



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 CLASIFICACIÓN DE PIEZAS CONTROLADO
MEDIANTE UN PLC SIEMENS S7-1200”

TESIS DE GRADO

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

Presentado Por:

Carlos Alfredo Oñate Lazo
Oscar Favio Pinta Yaucan

Riobamba – Ecuador

2013

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarnos por el camino correcto, por darnos sabiduría, entendimiento y la oportunidad de llegar a ver culminada una etapa más de nuestras vidas.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y en especial a La Facultad de Informática y Electrónica, Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales por darnos el privilegio de ser uno más de sus miembros y aportarnos grandes beneficios tanto en la vida personal como profesional.

A todos los profesores por transmitirnos sus conocimientos y por brindarnos su apoyo en todo momento, de igual manera a todos aquellos que de una u otra forma contribuyeron en la realización del presente proyecto.

CARLOS y OSCAR

DEDICATORIA

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

A mis queridos padres Carlos y Sonia por haberme inculcado valores y respeto, por su esfuerzo y apoyo incondicional para lograr cada una de mis metas, a mis hermanos Paola y Sonia por ser comprensivas y estar siempre junto a mí. A una persona muy especial en mi vida la cual me ha dado cariño, comprensión y apoyado incondicionalmente Zenaida.

CARLOS

Dedicado a Dios por haberme dado la vida, sus bendiciones y una familia que me ha brindado su apoyo incondicional.

A mis padres Luis y Elena por su amor, por haberme enseñado el respeto, honestidad y responsabilidad, por su paciencia y apoyo en los buenos y malos momentos, a mis hermanas y hermano por confiar siempre en mí. A mi novia por su paciencia, cariño y estar siempre a mi lado.

OSCAR

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. Diego Barba

DIRECTOR DE TESIS

.....

.....

Ing. Lenyn Aguirre

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

.....

Lcdo. Carlos Rodríguez

**DIRECTOR DEL DPTO
DOCUMENTACIÓN**

.....

.....

NOTA DE LA TESIS

.....

DECLARACIÓN

Nosotros, **CARLOS ALFREDO OÑATE LAZO** y **OSCAR FAVIO PINTA YAUCAN**, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o proyecto de tesis; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Superior Politécnica Chimborazo, según lo establecido por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

CARLOS ALFREDO OÑATE L.

OSCAR FAVIO PINTA Y.

AUTORES

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

BAR	Unidad de Presión
DBs	Bloques De Datos
DDE	Intercambio Dinámico De Datos
DHCP	Protocolo De Configuración Dinámica De Host
E/S	Entradas y Salidas
FBs	Bloques De Función
FCs	Funciones
F.E.M.	Fuerza Electromotriz
FUP	Diagrama De Funciones
GRAFCET	Graphe Fonctionnel De Commande Etape Transition
HMI	Interfaz Hombre Máquina.
KOP	Esquema De Contactos
NA	Normalmente Abierto
NC	Normalmente Cerrado
OBs	Bloques De Organización
OPC	OLE for Process Control
PCs	ProgrammableControllers
PLC	Controller logic programable
PWM	Modulación Del Ancho De Pulso
RTU	Unidades remotas de I/O
SB	Signal Board
TCP	Transport Control Protocol
TIA	TotallyIntegratedAutomation
TIC	Tecnología Apoyada Por Sistema
VCD	Voltajes De Corriente Directa
VCA	Voltajes De Corriente Alterna
%I	Variables de Entrada del PLC
%Q	Variables de Salida del PLC

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	
AGRADECIMIENTO	
DEDICATORIA	
FIRMAS	
DECLARACIÓN	
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
INTRODUCCIÓN	
CAPÍTULO I	19
1. MARCO REFERENCIAL	19
1.1. ANTECEDENTES	19
1.2. JUSTIFICACIÓN	20
1.3. OBJETIVOS	21
1.3.1. Objetivo general	21
1.3.2. Objetivos específicos.....	21
1.4. HIPÓTESIS	22
CAPÍTULO II	23
2. MARCO TEÓRICO	23
2.1. PROCESO DE CLASIFICACIÓN DE PIEZAS.....	23
2.1.1. Definición de procesos de clasificación de piezas	23
2.1.2. Aplicación de los procesos de clasificación de piezas	23
2.2. EL AIRE COMPRIMIDO EN LA INDUSTRIA	24
2.2.1. Presión y sus unidades de medición.....	27
2.2.1.1. Definición de presión	27
2.2.1.2. Unidades de medición.....	28
2.2.2. Caudal.....	29

2.2.3.	Ventaja Y Desventaja Del Aire Comprimido	30
2.3.	NEUMÁTICA	30
2.3.1.	Definición.....	30
2.3.2.	Sistemas Neumáticos	31
2.3.3.	Ventajas y desventaja de la neumática	31
2.3.3.1.	Ventajas	31
2.3.3.2.	Desventajas	32
2.3.4.	APLICACIONES	32
2.4.	VÁLVULAS NEUMÁTICAS.....	33
2.4.1.	Válvulas eléctricas o electroválvulas.....	34
2.4.1.1.	Funcionamiento	34
2.5.	Actuadores neumáticos.....	35
2.5.1.	Cilindros neumáticos	36
2.5.1.1.	Características.....	36
2.5.1.2.	Partes de un cilindro	37
2.5.1.3.	Clasificación de los cilindros neumáticos	37
2.5.1.3.1.	Cilindros de simple efecto.....	38
2.5.1.3.2.	Cilindros de Doble Efecto	39
2.6.	REGULADORES DE CAUDAL O FLUJO	40
2.7.	RELÉS.....	41
2.7.1.	Funcionamiento	41
2.8.	MOTORES	43
2.8.1.	Motores de corriente continua.....	43
2.8.2.	Motores de engranajes.....	44
2.9.	ENCODER.....	45
2.9.1.	Tipos de Encoders	46
2.9.1.1.	Encoder incremental.....	46
2.9.1.2.	Encoder absoluto	46

2.9.2.	Aplicaciones de los Encoders	47
2.10.	ACCESORIOS ELÉCTRICOS Y NEUMÁTICOS	48
2.10.1.	Accesorios eléctricos	48
2.10.2.	Accesorios neumáticos	48
2.11.	SENSORES	52
2.11.1.	Definición	52
2.11.2.	Sensor inductivo	52
2.11.3.	Sensor capacitivo	53
2.11.4.	Sensor óptico	54
2.11.4.1.	Modos de operación de los sensores ópticos	55
2.11.5.	Sensor fotoeléctrico con fibra óptica	56
CAPÍTULO III	58
3. AUTOMATIZACIÓN MEDIANTE PLC	58
3.1.	PROGRAMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC).....	58
3.1.1.	Introducción	58
3.1.2.	Definición del PLC	60
3.1.3.	Ventajas de los PLCs	60
3.1.4.	Clasificación de los PLC	61
3.1.5.	Campos de aplicación de los PLCs	63
3.1.5.1.	Ejemplos de aplicaciones de un PLC	64
3.2.	LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	64
3.2.1.	GRAFCET.....	64
3.2.2.	LADDER	66
3.3.	PLC SIEMENS S7-1200	67
3.3.1.	Introducción.....	67
3.3.2.	Partes y Características del PLC SIEMENS S7-1200	69
3.3.3.	SINGALBOARDS	70
3.3.4.	Ampliar la capacidad de la CPU	71
3.3.5.	Estados operativos de la CPU	73

3.4.	SOFTWARE DEL PLC STEP7 BASIC	74
3.4.1.	Herramientas fáciles de usar	77
3.4.1.1.	Fácil entrada de instrucciones en el programa de usuario	77
3.4.1.2.	Fácil acceso a las instrucciones más utilizadas desde la barra de herramientas	77
3.4.2.	Ejecución del programa de usuario	78
3.4.3.	Estructura del programa S7-1200 en Step 7 Basic	80
3.4.4.	Tipos de bloques de datos de instancias del S7-1200.....	81
3.4.5.	Interfaz PROFINET	81
3.4.6.	Programar en STEP 7 Basic	83
3.4.7.	Configuración de dispositivos	83
3.4.7.1.	Insertar una CPU	84
3.4.7.2.	Detectar una CPU automáticamente sin especificar	86
CAPÍTULO IV	88
4. DISEÑO DEL MÓDULO	88
4.1.	INTRODUCCIÓN	88
4.2.	SOLIDWORKS	89
4.3.	DISEÑO DEL MÓDULO	90
4.3.1.	Diseño de los soportes del módulo	90
4.4.	ESTUDIO ECONÓMICO.....	91
CAPÍTULO V	93
5. IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO	93
5.1.	INTRODUCCIÓN.....	93
5.2.	MONTAJE MECÁNICO	94
5.2.1.	Ensamblaje del módulo	94
5.2.2.	Montaje de la estructura metálica	95
5.2.2.1.	Conectores de perfil perpendicular	96
5.2.2.2.	Tapas laterales	97
5.2.2.3.	Ángulos de sujeción.....	97

5.2.2.4.	Canaleta ranurada y Riel DIN	98
5.2.3.	Montaje eléctrico	99
5.2.3.1.	Motor eléctrico	99
5.2.3.2.	Dispositivos de control	100
5.2.4.	Montaje neumático	103
5.2.4.1.	Cilindros neumáticos	105
5.2.4.2.	Conexión de aire	106
5.2.5.	Montaje de sensores	108
5.2.5.1.	Sensor de fibra óptica	108
5.2.5.2.	Sensor Inductivo	110
5.2.5.3.	Sensor óptico	112
5.2.5.4.	Sensor magnético	114
5.2.5.5.	Encoder Rotary	116
5.3.	PROGRAMACIÓN DEL PLC	118
5.3.1.	Descripción del proceso	119
5.3.2.	Secuencia del proceso	120
5.3.3.	Variables de entrada y salida	121
5.3.4.	Grafcet	123
5.3.4.1.	Secuencia Grafcet	124
5.3.4.2.	Determinación de las ecuaciones	125
5.3.5.	Programación del PLC S-7 1200	127
5.4.	COMUNICACIÓN PLC SIEMENS S7-1200 CON LABVIEW	131
5.4.1.	LabVIEW 2012	131
5.4.2.	OPC	132
5.4.2.1.	SERVIDOR OPC	133
5.4.2.2.	Configuración del KEP SERVER	135
5.4.2.3.	Creación de Etiquetas Estáticas (TAGS)	144
5.4.3.	Monitoreo desde Labview	148
5.5.	PROGRAMA HMI	152

CAPÍTULO VI	153
6. PRUEBAS Y RESULTADOS	153
6.1. INTRODUCCIÓN	153
6.2. PRUEBA DE SENSORES.....	154
6.3. PRUEBA DEL MOTOR.....	154
6.4. PRUEBA DE CILINDROS NEUMÁTICOS	154
6.5. PRUEBA DE MONITOREO	155
6.6. PRUEBA Y RESULTADO DEL MÓDULO.....	155
6.7. MANUAL DE USUARIO	156
6.8. RESULTADO DE LA ENCUESTA	156
6.8.1. Encuesta.....	157
6.8.2. TABULACION DE LOS DATOS	157
6.9. ANÁLISIS DE RESULTADOS	160
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA II.1 MANÓMETRO Y SUS PARTES	29
FIGURA II.2 ELECTROVÁLVULA FESTO	33
FIGURA II.3 ELECTROVÁLVULA.	34
FIGURA II.4: PARTES DE UN CILINDRO NEUMÁTICO.	37
FIGURA II.5 CILINDRO DE SIMPLE EFECTO	39
FIGURA II.6 CILINDRO DE DOBLE EFECTO	40
FIGURA II.7 REGULADORES DE FLUJO	41
FIGURA II.8 ESTRUCTURA DE UN RELÉ	42
FIGURA II.9 RELÉ DE 24 VDC	42
FIGURA II.10 MOTOR DE ENGRANAJE	45
FIGURA II.11 INTERIOR DE UN ENCODER	45
FIGURA II.12 ENCODER INCREMENTAL	46
FIGURA II.13 ENCODER ABSOLUTO	47
FIGURA II.14 MANGUERAS	49
FIGURA II.15 RÁCOR NEUMÁTICO	49
FIGURA II.16 UNIDAD DE MANTENIMIENTO	50
FIGURA II.17 LUBRICADOR DE AIRE	51
FIGURA II.18 SENSOR INDUCTIVO	53
FIGURA II.19 SENSOR CAPACITIVO	54
FIGURA II.20 MODOS DE OPERACIÓN DE SENSOR ÓPTICO.	55
FIGURA III.1 CONTROLADOR S7-1200 COMPACTO	68
FIGURA III.2 PARTES PLC S7-1200.	70
FIGURA III.3 CONTROLADOR S7-1200 COMPACTO SIGNALBOARDS	71
FIGURA III.4 MÓDULOS DE APLICACIÓN	72
FIGURA III.5 ESTADO OPERATIVO CPU	73
FIGURA III.6 VISTA PRINCIPAL DEL TIA PORTAL STEP 7	75
FIGURA III.7 COMPONENTES DEL PROYECTO	75
FIGURA III.8 FÁCIL ENTRADA DE INSTRUCCIONES	77
FIGURA III.9 BARRA DE HERRAMIENTAS	78
FIGURA III.10 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA S7-1200	80
FIGURA III.11 TIPOS DE BLOQUES DE DATOS	81

FIGURA III.12 CONEXIÓN DE PG Y CPU DE SIMATIC S7-1200	82
FIGURA III.13 CREAR PROYECTO	83
FIGURA III.14 FORMA DE AGREGAR DISPOSITIVO EN STEP7	83
FIGURA III.15 AGREGAR UN NUEVO DISPOSITIVO	84
FIGURA III.16 FORMA DE INSERTAR UN DISPOSITIVO	85
FIGURA III.17 CPU INSERTADA	85
FIGURA III.18 DETENCIÓN DEL HARDWARE	86
FIGURA III.19 DETENCIÓN DE DISPOSITIVO CONECTADO	87
FIGURA III.20 DIAGNOSTICO ONLINE	87
FIGURA IV.1 PRESENTACIÓN DE SOFTWARE SOLIDWORKS	90
FIGURA V.1 PERFIL MODULAR DE ALUMINIO.	96
FIGURA V.2 CONECTOR DE PERFIL PERPENDICULAR	96
FIGURA V.3 TAPAS LATERALES PARA PERFIL	97
FIGURA V.4 ÁNGULOS DE SUJECIÓN	97
FIGURA V.5 CANALETA RANURADA Y RIEL DIN	98
FIGURA V.6 MONTAJE DEL MOTOR DE ENGRANAJE 24 VDC	99
FIGURA V.7 BOTONERA	100
FIGURA V.8 PLC	101
FIGURA V.9 OTROS DISPOSITIVOS	102
FIGURA V.10 MONTAJE DE LA UNIDAD DE MANTENIMIENTO	104
FIGURA V.11 CILINDROS NEUMÁTICOS	106
FIGURA V.12 DIAGRAMA DE CONEXIÓN NEUMÁTICA	107
FIGURA V.33 MONTAJE DEL SENSOR DE FIBRA ÓPTICA	110
FIGURA V.44 MONTAJE DEL SENSOR INDUCTIVO	111
FIGURA V.55 MONTAJE DEL SENSOR ÓPTICO.	113
FIGURA V.66 SENSOR MAGNÉTICO DE CILINDRO NEUMÁTICO	115
FIGURA V.77 SENSOR ENCODER ROTARY	117
FIGURA V.88 DIAGRAMA GRAFCET DEL PROCESO	125
FIGURA V.99 SOFTWARE TIA PORTAL V 10.5	128
FIGURA V.20 AGREGAR CPU	129
FIGURA V.21 CONFIGURACIÓN DE LA CPU	129
FIGURA V.22 TABLA DE VARIABLES	130
FIGURA V.23 SOFTWARE LABVIEW 2012	132

FIGURA V.24 APLICACIÓN TRABAJANDO CON VARIOS SERVIDORES	133
FIGURA V.25 RELACIÓN DE TRABAJO CLIENTE/SERVIDOR	134
FIGURA V.26 ARQUITECTURA TÍPICA DE UN OPC	135
FIGURA V.27 CREACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO	136
FIGURA V.2810 CREACIÓN DE UN NUEVO CANAL	136
FIGURA V.29 SELECCIÓN DEL PUERTO DE COMUNICACIÓN DEL DISPOSITIVO	137
FIGURA V.30 SELECCIÓN DEL ADAPTADOR DE RED DE LA PC	137
FIGURA V.31 SELECCIÓN DE PARÁMETROS DE ESCRITURA	138
FIGURA V.32 FINALIZACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DEL CANAL	138
FIGURA V.33 AÑADIENDO UN NUEVO DISPOSITIVO	139
FIGURA V.34 AGREGAR UN NOMBRE AL NUEVO DISPOSITIVO	140
FIGURA V.35 SELECCIÓN DEL MODELO DEL DISPOSITIVO	140
FIGURA V.36 ASIGNACIÓN DE UNA DIRECCIÓN IP AL PLC	141
FIGURA V.37 CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE TIEMPO DE COMUNICACIÓN	141
FIGURA V. 38 ACTIVACIÓN DE LA OPCIÓN AUTO DEMOTION	142
FIGURA V. 39 SELECCIÓN DEL NÚMERO DE PUERTO A UTILIZAR	142
FIGURA V.40 PARÁMETROS DEL NUEVO DISPOSITIVO PARA ESTABLECER TIPO DE CONEXIÓN	143
FIGURA V.41 PARÁMETROS DE LOS CONTROLADORES S7	143
FIGURA V. 42 RESUMEN DE LA CONFIGURACIÓN DEL DISPOSITIVO	144
FIGURA V. 43 CREACIÓN DE TAGS	145
FIGURA V. 44 CONFIGURACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UNA TAG	145
FIGURA V.45 CREACION DE TAGS	147
FIGURA V.46 VENTANA DEL OPC QUICK CLIENT	148
FIGURA V.47 VENTANA DE EXPLORACIÓN DEL PROYECTO	149
FIGURA V.48 PROPIEDADES DEL BOTÓN INICIO	150
FIGURA V.49 CONFIGURACIÓN DATASOCKET	151
FIGURA V.50 CONFIGURACIÓN DEL TIPO DE ACCESO	151
FIGURA V.51 SELECCIÓN DEL SERVIDOR OPC	152
FIGURA V.51 MÓDULO DE CLASIFICACIÓN	156

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA II.I EQUIVALENCIA UNIDADES DE PRESIÓN	28
TABLA II.II DIFERENTES ELEMENTOS Y PRESIONES TÍPICAS	29
TABLA III.I ELEMENTOS GRAFCET	65
TABLA III.II ELEMENTOS LADDER	66
TABLA III.II ELEMENTOS LADDER ("CONTINUACIÓN")	67
TABLA III.III ESPECIFICACIONES PARA LOS MÓDULOS DE AMPLIACIÓN	74
TABLA IV.I DETALLES DE GASTOS	91
TABLA IV.I DETALLES DE GASTOS ("CONTINUACIÓN")	92
TABLA V.I CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR INDUCTIVO	112
TABLA V.II CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR OPTICO	114
TABLA V.III CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR MAGNÉTICO	116
TABLA V.IV CARACTERÍSTICAS DEL ENCODER	118
TABLA V.V ASIGNACIÓN DE LAS VARIABLES DE ENTRADAS/SALIDA EN EL PLC	121
TABLA V.V ASIGNACIÓN DE LAS VARIABLES DE ENTRADAS/SALIDA EN EL PLC	122
TABLA V.VI ECUACIONES OBTENIDAS DEL GRAFCET	126
TABLA V.VI ECUACIONES OBTENIDAS DEL GRAFCET ("CONTINUACIÓN")	127

INTRODUCCIÓN

En la última década, las industrias de manufacturación basadas en la producción en serie han realizado grandes esfuerzos por automatizar cada una de sus etapas productivas, con el objetivo de conseguir una mayor competitividad. El resultado de este esfuerzo ha sido la consecución de un alto grado de automatización en las mismas, aunque todavía hay procesos que presentan dificultades a la hora de realizar sobre ellos una automatización eficiente.

Las técnicas utilizadas para automatizar procesos industriales es un factor prioritario que marca la competitividad de una empresa. En un sistema automático se busca principalmente aumentar la eficiencia del proceso incrementando la velocidad, la calidad y la precisión, y disminuyendo los riesgos que normalmente se tendrían en la tarea si fuese realizada en forma manual por un operador.

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

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

Es así que el diseño e implementación de un módulo para el proceso clasificación de piezas controlado mediante un PLC Siemens S7-1200 CPU 1212, servirá para equipar los laboratorios 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 clasificación de piezas está diseñado en base a un modelo industrial. El proceso permitirá la separación de piezas según el tipo y color del material, mediante la señal entregada de los sensores, según la elección realizada procederá a dirigirse a una de las dos rampas o si no continuara en banda transportadora previamente implementadas.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. ANTECEDENTES

Las operaciones de clasificación de partes y piezas son procesos fundamentales en los diversos sistemas de producción de bienes en diferentes áreas. La automatización de este tipo de procesos y la técnica de control es un problema que debe ser estudiado y entendido a profundidad en la búsqueda de alternativas innovadoras que procuren soluciones óptimas en miras de procurar calidad y competitividad en la producción de bienes.

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 S7 y 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 mediante la simulación en el cual intervengan áreas multidisciplinarias que hagan uso de tecnologías híbridas tales como mecatrónica, electro neumática y sensorica, apoyadas por sistemas de hardware y software de control tipo PLC aplicados, que desarrollen potentes sistemas de control programas que den soluciones estándar o personalizados a los diferentes problemas planteados.

1.2. JUSTIFICACIÓN

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

El desarrollo de este proyecto tiene como objetivo diseñar e implementar un módulo para la simulación de un proceso de clasificación de piezas controlado por medio de un PLC Siemens S7-1200 CPU 1212C.

El proyecto permitirá aprovechar los conocimientos de los estudiantes con los recursos tecnológicos y las competencias intelectuales, para el desarrollo

de una herramienta de simulación basada en tecnologías de última generación para que se facilite el aprendizaje de los estudiantes en los laboratorios de la escuela de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales y sea parte de un programa piloto, modelo de innovación, empeño y muestra de colaboración para obtener como valor agregado el posicionamiento de nuestra escuela a nivel regional y nacional, ganando de este modo el desempeño brillante de sus egresados y el deseo de muchos Ecuatorianos de formarse y capacitarse en tan prestigiosa institución.

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

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

- ✓ Diseñar e implementar un módulo para el proceso de clasificación de piezas controlado mediante un PLC Siemens S7-1200.

1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Controlar el motor DC para el correcto avance de la banda transportadora de piezas.
- ✓ Integrar las diversas etapas del módulo didáctico.

- ✓ Desarrollar el programa en el PLC Siemens S7-1200 CPU 1212C, para el correcto funcionamiento del proceso de clasificación.
- ✓ Realizar las pruebas de funcionamiento del sistema.
- ✓ Elaborar un manual de usuario, para la correcta manipulación del módulo.

1.4. HIPÓTESIS

Una vez diseñado e implementado el módulo para el proceso de clasificación de piezas controlado por medio de un PLC Siemens S7-1200 se 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. MARCO TEÓRICO

2.1. PROCESO DE CLASIFICACIÓN DE PIEZAS

2.1.1. Definición de procesos de clasificación de piezas

Generalmente son procesos finales dentro de una línea de producción que consiste en clasificar partes o piezas dependiendo de sus características, para luego ser almacenadas en contenedores diferentes.

2.1.2. Aplicación de los procesos de clasificación de piezas

El proceso de calificación de partes o piezas son utilizadas en la mayoría de procesos industriales es decir líneas de producción, la clasificación en la mayoría son los últimos procesos ya que se determina el producto o pieza final.

2.2. EL AIRE COMPRIMIDO EN LA INDUSTRIA

EL hecho de comprimir aire es debido a que el aire comprimido constituye en realidad una forma de transporte de energía de muy fácil manejo y por esto su utilización se ha ido imponiendo paulatinamente en la industria.

Las principales propiedades que han contribuido a que el aire comprimido sea tan ampliamente utilizado son:

- ✓ **Transportable:** El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno.
- ✓ **Almacenable:** No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de éstos. Además, se puede transportar en recipientes (botellas).
- ✓ **Temperatura:** El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura; garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.
- ✓ **Antideflagrante:** No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones anti de flagrantes, que son caras.

- ✓ **Limpio:** El aire comprimido es limpio y. en caso de faltas de estanqueidad en tuberías o: elementos. No produce ningún ensuciamiento. Esto es muy importante, por ejemplo, en las industrias alimenticias. de la madera. Textiles y del cuero.
- ✓ **Constitución de los elementos:** La concepción de los elementos de trabajo es simple y por tanto, de precio económico.
- ✓ **Veloz:** Es un medio de trabajo muy rápido y por eso permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas. (La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos puede regularse sin escalones.
- ✓ **A prueba de sobre- cargas:** Las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden utilizarse hasta su parada completa sin riesgo alguno de sobrecargas. Para delimitar el campo de utilización de la neumática es preciso conocer también las propiedades adversas.
- ✓ **Compresible:** Como todos los gases el aire no tiene una forma determinada, toma la forma del recipiente que los contiene o la de su ambiente, permite ser comprimido (compresión) o y tiene la tendencia a dilatarse (expansión).
- ✓ **Volumen Variable:** El volumen del aire varía en función de la temperatura dilatándose al ser calentado y contrayéndose al ser enfriado.

- ✓ **Costo de instalación:** La instalación tiene un coste relativamente bajo debido al coste modesto de los componentes. El mantenimiento es también poco costoso debido a su larga duración sin apenas averías.
- ✓ **Seguridad:** No presenta peligro de incendio en áreas de riesgo elevado y el sistema no está afectado por la sobrecarga puesto que los actuadores se detienen o se sueltan simplemente. Los actuadores neumáticos no producen calor

Para delimitar el campo de utilización de la neumática es preciso conocer también las características adversas.

- ✓ **Preparación:** El aire atmosférico comprimido debe ser preparado, antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (al objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes). Desde el punto de vista microscópica, el aire presenta impurezas que, para su uso satisfactorio, deben eliminarse.
- ✓ **Fuerza:** El aire comprimido es económico sólo hasta cierta fuerza. Condicionado por la presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bares), el límite, también en función de la carrera y la velocidad, es de 20.000 a 30.000 N (2000 a 3000 kp). Para masas superiores se debe recurrir a la Hidráulica.
- ✓ **Ruido:** El escape de aire (descarga a la atmósfera del aire utilizado) produce ruido. Se reduce razonablemente con materiales insonorizantes

y silenciadores. Cabe aclarar que el aire de descarga podría estar contaminado y que por lo tanto no puede recuperarse.

- ✓ Los movimientos de los actuadores neumáticos no son rigurosamente regulares ni constantes debido a la calidad elástica del aire. Estas inexactitudes van en aumento en la medida en que la velocidad de dichos elementos se hace más lenta.

2.2.1. Presión y sus unidades de medición

2.2.1.1. Definición de presión

La presión es el cociente entre la fuerza normal aplicada sobre un cuerpo y la superficie sobre la que incide. De esta forma obtenemos esta fórmula fundamental:

$$P = \frac{F}{S}$$

En donde:

P = Presión (en Pascales)

F = Fuerza (en Newton)

S = Superficie (en metros cuadrados)

La presión se expresa de distinto modo, según el sistema de unidades utilizado:

- ✓ En el Sistema Internacional la unidad es: 1 Pascal=1N/1m²
- ✓ En el Sistema Cegesimal la unidad es 1 baria=1dina/1cm², esta es una unidad muy pequeña por lo que se emplea un múltiplo que resulta ser:

$$1 \text{ bar}=106 \text{ barias.}$$

✓ En el Sistema Técnico la unidad es: 1kp/cm².

En las aplicaciones neumáticas, según sean los autores de los textos, se emplean indistintamente cualquiera de las unidades, admitiéndose las siguientes equivalencias:

$$1 \text{ bar} = 1 \text{ atm} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 100 \text{ KPa} = 105 \text{ Pa}.$$

En la siguiente tabla podrás encontrar las equivalencias entre las diferentes unidades utilizadas para medir la presión:

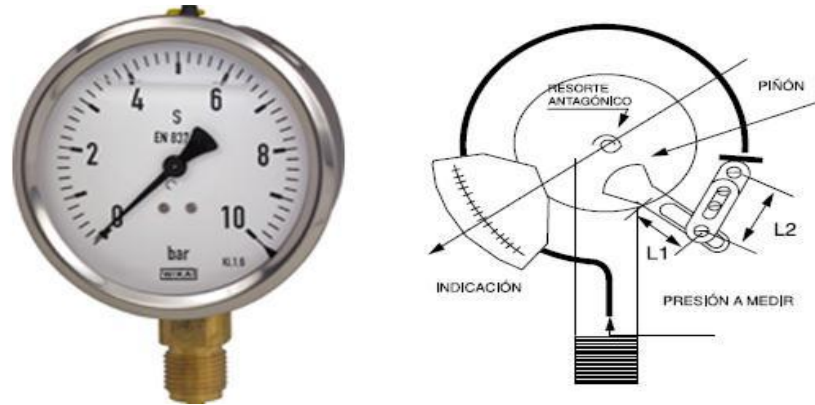
Unidad	atm.	bar	kg/cm ²	lb/pulg. ²	mmHg	pascal (SI)	pulg. H ₂ O
1 atmósfera	1	1,01325	1,03323	14,696	760	1,01325 E+5	406,782
1 bar	0,986923	1	1,01972	14,5038	750,064	1,0 E+5	401,463
1 kg/cm ²	0,967841	0,980665	1	14,2233	735,561	9,80665 E+4	393,701
1 lb/pulg. ²	6,8046 E-2	6,8948 E-2	7,0307E-2	1	51,7151	6894,76	27,6799
1 mmHg	1,3158 E-3	1,3332 E-3	1,3595 E-3	1,9337 E-2	1	133,322	0,535239
1 pascal (SI)	9,8692 E-6	1,0 E-5	1,0197 E-5	1,4504 E-4	7,5006 E-3	1	4,0146 E-3
1 pulg.H ₂ O	2,4583 E-3	2,4909 E-3	2,5400 E-3	3,6127 E-2	1,86833	249,089	1

Fuente: Obtenido de <http://www.eiq.cl/pproust/si/equivalencia.html>

TABLA II.I Equivalencia unidades de presión

2.2.1.2. Unidades de medición

En neumática, para medir la presión del aire se utiliza un dispositivo denominado manómetro. Tiene en su frente una escala con los valores de presión indicados en distintas unidades (en algunos, en más de una unidad).



Fuente: Obtenido de <http://www.quiminet.com/articulos/los-instrumentos-de-presion-32157.htm>

Figura II.1 Manómetro y sus partes

Para apreciar más intuitivamente los niveles de presión que representan las unidades se presentan algunos datos sobre las presiones a las cuales están sometidos los fluidos en diferentes instalaciones o depósitos industriales.

Elemento	Fluido	Presión
Extintor de incendios	Agua / Polvo	~ 15/20 Kg/cm ²
Instalación hidráulica en barcos (tubería de alta presión)	Aceite	~ 250Kg/cm ²
Instalación de calefacción en el hogar	Agua	1 bar
Instalación neumática industrial	Aire	9 bar

Fuente: Obtenido de <http://www.quiminet.com/articulos/los-instrumentos-de-presion-32157.htm>
 TABLA II.II Diferentes elementos y presiones típicas

2.2.2. Caudal

El concepto de caudal ya sea para el agua, el aceite o el aire (en general para cualquier fluido) está relacionado con la cantidad de fluido que se mueve por unidad de tiempo. Más específicamente, el caudal es el volumen de fluido que pasa por un área dada en la unidad de tiempo:

$$Q = \frac{V}{t}$$

Dónde:

Q = Caudal (metros cúbicos/segundo)

V = Volumen (metros cúbicos)

t = tiempo (segundos)

Para medir el caudal se utilizan caudalímetros, aunque su uso es poco frecuente.

2.2.3. Ventaja Y Desventaja 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.

2.3. 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. Para las aplicaciones de la neumática el aire lo obtenemos del manto gaseoso con el que está envuelta la tierra y, especialmente, de la parte más cercana llamada troposfera.

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 desventaja 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 líquidos.
- ✓ 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. 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: Obtenido de <http://es.scribd.com/doc/23721358/electroneumatica-basica>

Figura II.2 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.

2.4.1. Válvulas eléctricas o electroválvulas

También llamadas válvulas 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.



Fuente: Obtenido de <http://www.directindustry.es/prod/airtac-automatic-industrial/electrovalvulas-de-mando-asistido-30479-811777.html>

Figura II.3 Electroválvula.

2.4.1.1. Funcionamiento

En el momento en que pasa la energía a través de la bobina, el flujo magnético recorre el armazón y la parte estática superior del tubo guía. Efectivamente, este convierte el armazón y la sección estática en imanes que se atraen, lo cual hace que el armazón se mueva hacia un resorte que cierra el circuito magnético. La junta de la parte inferior deja pasar el aire de un pequeño surtidor al orificio de salida número 2. La junta de la parte superior cierra el surtidor de escape.

El diseño es fruto de la relación entre la cantidad de aire empleado y la energía eléctrica consumida. En el caso de un gran volumen de aire, el orificio de entrada debe ser mayor, aunque esto exija un resorte más fuerte para mantener la junta de la parte inferior sellada contra un área mayor. Cuanto más fuerte sea el resorte, más potente deberá ser el campo magnético y por lo tanto, se necesitará más energía eléctrica. La exigencia de bajo consumo eléctrico implica que la válvula deberá tener un orificio de entrada pequeño, normalmente de entre 1 y 2 mm de diámetro. Excepto en aplicaciones de poco consumo de aire, este tipo de válvulas solenoide incorporan un piloto que hace funcionar una válvula que necesita mayor volumen de aire.

2.5. 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

2.5.1. Cilindros neumáticos

El cilindro neumático consiste en un cilindro cerrado con un pistón en su interior que desliza y que transmite su movimiento al exterior mediante un vástago. Se compone de las tapas trasera y delantera, de la camisa donde se mueve el pistón, del propio pistón, de las juntas estáticas y dinámicas del pistón y del anillo rascador que limpia el vástago de la suciedad. Los cilindros neumáticos independientemente de su forma constructiva, representan los actuadores más comunes que se utilizan en los circuitos neumáticos.

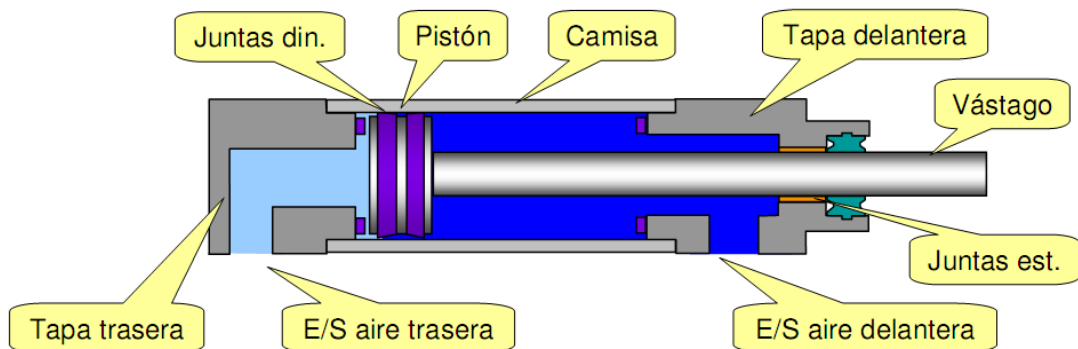
2.5.1.1. Características

- ✓ Proporcionan potencia y movimiento a sistemas automatizados, máquinas y procesos mediante el consumo de aire comprimido.
- ✓ La presión máxima de trabajo depende del diseño del cilindro.
- ✓ Un cilindro neumático es un componente sencillo, de bajo coste y fácil de instalar; es ideal para producir movimientos lineales.
- ✓ La carrera del cilindro determina el movimiento máximo que este puede producir.
- ✓ El diámetro del cilindro y su presión de trabajo determinan la fuerza máxima que este puede hacer
- ✓ La fuerza es controlable a través de un regulador de presión.
- ✓ La velocidad tiene un amplio margen de ajuste.
- ✓ Toleran condiciones adversas como alta humedad y ambientes polvorientos, y son de fácil limpieza.

2.5.1.2. Partes de un cilindro

Las partes del cilindro son:

- ✓ Camisa
- ✓ Tapa trasera
- ✓ Pistón
- ✓ Vástago
- ✓ Tapa delantera
- ✓ Juntas de estanqueidad (estáticas y dinámicas)
- ✓ Entrada/salida de aire trasera
- ✓ Entrada/salida de aire delantera, (D.Efec.)
- ✓ Resorte para el retroceso, (S.Efec)



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

Figura II.4: Partes de un Cilindro Neumático.

2.5.1.3. Clasificación de los cilindros neumáticos

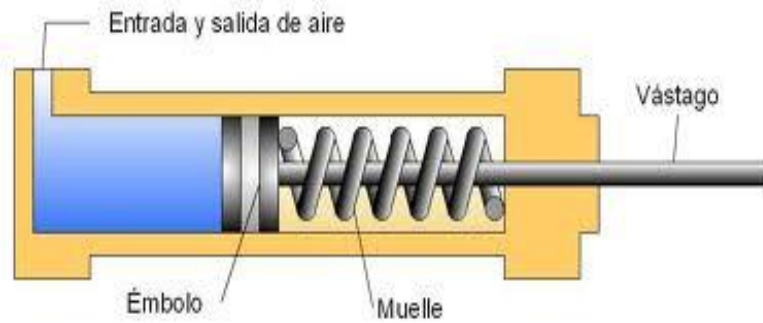
Existen dos tipos fundamentales de los cuales derivan construcciones especiales.

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

2.5.1.3.1. Cilindros de simple efecto

El cilindro de simple efecto desarrolla un trabajo sólo en un sentido. El émbolo se hace retornar por medio de un resorte interno o por algún otro medio externo como cargas, movimientos mecánicos, etc. Puede ser de tipo “normalmente dentro” o “normalmente fuera”.

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

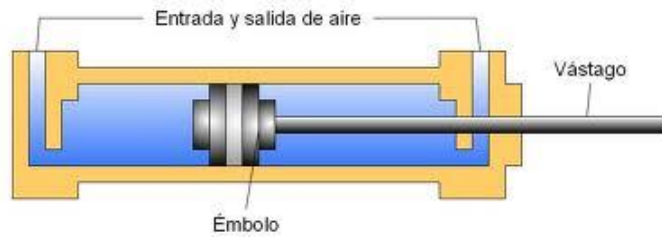


Fuente: Obtenido de <http://sitioniche.nichese.com/valvulas.html>

Figura II.5 Cilindro de simple efecto

2.5.1.3.2. Cilindros de Doble Efecto

Los cilindros de doble efecto son aquellos que realizan tanto su carrera de avance como la de retroceso por acción del aire comprimido. Su denominación se debe a que emplean las dos caras del émbolo (aire en ambas cámaras), por lo que estos componentes sí pueden realizar trabajo en ambos sentidos. Sus componentes internos son prácticamente iguales a los de simple efecto, con pequeñas variaciones en su construcción. Algunas de las más notables las encontramos en la culata anterior, que ahora ha de tener un orificio roscado para poder realizar la inyección de aire comprimido (en la disposición de simple efecto este orificio no suele prestarse a ser conexasiónado, siendo su función la comunicación con la atmósfera con el fin de que no se produzcan contrapresiones en el interior de la cámara).



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

Figura II.6 Cilindro de doble efecto

Para poder realizar un determinado movimiento (avance o retroceso) en un actuador de doble efecto, es preciso que entre las cámaras exista una diferencia de presión. Por norma general, cuando una de las cámaras recibe aire a presión, la otra está comunicada con la atmósfera, y viceversa.

