



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

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA ESTACIÓN PARA
LA CLASIFICACIÓN DE ÉMBOLOS”**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención de título de:

**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES**

Presentado por:

JOSÉ LUIS PINAJOTA ILBAY

CRISTIAN JAVIER CUSHQUICULLMA COLCHA

RIOBAMBA – ECUADOR

2013

El desarrollo del presente proyecto lleva la inmensa gratitud a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, por brindarnos el conocimiento científico y facilitarnos los equipos tecnológicos necesarios para la realización de nuestra tesis.

A nuestros Maestros Ing. Jorge Paucar e Ing. Estefany Cujano, quienes con humildad, sinceridad y responsabilidad, supieron guiarnos e impartir sus conocimientos y valiosa sabiduría.

Agradecimiento

Agradezco principalmente a mi padre de los cielos Dios por haberme guiado en su camino de la Fe, dándome el conocimiento y la sabiduría para culminar con éxitos un nuevo reto de la vida, de igual Manera agradezco a mis padres Juan de Dios Pinajota y María Yolanda Ilbay, quienes con sus oraciones, han sido el pilar fundamental en mi vida, a mis hermanos, a mis abuelitos, y a toda mi familia, a mi novia Elizabeth Ortega, que con sus apoyos, consejos y motivaciones han permitido que llegue a la exitosa culminación de mi tesis y a los docentes que me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación profesional.

José Luis Pinajota Ilbay

Agradecimiento

Les doy las gracias a mis padres por el apoyo brindado incondicionalmente, a mis hermanos, a mi familia, quienes siempre me han apoyado, y a todas las personas que de una u otra manera han estado ahí cuando más los he necesitado.

También les doy las gracias a mis maestros, que han sido una guía constante durante todo este tiempo, siempre dispuestos a resolver nuestras inquietudes, y brindarnos sus sabios consejos.

Cristian Javier Cushquicullma Colcha

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado principalmente a Dios, quien guía mi camino de Fe e iluminar mi vida, por haberme brindado las suficientes fuerzas para poder vencer los obstáculos, por regalarme cada maravilloso día para cumplir una de mis metas.

De igual manera dedico a mis padres y hermanos, que me supieron apoyar y me alentaron a terminar los estudios y siempre estuvieron ahí apoyándome en las buenas y en las malas con sus consejos y con sus oraciones todos estos años para culminar con éxitos mi carrera.

A todos los maestros de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a los de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales por compartir sus conocimientos y haberme forjado de la mejor manera para tener un buen desempeño en mi vida profesional.

“Para Dios todo es posible.”

José Luis Píñajota Ilbay

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. Jorge Paucar

DIRECTOR DE TESIS

.....

Ing. Estefany Cujano

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....

Tec. Carlos Rodríguez

DIRECTOR DPTO.

DOCUMENTACIÓN

.....

NOTA DE LA TESIS

.....

DERECHOS DE AUTOR

“Nosotros, **José Luis Pinajota Ilbay** y **Cristian Javier Cushquicullma Colcha**, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados, expuestos en esta tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenece a la **Escuela Superior Politécnica de Chimborazo**”.

José Luis Pinajota Ilbay

Cristian Javier Cushquicullma Colcha

AUTORES

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

API	Autómata Programable Industrial
BAR	Unidad de Presión
CPU	Unidad Central de Procesamiento
DB	Bloque de Datos
E/S	Entradas y Salidas
FB	Bloque de Función
HMI	Interfaz Humano- Máquina
IP	Protocolo de Internet
NA	Normalmente Abierto
NC	Normalmente Cerrado
OB	Bloque de Organización
MPS	Sistema De Producción Modular
PC	Computadora Personal
PLC	Controlador Lógico Programable (ProgrammableLogic Controller)
RPM	Revoluciones por Minuto
SB	SignalBoard
VCD	Voltajes De Corriente Directa
VCA	Voltajes De Corriente Alterna

%I	Variables de Entrada del PLC
%Q	Variables de Salida del PLC
OPC	OLE for Process Control, es un estándar de comunicación.
VCA	Voltaje de corriente alterna
VCD	Voltaje de corriente directa

ÍNDICE GENERAL

PORTADA

AGRADECIMIENTO

DEDICATORIA

FIRMAS DE RESPONSABLES

TEXTO DE RESPONSABILIDAD

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ANEXOS

INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL	27
1.1. ANTECEDENTES	27
1.2. JUSTIFICACIÓN	28
1.3. OBJETIVOS	29
1.3.1. Objetivo General	29
1.3.2. Objetivos Específicos	29
1.4. MARCO HIPOTETICO	30
1.4.1. Hipótesis	30

CAPÍTULO II

SISTEMA DE PRODUCCIÓN MODULAR Y SUS COMPONENTES	31
2. SISTEMA DE PRODUCCIÓN MODULAR	31
2.1.1. Definición	32
2.1.2. Distribución de maquinaria o de puestos de trabajo	35
2.1.3. <i>El Principio de Funcionamiento de las Estaciones en los Sistemas de Producción Modular.</i>	36
2.1.3.1. Libertad de combinación	38
2.1.3.2. Versatilidad modular	38
2.1.3.3. Comunicación sencilla.....	39
2.1.3.4. Comunicación alternativa con E/S	39
2.1.4. <i>El transportador MPS ofrece muchas variantes para el MPS.</i>	39

2.1.4.1. Lo más cercano a la realidad industrial con componentes armonizados.....	40
2.1.4.2. Cada estación marca una temática.....	40
2.2. COMPONENTES DE LOS SISTEMAS NEUMÁTICOS.....	41
2.2.1. <i>Generalidades</i>	41
2.2.2. <i>Actuadores neumáticos</i>	42
2.2.3. <i>Circuitos Neumáticos</i>	42
2.2.3.1. Circuito de anillo cerrado.....	42
2.2.3.2. Circuito de anillo abierto.....	43
2.2.4. <i>Actuadores Lineales</i>	43
2.2.4.1. Cilindro de Simple Efecto.....	43
2.2.4.2. Cilindro de Doble Efecto.....	44
2.2.5. <i>Calculo de la fuerza de los cilindros neumáticos</i>	44
2.2.6. <i>Elementos de los sistemas neumáticos</i>	45
2.2.6.1. Producción.....	46
2.2.6.2. Utilización.....	47
2.2.7. <i>Componentes de control</i>	48
2.2.7.1. Válvulas.....	48
2.2.7.2. Clasificación de las válvulas.....	48
2.2.7.3. Las válvulas neumáticas.....	49
2.2.7.3.1. Válvulas de Distribución.....	50
2.2.7.3.3. Válvulas de Bloqueo.....	54
2.2.7.3.4. Válvulas Anti retorno.....	54
2.2.7.3.5. Válvulas Simultáneas.....	55
2.2.7.3.6. Válvulas Selectivas.....	56
2.2.7.3.7. Válvulas de Escape.....	57
2.2.7.4. Electroválvulas.....	57
2.2.7.5. Reguladoras de Caudal.....	60
2.2.7.6. Componente de tratamiento de aire.....	61
2.2.7.6.1. Características del Válvula de cierre con filtro regulador.....	62
2.2.7.7. Filtro de aire comprimido.....	63
2.2.7.7.1. Generalmente trabajan de la siguiente manera.....	63
2.2.7.8. Regulador de presión con manómetro.....	64
2.2.8. <i>Componente auxiliares</i>	65
2.2.8.1. Manguera de Poliuretano US98A, UE95A.....	65
2.2.8.1.1. Características.....	66
2.2.8.2. Racores.....	66
2.2.8.2.1. Descripción.....	66
2.2.8.2.2. Características:.....	67

2.2.8.2.3. Aplicaciones:	67
2.2.8.3. Silenciadores.....	68
2.2.8.4. Circuito neumático de mando directo.....	68
2.2.8.5. Relés.....	69
2.3. MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA.....	70
2.3.1. <i>Definición</i>	71
2.3.2. <i>Fundamentos de operación</i>	71
2.3.3. <i>Utilización de los motores de corriente continua o corriente directa</i> ..	72
2.3.4. <i>Partes fundamentales</i>	73
2.3.4.1. Estator.....	73
2.3.4.2. Rotor	74
2.3.4.3. Escobillas	74
2.3.4.4. Colector.....	75
2.3.5. <i>Excitación</i>	75
2.3.5.1. Independiente	76
2.3.5.2. Serie.....	76
2.3.5.3. Paralelo.....	76
2.3.5.4. Compuesto.....	76
2.3.6. <i>Velocidad del motor C.C.</i>	77

CAPÍTULO III

3. SENSORES	78
3.1. <i>Introducción: sensores y magnitudes</i>	78
3.2. <i>Características de los sistemas de medida</i>	79
3.3. <i>Características deseables de los transductores</i>	80
3.3.1. Exactitud	80
3.3.2. Precisión	80
3.3.3. Rango de funcionamiento.....	80
3.3.4. Velocidad de respuesta.....	80
3.3.5. Calibración	81
3.3.6. Fiabilidad.....	81
3.4. <i>Clasificación de los sensores</i>	81
3.5. <i>Sensores discretos</i>	81
3.6. <i>Sensores analógicos</i>	82
3.7. <i>Sensor Todo o Nada</i>	83
3.8. <i>Sensores Magnéticos</i>	83
3.8.1. Aplicaciones	85
3.9. <i>Sensores de proximidad inductivos</i>	85
3.9.1. Distancia de Detección:.....	85

3.9.2.	Acercamiento axial y radial	86
3.9.3.	Influencia del Material	87
3.9.4.	Factor de corrección de la distancia de detección según el material 88	
3.9.5.	Aplicaciones	88
3.10.	<i>Sensor fotoeléctrico</i>	89
3.10.1.	Distancia de detección	90
3.10.2.	Angulo direccional	91
3.10.3.	Ajuste de la sensibilidad	91
3.11.	<i>Sensor de Barrera</i>	91
3.11.1.	Características	92
3.11.2.	Ventajas	92
3.11.3.	Desventajas	93
3.12.	<i>Sensor Réflex</i>	93
3.12.1.	Características	93
3.12.2.	Ventajas	94
3.12.3.	Desventajas	94
3.13.	<i>Color y Numeración de los hilos</i>	94
3.14.	<i>En lo referente a la numeración de los terminales</i>	95
3.15.	<i>Aplicaciones industriales</i>	95
3.16.	<i>Criterio de la selección de sensores en la automatización</i>	96

CAPÍTULO IV

4.	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)	97
4.1.	<i>Introducción</i>	97
4.2.	<i>Definición de Autómata Programable</i>	98
4.3.	<i>Campos de aplicación de los PLC</i>	99
4.4.	<i>Ventajas y desventajas del PLC</i>	99
4.4.1.	Ventajas	100
4.4.2.	Desventajas	101
4.5.	<i>FUNCIONAMIENTO</i>	101
4.5.1.	Cómo funciona la CPU de un PLC	102
4.5.2.	Funciones básica de un PLC	102
4.6.	<i>LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN</i>	104
4.6.1.	Grafcet	104
4.6.2.	Ladder	106
4.6.3.	Elementos de programación	106
4.7.	<i>PLC TELEMECANIQUE MODICON M340</i>	108
4.7.1.	Introducción.....	108

4.7.2.	Modicon M340.....	108
4.7.2.1.	Características	109
4.7.2.2.	Partes de un PLC Modicon M340	109
4.7.2.3.	Avanzado	110
4.7.2.4.	Capacidad.....	110
4.7.2.5.	Comunicación con sus puertos integrados.	110
4.7.2.6.	Especialización	110
4.7.2.7.	Innovación.....	111
4.7.3.	Arquitectura basada en Rack.	111
4.7.3.1.	Alto robustez.	111
4.7.3.2.	Talla reducida.	111
4.7.4.	Especificaciones de sistema.	111
4.7.5.	Racks MODICON M340.	112
4.7.5.1.	BMX XBP xxx los racks forman la unidad de base de las unidades M430.	112
4.8.	<i>Fuentes de alimentación M340.....</i>	115
4.8.1.	Funciones auxiliar de los módulos de alimentación.	115
4.8.2.	Proceso y tarjeta de memoria.	117
4.9.	<i>Protocolos soportados.....</i>	117
4.9.1.	Protocolo MODBUS	117
4.9.2.	Protocolo Ethernet.	118
4.10.	<i>Tarjeta de memoria para CPU.....</i>	118
4.11.	<i>Módulo de E/S digitales.....</i>	120
4.11.1.	Entradas.....	120
4.11.2.	Salidas.	121
4.12.	<i>Cable TELEFAST.....</i>	121
4.12.1.	Conexión del cable.....	122
4.12.2.	Conexión interna y externa del cable TELEFAST.	122
4.13.	<i>UNITY PRO.....</i>	123
4.13.1.	Unity Pro software.....	123
4.13.2.	Conexiones	126
4.13.3.	Reserva de memoria en la CPU / Modalidad de servicio	126
4.13.4.	Programación y configuración.....	127
4.13.4.1.	Lenguajes de programación.....	127
4.13.5.	Configuración Básica	128
4.13.5.1.	Configuración del Bastidor	128
4.14.	<i>Protocolos de Comunicación.....</i>	130
4.14.1.	Modbus	130
4.14.2.	Estructura de la red.....	132

4.14.2.1.Medio Físico.....	132
4.14.2.2.Acceso al Medio.....	132
4.14.3. VENTAJAS DEL PROTOCOLO MODBUS/TCP	133

CAPÍTULO V

5. IMPLEMENTACIÓN	135
5.1. <i>SolidWorks</i>	135
5.1.1. Introducción.....	135
5.1.2. Módulos de SolidWorks.....	136
5.1.2.1. Pieza.....	137
5.1.2.2. Ensamblaje	138
5.1.2.3. Plano o Dibujo.....	139
5.2. <i>Diseño Mecánico</i>	140
5.2.1. Diseño para las Bases de la Estructura	140
5.2.2. Diseño de la Cinta Transportadora	142
5.3. <i>Montaje del sistema Eléctrico</i>	145
5.3.1. Sensores.....	145
5.3.1.1. Sensor de Color	145
5.3.1.2. Sensor Inductivo	146
5.3.1.3. Sensor de Espejo.....	147
5.3.1.4. Sensor Fotoeléctrico	148
5.3.2. Panel de Control	149
5.4. <i>Diseño Neumático</i>	150
5.5. <i>Sistema de Control</i>	155
5.5.1. Grafcet	155
5.5.2. Programación del PLC Modicon M340.....	156
5.5.2.1. Ladder.....	156
5.5.2.2. Unity Pro	156
5.5.3. Interfaz Humano Máquina (HMI)	159
5.5.3.1. Configuración del OPC	159

CAPÍTULO VI

6. PRUEBAS	160
6.1. <i>Introducción</i>	160
6.2. <i>Análisis de los resultados de la encuesta</i>	161
6.3. <i>Análisis de los Resultados</i>	165

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

RESUMEN

SUMMARY

GLOSARIO

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1 Ejemplo de un Flujo de proceso.....	33
Figura II. 2 Distribución de la maquinaria en Rectángulo.....	35
Figura II. 3 Distribución de la maquinaria en T.....	36
Figura II. 4 Estación Modular.....	37
Figura II. 5 Ejemplo de un Proceso con estaciones modulares.....	38
Figura II. 6 Acoplamiento de dos estaciones modulares.....	39
Figura II. 7 Estaciones Modulares.....	41
Figura II. 8 Actuador Lineal de Efecto Simple.....	43
Figura II. 9 Actuador Lineal de Doble Efecto.....	50
Figura II. 10 Principales componentes de un sistema neumático.....	51
Figura II. 11 Representación simbólica de las posiciones de una válvula.....	53
Figura II. 12 Representación de una Válvula 3/2.....	54
Figura II. 13 Simbología de las Válvulas Anti retorno con muelle y sin muelle....	55
Figura II. 14 Símbolo de una Válvula Simultánea.....	56

Figura II. 15 Símbolo de una Válvula Selectiva.....	57
Figura II. 16 Símbolo de una Válvula de Escape.....	57
Figura II. 17 Electroválvula Airtac.....	58
Figura II. 18 Válvula solenoide piloto en posición de operación y su representación simbólica.....	59
Figura II. 19 Regulador de Caudal.....	61
Figura II. 20 Válvula de cierre con filtro regulador.....	61
Figura II. 21 Filtro de Aire Comprimido.....	63
Figura II. 22 Regulador de presión con manómetro.....	65
Figura II. 23 Manguera de Poliuterano US98A, UE95A.....	66
Figura II. 24 Tipos de Racores.....	67
Figura II. 25 Silenciadores.....	69
Figura II. 26 Circuito Neumático de Mando Directo.....	69
Figura II. 27 Esquema de un Relé Electromecánico.....	70
Figura II. 28 Principio de Funcionamiento de un Motor.....	72
Figura II. 29 Motor de 24 VCD.....	73

Figura II. 30 Estator.....	75
Figura II. 31 Rotor.....	75
Figura III. 32 Funcionamiento de un sensor Magnético.....	85
Figura III. 33 Montaje de un sensor magnético en un cilindro.....	85
Figura III. 34 Sensor Inductivo.....	86
Figura III. 35 Funcionamiento de un sensor Inductivo.....	87
Figura III. 36 Funcionamiento de un detector de Proximidad.....	88
Figura III. 37 Sensor Fotoeléctrico.....	90
Figura III. 38 Disposición de un sensor Fotoeléctrico.....	91
Figura III. 39 Sensor de Barrera.....	93
Figura III. 40 Sensor Reflex.....	94
Figura III. 41 Modos de sensar.....	97
Figura IV.42 Plataforma de automatización M340.....	109
Figura IV. 43 Partes de un PLC Modicon M340.....	111
Figura IV.44 Rack M340.....	114
Figura IV.45 tipos de Racks.....	115

Figura IV.46 Ubicación de la fuente M340.....	115
Figura IV.47 Descripción del Rack.....	116
Figura IV.48 Fuente de alimentación PLC.....	117
Figura IV. 49 Descripción terminales de alimentación.....	118
Figura IV. 50 Puerto para el protocolo MODBUS.....	120
Figura IV. 51 Puerto de comunicación Ethernet.....	120
Figura IV. 52 Tarjeta de memoria para CPU.....	121
Figura IV. 53 Descripción Frontal de CPU.....	121
Figura IV. 54 Led's indicador de estado.....	122
Figura IV. 55 Sintaxis utilizada en módulos de E/S.....	124
Figura IV.56 Cable TELEFAST de conexión hacia modulo E/S.....	124
Figura IV. 57 Conexión del cable TELEFAST.....	125
Figura IV. 58 Conexión del TELEFAST para entradas discretas.....	125
Figura IV.59 Aplicaciones con TELEFAST.....	125
Figura IV.60 Entorno del programa Unity Pro.....	126
Figura IV. 61 Tamaño de los campos redirección globales.....	129

