** International Training, 2002

Por lo general estos tipos de cilindros se utilizan básicamente para acciones como de sujetar, expulsar o marcar. La ventaja de utilizar un cilindro de este tipo es que tiene un consumo bajo de aire lo que no pasa con el cilindro de doble efecto. (International Training, 2002)

Para tener un consumo bajo de aire, este cilindro tiene una reducción de impulso ya que la utiliza una fuerza contraria para el resorte; lo que con lleva a usar un cilindro con un con diámetro interno superior. (Fernández et al., 2012)

### 2.14.4. Cálculo para seleccionar un cilindro neumático

Gallardo et al. (2011) plantean que “la fuerza disponible de un cilindro crece con mayor presión y mayor diámetro. La fuerza estática en los cilindros está sustentada por la siguiente fórmula” (p. 84)



Para el cálculo del cilindro se tiene la siguiente ecuación:

$$F = P \cdot A = 10 \cdot p \cdot \pi \left( \frac{d^2}{4} \right) \cdot n \quad \text{Ecuación \# 2}$$

Donde:

F: fuerza

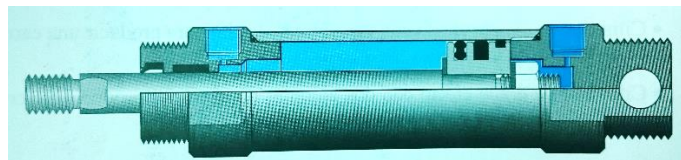
P: presión

D: diámetro del pistón

N: fuerza de rozamiento 90%

#### 2.14.5. Cilindro de doble efecto

Este tipo de actuador realizan un trabajo en ambos sentidos de desplazamiento debido a que la presión de aire que se utiliza es generada a los lados opuestos del émbolo. Pero hay que tener en cuenta que tanto la fuerza de avance y la de retroceso son diferentes debido a que hay que tener en cuenta el diámetro. (International Training, 2002)



*Gráfico 23:* Cilindro de doble efecto

**Fuente:** International Training, 2002

#### 2.15. Unidad de Mantenimiento F-R-L

La unidad de mantenimiento conocida como filtro-regulador-lubricador o FRL proporcionar aire libre de impurezas y con una presión uniforme a cada uno de los dispositivos que son parte de un circuito neumático. (International Training, 2002)

Como tal, el uso de dispositivos de preparación del aire, como filtros reguladores, filtros para bombas, reguladores integrados y lubricadores (FRL), es una excelente forma de mantener el suministro de aire en óptimas condiciones, y también de permitir el máximo rendimiento de sus herramientas y equipos.



**Gráfico 24:** Unidad de mantenimiento

**Fuente:** Catalogo Airtac, 2014

### **2.15.1. Filtro**

Un filtro estándar está formado de dos partes, de un separador de agua y un filtro combinado. Su funcionamiento está en que, si el aire entra sin ser deshidratado, se recogerá una cantidad de agua y el filtro retendrá cada partícula sólida de polvo. (International Training, 2002)

### **2.15.2. Regulador**

Los reguladores de presión suelen tener un émbolo el cual se encarga de equilibrar la presión de salida contra la fuerza regulable de un resorte, la presión de salida es regulada por el tornillo que carga el resorte de regulación manteniendo así abierta la válvula principal y permitiendo que fluya la presión desde la entrada hasta la salida. (International Training, 2002)

### **2.15.3. Lubricador**

Una vez que el aire pasa por el filtro y el regulador de presión de aire, este pase por el lubricador mezclándose con una fina capa de aceite que es arrastrado en suspensión hasta las partes móviles de los dispositivos neumáticos. (International Training, 2002)

## **2.16. Distribuidores de aire**

Dentro del Catálogo Festo (2013), los distribuidores de aire “son dispositivos los cuales se encarga de repartir aire de diferentes vías, o de otra manera dicha son bloques que tiene una entrada de aire principal y deriva a dos o más salidas de aire”. (p. 3)

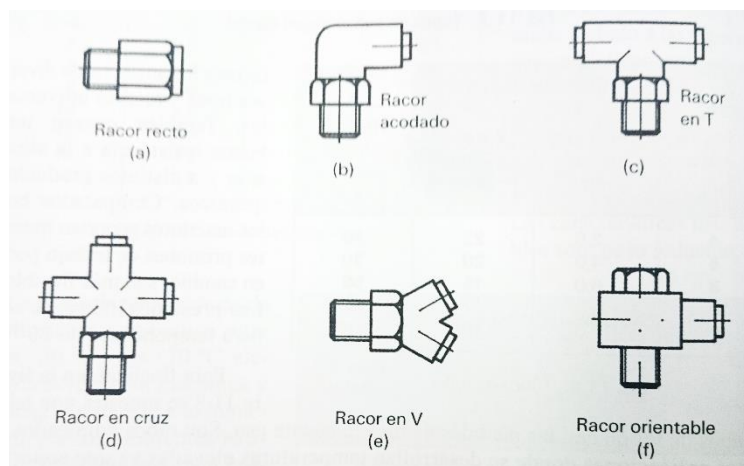


**Gráfico 25:** Bloque distribuidor de aire

**Fuente:** Catálogo Festo, 2013

### 2.17. Racores y tubos

Son elementos que sirven para la conexión de los distintos componentes de un circuito neumático. Estos elementos transportan fluidos, en ocasiones con una presión para realizar un trabajo y otras es conducido para ser desalojado al exterior y formar parte del aire atmosférico. (Serrano, 2011)



**Gráfico 26** Tipos de racores

**Fuente:** Neumática Práctica, 2011

## 2.18. PLC y elementos de protección



**Gráfico 20:** Controlador lógico programable PLC

**Fuente:** Autor, 2015

### 2.18.1. Definición

Un PLC es un controlador lógico programable que utiliza una memoria programable para almacenar instrucciones e implementar funciones lógicas, secuenciales, y aritméticas para el control de máquinas y procesos. (Bolton, 2006)

### 2.18.2. Arquitectura



**Gráfico 27:** Arquitectura interna del PLC

**Fuente:** Automatización industrial mediante PLC, 2009

Cuando se habla de arquitectura estamos haciendo referencia a como está formado internamente, dicho esto un PLC se compone de: CPU, memoria, una fuente de alimentación, módulos de entrada y salida y con un componente adicional que sirve para la programación e introducir las instrucciones.

### **2.18.3. CPU**

La CPU (Central Processing Unit) es la parte inteligente del sistema. Interpreta las instrucciones del programa de usuario y consulta el estado de las entradas. Dependiendo de dichos estados y del programa, ordena la activación de las salidas deseadas. (Bolton, 2006)

La CPU está constituida por los siguientes elementos:

- Procesador
- Memoria monitor del sistema
- Circuitos auxiliares

### **2.18.4. Memoria**

La memoria es donde se almacena los datos en entrada y salida, valores de temporizadores, contadores y cualquier otra constante de control. Además, la dentro de un PLC podemos encontrar algunos tipos de memorias, la Ram o memoria de acceso aleatorio, la Rom o memoria de lectura, la EPROM memoria programable y borrable, la EAROM y EEPROM memoria de lectura programable y borrable eléctricamente. (Domingo et al., 2003)

### **2.18.5. Fuente de alimentación**

Como en cualquier equipo la fuente de alimentación provee de energía al PLC y a cada uno de sus módulos. En general Domingo et al. (2003) especifica que los sistemas de un PLC “poseen tres sistemas independientes de alimentación, del PLC (CPU, memorias, interfaces de I/O, etc.), la alimentación de las entradas (sensores) y alimentación de las salidas (cargas) del tipo electromagnético (actuadores)”. (p. 133)

### **2.18.6. Interfaces de entrada y salida**

Domingo et al. (2003) afirman que “las interfaces de entrada y salida son los módulos o los dispositivos del autómatas programable encargados de realizar la unión o interfaz entre el proceso o planta y la CPU”. (p.131). En ellos se realiza una serie de acondicionamientos de la señal eléctrica que entra o sale del PLC.

Los módulos de entrada reciben una señal externa la cual es adaptada a niveles de tensión para ser filtrada, codificada y procesada de manera adecuada por la CPU. Por otra parte, los módulos de salida decodifican la información, amplifican la señal de salida decodificada y es adaptada los niveles de tensión de la señal. (Domingo et al., 2003)

### **2.18.7. Dispositivos de seguridad**

Los dispositivos de seguridad por lo general son equipos que protegen tanto a máquinas como a las personas las cuales están encargadas de su funcionamiento y mantenimiento si estas lo requieren.

## **2.19. Elementos eléctricos y protecciones eléctricas**

Las protecciones son muy importantes ya que estas se encargan de proteger los circuitos eléctricos, conductores, dispositivos eléctricos y electrónicos y sobre todo a los seres humanos.

Por tanto, para el dimensionamiento de protecciones eléctricas y conductores eléctricos se deben tomar en cuenta algunos elementos y parámetros eléctricos.

### **2.19.1. Voltaje**

Voltaje es la fuerza de potencial o diferencia de potencial que hay entre dos puntos cuando hay una diferencia de electrones entre ellos, su unidad de medición es el voltio y está representado por la letra V. (SEAT, S.A., 2014)

Para encontrar medir el voltaje en un circuito eléctrico se utiliza un voltímetro, por otro lado, también se lo calcula mediante la siguiente ecuación:

$$V = I.R (V) \quad \text{Ecuación \# 3}$$

### **2.19.2. Corriente eléctrica**

Organización de Servicio – SEAT, S.A. (2014) define a la corriente eléctrica como “la cantidad de electrones o intensidad con la que circulan por un conductor, cuando hay una tensión aplicada en sus extremos, se le denomina corriente eléctrica o intensidad. La unidad que mide la intensidad es el amperio (A)”. (p. 7). Así mismo ahí un dispositivo llamado amperímetro para medir la corriente en un conductor eléctrico como también hay una fórmula para su cálculo:

$$I = \frac{V}{R} (A) \quad \text{Ecuación \# 4}$$

### **2.19.3. Potencia eléctrica**

A la potencia eléctrica Organización de Servicio – SEAT, S.A. (2014) la define como “la energía o trabajo consumido o producido en un determinado tiempo, y su definición está relacionada con la tensión aplicada y la intensidad que circula por un circuito.” (p. 9)

El vatio es la energía o trabajo que libera un amperio en un circuito con una tensión de un voltio. En los circuitos eléctricos la unidad de potencia es el vatio (W). La fórmula para calcular la potencia es:

$$P = V.I (W) \quad \text{Ecuación \# 5}$$

## **2.20. Indicadores y dispositivos de mando**

Las unidades de comando son detectores de límite, interruptores fin de carrera, sensores con conversores, electroválvulas, etc. En tanto que las unidades de instrucción son botones de accionamiento manual, botones de arranque, etc.

### 2.20.1. Colores para los botones

Como en cualquier industria para identificar los diferentes tipos de mandos o botones para controlar procesos están definidos por colores de acuerdo a esto se plantea la siguiente tabla con los posibles colores de operación de procesos.

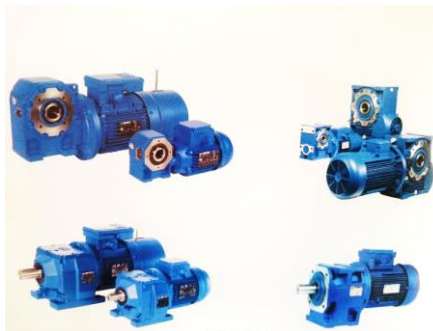
**Tabla 2 Colores para pulsadores y luces**

Rojo	Parada de unidades de máquina. Parada de ciclo. Parada en caso de emergencia o peligro.
Verde o negro	Partida de unidades de la máquina.
Amarillo	Retorno de unidades de máquina para el punto inicial del ciclo.

**Nota:** Tomado del catálogo S.B.M, tecnología electrónica 2014.

### 2.21. Motores

Los motores por son equipos los cuales ayudan a ejercer un tipo de trabajo, estos varían en potencia de acuerdo a le necesidad y tipo de trabajo a emplear. A estos equipos también se pueden adaptar reductores los cuales permiten tener un control en su giro de acuerdo a las revoluciones que este emplee. (Villena, 2013)



**Gráfico 28:** Motores eléctricos

**Fuente:** Catálogo BKB, 2014



### 2.21.1. Corriente continua

Un motor de corriente continua también se le conoce como motor de corriente directa, esta máquina está diseñada para convertir energía eléctrica en mecánica, el cual tiene un movimiento giratorio debido a la presencia de un campo magnético, de una corriente eléctrica en las espiras de una bobina, lo que produce un torque que hace girar a su eje. (Stephen J. Chapman, 2005)

La ventaja de estos motores es que es posible controlar la velocidad y el par de estos motores utilizando técnicas de control de motores CD.

### 2.21.2. Motores de corriente alterna

Son los más utilizados, porque la distribución de energía eléctrica es hecha normalmente en corriente alterna. Los principales tipos son:

- Motor síncrono: funciona con una velocidad constante fija, sin interferencia del deslizamiento; utilizado normalmente para grandes potencias.
- Motor de inducción: se llaman máquinas de inducción debido a que el voltaje en el rotor se induce en los devanados del rotor en lugar de que este esté conectado físicamente por cables. Una de las características principales de estos motores de inducción es que no necesita de una corriente de campo de cd para que la máquina funcione. (J. Chapman, 2005)

### 2.22. Bandas transportadoras



*Gráfico 29:* Banda transportadora

**Fuente:** Industrias y Maquinarias RG, 2014

Una cinta transportadora de banda es un sistema de transporte continuo y formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos tambores. Existen bandas transportadoras para uso ligero y uso pesado. La banda es arrastrada por la fricción por uno de los tambores, que a su vez es accionado por un motor.

Los transportadores de banda son comúnmente utilizados como auxiliares de instalaciones dentro de una fábrica, la cual soporta un peso de un producto el que desplazado desde un punto de carga hasta otro de descarga. (Casignia et al., 2011)

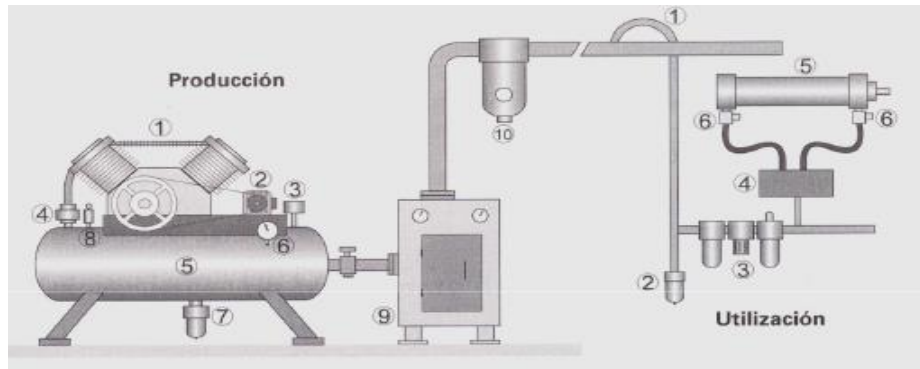
Los transportadores de banda son construidos generalmente de la misma forma: con un bastidor metálico, con rodillos en los extremos y una cuna de deslizamiento sobre chapa o plástico de baja fricción. En aplicaciones donde el producto es demasiado pesado, la cama metálica es sustituida por rodillos. Los cuales permiten que el objeto a ser transportados no genere una fricción sobre la banda. Entre los tipos de bandas transportadoras existen de dos tipos las de PVC y PU y las bandas de modulares. (Casignia et al., 2011)

### **2.23. Sistemas neumáticos**

Los sistemas neumáticos desde su empleo en la industria han sido de mucha utilidad debido a que por medio de estos se lograron automatizar algunas industrias en todo el mundo.

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. (Castiñeira, 2010)

Con el paso del tiempo y los avances tecnológicos estos sistemas fueron evolucionando de acorde con la tecnología, así mismo se hicieron adaptaciones a diferentes máquinas para cumplir un proceso específico con una mayor facilidad y con un grado alto de confiabilidad. (International Training, 2002)



**Gráfico 30:** Sistema básico neumático

**Fuente:** SMC Internacional Training, 2002

**Tabla 3** Partes de un sistema neumático

Sistema de Producción	Sistema de Utilización
(1) Compresor	(1) Purga de aire
(2) Motor eléctrico	(2) Purga automática
(3) Presostato	(3) Unidad de acondicionamiento de aire
(4) Válvula antiretorno	(4) Válvula direccional
(5) Deposito	(5) Actuador
(6) Manómetro	(6) Controladores de velocidad
(7) Purga automática	
(8) Válvula de seguridad	
(9) Secador de aire refrigerado	
(10) Filtro de aire	

**Nota:** Tomado del libro de Neumática del autor Internacional Training, 2002

## **CAPÍTULO III**

### **3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación**

El presente trabajo de investigación se lo realizará mediante la investigación histórica acerca del desarrollo tecnológico y avances de los sistemas de neumática, leyes, teorías, artículos científicos y además se aplicarán los diferentes conocimientos obtenidos de electricidad y sus diversas aplicaciones dentro del campo industrial.

Por otra parte, se tomarán en cuenta los diferentes aspectos que se necesitan para el diseño de un sistema neumático y su respectivo módulo para que el estudiante no tenga problemas al realizar prácticas.

##### **3.1.1. Investigación de campo**

La investigación de campo se efectúa en situ en la fábrica de lácteos “El Labrador”, en la misma que se identificara las características del proceso productivo, la identificación de parámetros y sus valores nominales de trabajo.

##### **3.1.2. Investigación documental y bibliográfica**

La investigación bibliográfica y documental ayudara a respaldar el proyecto desde el punto vista teórica y técnica, las consultas realizadas en libros, manuales catálogos, folletos y páginas de internet; ayudaran a plantear ideas más claras sobre los procesos electroneumáticos, neumáticos y de control de procesos, así como las soluciones más utilizadas en aplicaciones industriales.

#### **3.2. Métodos**

Para este tipo de investigación, se puede contar con los siguientes métodos a utilizar para el desarrollo:

### **3.2.1. Método analítico sintético**

Se utilizará para la identificación de los diferentes dispositivos utilizados para la construcción del módulo didáctico los mismo que deben ser eficientes para poder realizar correctamente la programación del proceso industrial de tal modo que se lleguen a utilizar de forma eficaz.

### **3.2.2. Método constructivo**

Este método permitirá buscar las diferentes formas de diseño del módulo que se propone, así mismo para elegir los materiales adecuados para la construcción del mismo.

### **3.2.3. Diseño neumático**

Se realizará el diseño de la máquina aplicando los requerimientos para su correcto funcionamiento, utilizando los manuales de diseño de sistemas neumático.

### **3.2.4. Diseño electroneumático**

Se diseñará los diferentes sistemas electroneumáticos, eléctricos y mecánicos que sean necesarios para ser implementados al módulo didáctico, como también se utilizará el software necesario para realizar circuitos neumáticos.

### **3.2.5. Método experimental y pruebas de funcionamiento**

Se realizarán diferentes pruebas de funcionamientos para validar las soluciones implementadas, de tal manera que se eviten posibles fallas al operar el módulo y que sea posible corregir los errores para elaborar el diseño final.

## **3.3. Técnicas e instrumentos**

- Se analizarán los diferentes sistemas de automatización utilizados en las fábricas para la aplicación al módulo a construirse.
  
- Ensamblaje y manipulación de equipos neumáticos y electroneumáticos.

- Se emplearán los tipos de accionamientos mecánicos y eléctricos.
- Elaboración del diseño del sistema utilizando guías o manuales especializados.
- Utilización de videos y fotografías donde se esclarecen los sistemas de electroneumática y automatización para la construcción del módulo.

## CAPÍTULO IV

### 4. PROPUESTA Y DISEÑO

#### 4.1. Diagnóstico

La empresa actualmente realiza el trabajo del sellado de los envases de manera manual o artesanal, lo que conlleva a que la producción no sea mayor a la demandada. No obstante, la empresa ha logrado cumplir los diferentes requerimientos, aunque a un tiempo mayor de lo estimado.

En la siguiente tabla se detalla la producción de sellado de una forma artesanal de los diferentes envases. Los datos fueron proporcionados por la fábrica y corresponden al periodo tiempo señalado:

**Tabla 4 Datos de productos sellados elaborados de forma no automatizada.**

	<b>Producción</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Hora</b>
<b>Envases de litro</b>	40	diario	15 minutos
<b>Envases pequeños</b>	100	diarios	1 hora
<b>Envases pequeños</b>	500	semanal	5 horas

**Nota:** Tomado de la fábrica de lácteos “El Labrador”

#### 4.2. Tema

Diseño de un sistema electroneumático automatizado para el proceso de sellado de envases en la fábrica de Lácteos “El Labrador”.

#### 4.3. Justificación

El diseño de la propuesta se realizó con el propósito de implementar un módulo a escala del sistema de sellado de envases electroneumático de la fábrica de lácteos “El Labrador”.

## **4.4.Objetivos**

### **4.4.1. Objetivo general**

- Construcción de un módulo didáctico automático de sellado de envases en el laboratorio de la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico.

### **4.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar los dispositivos eléctricos, electrónicos y neumáticos necesarios para la implementación del módulo de sellado de los envases.
- Evaluar y validar el rendimiento del módulo didáctico del sistema de sellado de envases.
- Realizar un manual de programación del proceso de sellado de envases del módulo didáctico implementado en el laboratorio.

## **4.5.Desarrollo de la propuesta**

Para el desarrollo de la propuesta se realizaron los cálculos de forma experimental, de tal modo que se seleccionen los elementos tanto eléctricos, electrónicos y neumáticos de forma correcta.

### **4.5.1. Introducción**

El módulo de simulación electroneumático está diseñado para el proceso industrial de sellar envases de una forma más rápida y eficiente, disminuyendo costos y disminuyendo el tiempo de producción. Este módulo práctico está construido algunos componentes tales como mecánicos, eléctricos, electrónicos y neumáticos.

Al contar con una banda transportadora para este proceso, podemos realizar el sellado de envases de una manera continua, esta banda está constituida por una banda de nilón, rodillos, un motor reductor de un cuarto de potencia y su estructura es de hierro.



Para el proceso de sellado se utilizaron dispositivos neumáticos como: electroválvulas, cilindros neumáticos, sensores, distribuidores de aire y dispositivos que serán detallados más adelante. El control automático se realizó mediante un PLC Siemens S7-1200 el cual se encargará de realizar el proceso de sellado de envases.

#### **4.5.2. Partes del módulo didáctico**

- Banda transportadora
- Tablero de control
- Cilindros neumáticos
- Electroválvulas
- Unidad de mantenimiento
- Sensores
- Distribuidor de aire
- Compresor

#### **4.5.3. Funcionamiento esperado**

- a) La banda transportadora realizará el transporte de los envases de una manera continua y regular.
- b) Al momento que el sensor ubicado frente al cilindro B detecte la presencia del envase, este cilindro empujará el envase hasta la posición de sellado.
- c) Cuando el envase esté ubicado en la posición adecuada de sellado el sensor del cilindro A realizará el proceso de sellado al mismo tiempo que el cilindro B se retira para que avance el envase sellado.
- d) El envase ya sellado avanza por la banda hasta que el sensor del cilindro C lo empuje hacia afuera por un riel donde se almacenarán todos los envases ya sellados para la revisión final.

#### **4.5.4. Diseño de la banda transportadora**

Para el diseño de la banda transportadora se tomará en cuenta que debe ser accesible para la persona que vaya estar operando la máquina. Se tomarán diversos aspectos como el material de la banda transportadora, tamaño, componentes, dispositivos eléctricos constituidos y el peso del material a transportar.

#### **4.5.5. Parámetros de diseño de la banda transportadora**

- Diámetro del envase a transportar
- Longitud de la banda
- Productividad del sistema
- Diámetro de tambores
- Peso máximo por cada envase
- Número de envases dentro de la banda.

La banda transportadora está dispuesta de acuerdo a lo especificado y a los requerimientos con un ancho de 15cm y un largo de 160cm, para la parte de donde se colocará el cilindro de sellado tendrá una altura de 50cm y un ancho de 34cm. Además, estará lo suficiente tensionada para evitar que se flexione en el centro al momento de ejercer alguna presión. Los rodillos o tambores estarán ubicados a la misma distancia ya estimada anteriormente, posterior se ubicarán los rodamientos en los bastidores a la distancia ya mencionada, una vez sujetos se pondrán los tambores que se encargarán del movimiento de la banda con la utilización un motor de un ¼ de HP acoplado al mismo una caja reductora a 90 RPM de salida.

#### **4.5.6. Selección de los cilindros neumáticos**

El cilindro neumático es una unidad que convierte la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerza prensora. En principio consiste en un recipiente cilíndrico equipado de un embolo o pistón. En el momento de introducir un determinado caudal de aire comprimido, este se expande en el interior de la cámara y provoca un desplazamiento lineal del vástago. Al ensamblar en el embolo un vástago rígido, este mecanismo es hábil de empujar algún elemento u objeto, o simplemente sujetarlo.

Para la selección de los cilindros neumáticos se utilizó cuadros y manuales de acuerdo a las fuerzas necesarias requeridas.

#### 4.5.6.1. Selección del cilindro B

Para seleccionar el cilindro adecuado primero se obtuvo la presión a la cual se ira a trabajar que será de 6 bar, con este dato se procedió a realizar el cálculo de la fuerza con la que el cilindro trabajara.

Para seleccionar los cilindros se tomó en cuenta que el primero será el que empuje el envase hasta la posición de sellado, con esto se tendrá en cuenta que necesitaremos calcular una fuerza necesaria tanto para sujeción. Los datos que se emplearan para el cálculo se detallan en la tabla:

**Tabla 5 Datos experimentales para el cálculo del cilindro B**

<b>Presión</b>	6 (Bar)
<b>Fuerza</b>	desconocida
<b>Fuerza de rozamiento</b>	90%
<b>Diámetro</b>	25mm

$$F = P \cdot A = 10 \cdot p \cdot \pi \left( \frac{d^2}{4} \right) \cdot n$$

Remplazamos valores:

$$F = 10 \cdot (6|\text{bar}|) \cdot \pi \left( \frac{(2.5\text{cm})^2}{4} \right) \cdot (0.9)$$

$$F = 265.07 \text{ (N)}$$

Con la fuerza obtenida de 265.07 [N] podemos seleccionar un cilindro, con un diámetro de 2,5 [cm] o 25 [mm] a una presión de P = 6 [Bar] y una fuerza F = de 265 [N] y una carrea de 80[mm].

De acuerdo a los datos planteados se seleccionará un cilindro de doble efecto del catálogo de la marca Airtac.

En la siguiente tabla se detallan el modelo del cilindro:



**Gráfico 31:** Cilindro de doble efecto B

**Fuente:** Catálogo Airtac, 2014

**Tabla 6:** Especificaciones del cilindro B

<b>Especificaciones Técnicas</b>	
<b>Tipo</b>	Doble efecto Ø 32 ... 200 mm
<b>Material</b>	Aleación de Aluminio
<b>Temperatura</b>	0°C a 70°C ~ 0°F a 158°F
<b>Presión de trabajo</b>	1 a 9 Bar ~ 15 a 130 PSI
<b>Amortiguación</b>	Neumática, Regulable
<b>Fluido</b>	Aire comprimido Filtrado, lubricado o no lubricado

**Nota:** Tomado del Catálogo Airtac, 2014.

#### 4.5.6.2. Selección del cilindro C

Para el cilindro C se realiza el mismo calculo tomando en cuenta que este será el encargado de sacar de la banda transportadora el envase sellado hacia el riel de almacenamiento, este actuador deberá tener una carrera mayor que el anterior.

Como sabemos que el ancho de la banda es de 20 centímetros a los cuales se les agregara 5 centímetros más para evitar cualquier inconveniente. De igual manera se detallarán los datos técnicos del cilindro en la siguiente tabla:

**Tabla 7: Datos experimentales para el cálculo del cilindro C**

<b>Presión</b>	6 (Bar)
<b>Fuerza</b>	265 (N)
<b>Fuerza de rozamiento</b>	90%
<b>Diámetro</b>	25mm

$$F = P \cdot A = 10 \cdot p \cdot \pi \left( \frac{d^2}{4} \right) \cdot n$$

Despejando d tenemos:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{10p \cdot \pi \cdot n}}$$
$$d = \sqrt{\frac{4(265)}{(10)(6)(\pi)(0.9)}} = 2,49 \text{ [cm]}$$

Con el diámetro obtenido podemos seleccionar que cilindro vamos a utilizar, con un diámetro de 2,49 [cm] o 24.9 [mm] a una presión de  $P = 6$  [Bar] y una fuerza  $F = 265$  [N] y una carrera de 200 [mm].

De acuerdo a los datos lo más cercano a ese cilindro es un de 25 [mm] el cual encontramos en el mercado, por tal motivo se seleccionó un cilindro de doble efecto de marca Airtac.



