



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

**“IMPLEMENTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UN
PROCESO DE LLENADO DE FRASCOS CON MESA DE
INDEXACIÓN PARA EL LABORATORIO DE NEUMÁTICA DE
LA EIE-CRI”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

PRESENTADO POR:

LUIS ALFREDO BEJARANO BEJARANO

LUIS ANTONIO LEMA TAYUPANDA

RIOBAMBA – ECUADOR

2012

AGRADECIMIENTO

Expresamos un agradecimiento a todas las personas que estuvieron a nuestro lado durante nuestra carrera, especialmente a nuestra familia, amigos ingenieros y de manera especial a nuestros Padres por estar siempre prestos a brindarnos su apoyo.

DEDICATORIA

En primer lugar doy las gracias a Dios por darme fuerzas y estar a mi lado durante toda mi carrera, a mis padres, hermanos y hermana por brindarme su apoyo, confianza y levantarme en mis días de flaqueza para alcanzar mi meta, a mis amigos que me brindaron su confianza y amistad.

Luis B.

A mis padres, por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional, gracias por sus enseñanzas que me han hecho crecer como persona y valorar el esfuerzo de cada día al ver plasmado este sueño en realidad.

Luis L.

NOMBRE

FIRMA

FECHA

**Ing. Iván Menes
DECANO DE LA FACULTAD
DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

.....

.....

**Ing. Paul Romero
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

.....

.....

**Ing. Paul Romero
DIRECTOR DE TESIS**

.....

.....

**Ing. Franklin Moreno
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....

.....

**Tec. Carlos Rodríguez Carpio
DIRECTOR DPTO
DOCUMENTACIÓN**

.....

.....

NOTA DE LA TESIS

.....

“Nosotros, **LUIS ALFREDO BEJARANO BEJARANO** y **LUIS ANTONIO LEMA TAYUPANDA**, somos responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”.

.....
Luis Alfredo Bejarano Bejarano

.....
Luis Antonio Lema Tayupanda

AUTORES

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

A/D	análogo-digital
BP	Bobina del Pistón
CEXP	Cilindro de expulsión.
CM	Módulo de comunicación
CPU	Unidad Central de Proceso
CSUJ	Cilindro de mordaza de sujeción.
CROS	Cilindro del roscado
DIN	Norma
E	intensidad luminosa
E/S	Entradas y Salidas
EAF	Estación de Alimentación de Frascos
EEX	Estación de Expulsión
ELI	Estación de Llenado del Liquido
EV	Electroválvula
HART	Salidas de trenes de impulso
HMI	Interfaz Humano- maquina
IP	Protocolo de Internet
IPxx	Grado de protección contra polvo y líquidos para los dispositivos
IR	Infra Rojo
Kx	Relé
LDR	Light Dependent Resistors
MDC	Motor de corriente directa
NEMA	Norma
NTC	Termistor; Negative Temperature Coefficient
PC	Computadora personal
PCM	Panel de Control y Mando

PLC	Controlador lógico programable (Programmable Logic Controller)
PRT	Platinum Resistance Thermometer
PTC	Termistor; Positive Temperature Coefficient
PUL	Pulsador
R	Resistencia
RAM	memoria de lectura y escritura
ROM	memoria de solo lectura
RTD	Detectores de temperatura resistivos
SB	Signal Board
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition (Control de Supervisión y Adquisición de Datos)
SI	sensor inductivo
Sn	distancia de sensado
SO	sensor óptico
SP	Sensor de posición
Sr	distancia nominal de sensado
TIA Portal	Totally Integrated Automation Portal
TICs	tecnología de la informática y comunicaciones
VDC	Voltaje de corriente directa
VQ	Válvula reguladora de caudal

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS

HOJA DE RESPONSABILIDAD

INDICE DE ABREVIATURAS

INDICE GENERAL

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

1	MARCO REFERENCIAL.....	19
1.1	INTRODUCCIÓN.....	15
1.2	JUSTIFICACIÓN.....	17
1.3	OBJETIVOS.....	16
1.3.1	Objetivo general.....	17
1.3.2	Objetivos específicos.....	177
1.4	HIPÓTESIS.....	18

CAPÍTULO II

2	MARCO TEÓRICO.....	19
2.1	MESA DE INDEXACIÓN.....	19
2.2	APLICACIONES DE LA MESA DE INDEXACIÓN.....	19
2.3	SENSORES.....	19
2.4	DEFINICIÓN DE SENSORES.....	20
2.5	CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES.....	21
2.5.1	Sensores discretos.....	21
2.5.2	Los sensores analógicos.....	24
2.6	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	26

2.6.1	Generalidades	26
2.6.2	Definición	27
2.6.3	Características destacadas de plc	28
2.6.4	Ventajas de plc	28
2.6.5	Clasificación de plc siemens serie simatic.....	28
2.6.6	PLC Siemens S7-1200.....	29
2.6.6.1	Diseño escalable y flexible.....	29
2.6.6.2	Señales integradas, módulos de señales y módulos de comunicación	29
2.6.6.3	Módulos de señales.....	29
2.6.6.4	Señales integradas.....	29
2.6.6.5	Módulos de comunicación.....	29
2.6.6.6	Memoria.....	29
2.6.7	Software Del PLC (STEP 7 Basic)	34
2.6.7.1	Lenguajes de programación fáciles de usar.....	29
2.6.7.2	Esquema de contactos (KOP).....	29
2.6.7.3	Diferentes vistas que facilitan el trabajo.....	29
2.6.7.4	Requisitos mínimos y recomendados.....	29
2.6.7.5	Comunicación pc con el plc.....	29
2.7	ACTUADORES NEUMÁTICOS Y ELÉCTRICOS.....	40
2.7.1	Introducción a los actuadores.....	40
2.7.2	Actuadores neumáticos.....	41
2.7.3	Clasificación de los actuadores neumáticos.....	41
2.7.3.1	Actuadores lineales.....	29
2.7.3.2	Actuadores de giro.....	29
2.7.3.3	Cilindros especiales.....	29
2.7.3.4	Válvulas neumáticas.....	29
2.7.4	Actuadores eléctricos.....	47
2.7.4.1	Definición de actuador eléctrico.....	29
2.7.4.2	Funcionamiento.....	29
2.7.4.3	Motor de corriente continua.....	29
2.7.4.4	Relés o relevador.....	29
2.7.5	Accesorios eléctricos y neumáticos.....	49

CAPÍTULO III

3	IMPLEMENTACIÓN DEL MODULO.....	52
3.1	INTRODUCCIÓN	52
3.2	DESARROLLO DE LA ESTRUCTURA	52
3.3	MONTAJE DEL MÓDULO	55
3.3.1	Montaje mecánico.....	55
3.3.1.1	Tuerca cabeza de martillo.....	29
3.3.1.2	Tapas laterales.	29
3.3.1.3	Ángulos de sujeción.....	29
3.3.1.4	Canaletas y riel DIN.....	29
3.3.2	Montaje eléctrico.....	56
3.3.2.1	Motor eléctrico.	29
3.3.2.2	Función de indexar.	29
3.3.2.3	Banda transportadora.	29
3.3.2.4	Llenado de frascos.....	29
3.3.2.5	Sujeción y roscado del frasco.	29
3.3.2.6	Expulsión de frascos.....	29
3.3.2.7	Panel de control.....	29
3.3.3	Montaje neumático.....	61
3.3.3.1	Bloque de válvulas de distribución.	29
3.3.3.2	Para las mangueras y racores	29
3.3.4	Montaje de sensores.....	64
3.3.4.1	Sensor inductivo	29
3.3.4.2	Sensor óptico.....	29
3.3.4.3	Sensores magnéticos	29
3.4	PROGRAMACIÓN DEL PLC.....	67
3.4.1	Metodología Grafcet	67
3.4.1.1	Etapas	29
3.4.1.2	Transición	29
3.4.2	Diagrama de funcionamiento del módulo.....	73
3.4.2.1	Secuencia en paralelo	29
3.4.3	Señales de Entradas/Salidas	74
3.4.4	Grafcet.....	75
3.4.4.1	Determinación de ecuaciones.....	29
3.5	COSTO TOTAL DEL MÓDULO ELECTRONEUMÁTICO.....	78

CAPÍTULO IV

4	PRUBAS Y RESULTADO	79
4.1	INTRODUCCIÓN	79
4.2	PRUEBAS DE SOFTWARE	79
4.3	PRUEBAS DEL MODULO	80

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

ABSTRACT

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Fig. II.1 Principio de funcionamiento de un sensor	20
Fig. II.2 Sensores de final de carrera.	21
Fig. II.3 Sensor inductivo.	22
Fig. II.4 Sensor Magnético.	23
Fig. II.5 Sensor Capacitivo.	23
Fig. II.6 Sensor Óptico	24
Fig. II.7 RTD	25
Fig. II.8 PLC S7-1200	30
Fig. II.9 Módulos de comunicación.	31
Fig. II.10 Módulos de señal.	32
Fig. II.11 Módulos de señales integradas.	32
Fig. II.12 Módulos de comunicación.	33
Fig. II.13 Memoria de programa.	34
Fig. II.14 Ejemplo de Esquema de Contactos	36
Fig. II.15 Ejemplo de conexión que no se debe hacer (a).	37
Fig. II.16 Ejemplo de conexión que no se debe hacer (b)	37
Fig. II.17 Pantalla principal del TIA Portal v10.	38
Fig. II.18 Vista del proyecto en el TIA Portal V10.	38
Fig. II.19 Configuración de dirección IP en el PLC.	40
Fig. II.20 Clasificación genérica de actuadores.	41
Fig. II.21 Simple efecto “tradicional”, normalmente dentro.	42
Fig. II.22 Cilindro de doble efecto.	43
Fig. II.23 Diferencia entre las secciones efectivas de un cilindro.	44
Fig. II.24 Cilindro compensado o de doble vástago.	45

Fig. II.25 Montaje multiposicional.	45
Fig. II.26 Cilindro tándem	46
Fig. II.27 Electroválvula.	46
Fig. II.28 Relés o relevador.	48
Fig. II.29 Estructura de un Relé.	49
Fig. II.30 Borneras.	49
Fig. II.31 Pulsadores.	50
Fig. II.32 Racores	50
Fig. II.33 Mangueras Neumáticas.	50
Fig. II.34 Luz piloto.	51
Fig. II.35 Selector.	51
Fig. III.36 Base para la ubicación de los elementos.	54
Fig. III.37 Esquema general del módulo.	54
Fig. III.38 Perfil modular de aluminio.	55
Fig. III.39 Conector de perfiles perpendicular.	55
Fig. III.40 Perfil modular.	56
Fig. III.41 Motor para la mesa giratoria.	57
Fig. III.42 Mesa indexadora.	57
Fig. III.43 Banda transportadora.	58
Fig. III.44 Llenado de frascos.	59
Fig. III.45 Sujeción y roscado	59
Fig. III.46 Cilindro de expulsión.	60
Fig. III.47 Panel de control.	61
Fig. III.48 Bloque de válvulas de distribución.	62
Fig. III.49 Diagrama de conexión neumático.	63
Fig. III.50 Montaje del sensor inductivo.	65

Fig. III.51 Montaje del sensor óptico.	66
Fig. III.52 Ubicación de un sensor magnético en los cilindros	67
Fig. III.53 Representación de una etapa.	68
Fig. III.54 Etapa Activa.	68
Fig. III.55 Reagrupación de etapas.	68
Fig. III.56 Transición que une la etapa 1 con la etapa 2.	69
Fig. III.57 Divergencia OR.	70
Fig. III.58 Convergencia OR.	70
Fig. III.59 Divergencia AND.	71
Fig. III.60 Convergencia AND.	71
Fig. III.61 Secuencia única.	72
Fig. III.62 Secuencia simultaneas	72
Fig. III.63 Diagrama de funcionamiento del módulo.	73
Fig. III.64 Grafcet para secuencia paralelo	76
Fig. III.65 Comunicación con el PLC	80
Fig. III.66 Transporte y llenado	81
Fig. III.67 Control del caudal para el roscado	82
Fig. III.68 Control de caudal para la expulsión	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. II.I Requisitos de instalación	39
Tabla. III.II Asignación de Entradas/Salida en el PLC.	75
Tabla. III.II Ecuaciones para la secuencia paralelo.	77
Tabla III.III Costo del modulo	78

CAPÍTULO I

1 MARCO REFERENCIAL

1.1 INTRODUCCIÓN

En un sistema automático se busca principalmente aumentar la eficiencia del proceso incrementando la velocidad, la calidad y la precisión, y disminuyendo los riesgos que normalmente se tendrían en la tarea si fuese realizada en forma manual por un operador.

Con el avance de la tecnología, los procesos industriales han sufrido grandes cambios y quienes están involucrados de una o de otra forma con el tema, deben estar permanentemente informados acerca de los nuevos productos, métodos de proceso, solución de fallas, sistemas de control, etc.

Prácticamente todas las industrias alrededor del mundo poseen al menos un pequeño sistema automático, lo cual significa que la automatización es un área que está permanentemente en contacto con el hombre.

Los automatismos están compuestos de tres partes principales, como son la obtención de señales por parte de los sensores, el procesamiento de dichas señales hecho por los procesadores inteligentes y la ejecución de respuestas efectuadas por los actuadores.

La automatización de procesos y técnica de elaboración por medio de mecanización de productos es un problema concerniente a diversas industrias tales como; metalmecánica, maderera, química, donde el trabajo sobre mesas de indexación automatizadas está presente en la solución de estos problemas de automatización.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la automatización y el control de procesos llenado y dosificación en la industria grande y pequeña es una necesidad que viene creciendo de forma acelerada por lo que es imprescindible que los estudiantes de Ingeniería Electrónica Control y Redes Industriales, tengan una formación sobre estos procesos y se familiarice con estos temas de un modo práctico.

El desarrollo de este proyecto tiene como objetivo implementar y automatizar un proceso de llenado de frascos con una mesa de indexación que consta de tres etapas: llenado, colocación la tapa y enroscar la tapa; los frascos son transportado a la mesa de indexación atreves de la banda transportadora, controlado mediante un autómata programable.

El proyecto permitirá aprovechar los conocimientos de los estudiantes con los recursos tecnológicos y las competencias intelectuales, para que se facilite el aprendizaje de los estudiantes en los laboratorios de la escuela de

Ingeniería Electrónica Control y Redes Industriales y sea parte de un programa piloto, modelo de innovación, empeño y muestra de colaboración para obtener como valor agregado el posicionamiento de nuestra escuela a nivel regional y nacional, ganando de este modo el desempeño brillante de sus egresados y el deseo de muchos Ecuatorianos de formarse y capacitarse en tan prestigiosa institución.

El módulo en combinación con otros proveerá a la Facultad de Informática y Electrónica de la ESPOCH un moderno laboratorio para prácticas de de Ingeniería Electrónica Control y Redes Industriales en búsqueda de la excelencia educativa y de formación que procura nuestra institución.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

- Implementar y automatizar un proceso de llenado de frascos con mesa de indexación para el laboratorio de neumática de la EIE-CRI.

1.3.2 Objetivos específicos

- Implementar el módulo de transporte para el ingreso de los frascos a la mesa de indexación.
- Implementar el módulo de indexación para el proceso mecanizado de frascos.
- Realizar el montaje de los sensores y actuadores de las diferentes estaciones de trabajo.
- Integrar las diferentes etapas del módulo.
- Controlar los sistemas electromecánicos y electroneumáticos por medio de un autómatas programable.
- Realizar pruebas del sistema.
- Manual de usuario para la utilización del modulo.

1.4 HIPÓTESIS

Una vez implementado el proceso de llenado de frascos sobre mesa indexación será de gran ayuda tanto para las industrias que quieran implementar un proceso similar como para los estudiantes de la Escuela de Ing. Electrónica Control y Redes Industriales para realizar prácticas de laboratorio y así fortalecer los conocimientos obtenidos en clases.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 MESA DE INDEXACIÓN

Uno de los métodos alternativos de automatización de procesos son las mesas indexadoras, sobre todo en los procesos de mecanizado.

2.2 APLICACIONES DE LA MESA DE INDEXACIÓN

Una mesa de indexación puede ser utilizada en varios procesos, tales como en la fabricación de piezas mecánicas, estampadoras en serie, envasado de productos en recipientes, procesos de ensamblaje de piezas, etc.

2.3 SENSORES

En la actualidad, los sensores se utilizan para obtener casi cualquier tipo de datos, por lo que tienen una importancia especial en numerosas aplicaciones

de automatización industrial. Los sensores permiten que los sistemas de control sean capaces de “sentir”, informando sobre estados y posiciones de componentes de máquinas para que puedan reaccionar, en cierto sentido, de modo “inteligente”. En ese sentido, toman decisiones y se ocupan de funciones de vigilancia en sustitución del ser humano.

2.4 DEFINICIÓN DE SENSORES

Los sensores se utilizan para medir magnitudes físicas o electroquímicas y transformarlas en señales eléctricas. El concepto “sensor” proviene del latín “sensus” que significa sentir o percibir.

En la fig. II.1 se muestra un esquema que explica el funcionamiento general de un sensor. Se puede apreciar que, por regla general, es necesario procesar de alguna manera las señales antes de que la información llegue a un sistema ejecutor constituido por actuadores.

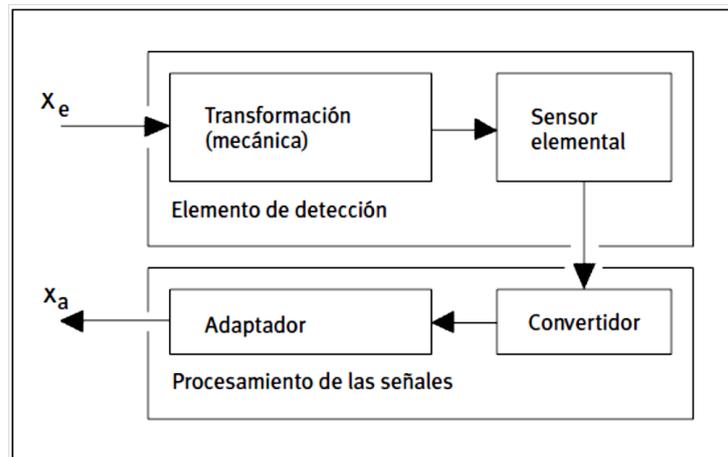


Fig. II.1 Principio de funcionamiento de un sensor

X_e Magnitud medida

X_a Señal de Salida

Si el procesamiento de las señales es más complejo, el sensor se conecta a un microprocesador. En ese caso (y más bien por razones de marketing) se utiliza el término de sensor “inteligente” (del término en Ingles “smart sensor”).

2.5 CLASIFICACIÓN DE LOS SENSORES

Estos dispositivos se clasifican en dos categorías que son:

- Discretos
- Analógicos.

2.5.1 Sensores discretos

Estos indican si se encuentran detectando algún objeto ó no, esto genera un “1” lógico si detectan, o un “0” lógico si no detectan, esta información es originada principalmente por presencia de voltaje o por ausencia de este, aunque en algunos casos la información nos la reportan por medio de un flujo de corriente eléctrica.

Pueden operar tanto con señales de voltajes de corriente directa (VCD) como con señales de voltajes de corriente alterna (VCA).

- a) **Sensor fin de carrera.**- Estos sensores tienen la tarea de detectar un final de carrera o límite de área, es porque se encuentran trabajando en conjunto con un actuador que produce un desplazamiento mecánico, y por lo tanto cuando esa parte mecánica haya llegado a su límite se debe detener su recorrido, para no dañar alguna parte del proceso automático. Cuando el actuador se encuentra en su límite de desplazamiento permitido, acciona los contactos de un interruptor que bien los puede abrir o cerrar (Fig. II.2).



Fig. II.2 Sensores de final de carrera.

- b) **Sensor Inductivo.-** Este tipo de sensor por su naturaleza de operación se dedica a detectar la presencia de metales. El sensor inductivo (Fig. II.3) internamente posee un circuito electrónico que genera un campo magnético, el cual está calibrado para medir una cierta cantidad de corriente eléctrica sin la presencia de metal alguno en el campo magnético, pero cuando se le acerca un metal, el campo magnético se altera provocando que la corriente que lo genera cambie de valor, lo que a su vez el sensor responde al sistema de control indicándole la presencia del metal. Una aplicación de este sensor es por ejemplo en las bandas transportadoras en donde van viajando una serie de materiales metálicos, como pueden ser latas y en los puntos donde se deben colocar estas latas, se instalan los sensores, y sin necesidad de un contacto físico el sensor reporta cuando una lata se encuentra en su cercanía.

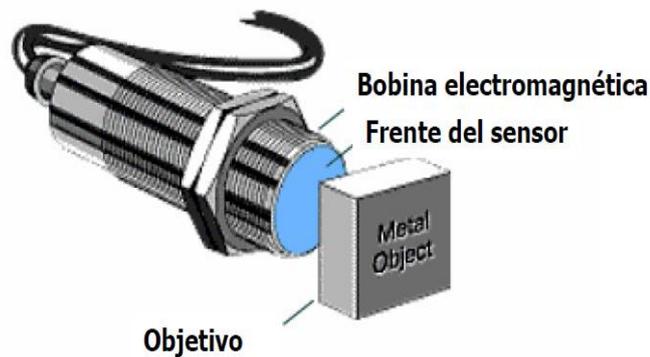


Fig. II.3 Sensor Inductivo

- c) **Sensor Magnético.-** El sensor magnético (Fig. II.4) se encarga de indicar cuando un campo magnético se encuentra presente cerca de él. El sensor magnético posee un circuito interno que responde cuando un campo magnético incide sobre este, este sensor puede ser desde un simple reed switch hasta un circuito más complejo que reporte por medio de un voltaje la presencia o no del campo magnético. Una aplicación de este tipo de sensores puede encontrarse en aquellos actuadores que pueden desplazarse linealmente, y a estos colocarles imanes en sus

extremos, para que cuando lleguen al sensor magnético sea detectado el campo del imán y el actuador se detenga y ya no prosiga con su movimiento.



Fig. II.4 Sensor Magnético.

d) Sensor Capacitivo

- Este tipo de sensor tiene la misión de detectar aquellos materiales cuya constante dieléctrica sea mayor que la unidad, (Fig. II.5).
- El sensor capacitivo basa su operación en el campo eléctrico que puede ser almacenado en un capacitor, el cual dependiendo del material dieléctrico la carga almacenada será muy grande o pequeña, teniendo como base la constante dieléctrica del aire que es igual que 1, cualquier otro material que puede ser plástico, vidrio, agua, cartón, etc, tienen una constante dieléctrica mayor que 1.
- Pues bien para detectar un material que no sea el aire, el sensor capacitivo tiene que ser ajustado para que sepa que material debe detectar.
- Un ejemplo para emplear este tipo de sensor es en una línea de producción en donde deben llenarse envases transparentes ya sean de vidrio o plástico, con algún líquido que inclusive puede ser transparente también.



Fig. II.5 Sensor Capacitivo.

e) Sensor Óptico

- El sensor óptico genera una barrera a base de la emisión de un haz de luz infrarrojo, motivo por el cual este sensor se dedica a la detección de interferencias físicas o incluso a identificar colores y obtener distancias. (Fig. II.6).
- Este sensor se basa en el uso de un diodo emisor de luz infrarroja, que por naturaleza del ojo humano no la podemos percibir, el diodo emisor envía el haz de luz y por medio de la reflexión, este haz de luz se hace regresar para ser captado por medio de un fotodiodo o fototransistor que es el que entrega una señal como respuesta a si existe el haz de luz infrarroja o no está presente.
- Para medir distancias se puede tomar el tiempo que tarda el haz de luz en regresar y por medio de una formula muy simple se puede calcular la distancia ya que $v = d/t$, en donde el tiempo lo podemos medir, y v es la velocidad a la que viaja la luz, por lo tanto se puede calcular la distancia d .
- La aplicación de este tipo de sensores puede ser muy amplia, ya que se puede utilizar como una barrera para que detecte el momento en que un operario introduce sus manos en un área peligrosa y pueda sufrir un accidente, o para detectar cuando el haz de luz se corta que un material



Fig. II.6 Sensor Óptico.

2.5.2 Los sensores analógicos

- Pueden presentar como resultado un número infinito de valores, mismos que pueden representar las diferentes magnitudes que estén presentes de una variable física, por lo tanto en los sensores analógicos su trabajo

se representa mediante rangos, por ejemplo, de 0V a 1.5V y dentro de este rango de posibles valores que puede adquirir la señal del sensor, está comprendido el rango de medición que le es permitido al sensor de medir una variable física.

- La señal que entrega puede representarse mediante variaciones de una señal de voltaje o mediante variaciones de un valor resistivo.