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

- ✓ Se tiene la posibilidad de realizar trabajo en ambos sentidos (carreras de avance y retroceso).
- ✓ Para una misma longitud de cilindro, la carrera en doble efecto es mayor que en disposición de simple, al no existir volumen de alojamiento.

2.6. REGULADORES DE CAUDAL O FLUJO

Los reguladores de flujo o reguladores de caudal tienen la misión de estrangular el caudal de aire en las conducciones. Su principal función es controlar la velocidad del desplazamiento del vástago de los cilindros. Si el caudal es muy grande, el cilindro actúa casi instantáneo.



Fuente: Obtenido de http://www.sicontrol.com/_private/CatTubo.pdf

Figura II.7 REGULADORES DE FLUJO

Son dispositivos que se instalan sobre los orificios de entrada o salida de aire en los diferentes sistemas mecánicos.

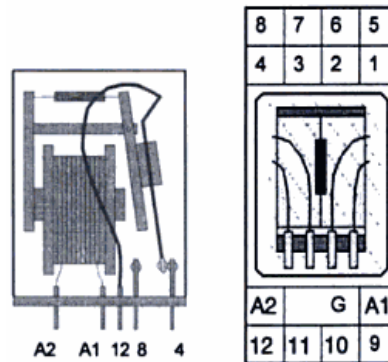
2.7. RELÉS

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.

2.7.1. Funcionamiento

Cuando el electroimán está desconectado, un resorte mantiene una palanca lejos del polo magnético. Esta palanca forma parte del circuito magnético y soporta aisladamente una barra de contacto que normalmente se mantiene contra el contacto del lado derecho. Al pasar energía a través de la bobina electromagnética, la placa es empujada contra el resorte completando así el circuito magnético, de manera que el contacto cerrado se desplazará hasta abrirse y cerrar el contacto que está abierto.

A menudo los relés poseen una serie de contactos, cada uno de los cuales integran un circuito separado y se encuentran normalmente en grupos de 2, 3, 4, 5 y 6.



Fuente: Obtenido de <http://losamos15.blogspot.com/2012/03/rele.html>

Figura II.8 Estructura de un Relé

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



Fuente: Obtenido de <http://losamos15.blogspot.com/2012/03/rele.html>

Figura II.9 Relé de 24 Vdc

2.8. MOTORES

2.8.1. Motores 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

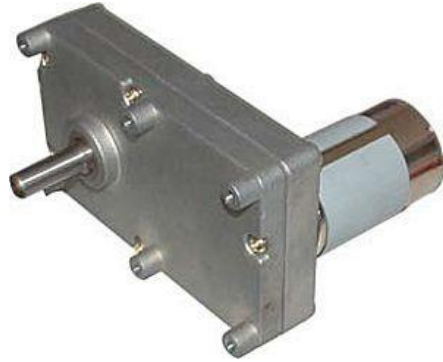
Regulación de motores de potencias grandes

- ✓ Laminadoras
- ✓ Extrusoras

2.8.2. Motores de engranajes

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.

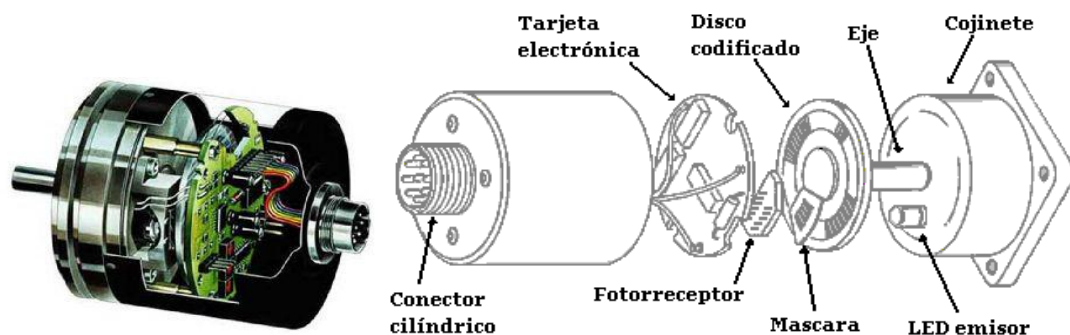


Fuente: Obtenido de http://www.ehow.com/about_5313147_gear-motor.html

Figura II.10 Motor de engranaje

2.9. ENCODER

Los Encoders son sensores que transforman un movimiento angular en una serie de impulsos digitales. Estos impulsos generados pueden ser utilizados para controlar los desplazamientos de tipo angular o de tipo lineal, cuando son usados en conjunto con dispositivos mecánicos tales como engranajes, ruedas de medición o flechas de motores, estos pueden ser utilizados para medir movimientos lineales, velocidad y posición. Las señales eléctricas de rotación pueden ser elaboradas mediante controles numéricos (CNC), controles lógicos programables (PLC), sistemas de control etc.



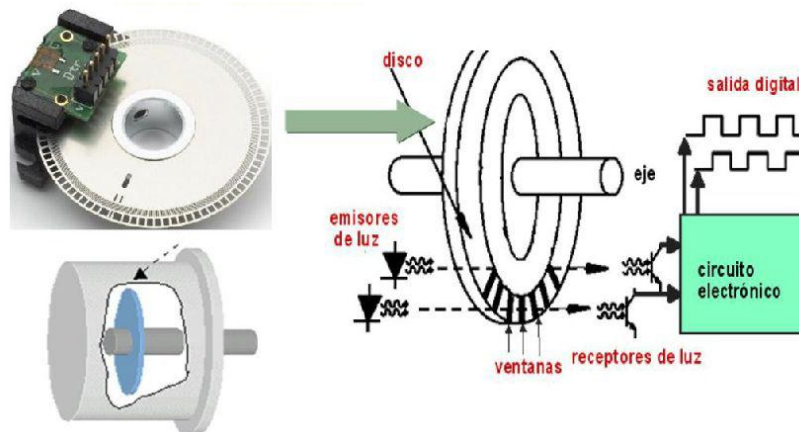
Fuente: Obtenido de <http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1H2F1807L-JP0SG2-J1J/encoder.pdf>

Figura II.11 Interior de un Encoder

2.9.1. Tipos de Encoders

2.9.1.1. Encoder incremental

Este tipo de encoder se caracteriza porque determina su posición, contando el número de impulsos que se generan cuando un rayo de luz, es atravesado por marcas opacas en la superficie de un disco unido al eje.

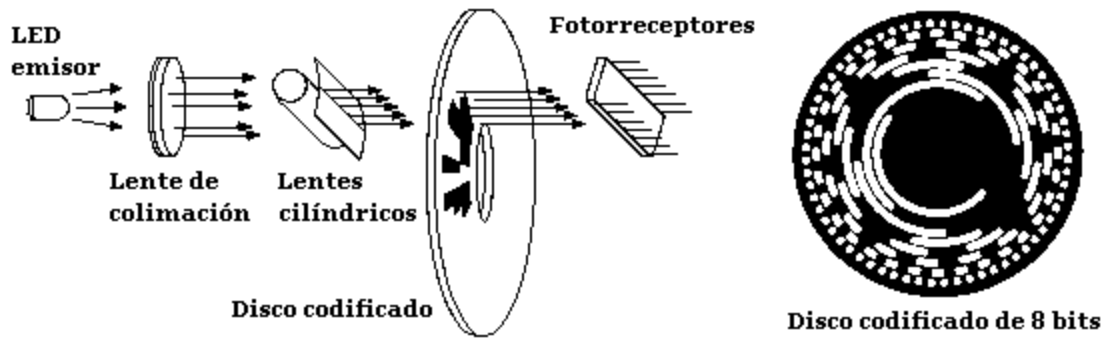


Fuente: Obtenido de <http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1H2F1807L-JP0SG2-J1J/encoder.pdf>

Figura II.12 Encoder Incremental

2.9.1.2. Encoder absoluto

En el encoder absoluto, el disco contiene varias bandas dispuestas en forma de coronas circulares concéntricas, dispuestas de tal forma que en sentido radial el rotor queda dividido en sectores, con marcas opacas y transparentes codificadas en código Gray.



Fuente: Obtenido de <http://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1H2F1807L-JP0SG2-J1J/encoder.pdf>

Figura II.13 Encoder Absoluto

2.9.2. Aplicaciones de los Encoders

Los Encoders pueden ser utilizados en una gran variedad de aplicaciones. Actúan como transductores de retroalimentación para el control de la velocidad en motores, como sensores para medición, de corte y de posición. También como entrada para velocidad y controles de rango.

A continuación se relacionan algunos ejemplos:

- ✓ Dispositivo de control de puertas
- ✓ Robótica
- ✓ Máquinas de lente demoledor
- ✓ Plotter
- ✓ Soldadura ultrasónica
- ✓ Maquinaria convertidora
- ✓ Máquinas de ensamblaje
- ✓ Maquinas etiquetadoras
- ✓ Indicación x/y

- ✓ Dispositivos de análisis
- ✓ Maquinas taladradoras
- ✓ Maquinas mezcladoras
- ✓ Equipo medico

2.10. ACCESORIOS ELÉCTRICOS Y NEUMÁTICOS

2.10.1. 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.

2.10.2. 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.



Fuente: Obtenido de http://www.sicontrol.com/_private/CatTubo.pdf

Figura II.14 MANGUERAS

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



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

Figura II.15 Rácor neumático

c) Unidad de mantenimiento

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

- ✓ Filtro de aire comprimido

- ✓ Regulador de presión
- ✓ Lubricador de aire comprimido



Fuente: Obtenido de <http://spanish.alibaba.com/product-gs/festo-air-filter-regulator-pneumatic-filter-regulator-dfr100-627278546.html>

Figura II.16 Unidad de Mantenimiento

Filtro de aire comprimido

El filtro tiene la misión de extraer del aire comprimido circulante todas las impurezas y el agua condensada.

En los procesos de automatización neumática se tiende cada vez a miniaturizar los elementos (problemas de espacio), fabricarlos con materiales y procedimientos con los que se pretenden el empleo cada vez menor que los lubricadores. El filtro tiene por misión.

- ✓ Detener las partículas sólidas.
- ✓ Eliminar el agua condensada en el aire.

Regulador de presión

Los reguladores de presión son aparatos de gran importancia en aplicaciones neumáticas. 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



Fuente: Obtenido de <http://spanish.alibaba.com/product-gs/festo-air-filter-regulator-pneumatic-filter-regulator-dfr100-627278546.html>

Figura II.17 Lubricador de Aire

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.

Son aparatos que regulan y controlan la mezcla de aire-aceite. El aceite que se emplea debe ser:

- ✓ Muy fluidos
- ✓ Contener aditivos antioxidantes
- ✓ Contener aditivos antiespumantes
- ✓ No perjudicar los materiales de las juntas
- ✓ Tener una viscosidad poco variable trabajando entre 20 y 50° C.

2.11. 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.

2.11.1. 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:

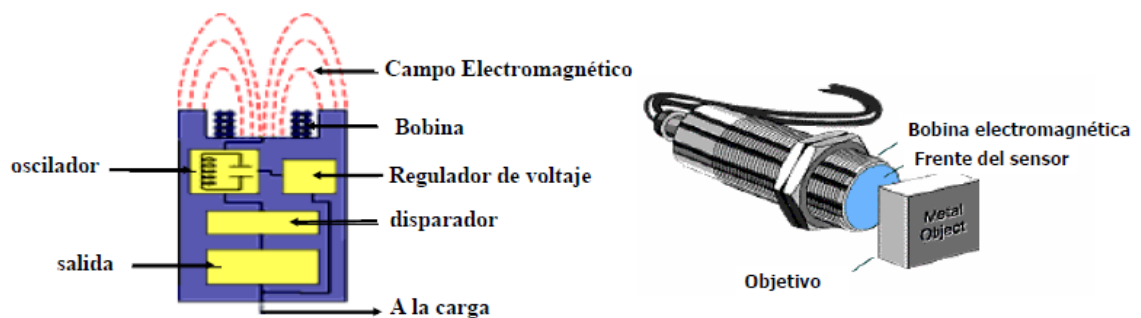
- a) Un fenómeno físico a ser medido es captado por un sensor, y muestra en su salida una señal eléctrica dependiente del valor de la variable física.
- b) La señal eléctrica es modificada por un sistema de acondicionamiento de señal, cuya salida es un voltaje.
- c) El sensor dispone de una circuitería 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.

2.11.2. Sensor inductivo

Los sensores inductivos son interruptores electrónicos que trabajan sin contacto. Estos sensores no sólo proporcionan una señal ON/OFF (Detector), sino también una señal análoga proporcional a la distancia. Este sensor

genera un campo magnético cambiante de alta frecuencia mediante una bobina, la cual forma parte de un circuito en resonancia. Si una pieza de metal entra en la zona del campo magnético cambiante, se generan pérdidas por corrientes circulantes en la pieza.

Esto hace que el circuito en resonancia se altere. La figura muestra la cabeza del sensor con su núcleo de ferrita y la bobina insertada en el núcleo.



Fuente: Obtenido de http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES_PLC_PDF_S/24_SENSOR_S_INDUCTIVOS.PDF

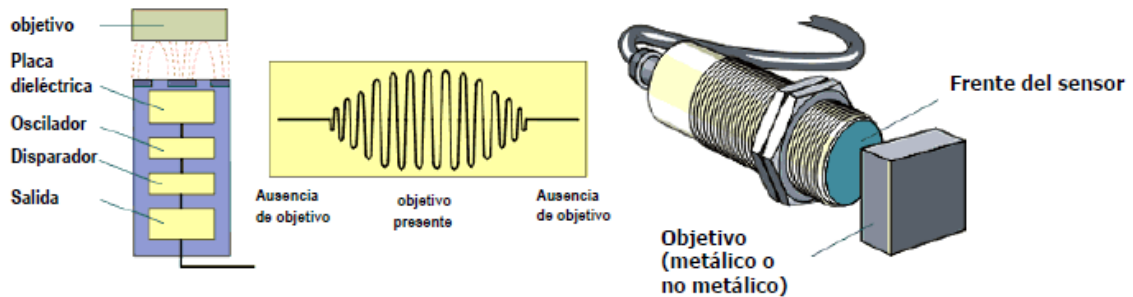
Figura II.18 Sensor Inductivo

2.11.3. Sensor capacitivo

Los sensores capacitivos son interruptores electrónicos que trabajan sin contacto. Estos sensores aprovechan el efecto que tienen los materiales como el papel, vidrio, plástico, aceite, agua, así como de los metales, de aumentar la capacidad del sensor cuando se encuentran dentro del campo eléctrico generado.

Los sensores capacitivos constan de un condensador que genera un campo eléctrico. Este condensador forma parte de un circuito resonador, de manera

que cuando un objeto se acerca a este campo, la capacidad aumenta y el circuito empieza a resonar.



Fuente: Obtenido de <http://www.mes-sigma.net/Cursos/images/Sensores%20Capacitivos.pdf>

Figura II.19 Sensor Capacitivo

2.11.4. Sensor óptico

Los sensores ópticos basan su funcionamiento en la emisión de un haz de luz que es interrumpido o reflejado por el objeto a detectar. Tiene muchas aplicaciones en el ámbito industrial y son ampliamente utilizados.

Suelen estar conformados por:

- ✓ Fuente: Origina un haz luminoso, usualmente con un led, que puede tener un amplio rango en el espectro (incluyendo los visibles e infrarrojos).
- ✓ Receptor.- Recibe un haz luminoso de la fuente usualmente son un fotodiodo o un fototransistor, el foto sensor debe estar acoplado espectralmente con el emisor.
- ✓ Lentes.- Tienen la función de dirigir un haz de luz tanto en el emisor como en el receptor para restringir el campo de visión, esto trae como consecuencia aumentar la distancia de detección.

- ✓ Circuito de salida.- existen varios tipos de salidas discretas o digitales (se denominan así por tener dos estados y las más comunes son: relé, NPN o PNP, TRIAC, MOSFET), analógicas y seriales.

2.11.4.1. Modos de operación de los sensores ópticos

Barrera de luz

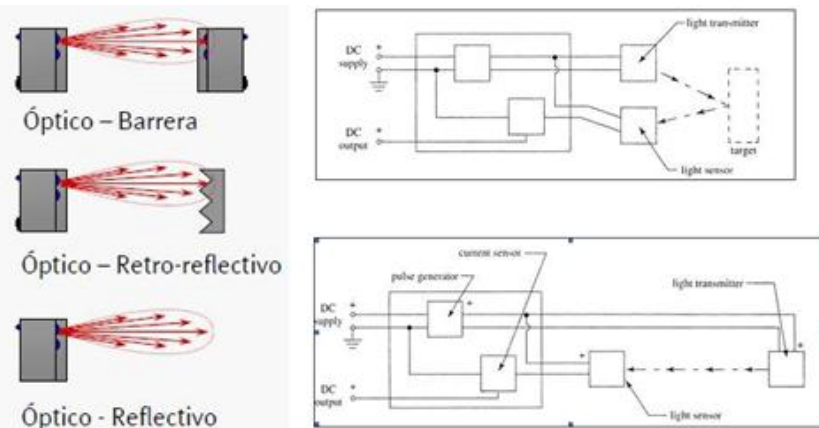
- ✓ Rango amplio aproximadamente 20m.
- ✓ El alineamiento es crítico.

Retro Reflectivo

- ✓ Rango amplio aproximadamente 1-3 m.
- ✓ Popular y barato.

Reflectivo

- ✓ Rango amplio aproximadamente 12-300 mm.
- ✓ Barato y fácil de usar.



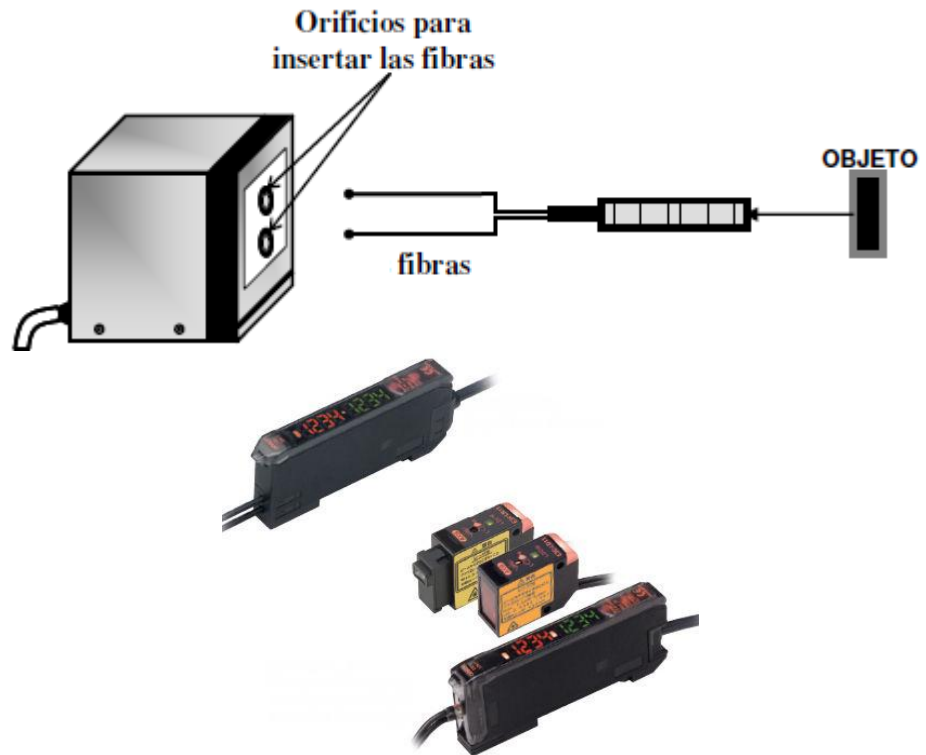
Fuente: Obtenido de <http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r34716.PDF>

Figura II.20 Modos de operación de sensor óptico.

2.11.5. Sensor fotoeléctrico con fibra óptica

Los sensores de fibra óptica constituyen un campo de investigación muy antiguo. De hecho, gran parte de la investigación se ha centrado en las áreas de instrumentación y sensores, y múltiples desarrollos de la industria optoelectrónica surgieron precisamente para aplicaciones de sensores. La reducción en las pérdidas de la fibra, así como las mejoras de calidad, sensibilidad y margen dinámico de los sensores de fibra, los ha convertido en sustitutivos ideales de los sensores tradicionales utilizados en medidas de rotación, aceleración, campos eléctricos y magnéticos, temperatura, presión, vibración acústica, posición, presión, humedad, sustancias químicas, etc. Sus principales ventajas radican en que se trata de técnicas de medida que requieren de un espacio mínimo, suelen ser no invasivas y se controlan de forma remota, trabajan en entornos hostiles, y los dispositivos son de bajo peso y son inmunes a las interferencias electromagnéticas.

Básicamente, los sensores de fibra pueden clasificarse en dos categorías. Aquellos en los que la fibra óptica se utiliza solamente como medio para guiar la luz desde el emisor hasta el elemento sensor, y desde éste último hasta el foto detector (llamados extrínsecos). O bien aquellos en los que la propia fibra se utiliza como elemento sensor y de referencia (llamados intrínsecos). Las diferentes configuraciones propuestas hasta la fecha son innumerables. A continuación comentaremos algunas de las más representativas.



Fuente: Obtenido de <http://www.conelectronica.com/Productos-Varios/Sensores-de-fibra-%C3%B3ptica.html>

Figura II.22 Sensor Fotoeléctrico Con Fibra Óptica

CAPÍTULO III

3. AUTOMATIZACIÓN MEDIANTE PLC

3.1. PROGRAMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)

3.1.1. Introducción

Las empresas de hoy, que piensan en el futuro, se encuentran provistas de modernos dispositivos electrónicos en sus máquinas y procesos de control. Hoy las fábricas automatizadas deben proporcionar en sus sistemas, alta confiabilidad, gran eficiencia y flexibilidad. Una de las bases principales de tales fábricas es un dispositivo electrónico llamado Controlador Lógico Programable.

Los primeros PLCs se usaron solamente como reemplazo de relevadores, es decir, su capacidad se reducía exclusivamente al control On-Off (de dos posiciones) en máquinas y procesos industriales. De hecho todavía se siguen usando en muchos casos como tales.

La gran diferencia con los controles por relevador fue su facilidad de instalación, ocupan menor espacio, costo reducido, y proporcionan autodiagnósticos sencillos.

Este dispositivo fue inicialmente introducido en 1970 y se ha sido refinando con nuevos componentes electrónicos, tales como Microprocesadores de alta velocidad, agregándole funciones especiales para el control de proceso más complejos. Hoy los Controladores Programables son diseñados usando lo último en diseño de Micro-procesadores y circuitería electrónica lo cual proporciona una mayor confiabilidad en su operación en aplicaciones industriales donde existen peligro debido al medio ambiente, alta repetitividad, altas temperaturas, ruido ambiente o eléctrico, suministro de potencia eléctrica no confiable, vibraciones mecánicas etc.

Este capítulo contiene información sobre cómo montar y programar los PLCs S7-1200 y está dirigido a ingenieros, programadores, técnicos de instalación y electricistas que dispongan de conocimientos básicos sobre los controladores lógicos programables.

3.1.2. Definición del PLC

EL PLC es un aparato electrónico operado digitalmente que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones las cuales implementan funciones específicas tales como lógicas, secuenciales, temporización, conteo y aritméticas, para controlar a través de módulos de entrada /salida digitales y analógicas, varios tipos de máquinas o procesos. Una computadora digital que es usada para ejecutar las funciones de un controlador programable, se puede considerar bajo este rubro. Se excluyen los controles secuenciales mecánicos.

De una manera general podemos definir al controlador lógico programable a toda máquina electrónica, diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial procesos secuenciales de control. Su programación y manejo puede ser realizado por personal con conocimientos electrónicos sin previos conocimientos sobre informática.

3.1.3. Ventajas de los PLCs

Los Controladores Lógicos Programables, PLC como ellos son comúnmente llamados, ofrecen muchas ventajas sobre otros dispositivos de control tales como relevadores, temporizadores electrónicos, contadores y controles mecánicos como del tipo tambor.

El objetivo de este texto es mostrar el funcionamiento interno y de programación de este tipo de controladores, además de mostrar algunas de sus aplicaciones en la industria, también realizar una serie de prácticas para que el técnico o ingeniero en la industria pueda iniciarse en este apasionante rama de la automatización.

3.1.4. Clasificación de los PLC

Debido a la gran variedad de distintos tipos de PLC, tanto en sus funciones, en su capacidad, en su aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías.

✓ **PLC tipo Nano:**

Generalmente PLC de tipo compacto (Fuente, CPU e I/O integradas) que puede manejar un conjunto reducido de I/O, generalmente en un número inferior a 100. Permiten manejar entradas y salidas digitales y algunos módulos especiales.

✓ **PLC tipo Compactos:**

Estos PLC tienen incorporado la Fuente de Alimentación, su CPU y módulos de I/O en un solo módulo principal y permiten manejar desde unas pocas I/O hasta varios cientos (alrededor de 500 I/O) , su tamaño es superior a los Nano PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como:

- ✓ Entradas y salidas análogas.
- ✓ Módulos contadores rápidos.
- ✓ Módulos de comunicaciones.
- ✓ Interfaces de operador.
- ✓ Expansiones de i/o.

✓ **PLC tipo Modular:**

Estos PLC se componen de un conjunto de elementos que conforman el controlador final, estos son:

- ✓ Rack.
- ✓ Fuente de Alimentación.
- ✓ CPU.

✓ **Módulos de I/O**

De estos tipos existen desde los denominados MicroPLC que soportan gran cantidad de I/O, hasta los PLC de grandes prestaciones que permiten manejar miles de I/O.

✓ **Constitución.**

Un autómata programable propiamente dicho está constituido por:

- ✓ **Un dispositivo de alimentación:** que proporciona la transformación de la energía eléctrica suministrada por la red de alimentación en las tensiones continuas exigidas por los componentes electrónicos.

- ✓ **Una tarjeta procesadora:** es el cerebro del autómata programable que interpreta las instrucciones que constituyen el programa grabado en la memoria y deduce las operaciones a realizar.
- ✓ **Una tarjeta de memoria:** contiene los componentes electrónicos que permiten memorizar el programa, los datos (señales de entrada) y los accionadores (señales de salida).

3.1.5. Campos de aplicación de los PLCs

EL PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del Hardware y Software amplía continuamente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el aspecto de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario realizar procesos de maniobra, control, señalización, etc... Por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial de cualquier tipo al de transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, las extremas facilidades de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficiencia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se reduce necesidades tales como: Espacio reducido. Procesos de producción periódicamente cambiantes

Maquinaria de procesos variables. Instalación de procesos complejos y amplios. Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

3.1.5.1. Ejemplos de aplicaciones de un PLC

- ✓ Maniobras de máquinas.
- ✓ Maquinaria industrial del mueble y la madera.
- ✓ Maquinaria en proceso de grava, arena y cemento.
- ✓ Maquinaria en la industria del plástico.
- ✓ Maquinaria de ensamblaje.

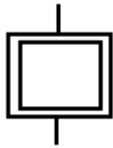
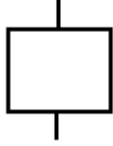





3.2. LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

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

3.2.1. GRAFCET

El GRAFCET (GRAphe Fonctionnel de Commande Etapes-Transitions) es un método gráfico que permite representar los automatismos secuenciales describiendo gráficamente la evolución del automatismo y los diferentes comportamientos de este.

GRAFCET es el acronismo para: GRAfico Funcional de Control de Etapas y Transiciones

Símbolo	Nombre	Descripción
	Etapa inicial	Indica el comienzo del esquema GRAFCET y se activa al poner en RUN el autómat. Por lo general suele haber una sola etapa de este tipo.
	Etapa	Su activación lleva consigo una acción o una espera.
	Unión	Las uniones se utilizan para unir entre sí varias etapas.
	Transición	Condición para desactivarse la etapa en curso y activarse la siguiente etapa, Se indica con un trazo perpendicular a una unión.
	Direccionamiento	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 grafcet es lo que pasa cuando se cierran
	Proceso simultáneo	Muestra la activación o desactivación de varias etapas a la vez.
	Acciones asociadas	Acciones que se realizan al activarse la etapa a la que pertenecen.

Fuente: Obtenido de <http://formacion.plcmadrid.es/descargas/docs/Grafcet0.pdf>

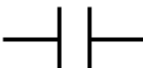
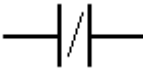


TABLA III.I Elementos grafcet

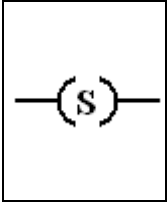
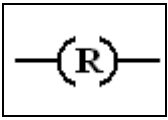
3.2.2. LADDER

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.

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.

TABLA III.II Elementos LADDER

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 RESET	Permite desactivar una bobina SET previamente activada.

Fuente: Obtenido de www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/.../Diagrama%20Escalera.pdf

TABLA III.II Elementos Ladder ("Continuación")

3.3. PLC SIEMENS S7-1200

3.3.1. Introducción

El mundo del S7-1200, es el último dentro de una gama de controladores SIMATIC de Siemens. El controlador compacto SIMATIC S7-1200 es el modelo modular y compacto para pequeños sistemas de automatización que requieran funciones simples o avanzadas para lógica, HMI o redes. Gracias a su diseño compacto, su bajo coste y sus potentes funciones, los sistemas de automatización S7-1200 son idóneos para controlar tareas sencillas.

En el marco del compromiso SIMATIC para con la automatización plenamente integrada (TIA: Totally Integrated Automation), la familia de productos S7-1200 y la herramienta de programación STEP 7 Basic proporcionan la flexibilidad necesaria para cubrir las diferentes necesidades de automatización de cada caso.

La gama S7-1200 abarca distintos controladores lógicos programables (PLCs) que pueden utilizarse para numerosas tareas. Gracias a su diseño compacto, bajo costo y amplio juego de instrucciones, los PLCs S7-1200 son idóneos para controlar una gran variedad de aplicaciones. Los modelos S7-1200 y el software de programación basado en Windows ofrecen la flexibilidad necesaria para solucionar las tareas de automatización.



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

Figura III.1 Controlador S7-1200 Compacto

La solución basada en el controlador SIMATIC S7-1200, diseñado dentro de la categoría de "compactos", se compone del controlador SIMATIC S7-1200 y los paneles SIMATIC HMI Basic, ambos programables con el software de configuración SIMATIC STEP 7 Basic. La posibilidad de programar ambos dispositivos con el mismo software reduce significativamente los costes de desarrollo.

3.3.2. Partes y Características del PLC SIEMENS S7-1200

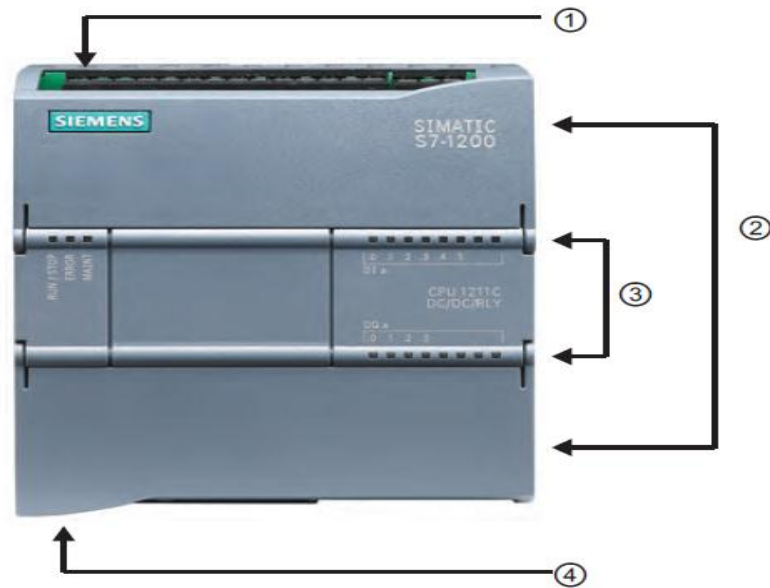
La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC.

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

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

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

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



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

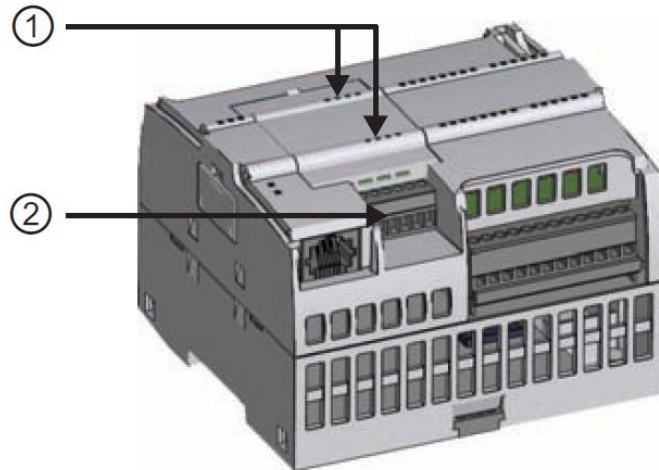
Figura III.2 Partes PLC S7-1200.

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

3.3.3. SINGALBOARDS

Una SignalBoard (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.

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



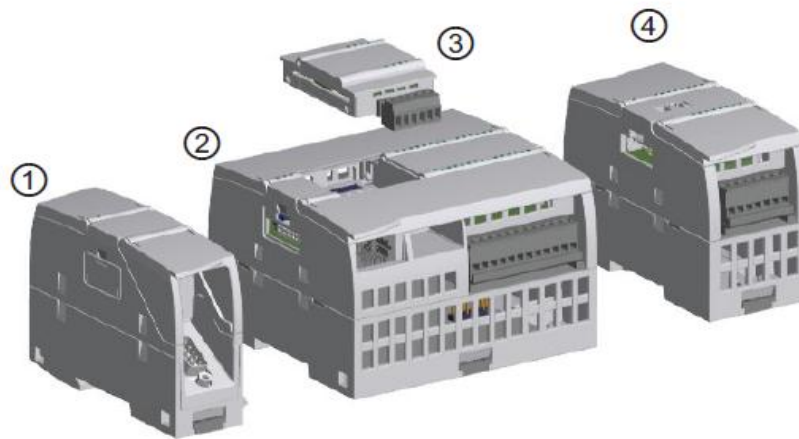
Fuente: Obtenido de https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/S7-1200_Paso_a_Paso_v1.0.pdf

Figura III.3 Controlador S7-1200 Compacto SignalBoards

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

3.3.4. Ampliar la capacidad de la CPU

La gama S7-1200 ofrece una gran variedad de módulos de señales y SignalBoards que permiten ampliar las prestaciones de la CPU. También es posible instalar módulos de comunicación adicionales para soportar otros protocolos de comunicación. Para más información sobre un módulo en particular.



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

Figura III.4 Módulos de Aplicación

- ① Módulo de comunicación (CM). ③ SignalBoard (SB).
 ② CPU. ④ Módulo de señales (SM).

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

TABLA III.III Especificaciones para los Módulos de Ampliación

3.3.5. Estados operativos de la CPU

La CPU tiene tres estados operativos, a saber: STOP, ARRANQUE y RUN. Los LEDs de estado en el frente de la CPU indican el estado operativo actual.

- ✓ En estado operativo STOP, la CPU no ejecuta el programa, por lo que es posible cargar un proyecto en la CPU.
- ✓ En estado operativo ARRANQUE, la CPU ejecuta la lógica de arranque, si la hubiere. Los eventos de alarma no se procesan durante el arranque.
- ✓ En estado operativo RUN, el ciclo se ejecuta repetidamente. Pueden aparecer eventos de alarma que se procesan en cualquier fase del ciclo del programa.

La CPU no dispone de interruptores físicos para cambiar de estado operativo (STOP o RUN). Al configurar la CPU en la configuración de dispositivos, es posible definir el comportamiento en arranque en las propiedades de la CPU.



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

Figura III.5 Estado Operativo CPU

3.4. SOFTWARE DEL PLC STEP7 BASIC

STEP 7 Basic proporciona un entorno de fácil manejo para configurar la lógica del controlador, la visualización de HMI y la comunicación por red. Para aumentar la productividad, STEP 7 Basic ofrece dos vistas diferentes del proyecto, a saber: Distintos portales orientados a tareas y organizados según las funciones de las herramientas (vista del portal) o una vista orientada a los elementos del proyecto (vista del proyecto). El usuario puede seleccionar la vista que considere más apropiada para trabajar eficientemente. Con un solo clic es posible cambiar entre la vista del portal y la vista del proyecto.

La vista del proyecto proporciona una vista funcional de las tareas del proyecto y organiza las herramientas de acuerdo con la tarea que se va a realizar. Es posible determinar fácilmente el procedimiento y la tarea que debe seleccionarse.

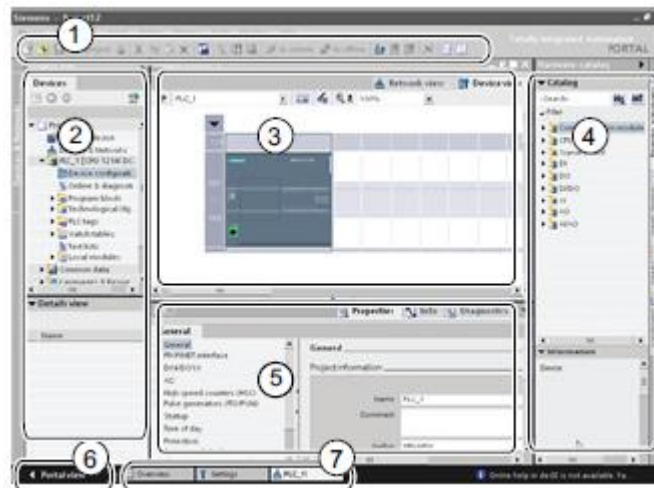
- ① Portales para las diferentes tareas
- ② Tareas del portal seleccionado
- ③ Panel de selección para la acción seleccionada
- ④ Cambia a la vista del proyecto



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

Figura III.6 Vista Principal del TIA Portal STEP 7

La vista del proyecto proporciona acceso a todos los componentes del proyecto.



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

Figura III.7 Componentes del Proyecto

① Menús y barra de herramientas

- ② Árbol del proyecto.
- ③ Área de trabajo.
- ④ TaskCards.
- ⑤ Ventana de inspección.
- ⑥ Cambia a la vista del portal.
- ⑦ Barra del editor.

Puesto que todos estos componentes se encuentran en un solo lugar, es posible acceder fácilmente a todas las áreas del proyecto. La ventana de inspección, por ejemplo, muestra las propiedades e información acerca del objeto seleccionado en el área de trabajo.

Si se seleccionan varios objetos, la ventana de inspección muestra las propiedades que pueden configurarse. La ventana de inspección incluye fichas que permiten ver información de diagnóstico y otros mensajes.

La barra de editores agiliza el trabajo y mejora la eficiencia, ya que muestra todos los editores que están abiertos. Para cambiar entre los editores abiertos, basta con hacer clic sobre el editor en cuestión. También es posible visualizar dos editores simultáneamente, ya sea en mosaico vertical u horizontal. Esta función permite mover elementos entre los editores mediante Drag&Drop.

3.4.1. Herramientas fáciles de usar

3.4.1.1. Fácil entrada de instrucciones en el programa de usuario

El STEP 7 Basic dispone de TaskCards que contienen las instrucciones que pueden utilizarse en el programa. Las instrucciones se agrupan por funciones.

Para crear el programa, arrastre las instrucciones desde las TaskCards a los diferentes segmentos mediante Drag&Drop.



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

Figura III.8 Fácil Entrada de Instrucciones

3.4.1.2. Fácil acceso a las instrucciones más utilizadas desde la barra de herramientas

El STEP 7 Basic proporciona una barra de herramienta de "Favoritos" que permite acceder rápidamente a las instrucciones utilizadas con mayor frecuencia.