Figura IV.62 Cambio de Bastidor.....	132
Figura IV. 63 Ventana para elegir un nuevo módulo.....	132
Figura IV.64 Conexión física Modbus.....	135
Figura V.65 Módulos de SolidWorks.....	138
Figura V.66 Módulo para crear una pieza.....	139
Figura V.67 Módulo para el Ensamblaje.....	140
Figura V.68 Módulo para el Dibujo.....	141
Figura V.69 Platina utilizada para la construcción de las bases.....	142
Figura V.70 Canaleta de Aluminio.....	143
Figura V.71 Modelado de la Banda en SolidWorks.....	144
Figura V.72 Aluminio Estructural de 40x40.....	145
Figura V.73 Montaje del Motor.....	145
Figura V.74 Sensor WT100-P1432.....	146
Figura V.75 Sensor Inductivo.....	147
Figura V.76 Sensores inductivos para detectar la posición de los vástagos.....	148
Figura V.77 Sensor de espejo.....	149

Figura V.78 Sensor Fotoeléctrico.....	150
Figura V.79 Panel de Control.....	151
Figura V.80 Dimensionamiento del cilindro pequeño en el software online de Festo.....	152
Figura V.81 Conexión de las electroválvulas con los cilindros.....	153
Figura V.82 Cilindros de Doble efecto airtac.....	154
Figura V.83 Electroválvulas 5/2.....	155
Figura V.84 Unidad de Mantenimiento del sistema Neumático.....	156
Figura V.85 Programación Ladder.....	157
Figura VI.86 Resultados Obtenidos de la pregunta 1.....	164
Figura VI.87 Resultados Obtenidos de la pregunta 2.....	164
Figura VI.88 Resultados Obtenidos de la pregunta 3.....	165
Figura VI.89 Resultados Obtenidos de la pregunta 4.....	165
Figura VI.90 Resultados Obtenidos de la pregunta 5.....	166
Figura VI.91 Resultados Obtenidos de la pregunta 6.....	166

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. I Tipos de Accionamientos.....	52
Tabla IV. I Elementos graficet de programación.....	107
Tabla IV. II Elementos de programación.....	108
Tabla IV. III Característica de los tipos de fuentes.....	109
Tabla IV. IV Característica del procesador BMX P34 2020.....	119
Tabla IV. V Requisitos de Hardware para instalar Unity Pro.....	128
Tabla V. I Requisitos para la instalación de Unity Pro.....	158

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1

Diseño de las Bases para la banda y los sensores de la estructura en SolidWorks.

ANEXO 2

Graficet y declaración de I/O utilizado para programar el PLC.

ANEXO 3

Manual de Usuario.

Anexo 4

Formato de la encuesta empleada.

ANEXO 5

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

ANEXO 6

Programación en Ladder.

ANEXO 7

Diseño del tablero de Control.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria requiere de procesos rápidos, seguros y precisos, para obtener un producto final de calidad y reduciendo el costo de fabricación.

Por ende se han automatizado diferentes procesos y/o sistemas para lograr simplificar el trabajo, optimizando los recursos y reduciendo los costos de fabricación.

En estos procesos, intervienen máquinas que ejecutan diferentes tareas, lo cual implica que muchas veces el producto final adquiera diferentes características.

Un proceso de clasificación para el producto final, se realizaba manualmente, se corre el riesgo de que el operario se equivoque ya sea por cansancio o por descuido, además de que el tiempo de clasificación era demasiado alto.

En cambio con la automatización se busca que el proceso sea seguro, confiable y con tiempos mucho menores, lo cual implica una mayor producción para la industria.

Esta realidad nos conduce a que utilicemos eficaz y eficientemente la capacidad operativa de las máquinas e instalaciones disponibles en una determinada industria, considerando que el eje principal del éxito es el continuo y adecuado perfeccionamiento del personal técnico, altamente capacitado para la construcción, mantenimiento y operación de los sistemas de control industrial.

Estos requerimientos de la industria, involucran que las instituciones de nivel superior, provean de profesionales altamente capacitados tanto en la teoría como en la práctica, además con la capacidad de buscar soluciones de automatización a diferentes procesos industriales, por lo cual se hace necesario que estas instituciones cuenten con laboratorios debidamente equipados para poder simular estas soluciones multimodales.

Por lo antes mencionado surge la necesidad que los estudiantes de la escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, se familiaricen con estos temas de forma práctica, con el fin de integrar el talento humano a los recursos tecnológicos y las competencias intelectuales se hace necesario que este tipo de proyectos y herramientas de aprendizaje se faciliten a los estudiantes en primera instancia en los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales.

CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL

1.1. ANTECEDENTES

En la actualidad la industria requiere de procesos que sean rápidos, seguros y precisos, para obtener un producto final de calidad, por ello se han creado diferentes procesos y/o sistemas que simplifiquen este trabajo.

En estos procesos, las máquinas ejecutan diferentes tareas, lo que implica que muchas veces el producto final tenga diferentes características. Y al momento del almacenamiento del producto, surgen una serie de inconvenientes, ya que cada uno de los productos tiene un destino diferente, es ahí donde se hace necesario contar con un proceso de clasificación.

La clasificación es un proceso mediante el cual se organizan objetos, elementos, ideas, conceptos o individuos de un conjunto en clases de acuerdo con una serie de criterios, propiedades, características y cualidades previamente definidos.

El aumento de la competitividad y la necesidad de mantener costos bajos, afectando a todas las áreas involucradas en la producción, obligándonos a utilizar de mejor manera los recursos técnicos. Entre estos recursos se encuentran manipuladores de materiales que han demostrado ser una herramienta muy útil en procesos de automatización, mejorando los tiempos de puesta en marcha, mantenimiento y modificación de sistemas automáticos.

1.2. JUSTIFICACIÓN

En los procesos industriales muchas de las veces surge la necesidad de almacenar los productos tomando en cuenta sus características y es ahí donde se nace la necesidad de que los estudiantes de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales conozcan de manera práctica un proceso de clasificación.

Las operaciones de la estación de clasificación final son una serie de procesos fundamentales en los diversos sistemas de producción y almacenamiento de productos en diversas áreas, ya que nos ayudan a simplificar tareas, para aprovechar de mejor manera el tiempo y los recursos disponibles.

La estación nos permitirá realizar una clasificación tomando en cuenta las características de un émbolo, ya que este puede ser de plástico o de metal, además si es plástico deberá clasificarse por su color (rojo y negro), de manera que se puedan optimizar los recursos dentro de un determinado proceso.

La implementación de una estación de clasificación, para la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, permitirá a los estudiantes contar con un proceso, en donde podrán aplicar todos los conocimientos adquiridos en clase, especialmente en lo referido a la práctica, ya que la estación se basa en un sistema modular, es decir que lo podemos acoplar con otros procesos existentes en el laboratorio, con la finalidad de formar un proceso más complejo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

Diseñar e Implementar una estación para la clasificación de émbolos.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Establecer las características, dimensionamiento y componentes de una estación de clasificación.

- Estudiar y seleccionar los dispositivos necesarios en la implementación de la estación de clasificación.
- Implementar la estación de clasificación en el Laboratorio de automatización Industrial FIE para el sistema de producción modular.
- Diseñar un panel de control e interfaz HMI
- Implementar un sistema de comunicación con la estación de clasificación.

1.4. MARCO HIPOTETICO

1.4.1. Hipótesis

El Diseño e Implementación de una estación para la clasificación de émbolos ayudará a los alumnos a comprender el funcionamiento de un proceso de clasificación.

CAPÍTULO II

SISTEMA DE PRODUCCIÓN MODULAR Y SUS COMPONENTES

2. SISTEMA DE PRODUCCIÓN MODULAR

Desde 1991, las estaciones del sistema de producción modular MPS se utilizaron con fines de aprendizaje en el área de la Mecatrónica.

Los MPS han sido presentados en competiciones nacionales e internacionales con estaciones de control, que ofrecen exactamente, lo que caracteriza a la

fabricación de elementos automatizados en todo el mundo en la integración con áreas de estudio basados en la mecánica, electrotécnica y tecnología de la información para la construcción de la misma.

Los Sistemas de Producción Modular, están orientados a la formación académica con fines didácticos, por lo tanto son útiles tanto en la enseñanza de técnicas basadas en mecatrónica y automatización, como en la demostración del uso de la electrónica en controles neumáticos y mecánicos para procesos complejos de producción industrial.

La estación de Clasificación, forma parte de todo un sistema modular integrado de arquitectura abierta en hardware y software a posteriores ampliaciones.

2.1.1. Definición

El sistema modular o celular se define como un sistema técnico especializado en una fase de la producción en la cual el equipo de estaciones de trabajo combinado para facilitar la producción de pequeños lotes y mantener flujos de producción continuos.

Un ejemplo de los MPS es la formación de grupos de personas, de igual manera de los procesos y las máquinas para formar productos por partes, que típicamente constituyen un componente o subcomponente completo y, a su vez son realizadas cerca para permitir la retroalimentación entre operadores ante problemas de calidad de productos u otros.

Esta alternativa de producción aparece ante las exigencias actuales del mercado y está orientado básicamente a satisfacer las necesidades del cliente.

Un módulo o célula es un conjunto de dos o más estaciones de trabajo no similares, localizadas una junta a la otra, a través de los cuales se procesa un número limitado de partes o modelos con flujos de línea, como resultado, la calidad y cantidad de una producción, se ve incrementada. (Ver figura 1.)

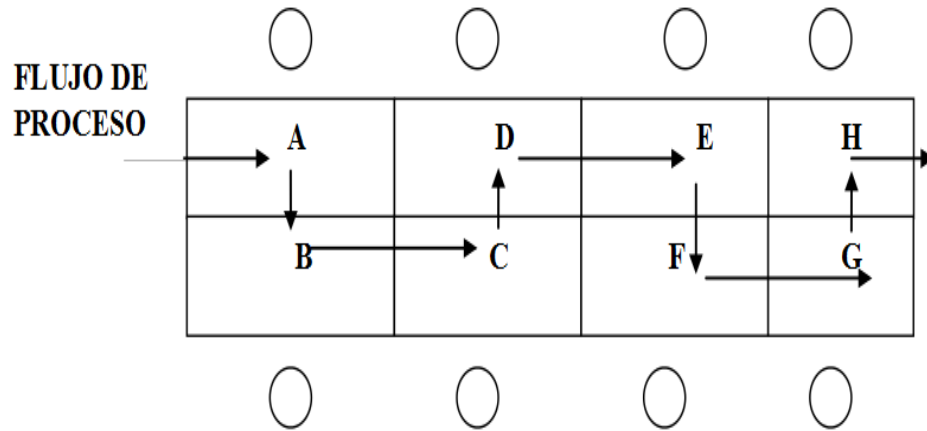


Figura II.1 Ejemplo de un Flujo de proceso.¹

En el módulo surge la necesidad de balancear las operaciones de acuerdo al número de personas ocupantes en el módulo.

El concepto de manufactura modular surge como respuesta a la prioridad competitiva de flexibilidad y resulta de combinar técnicas modernas extraídas de la filosofía **JUST IN TIME (JUSTO A TIEMPO)**, cuyo objetivo principal es

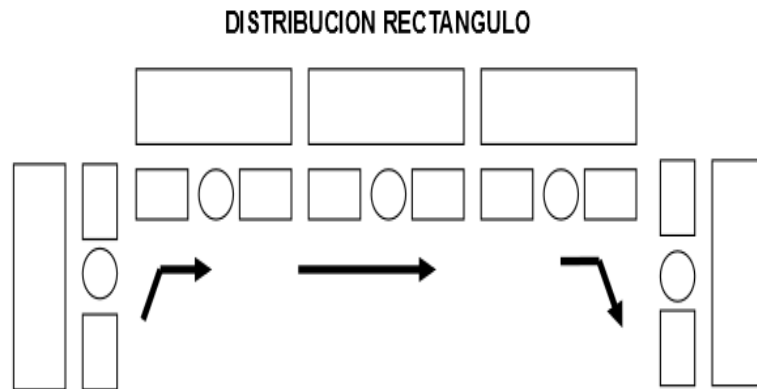
¹http://ira.unileon.es/sites/ira.unileon.es/files/Documents/plc/Unity_Pro/Manuales_Unity/Unity_Manual%20de%20Referencia.pdf

la eliminación de los desperdicios o recursos que no intervengan activamente en un proceso y que añada un valor al producto final, como consecuencia de ello surgen varios beneficios tales como:

- Mayor aprovechamiento de máquina y espacios
- Reducción de tiempos muertos
- La necesidad de más operadores para tener máxima utilización de la maquinaria.
- Asignación de operaciones considerando máximo aprovechamiento del trabajador y de la maquinaria.
- Un operario es multifuncional (hábil para varias operaciones).
- La respuesta rápida a las exigencias del mercado.
- La reducción del costo total del producto.
- Incremento de la calidad del producto reduciendo el porcentaje de rechazos.
- Mejor aprovechamiento de la superficie de la planta.
- Reducción de los índices de rotación y ausentismo del personal, creando un mejor ambiente de trabajo.
- Reducción del capital inmovilizado mediante la reducción de las exigencias en proceso.
- Incremento del nivel de eficiencia de la planta.
- Cumplimiento con los plazos de entrega.
- Desarrollo del potencial del trabajador.

2.1.2. Distribución de maquinaria o de puestos de trabajo

La distribución de la maquinaria o de puestos de trabajo para un sistema de producción modular tiene como objetivo reducir el desplazamiento del operario según el módulo al que pertenecen, para ello las máquinas serán ubicadas lo más cerca posible para aquellos operarios que realizarán más de una operación de acuerdo al balance del módulo. Existen modelos de distribución de puestos de trabajos desarrollados en la industria de la confección los cuales están basados en la teoría de la tecnología de Grupos, los cuales se presentan, en la siguiente figura.



2

Figura II. 2 Distribución de la maquinaria en Rectángulo

²http://bibliodigital.itcr.ac.cr:8080/xmlui/bitstream/handle/2238/663/Informe_Final.pdf?sequence=1

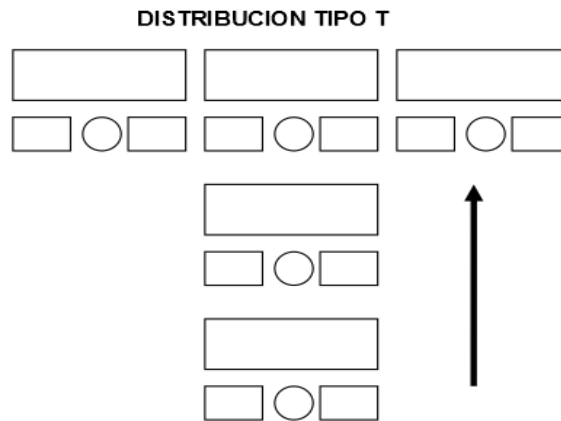


Figura II.3 Distribución de la maquinaria en T.³

Se basa en la obtención de un proceso donde el flujo sea una pieza en cada estación de trabajo y que fluya como agua en un arroyo, eliminando los cuellos de botella, mediante un balanceo de las operaciones.

2.1.3. El Principio de Funcionamiento de las Estaciones en los Sistemas de Producción Modular.

Las estaciones MPS se han diseñado para la formación en automatización industrial en el ámbito de la formación profesional y continuada.

Las estaciones del Sistema Modular de Producción facilitan la formación profesional orientada a la industria, y el hardware consiste en componentes de tipo industrial.

³http://bibliodigital.itcr.ac.cr:8080/xmlui/bitstream/handle/2238/663/Informe_Final.pdf?sequence=1

Las fases en el desarrollo de este proyecto, están orientados a mejorar destrezas, tales como:

- Planificación
- Montaje
- Programación
- Puesta a punto
- Funcionamiento
- Mantenimiento
- Localización de averías



Figura II. 4 Estación Modular⁴

⁴http://www.lhusurbil.com/irjlmartinez/MANUALES/E7-CLASIFICACION/E7-Clasificacion_Omron.pdf

2.1.3.1. Libertad de combinación

Todas las estaciones pueden combinarse con otros sistemas y se complementan con contenidos didácticos sobre flujos de materiales y de informaciones. El cliente decide si integrar las estaciones en red o si trabajar con ellas de manera autónoma con un PLC propio.

2.1.3.2. Versatilidad modular

El sistema de transferencia MPS cabe en el armario pero puede combinarse también con líneas de fabricación en redes industriales.

Las estaciones MPS se suministran con mesa móvil, dejan espacio para el control, están montadas por completo y pueden constituir la base de instalaciones de formación más complejas.



Figura II. 5 Ejemplo de un Proceso con estaciones modulares.⁵

⁵http://bibliodigital.itcr.ac.cr:8080/xmlui/bitstream/handle/2238/739/Informe_Final.pdf?sequence=1

2.1.3.3. Comunicación sencilla

Una estación sólo puede transferir la pieza a la siguiente si está preparada para procesarla. En el MPS, esta señal "OK" se realiza a través de sensores ópticos. Esto hace que sea muy fácil combinar estaciones.



Figura II. 6 Acoplamiento de dos estaciones modulares.⁶

2.1.3.4. Comunicación alternativa con E/S

Las estaciones también pueden sincronizarse a través E/S. Hemos llevado las señales de entrada y salida necesarias a zócalos o borneras de seguridad de 5 mm para facilitar esta comunicación.

2.1.4. El transportador MPS ofrece muchas variantes para el MPS

Utilizado junto con las estaciones MPS, el kit de proyecto MPS permite establecer un "nuevo flujo de materiales" y cubrir temas para todas las etapas de la

⁶http://bibliodigital.itcr.ac.cr:8080/xmlui/bitstream/handle/2238/739/Informe_Final.pdf?sequence=1

formación. Montaje rápido y limpio de componentes en la placa perfilada universal. Los transportadores también pueden montarse en el pie perfilado.

2.1.4.1. Lo más cercano a la realidad industrial con componentes armonizados

Los estudiantes en la práctica utilizan módulos y componentes para crear sistemas de transporte, sistemas de clasificación y líneas de producción, todas las estaciones son compatibles entre sí.

Todas las partes de las estaciones de los proyectos pueden montarse fácil y rápidamente en las placas perfiladas del sistema, esto significa que pueden crearse estaciones y sistemas completos.