Sensor de temperatura

- Este es de los sensores más comunes que se emplean dentro de un proceso industrial, ya que por ejemplo en la industria alimenticia o metalúrgica o inyección de plásticos, etc. Se requiere de mantener los procesos ya sean de cocción o fundición por ejemplo en sus niveles de temperatura adecuada, ahora bien, dependiendo del proceso que se está controlando, de los niveles de temperatura que se tienen que medir, y de la resolución se cuenta con un sensor adecuado a las características que posee el proceso (Fig. II.7).

Entre los más comunes están:

- RTD.
- Termistores.
- Termopar.



Fig. II.7 RTD

2.6 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

2.6.1 Generalidades

El controlador lógico programable (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Un PLC trabaja en base a la información recibida por los captadores y el programa lógico interno, actuando sobre los accionadores de la instalación.

La historia del PLC (Control Lógico Programable) se remonta a finales de la década de 1960, apareció cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente con el propósito de eliminar el enorme costo que significaba el reemplazo de un sistema de control basado en relés (relays), interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinacional.

Los PLC's son dispositivos electrónicos creados específicamente para automatización industrial. Un PLC controla la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, procesan y reciben señales digitales y analógicas y pueden aplicar estrategias de control.

Dentro de las funciones que un PLC puede cumplir se encuentran operaciones como la de detección y de mando, en las que se elaboran y envían datos de acción a los accionadores. Además cumplen la importante función de programación facilitando la introducción, creación y modificación de las aplicaciones del programa.

Dentro de las ventajas que estos equipos poseen se encuentra el ahorro de tiempo en la elaboración de proyectos pudiendo realizar modificaciones sin costos adicionales. Por otra parte son de tamaño reducido y mantenimiento

de bajo costo, además permiten ahorrar dinero en mano de obra y la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo. Sin embargo y como sucede en todos los casos los controladores lógicos programables o PLC's, presentan ciertas desventajas como es la necesidad de contar con técnicos calificados y adiestrados específicamente para ocuparse de su buen funcionamiento.

2.6.2 Definición

Es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial procesos secuenciales.

Un PLC se puede definir como un sistema basado en un microprocesador. Sus partes fundamentales son la Unidad Central de Proceso (CPU), la Memoria y el Sistema de Entradas y Salidas (E/S).

La CPU se encarga de todo el control interno y externo del PLC y de la interpretación de las instrucciones del programa. En base a las instrucciones almacenadas en la memoria y en los datos que lee de las entradas, genera las señales de las salidas.

La memoria se divide en dos, la memoria de solo lectura o ROM y la memoria de lectura y escritura o RAM.

La memoria ROM almacena programas para el buen funcionamiento del sistema.

La memoria RAM está conformada por la memoria de datos, en la que se almacena la información de las entradas y salidas y de variables internas y por la memoria de usuario, en la que se almacena el programa que maneja la lógica del PLC.

El sistema de Entradas y Salidas recopila la información del proceso (Entradas) y genera las acciones de control del mismo (salidas). Los dispositivos conectados a las entradas pueden ser Pulsadores, interruptores, finales de carrera, termostatos, presostatos, detectores de nivel, detectores de proximidad, contactos auxiliares, etc. Al igual, los dispositivos de salida son también muy variados: Pilotos, relés, contactores, Drives o variadores de frecuencia, válvulas, etc.

2.6.3 Características destacadas de plc

- Tecnología de banda ancha.
- Velocidades de transmisión de hasta 45 Megabits por segundo (Mbps).
- Proceso de instalación sencillo y rápido para el cliente final.
- Enchufe eléctrico; toma única de alimentación, voz y datos.
- Equipo de conexión (Modem PLC).
- Transmisión simultánea de voz y datos.
- Conexión de datos permanente (activa las 24 horas del día).
- Permite seguir prestando el suministro eléctrico sin ningún problema.

2.6.4 Ventajas de plc

- Menor cableado.
- Reducción de espacio.
- Facilidad para mantenimiento y puesta a punto.
- Flexibilidad de configuración y programación.
- Reducción de costos.

2.6.5 Clasificación de PLC siemens serie simatic.

- Serie SIMATIC S7 200.
- Serie SIMATIC S7 300.
- Serie SIMATIC s7 1200.

2.6.6 PLC Siemens S7-1200.

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización.

Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC.

Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

Numerosas funciones de seguridad protegen el acceso tanto a la CPU como al programa de control:

- Toda CPU ofrece protección por contraseña que permite configurar el acceso a sus funciones.
- Es posible utilizar la "protección de know-how" para ocultar el código de un bloque específico.

La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Los módulos de comunicación están disponibles para la comunicación en redes RS485 o RS232.

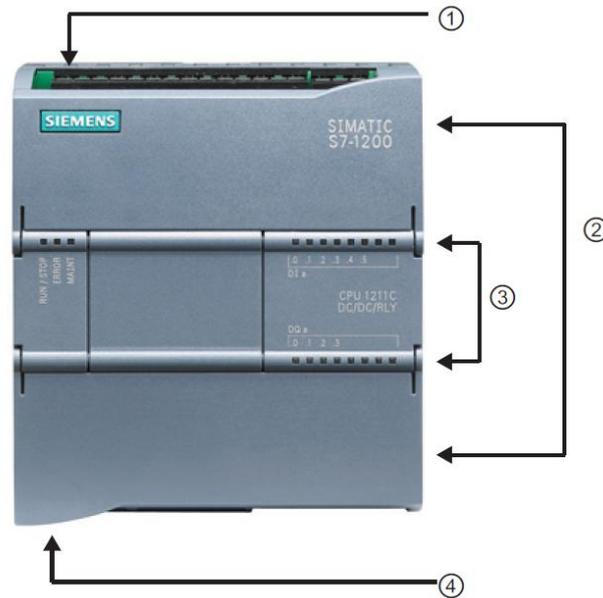


Fig. II.8 PLC S7-1200

- ① Conector de corriente
- ② Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas)
- ② Ranura para Memory Card (debajo de la tapa superior)
- ③ LEDs de estado para las E/S integradas
- ④ Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU).

Estructura Interna y externa

- Diseño escalable y flexible.
- Comunicación industrial.
- Funciones tecnológicas integradas.

2.6.6.1 Diseño escalable y flexible

La familia de controladores SIMATIC S7-1200 ha sido diseñada para otorgar la máxima flexibilidad en la configuración de máquinas individuales. Así podrá combinar libremente los elementos de su solución de control de la manera más conveniente, y cuando necesite ampliar el sistema, podrá hacerlo de manera rápida y sencilla.

2.6.6.2 Señales integradas, módulos de señales y módulos de comunicación.



Fig. II.9 Módulos de comunicación

El sistema SIMATIC S7-1200 incluye tres modelos de CPU con potencia escalonada: CPU 1211C, CPU 1212C y CPU 1214C. Todas ellas pueden ampliarse en función de las necesidades de la máquina. A cada CPU puede añadirse un Módulo de Señales Integradas para ampliar el número E/S digitales o lógicas sin necesidad de aumentar el tamaño físico del controlador. A la derecha de la CPU pueden colocarse los Módulos de Señales que se requieran para aumentar la capacidad de E/S digitales o analógicas. A la CPU 1212C pueden añadirse dos Módulos de Señales y, a la CPU 1214C, ocho. Finalmente, todas las CPU SIMATIC S7-1200 pueden equiparse hasta con tres Módulos de Comunicación a la izquierda del controlador, lo que permite una comunicación serie punto a punto.

Con un Módulo de Señales Integradas adicional, podrá aumentar el número de E/S digitales o analógicas de su controlador sin necesidad de aumentar físicamente su tamaño.

Instalación sencilla y cómoda.

El hardware completo SIMATIC S7-1200 incorpora clips para un montaje rápido y fácil en perfil DIN de 35 mm. Además, estos clips integrados son extraíbles, lo que significa que pueden funcionar como taladros de montaje

en caso de no utilizarse perfil soporte. El hardware SIMATIC7-1200 puede instalarse, con absoluta flexibilidad, tanto en posición horizontal como vertical.

2.6.6.3 Módulos de señales



Fig. II.10 Módulos de señal

Las mayores CPU admiten la conexión de hasta ocho Módulos de Señales, ampliando así las posibilidades de utilizar E/S digitales o analógicas adicionales.

2.6.6.4 Señales integradas



Fig. II.11 Módulos de señales integradas

Un Módulo de Señales Integradas puede enchufarse directamente a una CPU. De este modo pueden adaptarse individualmente las CPU, añadiendo E/S digitales o analógicas sin tener que aumentar físicamente el tamaño del controlador. El diseño modular de SIMATIC S7-1200 garantiza que siempre se podrá modificar el controlador para adaptarlo perfectamente a cualquier necesidad.

2.6.6.5 Módulos de comunicación



Fig. II.12 Módulos de comunicación

Toda CPU SIMATIC S7-1200 puede ampliarse hasta con 3 Módulos de Comunicación.

Los Módulos de Comunicación RS485 y RS232 son aptos para conexiones punto a punto en serie, basadas en caracteres.

Esta comunicación se programa y configura con sencillas instrucciones, o bien con las funciones de librerías para protocolo maestro y esclavo USS Drive y Modbus RTU, que están incluidas en el sistema de ingeniería SIMATIC STEP 7 Basic.

2.6.6.6 Memoria.



Fig. II.13 Memoria de programa

Permite seleccionar el tamaño de la memoria de programa y la de datos. Hasta 50 KB de memoria de trabajo en el controlador, con libre configuración del tamaño de memoria de programa y de datos de usuario, pueden definirse hasta 2048 Bytes como remanentes.

El usuario puede designar memoria de datos o de marcas como remanentes ante un corte de alimentación. Los datos designados no tienen por qué ser contiguos.

SIMATIC Memory Card

Con la SIMATIC Memory Card opcional pueden transferirse fácilmente programas a varias CPU. La tarjeta también puede utilizarse para guardar diversos archivos o para actualizar el firmware del controlador, Módulos de señales y Módulos de Comunicación.

Simplemente insertar la SIMATIC Memory Card en la CPU y darle tensión, el programa de usuario no se pierde durante el proceso.

2.6.7 Software Del PLC (STEP 7 Basic)

El software STEP 7 Basic ofrece un entorno amigable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como PLCs y dispositivos HMI. STEP 7 Basic ofrece dos lenguajes de programación (KOP y FUP) que permiten desarrollar el programa de control de la aplicación de forma fácil y eficiente.

Asimismo, incluye las herramientas para crear y configurar los dispositivos HMI en el proyecto.

Para poder encontrar la información necesaria, STEP 7 Basic ofrece un completo sistema de ayuda en pantalla.

Para instalar STEP 7 Basic, inserte el CD en la unidad de CDROM del equipo. El asistente de instalación arranca automáticamente y le guía por el proceso de instalación. Encontrará más información en el archivo Léame.

Para instalar el software STEP 7 Basic en un equipo con el sistema operativo Windows2000, Windows XP o Windows Vista, es preciso iniciar la sesión con derechos de administrador.

2.6.7.1 Lenguajes de programación fáciles de usar

STEP 7 ofrece los lenguajes de programación estándar siguientes para S7-1200:

- KOP (esquema de contactos) es un lenguaje de programación gráfico. Su representación se basa en esquemas de circuitos.
- FUP (diagrama de funciones) es un lenguaje de programación que se basa en los símbolos lógicos gráficos empleados en el álgebra booleana.
- SCL (estructura del control de lenguaje) es un lenguaje de programación de alto nivel basado en texto.

Al crear un bloque lógico, se debe seleccionar el lenguaje de programación que empleará dicho bloque. El programa de usuario puede emplear bloques lógicos creados con cualquiera de los lenguajes de programación. El lenguaje de programación que usará es el esquema de contactos (KOP).

2.6.7.2 Esquema de contactos (KOP)

Los elementos de un esquema de circuitos, tales como los contactos normalmente cerrados y normalmente abiertos, así como las bobinas, se combinan para formar segmentos. Ver figura 32.

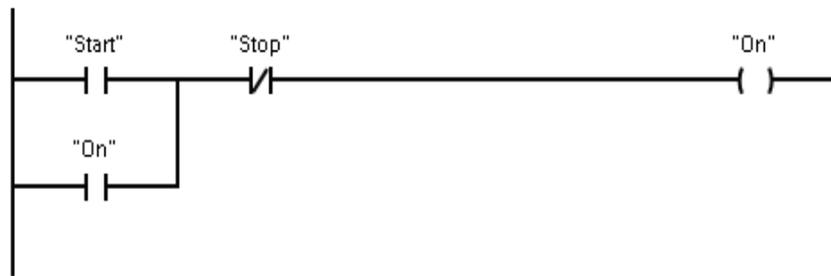


Fig. II.14 Ejemplo de Esquema de Contactos

Para crear la lógica de operaciones complejas, es posible insertar ramas para los circuitos paralelos. Las ramas paralelas se abren hacia abajo o se conectan directamente a la barra de alimentación.

KOP ofrece instrucciones con cuadros para numerosas funciones, por ejemplo: matemáticas, temporizadores, contadores y transferencia.

STEP 7 no limita el número de instrucciones (filas y columnas) de un segmento KOP. Todo segmento KOP debe terminar con una bobina o cuadro.

Tenga en cuenta las reglas siguientes al crear segmentos KOP:

- No se permite programar ramas que puedan ocasionar un flujo invertido de la corriente.

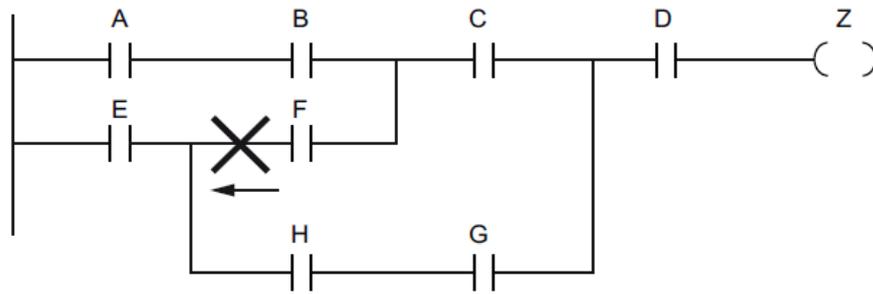


Fig. II.15 Ejemplo de conexión que no se debe hacer (a)

- No se permite programar ramas que causen cortocircuitos.

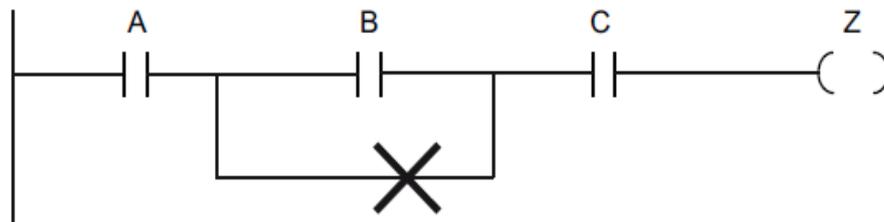


Fig. II.16 Ejemplo de conexión que no se debe hacer (b)

2.6.7.3 Diferentes vistas que facilitan el trabajo

Para aumentar la productividad, el Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) ofrece dos vistas diferentes de las herramientas disponibles, a saber: distintos portales orientados a tareas organizados según las funciones de las herramientas (vista del portal) o una vista orientada a los elementos del proyecto (vista del proyecto). El usuario puede seleccionar la vista que considere más apropiada para trabajar eficientemente. Con un solo clic es posible cambiar entre la vista del portal y la vista del proyecto.

La vista del portal ofrece una vista funcional de las tareas del proyecto y organiza las funciones de las herramientas según las tareas que deban realizarse, p.ej. configurar los componentes de hardware y las redes.

Es posible determinar fácilmente el procedimiento y la tarea que debe seleccionarse.

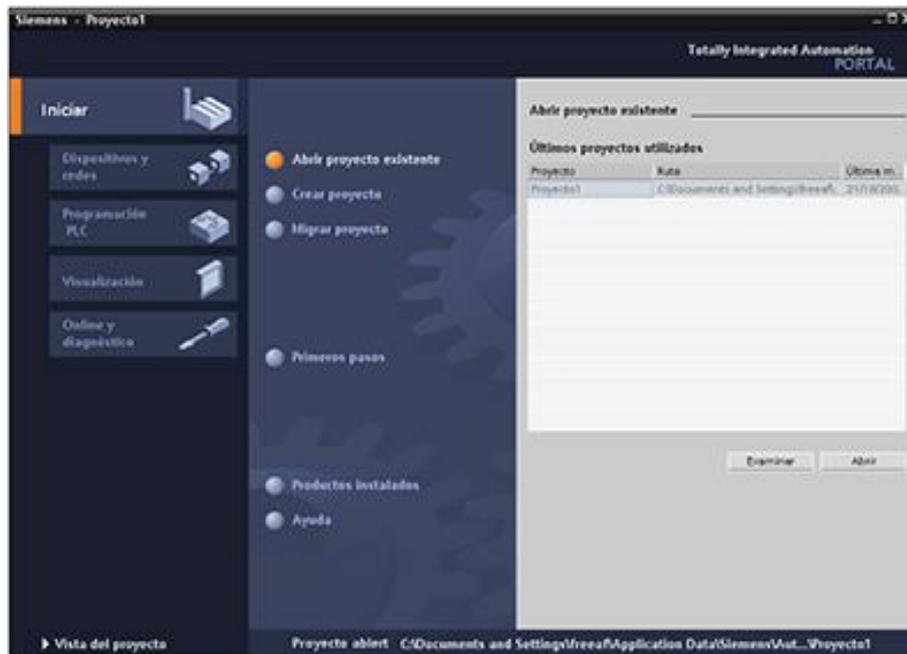


Fig. II.17 Pantalla principal del TIA Portal v10.

La vista del proyecto proporciona acceso a todos los componentes del proyecto. Puesto que todos estos componentes se encuentran en un solo lugar, es posible acceder fácilmente a todas las áreas del proyecto. El proyecto contiene todos los elementos que se han creado o finalizado.

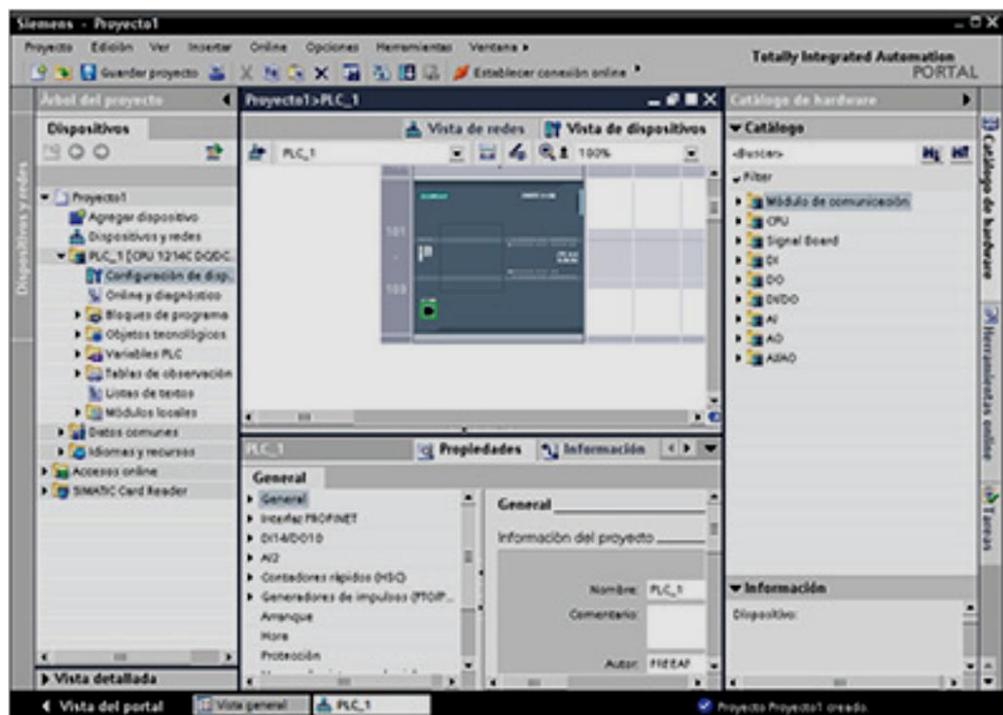


Fig. II.18 Vista del proyecto en el TIA Portal V10.

2.6.7.4 Requisitos mínimos y recomendados

Los requisitos de software y hardware mínimos que deben cumplirse para la instalación del paquete de software “SIMATIC STEP 7 Basic” se muestran en la tabla VI.

Tabla II.I Requisitos de instalación

Hardware/software	Requisitos
Tipo de procesador	Pentium 4, 1.7 GHz o similar
RAM	Windows XP: 1 GB
Espacio libre en el disco	2 GB
Sistemas operativos	<ul style="list-style-type: none">• Windows XP (Home SP3, Professional SP3)• Windows Vista (Home Premium SP1, Business SP1, Ultimate)
Tarjeta gráfica	32 MB RAM
Resolución de pantalla	1024x768
Red	A partir de Ethernet 10 Mbits/s
Unidad óptica	DVD-ROM

2.6.7.5 Comunicación PC con el PLC

Una PG o PC se comunica con el PLCs7-1200 a través de la interfaz Profinet que dispone este dispositivo, por medio del protocolo Ethernet. Esta es una de las grandes ventajas de las que dispone este PLC sobre los demás ya que se puede cargar un programa definido por el usuario con cualquier cable Ethernet. En este caso se ha utilizado un cable de par trenzado directo. Por esta razón el software al momento de realizar la configuración de hardware se puede modificar la dirección IP que es asignado al PLC, que por defecto es la 192.168.128.1 con máscara de subred 255.255.255.0. La modificación de la dirección IP se la realiza en la ventana propiedades de la configuración de dispositivos. Ver fig. II.19.

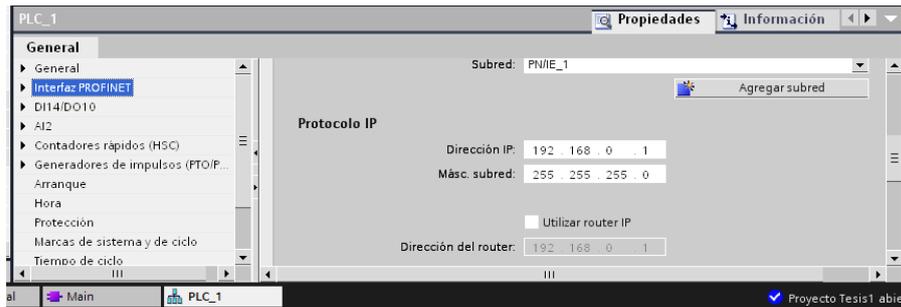


Fig. II.19 Configuración de dirección IP en el PLC

2.7 ACTUADORES NEUMÁTICOS Y ELÉCTRICOS.

2.7.1 Introducción a los actuadores.

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control como, por ejemplo, una válvula.

Existen varios tipos de actuadores como son:

- Electrónicos
- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos

Los actuadores hidráulicos, neumáticos y eléctricos son usados para manejar aparatos mecatrónicos. Por lo general, los actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia, y los neumáticos son simples posicionamientos. Sin embargo, los hidráulicos requieren mucho equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico. Por otro lado, las aplicaciones de los modelos neumáticos también son limitadas desde el punto de vista de precisión y mantenimiento.

2.7.2 Actuadores neumáticos.

Son mecanismos que convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico.

2.7.3 Clasificación de los actuadores neumáticos

El trabajo realizado por un actuador neumático puede ser lineal o rotativo. El movimiento lineal se obtiene por cilindros de émbolo (éstos también proporcionan movimiento rotativo con variedad de ángulos por medio de actuadores del tipo piñón-cremallera).

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.

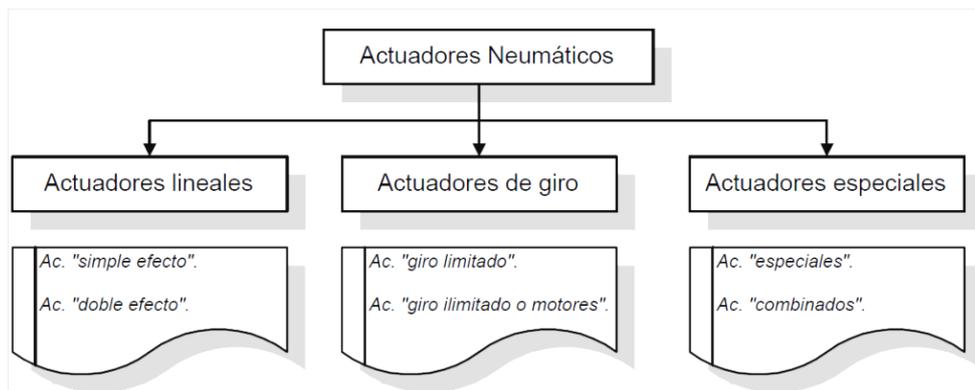


Fig. II.20 Clasificación genérica de actuadores.