Fuente: Obtenido de <http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

Figura III.9 Barra de Herramientas

Sólo tiene que hacer clic en el botón de la instrucción que desea insertar en el segmento. Los "Favoritos" pueden personalizarse fácilmente agregando nuevas instrucciones. Para ello sólo hay que mover la instrucción a "Favoritos" mediante Drag&Drop.

3.4.2. Ejecución del programa de usuario

La CPU soporta los siguientes tipos de bloques lógicos que permiten estructurar eficientemente el programa de usuario:

- ✓ Los bloques de organización (OBs) definen la estructura del programa. Algunos OBs tienen reacciones y eventos de arranque predefinidos. No obstante, también es posible crear OBs con eventos de arranque personalizados.
- ✓ Las funciones (FCs) y los bloques de función (FBs) contienen el código de programa correspondiente a tareas específicas o combinaciones de parámetros. Cada FC o FB provee parámetros de entrada y salida para compartir datos con el bloque invocante. Un FB utiliza también un bloque de datos asociado (denominado DB instancia) para conservar el estado

de valores durante la ejecución que pueden utilizar otros bloques del programa.

- ✓ Los bloques de datos (DBs) almacenan datos que pueden ser utilizados por los bloques del programa.

La ejecución del programa de usuario comienza con uno o varios bloques de organización (OBs) de arranque que se ejecutan una vez al cambiar a estado operativo RUN, seguidos de uno o varios OBs de ciclo que se ejecutan cíclicamente. También es posible asociar un OB a un evento de alarma que puede ser un evento estándar o de error y que se ejecuta cada vez que ocurre el evento en cuestión.

Una función (FC) o un bloque de función (FB) es un bloque de código del programa que puede llamarse desde un OB, o bien desde otra FC u otro FB.

Son posibles los niveles siguientes:

- 16 desde OBs de ciclo o de arranque
- 4 desde OBs de alarma de retardo, alarma cíclica, alarma de proceso, alarma de error de tiempo o alarma de diagnóstico.

Las FCs no están asociadas a ningún bloque de datos (DB) en particular, mientras que los FBs están vinculados directamente a un DB que utilizan para transferir parámetros, así como para almacenar valores intermedios y resultados.

El tamaño del programa de usuario, los datos y la configuración está limitado por la memoria de carga disponible y la memoria de trabajo de la CPU. El

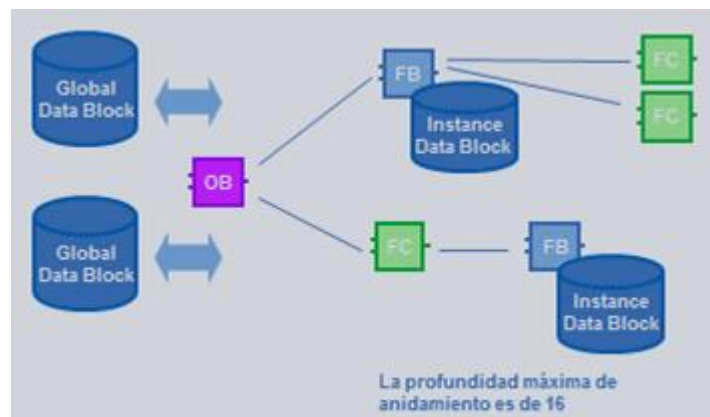
número de bloques soportado no está limitado dentro de la cantidad de memoria de trabajo disponible.

En cada ciclo se escribe en las salidas, se leen las entradas, se ejecutan las instrucciones del programa de usuario y se realiza el mantenimiento del sistema o procesamiento en segundo plano. En inglés, el ciclo también se llama "scancycle" o "scan".

3.4.3. Estructura del programa S7-1200 en Step 7 Basic

STEP 7 Basic utiliza la misma arquitectura de bloques que el S7-300.

- ✓ Modularización y reutilización más sencilla.
- ✓ Los objetos tecnológicos (p.ej.. PID control) se pueden estandarizar y llamar varias veces.
- ✓ Soporta referencias simbólicas.



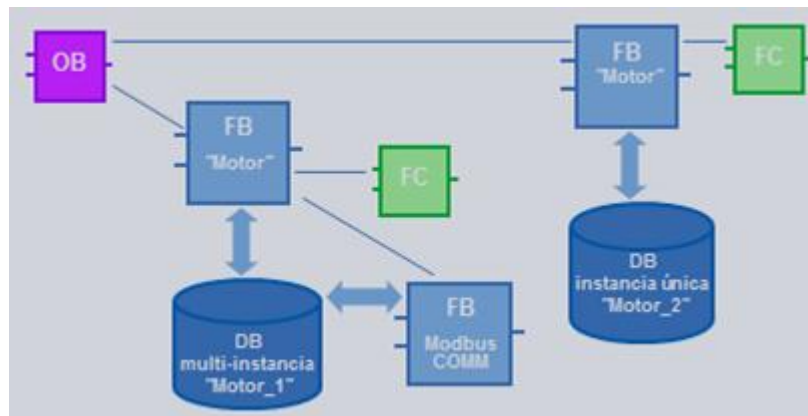
Fuente: Obtenido de <http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

Figura III.10 Estructura del Programa S7-1200

3.4.4. Tipos de bloques de datos de instancias del S7-1200

STEP 7 Basic utiliza bloques de datos de instancia única y multi-instancia.

- ✓ Un bloque de función (FB) puede llamarse varias veces.
- ✓ Un tipo de FB (p.ej. el FB "Motor") puede controlar varios accionamientos.
- ✓ Los datos reales de los diferentes accionamientos se pueden almacenar en distintos DBs de instancia única o multi-instancia.
- ✓ Dos FB pueden compartir un DB multi-instancia y así optimizar el uso de la memoria.



Fuente: Obtenido de <http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

Figura III.11 Tipos de Bloques de Datos

3.4.5. Interfaz PROFINET

La interfaz PROFINET integrada puede usarse indistintamente para la programación o para la comunicación HMI o de CPU a CPU. Además, permite la comunicación con equipos de otros fabricantes, mediante protocolos abiertos

de Ethernet. Esta interfaz ofrece una conexión RJ45 con función Autocrossing y permite velocidades de transferencia de datos de 10/100 Mbits/s.

La interfaz PROFINET integrada permite la comunicación con:

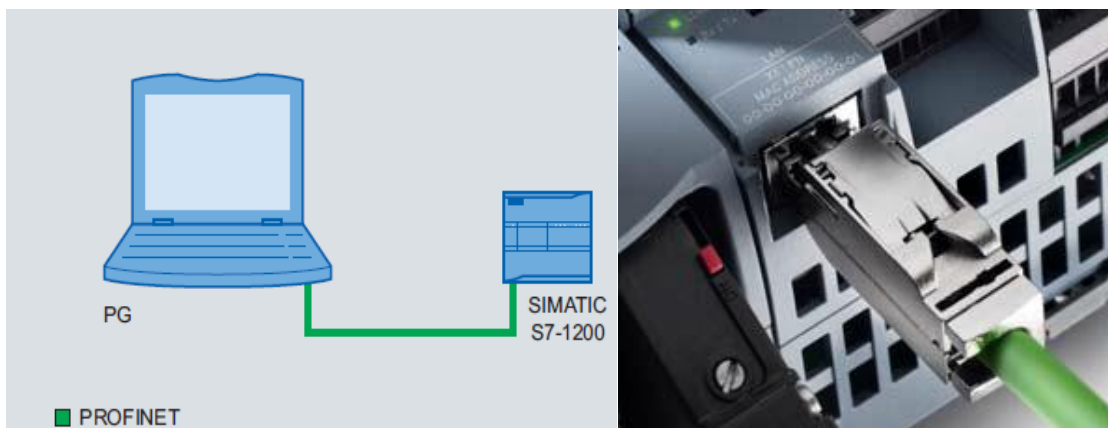
- ✓ Programadora
- ✓ Dispositivos HMI
- ✓ Otros controladores SIMATIC

Los siguientes protocolos son compatibles:

- ✓ TCP/IP
- ✓ ISO on TCP
- ✓ Comunicación S7

Es posible conectar:

- ✓ Programadora Field PG y PC mediante cable CAT5 estándar.



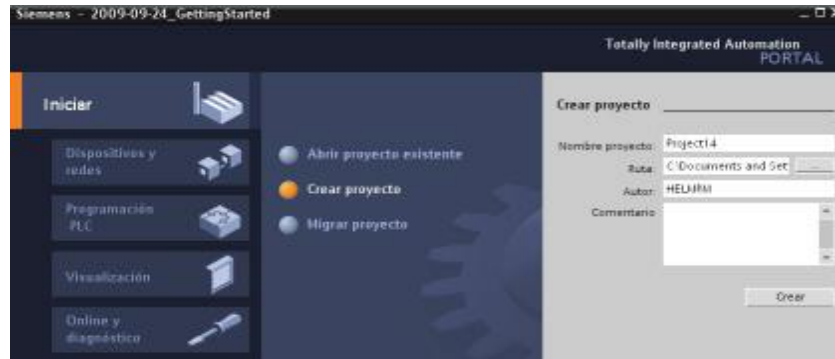
Fuente: Obtenido de <http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

Figura III.12 Conexión de PG y CPU de Simatic S7-1200

3.4.6. Programar en STEP 7 Basic

Tras abrir STEP 7 Basic, haga clic en "Crear proyecto" en el portal de inicio.

Introduzca el nombre del proyecto y haga clic en "Crear".



Fuente: Obtenido de

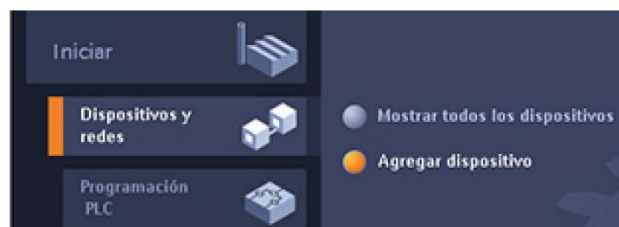
<http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

Figura III.13 Crear Proyecto

3.4.7. Configuración de dispositivos

Para crear la configuración de dispositivos, agregue un dispositivo al proyecto.

- ✓ En la vista del portal, seleccione "Dispositivos y redes" y haga clic en "Agregar dispositivo".



Fuente: Obtenido de

<http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

Figura III.14 Forma de Agregar Dispositivo en STEP7

- ✓ En la vista del proyecto, bajo el nombre del proyecto, haga doble clic en "Agregar nuevo dispositivo".



Fuente: Obtenido de <http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

Figura III.15 Agregar un Nuevo Dispositivo

3.4.7.1. Insertar una CPU

La configuración de dispositivos se crea insertando una CPU en el proyecto. Al seleccionar la CPU en el diálogo "Agregar nuevo dispositivo" se crean el rack y la CPU.

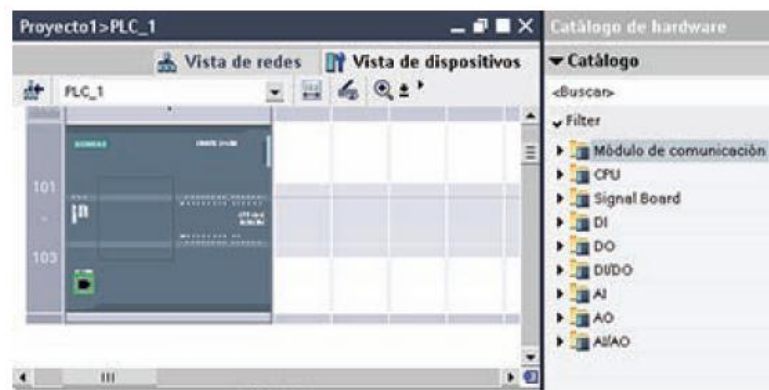
Diálogo "Agregar nuevo dispositivo"



Fuente: Obtenido de <http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

Figura III.16 Forma de Insertar un Dispositivo

Vista de dispositivos de la configuración de hardware.



Fuente: Obtenido de <http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

Figura III.17 CPU Insertada

3.4.7.2. Detectar una CPU automáticamente sin especificar

Cargar una configuración hardware existente es muy fácil.

Si existe una conexión con una CPU, es posible cargar su configuración en el módulo (incluidos los módulos). Tan sólo hay que crear un proyecto nuevo y seleccionar la "CPU sin especificar" en lugar de una específica. (También es posible omitir la configuración de dispositivo por completo seleccionando "Crear un programa PLC" en "Primeros pasos". Entonces STEP 7 Basic crea automáticamente una CPU sin especificar.) En el editor de programación, seleccione el comando "Detección de hardware" del menú "Online".



Fuente: Obtenido de <http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

Figura III.18 Detención del Hardware

En el editor de configuración de dispositivos, seleccione la opción de detección del dispositivo conectado.



Fuente: Obtenido de <http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

Figura III.19 Detención de Dispositivo Conectado

Tras seleccionar la CPU en el cuadro de diálogo online, STEP 7 Basic carga la configuración hardware de la CPU, incluyendo todos los módulos (SM, SB o CM).

Entonces pueden configurarse los parámetros de la CPU y de los módulos.



Fuente: Obtenido de <http://www.catedu.es/elechomon/s71200/CARACTERISTICAS%20Y%20MONTAJE%20DEL%20SIMULADOR%20S7-1200.pdf>

Figura III.20 Diagnostico Online

CAPÍTULO IV

4. DISEÑO DEL MÓDULO

4.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se hace referencia al diseño ya que del diseño mecánico depende nuestro módulo de clasificación de piezas, el diseño es muy importante en la ejecución de proyectos porque con este se puede hacer una proyección final del módulo.

Para la elaboración de diseño primero tenemos que contar con medidas de las piezas para la elaboración del módulo. Y así tener una imagen clara del diseño, para esto hoy en día encontramos una variedad de software para diseñar

piezas mecánicas por ello procedimos a utilizar un software muy reconocido cómo es SOLIDWORKS.

4.2. SOLIDWORKS

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. En la figura IV.1 se muestra el software utilizado.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura IV.1 Presentación de SOFTWARE solidworks

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 del módulo

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)

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.I 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	1	Perfil angular de 2mm	16,50	16,50
4	4	Perfil modular de 31x31mm	69,00	276,00
5	70	Tapas para perfil de aluminio	0,65	45,50
6	1	Motor de engranajes 24Vdc	150,00	150,00
7	1	Banda transportadora	20,00	20,00
8	20	Tuercas cabeza de martillo	6,00	120,00
9	1	Caja pulsadores/selector	25,00	25,00
10	1	Luz piloto naranja 24Vdc	4,50	4,50
11	2	Pulsador rojo, verde de 24vdc	5,00	10,00
12	2	Borneras prediseñadas	20,00	40,00
13	12	Cable de red (metros)	0,70	8,40
14	2	Conectores RJ45	0,25	0,50
15	2	Conector DB25 macho, hembra	2,30	4,60
16	5	Funda de terminales (cable 18AWG)	4,00	20,00

17	2	Relé 24Vdc	16,00	32,00
18	12	Cable 18AWG (metros)	0,90	10,80
19	1	Canaleta ranurada	8,50	8,50
20	1	Riel DIN	10,00	10,00
21	2	Cilindro neumático	40,00	80,00
22	12	Racores	2,00	24,00
23	6	Manguera neumática (metros)	2,00	12,00
24	1	Bloque de distribución neumática	12,00	12,00
25	2	Electroválvula	50,00	100,00
26	4	Silenciador neumático	3,00	12,00
27	2	Sensor de cilindro CSI-G	30,00	60,00
28	1	Sensor Inductivo	55,00	55,00
29	1	Sensor de fibra óptica BF4RP	70,00	70,00
30	1	Sensor óptico	65,00	65,00
31	1	PLC Siemens S7-1200 CPU 1212C	450,00	450,00
		HERRAMIENTAS		
32	1	Funda de amarras plásticas	2,00	2,00
33	4	Piezas de trabajo	5,00	20,00
34	2	Herramientas de trabajo	100,00	200,00
		OTROS GASTOS		
35	1	Movilización	150,00	150,00
36	1	Útiles de oficina	70,00	70,00
37	2	Mano de obra	300,00	500,00
38	1	Impresiones	80,00	80,00
39	120	Horas de internet	0,60	72,00
40	1	Copias	40,00	40,00
41	1	Gastos varios	150,00	150,00
		TOTAL (\$)		3366,30

Fuente: Realizado por los Autores

Tabla IV.I Detalles de Gastos ("Continuación")

CAPÍTULO V

5. IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO

5.1. INTRODUCCIÓN

Un automatismo es un dispositivo que realiza una tarea de manera automática de acuerdo a los parámetros con los cuales ha sido diseñado. El objetivo de un sistema automático principalmente es, aumentar la eficiencia del proceso, incrementando la velocidad, calidad, precisión, y disminuyendo los riesgos de producción.

La tecnología avanza a pasos agigantados, con ello los procesos industriales han sufrido grandes cambios, dando lugar a la implementación de sistemas automáticos en toda industria a nivel mundial. Debido a esta gran evolución

tecnológica quienes estamos relacionados de una u otra forma con el tema, debemos estar en una mejora constante e informada sobre las nuevas innovaciones. Esta es la razón del desarrollo del presente proyecto, que tiene por misión introducirnos de alguna forma en lo que tiene que ver con el control automático de procesos.

El presente capítulo detalla la implementación y las diferentes partes que conforman el módulo para el proceso de clasificación. El sistema consta principalmente de sensores, unidad de control (PLC Siemens S7-1200) y actuadores, englobando así todo el proceso de clasificación.

5.2. MONTAJE MECÁNICO

Es la unión de la estructura básica en la cual se inicia el montaje mecánico, y donde se ubican los demás sistemas y componentes del módulo de clasificación, se realiza mediante perfiles y accesorios de perfilería modulares, todos están elaborados en material de aluminio, los mismos que se describen a continuación.

5.2.1. Ensamblaje del módulo

El ensamblaje del módulo se lo realiza por partes, iniciando con el montaje de la estructura metálica, ubicación del riel din y canaletas seguidas por los actuadores eléctricos y neumáticos, ubicación de sensores, montaje de la

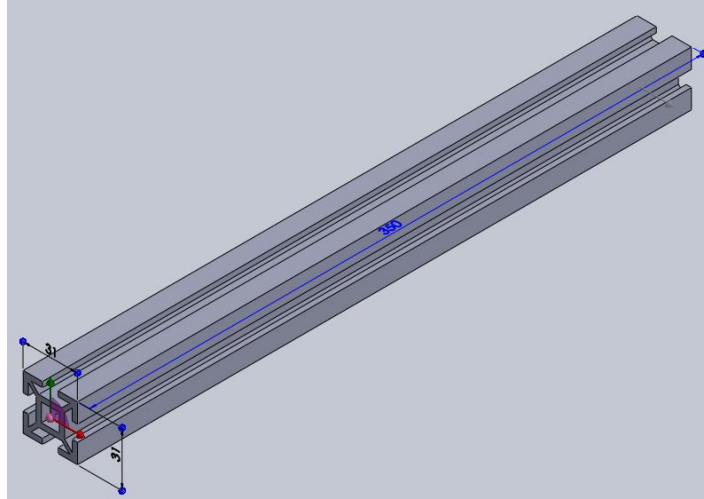
unidad de control (PLC) y la realización del cableado eléctrico entre los diferentes dispositivos.

5.2.2. Montaje de la estructura metálica

Una estructura es un grupo básico que constituye el cuerpo de un equipo o máquina. La estructura básica propiamente dicha de una unidad de procesamiento, tiene que ser capaz de absorber las fuerzas y transmitir las al suelo.

En la práctica se han impuesto las estructuras de aluminio de gran resistencia y con perfiles de alta precisión. La estructura metálica viene a ser la mesa del módulo donde se ubicaran todos los dispositivos que conforman el módulo de clasificación, además servirá para darle movilidad al módulo con el sistema de ruedas incorporado en sus bases.

La estructura del módulo está fabricado en perfil modular de aluminio de 31x31 mm de cuatro canales y de longitud variada. 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: Realizado por los Autores

Figura V.1 Perfil modular de aluminio.

5.2.2.1. Conectores de perfil perpendicular

El conector de perfil perpendicular de acero zancado está diseñado 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.

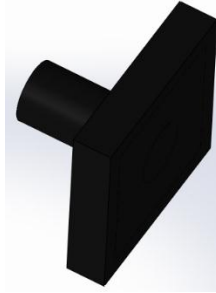


Fuente: Realizado por los autores

Figura V.2 Conector de perfil perpendicular

5.2.2.2. Tapas laterales

Este accesorio conocido también como tapa lateral o tapa ranuras, se lo ubica en los extremos de las placas y perfiles, se lo utiliza para protección, además de servir como un dispositivo de seguridad.

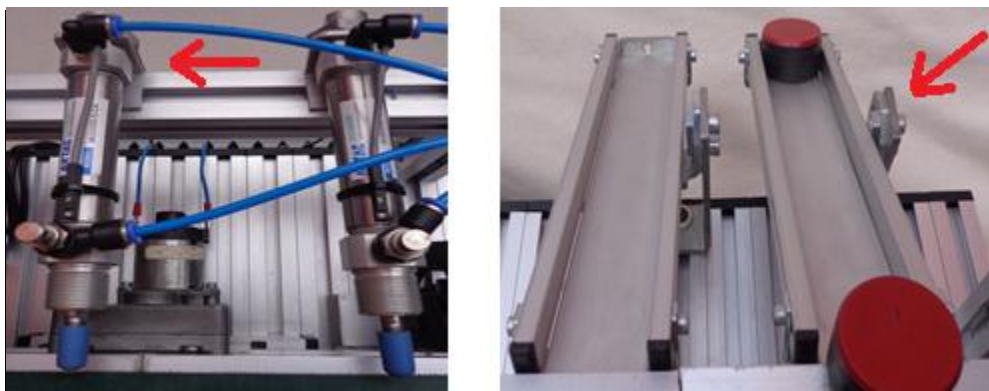


Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.3 Tapas Laterales para perfil

5.2.2.3. Ángulos de sujeción

Los ángulos de sujeción son elaborados de aluminio, estos sirven como soporte para varios elementos y accesorios que van acoplados en sus respectivos marcos hechos a medida para cada elemento.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.4 Ángulos de sujeción

El ángulo de sujeción se lo utiliza para:

- ✓ Acoplar los cilindros neumáticos.
- ✓ Acoplar el encoder a la mesa de aluminio.
- ✓ Acoplar las rampas, a la mesa de aluminio.

5.2.2.4. Canaleta ranurada y Riel DIN

Estos elementos son fijados sobre la mesa de aluminio mediante el empleo de tornillos.

- ✓ La canaleta es utilizada para el sistema de cableado eléctrico, es por donde se ubicaran los diferentes cables de los actuadores y sensores eléctricos.
- ✓ El riel DIN es utilizado para el montaje de los elementos de control y mando ya que estos dispositivos están diseñados para ser ubicados con facilidad sobre dicho elemento.



Fuente: Realizado por los Autores

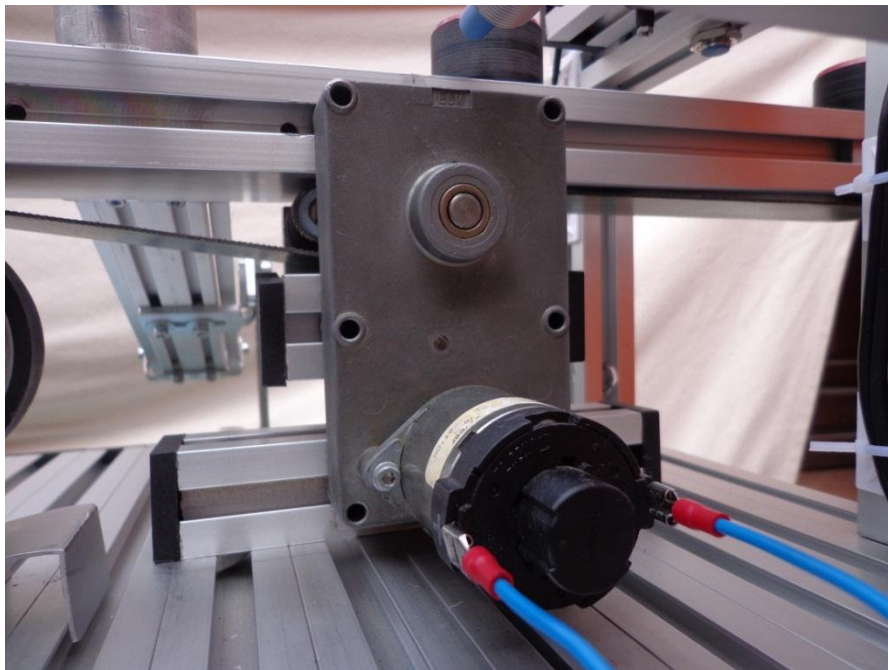
Figura V.5 Canaleta ranurada y Riel DIN

5.2.3. Montaje eléctrico

5.2.3.1. Motor eléctrico

El motor eléctrico se ubica sobre la estructura mecánica de perfil de aluminio, es utilizado para darle movilidad a la banda transportadora por donde circularan las piezas para su clasificación.

El motor empleado para este fin, es un motor de engranajes de 24V de corriente continua, ya que no tiene un consumo excesivo de corriente durante su funcionamiento, una de las desventajas es la velocidad pero esto es recompensado con una mayor entrega de torsión, debido al sistema incorporado de engranajes la misma que permitirá el movimiento de las piezas.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.6 Montaje del motor de engranaje 24 VDC

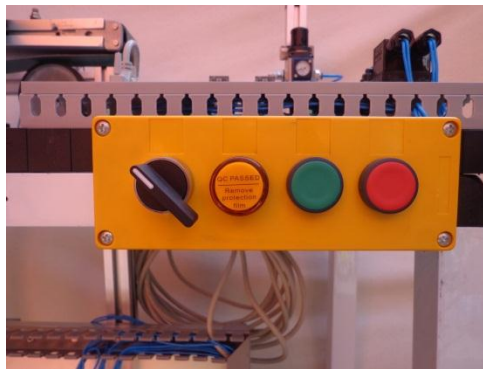
El motor es accionado mediante relés de 24Vdc, el cual es controlado por una señal emitida por las salidas % Q0.2 y la % Q0.3 del PLC Siemens.

5.2.3.2. Dispositivos de control

Los dispositivos de control se encuentra ubicados en la parte frontal del módulo, en este panel se encuentran los elementos de maniobra y control para el funcionamiento del módulo.

A continuación se detalla los elementos de control y maniobra del módulo de clasificación de piezas.

✓ Botonera



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.7 Botonera

La botonera está compuesto de:

- ✓ Selector. Sirve para el encendido y apagado general del módulo.

- ✓ Pulsador de color verde. Es el botón de inicio del proceso, este inicia la secuencia de trabajo.
 - ✓ Pulsador de color rojo. Es el botón de paro del proceso, este paraliza la secuencia de trabajo.
 - ✓ Luz piloto color naranja. Indica que el sistema esta encendido y listo para iniciar el proceso.
-
- ✓ **PLC**

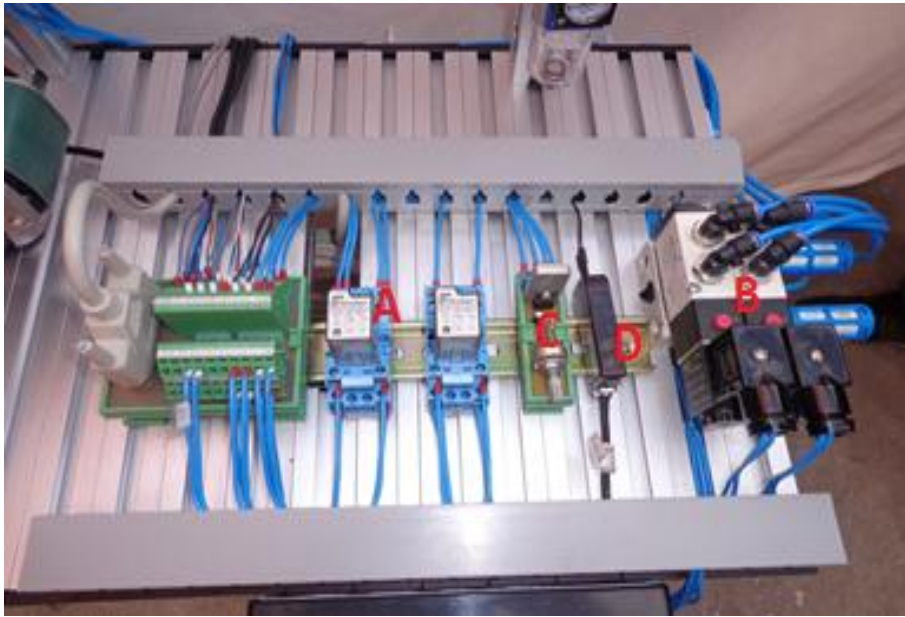
Se encuentra montado sobre un riel DIN, en la parte frontal del módulo. Este dispositivo procesa las señales provenientes de los sensores activando y desactivando las salidas dependiendo del programa que contiene.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.8 PLC

✓ OTROS DISPOSITIVOS



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.9 Otros dispositivos

A. Relés

Se tiene dos relés, ubicados en la parte superior de la mesa de aluminio, montado sobre un riel DIN. Cumple la función de cambio del sentido de giro del motor, dependiendo del control del programa del PLC.

B. Electroválvulas

Se cuenta con dos electroválvulas, ubicadas en la parte superior de la mesa de aluminio, montadas sobre un bloque de distribución de aire. Tiene por función la activación de los cilindros neumáticos dependiendo de las salidas activadas por el PLC.

C. Variador de velocidad

Ubicado en la parte superior del módulo. Cumple la función de variar la velocidad del motor dependiendo de la manipulación del usuario.

D. Dispositivo BF4RP

Montado sobre un riel DIN, en la parte superior de la mesa de aluminio. Este dispositivo convierte la señal luminosa proveniente de la fibra óptica en señal eléctrica para que sea ingresado al PLC para su proceso dependiendo del programa.

5.2.4. Montaje neumático

En este punto se realiza la ubicación e interconexión de los dispositivos neumáticos a fin de conseguir un funcionamiento óptimo del módulo de clasificación de piezas.

A continuación se detalla los dispositivos de la línea de conexión neumática.

- ✓ Unidad de mantenimiento.
- ✓ Bloque de distribución para electroválvulas.
- ✓ Actuadores neumáticos.

Se inicia con la ubicación de la unidad de mantenimiento, el cual está sujeto a la placa de aluminio mediante una estructura de soporte.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.10 Montaje de la unidad de mantenimiento

La unidad de mantenimiento consta principalmente de:

- 1) Regulador de presión.
- 2) Filtro
- 3) Entrada de aire proveniente de un almacenador de aire comprimido.
- 4) Salida de alimentación de aire regulado.

En el siguiente paso se procede a ubicar el bloque de distribución, la función de este bloque es distribuir el aire proveniente de la unidad de mantenimiento hacia todas las vías donde se ubicaran las electroválvulas, este bloque también contiene vías para el escape de aire donde se instala los elementos silenciadores para disminuir el ruido.

Por último se tiene la instalación de los actuadores neumáticos, en este caso se tienen dos cilindros neumáticos de doble efecto, los cuales están montados a la placa de aluminio mediante un soporte y ángulos de sujeción de aluminio. Los cilindros vienen 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.

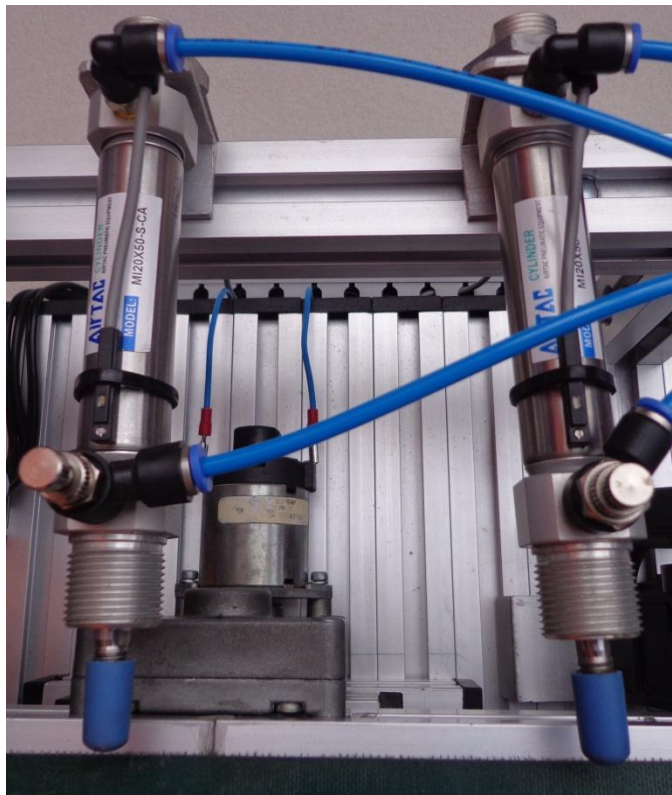
El sistema neumático puede trabajar con presión de aire de hasta 8 bares según las características de los elementos, para evitar daños se recomienda que la presión de trabajo sea menor que la presión de servicio.

5.2.4.1. Cilindros neumáticos

Se tiene dos cilindros de doble efecto que operan en desplazamiento horizontal, la velocidad de desplazamiento de salida del vástago del cilindro puede ser regulada a través de las válvulas reguladoras de caudal.

El funcionamiento del primer cilindro se da cuando el sensor de fibra óptica haya detectado una pieza plástica de color rojo, activando la entrada %I0.7 del PLC, esto da paso a la activación de la salida %Q0.0 que acciona la electroválvula denominada VALVULA_1. Esto hace que el motor se detenga hasta que el vástago haya alcanzado su final que es detectado por un sensor magnético de fin de carrera.

El segundo cilindro funciona de una manera muy similar al anterior. En este caso la pieza metálica es detectada por el sensor inductivo, esta señal es receptada en la entrada %I0.2 del PLC, el cual da la orden de activación de la salida %Q0.1 denomina VALVULA_2. Esto hace que el motor se detenga mientras el vástago empuja la pieza hacia la rampa hasta alcanzar su final que es detectado por un sensor magnético de fin de carrera.



Fuente: Realizado por los Autores

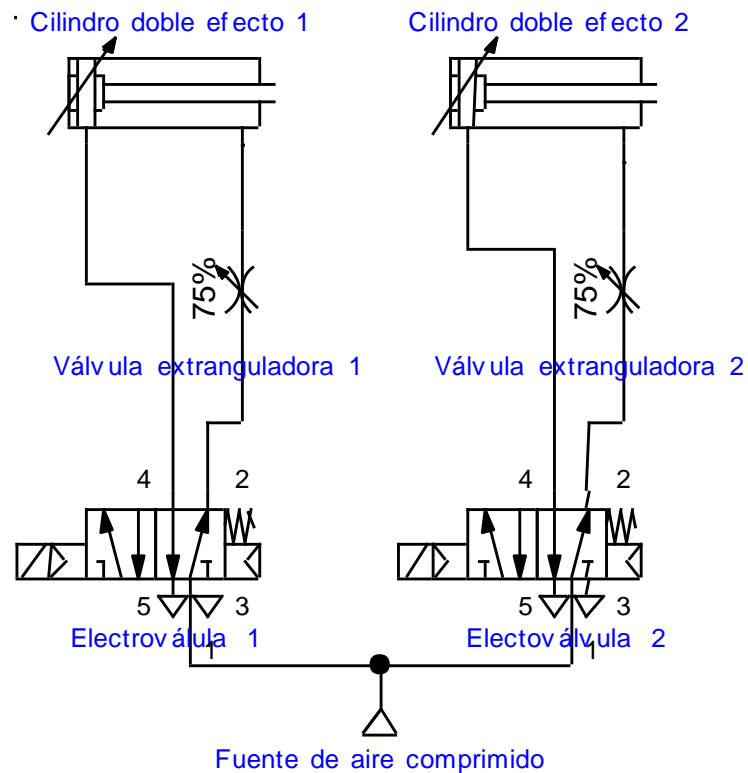
Figura V.11 Cilindros Neumáticos

5.2.4.2. Conexión de aire

Las conexiones neumáticas se realizaron mediante el uso de manguera flexible y racores, lo que nos facilitó realizar una rápida instalación de aire comprimido

en los diferentes dispositivos neumáticos del módulo. Esta instalación mediante el uso de racores está diseñada para conectar o desconectar la manguera de aire de una manera muy sencilla sin el empleo de herramientas, facilitando el mantenimiento del sistema neumático y la realización de nuevas conexiones.

A continuación se ilustra el circuito neumático de cada uno de los cilindros con el que se realizó la instalación.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.12 Diagrama de conexión neumática

5.2.5. Montaje de sensores

Todos los sensores utilizados en el módulo de clasificación se encuentran montados sobre la estructura de aluminio y distribuidos sobre la placa de acuerdo a la necesidad del sistema.

Estos dispositivos deben estar sujetos de una manera muy firme a la base para evitar un mal funcionamiento de los mismos o la desconexión de alguno de ellos.

5.2.5.1. Sensor de fibra óptica

Para el proceso de clasificación se emplearon diferentes tipos de pieza, metálica y plástica, en las plásticas encontramos dos colores negra y roja.

El sensor de fibra óptica se encuentra ubicado al inicio de la banda transportadora después del sensor óptico e inductivo.

El sensor de fibra óptica consta de dos partes:

- ✓ El cable de fibra óptica
- ✓ El dispositivo BF4RP que convierte la señal luminosa en eléctrica

El procedimiento de ajuste del sensor se lo realiza de la siguiente manera:

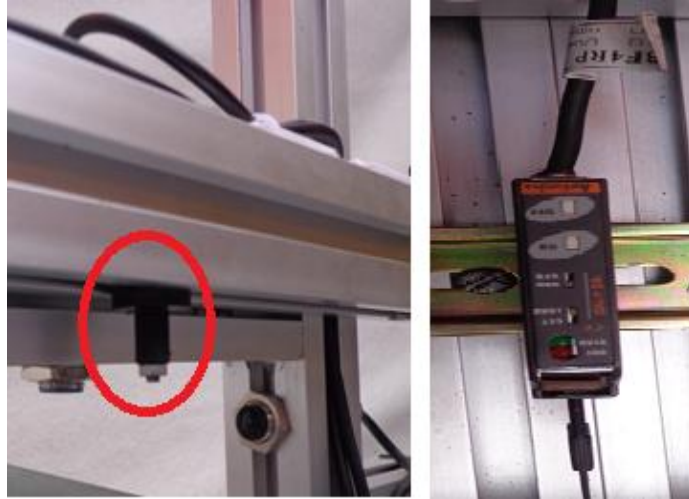
El cable de fibra óptica es el encargado de recibir la señal de la pieza plástica según el color, de ahí el dispositivo BF4RP procesa la señal.

Pasos para la configuración del dispositivo BF4RP:

- 1) Mover el selector al estado set.
- 2) Colocar la pieza color rojo a detectar en el extremo final de la fibra óptica.
- 3) Presionar el botón ON
- 4) Colocar la pieza color negro a detectar en el extremo final de la fibra óptica.
- 5) Presionar Off
- 6) Mover el selector al estado lock.

La función del sensor de fibra óptica es detectar las piezas plásticas de color negra o roja, esta señal es detectada en la entrada %I0.7 del PLC, la misma que se utiliza para dar la orden en el programa si se trata de una pieza de color roja esto dará paso a la activación de una de la electroválvula y respectivamente al cilindro, y si se trata de una pieza plástica de color negra da la orden que siga en la banda transportadora hasta el final para ser utilizada en un siguiente proceso.