2.1.4.2. Cada estación marca una temática

Dos estaciones son suficientes para representar un proceso sencillo y realista de la técnica de automatización.

A pesar de poseer más combinación como más elemental posible, ofrece numerosas funciones básicas de la fabricación automatizada, como la separación, la alimentación, la detección y la clasificación.

Cada estación aporta nuevos objetivos didácticos, pero con todas se obtiene la mayor exactitud de transferencia en la práctica profesional de la moderna fabricación automatizada.



Figura II. 7 Estaciones Modulares.⁷

2.2. COMPONENTES DE LOS SISTEMAS NEUMÁTICOS.

2.2.1. Generalidades

Los sistemas de aire comprimido proporciona un movimiento controlado, con el empleo de cilindro y motores neumáticos, se aplica en herramientas, válvulas de control y posicionadores, martillos neumáticos, pistolas para pintar, motores neumáticos, sistemas de empaquetado, elevadores, herramientas de impacto, prensas neumáticas, robots industriales vibradores, frenos neumáticos, etc.

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

La neumática ha jugado un importante papel como tecnología, en el mejoramiento del trabajo mecánico. Es también utilizada en el desarrollo de soluciones para la

⁷<http://www.festo-didactic.com/es-es/noticias/estacion-de-clasificacion-final.htm?fbid=ZXMuZXMuNTQ3LjE0LjE2LjMzMjU>

automatización. Los elementos neumáticos utilizan para su funcionamiento aire comprimido.

Los sistemas neumáticos se complementan con los eléctricos y electrónicos lo que les permiten obtener un alto grado de sofisticación y flexibilidad. Utilizan válvulas solenoides, señales de realimentación de interruptores magnéticos, sensores e interruptores eléctricos de final de carrera. El PLC permite programar la lógica de funcionamiento de un cilindro o de un conjunto de cilindros para realizar una tarea específica.

2.2.2. Actuadores neumáticos

Los actuadores son los dispositivos encargados de transformar la energía neumática en energía mecánica.

2.2.3. Circuitos Neumáticos

2.2.3.1. Circuito de anillo cerrado

Aquel cuyo final de circuito vuelve al origen evitando brincos por fluctuaciones y ofrecen mayor velocidad de recuperación ante las fugas, ya que el flujo llega por dos lados.

2.2.3.2. Circuito de anillo abierto

Aquel cuya distribución se forma por ramificaciones las cuales no retornan al origen, es más económica esta instalación pero hace trabajar más a los compresores cuando hay mucha demanda o fugas en el sistema.

2.2.4. Actuadores Lineales

Son los actuadores más comúnmente utilizados, transforman la energía neumática en energía mecánica con un movimiento rectilíneo alternativo.

2.2.4.1. Cilindro de Simple Efecto

Desarrolla un trabajo solo en un sentido. El émbolo retorna a su posición inicial mediante un resorte interno. Puede ser del tipo “vástago retraído” o “vástago extendido”.

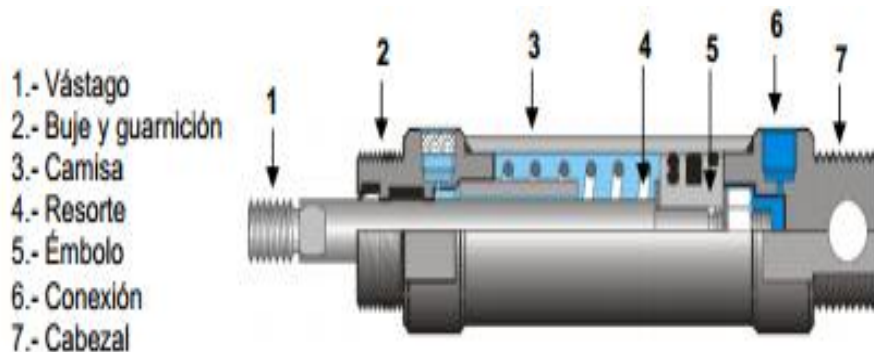


Figura II. 8 Actuador Lineal de Efecto Simple⁸

⁸http://www.festo-didactic.com/didactic/Demos/Katalog_2013_en/index.html#/426/

2.2.4.2. Cilindro de Doble Efecto

El trabajo se desarrolla en las dos carreras del vástago tanto en la salida como en el retroceso, dado que el aire se aplica alternativamente a los lados opuestos del émbolo.

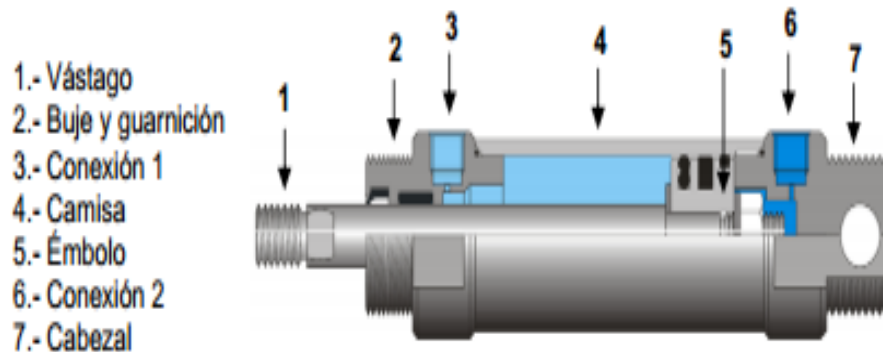


Figura II. 9 Actuator Lineal de Doble Efecto.⁹

2.2.5. Calculo de la fuerza de los cilindros neumáticos.

El diámetro del embolo establece la fuerza que puede realizar el actuador. Inicialmente tendremos en cuenta la formula.

$$P = F/A$$

Donde:

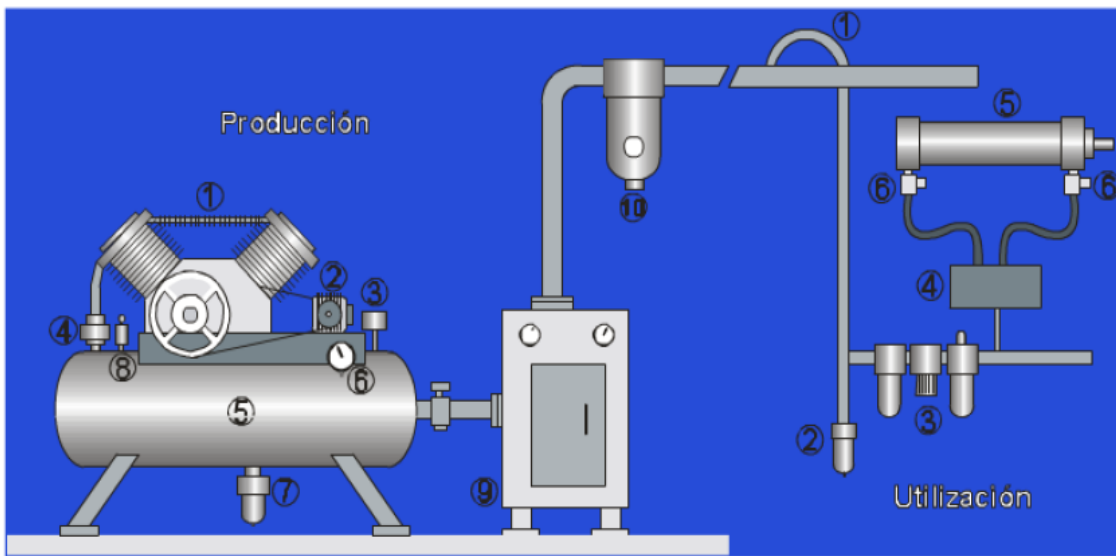
- P = es la presion en N/cm^2 .
- F = es la fuerza en Newton.

⁹http://www.festo-didactic.com/didactic/Demos/Katalog_2013_en/index.html#/426/

- $A =$ es la superficie del embolo en cm^2 .

De la formula $P=F/A$. despejamos la fuerza, entonces $F=P * A$. Como la presión que se maneja a nivel industrial normalmente esta estandarizado en 6 bar, nos damos cuenta entonces que la fuerza del cilindro está determinada por el diámetro del embolo.

2.2.6. Elementos de los sistemas neumáticos.



Producción

- | | | | |
|--------------------------------|---------------------|---------------------|-------------------------|
| 1. Compresor | 2. Motor eléctrico | 3. Presostato | 4. Válvula anti-retorno |
| 5. Depósito | 6. Manómetro | 7. Purga automática | 8. Válvula de seguridad |
| 9. Secador de aire refrigerado | 10. Filtro de línea | | |

Utilización

- | | | |
|------------------------|---------------------|-----------------------------------------|
| 1. Purga del aire | 2. Purga automática | 3. Unidad de acondicionamiento del aire |
| 4. Válvula direccional | 5. Actuador | 6. Controladores de velocidad |

Figura II. 10 Principales componentes de un sistema neumático.¹⁰

¹⁰<http://www.festo-didactic.com/es-es/productos/mps-sistema-de-produccion-modular/estaciones/estaciones-mps-sistemas-mecatronicos-para-campeones-mundiales.htm?fbid=ZXMuZXMuNTQ3LjE0LjE4LjYwNi43NjMy>

2.2.6.1. Producción

- **Compresor.-** Aspira el aire a presión atmosférica y lo comprime a la presión deseada en una sola compresión.
- **Motor Eléctrico.-** Transforma la energía eléctrica en energía mecánica para mover la unidad de compresión.
- **Presostato.-** También conocido como interruptor de presión. Es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de la presión de un fluido.
- **Válvula Anti-Retorno.-** También llamadas válvulas unidireccionales. Tienen la función de cerrar el paso de un fluido (líquido o gaseoso), en un sentido y dejarlo libre en el sentido contrario.
- **Depósito.-** Es un tanque especial que almacena el aire comprimido y soporta altas presiones. Entre mayor sea su volumen, mayores deberán ser los intervalos de funcionamiento de la unidad de compresión. El aire es entregado desde el depósito hacia el sistema neumático a una presión más elevada transformando así la energía mecánica de la unidad de compresión en energía neumática.
- **Manómetro.-** Indicador visual de la presión del aire dentro del depósito.

- **Purga Automática.-** El agua condensada es separada por el filtro. De vez en cuando hay que vaciar la purga, porque de lo contrario el agua será arrastrada por el aire comprimido hasta los elementos de mando.
- **Válvula de Seguridad.-** Diseñadas para liberar un fluido (líquido o gaseoso) cuando la presión interna de un sistema que lo contiene supere el límite establecido.
- **Filtro.-** Dispositivo que nos permite eliminar partículas sólidas como son el polvo, polen y bacterias del aire.

2.2.6.2. Utilización

- **Unidad de Acondicionamiento de Aire.-** Consta de un separador de agua y un filtro de impurezas. El separador de agua hace girar rápidamente el aire para que las partículas de agua que se hayan condensado en las tuberías se depositen en el fondo del vaso.
- **Regulador.-** Se trata de una válvula general manual que permite regular fácilmente la presión de salida del depósito hacia el sistema neumático. Muchas veces cuenta con un manómetro propio que indica la presión de flujo.
- **Válvula de control direccional.-** Existen muchos tipos de válvulas neumáticas en el mercado, pero todas tienen como función controlar el paso de aire entre sus vías abriendo, cerrando o cambiando sus

conexiones internas dependiendo del tipo de actuador que se desee controlar. Pueden ser activadas de diversas formas: manualmente, por circuitos eléctricos, neumáticos, hidráulicos o mecánicos.

2.2.7. Componentes de control

2.2.7.1. Válvulas

Una válvula es un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación o paso de un fluido (líquido o gaseoso), mediante una pieza móvil que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

2.2.7.2. Clasificación de las válvulas.

Las válvulas se las puede clasificar por:

- **Número de vías:** Orificios de los que dispone la válvula para distribuir el paso del fluido (pueden ser de 2, 3, 4, o 5 vías).
- **Número de Posiciones:** Estados posibles que pueden adoptar internamente (generalmente 2 o 3 posiciones).
- **Por su forma de Accionamiento:**
 - **Monoestable.**- Tiene una única posición estable. Significa que puede tomar varias posiciones pero al ser desactivada siempre regresa a la misma posición estable mediante un resorte.
 - **Biestable.**- Tiene dos posiciones estables, cada vez que se activa conmuta entre estos dos estados sin regresar al anterior.

2.2.7.3. Las válvulas neumáticas.

Son considerados elementos de mando, necesitan o consumen poca energía y a cambio, son capaces de gobernar una energía muy superior. Así mismo, cada clase de válvula mencionada tiene sus diferentes tipos:

- **Válvulas de distribución**

Como su propio nombre indica son las encargadas de distribuir el aire comprimido en los diferentes actuadores neumáticos, por ejemplo, los cilindros.

- **Válvulas de bloqueo**

Son válvulas con la capacidad de bloquear el paso del aire comprimido cuando se dan ciertas condiciones en el circuito.

- **Válvulas reguladoras**

Aquí nos encontramos con las válvulas que regulan el caudal y las válvulas que regulan la presión.

- **Válvulas secuenciales**

Las válvulas de secuencia se utilizan cuando el elemento neumático necesita una mínima presión para funcionar, entonces, se ajusta la válvula secuencial a dicha presión.

2.2.7.3.1. Válvulas de Distribución

Si se desea accionar un pistón o cilindro, primero se tiene que llenar la primera cámara, y segundo se debe vaciar la segunda cámara, de otra manera no se moverá el vástago del cilindro. Para poder hacer este proceso disponemos de las válvulas distribuidoras. Por este motivo, son fundamentalmente válvulas de mando o comando. Las válvulas distribuidoras también pueden controlar a otras válvulas distribuidoras.

Como hemos dicho al inicio de la sección, las válvulas distribuidoras se pueden clasificar de diferentes maneras como:

2.2.7.3.1.1. Clasificación por su Construcción

Cuando nos referimos a la clasificación por su construcción, lo hacemos respecto a su construcción interna y no a la externa, para poder distribuir el aire.

Disponemos de tres tipos o subclases, de corredera, de disco y de asiento. Cada tipo de válvula se utiliza para según la necesidad tengamos. Veamos en que consiste cada tipo de válvulas y que ventajas tienen:

- **De corredera**

Disponen de un émbolo móvil que es el encargado de obturar o liberar el paso del aire. Como ventaja reseñable podemos decir que se necesita poca energía para accionar la válvula, aunque tenga que vencer al rozamiento por sus características constructivas.

- **De disco**

Su accionamiento es puramente manual, y consta de un disco que se coloca manualmente sobre el orificio de paso del aire al accionar una palanca. Pueden obturar o liberar varios orificios de paso.

- **De asiento**

Disponen en su constitución física de un obturador que se mueve en la misma dirección del aire. Se usan para caudales o muy grandes o muy pequeños, para el resto de caudales se suele usar las válvulas de corredera.

2.2.7.3.1.2. Clasificación por accionamiento.

Disponemos de dos tipos de accionamiento, los que se realizan de forma indirecta es decir, mediante electricidad o mecánica, y los accionamientos manuales o directos, con algún tipo de mecanismo para que un operario interactúe.

		Control manual general	Control manual Botón
		Palanca control manual	Pedal control manual
		Palpador control mecánico	Muelle control mecánico
		Rodillo control mecánico	Rodillo de control mecánico escamoteable
		Electroválvula con una bobina	Electroválvula con dos bobinados actuando opuestamente

Tabla II. I Tipos de Accionamientos.¹¹

2.2.7.3.2. Clasificación por número de vías y posiciones.

- **Vía**

Entendemos por vía, el orificio de conexión externa que dispone la válvula. No se deben tener en cuenta, los orificios que sean de purga, o las conexiones que disponga la válvula para su pilotaje.

- **Posición**

Se refiere a las conexiones internas, es decir, la válvula nos indicará las conexiones internas que puede realizar según su diseño, que será el número de posiciones.

¹¹<http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaquinas/carpetaapuntes.htm/Apuntes%20Tema%206%20nuevo%20formato.pdf>

Ahora que ya sabemos la relación existente entre vías y posiciones, y que clase de conexión son, podemos explicar su representación gráfica o simbología:

La válvula se representa por una serie de cuadrados, cada cuadrado de la válvula representa una posición que la válvula puede adoptar. Lo más común es encontrarse con válvulas de dos posiciones. Cuando se representa una válvula en un esquema o plano neumático, siempre se hace respecto a su posición de reposo o inicial, nos referimos a las líneas externas que representan los tubos de conexión y que aquí no estarán dibujadas para no confundir.

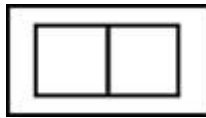


Figura II. 11 Representación simbólica de las posiciones de una válvula.¹²

En la figura se pueden apreciar dos cuadros, lo que significa, dos posiciones.

Las vías se dibujan en el interior de cada posición o cuadrado. Las vías que se hallen cerradas, se representan con una T, y las vías conectadas entre sí las veréis unidas por una línea con una o dos flechas. Las flechas nos indican el sentido de circulación del aire, de aquí podemos deducir que dos flechas nos informan de doble sentido de circulación del aire.

¹²http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena9/animaciones9/creadorvalvulas/explicacion_Scene%201.swf

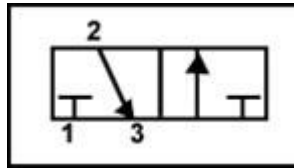


Figura II. 12 Representación de una Válvula 3/2¹³

Estas líneas cerradas pueden ser tubos que sean de escape o pueden ser tubos que lleven a la red de aire.

La válvula 3/2 de la figura nos dice que, es una válvula de tres vías y dos posiciones.

2.2.7.3.3. Válvulas de Bloqueo

En primer lugar, diremos que este tipo de válvula tiene la peculiaridad de accionarse ante unas determinadas condiciones. En segundo lugar, debemos saber que dependiendo el desempeño que tengan que realizar usaremos un tipo u otro, por lo tanto, disponemos de varios tipos que son:

En este tipo de válvulas encontraremos: válvulas anti retorno, de simultaneidad, de selección de circuito y de escape.

2.2.7.3.4. Válvulas Anti retorno

Este tipo de válvula está diseñada para que deje fluir el aire en un sentido, y para bloquear el paso de aire en sentido contrario.