2.7.3.1 Actuadores lineales

Los cilindros neumáticos independientemente de su forma constructiva, representan los actuadores más comunes que se utilizan en los circuitos neumáticos. Existen dos tipos fundamentales de los cuales derivan construcciones especiales.

- **Cilindros de simple efecto**, con una entrada de aire para producir una carrera de trabajo en un sentido.
- **Cilindros de doble efecto**, con dos entradas de aire para producir carreras de trabajo de salida y retroceso.

- a) **Cilindro de simple efecto.**- Los cilindros de simple efecto se utilizan para sujetar, marcar, expulsar, etc. Tienen un consumo de aire algo más bajo que un cilindro de doble efecto de igual tamaño. Sin embargo, hay una reducción de impulso debida a la fuerza contraria del resorte, así que puede ser necesario un diámetro interno algo más grande para conseguir una misma fuerza. También la adecuación del resorte tiene como consecuencia una longitud global más larga y una longitud de carrera limitada, debido a un espacio muerto.

La variedad constructiva de los cilindros de simple efecto es muy importante, pero todos ellos presentan la misma mecánica de trabajo.

El cilindro de simple efecto realiza el trabajo en un solo sentido:

- El émbolo se desplaza por la presión del aire comprimido.
- Después retorna a su posición inicial por medio de un muelle recuperador o mediante fuerzas exteriores.

Como por regla general la longitud de la carrera no supera los 10 cm, que el diámetro de los cilindros es pequeño y el consumo de aire es muy poco entonces se suelen aplicar, como elementos auxiliares en las automatizaciones

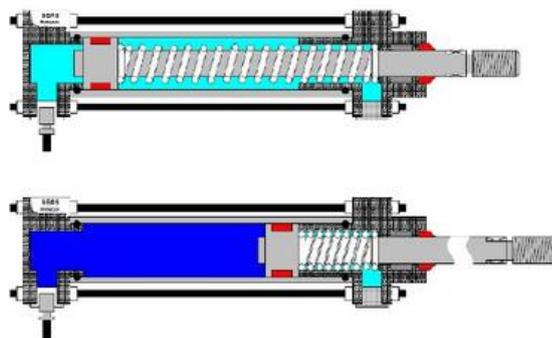


Fig. II.21 Simple efecto “tradicional”, normalmente dentro.

- b) **Cilindro de doble efecto.**- Los cilindros de doble efecto son aquellos que realizan tanto su carrera de avance como la de retroceso por acción del aire comprimido. Su denominación se debe a que emplean las dos

caras del émbolo, por lo que estos componentes sí que pueden realizar trabajo en ambos sentidos.

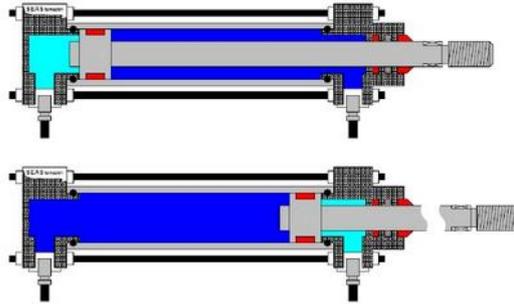


Fig. II.22 Cilindro de doble efecto

El campo de aplicación de los cilindros de doble efecto es mucho más extenso que el de los de simple, incluso cuando no es necesaria la realización de esfuerzo en ambos sentidos. Esto es debido a que, por norma general, los cilindros de siempre contienen aire en una de sus dos cámaras, por lo que será seguro el posicionamiento.

Para poder realizar un determinado movimiento (avance o retroceso) en un actuador de doble efecto, es preciso que entre las cámaras exista una diferencia de presión. Por norma general, cuando una de las cámaras recibe aire a presión, la otra está comunicada con la atmósfera, y viceversa. Este proceso de conmutación de aire entre cámaras nos ha de preocupar poco, puesto que es realizado automáticamente por la válvula de control asociada (disposiciones de 4 ó 5 vías con 2 ó 3 posiciones).

En definitiva, podemos afirmar que los actuadores lineales de doble efecto son los componentes más habituales en el control neumático. Esto es debido a que:

- Se tiene la posibilidad de realizar trabajo en ambos sentidos (carreras de avance y retroceso).
- No se pierde fuerza en el accionamiento debido a la inexistencia de muelle en oposición.

- Para una misma longitud de cilindro, la carrera en doble efecto es mayor que en disposición de simple, al no existir volumen de alojamiento.

No debemos olvidar que estos actuadores consumen prácticamente el doble que los de simple efecto, al necesitar inyección de aire comprimido para producir tanto la carrera de avance como la de retroceso.

En los actuadores lineales de doble efecto, se produce un desfase entre la fuerza provocada a la salida y a la entrada del vástago, y lo mismo ocurre con la velocidad. Este efecto se debe a la diferencia que hay entre los volúmenes de las cámaras formadas (en consecuencia, del volumen ocupado por el vástago del cilindro).



Fig. II.23. Diferencia entre las secciones efectivas de un cilindro.

- c) **Cilindros de doble vástago.-** Este tipo de cilindros tiene un vástago corrido hacia ambos lados. La guía del vástago es mejor, porque dispone de dos cojinetes y la distancia entre éstos permanece constante. Por eso, este cilindro puede absorber también cargas laterales pequeñas. Los emisores de señales, pueden disponerse en el lado libre del vástago.

La fuerza es igual en los dos sentidos (las superficies del émbolo son iguales), al igual que sucede con la velocidad de desplazamiento. Este tipo de cilindros recibe también la denominación de cilindro compensado y es importante recordar el equilibrio entre fuerzas y velocidad de lo que puede considerarse como “teóricos” avances y retornos de vástago.

Evidentemente, para cumplirse esta corrección de desfases los diámetros de los vástagos han de ser iguales.



Fig. II.24 Cilindro compensado o de doble vástago

2.7.3.2 Actuadores de giro

Los actuadores rotativos son los encargados de transformar la energía neumática en energía mecánica de rotación. Dependiendo de si el móvil de giro tiene un ángulo limitado o no, se forman los dos grandes grupo:

- a) **Actuadores de giro limitado**, que son aquellos que proporcionan movimiento de giro pero no llegan a producir una revolución (exceptuando alguna mecánica particular como por ejemplo piñón – cremallera). Existen disposiciones de simple y doble efecto para ángulos de giro de 90° , 180° ..., hasta un valor máximo de unos 300° (aproximadamente).
- b) **Motores neumáticos**, que son aquellos que proporcionan un movimiento rotatorio constante. Se caracterizan por proporcionar un elevado número de revoluciones por minuto.

2.7.3.3 Cilindros especiales.

- a) **Cilindros multiposicionales**, con dos o más cilindros se logran varias posiciones. El número de posiciones finales de un cilindro por el exponente del número de cilindros acoplados nos da el número de posiciones. Por ejemplo con dos cilindros, tenemos cuatro posiciones posibles.

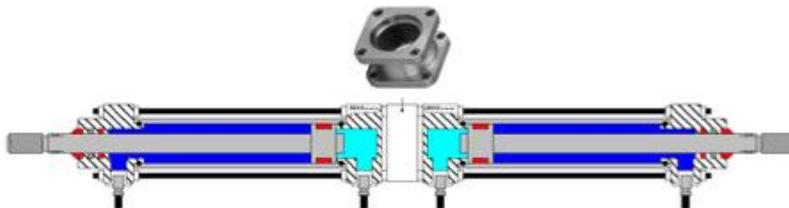


Fig. II.25 Montaje multiposicional.

- b) **Cilindros tándem**, con dos o más cilindros acoplados en un solo cuerpo, disponemos con el mismo diámetro una fuerza mayor.



Fig. II.26 Cilindro tándem.

2.7.3.4 Válvulas neumáticas

Las válvulas son dispositivos que controlan, mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal de un fluido, en este caso de aire comprimido.

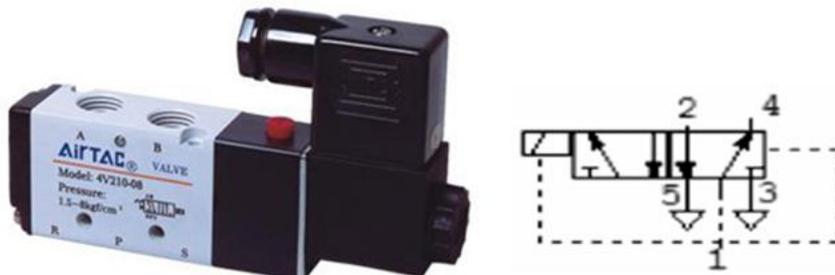


Fig. II.27 Electroválvula.

a) Válvulas mecánicas

Son las válvulas las cuales para su accionamiento se necesita una fuerza mecánica

b) Válvulas eléctricas

Son válvulas las cuales integran un solenoide para su accionamiento, esto permite con mayor facilidad comandar desde un controlador o un PLC.

2.7.4 Actuadores eléctricos

2.7.4.1 Definición de actuador eléctrico

Los actuadores son los dispositivos encargados de efectuar acciones físicas ordenadas por algún sistema de control. Esta acción física puede ser un movimiento lineal o un movimiento circular según sea el caso. Se le da el nombre de actuadores eléctricos cuando se usa la energía eléctrica para que se ejecuten sus movimientos.

Los sistemas que usan la energía eléctrica se caracterizan por una mayor exactitud y repetitividad.

2.7.4.2 Funcionamiento

La estructura de un actuador eléctrico es simple en comparación con la de los actuadores hidráulicos y neumáticos, ya que sólo se requieren de energía eléctrica como fuente de poder. Como se utilizan cables eléctricos para transmitir electricidad y las señales, es altamente versátil y prácticamente no hay restricciones respecto a la distancia entre la fuente de poder y el actuador.

Existe una gran cantidad de modelos y es fácil utilizarlos con motores eléctricos estandarizados según la aplicación. En la mayoría de los casos es necesario utilizar reductores, debido a que los motores son de operación continua.

2.7.4.3 Motor de corriente continua.

a) Características

- Desde potencias fraccionarias hasta el millar de KW
- En tareas de regulación de velocidad o par
- Regula desde cero rpm a velocidad nominal con muy buena precisión
- Regulación de par

- Con par a cero rpm

b) Aplicaciones

Aplicaciones de regulación de velocidad en general

- Máquinas de envase y embalaje
- Cintas transportadoras
- Ventilación

Aplicaciones que requieren precisión

- Posicionamiento

Regulación de par y par a cero rpm

- Enrolladoras
- Elevación

Regulación de motores de potencias grandes

- Laminadoras
- Extrusoras

2.7.4.4 Relés o relevador

El relé o relevador es un dispositivo electromecánico. Funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de una bobina y un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos independientes. Fue inventado por Joseph Henry en 1835.

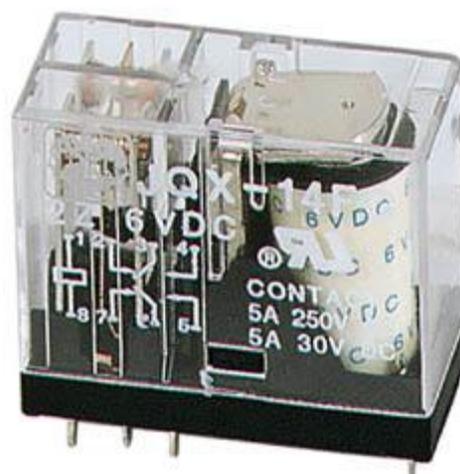


Fig. II.28 Relés o relevador

Los relés están formados por un contacto móvil o polo y por un contacto fijo, pero también hay relés que funcionan como un conmutador, porque disponen de un polo (contacto móvil) y dos contactos fijos. Pueden ser de tipo electromecánico o totalmente electrónico, en cuyo caso carece de partes móviles.

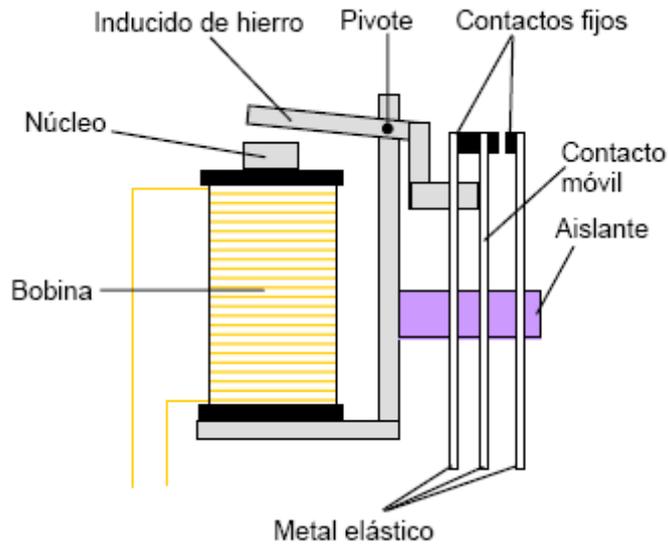


Fig. II.29 Estructura de un Relé.

2.7.5 Accesorios eléctricos y neumáticos

- a) **Borneras.**- las borneras son utilizadas para facilitar las conexiones entre los actuadores eléctricos y los dispositivos de control.



Fig. II.30 Borneras

- b) **Pulsadores.**- Son dispositivos utilizados para el mando de los procesos, este permite el paso o interrupción de la corriente eléctrica, permitiendo tener una señal ON/OFF.



Fig. II.31 Pulsadores

- c) **Racores.**- los racores son elementos de conexión instantánea y segura a prueba de fugas. Estos elementos presentan considerables ventajas, debido a que se fabrican en diversos materiales; sus aplicaciones típicas son los sistemas de control neumático.



Fig. II.32 Racores

- d) **Manguera.**- Las mangueras son accesorios utilizados para conducir el aire comprimido de los sistemas neumáticos, en líneas de señal y trabajo de instrumentación y control, en donde se requiere un medio de conducción seguro, ligero, resistente y flexible, de aire comprimido.



Fig. II.33 Mangueras Neumáticas.

- e) **Luz piloto.-** son accesorios que permiten conocer el estado del proceso mediante la emisión de luz.



Fig. II.34 Luz piloto

- f) **Cable.-** es el medio por el cual fluye la energía eléctrica desde la fuente de poder hasta los actuadores eléctricos.

- g) **Selector.-** para energizar al módulo didáctico



Fig. II.35 Selector

CAPÍTULO III

3 IMPLEMENTACIÓN DEL MODULO

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se detallara la implementación y partes que conforman el proceso de llenado de frascos con mesa de indexación utilizando el PLC S7-1200 para la automatización.

Básicamente en este módulo tenemos las tres partes principales de la automatización los cuales lo conforma los sensores, la parte de control (PLC) y los actuadores, todos ellas agrupándose y conformando cada una de las estaciones de trabajo.

3.2 DESARROLLO DE LA ESTRUCTURA

Se ha visto conveniente la utilización de perfiles de aluminio, debido a que abunda en el mercado, es de bajo costo, fácil de manipular, liviano en cuanto

al peso y de fácil adaptación con los demás elementos necesarios que se vayan a adherir al módulo para su funcionamiento.

La ingeniería requiere de una variedad de cálculos para la elaboración de cualquier tipo de estructura sea cual sea su utilización ya que se debe garantizar el correcto funcionamiento de las distintas aplicaciones en las que se vayan a utilizar.

Antes de empezar el trabajo manual se ha decidió hacer un bosquejo general de la estructura mecánica del proceso, ya que se necesita dimensionar las medidas de cada perfil que conformarían la estructura debido a que el proceso lleva varios elementos en diferentes ubicaciones.

Previamente seleccionados los elementos a ser utilizados, se ha tomado las medidas respectivas de cada uno de estos y se pueda dar una correcta ubicación a cada uno de sus elementos.

El proceso de llenado de frascos con mesa de indexación, está conformado por las siguientes etapas:

- Estación de transporte de frascos
- Estación de llenado de frascos.
- Estación de sujeción y roscado
- Estación de expulsión de frascos.

Todo el modulo está comandado por un PLC S7-1200, a través de dos electroválvulas para la parte neumática y tres relés para la parte eléctrica, así, también las señales de entrada al PLC son tomados mediante sensores que indican la posición o estado del proceso.

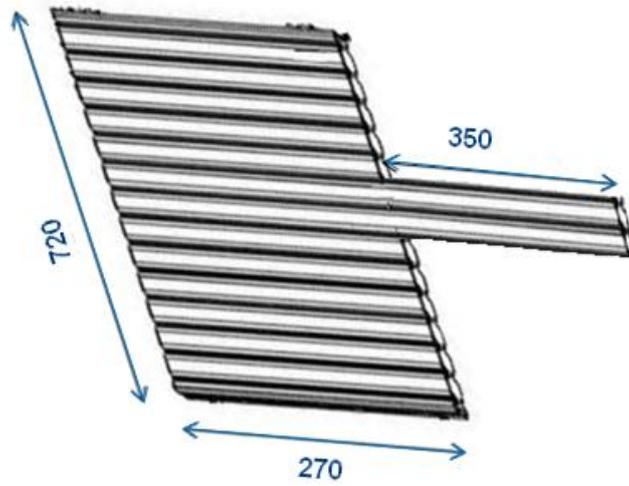


Fig. III.36 Base para la ubicación de los elementos

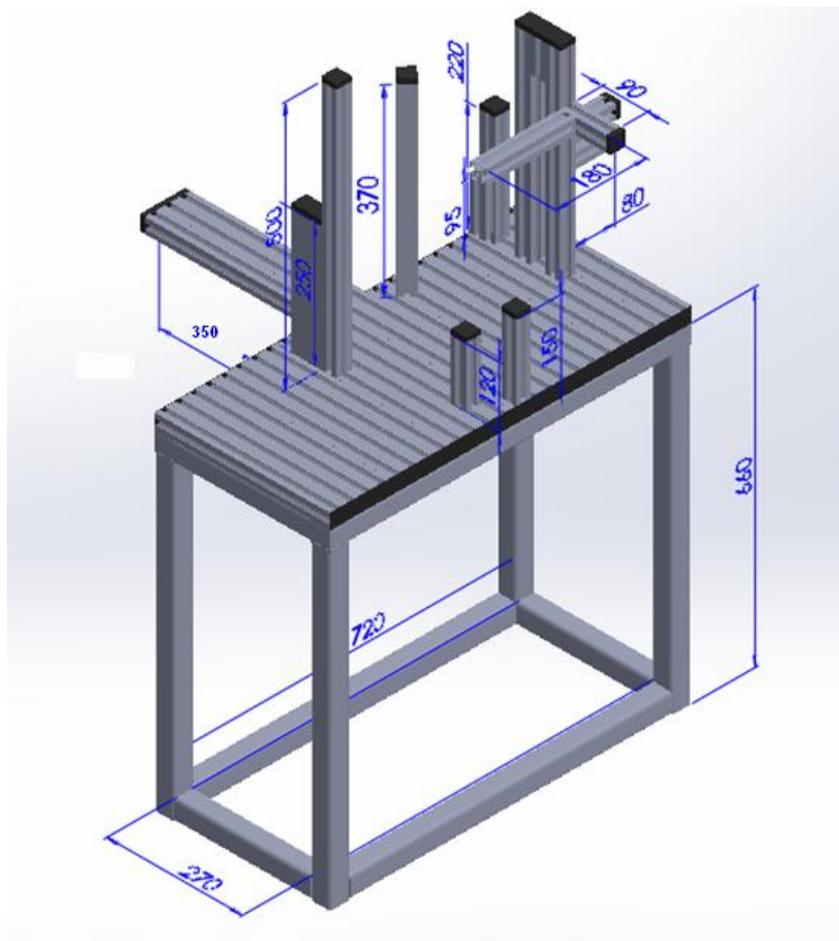


Fig. III.37 Esquema general del módulo.

3.3 MONTAJE DEL MÓDULO

3.3.1 Montaje mecánico

La estructura del módulo está fabricada en perfiles modular de aluminio de 30x30mm de cuatro canales.

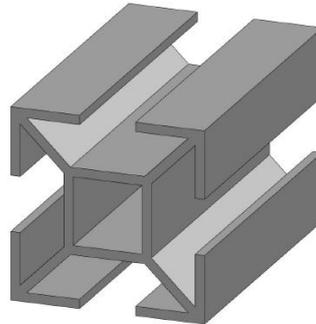


Fig. III.38 Perfil modular de aluminio.

3.3.1.1 Tuerca cabeza de martillo

Este tipo de tuerca se utiliza para fijar cualquier accesorio a los perfiles modulares. Se introduce frontalmente, se desliza por el canal de los perfiles y al girar un cuarto de vuelta este queda bloqueado.

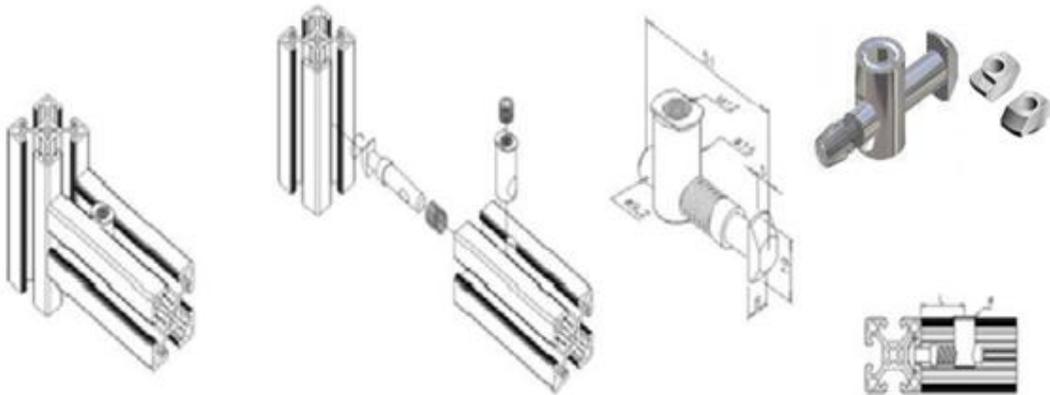


Fig. III.39 Conector de perfiles perpendicular.

3.3.1.2 Tapas laterales

Como medio de protección y seguridad se utiliza las tapas laterales, que además da un mejor acabado a la estructura.

Estas tapas laterales son accesorios fabricados en materiales de PVC opacos y transparentes.

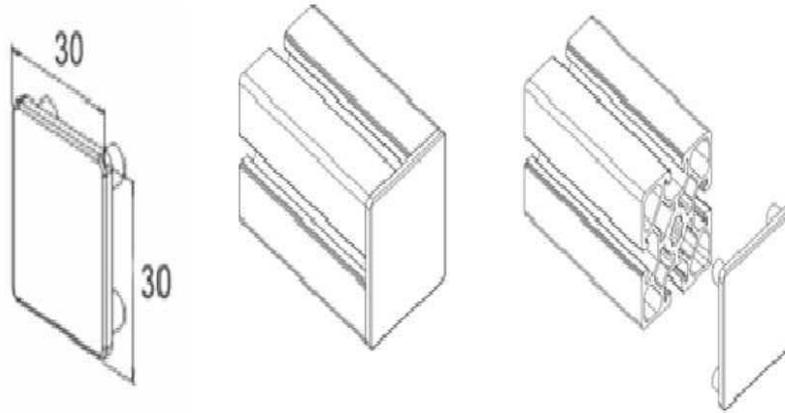


Fig. III.40 Perfil modular

3.3.1.3 Ángulos de sujeción

Este accesorio es un ángulo de aluminio que es utilizado como soporte para varios elementos y accesorios que van acoplados en sus respectivos marcos hechos a medida para cada elemento. En este caso se lo utiliza para acoplar el sensor óptico (SO) para detectar si el frasco está listo para empezar el proceso de llenado.

3.3.1.4 Canaletas y riel DIN

Y para terminar con el montaje mecánico se utilizaron las canaletas y rieles DIN que posteriormente serán utilizadas para el cableado eléctrico y montaje de los elementos de control y mando.

3.3.2 Montaje eléctrico.

3.3.2.1 Motor eléctrico

El motor eléctrico es un motor de 24V de corriente continua, uno está ubicado en la parte inferior de la mesa de indexación, el mismo que va

acoplado a su estructura de soporte mediante una placa de sujeción, otro motor para la banda transportadora y el roscado.



Fig. III.41 Motor para la mesa giratoria.

El motor es accionado mediante un relé Km de 24VDC, el cual recibe la señal directamente de la salida Q.3 del PLC.

3.3.2.2 Función de indexar

Una de las tareas fundamentales que debe realizar la máquina es la de arrancar y parar en cada estación durante el tiempo necesario para que se realice la tarea, A esto se le llamará Indexación. La indexación puede ser lineal (mediante una banda o carrusel) o rotativa y se define como el proceso de arrancar y parar en intervalos precisos en lugares precisos.