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



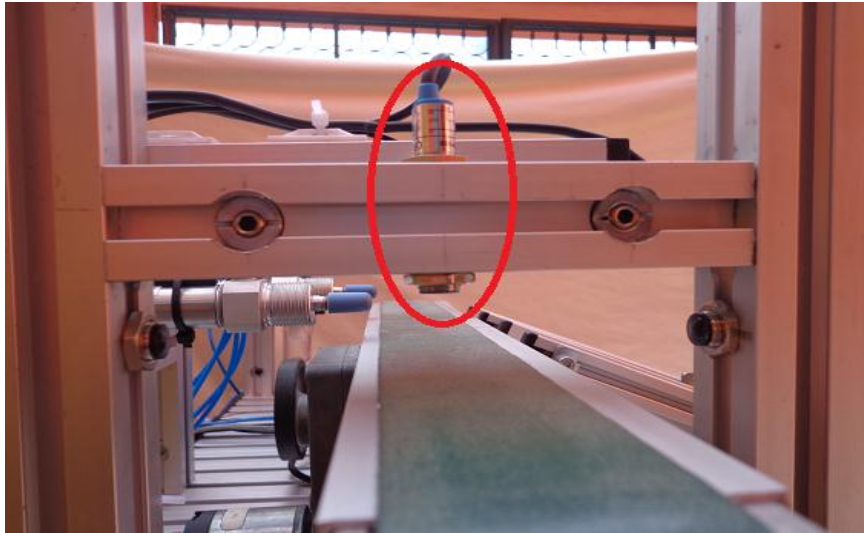
Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.33 Montaje del sensor de fibra óptica

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

5.2.5.2. Sensor Inductivo

El sensor inductivo se encuentra montado sobre un soporte de perfil de aluminio, el cual es asegurado a la estructura metálica mediante conectores de perfil perpendicular y regulado mediante tornillos de fijación tanto en la parte frontal como en la parte posterior del sensor, esto garantiza una mejor fijación y funcionamiento del dispositivo. Está ubicado al inicio de la banda transportadora en sentido vertical con respecto a la banda esto para lograr un mejor funcionamiento.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.44 Montaje del sensor inductivo

Debido a que el sensor es de tipo inductivo y posee una cubierta metálica el campo magnético se limita al frente del sensor teniendo como consecuencia distancias de detección cortas, por lo que la calibración para que detecte la pieza tiene que ser precisa. Se puede ajustar la distancia de detección moviendo el sensor en sentido vertical hasta obtener la distancia perfecta para su funcionamiento, luego asegurarlo con los tornillos de fijación que viene con el dispositivo.

La función es detectar las piezas metálicas que se encuentren en movimiento sobre la banda transportadora, cuando se haya detectado se enciende un led de color rojo, enviando una señal a la entrada %I0.2 del PLC. Esta señal es procesada dando la orden de activación de la salida %Q0.1 denominada VALVULA_2, con esta salida se activa la electroválvula poniendo en

funcionamiento al cilindro neumático dos, este proceso hace que la pieza sea desviada hacia la segunda rampa.

A continuación se muestra algunas de las características del sensor.

Descripción	Características
Marca	IBEST
Numero de modelo	IPS-12PO2B
Voltaje	15-30 VCD
Corriente de salida	4-20 mA
Grado del IP	IP67
Material de la cubierta	Latón niquelado
Temperatura	-25 a +70 °C

Fuente: Realizado por los Autores

Tabla V.I Características del sensor inductivo

5.2.5.3. Sensor óptico

Está compuesto de dos partes, uno que envía y el otro que recibe el haz de luz, el emisor posee un led de color verde que indica que está enviando el haz de luz, al contrario el receptor posee un led de color rojo que se enciende cuando el haz de luz ha sido cortado al ser atravesado por una pieza.

Se encuentran montados en sentido horizontal sobre un soporte de aluminio al inicio de la banda transportadora y regulados mediante tuercas el emisor frente al receptor en la misma línea de acción del haz de luz.

Tiene la función de detectar la existencia de una pieza plástica de color negra en la banda transportadora, mediante el corte del haz de luz provocada por la

pieza en movimiento, esta señal es enviada al PLC a través de la entrada %I0.3 el cual es recibida para ser proceda mediante la secuencia de programación.

Elementos utilizados en el montaje del sensor óptico reflectivo.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.55 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.

A continuación se detallan las características del sensor fotoeléctrico IBEST empleado en el desarrollo del módulo didáctico.

Descripción	Características
Marca	IBEST
Numero de modelo	PES-T12PO3MD
Voltaje	15-30 VCD
Corriente de salida	4-20 mA
Protección	IP67
Material	Latón niquelado
Luz de los recursos	Led infrarrojo
Respuesta	< 5 ms
Distancia	Max 3m

Fuente: Realizado por los Autores

Tabla V.II Características del sensor óptico

5.2.5.4. Sensor magnético

Los sensores magnéticos de fin de carrera se encuentran ubicados sobre los cilindros neumáticos, en el lado opuesto a la base del cilindro de este modo el sensor detecta cuando el vástago haya llegado a su final. Esta señal es enviada al PLC a través de la entrada %I0.5, que será procesado por el programa dando la orden de continuar con la secuencia.

El sensor magnético funciona de una manera muy similar a un interruptor convencional, cuando la posición del vástago coincide con la posición del sensor, este se cierra permitiendo el paso de la corriente, podemos visualizar el estado del sensor encendido/apagado mediante un led de color azul que viene incorporado en el cuerpo del sensor magnético.

El procedimiento de ajuste del sensor es muy sencillo, simplemente hay que moverlo en la recta de recorrido del vástago del cilindro, y ubicarlo en la posición deseada ya sea para detectar cuando el vástago está adentro, a medio recorrido o se encuentra afuera del cilindro, esto dependiendo del tipo de proceso y control que se desea realizar.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.66 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.

A continuación se detalla algunas de las características de los sensores magnéticos de fin de carrera empleados.

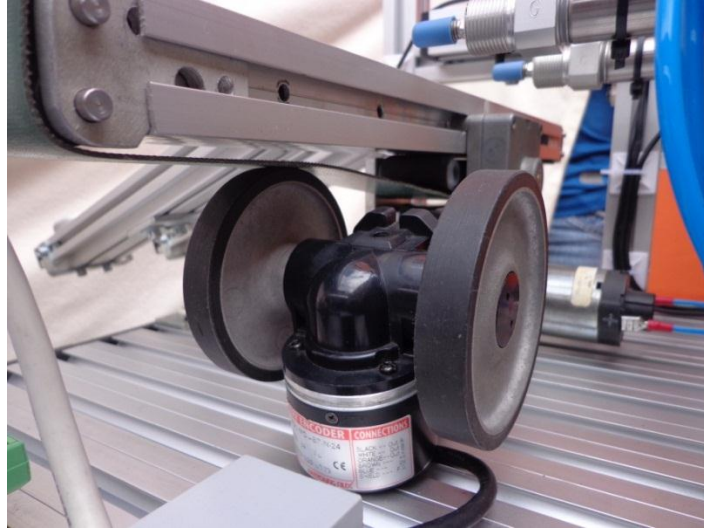
Descripción	Características
Marca	AirTac
Numero de modelo	CS1-G
Voltaje	15-30 VCD
Corriente de salida	4-20 mA
Protección	IP67
Contacto	Normalmente abierto
Indicador	Led superior
Temperatura	0 a 60 °C

Fuente: Realizado por los Autores

Tabla V.III Características del sensor Magnético

5.2.5.5. Encoder Rotary

Se encuentra montado sobre la meza de aluminio, debajo de la banda transportadora y asegurado mediante tornillos y un ángulo de fijación. El encoder de rotación está diseñado para ser empleado junto con la banda transportadora, ya que su estructura física permite simplemente colocarlo junto al sistema en movimiento del cual se requiere medir el avance.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.77 Sensor encoder Rotary

Posee un sistema de movimiento compuesto de dos discos, el cual esta acoplado al cuerpo del sensor, el movimiento de estos discos permite al encoder medir pulsos hacia adelante o atrás dependiendo del tipo de control que se desee realizar.

La función es medir el avance de cada una de las piezas, ubicadas sobre la banda transportadora en movimiento, para luego ser desviadas por los cilindros neumáticos hacia las respectivas rampas. La señal enviada es receptada por el PLC a través de la entrada %I0.7 para luego ser procesada por el programa.

Para el ajuste se debe moverlo hasta que los discos logren hacer contacto con la banda transportadora, ya que los discos deben moverse según el sentido y velocidad de avance de la banda. Si no se logra un buen acople sensor-banda se tendrá errores de lectura, provocando distancia erróneas y las piezas no serán depositadas en la rampa correctamente.

A continuación se describe algunas características del encoder de rotación.

Descripción	Características
Marca	HANYOUNG NUX
Numero de modelo	PSC-MC-ABZ-N-24
Voltaje	12-24 VCD ($\pm 5\%$)
Corriente de salida	4-20 mA
Protección	IP50
Max Revolución	5000 Rpm
Peso	657 g
Temperatura	-10 a 60 °C

Fuente: Realizado por los Autores

Tabla V.IV Características del ENCODER

5.3. PROGRAMACIÓN DEL PLC

Para el desarrollo del programa que será cargado en el PLC existen algunos métodos que facilitan el trabajo, un ejemplo de ello son los denominados diagramas GRAFCET, este método facilita el trabajo de la programación ya que se realiza la secuencia paso a paso en una forma ordenada, haciendo muy fácil su revisión en caso de errores.

Antes del desarrollo de la programación del PLC, debe realizarse la documentación necesaria, como pueden ser las etapas de funcionamiento del proceso, las entradas y salidas a las cuales están conectados los sensores y actuadores, de esta manera se realizara la programación de la secuencia sin inconvenientes logrando un funcionamiento óptimo del módulo de clasificación de piezas.

5.3.1. Descripción del proceso

El proyecto denominado “MÓDULO DE CLASIFICACIÓN DE PIEZAS CONTROLADO MEDIANTE UN PLC SIEMENS S7-1200”, tiene la función de clasificar piezas dependiendo del tipo de material y color, para luego ser depositadas en rampas diferentes.

Manualmente se colocaran las piezas al inicio de la banda transportadora, estas pasaran por los tres sensores, que se encuentran ubicados al inicio de la banda determinando el tipo de material y color. A continuación se pone en marcha el sistema para determinar la posición exacta hasta donde tiene que avanzar la pieza antes de ser desviada para este fin se emplea el encoder, si la pieza es metálica tiene que avanzar hasta la posición de la primera rampa caso contrario si es plástica de color rojo avanzara hasta la posición de la segunda rampa, y si la pieza es de color negra pasara hasta llegar al final de la banda transportadora para ser empleada en otro proceso que puede ser implementado posteriormente.

Cuando el encoder determina la posición hasta donde tiene que llegar el objeto, el motor se detiene y la electroválvula se activa, accionando el cilindro neumático hasta que el vástago llegue al final, que es detectado por un sensor electromagnético de fin de carrera, el vástago retrocede continuando así el proceso de clasificación.

5.3.2. Secuencia del proceso

A continuación se detalla el algoritmo del proceso a ejecutarse.

1. Dar el pulso de inicio.
2. El motor pone en funcionamiento la banda transportadora.
3. Los sensores de inicio de la banda identifican el tipo y color de la pieza.
4. Si la pieza es metálica procede al paso 5 caso contrario al paso 12.
5. La pieza continúa el recorrido por la banda transportadora hasta llegar a la segunda rampa.
6. El motor de la banda transportadora se detiene.
7. El solenoide de la segunda electroválvula se activa.
8. El vástago del cilindro número dos sale hasta el final, haciendo que la pieza sea depositado en la rampa.
9. El sensor magnético dos de fin de carrera se activa.
10. El vástago del cilindro regresa a su posición inicial.
11. El motor se activa poniendo nuevamente la banda en movimiento para continuar con el proceso.
12. Para continuar en este paso significa que la pieza a clasificar es plástica.
13. Si la pieza plástica es de color roja procede al paso 14 caso contrario procede al paso 21.
14. La pieza continúa su recorrido hasta llegar a la posición de la primera rampa.
15. El motor de la banda transportadora se detiene.
16. El solenoide de la primera electroválvula se activa.

- 17.El vástago del cilindro uno sale hasta alcanzar el final del recorrido, depositando la pieza en la rampa.
- 18.Se activa el sensor magnético uno.
- 19.El vástago del primer cilindro regresa a su posición inicial.
- 20.El motor se activa, poniendo nuevamente en movimiento la banda transportadora.
- 21.La pieza de color negra continúa su recorrido hasta llegar al final de la banda transportadora (para poder ser empleada en otro proceso).

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

5.3.3. Variables de entrada y salida

La asignación de las variables de entradas y salidas del PLC, será detallada en la tabla V.I. Las entradas así como las salidas deben estar correctamente identificadas en el PLC para poder realizar la conexión respectiva, 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.V Asignación de las variables de Entradas/Salida en el PLC.

ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES			
E/S	DIRECCIÓN FÍSICA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Entrada	I0.0	INICIO	Pulsador de inicio del proceso.

Entrada	I0.1	PARO	Pulsador de paro total del proceso.
Entrada	I0.2	SEN_INDUCTIVO	Sensor inductivo de detección de piezas metálicas.
Entrada	I0.3	SEN_OPTICO	Sensor óptico de detección de piezas plásticas color negro.
Entrada	I0.4	ENCODER	Encoder encargado de posicionar la banda transportadora.
Entrada	I0.5	FIN_CARRERA1	Sensor magnético de fin de carrera del cilindro neumático uno.
Entrada	I0.6	FIN_CARRERA2	Sensor magnético de fin de carrera del cilindro neumático dos.
Entrada	I0.7	SEN_FO	Sensor de fibra óptica de detección de piezas plásticas color rojo.
Salida	Q0.0	VÁLVULA1	Electroválvula de accionamiento del cilindro uno.
Salida	Q0.1	VÁLVULA2	Electroválvula de accionamiento del cilindro dos.
Salida	Q0.2	RELE1	Accionamiento del motor en hacia atrás.
Salida	Q0.3	RELE2	Accionamiento del motor hacia delante.
Salida	Q0.4	CONTADOR	Salida para realizar el conteo de piezas color negras en el HMI.

Fuente: Realizado por los Autores
 Tabla V.V Asignación de las variables de Entradas/Salida en el PLC.
 ("Continuación")

5.3.4. Grafcet

Para programar un autómata en Grafcet es necesario tener un conocimiento básico, de los elementos que intervienen y la forma de funcionamiento del método. El Grafcet es un método gráfico de modelado de sistemas basados en automatismos de carácter secuencial.

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

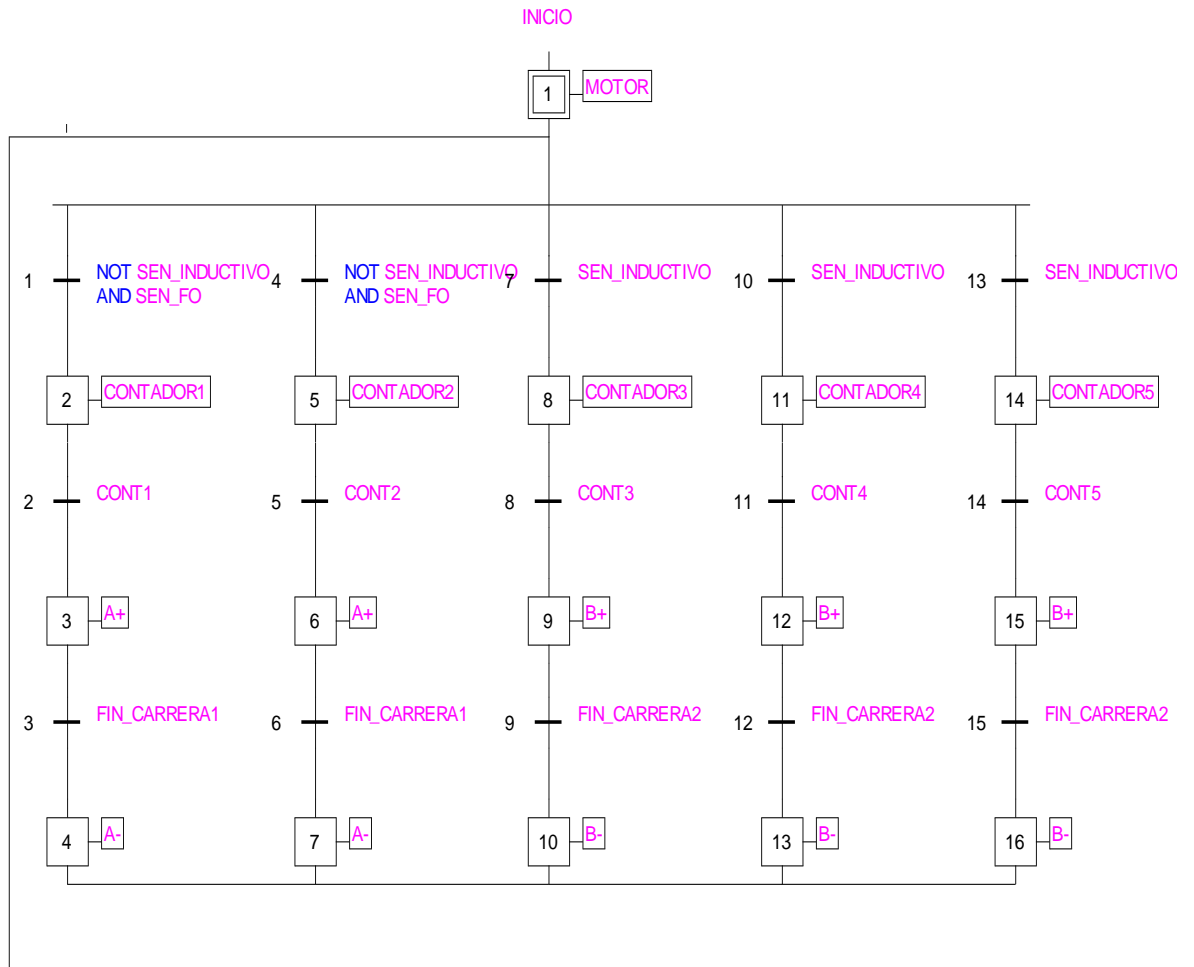
- ✓ Se descompone el proceso en etapas que serán activadas una tras otra.
- ✓ A cada etapa se le asocia una o varias acciones que sólo serán efectivas cuando la etapa esté activa.
- ✓ Una etapa se activa cuando se cumple la condición de transición y está activa la etapa anterior.
- ✓ El cumplimiento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

El método es muy simple y de fácil aprendizaje, a la vez muy didáctico para la realización de secuencias, razón por la cual se lo emplea para la programación del PLC S-7 1200 empleado en el presente proyecto.

5.3.4.1. Secuencia Grafcet

Previo al desarrollo del diagrama se debe tener bien identificadas las variables conectadas al PLC tanto de entrada como de salida. El tipo de secuencia que va a desarrollar, las etapas y transiciones deben estar definidos con anterioridad.

Para el correcto funcionamiento del módulo de clasificación de piezas, se procedió a desarrollar una secuencia simultánea. En las secuencias simultáneas varios ciclos pueden estar funcionando a la vez por activación simultánea de etapas. El tipo de secuencia que se desee programar, depende del modo de funcionamiento del sistema.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.88 Diagrama GRAFCET del proceso

5.3.4.2. Determinación de las ecuaciones

Las ecuaciones se obtienen del diagrama grafcet realizado anteriormente, como se puede observar en la tabla se tiene 16 etapas, y para cada etapa se tiene una ecuación.

Tabla V.VI Ecuaciones Obtenidas del GRAFCET

NIVEL	ECUACIÓN
M1 =	$(\text{INICIO} + M1 * \overline{M2} * \overline{M5} * M8 * \overline{M11} * M14) * \text{PARO}$
M1 =	S M18
M2 =	$((M1 + M4 + M7 + M10 + M13 + M16) * \overline{\text{SEN_INDUCTIVO}} * \overline{\text{SEN_FO}} * \overline{M3} + M2 * \overline{M3}) * \text{PARO}$
M2 =	S M19
M20 =	R M19
M3 =	$(M2 * \text{CONT1} + M3 * \overline{M4}) * \text{PARO}$
M4 =	$(M3 * \text{FIN_CARRERA1} + M4 * \overline{M2} * \overline{M5} * M8 * \overline{M11} * M14) * \text{PARO}$
M5 =	$((M1 + M4 + M7 + M10 + M13 + M16) * \overline{\text{SEN_INDUCTIVO}} * \overline{\text{SEN_FO}} * \overline{M6} * M19 + M5 * \overline{M6}) * \text{PARO}$
M5 =	S M21
M22 =	R M21
M6 =	$(M5 * \text{CONT2} + M6 * \overline{M7}) * \text{PARO}$
M7 =	$(M6 * \text{FIN_CARRERA1} + M7 * \overline{M2} * \overline{M5} * M8 * \overline{M11} * M14) * \text{PARO}$
M8 =	$((M1 + M4 + M7 + M10 + M13 + M16) * \overline{\text{SEN_INDUCTIVO}} * \overline{M9} + M8 * \overline{M9}) * \text{PARO}$
M8 =	S M23
M24 =	R M23
M9 =	$(M8 * \text{CONT3} + M9 * \overline{M10}) * \text{PARO}$
M10 =	$(M9 * \text{FIN_CARRERA2} + M10 * \overline{M2} * \overline{M5} * M8 * \overline{M11} * M14) * \text{PARO}$
M11 =	$((M1 + M4 + M7 + M10 + M13 + M16) * \overline{\text{SEN_INDUCTIVO}} * \overline{M12} * M23 + M11 * \overline{M12}) * \text{PARO}$
M11 =	S M25
M26 =	R M25
M12 =	$(M11 * \text{CONT4} + M12 * \overline{M13}) * \text{PARO}$
M13 =	$(M12 * \text{FIN_CARRERA2} + M13 * \overline{M2} * \overline{M5} * M8 * \overline{M11} * M14) * \text{PARO}$
M14 =	$((M1 + M4 + M7 + M10 + M13 + M16) * \overline{\text{SEN_INDUCTIVO}} * \overline{M15} * M25 + M14 * \overline{M15}) * \text{PARO}$

M14 =	S M27
M28 =	R M27
M15 =	$(M14 * CONT5 + M15 * \overline{M16}) * PARO$
M16 =	$(M15 * FIN_CARRERA2 + M16 * \overline{M2} * \overline{M5} * \overline{M8} * \overline{M11} * \overline{M14}) * PARO$

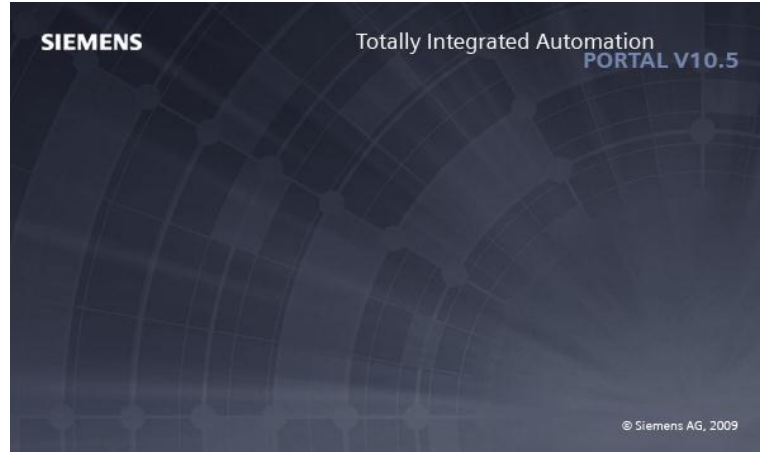
Fuente: Realizado por los Autores

Tabla V.VI Ecuaciones Obtenidas del GRAFCET ("Continuación")

5.3.5. Programación del PLC S-7 1200

La programación ha sido realizada empleando el software STEP 7 Basic V10.5. STEP 7 BASIC proporciona un entorno de fácil manejo para configurar la lógica del controlador, la visualización de HMI y la comunicación por red. Para aumentar la productividad, STEP 7 Basic ofrece dos vistas diferentes del proyecto, a saber: Distintos portales orientados a tareas y organizados según las funciones de las herramientas (vista del portal) o una vista orientada a los elementos del proyecto (vista del proyecto).

El usuario puede seleccionar la vista que considere más apropiada para trabajar eficientemente. Con un solo clic es posible cambiar entre la vista del portal y la vista del proyecto. Es posible acceder fácilmente a todas las áreas del proyecto. Estas y muchas otras ventajas hacen que Step 7 Basic sea un software muy amigable e intuitivo para los programadores.



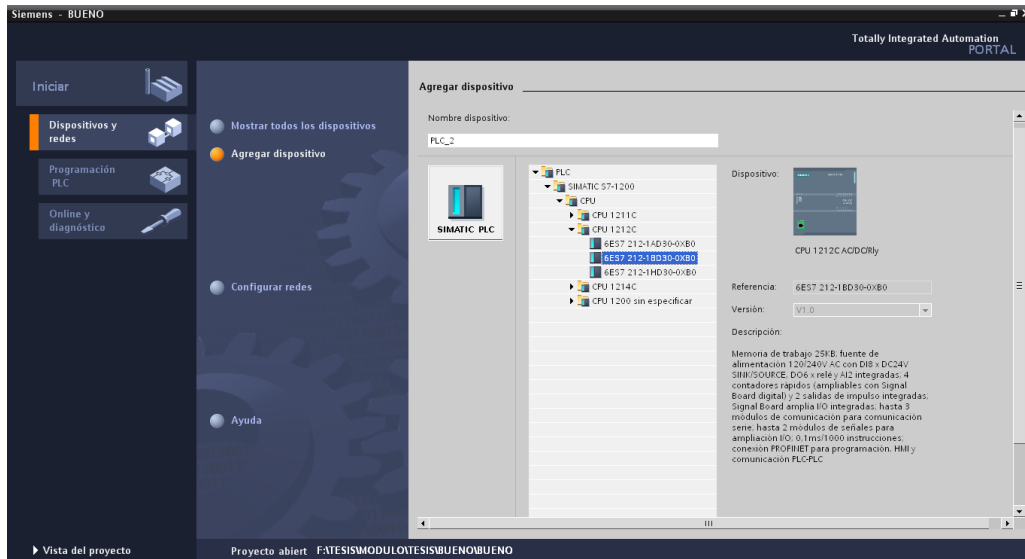
Fuente: Obtenido de <http://arkanasant.blogspot.com/2012/08/ni-labview-2012-full.html>

Figura V.99 Software TIA Portal V 10.5

Al crear un programa de usuario para las tareas de automatización, las instrucciones del programa se insertan en bloques (OB, FB o FC). Al insertar un bloque lógico, se debe seleccionar el lenguaje de programación (KOP, FUP o SCL) que empleara dicho bloque.

El lenguaje de programación que se empleara es el esquema de contactos (KOP). Este lenguaje utiliza los elementos de un esquema de circuitos tales como, contactos normalmente cerrados, contactos normalmente abiertos, bobinas y estos se combinan para formar segmentos.

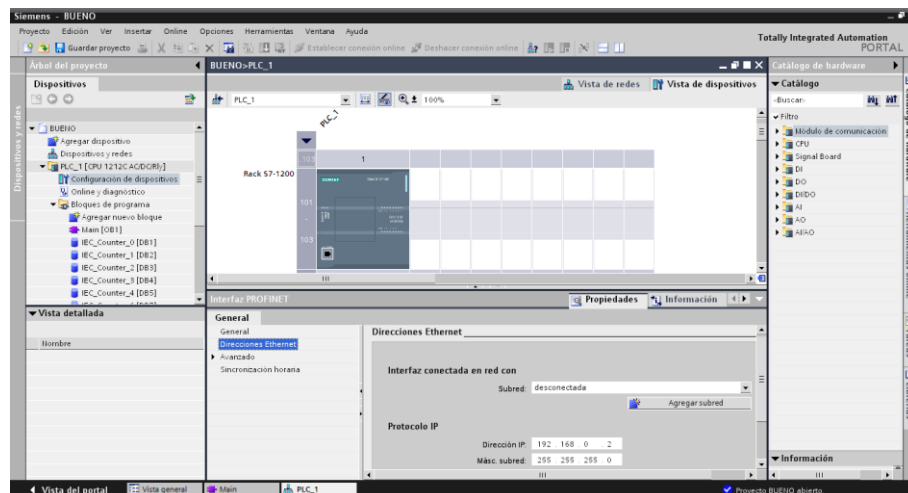
Para poder ingresar a editar un segmento del programa primeramente se debe agregar un dispositivo, en este caso se agrega el PLC S-7 1200 1212C AC/DC/Rly.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.20 Agregar CPU

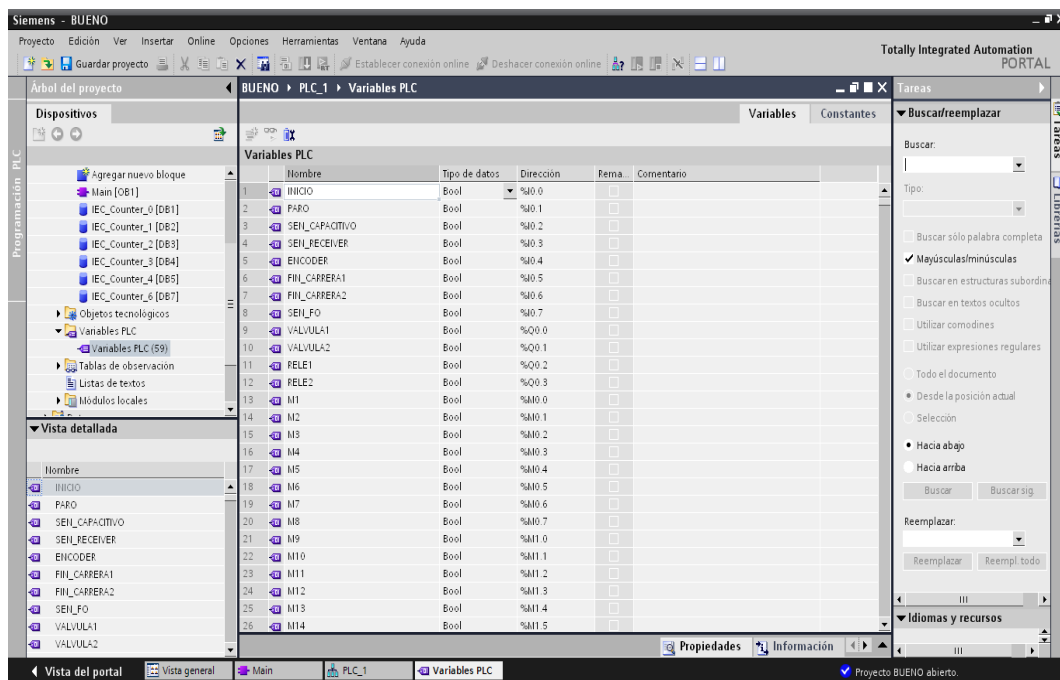
Luego de agregar el dispositivo automáticamente se abre una pantalla donde se lo puede configurar, asignándole una dirección IP a la interfaz profinet para que pueda hacer conexión con la programadora, que en este caso es el computador.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.21 Configuración de la CPU

Para facilitar el manejo de las variables de entrada y salida conectadas al PLC, así como las memorias y otras variables internas que se utilizaran durante toda la programación se puede crear una tabla de variables asignándoles nombres que puedan ser recordadas con facilidad, o caso contrario manejar dichas variables de forma normal.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.22 Tabla de Variables

Una vez hecho esto es hora de programar, en el árbol del proyecto nos vamos 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).

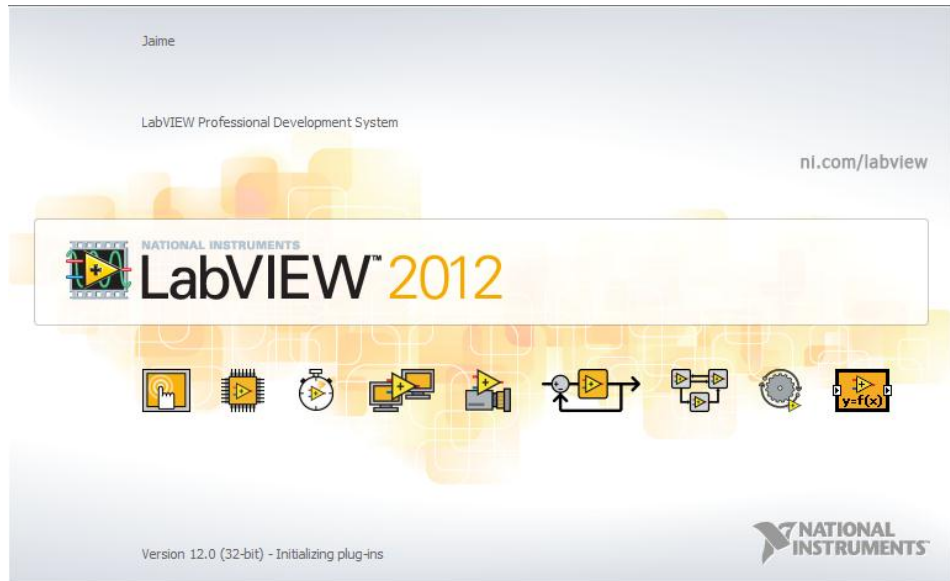
5.4. COMUNICACIÓN PLC SIEMENS S7-1200 CON LABVIEW

Debido a la necesidad de monitoreo y control a distancia del sistema automático, se desarrollara el HMI (Interfaz hombre maquina), para lograr este fin se empleara el software KEP SERVER y LabVIEW.

Los datos obtenidos de los diferentes dispositivos conectados al PLC, se transmiten a otras aplicaciones, sea: directamente (especificando las localidades de memoria asignadas), con DDE's (Intercambio dinámico de datos) o utilizando OPC (OLE for Process Control), como en este caso.

5.4.1. LabVIEW 2012

National Instruments introdujo NI LabVIEW 2012, la última versión de su software líder de diseño un entorno de desarrollo altamente productivo, que los ingenieros y científicos utilizan para la programación gráfica y la integración de hardware sin precedentes, para diseñar y desplegar rápidamente sistemas de medidas y control. En esta plataforma flexible, los ingenieros escalan del diseño a las pruebas y de sistemas pequeños a grandes, al reutilizar IP y perfeccionar sus procesos para alcanzar el rendimiento máximo.



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

Figura V.23 Software LabVIEW 2012

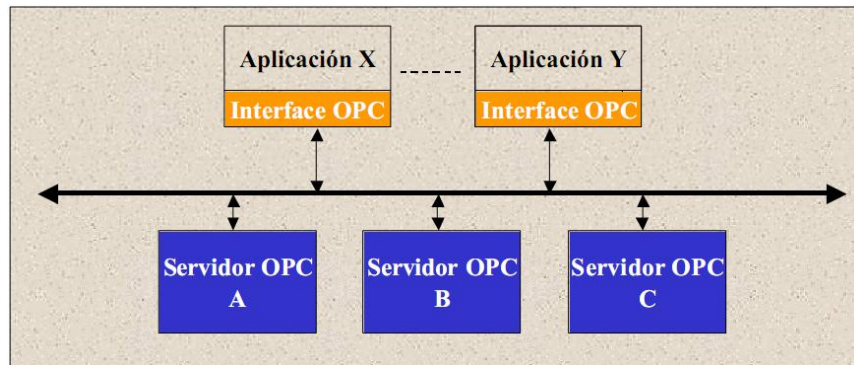
LabVIEW 2012 acelera el desarrollo de su sistema a través de la programación gráfica intuitiva e integración de hardware sin igual, mientras que el apoyo a su creciente complejidad de la aplicación de los recursos de aprendizaje disponibles en la demanda, que le da la confianza necesaria para innovar.

LabVIEW permite la creación de HMI (Interfaz Humano Máquina), para el monitoreo y control de procesos industriales automáticos, mediante el establecimiento de comunicación entre diferentes equipos inteligentes, evitando la adquisición de paneles HMI de alto costo.

5.4.2. OPC

OPC es un mecanismo estándar de comunicación. Interconecta en forma libre numerosas fuentes de datos, donde se incluyen dispositivos de planta en la

fábrica (PLC's, Variadores de Frecuencia, etc.), o un banco de datos en un cuarto de control (Dispositivos entrada/Salida (I/O)).



Fuente: Realizado por los Autores

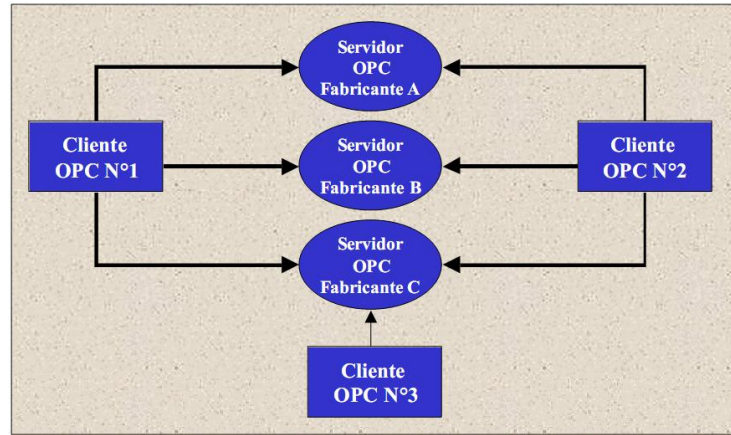
Figura V.24 Aplicación trabajando con Varios Servidores

OPC (OLE Process Control), dibuja una línea de comunicación entre los proveedores de Hardware y los diseñadores de Software. OPC provee un mecanismo para registrar datos de una fuente de información y comunicarla a cualquier cliente, en forma transparente. Un fabricante puede desarrollar un servidor reusable (Integrando un Upgrade), favorablemente perfeccionado, que se comuniquen con la fuente de datos, y mantenga a su vez un mecanismo para acceder a la fuente de datos y dispositivos en forma eficaz. OPC proporciona una interface entre el servidor y cualquier cliente, para así poder acceder a los dispositivos.

5.4.2.1. SERVIDOR OPC

Un servidor OPC es una aplicación de software. Un Cliente OPC puede conectarse, por medio de una red a Servidores OPC proporcionados por uno o

más fabricantes. De esta forma no existe restricción por cuanto a tener un Software Cliente para un Software Servidor, lo que es un problema de interoperabilidad que hoy en día se aprecia con sistemas del tipo propietario.



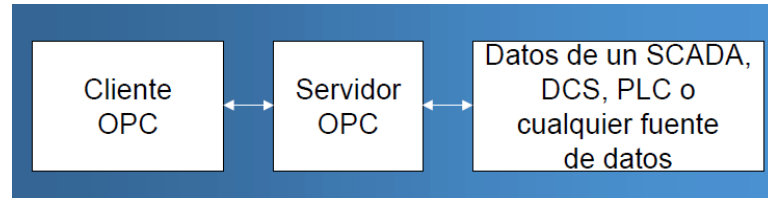
Fuente: obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>

Figura V.25 Relación de trabajo Cliente/Servidor

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: Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/OPC>

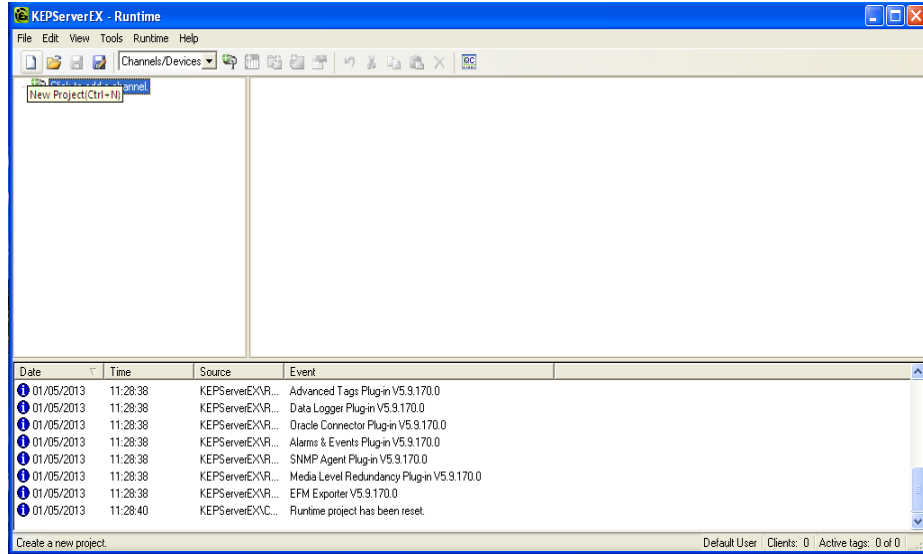
Figura V.26 Arquitectura Típica de un OPC

5.4.2.2. Configuración del KEP SERVER

El software KEP SERVER actúa adquiriendo las señales que provee el PLC. Con este objetivo se debe definir y configurar cada una de las señales que se procesaran dentro de LabVIEW, para el desarrollo del HMI.

