



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

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO PARA EL
PROCESO DE SEPARACIÓN POR BIFURCACIÓN
CONTROLADO POR UN PLC SIEMENS”**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de
INGENIERO EN ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

Presentado por:

Ermel Bolívar Guamán Llanga
Diego Vladimir Paredes Curipallo

Riobamba – Ecuador

2013

AGRADECIMIENTO

Nuestra eterna gratitud a Dios.

A nuestros padres con el apoyo incondicional de nuestra educación y superación, demostrando que a pesar de las adversidades siempre hay una luz al final del camino.

A nuestros amigos, quienes siempre han permanecido junto a nosotros para escuchar, aconsejar y apoyarnos desinteresadamente.

Y a todas las personas que de una u otra manera influyeron para cumplir este sueño, en particular al Ing. Lenyn Aguirre y al Ing. Diego Barba.

Ermel y Diego

DEDICATORIA

Dedico este presente a Dios por darme salud y vida por darme una familia que está siempre a mi lado a pesar de todos los momentos difíciles que hemos pasado.

A mis queridos padres Ángel y María a mis hermanos y hermanas quienes a pesar de la distancia y su ausencia siempre han estado apoyándome para lograr con mis metas y objetivos propuestos, en especial a mi sobrino Gabriel Mateo por llenar de alegría nuestro hogar.

Ermel Guamán

Dedicado a Dios por haberme dado la vida y sus bendiciones, a mis padres Segundo y Ligia por su amor, paciencia y apoyo incondicional, a mis hermanos Alex y Christian por confiar siempre en mí, a mi pequeño Samuel por inspirarme cada día y ser mejor para ellos.

A mi querida escuela, a todos mis amigos, docentes que aportaron con sus enseñanzas, a mis familiares por su ayuda y comprensión en todo momento supieron darme ánimo, pudiendo así cumplir una etapa más de mi vida profesional.

Diego Paredes

NOMBRE**FIRMA****FECHA**

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

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

Ing. Lenyn Aguirre
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Diego Barba
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Tec. Carlos Rodríguez
DIRECTOR DEL DPTO
DOCUMENTACIÓN

NOTA DE LA TESIS

“Nosotros, Ermel Bolívar Guamán Llanga Y Diego Vladimir Paredes Curipallo, somos responsables 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”

Ermel Bolívar Guamán Llanga

Diego Vladimir Paredes Curipallo

AUTORES

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

BAR	Unidad de Presión
CPU	Unidad Central de Procesamiento
DB	Bloque de Datos
E/S	Entradas y Salidas
FB	Bloque de Función
HMI	Interfaz Humano- Máquina
IP	Protocolo de Internet
NA	Normalmente Abierto
NC	Normalmente Cerrado
OB	Bloque de Organización
PC	Computadora Personal
PLC	Controlador Lógico Programable (Programmable Logic Controller)
RPM	Revoluciones por Minuto
SB	Signal Board
TIA Portal	Totally Integrated Automation Portal
VDC	Voltaje de Corriente Directa
VAC	Voltaje de Corriente Alterna
%I	VARIABLES de Entrada del PLC
%Q	VARIABLES de Salida del PLC

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS DE RESPONSABLES

TEXTO DE RESPONSABILIDAD

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL	17
1.1. ANTECEDENTES	17
1.2. JUSTIFICACIÓN	18
1.3. OBJETIVOS	19
1.3.1. Objetivo general	19
1.3.2. Objetivos específicos	19
1.4. HIPÓTESIS	20

CAPÍTULO II

2. CONCEPTOS BÁSICOS	21
2.1. PROCESO DE SEPARACIÓN POR BIFURCACIÓN	21
2.1.1 Definición de proceso de separación por bifurcación	21
2.1.2. Aplicaciones de procesos de separación por bifurcación	21
2.2. EL AIRE COMPRIMIDO EN LA INDUSTRIA	22
2.2.1. Presión y sus unidades	22
2.2.2. Propiedades del aire comprimido	23
2.2.3. Ventajas y desventajas del aire comprimido	23
2.3. NEUMÁTICA	24
2.3.1. Definición	24
2.3.2. Sistemas neumáticos	24

2.3.3.	Ventajas y desventajas de la neumática	25
2.3.4.	Aplicaciones	26
2.4.	ELECTROVÁLVULA.....	26
2.4.1.	Definición.....	27
2.4.2.	Electroválvula 5/2 Vías Monoestable.....	28
2.4.3.	Electroválvula 5/2 Vías Biestable	29
2.5.	VÁLVULAS NEUMÁTICAS	29
2.6.	ACTUADORES NEUMATICOS	30
2.6.1.	Definición de cilindros.....	30
2.7.	RELÉS	33
2.7.1.	Definición.....	33
2.8.	MOTORES.....	34
2.8.1.	Motor de corriente continua.....	34
2.8.2.	Motor de engranaje	35
2.9.	ACCESORIOS ELÉCTRICOS Y NEUMÁTICOS	36
2.9.1.	Accesorios eléctricos.....	36
2.9.2.	Accesorios neumáticos.....	36
2.9.3.	Unidad de mantenimiento.....	37
2.10.	SENSORES.....	38
2.10.1.	Definición.....	38
2.10.2.	Tipos de sensores	39
CAPÍTULO III		
3.	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).....	44
3.1.	Definición	44
3.2.	Modulo del proceso.....	45
3.2.1.	Unidad Central de Procesamiento (CPU).....	45
3.3.	Ventajas y Desventajas de un PLC.....	46
3.4.	Lenguaje de Programación	47
3.4.1.	Grafcet.....	47
3.4.2.	Ladder	48
3.5.	PLC Siemens S7-1200.....	49
3.5.1.	Modelos de CPUs del S7-1200	51

3.5.2.	Módulos de señales y Signal Boards.....	52
3.5.3.	Módulos de señales.....	53
3.6.	Software del PLC TIA portal V11	54
CAPÍTULO IV		
4.	DISEÑO DEL MÓDULO Y ESTUDIO ECONÓMICO	55
4.1.	INTRODUCCIÓN	55
4.2.	SOLIDWORKS 2012.....	56
4.3.	DISEÑO DEL MÓDULO.....	57
4.3.1.	Diseño de los soportes de la base del modulo	57
4.4.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	57
CAPÍTULO V		
5.	IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO.....	60
5.1.	INTRODUCCIÓN	60
5.2.	ENSAMBLAJE DEL MÓDULO.....	61
5.2.1.	Montaje mecánico	61
5.2.2.	Montaje eléctrico	63
5.2.3.	Montaje neumático	66
5.2.4.	Montaje de sensores	69
5.2.4.2.	Sensor magnético de cilindro neumático	71
5.3.	PROGRAMACIÓN DEL PLC	74
5.3.1.	Secuencia del proceso	74
5.3.2.	Variables de entrada y salida	75
5.3.3.	Grafcet.....	77
5.3.4.	Programación en el STEP 7-Basic TIA Portal V11	79
5.4.	COMUNICACIÓN NI-OPC SERVERS DE LABVIEW 2012 CON SIEMENS S7-1200	81
5.4.1.	LabVIEW 2012	81
5.4.2.	OPC.....	82
5.4.2.1.	SERVIDOR OPC	83
5.4.3.	MONITOREO DESDE LABVIEW	96
5.5.	PROGRAMA HMI	99
CAPÍTULO VI		

6. PRUEBAS Y RESULTADOS.....	100
6.1. INTRODUCCIÓN.....	100
6.2. MÓDULO DE PROCESO	101
6.3. MANUAL DE USUARIO.....	103
6.4. HOJA GUÍA DE PRÁCTICAS	103
6.5. RESULTADOS DE LA ENCUESTA.....	103
6.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MÓDULO DE PROCESO	107
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
RESUMEN	
SUMMARY	
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1 Electroválvula 5/2 Monoestable	28
Figura II.2 Electroválvula 2/2 Biestable	29
Figura II.3 Electroválvula FESTO	30
Figura II.4 Cilindro de simple efecto	31
Figura II.5 Cilindro de doble efecto	32
Figura II.6 Cilindro con doble vástago	32
Figura II.7 Estructura de un Relé	33
Figura II.8 Relé de 24 Vdc	34
Figura II.9 Motor de engranaje	36
Figura II.10 Manguera y rácor neumático	37
Figura II.11 Unidad de mantenimiento	38
Figura II.12 Sensor Inductivo	40
Figura II.13 Sensor Capacitivo	41
Figura II.14 Esquema de un sensor óptico	42
Figura II.15 Sensor Fotoeléctrico Con Fibra Óptica	42
Figura II.16 Sensor ultrasónico	43
Figura II.17 Sensor láser o es O1D100	43
Figura III.18 Módulo del proceso	45
Figura III.19 PLC Siemens S7-1200	50
Figura III.20 Localización de la signal board	53
Figura III.21 Módulos de señales del S7-1200	53
Figura IV.22 Componentes del árbol de proyecto	56
Figura V.23 Perfil modular de aluminio	61

Figura V.24 Conector de perfil perpendicular.....	62
Figura V.25 Canaleta ranurada y Riel DIN.....	63
Figura V.26 Montaje del motor eléctrico de engranaje 24 Vdc.....	64
Figura V.27 Montaje del solenoide de enganche magnético.....	64
Figura V.28 Montaje del panel de control de módulo.....	65
Figura V.29 Montaje de la unidad de mantenimiento.....	67
Figura V.30 Montaje del cilindro neumático con su cuña.....	68
Figura V.31 Diagrama de conexión neumática.....	69
Figura V.32 Montaje del sensor de fibra óptica.....	71
Figura V.33 Sensor magnético de cilindro neumático.....	72
Figura V.34 Montaje del sensor óptico.....	73
Figura V.35 Asignación de las variables de ENT/SAL a la base de datos.....	80
Figura V.36 Software LabVIEW 2012.....	82
Figura V.37 Arquitectura Típica de un OPC.....	83
Figura V.38 Ingreso a NI OPC Server.....	84
Figura V.39 Agregando un nuevo canal TESIS_ESPOCH.....	85
Figura V.40 Seleccionamos el dispositivo Siemens.....	85
Figura V.41 Selección de parámetros de comunicación.....	86
Figura V.42 Selección de parámetros predeterminados.....	86
Figura V.43 Pantalla de resumen de la configuración del canal.....	87
Figura V.44 Añadiendo un nuevo dispositivo en el canal.....	87
Figura V.45 Añadir un nombre al dispositivo creado.....	88
Figura V.46 Selección del PLC S7-1200.....	88
Figura V.47 Agregar la dirección 192.168.0.1 del PLC.....	89

Figura V.48 Configuración de los parámetros de tiempo de comunicación	89
Figura V.49 Aquí se puede activar la opción Auto Demotion	90
Figura V.50 Selección del número de puerto a utilizar	90
Figura V.51 Parámetros del nuevo dispositivo para establecer tipo de conexión	91
Figura V.52 Parámetros por defecto del controlador S7-1200	91
Figura V.53 Resumen de la configuración del dispositivo	92
Figura V.54 OPC Server listo para la creación de los tags	93
Figura V.55 Propiedades de los tags	94
Figura V.56 Etiqueta configurada y creada	94
Figura V.57 Parámetros de la ventana de OPC Quick Client.....	95
Figura V.58 Monitoreo desde LabVIEW	96
Figura V.59 Creación del nuevo VI para monitorear el PLC	97
Figura V.60 Creación de un I/O Server	97
Figura V.61 Selección OPC Client de la lista	98
Figura V.62 Configuración de Cliente OPC.....	99
Figura VI.63 Módulo de proceso implementado.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.I Elementos grafcet de programación (“Continuación”).....	48
Tabla III.II Elementos de programación (“Continuación”).....	49
Tabla III.III Modelos de CPUs del S7-1200	51
Tabla III.IV de señales y Signal Boards del S7-1200	52
Tabla IV.V Detalles de Gastos (“Continuación”).....	59
Tabla V.VI Asignación de las variables de Entradas/Salida en el PLC (“Continuación”)	77
Tabla V.VII Ecuaciones de la secuencia grafcet	79

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1

Manual de prácticas para el módulo de un proceso de separación por bifurcación.

ANEXO 2

Hoja guía de prácticas.

ANEXO 3

Variables y programación en El TIA Portal V11

Anexo 4

Interfaz Humano Máquina (HMI) en LabVIEW 2012.

ANEXO 5

Especificaciones técnicas de los elementos que componen el módulo de proceso.

ANEXO 6

Diagrama eléctrico.

ANEXO 7

Encuesta aplicada.

ANEXO 8

Planos del diseño.

INTRODUCCIÓN

El diseño e implementación de un módulo para el proceso de separación por bifurcación controlado con un PLC Siemens S7-1200 CPU 1212, servirá para equipar el Laboratorio de Automatización Hidráulica y Neumática de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la ESPOCH, permitirá a los estudiantes realizar prácticas de control automático aplicando los conocimientos teóricos e ir desarrollando sus habilidades en el área de automatización neumática.

El proceso de separación por bifurcación está diseñado en base a un modelo industrial. El proceso permitirá la separación de piezas mediante la señal entregada por un sensor, según la elección realizada procederá a dirigirse a una de dos bandas transportadoras implementadas.

Adicionalmente la tarea de separación por bifurcación, también puede ser usada para el control de calidad del sellado de envases, ya que verificara si un envase se encuentra o no sellada u obtener la profundidad de taladrado de una pieza, procesos que permiten un desarrollo óptimo en las tareas requeridas en la industria.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. ANTECEDENTES

Para realizar la automatización y el control de procesos de transporte, separación y bifurcación de partes y piezas en la industria pequeña, mediana y grande es una necesidad que viene creciendo de forma acelerada, por lo que se requiere una revisión de las necesidades a fin de dar solución de forma satisfactoriamente a un problema. Para todo esto se debe llevar una comparación de los costos que implican, adquiriendo un sistema que cubra las

necesidades principales para el desarrollo de la aplicación, simulación a medida que responda los requerimientos a cumplirse.

Para el control de procesos industriales, el PLC juega un papel importante, es así que Siemens oferta una amplia gama de PLC's, como el Siemens S7y otros, los cuales son compactos y potentes particularmente para el control a la respuesta en tiempo real, muy buena conectividad y todo tipo de facilidades en el manejo del software y hardware.

La búsqueda de soluciones automatizadas a estos procesos solo pueden ser desarrollados en un laboratorio donde se pueda simular soluciones multimodales en la cual intervengan áreas multidisciplinarias tales como: hidráulica y neumática, mecatrónica, control de procesos, instrumentación y sensores, desarrollando así potentes programas que den soluciones estándar o personalizados a los diferentes problemas planteados.

1.2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad todos quienes formamos parte de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales que contamos con un buen prestigio, y sentimos la necesidad de que ese prestigio vaya en crecimiento, siempre en búsqueda de la excelencia educativa universitaria y de formación para cada uno de nosotros y la mejor manera de lograr ese objetivo es dotar de la mejor infraestructura el Laboratorio de Automatización Hidráulica y Neumática, donde los estudiantes podrán complementar sus conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en las aulas con este módulo que se asemeja a

la realidad y tendencia de las plantas de producción de la industria Ecuatoriana.

En la industria ecuatoriana las operaciones de transporte, separación y bifurcación son procesos muy fundamentales en los diversos sistemas de producción. La automatización de este tipo de procesos y la técnica de control es un problema que debe ser estudiado y entendido. Para dar solución a este tipo de alternativas innovadoras dando soluciones procurando la calidad y competitividad en la producción de la industria.

Para el desarrollo se tiene como objetivo diseñar e implementar un módulo para el proceso de separación de piezas por bifurcación controlado por medio de un PLC Siemens S7-1200.

Permitiéndonos aprovechar nuestros conocimientos adquiridos, como recursos tecnológicos de nuestra actualidad, para que se facilite el aprendizaje de los estudiantes en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería en Electrónica Control y Redes Industriales.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- ✓ Diseñar e implementar un módulo para el proceso de separación de piezas por bifurcación controlado por un PLC Siemens S7-1200 para el Laboratorio de Automatización Hidráulica y Neumática de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y redes Industriales.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Realizar el diseño del módulo para el proceso de separación de piezas por bifurcación.
- ✓ Realizar el respectivo reconocimiento de piezas, utilizando diversos sensores y componentes industriales.
- ✓ Desarrollar el programa en el TIA Portal V11 del PLC Siemens 1200 para la ejecución correcta del proceso.
- ✓ Controlar los motores DC para el correcto funcionamiento de las bandas transportadoras.
- ✓ Realizar un manual de prácticas para la utilización del módulo para el proceso de separación de piezas por bifurcación.

1.4. HIPÓTESIS

La implementación y automatización de el módulo de separación de piezas por bifurcación controlado por un PLC Siemens S7-1200 permitirá a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, reforzar el aprendizaje sobre los procesos de automatización en el que está basado este módulo y otros procesos que utilizan este tipo de tecnología.

CAPÍTULO II

2. CONCEPTOS BÁSICOS

2.1. PROCESO DE SEPARACIÓN POR BIFURCACIÓN

2.1.1 Definición de proceso de separación por bifurcación

Consiste en separar partes o piezas que no cumplan las características establecidas en el control de calidad para posteriormente ser rectificadas.

2.1.2. Aplicaciones de procesos de separación por bifurcación

El proceso de separación por bifurcación se puede utilizar para supervisión de llenado, control de nivel, detección y conteo de materiales, detección de piezas de acuerdo al material o control de sellado de envases.

2.2. EL AIRE COMPRIMIDO EN LA INDUSTRIA

La utilización del aire comprimido en la industria está ampliamente extendida, y en actuaciones tan diversas, como accionamiento de máquinas herramientas, actuadores de válvulas, maquinaria, etc. Dado que su accionamiento es debido a un fluido a presión, su empleo da lugar a la aparición de unos riesgos específicos, que se van a ver magnificados si se hace un mal uso del mismo.

2.2.1. Presión y sus unidades

La presión es la magnitud que indica cómo se distribuye la fuerza sobre la superficie a la cual está aplicada. La medida de la presión se puede calcular entonces dividiendo la intensidad de la fuerza por el área de la superficie:

$$p = \frac{F}{A}$$

En el sistema internacional de unidades (sistema internacional SI) en 1978, el Pascal (Pa) se aceptó como unidad oficial de la presión, siendo:

$$1 \text{ Pascal (Pa)} = 1 \text{ Newton (N)} / \text{m}^2$$

$$1 \text{ Bar (bar)} = 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ N} / \text{m}^2 = 10 \text{ N} / \text{cm}^2 = 750,06 \text{ QS (columna de mercurio)}$$

$$1 \text{ bar} = 1,019 \text{ kg / cm}^2 = 0,1 \text{ N / mm}^2 = 14,5 \text{ psi}$$

2.2.2. Propiedades del aire comprimido

Algunas de las propiedades del aire comprimido en la industria son:

- ✓ Disponibilidad
- ✓ Almacenamiento
- ✓ Simplicidad de diseño y control
- ✓ Elección del movimiento
- ✓ Economía
- ✓ Fiabilidad
- ✓ Seguridad

2.2.3. Ventajas y desventajas del aire comprimido

En aplicaciones neumáticas en la industria se trabaja con aire comprimido. Esto representa ciertas ventajas y desventajas, sobre todo, si se compara con la hidráulica y la electricidad.

2.2.3.1. Ventajas

- ✓ Económico
- ✓ Seguro
- ✓ Abundante
- ✓ No contamina
- ✓ Rápida respuesta
- ✓ No requiere líneas de retorno
- ✓ Fácil montaje y mantenimiento

- ✓ Fácil transporte
- ✓ La instalación es sencilla, rápida y limpia

2.2.3.2. Desventajas

- ✓ Humedad
- ✓ Ruido
- ✓ Limitación de fuerza
- ✓ Difícil detección de fugas
- ✓ Costosa producción

2.3. NEUMÁTICA

2.3.1. Definición

La neumática trata de la generación y transformación de movimientos mediante el aire como fuente de energía, aplica también al conjunto de aparatos destinados a operar con aire. El término proviene de la expresión griega pneuma que significa hálito, soplo, aire. La neumática se puede hacer uso del aire comprimido para automatizar procesos industriales.

2.3.2. Sistemas neumáticos

Los accionamientos neumáticos para herramientas se aplican cuando se exige un movimiento rápido y la fuerza no sobrepasa 30.000 N (3.000 kp). Para esfuerzos superiores, no conviene aplicar cilindros neumáticos.

Elementos simples de mando neumático, velocidades regulables y en algunos casos fuerzas grandes con cilindros de pequeño diámetro. El mando se efectúa

a través del cilindro neumático. La regulación de la velocidad de trabajo se realiza por medio de un cilindro hidráulico.

Este sistema se emplea con gran frecuencia en procedimientos de trabajo con arranque de virutas, como en el taladrado, fresado y torneado, así como en dispositivos de amplificación de la presión, prensas y dispositivos de sujeción.

2.3.3. Ventajas y desventajas de la neumática

2.3.3.1. Ventajas

- ✓ El aire es de fácil captación y abunda en la tierra
- ✓ El aire no posee propiedades explosivas, por lo que no existen riesgos de chispas.
- ✓ Los actuadores pueden trabajar a velocidades razonablemente altas y fácilmente regulables
- ✓ El trabajo con aire no daña los componentes de un circuito por efecto de golpes de ariete.
- ✓ Las sobrecargas no constituyen situaciones peligrosas o que dañen los equipos en forma permanente.
- ✓ Los cambios de temperatura no afectan en forma significativa.
- ✓ Energía limpia
- ✓ Cambios instantáneos de sentido

2.3.3.2. Desventajas

- ✓ En circuitos muy extensos se producen pérdidas de cargas considerables.

- ✓ Requiere de instalaciones especiales para recuperar el aire previamente empleado.
- ✓ Las presiones a las que trabajan normalmente, no permiten aplicar grandes fuerzas.
- ✓ Altos niveles de ruido generado por la descarga del aire hacia la atmósfera.

2.3.4. Aplicaciones

- ✓ Entre las aplicaciones más importantes tenemos:
- ✓ Accionamiento de válvula para aire o agua.
- ✓ Accionamiento de puertas pesadas o calientes.
- ✓ Elevación y movimiento en máquinas de moldeo.
- ✓ Sujeción para soldadura fuerte y normal.
- ✓ Accionamiento de cuchillas de guillotina.
- ✓ Transportadores de componentes y materiales.
- ✓ Manipuladores neumáticos.
- ✓ Torno de dentista.
- ✓ Automotriz: suspensión, frenos, dirección, refrigeración, etc.
- ✓ Aeronáutica: timones, alerones, trenes de aterrizaje, frenos, simuladores, equipos de mantenimiento aeronáutico, etc.
- ✓ Naval: timón, mecanismos de transmisión, sistemas de mandos, sistemas especializados de embarcaciones o buques militares.
- ✓ Medicina: Instrumental quirúrgico, mesas de operaciones, camas de hospital, sillas e instrumental odontológico, etc.

2.4. ELECTROVÁLVULA

2.4.1. Definición

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoide.

Las electroválvulas resultan del acoplamiento de un sistema electromecánico (solenoide–electroimán de accionamiento) a una válvula de distribución neumática elemental convirtiéndola a una de accionamiento eléctrico.

2.4.1.1. Funcionamiento

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Es normal que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta.

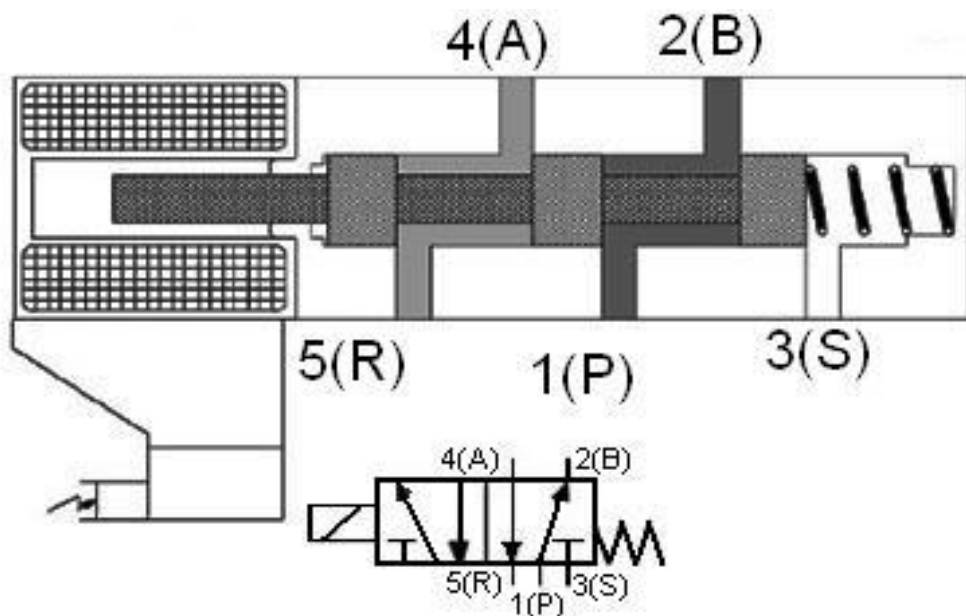
También es posible construir electroválvulas biestables que usan un solenoide para abrir la válvula y otro para cerrar o bien un solo solenoide que abre con un pulso y cierra con el siguiente.

Las electroválvulas pueden ser cerradas en reposo o normalmente cerradas lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo abiertas en reposo o normalmente abiertas que quedan abiertas cuando no hay alimentación.

Hay electroválvulas que en lugar de abrir y cerrar lo que hacen es conmutar la entrada entre dos salidas. Este tipo de electroválvulas a menudo se usan en los sistemas de calefacción por zonas lo que permite calentar varias zonas de forma independiente utilizando una sola bomba de circulación.

2.4.2. Electroválvula 5/2 Vías Monoestable

Cumple las mismas funciones que la de 4/2 vías y simplemente tiene otro sistema constructivo. Este tipos de tipo corredera a diferencia de las de tipo asiento.

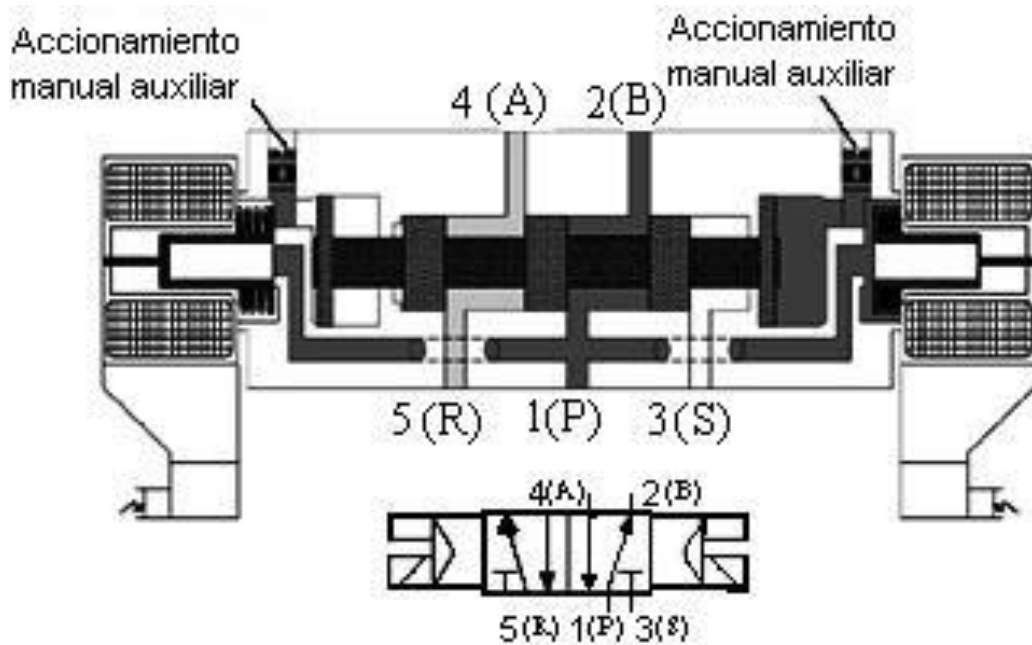


Fuente: <http://es.scribd.com/doc/23721358/electroneumatica-basica>

Figura II.1 Electroválvula 5/2 Monoestable

2.4.3. Electroválvula 5/2 Vías Biestable

A diferencia de las válvulas con retorno por muelle, está ya no posee el muelle y en su lugar se tiene otro accionamiento eléctrico.

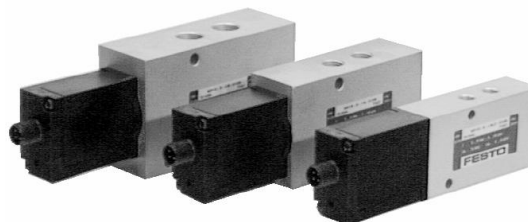


Fuente: <http://es.scribd.com/doc/23721358/electroneumatica-basica>

Figura II.2 Electroválvula 2/2 Biestable

2.5. VÁLVULAS NEUMÁTICAS

Las válvulas son elementos 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.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/23721358/electroneumatica-basica>

Figura II.3 Electroválvula FESTO

- 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.

2.6. ACTUADORES NEUMÁTICOS

Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas. A los mecanismos que convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico se les denomina actuadores neumáticos. Los actuadores se dividen en 2 grande grupos:

- ✓ Cilindros
- ✓ Motores

2.6.1. Definición de cilindros

Los cilindros neumáticos son unidades que transforman la energía potencial del aire comprimido en energía cinética o en fuerzas prensoras. Básicamente consisten en un recipiente cilíndrico provisto de un émbolo o pistón. La fuerza de empuje es proporcional a la presión del aire y a la superficie del pistón:

$$F = p \cdot A$$

Dónde:

F = Fuerza

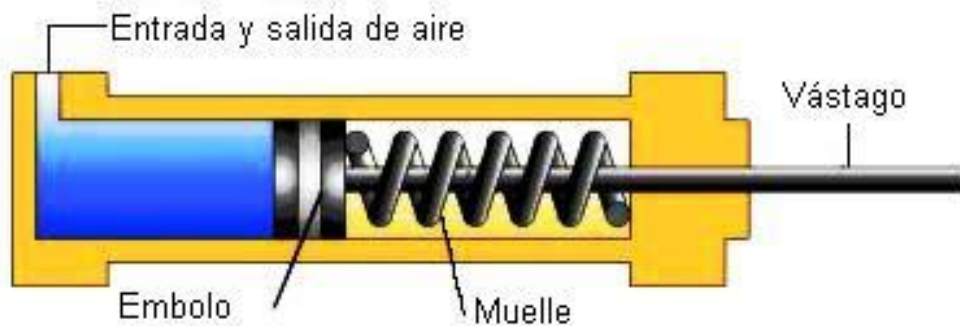
p = Presión manométrica

A = Área del émbolo o pistón

2.6.2. Clasificación de los cilindros

2.6.2.1. Cilindros de simple efecto

El cilindro de simple efecto es el que solo puede producir trabajo en una dirección. El retorno a su posición inicial se realiza por medio de un muelle recuperador que lleva el cilindro incorporado o por medio de fuerzas exteriores.



Fuente: <http://sitioniche.nichese.com/valvulas.html>

Figura II.4 Cilindro de simple efecto

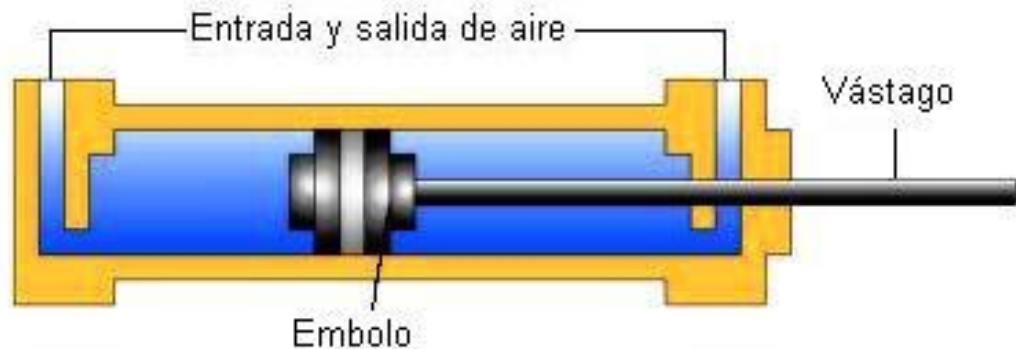
2.6.2.2. Cilindros de doble efecto

Doble efecto significa que tanto el movimiento de entrada como el de salida son debidos al aire comprimido. Al aplicar aire a presión en la cámara posterior y comunicar la cámara anterior con la atmósfera a través de una válvula, el cilindro realiza la carrera de avance.

La carrera de retroceso se efectúa introduciendo aire a presión en la cámara anterior y comunicando la cámara posterior con la atmósfera, igualmente a través de una válvula para la evacuación del aire. Las ventajas de los cilindros de doble efecto sobre los de simple efecto son:

- ✓ Posibilidad de realizar trabajo en dos sentidos
- ✓ No se pierde fuerza para comprimir el muelle

El principal inconveniente es que consúmenle doble de aire que un cilindro de simple efecto.

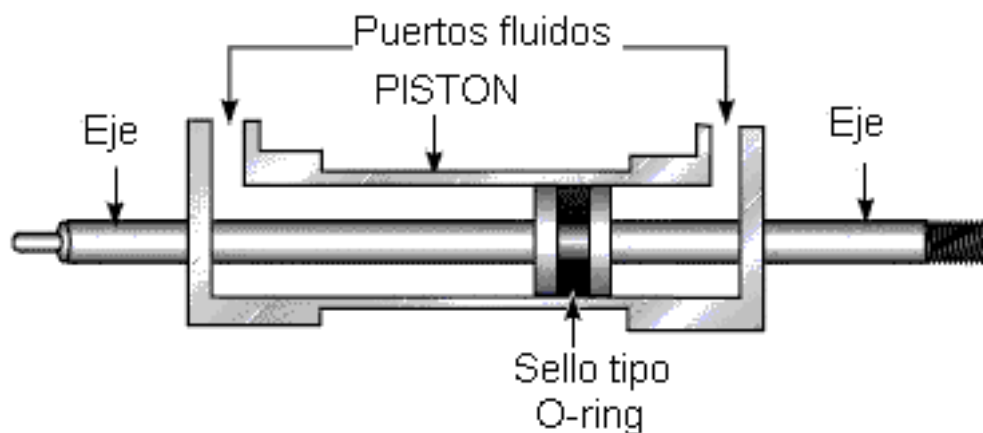


Fuente : <http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>

Figura II.5 Cilindro de doble efecto

2.6.2.3. Cilindros con doble vástago

Poseen salida de vástago en ambos extremos, lo que ofrece un mejor guiado del conjunto, facilitan el colocado de levas o fines de carrera cuando hay problemas de espacio en la zona de trabajo, y además presentan iguales áreas de pistón a ambos lados.