¹³http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena9/animaciones9/creadorvalvulas/explicacion_Scene%201.swf

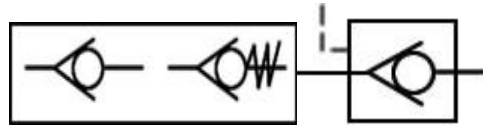


Figura II. 13 Simbología de las Válvulas Anti retorno con muelle y sin muelle¹⁴

Aquí podemos observar representadas los tres tipos de válvula anti retorno que existen. El símbolo de la derecha representa una válvula anti retorno pilotada. La diferencia que tiene respecto a los otros dos tipos, es que cuando no está siendo pilotada actúa como una válvula anti retorno normal, mientras que cuando se la comanda o pilota, permite el paso del fluido en el sentido contrario.

En cambio, los otros dos símbolos, representan a válvulas anti retorno que solo admiten un sentido de paso de fluido o aire. El símbolo central, quiere decir que funciona con un muelle.

Las válvulas anti retorno se colocan antes que las válvulas de distribución, de esta forma protegen al circuito de posibles cortes de aire y de interferencias entre componentes.

2.2.7.3.5. Válvulas Simultáneas

Las válvulas simultáneas tienen dos entradas, una salida y un elemento móvil, en forma de corredera, que se desplaza por la acción del fluido al entrar por dos de sus orificios, dejando libre el tercer orificio. Sí solamente entra fluido por un orificio, el orificio que debería dejar paso al fluido, queda cerrado.

¹⁴http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena9/animaciones9/creadorvalvulas/explicacion_Scene%201.swf

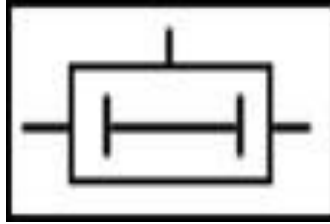


Figura II. 14 Símbolo de una Válvula Simultánea.¹⁵

2.2.7.3.6. Válvulas Selectivas

Las válvulas selectivas tienen 2 entradas y una salida. Su elemento móvil suele ser una bola metálica. Cada una de las entradas está conectada a un circuito diferente, por este motivo se llaman válvulas selectivas. Este tipo de válvula se utiliza cuando deseamos accionar una máquina desde más de un sitio de mando. El funcionamiento es sencillo de entender, si entra aire por una entrada, la bola se desplazará obturando la otra entrada y dejando salir el fluido por la salida. Alguien se preguntará que sucede si se da la casualidad de que entre aire por las dos entradas a la vez, pues se cerrará la que menos presión tenga, y si tiene igual presión continuará cerrada la salida porque esta no es la condición de servicio de la válvula.

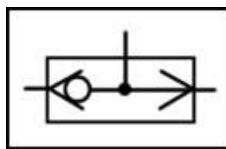


Figura II. 15 Símbolo de una Válvula Selectiva.¹⁶

¹⁵http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena9/animaciones9/creadorvalvulas/explicacion_Scene%201.swf

2.2.7.3.7. Válvulas de Escape

Este tipo de válvulas tiene dos funciones que desempeñar. Uno para liberar el aire lo antes posible, pues sí el aire tiene que pasar por gran cantidad de tubería, tardaría mucho en salir al exterior. La otra utilidad, es que a veces quedan restos de presión en las tuberías, lo cual facilita que se den errores de funcionalidad en el circuito, con este tipo de válvula se elimina esta posibilidad.

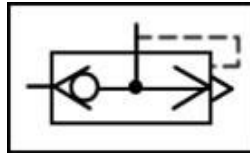


Figura II. 16 Símbolo de una Válvula de Escape.¹⁷

2.2.7.4. Electroválvulas

Para poder controlar los periodos o lapso de cierto fluido, a través de los diferentes sistemas que trabajan con aire comprimido, es necesario interponer entre el sistema de control y el actuador, una interface que sirve para la conversión de la señal de control, que está basada en corriente eléctrica, en movimiento mecánico que obstruya o permite el paso del aire a presión.

¹⁶http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena9/animaciones9/creadorvalvulas/explicacion_Scene%201.swf

¹⁷http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/4esotecnologia/quincena9/animaciones9/creadorvalvulas/explicacion_Scene%201.swf



Figura II. 17Electroválvula Airtac.¹⁸

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 la salida número 2, esto lo podemos observar en la fig. de abajo. La junta de la parte superior cierra el surtidor del escape.

¹⁸<http://www.boletinindustrial.com/producto>

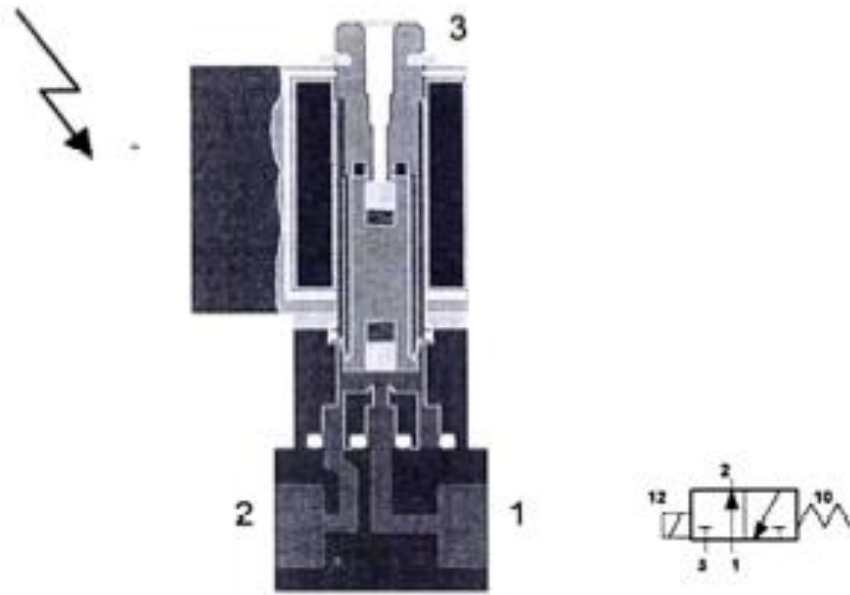


Figura II. 18 Válvula solenoide piloto en posición de operación y su representación simbólica.¹⁹

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 necesitara 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 incorporado un piloto que hace funcionar una válvula que necesita mayor volumen de aire

¹⁹http://www.agrosystems.cl/pdf_descargas/Solenoides%20para%20Valvulas%20Electricas%20-%20Serie%20S.pdf

2.2.7.5. Reguladoras de Caudal.

En esta clase de válvula, nos encontramos con dos maneras diferentes de regular la cantidad de aire o fluido:

- **Regulación por la Entrada**

La regulación por entrada quiere decir, que actuamos sobre el fluido que entra en el cilindro procedente de la red.

- **Regulación por la Salida**

En este caso, la regulación se realiza sobre el aire que sale hacia la atmósfera.

Sí quisiéramos controlar la velocidad de un cilindro, siempre lo haríamos mediante la regulación de salida, porque admite todo tipo de carga, mientras que por regulación de entrada.

Ahora que sabemos esto, podemos dar paso al diferente tipo de válvulas que disponemos para realizar las dos maneras de regulación.

Estas válvulas se colocan tanto en la entrada como en la salida del cilindro. El cilindro en la entrada y en la salida dispone de unos orificios con rosca y es precisamente aquí donde se alojan este tipo de válvulas. La válvula consta principalmente de un tornillo de reglaje con una contratuerca y una membrana

para obturar. El tornillo de reglaje y la contratuerca se usan para tarar el paso de fluido.



Figura II. 19 Regulador de Caudal.²⁰

2.2.7.6. Componente de tratamiento de aire.



Figura II. 20 Válvula de cierre con filtro regulador.²¹

La válvula de cierre con filtro regulador representa una combinación de los siguientes elementos

- Filtro regulador con manómetro
- Válvula de cierre,

²⁰http://www.distribtec.com.ar/micro/valvulas_auxiliares/REGULADORES%20DE%20CAUDAL/SERIE%20VA.pdf

²¹http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/540691_es.pdf

- Racores rápidos y acoplamientos rápidos,
- Montados en un soporte basculante.

El filtro con separador de agua elimina la suciedad, arrastres de los tubos, óxido y condensados.

La válvula reguladora de presión regula la alimentación de aire a la presión de funcionamiento y compensa las fluctuaciones de presión.

El vaso del filtro tiene una válvula para drenar condensados.

La válvula de cierre aplica y descarga la presión a todo el sistema de control. La válvula de 3/2 es accionada por un pomo giratorio.

2.2.7.6.1. Características del Válvula de cierre con filtro regulador.

- Filtro sinterizado con retención del agua, válvula reguladora de émbolo
- Caudal cominal estándar*: 750 l/min
- Presión de entrada: máx. 1600 kPa (16 bar)
- Presión de trabajo: máx. 1200 kPa (12 bar)
- Grado de filtración: 40 μ m
- Cantidad de condensado: 14 cm³
- Racor: G 1/8, QS-6, para tubo de plástico PUN 6 x 1
- Presión de entrada: 1000 kPa (10 bar).
- Presión de funcionamiento: 600 kPa (6 bar)
- Presión diferencial: 100 kPa (1 bar).

2.2.7.7. Filtro de aire comprimido

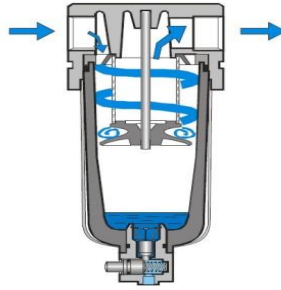


Figura II. 21 Filtro de Aire Comprimido.²²

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.

Consecuencia de esto es que cada vez tenga más importancia el conseguir un mayor grado de pureza en el aire comprimido, para lo cual se crea la necesidad de realizar un filtrado que garantice su utilización

- Detener las partículas sólidas como polvo o elementos del aire
- Eliminar el agua condensada en el aire.

2.2.7.7.1. Generalmente trabajan de la siguiente manera

El aire entra en el depósito a través de un deflector direccional, que le obliga a fluir en forma de remolino, consecuentemente, la fuerza centrífuga creada arroja las

²²<http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/2902/1/images/GUIAIRECOMPRI MIDO01.pdf>

partículas líquidas contra la pared del vaso y esta se desliza hacia la parte inferior del mismo, depositándose en la zona de calma.

La pantalla separadora evita que con las turbulencias del aire retornen las condensaciones. El aire continúa su trayecto hacia la línea pasando a través del elemento filtrante que retiene las impurezas sólidas. Al abrir el grifo son expulsadas al exterior las partículas líquidas y sólidas en suspensión. El agua no debe pasar del nivel marcado que normalmente traen los elementos, puesto que la zona turbulenta el agua sería de nuevo arrastrada por el aire.

2.2.7.8. Regulador de presión con manómetro.



Figura II. 22 Regulador de presión con manómetro.²³

Los reguladores de presión son aparatos de gran importancia en aplicaciones neumáticas. Normalmente son llamados mando reductores, que son en realidad reguladores de presión.

²³<http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/00906970001135162550.pdf>

Por su aplicación en neumática debemos entender su funcionamiento y comportamiento ante las variaciones brusca de presión de salidas o frente a demandas altas de caudal.

Al ingresar el aire a la válvula, su paso es restringido por el disco en la parte superior. La estrangulación se regula por acción del resorte inferior.

2.2.8. Componente auxiliares

2.2.8.1. Manguera de Poliuretano US98A, UE95A



Figura II. 23 Manguera de Poliuterano US98A, UE95A²⁴

La manguera de poliuretano es ampliamente usada en las instalaciones de equipo neumático por su excelente desempeño.

El material del cual está fabricado le permite desarrollar mínimos radios de curvatura e incluso le permite recuperar su forma original después de un doblado extremo.

²⁴http://www.airtacworld.it/pro_det.aspx?c_kind=4&c_kind2=19&c_kind3=40&c_kind4=49&c_kind5=94&id=98

Posee una alta resistencia a la abrasión útil cuando los cilindros desarrollan movimientos oscilantes.

2.2.8.1.1. Características

- Uso en aire comprimido o vacío
- Presión de operación 0-150 PSI, 0-10 Bar
- Vacío hasta -100 kPa
- Temperatura de trabajo -15°C a 60°C.
- Colores: negro, naranja, verde, amarillo y rojo.

2.2.8.2. Racores



Figura II. 24 Tipos de Racores²⁵

2.2.8.2.1. Descripción

- Cuerpo en latón niquelado y resina acetálica.
- Anillo-pulsador en resina acetálica.

²⁵<http://www.sicontrol.com/racores.htm>

- Anillo de sujeción en latón niquelado.
- Pinza de agarre en acero inoxidable AISI-304.
- Junta tórica en NBR sin silicona.
- Roscas macho cónicas normalizadas BSP-T y preteflonadas desde 1/8" hasta 1/2".
- Roscas macho cilíndricas normalizadas BSP-P desde 1/8" hasta 1/2" con junta tórica.
- Roscas métricas M5 y M6.
- Fácil conexión y desconexión sin necesidad de herramientas.
- Admite una tolerancia de $\pm 0,02$ mm. en la medida exterior del tubo a acoplar.

2.2.8.2.2. Características:

- Presión de trabajo: De 0 a 10 bar.
- Presión de vacío: - 750 mmHg (10 torricelli).
- Temperatura de trabajo: De 0 °C a + 60 °C.

2.2.8.2.3. Aplicaciones:

- Neumática.
- Vacío.
- Apto para tubos de poliamida y poliuretano.
- Adecuados para conectar en espacios reducidos.

2.2.8.3. Silenciadores



Figura II. 25 Silenciadores.²⁶

Son utilizados para silenciar el ruido producto del escape de los sistemas neumáticos y también atrapa cualquier partícula que pudiera ser expulsada a alta velocidad junto a los gases de salida, además de ayudar a un ambiente de trabajo más amigable.

2.2.8.4. Circuito neumático de mando directo.

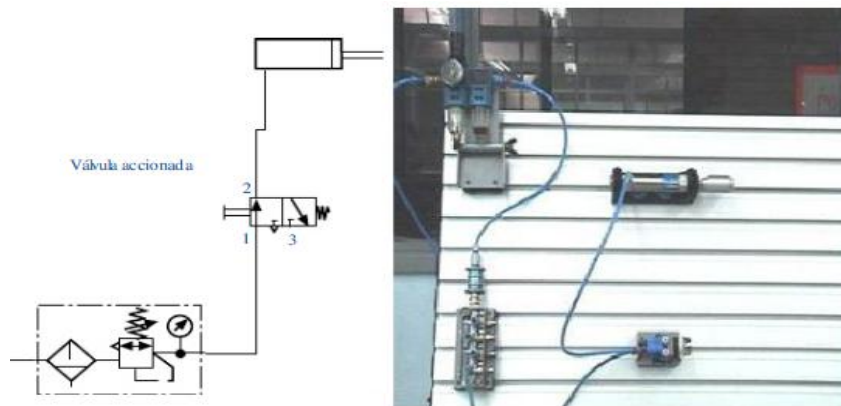


Figura II. 26 Circuito Neumático de Mando Directo.²⁷

²⁶https://www.festo.com/net/es-pe_pe/SupportPortal/default.aspx?cat=2460

El mando directo representa el modo más sencillo de funcionamiento del control de un cilindro, dado solo se activa una válvula como función de distribuir aire al actuador.

Los procesos actualmente utilizan diversos tipos de actuadores de diverso dimensionamiento y por lo tanto de bajo consumo de caudal de aire, en algunos casos, los actuadores son comandados con válvulas de mando, cuyo función es de activar y desactivar los actuadores, de igual manera es muy indispensable el suministrar el caudal necesario para realizar el trabajo, este tipo de mando es llamado mando directo.

2.2.8.5. Relés

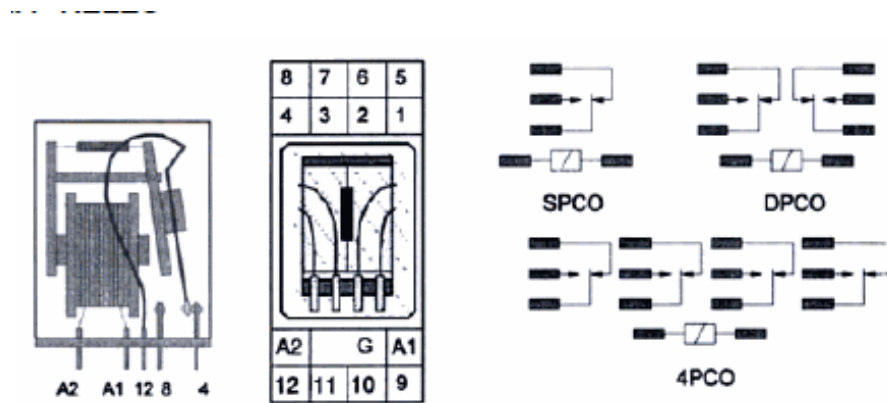


Figura II. 27 Esquema de un Relé Electromecánico.²⁸

En la figura se muestra la descripción típica de un relé electromecánico. Cuando el electroimán esta desconectado, una lámina de acero mantiene lejos del polo

²⁷<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/737/2/04%20IT%20096%20TESIS.pdf>

²⁸http://lra.unileon.es/sites/lra.unileon.es/files/Documents/plc/Unity_Pro/Manuales_Unity/Unity_Manual%20de%20Referencia.pdf

magnético. Esta lámina 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 lámina de acero con la placa de contacto es atraída por la fuerza magnética de la bobina, de manera que el contacto que estaba cerrado se desplaza hasta abrirse y viceversa.

A menudo los relés poseen una serie de contactos, cada uno de los cuales integran un circuito separado y se encuentran normalmente en grupo de 2, 3, 4, 5 y 6. Los diagramas de la (figura) muestran representaciones típicas.

2.3. MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA.

Esta máquina de corriente continua es una de las más versátiles en la enseñanza como también en la industria. Su fácil control de posición, par y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en la aplicaciones de control y automatización de procesos. Pero con la llegada de la electrónica su uso ha disminuido en gran manera, pues los motores de corriente alterna, del tipo asíncrono, pueden ser controlados de igual forma a precios más accesibles para el consumidor medio de la industria. A pesar de esto los motores de corriente continua se siguen utilizando en muchas aplicaciones de potencia como son los trenes o los tranvías, o de precisión como son las maquinas, micro motores etc.

2.3.1. Definición

Un motor de corriente continua es en esencia una máquina que convierte energía eléctrica en movimiento o trabajo mecánico, a través de medios electromagnéticos.