A continuación se muestra los pasos a seguir para la configuración del kep server, para comunicarse con el PLC, y así poder realizar el monitoreo y control de las variables de entrada y salida.

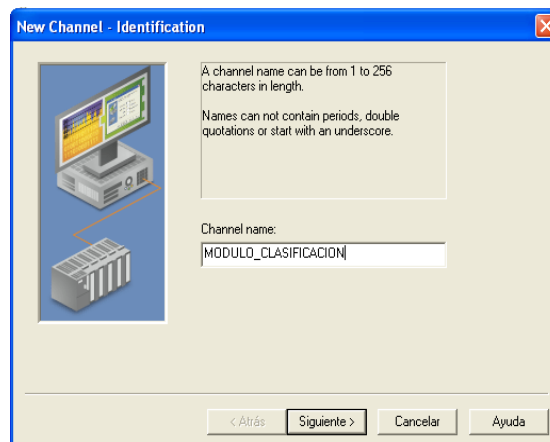
1. Iniciar el programa KEP Server.
2. Crear un nuevo proyecto, mediante el botón New Project ubicado en la parte superior izquierda o utilizando las teclas de acceso rápido (Ctrl + N). Dentro del proyecto creado se guardaran todas las variables a monitorear.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.27 Creación de un nuevo proyecto

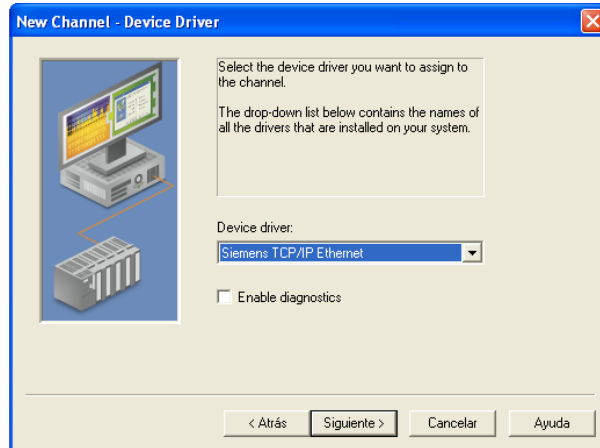
- Los pasos a seguir son bastante intuitivos, el siguiente paso será crear un nuevo canal haciendo click en la figura del conector Click to add a channel en la parte superior izquierda de la pantalla, y le daremos el nombre de MÓDULO_CLASIFICACIÓN.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.2810 Creación de un nuevo canal

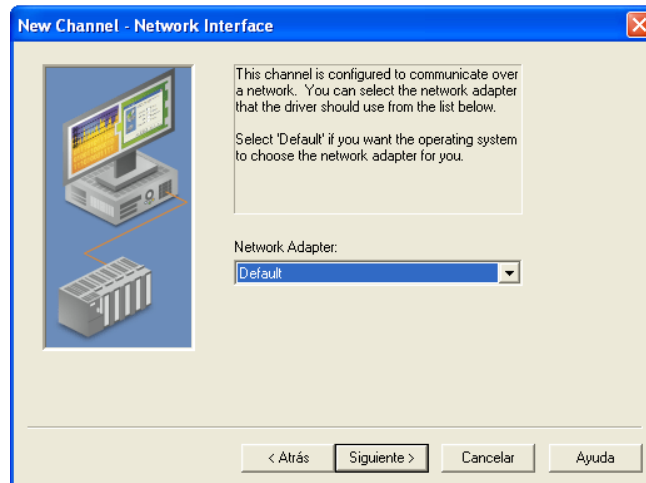
- De la lista desplegable, seleccionar el puerto de comunicación que soporta el PLC, en este caso Siemens TCP/IP Ethernet.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.29 Selección del puerto de comunicación del dispositivo

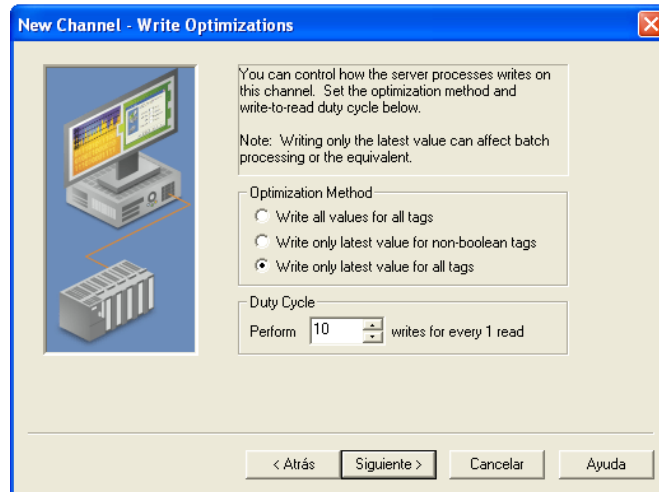
- Seleccionar el adaptador de red de la computadora o dejarla por defecto.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.30 Selección del adaptador de red de la PC

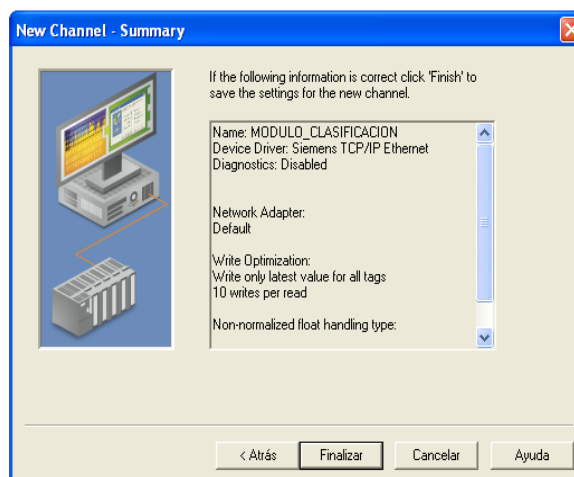
6. En la ventana de Write Optimizations, seleccionamos el método de escritura para nuestros tags, dejar los parámetros predeterminados. Presionar el botón Siguiente.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.31 Selección de parámetros de escritura

7. Para finalizar la configuración del canal, aparecerá la pantalla de resumen, donde se indica la configuración realizada y por último finalizamos.

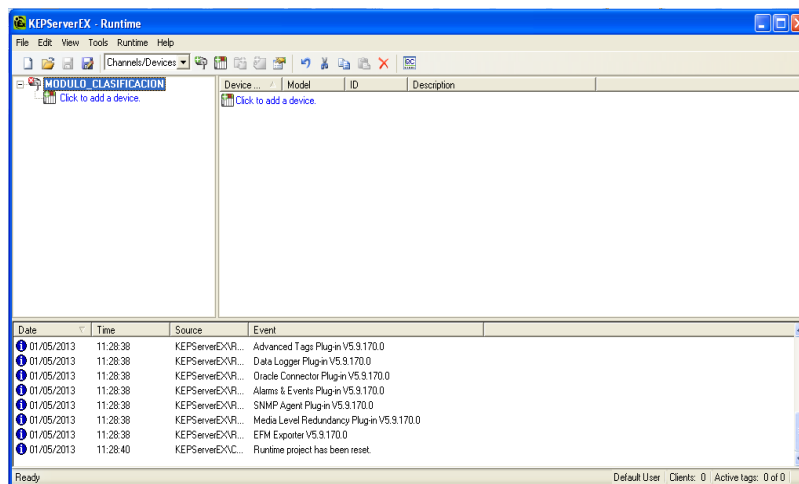


Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.32 Finalización de la configuración del canal

En el canal de comunicación creado se puede agregar varios dispositivos, a continuación se detalla los pasos para agregar un dispositivo.

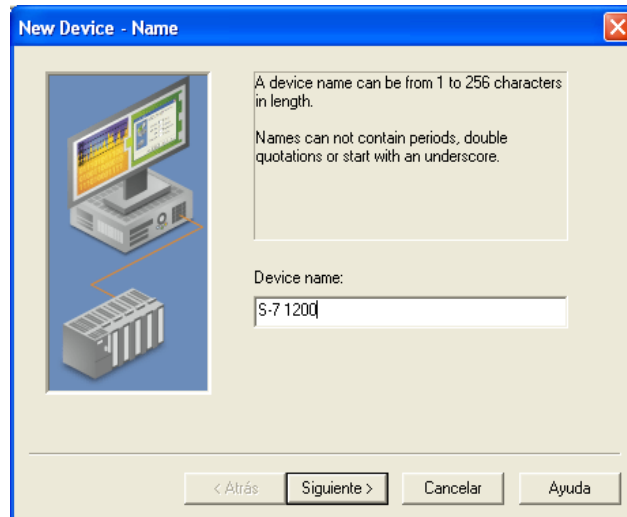
- Ahora pasamos a configurar nuestro dispositivo (PLC). Para esto presionamos donde dice Click to add a device en la parte superior izquierda de la pantalla y seguimos el asistente de configuración.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.33 Añadiendo un nuevo dispositivo

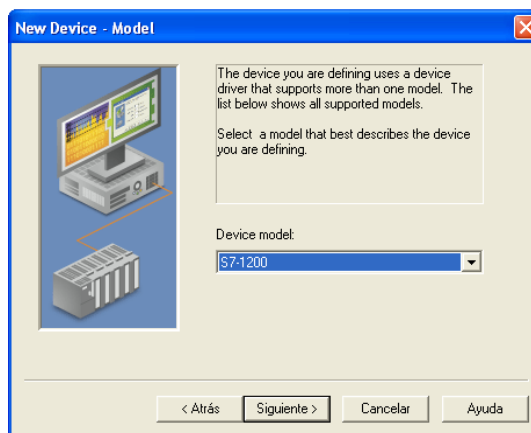
- Introducimos el nombre del dispositivo. En este caso se lo ha denominado S7-1200.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.34 Agregar un nombre al nuevo dispositivo

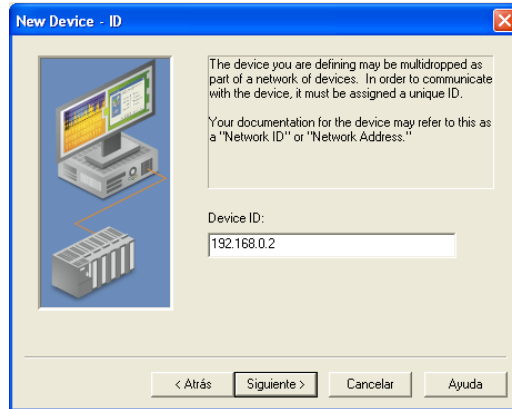
10. De la lista desplegable seleccionar el modelo del dispositivo, en este caso el PLC S7-1200.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.35 Selección del modelo del dispositivo

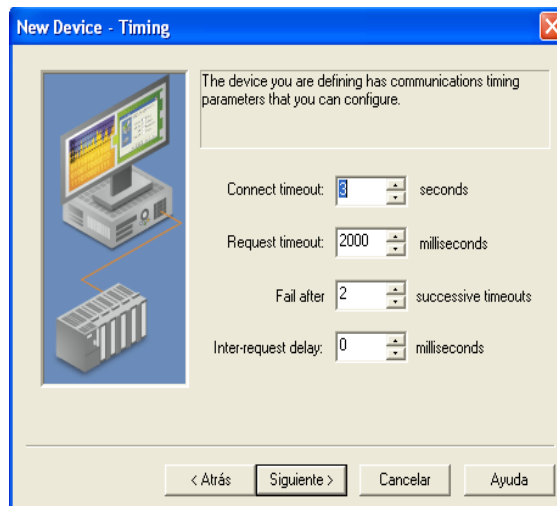
11. Asignar una dirección IP al PLC seleccionado. Esta dirección debe estar en la misma red que la PC que se utilizara para monitorearlo. Se asigna la dirección 192.168.0.1.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.36 Asignación de una dirección IP al PLC

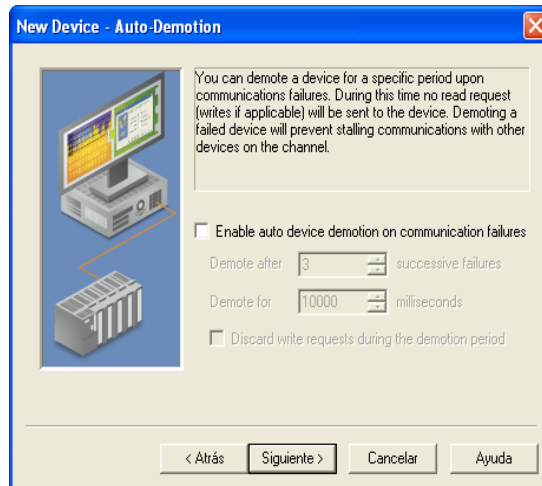
12. Configurar los parámetros de tiempo de comunicación. Establecemos los tiempos para recibir respuesta de nuestro dispositivo y los periodos de repetición. Se pueden dejar los valores predeterminados. Presionar el botón Siguiente.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.37 Configuración de los parámetros de tiempo de comunicación

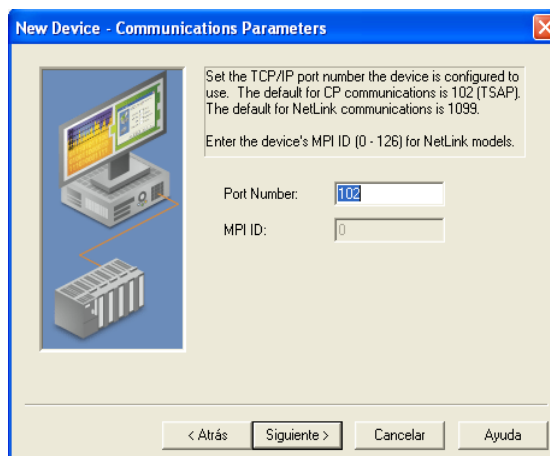
13. Se puede activar la opción Auto Demotion para que el driver pueda intentar reconectar el dispositivo en caso de una pérdida de comunicación.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V. 38 Activación de la opción Auto Demotion

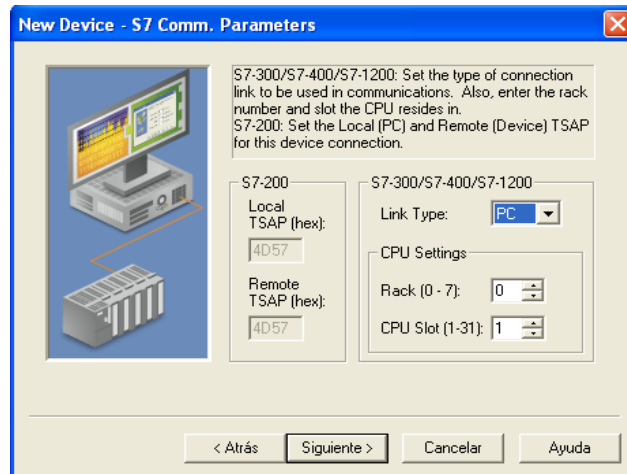
14. Selección del número de puerto a utilizar en TCP/IP Ethernet, por lo general el asistente le reconoce automáticamente el número de puerto así que lo dejamos el que aparece.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V. 39 Selección del número de puerto a utilizar

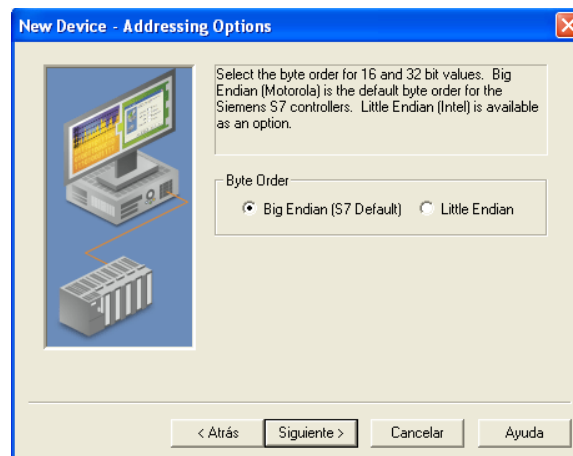
15. En la siguiente ventana muestra los parámetros del nuevo dispositivo, que permite establecer el tipo de vínculo de conexión que se utiliza en comunicación.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.40 Parámetros del nuevo dispositivo para establecer tipo de conexión

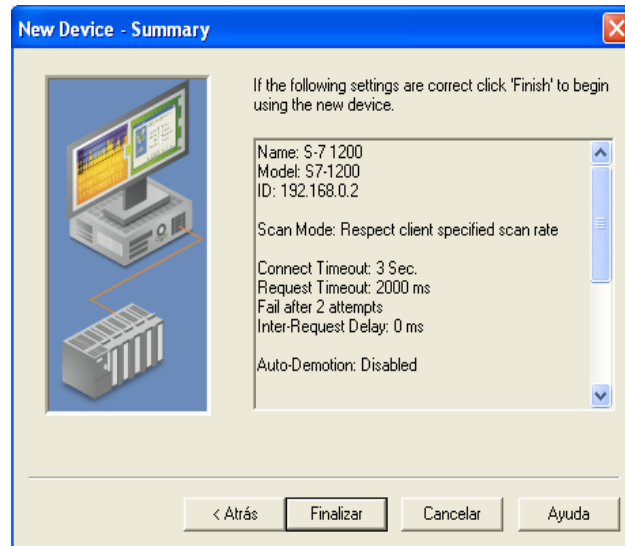
16. Seleccionar el orden de bytes de 16 y 32 bits de valores. El orden de bytes por defecto de los controladores Siemens S7 es el Big Endian.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.41 Parámetros de los controladores S7

17. Con esto queda configurado nuestro PLC, y podemos observar la configuración del mismo en la ventana de resumen. Presionar el botón finalizar para terminar.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V. 42 Resumen de la configuración del dispositivo

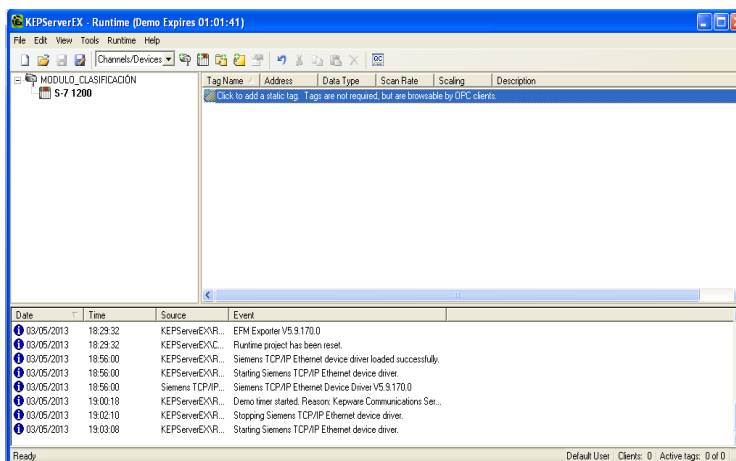
Se ha configurado la comunicación del PLC siemens S-7 1200 con el computador mediante el servidor OPC KepServer, en este punto está listo para acceder desde un cliente OPC a monitorear las entradas, salidas y demás variables del PLC.

5.4.2.3. Creación de Etiquetas Estáticas (TAGS)

Una vez configurada el canal y el o los dispositivos, se puede ingresar los tags o ítems que consideremos necesarios, estos serán los que estarán accesibles al momento de configurar nuestro HMI desarrollado en LabVIEW.

A continuación se describe los pasos a seguir para la creación de una etiqueta estática.

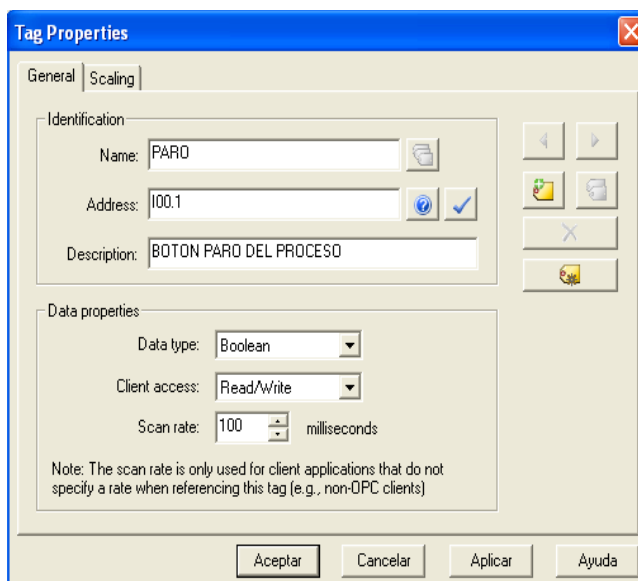
1. Añadir una etiqueta estática haciendo clic en el enlace Click to add a static tag de la ventana de inicio.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V. 43 Creación de tags

2. Configurar las propiedades de la etiqueta como se muestra a continuación.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V. 44 Configuración de las propiedades de una tag

Dentro de esta ventana es necesario llenar la siguiente información.

- ✓ Name: Nombre del ítem. Se puede asignar cualquier nombre, de preferencia que sea único para diferenciar fácilmente de los demás ítems.

- ✓ Address: Contiene la dirección de las variables utilizadas en el PLC. Las variables se pueden utilizar directamente, si es una entrada del PLC se tendrá como I00.0. Si el ítem es una salida será Q00.0. De esta manera se puede asignar a la tag cualquier dirección de las variables del PLC que se desee monitorear.

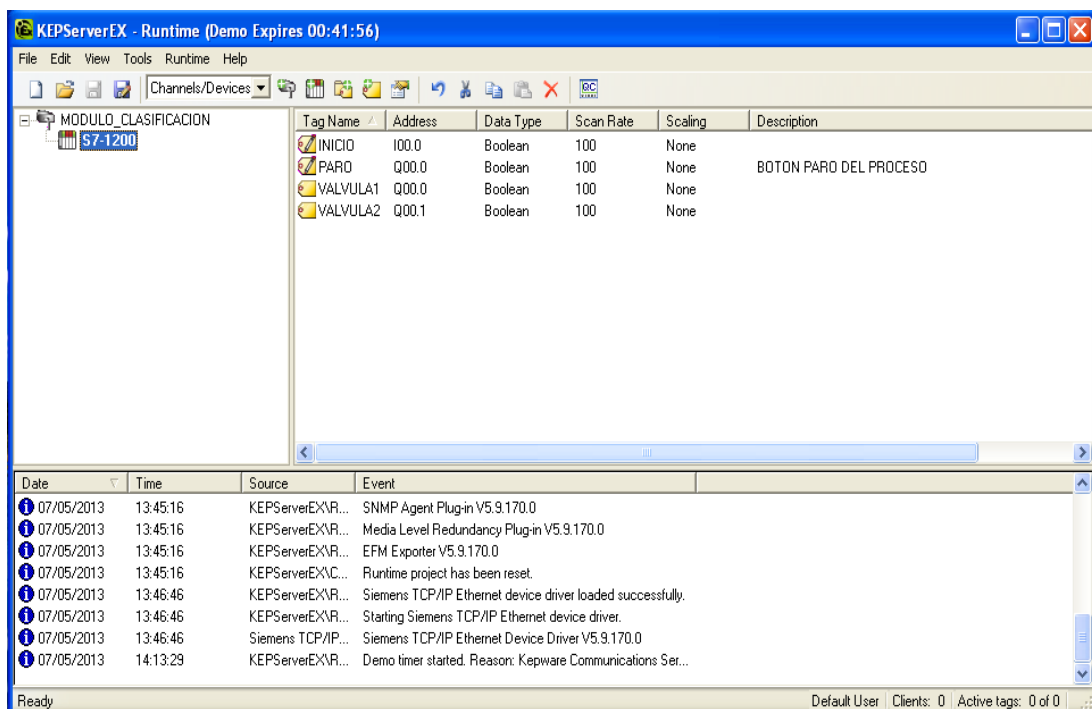
- ✓ Una vez introducida la dirección se deberá pulsar en el icono de validación y automáticamente cambia el tipo de datos de la tag al que se necesita, caso contrario si seleccionamos el tipo de datos, tendremos problemas al momento de acceder a esa tag.

- ✓ Descripción: Se puede asignar una descripción de la tag creado, este campo es opcional.

- ✓ Data Type: Indica el tipo de datos de la variable asignada a la tag que se desea crear.

- ✓ Client Access: Define la función de la tag. Puede ser de solo lectura o de lectura y escritura, dependiendo de la función que cumpla.

De esta forma se pueden crear las tags que el usuario considere necesarios. Una vez añadidos todos los tags, solo nos falta probar que funcione correctamente.



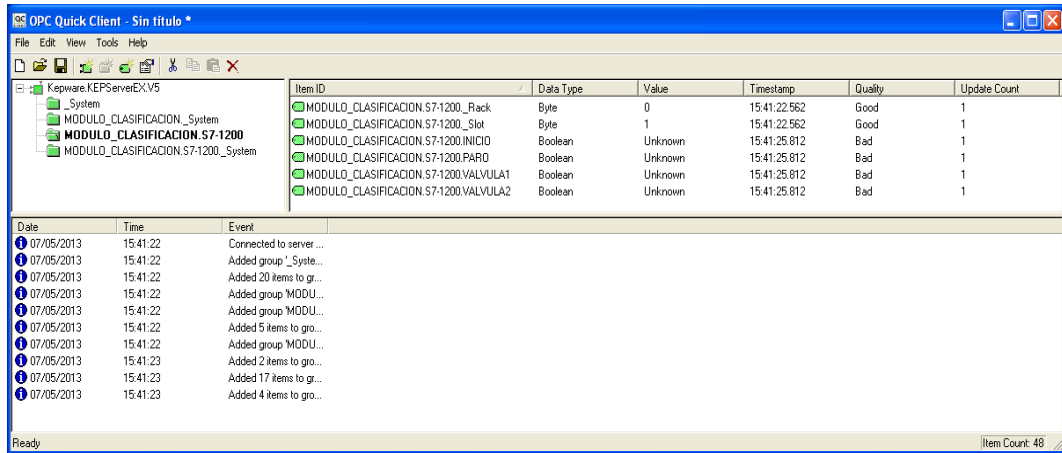
Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.45 Creacion de Tags

3. Para confirmar que el PLC se esté comunicando correctamente con el servidor OPC, podemos hacer uso del OPC client.

Presionar el botón Quick Client, se mostrara una nueva ventana donde se indica todas las etiquetas creadas, con sus respectivos valores, parámetros de configuración y el estado de las mismas. La calidad

(Quality) de las tags creadas debe ser buena, ya que si es mala esa etiqueta no se podrá utilizar.



Fuente: Realizado por los Autores

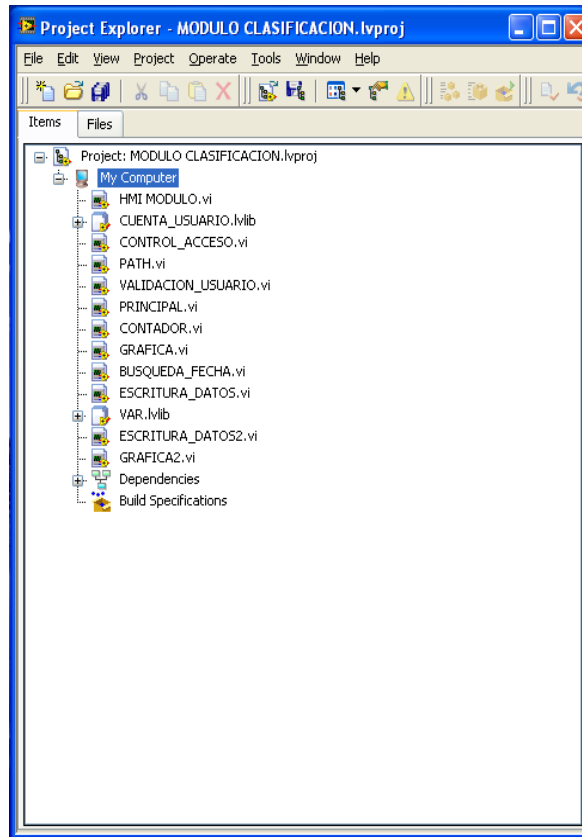
Figura V.46 Ventana del OPC Quick Client

Una vez comprobada el correcto funcionamiento de las tags cerramos el OPC Quick Client. Guardar la configuración y guardamos el proyecto. De este modo se ha finalizado la configuración del servidor OPC.

5.4.3. Monitoreo desde Labview

Se ha seleccionado el software LabVIEW para el desarrollo del HMI, que tendrá por tarea el monitoreo y control del sistema de clasificación de piezas.

Abrir LabVIEW y crear un nuevo proyecto. Dentro de este nuevo proyecto crear todos los VI's y variables necesarios para la programación del HMI. Se puede realizar la programación sin la necesidad de crear un proyecto, pero en este caso se tiene sub VI's que son llamados dentro del programa, por lo que es necesario realizarlo como proyecto.



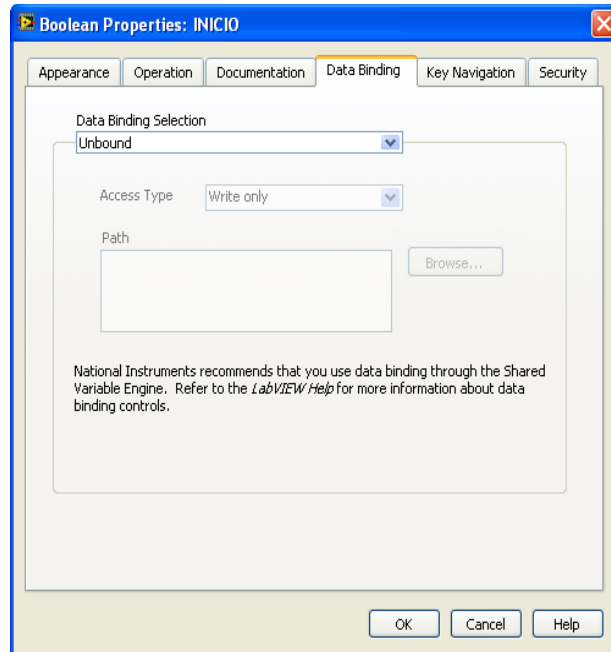
Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.47 Ventana de exploración del proyecto

Una vez realizada la ventana de monitoreo y haber agregado los objetos donde se visualizarán las variables que contiene el PLC, se procede a realizar la comunicación de LabVIEW como cliente OPC.

La comunicación se puede hacer de diferentes maneras, mediante la utilización de una Shared Variable conectada al servidor OPC, estos elementos deben estar contenidos dentro de una librería, en el proyecto. Esta librería se instala con el módulo DSC de LabVIEW. Otra manera de realizar la comunicación es mediante la utilización de DataSocket, que es lo que emplearemos para el desarrollo del proyecto.

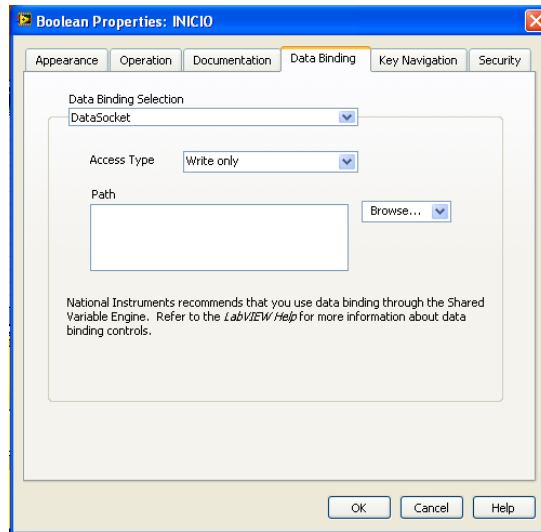
Para ingresar a configurar DataSocket de una manera muy sencilla, simplemente hacer click derecho propiedades sobre el objeto a quien se desea agregar la tag creada en el servidor OPC.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.48 Propiedades del botón inicio

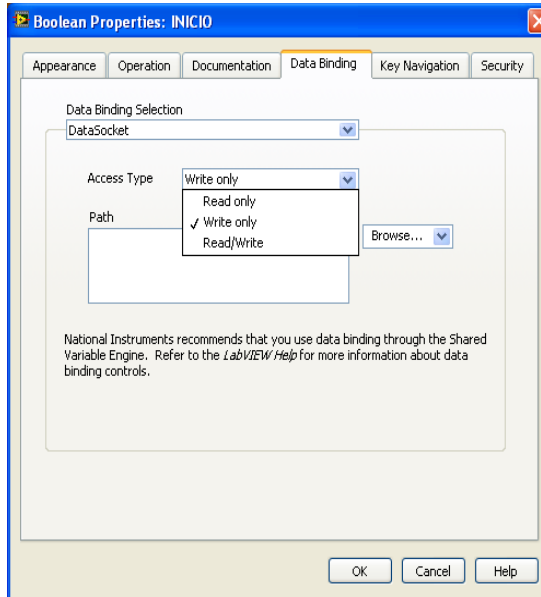
Dentro de la ventana de propiedades booleanas del objeto, configurar el campo Data Binding Selection, escoger DataSocket.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.49 Configuración DataSocket

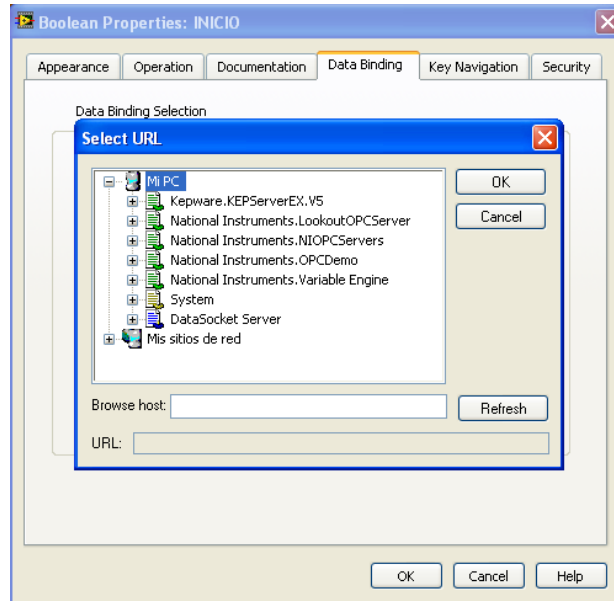
En el campo Access Type, seleccionar de la lista desplegable dependiendo de la función a cumplir la tag o el objeto.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.50 Configuración del tipo de acceso

Para finalizar la configuración dentro del campo path escribir la dirección del servidor OPC donde se creó la tag, o para mayor facilidad ir a buscar y seleccionar el servidor. Si se tiene más de un servidor OPC instalado en el computador aparecerá en la lista.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.51 Selección del servidor OPC

De esta manera se puede agregar las tags creadas anteriormente a todos los objetos necesarios para el monitoreo y control mediante LabVIEW.

Se ha finalizado la configuración y esta lista la comunicación del PLC con el HMI.

5.5. PROGRAMA HMI

(Ver Anexo)

CAPÍTULO VI

6. PRUEBAS Y RESULTADOS

6.1. INTRODUCCIÓN

Luego del diseño e implementación del módulo de clasificación se procedió a la ejecución de las pruebas de funcionamiento las cuales fueron realizadas para determinar el comportamiento del proceso del módulo, permitiéndose corregir los defectos y fallas, de programación y configuración de los dispositivos hasta llegar a obtener un proceso 100% efectivo.

6.2. PRUEBA DE SENSORES

Las pruebas de los sensores inicialmente se lo realizo por separado, para determinar el consumo de voltaje y las distancias máximas y mínimas de detección de cada una de las piezas.

6.3. PRUEBA DEL MOTOR

Mediante la prueba realizada se determinó el consumo de voltaje, característica importante para emplear una fuente de voltaje extra si es que la caída de voltaje durante su funcionamiento es alta.

La prueba fue realizada en conjunto con los relés y el variador de velocidad, se fue ajuntando la velocidad del motor para así ver el avance de la banda transportadora según el peso de las piezas a transportar y así determinar una velocidad deseada.

6.4. PRUEBA DE CILINDROS NEUMÁTICOS

Los cilindros neumáticos son activados mediante electroválvulas que funcionan con 24VDC. Se realizó pruebas de calibración de las válvulas estranguladoras que limitan la salida de los pistones, dependiendo de la velocidad necesaria para que las piezas sean empujadas hacia la rampa. La calibración del sistema neumático se realizó mediante la unidad de mantenimiento, regulando la presión de trabajo hacia lo requerido por los dispositivos.

6.5. PRUEBA DE MONITOREO

El monitoreo se realizó mediante LabVIEW y un servidor OPC KEPServer que nos permitió comunicar el HMI con el PLC. Las pruebas de los programas se los realizo por separado.

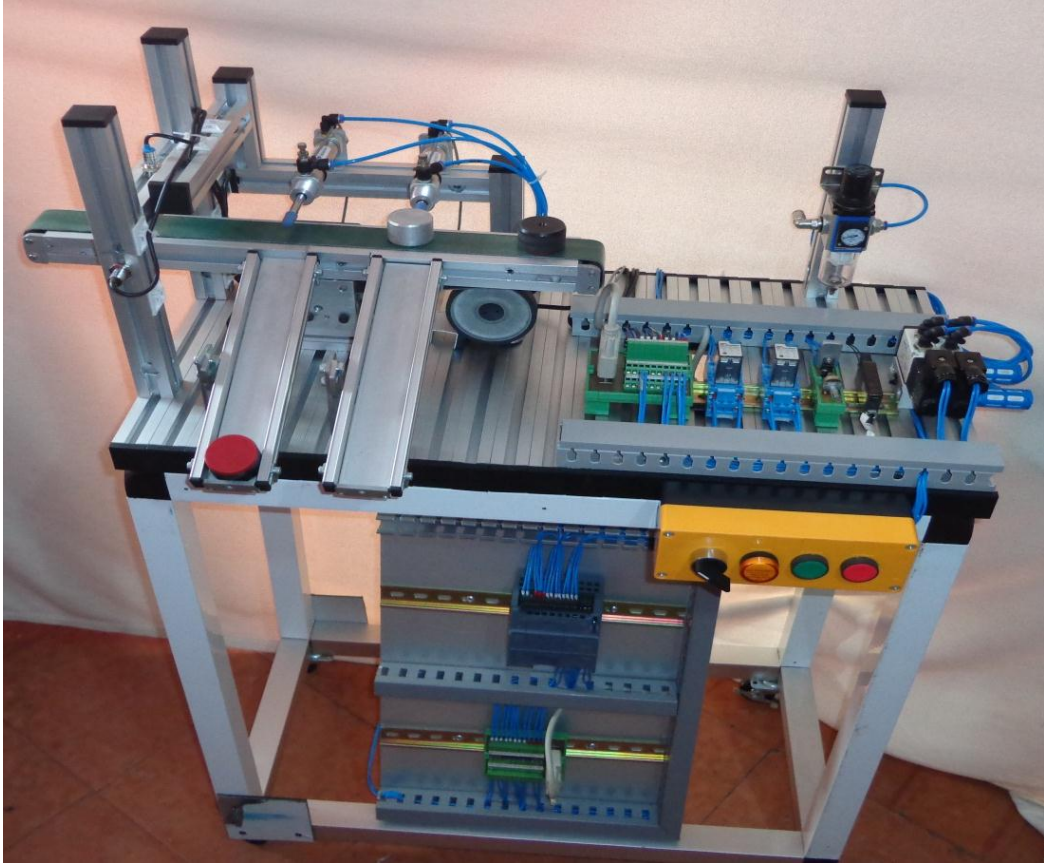
Dentro de las pruebas realizadas al servidor OPC se comprobó si las configuraciones y la creación de las etiquetas estáticas eran las correctas para poder establecer la comunicación entre el HMI y el PLC.