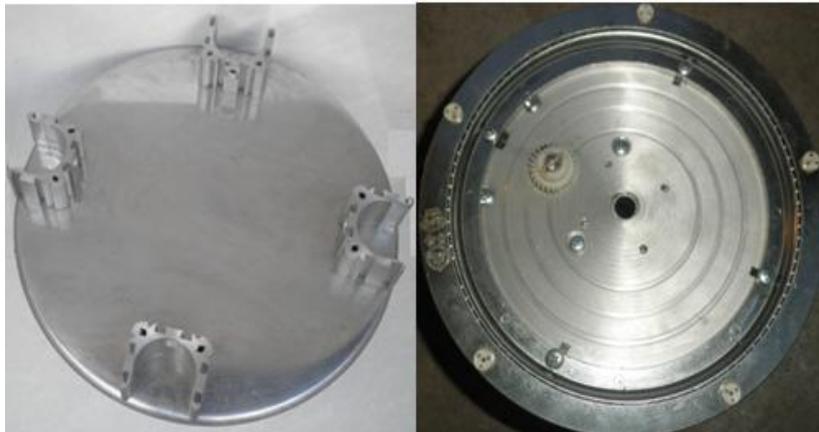


Fig. III.42 Mesa indexadora

3.3.2.3 Banda transportadora

En esta etapa el operador o encargado proporciona tanto los frascos y tapas necesarias tomando en cuenta la posición en la que deben de estar dichos elementos (las tapas hacia abajo, los envases con el orificio hacia arriba), en una cantidad adecuada y con la ayuda de los deslizadores de tapas.

En este estado la banda transportadora está encendida y es la encargada de acercar los frascos a la mesa indexadora, el motor de roscado y el motor de la mesa está apagado, y todos los cilindros se encuentran desactivados (cilindros en posición menos).



Fig. III.43 Banda transportadora

3.3.2.4 Llenado de frascos

En el momento que sensor óptico detecta el frasco se desactiva la banda transportadora, para proceder al llenado que se lo realiza mediante un pistón, para luego encender la mesa indexadora y continuar con las siguientes etapas sujeción y enroscado y al final la etapa de expulsión.

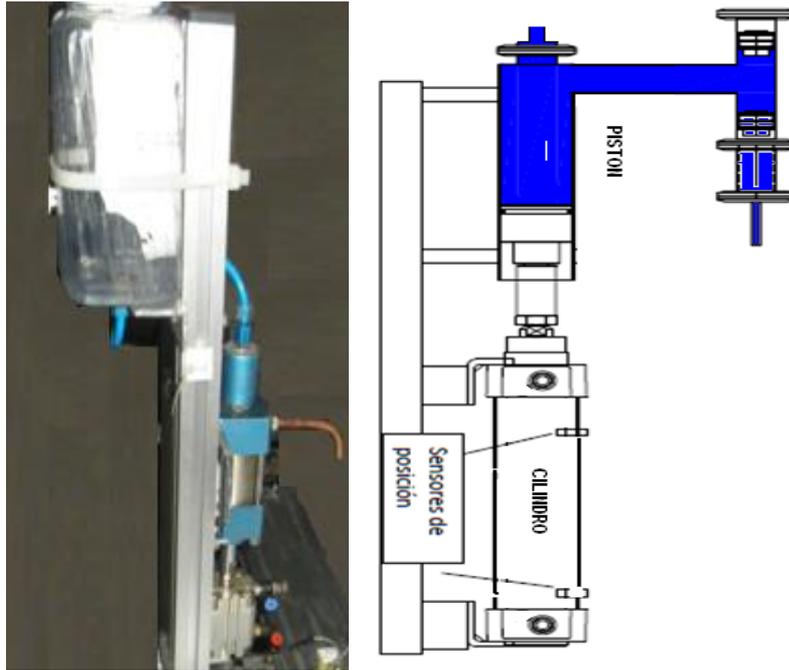


Fig. III.44 Llenado de frascos

3.3.2.5 Sujeción y roscado del frasco

Para poder realizar el tapado y roscado de las tapas en su respectivo envase, se utiliza un cilindro neumático que sujetara al envase contra una parte de la mesa de indexación.

Además existe un cilindro neumático que baja al motor de 24 V DC sobre el frasco que está listo para ser enroscado.

Para poder realizar el roscado se cuenta con un acople de caucho, el cual permitirá tener mayor sujeción en la tapa y al momento de giro del motor no habrá deslizamientos.



Fig. III.45 Sujeción y roscado

3.3.2.6 Expulsión de frascos

Se tiene un cilindro neumático de doble efecto que opera el desplazamiento horizontal del vástago en el módulo con un alcance de movimiento de 50mm. Es la etapa final donde el frasco donde es expulsado luego de haber pasado por las dos etapas anteriormente mencionados.

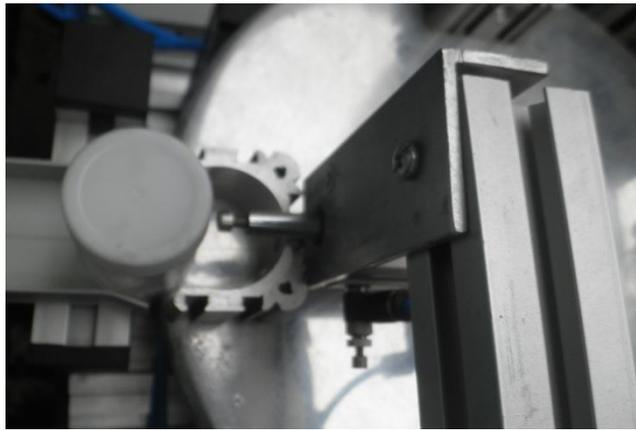


Fig. III.46 Cilindro de expulsión.

3.3.2.7 Panel de control

El panel de control está ubicado en la parte derecha del módulo (Fig. III.47), en este se encuentran los elementos de maniobra como:

- Selector, sirve para el encendido y apagado general del módulo.
- Pulsador verde START, funciona como botón de inicio y el pulsador rojo STOP para el paro del módulo.
- Luz verde de señalización, indica que el módulo está trabajando y Luz roja de señalización, indica que el modulo se encuentra en stop.
- PLC, este es muy importante ya que es el que emite las señales de control a partir de los estados de las entradas que los toma del pulsador y de los sensores.

El PLC está sujeto a un riel DIN, junto con los relés Kb, Km y Kt, y a las borneras de conexión.



Fig. III.47 Panel de control.

3.3.3 Montaje neumático

Uno de los sistemas necesarios para el funcionamiento del módulo, es el sistema neumático. Este sistema permite el funcionamiento de los diferentes elementos neumáticos de la estación llenado de frascos, estación roscado y sujeción, estación de expulsión, todo esto acompañado del bloque de distribución y las electroválvulas, durante el proceso de trabajo.

Se debe tener mucho cuidado al momento de realizar el montaje neumático, principalmente se debe tener en cuenta las distancias de la carrera de los actuadores neumáticos.

El sistema puede trabajar con presión de aire de hasta 8 bares según las características de los elementos, para evitar daños se recomienda trabajar con 5 bares de presión.

Los cilindros neumáticos van montados en unos ángulos de sujeción de aluminio, los mismos que se acoplan mediante pernos y tuercas cabeza de martillo, cada uno en su estructura de soporte. Los cilindros vienen con una

guía roscada en los extremos, la misma que se introduce en el agujero del ángulo de sujeción y se aseguran mediante la tuerca de ajuste.

La velocidad de avance del vástago es controlada por una válvula reguladora de caudal VQ.

La posición final del cilindro está monitoreada por un sensor magnético de posición.

3.3.3.1 Bloque de válvulas de distribución

Está montado en la parte derecha, sobre la estructura base del módulo de proceso.

Está compuesto por un bloque neumático con sistema de silenciadores, sobre este bloque de distribución van acopladas 2 electroválvulas 5/2 (5 vías, 2 posiciones), monoestables, los impulsos de las bobinas de estas electroválvulas son de 24 VDC.



Fig. III.48 Bloque de válvulas de distribución.

1. Electroválvula EV1 controla el accionamiento del cilindro del pistón para el llenado del líquido.
2. Electroválvula EV2 controla el accionamiento de los cilindros de sujeción, roscado y expulsión.
3. Bloque de distribución (manifold).
4. Silenciadores.

5. Toma de alimentación de aire.

La línea de alimentación de aire comprimido, se conecta al manifold y de aquí hacia las electroválvulas 5/2 a la posición de reposo, el bloque de válvulas de distribución contienen cuatro silenciadores, los cuales cumplen la función de disminuir el ruido producido por el aire comprimido.

En caso de presentarse cortes del suministro de energía en el sistema, las electroválvulas retornan a la posición de reposo a través del accionamiento de su resorte interno.

3.3.3.2 Para las mangueras y racores

Las conexiones de aire entre los diferentes elementos neumáticos se realizan de acuerdo al siguiente diagrama neumático.

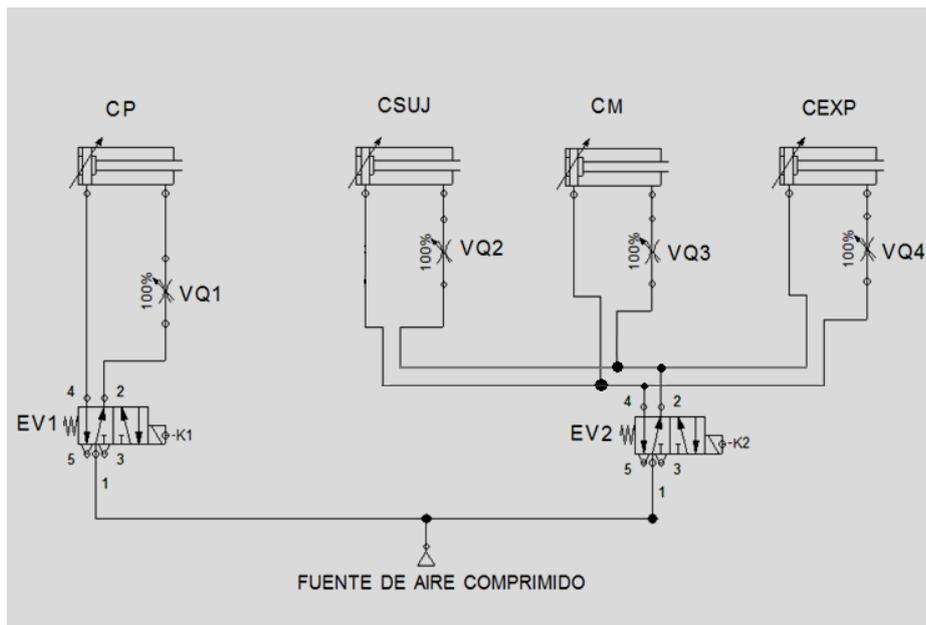


Fig. III.49 Diagrama de conexión neumático.

Para este caso las conexiones están hechas mediante el uso de manguera flexible y acoples rápidos de tecnopolímero, lo que facilita la rápida instalación del sistema de alimentación de aire en el equipo.

No se requiere de herramienta alguna para la inserción o remoción de la manguera en la conexión, lo cual simplifica las tareas de ensamble, reparación o modificación en la instalación del módulo de proceso.

3.3.4 Montaje de sensores

3.3.4.1 Sensor inductivo

El sensor inductivo SI (Fig. III.50) se ubica debajo del plato de la mesa de indexación y va sujeto a un ángulo de aluminio, que está montado en su estructura de soporte.

Tiene la función de detectar las cuatro posiciones finales de la mesa de indexación, las cuales están definidas por los tornillos de posicionado, los mismos que están ubicados en la parte inferior de la mesa indexadora.

El procedimiento de ajuste del sensor se lo realiza, moviendo el sensor en su soporte mediante la tuerca de regulación que tiene incorporada, hasta que el tornillo de posicionamiento del plato, ingrese en el campo de detección del sensor y esté en el rango de distancia adecuado de operación, en ese momento se prendera la luz LED del sensor que indica que está activado.

Se debe tener cuidado al apretar las tuercas del sensor, haciendo solamente la fuerza necesaria para fijar el detector, pues podría estropearse al ejercer una fuerza excesiva.

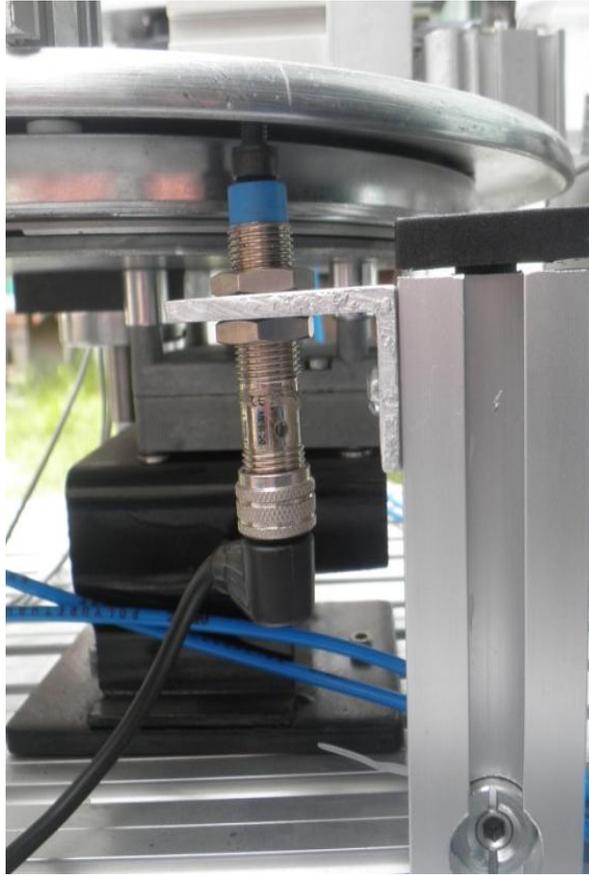


Fig. III.50 Montaje del sensor inductivo.

3.3.4.2 Sensor óptico

El sensor óptico SO (Fig. III.51) se ubica a un lado del plato de la mesa de indexación, en la parte posterior sobre la estructura base del módulo, va acoplado a un ángulo de aluminio, que está montado en su estructura de soporte.

Tiene la función de detectar la existencia de frasco en la estación de llenado, para iniciar el ciclo de trabajo.



Fig. III.51 Montaje del sensor óptico.

El procedimiento de ajuste del sensor se lo realiza, moviendo el sensor en su soporte mediante la tuerca de regulación que tiene incorporada, hasta que la pieza de trabajo corte el haz de luz emitido por el sensor y esté en el rango de distancia adecuado de operación, en ese momento se prendera la luz LED del sensor que indica que está activado.

Se debe tener cuidado al apretar las tuercas del sensor, haciendo solamente la fuerza necesaria para fijar el detector, pues podría estropearse al ejercer una fuerza excesiva.

3.3.4.3 Sensores magnéticos

Los sensores magnéticos de posición son utilizados en los cilindros neumáticos y sirven para monitorear la posición final de los vástagos en los cilindros.

Los sensores magnéticos de posición van directamente montados sobre los cilindros neumáticos.

La regulación se la realiza moviendo suavemente el sensor sobre la carcasa del cilindro y desplazando el vástago hasta que el sensor se encuentran dentro del campo magnético generado por el imán del pistón en el cilindro, entonces la luz LED del sensor se prendera indicando que el sensor está activado.

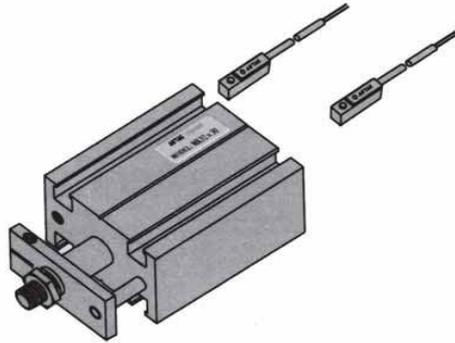


Fig. III.52 Ubicación de un sensor magnético en los cilindros

3.4 PROGRAMACIÓN DEL PLC

Para la programación del PLC vamos a utilizar el lenguaje KOP que se basa en diagramas de contactos. Pero antes, se ha adoptado un esquema de partida para iniciar la programación, conocido como GRAFCET, el cual se parece a un diagrama de bloque en secuencias y me indica cual va a ser la secuencia del proceso de elaboración.

3.4.1 Metodología Grafcet

El Grafcet se compone de un conjunto de:

- Etapas o Estados a las que van asociadas acciones.
- Transiciones a las que van asociadas receptividades.
- Uniones Orientadas que unen las etapas a las transiciones y las transiciones a las etapas.

3.4.1.1 Etapas

Una etapa se caracteriza por un comportamiento invariable en una parte o en la totalidad de la parte de mando.

- En un momento determinado, y según sea la evolución del sistema:
- Una etapa puede estar activa o inactiva.

- El conjunto de las etapas activas definen la situación de la parte de mando.
- Las etapas se representan por un cuadrado con un número en su parte superior como identificación. La entrada y salida de una etapa aparece en la parte superior e inferior, respectivamente, de cada símbolo.

El conjunto formado por el cuadrado y la extensión de las entradas y salidas constituye el símbolo completo de la etapa (Fig. III.53):

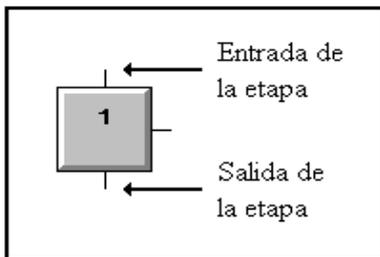


Fig. III.53 Representación de una etapa.

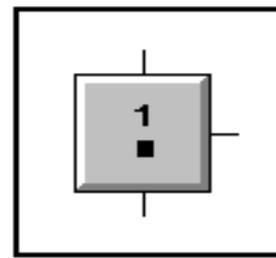


Fig. III.54 Etapa Activa.

Cuando es necesario determinar la situación del Grafcet en un momento determinado, es muy cómodo identificar todas las etapas activas en ese momento, mediante un punto en la parte inferior de los símbolos de las etapas activas (Fig. III.54).

Cuando varias transiciones van unidas a una misma etapa, las uniones orientadas correspondientes se reagrupan antes o después de la etapa:

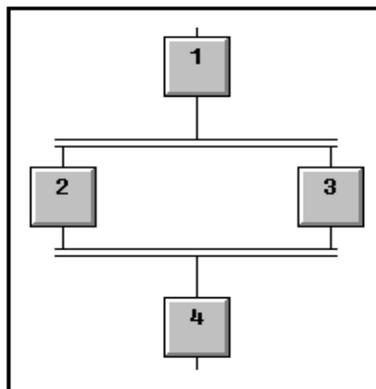


Fig. III.55 Reagrupación de etapas.

3.4.1.2 Transición

Una transición indica la posibilidad de evolución entre etapas. Esta evolución se presenta al producirse el franqueo de la transición. El franqueo de una transición provoca el paso en la parte de mando de una situación a otra situación.

Una transición puede estar validada o no validada.

- Validada.- Es cuando todas las etapas inmediatamente unidas a esta transición están activas.
- Una transición entre dos etapas se representa mediante una línea perpendicular a las uniones orientadas, también puede llevar una línea paralela a las uniones orientadas. Para facilitar la comprensión del Grafcet cada transición puede ir numerada a la izquierda de la línea perpendicular

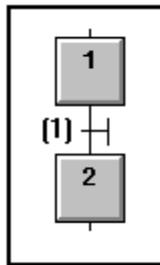


Fig. III.56 Transición que une la etapa 1 con la etapa 2

- Reglas de estructuras de uso frecuente

Divergencia OR

Se utiliza cuando lo que se trata es de modelar la posibilidad de tomar dos o más Secuencias alternativas a partir de una etapa común.

Estando activa la etapa n-1 se pasa a la etapa n o a la n+1 según este activa a o b

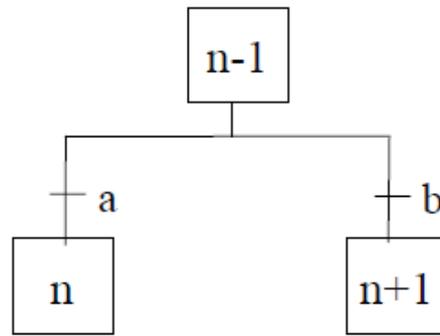


Fig. III.57 Divergencia OR

Convergencia OR

Para pasar a la etapa n debe estar activa la etapa n-1 y cumplirse la receptividad a o estar activa la etapa n-2 y cumplirse la receptividad b

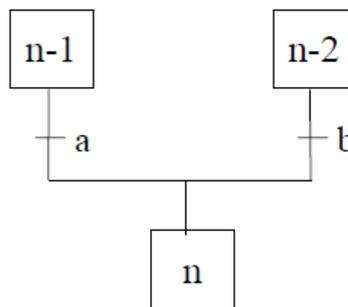


Fig. III.58 Convergencia OR

Divergencia AND

Permite la implementación de procesos concurrentes síncronos, de forma que dos o más subprocesos del sistema, representados por las secuencias paralelas, pueden activarse de forma sincronizada.

Divergencia en AND

Estando activa la etapa n-1 al verificarse la receptividad a se pasa simultáneamente a las etapa n y n+1

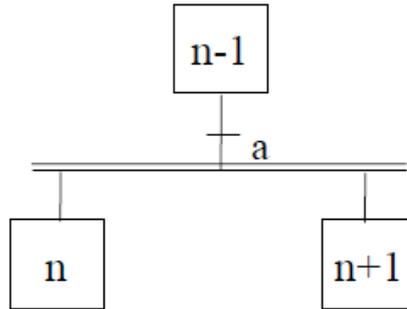


Fig. III.59 Divergencia AND

Convergencia en AND

Si las etapas $n-1$ y $n-2$ están activas simultáneamente y se cumple la condición a se pasa a la etapa n

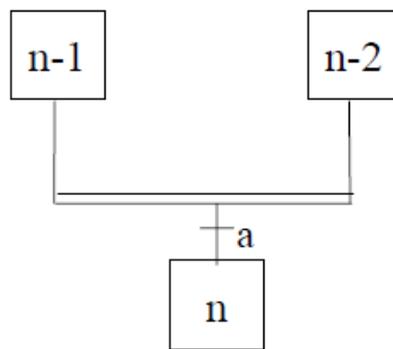


Fig. III.60 Convergencia AND

Estructuras Principales

Las estructuras de base más utilizadas se describen a continuación. Pueden combinarse entre ellas, siendo esta enumeración no limitativa.

Secuencia Única

Una secuencia única se compone de una sucesión de etapas que son activadas una a continuación de otra. A cada Etapa le sigue solamente una transición y cada transición es validada por una sola etapa.

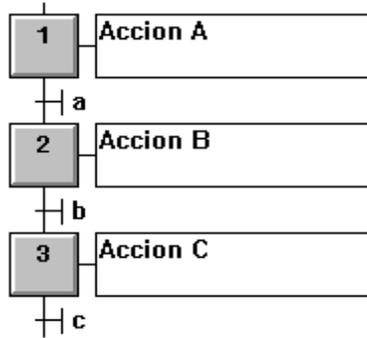


Fig. III.61 Secuencia única.

Se dice que la secuencia está activa si al menos lo está una etapa. Por el contrario se dice que está inactiva si todas las etapas están inactivas.

- Secuencias Simultáneas o paralelismo estructural

Cuando el franqueo de una transición conduce a la activación de varias secuencias al mismo tiempo, se dice que son secuencias simultáneas. Después de la activación de estas secuencias, las evoluciones de las etapas activas en cada una de las secuencias son independientes. Para asegurar la sincronización de la desactivación de varias secuencias al mismo tiempo, **generalmente se ponen etapas de espera recíproca.**

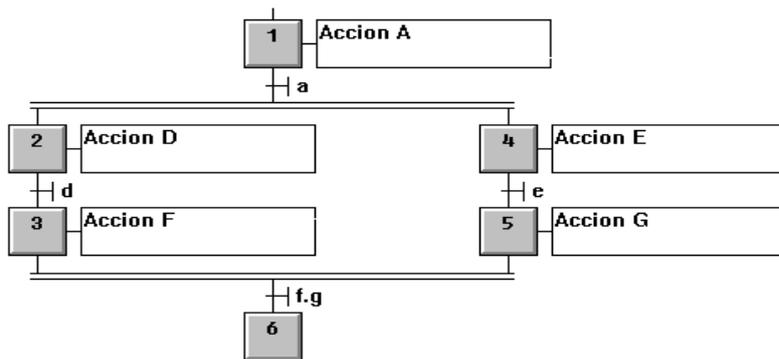


Fig. III.62 Secuencias simultáneas.

Las activaciones o desactivaciones simultáneas de estas secuencias pueden efectuarse en una o varias veces.