**Gráfico 32:** Cilindro de doble efecto C

**Fuente:** Catálogo Airtac, 2014

**Tabla 8: Especificaciones para el cilindro C**

<b>Especificaciones Técnicas</b>	
<b>Tipo</b>	Doble efecto Ø 32 ... 200 mm
<b>Material</b>	Aleación de aluminio
<b>Temperatura</b>	0°C a 70°C ~ 0°F a 158°F
<b>Presión de trabajo</b>	1 a 9 Bar ~ 15 a 130 PSI
<b>Amortiguación</b>	Neumática, Regulable
<b>Fluido</b>	Aire comprimido filtrado, lubricado o no lubricado

**Nota:** Tomado del Catálogo Airtac, 2014.

#### 4.5.6.3. Selección del cilindro A

Para la selección de este cilindro se tomará en cuenta los siguientes aspectos, este cilindro será el encargado de realizar el tapado del envase, tomando en cuenta que deberá tener la suficiente presión para poner la tapa en su lugar. En la siguiente tabla se detallan los parámetros para el cálculo del cilindro:

**Tabla 9: Datos experimentales para el cálculo del cilindro A**

<b>Presión</b>	6 (Bar)
<b>Fuerza</b>	270 (N)
<b>Fuerza de rozamiento</b>	90%
<b>Diámetro</b>	25mm

$$F = P \cdot A = 10 \cdot p \cdot \pi \left( \frac{d^2}{4} \right) \cdot n$$

Despejando d tenemos:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{10p \cdot \pi \cdot n}}$$
$$d = \sqrt{\frac{4(270)}{(10)(6)(\pi)(0.9)}} = 2,52 \text{ [cm]}$$

Con el diámetro obtenido podemos seleccionar que cilindro vamos a utilizar, con un diámetro de 2,52 [cm] o 25,2 [mm] a una presión de  $P = 6$  [Bar] y una fuerza  $F = 270$  [N] y una carrera de 80 [mm].



*Gráfico 33:* Cilindro de doble efecto A

**Fuente:** Catálogo Airtac, 2014

**Tabla 10:** Especificaciones para el cilindro A

Especificaciones técnicas	
<b>Tipo</b>	Doble efecto Ø 32 ... 200 mm
<b>Material</b>	Aleación de Aluminio
<b>Temperatura</b>	-5°C a 70°C ~ 23°F a 158°F
<b>Presión de trabajo</b>	2 a 9 Bar ~ 28 a 130 PSI
<b>Amortiguación</b>	Elástica
<b>Fluido</b>	Aire comprimido filtrado, lubricado o no lubricado

**Nota:** Tomado del Catálogo Airtac, 2014.

#### 4.5.7. Selección de unidad de mantenimiento

Para elegir la unidad de mantenimiento se analizó cada uno de los elementos a instalarse elegir y de acuerdo a las especificaciones se eligió una FRL a continuación se detallan los datos técnicos de la unidad:



**Gráfico 34:** Unidad de mantenimiento

**Fuente:** Catálogo Airtac, 2014

**Tabla 11: Datos técnicos de la unidad de mantenimiento**

<b>Especificaciones técnicas</b>	
<b>Tipo</b>	Filtro/regulador, lubricador y manómetro
<b>Fluido</b>	Aire comprimido
<b>Remoción de partículas</b>	5 micrones
<b>Presión de trabajo</b>	1.5 a 9 Bar ~ 21 a 128 PSI
<b>Temperatura de trabajo</b>	5°C a 60°C ~ 41°F a 140°F
<b>Material</b>	Aluminio

**Nota:** Tomado del Catálogo Airtac, 2014.

#### **4.5.8. Electroválvulas**

La selección de las electroválvulas se la realizó mediante los datos obtenidos al momento de la dimensión de los cilindros a utilizar, para lo cual se eligieron las electroválvulas de 5/2 monoestables.

Para la válvula de 5/2 se tiene:





**Gráfico 35:** Electroválvula a 5/2

**Fuente:** Catálogo Airtac, 2014

**Tabla 12:** Datos técnicos para la válvula de 5/2

<b>Especificaciones Técnicas</b>	
<b>Modelo</b>	Válvula solenoide 5/2
<b>Presión de operación</b>	0 a 8 Bar ~ 0 a 114 PSI
<b>Fluido</b>	Aire comprimido filtrado, lubricado o no lubricado
<b>Temperatura de trabajo</b>	-5°C a 60°C ~ 23°F a 140°F
<b>Tiempo de respuesta</b>	0.05 segundos
<b>Máximo ciclaje</b>	5 Ciclos/segundo
<b>Material</b>	Aluminio

**Nota:** Tomado del Catálogo Airtac, 2014.

#### 4.5.9. Sensores

Los sensores a ocupar fueron escogidos los sensores tipo red switch por su versatilidad, fácil instalación y costo. El trabajo de este sensor es detectar la posición del vástago del cilindro neumático durante la operación de la máquina.

De la misma manera se seleccionó los sensores fotoeléctricos los que vas a ser encargados de detectar la presencia del envase durante el proceso de sellado.



**Gráfico 36:** Sensor reed switch

**Fuente:** Catálogo Airtac, 2014

**Tabla 13:** Especificaciones técnicas del sensor reed switch

Especificaciones Técnicas	
<b>Contacto</b>	Normalmente abierto
<b>Indicador</b>	Led superior
<b>Temperatura</b>	0 a 60 °C ~ 32 a 140 °F
<b>Protección</b>	IP 67
<b>Rango de voltaje</b>	5 ~ 380V AC, 5 ~ 240V DC
<b>Rango de corriente</b>	AC 5 ~ 50 mA, DC 5 ~ 60 mA
<b>Resistencia a la vibración</b>	10~ 50 Hz
<b>Tiempo de respuesta</b>	1 ms
<b>Longitud de cable</b>	2 Mts

**Nota:** Tomado del Catálogo Airtac, 2014.



**Gráfico 37:** Sensor fotoeléctrico

**Fuente:** Schneider Electric, 2015

**Tabla 14: Especificaciones técnicas del sensor fotoeléctrico**

<b>Especificaciones Técnicas</b>	
<b>Tipo</b>	Cuerpo de plástico compacto 50x50
<b>Rango de difusión (m)</b>	1
<b>Escala de reflejo polarizado (m) (con accesorio de reflector)</b>	4
<b>Escala de supresión de fondo (m)</b>	0.4
<b>Escala de haz pasante (m) (con accesorio)</b>	20
<b>Dimensiones (mm)</b>	SS 50x18x50 Relé 50x18x50
<b>Temperatura</b>	-15°C a +55°C

**Nota:** Tomado del Catálogo de Telemecanique, 2015.

#### **4.5.10. Tuberías y silenciadores**

En esta parte la selección de las tuberías se la realizo tomando en cuenta el tipo conectores a utilizar con los cilindros y demás actuadores, siendo así se procedió a elegir la manguera en poliuretano. Se eligió este tipo de manguera por su flexibilidad, a su duración, a su peso que es muy ligera siendo así ideal para conexiones neumáticas.



**Gráfico 38:** Tubería

**Fuente:** Catalogo Airtac, 2014

**Tabla 15: Datos técnicos de la tubería**

<b>Especificaciones Técnicas</b>	
<b>Fluido</b>	Aire comprimido
<b>Presión de trabajo</b>	0 a 10.3 Bar ~ 0 a 150 PSI
<b>Presión de vacío</b>	-750mm Hg (10Torr)
<b>Temperatura de trabajo</b>	0°C a 60°C ~ 32°F a 140°F

**Nota:** Tomado del Catálogo Airtac, 2014.

#### 4.5.11. Racores y silenciadores

Como la tubería a utilizar es una manguera a ¼ los racores a utilizar serán milimétricos de unión recta, unión codo, unión T, dependiendo de la conexión que deseamos realizar, así mismo se seleccionaron los silenciadores de aire. En la Tabla 16 se detallarán las características técnicas de los racores:



**Gráfico 39:** Racores de conexión

**Fuente:** Catalogo Airtac, 2014

**Tabla 16: Especificaciones para los racores**

<b>Especificaciones Técnicas</b>	
<b>Fluido</b>	Aire comprimido
<b>Presión de trabajo</b>	0 a 10.3 Bar ~ 0 a 150 PSI
<b>Presión de vacío</b>	-750mm Hg (10Torr)
<b>Temperatura de trabajo</b>	0°C a 60°C ~ 32°F a 140°F

**Nota:** Tomado del Catálogo Airtac, 2014.

En la Tabla 17 se detallarán las características técnicas para los silenciadores:



**Gráfico 40:** Silenciadores

**Fuente:** Catalogo Airtac, 2014

**Tabla 17:** Especificaciones para los silenciadores

Especificaciones Técnicas	
<b>Fluido</b>	Aire comprimido
<b>Presión de trabajo</b>	0 a 10 Bar ~ 0 a 142 PSI
<b>Material</b>	Bronce zincado
<b>Temperatura de trabajo</b>	0°C a 70°C ~ 32°F a 158°F

**Nota:** Tomado del Catálogo Airtac, 2014.

#### 4.5.12. Selección del compresor

Para la selección del compresor se guio en los diferentes parámetros que se obtuvieron al escoger los diferentes cilindros los cuales serán los encargados de realizar el trabajo.



**Gráfico 41:** Compresor

**Fuente:** Catálogo Krobalt, 2014

**Tabla 18: Datos técnicos del compresor**

<b>Especificaciones Técnicas</b>	
<b>Voltaje</b>	110 V
<b>Frecuencia</b>	60 Hz
<b>Motor</b>	550 W – HP: 0.75
<b>Producción de aire</b>	70 l/min
<b>Presión de aire</b>	0.75 Mpa
<b>Volumen del envase de aire.</b>	32 L – 7 Gal.
<b>Ruido</b>	56-65 dB(A)
<b>Peso</b>	30 Kg
<b>Dimensiones</b>	56x56x70 cm

**Nota:** Tomado del Catálogo Krobalto, 2014.

#### **4.5.13. Selección de protecciones y dimensionamiento de conductores**

Para realizar el dimensionamiento de los conductores eléctricos nos basaremos en la potencia del motor que sería la carga más grande dentro del sistema, para lo cual se utilizaran tablas de conductores eléctricos donde se especifique tanto corriente, voltaje admisible y temperatura de operación.

Para esto utilizaremos la ecuación de la potencia eléctrica:

Potencia mecánica

$$P = V \cdot I$$

Donde la potencia P=W

Potencia eléctrica

$$W = V \cdot I$$

Entonces como datos tenemos la potencia del motor que es de ¼ de HP y el voltaje que es de 220 V para calcular la corriente y así determinar el tipo de conductor.

$$I = \frac{186.425 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0.846 \text{ A}$$

En la siguiente tabla se especifica el tipo de conductor de acuerdo a la temperatura admisible de operación.

**Tabla 19: Calibres de conductor**

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A		
10 AWG	30 A	30 A	30 A	18 AWG	10 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A		
6 AWG	55 A	65 A	75 A	16 AWG	13 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A	14 AWG	18 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A	12 AWG	25 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A		

**Nota:** Tomado de la página de Voltech de conductores eléctricos, 2015.

**Tabla 20: Calibres de conductores**



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Todos los conductores fabricados por ELECTRO CABLES C.A. cumplen con holgura las especificaciones establecidas en las normas de fabricación existentes para cada tipo y que son las siguientes:

Aislante de Material termoplástico, PVC 600 V. - 60 °C

Relleno de material termoplástico, PVC

Chaqueta de material termoplástico, PVC

Calibre AWG ó MCM	Sección mm <sup>2</sup>	FORMACION	ESPESOR <sup>o</sup> AISLAM. mm	ESPESOR <sup>o</sup> NYLON mm	DIAMETRO CHAQUETA mm	DIAMETRO EXTERNO mm	PESO <sup>o</sup> TOTAL <sup>o</sup> Kg/Km	Cap. de Corriente	emba.
		No. de Hilos por diámetro en mm.						Para un cable al aire libre Amp.	
2 x 14	2.08	19 x 0,38	0.38	0.10	1.14	10.80 <sup>o</sup>	94.11	20	A,Z
2 x 12	3.31	19 x 0,47	0.38	0.10 <sup>o</sup>	1.14 <sup>o</sup>	12.30	129.17	25 <sup>o</sup>	A,Z
2 x 10	5.26	19 x 0,60	0.51	0.10	1.14	13.80	191.73	35 <sup>o</sup>	A,Z
2 x 8	8.37	7 x 1,23	0.76	0.13	1.52	18.50	322.44	55 <sup>o</sup>	A,Z
2 x 6	13.30	7 x 1,55	0.76	0.13	1.52	21.50	472.54	70 <sup>o</sup>	A,Z
2 x 4	21.15	7 x 1,96	1.02	0.15	2.03	25.60	720.45	95 <sup>o</sup>	A,Z
2 x 2	33.62	7 x 2,47	1.02	0.15	2.03	25.60	1090.83	130 <sup>o</sup>	A,Z
2 x 1/0	53.49	19 x 1,89	1.27	0.18	2.03	29.80	1651.78	170 <sup>o</sup>	A,Z
3 x 14	2.08	19 x 0,38	0.38	0.10	1.14	11.80	116.71	15 <sup>o</sup>	A,Z
3 x 12	3.31	19 x 0,47	0.38	0.10	1.14	12.80	163.38	20 <sup>o</sup>	A,Z
3 x 10	5.26	19 x 0,60	0.51	0.10	1.52	15.60	245.45	30 <sup>o</sup>	A,Z
3 x 8	8.37	7 x 1,23	0.76	0.13	1.52	20.00	411.08	50	A,Z
3 x 6	13.30	7 x 1,55	0.76	0.13	2.03	23.60	607.09	65	A,Z
3 x 4	21.15	7 x 1,96	1.02	0.15	2.03	27.60	933.18	85	A,Z
3 x 2	33.62	7 x 2,47	1.02	0.15	2.03	27.60	1421.00	115	A,Z
3 x 1/0	53.49	19 x 1,89	1.27	0.18	2.03	31.50	2172.00	150	A,Z <sup>o</sup>
4 x 14	2.08	19 x 0,38	0.38	0.10	1.14	12.80	142.19	12	A,Z
4 x 12	3.31	19 x 0,47	0.38	0.10	1.52	15.10	201.20	16	A,Z
4 x 10	5.26	19 x 0,60	0.51	0.10	1.52	17.10	303.93	25	A,Z
4 x 8	8.37	7 x 1,23	0.76	0.13	1.52	21.70	533.13	40	A,Z
4 x 6	13.30	7 x 1,55	0.76	0.13	2.03	25.50	752.70	55	A,Z
4 x 4	21.15	7 x 1,96	1.02	0.15	2.03	29.60	1162.30	70	A,Z
4 x 2	33.62	7 x 2,47	1.02	0.15	2.03	29.50	1773.00	95	A,Z
4 x 1/0	53.49	19 x 1,89	1.27	0.18	2.03	33.70	2724.00	125	A,Z

**Nota:** Tomado del Catálogo Disensa, 2014.



Para dimensionar las protecciones se tomó en cuenta la potencia requerida, por tanto, nos establecemos los valores de potencia, voltaje y corriente, con esos datos se aplicó la Ley de Ohm para dimensionar conductores de acuerdo a la corriente que vaya a ser utilizada.

**Tabla 21: Conductores y protecciones eléctricas**

<b>Protecciones y calibres de conductores</b>	
<b>Breaker Schneider Electric</b>	110 V a 2 A
<b>Breaker Schneider Electric</b>	220 V a 6 A
<b>Contactador</b>	24 VDC
<b>Relés</b>	24 V
<b>Fusibles</b>	2 A
<b>Guarda motor</b>	1.6 a 2.5 A
<b>Fuente de poder</b>	24 V
<b>Conductores</b>	Conductor concéntrico 3x12 AWG Conductor #22 AWG

#### **4.5.14. Programación**

Para la transferencia del programa al PLC desde la PC se utilizará el programa Step 7 Tia Portal V13 para la versión del PLC Siemens S7-1200, el mismo que nos permitirá crear las diferentes funciones que cada elemento necesitará para su funcionamiento.

Para realizar la programación primero creamos las variables necesarias para sí funcionamiento. Y posterior se realizaron los segmentos dentro de un bloque de programación.

##### **4.5.14.1. Secuencia del proceso**

Ahora procederemos a enunciar pasa a paso el proceso del módulo didáctico.

1. Dar inicio al sistema mediante el pulsador.
2. Enseguida se encenderá el motor el cual pone en marcha a la banda transportadora.

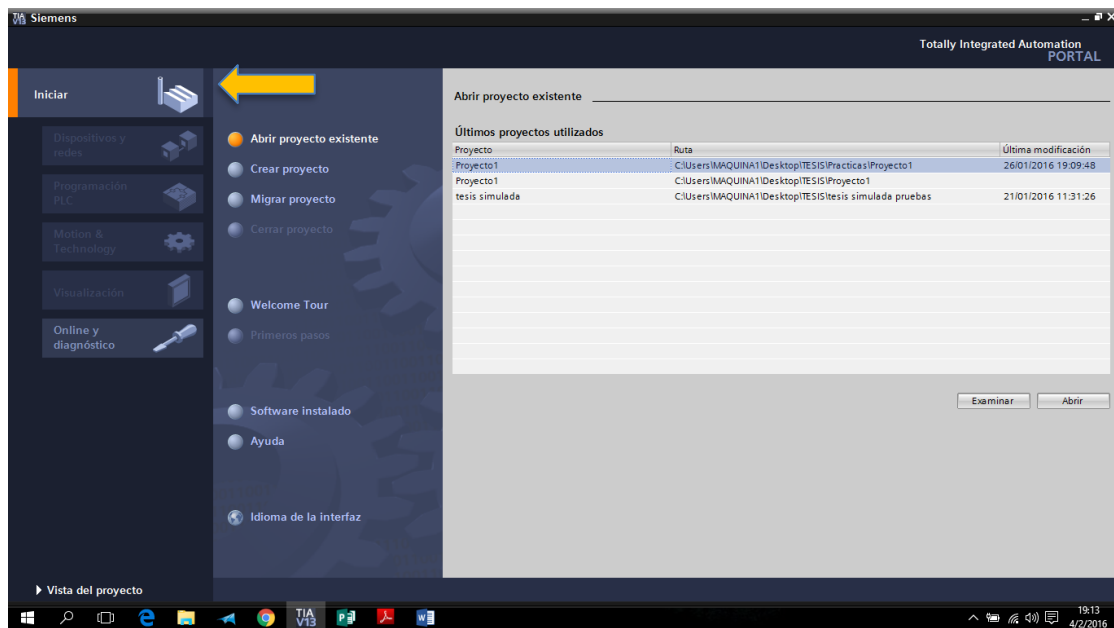
3. El envase con su respectiva tapa será transportado hasta que sea detectado por el primer sensor S1.
4. En el momento en que S1 detecta la presencia del envase, el cilindro C1 sale y lleva el envase hasta la posición de sellado donde se detendrá mediante el S2.
5. Al momento que el envase llega a la posición de sellado el cilindro C2 baja y presiona la tapa en el envase durante un tiempo respectivo.
6. Al terminar esta acción el sensor S3 y S2 hacen volver a los actuadores C1 y C2 a su posición original hasta que nuevamente llegue un envase nuevo a ser sellado.
7. Luego del paso anterior la banda transportadora procede a sacar el envase de la posición de sellado.
8. Posteriormente cuando el S3 vuelve a detectar la presencia del envase ya sellado, este activa al cilindro C3 el cual procede a sacar el envase fuera de la banda transportadora tanto que el cilindro C3 vuelve a su posición original mediante el sensor S5.
9. Una vez que la línea de salida se encuentre llena, llegará a topar el fin de carrera el cual dará la orden de detener el proceso, puesto que se encuentra llena la salida de los envases ya sellados.
10. Finalmente sacamos los envases ya sellados para proceder a una revisión, haciendo que se desactive el fin de carrera y nuevamente retome el proceso de sellado.

## 4.6. Manual de programación del módulo didáctico de sellado de envases.

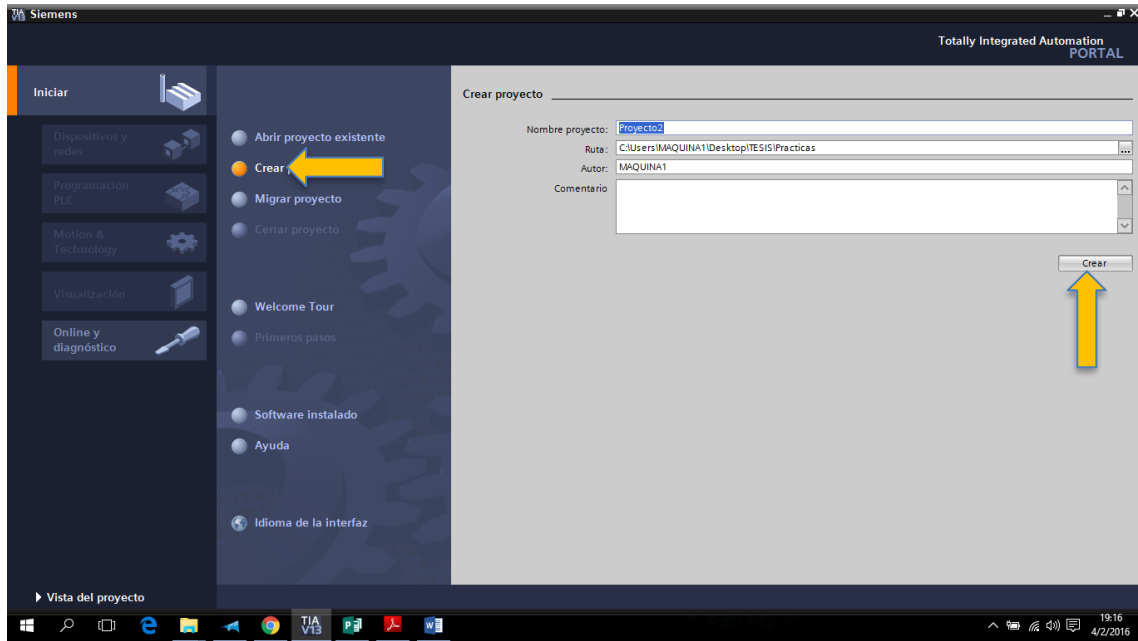
1. Seleccionamos el programa Step 7 TIA PORTAL V13 en nuestro ordenador.



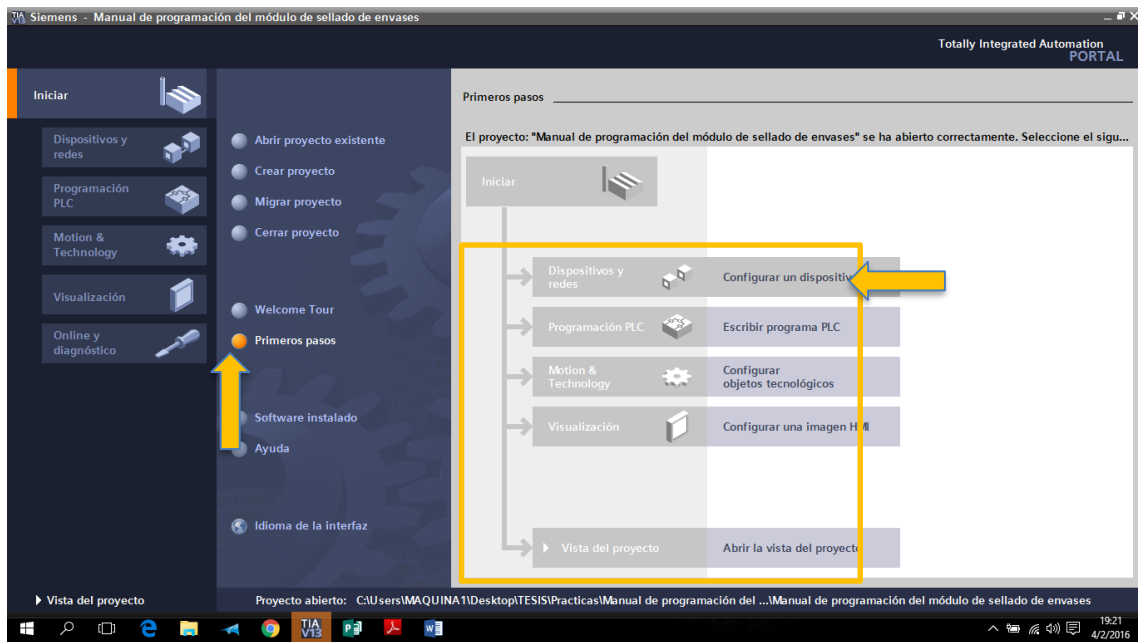
2. Una vez en la ventana principal de programa, observaremos algunas opciones de las cuales de manera automática se seleccionará la opción Iniciar, de tal modo que se nos van a desplegar varias opciones de las cuales seleccionaremos crear proyecto.



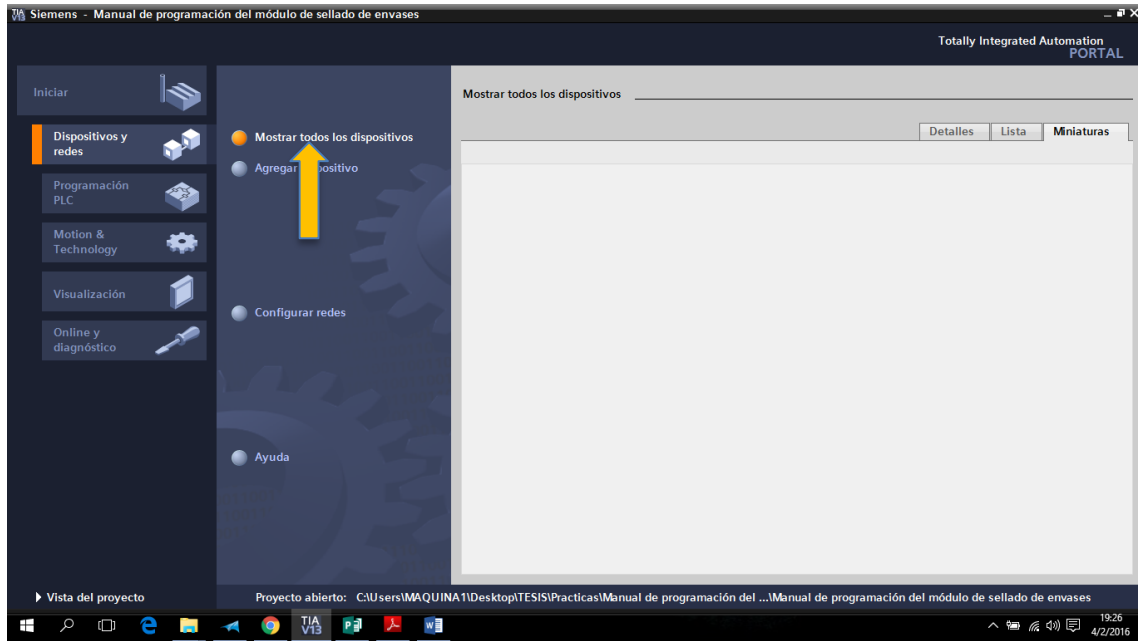
3. Una vez que seleccionemos crear un nuevo proyecto en la parte derecha tenemos las opciones de cómo llamar al proyecto, ubicación o ruta donde deseamos guardarlo, el autor y un espacio para algún comentario que se desee escribir. Luego seleccionamos crear.



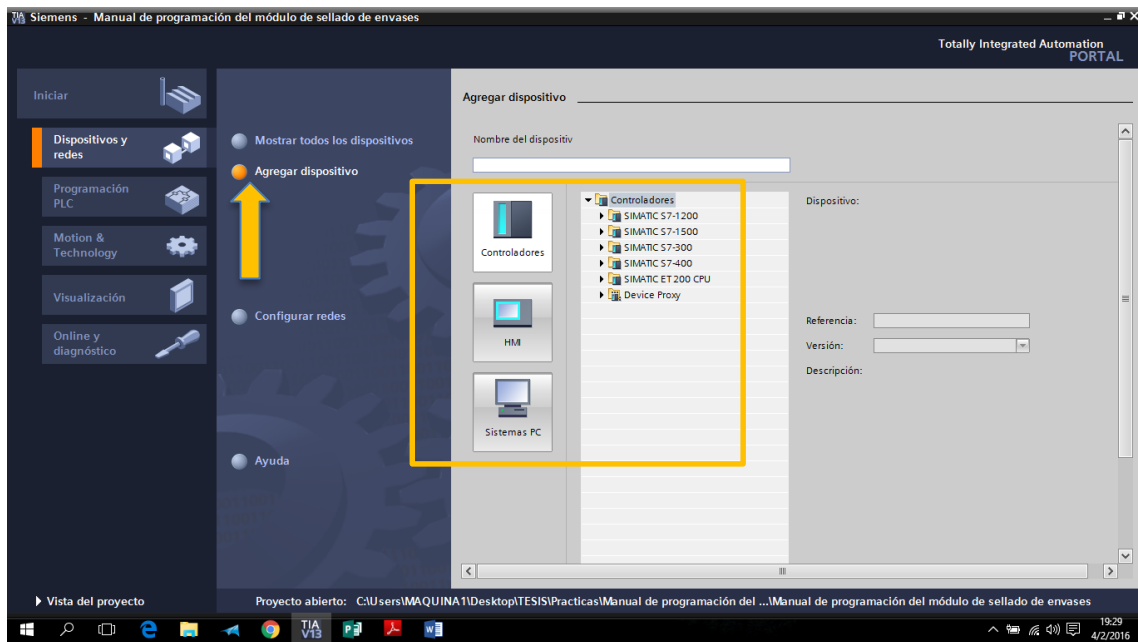
4. Una vez que creamos el proyecto se nos despliega una nueva venta con varias funciones. Y automáticamente se abre la pestaña de primeros pasos donde nos muestra algunas funciones. Una vez aquí, seleccionamos configurar un dispositivo.