Dentro del HMI es necesario configurar los objetos encargados del monitoreo y control, asignándolos las etiquetas creadas en el OPC. Cada uno de estos objetos fue probado de manera individual y así ir corrigiendo las falencias existentes, para al final obtener una comunicación óptima.

6.6. PRUEBA Y RESULTADO DEL MÓDULO

Con la realización de las pruebas individuales de los diferentes dispositivos, se obtuvo el modulo ensamblado, calibrado, configurado y programado de una manera adecuada y acorde a las necesidades del proceso.

Se realizó 100 pruebas de funcionamiento del proceso completo con sus respectivas piezas, obteniendo el 100% de piezas clasificadas correctamente.



Fuente: Realizado por los Autores

Figura V.51 Módulo de Clasificación

6.7. MANUAL DE USUARIO

(Ver Anexo 1)

6.8. RESULTADO DE LA ENCUESTA

Con el objetivo de conocer los criterios de los estudiantes con respecto a los módulos didácticos para la realización de prácticas, y así también poder comprobar la hipótesis planteada al inicio del proyecto, se desarrolló una encuesta la cual fue aplicada en la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales.

La encuesta fue realizada a un total de 40 estudiantes del octavo noveno y décimo semestre de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la ESPOCH. Los datos se detallan a continuación.

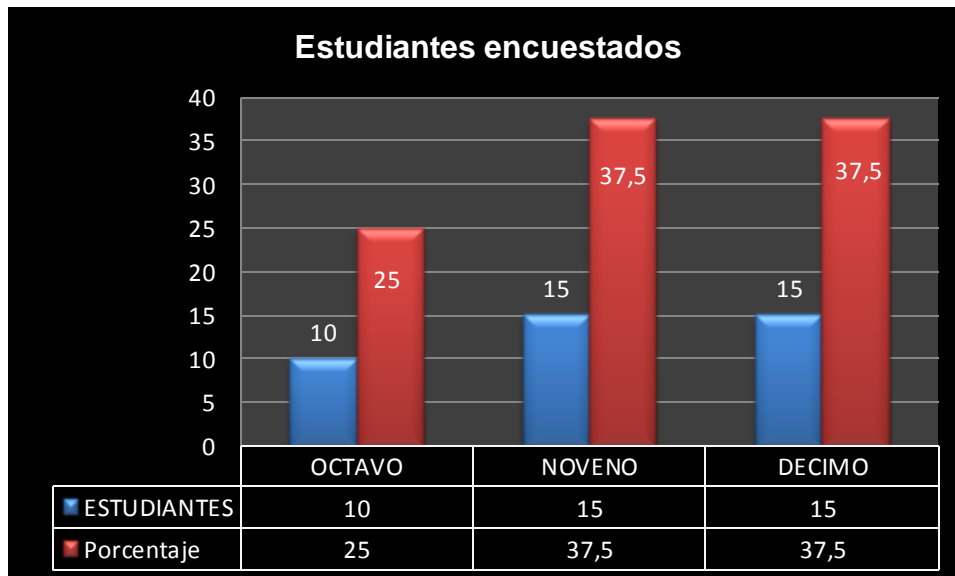
6.8.1. Encuesta

(Ver Anexo 2)

6.8.2. TABULACION DE LOS DATOS

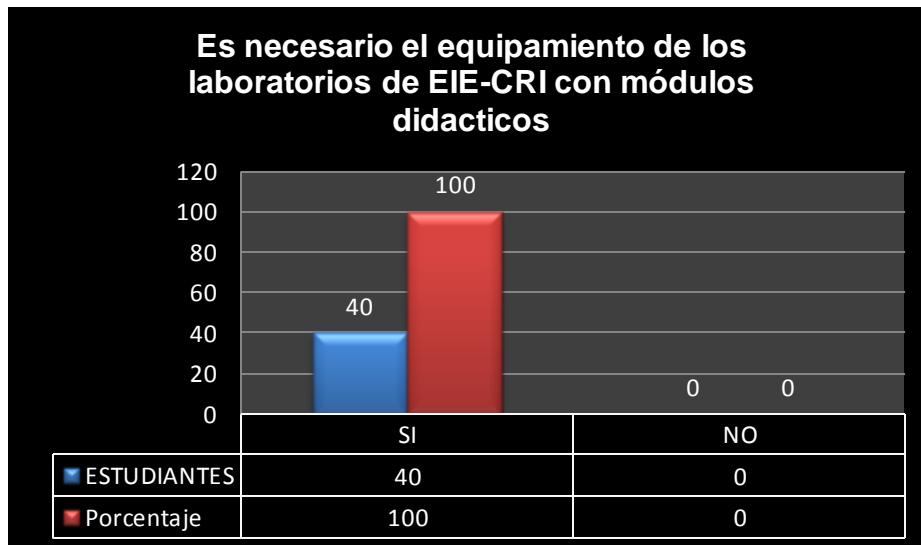
Los estudiantes encuestados fueron los que están cursando los últimos niveles de la carrera donde es más importante la realización de prácticas para afianzar sus conocimientos teóricos.

ESTUDIANTES ENCUESTADOS



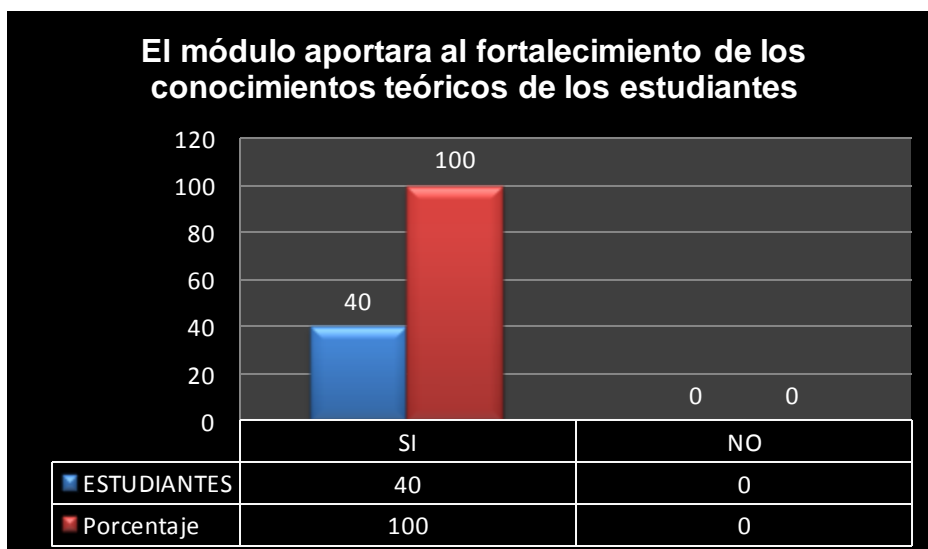
Del total de los estudiantes encuestados el 25% son de octavo, el 37.5% de noveno y el 37.5% de décimo semestre.

Pregunta 1 ¿Considera Ud. necesario el equipamiento de los laboratorios de la EIE-CRI, con módulos didácticos para la realización de prácticas?



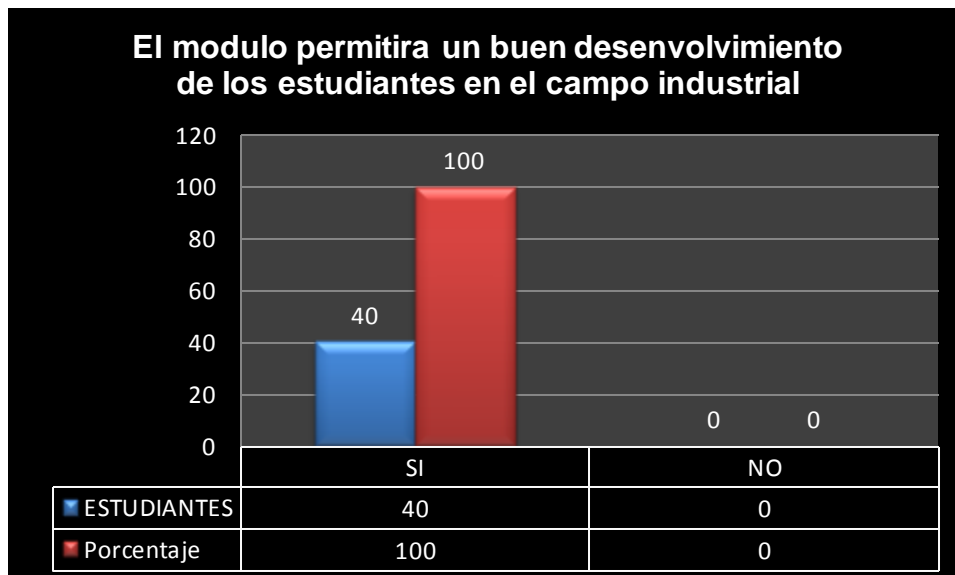
El 100% de los estudiantes considera que es necesario el equipamiento de los laboratorios para desarrollar prácticas ya que esto es muy importante en la formación académica.

Pregunta 2 ¿Cree Ud. que el módulo de clasificación de piezas controlado mediante un PLC SIEMENS S7-1200, aportara al fortalecimiento de los conocimientos teóricos de los estudiantes de la EIE-CRI?



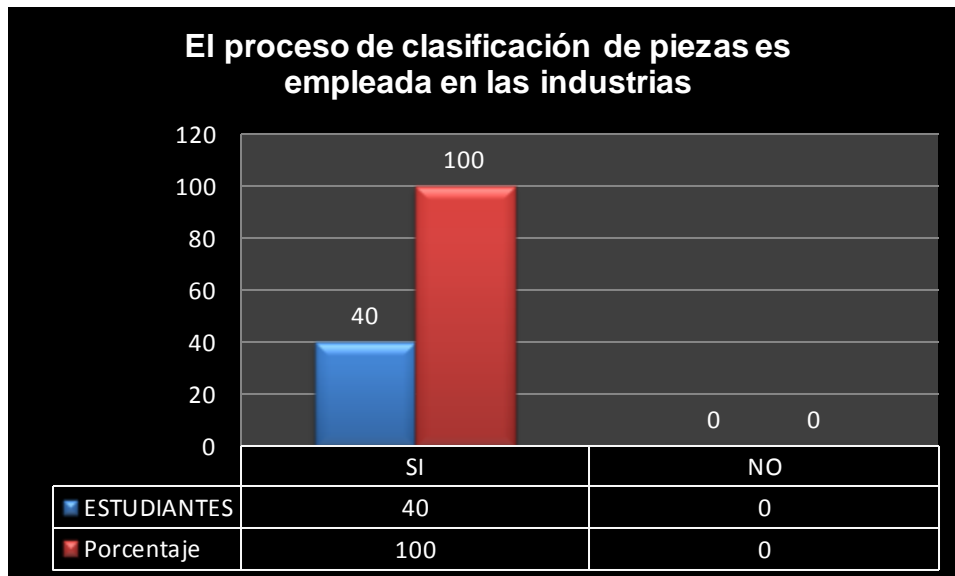
El 100% de los estudiantes encuestados consideran que el módulo implementado aportara al fortalecimiento de los conocimientos teóricos de los estudiantes de EIE-CRI.

Pregunta 3 ¿Considera Ud. que los Laboratorio de la EIE-CRI, con el nuevo módulo aportara en un alto porcentaje para que los estudiantes adquieran nuevos conocimientos para un buen desenvolvimiento en el campo industrial como profesional?



Del total de estudiantes encuestados el 100% considera que el nuevo módulo aportara en un alto porcentaje en la adquisición de nuevos conocimientos para en un futuro desenvolverse en el campo industrial como unos excelentes profesionales.

Pregunta 4 ¿Cree Ud. que el proceso de clasificación de piezas es empleada en las industrias?



Del total de estudiantes encuestados el 100% cree que el proceso de clasificación de piezas es empleado en las industrias.

6.9. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La alta competitividad existente en el mundo industrial, el afán de disminuir los tiempos, costos de producción y el constante avanza tecnológico hacen que se implementen los procesos de clasificación de piezas dentro de la línea de producción, razón por la cual el módulo de clasificación será fundamental para la adquisición de conocimientos sobre procesos reales.

Los datos de las encuestas realizadas a los estudiantes de la EIE-CRI de la ESPOCH, indican que los estudiantes requieren de módulos didácticos con

dispositivos mecánicos, eléctricos, neumáticos y electrónicos donde puedan realizar sus prácticas, así fortalecer los conocimientos teóricos obtenidos durante su etapa estudiantil para en un futuro desenvolverse como unos excelentes profesionales en el mundo laboral industrial.

CONCLUSIONES

- El proyecto de tesis desarrollado cumple con el principal objetivo planteado, diseñar e implementar un módulo para el proceso de clasificación de piezas controlado mediante un PLC Siemens S7-1200, que ayudara a los estudiantes de la Escuela de Ingeniería en Electrónica en Control y Redes Industriales de la ESPOCH a realizar prácticas de automatización y neumática.
- El control del motor es fundamental dentro del proceso de clasificación, ya que de esto depende el correcto avance de la banda transportadora de piezas para que estas alcancen la distancia correcta.
- Una vez realizada la integración de las diferentes etapas del módulo, se pudo determinar que la ubicación adecuada de los sensores, actuadores y la banda transportadora es esencial para que el sistema tenga un funcionamiento óptimo.
- La metodología de GRAFCET es una herramienta de gran ayuda para el desarrollo de secuencias en lo que se refiere a los procesos de automatización, realizando la programación en una forma ordenada garantizando el buen funcionamiento de los mismos.
- La utilización de Controladores Lógicos Programables (PLC), facilita los procesos de automatización, por su facilidad de programación, manejo

de señales de control y de centralización de procesamiento de información en un solo dispositivo, de otra forma el control de los dispositivos se convertiría en una tarea difícil de realizar.

- Es necesario realizar las pruebas de funcionamiento, de cada uno de los dispositivos del módulo, para evitar defectos y problemas al momento de iniciar el proceso.

- Para poder obtener el monitoreo del proceso mediante una PC y LabVIEW se tiene que utilizar un servidor OPC, el mismo que permite la comunicación entre estos dos elementos mencionados.

RECOMENDACIONES

- Tomar en cuenta las instrucciones detalladas en el manual de usuario, que se ha desarrollado en esta tesis, pues la falta de observación de las mismas en la manipulación, montaje, programación, y funcionamiento del equipo, puede crear situaciones de riesgo, las cuales pueden ocasionar daños físicos y lesiones al usuario así como al propio equipo.
- Debido a la utilización de sensores cuyo funcionamiento están determinados por factores externos, como el nivel de luminosidad, superficies de reflexión y la distancia del objeto a sensar, se deberá tomar en cuenta la calibración de los mismos de tal manera que dichos factores afecten en lo menos posible en la obtención de señales necesarias para llevar a cabo el control del módulo.
- Recomendamos la utilización de un motor paso a paso o un servo motor, para facilitar el control de posicionamiento de avance de la banda transportadora y un dispositivo mediante el cual se pueda variar la velocidad.
- Se recomienda revisar la parte eléctrica teniendo en cuenta que la alimentación es de 24VDC a excepción del PLC, tomar en cuenta el consumo de voltaje de cada dispositivo que integra el módulo, para evitar caídas de voltaje y si es necesario añadir una fuente extra al sistema de alimentación.

RESUMEN

El objetivo de diseñar e implementar el módulo para el proceso de clasificación de piezas controlado mediante un PLC (Controlador Lógico Programable) Siemens S7-1200, es que los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la ESPOCH, tengan una herramienta donde puedan desarrollar sus prácticas de una manera adecuada.

Mediante el método deductivo nos permitió realizar el montaje, configuración y programación de los dispositivos y por ende el funcionamiento total del proceso. El modulo clasifica tres tipos de piezas (plástica color negra, plástica color rojo y metálica), todas estas circulares de 2.5cm de alto por 4cm de ancho. Los materiales utilizados fueron, aluminio perfilado para la estructura de soporte, donde fueron ubicados los sensores: inductivo, reflectivo, fibra óptica, magnéticos de finales de carrera, encoder de posicionamiento de la banda transportadora de 48.5cm de largo x 4cm de ancho, cilindros neumáticos lineales activados por electroválvulas, relés para la activación del motor de 24VDC, el control del proceso se lo realizo mediante el empleo de un PLC, monitoreada desde un HMI (Interfaz hombre maquina) desarrollada en un computador empleando el software LabVIEW y un servidor OPC KEP server.

Mediante las 100 pruebas de funcionamiento realizadas, con sus respectivas piezas se obtuvo un 95% de piezas clasificadas correctamente, y un 5% de piezas clasificadas incorrectamente, lo cual se fue modificando hasta obtener el 100% de piezas clasificadas correctamente.

Concluimos que al implementar el sistema de clasificación de piezas utilizando sistemas eléctricos, mecánicos y neumáticos, los estudiantes podrán realizar prácticas y así familiarizarse con procesos industriales reales para establecer soluciones a posibles problemas de la automatización.

Recomendamos que antes de poner en funcionamiento el modulo se revise el manual de usuario y los respectivos datos técnicos de cada uno de los componentes del módulo.

SUMMARY

The purpose of this investigation for designing and deploying a control module which processes the classification of parts by means of using a Siemens S7-1200 PLC (Programmable Logic Control) is to provide the students of Electronic Engineering, majoring on Industrial Network and Control, at ESPOCH (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) with an appropriate tool for developing their adequate practices.

The deductive method allowed the researchers to carry out installation, configuration, and the whole process functioning. The module can classify three parts types such as black plastic, red plastic, and metallic; all of which are 2.5 centimeters height by 4 centimeters wide circulars. The materials used in the module construction were as follows: contoured aluminum for the support structure at which the following sensors and elements were placed: inductive and reflective sensors, optic fiber, magnetic run ends, positioning encoder of a 48.5 centimeters long by 4 centimeters wide transporting band, linear pneumatic cylinders for solenoid valves, pump relays for 24VDC motor activation. The process control was performed by means of using a PLC (Programmable Logic Controller), the monitoring was conducted through an HMI (Man Machine Interface) which was developed on a computer which used LabVIEW software and an OPC (OLE for Process Control) (OLE= Object Linking and Embedding) server.

During the 100 functioning testing's with respective parts, a 95 percent of them were classified as right parts, and the remaining 5 percent correspond to parts classified as inappropriate, which were gradually modified till reaching 100 percent of the parts classified as correct.

It can be concluded that in order to implement the parts classification system using electric, mechanic and pneumatic systems the students will be able to do practices to become familiar with real industrial process for establishing solutions to possible automation problems.

It is recommended that before putting the module to run it is necessary to check the user's manual and respective technical data of each module components.

BIBLIOGRAFIA

- (1) BLANCHARD, M.,** El Grafcet Principios y Conceptos.,
Roma- Italia., ADEPA., 1999., Pp. 25-50.
- (2) CREUS SOLÉ, A.,** Neumática e Hidráulica., 2ªed., México
D.F.-México., ALFAOMEGA., 2011., Pp. 15-57
- (3) DANERI, P.,** PLC Automatización y Control Industrial.,
Valencia-España., HASA., 2008., Pp. 15-34.
- (4) LAJARA VIZCANO, J., Y PELEGRI, S.,** LabVIEW Entorno
Gráfico de Programación., México D.F.-México.,
ALFAOMEGA., 2008., Pp. 52-123.
- (5) PEREZ CRUZ, J., Y PINEDA SANCHEZ, M.,**
Automatización de Maniobras Industriales Mediante

Autómatas Programables., México D.F.-México.,
Alfaomega., 2008., Pp. 45-98.

(6) ROLDAN, J., Motores Eléctricos y Automatismos de Control.,
México D.F.-México., PARANINFO., 2011., Pp. 43-89.

BIBLIOGRAFÍA DE INTERNET

(1) ACCESORIOS NEUMÁTICOS

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

2013/02/21

(2) AIRE COMPRIMIDO

<http://electroneumatica.blogspot.com/2008/03/algunas-propiedades-del-aire-comprimido.html>

2013/02/18

<https://sites.google.com/site/automatizacionycontrol4/neumatica/aire-comprimido/propiedades-del-aire>

2013/02/18

(3) CILINDRO NEUMÁTICO

<http://olmo.pntic.mec.es/jmarti50/neumatica/cilindros.html>

2013/02/21

<http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaaapuntes.htm/Trabajos%20IM%20200910/Manuel%20Jesu s%20Esacalera-Antonio%20RodriguezActuadores%20 Neumaticos.pdf>

2013/02/21

(4) CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

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

2013/02/24

<http://plc-hmi-scadas.com/007.php>

2013/02/25

(5) ELECTROVÁLVULAS

<http://iesvillalbahervastecnologia.files.wordpress.com/2009/05/neumatica.pdf>

2013/02/21

(6) NEUMÁTICA

<http://automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/NEUMATICA%20GUIA%201.pdf>

2013/02/21

<http://www.tecnicamaritima.com/servicios-navales/132-ventajas-y-desventajas-de-la-neumatica.html>

2013/02/21

(7) PRESIÓN

http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/4750/4915/html/1_propiedades_del_aire_leyes_de_los_gases_perfectos.html

2013/02/18

(8) OPC SERVER

<http://www.infopl.net/descargas/13-omron/821-scada-cx-superviso-con-servidor-opc-kepware-kepserverex>

2013/03/05

<http://www.etitudela.com/entrenadorcomunicaciones/downloads/laviewintroduccionopcserver.pdf>

2013/03/05

(9) SENSORES

<http://spanish.ttnet.net/showProductImg/j23wppbwph4zpq>

2013/02/21

http://www.hungphu.com.vn/vn/catalogos/837Encoder_psc.pdf

2013/02/21

(10) STEP 7 BASIC

https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut_simatic/Documents/S71200_Paso_a_Paso_v1.0.pdf

2013/03/09

ANEXOS

ANEXO 1

**MANUAL DE USUARIO PARA EL MODULO, PROCESO DE
CLASIFICACION DE PIEZAS CONTROLADO MEDIANTE UN PLC
SIEMENS S7-1200.**

MANUAL DE USUARIO
MÓDULO PARA EL PROCESO DE CLASIFICACION DE PIEZAS
CONTROLADO MEDIANTE UN PLC SIEMENS S7-1200

1. Introducción

El presente documento detalla las instrucciones y procedimientos a seguir para poner en funcionamiento el modulo didáctico de una manera correcta y segura, por lo que antes de su utilización debe tomarse muy en cuenta cada una de las instrucciones contenidas en el manual, ya que además contiene las especificaciones técnicas de cada dispositivo utilizado en el módulo.

Una condición preliminar a cumplir por el personal que trabaje en el sistema de clasificación de piezas es que disponga de conocimientos técnicos, ya que la vida útil del módulo, su rendimiento y disponibilidad de operación dependen en alto grado de la correcta ejecución de los trabajos de limpieza, del manejo y mantenimiento del mismo.

2. Condiciones de Utilización

El modulo para el proceso de clasificación de piezas deberá utilizarse únicamente cumpliendo las siguientes condiciones:

- ✓ Tener conocimientos teóricos del proceso y dispositivos que conforman el modulo.
- ✓ Trabajar con el módulo únicamente en presencia del docente o con el consentimiento del docente encargado.
- ✓ Leer el manual de usuario.

3. Componentes del módulo

Sensores

Se cuenta con algunos tipos de sensores:

- ✓ Sensor inductivo.
- ✓ Sensor de fibra óptica.
- ✓ Sensor reflectivo.
- ✓ Sensor magnético de fin de carrera.
- ✓ Encoder de rotación.

Motor Eléctrico

Es el encargado de dar movilidad a la banda transportadora, donde se colocaran las piezas de trabajo.

Cilindros neumáticos

Encargados de depositar las piezas desde la banda transportadora hacia las respectivas rampas.

Electroválvulas

Permiten el accionamiento de los cilindros neumáticos dependiendo de las salidas del PLC.

Unidad de mantenimiento

Cumple la función de filtrar y regular la presión del aire comprimido proveniente de un almacenador.

Panel de control

Permite realizar el control del estado del módulo (ON-OFF, INICIO, PARO). A continuación se detalla los componentes:

- ✓ Selector: Suministra la energía al PLC.
- ✓ Luz piloto color naranja: Indica la posición del selector.
- ✓ Pulsador verde: Da inicio al proceso del módulo.
- ✓ Pulsador rojo: Detiene la secuencia del proceso.

PLC

Es el dispositivo central del módulo, ya que es el encargado de adquirir y procesar las señales para el funcionamiento del proceso de clasificación de piezas.

4. 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.

4.1. Información general

- ✓ 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.

4.2. Parte mecánica

- ✓ Comprobar que todos los componentes se encuentren fijados sobre la base del módulo.
- ✓ Respete el posicionamiento de los componentes.

4.3. 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 instalaciones eléctricas únicamente deberán conectarse y desconectarse sin tensión.
- ✓ Utilizar únicamente cables ponchados con terminales, por seguridad y facilidad.
- ✓ Utilizar una fuente de alimentación extra si es necesario, para evitar caída de voltaje.

4.4. Neumática

- ✓ No deberá superarse la presión máxima admisible de 800 kPa (8 bar), considerando que la presión de trabajo es de 600 kPa (6 bar).
- ✓ Únicamente conectar el aire comprimido después de haber montado y fijado correctamente las mangueras de los dispositivos neumáticos.
- ✓ Revisar que la manguera este bien encajada en el acople rápido (racord).

- ✓ 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 la desconexión de mangueras neumáticas presione el anillo color azul del racord respectivo así se desbloquea y se procede a retirar la manguera.

5. Suministro de energía eléctrica

- ✓ Todos los dispositivos eléctricos, electro neumático del módulo a excepción del PLC funcionan con 24VDC.
- ✓ El PLC Siemens S7-1200 no necesita una fuente de alimentación externa, se conecta directamente a la línea de 110VAC. Además nos entrega una línea de alimentación de 24 VDC para alimentar a los sensores.
- ✓ Se puede utilizar la fuente de 24VDC suministrado por el PLC para la alimentación de los sensores y actuadores y demás dispositivos del módulo.
- ✓ Debido a que se tiene varios dispositivos sensores y actuadores se tiene una fuente de 24 VDC extra para la alimentación de los mismos, esto con el fin de evitar caídas de voltaje.

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	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Entrada	I0.0	INICIO	Pulsador de inicio del proceso.
Entrada	I0.1	PARO	Pulsador de paro total del proceso.
Entrada	I0.2	SEN_INDUCTIVO	Sensor inductivo de detección de piezas metálicas.
Entrada	I0.3	SEN_OPTICO	Sensor óptico de detección de piezas plásticas color negro.
Entrada	I0.4	ENCODER	Encoder encargado de posicionar la banda transportadora.
Entrada	I0.5	FIN_CARRERA1	Sensor magnético de fin de carrera del cilindro neumático uno.
Entrada	I0.6	FIN_CARRERA2	Sensor magnético de fin de carrera del cilindro neumático dos.
Entrada	I0.7	SEN_FO	Sensor de fibra óptica de detección de piezas plásticas color rojo.
Salida	Q0.0	VÁLVULA1	Electroválvula de

			accionamiento del cilindro uno.
Salida	Q0.1	VÁLVULA2	Electroválvula de accionamiento del cilindro dos.
Salida	Q0.2	RELE1	Accionamiento del motor en hacia atrás.
Salida	Q0.3	RELE2	Accionamiento del motor hacia delante.
Salida	Q0.4	CONTADOR	Salida para realizar el conteo de piezas color negras en el HMI.

6.2. Definir la secuencia

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

22. Dar el pulso de inicio.
23. El motor pone en funcionamiento la banda transportadora.
24. Los sensores de inicio de la banda identifican el tipo y color de la pieza.
25. Si la pieza es metálica procede al paso 5 caso contrario al paso 12.
26. La pieza continúa el recorrido por la banda transportadora hasta llegar a la segunda rampa.
27. El motor de la banda transportadora se detiene.
28. El solenoide de la segunda electroválvula se activa.

29. El vástago del cilindro número dos sale hasta el final, haciendo que la pieza sea depositado en la rampa.
30. El sensor magnético dos de fin de carrera se activa.
31. El vástago del cilindro regresa a su posición inicial.
32. El motor se activa poniendo nuevamente la banda en movimiento para continuar con el proceso.
33. Para continuar en este paso significa que la pieza a clasificar es plástica.
34. Si la pieza plástica es de color roja procede paso 14 caso contrario procede al paso 21.
35. La pieza continúa su recorrido hasta llegar a la posición de la primera rampa.
36. El motor de la banda transportadora se detiene.
37. El solenoide de la primera electroválvula se activa.
38. El vástago del cilindro uno sale hasta alcanzar el final del recorrido, depositando la pieza en la rampa.
39. Se activa el sensor magnético uno.
40. El vástago del primer cilindro regresa a su posición inicial.
41. El motor se activa, poniendo nuevamente en movimiento la banda transportadora.
42. La pieza de color negra continúa su recorrido hasta llegar al final de la banda transportadora (para poder ser empleada en otro proceso).

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 de clasificación de piezas controlado mediante un PLC Siemens S7-1200”, en el capítulo 5, en la sección Secuencia Grafcet encontrara la secuencia realizada para el proceso realizado.

7. Monitoreo mediante HMI

Es el encargado del monitoreo y control en tiempo real del proceso mediante el empleo de un computador. Para la comunicación entre el PLC y el HMI se debe emplear un servidor OPC cualesquiera disponibles en el mercado.

Para el buen funcionamiento del HMI:

- ✓ Configurar correctamente los tiempos de respuesta del servidor OPC.
- ✓ Declarar las IP's del computador tomando en cuenta que debe estar en el mismo rango que la dirección del PLC.
- ✓ Asegurarse que el cable de red este correctamente conectado.
- ✓ Dentro del HMI configurar las llamadas de los tags.

8. Lista de fallas 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	Banda transportadora no avanza.	Banda atascada	Verificar que la pieza de sujeción del sistema de rodamiento no esté muy cerca del piñón del motor.
		Motor no funciona	Verificar la alimentación del motor.
		Relés no conmutan	Verificar que la salida del PLC esté conectada al relé correspondiente.
		Variador de velocidad averiado	Revisar la conexión eléctrica. Calibrar la velocidad mediante el potenciómetro.
2	Sensores defectuosos	Ausencia de energía	Verificar el suministro de energía eléctrica. Revisar las conexiones de las borneras.
		Caídas de voltaje	Evitar que existan caídas de voltaje agregando una fuente de voltaje extra si es necesario.

		Sensores descalibrados	Calibrar la distancia de los sensores hacia la pieza de trabajo.
3	Cilindros neumáticos no se accionan	Falta de aire comprimido	Regular la válvula de la unidad de mantenimiento para obtener la presión requerida.
		Fuga de aire	Revisar las mangueras y los acoples rápidos.
		Electroválvula no se activa	Revisar la conexión de la salida del PLC a la que está conectada.
		Válvula estranguladora al 100%	Regular la válvula estranguladora colocada a la salida del pistón.
4	Fallas en el PLC	Ausencia de energía eléctrica	Verificar el suministro de energía eléctrica al PLC.
		Entradas y salidas del PLC mal conectadas	Verificar y corregir la conexión de entradas y salidas del PLC.
		Programación incorrecta	Corregir la programación en el TIA Portal. Revisar la asignación de todas las variables.
5	Fallas en el HMI	No existe comunicación	Verificar el cable de red. Verificar la dirección IP. Revisar las direcciones

			estáticas creadas con el OPC server.
		Demora en actualización de datos.	Verificar los tiempos dentro del OPC.

RECOMENDACIONES

- ✓ Leer y seguir las instrucciones de este manual de usuario, para una correcta manipulación, funcionamiento, y preparación del equipo para evitar situaciones de riesgo
- ✓ La utilización de piezas de diámetro no mayor a 4cm y 2.5cm de alto, puesto que la banda transportada está diseñada para esas características.
- ✓ Se recomienda revisar la parte eléctrica teniendo en cuenta que la alimentación es de 24VDC a excepción del PLC, tomar en cuenta el consumo de voltaje de cada dispositivo que integra el modulo, para evitar caídas de voltaje y si es necesario añadir una fuente extra al sistema de alimentación.

ANEXO 2

MODELO DE ENDUESTA



ESCUELA SUPERIOR POLITECNIA DE CHIMBORAZO

**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

SEMESTRE:.....

FECHA:.....

Objetivo

Verificar si el “Diseño E Implementación De Un Módulo De Clasificación De Piezas Controlado Mediante un PLC Siemens S7-1200” para la Simulación De Procesos Industriales fortalece los conocimientos de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la ESPOCH.

Instrucciones

- ✓ Lea detenidamente cada pregunta.
- ✓ Marque con una X la respuesta que considere.

Preguntas

1. ¿Considera Ud. necesario el equipamiento de los laboratorios de la EIE-CRI, con módulos didácticos para la realización de prácticas?

SI ()

NO ()

2. ¿Cree Ud. que el módulo de clasificación de piezas controlado mediante un PLC SIEMENS S7-1200, aportara al fortalecimiento de los conocimientos teóricos de los estudiantes de la EIE-CRI?

SI ()

NO ()

3. ¿Considera Ud. que los Laboratorio de la EIE-CRI, con el nuevo módulo aportara en un alto porcentaje para que los estudiantes adquieran nuevos conocimientos para un buen desenvolvimiento en el campo industrial como profesional?

SI ()

NO ()

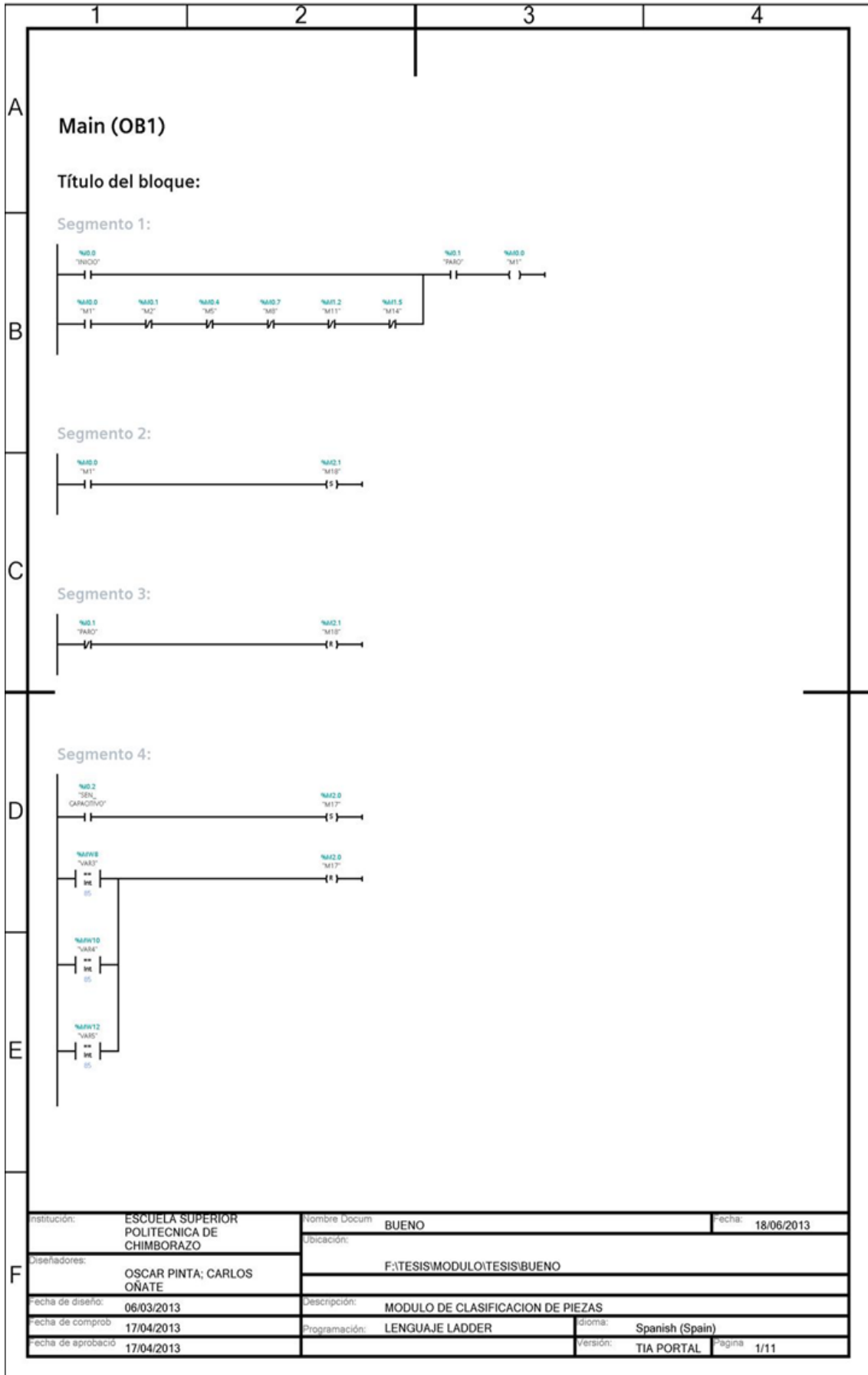
4. ¿Cree Ud. que el proceso de clasificación de piezas es empleada en las industrias?