2.3.2. Fundamentos de operación.

En magnetismos se conoce que existe dos polos, un polo norte y un polo sur, que son las regiones donde se concentran las líneas de la fuerza de un imán. Un motor para funcionar se vale de las fuerzas de tracción y repulsión que existen entre los polos. De acuerdo con esto, todo motor tiene que estar formado con polos alternados entre el estator y el rotor, ya que los polos magnéticos iguales se repelen, y los polos magnéticos diferentes se atraen, produciendo así el movimiento de rotación.

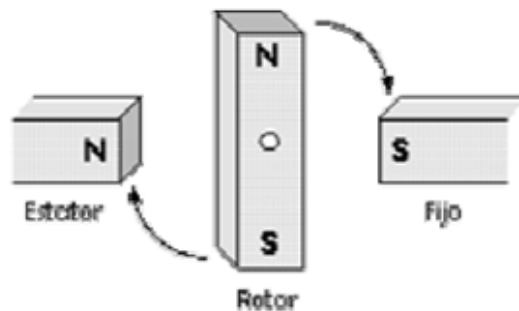


Figura II. 28 Principio de Funcionamiento de un Motor.²⁹

²⁹<http://server-die.alc.upv.es/asignaturas/lased/2002-03/MotoresPasoPaso/pcpiofun.htm>

Un motor eléctrico opera primordialmente en base a dos principios, de la inducción, descubierta por Michael Faraday en 1831, que señala que si un conductor se mueve a través de un campo magnético o está situado en las proximidades de otro conductor por el que circula una corriente de intensidad variable, se induce una corriente eléctrica en el primer conductor.

El principio que Andrés Ampere observó en 1820, en el que establece, que si una corriente pasa a través de un conductor situado en el interior de un campo magnético, este ejerce una fuerza mecánica o **f.e.m** sobre el conductor.

Gracias a un juego de conexiones entre unos conductores estáticos, llamados escobillas, y las bobinas que lleva el rotor, los campos magnéticos que produce la armadura, cambian a medida que esta gira, para que el par de fuerza que la mueve se mantenga siempre vivo.

2.3.3. Utilización de los motores de corriente continua o corriente directa.



Figura II. 29 Motor de 24 VCD.³⁰

³⁰http://www.ruelsa.com/notas/rt/rt110_tensiondecontrol.pdf

Para poder hablar de control de movimiento, tal vez sería necesario dedicar un cierto tiempo al elemento (actuador) que convertirá la energía eléctrica en mecánica.

Vivimos rodeados de motores eléctricos: el pequeño motor que hace girar un disco duro, el motor que hace mover el ascensor, el del cepillo de dientes, el de la estación de bombeo, en fábricas, en trenes, en hospitales. Aproximadamente un 70% de la energía eléctrica se utiliza para alimentar motores.

Por su construcción, su aplicación y su tecnología existen una infinidad de motores distintos y, no todos ellos rotativos.

Pese a que hoy en día, cuando hablamos de motores, casi siempre pensamos en motores de corriente alterna, durante muchos años los motores de corriente continua tuvieron un papel importantísimo, porque pese a su precio, (por su complejidad mecánica y mantenimiento), eran sin duda mucho más fáciles de controlar que sus “hermanos” de corriente alterna.

2.3.4. Partes fundamentales.

2.3.4.1. Estator

Es el que crea el campo magnético fijo, al que le llamamos. Excitación. En los motores pequeños se consigue con imanes permanentes. Cada vez se construyen imanes más potentes, y como consecuencia aparecen en el mercado de motores de excitación permanente, mayores.



Figura II. 30 Estator.³¹

2.3.4.2. Rotor

También llamado armadura. Lleva las bobinas cuyo campo crea, junto al del estator, el par de fuerza que le hace girar.



Figura II. 31 Rotor.³²

2.3.4.3. Escobillas

Normalmente son dos tacos de grafito que hacen contacto con las bobinas del rotor. A medida que este gira, la conexión se conmuta entre unas y otras bobinas, y debido a ello se producen chispas que generan calor. Las escobillas se fabrican normalmente de grafito, y su nombre se debe a que los primeros motores llevaban

³¹<http://www.xylemwatersolutions.com/scs/spain/es-es/Postventa%20y%20Servicio/Documents/Estatores.pdf>

³²<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6290/04CAPITULO3b.pdf?sequence=5>

en su lugar unos paquetes hechos con alambres de cobre dispuestos de manera que al girar el rotor “barrían”, como pequeñas escobas, la superficie sobre la que tenían que hacer contacto.

2.3.4.4. Colector

Los contactos entre escobillas y bobinas del rotor se llevan a cabo intercalando una corona de cobre partida en sectores. El colector consta a su vez de dos partes básicas:

- **Delgas:** Son los sectores circulares, aislados entre si, que tocan con las escobillas y a su vez están soldados a los extremos de los conductores que conforman las bobinas del rotor.
- **Micas:** Son laminas delgadas del mismo material, intercaladas entre las delgas de manera que el conjunto forma una masa compacta y mecánicamente robusta.

Visto el fundamento por el que se mueven los motores de corriente continua, es fácil intuir que la velocidad que alcanza estos dependen en gran medida del desequilibrio entre el par motor en el rotor y el par antagonista que presenta la resistencia mecánica en el eje.

2.3.5. Excitación

La forma de conectar las bobinas del estator es lo que se define como tipo de excitación, y podemos distinguir entre.

2.3.5.1. Independiente

Los devanados del estator se conectan totalmente por separación a una fuente de corriente continua, y el motor se comporta exactamente igual que el de imanes permanentes. En las aplicaciones industriales de los motores de corriente continua es la configuración más extendida.

2.3.5.2. Serie

Consiste en conectar el devanado del estator en serie con el de armadura. Se emplea cuando se precisa un gran par de arranque, y precisamente se utiliza en los automóviles. Los motores con este tipo de excitación se embalan en ausencia de carga mecánica. Los motores con esta configuración funcionan con corriente alterna.

2.3.5.3. Paralelo

Consiste que el estator y rotor estén conectados a la misma tensión, lo que permite un perfecto control sobre la velocidad y el par.

2.3.5.4. Compuesto

Consiste que la parte del devanado de excitación se conecta en serie, y en parte en paralelo. Las corrientes de cada sección pueden ser aditivas o sustractivas respecto a la del rotor, lo que da bastante juego.

2.3.6. Velocidad del motor C.C

Como ya se ha mencionado, la configuración más popular es la de excitación independiente, y a ella se refieren las dos expresiones que vienen a continuación:

La velocidad es proporcional al valor de la tensión media de la corriente continua, esto es válido siempre que se mantengan constantes, las condiciones de excitación y el par mecánico.

El valor de la tensión media aplicada a las conexiones de la armadura del motor se distribuye fundamentalmente de la forma:

$$U = (R * I) + E$$

- U: Tensión media aplicada.
- (R*I): Caída de tensión debida a la corriente que circula por el inducido.
- E: Fuerza contra electromotriz inducida (Velocidad).

En nuestro entorno, tendemos a pensar que al a donde encontremos motores de corriente continua es muy posible que sea debido a la necesidad de tener que poder variar la velocidad de forma sencilla y con gran flexibilidad.

CAPÍTULO III

3. sensores

3.1. Introducción: sensores y magnitudes.

En todo proceso de automatización es necesario captar las magnitudes de planta, para poder así saber el estado del proceso que estamos controlando. Para ello empleamos los sensores para optimizar el tiempo de producción.

Un sensor es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarlo en otra magnitud, para que sea más fácil de cuantificar y manipular la información.

Dado que hay diversos tipos de señales como son las mecánicas, térmicas, magnéticas, eléctricas, ópticas, moleculares(químicas), etc. Cualquier dispositivo que convierta un tipo de señal en otro tipo de señal es considerado como un transductor, y la señal de salida podría ser de cualquier forma física.

Un transductor, en general, es un dispositivo que convierte una señal física en otra señal de diferente tipo de energía con cierta relación matemática entre ellas. En la transducción siempre se extrae una cierta energía del sistema donde se mide, por lo que es importante garantizar que esto no lo perturbe.

3.2. Características de los sistemas de medida

El comportamiento de un sistema de medida viene determinado por las características de los sensores, principalmente suelen tenerse en cuenta a la hora de elegir un sistema de medida son su exactitud, fidelidad y sensibilidad.

En la mayoría de los sistemas de medida, la variable de interés varía tan lentamente que basta con conocer las características estáticas del sensor. Las características estáticas influyen también en el comportamiento que presenta cuando la magnitud de la medida varía a lo largo del tiempo.

3.3. Características deseables de los transductores.

3.3.1. Exactitud

La exactitud de la medición debe ser tan alta como en su máxima capacidad de medición, se entiende por exactitud que el valor verdadero de la variable se pueda detectar sin errores sistemáticos positivos o negativos en la medición. Sobre varias mediciones de la variable, el promedio de error entre valor real y el valor detectado tendera a ser cero.

3.3.2. Precisión

La precisión de la medida debe ser tan alta como fuese posible. La precisión significa que existe o no una pequeña variación aleatoria en la medición de la variable. La dispersión en los valores de una serie de mediciones será mínima.

3.3.3. Rango de funcionamiento.

El sensor debe tener un amplio rango de funcionamiento y debe ser exacto y preciso en todo el rango.

3.3.4. Velocidad de respuesta

El transductor debe ser capaz de responder a los cambios de la variable detectada en un tiempo mínimo. Lo ideal sería una respuesta instantánea.

3.3.5. Calibración

El sensor debe ser fácil de calibrar. El tiempo y los procedimientos necesarios para llevar a cabo el proceso. Además, el sensor no debe necesitar una re calibración frecuente. El termino desviación se aplica con frecuencia para indicar la pérdida gradual de exactitud del sensor que se produce con el tiempo y el uso, lo cual hace necesaria su re calibración.

3.3.6. Fiabilidad

El sensor debe tener una alta fiabilidad. No debe estar sujeto a fallos frecuentes durante el funcionamiento.

3.4. Clasificación de los sensores.

Los sensores pueden clasificarse en dos tipos básicos, dependiendo de la forma de la señal convertida.

- Sensores discretos.
- Sensores analógicos.

3.5. Sensores discretos

Los sensores discretos simplemente nos indican si se encuentran detectando algún objeto o no, este es, generan un "1" lógico si detectan o un "0" lógico si no detectan, esta información es originada principalmente por presencia de voltaje o por ausencia de este, aunque en algunos casos la información nos la reportan por

medio de un flujo de corriente eléctrica. Los sensores discretos pueden operar tanto con señales de voltajes de corrientes directas (VCD) como también señales de voltaje de corriente alterna (VCA).

Entre estos sensores se encuentran los siguientes:

- Sensores de presencia o finales de carrera.
- Sensores inductivos.
- Sensores magnéticos.
- Sensores capacitivos.
- Sensores ópticos.

3.6. Sensores analógicos.

Los sensores analógicos pueden presentar como resultado un número infinito de valores, mismo que pueden representar las diferentes magnitudes que estén presentes de una variable física, por lo tanto en los sensores analógicos su trabajo se representa mediante rangos, por ejemplo, de 0V a 1.5V y dentro de este rango de posibles valores que pueden adquirir la señal del sensor, está comprendido el rango de medición que le es permitido al sensor de medir una variable física. En los sensores analógicos la señal que entrega puede representarse mediante variaciones de una señal de voltaje o mediante variaciones de un valor resistivo.

Entre los sensores analógicos tenemos:

- Sensores de temperatura.
- Sensores RTD.
- Sensores termistores.
- Sensores termopar.
- Sensores de circuito integrado.

3.7. Sensor Todo o Nada

Los sensores Todo Nada son aquellos en los que la salida solo presenta dos estados, los cuales están separados por un valor umbral de la variable detectada.

3.8. Sensores Magnéticos

Los sensores magnéticos también se les denominan relés tipo “Reed”, son utilizados en cilindros neumáticos para detectar la posición de fin de carrera a través del vástago del cilindro.

El sensor magnético es un interruptor de proximidad que se activa con un campo magnético o externo. A diferencia del inductivo que genera su propio campo magnético, es el uso de sensores magnéticos que pueden detectar la posición del émbolo magnético del actuador es, sin complicaciones de montaje mecánico

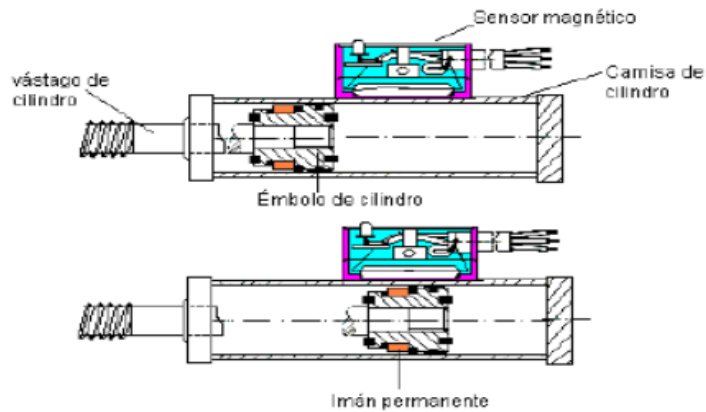


Figura III. 32 Funcionamiento de un sensor Magnético.³³

La respuesta tiene que ser guiada hacia el sistema de control para su posterior procesamiento, estos tipos de sensores puede encontrarse en aquellos actuadores que pueden desplazarse linealmente, y a estos colocarles en sus extremos, para que cuando lleguen al sensor magnético sea detectado el campo del imán y el actuador.



Figura III.33 Montaje de un sensor magnético en un cilindro.³⁴

³³<http://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Sensores%20magneticos.pdf>

3.8.1. Aplicaciones

- Automatismos.
- Acondicionamiento.
- Control de cadenas trasportadoras.

3.9. Sensores de proximidad inductivos

Son emisores de señal que detectan sin contacto los movimientos de funcionamiento de objetos metálicos dispuestos en máquinas de mecanizado y de procesamiento, robots, líneas de producción, convirtiéndolos en señal eléctrica.

Resultan apropiados para cualquier tipo de entorno. Su capacidad de conmutación no se ve disminuida por las vibraciones, la suciedad, el polvo o los líquidos.



Figura III. 34 Sensor Inductivo.

3.9.1. Distancia de Detección:

Depende directamente del tamaño de la bobina y del tipo de construcción del sensor (rasante y no rasante).

³⁴[http://www.smc.eu/portal/NEW_EBP/08\)Related_Products/8.1\)Related_Products/e\)D-M9/D-M9_ES.pdf](http://www.smc.eu/portal/NEW_EBP/08)Related_Products/8.1)Related_Products/e)D-M9/D-M9_ES.pdf)

Si en el campo de la distancia de conmutación se acerca cualquier objeto metálico a la superficie activa del detector, entonces se produce una señal eléctrica.

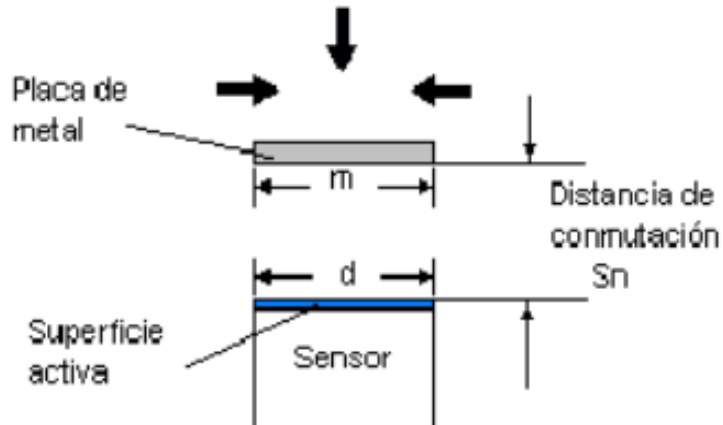


Figura III. 35 Funcionamiento de un sensor Inductivo.³⁵

3.9.2. Acercamiento axial y radial

Los detectores de proximidad responden a un objeto solo cuando están dentro de un área definida enfrente de la cara de sensado del interruptor.

El punto en el cual el interruptor de proximidad reconoce un objetivo entrante es el punto de operación.

El punto en el que un objetivo saliendo hace que el dispositivo conmute de nuevo a su estado normal se le conoce como punto de desarme.

El área entre estos dos puntos es llamada la zona de histéresis, vemos que la histéresis axial es la mayor que la radial.

³⁵<http://mes-sigma.net/Cursos/images/Sensores%20Inductivos.pdf>

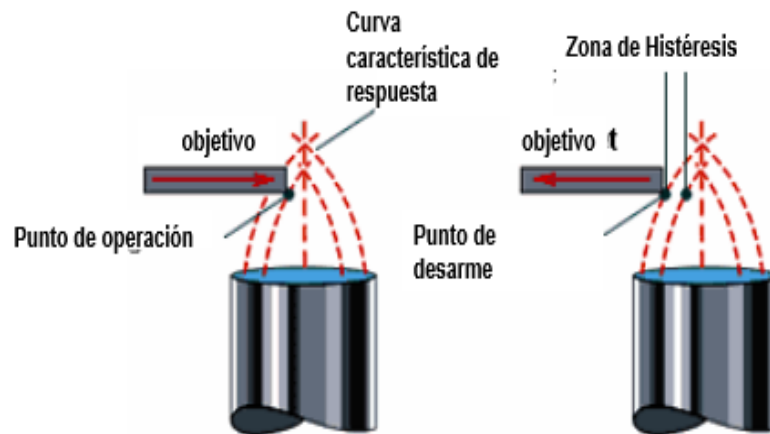


Figura III. 36 Funcionamiento de un detector de Proximidad.³⁶

El sensor inductivo genera su propio campo magnético, el cual se ve afectado a su intensidad al acercarse a cuerpos ferromagnéticos. Esta variación es la que estimula el cambio de estado del sensor.

3.9.3. Influencia del Material

La distancia nominal de detección se cumple, cuando se emplea una placa normalizada de St37. Sin embargo, si el material de la placa fuese otro, esta distancia varía.

Principalmente si el material es ferro-magnético, como por ejemplo, hierro, cobalto, níquel y sus aleaciones, la distancia de activación disminuye notablemente.

El efecto del material se puede anular si en vez de emplear un núcleo de ferrita se emplea un sistema de tres bobinas con núcleo de aire.

³⁶https://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/53454/Sensoren_Broschuere_es.pdf

3.9.4. Factor de corrección de la distancia de detección según el material

- Acero St37 1.0xSn
- Cromo Níquel 0.9xSn
- Latón 0.5xSn
- Aluminio 0.5xSn
- Cobre 0.4xSn

3.9.5. Aplicaciones

Estos sensores se utilizan cuando existen condiciones de trabajo muy difíciles, donde muchas veces el sensor se encuentra expuesto a agentes externos tales como: aceites, agua, polvos, ruido y vibraciones.