3.4.2 Diagrama de funcionamiento del módulo.

A continuación en el siguiente diagrama se detalla el funcionamiento del módulo.

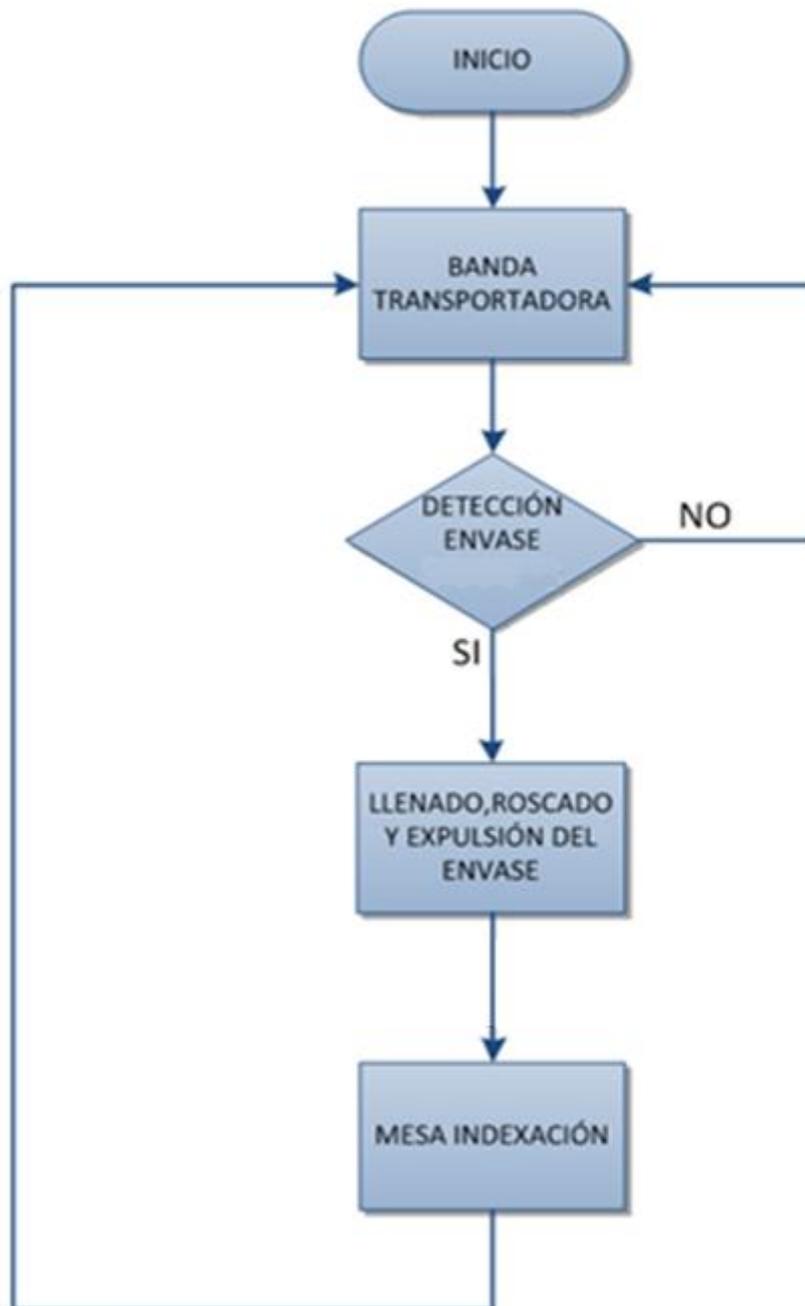


Fig. III.63 Diagrama de funcionamiento del modulo

3.4.2.1 Secuencia

Esta secuencia permite que varios frascos sean mecanizados al mismo tiempo, esto se logra haciendo trabajar a todas las estaciones de trabajo al mismo tiempo esto ayuda a ahorrar tiempo, ya que cada estación de trabajo estará procesando una fresco a la vez.

A continuación se expone la secuencia de pasos:

Pulso de inicio.

1. La estación de llenado espera que la banda transportadora acerque el frasco para el llenado
2. Acciona el pistón para el llenado, la mordaza de sujeción, roscado, y expulsión.
3. Enciende el motor del roscador
4. Espera que todas las unidades estén en su posición inicial.
5. Motor gira y vuelve al paso 1 para continuar con la secuencia.

3.4.3 Señales de Entradas/Salidas

La identificación de las entradas y salidas que se asignaran al PLC, de los diferentes dispositivos utilizados en este módulo, se detallan en la tabla III.I. Tanto las entradas así como las salidas deben estar correctamente identificadas y numeradas, para poder realizar la conexión respectiva al PLC, así como para poder asignar las direcciones correctas de cada una de las entradas y salidas, al desarrollar el programa en el software que se vaya a utilizar para el efecto.

Tabla III.I Asignación de Entradas/Salida en el PLC.

ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES			
E/S	DIRECCIÓN FÍSICA	TAG	DESCRIPCIÓN
Entrada	I0.0	SH2O	Sensor de agua
Entrada	I0.1	S1	Sensor inductivo para el posicionamiento de la mesa
Entrada	I0.2	SO	Sensor óptico para la detección del frasco
Entrada	I0.3	SC2L	Sensor del roscador extendido
Entrada	I0.4	SC2H	Sensor del roscador retraído
Entrada	I0.5	SC1	Sensor del cilindro 1
Entrada	I0.6	START	Pulsador inicio del ciclo
Entrada	I0.7	STOP	Pulsador paro del ciclo
Salida	Q0.0	MT	Salida al Relé Kt para el motor del roscador.
Salida	Q0.1	MB	Salida al Relé Kb para el motor de la banda.
Salida	Q0.2	MM	Salida al Relé Km para el motor de la mesa de indexación.
Salida	Q0.3	BP	Bobina del pistón.
Salida	Q0.4	EV2	Electroválvula 2
Salida	Q0.5	EV1	Electroválvula 1

3.4.4 Grafcet

Identificadas las señales de entradas y salidas, se aplica el método de programación Grafcet para determinar la secuencia de funcionamiento del

módulo. Este método es simple y de fácil aprendizaje, que a su vez viene a ser muy didáctico.

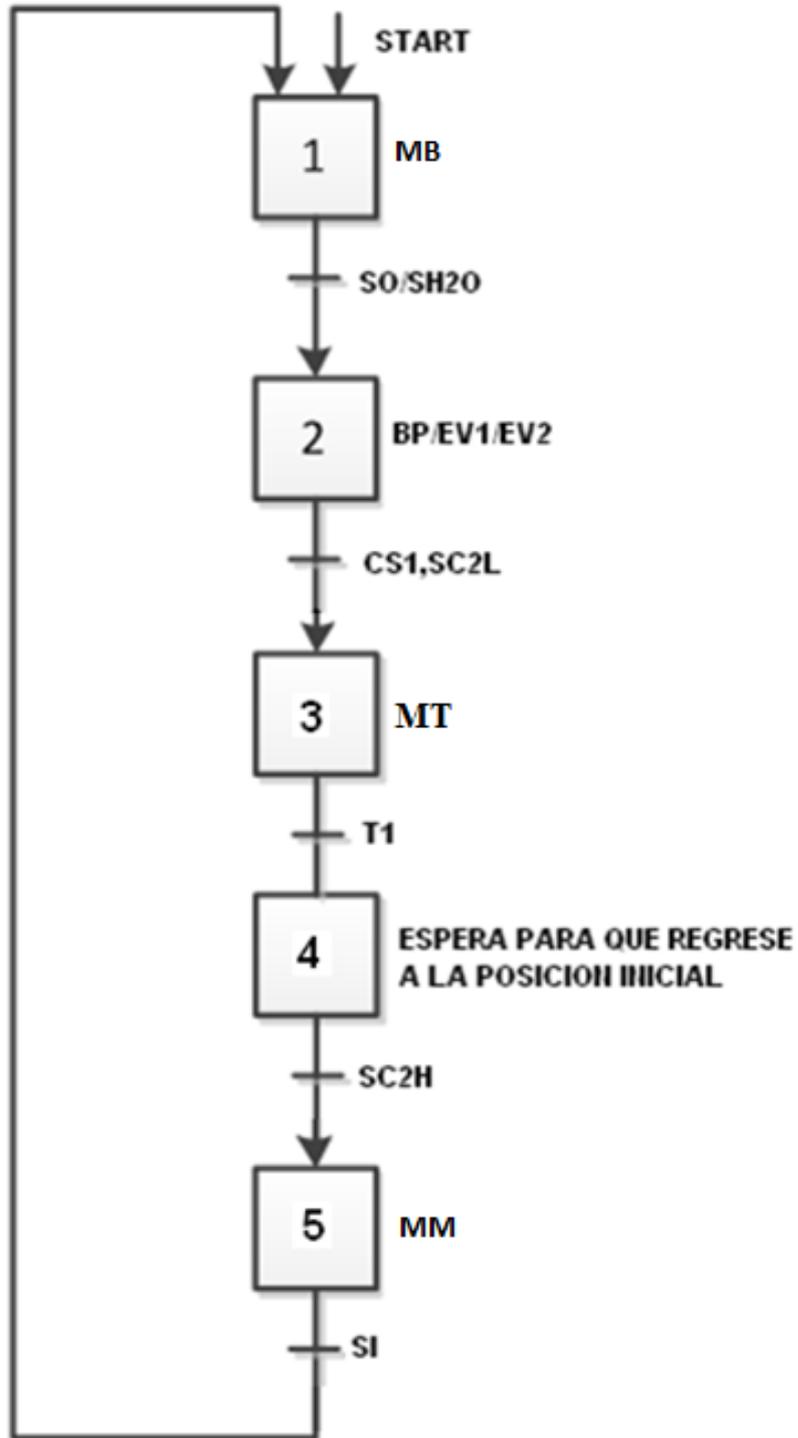


Fig. III.64 Grafcet para secuencia paralelo.

3.4.4.1 Determinación de ecuaciones

A continuación se realiza las ecuaciones respectivas para la programación en el PLC.

Tabla III.II Ecuaciones para la secuencia paralelo.

ETAPA	DIRECCIÓN FÍSICA	TAG	ECUACIÓN
E1		M1	$=M5.SI+M1.\overline{M2}$
E2		M2	$=M1.SO.SH2O.+M2.\overline{M5}$
E3		M3	$=M2.SC1.SC2L.+M3.\overline{M4}$
E4		M4	$=M3.T1.+M4.\overline{M5}$
E5		M5	$=M4.SC2H+M4.\overline{M1}$
		C1	$=CONT1$
		T1	$=M3$
	Q0.0	MT	$=(CONT1 \geq 1).M3$
	Q0.1	MB	$=M1$
	Q0.2	MM	$=M5$
	Q0.3	BP	$=M2$
	Q0.4	EV2	$=(CONT1 \geq 1).M3$
	Q0.5	EV1	$=M2$

3.5 COSTO TOTAL DEL MÓDULO ELECTRONEUMÁTICO

Todos los gastos que se realizaron durante la construcción del Módulo Electroneumático están detallados en la siguiente tabla que constituyen la materia prima directa e indirecta, mano de obra y gastos varios

Tabla III.III Costo del modulo

Impresiones	100
Transporte	150
Dispositivos eléctricos y electrónicos	143
Dispositivos neumáticos y electroneumáticos	550
Estructura de Aluminio base	480
Estructura banda transportadora	200
Estructura mesa indexacion	180
Internet	161
Mano de Obra	600
PLC S7 1200	400
Gastos Varios	300
Total	3264

CAPÍTULO IV

4 PRUEBAS Y RESULTADO

4.1 INTRODUCCIÓN

Como resultados de la investigación se obtuvo la Implementación y automatización de un proceso de llenado de frascos con mesa de indexación, el cual cuenta con un manual de usuario y una hoja guía donde se detallan todos los pasos y procedimientos que hay que seguir para la correcta operación del módulo.

4.2 PRUEBAS DE SOFTWARE

El software que utilizamos para realizar el control de los procesos fue el Step 7 versión 10.5 para Windows XP.

El software es amigable y fácil de utilizar, cabe recalcar que se debe tener muy en cuenta los requisitos mínimos para la instalación del software.

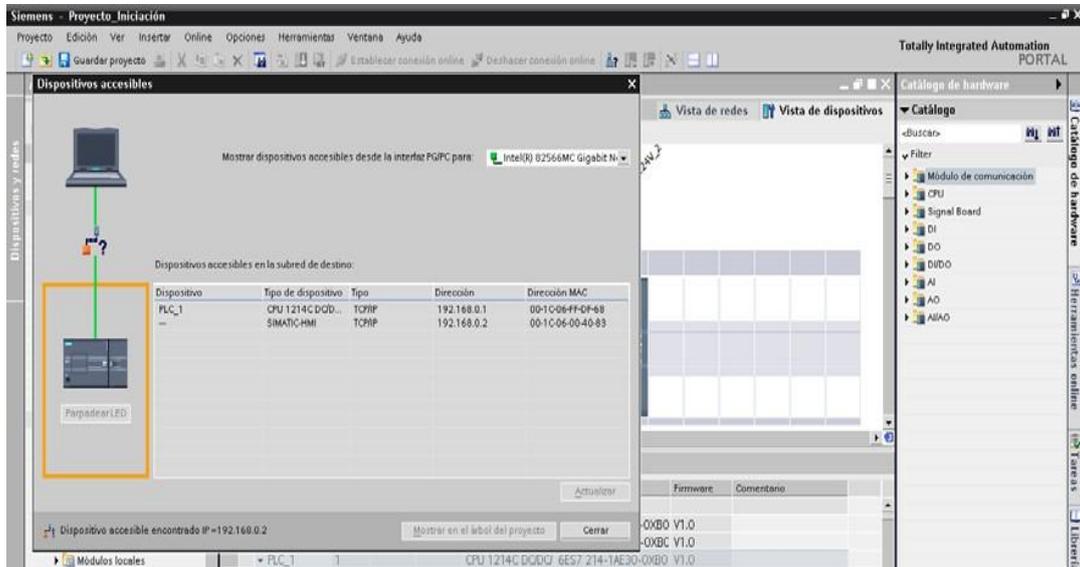


Fig. III.65 Comunicación con el PLC

4.3 PRUEBAS DEL MODULO

Se realizan pruebas tanto de los sensores como de los actuadores de esta forma verificamos el correcto funcionamiento de los mismos, También se verifican los voltajes a la entrada y salida del PLC S7 1200 para garantizar que el proceso cumpla con la secuencia de ejecución del proceso en curso.

Después de realizar varias pruebas y corregir errores nos quedamos satisfechos porque de las 100 pruebas realizadas para el proceso de llenado y roscado de frascos, el 90% tuvo resultados positivos siendo óptimos, el 10% fue defectuoso por lo que el modulo cumple con los objetivos planteados.

La etapa de transporte de frascos se lo realiza mediante una banda transportadora que es la encargada de llevar a la estación de llenado.

La etapa de llenado se realiza mediante un pistón que es accionado mediante un cilindro (C1) de doble efecto al instante que el sensor óptico detecte el frasco, la velocidad del vástago es regulada mediante VQ1.

Fig.III.66



Fig. III.66 Transporte y llenado

La etapa de roscado es el encargado de tapar los frascos que ingresan a esta estación de trabajo, se lo realiza mediante dos cilindros de doble efecto uno para la sujeción y el otro baja el motor de 24V DC (trole móvil) para el roscado, la velocidad del vástago es regulada mediante VQ2, VQ3 respectivamente.

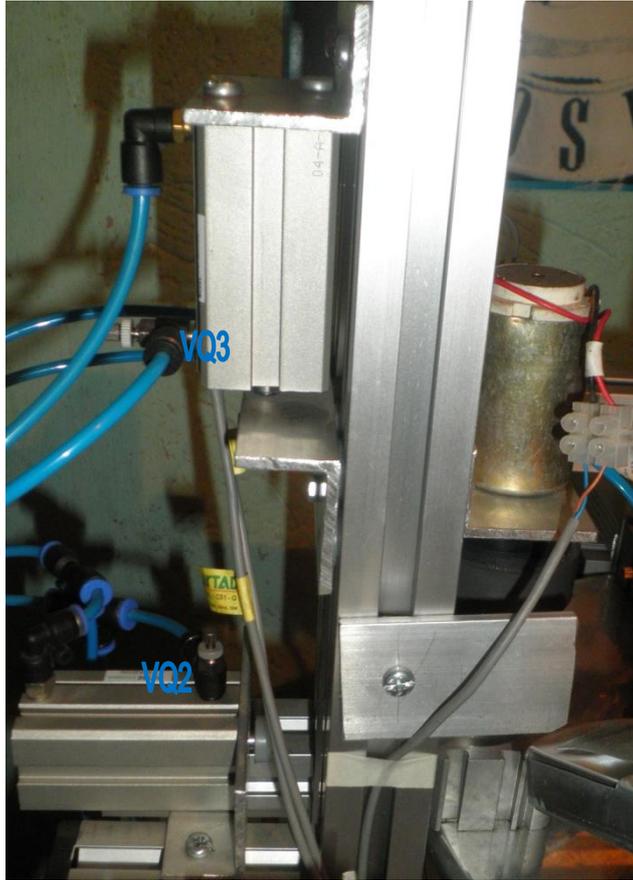


Fig. III.67 Control del caudal para el roscado

La etapa de expulsión es el encargado de expulsar el producto terminado, la expulsión se lo realiza mediante un cilindro de doble efecto y el avance del vástago se lo controla mediante un regulador de caudal VQ4



Fig. III.68 Control de caudal para la expulsión

CONCLUSIONES

- El proyecto desarrollado en el presente trabajo cumple con los objetivos planteados inicialmente que es la implementación de los diferentes etapas del los módulos como transporte para el ingreso de los frascos e indexación para el llenado, roscado y expulsión.
- La integración de las diferentes etapas del modulo nos permite obtener como resultado el proceso de llenado de frascos con mesa de indexación.
- El montaje de los sensores en las diferentes estaciones de trabajo y el control realizado mediante el PLC Siemens S7 1200 nos garantiza el correcto funcionamiento del módulo.
- Después de 100 pruebas realizadas para el proceso de llenado de frascos, el 90% tuvo resultados positivos siendo óptimos, el 10% del llenado de frascos fue defectuoso, a más de que todos los elementos y dispositivos del proceso funcionaron correctamente
- El manual de usuario es de mucha importancia con la cual el estudiante podrá guiarse para realizar las prácticas respectivas.
- El modulo, resulta ser muy didáctico para la enseñanza y el aprendizaje, ya que se pone a prueba todos los conocimientos y destrezas adquiridos por el estudiante, llevando al desarrollo de su propio conocimiento.
- El módulo de proceso, básicamente representa un sistema mecatrónico, dónde se utiliza componentes de sistemas electrónicos, eléctricos, informáticos, mecánicos y neumáticos, por lo que representa una buena aproximación a diseños de equipos reales.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda dar un mantenimiento preventivo periódico a los sensores y actuadores del módulo didáctico, ya que con medidas sencillas se puede evitar que estos se deterioren rápidamente y pierdan sus funciones originales.
- Tener en cuenta las instrucciones detalladas en el manual de usuario, que se ha desarrollado en esta tesis, pues la falta de observación de las mismas en la manipulación, montaje, puesta en marcha, puede crear situaciones de riesgo, las cuales pueden ocasionar daños físicos y lesiones al usuario.
- Se recomienda que la programación del módulo se lo realice en distintos tipos de PLC, esto garantizara que los estudiantes se familiaricen con estos dispositivos, cabe mencionar también que la secuencia programada en este proyecto no es la única solución para realizar la tarea del módulo.
- Utilizar una unidad de mantenimiento en el sistema de aire, pues así se protegerán y se asegurará el correcto funcionamiento los diferentes elementos neumáticos de este equipo.

RESUMEN

Implementación y automatización de un proceso de llenado de frascos con mesa de indexación para el laboratorio de neumática de la Escuela de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Se aplicó el método inductivo una vez obtenida la información detallada del funcionamiento de los sensores, cilindros y electroválvulas se cubrirá todas las expectativas y de esta forma seleccionar los sensores, cilindros y electroválvulas adecuados para la implementación de un proceso de llenado de frascos con mesa de indexación. Para la estructura base de este módulo se utilizó perfil de aluminio, consta de sensores magnéticos, capacitivos y fotoeléctricos, posee cilindros neumáticos activados por electroválvulas y otros elementos que fueron ubicados de manera experimental en la estructura. Para el control de estos dispositivos se utilizó un Controlador Lógico Programable (PLC), programado con el método Grafset.

De 100 pruebas realizadas para el proceso de llenado de frascos, el 90% tuvo resultados positivos siendo óptimos, el 10% del llenado de frascos fue defectuoso, a más de que todos los elementos y dispositivos del proceso funcionaron correctamente.

Concluyo que la implementación de este módulo sirve para que los estudiantes realicen prácticas dando como resultado un mejor aprendizaje, poniendo a prueba sus conocimientos y destrezas adquiridos en las aulas.

Se recomienda a los asistentes de laboratorio dar mantenimiento periódico al módulo para evitar su deterioro, debido a su alto costo.

ABSTRACT

Implementation and automation of a process of filling bottles with indexing table pneumatic Laboratory School of Electrical Engineering, Control and Industrial Networking Polytechnic School of Chimborazo.

Inductive method was applied after obtaining the details of the operation of the sensors, cylinders and valves will cover all expectations and thus select the sensors, cylinders and valves suitable for the implementation of a process of filling bottles with table Index. For the base structure of this module aluminum was used, consisting of magnetic sensors, capacitive and photoelectric, has activated solenoid pneumatic cylinders and other items that were placed on an experimental basis in the structure. To control these devices used a Programmable Logic Controller (PLC), programmed with SFC method.

From 100 tests for the filling of bottles, 90% had positive results being optimal, 10% filling of flasks was defective, over all process elements and devices functioned correctly.

I conclude that the implementation of this module is for students to engage in practices resulting in better learning, testing their knowledge and skills acquired in the classroom.

Attendees are encouraged to maintain periodic laboratory to the module to prevent Deterior, due to its high cost.

BIBLIOGRAFÍA

1. CREUS, A., Neumática e Hidráulica.,

México –México., Alfaomega., 2007., Pp.37-214.

BIBLIOGRAFÍA INTERNET

2. ACTUADORES NEUMÁTICOS

<http://es.scribd.com/doc/2684435/ACTUADORES-NEUMATICOS>

2012-01-17

<http://www.profesores.frc.utn.edu.ar/industrial/sistemasinteligentes/UT2/UNI3300.pdf>

2012-01-20

3. CILINDROS AIRTAC

http://es.airtac.com/pro_det.aspx?c_kind=4&c_kind2=19&c_kind3=41&c_kind4=52&c_kind5=111&id=50

2012-03-19

http://es.airtac.com/pro_det.aspx?c_kind=4&c_kind2=19&c_kind3=41&c_kind4=52&c_kind5=114&id=85

2012-03-19

4. ELECTROVÁLVULA AIRTAC

<http://es.airtac.com/upload/201108291030469216.PDF>

2012-02-11

5. GRAFCET

<http://www.lurpa.ens-cachan.fr/cgi-in/grafcet/redirection?>

2012-03-15

<http://isa.uniovi.es/genia/spanish/publicaciones/grafcet.pdf>

2012-03-15

<http://materias.fi.uba.ar/7206/grafcet%20v2.pdf>

2012-03-15

<http://www.eerie.fr/~chapurla/enseignements.html>

2012-03-15

6. MANUAL DEL S7-1200 PASO A PASO

http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/S7-1200_Paso_a_Paso_v1.0.pdf

2012-01-23

7. MANUAL DEL SISTEMA SIMATIC S7-1200

http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/Manual%20de%20sistema%20SIMATIC%20S7-1200%20Ed.2009-11.pdf

2012-01-17

8. MOTORES ELÉCTRICOS

http://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/1709/ISAD_Tema7_2.pdf

2012-01-21

9. PROCESO DE MECANIZADO

<http://es.wikipedia.org/wiki/Mecanizado>

2012-12-12

<http://materias.fi.uba.ar/6717/Tecnicas%20Modernas%20de%20Mecanizado%20I.pdf>

2012-12-12

10. SENSOR FOTOELÉCTRICO

<http://www.ibestchina.com/english/ViewProduct.asp?ID=241>

2012-01-13

11. SENSOR INDUCTIVO

<http://www.ibestchina.com/english/ViewProduct.asp?ID=404>

2012-01-13

12. SENSOR PARA CILINDRO AIRTAC

http://es.airtac.com/pro_det.aspx?c_kind=4&c_kind2=19&c_kind3=41&c_kind4=55&c_kind5=126&id=53

2012-06-22

A N E X O S

Anexo 1

Manual de Usuario.

MANUAL DE USUARIO

MÓDULO DE UN PROCESO DE LLENADO DE FRASCOS CON MESA DE INDEXACIÓN.