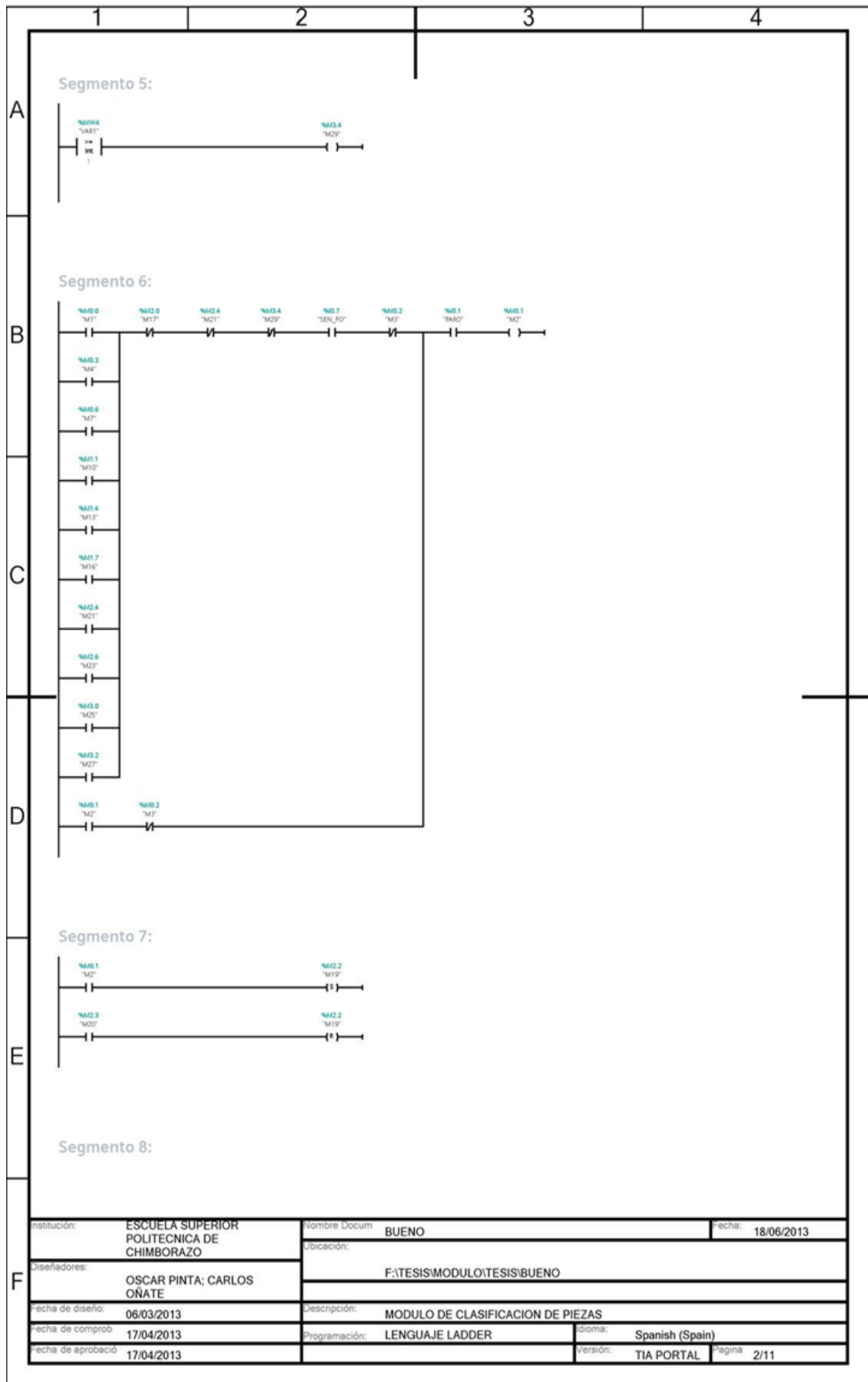
SI ()

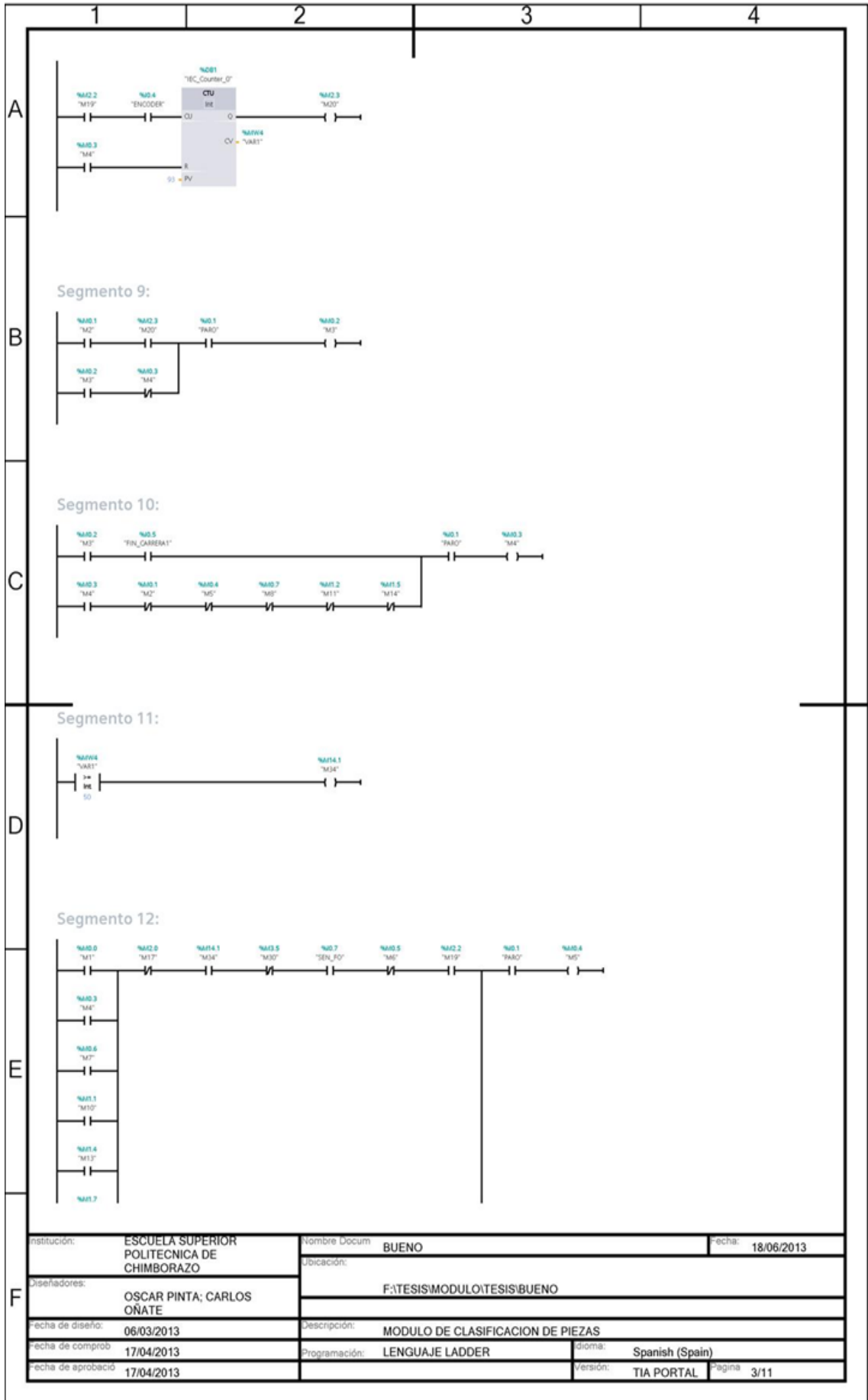
NO ()

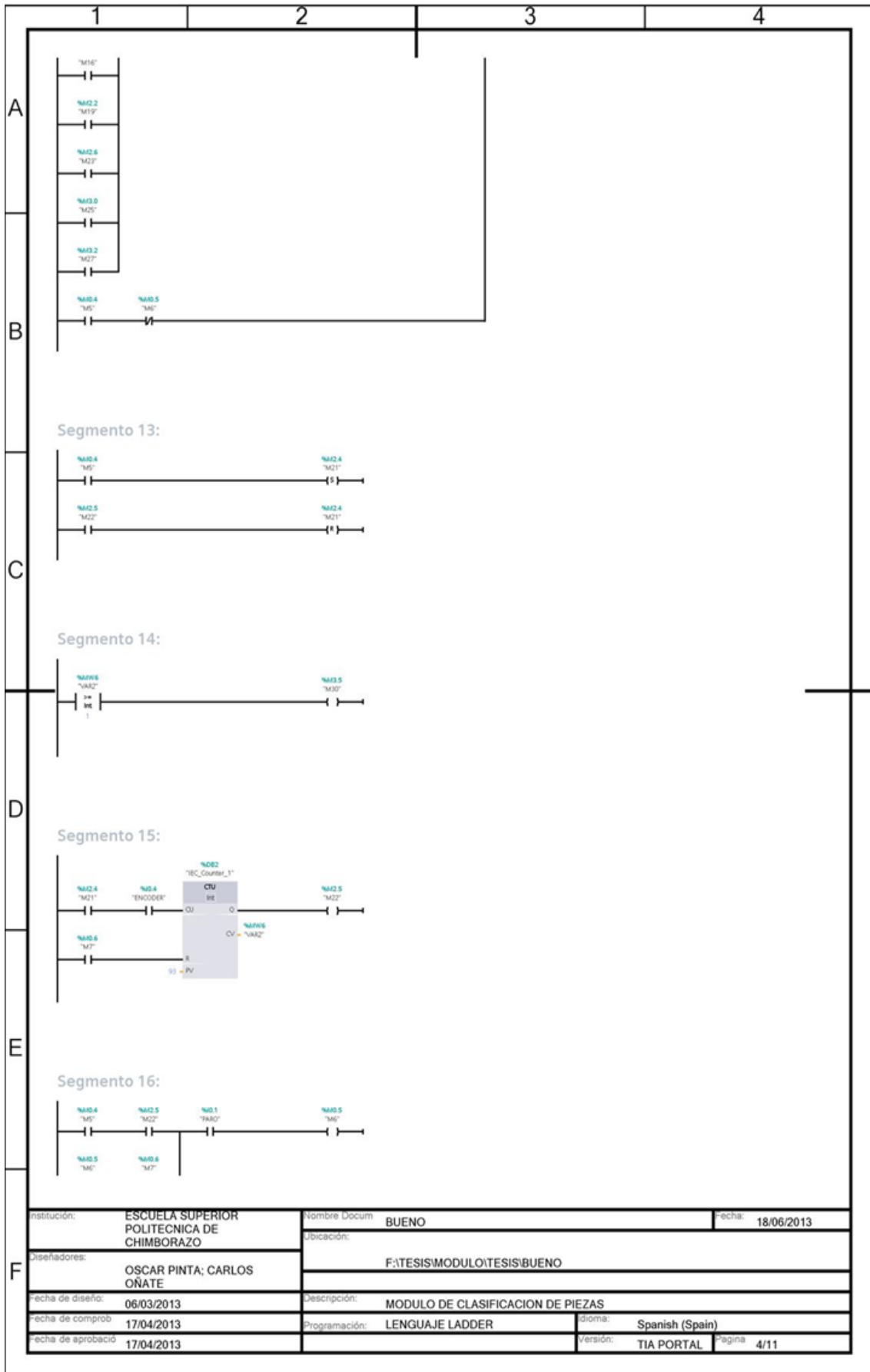
ANEXO 3

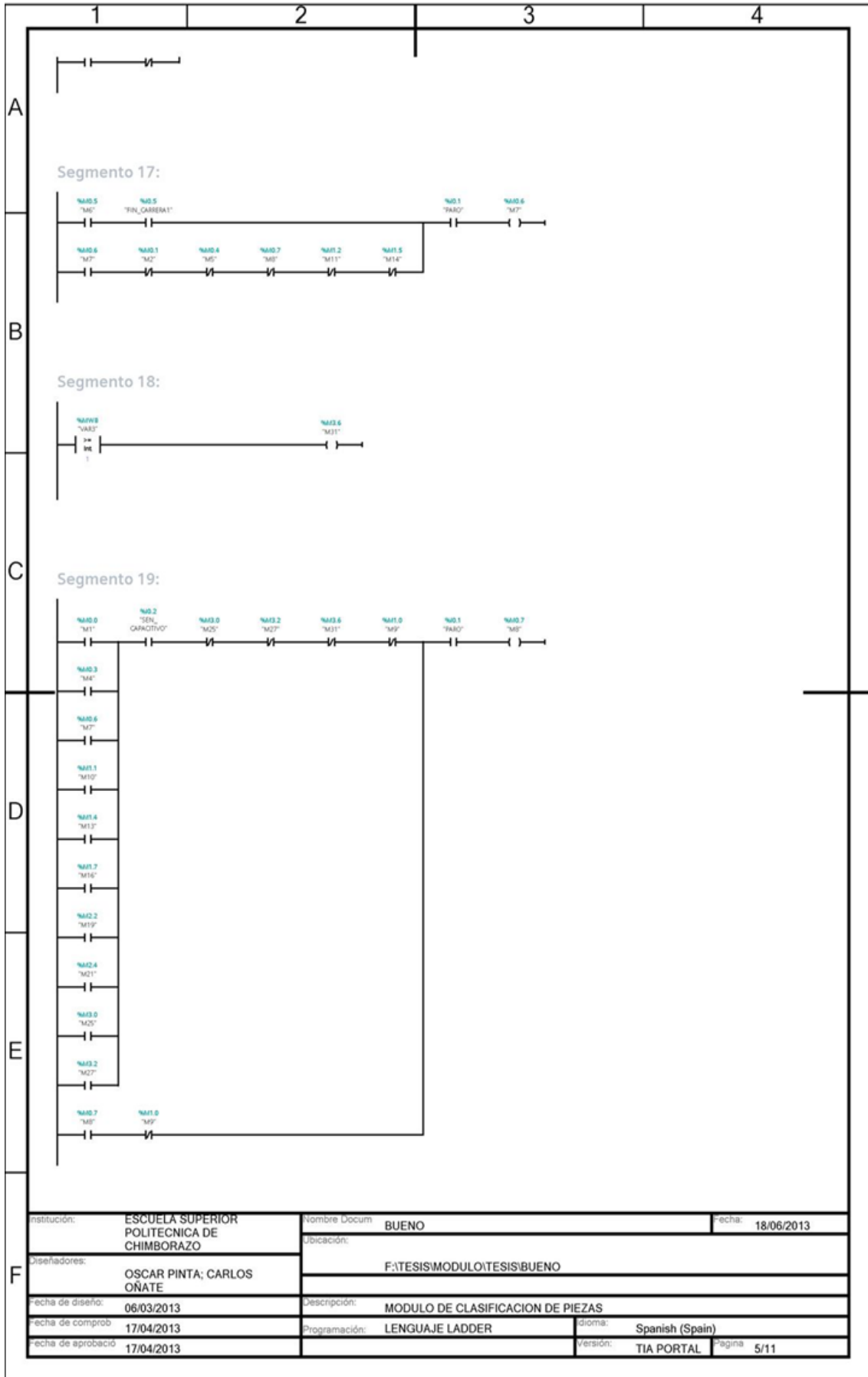
PROGRAMACION EN EL TIA PORTAL V10.5

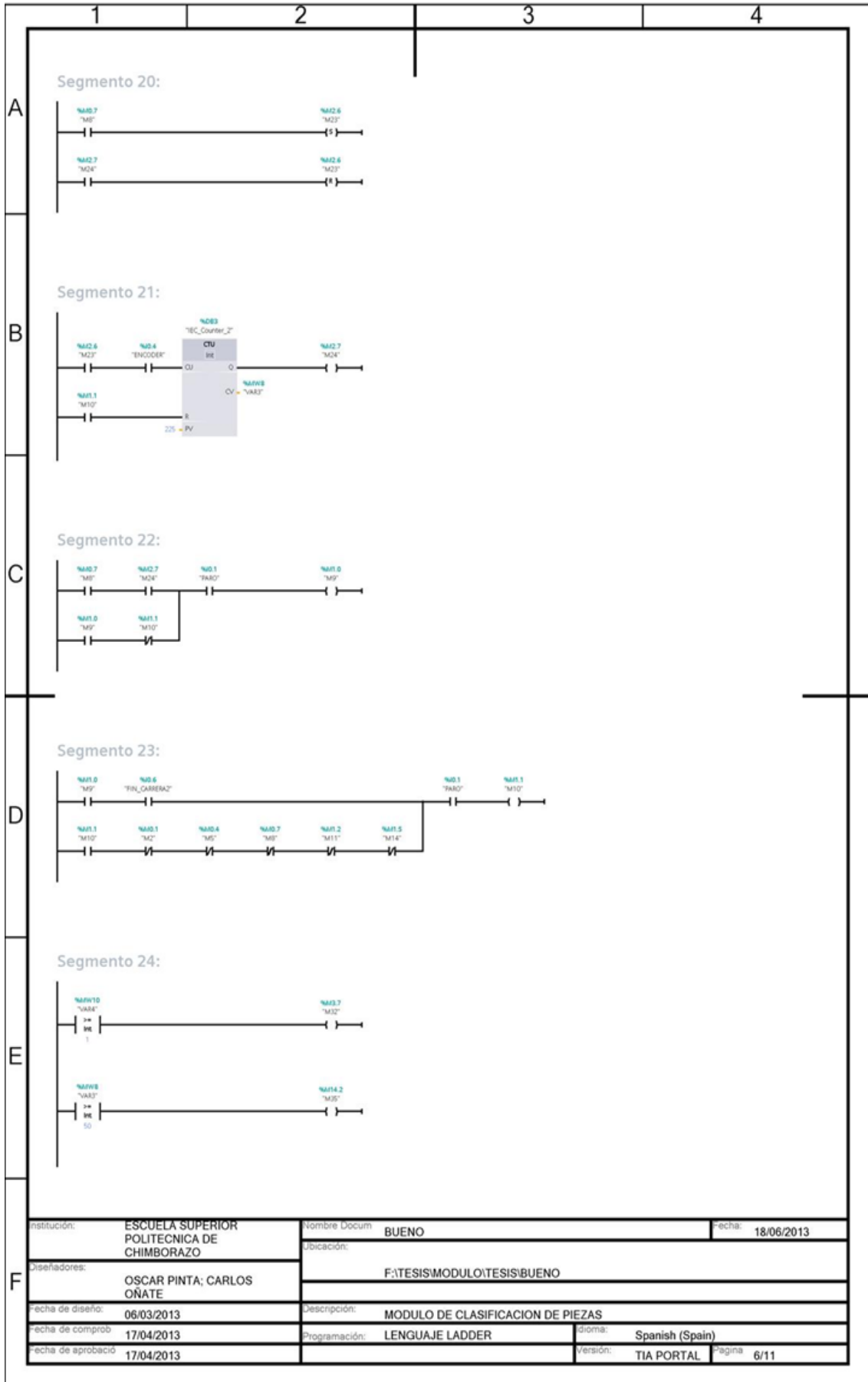






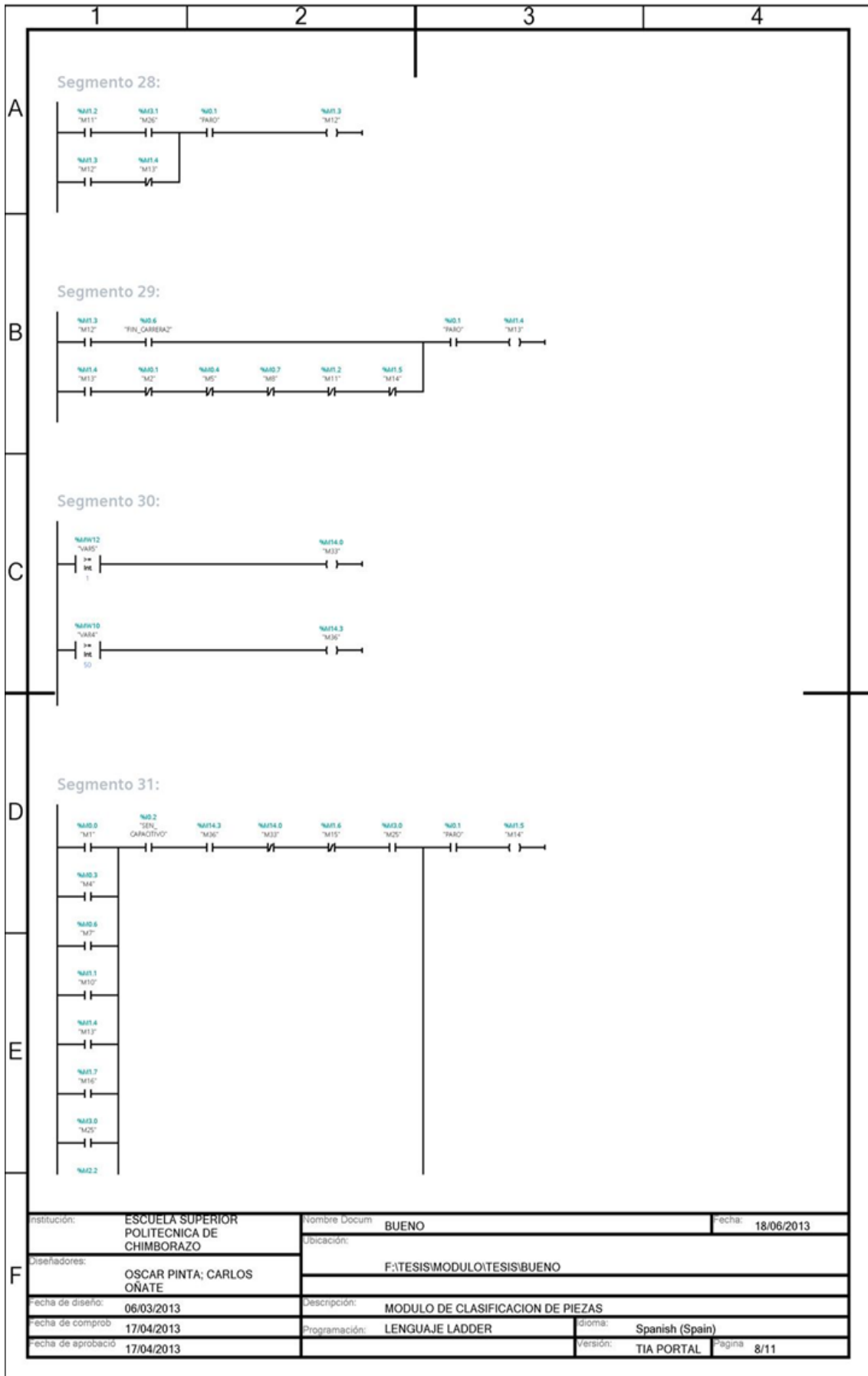


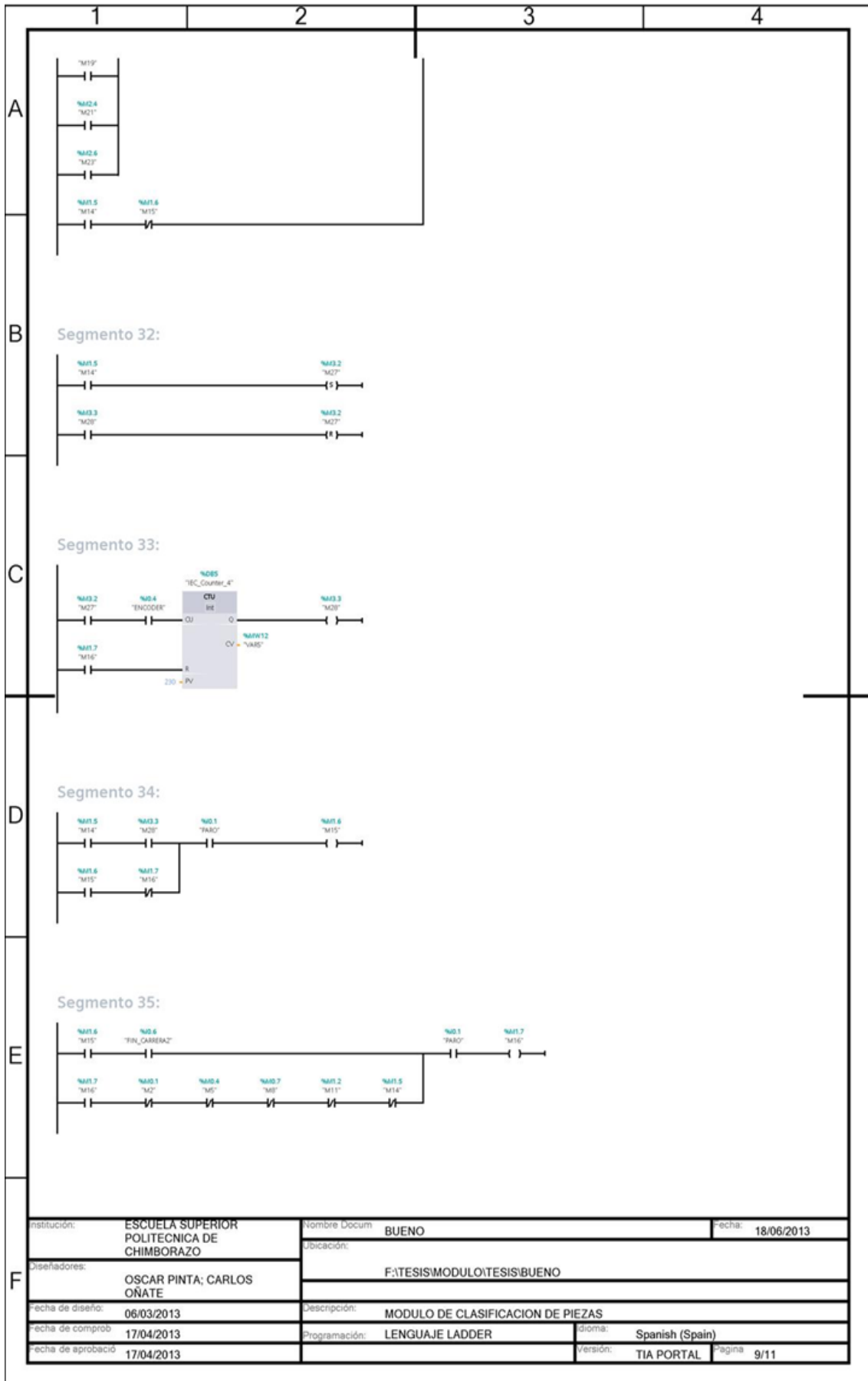


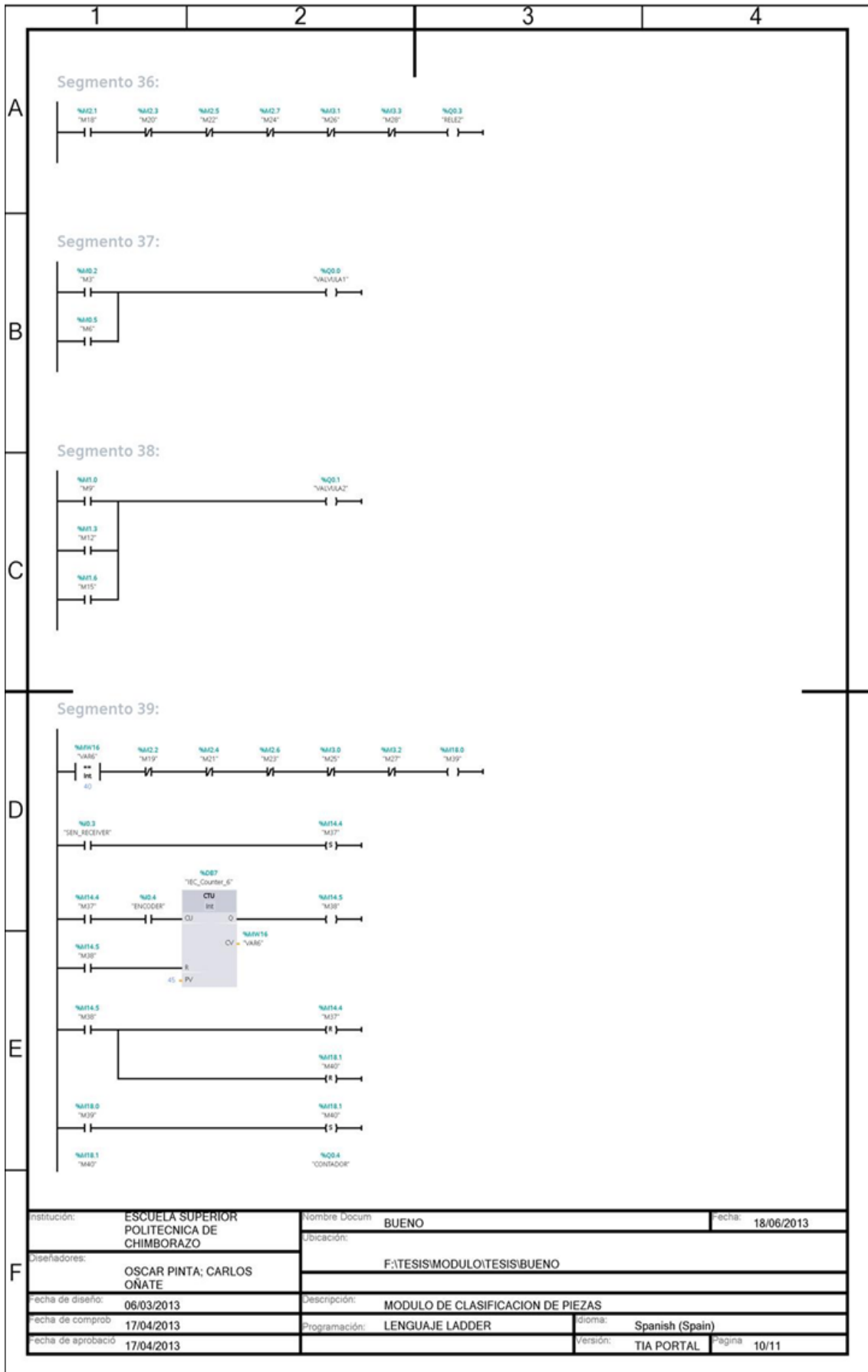




F	Institución:	ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO	Nombre Docum	BUENO	Fecha:	18/06/2013
	Diseñadores:	OSCAR PINTA; CARLOS ONATE	Ubicación:	F:\TESIS\MODULO\TESIS\BUENO		
	Fecha de diseño:	06/03/2013	Descripción:	MODULO DE CLASIFICACION DE PIEZAS		
	Fecha de comprob	17/04/2013	Programación:	LENGUAJE LADDER	Idioma:	Spanish (Spain)
	Fecha de aprobació	17/04/2013		versión:	TIA PORTAL	Página 7/11

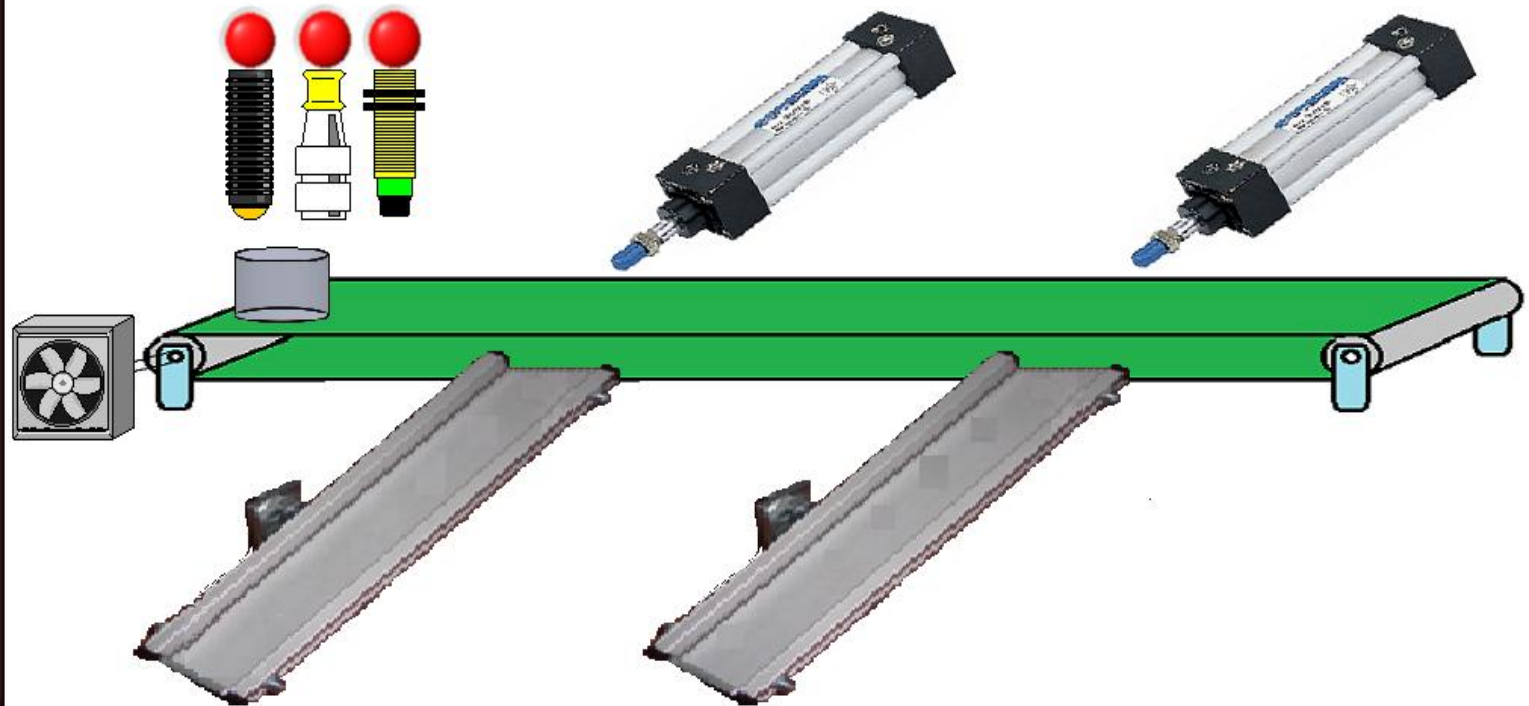






ANEXO 4

HMI DESARROLLADO EN LABVIEW





saber para ser

ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

SIEMENS



INGRESO AL PANEL
DE MONITOREO
DEL SISTEMAS DE
CLASIFICACIÓN



ACCESO

SALIR



ANEXO 5

DATOS TECNICOS DE LOS DISPOSITIVOS

ROTARY ENCODER PSC

INSTRUCTION MANUAL

We appreciate you for purchasing HanYoung NUX Co.,Ltd product. Before using the product you have purchased, check to make sure that it is exactly what you ordered. Then, please use it following the instructions below.



HEAD OFFICE 1381-3, Juan-Dong, Nam-Gu Incheon, Korea
TEL: (82-32)876-4697 FAX: (82-32)876-4696

■ Safety Information



CAUTION

- Before using the product you purchased, make sure that it is exactly what you ordered.
- Make sure that there is no damage or abnormality of the product during the delivery.
- The transmitter for measuring the length is composed of precision parts, so can easily be damaged with external impact, therefore handle with care.
- The shield wire of the transmitter for length measurement is not connected to the case.
- When the product gets wet, the inspection is essential because there is danger of an electric leakage or fire.
- For the continuous and safe use of this product, the periodical maintenance is recommended.
- If you use the product with methods other than specified by the manufacturer, there may be bodily injuries or property damages.

■ On Mega Test

An internal pressure of 500 V d.c exists between the Case and the electric circuit, however, there are dangers of damage the electrical circuit if voltage is applied accidentally, so do not perform mega tests.

■ On Installation

- During installation, do not apply impact on or twist the shaft of the transmitter for length measurement.
- During installation, do not apply excessive force when combining the shaft of transmitter for length measurement and the instrument.
- During installation, take caution because the life span of the transmitter for length measurement is dependent on the usage condition and the environment.
- Do not decompose, modify, revise or repair this product. This may be a cause of malfunction, electric shock or fire.
- Reassemble this product while the power is OFF. Otherwise, it may be a cause of malfunction or electric shock.

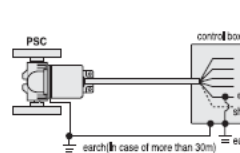
■ About Wiring

- Separate an input signal cable from an output signal cable. If separating is not possible, please use the input signal cable after shielding it.
- If there is excessive noise from the power supply, using insulating transformer and noise filter is recommended.
- Do not connect anything to the unused terminals.
- After checking the polarity of terminal, connect wires at the correct position.
- As for wiring, ensure they are as short as possible.
- Having the same pipe for wiring of the transmitter for length measurement with the power line or an identical connection could cause malfunction, therefore please take caution.
- Wrong connection of the wiring of transmitter for length measurement may damage the internal circuit. Please take sufficient caution.

■ About Vibration

- If intense vibration or impact is applied on the transmitter for length measurement, the wrong pulse is generated causing malfunction, therefore, absolute care is necessary when selecting the installation and disposition location.
- As much as the amount of pulse per cycle, the slit gap of rotation slit is narrower, therefore can be easily affected by vibration, and the vibration applied during slow rotation or when stationary, may get transmitted to the shaft or the main body, causing wrong pulse generation, therefore, please take caution. The vibration applied to the transmitter for length measurement can become a cause for wrong pulse generation, so please take caution in terms of installation location or location for attachment.

■ For Noise Prevention



Distance from control box	Wiring of PSC
Below	As for PSC Case, connect on the control board case by 3-5.5mm ² electric wire. For the 0V terminal, connect on the control board case with identical type of electrical wire and earth it.
Above	Perform as indicated above, and earth the PSC.

※ The caution on the safety stated above, must be kept, otherwise malfunction can be induced.

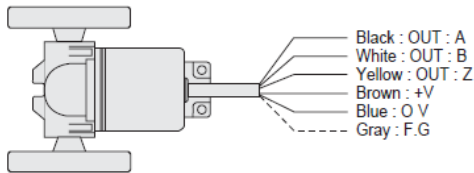
■ Specification

Model	PSC-MA-AB-N PSC-MB-AB-N PSC-MC-AB-N PSC-YA-AB-N PSC-YB-AB-N PSC-YC-AB-N	PSC-MA-AB-O PSC-MB-AB-O PSC-MC-AB-O PSC-YA-AB-O PSC-YB-AB-O PSC-YC-AB-O	PSC-MA-AB-T PSC-MB-AB-T PSC-MC-AB-T PSC-YA-AB-T PSC-YB-AB-T PSC-YC-AB-T
Output type	NPN voltage Output	NPN Opencollector	Totem Pole Output
Output phase	A phase, B phase (PSC-MB, PSC-MC, PSC-YC are available with Z phase output)		
Phase difference of output	Phase difference between A and B phase : $T/4 \pm T/8$ (1 cycle of A phase = T)		
Max. response	180 kHz		
Power voltage	12 - 24 V d.c (± 5%)		
Power Consumption	Max. 60 mA		
Connection type	WIRE Connection		
Control Output	<ul style="list-style-type: none"> Load Voltage : Max. 30 V Load Current : Max. 30 mA Remaining voltage : Max. 0.4 V 	<ul style="list-style-type: none"> LOW Load Current : Max. 30 mA Remaining voltage : Max. 0.4 V 	<ul style="list-style-type: none"> HIGH Load Current : Max. 10 mA Remaining voltage : Min. 1.5 V
Response speed	Max. 1 μ s (Wire length: 2 m, I_{wv} = 30 mA)		
Moving torque	Max. 200 gf.cm (19600 uN.m)		
Shaft inertial moment	Max. 800 g.cm ² (8×10^4 kg.m ²)		
Shaft allowable load	Radial : Below 0.1 mm, Thrust: Below 0.2 mm		
Max. allowable revolution	5000 rpm		
Life span of bearing	1.2×10^6 / rpm: Time		
Insulation resistance	Min. 500 M Ω (Between all terminals and case)		
Dielectric strength	500 V a.c (Between all terminals and case for 1 minute at 50 Hz)		
Vibration	10 - 55 Hz (for 1 minute cycle), double amplitude width: 1.5 mm, in each direction of X · Y · Z for 2 hours		
Shock	Max. 75 G		
Operating ambient temperature	- 10 ~ 60 °C (Without freezing), Storage : - 25 ~ 85 °C		
Operating ambient humidity	35 ~ 85 % R.H.		
Protection	IP 50 (IEC Standard)		
Cable	5P, ϕ 6.0 mm, Length : 2 m (Shielded cable)		
Weight	About 657 g		

Product Classification

PSC	MA	AB	T	24
Model	Min. measuring length	Output phase	Output	power voltage
Wheel type Rotary Encoder (INCREMENTAL TYPE)	<ul style="list-style-type: none"> MA: 1 m MB: 1 cm MC: 1 mm YA: 1 YARD YB: 0.1 YARD YC: 0.01 YARD 	• AB: A, B Phase	<ul style="list-style-type: none"> • N: NPN voltage output • O: NPN open collector output • T: Totem pole output 	12: 12 V d.c (5 - 12 V d.c) 24 - 24 V d.c (12 - 24 V d.c)

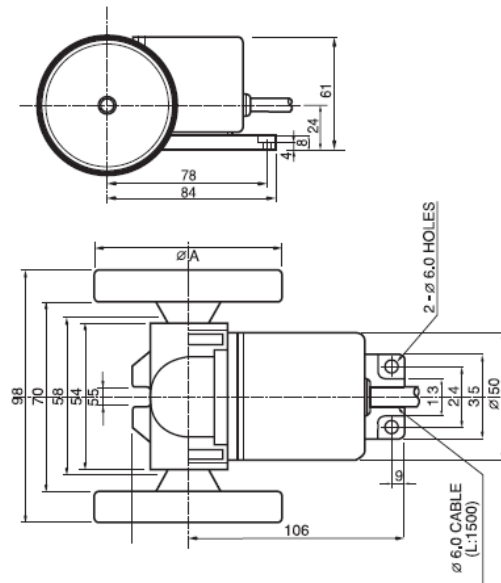
Connection



※ Shield wire is not Connected to enclosure

Dimension

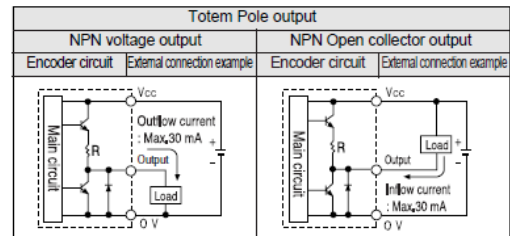
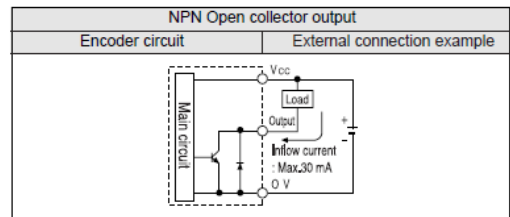
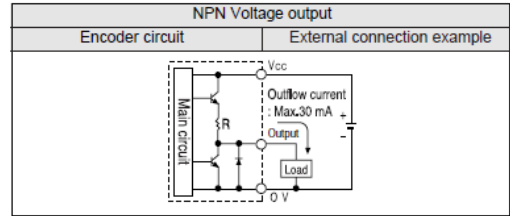
[Unit : mm]



Product Classification

Model	Measuring Unit	Ratio of gear	Wheel girth	Pulse/4 Revolution
PSC-MA-□□-□	1 m	4:1	250 mm	1 Pulse
PSC-MB-□□-□	1 cm	4:1	250 mm	100 Pulse
PSC-MC-□□-□	1 mm	2:1	250 mm	500 Pulse
PSC-YA-□□-□	1 YARD	4:1	228.6 mm (0.25/Yd)	1 Pulse
PSC-YB-□□-□	0.1 YARD	4:1	228.6 mm (0.25/Yd)	10 Pulse
PSC-YC-□□-□	0.01 YARD	4:1	228.6 mm (0.25/Yd)	100 Pulse

Control Output Circuit



Output Wave

■ NPN voltage Output, NPN open collector output, Totem Pole output

Output	Clock Wise	Center Clock Wise
OUT A		
OUT B		
OUT Z		

※ CW : Direct rev. is clockwise in shaft position
 ※ CCW : Counterclock wise in shaft position-Reverse revolution

Autonics

**OPTICAL FIBER SENSOR
BF4R SERIES**

M A N U A L

CE



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

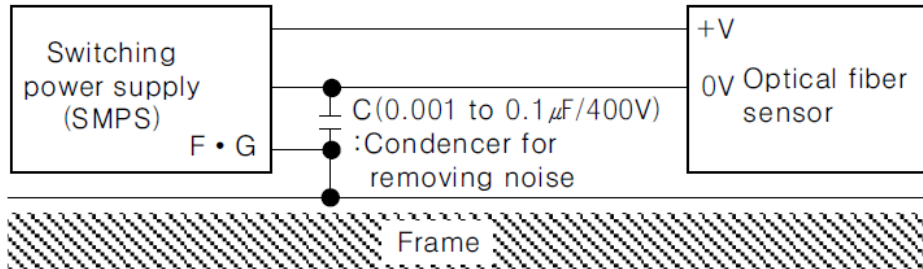
■ **Caution**



This unit is not designed for safety, therefore when this unit is applied at dangerous application such as serious human injury, serious property damage, be sure to install fail-safe device.