Estos sensores se utilizan principalmente en aplicaciones como:

- Maquinas textiles.
- Líneas trasportadoras.
- Sistemas de transporte.
- Equipos de empaquetado y paletizado.
- Industria automotriz.
- Industria Alimenticia.
- Domótica.
- Sistemas de Envasado.

3.10. Sensor fotoeléctrico.



Figura III. 37 Sensor Fotoeléctrico.³⁷

Está basado en la generación de un haz luminoso por parte de un foto emisor, que se proyecta sobre un fotoreceptor, o bien sobre un dispositivo reflectante. La interrupción o reflexión del haz por parte del objeto a detectar, provoca el cambio de estado de la salida de la fotocélula. Existen cuatro tipos de sensores fotoeléctricos, los cuales se agrupan según el tipo de detección.

Los sensores de luz se usan para detectar el nivel de luz y producir una señal de salida representativa respecto a la cantidad de luz detectada. Un sensor de luz incluye un transductor fotoeléctrico para convertir la luz a una señal eléctrica y puede incluir electrónica para el acondicionamiento de la señal, compensación y formato de la señal de salida.

³⁷http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/br/photo-br001_-es-p.pdf

El sensor de luz más común es el

LDR

Light Dependent Resistor o Resistor dependiente de la luz. Un LDR es básicamente un resistor que cambia su resistencia cuando cambia la intensidad de la luz.

Los sensores fotoeléctricos utilizan LED como fuentes de luz. Los LED pueden ser construidos para que emitan en verde, azul, amarillo, rojo, infrarrojo, etc. Los colores más comúnmente usados en aplicaciones de sensores son rojo e infrarrojos, pero en aplicaciones donde es necesario detectar contraste, la elección del color de emisión es fundamental, siendo el color más utilizado el verde.



Figura III. 38 Disposición de un sensor Fotoeléctrico.³⁸

3.10.1. Distancia de detección

Es una de las primeras características que se busca en los sensores porque es necesario detectar un objeto a la distancia más apropiada, es decir, que no detecte algo que está más lej

³⁸http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/17076/esm_es.pdf

o más cercado lo que se desea detectar. Así pues, se intentará buscar la eficiencia tanto en calidad de detección como en el costo del sensor.

3.10.2. Angulo direccional

Cuando se realizan pruebas en la instalación de los tipos de sensores anteriores, es conveniente realizar pruebas que permitan saber cuáles es el alcance del sensor, por lo que se debe considerar el ángulo direccional, que informa sobre cuáles es el rango máximo en que puede funcionar este sensor.

3.10.3. Ajuste de la sensibilidad

Los sensores sobre todo de tipo industrial, incorporan un control de volumen para realizar el ajuste de detección, el cual se debe realizar como lo indica el manual, de manera que se podrá conocer si la luz del nivel de estabilidad permanece encendida de acuerdo a la presencia y ausencia del objeto estándar

3.11. Sensor de Barrera.

Las barreras tipo emisor-

receptor están compuestas de dos partes, un componente que emite el haz de luz, y otro componente que lo recibe. Se establece un área de detección donde el objeto a detectar se reconoce cuando el mismo interrumpe el haz de luz. Debido a que el modo de operación de estas clases de sensores se basa en la interrupción del haz de luz, la detección no se ve afectada por el color, la textura o el brillo del objeto a detectar. Tiene este método el más alto rango de detección.

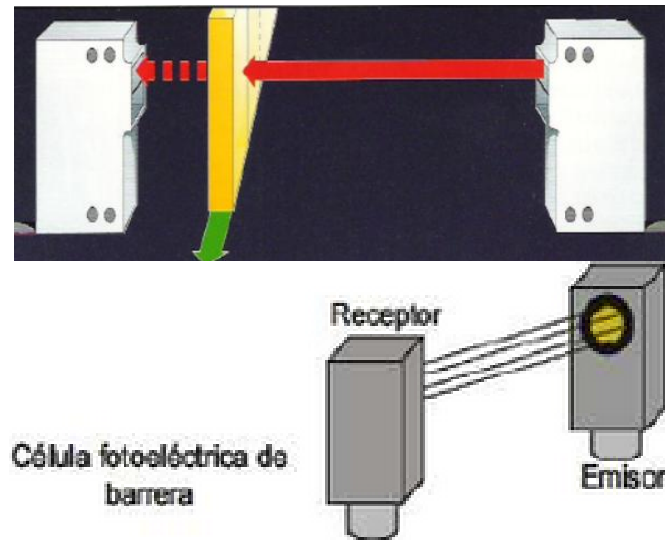


Figura III. 39 Sensor de Barrera.³⁹

3.11.1. Características

- Alcance máximo de 40 m
- Instalación sencilla
- Ajuste fácil

3.11.2. Ventajas

- Rango largo de trabajo
- Detección de objetos pequeños, aun a largas distancias
- Adaptable a condiciones de ambiente
- Los objetos pueden ser difusos o altamente reflectivos o semi-transparentes
- Buena aplicación para posicionado

³⁹http://files.pepperl-fuchs.com/selector_files/navi/productInfo/edb/134252_spa.pdf

3.11.3. Desventajas

- Se requieren módulos de sensor, con cableado separado
- No se puede usar con objetos completamente transparentes.

3.12. Sensor Réflex.

La luz infrarroja viaja en línea recta, en el momento en que un objeto se interpone en el haz de luz rebota contra este y cambia de dirección permitiendo que la luz sea enviada al receptor y el elemento se encienda, un objeto de color negro no es detectado ya que este color absorbe la luz y el sensor no experimenta cambios. Comparado con el método anterior tiene un rango menor de alcance.

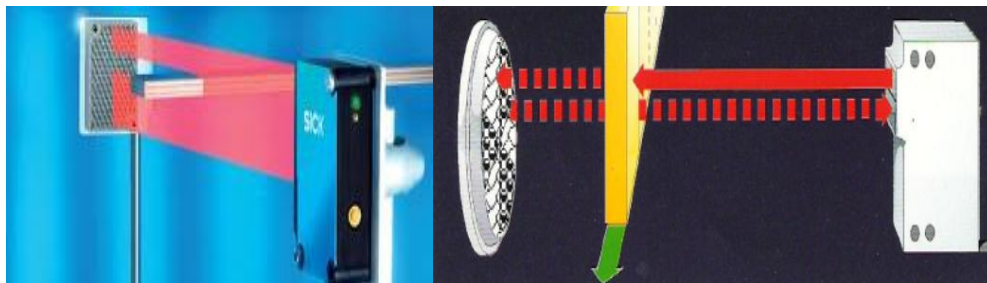


Figura III. 40 Sensor Reflex.⁴⁰

3.12.1. Características

- Alcance máximo de 6000 mm
- Detección segura de objetos pequeños
- Detección bajo condiciones difíciles

⁴⁰<http://guindo.pntic.mec.es/rarc0002/all/aut/dat/f.ace.sensores.fotoelectricos...pdf>

3.12.2. Ventajas

- Instalación simple y ajuste.
- Generalmente tienen un rango de trabajo mayor en comparación con los sensores réflex.

3.12.3. Desventajas

- Objetos transparentes bajo ciertas condiciones, se pueden detectar con ajustes en el potenciómetro.
- Objetos altamente reflejantes deben ser orientados de manera que la reflexión no llegue al receptor.
- Los reflejantes se pueden dañar o ensuciar y esto disminuye el rango de trabajo y la eficiencia.

3.13. Color y Numeración de los hilos

La norma EN 50044 determina los colores de los hilos del sensor, distingue entre sensores de proximidad polarizados y no polarizados, podemos diferenciar los siguientes casos:

Sensores de proximidad no polarizados tanto para CCoCA, como los hilos de conexión, estos pueden ser de cualquier color excepto verde/ amarillo.

Sensores de proximidad polarizados para CC, como los hilos de conexión, el terminal positivo debe ser marrón y el terminal negativo, azul.

Sensores de proximidad de treshilos, el terminal positivo debe ser marrón, el terminal negativo azul y la salida debe ser negro.

3.14. En lo referente a la numeración de los terminales

Sensores de proximidad no polarizados, los terminales 1 y 2 tienen la función de contacto normalmente cerrado y los terminales 3 y 4 de contacto normalmente abierto.

Sensores de proximidad polarizados para corriente continua a los terminales, el terminal positivo debe identificarse con el 1. El número 2 para el contacto normalmente cerrado y el 4 para el contacto normalmente abierto.

3.15. Aplicaciones industriales.

Se usa en todo tipo de procesos industriales y no industriales para propósitos de monitoreo, medición, control y procesamiento. Están diseñados especialmente para la detección, ausencia, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de superficie.

Los sensores fotoeléctricos se encuentran en los ascensores, evitando que se cierre la puerta, en caso de nuevas incorporaciones, o como elementos de seguridad en puertas de garaje, evitando que la puerta se cierre, si en ese momento pasa algún vehículo o persona.

Muchas situaciones de censo pueden ser resueltas por la elección del correcto tipo de sensor fotoeléctrico. Sin embargo, hay usualmente un "mejor" modo para cada variable a censar.

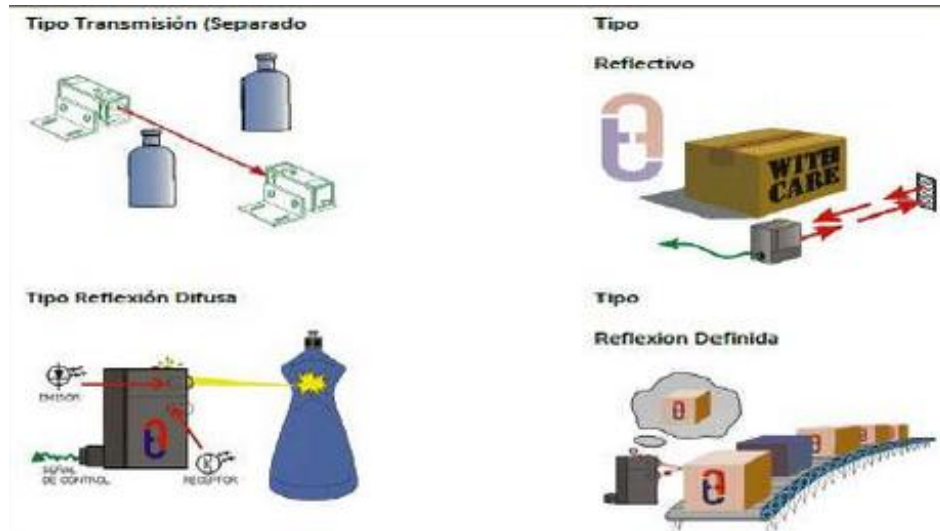


Figura III. 41 Modos de sensor.⁴¹

3.16. Criterio de la selección de sensores en la automatización

La selección se basa en la decisión sobre cuál es el sensor más adecuado. Esto depende del material del objeto el cual debe detectarse.

Si el objeto es metal, se requiere un sensor inductivo. Si el objeto es de plástico, papel, o si es líquido (basado en aceite o agua), granulado o en polvo, se requiere un sensor capacitivo. Si el objeto puede llevar un imán, es apropiado un sensor magnético.

⁴¹http://ocw.usal.es/eduCommons/enseanzas-tecnicas/instrumentacion/contenido/Instrumentacion_Tema5a.pdf

CAPÍTULO IV

4. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

4.1. Introducción

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

Por lo general, están diseñados para controlar máquinas y procesos en ambientes industriales. El tamaño reducido y mantenimiento de bajo costo, le permiten ahorrar dinero en mano de obra y la posibilidad de controlar más de una máquina con el mismo equipo.

Los PLC, son dispositivos electrónicos creados específicamente para el control de procesos secuenciales, con el fin de lograr que una máquina o cualquier otro dispositivo funcione de forma automática.

Los autómatas ofrecen muchas posibilidades de configuración, dependiendo de la magnitud de la instalación, es posible que el que lo solicita encuentre desde el autómata compacto más básico al más complejo equipo de control con multitud de módulos de entradas y salidas, sin que ello repercuta en las posibles ampliaciones futuras del sistema.

4.2. Definición de Autómata Programable.

Un autómata programable industrial (API) o programable lógico controller (PLC), es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

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

4.3. Campos de aplicación de los PLC.

Hoy la tecnología nos ofrece PLC acorde las necesidades de cada usuario de cada aplicación.

Para automatización de pequeña envergadura, como por ejemplo dosificadores, alimentadores para maquinas, etc., casos de mediana complejidad donde se necesitan además señales analógicas y comunicación, por ejemplo maquinas inyectoras, paletizadoras, cintas trasportadoras, etc., se utilizan por lo general Plc compacto.

Cuando existe la complejidad de los procesos, requiere tener una gran velocidad de procesamiento del programa, manejando lazos de control, alta prestación en múltiples protocolos de comunicación, de igual manera la cantidad de entradas y salidas controladas en forma remota y descentralizada, como por ejemplo en la automatización de una refinería, de una planta de minería compleja, para todos estos procesos por lo general se utilizan grandes PLC's modulares.

4.4. Ventajas y desventajas del PLC

No todos los autómatas ofrecen las mismas ventajas sobre la lógica cableada, ello es debido, principalmente, a la variedad de módulos existente en el mercado y las innovaciones tecnológicas que surgen constantemente. Ventajas que proporciona un autómata de tipo medio.

4.4.1. Ventajas

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

- Si la maquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil en otras máquinas o sistemas de producción.

4.4.2. Desventajas

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

Hoy en día, los inconvenientes se han hecho nulos, ya que todas las carreras de ingeniería incluyen la automatización como una de sus asignaturas. En cuanto al costo tampoco hay problema, ya que existen autómatas para todas las necesidades y a precios ajustados.

4.5. FUNCIONAMIENTO

Para explicar el funcionamiento del PLC, se pueden distinguir las siguientes partes:

- Interfaces de entradas y salidas
- CPU (Unidad Central de Proceso)
- Memoria
- Dispositivos de Programación

El usuario ingresa el programa a través del dispositivo adecuado (un cargador de programa o PC) y éste es almacenado en la memoria de la CPU.

La CPU, que es el "cerebro" del PLC, procesa la información que recibe del exterior a través de la interfaz de entrada y de acuerdo con el programa, activa una salida a través de la correspondiente interfaz de salida.

Evidentemente, las interfaces de entrada y salida se encargan de adaptar las señales internas a niveles de la CPU. Por ejemplo, cuando la CPU ordena la activación

4.5.1. Cómo funciona la CPU de un PLC

- Al comenzar el ciclo, la CPU lee el estado de las entradas.
- A continuación ejecuta la aplicación empleando el último estado leído.
- Una vez completado el programa, la CPU ejecuta tareas internas de diagnóstico y comunicación.
- Al final del ciclo se actualizan las salidas.
- El tiempo de ciclo depende del tamaño del programa, del número de E/S y de la cantidad de comunicación requerida.

4.5.2. Funciones básica de un PLC

Los PLC debido a que operan en base a operaciones lógicas son normalmente usados para el control de procesos secuenciales.

De tal manera existen funciones básicas del PLC que pueden ser las siguientes:

- **Detección**

Lectura de la señal de los captadores distribuidos por el sistema de fabricación.

- **Mando.**

Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y pre accionadores.

- **Dialogo hombre máquina.**

Mantener un dialogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando del estado de proceso.

- **Programación.**

Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómata. El dialogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómata controlando la máquina.

- **Redes de comunicación.**

Permite establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales nos facilitan la comunicación y el intercambio de datos entre autómatas a tiempo real.

- **Sistema de supervisión.**

También los autómatas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial. Esta comunicación se realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto serial del ordenador.

- **Buses de campo.**

Mediante un solo cable de comunicación se pueden conectar al bus captadores y accionadores, reemplazando al cableado tradicional. El autómata consulta cíclicamente el estado de los captadores y actualiza el estado de los accionadores.







4.6. 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.

4.6.1. Grafcet

El GRAFCET (Graphe Fonctionnel De Commande Etape Transition) es un grafoo diagrama funcional normalizado, que permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando entradas, acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones. El GRAFCET tiene elementos propios que se les puede apreciar en la tabla.

Elementos de un grafcet de programación

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

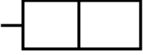
	Acciones asociadas	Acciones que se realizan al activarse la etapa a la que pertenecen.
-----------------------------------------------------------------------------------	--------------------	---------------------------------------------------------------------


Tabla IV. I Elementos de un grafcet ⁴²

4.6.2. 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.

4.6.3. Elementos de programación

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

Símbolo	Nombre	Descripción
	Contacto NA	Se activa cuando hay un uno lógico en el elemento que representa, esto es, una entrada (para captar información del proceso a controlar), una variable interna o un bit de sistema.

⁴² <http://edison.upc.edu/curs/grafcet/intro/princip.html>

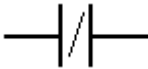




	<p>Contacto NC</p>	<p>Su función es similar al contacto NA anterior, pero en este caso se activa cuando hay un cero lógico, cosa que deberá de tenerse muy en cuenta a la hora de su utilización.</p>
	<p>Bobina NA</p>	<p>Se activa cuando la combinación que hay a su entrada (izquierda) da un uno lógico. 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.</p>
	<p>Bobina NC</p>	<p>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.</p>
	<p>Bobina SET</p>	<p>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.</p>
	<p>Bobina SET</p>	<p>Permite desactivar una bobina SET previamente activada.</p>

Tabla IV. II Elementos de programación del lenguaje LADDER⁴³

⁴³ <http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/.../Diagrama%20Escalera.pdf>

4.7. PLC TELEMECANIQUE MODICON M340

4.7.1. Introducción

El nuevo autómatas Modicon M340, sólido, potente y compacto, constituye la solución ideal para los fabricantes de máquinas en sectores como el embalaje secundario, el de la manutención, el textil, la imprenta, el agroalimentario, las máquinas para madera, la cerámica, etc.

Telemecanique adopta los estándares del mercado, como: IEC, Ethernet TCP / IP, Modbus IDA, XML, OPC, estándares de IT.

4.7.2. Modicon M340



Figura IV.42 Plataforma de automatización M340.⁴⁴

⁴⁴<http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18971/1/AA-pmanual.pdf>

4.7.2.1. Características

Acoplamiento serial no aislado RJ45, MODBUS maestro/ esclavo RTU/ASCII, modo de transmisión: asincrónico en banda base, RS485,1 par blindado torcido 0.3.... 19.2 kbit/s modo half dúplex.