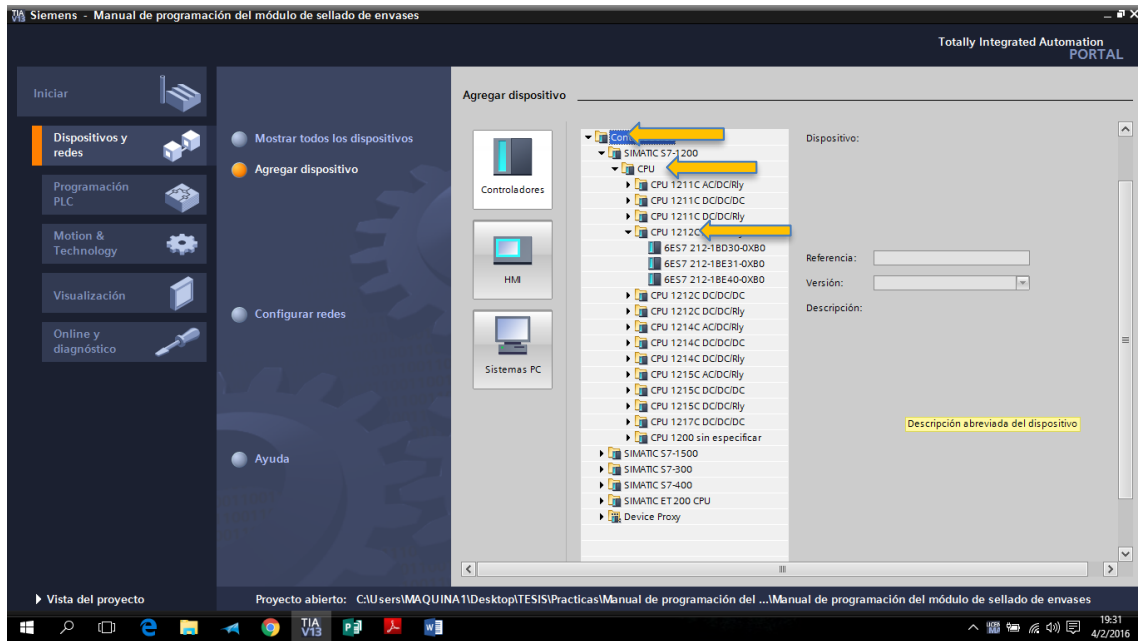
5. Hecho el paso anterior se nos abre una ventana en blanco, donde podemos ver los dispositivos que se tiene configurados, como estamos configurando uno nuevo seleccionamos la opción (agregar dispositivos).



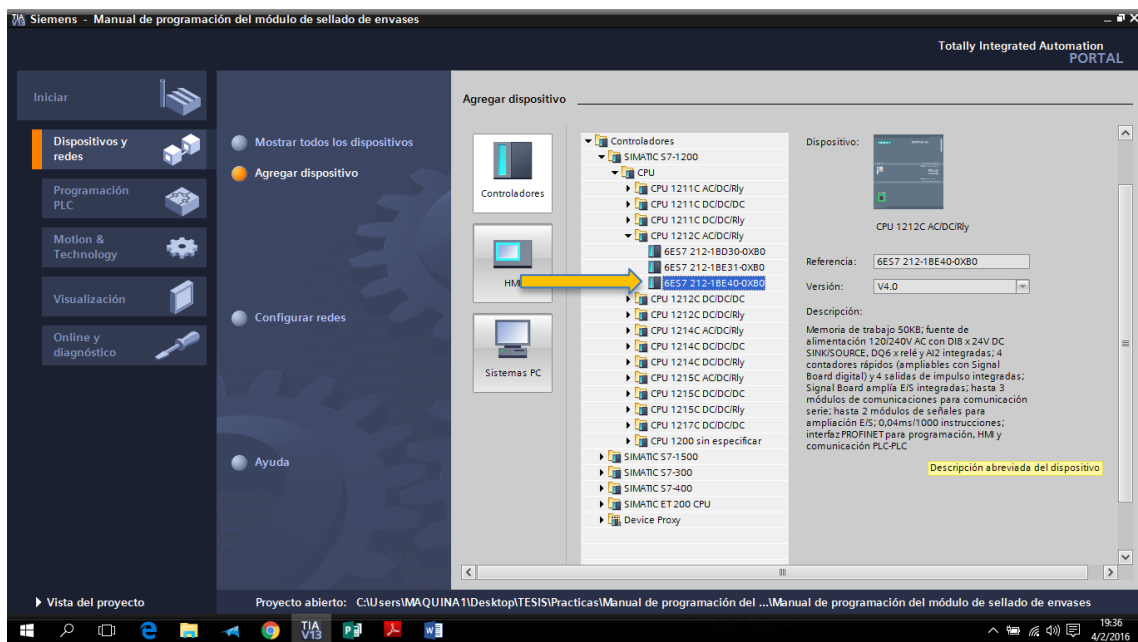
6. Al momento de seleccionar agregar dispositivo en la ventana nos aparecen los diferentes dispositivos que podemos configurar.



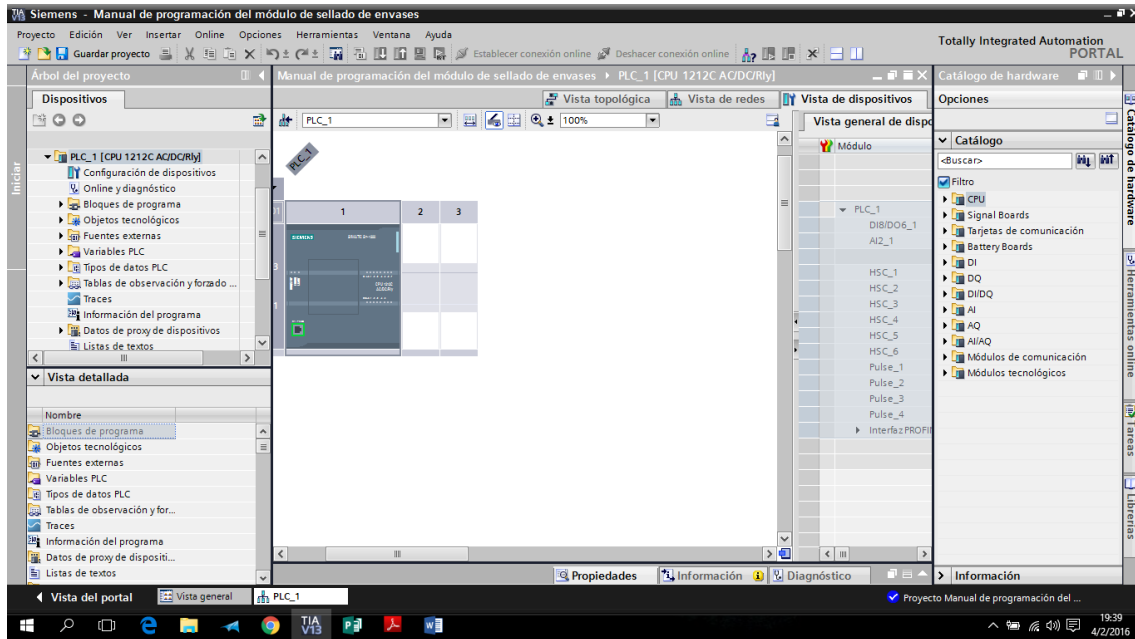
7. Seleccionamos controladores y se despliegan los diferentes tipos de PLC que podemos utilizar, como sabemos que nuestro PLC es el S7-1200 seleccionamos ese equipo. Donde luego se abren una carpeta con las CPU que podemos utilizar en nuestro caso seleccionamos la CPU 1212C AC/DC/Rly.



8. Una vez que seleccionamos esta CPU seleccionamos el modelo de nuestro PLC, este número lo encontramos escrito en el PLC que se adquirió.

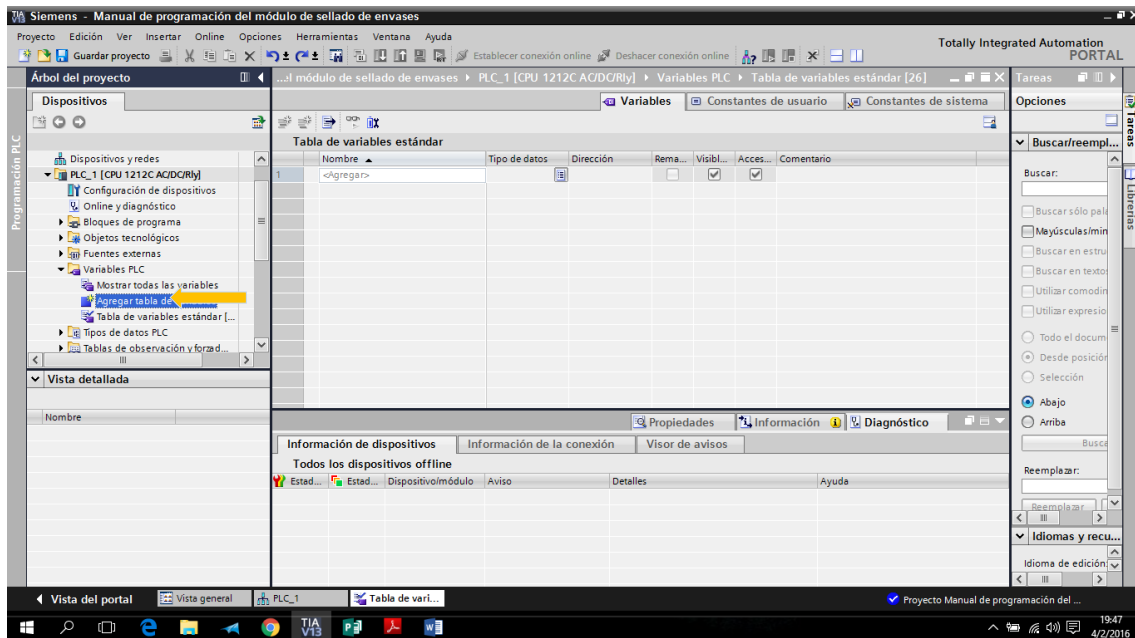


9. Luego de seleccionar el modelo del PLC nos aparece esta ventana donde procederemos a realizar el programa para el módulo didáctico, como también las diferentes bibliotecas de elementos para la programación. Aquí también podemos agregar más dispositivos.

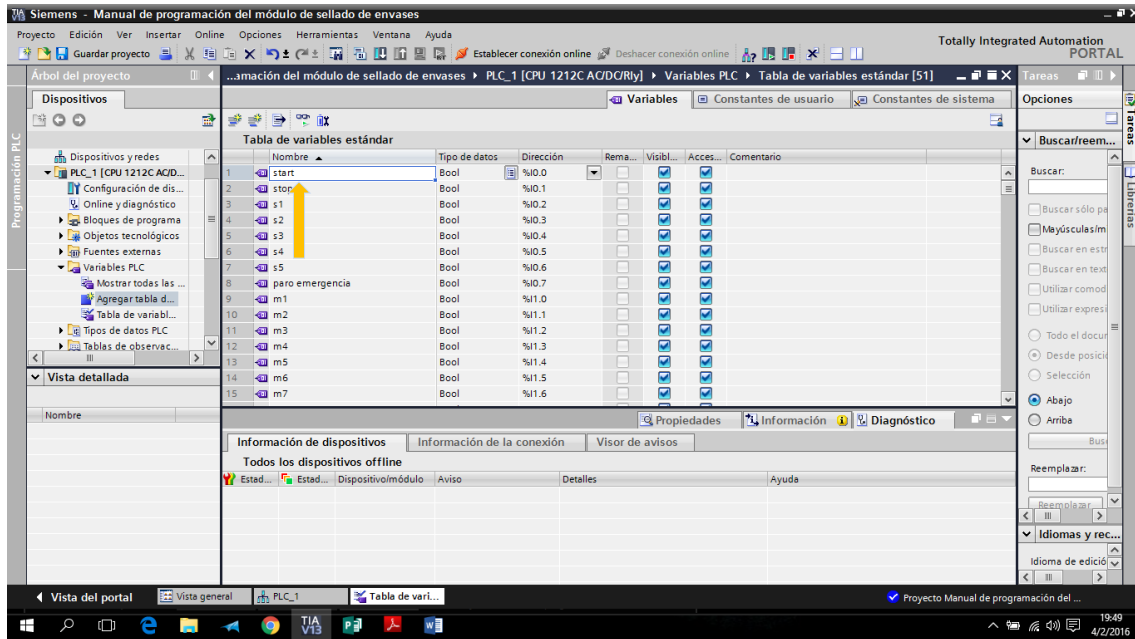


## Creación de variables

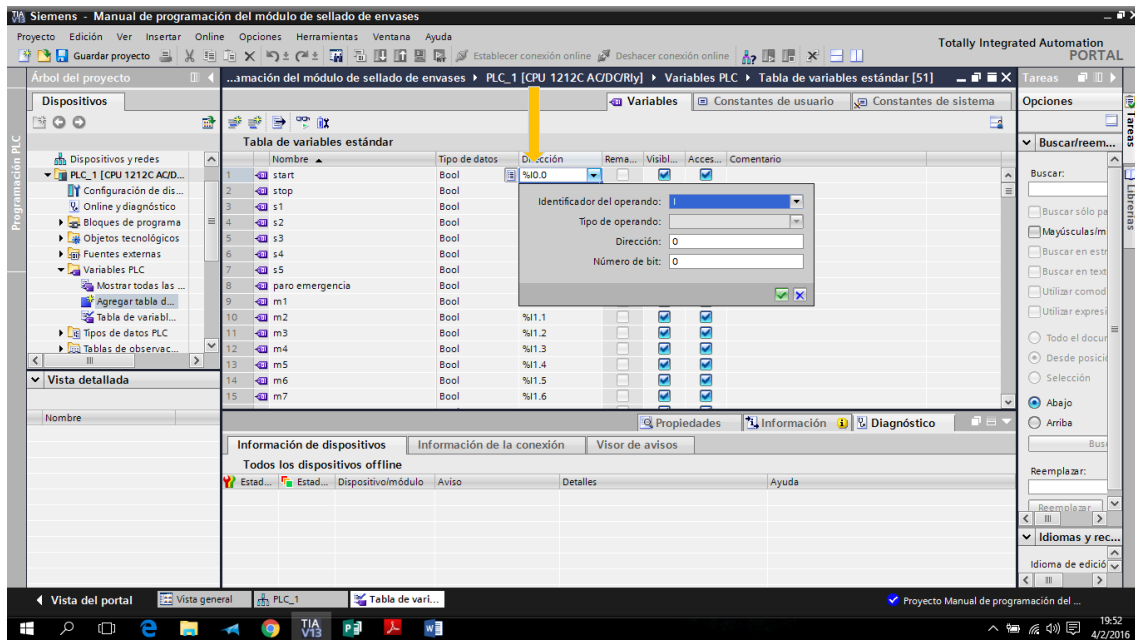
1. En la parte izquierda seleccionamos tabla de variables, aquí procederemos a escribir los diferentes tipos de variables.



2. Escribimos cada una de las variables que vayamos a necesitar, las mismas que serán de tipo Bool.

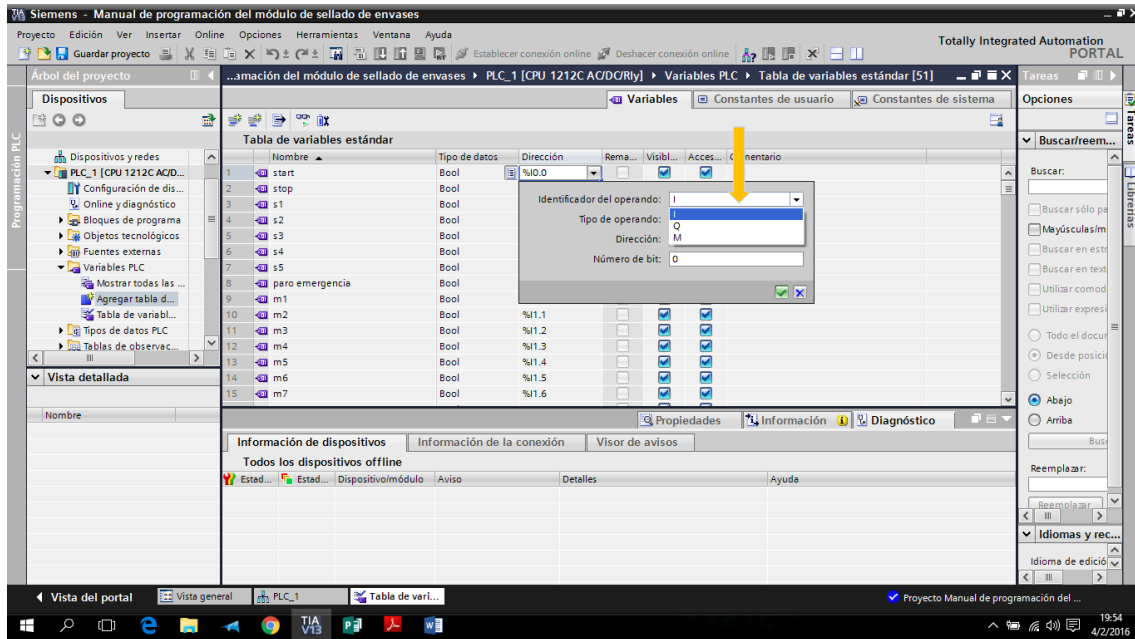


3. Ahora bien, en la parte donde dice dirección se asignarán a las variables de entrada, de salida y a las variables de memoria.

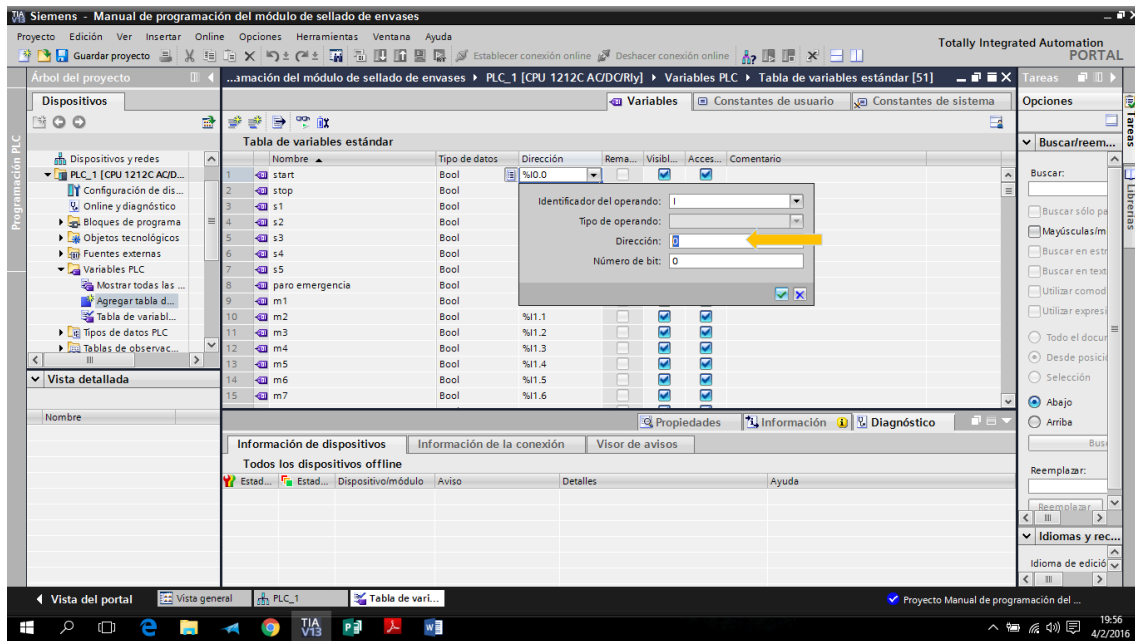




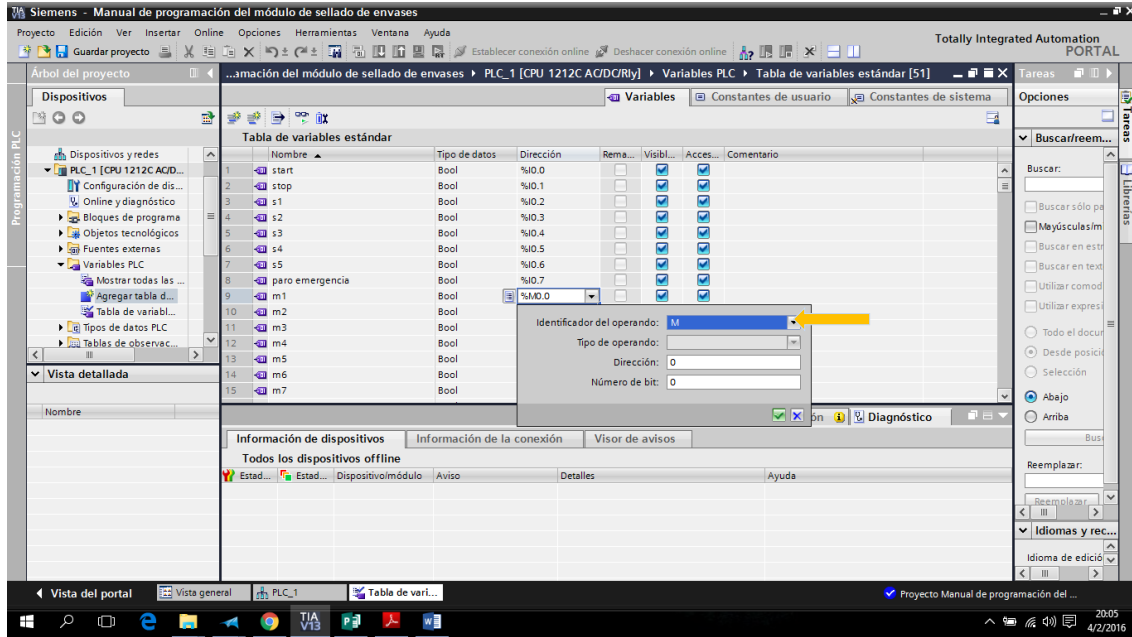
- Al señalar en la flecha de identificación de operador se despliega tres opciones, para las entradas seleccionaremos la letra I, para las salidas la letra Q y para los datos de memoria la letra M.



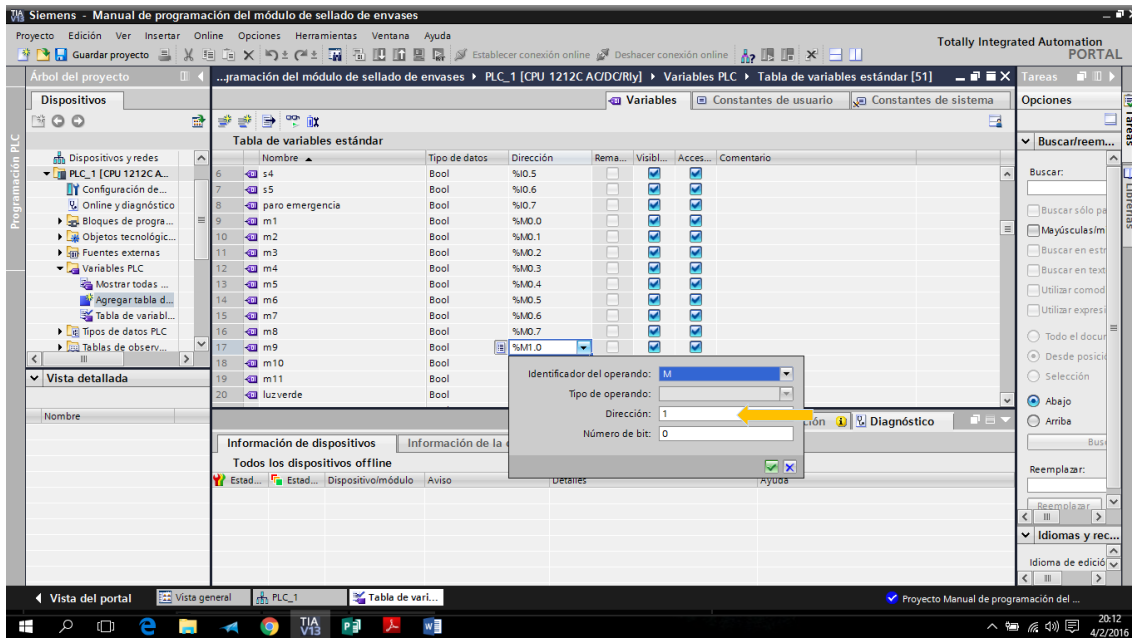
- Seleccionemos cualquiera de los tipos de operador, para nuestro caso sabemos que tenemos ocho variables de entrada que son el start, stop, sensores (s1, s2, s3, s4, s5) y el paro emergencia, a las cuales les asignaremos el operador con la letra I, la dirección y el número de bit se asignaran automáticamente conforme vayamos seleccionando.



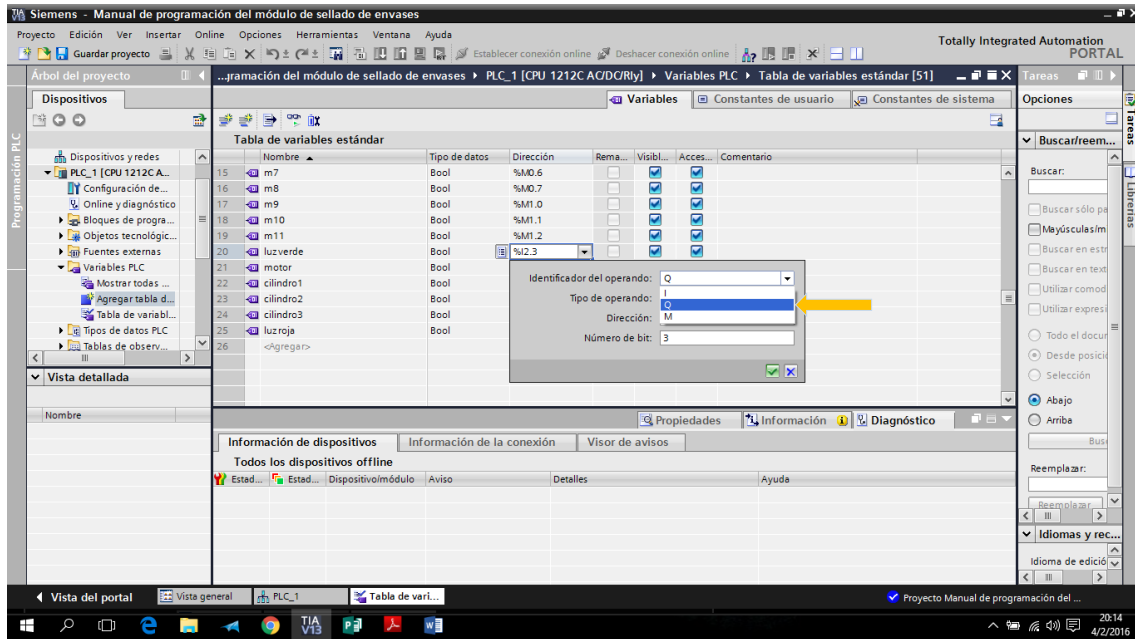
6. Ahora para asignar las memorias procedemos hacer lo mismo que hicimos con las variables de entrada, en esta parte tendremos que escribir la dirección y el número de bit.