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

BF 4 R P - E

	Standard type
E	External synchronization input type
R	Remote sensitivity setting type
	NPN O • C output
P	PNP O • C output
R	Light source (R:Red LED)
4	Series name
BF	Fiber sensor

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

■ Specification

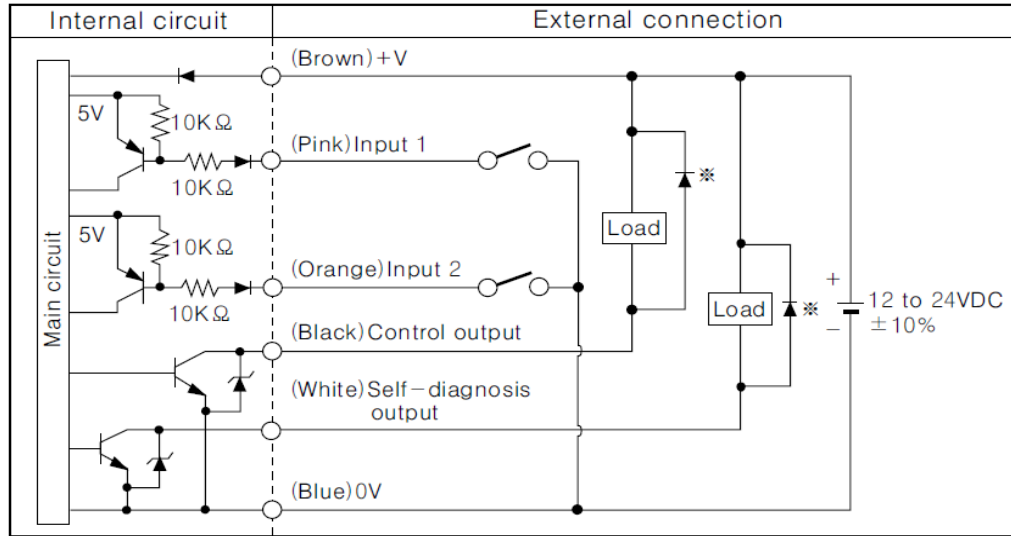
Model	BF4R (Standard type)	BF4R-E (External synchroni- zation input type)	BF4R-R (Remote sensitivity setting type)	BF4RP (Standard type)
Power voltage	12 to 24VDC $\pm 10\%$, Ripple p-p:Max. 10%			
Power consumption	Max. 45mA			
Control output	NPN o • c output			PNP o • c output
	Load current:Max. 100mA 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		_____	Built in	
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 μs) 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°C (at non-freezing state)			
Ambient storage temperature	-20 to 70°C (at non-freezing state)			
Ambient humidity	35 to 85%RH			
Material	Case : Heat-resistant ABS, Case cover : Polycarbonate			
Cable	$\phi 4$, 4P, Length:2m	$\phi 4$, 6P, Length : 2m	$\phi 4$, 4P, Length:2m	
Weight	About 65g			
Approval	CE			

※ (Note1) Frequency 1 (Normal mode):Max. 0.5ms, Frequency 2:Max. 0.7ms

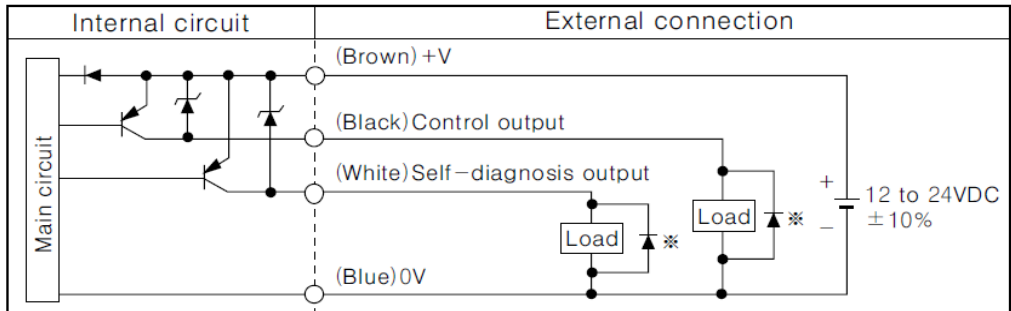
※ The weight of above chart is net weight.

■ Control output

● NPN O · C output



● PNP O · C output

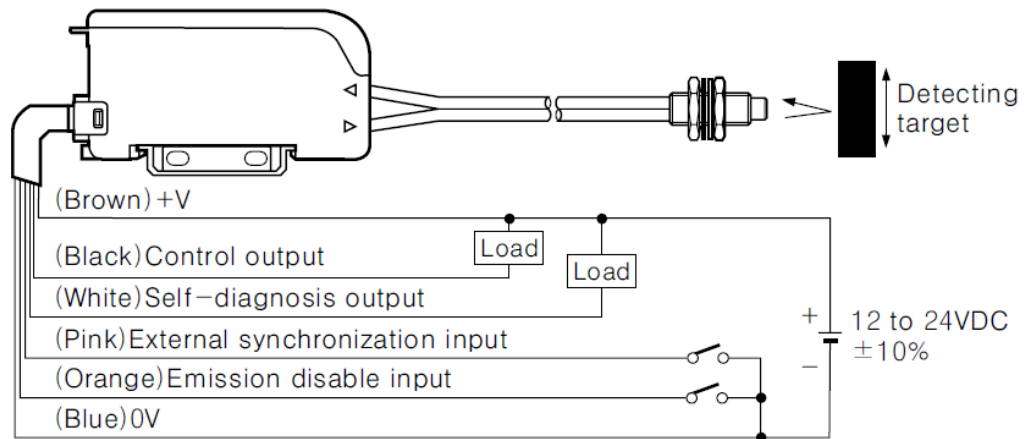


Model Input cable	BF4R (Standard type)	BF4R-E (External synchronization input type)	BF4R-R (Remote sensitivity setting type)
Input 1	————	External synchronization input	ON input of external sensitivity setting
Input 2	————	Emission disable input	OFF input of external sensitivity setting

*Connect Diode at external terminal for inductive load.

■ Connection

● BF4R-E(External synchronization input type)

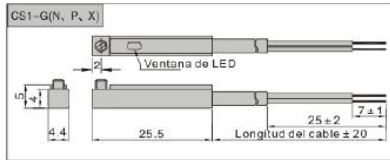


Sensor

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. Comutación de corriente (mA)	100		200	
Cambio de clasificación (W)	Máx. 10		Máx. 6	
Consumo de corriente	NO		15mA Máx. @ 24V	
Caida de voltaje de	2.5V Máx @ 100mA DC		0.5V Máx @ 200mA DC	
Cable	φ 3.3, 2C., el 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 Máx.	
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	-10-70		-10-70	
Cap. de clasificación	IP67(NEMA6)		IP67(NEMA6)	
Circuito de protección	NO		protección reverse de polaridad de alimentación, protección de absorción de onda	

Código de ordenamiento

CS1 — G X — 020

①

Número del sensor

Especificación del sensor

G: G Tipo (Aplicado a MD(MK), TR, TC, ACP, ACQ, TWH (M), TWQ series)

Método de conexión

C08: M8 conjunta rápida, longitud de cable es de 150 mm

C12: articulación rápida M12, longitud de cable es de 150 mm

020: longitud del cable es 2 m

030: longitud del cable es 3 m

050: longitud del cable es 5 m

100: longitud del cable es 10 m

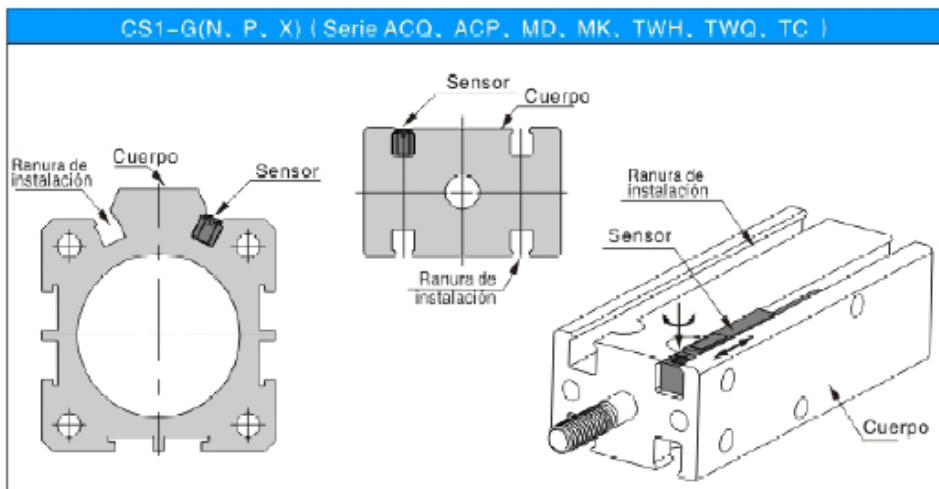
Model del sensor

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.



Instalación

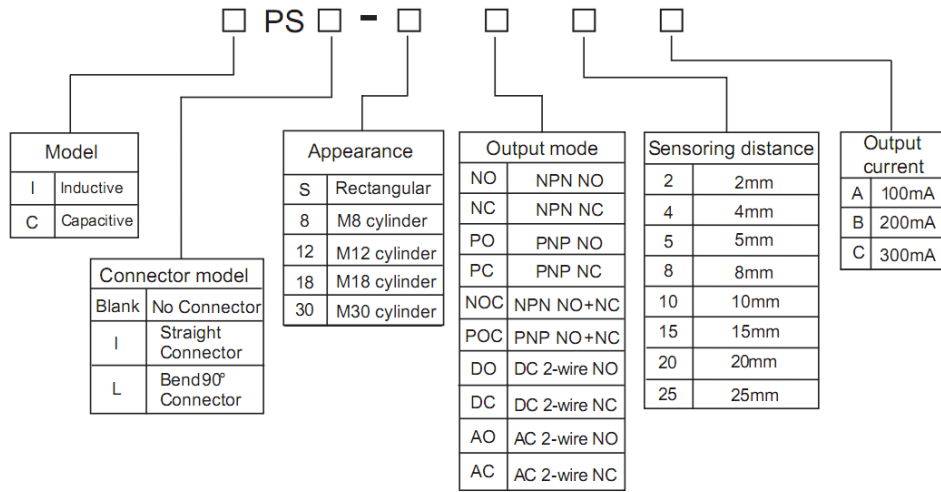
Alojar el tornillo de sujeción en el interruptor inductivo, conducir el interruptor inductivo a la ranura de instalación y ajustar a la posición correcta. Apriitar el tornillo de sujeción para fijarse.

Dear clients, Thanks for choosing IBEST proximity sensors! Before installing and operating the sensors, please read this instruction manual carefully. For any questions, please contact our sales people immediately.

1. FEATURES

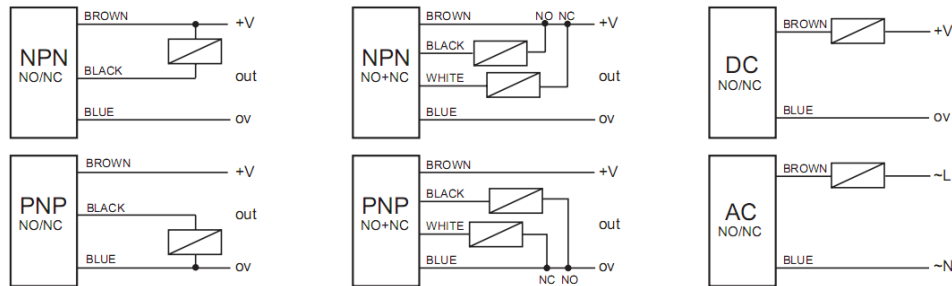
- Inductive and capacitive proximity sensor
- Style: cylinder shape (M8, M12, M18, M30), and rectangular shape
- Shielded or unshielded type;
- DC 2-wire (10-30V DC), DC 3-wire(10-30V DC), DC 4-wire(10-30V DC),AC 2-wire (90-250 AC) type
- Connection mode: 3/4 wire or 3/4 pin connector
- Mounting distance: M8 (1/2mm), M12(2/4mm), M18(5/8mm), M30(10/15mm), "R" style: 5, 10, 15, 20mm
- With LED operation indicator, easily identifiable
- Brass chrome plated, proof of oil, water acid, alkaline
- Standard sensing object: inductive sensor: ferrous metals; capacitive sensor: metal or non-metal objects.
- Protection rate: IP67, water resistant
- Over-current protection
- Widely applied in measuring, Counting, Rpm measuring in mechanism, chemical, paper manufacture light industry, etc

2. ORDERING CODE



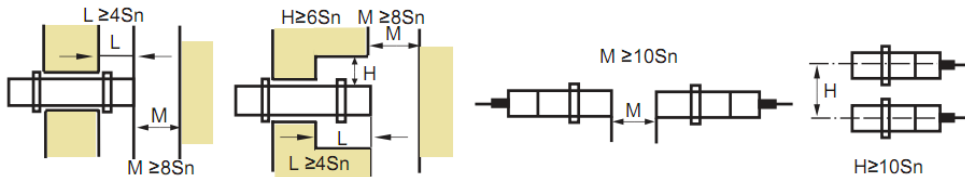
For special request of sensors (i.e.appearace,function), please indicate when order.

3.CONNECTION



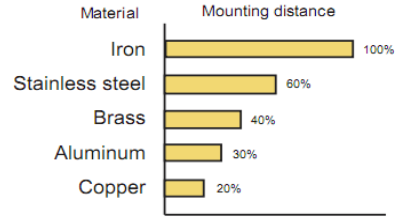
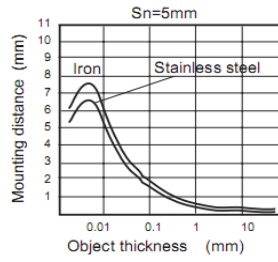
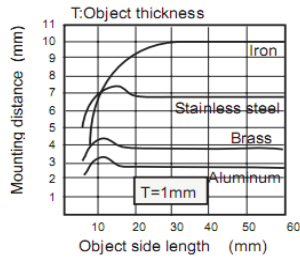
4.INSTALLATION DEMAND

If used in an area surrounded by metal or juxtaposed , Install the proximity Sensor as follows . (Sn Sensing distance)



5.IPS INDUCTIVE PROXIMITY APPLICATION DIRECTION

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



ORDERING CODE AND TECHNICAL SPECIFICATIONS:

a. Inductive proximity sensor

Ordering code		IPS□-8□□□		IPS□-18□□□			IPS□-30□□□		
Dimension									
Out put		DC		DC		AC	DC		AC
		NPN	PNP	NPN	PNP		NPN	PNP	
Mode	NO	IPS(I/L)-8NO1(2)A	IPS(I/L)-8PO1(2)A	IPS(I/L)-18NO5(8)B	IPS(I/L)-18PO5(8)B	IPS(I/L)-18AC5(8)C	IPS(I/L)-30NO10(15)B	IPS(I/L)-30PO10(15)B	IPS(I/L)-30AO10(15)C
	NC	IPS(I/L)-8NC1(2)A	IPS(I/L)-8PC1(2)A	IPS(I/L)-18NC5(8)B	IPS(I/L)-18PC5(8)B	IPS(I/L)-18AC5(8)C	IPS(I/L)-30NC10(15)B	IPS(I/L)-30PC10(15)B	IPS(I/L)-30AC10(15)C
	NO+NC	/	/	IPS(I/L)-18NOC5(8)B	IPS(I/L)-18POC5(8)B	/	IPS(I/L)-30NOC10(15)B	IPS(I/L)-30POC10(15)B	/
	DO	IPS(I/L)-8DO1(2)A	/	IPS(I/L)-18DO5(8)B	/	/	IPS(I/L)-30DO10(15)B	/	/
	DC	IPS(I/L)-8DC1(2)A	/	IPS(I/L)-18DC5(8)B	/	/	IPS(I/L)-30DC10(15)B	/	/
Mounting distance		1mm/2mm		5mm/8mm			10mm/15mm		
Sensing distance		0~0.8mm/0~1.8mm		0~4mm/0~6.4mm			0~8mm/0~12mm		
Power supply		DC 10~30V		DC 10~30V		AC 90~250V	DC 10~30V		AC 90~250V
Frequency		≤600Hz		≤400Hz / ≤200Hz		≤20Hz	≤200Hz		≤20Hz
Current output		≤100mA		≤200mA		≤300mA	≤200mA		≤300mA
Ambient temperature		-20°C ~70°C		-20°C ~70°C		-20°C ~70°C	-20°C ~70°C		-20°C ~70°C
Protection		over-current/polarity		over-current/polarity		/	over-current/polarity		/
IP rating		IP67		IP67			IP67	IP67	

Ordering code		IPS□-12□□□		IPS□-S□□□			IPS□-S□□□		
Dimension									
Out put		DC		DC		AC	DC		AC
		NPN	PNP	NPN	PNP		NPN	PNP	
Mode	NO	IPS(I/L)-12NO2(4)B	IPS(I/L)-12PO2(4)B	IPS(I/L)-SN05B	IPS(I/L)-SPO5B	/	IPS(I/L)-SN010B	IPS(I/L)-SPO10B	IPS(I/L)-SAO10C
	NC	IPS(I/L)-12NC2(4)B	IPS(I/L)-12PC2(4)B	IPS(I/L)-SNC5B	IPS(I/L)-SPC5B	/	IPS(I/L)-SNC10B	IPS(I/L)-SPC10B	IPS(I/L)-SAC10C
	NO+NC	IPS(I/L)-12NOC2(4)B	IPS(I/L)-12POC2(4)B	IPS(I/L)-SNOC5B	IPS(I/L)-SPOC5B	/	IPS(I/L)-SNOC10B	IPS(I/L)-SPOC10B	/
	DO	IPS(I/L)-12DO2(4)B	/	IPS(I/L)-SDO5B	/	/	IPS(I/L)-SDO10B	/	/
	DC	IPS(I/L)-12DC2(4)B	/	IPS(I/L)-SDC5B	/	/	IPS(I/L)-SDC10B	/	/
Mounting distance		2mm/4mm		5mm			/	10mm	
Sensing distance		0~1.6mm/0~3.2mm		0~4mm			/	0~8mm	
Power supply		DC 10~30V		DC 10~30V			/	DC 10~30V	
Frequency		≤600Hz / ≤400Hz		≤400Hz			/	≤200Hz	
Current output		≤200mA		≤200mA			/	≤200mA	
Ambient temperature		-20°C ~70°C		-20°C ~70°C			/	-20°C ~70°C	
Protection		over-current/polarity		/			/	over-current/polarity	
IP rating		IP67		IP67			/	IP67	

Notice: If you want the sensors have OVER-CURRENT PROTECTION, please indicate when order.

CILINDROS ISO 6432 EN ECERO INOXIDABLE

SERIE MI



Características

- Norma ISO 6432
- Resistentes a la oxidación
- Anillo magnético standard para control de posición
- Se suministra con tuerca de fijación y contratuerca del vástago
- No requieren lubricación

Datos Técnicos

Fluido:
Aire comprimido Filtrado,
lubricado o no lubricado

Presión de Trabajo:
0.5 a 7 Bar ~ 7 a 100 PSI

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

Amortiguación:
Elástica

Materiales

Camisa:
Acero Inoxidable

Cabezas:
Aluminio inyectado

Vástago:
Acero Inoxidable

Empaques:
NBR

VALVULAS SOLENOIDES 5/2 y 5/3

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

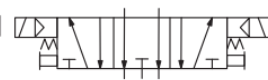
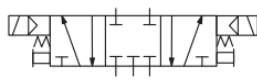


Datos Técnicos

Fluido: Aire comprimido Filtrado, lubricado o no lubricado	Max. Ciclaje:	Características	Materiales
Presión de Trabajo: 1.5 a 8 Bar ~ 21 a 114 PSI	en Válvulas 5/2: 5 Ciclos/segundo	<ul style="list-style-type: none"> • Servopilotadas • Operador manual adicional 	Cuerpo: Aluminio
Temperatura de Trabajo: -5°C a 60°C ~ 23°F a 140°F	en Válvulas 5/3: 3 Ciclos/segundo	<ul style="list-style-type: none"> • Libres de mantenimiento • Bajo consumo de potencia 	Carrete: Aluminio
Tiempo de Respuesta: 0.05 segundos	en Válvulas de 1/2: 3 Ciclos/segundo	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidad de montaje en Manifold 	Sellos: NBR

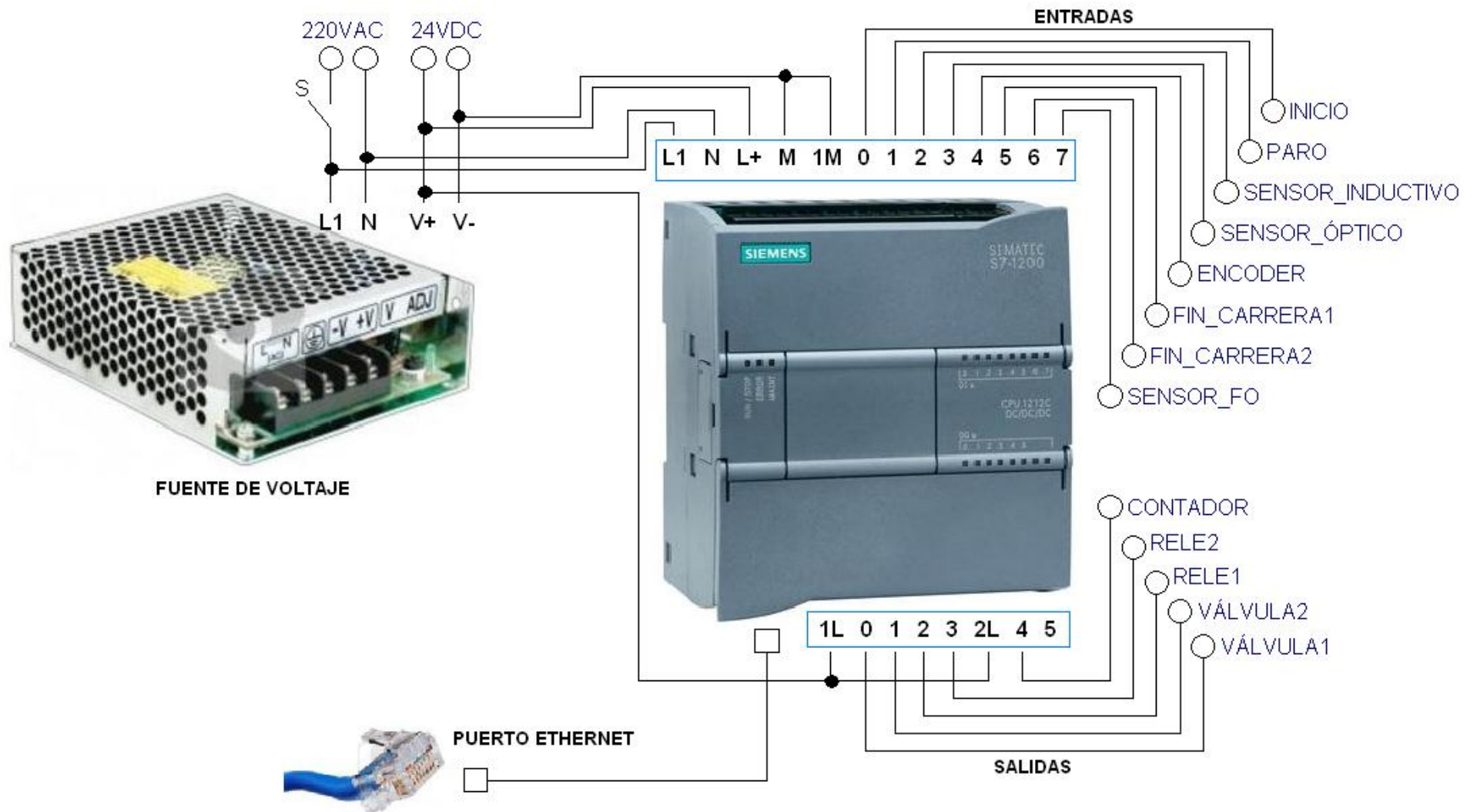
5/2 Solenoide - Resorte 5/3 Centros Cerrados

5/2 Doble Solenoide 5/3 Centros Abiertos



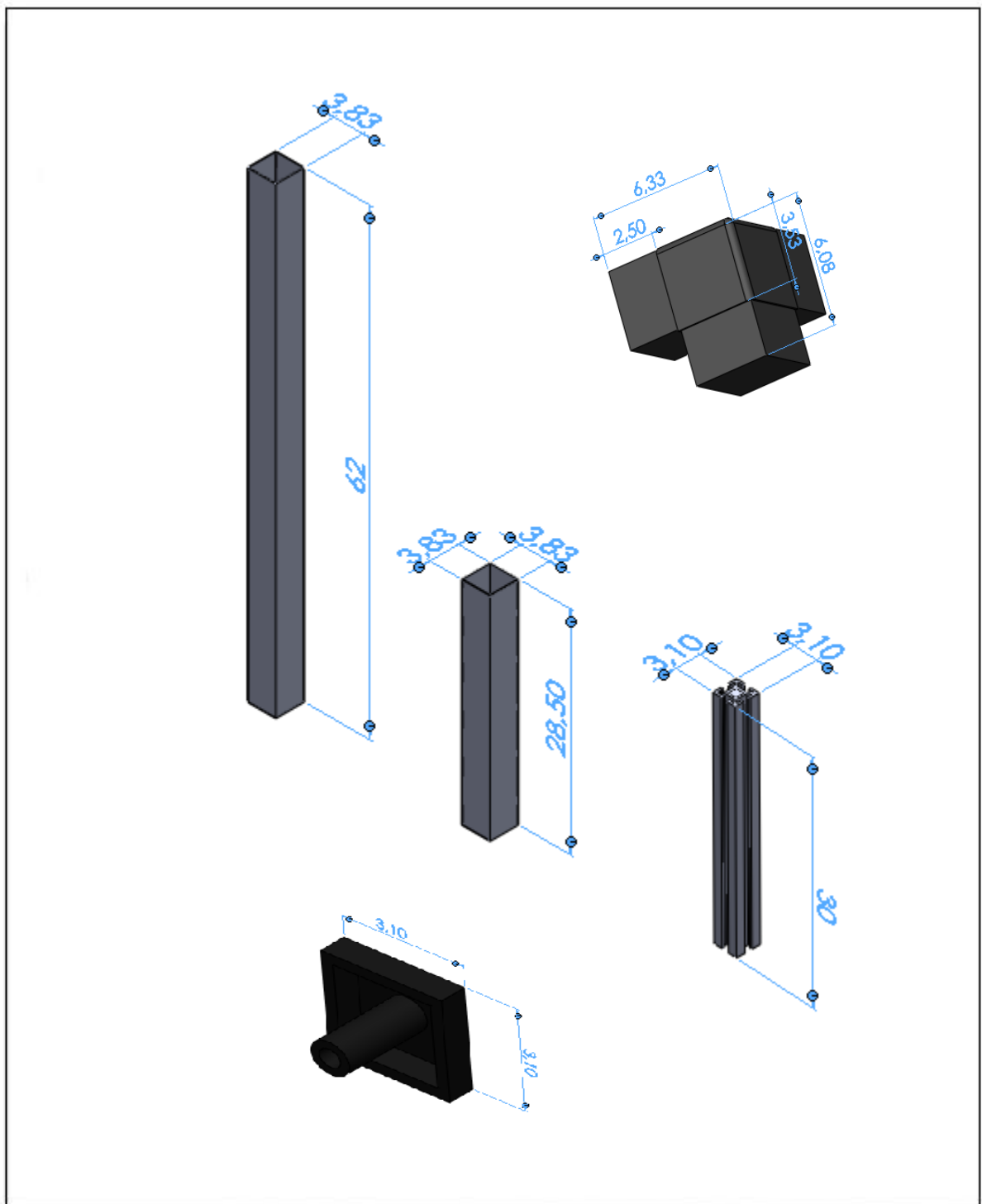
ANEXO 6

DIAGRAMA ELECTRICO

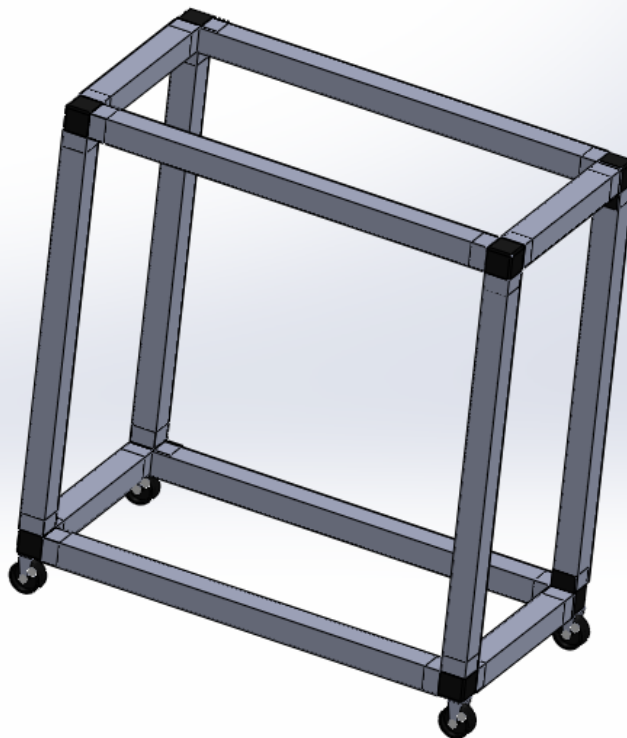
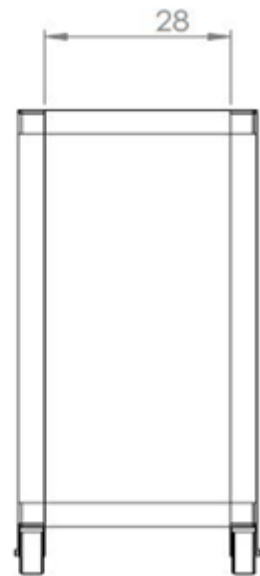
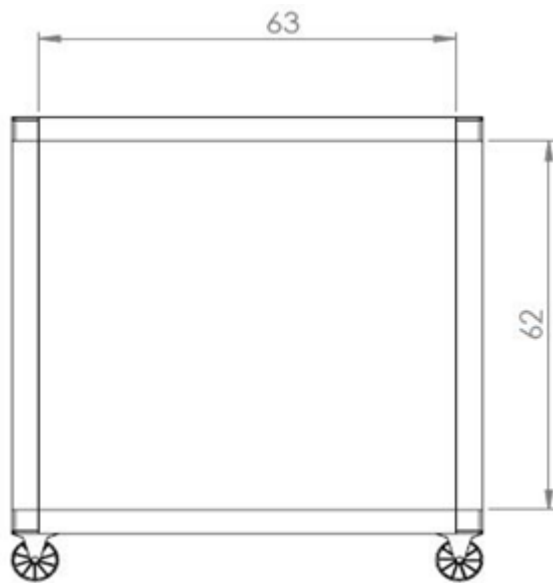


ANEXO 1

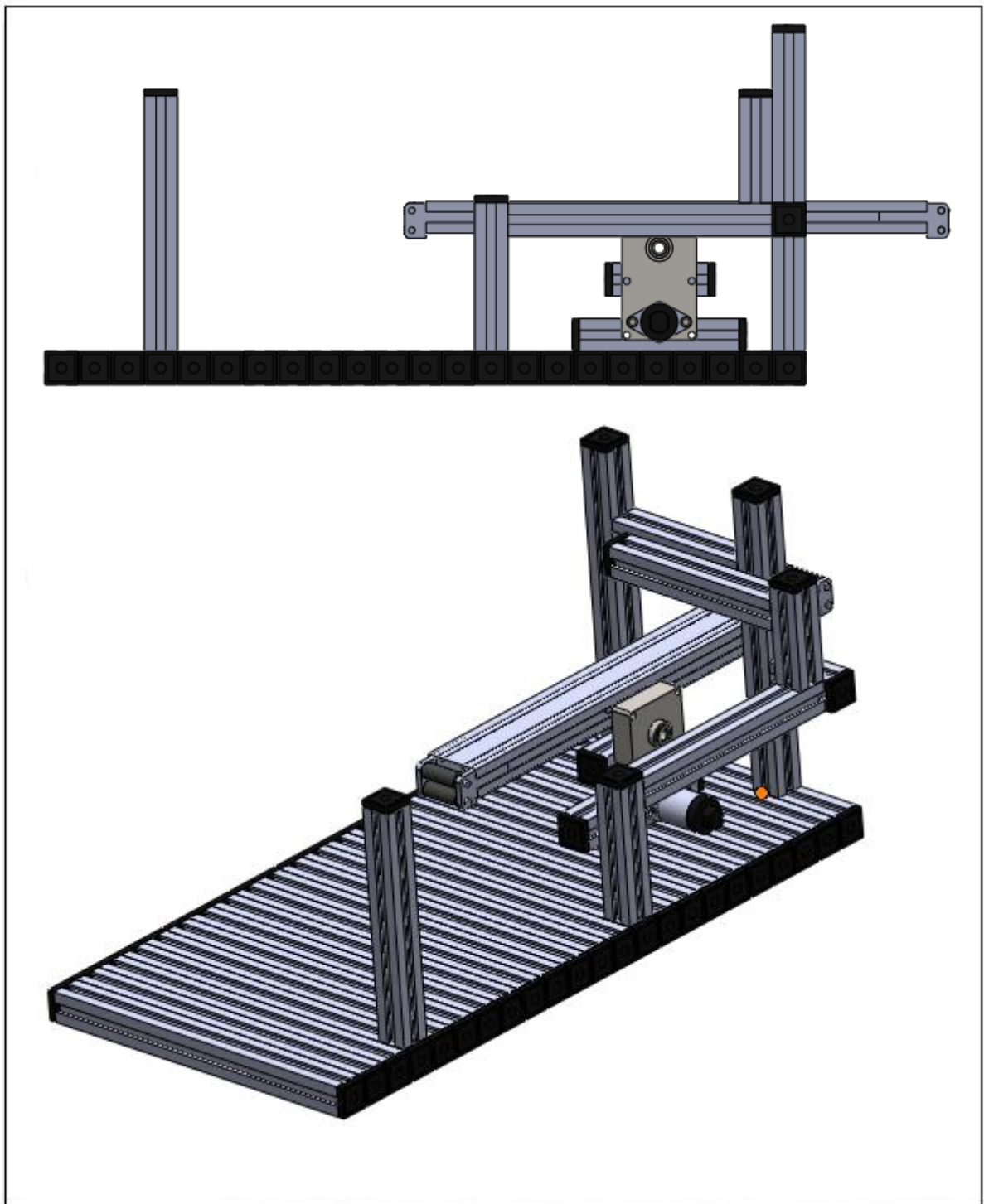
DISEÑO DEL MODULO



	ESCAL	ESPOC	ESCUELA INGENIERIA ELECTRONICA	DE EN	T DISEÑO DEL MÓDULO PARA EL PROCESO DE CLASIFICACION DE
	TITULO SOPORTES PARA LA CREACION DEL TRIPODE Y MESA DEL MÓDULO				REALIZADO POR: • CARLOS OÑATE • OSCAR PINTA
					Unidad de medida: cm
					2013



	ESCAL	ESPOC	ESCUELA INGENIERIA ELECTRONICA	DE EN	T DISEÑO DEL MÓDULO PARA EL PROCESO DE CLASIFICACION DE
	TITULO ENSAMBLE DEL TRIPODE CON RUEDAS.				REALIZADO POR: • CARLOS OÑATE • OSCAR PINTA
					Unidad de medida: cm
					2013



	ESCAL	ESPOC	ESCUELA INGENIERIA ELECTRONICA	DE EN	T DISEÑO DEL MÓDULO PARA EL PROCESO DE CLASIFICACION DE
	TITULO MESA ENSAMBLADA CON SUS COMPONENTES				REALIZADO POR: • CARLOS OÑATE • OSCAR PINTA
					Unidad de medida: cm
					2013