Fuente: http://www.guillesime.galeon.com/index_archivos/Page780.htm

Figura II.6 Cilindro con doble vástago

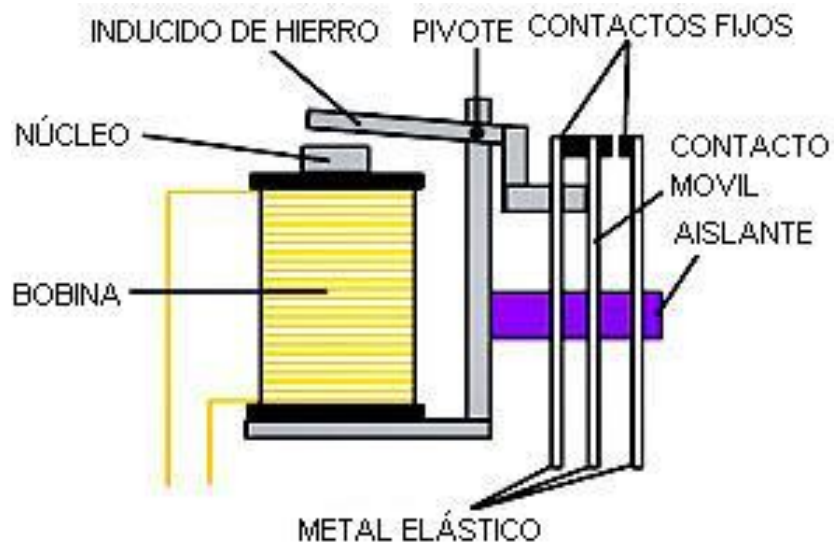
2.7. RELÉS

2.7.1. Definición

Los Relés son interruptores o dispositivos de conmutación activados por señales, lo cual los hace extremadamente funcionales para que controlen cosas cuando se les manda una señal.

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.

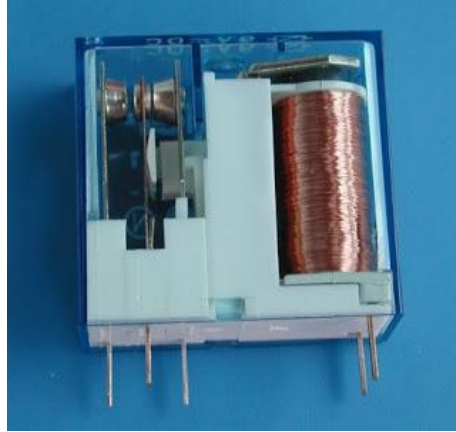
Pueden ser de tipo electromecánico o totalmente electrónico, en cuyo caso carece de partes móviles.



Fuente: <http://cpc.farnell.com/1/1/3687-relay-pcb-16a-spc0-24vdc-4061-7024>

Figura II.7 Estructura de un Relé

En la figura siguiente se muestra la imagen de un relé de 24 V de corriente continua.



Fuente:<http://eljonablog.blogspot.com/2009/12/el-rele-es-un-dispositivo.html>

Figura II.8Relé de 24 Vdc

2.8. MOTORES

2.8.1. Motor de corriente continua

El motor de corriente continua es una máquina que convierte la energía eléctrica continua en mecánica, provocando un movimiento rotatorio.

En la actualidad existen nuevas aplicaciones con motores eléctricos que no producen movimiento rotatorio, sino que con algunas modificaciones, ejercen tracción sobre un riel. Estos motores se conocen como motores lineales.

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

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

2.8.2. Motor de engranaje

El motor de engranaje, tiene un sistema completo de fuerza motriz que consiste en un motor eléctrico y un engranaje de reducción integrado, esto reduce enormemente la complejidad y el costo de diseñar y construir herramientas eléctricas, máquinas y aparatos de llamada para un alto par a velocidad del eje relativamente baja o RPM.

Los motores de engranajes permiten el uso de baja potencia económica motores para proporcionar fuerza motriz grande a baja velocidad, como en los ascensores, tornos, mesas médicas, gatos y robótica.

Pueden ser lo suficientemente grande como para levantar un edificio o lo suficientemente pequeño como para conducir un pequeño reloj.



Fuente: http://www.ehow.com/about_5313147_gear-motor.html

Figura II.9 Motor de engranaje

2.9. ACCESORIOS ELÉCTRICOS Y NEUMÁTICOS

2.9.1. Accesorios eléctricos

Entre los más utilizados tenemos los siguientes:

- a) **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.
- b) **Luz piloto:** Son accesorios que permiten conocer el estado del proceso mediante la emisión de luz.
- c) **Borneras:** Las borneras son utilizadas para facilitar las conexiones entre los actuadores eléctricos y el controlador.
- d) **Cable:** Es el medio por el cual fluye la energía eléctrica desde la fuente de poder hasta los actuadores eléctricos.

2.9.2. Accesorios neumáticos

Los accesorios neumáticos más utilizados son los siguientes:

- a) **Manguera:** Las mangueras son accesorios utilizados para conducir el aire comprimido de los sistemas neumáticos, en donde se requiere un

medio de conducción seguro, ligero, resistente y flexible, de aire comprimido.

- b) **Rácores:** Los rácores son elementos de conexión instantánea y segura a prueba de fugas.



Fuente: <http://www.sicontrol.com/racores.htm>

Figura II.10 Manguera y rácor neumático

2.9.3. Unidad de mantenimiento

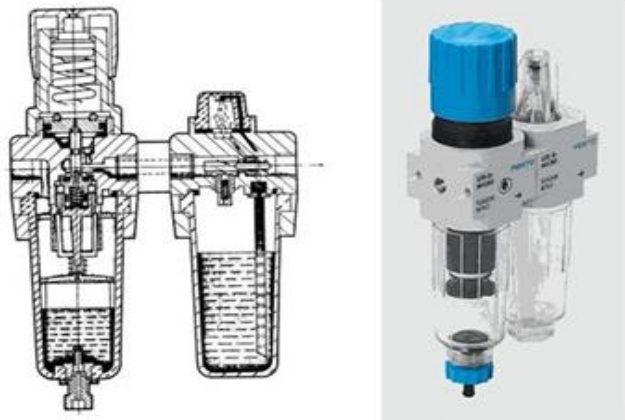
La unidad de mantenimiento representa una combinación de los siguientes elementos:

Filtro de aire comprimido: El filtro tiene la misión de extraer del aire comprimido circulante todas las impurezas y el agua condensada, el filtro tiene por misión la detección de las partículas sólidas y la eliminación del agua condensada en el aire.

Regulador de presión: El regulador tiene la misión de mantener la presión de trabajo (secundaria) lo más constante posible, independientemente de las variaciones que sufra la presión de red (primaria) y del consumo de aire.

Lubricador de aire comprimido: El lubricador tiene la misión de lubricar los elementos neumáticos en medida suficiente. El lubricante previene un desgaste prematuro de las piezas móviles, reduce el rozamiento y protege los elementos

contra la corrosión. El aceite que se emplea debe contener aditivos antioxidantes, contener aditivos antiespumantes, no perjudicar los materiales de las juntas, tener una viscosidad poco variable trabajando entre 20 y 50° C.



Fuente: <http://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/5426137/Unidades>

Figura II.11 Unidad de mantenimiento

2.10. SENSORES

El sensor es muy importante en la industria ya que permite economizar y ayuda a mejorar la producción, los sensores no solo son utilizados en la industria existen otras áreas más como la industria automotriz, robótica, industria aeroespacial, medicina, industria de manufactura, etc.

2.10.1. Definición

El sensor es un dispositivo eléctrico y/o mecánico que convierte magnitudes físicas en valores medibles de dicha magnitud. Esto se realiza en tres fases:

- a) Un fenómeno físico a ser medido es captado por un sensor, y muestra en su salida una señal eléctrica dependiente del valor de la variable física.

- b) La señal eléctrica es modificada por un sistema de acondicionamiento de señal, cuya salida es un voltaje.
- c) El sensor dispone de una circuitería que transforma y/o amplifica la tensión de salida, la cual pasa a un conversor A/D, conectado a un PC. El convertidor A/D transforma la señal de tensión continua en una señal discreta.

2.10.2. Tipos de sensores

Los sensores pueden clasificarse de tres formas, por la señal de salida en función de la forma de energía y por su principio de funcionamiento.

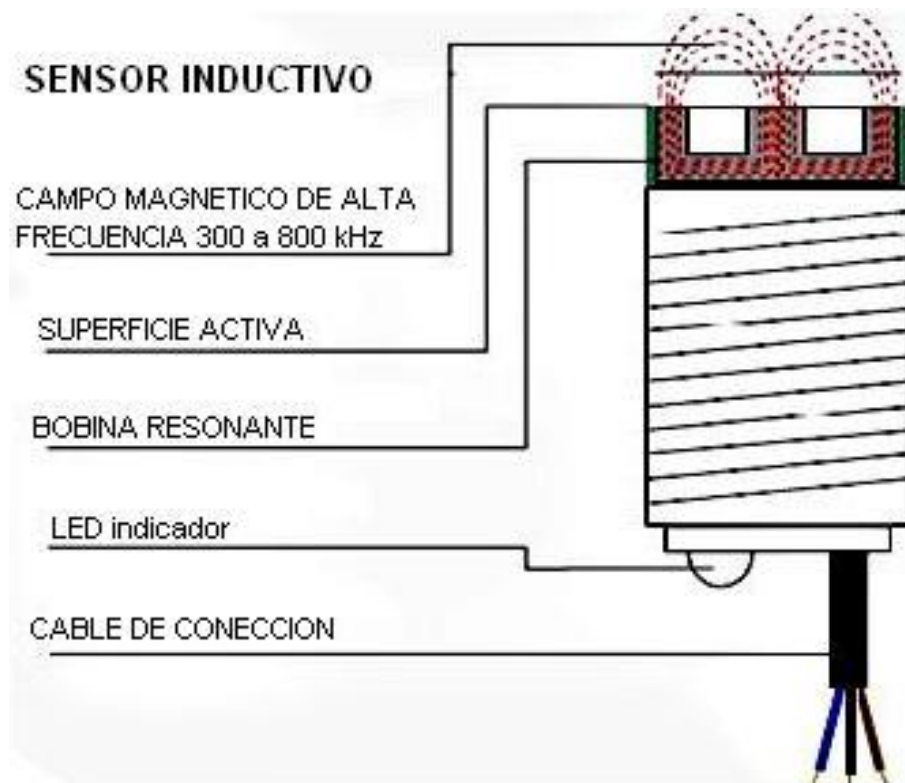
2.10.2.1. Por la señal de salida

- a) **Analógico:** Cuando la señal puede tomar un número infinito de valores bien diferenciados dentro de un margen o lo que es mismo, que la señal varía en forma continua dentro de dicho intervalo, presenta problemas relacionados con la presencia de ruido, interferencias y distorsión.
- b) **Digital:** Cuando la señal solo puede tener un número finito de valores bien diferenciados dentro de un margen, es decir, que la función varía de forma discreta.
- c) **Todo o Nada:** Los sensores Todo-Nada son aquellos en los que la salida solo presenta dos estados, los cuales están separados por un valor umbral de la variable detectada, ON u OFF.

2.10.2.2. Por el principio de funcionamiento

- a) **Sensor inductivo:** Los sensores inductivos de proximidad han sido diseñados para trabajar generando un campo magnético y detectando

las pérdidas de corriente de dicho campo generadas al introducirse en él los objetos de detección metálicos y no metálicos.



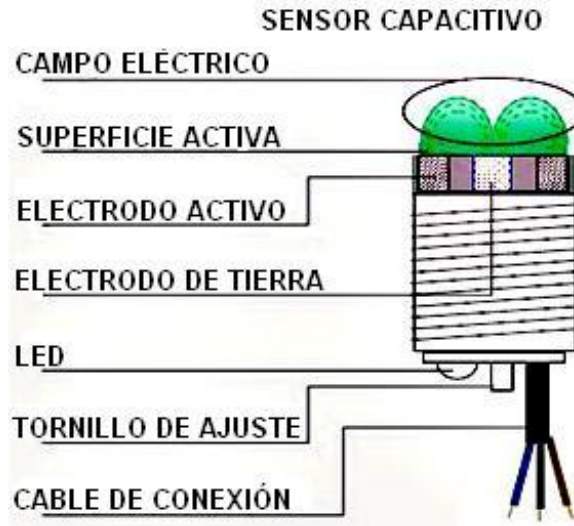
Fuente: <http://www.unet.edu.ve/~ielectro/sensores.pdf>

Figura II.12 Sensor Inductivo

- b) **Sensor capacitivo:** La función del detector capacitivo consiste en señalar un cambio de estado, basado en la variación del estímulo de un campo eléctrico.

Los sensores capacitivos detectan objetos metálicos, o no metálicos, midiendo el cambio en la capacitancia, la cual depende de la constante dieléctrica del material a detectar, su masa, tamaño, y distancia hasta la superficie sensible del detector. La distancia de actuación en determinados materiales, pueden por ello, regularse mediante el potenciómetro. Los detectores capacitivos están contruidos en base a un oscilador RC.

En la figura II.13, se muestra los elementos que conforman un sensor capacitivo.



Fuente :<http://www.isa.cie.uva.es/~maria/sensores.pdf>

Figura II.13 Sensor Capacitivo

- c) **Sensor óptico:** Los segundos trabajan en modo barrera tienen la fuente a cierta distancia enfrente del sensor y solo pueden saber si el rayo se obstruye o no, aunque también se pueden configurar para detectar una pérdida de cantidad de luz.



Fuente :<http://www.isa.cie.uva.es/~maria/sensores.pdf>

Figura II.14 Esquema de un sensor óptico

- d) **Sensor fotoeléctrico con fibra óptica:** Por lo general son utilizados en espacios especialmente limitados. Podemos encontrar conductores: de plástico flexible y de fibra óptica. Son muy recomendados para detectar pequeñas piezas de ensamblaje como se ilustra en la figura II.15.



Fuente: http://www.bitmakers.com/automatizacion_categorias_detalle.php?p=7

Figura II.15 Sensor Fotoeléctrico Con Fibra Óptica

- e) **Sensor ultrasónico:** El sensor de ultrasonido es antes que nada sonido, salvo que tienen una frecuencia mayor que la máxima audible por el oído humano. Ésta comienza desde unos 16 Hz y tiene un límite superior de aproximadamente 20 KHz, normalmente tiene un sonido con una frecuencia de 40 KHz. El sensor ultrasonido viaja aproximadamente 35 cm por milisegundo (a 20° Celsius).



Fuente: <http://www.isa.cie.uva.es/~maria/sensores.pdf>

Figura II.16 Sensor ultrasónico

- f) **Sensor láser:** Mismo principio de los ultrasónicos, medir el tiempo de eco, son mucho más precisos que los ultrasónicos. En la figura II.17 se muestra un sensor de láser modelo O1D100, mide la distancia de 0,2m a 10m con una precisión de entre 5mm y 70 mm dependiendo de la programación del sensor y las condiciones de medida.



Fuente: <http://heli.xbot.es/laser/laser.htm>

Figura II.17 Sensor láser o es O1D100

CAPÍTULO III

3. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

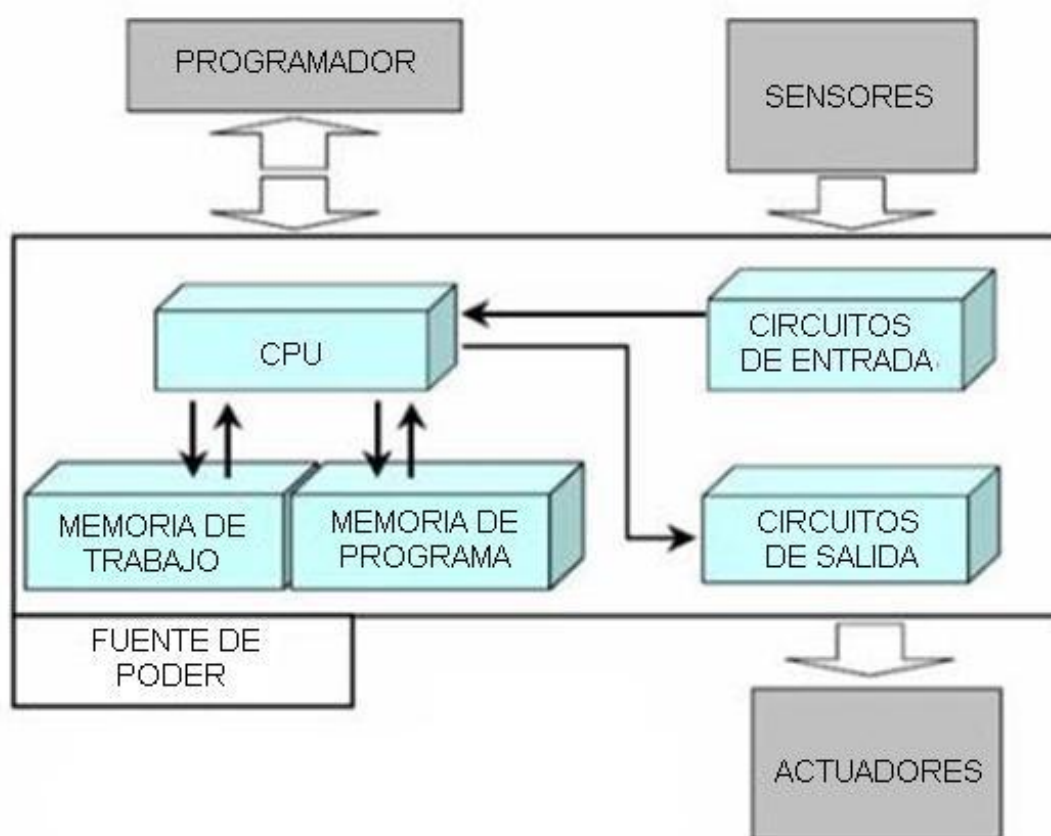
3.1. Definición

El término PLC proviene de las siglas en inglés Programmable Logic Controller, que traducido al español se entiende como “Controlador Lógico Programable”. Se trata de un equipo electrónico, que tal como su mismo nombre lo indica se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real.

Por lo general, están diseñados para controlar máquinas y procesos en ambientes industriales. El 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.

3.2. Módulo del proceso

Un PLC es básicamente un computador y por lo tanto posee la estructura interna típica del mismo, conformada por tres elementos principales, tal como se muestra en la figura III.18.



Fuente: http://www.el.bqto.unexpo.edu.ve/lab_plc/paginas/estructura.html

Figura III.18Módulo del proceso

3.2.1. Unidad Central de Procesamiento (CPU)

La principal función del CPU es comandar y gobernar la actividad del PLC. Éste recibe información de sensores del proceso, ejecuta un programa de control previamente almacenado en su memoria mediante un equipo programador y suministra el resultado de la ejecución de las instrucciones del programa a los actuadores o dispositivos de salida. Este proceso se realiza de una manera continua y cíclica.

3.3. Ventajas y Desventajas de un PLC

A continuación se enlistan las ventajas y desventajas que trae consigo el empleo de un PLC.

Ventajas

- ✓ Control más preciso.
- ✓ Mayor rapidez de respuesta.
- ✓ Flexibilidad Control de procesos complejos.
- ✓ Seguridad en el proceso.
- ✓ Empleo de poco espacio.
- ✓ Fácil instalación.
- ✓ Menos consumo de energía.
- ✓ Mejor monitoreo del funcionamiento.
- ✓ Menor mantenimiento.
- ✓ Detección rápida de averías y tiempos muertos.
- ✓ Menor tiempo en la elaboración de proyectos.
- ✓ Posibilidad de añadir modificaciones sin elevar costos.
- ✓ Posibilidad de gobernar varios actuadores con el mismo autómeta.

Desventajas

- ✓ Mano de obra especializada.
- ✓ Centraliza el proceso.
- ✓ Condiciones ambientales apropiadas.
- ✓ Mayor costo para controlar tareas muy pequeñas o sencillas.

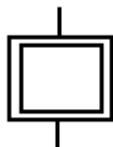
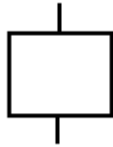
3.4. Lenguaje de Programación





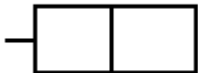
El Lenguaje de Programación en cambio, permite al usuario ingresar un programa de control en la memoria del PLC, usando una sintaxis establecida.

3.4.1. Grafcet

El GRAFCET (Grphe Fonctionel De Commande EtapeTransition) es un grafo o diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones. El GRAFCET tiene elementos propios que se les puede apreciar en la tabla III.I.

Tabla III.I Elementos grafcet de programación

Símbolo	Nombre	Descripción
	Etapa inicial	Indica el comienzo del esquema GRAFCET y se activa al poner en RUN el autómata. Por lo general suele haber una sola etapa de este tipo.
	Etapa	Su activación lleva consigo una acción o una espera.

	<p>Unión</p>	<p>Las uniones se utilizan para unir entre sí varias etapas.</p>
	<p>Transición</p>	<p>Condición para desactivarse la etapa en curso y activarse la siguiente etapa, Se indica con un trazo perpendicular a una unión.</p>
	<p>Direccionamiento</p>	<p>Indica la activación de una y/u otra etapa en función de la condición que se cumpla/n. Es importante ver que la diferencia entre la "o" y la "y" en el graficet es lo que pasa cuando se cierran</p>
	<p>Proceso simultáneo</p>	<p>Muestra la activación o desactivación de varias etapas a la vez.</p>
	<p>Acciones asociadas</p>	<p>Acciones que se realizan al activarse la etapa a la que pertenecen.</p>

Fuente: <http://edison.upc.edu/curs/graficet/intro/princip.html>

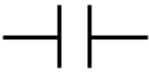
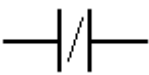



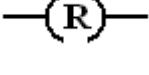
Tabla III.I Elementos graficet de programación (“Continuación”)

3.4.2. Ladder

LADDER, también denominado lenguaje de contactos o de escalera, es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los Controladores Lógicos Programables (PLC), debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos.

3.4.2.1. Elementos de programación

Para programar un PLC con LADDER, además de estar familiarizado con las reglas de los circuitos de conmutación, es necesario conocer cada uno de los elementos de que consta este lenguaje. En la tabla III.II se puede observar los símbolos de los elementos básicos junto con sus respectivas descripciones.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa, esto es, una entrada (para captar información del proceso a controlar), una variable interna o un bit de sistema.
	Contacto NC	Su función es similar al contacto NA anterior, pero en este caso se activa cuando hay un cero lógico, cosa que deberá de tenerse muy en cuenta a la hora de su utilización.
	Bobina NA	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un uno lógico. Su activación equivale a decir que tiene un uno lógico. Suele representar elementos de salida, aunque a veces puede hacer el papel de variable interna.
	Bobina NC	Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un cero lógico. Su activación equivale a decir que tiene un cero lógico. Su comportamiento es complementario al de la bobina NA.
	Bobina SET	Una vez activa (puesta a 1) no se puede desactivar (puesta a 0) si no es por su correspondiente bobina en RESET. Sirve para memorizar bits y usada junto con la bobina RESET dan una enorme potencia en la programación.
	Bobina SET	Permite desactivar una bobina SET previamente activada.

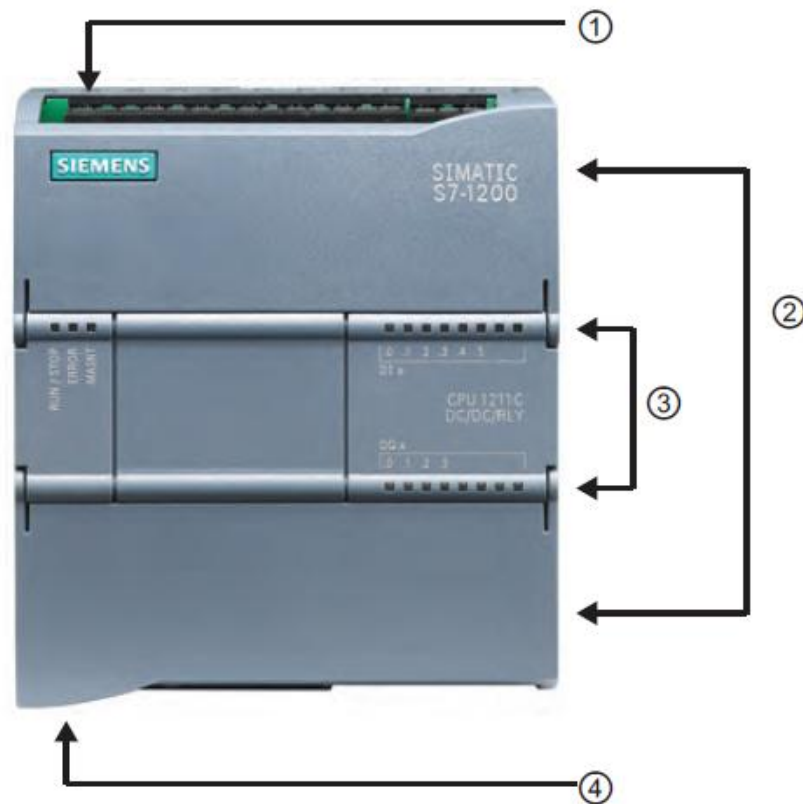
Fuente: <http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/.../Diagrama%20Escalera.pdf>

Tabla III.II Elementos de programación (“Continuación”)

3.5. PLC Siemens S7-1200

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador.

En la figura III.2 se detalla los componentes principales de un PLC Siemens S7-1200.



Fuente: http://www.diytrade.com/china/pd/7925385/Siemens_SIMATIC_S7_PL_C_S7_1200

Figura III.19 PLC Siemens S7-1200

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

3.5.1. Modelos de CPUs del S7-1200

Los diferentes modelos de CPUs ofrecen una gran variedad de funciones y prestaciones que permiten crear soluciones efectivas destinadas a numerosas aplicaciones.

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75	90 x 100 x 75	110 x 100 x 75
Memoria de usuario			
• Memoria de trabajo	• 25 KB	• 25 KB	• 50 KB
• Memoria de carga	• 1 MB	• 1 MB	• 2 MB
• Memoria remanente	• 2 KB	• 2 KB	• 2 KB
E/S integradas locales			
• Digital	• 6 entradas 4 salidas	• 8 entradas 6 salidas	• 14 entradas 10 salidas
• Analógico	• 2 entradas	• 2 entradas	• 2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso			
• Entradas	• 1024 bytes	• 1024 bytes	• 1024 bytes
• Salidas	• 1024 bytes	• 1024 bytes	• 1024 bytes
Área de marcas (M)	4096 bytes	4096 bytes	8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguno	2	8
Signal Board	1	1	1
Módulos de comunicación	3	3	3
Contadores rápidos	3	4	6
• Fase simple	• 3 a 100 kHz	• 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz	• 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz
• Fase en cuadratura	• 3 a 80 kHz	• 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz	• 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz
Salidas de impulsos ¹	2	2	2
Memory Card (opcional)	Sí	Sí	Sí
Tiempo de respaldo del reloj en tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

Fuente: <http://es.scribd.com/doc/51324655/Plc-s7-1200>

Tabla III.III Modelos de CPUs del S7-1200

3.5.2. Módulos de señales y Signal Boards

La gama S7-1200 ofrece una gran variedad de módulos de señales y Signal Boards que permiten ampliar las prestaciones de la CPU. También es posible instalar módulos de comunicación adicionales para soportar otros protocolos de comunicación.

Módulo		Sólo entradas	Sólo salidas	Entradas y salidas
Módulo de señales (SM)	Digital	8 entradas DC	8 salidas DC 8 salidas de relé	8 entradas DC/8 salidas DC 8 entradas DC/8 salidas de relé
		16 entradas DC	16 salidas DC 16 salidas de relé	16 entradas DC/16 salidas DC 16 entradas DC/16 salidas de relé
	Analógico	4 entradas analógicas 8 entradas analógicas	2 salidas analógicas 4 salidas analógicas	4 entradas analógicas/2 salidas analógicas
Signal Board (SB)	Digital	-	-	2 entradas DC/2 salidas DC
	Analógico	-	1 salida analógica	-
Módulo de comunicación (CM)				
<ul style="list-style-type: none"> • RS485 • RS232 				

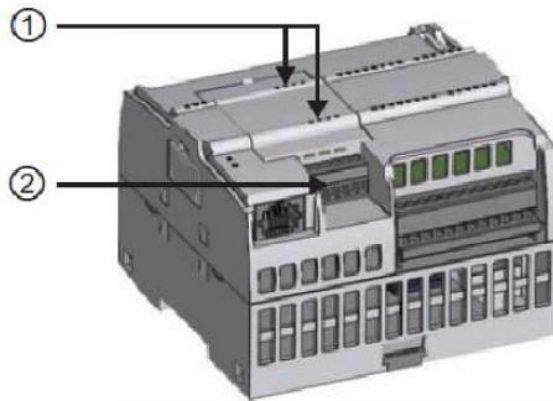
Fuente: <http://es.scribd.com/doc/51324655/Plc-s7-1200>

Tabla III.IV de señales y Signal Boards del S7-1200

Una Signal Board (SB) permite agregar E/S a la CPU. Es posible agregar una SB con E/S digitales o analógicas. Una SB se conecta en el frente de la CPU.

Podemos encontrar SB con 4 E/S digitales (2 entradas DC y 2 salidas DC) y SB con 1 entrada analógica.

En la figura III.20 se puede observar donde se encuentra localizada la signal board.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/68632421/Manual-s71200>

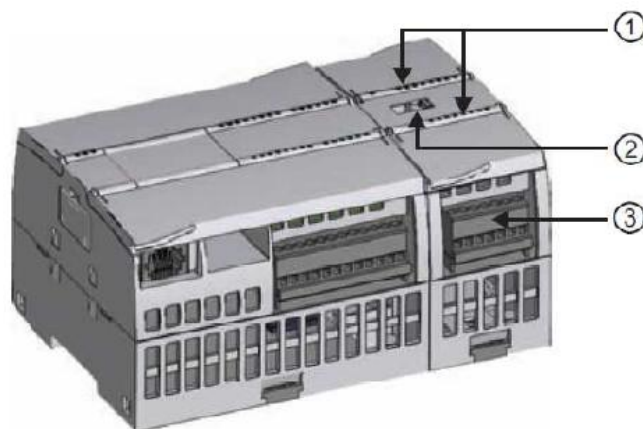
Figura III.20 Localización de la signal board

1. LEDs de estado en la SB
2. Conector extraíble para el cableado de usuario

3.5.3. Módulos de señales

Los módulos de señales se pueden utilizar para agregar funciones a la CPU.

Los módulos de señales se conectan a la derecha de la CPU. En la figura III.21 se puede observar los módulos de señales del S7-1200.



Fuente: <http://es.scribd.com/doc/68632421/Manual-s71200>

Figura III.21 Módulos de señales del S7-1200

1. LEDs de estado para las E/S del módulo de señales
2. Conector de bus
3. Conector extraíble para el cableado de usuario

3.6. Software del PLC TIA portal V11

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.

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO DEL MÓDULO Y ESTUDIO ECONÓMICO

4.1. INTRODUCCIÓN

El diseño es muy importante para la ejecución de proyectos, ya que con aquello se puede hacer una proyección final del producto a obtener. El diseño de las

piezas del módulo del proceso de separación por bifurcación se lo realizó en el software SolidWorks Premium 2012.

4.2. SOLIDWORKS2012

El software SolidWorks 2012 ofrece una gama completa de herramientas de software 3D que le permiten crear, simular, publicar y gestionar sus datos. El software incluye productos que son fáciles de aprender y usar, y trabajar juntos para ayudarle a diseñar productos mejores, más rápidos y más rentables, ofrece un completo conjunto de herramientas para crear, simular, publicar y gestionar los datos, maximizar la innovación y la productividad de los recursos de ingeniería. Todas estas soluciones trabajan juntos para permitir a las organizaciones a diseñar productos mejores, más rápidos y más rentables. El software SolidWorks 2012 permite crear diseños básicos a nivel estudiantil permitiendo llegar hasta la creación de proyectos complejos utilizados en el ámbito industrial, dando así soluciones a problemas de ingeniería.



Fuente: <http://arkanasant.blogspot.com/2011/10/solidworks-2012-sp00-32>

Figura IV.22 Componentes del árbol de proyecto

4.3. DISEÑO DEL MÓDULO

El diseño es un factor muy importante para los proyectos, utilizando para ello la ciencia y aplicando las técnicas de la ingeniería para encontrar la mejor solución a través de un proceso iterativo hasta obtener un producto que sea funcional, seguro competitivo, confiable, útil y económico. El diseño de las piezas que conforman el módulo se lo realizó en el software SolidWorks 2012, el cual es un programa que permite el diseño tanto en 2d y 3d.

4.3.1. Diseño de los soportes de la base del modulo

Para el diseño de los soportes se basó en las medidas de los diferentes módulos existentes en los laboratorios los mismos que no sobrepasan los 70 cm. Las medidas de los soportes están en base a los tubos de aluminio encontrados en el mercado que son de 4 cm x 4 cm. Los planos el diseño (Ver Anexo 8)

4.4. ESTUDIO ECONÓMICO

El estudio económico contempla los gastos ocasionados por el diseño del módulo del proceso de bifurcación, la adquisición de componentes y herramientas necesarias para la implementación del mismo.