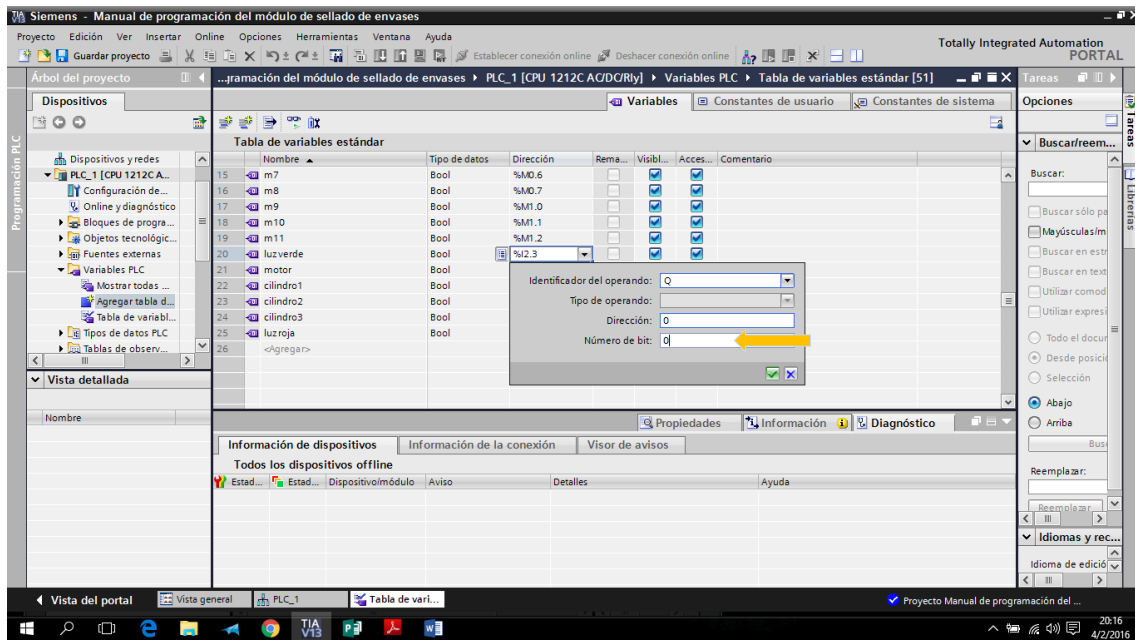
7. A partir de la variable de memoria m8 la dirección empezará con el numero uno y el número de bit empezará en cero.



8. Para las variables de salida seleccionaremos la letra Q, y empezaremos a enumerar cada una tal como hicimos con las variables de entrada.

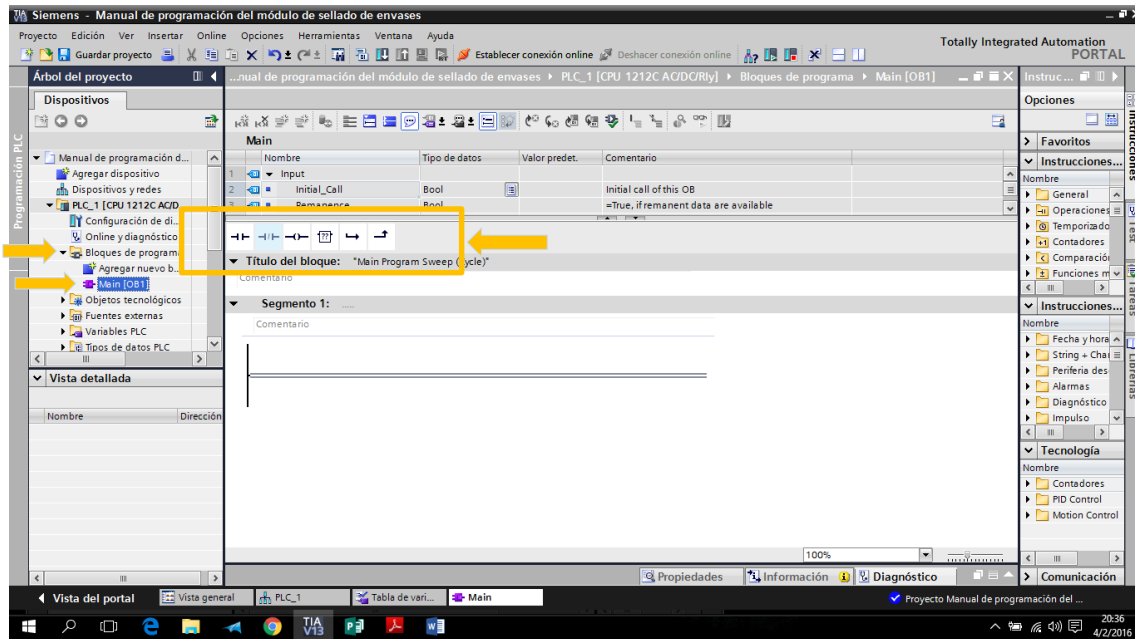


9. Lo que tendremos que cambiar son los valores de dirección y número de bit, manteniendo la dirección en cero y cambiando solo los números de bit.

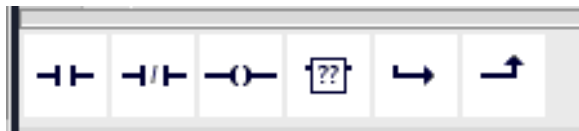


## Creación de bloques de programación

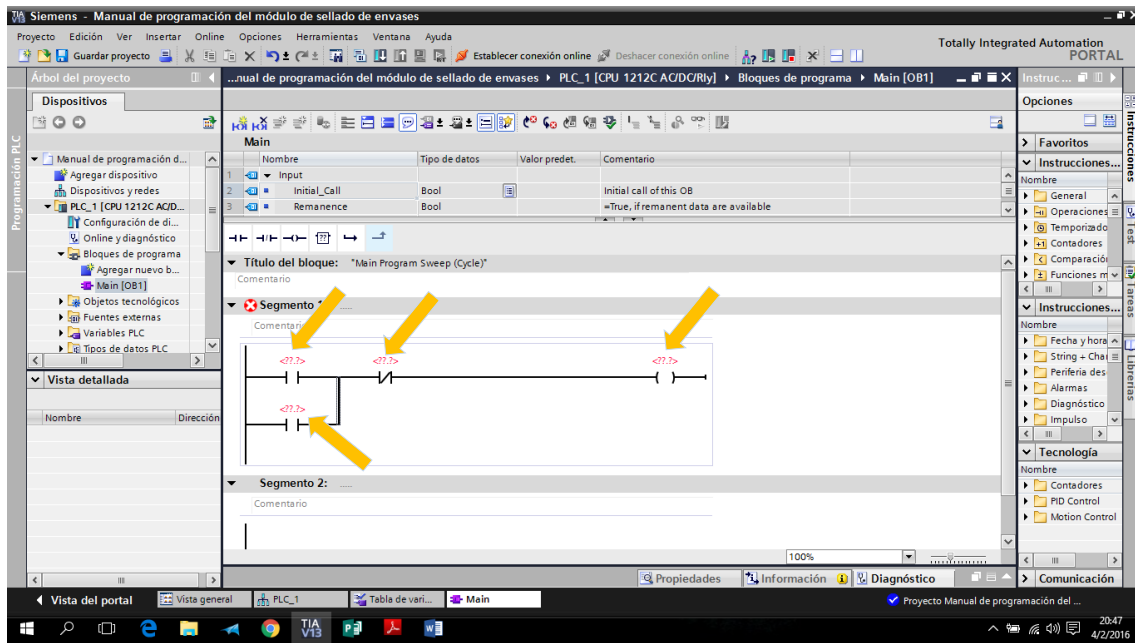
1. Seleccionamos la carpeta de bloque de programación y a continuación seleccionamos el Main (OB1) y nos aparece una ventana con diferentes opciones para elaborar los segmentos de programación. En el recuadro encontramos los diferentes elementos que formaran parte del programa.



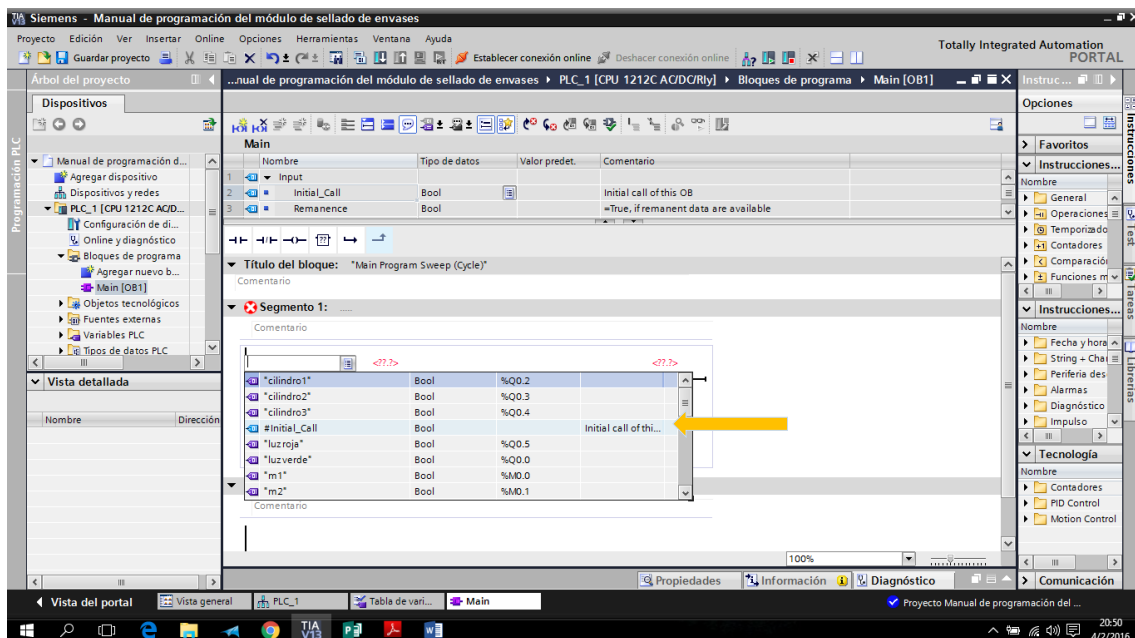
2. Dentro del recuadro señalado tenemos contactos normalmente abiertos como cerrados, bobinas, temporizadores entre otras más funciones.



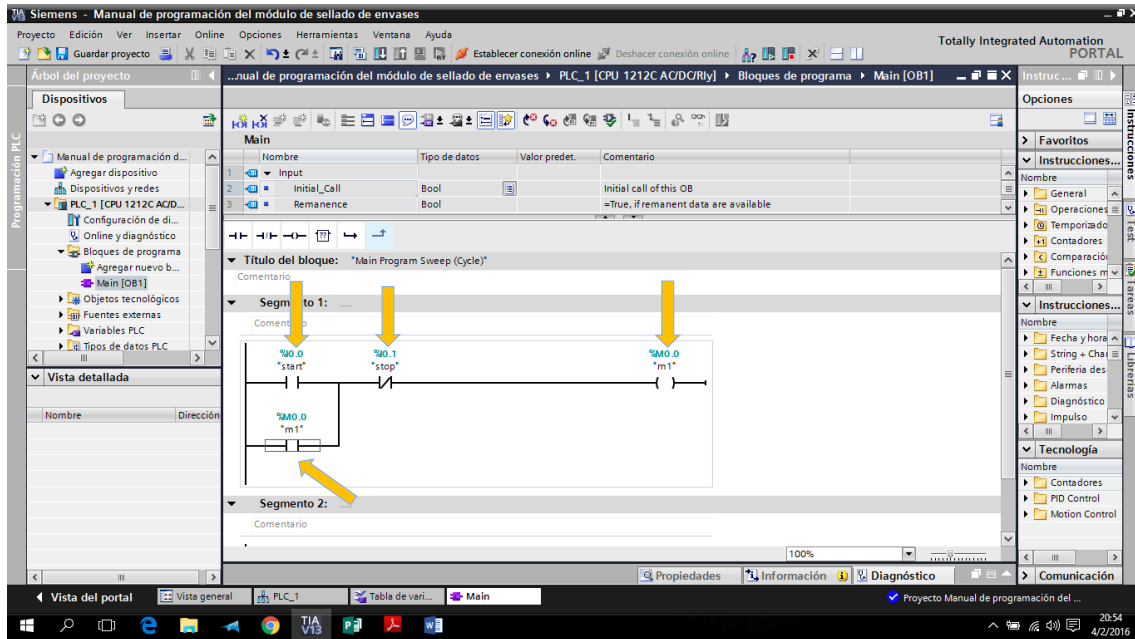
3. Una vez realizamos el primero segmento procedemos a establecer cada una de las variables en el segmento como lo indica la flecha.



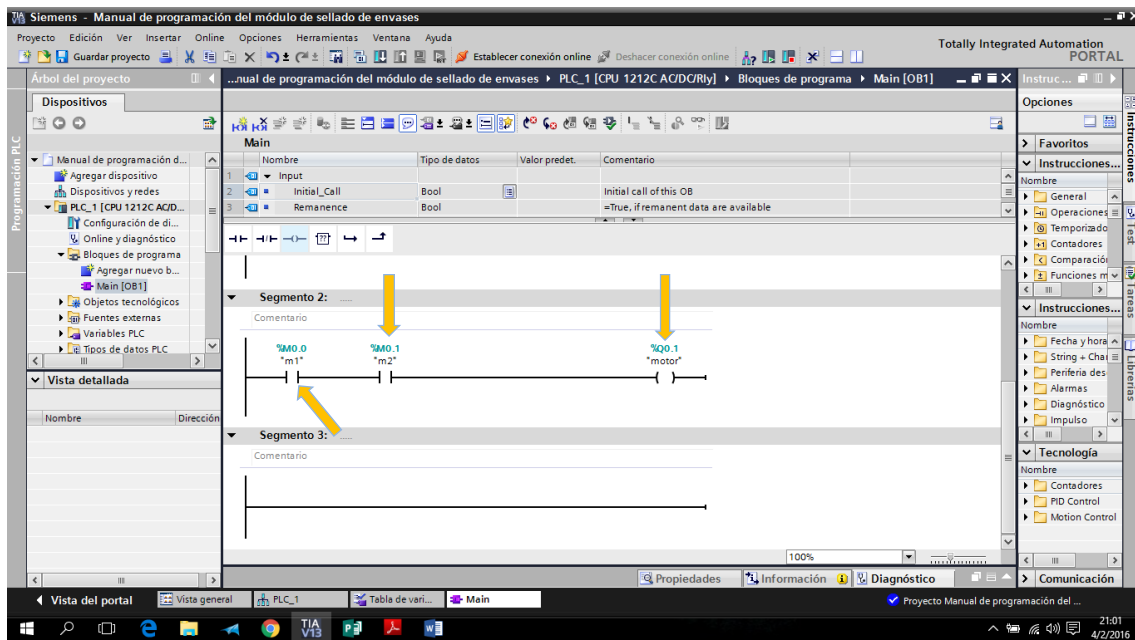
4. Una vez realizamos el primero segmento procedemos a establecer cada una de las variables en el segmento. Para esto señalamos en los signos de interrogación donde se nos desplegaran una tabla con todas las variables ingresadas lo que tendremos que hacer es escoger la variable que corresponda a cada elemento.



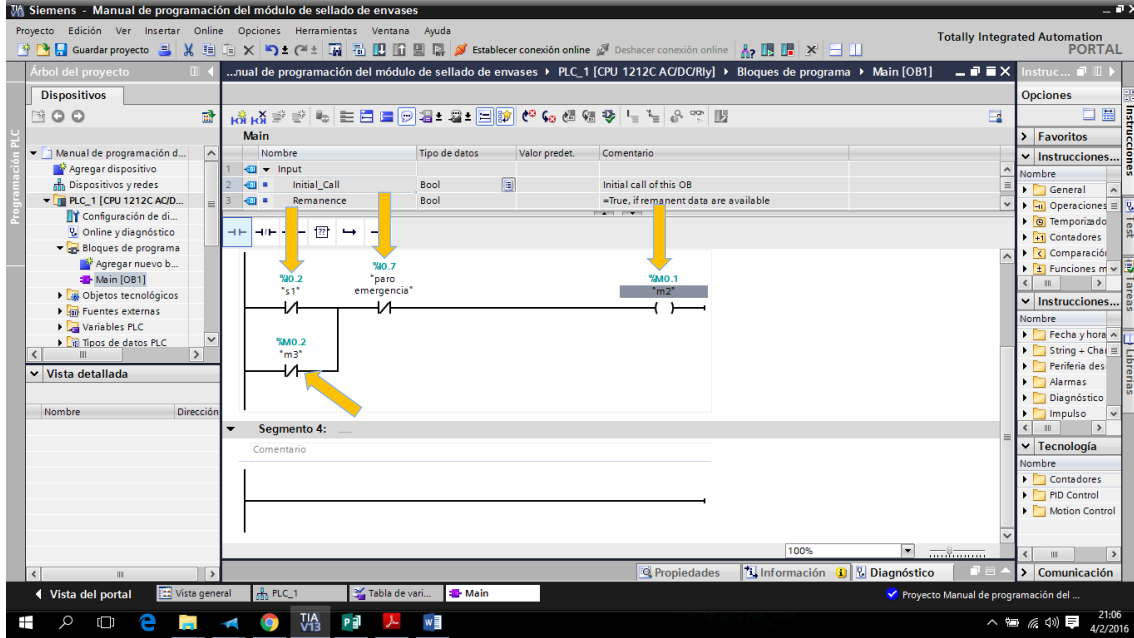
5. Asignada cada variable el segmento nos queda como lo muestra la figura, donde el start es un contacto normalmente abierto, el stop un contacto normalmente cerrado y la memoria m1 en la bobina que almacenará un dato.



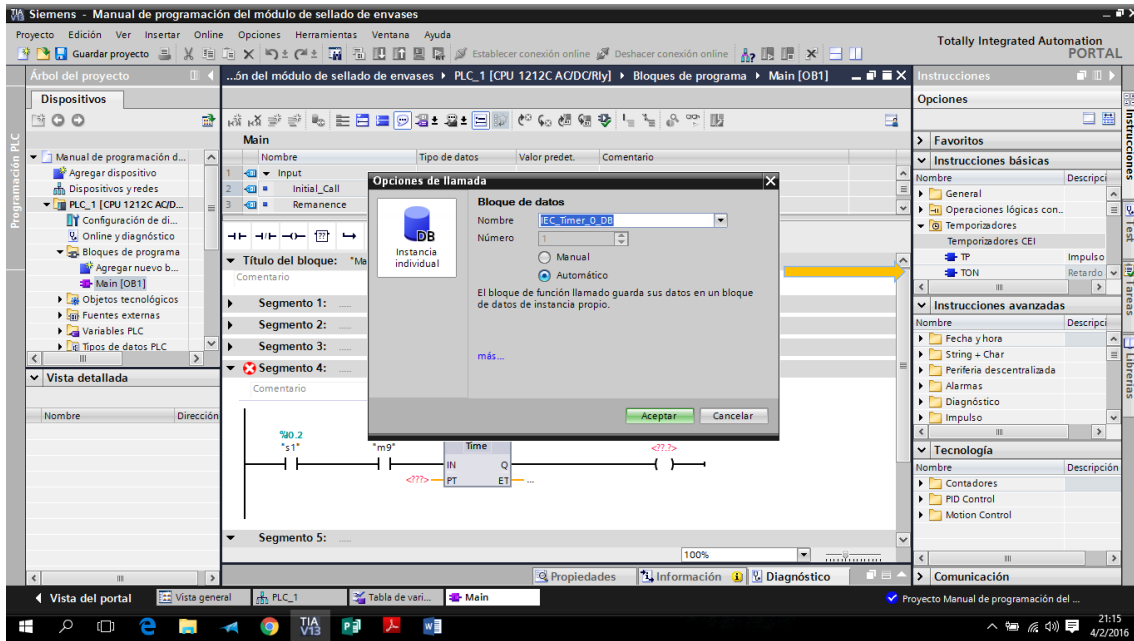
6. Para el segundo segmento se crearán lo que es el arranque de la banda a partir del primero segmento, para esto asignaremos dos contactos normalmente abiertos y una bobina de la misma manera que lo hicimos con el primer segmento.



- Para el segmento tres seleccionaremos dos contactos normalmente cerrados que corresponderán al sensor (s1) y al paro de emergencia consecutivamente en la primera línea junto con la bobina que será la memoria (m2) y en la segunda línea un contacto normalmente abierto que tendrá como memoria a la (m3).

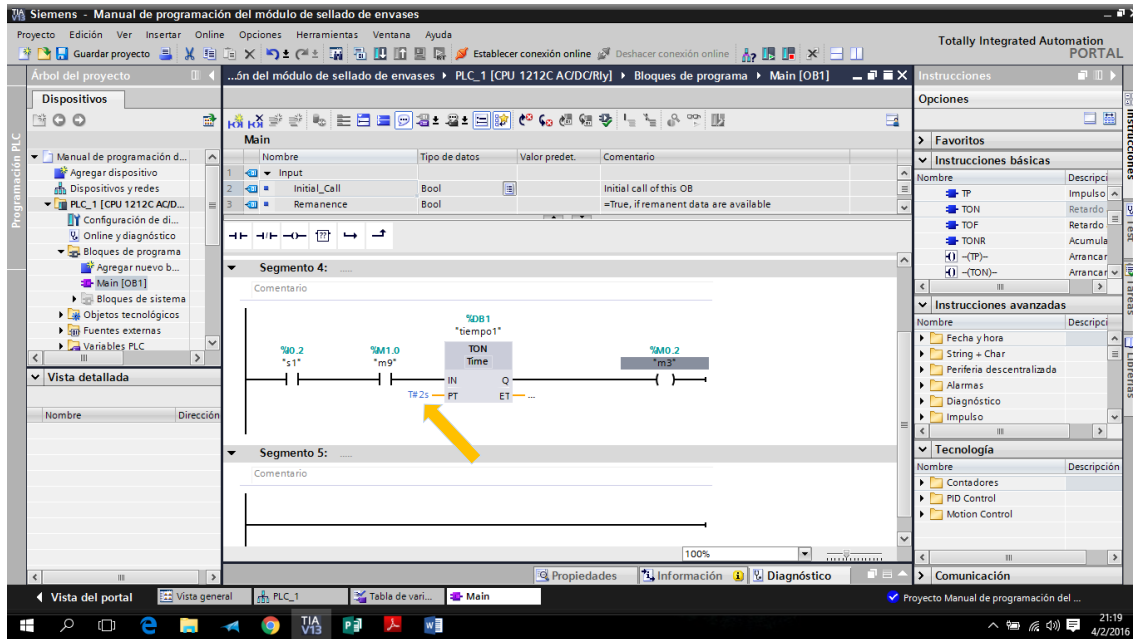


- Para el cuarto segmento ahí un cambio en la línea se pondrá un temporizador, para elegir el temporizador nos dirigimos a la barra de la derecha en las aplicaciones, seleccionamos en la carpeta de temporizadores como lo indica la flecha.

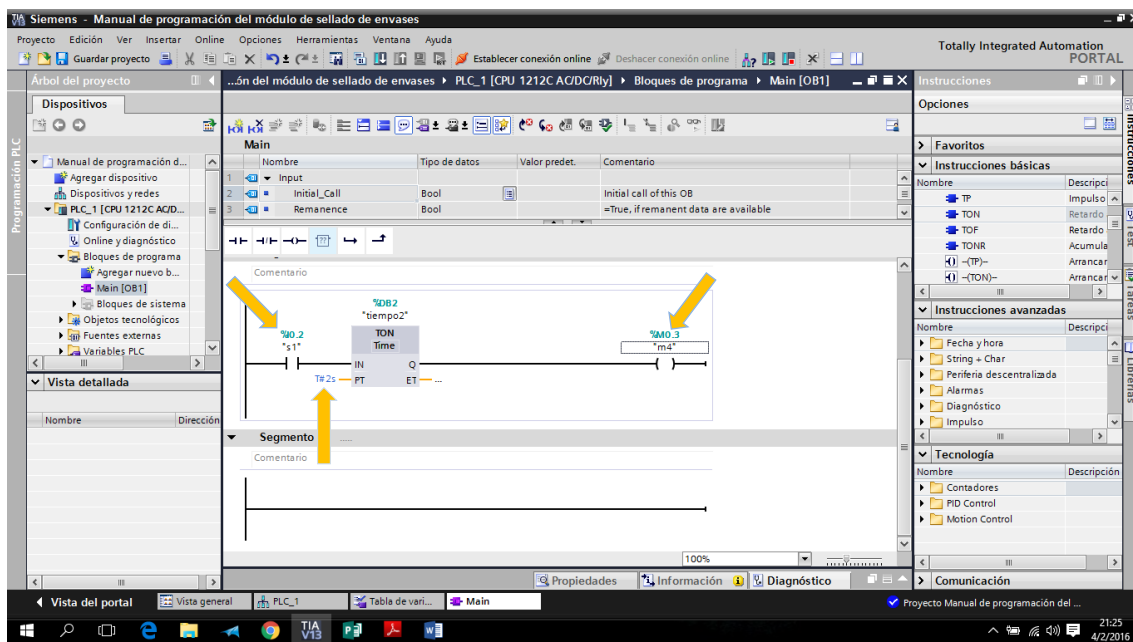




9. Así mismo asignamos al contacto abierto con la variable del sensor (s1), al segundo contacto con la memoria (m9), y a la bobina con la memoria (m3), una vez hecho asignaremos el tiempo en el PT del temporizador a 2s

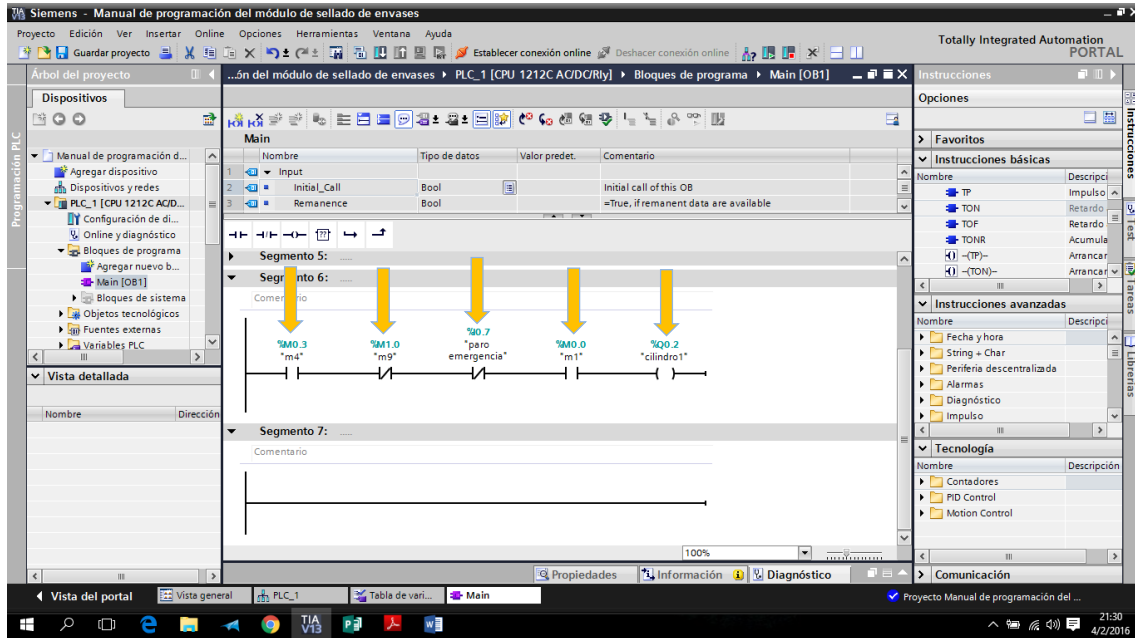


10. Para el quinto segmento establecemos otro tiempo, haremos los mismos pasos que se efectuaron anteriormente. Se asignó la variable del sensor (s1) y para la bobina la memoria (m4) el tiempo es el mismo a 2s.