Acoplamiento serial no aislado RJ45, modo de carácter, modo de transmisión: asincrónico en banda base, RS232C,2 pares blindados torcido 03..... 19.2 Kbit/s en modo half dúplex.

4.7.2.2. Partes de un PLC Modicon M340

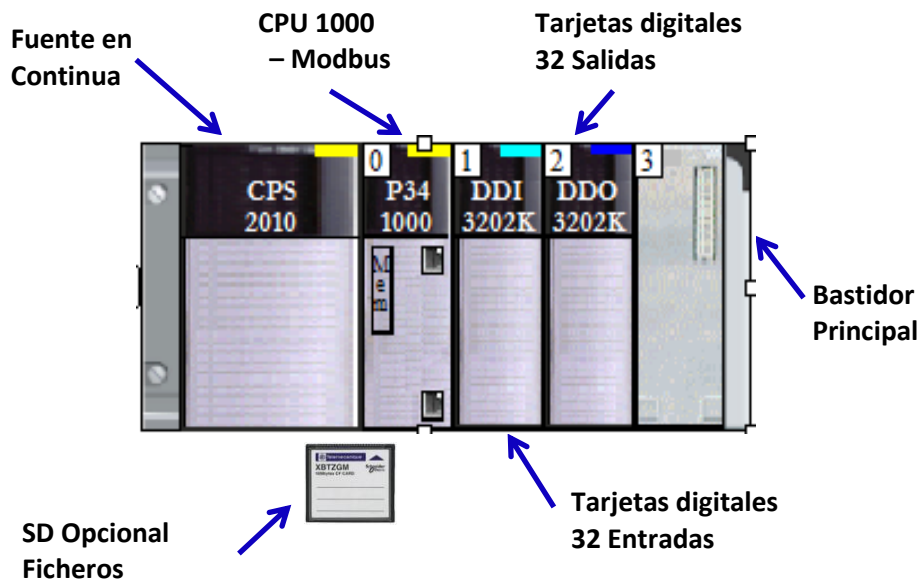


Figura IV. 43 Partes de un PLC Modicon M340.⁴⁵

⁴⁵<http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18971/1/AA-pmanual.pdf>

4.7.2.3. Avanzado

- 7 K instrucciones / ms.
- 4 Mb de memoria de programa.
- 256 Kb de datos.

4.7.2.4. Capacidad

- 3 puertos de comunicación integrados en el procesador.
- 100 mm Alto, 32 mm Ancho, 93 mm Profundidad.
- Módulos de entradas/salidas Digitales de alta densidad de 64 vías en 32 mm de anchura.

4.7.2.5. Comunicación con sus puertos integrados.

- Bus de máquina e instalación CANopen.
- Red Ethernet TCP / IP - Transparent Ready.
- Enlace serie Modbus o modo de caracteres.
- Acceso remoto a través de RTC, GSM, Radio oADSL.

4.7.2.6. Especialización

- Módulos de contacto con funciones listas para su utilización.
- Biblioteca de bloques de funciones dedicada con control de movimiento. MFB (Motion Function Blocks) en el estándar PLCopen.

- Biblioteca de bloques de regulación avanzada orientada al control de máquinas.

4.7.2.7. Innovación

- Puerto USB como estándar.
- Servidor Web integrado.
- Gestión de fichero de recetas a través del protocolo FTP.
- Tarjeta de memoria SD Card “Plug and Load”.
- No requiere pila.

4.7.3. Arquitectura basada en Rack.

4.7.3.1. Alto robustez.

Todos los módulos se pueden quitar y poner en tensión con la CPU en RUN (excepto la fuente de alimentación y la CPU).

4.7.3.2. Talla reducida.

Montaje en armario de baja profundidad (<150mm).

Todas las CPU y I/Os en formato simple.

4.7.4. Especificaciones de sistema.

- **Restricciones mecánicas.**

Choques: 50g.

Vibraciones: 5g.

- **Temperatura.**

Ambiente: 0 a 60° C (sobre 2000 M limite 55°C)

- **Altitud.**

Restricciones de seguridad para 4000 metros.

4.7.5. Racks MODICON M340.

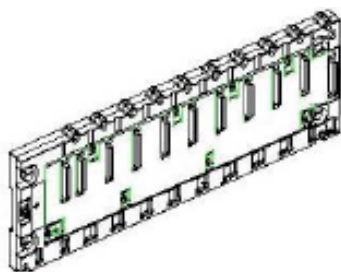


Figura IV.44 Rack M340.⁴⁶

4.7.5.1. BMX XBP xxx los racks forman la unidad de base de las unidades M430.

Estos Racks sirven para siguientes funciones.

Fuentes mecánicas:

Se montan los módulos de la estación PLC (p.e. módulos de alimentación, procesadores, módulos de ES discretas/analógicas,

⁴⁶<http://static.schneider-electric.us/docs/Automation%20Products/DIA6ED2081007EN-US.pdf>

módulos de aplicaciones Específicas). Se pueden montar en armario, o en paneles.

Función Eléctrica:

Los Racks disponen de un bus, el cual distribuye la alimentación requerida para cada módulo del Rack.



Figura IV.45 tipos de Racks.⁴⁷

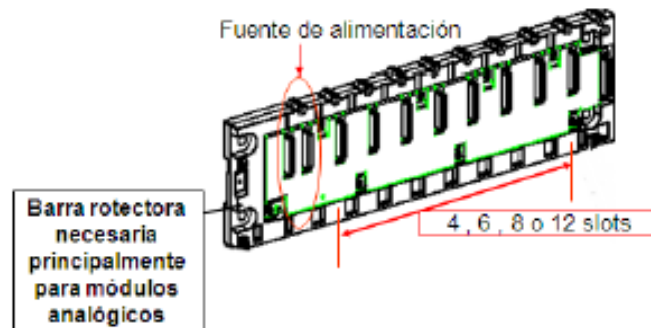


Figura IV.46 Ubicación de la fuente M340.⁴⁸

⁴⁷<http://static.schneider-electric.us/docs/Automation%20Products/DIA6ED2081007EN-US.pdf>

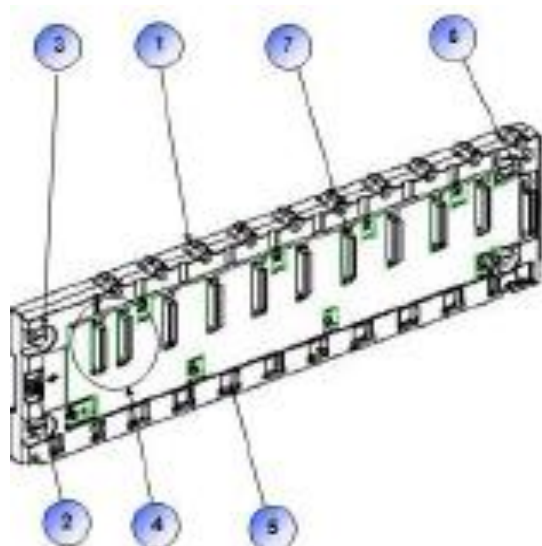


Figura IV.47 Descripción del Rack.⁴⁹

	DESCRIPCIÓN
1	Soporte de metal el cual incorpora la carta de X-Bus y protecciones contra interferencias EMI y ESD.
2	Terminales para puesta en Tierra del Rack.
3	Agujeros para el montaje del Rack para un soporte (Tornillo de M6).
4	2 conectores 40 pines dedicados para la conexión del rack y de la fuente de alimentación.
5	Parte mecánica dedicada a fijar el modulo.
6	Conector 40 pines dedicados para la extensión del Rack.
7	Conector 40 pines dedicados para la conexión Rack modulo.

⁴⁸<http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18971/1/AA-pmanual.pdf>

⁴⁹<http://static.schneider-electric.us/docs/Automation%20Products/DIA6ED2081007EN-US.pdf>

4.8. Fuentes de alimentación M340.



Figura IV.48 Fuente de alimentación PLC.⁵⁰

Los módulos de alimentación están diseñados para alimentar cada rack BMX XBP... y sus módulos. El módulo de alimentación se selecciona de acuerdo a la distribución de red (continua o alterna) y la potencia requerida. Hay 4 tipos de módulos de alimentación.

4.8.1. Funciones auxiliar de los módulos de alimentación.

Cada módulo de alimentación tiene funciones auxiliares tales como:

- Un panel de visualización.
- Un relé de alarma.
- Un botón de reset que al presionar, simula un corte de alimentación y provoca un arranque en frío de la aplicación.

⁵⁰<http://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r73348.PDF>

- Un suministro de 24 VDC (solamente en los módulos alimentados en alterna).

Características y rendimiento				
Tipos	BMX CPS 2000	BMX CPS 3500	BMX CPS 2010	BMX CPS 3020
Descripción	20 Watts 115 a 230 Vac Fuente de alimentación	36 Watts 115 a 230 Vac Fuente de alimentación	16 Watts 24 Vdc Fuente de alimentación	31 Watts 24 y 48 Vdc Fuente de alimentación
Protección	Sobrecarga : si Cortocircuito: si Sobretensión: si	Sobrecarga : si Cortocircuito: si Sobretensión: si	Sobrecarga : si Cortocircuito: si Sobretensión: si	Sobrecarga : si Cortocircuito: si Sobretensión: si
Máx . salida 24Vdc sensor	0,45 Amperios	0.9 Amperios	-	-

Tabla IV. III Característica de los tipos de fuentes.⁵¹

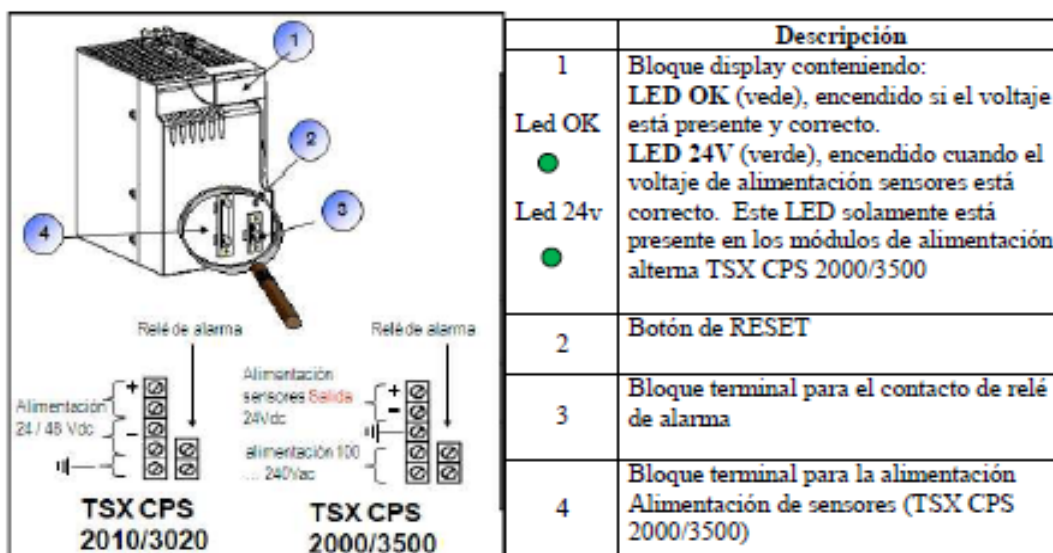


Figura IV. 49 Descripción terminales de alimentación.⁵²

⁵¹ Manual Modicon M340

⁵² Manual Modicon M340

4.8.2. Proceso y tarjeta de memoria.

Para nuestro procesador BMX P34 2020.
<ul style="list-style-type: none">• Puerto terminal USB• Slot tarjeta memoria• Dos puertas COM: Serie. Ethernet.

Tabla IV.IV Característica del procesador BMX P34 2020.⁵³

4.9. Protocolos soportados.

4.9.1. Protocolo MODBUS

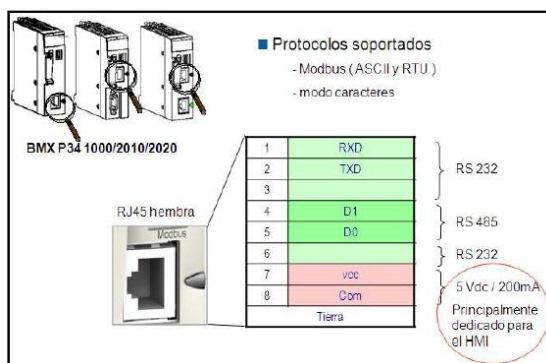


Figura IV.50 Puerto para el protocolo MODBUS.⁵⁴

⁵³ Manual Modicon M340

⁵⁴ <http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/18990/1/AA-p3.pdf>

4.9.2. Protocolo Ethernet.

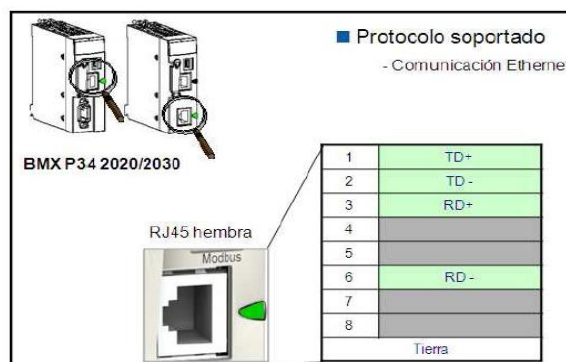


Figura IV. 51 Puerto de comunicación Ethernet.⁵⁵

4.10. Tarjeta de memoria para CPU.



Figura IV. 52 Tarjeta de memoria para CPU.⁵⁶

Las tarjetas de memoria **BMX RSM 008MPx** como se muestra en la figura están formateadas para ser usadas con el M340, no es posible usar una tarjeta de memoria estándar (cámara de fotos, PocketPC, etc.).

⁵⁵http://www.infopl.net/files/descargas/omron/infoPLC_net_Ethernet_Comunicacion_entre_PLCs_via_Ethernet_.pdf

⁵⁶<http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/mantenimientodepc/pc.pdf>

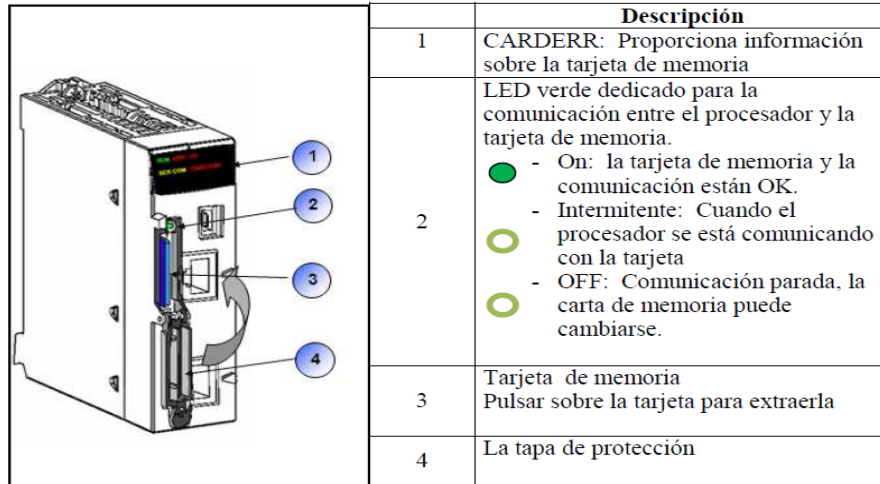


Figura IV. 53 Descripción Frontal de CPU.⁵⁷

La tarjeta de memoria se utiliza para descargar una aplicación al procesador. Como se muestra en la figura cuando se da tensión al procesador la operación de descarga se hace automáticamente.

Los LED's en el panel frontal del procesador permiten un rápido diagnóstico del estado del PLC como se muestra en la figura.



Figura IV. 54 Led's indicador de estado.⁵⁸

- Estado del procesador.

⁵⁷<http://www.cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/mantenimientodepc/pc.pdf>

⁵⁸<http://h20000.www2.hp.com/bc/docs/support/SupportManual/c00710355/c00710355.pdf>

- Estado de tarjeta de memoria.
- Módulo de comunicación.
- Comunicación serie.
- Comunicación CAN open.
- Comunicación ETHERNET.

4.11. Módulo de E/S digitales

Los módulos de I/O discretas del MODICON M340 son de formato estándar (ocupando un slot), equipado con conector de 40 pines, o un bloque terminal con 20 pines. Para todos los módulos, los **TELESFAT** están disponibles y permiten conectar rápidamente a las partes operacionales.

Un amplio rango de entradas salidas discretas hace posible tener los siguientes requerimientos:

- Funcional: I/os en continua o alterna, lógica positiva o negativa.
- Modularidad: 8, 16, 32 o 64 vías/modulo.

4.11.1. Entradas.

Recibe señales de entrada desde los sensores y dispone de las siguientes funciones:

- Adquisición, adaptación, aislamiento galvánico, filtraje.
- Protección contra sobrecargas.

4.11.2. Salidas.

Almacena las salidas de las órdenes dadas por el procesador, mandar el control de pre-actuadores.