Tabla IV.V Detalles de Gastos

ÍTEM	CANT	DETALLE	PU (\$)	PT (\$)
		MATERIALES Y ELEMENTOS		
1	1	Placa perfilada de aluminio	220,00	220,00
2	1	Trole móvil	120,00	120,00

3	0,5	Perfil angular de 2mm	33,00	16,50
4	4	Perfil modular de 31x31mm	69,00	276,00
5	70	Tapas para perfil de aluminio	0,65	45,50
6	2	Motor de engranajes 24Vdc	150,00	300,00
7	2	Cinta para banda transportadora	15,00	30,00
8	18	Tuercas cabeza de martillo	6,00	108,00
9	1	Caja pulsadores/selector	25,00	25,00
10	2	Luz piloto verde y azul 24Vdc	7,00	14,00
11	20	Borneras simples	2,00	40,00
12	10	Borneras dobles	4,00	40,00
13	5	Funda de terminales (cable 18AWG)	4,00	20,00
14	2	Relay 24Vdc	16,00	32,00
15	10	Cable 18AWG (metros)	0,90	9,00
16	1	Canaleta ranurada	8,50	8,50
17	1	Riel DIN	10,00	10,00
18	1	Cilindro neumático	40,00	40,00
19	8	Racores	2,00	16,00
20	4	Manguera neumática (metros)	2,00	8,00
21	1	Bloque de distribución neumática	12,00	12,00
22	1	Electroválvula	27,00	27,00
23	4	Silenciador neumático	3,00	12,00
24	1	Sensor de cilindro CSI-G	30,00	30,00
25	1	Solenoide ISLIKER MAGNETIC	50,00	50,00
26	1	Sensor Banner 0939H	55,00	55,00
27	1	Sensor de fibra óptica BF4RP	70,00	70,00
28	1	Sensor óptico IBEST PESL-D18	65,00	65,00
29	1	PLC Siemens S7-1200 CPU 1212C	450,00	450,00
		HERRAMIENTAS		
30	1	Funda de amarras plásticas	2,00	2,00
31	4	Piezas de trabajo	5,00	20,00

32	2	Herramientas de trabajo	100,00	200,00
		OTROS GASTOS		
33	1	Movilización	80,00	80,00
34	1	Útiles de oficina	70,00	70,00
35	2	Mano de obra	300,00	600,00
36	1	Impresiones	70,00	70,00
37	120	Horas de internet	0,60	72,00
38	1	Copias	40,00	40,00
39	1	Gastos varios	150,00	150,00
		TOTAL (\$)		3453,50

Fuente: Realizado por Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Tabla IV.V Detalles de Gastos (“Continuación”)

La tabla IV.V refleja los gastos ocasionados en el diseño y construcción del módulo de proceso de separación por bifurcación desde su diseño hasta su implementación final.

El gasto ascienden a un total de 3453,50 dólares americanos, es un costo menor al presupuesto inicial asignado que fue de \$4060, esto se debe que se cotizo precios en varios lugares antes de la compra.

Con esto se concluye que es muy factible la implementación de este tipo de módulo de proceso, frente a la adquisición de módulos ya fabricados que pueden llegar a tener costos entre 4.500 y 6.000 USD, dependiendo de su diseño, material, dispositivos, tamaño del módulo, aspectos que variaran los costos en la implementación del mismo.

CAPÍTULO V

5. IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO

5.1. INTRODUCCIÓN

El capítulo cinco detallara la implementación y partes que conforman el módulo para el proceso de separación por bifurcación controlado por un PLC Siemens S7-1200 para su automatización. El módulo consta de tres partes principales

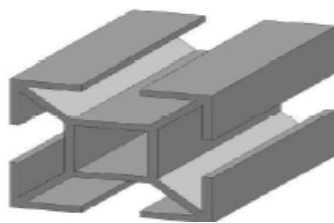
de la automatización, conformados por sensores, la parte de control (PLC Siemens S7-1200) y los actuadores, englobando así todo el proceso de separación por bifurcación.

5.2. ENSAMBLAJE DEL MÓDULO

El ensamblaje se lo hace por partes, iniciando con la parte mecánica, actuadores neumáticos y eléctricos, sensores, montaje del PLC y el respectivo cableado de todos los elementos antes mencionados.

5.2.1. Montaje mecánico

El montaje mecánico de la estructura del módulo está fabricado en perfil modular de aluminio de 31x31 mm de cuatro canales. Para la adhesión de diferentes piezas se utilizó accesorios como los conectores de perfil perpendicular, tuerca cabeza de martillo, ángulos de sujeción, y tornillos en general.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.23 Perfil modular de aluminio.

5.2.1.1. Conectores de perfil perpendicular

El conector de perfil perpendicular de acero zancado se utiliza para unir a fuerza dos perfiles modulares, su forma del cabezal y el avellanado donde se

introduce la punta del tornillo se bloquea, esto obliga a colocar la embocadura en la parte frontal del perfil. El cabezal se puede introducir en la ranura en cualquier momento del montaje, solo hay que girar un cuarto de vuelta.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.24 Conector de perfil perpendicular

5.2.1.2. Ángulos de sujeción

El ángulo de sujeción 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.

El ángulo de sujeción se lo utiliza para:

- ✓ Acoplar el sensor de inicio para detectar si la pieza está lista para empezar el proceso de separación por bifurcación.
- ✓ Acoplar el cilindro, ya que su posición determinara la dirección de la pieza por una de las dos bandas transportadoras implementadas.
- ✓ Acoplar el SENSOR_BANDA al final de la primera banda transportadora.
- ✓ Acoplar el SENSOR_FO (sensor de fibra óptica) al final de la segunda banda transportadora.
- ✓ Acoplar el solenoide eléctrico que permitirá el paso o no de las piezas apiladas una a continuación de otra al inicio del proceso.

5.2.1.3. Canaleta ranurada y Riel DIN

El montaje mecánico fue realizado sobre canaleta ranurada y riel DIN que también fueron utilizadas para el cableado eléctrico y montaje de los elementos de control y mando.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.25 Canaleta ranurada y Riel DIN

5.2.2. Montaje eléctrico

5.2.2.1. Motor eléctrico

El motor eléctrico utilizado para las bandas transportadoras son unos motores de engranajes 24V de corriente continua. El motor de engranaje no necesita extraer tanta corriente para funcionar y se moverá más lentamente, pero entregará mayor torsión, la misma que permitirá el movimiento de las piezas. El motor de engranaje está ubicado sobre la base del módulo, sobre la estructura de aluminio como se puede observar en la figura V.26.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

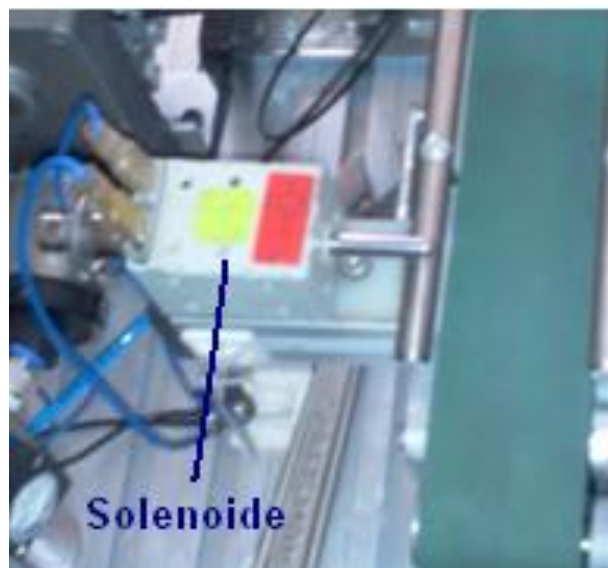
Figura V.26 Montaje del motor eléctrico de engranaje 24 Vdc

Los motores son accionados mediante unos relés de 24Vdc, según la señal recibida directamente de la salida del PLC Siemens. Las salidas del PLC que activan los motores DC son la % Q0.2 y la % Q0.3.

5.2.2.2. Solenoide de enganche magnético

El solenoide de enganche magnético, la tensión aplicada al solenoide debe empatar con el tamaño de alambre de bobina para tener una operación adecuada, según los requerimientos del solenoide. Los solenoides típicamente se catalogan en calibres de bobina AWG, se utilizara un solenoide de 24 Vdc, el mismo que será activado mediante la salida del PLC energizando así la bobina del solenoide.

La salida del solenoide se encuentra en la dirección del PLC % Q0.5.

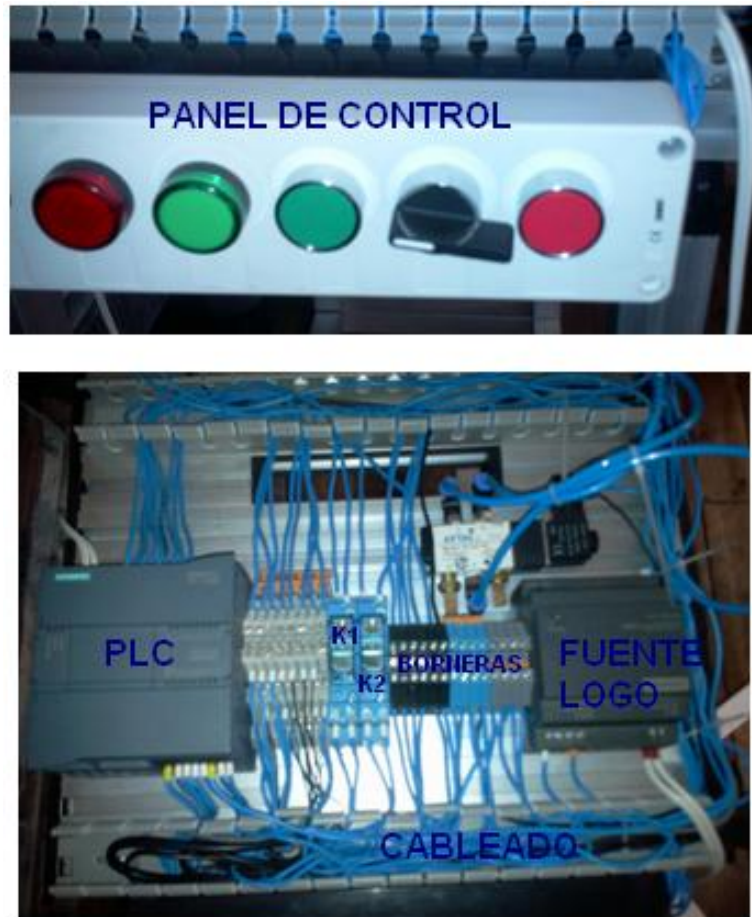


Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.27 Montaje del solenoide de enganche magnético

5.2.2.3. Panel de control

El panel de control está ubicado en la parte izquierda del módulo, en este panel se encuentran los elementos de maniobra para el funcionamiento del módulo como:



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.28 Montaje del panel de control de módulo

- ✓ Selector, que sirve para el encendido y apagado general del módulo.
- ✓ Pulsador verde, funciona como botón de inicio del proceso, este inicia la secuencia de trabajo.
- ✓ Pulsador rojo, funciona como botón de paro del proceso, este paraliza la secuencia de trabajo.

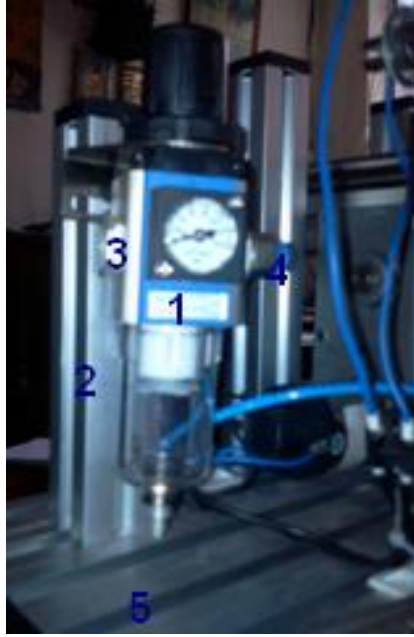
- ✓ Luz piloto verde, indica que el proceso a iniciado y el proceso se está ejecutando.
- ✓ Luz piloto roja, indica que el proceso del módulo se ha detenido.
- ✓ PLC, para el control del proceso.
- ✓ Fuente LOGO Siemens de 24 Vdc, la misma que sirviera para la alimentación de los sensores como del panel de control.
- ✓ El PLC está sujeto a un riel DIN, junto con dos relés K1, K2 y las borneras de conexión. En la figura V.28 se puede observar el montaje del panel de control y demás accesorios implementados.

5.2.3. Montaje neumático

El montaje neumático permite el funcionamiento de los diferentes elementos neumáticos del proceso de separación por bifurcación acompañado de un pequeño bloque de distribución para las electroválvulas, durante el proceso de trabajo.

El sistema neumático puede trabajar con presión de aire de hasta 6 bares según las características de los elementos, para evitar daños se recomienda trabajar con 3 bares de presión.

El cilindro neumático va montado en un ángulo de sujeción de aluminio, el mismo que se acopla mediante pernos y tuercas cabeza de martillo, cada uno en su estructura de soporte. El cilindro viene con una guía roscada en el extremo, la misma que se introduce en el agujero del ángulo de sujeción y se aseguran mediante la tuerca de ajuste. A continuación se detallan los elementos utilizados en el montaje de la unidad de mantenimiento.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.29 Montaje de la unidad de mantenimiento

1. Unidad de mantenimiento.
2. Estructura de soporte.
3. Entrada de alimentación de aire.
4. Salida de alimentación aire regulado hacia el módulo.
5. Base de soporte del módulo.

5.2.3.1. Para el desplazamiento del cilindro

Se tiene un cilindro de doble efecto que opera en desplazamiento horizontal, el mismo que con un diseño mecánico añadido al cilindro específicamente una cuña, la misma que bloqueara o no el paso de las piezas en la primera banda transportadora según el estado del cilindro que se encuentre, es decir si el cilindro está afuera la cuña se encuentra adentro permitiendo el paso de las piezas por la primera banda transportadora, mientras que si el cilindro se encuentra adentro la cuña bloqueara el paso por la primera banda

transportadora, permitiendo así solamente el paso de las piezas por la segunda banda transportadora.

La velocidad de desplazamiento del vástago del cilindro puede ser regulada a través de las válvulas reguladoras de caudal. La posición inicial del cilindro es monitoreado por un SENSOR_INICIO que permite el paso de las piezas por una de las dos bandas transportadoras.

El cilindro será controlado mediante la entrada %I0.3 denominado SENSOR_CILINDRO, según su posición permitirá la activación de la salida %Q0.4 denominada ELECTROVALVULA que a su vez dará el paso o bloqueo de aire comprimido de la unidad de mantenimiento previamente cargado antes por medio de un compresor, controlando así la posición del cilindro.

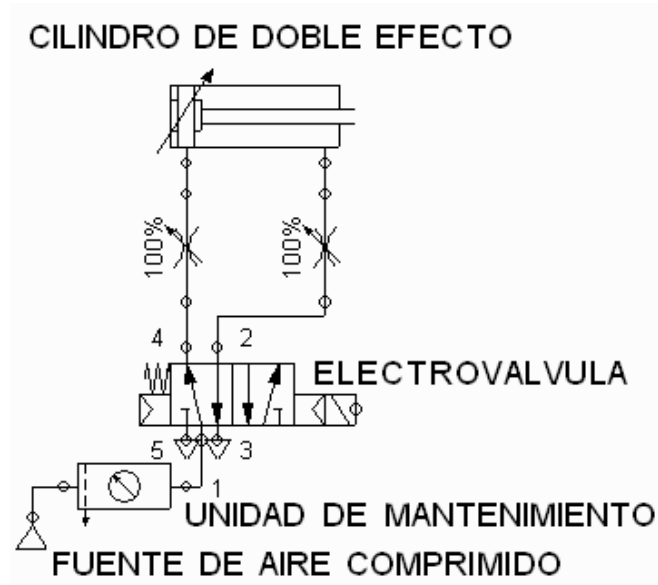


Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.30 Montaje del cilindro neumático con su cuña

5.2.3.2. Conexión de aire

La conexión de aire entre los diferentes elementos neumáticos se realiza de acuerdo al siguiente diagrama neumático.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.31 Diagrama de conexión neumática

Las conexiones neumáticas se realizaron mediante el uso de manguera flexible y acoples rápidos, 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.

5.2.4. Montaje de sensores

El montaje de los sensores se lo debe realizar para asegurar una buena sujeción en la estructura de soporte, para evitar de mal funcionamiento de los mismos o la desconexión de alguno de ellos.

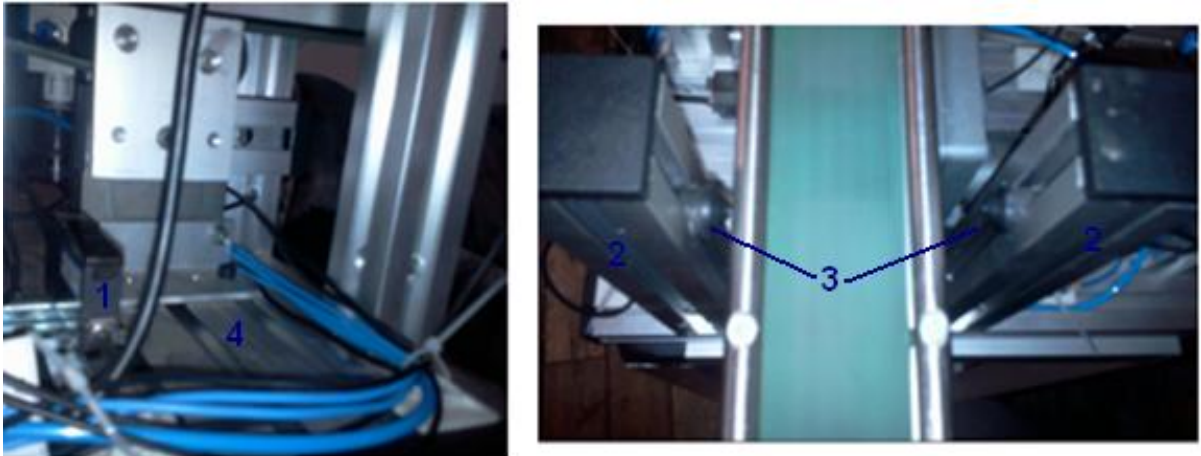
5.2.4.1. Sensor de fibra óptica

El sensor de fibra óptica utilizado es el INSPECT KB04 SERIE BF4RP, este sensor se encuentra ubicado casi por la parte final de la segunda banda transportadora, el sensor está montado en una estructura de soporte aluminio.

El sensor de fibra óptica está conectado en la entrada del PLC %I0.5. Para la simulación se utilizarán piezas con y sin tapa, el sensor de fibra óptica tendrá la función de detectar las piezas con tapa que lleguen por la segunda banda transportadora, una vez que detecten dicha pieza, esta señal será recibida en el PLC Siemens S7-1200, la misma que servirá para enviar la orden de que una nueva pieza debe continuar luego de un tiempo de espera en milisegundos, con el proceso para verificación que dicha pieza contiene o no tapa y así realizar la ejecución correcta del proceso.

El procedimiento de ajuste del sensor se lo realiza de la siguiente manera: del sensor de fibra óptica salen dos cables, los mismos que son colocados en los soportes de aluminio en la segunda banda transportadora, como son dos cables se los coloca uno en frente del otro, de esta manera al encontrarse frente a frente emiten una señal luminosa roja de la fibra óptica que debe ser cortada por la pieza que se encuentre en movimiento en la banda transportadora, debe tomarse en cuenta que los dos cables se encuentren frente a frente ya que al no ser así va a ocurrir errores, los mismo que no permitirán un óptimo funcionamiento del sensor.

A continuación se detallan los elementos utilizados en el montaje del sensor de fibra óptica.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

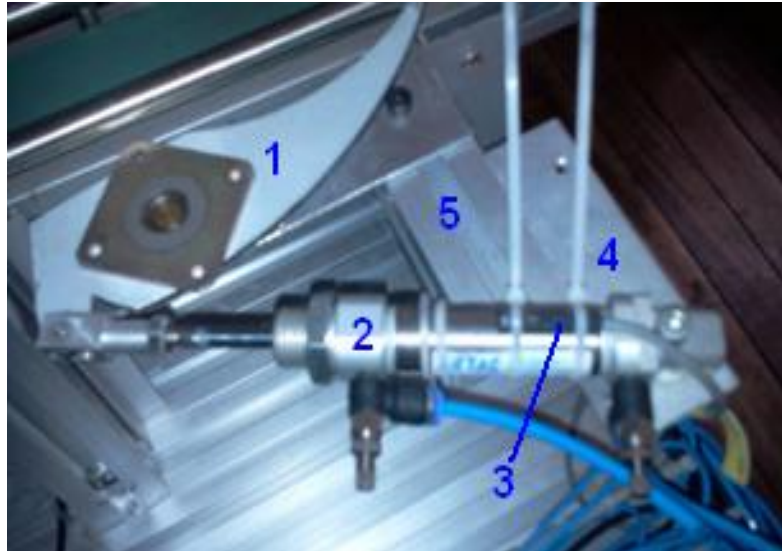
Figura V.32 Montaje del sensor de fibra ó

1. Sensor de fibra óptica.
2. Estructura de soporte.
3. Cables de fibra óptica colocados frente a frente.
4. Estructura de soporte del módulo.

5.2.4.2. Sensor magnético de cilindro neumático

El sensor magnético de cilindro neumático utilizado es el modelo AIRTAC CS1-G, este sensor está montado sobre un ángulo de aluminio y este a su vez sobre la estructura de aluminio como se puede observar en la figura V.33.

Para saber si el vástago del cilindro se encuentra adentro o afuera, la señal del sensor magnético del cilindro neumático es enviada a la entrada del PLC %I0.3, que será procesada por el programa del PLC para la ejecución del proceso a realizar. En la figura V.33 se puede observar el montaje del sensor magnético de cilindro neumático. A continuación se detallan los elementos montados.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.33 Sensor magnético de cilindro neumático

1. Cuña del cilindro.
2. Cilindro neumático.
3. Sensor magnético de cilindro neumático.
4. Ángulo de sujeción.
5. Estructura de soporte.

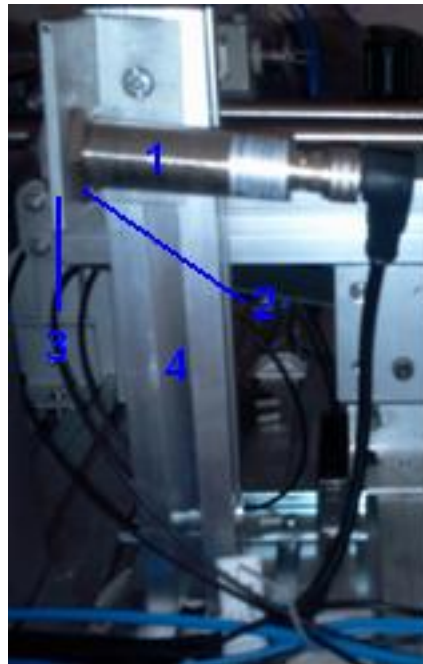
El procedimiento de ajuste del sensor se lo realiza, moviendo el sensor magnético de cilindro se lo realiza junto con el vástago del cilindro al estar en posición adentro o afuera pues el indicador led rojo incorporado en el sensor se prendera o apagara dependiendo el estado del vástago.

5.2.4.3. Sensor óptico

El sensor óptico se ubica al final de la primera banda transportadora, sobre la estructura de la base del módulo que va acoplado a un ángulo de aluminio, que está montado en su estructura de soporte con tuercas de ajuste y regulación.

Tiene la función de detectar la existencia de la pieza, ya que el corte de señal que recibe el sensor por una pieza en movimiento en la primera banda transportadora será recibido por el PLC en la entrada %I0.4.

A continuación se detallan los elementos utilizados en el montaje del sensor óptico.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.34 Montaje del sensor óptico

1. Sensor óptico.
2. Tuercas de ajuste y regulación.
3. Ángulo de sujeción.
4. Estructura de soporte.

El procedimiento de ajuste del sensor óptico 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.

5.3. PROGRAMACIÓN DEL PLC

Antes del desarrollo de la programación del PLC, debe realizarse la documentación necesaria, como pueden ser las etapas de funcionamiento del proceso de separación por bifurcación, que pongan a prueba la operatividad del proceso.

5.3.1. Secuencia del proceso

A continuación se detalla el funcionamiento del proceso a ejecutarse. Previamente las piezas del proceso deben estar apiladas.

1. Dar el pulso de inicio.
2. Motor uno pone en funcionamiento primera banda transportadora.
3. El solenoide permite el paso de la primera pieza bloqueando el paso de la siguiente pieza.
4. El sensor de inicio verifica si la pieza en ejecución posee o no tapa.
5. Si la pieza posee tapa procede al paso 5 caso contrario al paso10.
6. La pieza continúa el recorrido por la primera banda transportadora.
7. El vástago del cilindro permanece afuera con la cuña hacia adentro, permitiendo el paso de la pieza.
8. El sensor óptico detecta la pieza del proceso.
9. Espera un tiempo.

10. La detección del sensor óptico del paso 6 y7 permite el regreso al paso 3 para continuar con una nueva pieza.
11. Si llega a este paso quiere decir que la pieza en proceso no posee tapa.
12. Espera un pequeño tiempo, ya que la pieza continúa su recorrido por la primera banda transportadora.
13. Motor dos activa la segunda banda transportadora.
14. El vástago del cilindro permanece adentro con la cuña hacia afuera, de esta manera la pieza accede a la segunda banda transportadora.
15. El vástago del cilindro regresa al estado de afuera con la cuña hacia adentro.
16. El sensor de fibra óptica recibe un corte de señal por la pieza del proceso en ejecución.
17. Espera un pequeño tiempo.
18. El corte de señal de sensor de fibra óptica del paso 15 y 16 permite el regreso al paso 3 para continuar con una nueva pieza.

Dependiendo si la siguiente pieza detectada por el sensor de inicio contiene tapa el motor dos continúa activado pero si la pieza detectada no contiene tapa entonces se desactiva el motor dos de la segunda banda transportadora y el proceso continua.

El proceso en ejecución se detendrá con el pulsador de paro.

5.3.2. Variables de entrada y salida

La asignación de las variables de entradas y salidas del PLC, será detallada en la tabla V.VI. Las entradas así como las salidas deben estar correctamente

identificadas en el PLC para poder realizar la conexión respectiva al PLC, ya que también nos servirá para la asignación de las direcciones de memorias de las entradas y salidas en el programa Portal TIA del PLC Siemens.

Tabla V.VI Asignación de las variables de Entradas/Salida en el PLC

ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES			
E/S	DIRECCIÓN FÍSICA	TAG	DESCRIPCIÓN
		SELECTOR	Encendido y apagado general del módulo
Entrada	I0.1	INICIO	Pulsador de inicio del proceso
Entrada	I0.2	PARO	Pulsador de paro del proceso
Entrada	I0.3	SENSOR_CILINDRO	Sensor magnético del cilindro neumático
Entrada	I0.4	SENSOR_BANDA	Sensor óptico de la primera banda transportadora
Entrada	I0.5	SENSOR_FO	Sensor de fibra óptica de la segunda banda transportadora
Entrada	I0.6	SENSOR_INICIO	Sensor de inicio de verificación de piezas
Salida	Q0.0	LUZ_PILOTO_CERO	Luz indicadora de proceso en ejecución

Salida	Q0.1	LUZ_PILOTO_UNO	Luz indicadora de proceso en paro
Salida	Q0.2	MOTOR_UNO	Motor de la segunda banda transportadora
Salida	Q0.3	MOTOR_DOS	Motor de la primera banda transportadora
Salida	Q0.4	ELECTROVALVULA	Electroválvula para accionar el cilindro neumático
Salida	Q0.5	SOLENOIDE	Solenoides de enganche magnético que permite el paso de cada una de las piezas

Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Tabla V.VI Asignación de las variables de Entradas/Salida en el PLC (“Continuación”)

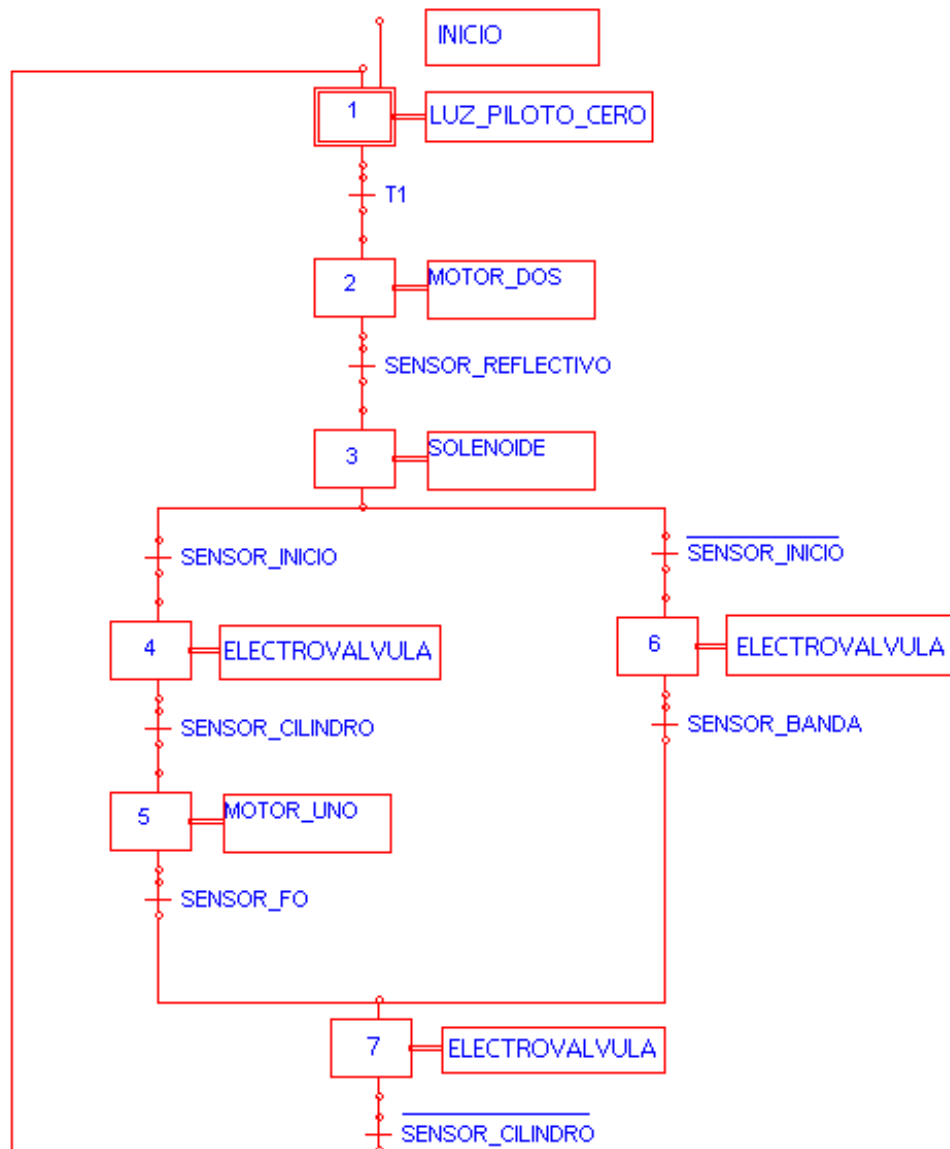
5.3.3. Grafcet

Una vez identificadas las variables de entradas y salidas, se aplica el método de programación grafcet para determinar la secuencia de funcionamiento del módulo.

El método es simple y de fácil aprendizaje, y a la vez muy didáctico para los laboratorios de aprendizaje de automatización industrial y mecatrónica. Un grafcet es una sucesión de etapas. Cada etapa tiene sus acciones asociadas que se ejecutan cuando la etapa está activa.

5.3.3.1. Secuencia Grafcet

En la secuencia del grafcet se utilizara una descripción tecnológica, que permitirá ver el nivel operativo de la automatización del proceso.



5.3.3.2. Determinación de la ecuaciones

La determinación de las ecuaciones se lo realiza mediante la secuencia grafcet obtenida.