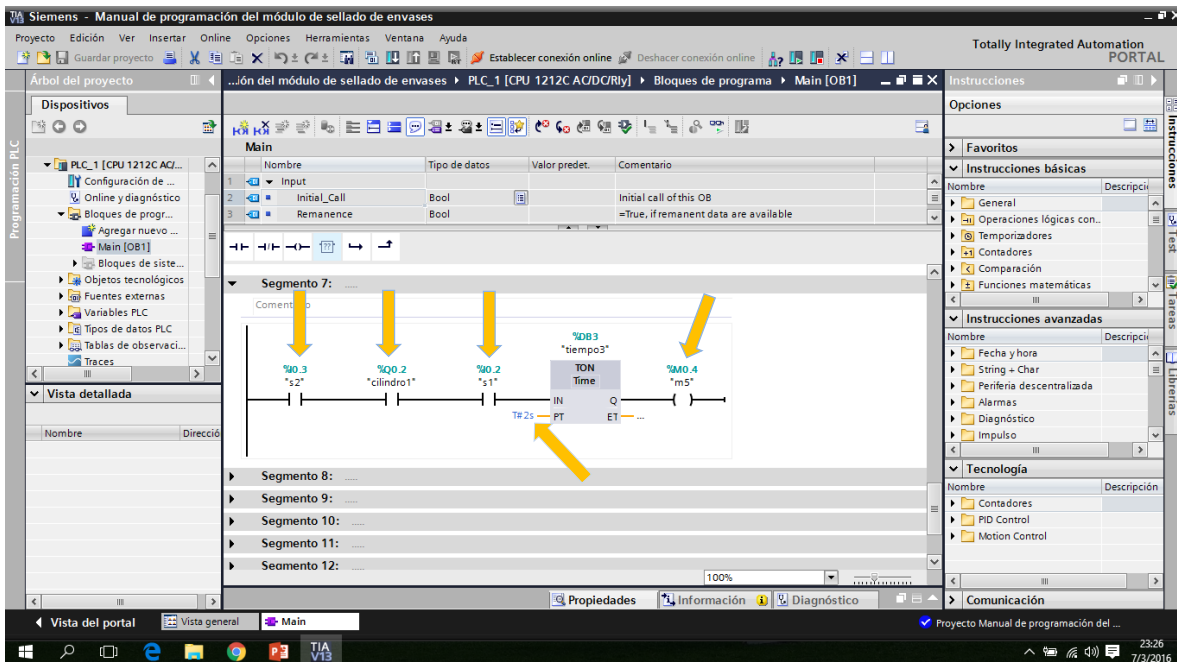




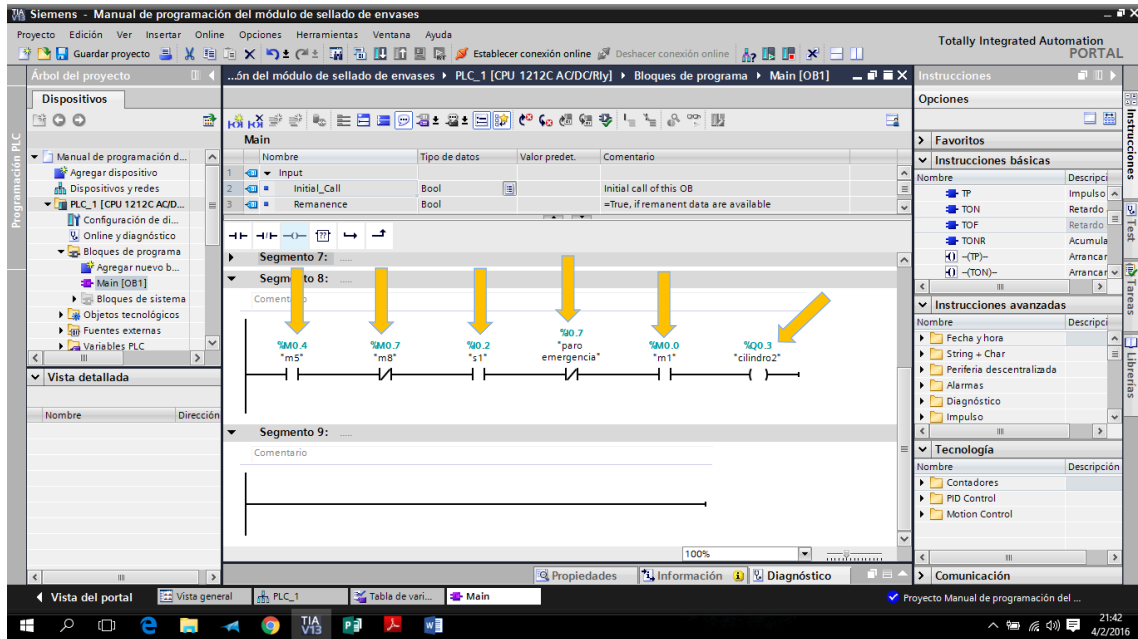
- En el sexto segmento activaremos el primero cilindro utilizando los segmentos anteriores. Para los dos contactos abiertos las memorias m4 y m1, para el primer contacto cerrado la memoria m9 y para el segundo contacto cerrado la variable de entrada que es el paro de emergencia y finalmente a la bobina le asignamos la variable del cilindro1.



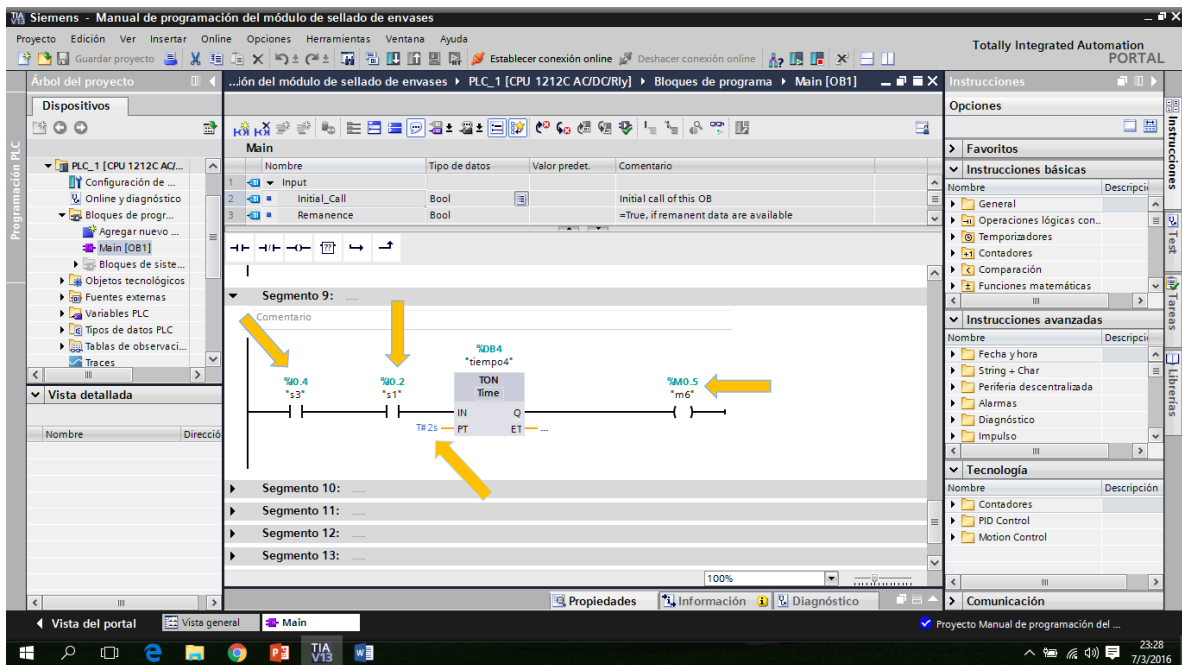
- En el séptimo segmento nuevamente creamos un tiempo3 a 2s, asignamos al sensor (s2) un contacto abierto, al cilindro1 igual un contacto abierto, para el sensor (s1) otro contacto abierto y a la bobina una memoria (m5).



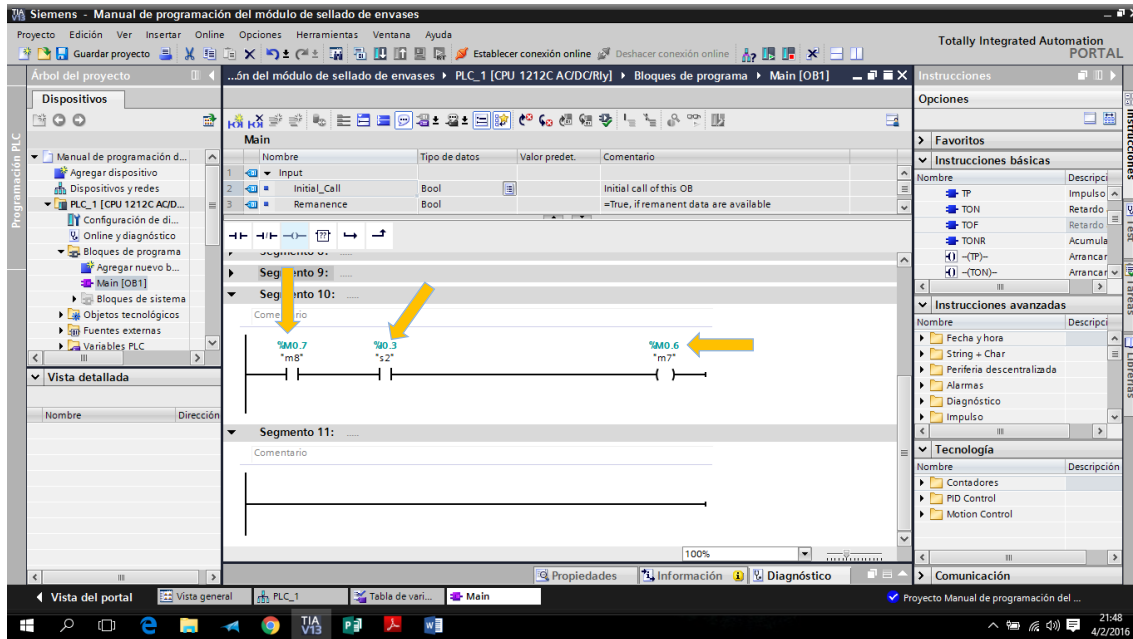
13. En el octavo segmento activamos el segundo cilindro, tomando en cuenta las memorias m1, m5 y m8, el sensor (s1), el paro de emergencia y el cilindro2 como se muestra en la figura.



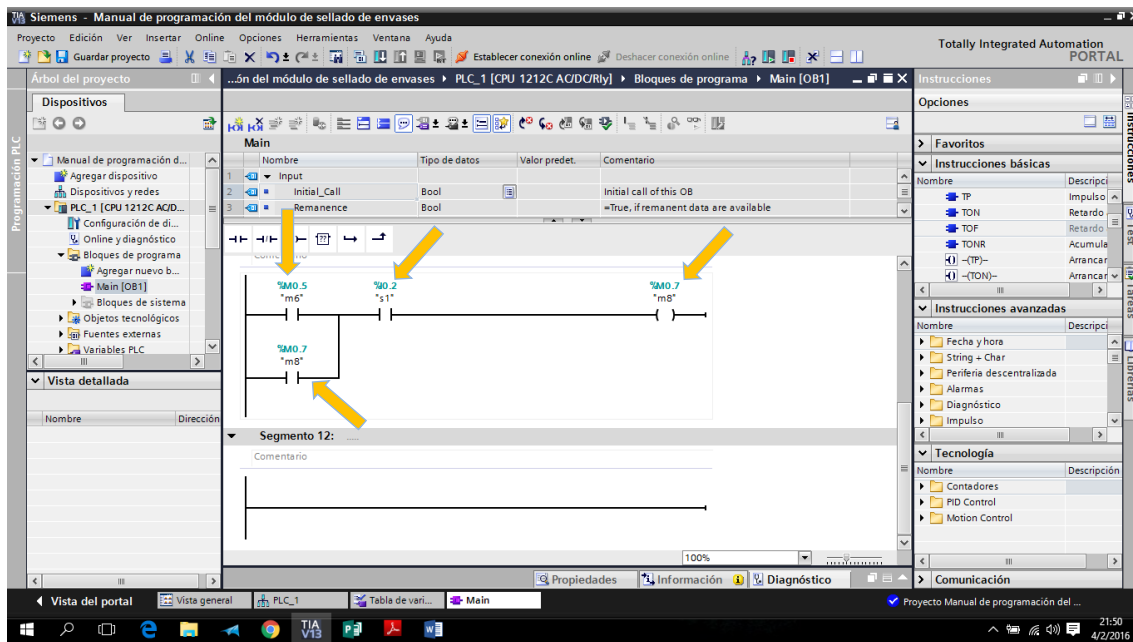
14. Para el segmento nueve utilizamos otro tiempo4, para activar una memoria m6, mediante dos contactos normalmente abiertos tanto para el sensor (s3) y (s1) respectivamente.



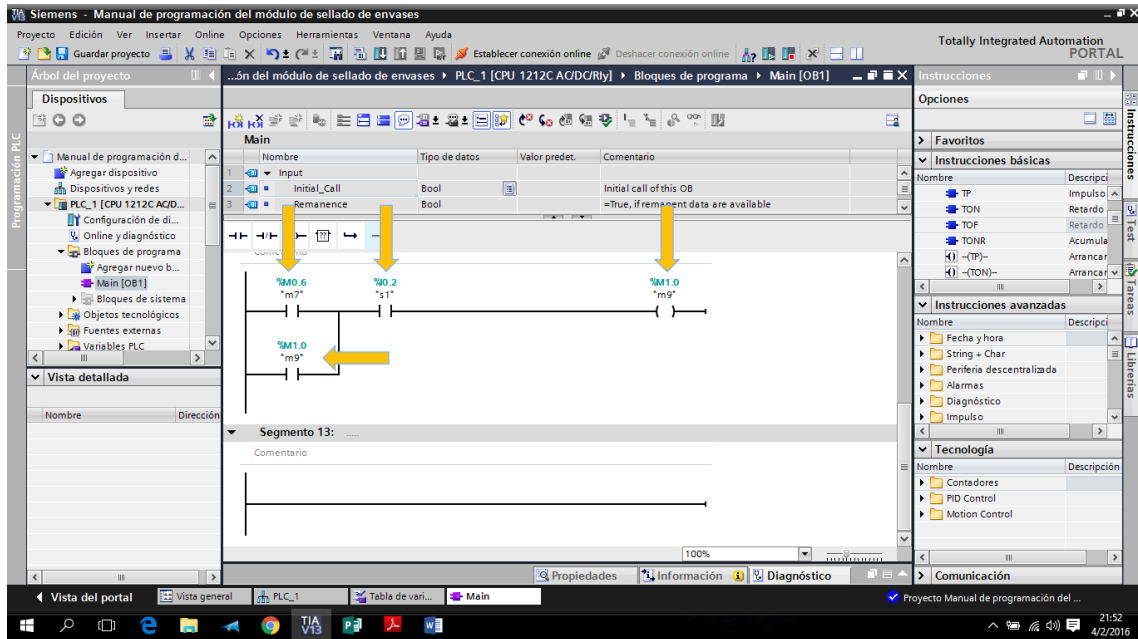
15. Para el décimo segmento activaremos una memoria (m7) a partir de dos contactos normalmente abiertos que serán asignados con la memoria (m8) y el sensor (2) respectivamente.



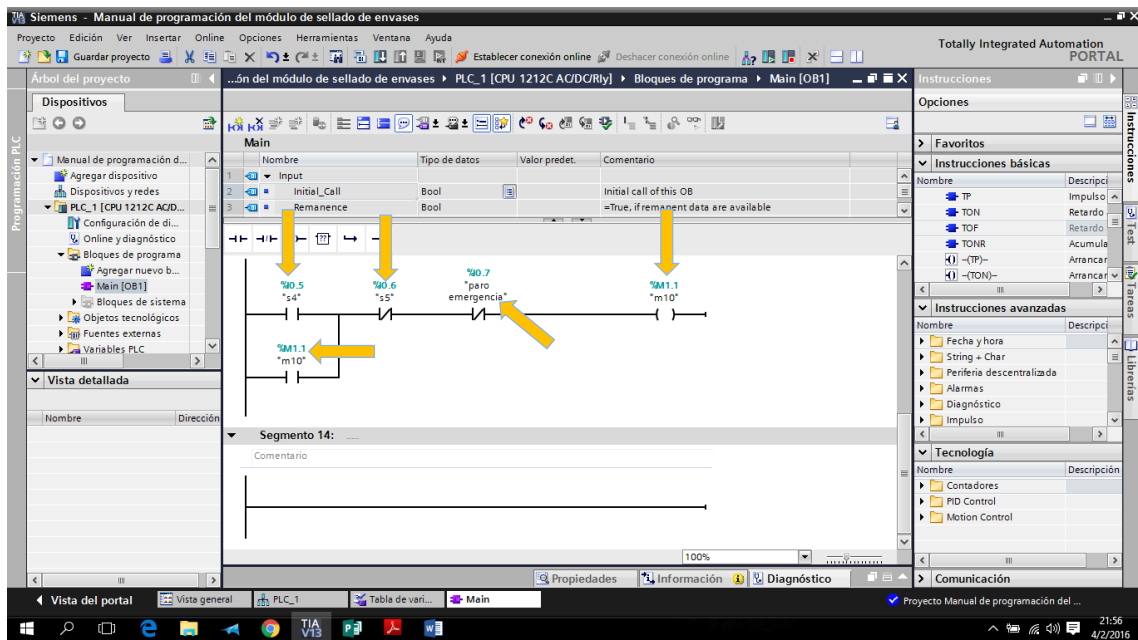
16. En el segmento décimo primero crearemos un enclavamiento para la memoria (m8), mediante la memoria (m6) y el sensor (s1).



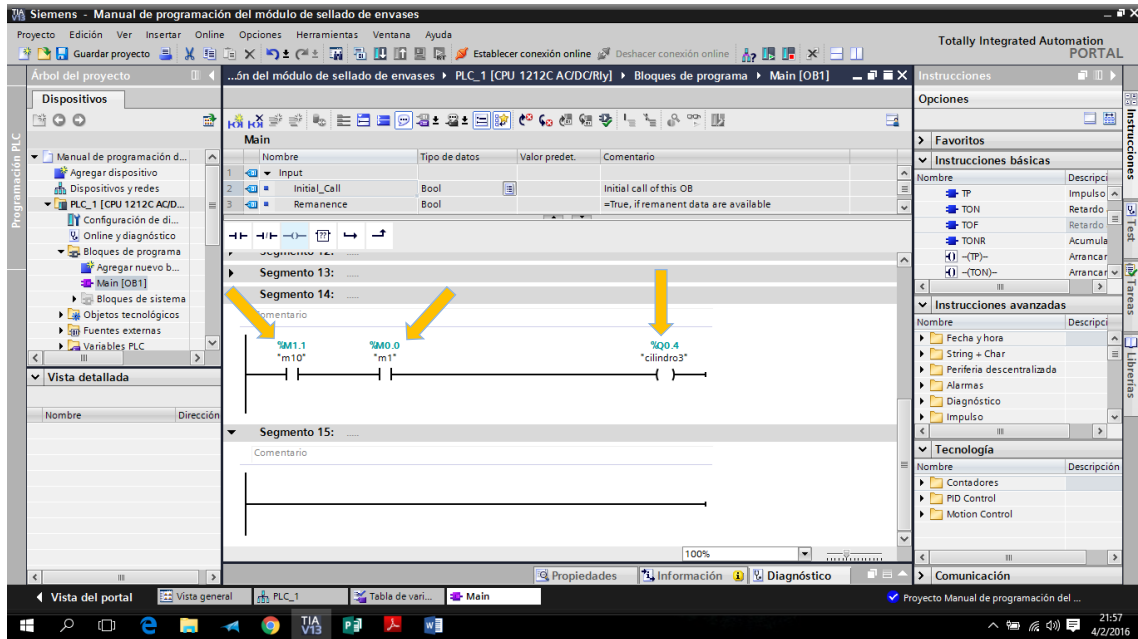
17. De la misma manera que en el segmento anterior para el segmento décimo segundo haremos un enclavamiento para la memoria (m9), a partir de la memoria (m7) y el sensor (s1).



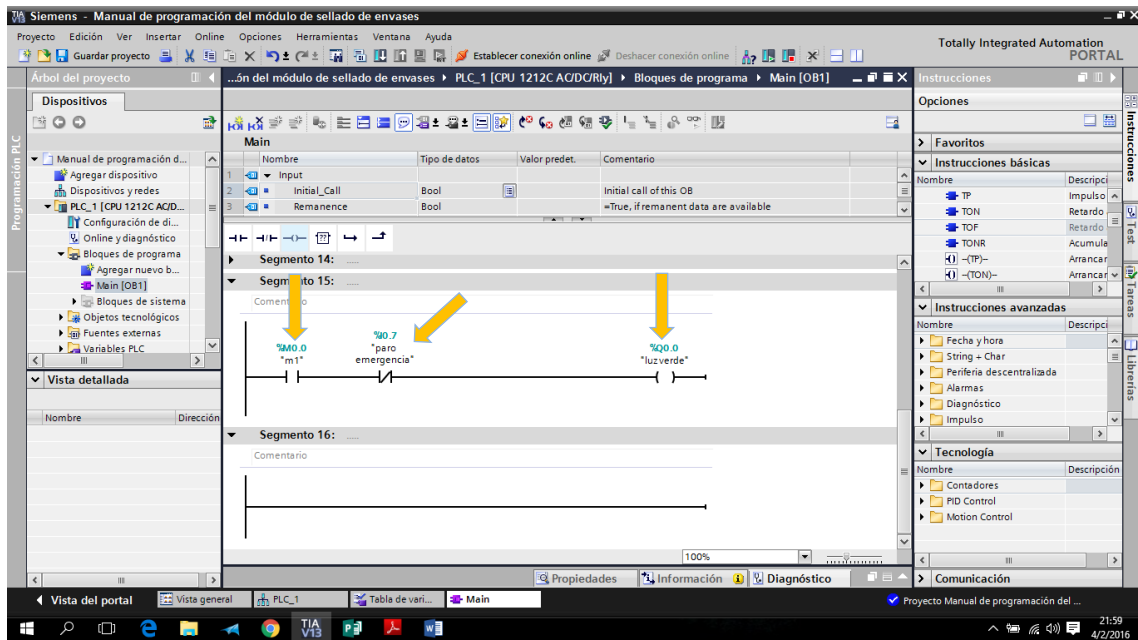
18. Para este segmento el décimo tercero haremos un enclavamiento de la misma manera que los anteriores para la memoria (m10), utilizando el sensor (s4) y (s5) y el paro de emergencia.



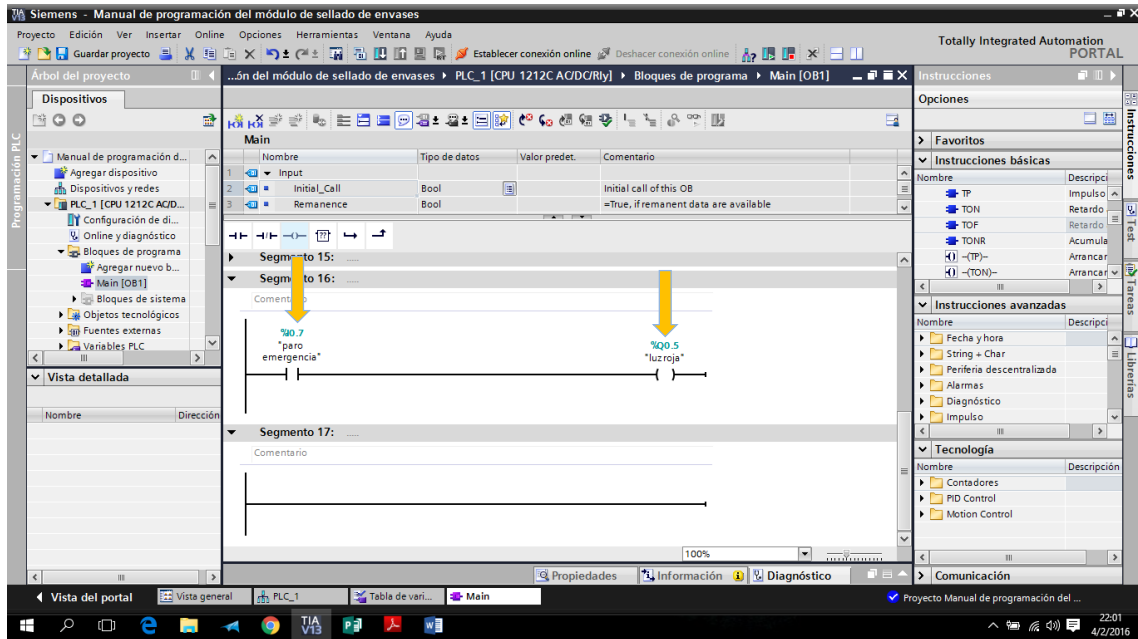
19. En el segmento décimo cuarto se activará el cilindro3, utilizando las memorias (m10) y (m1).



20. Para el décimo quinto segmento se activará lo que es la luz verde del tablero de control, mediante la memoria (m1) y el paro de emergencia.



21. Y para finalizar el último segmento activaremos la luz roja del tablero de control, con la variación de que ahora el paro de emergencia es un contacto normalmente abierto.



## CAPÍTULO V

### 5. VALIDACIÓN DEL DISEÑO DEL MÓDULO

#### 5.1. Determinación los parámetros

Los parámetros a establecer fueron tiempos y cantidad de envases sellados, estos datos fueron tomados con el módulo didáctico ya en su etapa de funcionamiento.

**Tabla 22: Primera prueba**

<b>Primera Prueba</b>	<b>Tiempo</b>		
<b>Numero De Envases</b>	<b>Minutos</b>	<b>Numero de envases</b>	<b>Hora</b>
10	2	300	1

**Tabla 23: Segunda prueba**

<b>Segunda Prueba</b>	<b>Tiempo</b>		
<b>Numero De Envases</b>	<b>Minutos</b>	<b>Numero de envases</b>	<b>Hora</b>
9	1.15	469	1

**Tabla 24: Tercera prueba**

<b>Tercera Prueba</b>	<b>Tiempo</b>		
<b>Numero De Envases</b>	<b>Minutos</b>	<b>Numero de envases</b>	<b>Hora</b>
6	1.10	327	1

## 5.2. Validación y comparación de las pruebas realizadas con el modulo.

**Tabla 25: Comparación de resultados**

<b>Validación del módulo didáctico</b>					
<b>Antes</b>			<b>Después</b>		
<b>Minutos</b>	15	40	<b>Minutos</b>	1.10	6
<b>Horas</b>	1	100	<b>Horas</b>	1	327
<b>Semanales</b>	5	500	<b>Semanales</b>	5	1635

### 5.2.1. Análisis de tabla 25

De acuerdo a la Tabla 28, se realizó la comparación de datos obtenidos antes con los datos obtenidos con el modulo; se puede decir que el proyecto es posible, y que la implementación de esta máquina en la fábrica puede llegar a aumentar la producción un tiempo menor, haciendo posible la factibilidad del proyecto antes mencionado.

## 5.3. Estudio económico

El estudio económico es los gastos generados por el diseño del prototipo de pruebas de sellado de envases, de la adquisición de los diferentes elementos que forman parte del mismo y de las herramientas utilizadas para su implementación.

**Tabla 26: Determinación de Gastos**

<b>Ítem</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Detalle</b>	<b>P. Unidad</b>	<b>P. Total</b>
		<b>Materiales Y Elementos</b>		
1	1	Placa de hierro	220	220
2	2	Rodillos	50	100
3	4	Chumaceras	25	100
4	2	Cinta para banda transportadora	15	30
5	1	Motor 220 VAC más caja reductora	330,67	330,67
6	1	Tablero para control	40	40



7	2	Luces piloto verde y roja	3	6
8	2	Pulsadores	5	10
9	1	Pulsador de emergencia	7	7
10	36	Borneras	0,75	27
11	3	Relay 24 VDC	16	48
12	10	Cable 18 AWG(metros)	0,9	9
13	6	Conductor tipo sucre 3x12 AWG	2,04	12,24
14	1	Canaleta ranurada	8,5	8,5
15	1	Riel DIN	10	10
16	1	Contactador	18,93	18,93
17	1	Breaker Schneider Electric C6A	10,5	10,5
18	1	Breaker Schneider Electric C2A	8,5	8,5
19	1	Guarda motor	40,5	40,5
20	2	Fusibles	50	50
21	1	Fuente de poder 24 VDC	50	50
22	1	PLC S7-1200 CPU 1212C	420	420
23	2	Cilindros doble efecto DSNU-25-80PPS-A	156,54	313,08
24	1	Cilindro tipo	71,1	71,1
25	20	Racores a 1/4	3,5	70
26	15	Manguera neumática (metros)	1,12	16,8
27	1	Bloque distribuidor de aire	21,96	21,96
28	2	Electroválvulas	41,1	82,2
29	1	Electroválvula	176,95	176,95
30	10	Silenciador neumático	3	30
31	4	Sensores reed switch	16,76	67,04
32	2	Sensor fotoeléctrico	149,8	299,6
33	1	Unidad de mantenimiento FRL	176,22	176,22
34	1	Compresor	120	120
		<b>Herramientas</b>		
35	1	Funda de amarras plásticas	2	2
36	1	Herramientas de trabajo	250	250
			<b>Total</b>	3253,79

**Nota:** Los precios señalados en la tabla fueron cotizados en diferentes marcas y se escogió los más accesibles.

En la Tabla 5 se detallaron cada uno de los componentes que se utilizaron para el diseño y construcción del prototipo de sellado de envases. El costo total como se observa es de 3253,79 dólares americanos un monto que no supero al presupuesto que se estableció al inicio.

Como podemos ver la implementación de este prototipo es muy factible para realizar procesos descritos anteriormente, esto puesto que a módulos o máquinas que realizan estos procesos industriales superan valores de 6000,00 dólares o más, costos que son relativamente variables de acuerdo a la estructura, tamaño y versatilidad de uso.