1. Introducción

En este documento se detalla todos los pasos y procedimientos que hay que seguir para poner en operación de una manera segura y correcta el módulo de un proceso de llenado de frascos con mesa de indexación.

Además es una guía de iniciación para aprender a manejarnos, paso a paso, por el entorno de programación del S7-1200. El STEP7 Basic v10.5, es la herramienta con la que vamos a configurar, administrar y programar nuestros S7-1200.

2. Recomendaciones a tener en cuenta antes de operar el módulo

- Requerimientos para la instalación del software

Hardware/software	Requisitos
Tipo de procesador	Pentium 4, 1.7 GHz o similar
RAM	Windows XP: 1 GB
Espacio libre en el disco duro	2 GB
Sistemas operativos	• Windows XP (Home SP3, Professional SP3)
Tarjeta gráfica	32 MB RAM
Resolución de pantalla	1024x768
Red	A partir de Ethernet 10 Mbits/s
Unidad óptica	DVD-ROM

- Los estudiantes sólo deben trabajar bajo la supervisión de un instructor capacitado.
- Revisar el estado del módulo, de presentarse fallas informar a la persona encargada.

- Las conexiones eléctricas entre los diferentes dispositivos del módulo, deben establecerse y desconectarse sólo cuando la tensión principal esté desconectada.
- No sobrepasar la presión admisible de operación de los elementos neumáticos del módulo.
- No desconectar conductos de aire que estén bajo presión.
- No intervenir manualmente cuando el modulo esté en funcionamiento.
- Realizar mantenimiento del módulo periódicamente para evitar desperfectos.

3. Alimentación eléctrica

El PLC tiene su propia fuente de alimentación interna, este se conecta directamente a la línea de 110V AC y la salida es de 24V DC la cual sirve para alimentación de las bobinas de las electroválvulas, sensores, pulsador, relés y luz piloto, los motores de la mesa, la banda transportadora y el motor del roscado se alimenta con otra fuente de 24V.

4. Alimentación de aire

La alimentación de aire se lo hace desde la toma principal hacia el módulo a través de una unidad de mantenimiento, en la misma se puede regular la presión de operación del módulo de proceso.

El sistema puede trabajar con presión de aire de hasta 10bar según las características de los elementos, para evitar daños se recomienda trabajar con 6bar de presión.

5. Establecer las entradas y salidas

Las entradas y salidas del módulo están conectadas de acuerdo al siguiente cuadro

ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES			
E/S	DIRECCIÓN FÍSICA	TAG	DESCRIPCIÓN
Entrada	I0.0	SH2O	Sensor de agua
Entrada	I0.1	S1	Sensor inductivo para el posicionamiento de la mesa
Entrada	I0.2	SO	Sensor óptico para la detección del frasco
Entrada	I0.3	SC2L	Sensor del roscador extendido
Entrada	I0.4	SC2H	Sensor del roscador retraído
Entrada	I0.5	SC1	Sensor del cilindro 1
Entrada	I0.6	START	Pulsador inicio del ciclo
Entrada	I0.7	STOP	Pulsador paro del ciclo
Salida	Q0.0	MT	Salida al Relé Kt para el motor del roscador.
Salida	Q0.1	MB	Salida al Relé Kb para el motor de la banda.
Salida	Q0.2	MM	Salida al Relé Km para el motor de la mesa de indexación.
Salida	Q0.3	BP	Bovina del pistón
Salida	Q0.4	EV2	Electroválvula 2
Salida	Q0.5	EV1	Electroválvula 1

6. Definir la secuencia

Depende de cómo quiera que trabaje el modulo esto puede ser de la siguiente manera:

- Secuencia en serie
- Secuencia en paralelo

7. Realizar el Grafcet.

El Grafcet depende de cómo haya el estudiante elegido realizar la secuencia esto es en serie o en paralelo.

Para realizar el programa correspondiente a un ciclo de trabajo en lenguaje GRAFCET, se deberán tener en cuenta los siguientes principios básicos:

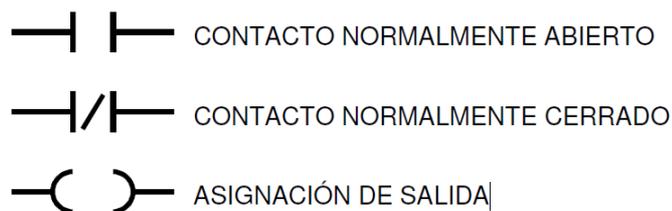
- Se descompone el proceso en etapas que serán activadas una tras otra.
- A cada etapa se le asocia una o varias acciones que sólo serán efectivas cuando la etapa esté activa.
- Una etapa se activa cuando se cumple la condición de transición y está activa la etapa anterior.
- El cumplimiento de una condición de transición implica la activación de la etapa siguiente y la desactivación de la etapa precedente.
- Nunca puede haber dos etapas o condiciones consecutivas, siempre deben ir colocadas de forma alterna.

8. Pasar de Grafcet a lenguaje ladder para la programación en TIA Portal V10 del S7-1200.

Es un lenguaje gráfico, derivado del lenguaje de relés. Mediante símbolos representa contactos, bobinas, etc.

Su principal ventaja es que los símbolos básicos están normalizados según el estándar International Electrotechnical Commission (IEC) y son empleados por todos los fabricantes.

Los símbolos básicos son:



9. Implementación de la secuencia en el STEP 7-Basic TIA Portal V10

Crear un proyecto nuevo

Paso 1: “Abrir Aplicación” Ejecutamos la aplicación de Step 7 Basic v10.5



Fig.1: “Ejecutar la Aplicación”

Paso 2: “Crear Proyecto Nuevo” Dentro de la pantalla de inicio nos aparece seleccionado por defecto la opción de “Abrir proyecto existente”. En la tabla aparecerán los proyectos que tenemos guardados en el PC. Nosotros comenzaremos un proyecto desde cero, por lo que seleccionaremos “Crear proyecto”.

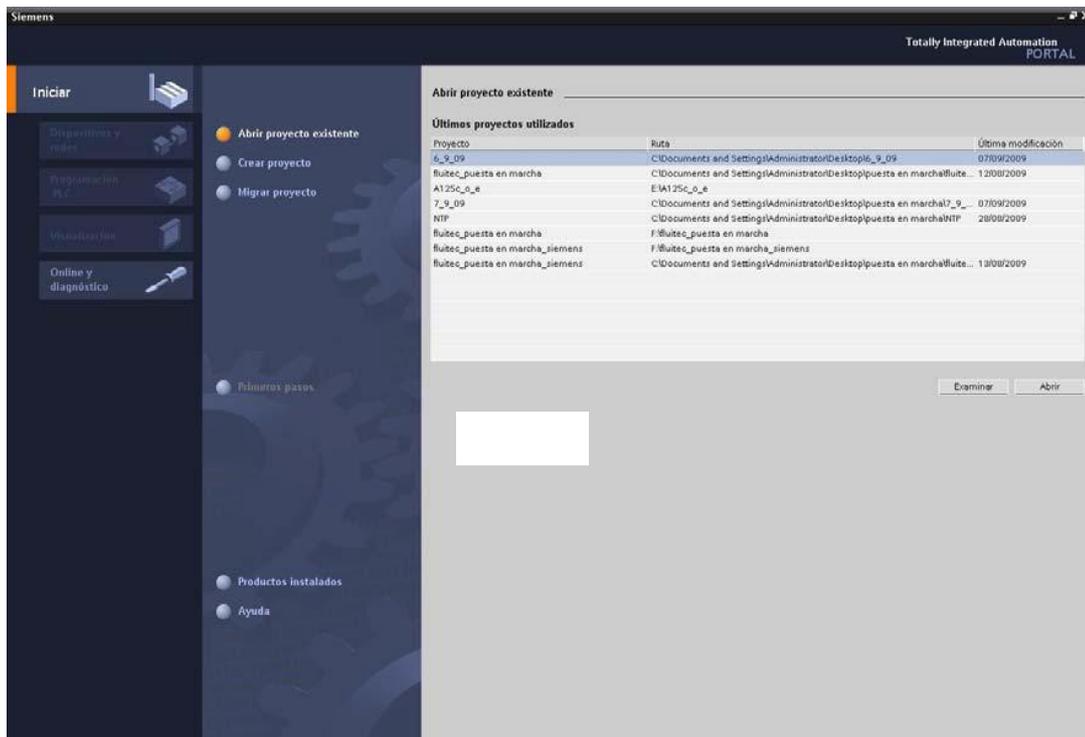


Fig. 2: “Dar al botón de crear proyecto nuevo”

Paso 3: "Información del Proyecto" Al seleccionar esta opción le daremos el nombre al proyecto, quien es el autor, etc. y le escogemos el botón de "Crear".

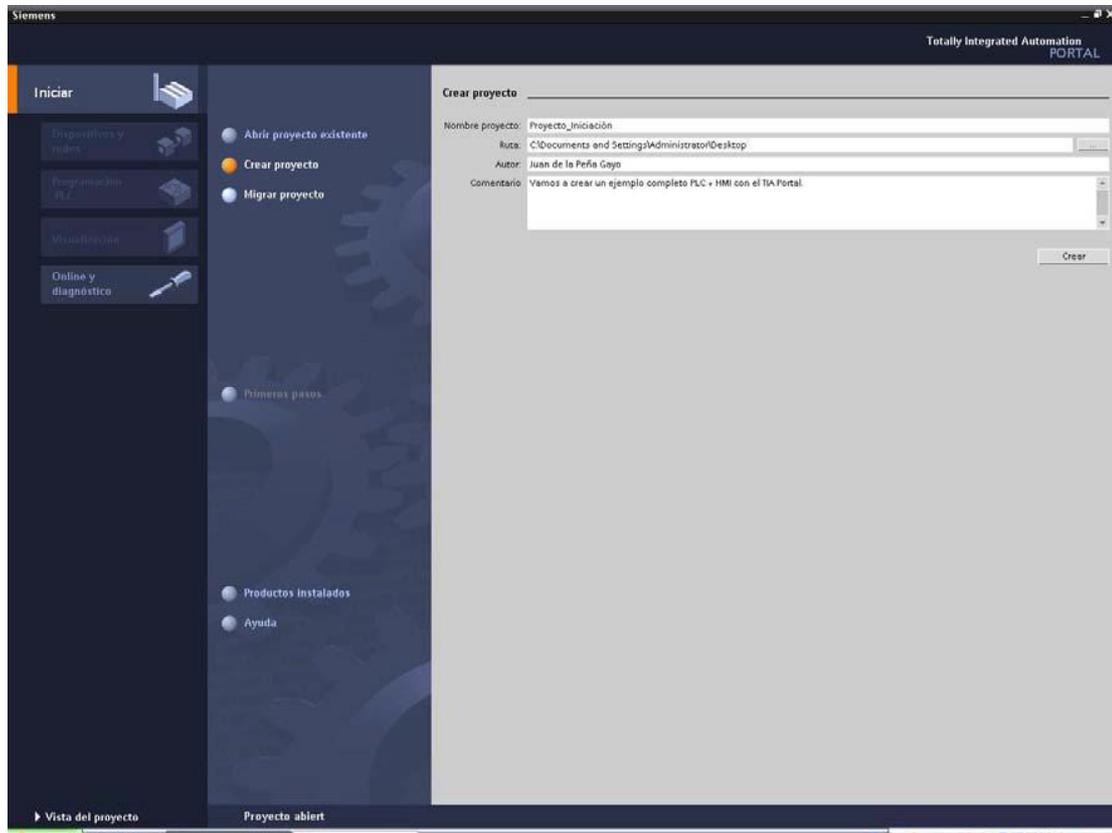


Fig. 3: "Rellenar información del proyecto"

Paso 4: Primeros Pasos Cuando le vamos a crear nos aparece la "Vista Portal" y nos selecciona por defecto "Primeros pasos". Desde aquí tenemos las siguientes opciones:

- a) configurar un dispositivo
- b) Crear programa PLC y
- c) Configurar una imagen HM

Nosotros empezaremos por lo básico configurando el HW de nuestro equipo para lo que le daremos a configurar dispositivo.

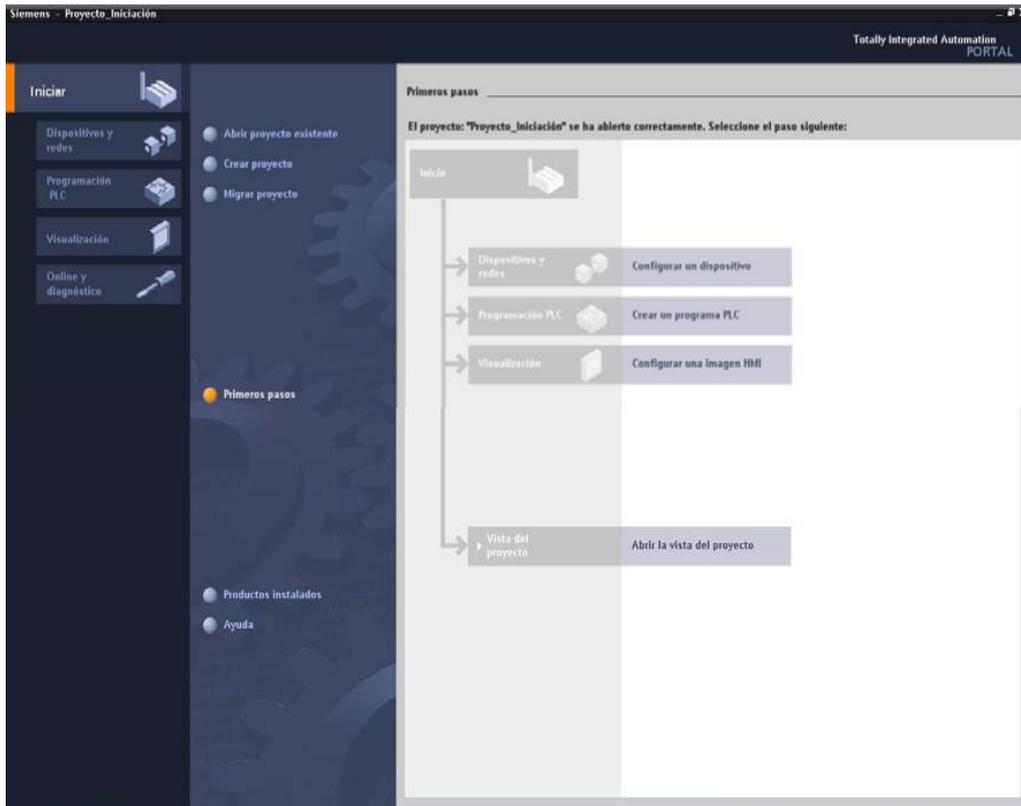


Fig.4 Click en configurar equipo

Paso 5: “Seleccionar CPU” Al darle a “Agregar Dispositivo” nos salen dos opciones: PLC o el Panel HMI. Le damos click al botón del PLC y nos aparecerá en la ventana de la derecha todas las CPU donde tendremos que seleccionar la que tengamos. Y le daremos a Agregar.

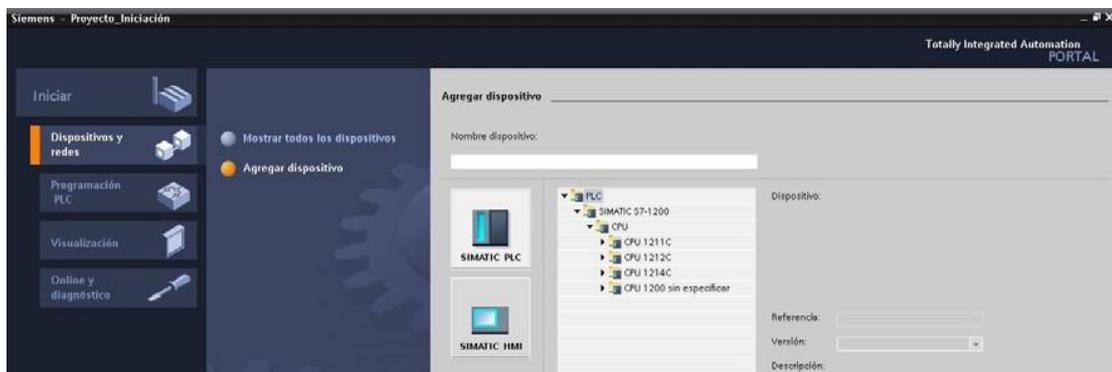


Fig. 5 Click en SIMATIC PLC

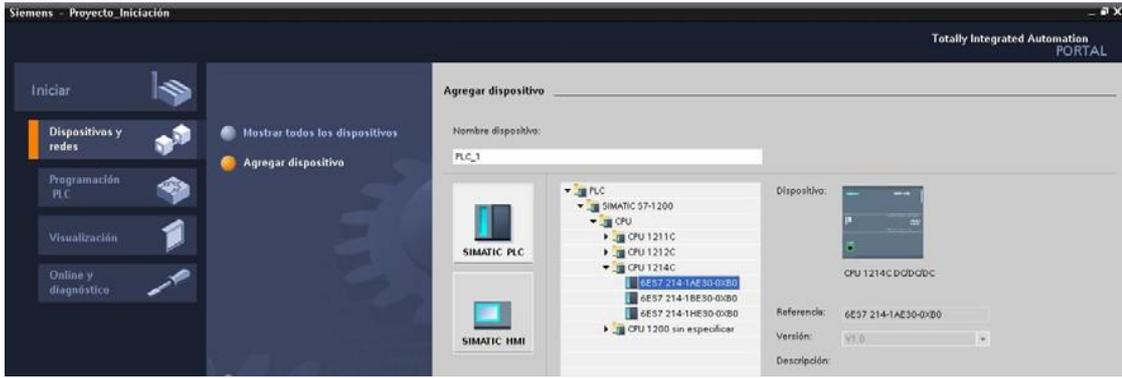


Fig. Seleccionar CPU

Paso 6: “Configuración de Hardware” Nos aparece la ventana de configuración del equipo. Lo que tenemos que hacer ahora es meter los módulos que tenemos en nuestro equipo físicamente: módulos de I/O, módulos de comunicación, etc... Para ello seleccionaremos del catálogo de la derecha los módulos correspondientes y los iremos arrastrando y soltando en su posición correcta. En el SIMATIC S7-1200 los módulos de comunicación se insertan a la izquierda de la CPU y los módulos de I/O se meten a la derecha. Como máximo puede haber 3 módulos de comunicación y 8 de I/O.



Fig.7.Módulos de Expansión

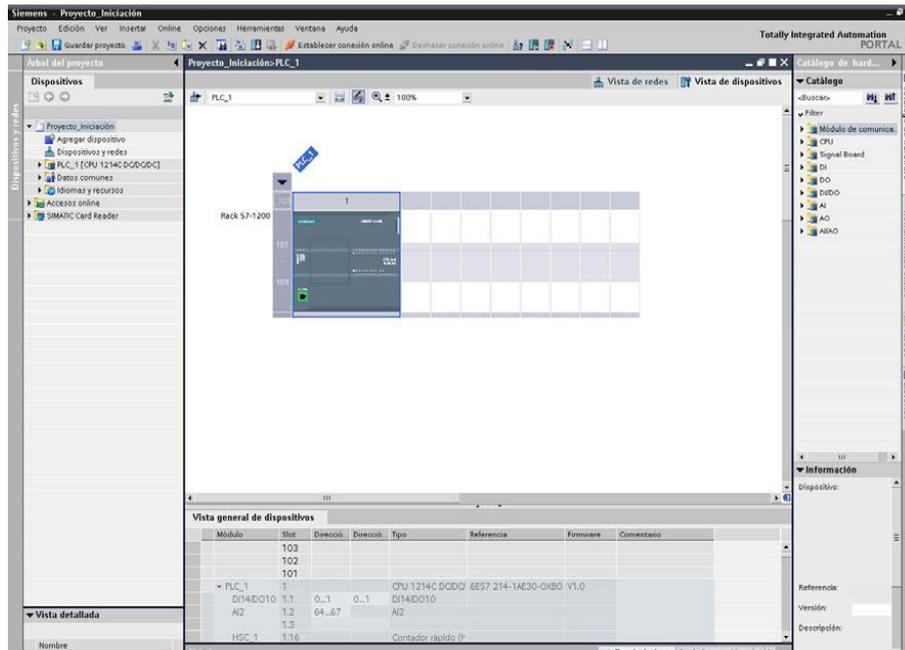


Fig. 8 Llenar información del proyecto

Dando click en la flecha de la parte superior izquierda de la CPU nos saca los slots para meter los módulos de comunicación. (El módulo CSM 1277 no se mete en la configuración hardware del equipo ya que se trata de un elemento de red indiferente para el PLC). En la parte de debajo de la pantalla según vamos insertando los módulos nos podemos meter en las propiedades del módulo y ver sus propiedades, el direccionamiento, etc...

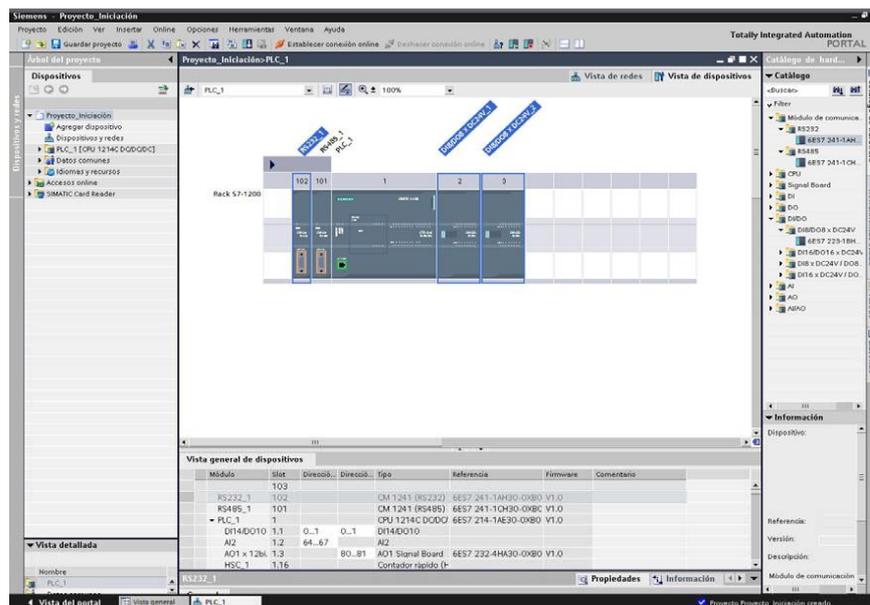


Fig.9 Insertar módulos

Paso 7: “Transferir Configuración” Para transferir la configuración seleccionamos la CPU y se nos habilita el icono  que es para transferir pero antes de esto comprobaremos la dirección IP del PC y del PLC.

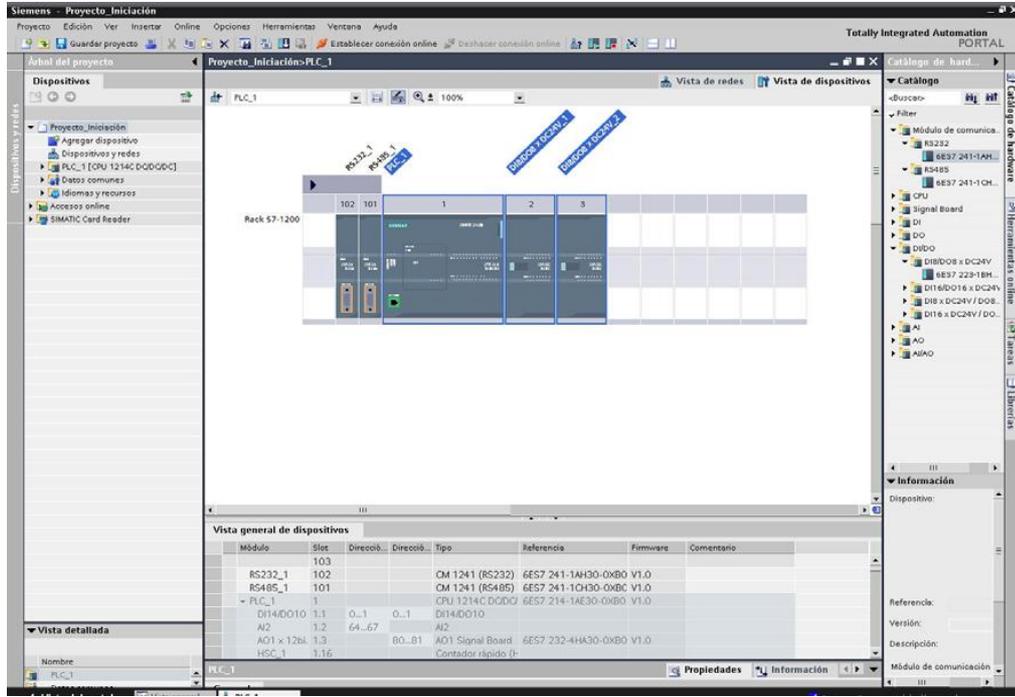


Fig.10 Ver propiedades del direccionamiento

Primero la IP del PC, poner la dirección 192.168.0.25 o la que sea del rango que no coincida con el PLC. (Por defecto, el rango suele ser “192.168.0.XXX”).