ETAPA	TAGS	ECUACIÓN
1	M1=	$(\text{INICIO} + \overline{\text{M7}} * \overline{\text{SENSOR_CILINDRO}} + \text{M1} * \overline{\text{M2}}) * \text{PARO}$
2	M2=	$(\text{M1} * \text{T1} + \overline{\text{M2}} * \overline{\text{M3}}) * \text{PARO}$
3	M3=	$(\text{M2} * \overline{\text{SENSOR_REFLECTIVO}} + \overline{\text{M3}} * \overline{\text{M4}} * \overline{\text{M6}}) * \text{PARO}$
4	M4=	$(\overline{\text{M3}} * \overline{\text{SENSOR_INICIO}} + \overline{\text{M4}} * \overline{\text{M5}}) * \text{PARO}$
5	M5=	$(\overline{\text{M4}} * \overline{\text{SENSOR_CILINDRO}} + \overline{\text{M5}} * \overline{\text{M7}}) * \text{PARO}$
6	M6=	$(\overline{\text{M3}} * \overline{\text{SENSOR_INICIO}} + \overline{\text{M6}} * \overline{\text{M7}}) * \text{PARO}$
7	M7=	$(\overline{\text{M5}} * \overline{\text{SENSOR_FO}} + \overline{\text{M6}} * \overline{\text{SENSOR_BANDA}} + \overline{\text{M7}} * \overline{\text{M1}}) * \text{PARO}$
	M1=	LUZ_PILOTO_CERO
	M2=	MOTOR_DOS
	M3=	SOLENOIDE
	M4=	ELECTROVALVULA
	M5=	MOTOR_UNO
	M6=	ELECTROVALVULA
	M7=	ELECTROVALVULA

Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

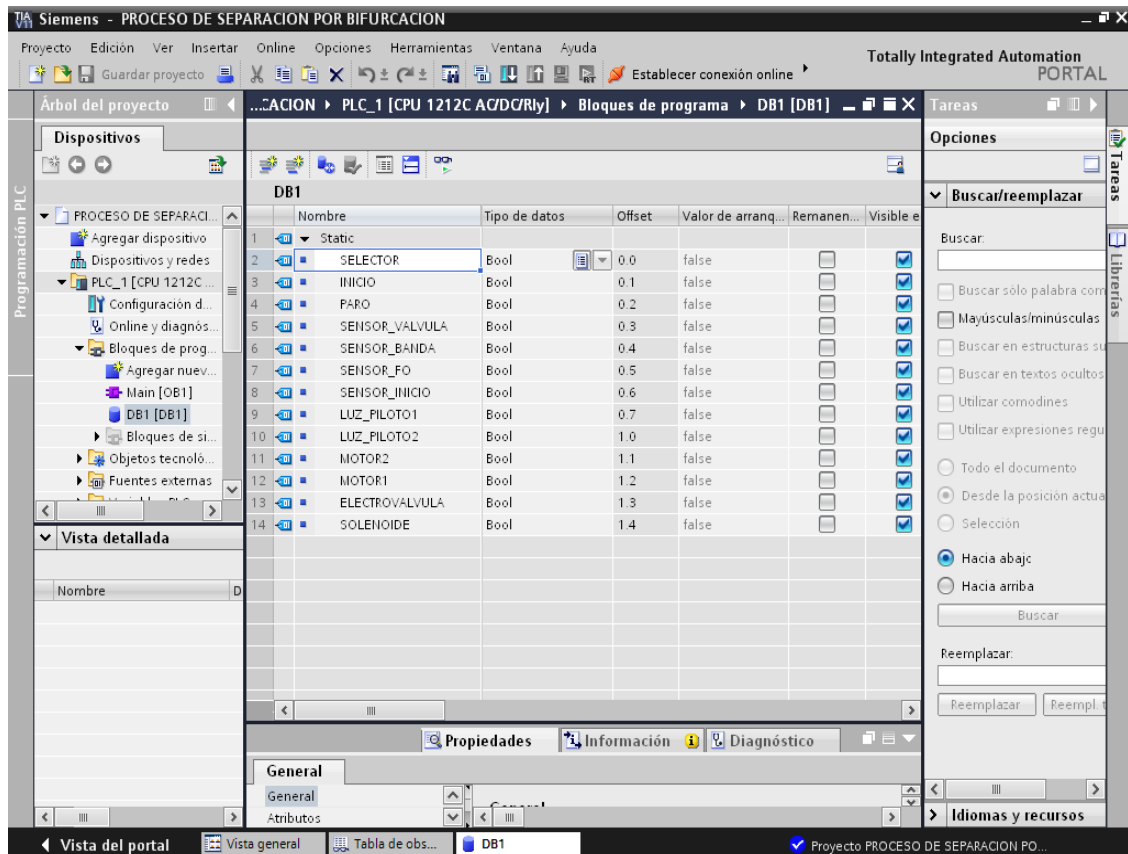
Tabla V.VII Ecuaciones de la secuencia grafcet

5.3.4. Programación en el STEP 7-Basic TIA Portal V11

El software utilizado para la programación de la secuencia del proceso ha sido realizado en el STEP 7-Basic TIA Portal V11.

En el TIA Portal v11 se debe crear una base de datos BD, la misma que contendrá las variables de entrada y salida del PLC, creamos una base de datos para que en el programa principal MAIN sean utilizadas, esto se debe ya que esta base de datos va hacer exportada a LabVIEW 2012, permitiendo obtener una comunicación entre TIA Portal V11 y LabVIEW 2012 con el

objetivo de crear un HMI (Interfaz Humano Máquina), para poder acceder a controlar el panel de control del PLC desde LabVIEW, optimizando nuestro proceso de separación por bifurcación, la asignación de las variables de entrada y salidas como se puede observar en la figura V.35.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.35 Asignación de las variables de ENT/SAL a la base de datos

Una vez hecho esto es hora de programar, en el árbol del proyecto vamos a Bloques de programa, ahí encontramos a nuestro Main [OB1], que es nuestro programa principal, damos doble click, y nos aparece nuestro primer segmento donde se empieza a programar de forma lineal en lenguaje ladder, de manera que sea sencillo el diagnóstico de posibles errores, así como las posteriores

modificaciones que puedan realizarse, esta forma de programación es la más utilizada en la automatización de procesos (Ver Anexo 3).

Octavo.- Se va a establecer una comunicación entre el TIA Portal V11 y LabVIEW 2012, para así poder controlar mediante una interfaz de HMI (Interfaz Humano Máquina) el panel de control desde el software LabVIEW 2012.

Para esto debemos dirigirnos en el TIA Portal V11 a la parte izquierda a una sección llamada Tabla de Observación y aquí agregar una nueva tabla de observación, en donde contendrán todas las variables de entrada y salidas creadas para el proceso. Esta tabla de observación lo que nos va a permitir es poder tener una dirección de memoria física.

5.4. COMUNICACIÓN NI-OPC SERVERS DE LABVIEW 2012 CON SIEMENS S7-1200

5.4.1. LabVIEW 2012

National Instruments introdujo NI LabVIEW 2012, la última versión de su software líder de diseño del sistema para ingenieros y científicos, que necesitan conectarse a señales del mundo real.

LabVIEW 2012 acelera el desarrollo de su sistema a través de la programación gráfica intuitiva e integración de hardware sin igual, mientras que el apoyo a su creciente complejidad de la aplicación de los recursos de aprendizaje disponibles en la demanda, que le da la confianza necesaria para innovar.

LabVIEW permite además crear interfaces de Interfaz Humano Máquina (HMI) para establecer una comunicación entre una PC y un proceso de la industria,

abaratando la compra de paneles táctiles de alto costo reemplazándolos por una PC, en nuestro caso el proceso de separación por bifurcación.



Fuente: <http://arkanasant.blogspot.com/2012/08/ni-labview-2012-full.html>

Figura V.36 Software LabVIEW 2012

5.4.2. OPC

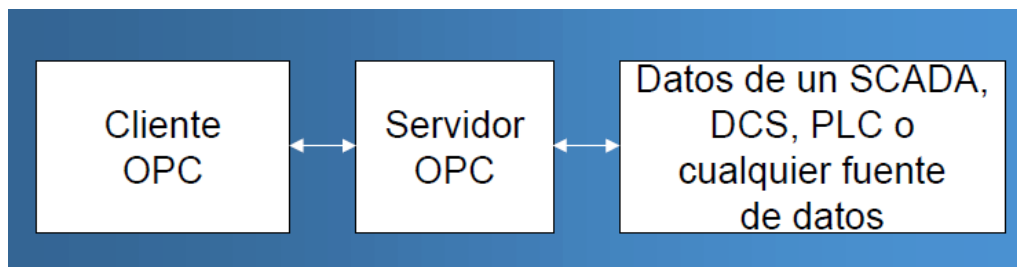
OPC es una interfaz de programación de aplicaciones estándar para el intercambio de datos que puede simplificar el desarrollo de drivers de I/O (dispositivos de entrada y salida u/o Banco de Datos), mejorar el rendimiento de los sistemas de interfaces de HMI (Interfaz Humano Máquina).

OPC (originalmente OLE for Process Control) es un estándar creado con la colaboración de una serie de líderes de hardware de automatización de todo el mundo y proveedores de software, trabajando en colaboración con Microsoft.

5.4.2.1. SERVIDOR OPC

Un servidor OPC es una aplicación de software. El Servidor OPC hace de interfaz comunicando por un lado con una o más fuentes de datos utilizando sus protocolos nativos (típicamente PLC's, DCS's, básculas, módulos I/O, controladores, etc.) y por el otro lado con clientes OPC (típicamente SCADAS, HMI's, generadores de informes, generadores de gráficos, aplicaciones de cálculos, etc.). En una arquitectura Cliente OPC/ Servidor OPC, el Servidor OPC es el esclavo mientras que el Cliente OPC es el maestro.

Las comunicaciones entre el Cliente OPC y el Servidor OPC son bidireccionales, lo que significa que los Clientes pueden leer y escribir en los dispositivos a través del Servidor OPC. Un servidor OPC es similar a la función de un controlador de impresora para permitir al ordenador comunicarse con una impresora a chorro de tinta. Un servidor OPC se basa en una arquitectura cliente / servidor.



Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>

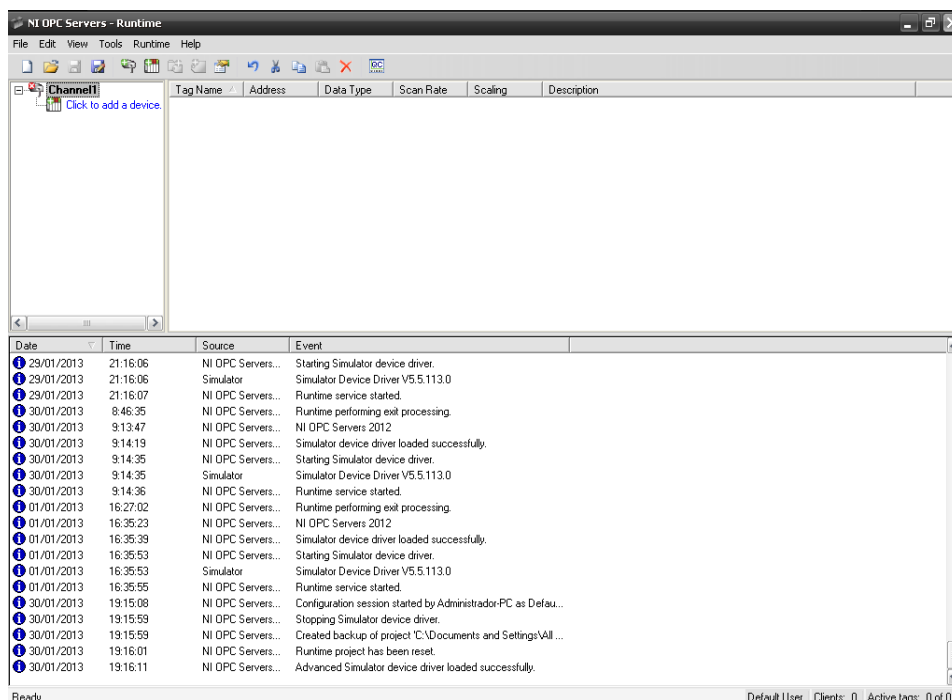
Figura V.37 Arquitectura Típica de un OPC

5.4.2.2. Configuración del NI OPC Server

En esta sección se mostrará cómo configurar el NI OPC Server para comunicarse con el PLC que se programó en el TIA Portal. No es necesario

que el PLC tenga un programa corriendo, pero es conveniente hacerlo para confirmar la lectura de las señales.

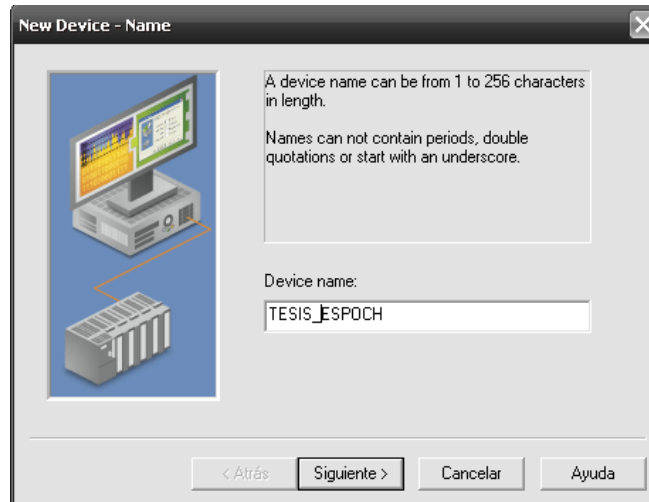
1. Abrir el programa NI OPC Servers
2. Abrir un nuevo proyecto usando el botón New Project ubicado en la parte superior izquierda. Aceptar cerrar y desconectar clientes activos en caso que fuera necesario.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.38 Ingreso a NI OPC Server

3. Añadir un canal haciendo click en la figura del conector Click to add a channel en la parte izquierda superior de la pantalla. Un canal es una forma de comunicación del computador con el hardware, especificando además qué tipo de PLC se utilizará.
4. Agregar un nombre al canal. En este caso se utilizará el nombre TESIS_ESPOCH. Presionar el botón Siguiente.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.39 Agregando un nuevo canal TESIS_ESPOCH

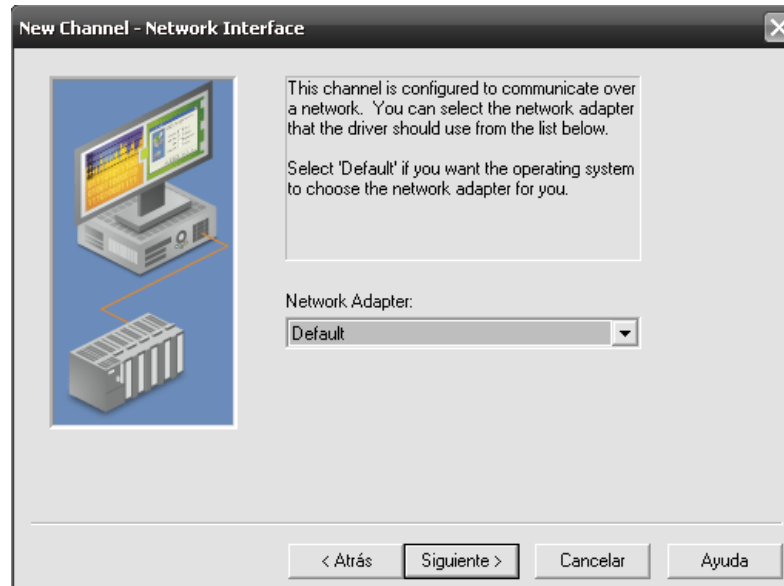
5. De la lista desplegable, seleccionar Siemens TCP/IP Ethernet. Habilitar el diagnóstico para depurar errores. Presionar el botón Siguiete.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.40 Seleccionamos el dispositivo Siemens

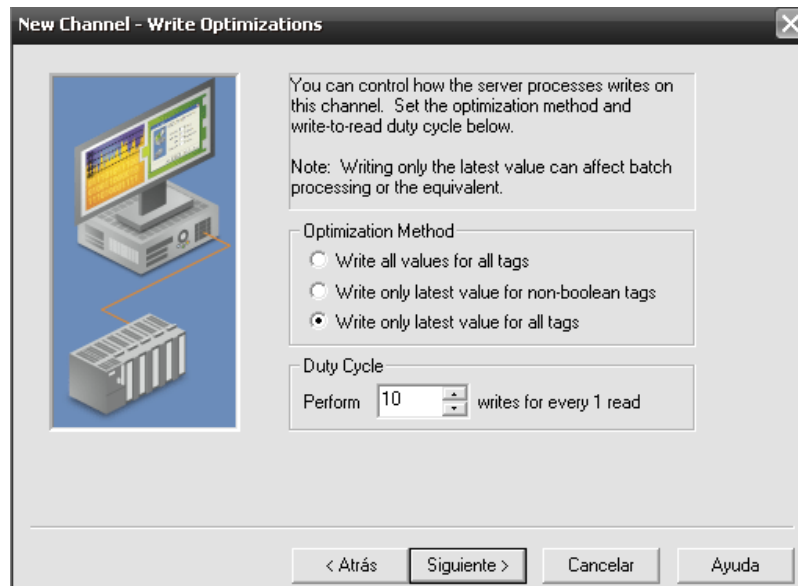
6. Seleccionar los parámetros de comunicación de acuerdo a la configuración del PLC, escoger la tarjeta de red de la PC. Presionar el botón Siguiete.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.41 Selección de parámetros de comunicación

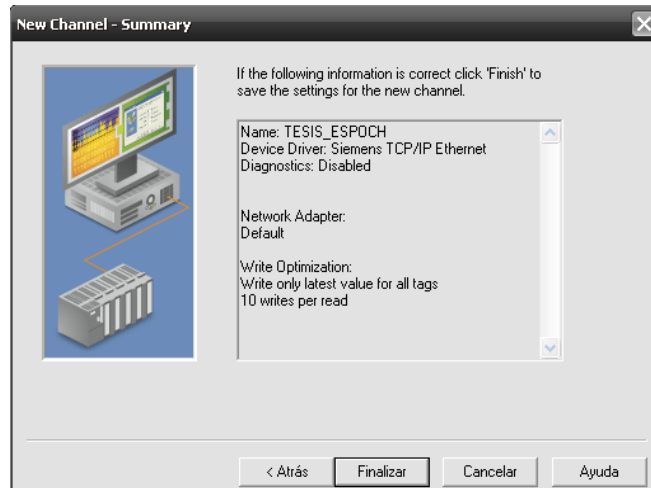
7. En la ventana de Write Optimizations dejar los parámetros predeterminados. Presionar el botón Siguiete.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.42 Selección de parámetros predeterminados

8. Aparecerá la pantalla que resume la configuración del canal.

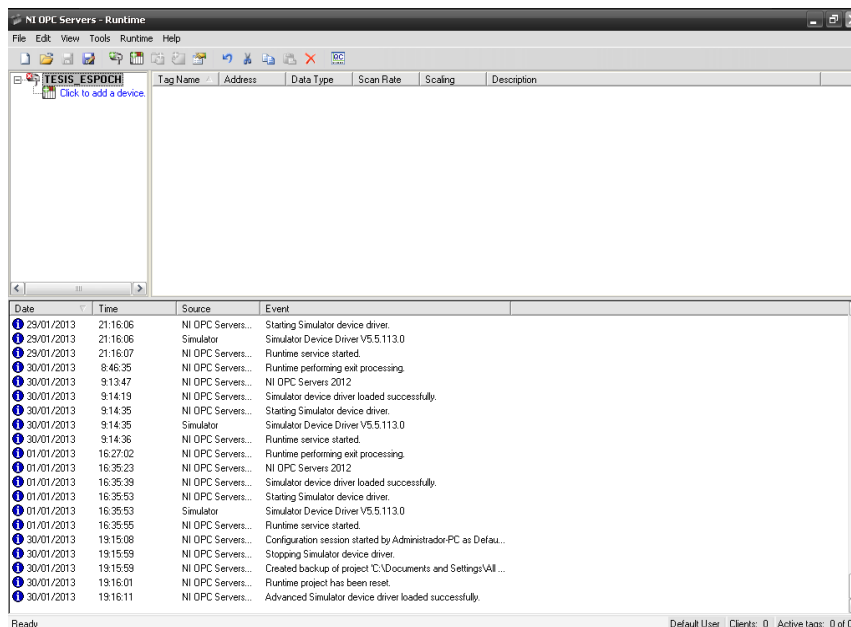


Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.43 Pantalla de resumen de la configuración del canal

9. Finalizar la configuración.

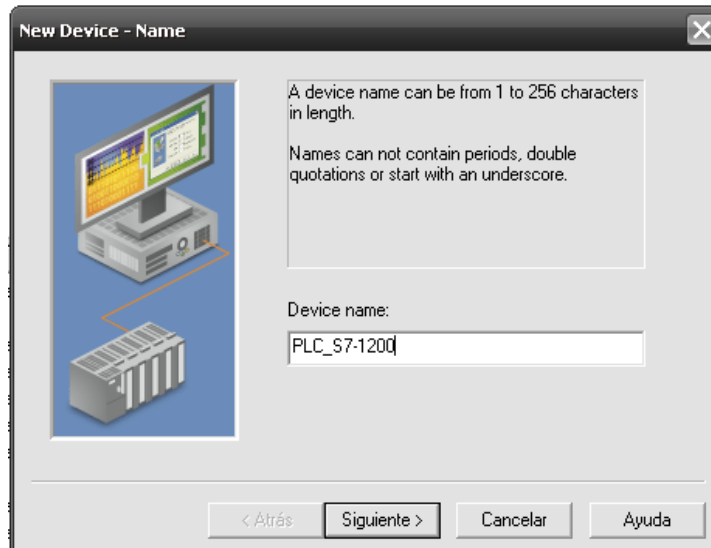
10. Puesto que en un canal de comunicaciones se pueden conectar varios equipos, a continuación es necesario agregar un dispositivo. Presionar Click to add a device en la parte izquierda superior de la pantalla.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.44 Añadiendo un nuevo dispositivo en el canal

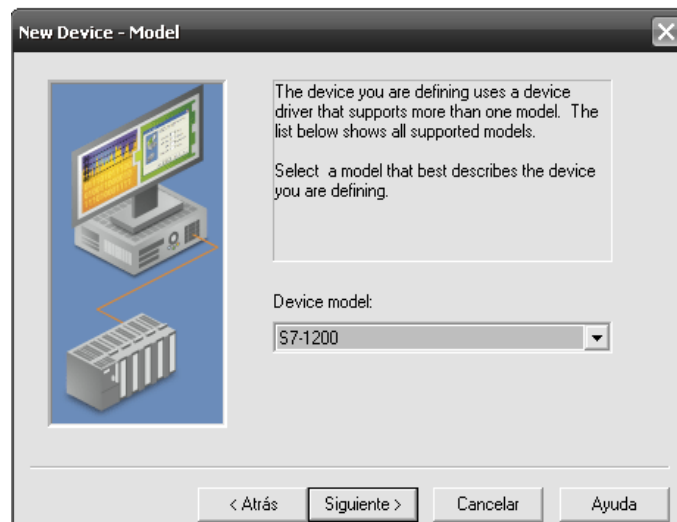
11. Dar un nombre al dispositivo. En este caso se ha nombrado PLC_S7-1200. Presionar el botón Siguiente.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.45 Añadir un nombre al dispositivo creado

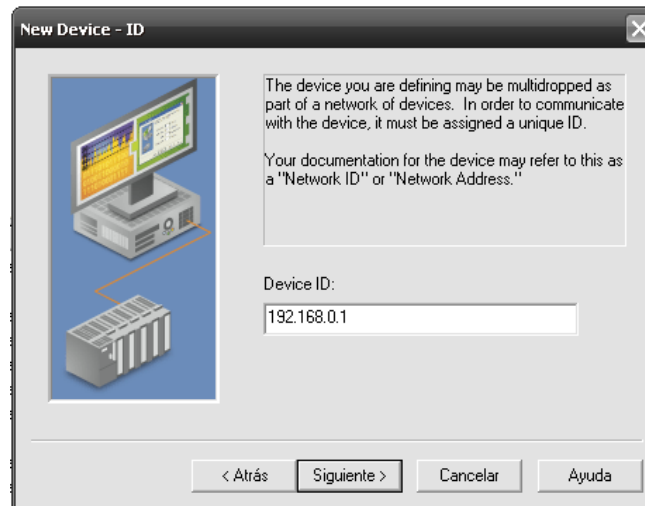
12. Seleccionar el modelo del PLC como S7-1200.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.46 Selección del PLC S7-1200

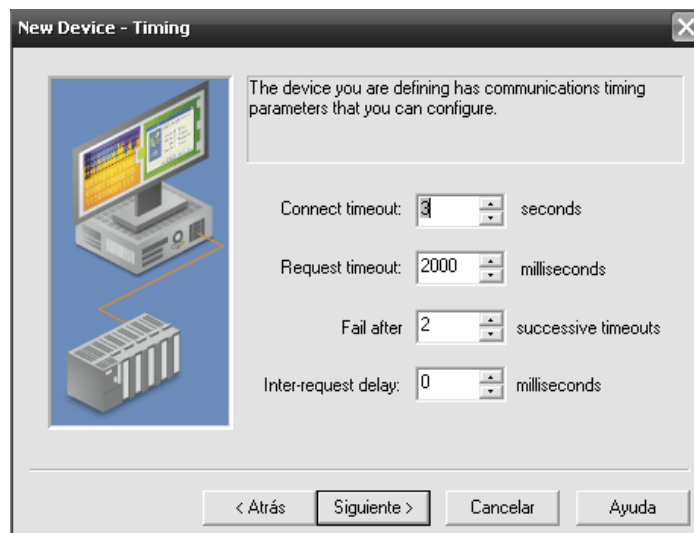
13. Agregar la dirección IP 192.168.0.1 del PLC Siemens S7-1200.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.47 Agregar la dirección 192.168.0.1 del PLC

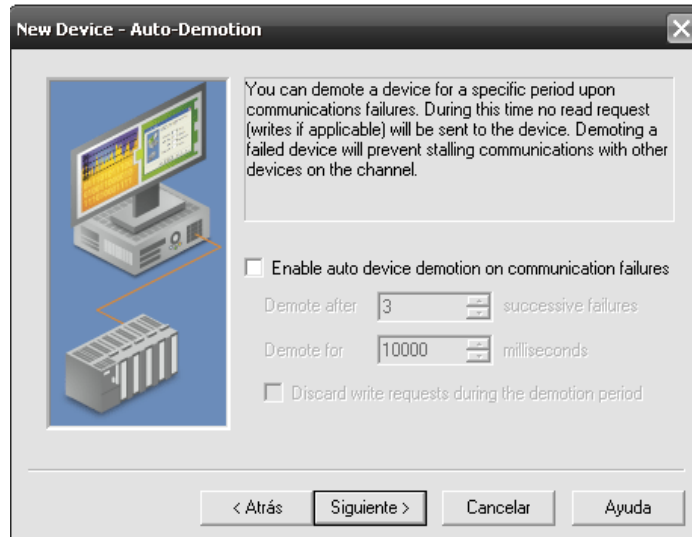
14. Configurar los parámetros de tiempo de comunicación. Request timeout es el tiempo que espera el driver sin comunicación antes de emitir una falla, no la tasa a la que el driver se comunica con el PLC (llamada pollrate). Se pueden dejar los valores predeterminados. Presionar el botón Siguiente.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.48 Configuración de los parámetros de tiempo de comunicación

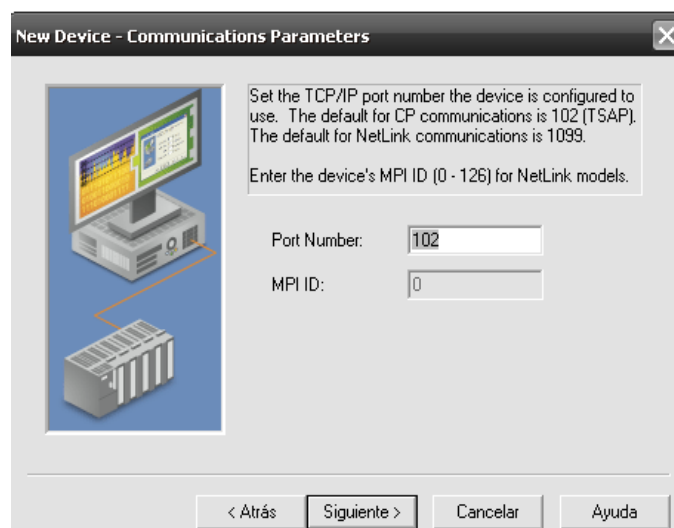
15. Se puede activar la opción Auto Demotion para que el driver pueda intentar reconectar el dispositivo en caso de una pérdida de comunicación. Presionar el botón Siguiente.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.49 Aquí se puede activar la opción Auto Demotion

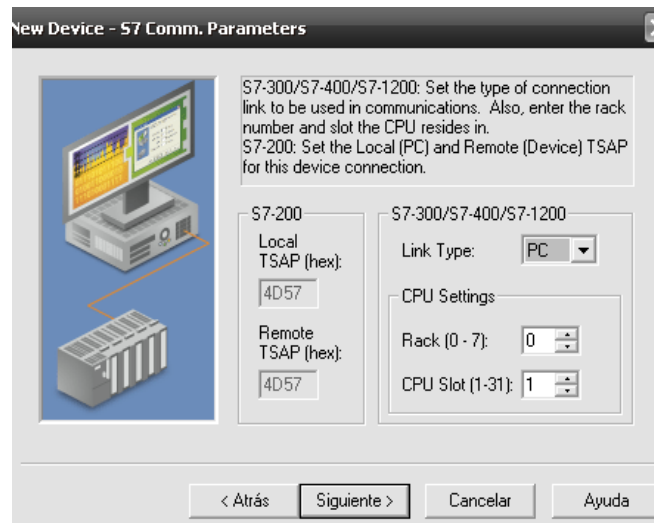
16. Selección del número de puerto a utilizar en TCP/IP Ethernet.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.50 Selección del número de puerto a utilizar

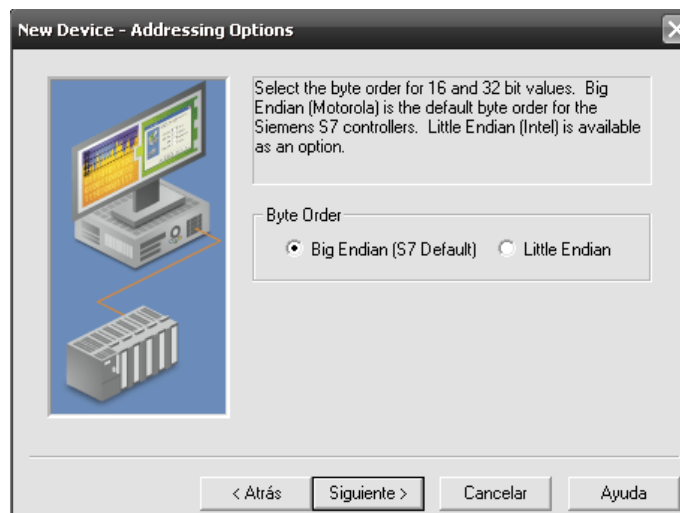
17. Parámetros del nuevo dispositivo que permite establecer el tipo de vínculo de conexión que se utiliza en comunicación.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.51 Parámetros del nuevo dispositivo para establecer tipo de conexión

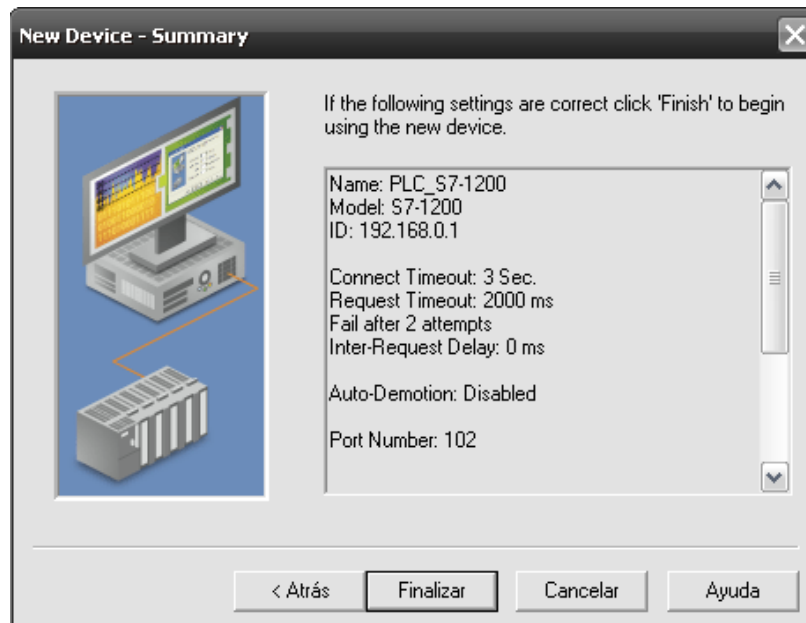
18. Seleccionar el orden de bytes de 16 y 32 bits de valores. El orden de bytes por defecto de los controladores Siemens S7-1200 es el mostrado en la figura V.52.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.52 Parámetros por defecto del controlador S7-1200

19. La pantalla Summary resume la configuración del dispositivo. Presionar el botón Finalizar para terminar la configuración.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

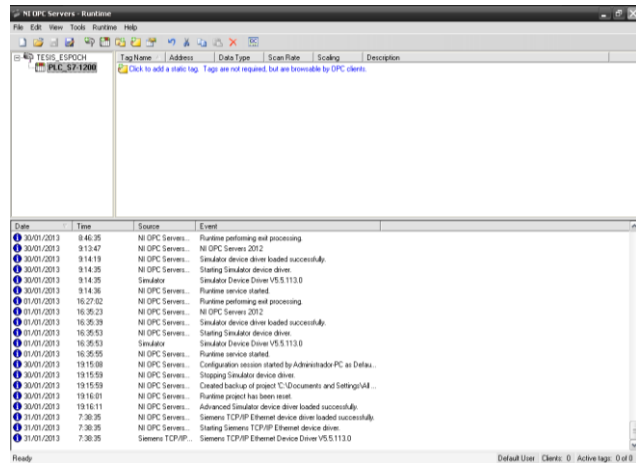
Figura V.53 Resumen de la configuración del dispositivo

5.4.2.3. Conecte LabVIEW al PLC utilizando un servidor I/O

En este punto ya está configurada la comunicación del PLC Siemens S7-1200 con el computador mediante OPC, es decir que desde un cliente OPC se podría monitorear las entradas, salidas, y parámetros del sistema del PLC.

Sin embargo es conveniente agregar una etiqueta estática (Static Tag) tanto para probar la comunicación como para que sea accedida posteriormente desde el cliente OPC.