#### **5.4. Consumo eléctrico y efecto en costos**

Para evaluar el consumo eléctrico del prototipo de prueba se debe tomar en cuenta la potencia eléctrica en vatios (W), el voltaje de la máquina (V), su corriente (I) y un tiempo promedio de utilización de la máquina. Con los parámetros antes mencionados utilizamos la ecuación 9 que es la fórmula de la potencia que es:

$$P = V \cdot I$$

Dicho esto, el consumo eléctrico quedaría de la siguiente manera:

$$\textit{Energia electrica} = \textit{Potencia por tiempo}$$

$$\textit{Energia eléctrica} = P \cdot t$$

Energía eléctrica en vatios por hora (Wh)

Potencia en vatios (W)

Tiempo en horas (h)

Para el prototipo de sellado de envases tenemos que la potencia eléctrica es de 186,6 vatios, con un voltaje de operación a 220 voltios, el tiempo que se realizara este proceso estimado será de 3 horas diarias un equivalente a 15 horas semanales. Remplazando estos datos en la fórmula de energía eléctrica tendremos:

$$Energia\ eléctrica = P \cdot t$$

$$Energia\ eléctrica = (186,6\ W) \cdot (3h)$$

$$Energia\ eléctrica = 559,8\ Wh$$

Y para saber el consumo eléctrico mensual lo que se tendría que hacer es multiplicar por 30 días. Como es de conocimiento la empresa eléctrica realiza su facturación en kilovatios hora lo que tendríamos que hacer es dividir el resultado final para su unidad de conversión.

**Tabla 27: Consumo eléctrico y mecánico por cada elemento**

Elementos	Voltaje	Corriente	Potencia Eléctrica
Electroválvulas	24 V	0.0625 A	1.5 W
Electroválvulas	24 V	0.0625 A	1.5 W
Electroválvulas	24 V	0.0625 A	1.5 W
Sensor S1	24 V	0.02 A	0.48 W
Sensor S2	24 V	0.02 A	0.48 W
Sensor S3	24 V	0.02 A	0.48 W
Sensor S4	24 V	0.05 A	1.2 W
Sensor S5	24 V	0.05 A	1.2 W
Final de carrera	24 V	0.08 A	1.9 W
Compresor	110 V	15 A	1491.4 W
Motor de banda transportadora	220 V	0.84 A	186.6 W
<b>Total</b>	546 V	16.25 A	1688.24 W

$$Energia\ eléctrica = (1688,24\ W) \cdot (3\ h) \cdot (30\ días)$$

$$Energia\ eléctrica = 151941,6\ Wh$$

$$Energia\ eléctrica = 15,19\ KWh$$

Con el consumo eléctrico calculado lo que queda por hacer es multiplicar por la tarifa que la empresa eléctrica factura por el consumo de energía eléctrica. La tarifa que la empresa tiene es de 0,10 centavos por cada kilovatio consumido. Con esto tendremos que el consumo del prototipo mensual será de \$ 1,51

## CAPÍTULO VI

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### CONCLUSIONES

- Con la construcción de un módulo automatizado de sellado de envases se demuestra que es posible automatizar este proceso a escala industrial.
- La automatización del proceso de sellado de envases conlleva a elevar la capacidad productiva de la fábrica, mediante la disminución de los tiempos de proceso y la reducción de las pérdidas por defecto o desperdicio.
- La aplicación de la tecnología del control electroneumático es factible en procesos industriales, mediante la integración de controles avanzados, sensores actuadores y aparatos de interacción y comunicación modernos.
- Los procesos de producción continua son factibles de ser automatizados utilizando las tecnologías y técnicas modernas.
- La implementación del módulo didáctico, será de mucha utilidad para ampliar y fortalecer los conocimientos de los estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico en el área de control electroneumático.
- El manual de programación dentro de la propuesta está elaborado de una manera clara y sencilla, que ayudará a que los estudiantes puedan instruirse en la manera de programar mediante lenguajes sencillos propios de los equipos para la aplicación de procesos industriales y de cada uno de los elementos utilizados en el módulo didáctico.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar una revisión periódica de cada elemento del módulo, antes de proceder a su puesta en marcha para evitar posibles daños durante la operación de la máquina, mantener en buen estado el módulo y preservar los sensores y actuadores neumáticos.
- Sería conveniente que los estudiantes busquen la manera de expandir el módulo mediante la implementación de nuevos sensores o actuadores.
- Antes de operar el módulo y efectuar modificaciones se debe leer los manuales de cada uno de los equipos y el manual de programación elaborado en este trabajo de grado para garantizar la operación correcta de las instrucciones que se programan en el PLC.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo Alvarez, R. (22 DE FEBRERO DE 2012). Automatización Industrial.
- Anónimo. (28 de abril de 2011). Electroneumática.
- Aragonés, O. B., Saigí Grau, M., & Ferran Zabaleta , A. (1993). *Automatismo Eléctricos Programables*. Barcelona.
- Barreto Véliz, B. P. (s.f.). *Controladores Programables*.
- Bernal, V. H. (2010). Automatización. *Guia de Trabajo*.
- Bolton, W. (2006). *Programmable Logic Controllers*.
- Calderón, J. J. (2011). *Electroneumática*. Volúmen 01.
- Carmona Preciado, J., & Perez Arango, J. A. (2014). *Diseño electroneumático para máquina de doblado y planchado de prendas*. Pereira.
- Casignia Vásconez, B., & Gavilánez Carvajal, H. J. (2011). *Diseño, implementación de un módulo didáctico para simulación de procesos industriales en una banda transportadora, por medio de PLC*. Riobamba.
- Castiñeira, N. H. (2010). Sistemas Nuemáticos.
- Catalogo BKB. (2015). *Maquinaria Industrial*, 16-17.
- Creus Solé, A. (2007). *Neumática e Hidraulica*.
- Creus Solé, A. (2011). *Neumática e Hidráulica*. Barcelona: Alfaomega.
- Domingo Peña , J., Martínez García, H., & Gamíz Caro , J. (2003). *Introducción a los autómatas programables*.
- Eggel, R. D., Fernández, J. P., & Killer, C. (2013). *Introducción a la Electroneumática*.
- Escalera Tornero, M. J., & Rodríguez Fernández , A. J. (2009). *Actuadores Neumáticos*.
- Escalera Tornero, M. J., & Rodríguez Fernández, A. J. (2012). *Actuadores Neumáticos*.
- Escalona Moreno, I. (2014). *Circuitos Neumáticos y Aplicaciones de Ingeniería Industrial*.
- Fernández Amador, G. (2005). *Sensores Magnéticos e Inductivos*.
- Festo. (2012). *Electroválvulas, Válvulas Neumáticas, Midineumática*.
- Gallardo Velasco , F. V., & Hidalgo Guacho, E. J. (2011). *Diseño e implementación de un sistema modular didáctico para el control y monitoreo de un proceso de tapado de café para la Escuela de Ingeniería Electrónica de la ESPOCH (tesis de pregrado)*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

Guillén Gómez, A. I. (2010). *Ingeniería en Soporte*.

Hena Castañeda, F. J. (2013). *Neumática y Electroneumática*.

International Training. (2002). *Neumática*. España: Thomson.

J. Chapman, S. (2005). *Máquinas Eléctricas*. México.

Moreno, M. (2011). *Automatización Electroneumática Industrial*. Buenos Aires.

Ollarves, D., Villena, F., Gonzáles, J., Terán, J., Gonzáles, R., & Tirado, S. (2013). *Motores Eléctricos C.A. BOLÍVAR*.

Organización de Servicio - SEAT, S.A. (2014). *Conceptos Básicos de Electricidad C. B. N° 1*. Barcelona, España.

Origa, T. K. (2006). *Catálogo Neumática, Cilindros Neumáticos Compactos*.

Piñeros C., J. J. (2011). *Guía de Tecnologías de la Automatización Tech Time*. Villavencia (Meta).

Pneumatic, C. (2011). *Catálogo Airtac*.

Rojas Cubides, H. D. (14 de enero del 2009). *Automatización industrial mediante PLCs*.

Rojas Sarabia, L., & Mercado, D. (2008). *Motores de Corriente Continua*. Puerto Ordaz.

Roldán Vilorio, J. (2009). *Neumática, Hidráulica y Electricidad Aplicada*. Madrid: Paraninfo.

Ruiz, N. (2011). *Historia De La Neumática*.

Serrano Nicolás, A. (2011). *Neumática Práctica*. Madrid: Ediciones Paraninfo, S.A.

V. Márquez, A. (25 de agosto de 2013). *Bandas Transportadoras*.

Weg, G. (2015). *Guía de Especificación de Motores Eléctricos*. Brasil.

## **LINKOGRAFÍA**

<http://automatizacionindustrialiue.blogspot.com/2012/02/sensores-mecanicos.html>

[http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/index\\_archivos/Page4697.htm](http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/index_archivos/Page4697.htm)

<http://electroneumatic.blogspot.com/2011/04/electroneumatica-basica.html>

<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica29.htm>

<http://automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/NEUM%C3%81TICA%20GUIA%206.pdf>

<http://es.slideshare.net/arvimar/bandas-transportadoras>

<http://www.monografias.com/trabajos75/controladoresprogramables/controladoresprogramables2.shtml>

[https://jcpixq.bn1302.livefilestore.com/y3mV1JAMFTfdJ\\_uILa9ZLUvceMnFbWnBTE3KWNS EVGK2Rw5lFp8VhVhdndag0z-TM9zc6xUoYm6GreR4r3wrvTD7DLO6LmbIR37-SLbX1S5qko\\_H\\_4fGEQoinB2rs7x7LFs/Automatismos\\_electricos\\_programables.pdf?psi=1](https://jcpixq.bn1302.livefilestore.com/y3mV1JAMFTfdJ_uILa9ZLUvceMnFbWnBTE3KWNS EVGK2Rw5lFp8VhVhdndag0z-TM9zc6xUoYm6GreR4r3wrvTD7DLO6LmbIR37-SLbX1S5qko_H_4fGEQoinB2rs7x7LFs/Automatismos_electricos_programables.pdf?psi=1)

<http://www.monografias.com/trabajos97/motores-electricos-ca/motores-electricos-ca.shtml>

<http://www.monografias.com/trabajos61/motores-corriente-continua/motores-corriente-continua2.shtml>

<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica29.htm>

<http://www.espacioplastico.com/index.php?k=cnRxZndldnF1MXRncnF0dmc=&pr=ODc=>

<http://nelsonpereira901.blogspot.com/2011/09/historia-de-la-neumatica.html>

<http://blog.utp.edu.co/automatmecanica/2013/06/13/89/>

<https://cafemachado.files.wordpress.com/2011/11/apunte-electroneumatica-micro-051.pdf>

<http://www.monografias.com/trabajos13/circuneu/circuneu.shtml#CONTACTOR>

<http://sensoresdeproximidad.blogspot.com/p/sensor-fin-de-carrera-el-final-de.html>

[https://www.festo.com/cat/es\\_es/data/doc\\_es/PDF/ES/MIDI\\_ES.PDF](https://www.festo.com/cat/es_es/data/doc_es/PDF/ES/MIDI_ES.PDF)

<http://industriassanfor.com/pdf/catalogo-airtac.pdf>

<http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%20009-10/Manuel%20Jesus%20Esacalera-Antonio%20Rodriguez-Actuadores%20Neumaticos.pdf>

[http://www.industriasrg.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=40&Itemid=38](http://www.industriasrg.com/index.php?option=com_content&task=view&id=40&Itemid=38)

[http://krobalto.com/tienda/index.php?id\\_product=20&controller=product](http://krobalto.com/tienda/index.php?id_product=20&controller=product)

<https://davidrojasticsplc.wordpress.com/category/7-arquitectura-de-los-plc/>

<http://www.parker-mexico.com/neumatica.html>



<http://www.maskepack.com/pdf/catalogo%20transportadores%20maskepack%20-%20cintas.pdf>

<https://uahelectrica.files.wordpress.com/2012/03/selecccic3b3n-de-calibre-en-cables-para-construccic3b3n.pdf>

<http://es.rs-online.com/web/p/sensores-fotoelectricos/4554983/>

<http://www.valtek.es/ftp/Omron/Resto/Fotoceulas%20%20Sensores%20avanzados/E3NT/MOE3NNTL.pdf>

[http://disensa.com/main/images/pdf/electro\\_cables.pdf](http://disensa.com/main/images/pdf/electro_cables.pdf)

<http://automatizacionindustrialiue.blogspot.com/2012/02/sensores-mecanicos.html>

[http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/index\\_archivos/Page4697.htm](http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/index_archivos/Page4697.htm)

<http://electroneumatic.blogspot.com/2011/04/electroneumatica-basica.html>

<http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica29.htm>

<http://automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/NEUM%C3%81TICA%20GUIA%206.pdf>

<http://www.parker-mexico.com/parkerpneumatic%20NEUMATICA.pdf>

<http://es.slideshare.net/arvimar/bandas-transportadoras>

<http://www.monografias.com/trabajos75/controladores-programables/controladores-programables2.shtml>

<http://www.monografias.com/trabajos97/motores-electricos-ca/motores-electricos-ca.shtml>

<http://www.espacioplastico.com/index.php?k=cnRxZndldnF1MXRncnF0dmc=&pr=ODc=>

<http://nelsonpereira901.blogspot.com/2011/09/historia-de-la-neumatica.html>

<http://blog.utp.edu.co/automatmecanica/2013/06/13/89/>

<https://cafemachado.files.wordpress.com/2011/11/apunte-electroneumatica-micro-051.pdf>

<http://www.monografias.com/trabajos13/circuneu/circuneu.shtml#CONTACTOR>

<http://sensoresdeproximidad.blogspot.com/p/sensor-fin-de-carrera-el-final-de.html>

<http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%2000910/Manuel%20Jesus%20EsacaleraAntonio%20RodriguezActuadores%20Neumaticos.pdf>

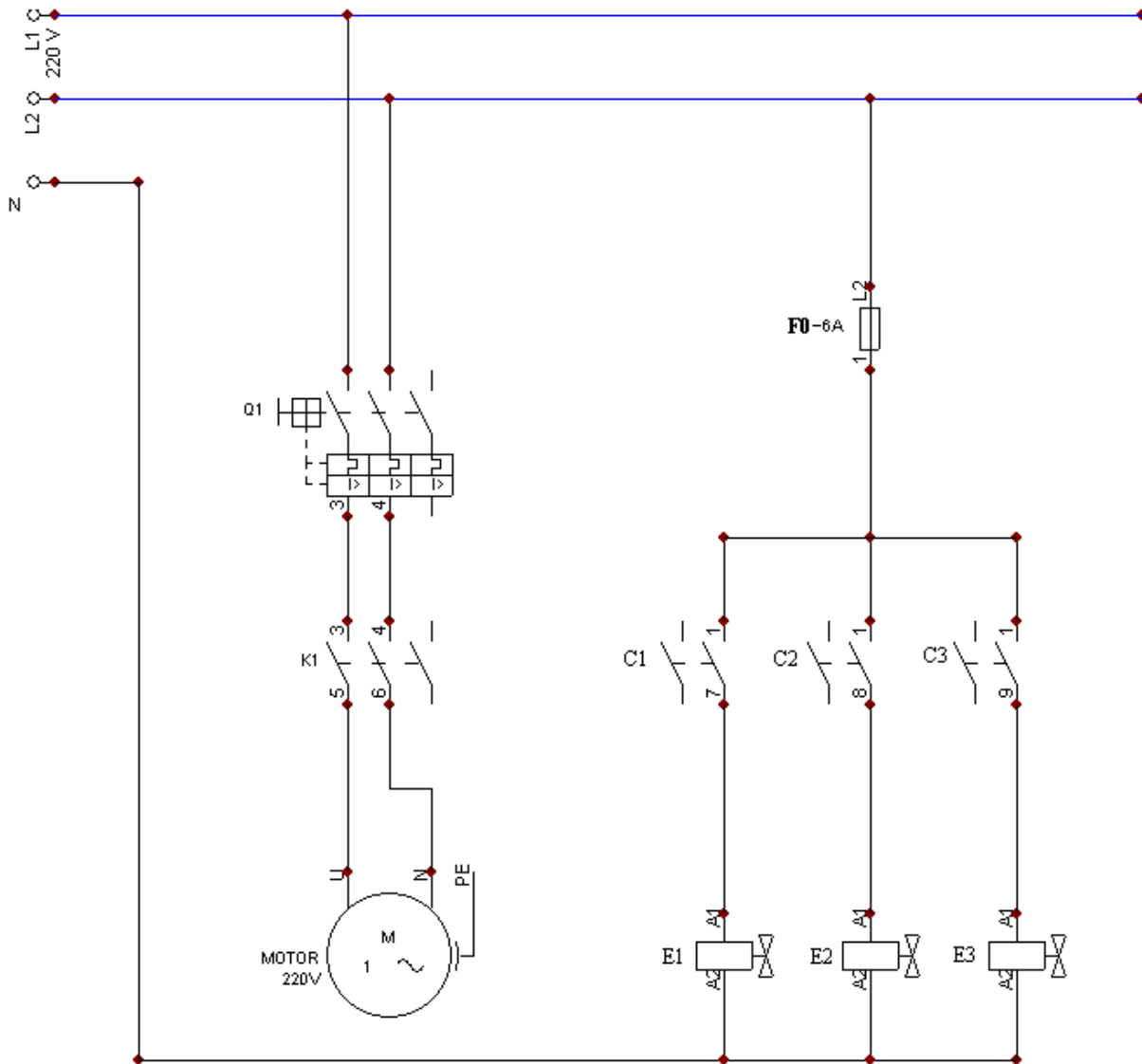
<http://sensoresdeproximidad.blogspot.com/p/sensor-fin-de-carrera-el-final-de.html>

<https://www.google.com.ec/search?q=botonera+industrial>

<https://www.diprofer.com/cables-voltech.html>

# **ANEXOS**

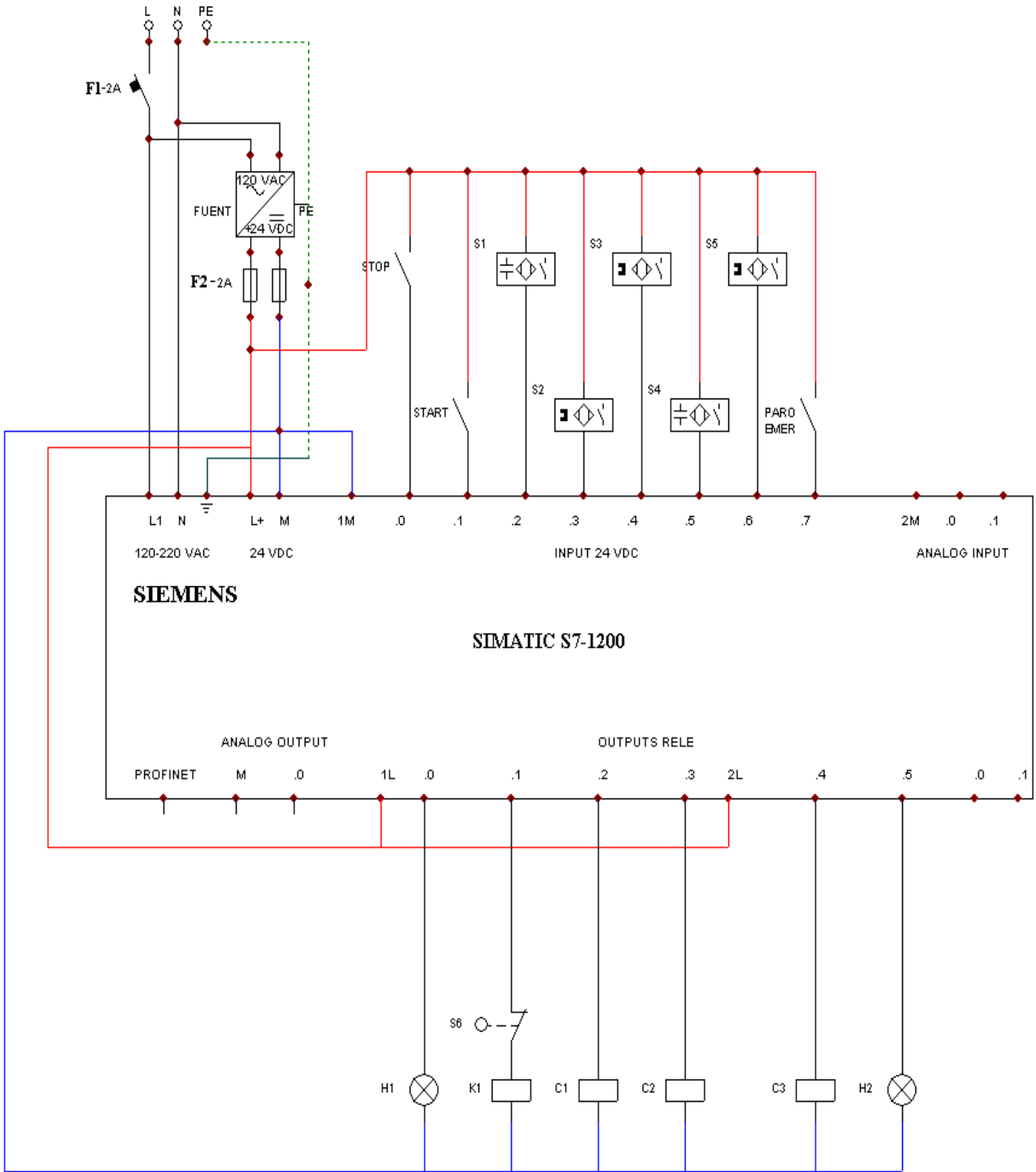
## ANEXO A DIAGRAMA DE FUERZA



### SIMBOLOGÍA

<p><b>Q1:</b> Guardamotor de 1-2,5 A</p> <p><b>K1:</b> Contactor motor</p> <p><b>F0:</b> Breaker 6A</p> <p><b>C1:</b> Contacto NA relé 1</p> <p><b>C2:</b> Contacto NA relé 2</p>	<p><b>C3:</b> Contacto NA relé 3</p> <p><b>E1:</b> Electroválvula cilindro 1</p> <p><b>E2:</b> Electroválvula cilindro 2</p> <p><b>E3:</b> Electroválvula cilindro 3</p>
---	--

## ANEXO B DIAGRAMA DE BLOQUE



SIMBOLOGÍA		
<b>F1:</b> Breaker 2 A	<b>S1:</b> Sensor fotoeléctrico	<b>H1:</b> Luz verde
<b>F2:</b> Fusibles 2 A	<b>S2:</b> Sensor Magnético	<b>S6:</b> Final de carrera línea llena
<b>FUENT:</b> Fuente de 120 VAC a 24 VDC	<b>S3:</b> Sensor Magnético	<b>K1:</b> Contactor motor
<b>STOP:</b> Apagar sistema	<b>S4:</b> Sensor fotoeléctrico	<b>C1:</b> Bobina relé 1
<b>START:</b> Encender sistema	<b>S5:</b> Sensor Magnético	<b>C2:</b> Bobina relé 2
		<b>C3:</b> Bobina relé 3
		<b>H2:</b> Luz roja

## ANEXO C RESPALDO FOTGRÁFICO

### Ensamblado del módulo

Para el ensamblado del módulo se utilizarán equipos neumáticos con las mismas características de operación de otra marca, se realizó esto puesto que los equipos detallados anteriormente tienen un costo alto, por tal motivo se utilizaron los equipos de la marca EMC y FESTO.

### Banda Transportadora

Para la construcción de la banda transportadora se utilizó material de hierro para la parte de la estructura, así mismo como para las partes mecánicas y de rodamientos.



*Ilustración 1:* Perforación para ajustar la banda

Se realizó una perforación en una parte de la estructura de manera horizontal de tal manera que sirvan como guías para templar la banda transportadora. Esto se realizó para ambas estructuras.



***Ilustración 2:*** Diseño del rodillo con eje para el motor reductor

Como se muestra en la ilustración aquí se está construyendo uno de los rodillos de la banda transportadora, el mismo que tendrá un eje de mayor longitud el cual se acoplará a una polea y una banda giratoria que irán acoplados al motor. El otro rodillo se lo realizó de la misma manera con la diferencia que sus ejes son de la misma longitud, este rodillo será el que irá en el espacio donde se realizaron las guías de ajustes de la banda transportadora.



***Ilustración 3:*** Ubicación de las chumaceras en la estructura principal

Para esta parte se realizó las perforaciones para la ubicación de las chumaceras en cada estructura, las cuales fueron ubicadas de acuerdo a la longitud especificada de la banda transportadora, luego de lo que se procedió a ser sujetas en la estructura para la banda.



***Ilustración 4:*** Verificación de ejes de rodillos para las chumaceras

Como se observa en la ilustración 4, antes de acoplar a la estructura las chumaceras se procedió a realizar una verificación con cada uno de los rodillos para evitar cualquier inconveniente más adelante.



***Ilustración 5:*** Ubicación de elementos en estructura principal

Una vez que se comprobó que todos los elementos estén en perfecto estado se procedió a armar la estructura con cada uno de los componentes los cuales forman parte de efectuar el movimiento de la banda transportadora.





**Ilustración 6:** Ubicación de la banda transportadora

Como parte final se procedió a ubicar la banda de nilón en la estructura y a realizar los respectivos ajustes de cada uno de sus elementos.

### **Sistema Electroneumático**

En esta parte se procedió a ubicar cada actuador en su lugar, así mismo se pondrán las electroválvulas, distribuidor de aire y sensores en el perfil de la banda transportadora.

En esta parte se utilizó los siguientes materiales:

- Cilindros de doble efecto
- Electroválvulas de 5/2
- Distribuidor de aire
- Sensores capacitivos de posición y fotoeléctricos
- Racores a  $\frac{1}{4}$
- Manguera
- Terminales en U, en L y accesorio para tapa
- Accesorios para electroválvulas

### **Ubicación y conexión del sistema neumático**

Como se muestra en la figura se procedió a ubicar el distribuidor de aire y a sacar las alimentaciones para las electroválvulas.



***Ilustración 7:*** Alimentación de aire

Corte y conexión de la tubería para el paso de aire las electroválvulas y posteriormente hacia los cilindros.



***Ilustración 8:*** Corte y conexión de tubería

Alimentación a la electroválvula de 5/2 del cilindro sellador, paso que se lo realizo para las otras dos electroválvulas restantes.



***Ilustración 9:*** Alimentación conexión de electroválvula 5/2 monoestable



***Ilustración 10:*** Alimentación conexión de electroválvula 5/2 monoestable

Alimentación de aire por medio de tubería en el actuador neumático A, del mismo modo se realizó la conexión para los otros dos actuadores tanto para el B.



***Ilustración 11:*** Alimentación de aire al cilindro

Alimentación de aire por medio de tubería en el actuador neumático C que expulsa el envase fuera de la banda transportadora.



***Ilustración 12:*** Alimentación de aire al cilindro

Ubicación del actuador para el sellado de los envases.





**Ilustración 13:** Ajuste del sellador de tapas

Ajuste de la regulación de altura del cilindro de acuerdo a la altura del envase dispuesto a sellar.



**Ilustración 14:** Ajuste de nivel del cilindro A

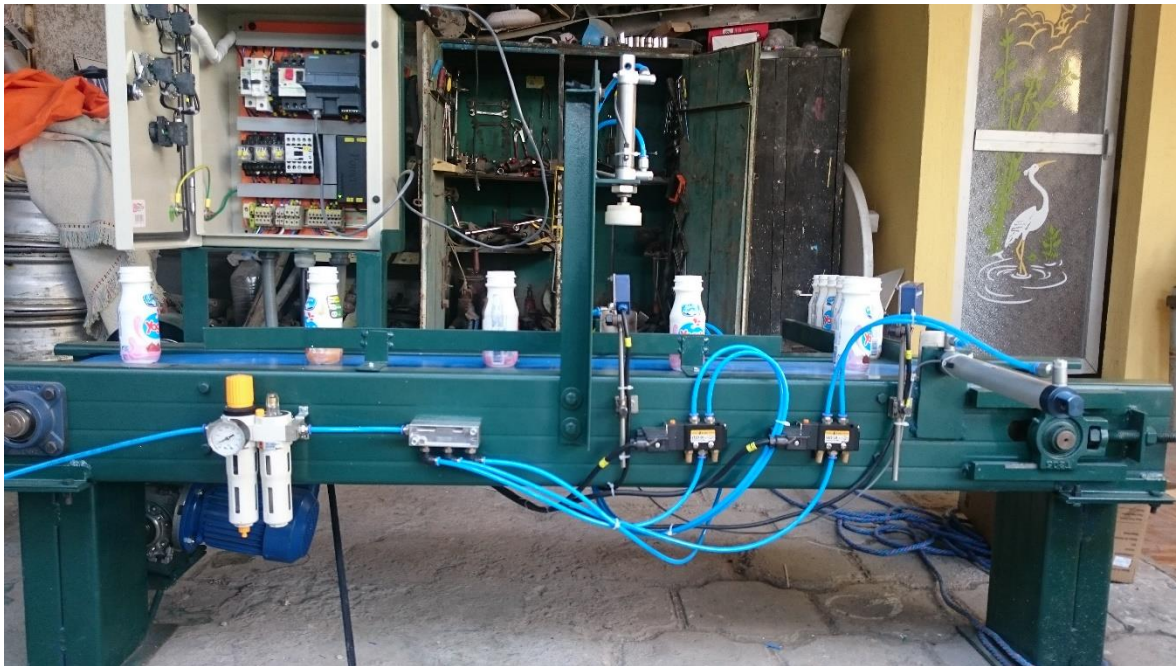
Conexión de los sensores Reed Switch que fueron ubicados sobre cada uno de los cilindros neumáticos.