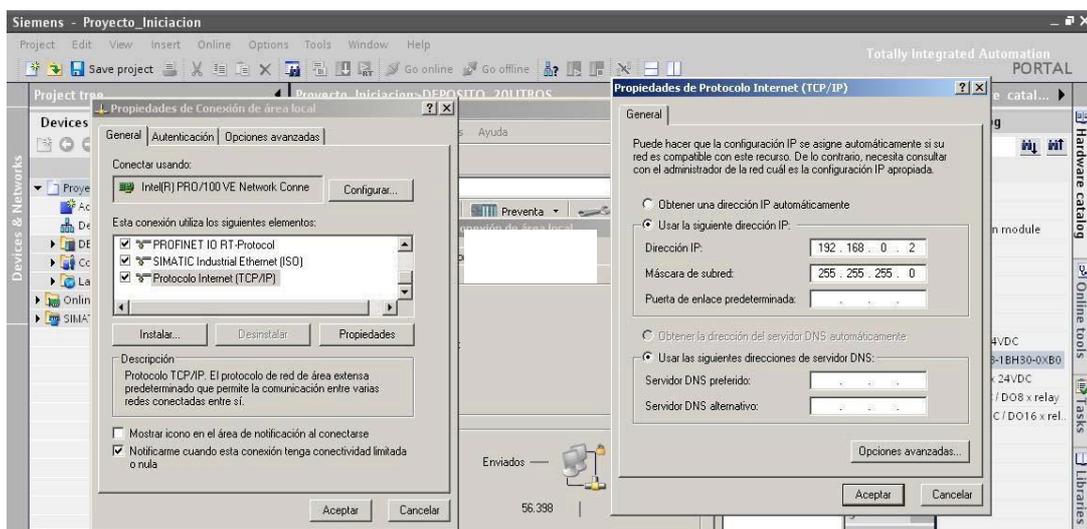


Fig.11 dirección IP del PC

En el PLC, la dirección IP se le da click sobre la CPU y en la ventana de propiedades en la parte inferior dentro de la opción PROFINET interface. Es donde le daremos la IP y la máscara de subred que queremos a nuestro PLC.

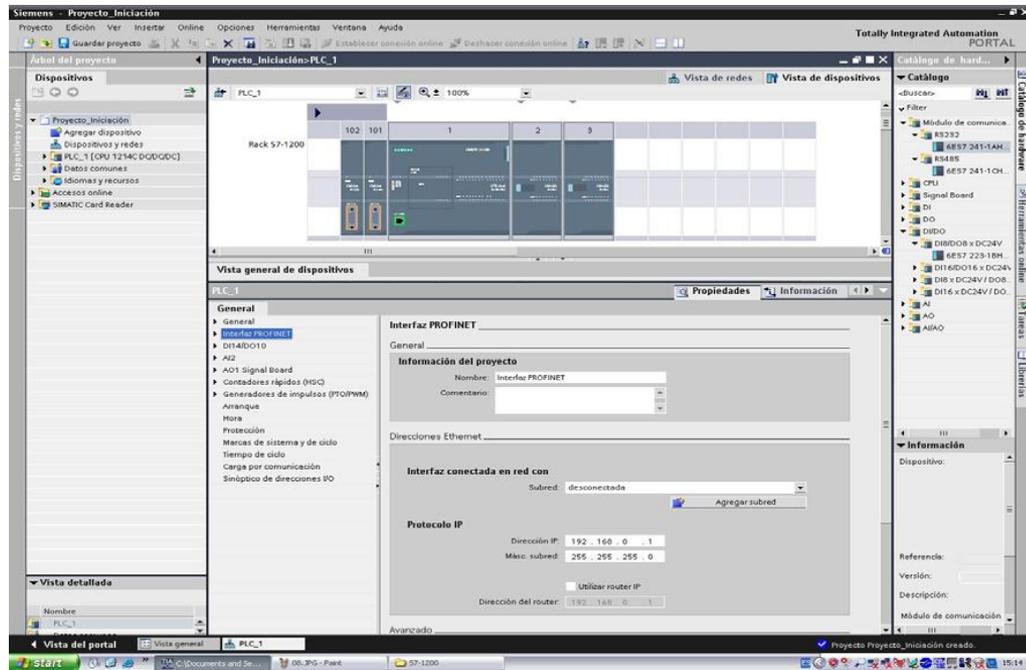


Fig.11 dirección IP del S7-1200

Comprobar que estaciones son accesibles. Simplemente en el Menú de Online en la opción de “dispositivos accesibles”.

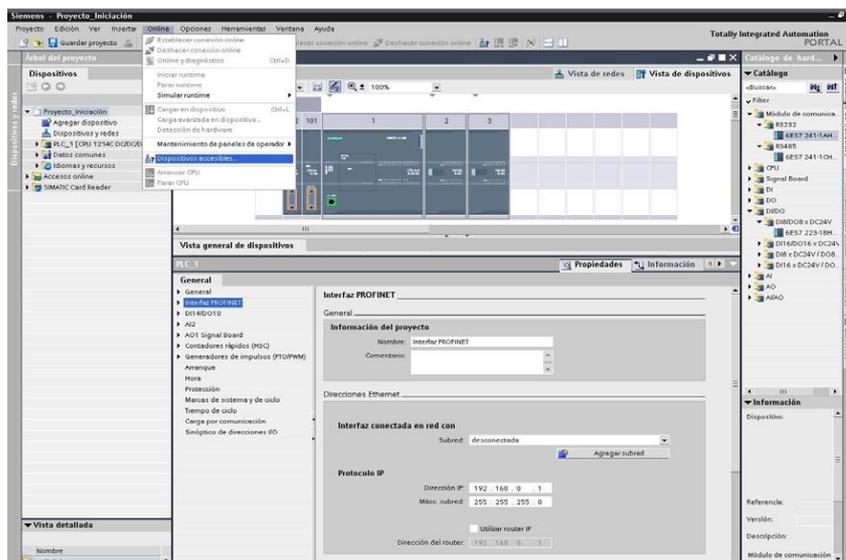


Fig.12 Ver estaciones accesibles

Nos aparecerá la siguiente pantalla donde sí se encuentra dispositivos nos aparecerán listados en la tabla con el tipo de dispositivo, su dirección IP y la MAC. En este caso me ha encontrado tanto la pantalla como el PLC por lo que voy a estar seguro de que podré comunicar contra el PLC. Seleccionar siempre el interface correcto del PG/PC, la tarjeta de Ethernet que se esté utilizando (la detecta automáticamente).

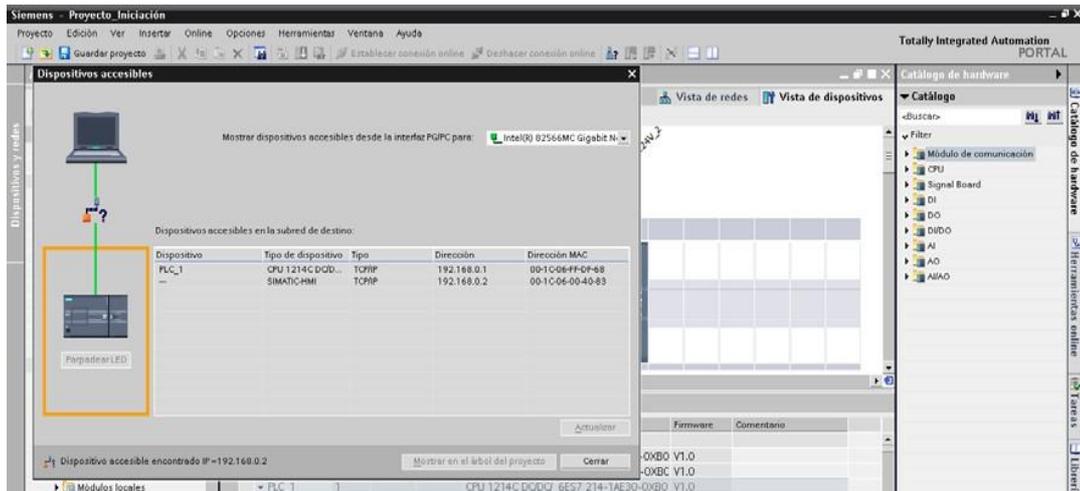


Fig.14 estaciones accesibles desde nuestro PC

Al hacer esto en la ventana de jerarquía, en la carpeta de “online access” de la parte izquierda nos aparece nuestro PLC y la pantalla con su IP.

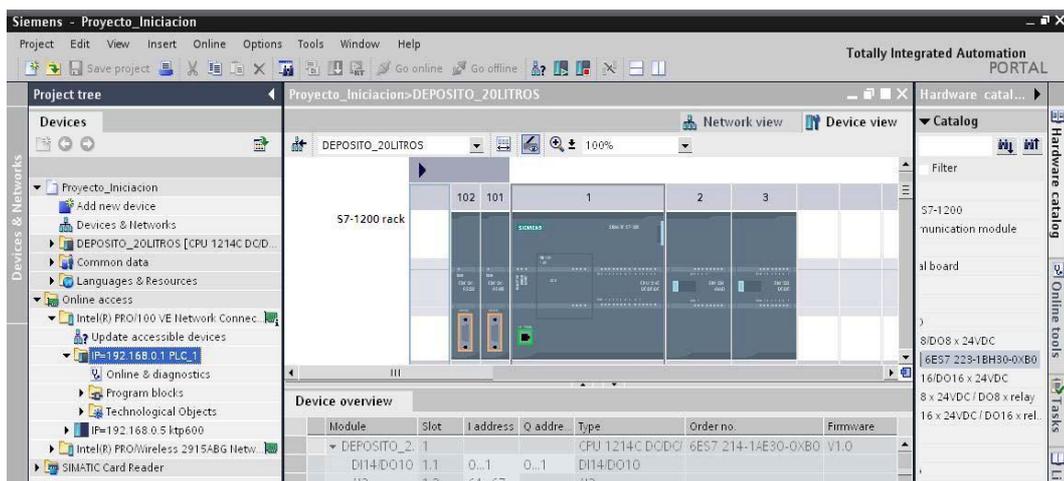


Fig.15 Acceso Online del equipo

Una vez comprobado que nos comunica correctamente con el PLC nos disponemos a transferir la configuración HW.

Le daremos al botón de transferir  (siempre seleccionando la CPU sino nos aparecerá este icono deshabilitado) y nos aparecerá la siguiente pantalla

donde deberemos seleccionar el interface de comunicación de la PC por TCP/IP. Después nos aparece la siguiente ventana le damos click en el botón de “Cargar”.

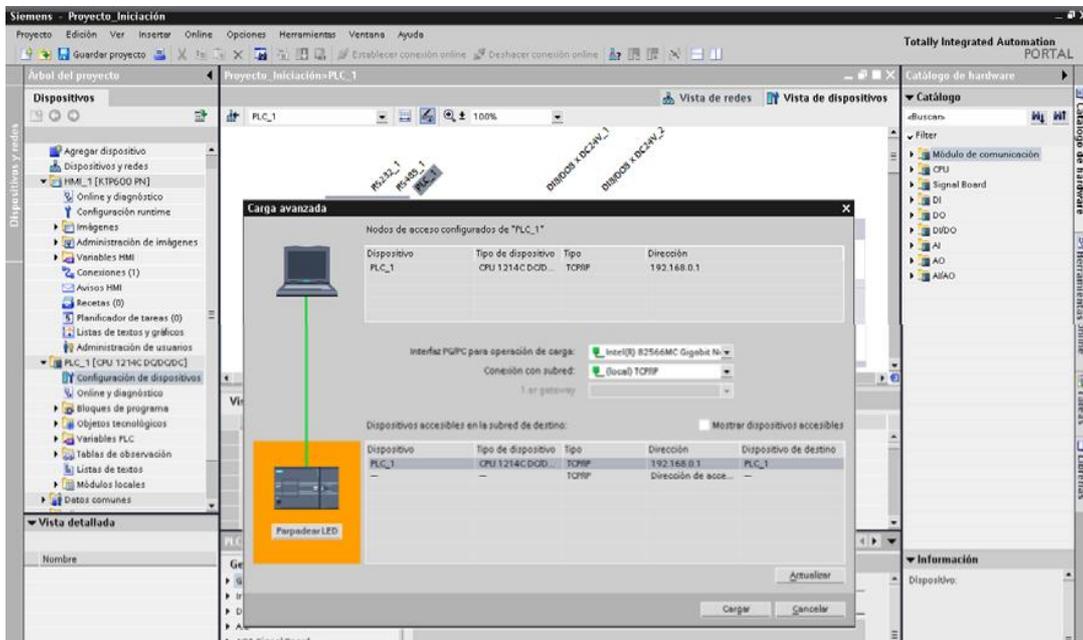


Fig.16: Transferir Configuración

Luego el programa realiza una compilación del proyecto para ver que todo es correcto. Si está todo bien le damos otra vez a Cargar y si está todo correcto nos saldrá una nueva ventana de que todo ha ido bien.

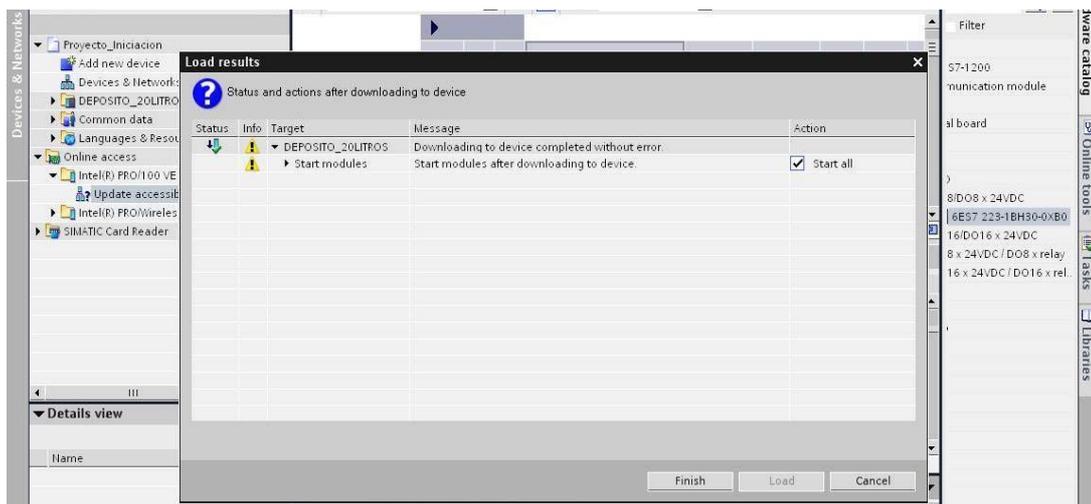


Fig.17 Ventana de Aceptación

Anexo 2

Guía de prácticas.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

GUÍA DE PRÁCTICA

LABORATORIO DE NEUMÁTICA

Alumno:			Practica Nº:		Calificación: <input type="text"/>	
Fecha:			Título de la práctica:			
Tutor:						
1.- Entradas/Salidas						
DIR	PERTENENCIA	Verificación	DIR	PERTENENCIA	Verificación	
I0.0			Q0.0			
I0.1			Q0.1			
I0.2			Q0.2			
I0.3			Q0.3			
I0.4			Q0.4			
I0.5			Q0.5			
I0.6						
I0.7						
Observaciones:						

3.- Graficet

4.- Ecuaciones

5.- Conclusiones

6.- Recomendaciones

Anexo 3

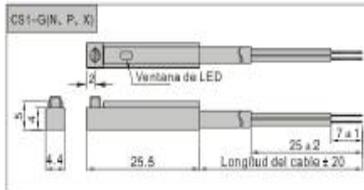
Especificaciones técnicas de los elementos que componen el módulo.

Sensor

Serie CS1-G(N, P, X)



Dimensiones



Especificación

Artículo/Modelo	CS1-G	CS1-GX	CS1-GN	CS1-GP
Cambiar la lógica	Tipo de STSP normalmente abierto		Transistor sin contacto, tipo normalmente abierto	
Tipo de sensor	Interruptor de lengüeta sin contacto		Tipo de NPN	Tipo de PNP
Voltaje de funcionamiento (V)	5-240V AC/DC		5-30V DC	
Máx. Comutación de corriente (mA)	100		200	
Cambio de clasificación (W)	Máx. 10		Máx. 6	
Consumo de corriente	NO		15mA Máx. @24V	
Caida de voltaje de	2.5V Máx @ 100mA DC		0.5V Máx @ 200mA DC	
Cable	φ 3.3, 2C, el pebeteo resistente de gris PVC (líama retardada)		φ 3.3, 3C, PVC pebeteo resistente Negro PVC (líama retardada)	
Indicador	LED rojo	NO	LED rojo	
Fuga de corriente	NO		0.01mA Máx.	
Sensibilidad (Gauss)	60-75		60-75	
Máx. Frecuencia (Hz)	200		1000	
Shock (m/s ²)	300		500	
Vibración (m/s ²)	80		80	
Rango de temperatura (°C)	-10-70		-10-70	
Caja de clasificación	IP67(NEMA6)		IP67(NEMA6)	
Circuito de protección	NO		protección reversa de polaridad de alimentación, protección de absorción de onda	

ⓘ Nota: Póngase en contacto con nosotros para la resistencia de la temperatura alta (125 ~ 150 °C), la resistencia a la temperatura baja (-40 ~ -25 °C) y la prueba de explosiones interruptor del sensor. Número del interruptor de sensor.

Código de ordenamiento

CS1 — G X — 020	
Número del sensor	Metodo de conexión
Especificación del sensor	C08: M3 conjunto rápido, longitud de cable es de 150 mm C12: articulación rápida M12, longitud de cable es de 150 mm 020: longitud del cable es 2 m 030: longitud del cable es 3 m 050: longitud del cable es 5 m 100: longitud del cable es 10 m
G: G Tipo (Aplicado a MD, MK, TR, TC, ACP, ACO, TWH (M), TWO series)	Model del sensor

En blanco: Tubería magnética de resorte de dos líneas de con contacto / normalmente abierto
 N: NPN de tres líneas sin contacto (la corriente fluye hacia al dentro) / normalmente abierto
 P: PNP de tres líneas sin contacto (la corriente fluye hacia afuera) / normalmente abierto
 X: Tubería de resorte de dos líneas con el contacto magnético, sin la luz indicadora / normalmente abierto

ⓘ Nota: La articulación rápida que se adjunta al extremo del cable es el tipo de hilo de tronillo de tres agujas masculina de conjunto lineal giratorio. El enchufe hembra de conjunto tiene que ser ordenada adicionalmente. Por favor, consulte a PVI-44 para los datos específicos.

Montaggio

Non sono necessari accessori aggiuntivi per l'installazione dei sensori serie CS1-G (N, P e X); questi possono essere fissati direttamente sulla scanalatura del cilindro in maniera pratica e veloce.

CS1-G(N, P, X) | Serie ACO, ACP, MD, MK, TWH, TWO, TC |

Instalación

Afijar el tornillo de sujeción en el interruptor inductivo, conducir el interruptor inductivo a la ranura de instalación y ajustar a la posición correcta. Apriar el tornillo de sujeción para fijarse.

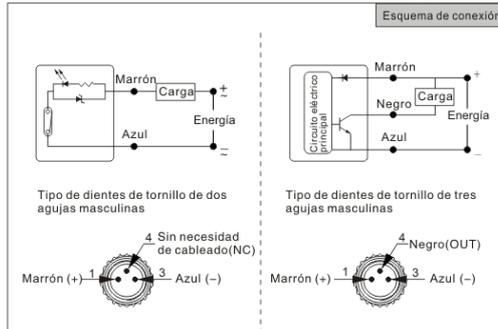
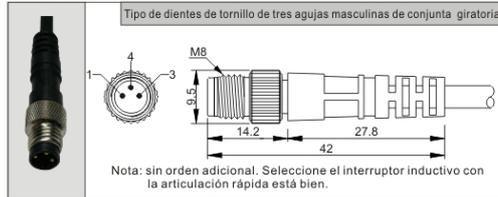


Sensor



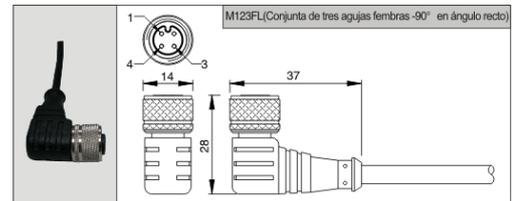
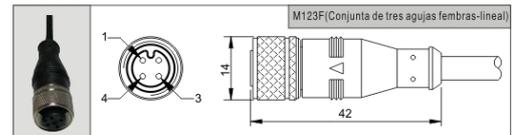
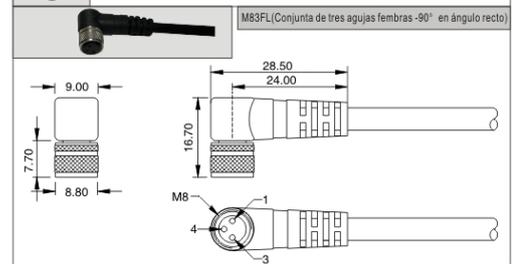
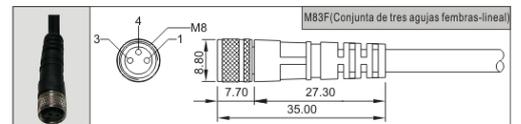
Conjunta adjuntada al interruptor inductivo

Conjunta masculina adjuntada al interruptor inductivo



Conjunta fembra adjuntada a la conjunta masculina

Código de ordenamiento	
M83F	4 B 02 PVC
Nudillo tipo	Material de cable
M83F: M8 x 1,0 conjunta de tres agujas fembras (lineal)	PVC: material de la cubierta exterior de PVC
M83FL: M8 x 1,0 conjunta de tres agujas fembras (en ángulo recto)	PIR: material de la cubierta exterior de PIR
M123F: M12 x 1,0 conjunta de tres agujas fembras (lineal)	
M123FL: M12 x 1,0 conjunta de tres agujas fembras (en ángulo recto)	
Diámetro exterior del cable	Longitud del cable
2.9: diámetro exterior es de 2.9mm	02: Longitud del cable 2m
3.3: diámetro exterior es de 3.3mm	03: Longitud del cable 3m
4.0: diámetro exterior es de 4.0mm	05: Longitud del cable 5m
4.5: diámetro exterior es de 4.5mm	10: Longitud del cable 10m
5.2: diámetro exterior es de 5.2mm	
Colore del filo	
B: Nero (tre cavi)	
G: Marrone (due cavi)	





中山市山崑电气有限公司
IBEST ELECTRICAL CO.,LTD



Sensor inductivo

Code

M12 Short Housing Inductive Sensor

:

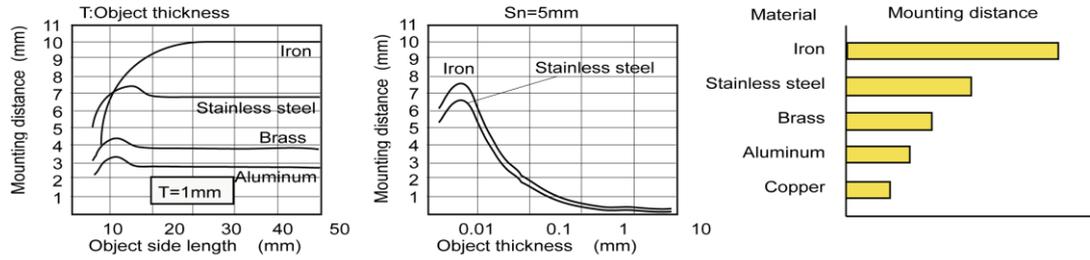
Features :

- *Diameter: 12mm; short body.
- *DC 3-wire(10-30V DC); DC 4-wire(10-30V DC)
- *Connection mode: 3 wire or 3 pin connector ; 4 wire or 4 pin connector
- *Mounting distance: shielded (2mm), unshielded(4mm)
- *With LED operation indicate lamp, easily identifiable
- *Brass chrome plated, proof of oil, water acid, alkaline
- *Standard sensing object: iferrous metals;
- *Protection rate: IP67, water resistant
- *Over-current protection
- *Widely applied in measuring, Counting, Rpm measuring in mechanism, chemical, paper manufacture light industry, etc