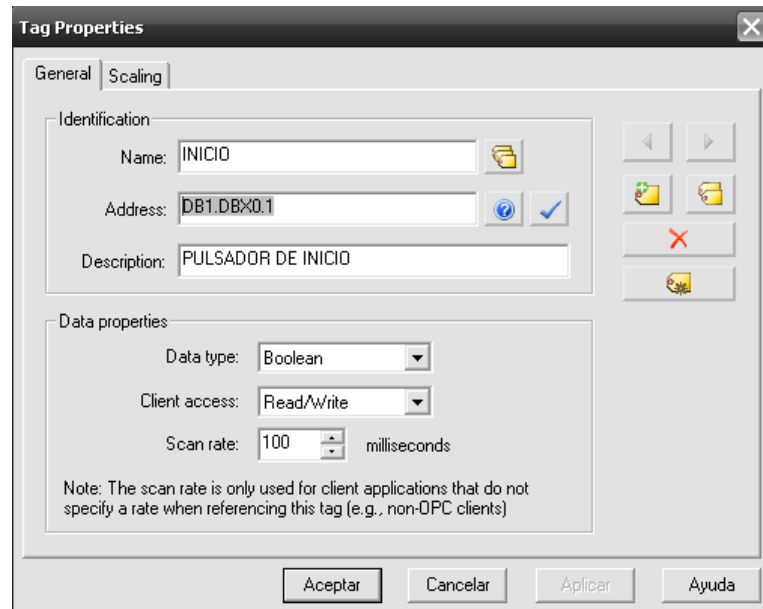
1. Añadir una etiqueta estática haciendo clic en el enlace Click to add a static tag.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.54 OPC Server listo para la creación de los tags

2. Configurar las propiedades de la etiqueta como se muestra a continuación. Notar que el tipo de dato debe ser Boolean, no byte (que es el tipo de dato predeterminado). En este caso, cuando se especifica una dirección (la dirección de la tabla de observación creada en el TIA Portal). Presionar Aceptar una vez configurada la etiqueta.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.55 Propiedades de los tags

3. En la figura V.56 se muestra las propiedades de los tags que contiene la siguiente información:

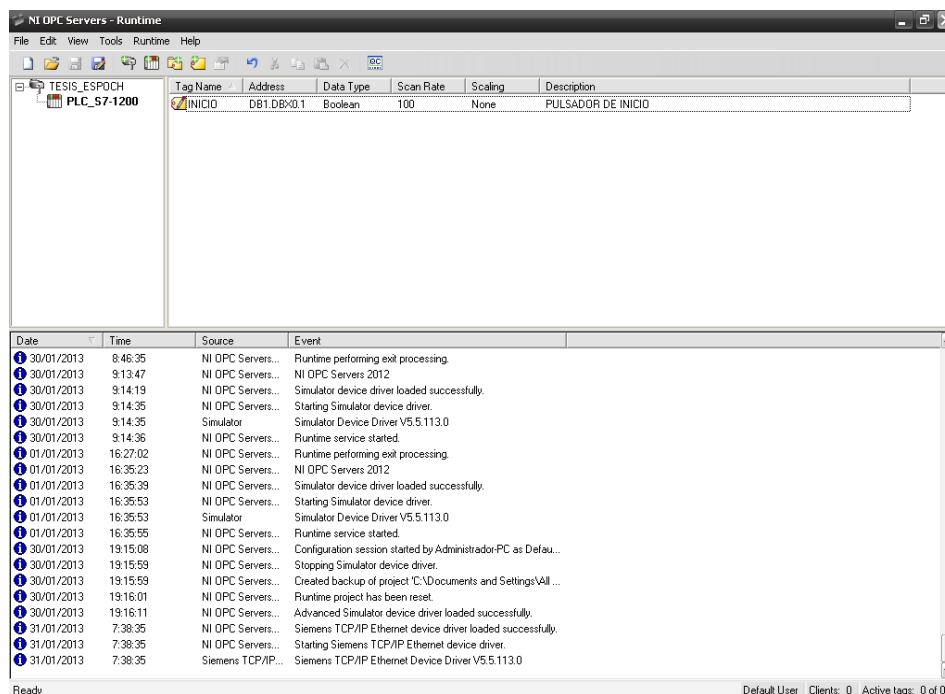
Name : Se le asigna un nombre al tag.

Address : Contiene la dirección de memoria que la obtenemos en la Tabla de Observación en el TIA Portal, eliminando el signo de %.

Descripción : La descripción del tag creado en Name.

4. En Client Access se le asigna si la variable deseamos que sea de lectura, escritura o las dos anteriores, dependiendo de la función que cumpla.

La etiqueta se habrá agregado al proyecto.



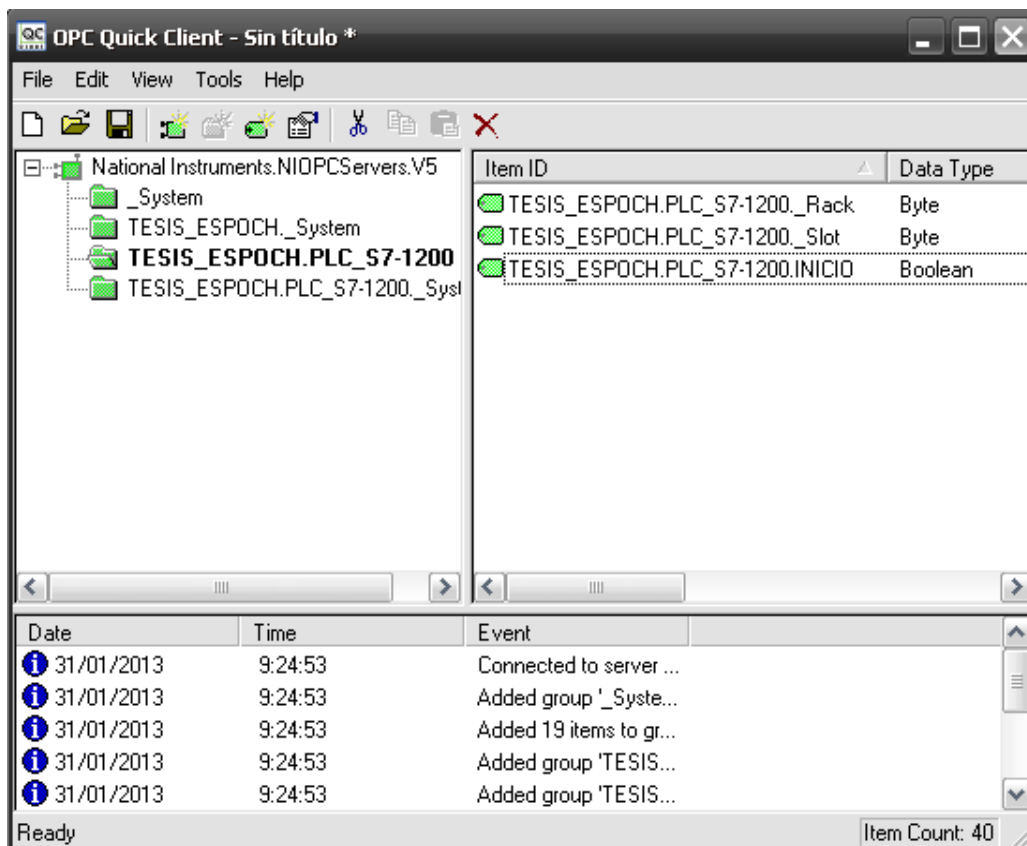
Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.56 Etiqueta configurada y creada

Y así podemos crear las demás etiquetas o tags, teniendo en cuenta la dirección de memoria de la tabla de observación en el TIA Portal.

Para confirmar que el PLC se esté comunicando con el servidor OPC correctamente se puede lanzar el cliente OPC rápido. Presionar el botón Quick Client.

En el árbol de la parte superior izquierda de la pantalla seleccionar el canal y el dispositivo que se ha configurado; en este caso, TESIS_ESPOCH.PLC_S7-1200. En la parte superior derecha de la pantalla aparecerá la variable con su valor y parámetros de configuración.



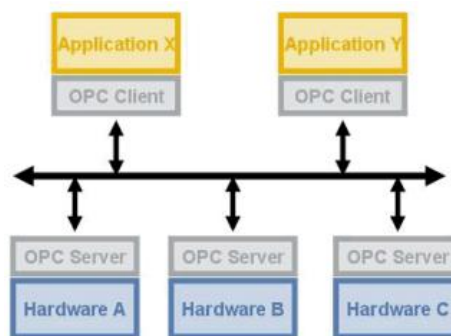
Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.57 Parámetros de la ventana de OPC Quick Client

Cerramos el Quick OPC Client. Guardar la configuración y guardamos el proyecto. Y así la configuración del servidor OPC ha sido terminada. Se puede cerrar el servidor.

5.4.3. MONITOREO DESDE LABVIEW

Una vez que se ha configurado correctamente el servidor OPC se puede conectar cualquier cliente OPC para monitorearse utilizará LabVIEW.

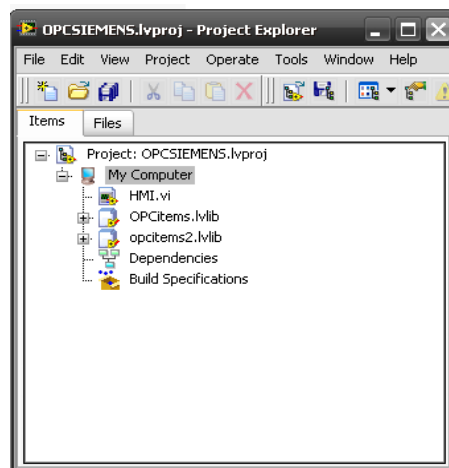


Fuente: <http://www.ni.com/white-paper/5407/es>

Figura V.58 Monitoreo desde LabVIEW

En LabVIEW, abrir un nuevo proyecto. Grabarlo como OPCSIEMENS.

1. Crear un nuevo VI en My Computer para monitorear el PLC. Nombrar al VI como HMI.



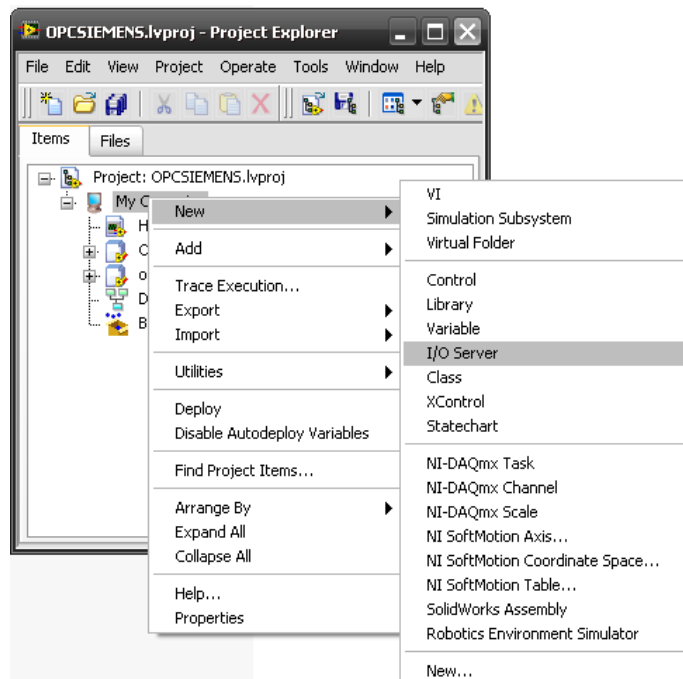
Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.59 Creación del nuevo VI para monitorear el PLC

2. La comunicación de LabVIEW como cliente OPC se puede hacer de varias maneras. Se utilizará una Shared Variable conectada al servidor OPC, estos elementos deben estar contenidos dentro de una librería. Referenciarse a la ayuda de LabVIEW y a la página web para mayor información sobre Shared Variables y Librerías.

En My Computer, hacer clic secundario y seleccionar New>I/O Server.

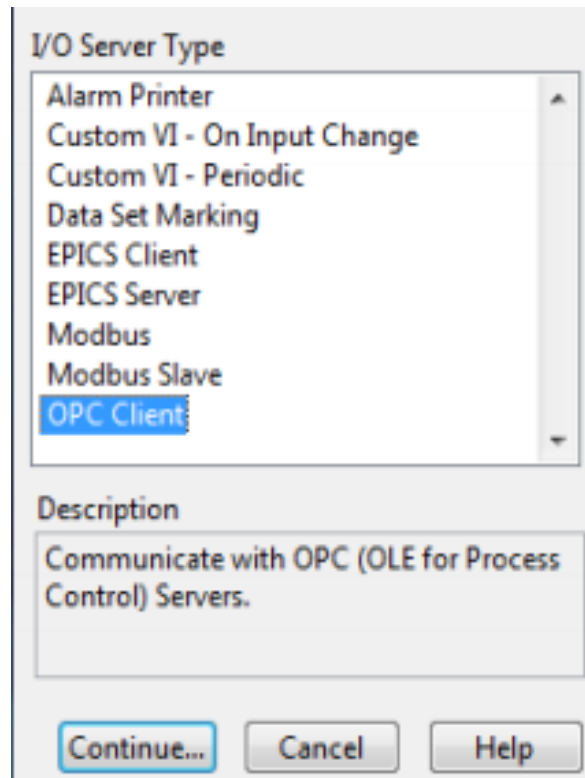
Nota: En caso de no tener instalado LabVIEW DSC no aparecerá este acceso. Sin embargo aún se puede monitorear el PLC mediante OPC utilizando DataSocket. En este enlace se encuentra mayor información.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.60 Creación de un I/O Server

a) Seleccionar OPC Client de la lista y presionar continue.

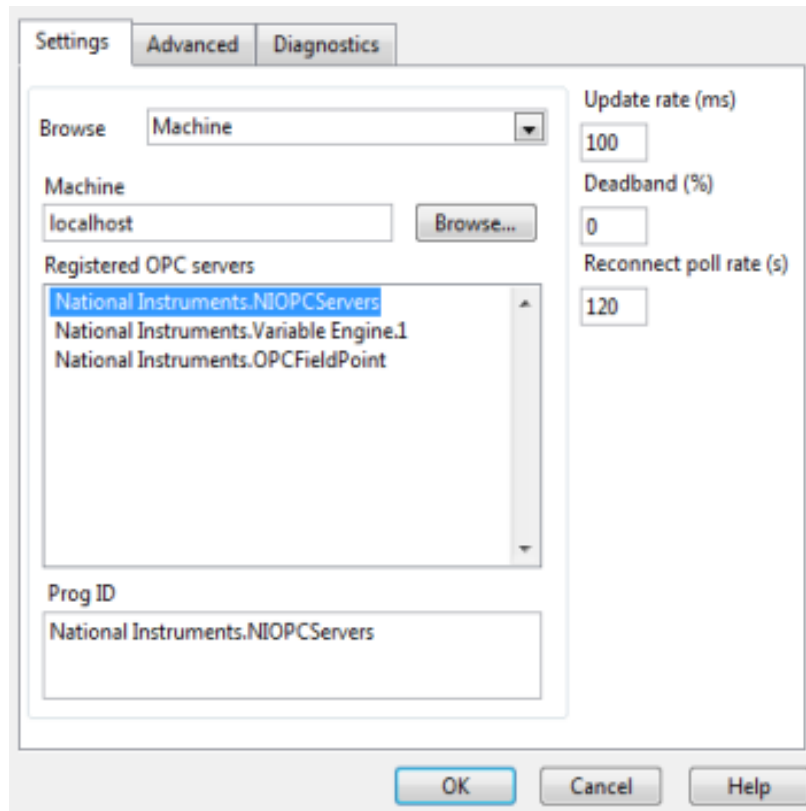


Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.61 Selección OPC Client de la lista

b) La pantalla de configuración de Cliente OPC, seleccionar el servidor NationalInstruments.NIOPCServers. UpdateRate (ms) es la tasa a la que el servidor se comunicará con el PLC.

Configurar a 100 ms en lugar de los 1000 ms predefinidos debido a que el programa del PLC corre relativamente rápido. Presionar el botón OK.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura V.62 Configuración de Cliente OPC

Seleccione OK. Una biblioteca se creará automáticamente en la ventana project explorer para manejar el I/O Server.

Guarde el proyecto como OPCDemoProject y la biblioteca creado seleccionando File SaveAll.

5.5. PROGRAMA HMI

(Ver Anexo 4)

CAPÍTULO VI

6. PRUEBAS Y RESULTADOS

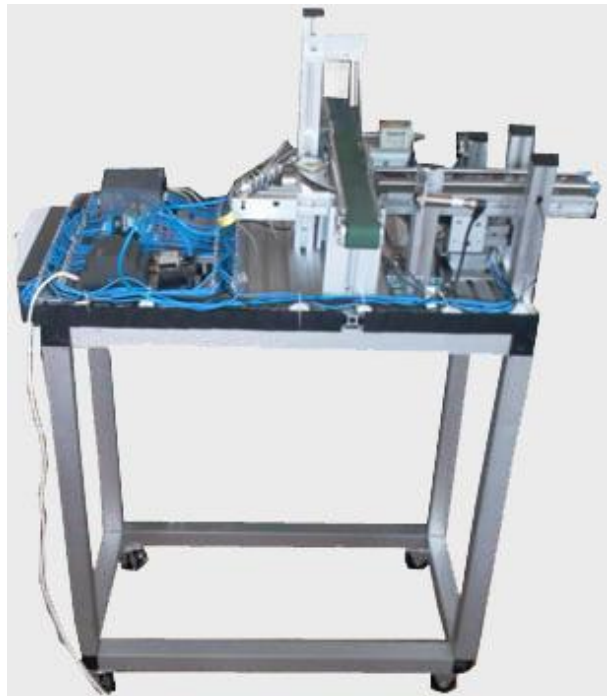
6.1. INTRODUCCIÓN

Como resultado de la investigación se obtuvo el diseño, la implementación y automatización de un módulo para el proceso de separación por bifurcación, el cual cuenta con un manual de prácticas y una hoja guía de prácticas donde se

detallan todos los pasos y procedimientos que hay que seguir para poner en operación de una manera segura y correcta el módulo de proceso de separación por bifurcación, por lo que se debe tener una copia de este documento para la correcta operación del módulo de proceso, ya que además contiene las especificaciones técnicas de cada dispositivo utilizado en el módulo.

6.2. MÓDULO DE PROCESO

El módulo de proceso de separación por bifurcación luego de varias pruebas y corrección de errores de la parte de diseño, implementación y de programación en el TIA Portal V11, se obtuvo como resultado diseño e implementación de un módulo para el proceso de separación por bifurcación controlado por un PLC Siemens S7-1200.



Fuente: Ermel B. Guamán LL., Diego V. Paredes C. (Autores)

Figura VI.63 Módulo de proceso implementado

A continuación se detalla el funcionamiento del proceso a ejecutarse:

Previamente las piezas del proceso deben estar apiladas.

1. Dar el pulso de inicio.
2. Motor uno pone en funcionamiento primera banda transportadora.
3. El solenoide permite el paso de la primera pieza bloqueando el paso de la siguiente pieza.
4. El sensor de inicio verifica si la pieza en ejecución posee o no tapa.
5. Si la pieza posee tapa procede al paso 5 caso contrario al paso 10.
6. La pieza continúa el recorrido por la primera banda transportadora.
7. El vástago del cilindro permanece afuera con la cuña hacia adentro, permitiendo el paso de la pieza.
8. El sensor óptico detecta la pieza del proceso.
9. Espera un tiempo.
10. La detección del sensor óptico del paso 6 y 7 permite el regreso al paso 3 para continuar con una nueva pieza.
11. Si llega a este paso quiere decir que la pieza en proceso no posee tapa.
12. Espera un pequeño tiempo, ya que la pieza continúa su recorrido por la primera banda transportadora.
13. Motor dos activa la segunda banda transportadora.
14. El vástago del cilindro permanece adentro con la cuña hacia afuera, de esta manera la pieza accede a la segunda banda transportadora.
15. El vástago del cilindro regresa al estado de afuera con la cuña hacia adentro.

16. El sensor de fibra óptica recibe un corte de señal por la pieza del proceso en ejecución.
17. Espera un pequeño tiempo.
18. El corte de señal de sensor de fibra óptica del paso 15 y 16 permite el regreso al paso 3 para continuar con una nueva pieza.

Dependiendo si la siguiente pieza detectada por el sensor de inicio contiene tapa el motor dos continúa activado pero si la pieza detectada no contiene tapa entonces se desactiva el motor dos de la segunda banda transportadora y el proceso continúa.

El proceso en ejecución se detendrá con el pulsador de paro. Si se ha paralizado la secuencia del proceso se debe nuevamente cargar las piezas para iniciar nuevamente el proceso.

6.3. MANUAL DE USUARIO

(Ver Anexo 1)

6.4. HOJA GUÍA DE PRÁCTICAS

(Ver Anexo 2)

6.5. RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Para comprobar la hipótesis se realizó una encuesta con el objetivo de conocer las necesidades de los estudiantes con respecto a los módulos de prácticas en el laboratorio de automatización hidráulica y neumática de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, obteniendo los

resultados que se dan a continuación. Cabe aclarar que la encuesta se la realizó a un total de 30 estudiantes pertenecientes al octavo noveno y décimo semestre de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la ESPOCH.

6.5.1. Encuesta

(Ver Anexo 7)

6.5.2. Tabulación de los datos

¿Semestre que cursa actualmente?

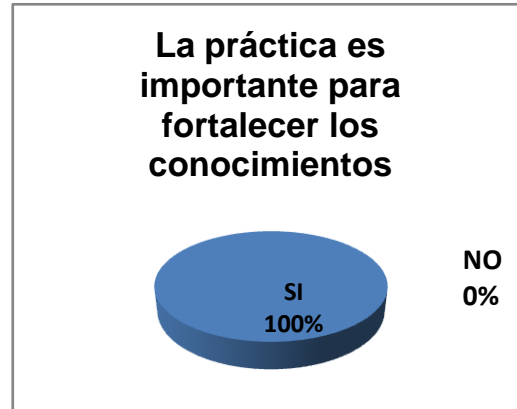
Semestre	Estudiantes	%
Octavo	6	20
Noveno	9	30
Décimo	15	50



De los estudiantes encuestados el 20% son de octavo, el 30% de noveno y el 50% de décimo semestre.

Pregunta 1 ¿Considera Ud. que la práctica es importante para fortalecer los conocimientos impartidos en clases?

	Estudiantes	%
SI	30	100
NO	0	0



Del total de estudiantes encuestados el 100% piensa que la práctica es importante para fortalecer los conocimientos impartidos en clases.

Pregunta 2 ¿Considera que el Módulo de Diseño e Implementación Para El Proceso De Separación Por Bifurcación Controlado Por Un PLC Siemens, fortalece el conocimiento de enseñanza y aprendizaje en los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales?

	Estudiantes	%
SI	30	100
NO	0	0



Del total de estudiantes encuestados el 100% considera que el módulo implementado fortalece el conocimiento de enseñanza y aprendizaje en los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales.

Pregunta 3 ¿Considera Ud. que el Laboratorio de Automatización Hidráulica y Neumática, con el nuevo módulo aportara en un alto porcentaje que los estudiantes adquieran nuevos conocimientos para un óptimo desenvolvimiento en el campo profesional?

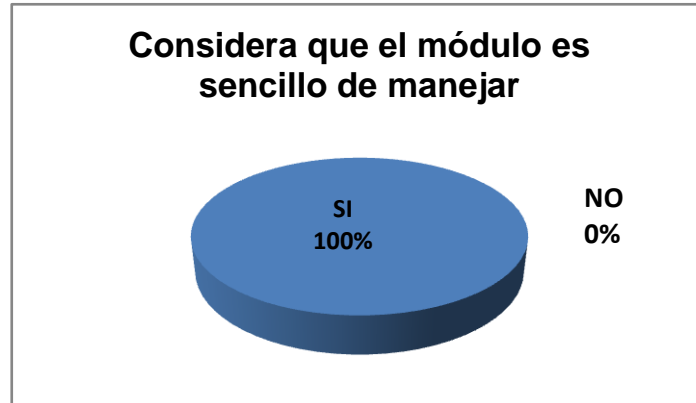
	Estudiantes	%
SI	30	100
NO	0	0



Del total de estudiantes encuestados el 100% considera que el nuevo módulo aportara en un alto porcentaje a los estudiantes adquirir nuevos conocimientos para un óptimo desenvolvimiento en el campo profesional.

Pregunta 4 ¿Considera Ud. que el módulo (proceso de separación por bifurcación) es sencillo de manejar?

	Estudiantes	%
SI	30	100
NO	0	0



Del total de estudiantes encuestados el 100% considera que el módulo (proceso de separación por bifurcación) es sencillo de manejar.

6.6. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL MÓDULO DE PROCESO

El desarrollo tecnológico cada vez es más rápido y complejo, es por esto que dentro de los procesos de producción se emplean procesos de separación de piezas por bifurcación, por esta razón el módulo implementado contribuye a la simulación de un proceso real. Según la encuesta realizada en estudiantes de octavo, noveno y décimo semestre de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, requieren de módulos con dispositivos reales usados en la industria para poder realizar sus prácticas, que permitan complementar y reforzar los conocimientos adquiridos, ya que este módulo integra sistemas mecánicos, neumáticos, eléctricos y electrónicos junto con un PLC, nos permite la disminución de tiempos de operación y así optimizar los recursos, los cuales son muy aplicables y exigentes en la industria.

CONCLUSIONES

1. El módulo de proceso de separación de piezas por bifurcación que se ha desarrollado, posibilita que los alumnos de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la ESPOCH accedan a un modelo de proceso real utilizado en la industria dónde pueden complementar y reforzar con la práctica sus conocimientos adquiridos en las aulas.
2. El diseño e implementación de un módulo para el proceso de separación por bifurcación controlado por un PLC Siemens S7-1200 fortalecerá los conocimientos en las áreas de hidráulica y neumática, electroneumática, automatización, control de procesos, instrumentación y sensores.
3. El módulo de proceso, representa un sistema ideal, dónde se utiliza componentes de sistemas electrónicos, eléctricos, informáticos, mecánicos y neumáticos, por su representación semejante a diseños de equipos reales utilizados en la industria.
4. El software LabVIEW 2012 viene incorporado con NI OPC Server.
5. El proceso de separación por bifurcación consiste en separar partes o piezas que no cumplan las características establecidas en el control de calidad para posteriormente poder ser rectificadas.
6. El Interfaz Humano Máquina (HMI) creado nos permitió controlar el proceso de separación por bifurcación, ya que además de la botonera del panel de control instalada también se la puede monitorear desde una PC mediante el software LabVIEW, optimizando de mejor manera nuestro proceso.

7. Para poder obtener el monitoreo del proceso mediante una PC y LabVIEW se tiene que utilizar un OPC, el mismo que permite la comunicación entre estos dos elementos mencionados.
8. El módulo de proceso de separación por bifurcación, resulta ser muy didáctico para la enseñanza-aprendizaje, de profesor a estudiante.

RECOMENDACIONES

1. Tener en cuenta las instrucciones detalladas en el manual de prácticas, que se ha desarrollado en este módulo, para una correcta manipulación, funcionamiento, y preparación del equipo para evitar situaciones de riesgo, las cuales pueden ocasionar daños físicos y lesiones al usuario o a terceras partes, así como al propio equipo.
2. Se recomienda la utilización de piezas de diámetro no mayor a 3 cm, puesto que la banda transportada está diseñada para esas características.
3. Revisar la respectiva alimentación del PLC 110 VAC y de 24 VDC para los sensores y salidas del PLC.
4. Se recomienda que la programación del módulo se lo realice en distintos tipos de PLC, esto permite que los estudiantes se familiaricen con dichos dispositivos, la secuencia programada en este módulo no es la única pudiendo encontrar distintas soluciones para realizar la tarea del módulo.
5. Utilizar una unidad de mantenimiento en el sistema de aire, para proteger y asegurar el correcto funcionamiento de los elementos neumáticos de este equipo.
6. Revisar las correctas conexiones de los motores de las bandas transportadoras y verificar el correcto sentido de giro de las bandas para el proceso.
7. Si presenta alguna duda en el manejo del módulo de proceso, remítase al manual de usuario, esto evitara malograr el equipo.

RESUMEN

Se diseñó e implemento un módulo para el proceso de separación de piezas por bifurcación controlado por un Controlador Lógico Programable Siemens S7-1200 para el Laboratorio de Automatización Hidráulica y Neumática de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la ESPOCH.

El proyecto es investigativo y aplicativo, se aplicó un método deductivo ya que el laboratorio de automatización requiere de material didáctico, para la implementación del módulo se eligió sensores de fibra óptica, ultrasónico, óptico, reflectivo, que permiten el control de dispositivos como solenoide de enganche magnético, electroválvula, luces pilotos y motores de 24VDC, el control del proceso se lo realiza mediante el Controlador Lógico Programable (PLC) y es monitoreado a través de LabVIEW, el ensamblaje del módulo incluye parte mecánica, actuadores neumáticos y eléctricos, sensores y el respectivo cableado de todos los elementos mencionados.

Al aplicar la encuesta a los estudiantes de octavo, noveno y décimo semestre de nuestra carrera dio como resultado la aceptación del mismo, el 100% de los estudiantes requieren de módulos con dispositivos reales usados en la industria para poder realizar sus prácticas de laboratorio, el módulo implementado contribuye a la simulación de un proceso real de la industria.

Concluimos que es necesaria la creación de una Vinculación e Incrustación de Objetos (OPC) para establecer la comunicación entre el Controlador Lógico Programable y LabVIEW y así monitorear el proceso desde un computador personal (PC).

Se recomienda la utilización de piezas de nylon y/o aluminio circular con un diámetro no mayor a 4cm y 3cm de altura, ya que el modulo está diseñado bajo estas características.

SUMMARY

A module is designed and implemented for the process of division into parts by bifurcation controlled with a Siemens S7-1200 Programmable Logic Controller to the Hydraulic and Pneumatic Automation Laboratory from the school of Electronics Engineering in Control and Industrial networking at the ESPOCH.

The project is researchable and applicable, a deductive methods was used even though the automation laboratory requires teaching materials, in order to implement the module was chosen: optical fiber sensors, ultrasonic, optical, reflective, allowing the devices control such as solenoid magnetic hook, electrovalve, pilot lights, 24VDC engines, the control process was developed with Programmable Logic Controller (PLC) and is monitoring trough LabVIEW, the module assembling includes mechanical means, pneumatic and electrical actuators, sensors and the wiring in all elements mentioned.

When the survey was applied to the students from eighth, ninth and tenth semester of our academic carrier resulting the acceptance, 100% of the students require the modules with real devices used in the industry in order to do the practices in the laboratory, the module implemented contributes to the real process simulation in the industry.

It is concluded to need to create a linking and embedding for objects (OPC) to establish the communication between programmable logic controller and LabVIEW and thus the process can be monitored from a personal computer (PC).

It is recommended the usage of nylon pieces and/or circular aluminum with a diameter not more than 4 cm and 3 cm height considering that the module is designed under these features.

GLOSARIO

Aire Comprimido.- Aire sometido a una presión superior a la atmosférica.

Bar.- Unidad de presión, igual a 10^9 dinas por cm. Equivale a una presión de 75,007 cm de mercurio (a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y a latitud de 45°). $1\text{ atm normal} = 1,01325\text{ bar} = 1013,25\text{ mbar}$; en los mandos neumáticos: sobrepresión $1\text{ atm} = 1\text{ kp/cm}^2 = 0,980665\text{ bar} = 10^9\text{ dinas/cm}^2$).

Cilindro Neumático.-Actuador neumático. Transforma la energía del aire comprimido en energía de movimiento.

Compresor.- Máquina de trabajo para la extracción y compresión de medios gaseosos.

Conectores de perfil perpendicular: El conector de perfil perpendicular de acero zancado se utiliza para unir a fuerza dos perfiles modulares, su forma del cabezal y el avellanado donde se introduce la punta del tornillo se bloquea, esto obliga a colocar la embocadura en la parte frontal del perfil.

Filtro.- Aparato para la limpieza del aire comprimido de las partículas de suciedad y separación del agua de condensación.

Grafcet: El GRAFCET (Grphe Fonctionel De Commande Etape Transition) es un grafo o diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones.

Motor de engranaje: El motor de engranaje, tiene un sistema completo de fuerza motriz que consiste en un motor eléctrico y un engranaje de reducción integrado, esto reduce enormemente la complejidad y el costo de diseñar y construir herramientas eléctricas, máquinas y aparatos de llamada para un alto par a velocidad del eje relativamente baja o RPM.

Neumática.-La neumática es la tecnología que emplea el aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos.

OPC: Es una interfaz de programación de aplicaciones estándar para el intercambio de datos que puede simplificar el desarrollo de drivers de I/O (dispositivos de entrada y salida u/o Banco de Datos), mejorar el rendimiento de los sistemas de interfaces de HMI (Interfaz Humano Máquina).

PLC: Proviene de las siglas en inglés Programmable Logic Controller, es un equipo electrónico, tal como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para programar y controlar procesos secuenciales en tiempo real. Por lo general, están diseñados para controlar máquinas y procesos en ambientes industriales.

Sensor:El sensor es un dispositivo eléctrico y/o mecánico que convierte magnitudes físicas (luz, magnetismo, presión, etc.) en valores medibles de dicha magnitud.

Símbolos.- Representación gráfica simplificada de elementos neumáticos y de otro tipo con inclusión de las funciones, por ejemplo al dibujar un esquema.

Tag: Es una etiqueta, una variable que puede ser una entrada o salida del PLC que tiene una dirección de memoria.

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

Unidad de Mantenimiento.- Aparato combinado para filtrar, regular y engrasar el aire comprimido.

Válvula Distribuidora.- Válvulas que determinan la apertura y cierre y las modificaciones en el sentido de la circulación. A la denominación "válvulas de vías" se le antepone el número de vías y el número de las posiciones de maniobra, por ejemplo válvula de 3/2 vías, es una válvula con 3 líneas controladas y 2 posiciones de maniobra.

Válvula Neumática.- Es un elemento de regulación y control de la presión y el caudal del aire a presión.