*Ilustración 15:* Conexión de sensores

### **Módulo didáctico completo**

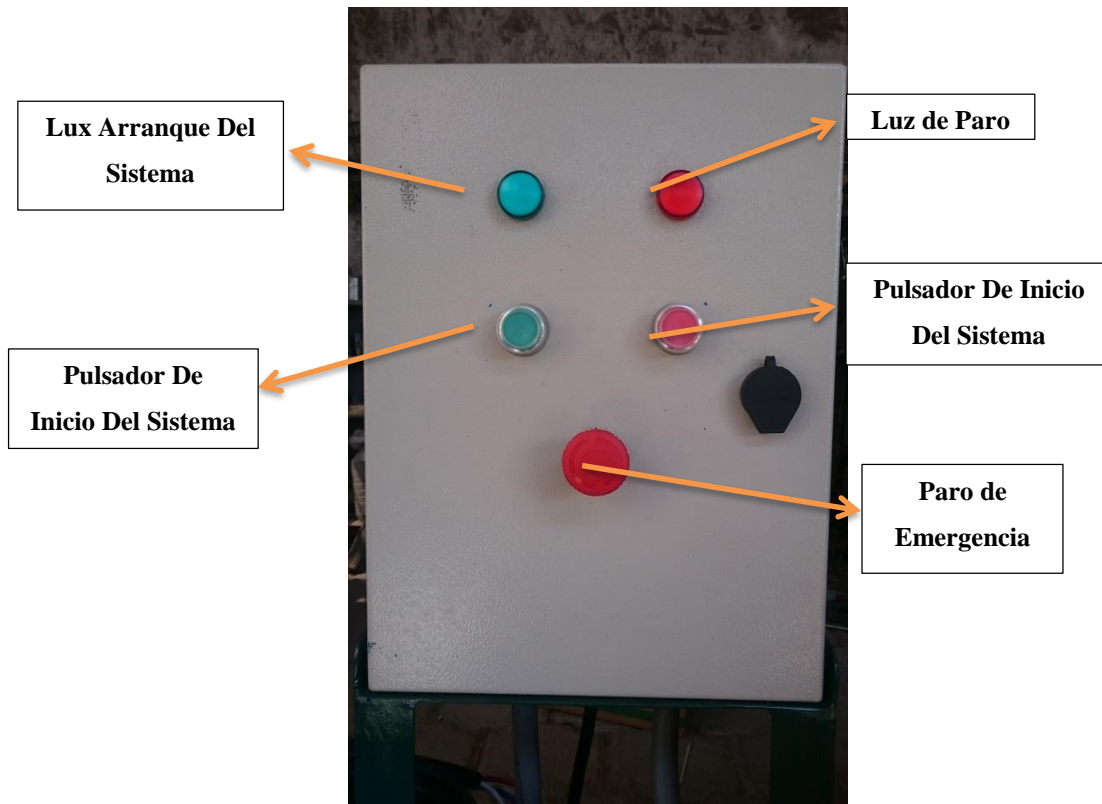
Como se muestra en la ilustración el prototipo de sellado de envases está completamente armado y funcionando correctamente.



*Ilustración 16:* Modulo didáctico de sellado de envases

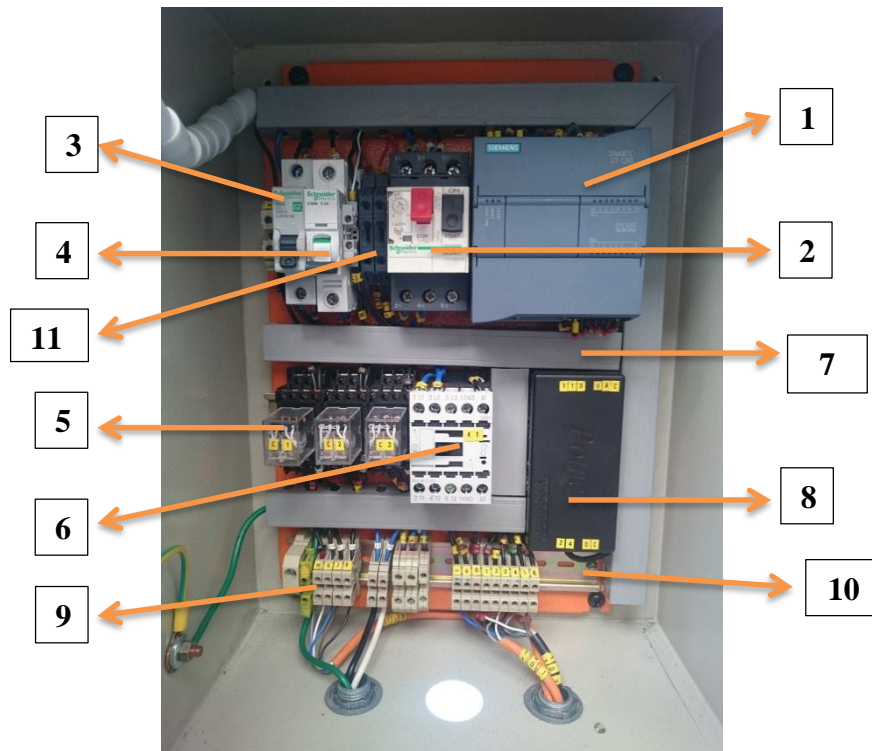
## Tablero de control

Para la elaboración del tablero de control se utilizaron diferentes componentes eléctricos electrónicos, protecciones eléctricas para los circuitos tanto de potencia como de control.



*Ilustración 17:* Tablero de control vista frontal

En la siguiente ilustración se mostrarán cada uno de los dispositivos eléctricos y electrónicos que forman parte del tablero de control del prototipo de pruebas de sellado de envases.



*Ilustración 18:* Tablero de control vista interna

<b>Elementos del Tablero de Control</b>
<b>1.</b> PLC S7-1200
<b>2.</b> Guarda motor
<b>3.</b> Breaker principal
<b>4.</b> Breaker secundario
<b>5.</b> Relés
<b>6.</b> Contactor
<b>7.</b> Canaleta ranurada
<b>8.</b> Fuente de poder 24VDC
<b>9.</b> Borneras de conexión
<b>10.</b> Riel din
<b>11.</b> Fusibles



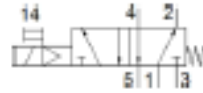
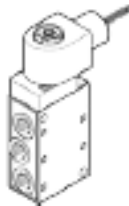
## ANEXO D TABLAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### Electroválvula MFH-5-1/4-24-EX

Número de artículo: 541661

**FESTO**

Este producto se puede adquirir únicamente a través de Festo USA.



### Hoja de datos

Característica	Propiedades
Función de las válvulas	5/2 cerrada monoestable
Tipo de accionamiento	eléctrico
Ancho	73 mm
Caudal nominal normal	1.000 l/min
Presión de funcionamiento	2,2 ... 8 bar
Tipo de reposición	muelle mecánico
Tipo de protección	IP65
Díámetro nominal	7 mm
Función de escape	Estrangulable
Principio de hermetización	blando
Posición de montaje	indistinto
Accionamiento manual auxiliar	con enclavamiento
Tipo de control	prepiloteado
Sentido del flujo	no reversible
Holgura de superposición	no
Tiempo de conmutación a la desconexión	29 ms
Tiempo de conmutación a la conexión	10 ms
Valores característicos de las bobinas	24 V DC; 4,6 W
Certificación de protección contra explosión fuera de la UE	Class I, Div. 1 (US) Class I, Div. 2 (US) Class II, Div. 1 (US) Class II, Div. 2 (US) Class III, Div. 1 (US) Class III, Div. 2 (US) EPL Gb (US) EPL Gc (US)
Certificado entidad que lo expide	FM 3026030
Fluido	Aire comprimido según ISO 8573-1:2010 [7.4.4]
Indicación sobre los fluidos de funcionamiento y de mando	Opción de funcionamiento con lubricación (necesaria en otro modo de funcionamiento)
Clase de resistencia a la corrosión KIK	1
Temperatura del medio	-5 ... 40 °C
Temperatura ambiente	-5 ... 40 °C
Peso del producto	450 g
Tipo de fijación	con taladro pasante
Conexión para el orificio de barrido	inferno
Conexión del aire de escape de pilotaje B4	M5
Conexión neumática 1	G1/4
Conexión neumática 2	G1/4
Conexión neumática 3	G1/4
Conexión neumática 4	G1/4
Conexión neumática 5	G1/4
Información sobre el material de las juntas	NBR PU
Información sobre el material del cuerpo	Fundición inyectada de aluminio anodizado

Presentación: 3/2  
 Guía de elección: 3/3  
 Características: 3/4  
 Referencias: 3/5  
 Accesorios: 3/14

## Sensores fotoeléctricos OsiSense

Diseño compacto 50 x 50 - Cinco hilos, corriente alterna o continua,  
 1 salida relé "NANC" - Tres hilos, corriente continua, salida estática



XUK-0AKSAL2



XUK-0AKSAM12



XUZ-C60



XUZ-K2003



XUZ-K2004



XUZ-AS1



XUZ-2001



XUZ-2003

Alcance nominal (5m) m	Función	Salida	Conexión	Referencia	Peso kg
0...30 dependiendo de los accesorios usados	NA o NC, usando programación OsiSense	PNP/NPN	Cable (L = 2 m) (2)	XUK-0AKSAL2	0.175
			conector M12	XUK-0AKSAM12	0.200

Descripción	Conexión	Referencia	Peso kg
Accesorio barra	Cable (L = 2 m) (2) conector M12	XUK-0AKSAL2T XUK-0AKSAM12T	0.140 0.160

Reflector 50 x 50 mm	-	XUZ-C60	0.020
----------------------	---	---------	-------

Alcance nominal (5m) m	Función	Salida	Conexión	Referencia	Peso kg
0...30 dependiendo de los accesorios usados	NA o NC, usando programación OsiSense	Relé temporizado	Cable (L = 2 m) (2)	XUK-0ARCTL2	0.175

Descripción	Conexión	Referencia	Peso kg
Accesorio barra	Cable (L = 2 m) (2)	XUK-0ARCTL2T	0.140

Reflector 50 x 50 mm	-	XUZ-C60	0.020
Reflector 500	-	XUZ-C60	0.020

Descripción	Referencia	Peso kg
Kit de fijación 3D para barra M12 (XUK o XUZ-C60)	XUZ-K2003	0.170
Kit de fijación 3D para barra M12 y con cubierta de protección para XUK	XUZ-K2004	0.270
Barra M12	XUZ-2001	0.050

Soporte para barra M12	XUZ-2003	0.150
------------------------	----------	-------

Soporte de montaje	XUZ-AS1	0.050
--------------------	---------	-------

(1) Para más información, ver página 3/2.  
 (2) Para otros largos de cable consultar a Schneider Electric.  
 (3) Accesorios y dimensiones, ver página 3/14 a 3/15.

### Dimensiones

XUK-0A\*\* = L2

XUK-0A\*\* = M12



Posiciones de instalación del conector



## Sensores fotoeléctricos OsiSense

Diseño compacto - Cinco hilos, corriente alterna o continua, 1 salida relé "NANC" - Tres hilos, corriente continua, salida estática

Características		XUX-0-000-M12	XUX-0-000-T16
Tipo de detector		ULCISA, c.c.	
Homologaciones		conector M12	
Conexión		Somas con terminal, prisma lente 16°	
Distancia de alcance nominal $S_n$ / máxima (ganancia = 2) (ganancia = 1)	m	1,3 / 1,3 sin accesorio (proximidad con supresión de fondo)	
	m	2,73 sin accesorio (proximidad)	
	m	11 / 13 con reflector (polarizado)	
	m	40 / 50 con accesorio barrera (barrera)	
Tipo de emisión		Infrarrojo, excepto para reflex polarizado (rojo)	
Grado de protección		Según IEC 60629 IP 67, doble aislamiento	
Temperatura ambiente en almacenamiento		°C -40...+70	
Temperatura ambiente en funcionamiento		°C -25...+55	
Materiales		Cuerpo: PBT Lentes: PMMA	
Resistencia a las vibraciones		Según IEC 60066-2-6 7 gn, amplitud a 1,5 mm (f = 10 to 55 Hz)	
Resistencia a los choques		Según IEC 60067-2-27 30 gn, duración 11 ms	
Píodo de indicación		Estado salida: LED amarillo (transmisión presente, para XUX-0-000-000-1) Alimentación: LED verde Instabilidad: LED rojo (excepto para XUX-0-000-000-1)	
Tensión asignada de alimentación		PNP/NPN V 12...24 con protección contra la inversión de polaridad Relé V 24...240 ~, 0 m	
Límites de tensión (Ondulación incluida)		PNP/NPN V 10...36 ~ Relé V 20...264 ~, 0 m	
Corriente consumida		PNP/NPN mA < 35 (20 para XUX-0-000-000-1) Relé W 2 ~, 0 m	
Sin carga		Relé W < 100 mA con protección contra sobrecargas y cortocircuitos mA < 100 mA con protección contra sobrecargas y cortocircuitos	
Corriente conmutada		PNP/NPN mA < 2 (PNP/NPN) / < 25 (salida relé) Relé A 500.000 ciclos de operación 3 A, cos φ = 1,0, 5 A, cos φ = 0,4	
Tensión residual, estado cerrado		V < 1,5	
Frecuencia máxima de conmutación		PNP/NPN Hz 240 Relé Hz 20 Temporización s 0,02...15	
Retarros		A la disponibilidad ms < 200 Al accionamiento ms < 2 (PNP/NPN) / < 25 (salida relé) Al desaccionamiento ms < 2 (PNP/NPN) / < 25 (salida relé)	

### Conexiones

Conector M12



Ver conectores página 3/60

Salida relé NO  
 Terminales  
 1 ● NO  
 2 ● NO  
 3 ● NA  
 4 ● Relé común  
 5 ● NC

PNP / NPN ~  
 Terminales M12  
 1 = 1 ● +  
 3 = 2 ● -  
 4 = 3 ● Salida  
 2 = 4 ● Alarma

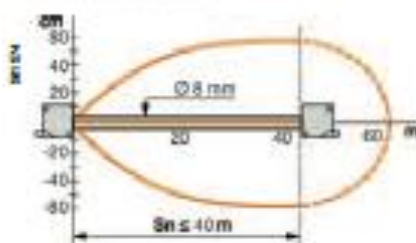
Emisor ~  
 Terminales M12  
 1 = 1 ● +  
 3 = 2 ● -  
 2 = 3 ● Entrada corte de emisión

Emisor NO  
 Terminales  
 1 ● NO  
 2 ● NO

Sección máxima posible del conector: 1 x 1,5 mm<sup>2</sup> o 1 x 0,75 mm<sup>2</sup> con adaptador.

### Curvas de detección

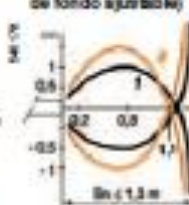
Con accesorio barrera



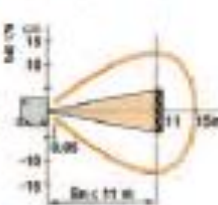
Sin accesorio (proximidad)



Sin accesorio (proximidad con supresión de fondo ajustable)



Con reflector (reflex polarizado)



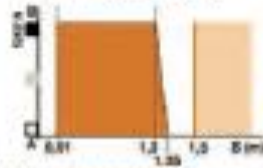
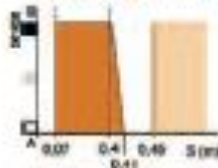
Objeto: 10x10 cm, 1: Blanco 90%, 2: gris 18%

Con reflector XUZ C50

Variación de la distancia de detección  $S_n$  disponible (Sin accesorio con supresión de fondo ajustable)

"Teach mode" al mínimo

"Teach mode" al máximo



A-B: coeficiente de reflexión del objeto

● Negro 0%

● Gris 18%

● Blanco 90%

■ Rango de detección

■ Zona de detección (superficies máx)

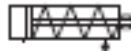
(!) Para mayor información de OsiSense ver página 3/5.



Doble efecto



Simple efecto



### Datos Técnicos

**Fluido:**

Aire comprimido Filtrado,  
lubricado o no lubricado

**Presión de Trabajo:**

Doble efecto :  
1 a 9 Bar ~ 14 a 130 PSI  
Simple efecto :  
2 a 9 Bar ~ 28 a 130 PSI

**Temperatura de Trabajo:**  
-5°C a 70°C ~ 23°F a 158°F

**Amortiguación:**  
Elástica

### Materiales

**Carrisa:**  
Aleación de Aluminio

**Cabezas:**  
Aluminio Inyectado

**Vástago:**  
Acero al carbón  
con 20µ de superficie  
como endurecida

**Empaques:**  
Goma nitrilo

### Características

- Fabricados en Aluminio
- Previenen la oxidación
- Anillo magnético standard para control de posición
- Se suministra con tuerca de fijación y contratuercas del vástago
- No requieren lubricación

### Modelos Standard / Doble Efecto

Carrera mm (Pulg)	Diámetro del Cilindro en milímetros			
	20	25	32	40
25 (1")	AMAL20E25	AMAL25E25	AMAL32E25	AMAL40E25
50 (2")	AMAL20E50	AMAL25E50	AMAL32E50	AMAL40E50
75 (3")	AMAL20E75	AMAL25E75	AMAL32E75	AMAL40E75
100 (4")	AMAL20E100	AMAL25E100	AMAL32E100	AMAL40E100
125 (5")	AMAL20E125	AMAL25E125	AMAL32E125	AMAL40E125
150 (6")	AMAL20E150	AMAL25E150	AMAL32E150	AMAL40E150
175 (7")	AMAL20E175	AMAL25E175	AMAL32E175	AMAL40E175
200 (8")	AMAL20E200	AMAL25E200	AMAL32E200	AMAL40E200
250 (10")	AMAL20E250	AMAL25E250	AMAL32E250	AMAL40E250
300 (12")	AMAL20E300	AMAL25E300	AMAL32E300	AMAL40E300
400 (16")	AMAL20E400	AMAL25E400	AMAL32E400	AMAL40E400
500 (20")	AMAL20E500	AMAL25E500	AMAL32E500	AMAL40E500
Ø Vástago	8 mm	10 mm	12 mm	16 mm
Conexión	1/8"	1/8"	1/8"	1/4"

### Modelos Standard / Simple Efecto

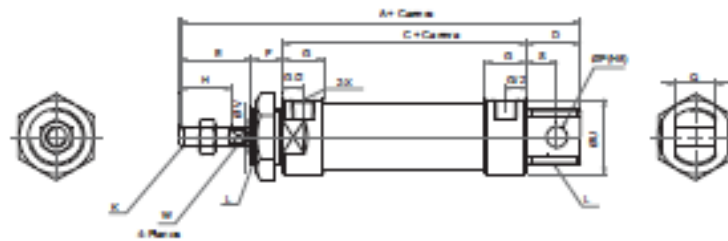
Carrera mm (Pulg)	Diámetro del Cilindro en milímetros			
	20	25	32	40
25 (1")	AMSAL20025	AMSAL25025	AMSAL32025	AMSAL40025
50 (2")	AMSAL20050	AMSAL25050	AMSAL32050	AMSAL40050
75 (3")	AMSAL20075	AMSAL25075	AMSAL32075	AMSAL40075
100 (4")	AMSAL20100	AMSAL25100	AMSAL32100	AMSAL40100

\* Para carreras no standard y cilindros de doble vástago consulte con su distribuidor

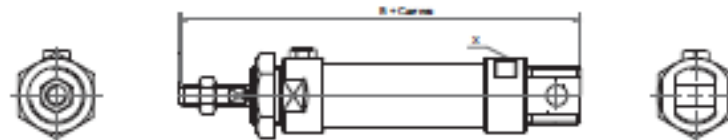




Cilindros Doble Efecto



Cilindros Simple Efecto

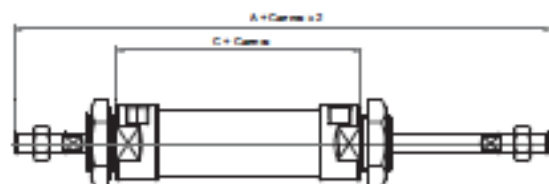


Diám.	A	B 0-50	B 51-100	C	D	E	F	G	H
20 mm	131	131	156	70	21	28	12	16	20
25 mm	135	135	160	70	21	30	14	16	22
32 mm	141	141	166	70	27	30	14	16	22
40 mm	165	165	190	92	27	32	14	20	24

Diám.	K	L	P	Q	S	U	V	W	X
20 mm	M8 X 1,25	M22 x 1,5	8	16	12	29	8	6	1/8"
25 mm	M8 X 1,25	M22 x 1,5	8	16	12	34	10	8	1/8"
32 mm	M8 X 1,25	M24 X 2,0	10	16	15	39,5	12	10	1/8"
40 mm	M12 X 1,25	M30 X 2,0	12	20	15	49,5	16	14	1/4"

Cilindros Doble Vástago

Diám.	A	C
20 mm	150	70
25 mm	158	70
32 mm	158	70
40 mm	184	92



## VALVULAS SOLENOIDES 5/2 y 5/3

SERIE 4V M5 - 1/8 - 1/4 - 3/8 - 1/2 NPT



### Características

- Servopilotadas
- Operador manual adicional
- Libres de mantenimiento
- Bajo consumo de potencia
- Facilidad de montaje en Manifold



### Datos Técnicos

Fluido:  
Aire comprimido Filtado,  
lubricado o no lubricado

Presión de Trabajo:  
1.5 a 8 Bar ~ 21 a 114 PSI

Temperatura de Trabajo:  
-5°C a 60°C ~ 23°F a 140°F

Tiempo de Respuesta:  
0.05 segundos

Max. Cidaje:

en Válvulas 5/2:  
5 Ciclos/segundo

en Válvulas 5/3:  
3 Ciclos/segundo

en Válvulas de 1/2:  
3 Ciclos/segundo



### Materiales

Cuerpo:  
Aluminio

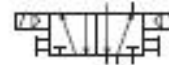
Carrete:  
Aluminio

Sellos:  
NBR

5/2 Solenoide - Resorte



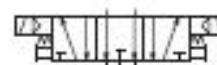
5/2 Doble Solenoide



5/3 Centros Cerrados



5/3 Centros Abiertos



## VALVULAS SOLENOIDES 5/2 y 5/3

SERIE 4V M5 - 1/8 - 1/4 - 3/8 - 1/2 NPT



### Modelos Standard

Código	Vista	Conexión	Operador	Referencia	Voltaje	CV
A12005	52	M5	Solenoide - resorte	4V110-M5-DC12V	12 DC	0,31
A12010	52	M5	Solenoide - resorte	4V110-M5-DC24V	24 DC	0,31
A12015	52	M5	Solenoide - resorte	4V110-M5-AC110V	110 AC	0,31
A12020	52	M5	Solenoide - resorte	4V110-M5-AC220V	220 AC	0,31
A12025	52	M5	Doble Solenoide	4V120-M5-DC12V	12 DC	0,31
A12030	52	M5	Doble Solenoide	4V120-M5-DC24V	24 DC	0,31
A12035	52	M5	Doble Solenoide	4V120-M5-A.C110V	110 AC	0,31
A12040	52	M5	Doble Solenoide	4V120-M5-A.C220V	220 AC	0,31
A12045	55	M5	Centros Cerrados	4V130C-M5-DC12V	12 DC	0,28
A12050	55	M5	Centros Cerrados	4V130C-M5-DC24V	24 DC	0,28
A12055	55	M5	Centros Cerrados	4V130C-M5-AC110V	110 AC	0,28
A12060	55	M5	Centros Cerrados	4V130C-M5-AC220V	220 AC	0,28
A12065	55	M5	Centros Abiertos	4V130E-M5-DC12V	12 DC	0,28
A12070	55	M5	Centros Abiertos	4V130E-M5-DC24V	24 DC	0,28
A12075	55	M5	Centros Abiertos	4V130E-M5-AC110V	110 AC	0,28
A12080	55	M5	Centros Abiertos	4V130E-M5-AC220V	220 AC	0,28
A13505	52	1/8	Solenoide - resorte	4V210-06-DC12V	12 DC	0,78
A13510	52	1/8	Solenoide - resorte	4V210-06-DC24V	24 DC	0,78
A13515	52	1/8	Solenoide - resorte	4V210-06-AC110V	110 AC	0,78
A13520	52	1/8	Solenoide - resorte	4V210-06-AC220V	220 AC	0,78
A13525	52	1/8	Doble Solenoide	4V220-06-DC12V	12 DC	0,78
A13530	52	1/8	Doble Solenoide	4V220-06-DC24V	24 DC	0,78
A13535	52	1/8	Doble Solenoide	4V220-06-AC110V	110 AC	0,78
A13540	52	1/8	Doble Solenoide	4V220-06-AC220V	220 AC	0,78
A13545	55	1/8	Centros Cerrados	4V230C-06-DC12V	12 DC	0,67
A13550	55	1/8	Centros Cerrados	4V230C-06-DC24V	24 DC	0,67
A13555	55	1/8	Centros Cerrados	4V230C-06-AC110V	110 AC	0,67
A13560	55	1/8	Centros Cerrados	4V230C-06-AC220V	220 AC	0,67
A13565	55	1/8	Centros Abiertos	4V230E-06-DC12V	12 DC	0,67
A13570	55	1/8	Centros Abiertos	4V230E-06-DC24V	24 DC	0,67
A13575	55	1/8	Centros Abiertos	4V230E-06-AC110V	110 AC	0,67
A13580	55	1/8	Centros Abiertos	4V230E-06-AC220V	220 AC	0,67
A14005	52	1/4	Solenoide - resorte	4V210-08-DC12V	12 DC	0,89
A14010	52	1/4	Solenoide - resorte	4V210-08-DC24V	24 DC	0,89
A14015	52	1/4	Solenoide - resorte	4V210-08-AC110V	110 AC	0,89
A14020	52	1/4	Solenoide - resorte	4V210-08-AC220V	220 AC	0,89
A14025	52	1/4	Doble Solenoide	4V220-08-DC12V	12 DC	0,89
A14030	52	1/4	Doble Solenoide	4V220-08-DC24V	24 DC	0,89
A14035	52	1/4	Doble Solenoide	4V220-08-AC110V	110 AC	0,89
A14040	52	1/4	Doble Solenoide	4V220-08-AC220V	220 AC	0,89
A14045	55	1/4	Centros Cerrados	4V230C-08-DC12V	12 DC	0,67
A14050	55	1/4	Centros Cerrados	4V230C-08-DC24V	24 DC	0,67
A14055	55	1/4	Centros Cerrados	4V230C-08-AC110V	110 AC	0,67
A14060	55	1/4	Centros Cerrados	4V230C-08-AC220V	220 AC	0,67
A14065	55	1/4	Centros Abiertos	4V230E-08-DC12V	12 DC	0,67
A14070	55	1/4	Centros Abiertos	4V230E-08-DC24V	24 DC	0,67
A14075	55	1/4	Centros Abiertos	4V230E-08-AC110V	110 AC	0,67
A14080	55	1/4	Centros Abiertos	4V230E-08-AC220V	220 AC	0,67

## VALVULAS SOLENOIDES 5/2y 5/3

SERIE4V M5-1/8-1/4-3/8-1/2 NPT



### Modelos Standard

Código	Vista	Conexión	Operador	Referencia	Voltaje	CV
A15005	5/2	3/8	Solenóide - normal	4V310-10-DC12V	12 DC	1,68
A15010	5/2	3/8	Solenóide - normal	4V310-10-DC24V	24 DC	1,68
A15015	5/2	3/8	Solenóide - normal	4V310-10-AC110V	110A.C	1,68
A15020	5/2	3/8	Solenóide - normal	4V310-10-AC220V	220 AC	1,68
A15025	5/2	3/8	Doble Solenóide	4V320-10-DC12V	12 DC	1,68
A15030	5/2	3/8	Doble Solenóide	4V320-10-DC24V	24 DC	1,68
A15035	5/2	3/8	Doble Solenóide	4V320-10-AC110V	110A.C	1,68
A15040	5/2	3/8	Doble Solenóide	4V320-10-AC220V	220 AC	1,68
A15045	5/2	3/8	Centros Cerrados	4V330C-10-DC12V	12 DC	1,00
A15050	5/2	3/8	Centros Cerrados	4V330C-10-DC24V	24 DC	1,00
A15055	5/2	3/8	Centros Cerrados	4V330C-10-AC110V	110A.C	1,00
A15060	5/2	3/8	Centros Cerrados	4V330C-10-AC220V	220 AC	1,00
A15065	5/2	3/8	Centros Abiertos	4V330E-10-DC12V	12 DC	1,00
A15070	5/2	3/8	Centros Abiertos	4V330E-10-DC24V	24 DC	1,00
A15075	5/2	3/8	Centros Abiertos	4V330E-10-AC110V	110A.C	1,00
A15080	5/2	3/8	Centros Abiertos	4V330E-10-AC220V	220 AC	1,00
A16005	5/2	1/2	Solenóide - normal	4V410-15-DC12V	12 DC	2,79
A16010	5/2	1/2	Solenóide - normal	4V410-15-DC24V	24 DC	2,79
A16015	5/2	1/2	Solenóide - normal	4V410-15-AC110V	110A.C	2,79
A16020	5/2	1/2	Solenóide - normal	4V410-15-AC220V	220 AC	2,79
A16025	5/2	1/2	Doble Solenóide	4V420-15-DC12V	12 DC	2,79
A16030	5/2	1/2	Doble Solenóide	4V420-15-DC24V	24 DC	2,79
A16035	5/2	1/2	Doble Solenóide	4V420-15-AC110V	110 AC	2,79
A16040	5/2	1/2	Doble Solenóide	4V420-15-AC220V	220 AC	2,79
A16045	5/2	1/2	Centros Cerrados	4V430C-15-DC12V	12 DC	1,67
A16050	5/2	1/2	Centros Cerrados	4V430C-15-DC24V	24 DC	1,67
A16055	5/2	1/2	Centros Cerrados	4V430C-15-AC110V	110 AC	1,67
A16060	5/2	1/2	Centros Cerrados	4V430C-15-AC220V	220 AC	1,67
A16065	5/2	1/2	Centros Abiertos	4V430E-15-DC12V	12 DC	1,67
A16070	5/2	1/2	Centros Abiertos	4V430E-15-DC24V	24 DC	1,67
A16075	5/2	1/2	Centros Abiertos	4V430E-15-AC110V	110 AC	1,67
A16080	5/2	1/2	Centros Abiertos	4V430E-15-AC220V	220 AC	1,67