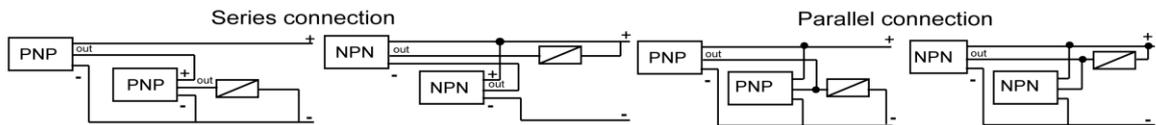
5. The picture of product mix:

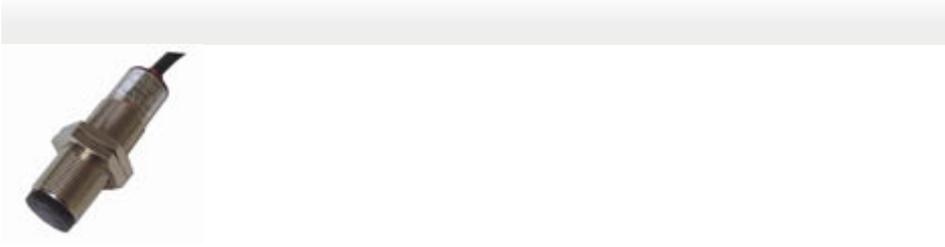
IPS INDUCTIVE PROXIMITY APPLICATION DIRECTION

- You had better set mounting distance equal 80% sn.
- Please set mounting distance equals 50%sn,when sensor applies in measuring mounting frequency or operating in high speed circum stance.
- Mounting distance varies with measuring object(iron, stainless steel ,brass, copper and aluminum) .



d. Ips series connection and parallel connection





Sensor fotoeléctrico

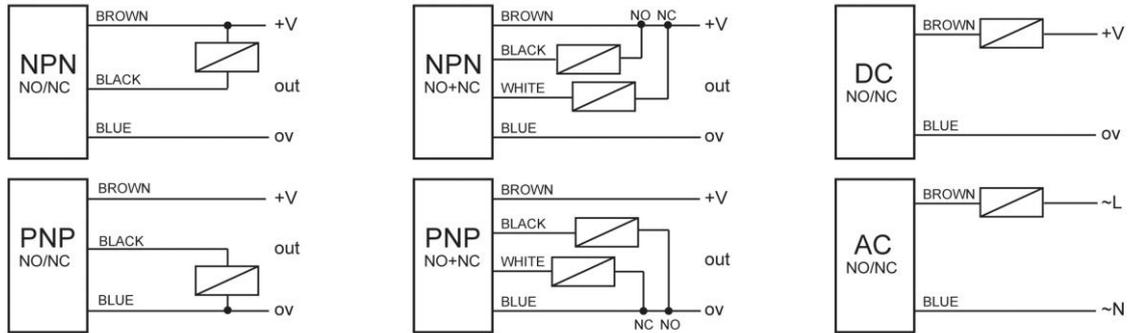
Code: M18 Serise photoelectric sensor

Features :

- Style: cylinder, diameter: 18mm. (through-beam type, retro-reflective type and diffused-reflective type).
- Material: brass Nickle plated or ABS
- DC 3 wire or DC 2 wire or AC 2 wire; with or without plug-in connector.
- Light resource:Infrared LED
- Strong anti-shock and anti-vibration.
- Non-contact object detect: avoid the photoelectric sensor to contact the object directly, protect the inducing component from damage
and extend the operation life of the sensor.
- Detect any objects with different materials: detect objects by the light quantities reflected and received, detect objects such as glass,
metal, plastic, wood, fluid....etc.
- Long detect distance: Retro reflective: 3m / diffused-reflective type: 10cm or 30cm / through-beam type: 10m.
- Fast response: through-beam: < 5ms / retro-reflective and diffused-reflective: < 3ms
- Identify object colors: according to the colors' reflectivity and absorptivity, the sensors detect the light that the object reflected and identify the colors.
- High precision: precise electron circuit, can detect tiny objects with accurate

position.

Diagrama de conexion



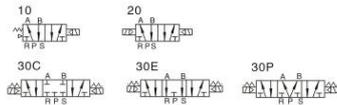
Válvula solenoide (5/2, 5/3 vías)



Serie 4V100



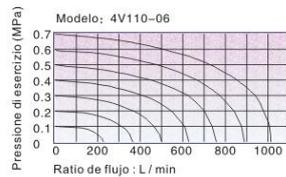
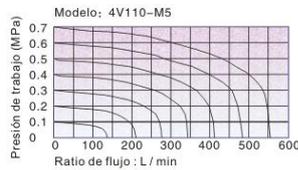
▣ Símbolo



▣ Característica del producto

1. Forma de piloto: piloto interno o externo es disponible;
2. La Estructura en modo de la columna deslizante: buena estanqueidad y reacción sensible;
3. Las válvulas solenoides de tres posiciones tienen tres tipos de la función central para su elección
4. Las válvulas solenoides de doble controles tienen la función de memoria;
5. El agujero interior adopta la tecnología de procesamiento especial que tiene un poco fricción de desgaste, presión baja de arranque y larga vida útil;
6. No hace falta a agregar el petróleo de lubricación;
7. Es disponible a formar el grupo intergrado de válvula con la base para ahorrar el espacio de instalación
8. Los dispositivos manuales afiliados están equipados para facilitar la instalación y la depuración;
9. Varios grados de voltaje estándar son opcionales.

▣ Diagrama de flujo



▣ Especificación

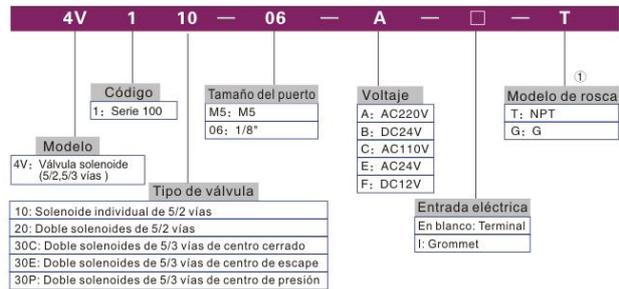
Modelo	4V110-M5 4V120-M5	4V130C-M5 4V130E-M5 4V130P-M5	4V110-06 4V120-06	4V130C-06 4V130E-06 4V130P-06
Medio	Aire (que se filtra por el elemento 40µm de filtro)			
Tipo de acción	Piloto			
Tamaño del puerto ①	Entrada= Salida =M5		Entrada=Salida =1/8"	
Área efectiva de la sección transversal	5.5mm ² (Cv=0.31)	5.0mm ² (Cv=0.28)	12.0mm ² (Cv=0.67)	9.0mm ² (Cv=0.50)
Tipo de válvula	5/2 vías	5/3 vías	5/2 vías	5/3 vías
Presión de trabajo	0.15-0.8MPa(21-114Psi)			
Presión de prueba	1.5MPa(215Psi)			
Temperatura °C	-20-70			
Material del cuerpo	Aleación de aluminio			
Lubricación ②	No requiere lubricación			
Max. Frecuencia ③	5 ciclos / seg	3 ciclos / seg	5 ciclos / seg	3 ciclos / seg
Peso	4V110-M5:120g 4V120-M5:175g	200g	4V110-06:120g 4V120-06:175g	200g

- ① Las roscas NPT y G están disponibles.
 ② No puede parar duvante agrega elaceite. Los lubricantes como ISO VG32 o equivalente son recomendados.
 ③ La frecuencia máxima de actuación está en el estado sin carga.

▣ Especificación de bobina

Artículo	Specifiche
Voltaje estándar	AC220V, AC110V, AC24V, DC24V, DC12V
Rango de voltaje	AC: ±15% DC: ±10%
Consumo de alimentación	AC: 2.5VA DC : 2.5W
Protección	IP65 (DIN40050)
Clase térmica	Clase B
Entrada eléctrica	Terminal, Grommet
Tiempo de activación	0.05 seg y por debajo

▣ Código de ordenamiento



- ① Cuando la rosca sea de tipo M5, el código está en blanco.
 Por favor, consulte a PI-34 para la especificación del colector y la forma de ordenamiento.



Válvula solenoide (5/2, 5/3 vías)



Serie 4V100

Estructura interna

Dimensiones

4V110

4V120

4V130C

NO.	Artículo	NO.	Artículo	NO.	Artículo
1	Conector	9	Anillo durable	17	Resorte
2	Tuerca de bobina	10	Cubierta inferior	18	Manual anulado
3	Bobina	11	Tomillo fijo	19	Porta de resorte
4	Armadura	12	Resorte	20	Resorte
5	Placa fija	13	Sello de cubierta inferior	21	Cubierta lateral
6	Pistón	14	O-anillo de carrete	22	Porta de resorte
7	Kit piloto	15	Carrete eje		
8	Cuerpo	16	O-anillo de pistón		

4V110(Terminal)

4V110(Grommet)

Modelo/Artículo	A	B	C	D	E	F	G
4V110-M5	M5 x 0.8	27	14.7	0	14	21.2	0
4V110-06	1/8"	28	14.2	1	16	20.2	3

4V120(Terminal)

4V120(Grommet)

Modelo/Artículo	A	B	C	D	E	F	G
4V120-M5	M5 x 0.8	27	57.7	0	14	64.3	0
4V120-06	1/8"	28	57.2	1	16	63.2	3

4V130(Terminal)

4V130(Grommet)

Modelo/Artículo	A	B	C	D	E	F	G
4V130-M5	M5 x 0.8	27	57.7	0	14	64.3	0
4V130-06	1/8"	28	57.2	1	16	63.2	3



RACORES INSTANTANEOS SERIE EP - MILIMETRICOS

AIRTAE



Código	Referencia	Rosca PT	Manguera OD
A40105	EPC4-M5	M5	4
A40110	EPC4-01	1/8"	4
A40115	EPC4-02	1/4"	4
A40120	EPC6-M5	M5	6
A40125	EPC6-01	1/8"	6
A40130	EPC6-02	1/4"	6
A40135	EPC6-03	3/8"	6
A40140	EPC8-01	1/8"	8
A40145	EPC8-02	1/4"	8
A40150	EPC8-03	3/8"	8
A40155	EPC10-02	1/4"	10
A40160	EPC10-03	3/8"	10
A40165	EPC10-04	1/2"	10
A40170	EPC12-03	3/8"	12
A40175	EPC12-04	1/2"	12



Código	Referencia	Rosca PT	Manguera OD
A41105	EPL4-M5	M5	4
A41110	EPL4-01	1/8"	4
A41115	EPL4-02	1/4"	4
A41120	EPL6-M5	M5	6
A41125	EPL6-01	1/8"	6
A41130	EPL6-02	1/4"	6
A41135	EPL6-03	3/8"	6
A41140	EPL8-01	1/8"	8
A41145	EPL8-02	1/4"	8
A41150	EPL8-03	3/8"	8
A41155	EPL10-02	1/4"	10
A41160	EPL10-03	3/8"	10
A41165	EPL10-04	1/2"	10
A41170	EPL12-03	3/8"	12
A41175	EPL12-04	1/2"	12



Código	Referencia	Manguera OD
A45105	EPU4	4
A45110	EPU6	6
A45115	EPU8	8
A45120	EPU10	10
A45125	EPU12	12



Código	Referencia	Manguera OD
A45205	EPV4	4
A45210	EPV6	6
A45215	EPV8	8
A45220	EPV10	10
A45225	EPV12	12



RACORES INSTANTANEOS SERIE EP MILIMETRICOS

AIRTAC



Código	Referencia	Manguera OD
A45505	EPP4	4
A45510	EPP6	6
A45515	EPP8	8
A45520	EPP10	10
A45525	EPP12	12



Código	Referencia	Manguera OD
A45605	EPM4	4
A45610	EPM6	6
A45615	EPM8	8
A45620	EPM10	10
A45625	EPM12	12



ØD2

ØD1

Código	Referencia	Rosca PT	Ø D1	Ø D2
A45710	PKD08-06-02	1/4"	8	6
A45715	PKD10-08-03	3/8"	10	8



RACORES INSTANTANEOS
SERIE EP - MILIMETRICOS

AIRTAC



Código	Referencia	Rosca PT	Manguera OD
A42105	EPB4-M5	M5	4
A42110	EPB4-01	1/8"	4
A42115	EPB4-02	1/4"	4
A42120	EPB6-M5	M5	6
A42125	EPB6-01	1/8"	6
A42130	EPB6-02	1/4"	6
A42135	EPB6-03	3/8"	6
A42140	EPB8-01	1/8"	8
A42145	EPB8-02	1/4"	8
A42150	EPB8-03	3/8"	8
A42155	EPB10-02	1/4"	10
A42160	EPB10-03	3/8"	10
A42165	EPB10-04	1/2"	10
A42170	EPB12-03	3/8"	12
A42175	EPB12-04	1/2"	12



Código	Referencia	Rosca PT	Manguera OD
A44105	EPX4-M5	M5	4
A44110	EPX4-01	1/8"	4
A44115	EPX4-02	1/4"	4
A44120	EPX6-M5	M5	6
A44125	EPX6-01	1/8"	6
A44130	EPX6-02	1/4"	6
A44135	EPX6-03	3/8"	6
A44140	EPX8-02	1/4"	8
A44145	EPX8-03	3/8"	8
A44150	EPX8-04	1/2"	8
A44155	EPX10-02	1/4"	10
A44160	EPX10-03	3/8"	10
A44165	EPX10-04	1/2"	10
A44170	EPX12-03	3/8"	12
A44175	EPX12-04	1/2"	12



Código	Referencia	Manguera OD
A45305	EPE4	4
A45310	EPE6	6
A45315	EPE8	8
A45320	EPE10	10
A45325	EPE12	12



Código	Referencia	Manguera OD
A45405	EPY4	4
A45410	EPY6	6
A45415	EPY8	8
A45420	EPY10	10
A45425	EPY12	12

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 Filtrado,
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. C/daje:

en Válvulas 5/2:
5 Ciclos/segundo

en Válvulas 5/3:
3 Ciclos/segundo

en Válvulas de 1/2:
3 Ciclos/segundo



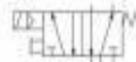
Materiales

Cuerpo:
Aluminio

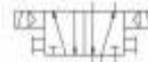
Carrete:
Aluminio

Sellos:
NBR

5/2 Solenoide - Resorte



5/2 Dobte Solenoide



5/3 Centros Cerrados



5/3 Centros Abiertos



MANIFOLDS PARA VALVULAS 5/2 y 5/3

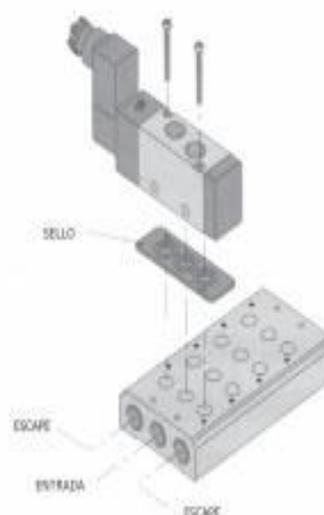
SERIE 4V M5 - 1/8 - 1/4 - 3/8 - 1/2 NPT



Manifolds

Los manifolds permiten instalar un conjunto de válvulas facilitando el montaje al utilizar una única entrada, reduciendo así la cantidad de racores, manguera y silenciadores.

Admiten combinar cualquier válvula solenoide serie 4V 5/2 ó 5/3, y válvulas de piloto neumático serie 4A 5/2 ó 5/3, para mayor versatilidad.



Manifolds

Válvula Estaciones	Conexión M5		Conexión 1/8" y 1/4"		Conexión 1/8"		Conexión 1/2"	
	Código	Referencia	Código	Referencia	Código	Referencia	Código	Referencia
2	A13200	100M-2P	A14200	200M-2P	A15200	300M-2P	A16200	400M-2P
3	A13205	100M-3P	A14205	200M-3P	A15205	300M-3P	A16205	400M-3P
4	A13210	100M-4P	A14210	200M-4P	A15210	300M-4P	A16210	400M-4P
5	A13215	100M-5P	A14215	200M-5P	A15215	300M-5P	A16215	400M-5P
6	A13220	100M-6P	A14220	200M-6P	A15220	300M-6P	A16220	400M-6P
7	A13225	100M-7P	A14225	200M-7P	A15225	300M-7P	A16225	400M-7P
8	A13230	100M-8P	A14230	200M-8P	A15230	300M-8P		
9	A13235	100M-9P	A14235	200M-9P	A15235	300M-9P		
10	A13240	100M-10P	A14240	200M-10P	A15240	300M-10P		
11	A13245	100M-11P	A14245	200M-11P	A15245	300M-11P		
12	A13250	100M-12P	A14250	200M-12P	A15250	300M-12P		
* Placa	A13255	100M	A14255	200M	A15255	300M	A16250	400M

* Esta placa permite bloquear una de las salidas del manifold.



Bobinas para serie 4V M5

Código	Descripción	Potencia
A13300	Bobina 12 VDC	2,5 W
A13305	Bobina 24 VDC	2,5 W
A13310	Bobina 24 VAC	3,0 VA
A13315	Bobina 110 VAC	3,0 VA
A13320	Bobina 220 VAC	3,0 VA
A13360	Conector eléctrico magnético	

Bobinas para serie 4V 1/8 - 1/4 - 3/8 - 1/2

Código	Descripción	Potencia
A16300	Bobina 12 VDC	2,5 W
A16305	Bobina 24 VDC	2,5 W
A16310	Bobina 24 VAC	3,5 VA
A16315	Bobina 110 VAC	2,5 VA
A16320	Bobina 220 VAC	2,0 VA
A16350	Conector eléctrico DC con LED indicador	
A16360	Conector eléctrico AC con LED indicador	

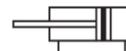
CILINDROS COMPACTOS

SERIE SDAS - DOBLE EFECTO

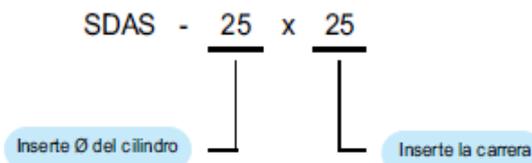
AIRTAC



- Especiales para espacios reducidos
- Fabricados en Aluminio
- Anillo magnético Standard
- No requieren lubricación
- Vástago con rosca hembra



Como ordenar su cilindro compacto

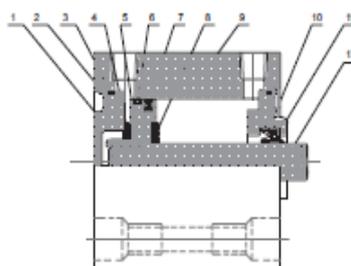


Díámetro	Carreras Standard en mm.					
12 mm	10	15	20	25		
16 mm	10	15	20	25		
20 mm	10	15	20	25	40	50
25 mm	10	15	20	25	40	50
32 mm	10	15	20	25	40	50
40 mm	10	15	20	25	40	50

Nota: Consultar para carreras no standard

Especificaciones Técnicas	
Presión de operación	1 ~ 9 Kg./cm ² (15 ~ 130 PSI)
Temperatura	0 ~ 70 °C (0 ~ 158 °F)
Velocidad SDAS / SSAS	30 ~ 500 / 100 ~ 500 mm/s
Anillo Magnético	Standard

Componentes	Materiales
Vástago	Acero 1045 cromado
Cuerpo	Aluminio
Pistón	Aluminio
Empaques	NBR
Anillo Magnético	Plástico

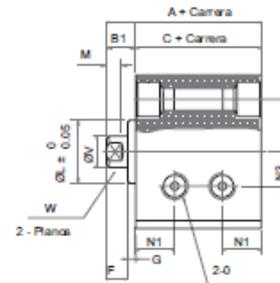
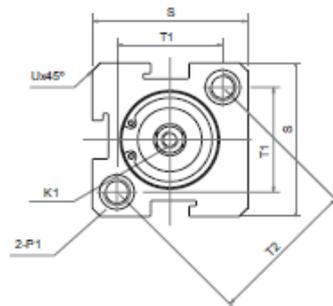


No.	Item	No.	Item
1	Cabeza trasera	2	Anillo retenedor Saeger
3	Empaque de la cabeza	4	Amortiguación
5	Pistón	6	Anillo Magnético
7	Sello del Pistón	8	Amortiguación
9	Cuerpo	10	Sello del vástago
11	Cabeza Delantera	12	Vástago

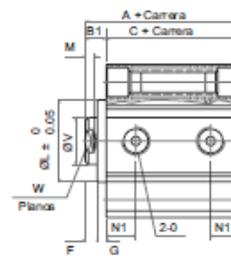
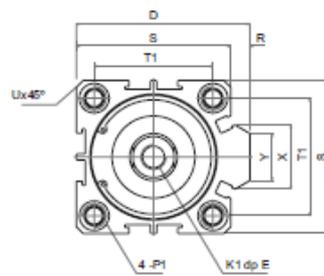
CILINDROS COMPACTOS
SERIE SDAS - DOBLE EFECTO



Ø 12 ~ 16



Ø 20 ~ 40



Diam.	A	B1	C	D	E	F	G	K1	L	M	N1
12 mm	32	5	27	-	6	4	1	M3 x 0,5	10,2	2,8	6,3
16 mm	34	5,5	28,5	-	6	4	1,5	M3 x 0,5	11	2,8	7,3
20 mm	35	5,5	29,5	36	8	4	1,5	M4 x 0,7	16	2,8	7,5
25 mm	37	6	31	42	10	4	2	M5 x 0,8	17	2,8	8
32 mm	41,5	7	34,5	50	12	4	3	M6 x 1	22	2,8	9
40 mm	43	7	36	58,5	12	4	3	M8 x 1,25	28	2,8	10

Diam.	N3	O	P1	R	S	T1	T2	U	V	W	X	Y
12 mm	6	M5 x 0,8	M5 x 0,8	-	25	16,2	23	1,6	6	5	-	-
16 mm	6,5	M5 x 0,8	M5 x 0,8	-	29	19,8	28	1,6	6	5	-	-
20 mm	-	M5 x 0,8	M5 x 0,8	2	34	24	-	2,1	8	6	11,3	10
25 mm	-	M5 x 0,8	M6 x 1	2	40	28	-	3,1	10	8	12	10
32 mm	-	G 1/8"	M6 x 1	6	44	34	-	2,15	12	10	18,3	15
40 mm	-	G 1/8"	M8 x 1,25	6,5	52	40	-	2,25	16	14	21,3	16



Anexo 4

Simbología neumática.

Símbolos Cilindros de simple efecto

Cilindro de simple efecto recorrido de salida		
Cilindro de simple efecto recorrido de entrada		
Cilindro de simple efecto recorrido de salida, magnetico		
Cilindro de simple efecto recorrido de entrada, magnetico		

Símbolos Cilindros de doble efecto

Cilindro de doble efecto	
Cilindro de doble efecto, velocidad ajustable	
Cilindro de doble efecto, doble recorrido, velocidad ajustable	
Cilindro de doble efecto, velocidad ajustable, magnético	

Símbolos de actuadores rotativos

Actuador de semirrotación	
Motor rotacional de un solo sentido de rotación	
Motor rotacional de dos sentidos de rotación	

Símbolos de válvulas

Válvula de 2/2 accionada por pulsador y retorno por muelle	
Válvula de 3/2 accionada por pulsador y retorno por muelle	
Válvula de 3/2 accionada por palanca con enclavamiento mecánico	
Válvula de 3/2 biestable accionada y retorno por presión	
Válvula de 5/2 accionada por pulsador y retorno por muelle	
Válvula de 5/2 accionada y retorno por presión. Posición central por muelle	

Símbolos de accionadores manuales

Manual general		Palanca	
Pulsador		Pedal	
Tirador		Pedal doble	
Pulsador/tirador		Selector rotativo	

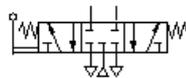
Símbolos de operadores mecánicos

Plunger		Presión	
Muelle normalmente como retorno		Presión pilotada	
Rodillo		Presión diferencial	
Rodillo escamoteable		Enclavamiento en 3 posiciones	

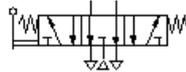
Símbolos de válvulas 5/3

Todas las válvulas se muestran en posición de reposo

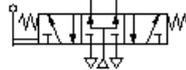
Tipo 1. Todas las vías bloqueadas



Tipo 2. Salidas a escape



Tipo 3. Presión a salidas



Símbolos de componentes lógicos

Válvula antirretorno		
Regulador unidireccional con antirretorno		
Regulador bidireccional		
Válvula 'AND'		
Válvula 'OR'		
Silenciador		
Escape rápido con silenciador		
Accionador a presión ajustable de un interruptor eléctrico		

Símbolos de acondicionadores de línea

Separador de agua con drenaje automático		
Filtro con drenaje manual		
Filtro con drenaje automático		
Filtro con drenaje automático e indicador de servicio		
Lubricador		
Regulador de presión		
Unidad de acondicionamiento: filtro, regulador y lubricador		

Anexo 5

Diagrama eléctrico

CONEXIÓN DEL PLC