BIBLIOGRAFÍA

1. **BLANCHARD, M.**, El Grafcet Principios y Conceptos., 4^a.ed., Roma-Italia., ADEPA., 1999., pp. 25-50
2. **BOLTON, W.**, Mecatrónica: Sistemas de Control Electrónico en la Ingeniería Mecánica y Eléctrica., 4^a.ed., México DF-México., ALFAOMEGA., 2010., pp. 65-80
3. **CREUS, S.**, Instrumentación Industrial., 6^a.ed., Madrid-España., McGraw-Hill., 2007., pp. 35-47
4. **DEL RAZO, A.**, Sistemas Neumáticos e Hidráulicos., 3^a.ed., México DF-México., 2001., pp. 68-99

5. **DEPERT, W.**, Dispositivos neumáticos: Introducción y Fundamentos., 5^a.ed., Barcelona-España., Marcombo y Boixareu., 1991., pp. 90-110
6. **DIDACTIC, FESTO.**,Manual De Estudio: Iniciación Al Personal De Montaje Y Mantenimiento., s.ed.,México DF-México., Festo Didactic., 1971., pp.75-89
7. **MULLER, R.**, Pneumatics: Theory and Applications., 6^a.ed., Berlín-Germany., OMEGA., 1998., pp. 10-42
8. **NATIONAL, I.**, LabVIEW Básico: Manual de curso., s.ed., Washington DC-Estados Unidos.,National Instruments., 2006., pp. 40-58

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

1. AIRE COMPRIMIDO

<http://www.lombardiyasociados.com.ar>

2012/08/10

<http://electroneumatica.blogspot.com/>

2012/08/10

2. ACCESORIOS NEUMÁTICOS

<http://www.taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/5426137/>

2012/08/20

<http://www.sicontrol.com/racores.htm>

2012/08/20

3. CILINDRO NEUMÁTICO

<http://www.microautomacion.com/catalogo/Actuadores.pdf>

2012/08/15

<http://sitioniche.nichese.com/sim-cilindros.html>

2012/08/15

<http://www.directindustry.es/prod/airtac-automatic-industrial>

2012/08/15

4. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

<http://www.misrespuestas.com/que-es-un-plc.html>

2012/09/05

http://www.el.bqto.unexpo.edu.ve/lab_plc/paginas/estructura

2012/09/05

<http://davidrojasticsplc.wordpress.com/2009/01/14/ventajas-y>

2012/09/05

5. GRAFCET

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

2012/09/06

6. LABVIEW

http://www.gte.us.es/ASIGN/IE_4T/Tutorial%20de%20

2012/10/18

7. MOTOR ELÉCTRICO

http://www.ehow.com/about_5313147_gear-motor.html

2012/08/17

8. NEUMÁTICA

<http://www.tecnicamaritima.com/servicios-navales>

2012/08/08

<http://es.scribd.com/doc/35532710/Neumatica-2-Presion>

2012/08/08

9. OPC SERVER

<http://www.ni.com/opc/esa/>

2012/10/25

<http://www.ni.com/white-paper/7906/es>

2012/10/25

<http://www.datalights.com.ec/site2/images/docs/opcsiemenss>

2012/10/25

10. PLC SIEMENS S7-1200

<http://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry>

2012/09/18

11. RELÉ

<http://cpc.farnell.com/1/1/3687-relay-pcb-16a-spc0-24vdc-4061>

2012/08/16

12. SENSORES

<http://www.unet.edu.ve/~ielectro/sensores.pdf>

2012/09/04

<http://www.isa.cie.uva.es/~maria/sensores.pdf>

2012/09/04

<http://heli.xbot.es/laser/laser.htm>

2012/09/04

13. VÁLVULA NEUMÁTICA

<http://es.scribd.com/doc/78773754/neumatica>

2012/08/09

ANEXOS

ANEXO 1

**Manual de prácticas para el módulo de un proceso de
separación por bifurcación controlado por un PLC
Siemens**

MANUAL DE PRÁCTICAS

MÓDULO PARA EL PROCESO DE SEPARACIÓN POR BIFURCACIÓN CONTROLADO POR UN PLC SIEMENS

1. Introducción

El presente documento detalla todos los pasos y procedimientos que hay que seguir para poner en operación de una manera segura y correcta el módulo de separación por bifurcación controlado por un PLC Siemens, por lo que para la utilización del módulo debe tenerse una copia de este documento, ya que además consta con las especificaciones técnicas de cada dispositivo utilizado en el módulo.

2. Utilización correcta

El modulo para el proceso de separación por bifurcación deberá utilizarse únicamente cumpliendo las siguientes condiciones:

Utilización apropiada y convenida con el profesor encargado.

Utilización en perfecto estado, manipulando de manera correcta.

Los componentes del módulo cuentan con sensores, actuadores y demás dispositivos, perfectamente en funcionamiento. A pesar de ello, si se utilizan indebidamente, es posible que surjan peligros que pueden afectar al usuario o a terceros o, también, provocar daños en el sistema del módulo. El módulo debe utilizarse para la enseñanza-aprendizaje de profesor y estudiante, ya que

el proceso del módulo se asemeja a procesos de automatización industrial reales.

3. Indicaciones de seguridad

Una condición preliminar es seguir siempre las recomendaciones y normas fundamentales sobre seguridad y manejo. Por lo tanto debemos prestar especial atención las siguientes medidas de seguridad.

Tener los conocimientos teóricos y técnicos, ya que así se tendrá un correcto funcionamiento y la vida útil larga del módulo.

3.1. Información general

- ✓ Los estudiantes pueden trabajar con el módulo en presencia del docente o con el consentimiento del docente encargado.
- ✓ Lea detenidamente las hojas de datos correspondientes a cada uno de los componentes y especialmente respete las respectivas indicaciones de seguridad.
- ✓ Los fallos que podrían mermar la seguridad no deberán ocasionarse durante las clases y deberán eliminarse de inmediato.

3.2. Parte mecánica

- ✓ Montar todos los componentes fijamente sobre la base del módulo de proceso.
- ✓ Respete las indicaciones sobre el posicionamiento de los componentes.

3.3. Parte eléctrica

- ✓ Únicamente deberá utilizarse una tensión de máximo 24 VDC para la alimentación de los sensores y 110 VAC para el PLC Siemens S7-1200.

- ✓ Las conexiones eléctricas únicamente deberán conectarse y desconectarse sin tensión.
- ✓ Utilizar únicamente cables ponchados con terminales, por seguridad.
- ✓ Al desconectar los cables, desconecte toda fuente de alimentación conectada.

3.4. Neumática

- ✓ No deberá superarse la presión máxima admisible de 600 kPa (6 bar), considerando que la presión de trabajo es de 300 kPa (3 bar) a 500 kPa (5 bar).
- ✓ Únicamente conectar el aire comprimido después de haber montado y fijado correctamente todas las mangueras neumáticas.
- ✓ No desacoplar las mangueras neumáticas mientras el sistema esté conectado a presión del compresor.
- ✓ Peligro de accidente al conectar el aire comprimido, tener mucho cuidado.
- ✓ El vástago del cilindro pueden avanzar o retroceder de manera inesperada cuando se utilice el módulo por primera vez.
- ✓ Antes de desmontar las mangueras neumáticas, deberá desconectarse la alimentación de aire comprimido.

Para el desmontaje del sistema neumático se debe proceder así:

- ✓ Presione el anillo de desbloqueo de color azul y retire el tubo flexible.

4. Suministro de energía eléctrica

El PLC Siemens S7-1200 tiene su propia fuente de alimentación interna, este se conecta directamente a la línea de 110VAC y a la entrada se tiene 24VDC la

cual sirve para alimentación de los sensores, pulsadores, entre otros elementos.

Una fuente de alimentación externa suministra 24VDC para operar las salidas del PLC donde se encuentran la electroválvula, relés, luces pilotos, entre otros.

También se puede utilizar la misma fuente externa de 24VDC para la alimentación de los sensores para prevenir caídas de voltaje en la alimentación de 120VAC del PLC si se utilizara dispositivos de gran consumo de corriente.

5. Puesta a punto del módulo

La puesta a punto del módulo se limita normalmente a una verificación visual para asegurar que el cableado, mangueras neumáticas y alimentaciones sean los correctos, y que todos los componentes del equipo funcionen adecuadamente.

Todos los dispositivos, sensores, válvulas, actuadores, relés, y cables están claramente marcados de forma que puedan establecerse fácilmente todas las conexiones.

La puesta a punto del módulo se describe a continuación:

- ✓ Asegurar que la alimentación del aire comprimido y la alimentación de energía hacia el módulo se encuentren apagadas.
- ✓ Revisar y realizar los ajustes necesarios de la estructura y demás componentes mecánicos del módulo.

- ✓ Pasar los actuadores a la posición de inicio de acuerdo con el ciclo de operación establecido.
- ✓ Ajustar manualmente la posición de sensores en los actuadores de los cilindros neumáticos.
- ✓ Preparar el PLC de acuerdo a las designaciones detalladas en el manual de operación.
- ✓ Conectar el suministro de aire comprimido y regular gradualmente la presión de operación indicada anteriormente.
- ✓ Identificar y eliminar posibles fugas de aire en rácores, válvulas y mangueras flexibles.
- ✓ Conectar y verificar que el suministro de alimentación de energía para cada uno de los elementos sea el requerido, para el buen funcionamiento del módulo de proceso.
- ✓ Verificar que funcionen las entradas y salidas mediante la observación de los leds indicadores del PLC.
- ✓ Verificar que las piezas se encuentren listas y apiladas una a continuación e otra.
- ✓ Verificar el ajuste y calibración de todos los sensores instalados en el módulo.
- ✓ Correr el programa y comprobar que se encuentra con los tiempos de operación correctos.
- ✓ Comprobar que todas las funciones del panel de control se encuentren operando correctamente, para asegurarse de que no existan errores que puedan causar daños al personal y al equipo.

- ✓ Si se desea monitorear el proceso desde LabVIEW se debe crear una interfaz HMI (Interfaz Humano Máquina), teniendo en cuenta que para la comunicación entre una PC y el PLC Siemens debemos tener un OPC Server.

6. Programación de la secuencia

Para la programación de la secuencia del proceso, el estudiante debe seguir los siguientes pasos;

6.1. Establecer las entradas y salidas.

Para esto hay que remitir al siguiente cuadro de entradas y salidas del PLC:

ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES			
E/S	DIRECCIÓN FÍSICA	TAG	DESCRIPCIÓN
		SELECTOR	Encendido y apagado general del módulo
Entrada	I0.1	INICIO	Pulsador de inicio del proceso
Entrada	I0.2	PARO	Pulsador de paro del proceso
Entrada	I0.3	SENSOR_CILINDRO	Sensor magnético del cilindro neumático
Entrada	I0.4	SENSOR_BANDA	Sensor óptico de la primera banda transportadora
Entrada	I0.5	SENSOR_FO	Sensor de fibra óptica de la segunda banda transportadora
Entrada	I0.6	SENSOR_INICIO	Sensor de inicio de

			verificación de piezas
Entrada	I0.7	SENSOR_REFLECTIVO	Segundo Sensor de verificación de piezas
Salida	Q0.0	LUZ_PILOTO_CERO	Luz indicadora de proceso en ejecución
Salida	Q0.1	LUZ_PILOTO_UNO	Luz indicadora de proceso en paro
Salida	Q0.2	MOTOR_UNO	Motor de la segunda banda transportadora
Salida	Q0.3	MOTOR_DOS	Motor de la primera banda transportadora
Salida	Q0.4	ELECTROVALVULA	Electroválvula para accionar el cilindro neumático
Salida	Q0.5	SOLENOIDE	Solenoides de enganche magnético que permite el paso de cada una de las piezas

6.2. Definir la secuencia

De este depende la manera de trabajar del módulo de proceso. La secuencia depende del diagrama grafset creado. A continuación se detalla el funcionamiento del proceso a ejecutarse:

Previamente las piezas del proceso deben estar apiladas.

1. Dar el pulso de inicio.
2. Motor uno pone en funcionamiento primera banda transportadora.
3. El solenoide permite el paso de la primera pieza bloqueando el paso de la siguiente pieza.

4. El sensor de inicio verifica si la pieza en ejecución posee o no tapa.
5. Si la pieza posee tapa procede al paso 5 caso contrario al paso 10.
6. La pieza continúa el recorrido por la primera banda transportadora.
7. El vástago del cilindro permanece afuera con la cuña hacia adentro, permitiendo el paso de la pieza.
8. El sensor óptico detecta la pieza del proceso.
9. Espera un tiempo.
10. La detección del sensor óptico del paso 6 y 7 permite el regreso al paso 3 para continuar con una nueva pieza.
11. Si llega a este paso quiere decir que la pieza en proceso no posee tapa.
12. Espera un pequeño tiempo, ya que la pieza continúa su recorrido por la primera banda transportadora.
13. Motor dos activa la segunda banda transportadora.
14. El vástago del cilindro permanece adentro con la cuña hacia afuera, de esta manera la pieza accede a la segunda banda transportadora.
15. El vástago del cilindro regresa al estado de afuera con la cuña hacia adentro.
16. El sensor de fibra óptica recibe un corte de señal por la pieza del proceso en ejecución.
17. Espera un pequeño tiempo.
18. El corte de señal de sensor de fibra óptica del paso 15 y 16 permite el regreso al paso 3 para continuar con una nueva pieza.

Dependiendo si la siguiente pieza detectada por el sensor de inicio contiene tapa el motor dos continúa activado pero si la pieza detectada no contiene tapa entonces se desactiva el motor dos de la segunda banda transportadora y el proceso continua.

El proceso en ejecución se detendrá con el pulsador de paro.

6.3. Grafcet

El grafcet es en si la secuencia a ejecutar con las variables de entrada y salida del proceso. Si el estudiante tiene dudas acerca del Grafcet de la secuencia puede remitirse al Documento de la Tesis Titulada “Diseño e implementación de un módulo para el proceso de separación por bifurcación controlado por un PLC Siemens”, aquí en el capítulo 5, en la sección Secuencia Grafcet encontrara la secuencia realizada para el proceso realizado.

7. Lista de fallas, causas y soluciones

Durante la ejecución del montaje, calibración, programación y ejecución del módulo se pueden producir problemas que pueden llevar al mal funcionamiento del proceso. En la siguiente tabla, se detallan los diferentes tipos de fallas y sus posibles causas y soluciones.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	POSIBLES CAUSAS	SOLUCIÓN
1	Bandas transportadoras no funcionan	Motores no accionan	Verificar la alimentación de los motores.

		Relés no conmutan	Verificar que la salida del PLC esté conectado al relé correspondiente
2	No se activan los sensores	Ausencia de energía	Verificar el suministro de energía eléctrica.
		Sensores descalibrados	Calibrar la distancia de los sensores.
3	Cilindro neumático no funciona	Falta de aire comprimido al modulo	Revisar la fuente de aire comprimido del compresor.
		Fuga de aire por las mangueras y acoples neumáticos	Chequear fugas y corregir.
		Electroválvula no permiten el paso de aire al cilindro	Revisar la alimentación de energía eléctrica de la electroválvula.
4	PLC no funciona	Ausencia de energía eléctrica	Verificar el suministro de energía eléctrica al PLC.
		Entradas y salidas del PLC mal conectadas o mal asignadas	Verificar y corregir la conexión de entradas y salidas del PLC.
		Programación incorrecta	Corregir la programación en el TIA Portal V11.

RECOMENDACIONES

- ✓ Tener en cuenta las instrucciones detalladas en el manual de prácticas, que se ha desarrollado en este módulo, para una correcta manipulación, funcionamiento, y preparación del equipo para evitar situaciones de riesgo, las cuales pueden ocasionar daños físicos y lesiones al usuario o a terceras partes, así como al propio equipo.
- ✓ Se recomienda la utilización de piezas de diámetro no mayor a 3 cm, puesto que la banda transportada está diseñada para esas características.
- ✓ Revisar la respectiva alimentación del PLC 110 VAC y de 24 VDC para los sensores y salidas del PLC.
- ✓ Se recomienda que la programación del módulo se lo realice en distintos tipos de PLC, esto permite que los estudiantes se familiaricen con dichos dispositivos, la secuencia programada en este módulo no es la única pudiendo encontrar distintas soluciones para realizar la tarea del módulo.
- ✓ Utilizar una unidad de mantenimiento en el sistema de aire, para proteger y asegurar el correcto funcionamiento de los elementos neumáticos de este equipo.
- ✓ Revisar las correctas conexiones de los motores de las bandas transportadoras y verificar el correcto sentido de giro de las bandas para el proceso.

ANEXO 2

HOJA GUÍA DE PRÁCTICAS

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

HOJA GUÍA

PRÁCTICA DE LABORATORIO

Alumno:	Practica N.-	Calificación:																																																						
Fecha :	TITULO DE LA PRACTICA:																																																							
Tutor :																																																								
1.- Entradas/ Salidas del PLC																																																								
<table border="1"><thead><tr><th>DIR</th><th>PERTENENCIA</th><th>VERIFICACION</th></tr></thead><tbody><tr><td>I0.0</td><td></td><td></td></tr><tr><td>I0.1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>I0.2</td><td></td><td></td></tr><tr><td>I0.3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>I0.4</td><td></td><td></td></tr><tr><td>I0.5</td><td></td><td></td></tr><tr><td>I0.6</td><td></td><td></td></tr><tr><td>I0.7</td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	DIR	PERTENENCIA	VERIFICACION	I0.0			I0.1			I0.2			I0.3			I0.4			I0.5			I0.6			I0.7			<table border="1"><thead><tr><th>DIR</th><th>PERTENENCIA</th><th>VERIFICACION</th></tr></thead><tbody><tr><td>Q0.0</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Q0.1</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Q0.2</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Q0.3</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Q0.4</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Q0.5</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	DIR	PERTENENCIA	VERIFICACION	Q0.0			Q0.1			Q0.2			Q0.3			Q0.4			Q0.5									
DIR	PERTENENCIA	VERIFICACION																																																						
I0.0																																																								
I0.1																																																								
I0.2																																																								
I0.3																																																								
I0.4																																																								
I0.5																																																								
I0.6																																																								
I0.7																																																								
DIR	PERTENENCIA	VERIFICACION																																																						
Q0.0																																																								
Q0.1																																																								
Q0.2																																																								
Q0.3																																																								
Q0.4																																																								
Q0.5																																																								
Observaciones:																																																								

2.- Secuencia:

3.- Graficet:

4.- Ecuaciones:

--

5.- Conclusiones:

--

6.- Recomendaciones:

--

7.- Observaciones Generales:

--

ANEXO 3

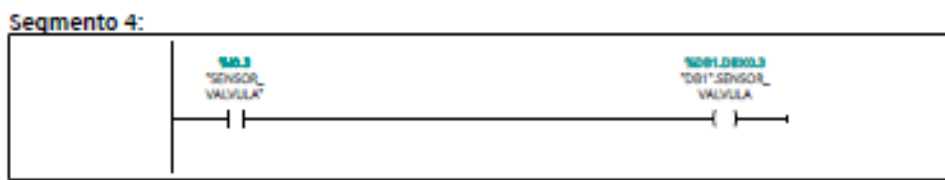
VARIABLES Y PROGRAMACIÓN EN EL TIA PORTAL

V11

	1	2	3	4																																												
A	<h2 style="margin:0;">Main</h2> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="background-color:#d3d3d3;">Main Propiedades</th> </tr> <tr> <th colspan="4" style="background-color:#d3d3d3;">General</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width:25%;">Nombre</td> <td style="width:25%;">Main</td> <td style="width:25%;">Número</td> <td style="width:25%;">1</td> </tr> <tr> <td>Tipo</td> <td>DB.ProgramCycle</td> <td>Idioma</td> <td>KOP</td> </tr> <tr> <th colspan="4" style="background-color:#d3d3d3;">Información</th> </tr> <tr> <td>Título</td> <td></td> <td>Autor</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comentario</td> <td></td> <td>Familia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Versión</td> <td>D.1</td> <td>ID personalizada</td> <td></td> </tr> <tr> <th colspan="4" style="background-color:#d3d3d3;">Propiedades</th> </tr> <tr> <th>Nombre</th> <th>Tipo de datos</th> <th>Offset</th> <th>Comentario</th> </tr> <tr> <td>Temp</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-top:10px;">Segmento 1:</p>				Main Propiedades				General				Nombre	Main	Número	1	Tipo	DB.ProgramCycle	Idioma	KOP	Información				Título		Autor		Comentario		Familia		Versión	D.1	ID personalizada		Propiedades				Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario	Temp			
Main Propiedades																																																
General																																																
Nombre	Main	Número	1																																													
Tipo	DB.ProgramCycle	Idioma	KOP																																													
Información																																																
Título		Autor																																														
Comentario		Familia																																														
Versión	D.1	ID personalizada																																														
Propiedades																																																
Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario																																													
Temp																																																
B																																																
C	<p style="margin:0;">Segmento 1:</p>																																															
D																																																
E	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"DB1"</td> <td>%DB1</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB1".INICIO</td> <td>%DB1.DBXD.1</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB1".MOTOR1</td> <td>%DB1.DBXD.2</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB1".LUZ_PILOTO1</td> <td>%DB1.DBXD.7</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB1".PARO</td> <td>%DB1.DBXD.2</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"DB1"	%DB1	Block_DB		"DB1".INICIO	%DB1.DBXD.1	Bool		"DB1".MOTOR1	%DB1.DBXD.2	Bool		"DB1".LUZ_PILOTO1	%DB1.DBXD.7	Bool		"DB1".PARO	%DB1.DBXD.2	Bool																					
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																													
"DB1"	%DB1	Block_DB																																														
"DB1".INICIO	%DB1.DBXD.1	Bool																																														
"DB1".MOTOR1	%DB1.DBXD.2	Bool																																														
"DB1".LUZ_PILOTO1	%DB1.DBXD.7	Bool																																														
"DB1".PARO	%DB1.DBXD.2	Bool																																														
F	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width:30%;"> Nombre Operador Diseñado By Chequeado By Aprobado By </td> <td style="width:40%;"> Project name: PROCESO DE SEPARACION POR BIFURCACION Design Path: C:\Documents and Settings\ADMINIEscritorio\TESIS FUNCANDO\TESIS19-FEB-2013 FUNCANDO TIA Location: Descripción 1st: Descripción 2nd: 1st View </td> <td style="width:10%;"> Date: 25/02/2013 Language: es-ES Version: </td> <td style="width:20%; text-align:right;"> Sheet: 1 - 1 </td> </tr> </table>				Nombre Operador Diseñado By Chequeado By Aprobado By	Project name: PROCESO DE SEPARACION POR BIFURCACION Design Path: C:\Documents and Settings\ADMINIEscritorio\TESIS FUNCANDO\TESIS19-FEB-2013 FUNCANDO TIA Location: Descripción 1st: Descripción 2nd: 1st View	Date: 25/02/2013 Language: es-ES Version:	Sheet: 1 - 1																																								
Nombre Operador Diseñado By Chequeado By Aprobado By	Project name: PROCESO DE SEPARACION POR BIFURCACION Design Path: C:\Documents and Settings\ADMINIEscritorio\TESIS FUNCANDO\TESIS19-FEB-2013 FUNCANDO TIA Location: Descripción 1st: Descripción 2nd: 1st View	Date: 25/02/2013 Language: es-ES Version:	Sheet: 1 - 1																																													

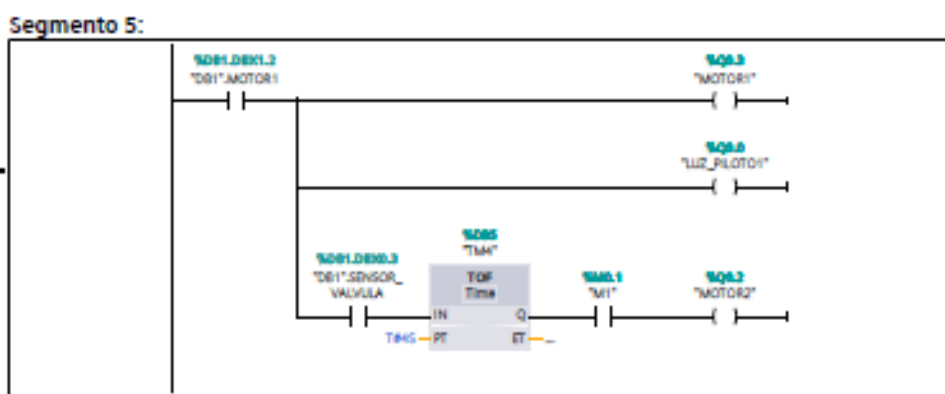
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"DB1".LUZ_PILOTO2	%DB1.DBX1.0	Bool	
"LUZ_PILOTO2"	%Q0.1	Bool	

Segmento 4:



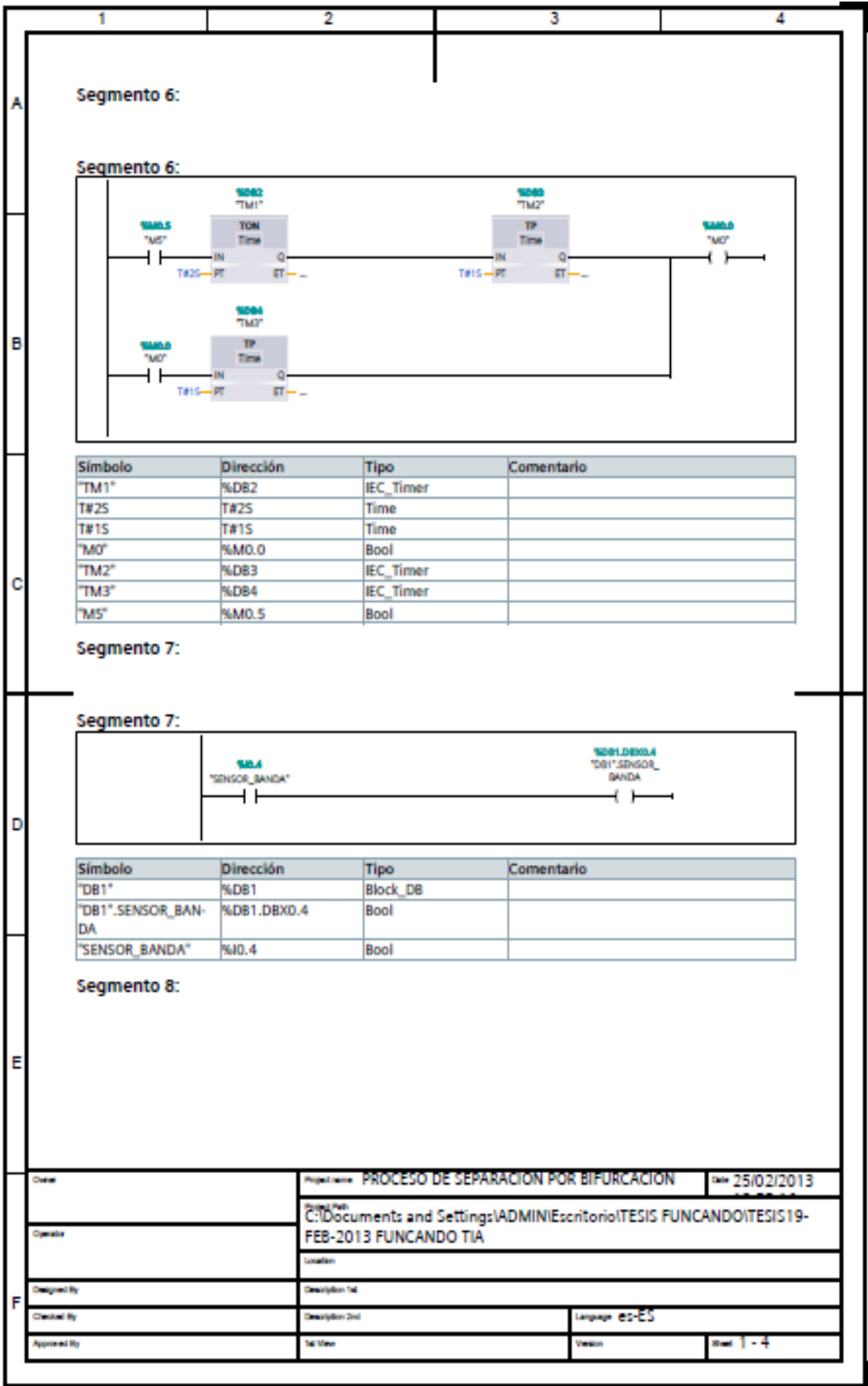
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"DB1"	%DB1	Block_DB	
"DB1".SENSOR_VALVULA	%DB1.DBX0.3	Bool	
"SENSOR_VALVULA"	%I0.3	Bool	

Segmento 5:

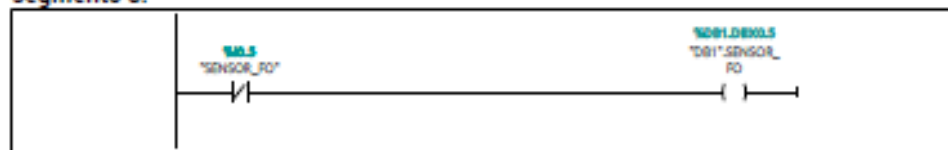


Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"DB1"	%DB1	Block_DB	
"DB1".MOTOR1	%DB1.DBX1.2	Bool	
"MOTOR1"	%Q0.3	Bool	
"LUZ_PILOTO1"	%Q0.0	Bool	
"TM4"	%DB5	IEC_Timer	
T#45	T#45	Time	
"MOTOR2"	%Q0.2	Bool	
"M1"	%M0.1	Bool	
"DB1".SENSOR_VALVULA	%DB1.DBX0.3	Bool	

F	Date: _____ Project name: PROCESO DE SEPARACION POR BIFURCACION Date: 25/02/2013
	Project path: C:\Documents and Settings\ADMIN\Escritorio\TESIS FUNCANDO\TESIS19-FEB-2013 FUNCANDO TIA
	Location: _____
	Designed By: _____ Description: TIA
	Checked By: _____ Description: TIA Language: es-ES
Approved By: _____ TIA View: _____ Version: _____ Sheet: 1 - 3	



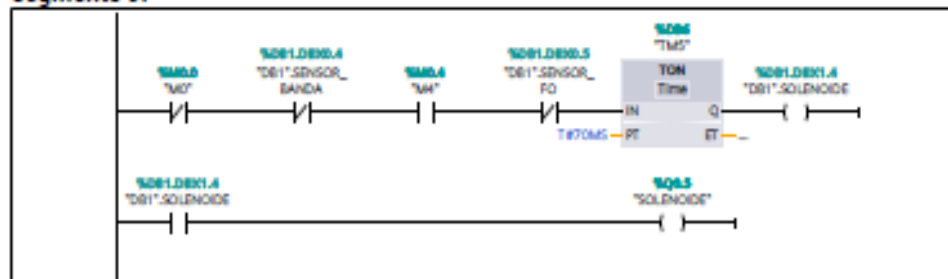
Segmento 8:



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"DB1"	%DB1	Block_DB	
"DB1".SENSOR_FO	%DB1.DBX0.5	Bool	
"SENSOR_FO"	%I0.5	Bool	

Segmento 9:

Segmento 9:



Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario
"DB1"	%DB1	Block_DB	
"M0"	%M0.0	Bool	
"SOLENOIDE"	%Q0.5	Bool	
"DB1".SENSOR_BANDA	%DB1.DBX0.4	Bool	
"DB1".SENSOR_FO	%DB1.DBX0.5	Bool	
"TMS"	%DB5	IEC_Timer	
"M4"	%M0.4	Bool	
"DB1".SOLENOIDE	%DB1.DBX1.4	Bool	
T#70MS	T#70MS	Time	

Segmento 10:

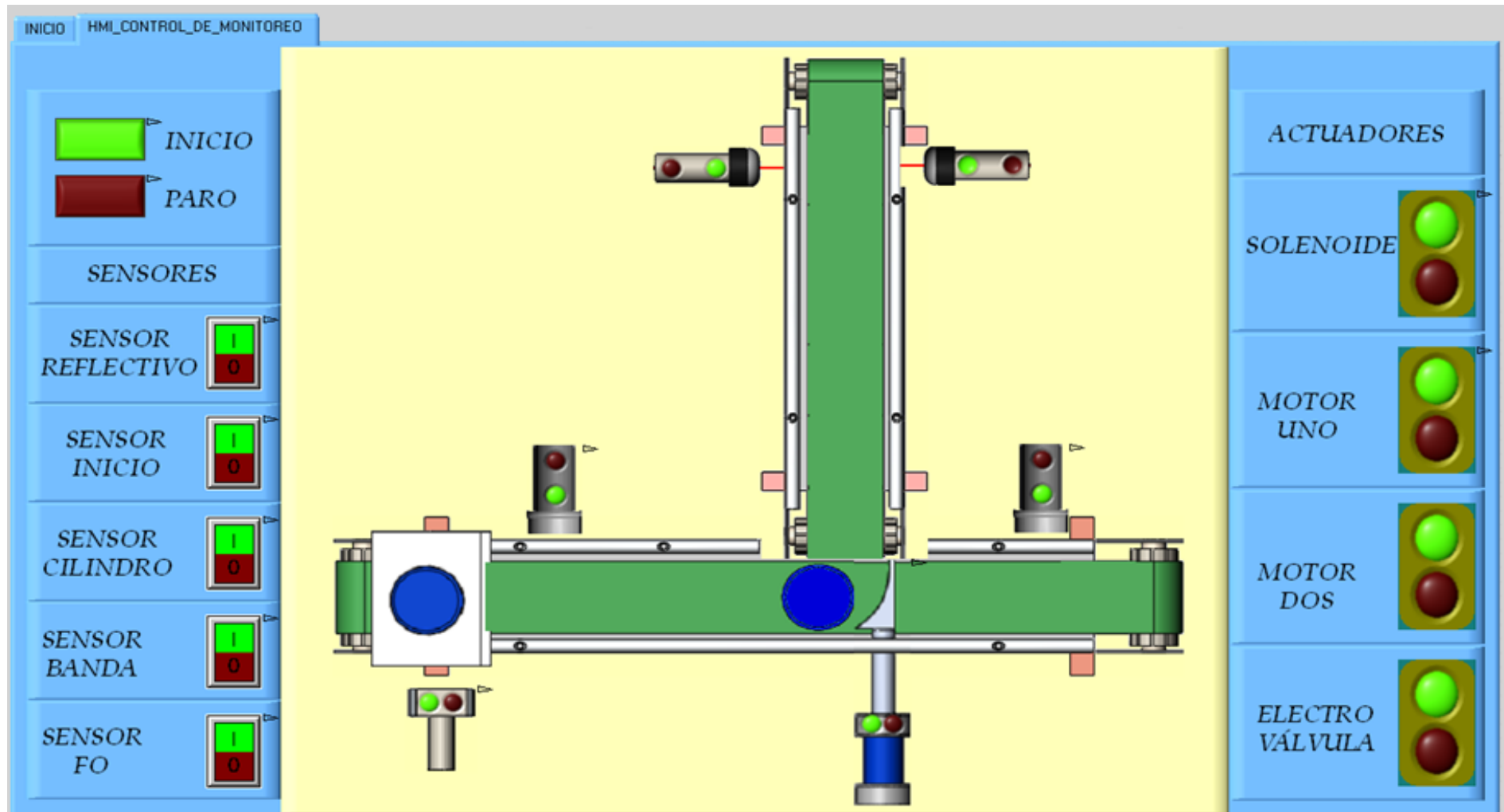
Date: _____ Operator: _____	Project name: PROCESO DE SEPARACION POR BIFURCACION	Date: 25/02/2013
	Project Path: C:\Documents and Settings\ADMINIEscritorio\TESIS FUNCANDO\TESIS19-FEB-2013 FUNCANDO TIA	
Designed By: _____	Location: _____	
Checked By: _____	Description 2nd: _____	Language: es-ES
Approved By: _____	Title: _____	Version: _____
		Sheet: 1 - 5

ANEXO 4

INTERFAZ HUMANO MÁQUINA (HMI) EN LABVIEW

2012

MONITOREO DEL PROCESO DESDE LABVIEW



ANEXO 5

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS
QUE COMPONEN EL MÓDULO DE PROCESO**

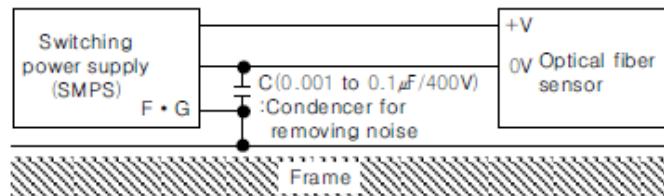
OPTICAL FIBER SENSOR BF4R SERIES

M A N U A L



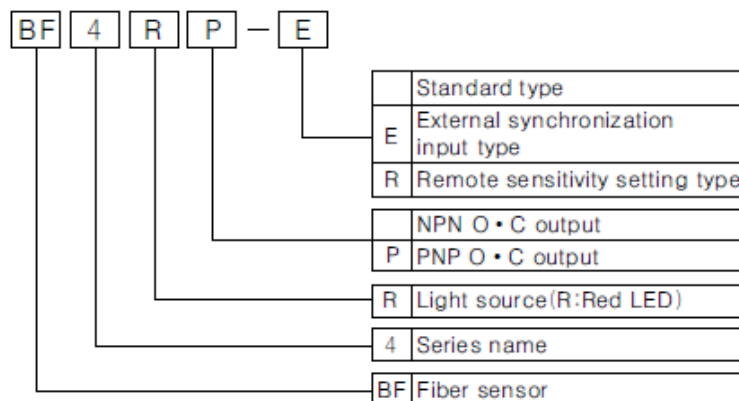
**Thank you very much for selecting Autonics products.
Please read this manual carefully before you use this unit.**

1. Do not scratch the section of optical fiber cable.
2. Intercept a strong light as like sunlight, spotlight under triangulation range of optical fiber cable.
3. Do not apply a strong tensile force to optical fiber cable.
4. In case of install the optical fiber cable, be sure not to curve the optical fiber cable over tolerance that mentioned in our catalogue.
5. When a high voltage or power line pass through near the Amp. cable, be sure to use seperated conduit to prevent a sensor from surge or noise.
6. Avoid to install the unit as following place.
Corrosive gas, oil or dust, strong flux, noise, sunny, strong alkali, acid.
7. In case of connecting inductive load such as DC relay at load, use shielded cable, diode and varistor in order to remove noise.
8. The Amp. cable must be used shortly, because it might be occurred malfunction by noise through the long cable.
9. When it is stained by dirt at a detecting part of the optical fiber cable, please clean the detecting part with dry cloth softly. But don't use an organic materials such as alkali acid, chromic acid.
10. When the unit is supplied switching power supply unit, as a power source please earth Frame ground(F.G) terminal, and connect condenser between 0V and F.G terminals to remove noise.