## UNIDADES DE MANTENIMIENTO

SERIE GPC 1/8 - 1/4 - 3/8 - 1/2 NPT



Filtro/Regulador  
Lubricador y  
Manómetro



### Características

- Remueven agua y partículas sólidas mayores de 5 micrones
- Regulador con bloqueo de seguridad
- Unidad compacta y modular
- Manómetro integrado en el regulador

### Datos Técnicos

Fluido:  
Aire comprimido

Remoción de Partículas:  
GPC200: 5 micrones  
GPC300/400: 40 micrones

Presión de Trabajo:  
1.5 a 9 Bar ~ 21 a 128 PSI

Temperatura de Trabajo:  
5°C a 60°C ~ 41°F a 140°F

### Unidades Miniatura

Código	NPT	Drenaje	Referencia	Micras	SCFM
A21205	1/8"	Manual	GPC200-06M-F2-W-T	5	20
A21210	1/4"	Manual	GPC200-08M-F2-W-T	5	24

### Unidades Standard

Código	NPT	Drenaje	Referencia	Micras	SCFM
A21215	1/4"	Manual	GPC300-08M-F2-T	40	50
A21220	1/4"	Automático	GPC300-08A-F2-T	40	50
A21225	3/8"	Manual	GPC300-10M-F2-T	40	50
A21230	3/8"	Automático	GPC300-10A-F2-T	40	50
A21235	1/2"	Manual	GPC300-15M-F2-T	40	60
A21240	1/2"	Automático	GPC300-15A-F2-T	40	60

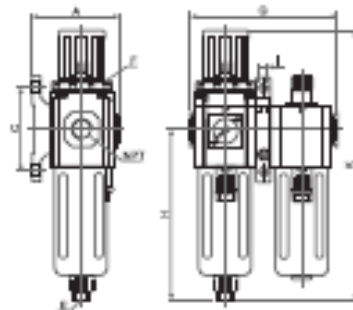
### Unidades de Alto Flujo

Código	NPT	Drenaje	Referencia	Micras	SCFM
A21245	1/2"	Manual	GPC400-15M-F2-T	40	100
A21250	1/2"	Automático	GPC400-15A-F2-T	40	100

Ver repuestos y accesorios en la Pág. 73

### Materiales

Cuerpo : Aluminio  
Vaso : Policarbonato  
Elemento  
Filtrante 5µm : Polipropileno  
Elemento  
Filtrante 40µm : Bronce Sinterizado  
Empaques : NBR



Tamaño	A	C	E	F
Miniatura	62	50	Ø 6 O.D	M20x1.5
Standard	72	70	1/8	M40x1.5
Alto Flujo	89.2	80	1/4	M55x2

Tamaño	G	H	I	K
Miniatura	97	93.2	5.5	161.2
Standard	124	146	6.5	215.5
Alto Flujo	164	165.5	8.6	299.5

## SILENCIADORES EN BRONCE

SERIEBSL M5 - 1/8 - 1/4 - 3/8 - 1/2 - 3/4 - 1 NPT



### Características

- Reducen el nivel de ruido
- Protegen los equipos de la contaminación externa

### Modelos Standard

Código	NPT	Referencia
A320E5	M5	BSL-M5
A320E0	1/8"	BSL-01
A320E5	1/4"	BSL-02
A320E0	3/8"	BSL-03
A320E5	1/2"	BSL-04
A320E0	3/4"	BSL-05
A320E5	1"	BSL-06

### Datos Técnicos

Fluidos:  
Aire comprimido

Presión de Trabajo:  
0 a 10 Bar ~ 0 a 142 PSI

Temperatura de Trabajo:  
0°C a 70°C ~ 32°F a 158°F



NPT	A	B	C	D	E
M5	25	10,5	8	8,5	12
1/8"	25	12,5	8	8,7	12
1/4"	31	15,7	10	11,6	16
3/8"	39,6	22,5	12	14	19
1/2"	46	26,3	15	17	22
3/4"	55	32	19,5	21,7	30
1"	62	39	26,7	30,5	36

### Materiales

Cuerpo : Bronce zincado

Empaques : NBR

## RACORES PLASTICOS - MILIMETRICOS

M5, 1/8, 1/4, 3/8 y 1/2 Rosca G

CDC



Racor Recto

Código	Referencia	G	OD
C24000	PC06-M5	M5	4
C24005	PC04-G01	1/8"	4
C24010	PC04-G02	1/8"	4
C24015	PC06-M5	M5	6
C24020	PC06-G01	1/8"	6
C24025	PC06-G02	1/8"	6
C24030	PC06-G03	3/8"	6
C24035	PC08-G01	1/8"	8
C24040	PC08-G02	1/8"	8
C24045	PC08-G03	3/8"	8
C24050	PC10-G02	1/8"	10
C24055	PC10-G03	3/8"	10
C24060	PC10-G04	1/2"	10
C24065	PC12-G03	3/8"	12
C24070	PC12-G04	1/2"	12
C24075	PC16-G04	1/2"	16



Racor Codo - Gratorio

Código	Referencia	G	OD
C24100	PL06-M5	M5	4
C24105	PL04-G01	1/8"	4
C24110	PL04-G02	1/8"	4
C24115	PL06-M5	M5	6
C24120	PL06-G01	1/8"	6
C24125	PL06-G02	1/8"	6
C24130	PL06-G03	3/8"	6
C24135	PL08-G01	1/8"	8
C24140	PL08-G02	1/8"	8
C24145	PL08-G03	3/8"	8
C24150	PL10-G02	1/8"	10
C24155	PL10-G03	3/8"	10
C24160	PL10-G04	1/2"	10
C24165	PL12-G03	3/8"	12
C24170	PL12-G04	1/2"	12
C24175	PL16-G04	1/2"	16



Racor Recto Hembra

Código	Referencia	G	OD
C24800	PCP0601	1/8"	6
C24802	PCP0801	1/8"	8
C24804	PCP0602	1/4"	6
C24806	PCP0802	1/4"	8



Racor Codo Hembra

Código	Referencia	G	OD
C24810	PLP0601	1/8"	6
C24812	PLP0801	1/8"	8
C24814	PLP0602	1/4"	6
C24816	PLP0802	1/4"	8



Válvulas

Control

Item	Descripción	Símbolo
2 vías 2 posiciones	Normal cerrada	
	Normal abierta	
3 vías 2 posiciones	Normal cerrada con escape	
	Normal abierta con escape	
4 vías 2 posiciones	Dos salidas y un escape	
5 vías 2 posiciones	Dos salidas y dos escapes	
3 vías 3 posiciones	Una salida y un escape centro cerrado	
4 vías 3 posiciones	Dos salidas y un escape centro abierto	
	Dos salidas y un escape centro cerrado	
5 vías 3 posiciones	Dos salidas y dos escapes centro abiertos	
	Dos salidas y dos escapes centro cerrados	

Item	Descripción	Símbolo
Manual	Normal	
	Botón	
	Palanca	
	Pedal	
Mecánico	Tope	
	Rosete	
	Rodillo	
	Rodillo en el eje	
Aire	Presión	
	Exento	
	Control (o más diferentes)	
	Frenado piloto	
	Exento piloto	
Solenoido	Bobina	
	2 Bobinas	
	Das bobinas diferentes	
Combinado	Solenoido y piloto	
	Solenoido ó piloto	

Transferencia de Energía

Item	Descripción	Símbolo
Suministro de aire		
Línea de Suministro	Tubería usada para transferir energía	
Línea de pilotaje	Tubería usada para líneas de control	
Línea de escape	Tubería usada para líneas de escape	
Líneas de unión móvil	Tuberías usadas para conectar puertos móviles	
Puntos de unión de líneas	Unión rosada / soldada	
Puntos de interacción	Interacción no unión	
Escape		
Salida	No fija	
	Fija con rosca	
Silenciador		
Acumulador		
Filtro	Equipo para eliminar suciedad	
Drenaje	Drenaje manual	
	Drenaje automático	
Filtro con Drenaje	Drenaje manual	
	Drenaje automático	
Lubricador	Para adicionar aceite y lubricar todas las conexiones	
Manómetro de presión		
Combinación F.R.L.	Combinaciones de: Filtro, regulador-manómetro y Lubricador	

Item	Descripción	Símbolo
Compresor	Caudal fijo (rotación en un solo sentido)	
Motores Neumáticos	Caudal fijo (rotación en un solo sentido)	
	Caudal fijo (rotación en dos sentidos)	
	Caudal variable (rotación en un solo sentido)	
	Caudal variable (rotación en dos sentidos)	
Cilindro de simple efecto	Retorno por fuerza externa	
	Retorno por resorte	
Cilindros de doble efecto	Un solo vástago	
	Doble vástago	
Cilindro con amortiguación	Amortiguación no ajustable de un solo lado	
	Amortiguación no ajustable de los dos lados	
	Amortiguación ajustable de un solo lado	
	Amortiguación ajustable de los dos lados	
Cilindro con anillo magnético	Patín con anillo magnético	
Cilindro Tandem	Las carreras pueden adoptar varias posiciones	
Cilindro de carrera ajustable	La carrera del cilindro puede ajustarse	
Cilindro antigiro	No permite que el vástago del cilindro gire	
Cilindro doble paralelo		
Cilindro masa de Desplazamiento	Masa fija y laterales móviles ó Masa móvil y laterales fijos	

## Válvulas antirretorno y de regulación de caudal

### Regulador de caudal Serie AS

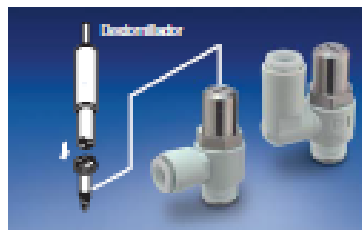


- 4 tamaños.
- Ideal para tubos de polietileno y nylon.
- Giro de 360°.
- Ajusta preciso mediante pasador de mariposa y rosca fina.
- Fácil de montar.
- Rosca de conexión revestida de Teflón (junta para M3, M5).

Referencia		Conexión	Tubo ø(mm)	Caudal* (l/min)	Símbolo del circuito
Modelo en código	Modelo universal				
AS1201F-M3-02	-	M3	2	20	
AS1201F-M5-02	-	M5	2	20	
AS1201F-M3-23	AS1301F-M3-23	M3	3,2	20	
AS1201F-M3-04	AS1301F-M3-04		4	20	
AS1201F-M5-23	AS1301F-M5-23	M5	3,2	100	
AS1201F-M5-04	AS1301F-M5-04		4	100	
AS1201F-M5-06	AS1301F-M5-06	6	100		
AS2201F-01-04S	AS2301F-01-04S	R1/8	4	180	
AS2201F-01-06S	AS2301F-01-06S		6	230	
AS2201F-01-08S	AS2301F-01-08S	R1/4	8	290	
AS2201F-02-06S	AS2301F-02-06S		6	390	
AS2201F-02-08S	AS2301F-02-08S	R3/8	8	460	
AS2201F-03-08S	AS2301F-03-08S		8	790	
AS2201F-03-10S	AS2301F-03-10S	R1/2	10	920	
AS4201F-04-10S	AS4301F-04-10S		10	1580	
AS4201F-04-12S	AS4301F-04-12S	12	1710		

\* Otras combinaciones bajo pedido.  
\* A una presión de ajuste de 0.5 MPa.

### Regulador de caudal "No manipulable" Serie AS\*D



- Tornillo de fijación para manipular solamente con desmontador.
- Conexión enchufable.
- Rosca macho revestida de Teflón desde R1/8, junta para M5.

#### Regulador de caudal con tornillo de fijación AS\*F versión D

Referencia		Conexión	Tubo ø(mm)	Caudal* (l/min)
Modelo en código	Modelo universal			
AS1201F-M5-23D	AS1301F-M5-23D	M5	3,2	100
AS1201F-M5-04D	AS1301F-M5-04D		4	
AS1201F-M5-06D	AS1301F-M5-06D	R1/8	6	230
AS2201F-01-06SD	AS2301F-01-06SD		6	
AS2201F-01-08SD	AS2301F-01-08SD	R1/4	8	290
AS2201F-02-06SD	AS2301F-02-06SD		6	
AS2201F-02-08SD	AS2301F-02-08SD	R3/8	8	460
AS2201F-03-08SD	AS2301F-03-08SD		8	
AS2201F-03-10SD	AS2301F-03-10SD	R1/2	10	920
AS2201F-03-10SD	AS2301F-03-10SD		10	

\* A una presión de ajuste de 0.5 MPa.

#### Regulador de caudal con tornillo de fijación AS\*001F versión D

Referencia	Tubo ø (mm)	Caudal* (l/min)
AS1001F-23D	3,2	100
AS1001F-04D	4	
AS2001F-06D	6	230
AS2051F-06D	6	290
AS2051F-08D	8	460
AS3001F-08D	8	660
AS3001F-10D	10	920

\* A una presión de ajuste de 0.5 MPa.

### Regulador de caudal Serie AS-Acero inoxidable



- Conexión roscada de acero inoxidable (SUS303).
- Presión de trabajo de 1.0 MPa máx.

Referencia	Conexión	Tubo ø (mm)	Caudal* (l/min)	Símbolo del circuito
AS1201FG-M5-04	M5	4	100	
AS1201FG-M5-06		6	100	
AS2201FG-01-04S	R1/8	4	180	
AS2201FG-01-06S		6	230	
AS2201FG-01-08S	R1/4	8	290	
AS2201FG-02-06S		6	390	
AS2201FG-02-08S	R3/8	8	460	
AS2201FG-03-08S		8	790	
AS3201FG-03-10S	R1/2	10	920	
AS4201FG-04-10S		10	1580	
AS4201FG-04-12S	12	1710		

\* Otras combinaciones bajo pedido.  
\* A una presión de ajuste de 0.5 MPa.

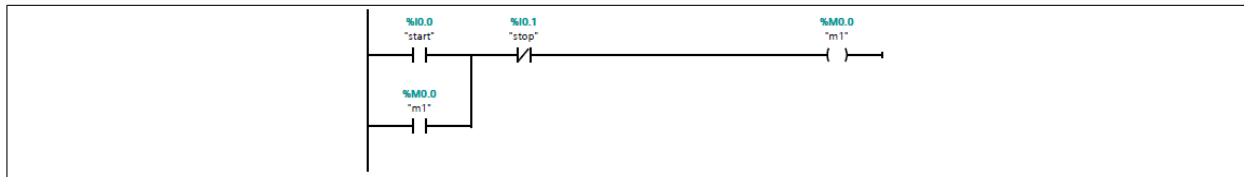
# ANEXO E PROGRAMA STEP 7 TIA PORTAL V13 DEL MÓDULO DIDÁCTICO

## Manual de programación del módulo de sellado de envases

Project					
Nombre:	Manual de programación del módulo de sellado de envases	Fecha y hora de creación:	05/02/2016 0:20:45	Última modificación:	02/03/2016 20:55:06
Autor:	Richar Recalde	Autor de la última modificación:	MAQUINA1	Versión:	
Comentario:					

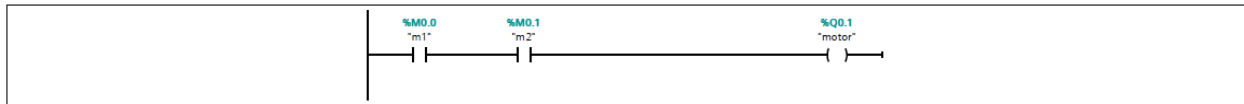
Sistema operativo	
Nombre	Descripción
Sistema operativo	Microsoft Windows 10 Pro
Versión del sistema operativo	6.2.9200.0
Service Pack del sistema operativo	
Versión del Internet Explorer	9.11.10240.16384
Nombre del equipo	DESKTOP-HR2DNKT
Nombre del usuario	DESKTOP-HR2DNKT\MAQUINA1
Ruta de instalación del TIA Portal	C:\Program Files (x86)\Siemens\Automation\Portal V13

### Segmento 1:



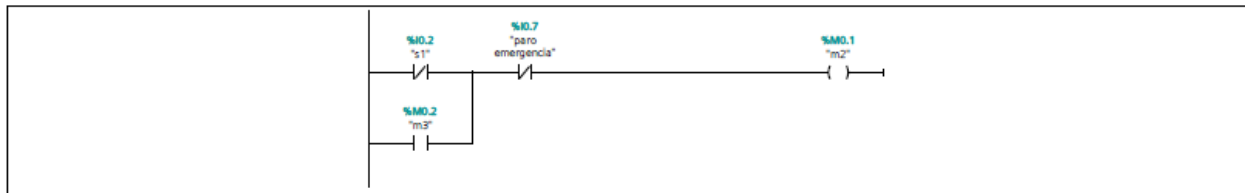
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"m1"	%M0.0	Bool	
"start"	%I0.0	Bool	
"stop"	%I0.1	Bool	

### Segmento 2:



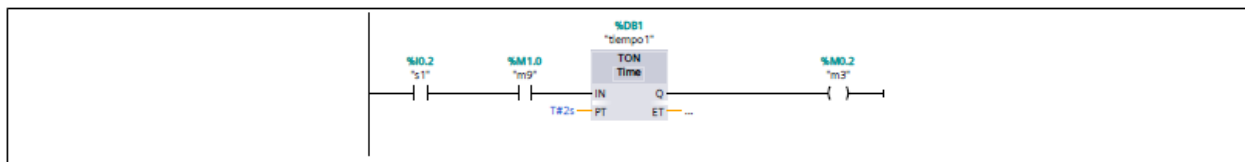
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"m1"	%M0.0	Bool	
"m2"	%M0.1	Bool	
"motor"	%Q0.1	Bool	

Segmento 3:



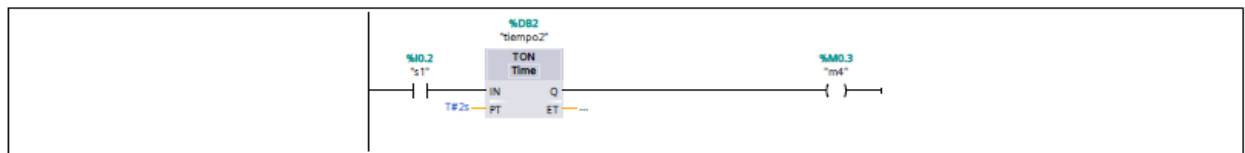
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"m2"	%M0.1	Bool	
"m3"	%M0.2	Bool	
"paro emergencia"	%M0.7	Bool	
"s1"	%M0.2	Bool	

Segmento 4:



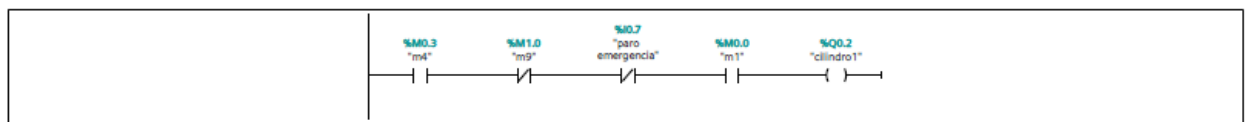
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"m3"	%M0.2	Bool	
"m9"	%M1.0	Bool	
"s1"	%M0.2	Bool	

Segmento 5:



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"m4"	%M0.3	Bool	
"s1"	%M0.2	Bool	

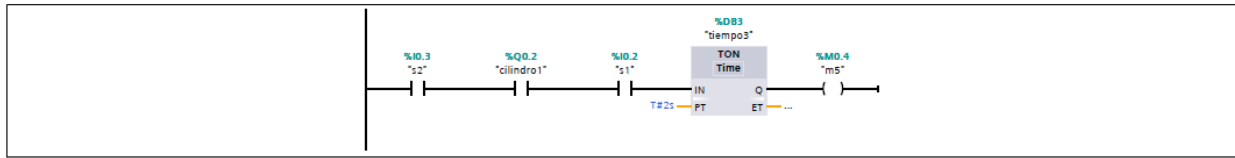
Segmento 6:



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"cilindro1"	%Q0.2	Bool	
"m1"	%M0.0	Bool	
"m4"	%M0.3	Bool	
"m9"	%M1.0	Bool	
"paro emergencia"	%M0.7	Bool	

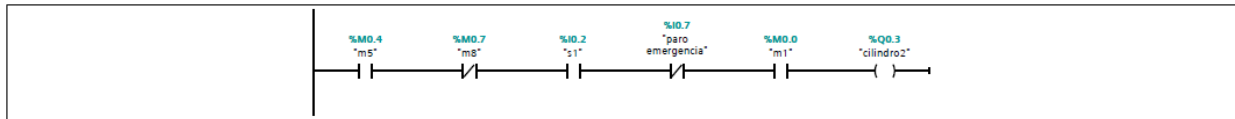


Segmento 7:



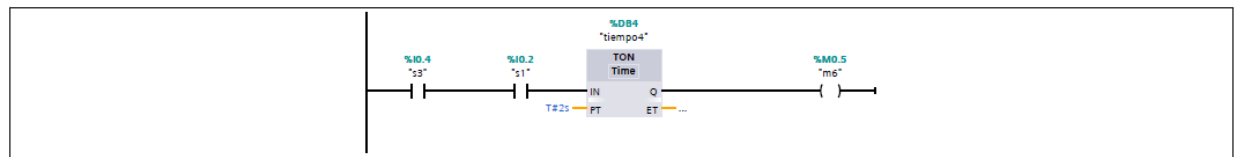
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"cilindro1"	%Q0.2	Bool	
"m5"	%M0.4	Bool	
"s1"	%I0.2	Bool	
"s2"	%I0.3	Bool	

Segmento 8:



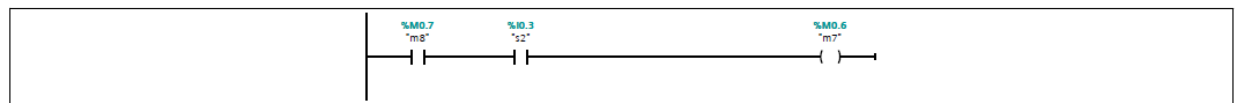
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"cilindro2"	%Q0.3	Bool	
"m1"	%M0.0	Bool	
"m5"	%M0.4	Bool	
"m8"	%M0.7	Bool	
"paro emergencia"	%I0.7	Bool	
"s1"	%I0.2	Bool	

Segmento 9:



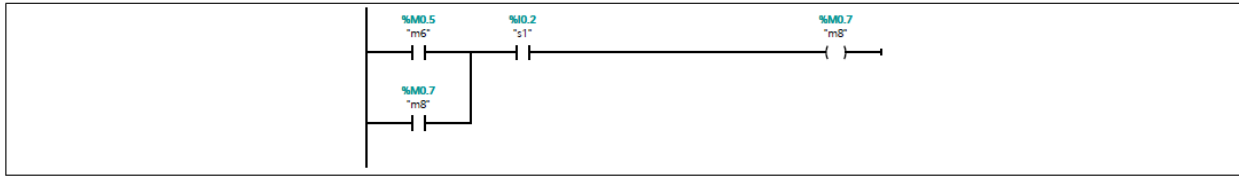
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"m6"	%M0.5	Bool	
"s1"	%I0.2	Bool	
"s3"	%I0.4	Bool	

Segmento 10:



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"m7"	%M0.6	Bool	
"m8"	%M0.7	Bool	
"s2"	%I0.3	Bool	

Segmento 11:



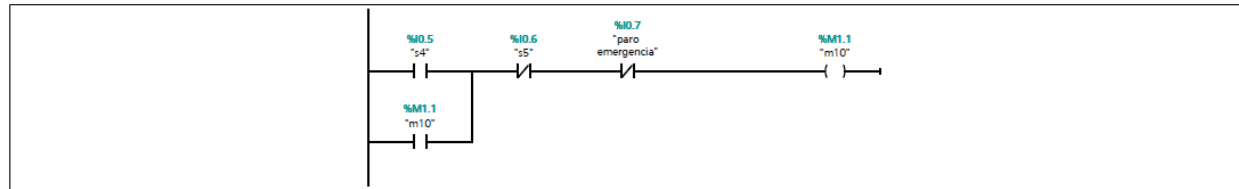
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"m6"	%M0.5	Bool	
"m8"	%M0.7	Bool	
"s1"	%I0.2	Bool	

Segmento 12:



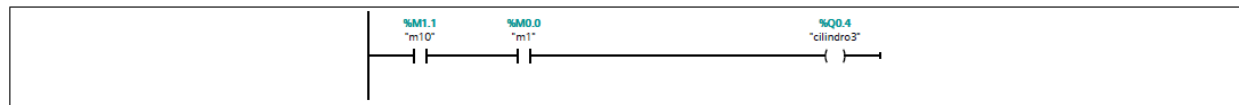
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"m7"	%M0.6	Bool	
"m9"	%M1.0	Bool	
"s1"	%I0.2	Bool	

Segmento 13:



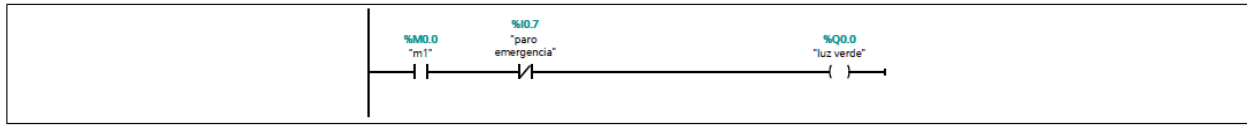
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"m10"	%M1.1	Bool	
"paro emergencia"	%I0.7	Bool	
"s4"	%I0.5	Bool	
"s5"	%I0.6	Bool	

Segmento 14:



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"cilindro3"	%Q0.4	Bool	
"m1"	%M0.0	Bool	
"m10"	%M1.1	Bool	

Segmento 15:



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"luz verde"	%Q0.0	Bool	
"m1"	%M0.0	Bool	
"paro emergencia"	%I0.7	Bool	

Segmento 16:



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"luz roja"	%Q0.5	Bool	
"paro emergencia"	%I0.7	Bool	

Variables PLC

Variables PLC							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia	Visible en HMI	Accesible desde HMI	Comentario
☞	start	Bool	%I0.0	False	True	True	
☞	stop	Bool	%I0.1	False	True	True	
☞	s1	Bool	%I0.2	False	True	True	
☞	s2	Bool	%I0.3	False	True	True	
☞	s3	Bool	%I0.4	False	True	True	
☞	s4	Bool	%I0.5	False	True	True	
☞	s5	Bool	%I0.6	False	True	True	
☞	paro emergencia	Bool	%I0.7	False	True	True	
☞	m1	Bool	%M0.0	False	True	True	
☞	m2	Bool	%M0.1	False	True	True	
☞	m3	Bool	%M0.2	False	True	True	
☞	m4	Bool	%M0.3	False	True	True	
☞	m5	Bool	%M0.4	False	True	True	
☞	m6	Bool	%M0.5	False	True	True	
☞	m7	Bool	%M0.6	False	True	True	
☞	m8	Bool	%M0.7	False	True	True	
☞	m9	Bool	%M1.0	False	True	True	
☞	m10	Bool	%M1.1	False	True	True	
☞	m11	Bool	%M1.2	False	True	True	
☞	luz verde	Bool	%Q0.0	False	True	True	
☞	motor	Bool	%Q0.1	False	True	True	
☞	cilindro1	Bool	%Q0.2	False	True	True	
☞	cilindro2	Bool	%Q0.3	False	True	True	
☞	cilindro3	Bool	%Q0.4	False	True	True	
☞	luz roja	Bool	%Q0.5	False	True	True	