※ Above cautions must be kept because malfunction of unit can be occurred.

■ Ordering information



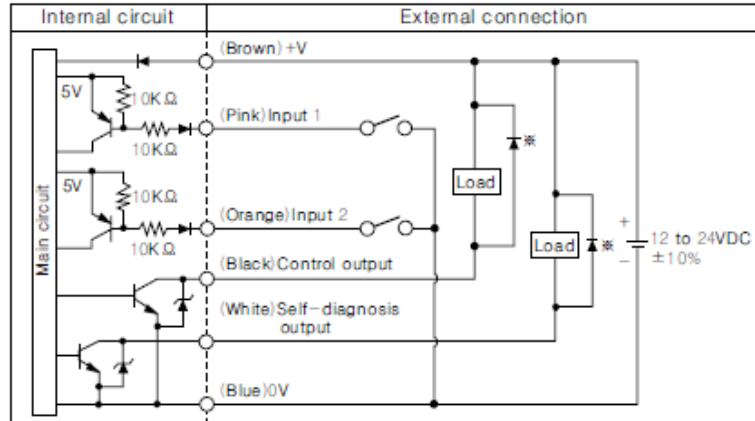
※ The above specifications are changeable without any notice of anytime.

■ Specification

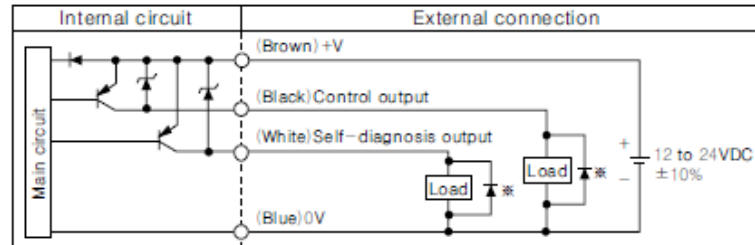
Model	BF4R (Standard type)	BF4R-E (External synchroni- zation input type)	BF4R-R (Remote sensitivity setting type)	BF4RP (Standard type)
Power voltage	12 to 24VDC \pm 10%, Ripple p-p:Max. 10%			
Power consumption	Max. 45mA			
Control output	NPN o • c output			PNP o • c output
	Load current:Max. 100mA Applied voltage:Max. 30VDC Residual voltage:Max. 1V(at 100mA load current), Max. 0.4V(at 16mA load current)			Load current :Max. 100mA, Applied voltage :Max. 30VDC Output voltage Min. power supply -2.5V
Self-diagnosis output	ON state under unstable sensing (When the target stays for 300ms in unstable area) or ON state when control output short-circuit			
	Load current:Max. 50mA Applied voltage:Max. 30VDC Residual voltage:Max. 1V(at 50mA load current), Max. 0.4V(at 16mA load current)			Load current :Max. 50mA, Applied voltage :Max. 30VDC Output voltage Min. power supply -2.5V
Operating mode	Setting the sensitivity in front of unit with ON/OFF button			
Protection circuit	Built-in short-circuit protection, Reverse polarity protection device			
Light source	Red LED (Modulated)			
Response time	Max. 0.5ms (Note *1)			
Control output indicator (OUT)	Red LED			
Stable indicator (STAB)	Green LED flickers when the target stays in stable sensing area			
Emission disable input	_____	Built in	_____	_____
External synchroni- zation function		Built in (Gate/Trigger)		
Remote sensitivity setting function		_____		
Interference prevention function	Built-in selectable FREQ.1 or FREQ.2 by ON/OFF button			
Timer function (Selectable)	Off delay timer (Approx. 40ms fixed)	_____	Off delay timer (Approx. 40ms fixed)	
Ambient operating illumination	Sunlight : Max. 11,000Lux, Incandescent lamp : Max. 3,000Lux			
Noise	\pm 240V the square wave noise (pulse width:1 μ s) by the noise simulator			
Dielectric strength	1000VAC 50/60Hz for 1 minute between all terminals and enclosure			
Insulation resistance	Min. 20M Ω (at 500VDC) between all terminals and enclosure			
Vibration	1.5mm amplitude at frequency of 10 to 55Hz in each of X, Y, Z directions for 2hour			
Shock	500m/S ² (50G) X, Y, Z direction for 3 times			
Ambient operating temperature	-10 to 50 $^{\circ}$ C (at non-freezing state)			
Ambient storage temperature	-20 to 70 $^{\circ}$ C (at non-freezing state)			
Ambient humidity	35 to 85%RH			
Material	Case : Heat-resistant ABS, Case cover : Polycarbonate			
Cable	ϕ 4, 4P, Length:2m	ϕ 4, 6P, Length : 2m		ϕ 4, 4P, Length:2m
Weight	About 65g			
Approval				

■ Control output

●NPN O · C output



●PNP O · C output

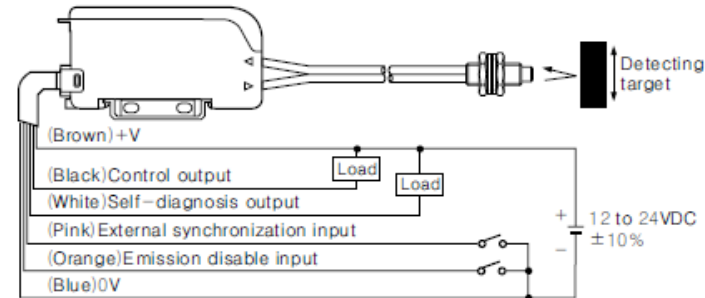


Model Input cable	BF4R (Standard type)	BF4R-E (External synchronization input type)	BF4R-R (Remote sensitivity setting type)
Input 1	—	External synchronization input	ON input of external sensitivity setting
Input 2	—	Emission disable input	OFF input of external sensitivity setting

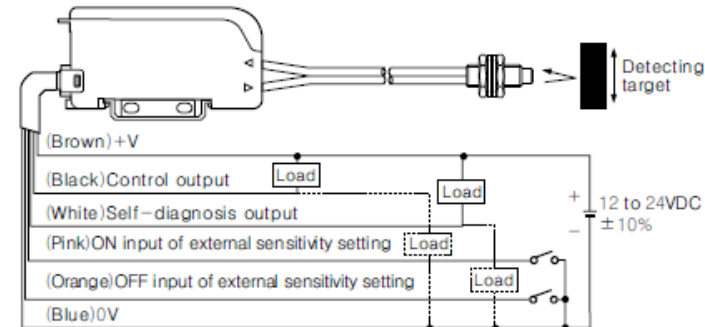
*Connect Diode at external terminal for inductive load.

■ Connection

●BF4R-E(External synchronization input type)



●BF4R-R(Remote sensitivity setting type)



*BF4RP(PNP O · C output) goes with the dotted line.

*There are no pink & orange wires at **Standard type(BF4R/BF4RP)**.

*Connection of the through-beam type is the same as above connection.

-Dark ON Mode(Diffuse reflective type)

Most of adjustments except ③ & ⑤ are same as Light ON mode.

- Press ON button without the sensing target. (③ state)
- Press OFF button with the sensing target. (⑤ state)

- Light ON Mode :Output turns on at Light state and turns off at Dark state.
- Dark ON Mode : Output turns off at Light state and turns on at Dark state.

-In case of setting as Max. sensitivity

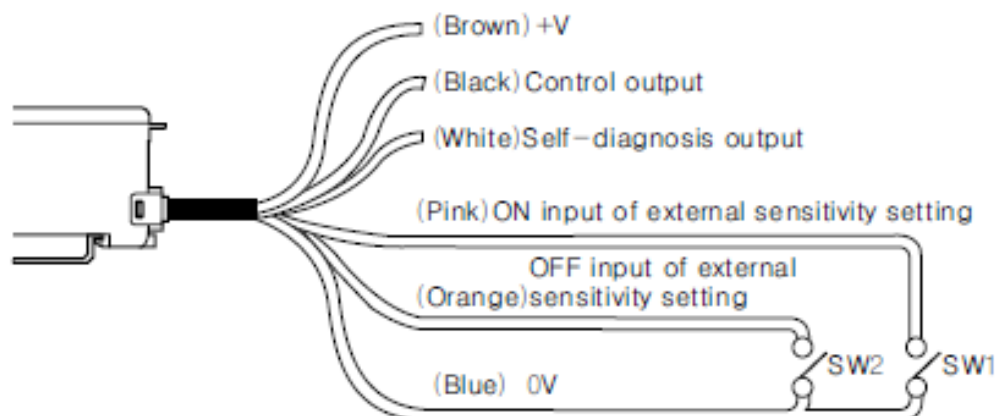
- ①Set the mode selection switch to SET mode.
- ② • **In case of Light ON mode** : Press ON/OFF button **from ON to OFF** without the sensing target. (Or set ON input for remote sensitivity setting to LOW level, and then set OFF input for remote sensitivity setting to LOW level)
- ③ • **In case of Dark ON mode** : Press ON/OFF button **from OFF to ON** without the sensing target. (Or set OFF input for remote sensitivity setting to LOW level, and then set ON input for remote sensitivity setting to LOW level)
- ④Set the mode selection switch to LOCK mode.

< Application >

- In case of extend detecting distance as the diffusive reflection type.
- In case of use the through –beam type at bad environment.

●Remote adjustment of sensitivity(BF4R-R only)

BF4R-R type can adjust the sensitivity with input signal lines in regardless to the mode selection switch as follow diagram;



- Adjustment at Light ON Mode

- ①SW1 (On input of external sensitivity setting) :SW1 turns on and then turns off instead of ③ method by the sensitivity setting button.
- ②SW2(Off input of external sensitivity setting) :SW2 turns on and then turns off instead of ⑤ method by the sensitivity setting button.

- Adjustment at Dark ON Mode

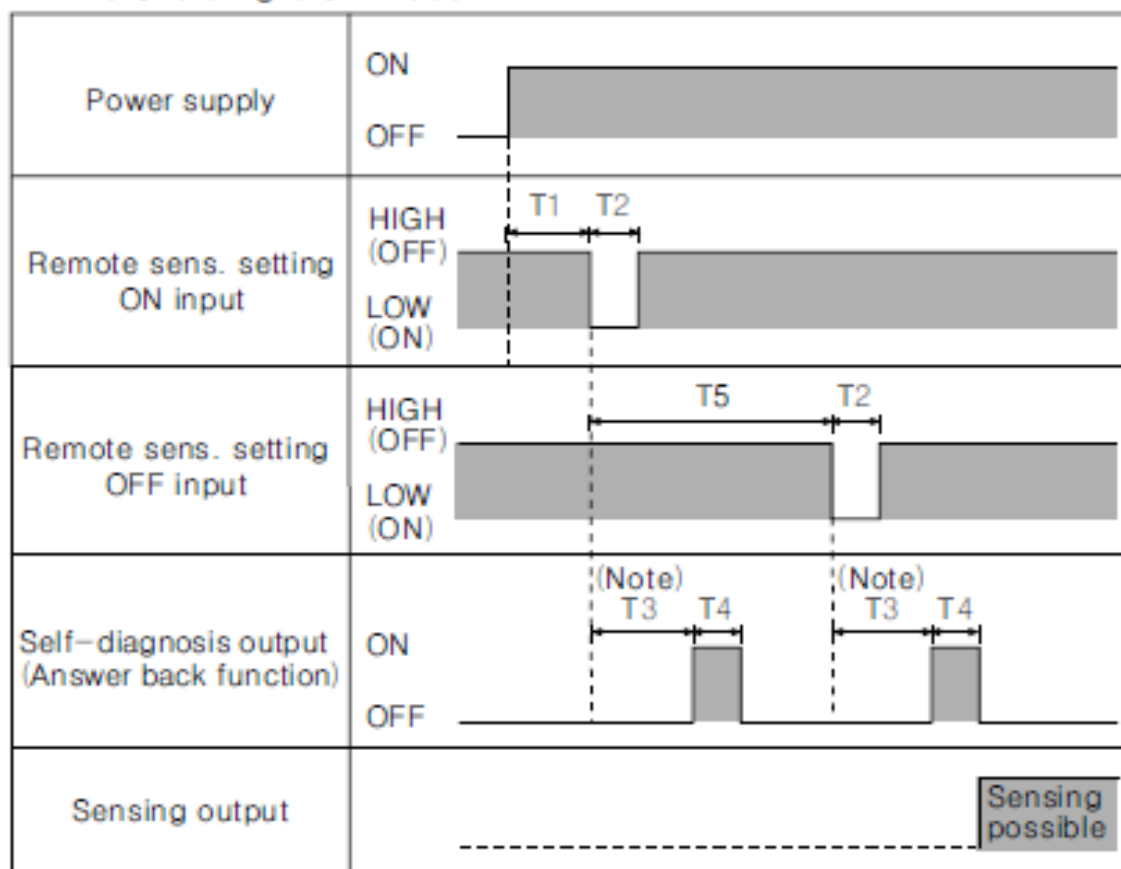
- ①SW2(OFF input of external sensitivity setting) :SW2 turns on and then turns off instead of ⑤ method by the sensitivity setting button.
- ②SW1 (ON input of external sensitivity setting) :SW1 turns on and then turns off instead of ③ method by the sensitivity setting button.

● **Answer Back function(BF4R-R only)**

When ON or OFF input of external sensitivity setting is applied, after 300ms, self-diagnosis output turns on for 40ms and then the sensor keeps normal detecting state. (Notice:Time chart)

-Self-diagnosis output does not turn on if there is no difference of sensitivity between ON input and OFF input and stable sensing is not achieved, but stable sensing operates after 340ms.

< Time Chart:Light ON Mode >



1. $T1 \geq 1,000\text{ms}$ (After the power turns on, it can be set after 1s)
 2. $T2 \geq 5\text{ms}$ (ON or OFF input time of external sensitivity setting must be Min. 5ms)
 3. $T3 \approx 300\text{ms}$ (When ON or OFF input of external sensitivity setting is applied, self-diagnosis output turns on after 300ms)
 4. $T4 \approx 40\text{ms}$ (ON time of self-diagnosis output)
 5. $T5 \geq 500\text{ms}$ (When ON input of external sensitivity setting is applied and then apply OFF input of external sensitivity setting after 500ms)
- (Note) During period T3 (Approx. 300ms), do not change the incident light intensity by moving the object, etc.



Sensor fotoeléctrico

Code

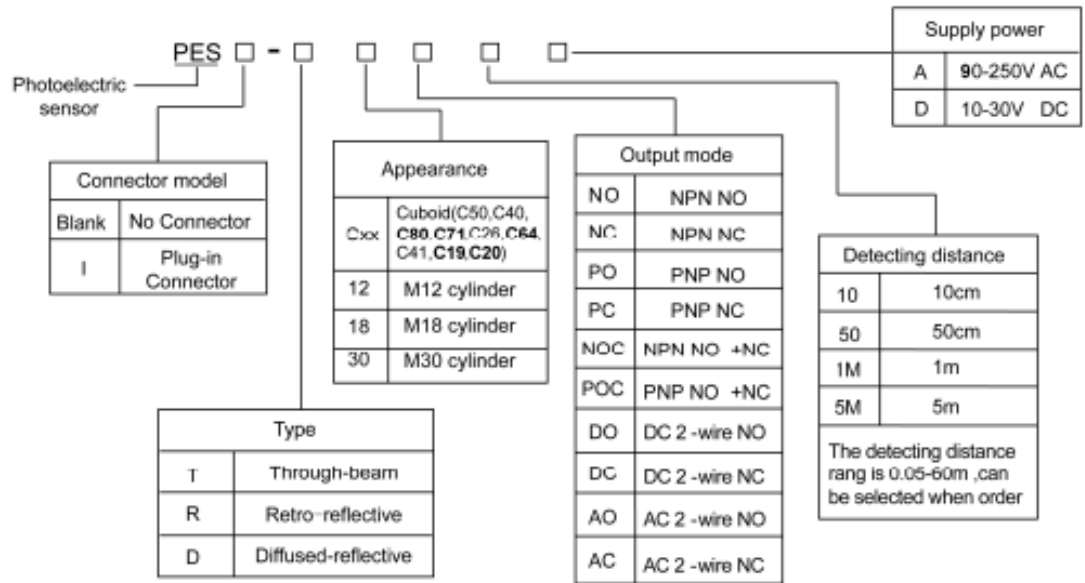
M18 Serie photoelectric sensor

:

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.

1. Product model is named:



2. Ordering Code:

Model and Type	Detecting type	Outtype	Detecting distance range	Current output	Power supply
PES-T18NO10MD	Through-beam	NPN NO	10m	≤200mA	DC 10-30V
PES-T18NC10MD	Through-beam	NPNC	10m	≤200mA	DC 10-30V
PES-T18PO10MD	Through-beam	PNP NO	10m	≤200mA	DC 10-30V
PES-T18PC10MD	Through-beam	PNPNC	10m	≤200mA	DC 10-30V
PES-T18NOC10MD	Through-beam	NPNO+NC 4 Wrie	10m	≤200mA	DC 10-30V

Notice:

-When the high voltage cable, power cable and photoelectric sensor cable are placed in one tube, they might affect one another and cause misworking, therefore they must use different wire tube so as to avoid mistworking.

-Power supply must be within the specified range.

-Pay attention installation in the following conditions may cause misworking:

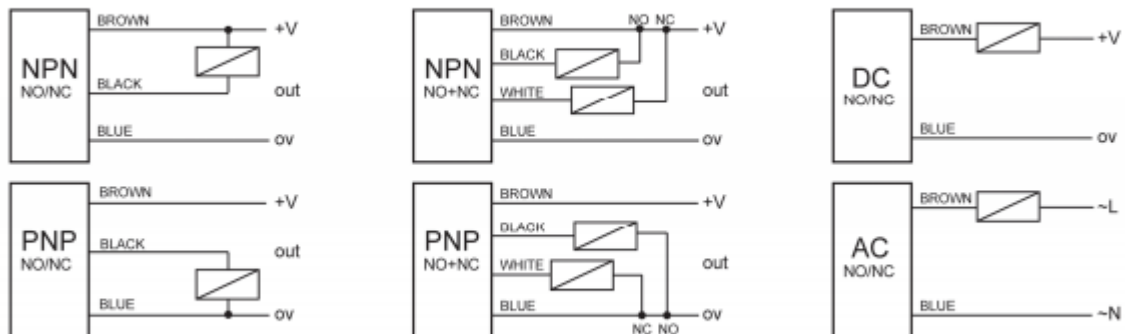
- Dust and corrosive gas environment
- Water, oil and medicament spurt environment
- Strong sunlight irradiate environment, high ambient temperature conditions
- Vibrate and shock environment

-Do not hammer the sensor when installing, otherwise can damage water-proof parts.

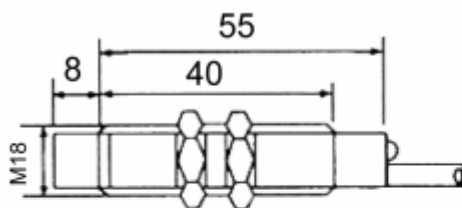
3. Technical Specifications:

Property/project	Specific parameter
Detecting distance range	Through-beam:10m / Retro-reflective: 3m/ Diffusec-reflective:10cm or30cm
Rated powersupply	DC:10-30V / AC:90-250V
Current	DC 3 Wrie: ≤200mA / DC 2 Wire:≤100mA / AC 2 Wire:≤400mA
Resonse time	Through-beam: < 5ms / Retro-reflective & Diffused-reflective: < 3ms
Workingangle	Through-beam:3°-20°/Retro-reflective:1°-5°
Voltagefor transistor	< 1.5V
Currentconsumption	< 20mA
Differentdistance	< 15%
Polarity reverse protection	Yes
Ambient light(LUX)	Incandescentlamp:≤3000 / Sunlight:≤10000
IP ratings	IP 67
Material	Brass nickle plated or ABS

4. Electrical Connection Drawing:

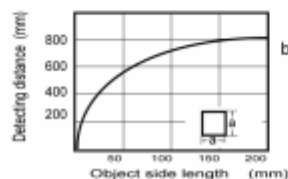


5. The picture of product mix:

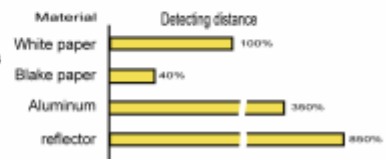


TECHNICAL INSTRUCTIONS

a. Relation between detecting distance and object size (white paper)



b. Influence of different objects to detecting distance (only for Diffused-reflective type)



Válvula solenoide (5/2, 5/3 vías)



Serie 4V100



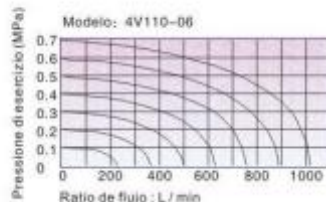
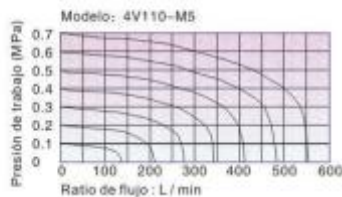
Simbolo



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 integrado 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 ℄	-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.

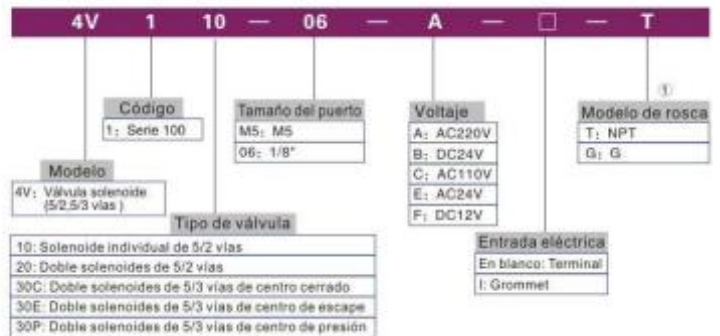
② No puede parar durante agrega elaceite. Los lubricantes como ISO VG32 o equivalente son recomendados.

③ La frecuencia máxima de actuación está en el estado sin carga.

Especificación de bobina

Artículo	Especificación
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



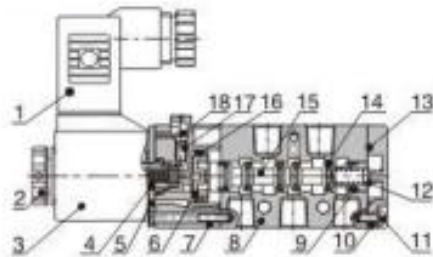
① Cuando la rosca sea de tipo M5, el código está en blanco.

Por favor, consulte a PI-34 para la especificación del colector y la forma de ordenamiento.

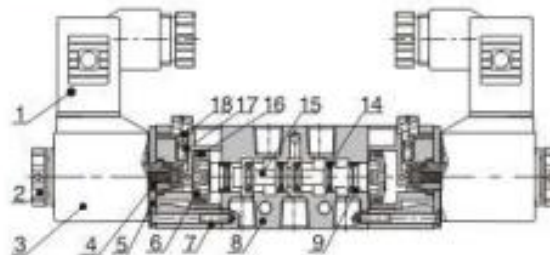
Serie 4V100

Estructura interna

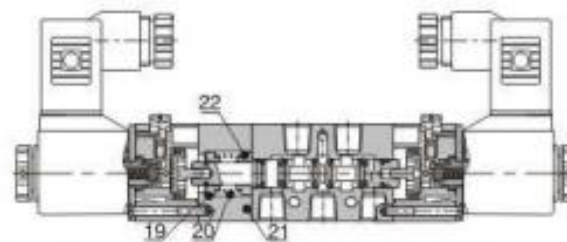
4V110



4V120



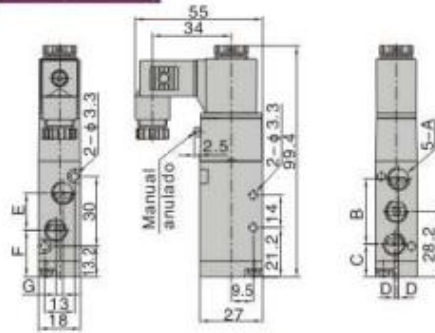
4V130C



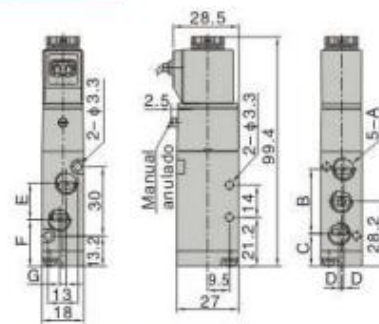
NO.	Artículo	NO.	Artículo	NO.	Artículo
1	Conector	9	Anillo durable	17	Resorte
2	Tuerca de bobina	10	Cubierta inferior	18	Manual anulado
3	Bobina	11	Tornillo fijo	19	Porta de resorte
4	Armadura	12	Resorte	20	Resorte
5	Placa fija	13	Sello de cubierta inferior	21	Cubierta lateral
6	Pistón	14	O-anillo de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

■ Dimensiones

4V110(Terminal)

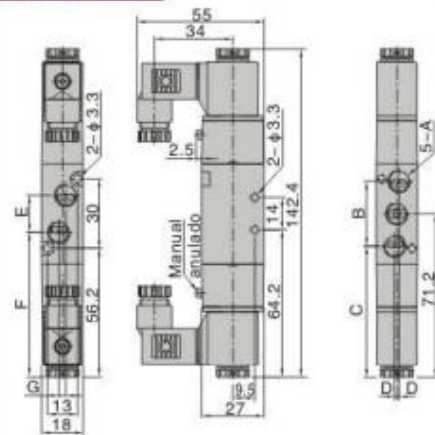


4V110(Grommet)

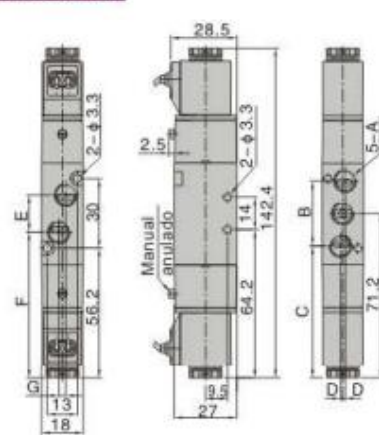


Modelo/Artículo	A	B	C	D	E	F	G
4V110-M5	M5 x 0.8	27	14.7	0	14	21.2	0
4V110-06	1/8"	28	14.2	1	16	20.2	3

4V120(Terminal)

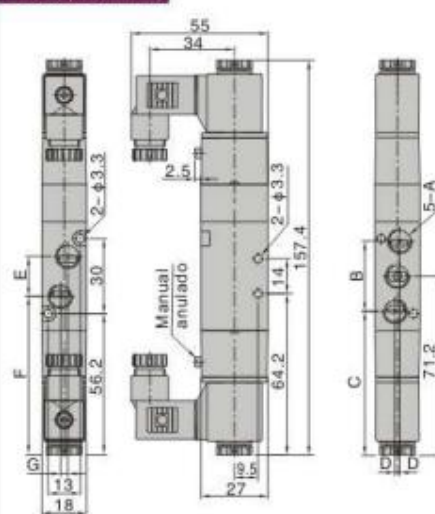


4V120(Grommet)

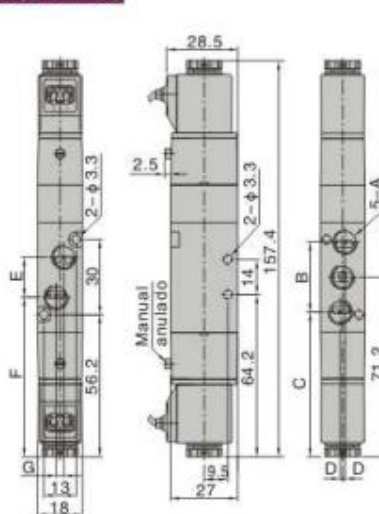


Modelo/Artículo	A	B	C	D	E	F	G
4V120-M5	M5 x 0.8	27	57.7	0	14	64.3	0
4V120-06	1/8"	28	57.2	1	16	63.2	3

4V130(Terminal)



4V130(Grommet)



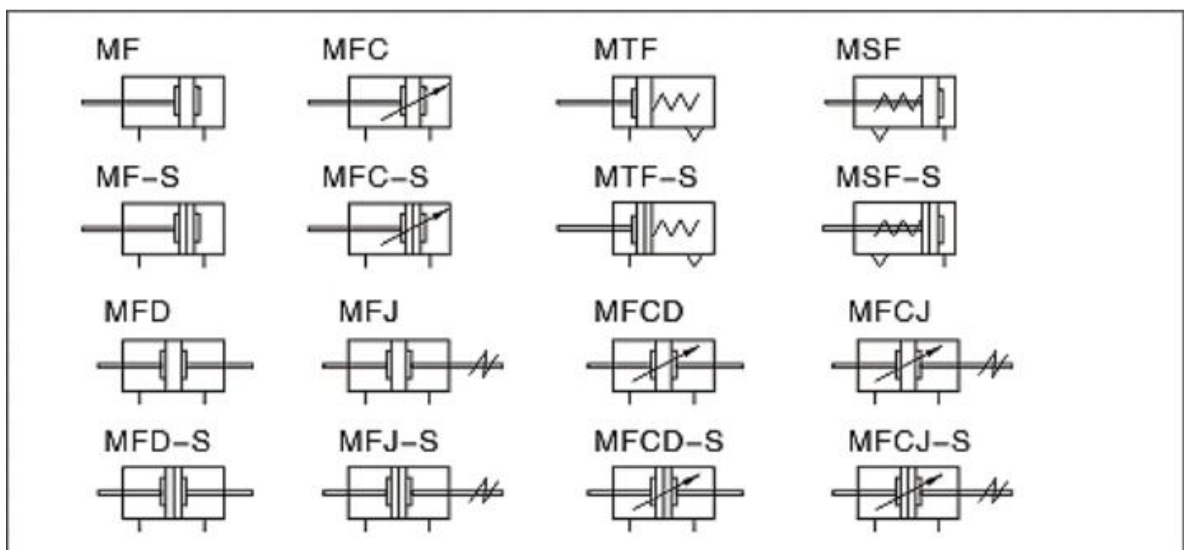
Modelo/Artículo	A	B	C	D	E	F	G
4V130-M5	M5 x 0.8	27	57.7	0	14	64.3	0
4V130-06	1/8"	28	57.2	1	16	63.2	3

AIRTAC



CILINDRO NEUMÁTICO SERIE MF

Bore size (mm)	20	25	32	40
Acting type	Double acting type、 Double acting with cushion type Single acting-Push type、 Single acting-Pull type			
Fluid	Air(to be filtered by 40um filter element)			
Operating pressure	Double acting	0.1~1.0MPa(15 ~145Psi)		
	Single acting	0.2~1.0MPa(28 ~145Psi)		
Proof pressure	1.5MPa(215Psi)			
Temperature °C	-20~70			
Speed range	Single acting type: 50~800 mm/s Double acting type: 30~800mm/s			
Stroke tolerance	0~150 : $\begin{matrix} +1.0 \\ 0 \end{matrix}$ >150 : $\begin{matrix} +1.4 \\ 0 \end{matrix}$			
Cushion type	MFC、MFCD、MFCJ Series; Variable cushion Other series : Bumper			
Port size	1/8"			1/4"



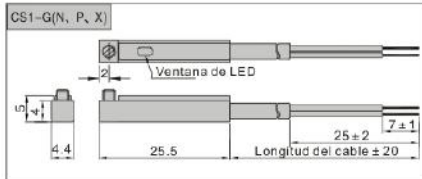
Sensor



Serie CS1-G(N, P, X)



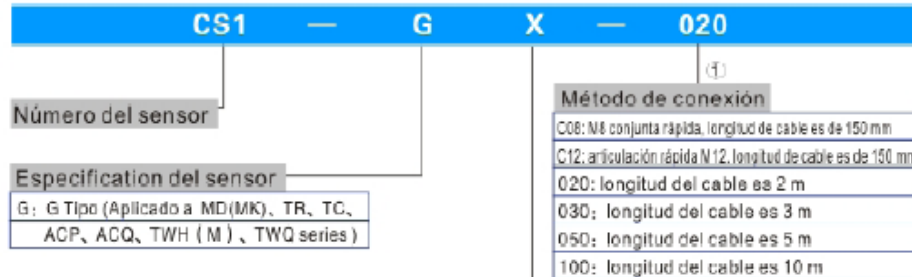
Dimensiones



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	
Max. Conmutación de corriente (mA)	100		200	
Cambio de clasificación (W)	Max. 10		Max. 6	
Consumo de corriente	NO		15mA Max. @ 24V	
Caida de voltaje de	2.5V Max. @ 100mA DC		0.5V Max. @ 200mA DC	
Cable	φ 3.3, 2C., el petróleo resistente de gris PVC (llama retardada)		φ 3.3, 3C., PVC petróleo resistente Negro PVC (llama retardada)	
Indicador	LED rojo	NO	LED rojo	
Fuga de corriente	NO		0.01mA Max.	
Sensibilidad (Gauss)	60-75		60-75	
Max. Frecuencia (Hz)	200		1000	
Shock (m/s ²)	300		500	
Vibración (m/s ²)	90		90	
Rango de temperatura °C (1)	-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	

Código de ordenamiento



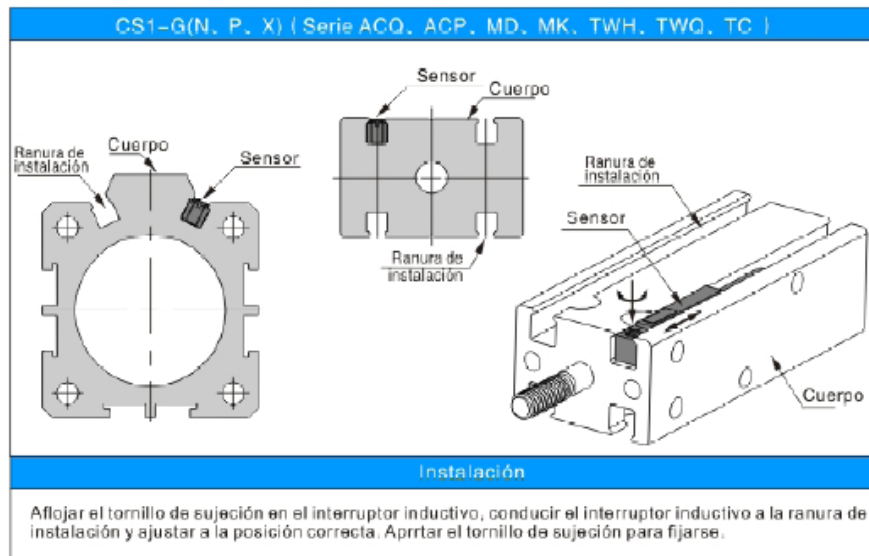
Model del sensor

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

① Nota: La articulación rápida que se adjunta al extremo del cable es el tipo de hilo de tronillo de tres agujas masculina de conjunta lineal giratoria. El enchufe hembra de conjunta tiene que ser ordenada adicionalmente. Por favor, consulte a PVI-44 para los datos específicos.

Montaggio

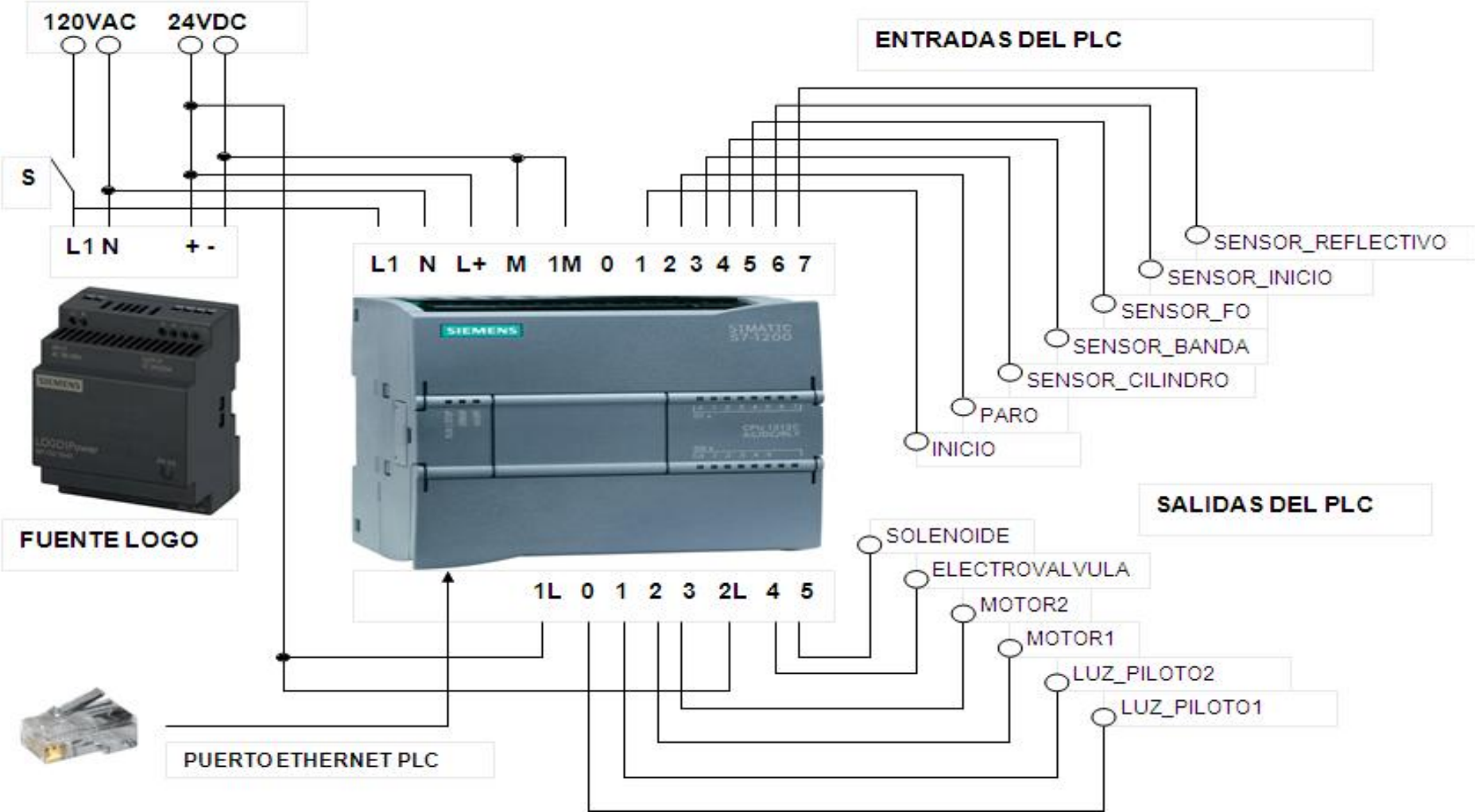
Non sono necessari accessori aggiuntivi per l'installazione dei sensori serie CS1-G (N, P e X): questi possono essere fissati direttamente sulla scanalatura del cilindro in maniera pratica e veloce.



ANEXO 6

DIAGRAMA ELÉCTRICO

CONEXIÓN DEL PLC



ANEXO 7

ENCUESTA APLICADA



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

SEMESTRE:.....

FECHA:.....

OBJETIVO:

- ✓ Determinar si el “Diseño E Implementación De Un Módulo Para El Proceso De Separación Por Bifurcación Controlado Por Un PLC Siemens” fortalece los conocimientos de enseñanza y aprendizaje en los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la ESPOCH, adquiriendo nuevos conocimientos en el Laboratorio de Automatización Hidráulica y Neumática.

INSTRUCCIONES:

- ✓ Por favor lea detenidamente la pregunta y marque con una X la respuesta correcta

PREGUNTAS:

1. ¿Considera Ud. que la práctica es importante para fortalecer los conocimientos impartidos en clases?

SI ()

NO ()

2. ¿Considera que el Módulo de Diseño e Implementación Para El Proceso De Separación Por Bifurcación Controlado Por Un PLC Siemens, fortalece el conocimiento de enseñanza y aprendizaje en los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales?

SI ()

NO ()

3. ¿Considera Ud. que el Laboratorio de Automatización Hidráulica y Neumática, con el nuevo módulo aportará en un alto porcentaje que los estudiantes adquieran nuevos conocimientos para un óptimo desenvolvimiento en el campo profesional?

SI ()

NO ()

4. ¿Considera Ud. que el módulo (proceso de separación por bifurcación) es sencillo de manejar?

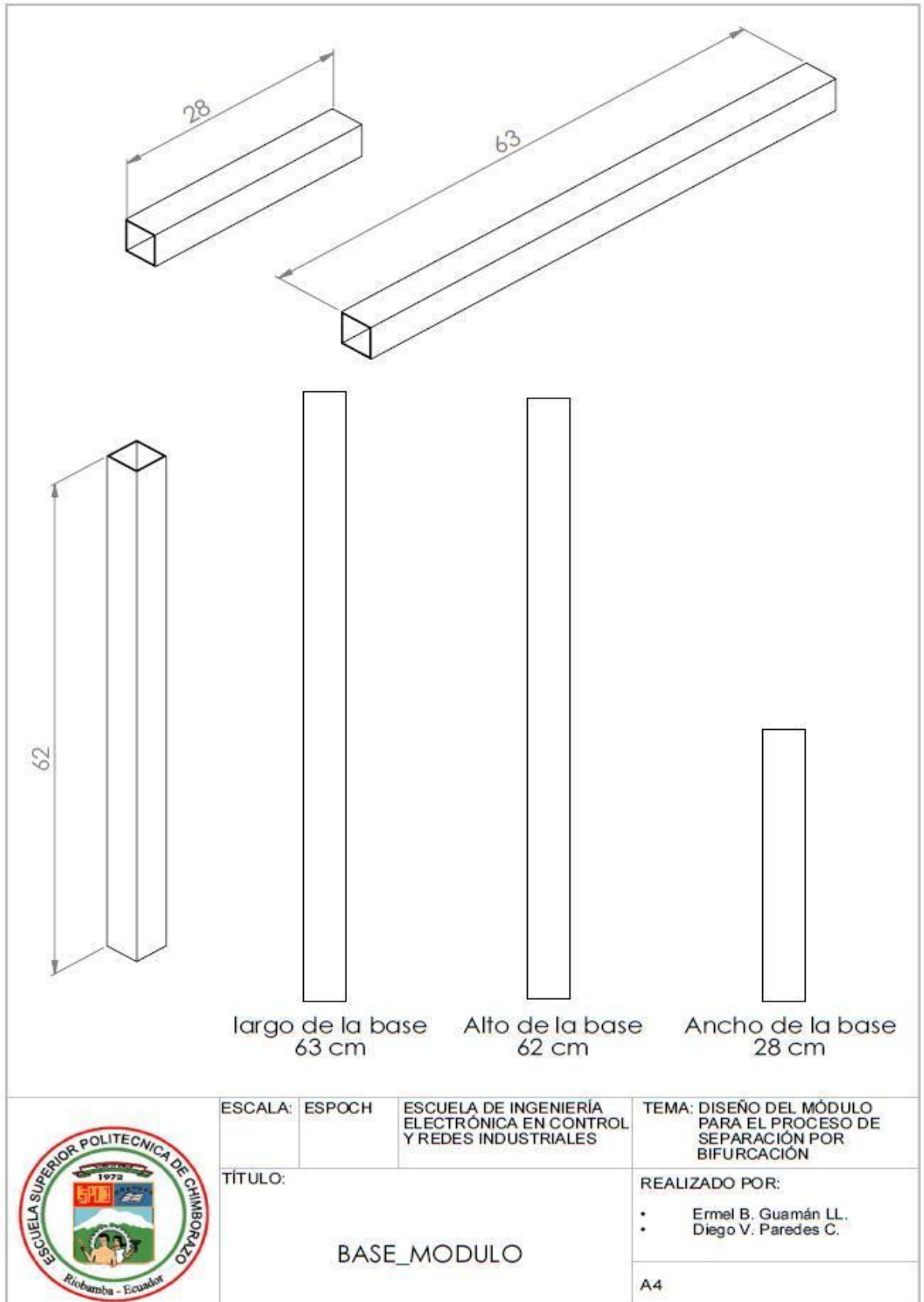
SI ()

NO ()

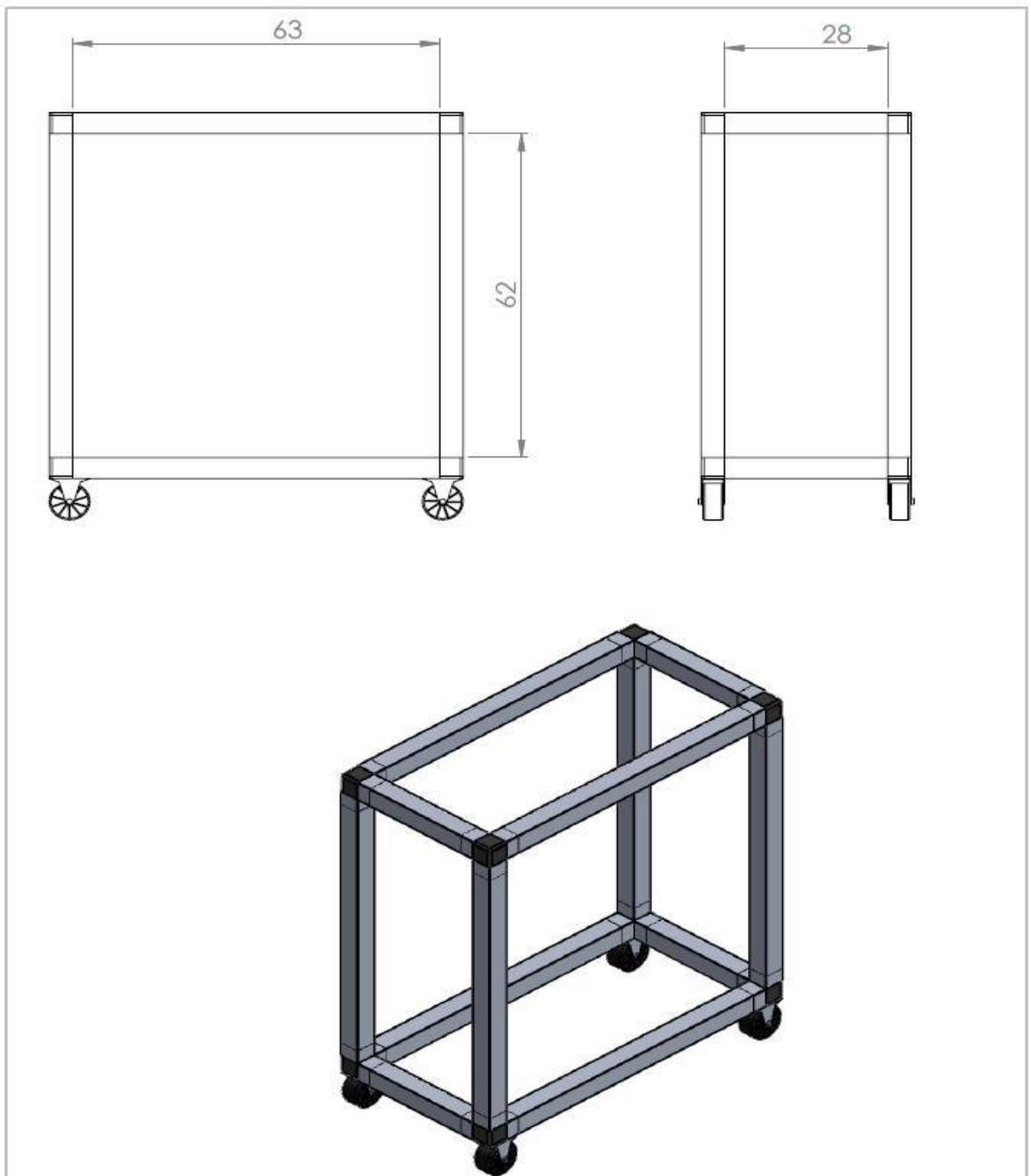
ANEXO 8

PLANOS DEL DISEÑO

SOPORTES DE LA BASE DEL MÓDULO

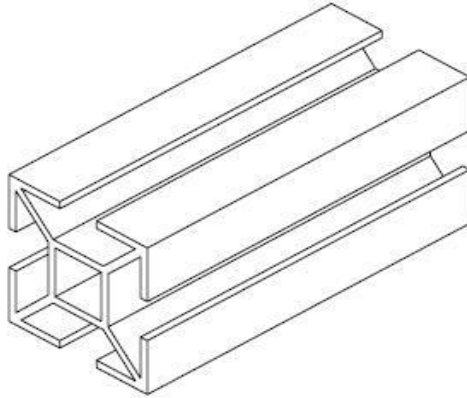


ENSAMBLAJE DE LOS SOPORTES DEL MÓDULO



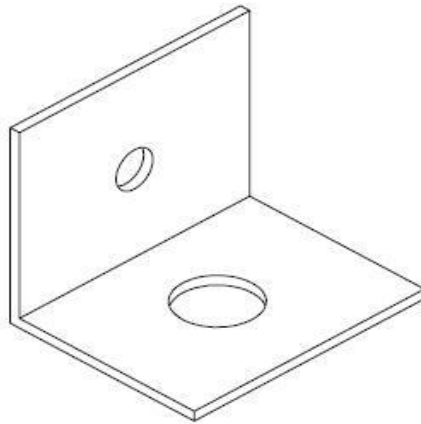
	ESCALA:	ESPOCH	ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES	TEMA: DISEÑO DEL MÓDULO PARA EL PROCESO DE SEPARACIÓN POR BIFURCACIÓN
	TÍTULO:			REALIZADO POR:
	MODULO COMPLETO			<ul style="list-style-type: none"> • Ermel B. Guamán LL. • Diego V. Paredes C.
				A4
			2013	

COMPONENTES PARA LOS SOPORTES DEL MÓDULO



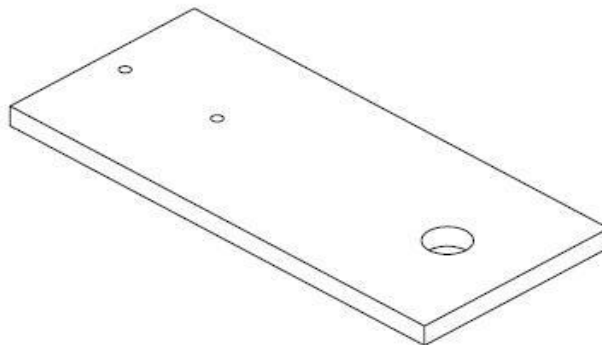
Para realizar la base del modulo y los diferentes soportes se utilizo el troquel de diferentes medidas detalladas acontinuacion:

base	34 cm
soporte solenoide.	7 cm
soporte U. M.	15 cm
soporte sensor F.O.	20 cm
soporte sensor C.	20 cm
soporte sensor I.	35 cm



Para realizar la base del modulo se utilizoangulos de diferentes medidas para realizar los ajustes necesarios con la base detalladas acontinuacion

4 angulos de	5 cm
1 angulo de	4 cm
1 angulo de	9 cm
3 angulos de	7 cm



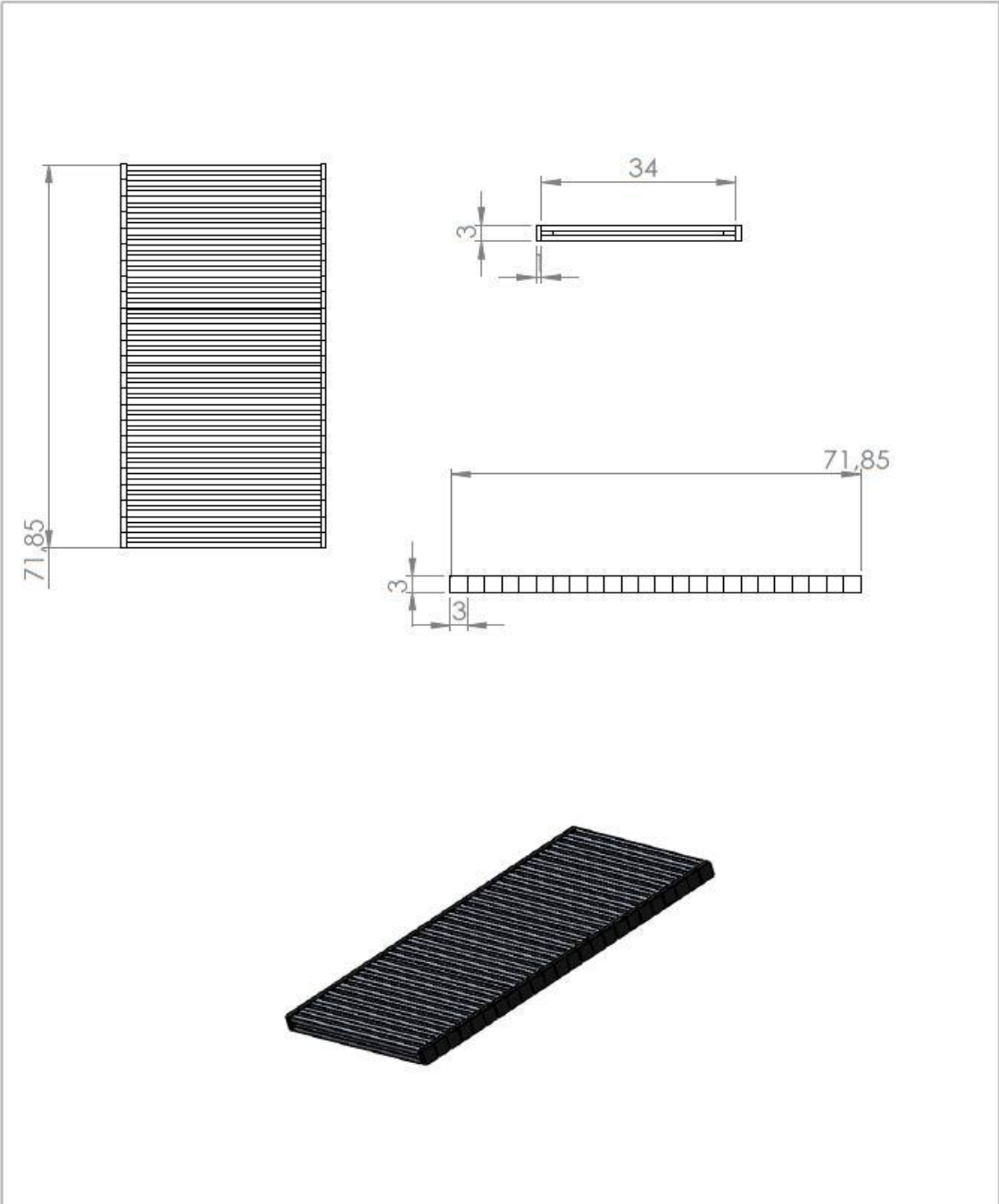
Para realizar la base del modulo se utilizoplatinas de diferentes medidas detalladas acontinuacion:


1 platina de	7 cm
1 platina de	4 cm
1 platina de	5 cm



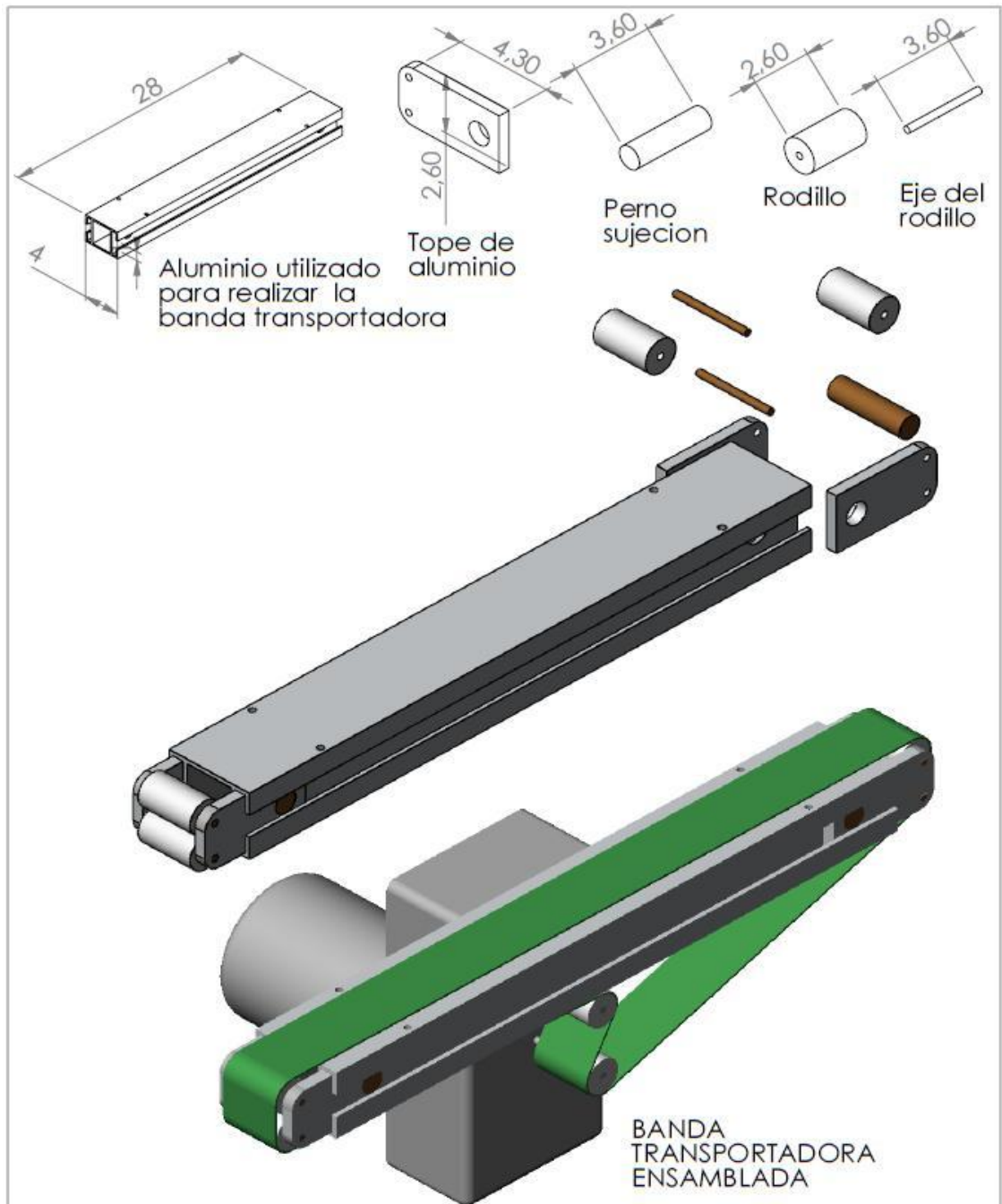
ESCALA:	ESPOCH	ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES	TEMA: DISEÑO DEL MÓDULO PARA EL PROCESO DE SEPARACIÓN POR BIFURCACIÓN
TÍTULO:	ALUMINIO UTILIZADO		REALIZADO POR:
			<ul style="list-style-type: none"> • Ermel B. Guamán LL. • Diego V. Paredes C.
			A4
			2013

ENSAMBLAJE DE LAS PIEZAS PARA LA MESA DEL MÓDULO



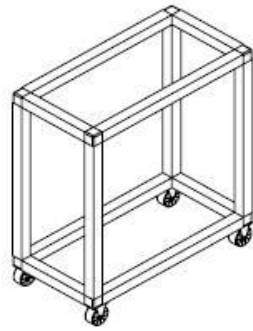
	ESCALA:	ESPOCH	ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES	TEMA: DISEÑO DEL MÓDULO PARA EL PROCESO DE SEPARACIÓN POR BIFURCACIÓN
	TÍTULO:	MESA ENSAMBLADA		REALIZADO POR:
				<ul style="list-style-type: none"> • Ermel B. Guamán LL. • Diego V. Paredes C.
				A4
				2013

ENSAMBLAJE DE LA BANDA TRANSPORTADORA



	ESCALA:	ESPOCH	ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES	TEMA: DISEÑO DEL MÓDULO PARA EL PROCESO DE SEPARACIÓN POR BIFURCACIÓN
	TÍTULO:			REALIZADO POR:
	BANDA TRANSPORTADORA			<ul style="list-style-type: none"> • Ermel B. Guamán LL. • Diego V. Paredes C.
				A4
			2013	

ENSAMBLAJE DE LA MESA Y LOS COMPONENTES DEL MÓDULO



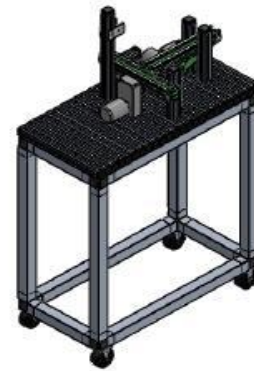
Soporte de la base del modulo



ensamblando la base superior del modulo primera etapa



ensamblando la base superior del modulo segunda etapa



Ensamblado final de la base del modulo



ESCALA: ESPOCH

ESCUELA DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA EN CONTROL
Y REDES INDUSTRIALES

TEMA: DISEÑO DEL MÓDULO
PARA EL PROCESO DE
SEPARACIÓN POR
BIFURCACIÓN

TÍTULO:

BASE MODULO

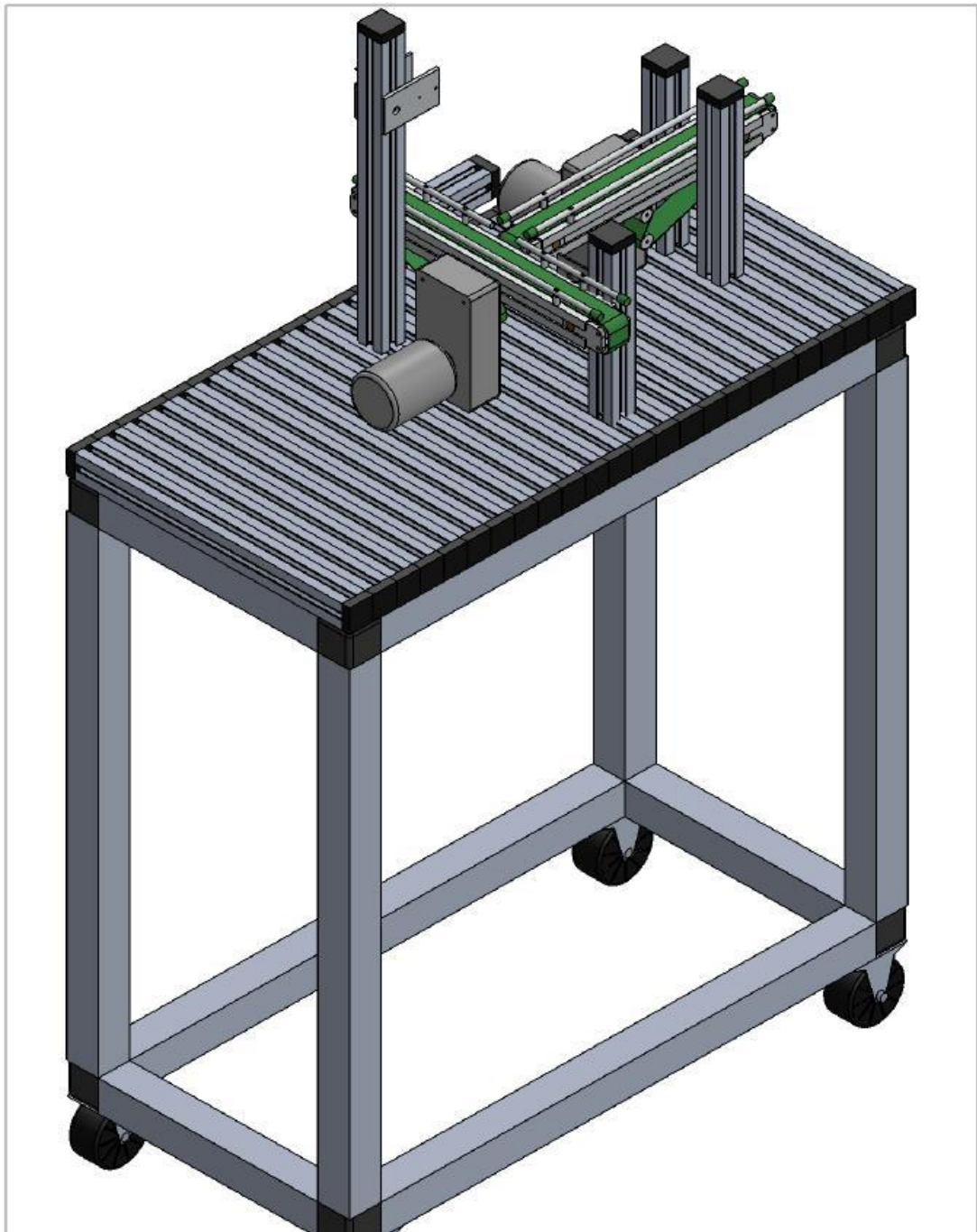
REALIZADO POR:

- Ermel B. Guamán LL.
- Diego V. Paredes C.

A4

2013

DISEÑO DEL MÓDULO COMPLETO TOTAL



ESCALA:

ESCUELA DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA EN CONTROL
Y REDES INDUSTRIALES

TEMA: DISEÑO DEL MÓDULO
PARA EL PROCESO DE
SEPARACIÓN POR
BIFURCACIÓN

TÍTULO:

MODULO COMPLETO

REALIZADO POR:

- Ermel B. Guamán LL.
- Diego V. Paredes C.

A4

2013