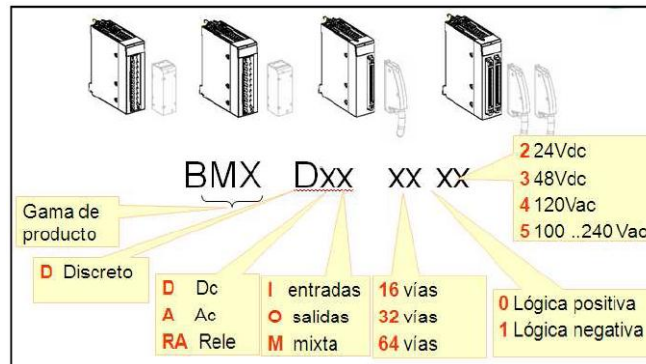


Figura IV. 55 Sintaxis utilizada en módulos de E/S.⁵⁹

4.12. Cable TELEFAST.

Como se muestra en la figura IV,16 el cable para las entradas Digitales o módulos de salidas del PLC Conectores 1 FCN a 2 NE10 para cableado directo con sistema TeleFast 2



Figura IV.16 Cable TELEFAST de conexión hacia modulo E/S⁶⁰

⁵⁹http://www.mecatronicatip.com/e107_files/downloads/cursobasmtiptoshi.pdf

⁶⁰http://www.schneider-electric.com.ar/documents/recursos/myce/capitulo07_1907.pdf

4.12.1. Conexión del cable.

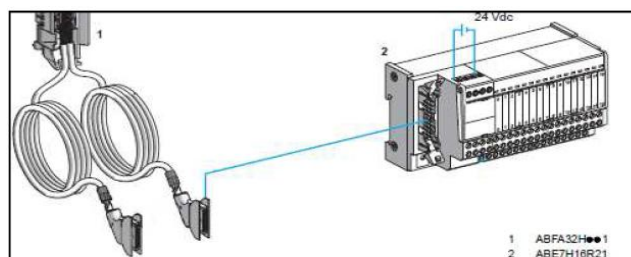


Figura IV. 57 Conexión del cable TELEFAST.⁶¹

4.12.2. Conexión interna y externa del cable TELEFAST.

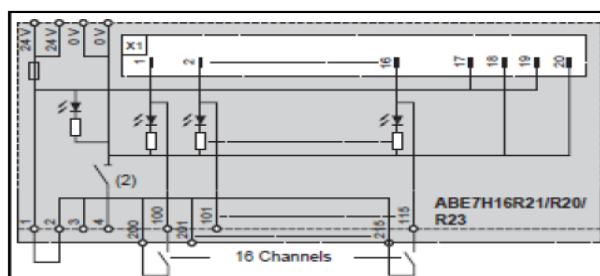


Figura IV. 58 Conexión del TELEFAST para entradas discretas.⁶²

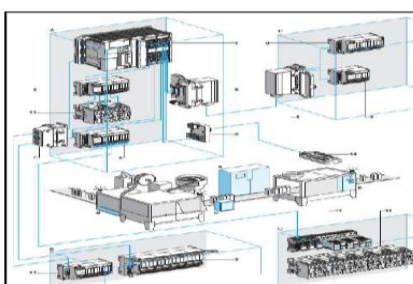


Figura IV.59 Aplicaciones con TELEFAST.⁶³

⁶¹http://www.schneider-electric.com.ar/documents/recursos/myce/capitulo07_1907.pdf

⁶²<http://www.schneider-electric.cl/documents/local/catalogos/ci/cap6.pdf>

⁶³<http://www.schneider-electric.cl/documents/local/catalogos/ci/cap6.pdf>

4.13. UNITY PRO.

Dentro de un solo paquete de software, Unity Pro permite el pleno desarrollo de aplicaciones, incluyendo las actualizaciones en línea y simulación con funciones de depuración integral.

Este programa de software todo en uno, es una parte integral de Transparent Ready, de productos de Schneider Electric, la optimización de las operaciones mediante la reducción de los costes de desarrollo y reduciendo el tiempo de inactividad a través del ciclo de vida completo de la aplicación, desde el diseño hasta el mantenimiento.

4.13.1. Unity Pro software.

Unity Pro es un software de programación, depuración y operación, para el PLC Modicon M340.

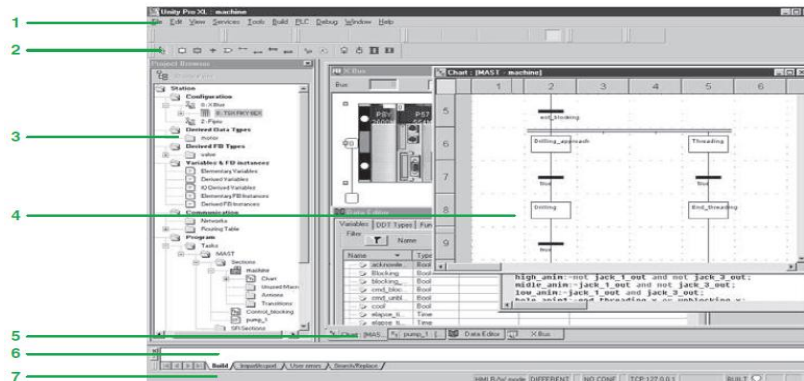


Figura IV.60 Entorno del programa Unity Pro.⁶⁴

⁶⁴<http://www.esi2.us.es/~fercas/documentos/TutorialM340.pdf>

La pantalla de inicio presenta una perspectiva general compuesta de varias ventanas y de barras de herramientas de las que se puede disponer libremente en la pantalla:

1. Barra de menú, que permite acceder a todas las funciones.
2. Barra de herramientas compuesta de iconos y destinada a acceder a las funciones más utilizadas.
3. Navegador de aplicaciones, que permite recorrer la aplicación a partir de una vista tradicional o de una vista funcional.
4. Zona de ventanas del editor, que permite ver simultáneamente varios editores (editor de configuración, editores de lenguajes de contactos, literal,..., editor de datos).
5. Pestañas de acceso directo a las ventanas del editor.
6. Ventana de información relativa a las pestañas (errores de usuario, importación /exportación, búsqueda / sustitución...).
7. Línea de estado.

Unity Pro es multitarea software que ofrece las siguientes características:

- Soporta Cinco IEC 61131-3 lenguajes de programación.
- Editor de programación.
- Editor de datos con la búsqueda, selección y filtrado de capacidad.
- Biblioteca integrada y personalizable DFB.
- Amplia gama de servicios en línea.

- La integración de las arquitecturas de bus de campo utilizando tecnología FDT/DTM.
- Un editor de documentación permite la creación de archivos específicos del usuario.
- Un soporte de diagnósticos del sistema de monitoreo de bits/palabras de sistema, módulos E/S y los tiempos de actividad de los pasos SFC.

En Este cuadro se presentan los requisitos mínimos y recomendados de instalación a nivel de hardware, sistema operativo y conectividad a Internet.

	Mínimo	Recomendado
Sistema	Pentium 800 MHz o más	1,2 GHz
Memoria RAM	256 MB	512 MB
Disco duro	2 GB	4 GB
Sistema operativo	Windows 2000 o Windows XP edición profesional	
Lector	Lector CD-ROM	Reproductor CD-ROM
Pantalla	SVGA o una pantalla de mayor resolución	
Periféricos	Ratón, teclado o un sistema de puntería	
Acceso a Internet	La solución recomendada para registrarse es Internet	

Tabla IV.V Requisitos de Hardware para instalar Unity Pro.⁶⁵

Al instalar el software Unity Pro, herramienta de configuración programación, depuración de autómatas de gama Modicon, se instalarán también herramientas que permitirán cambiar el sistema operativo de los procesadores, cambiar el idioma principal del interface de Unity Pro, registrar su licencia de software,

⁶⁵<http://www.esi2.us.es/~fercas/documentos/TutorialM340.pdf>

herramienta de exportación de proyectos realizados con herramientas anteriores (PL7, Concept) y un gestor de librerías de función.

4.13.2. Conexiones

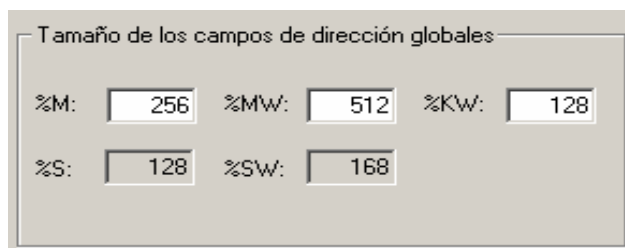
Los cables disponibles para conectar una estación de trabajo a un PLC son los siguientes.

- Para Modicon M340 pueden utilizarse los siguientes cables:
- Cable Modbus, referencia del producto TCS MCN 3M4F3C2.
- Cable Ethernet cruzado, referencia del producto 490 NTC 000 05 (1).
- Cable USB, referencia del producto BMX XCA USBH 018.
- Cable USB, referencia del producto BMX XCA USBH 045.

4.13.3. Reserva de memoria en la CPU / Modalidad de servicio

También es posible configurar la zona de memoria a reservar en la CPU.

Para ello, se ha de hacer un doble clic en la CPU e irse a la ventana configuración:



Tamaño de los campos de dirección globales					
%M:	256	%MW:	512	%KW:	128
%S:	128	%SW:	168		

Figura IV. 61 Tamaño de los campos redirección globales.⁶⁶

⁶⁶http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Unity.pdf

- **%M:** (Memory) bit de memoria para memorizar un estado 0 ó 1.
- **%MW:** (Memory Word) palabra de memoria (16 bits) para memorizar un valor de tipo entero 16 bits.
- **%KW:** (Constant Word) palabra constante para definir una constante en el proyecto (no modificable durante la ejecución del PLC)
- **%S:** (System Bit) bit de sistema de configuración del PLC
- **%SW:** (System Word) Palabra de sistema de configuración del PLC

4.13.4. Programación y configuración.

Para describir rápidamente la manera de programación y configuración de la plataforma de automatización del PLC Modicon M340 se da una descripción clara y precisa.

Lo primero que debemos hacer es iniciar el programa de programación y configuración del UNITY PRO en versión XL, su principal diferencia radica en la gama de equipos que se puede programar.

El entorno para la programación y la configuración, es un entorno amigable al usuario y fácil de adaptarse al entorno de programación.

4.13.4.1. Lenguajes de programación

Unity Pro proporciona los lenguajes de programación siguientes para crear el programa de usuario:

- Lenguaje de contactos (LD)
- Lenguaje de bloques funcionales (FBD)
- Lista de instrucciones (IL)
- Literal estructurado (ST)
- Diagrama funcional en secuencia (SFC)

Todos estos lenguajes de programación pueden utilizarse juntos en el mismo proyecto. Todos ellos cumplen la norma IEC 61131-3.

4.13.5. Configuración Básica

4.13.5.1. Configuración del Bastidor

Para configurar un PLC se ha de ir al editor de configuración haciendoun doble clic en Configuración en el Explorador de proyectos.

Se tienen que abrir 2 ventanas:

- Un catálogo de hardware que contiene todos los módulos organizados en familias que pueden insertarse en el bastidor. Si desaparece la ventana de catálogo puede encontrarse en el menú Herramientas / Catálogo de Hardware.
- Una ventana que contiene la configuración gráfica del bastidor en la que se han de seleccionar los módulos que componen el bastidor.

Para modificar el tamaño del bastidor basta con hacer un doble clic enel bastidor donde está marcado el [0] (parte izquierda del bastidor), que se lo puede apreciar

en la figura IV.22. Se abre una ventana en la que puede seleccionarse otro bastidor o cancelar el cambio.

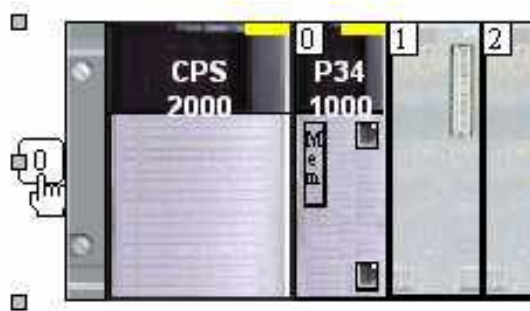


Figura IV.62 Cambio de bastidor.⁶⁷

Luego para configurar el PLC basta con hacer un doble clic en una posición libre, se abre una ventana en la que se puede seleccionar el módulo que desea añadir o utilizando el arrastrar/soltar desde la librería de hardware.

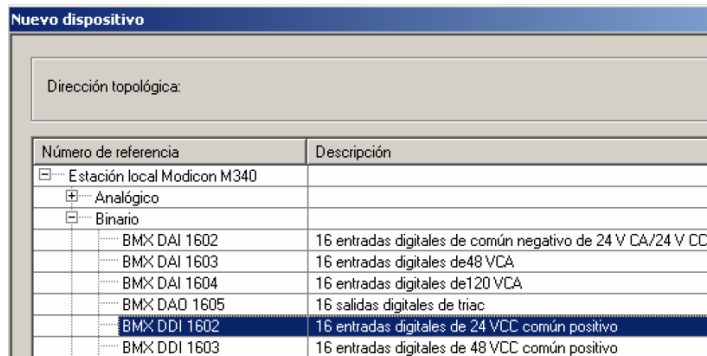


Figura IV.63 Ventana para elegir un nuevo módulo.⁶⁸

Después de terminar con la elección de los módulos es posible que no sea la configuración ideal o que omitimos algún módulo en ese caso es posible eliminar un

⁶⁷http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Unity.pdf

⁶⁸http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Unity.pdf

módulo seleccionándolo, haciendo un clic derecho y eligiendo Eliminar o pulsando en la tecla suprimir del teclado.

También es posible desplazar un módulo de posición seleccionándolo y arrastrándolo hasta su nueva posición.

4.14. Protocolos de Comunicación

No es más que un conjunto de reglas encargadas de gobernar el intercambio de datos entre dos entidades; son utilizados para que los diferentes ordenadores intercambien paquetes de información entre el sistema de origen y el sistema de destino. Con esto se evita posibles problemas debido a errores de transmisión.

4.14.1. Modbus

Modbus es uno de los protocolos más populares de la automatización en el mundo. Es un protocolo abierto de comunicación serie, utilizado para la comunicación entre diversos componentes se encuentra, situado en el nivel 7 del Modelo OSI, basado en la arquitectura maestro/esclavo o cliente/servidor, diseñado en 1979 por Modicom para ser utilizado en controladores lógicos programables (PLCs).

Convertido en un protocolo de comunicaciones estándar más utilizados en la industria, ya que representa el método más común para interconectar dispositivos eléctricos industriales. Utilizado en ambientes industriales, para escribir o leer bits o registros de 16 bits.

Este protocolo permite tanto el intercambio de datos entre el PLC y la estación de supervisión, como la programación y cambio de parámetros del PLC. No obstante, se suele hablar de Modbus como un estándar de bus de campo, cuyas características esenciales son las que se detallan a continuación.

El protocolo Modbus soporta tradicionalmente dispositivos RS232/422/485 y dispositivos nuevamente desarrollados para ethernet. Muchos dispositivos industriales, y otros instrumentos usan Modbus como su estándar de comunicación. Sin embargo, el protocolo Modbus funcionando con ethernet son protocolos tan diferentes que necesitan pasarela de comunicación para poder funcionar.

Cada dispositivo de la red Modbus posee una dirección única, cualquier dispositivo puede enviar ordenes Modbus, aunque lo habitual es permitirlo solo a un dispositivo maestro. Cada comando Modbus contiene la dirección del dispositivo destinatario de la orden. Todos los dispositivos reciben la trama pero solo el destinatario la ejecuta. Cada uno de los mensajes incluye información redundante que asegura su integridad en la recepción.

Un protocolo de red, es como un lenguaje para la comunicación de información. Son las reglas y procedimientos que utilizan en una red para comunicarse entre los nodos que tienen acceso al sistema de cable. Los protocolos gobiernan dos niveles de comunicaciones que son:

Los Protocolos de alto nivel.- Estos definen la forma en que se comunican las aplicaciones.

Los Protocolos de bajo nivel.- Los protocolos de bajo nivel controlan el acceso al medio físico. Estos definen la forma en que se transmiten las señales por cable.

Los tres niveles fundamentales de las redes Modbus son:

- Nivel físico (RS485).
- Nivel de protocolo (trama básica del protocolo organización maestro esclavo).
- Nivel de aplicación función y datos disponibles en el equipo.

4.14.2. Estructura de la red

4.14.2.1. Medio Físico

El medio físico de conexión puede ser un bus semidúplex (half duplex) (RS-485 o fibra óptica) o dúplex (full duplex) (RS-422, BC 0-20mA o fibra óptica).

La comunicación es asíncrona y las velocidades de transmisión previstas van desde los 75 baudios a 19.200 baudios. La máxima distancia entre estaciones depende del nivel físico, pudiendo alcanzar hasta 1200 m sin repetidores.

4.14.2.2. Acceso al Medio

La estructura lógica es del tipo maestro-esclavo, con acceso al medio controlado por el maestro. Los intercambios de mensajes pueden ser de dos tipos:

- Intercambios punto a punto, que comportan siempre dos mensajes: una demanda del maestro y una respuesta del esclavo.
- Mensajes difundidos. Estos consisten en una comunicación unidireccional del maestro a todos los esclavos. Este tipo de mensajes no tiene respuesta por parte

de los esclavos y se suelen emplear para mandar datos comunes de configuración, reset, etc.

4.14.3. VENTAJAS DEL PROTOCOLO MODBUS/TCP

- Es escalable en complejidad. Un dispositivo el cual tiene solo un propósito simple necesita solo implementar uno o dos tipos de mensaje.
- Es simple para administrar y expandir. No se requiere usar herramientas de configuración complejas cuando se añade una nueva estación a una redModbus.
- No es necesario equipo o software propietario de algún vendedor. Cualquier sistema computador u microprocesador con una pila de protocolos TCP/IP puede usar Modbus
- Puede ser usado para comunicar con una gran base instalada de dispositivosMODBUS, usando productos de conversión los cuales no requieren configuración.
- Es de muy alto desempeño, limitado típicamente por la capacidad del sistema operativo del computador para comunicarse. Altas ratas de transmisión son fáciles de lograr sobre una estación única, y cualquier red puede ser construida para lograr tiempos de respuesta garantizados en el rango de milisegundos.

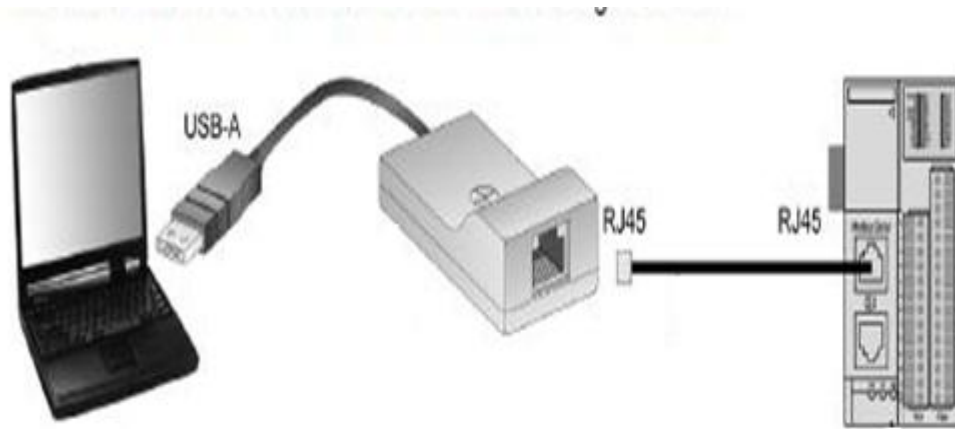


Figura IV.64 Conexión física Modbus⁶⁹

⁶⁹http://www.schneiderelectric.es/support/index?page=content&country=ES&lang=es&locale=es_ES&id=FA134559

CAPÍTULO V

5. IMPLEMENTACIÓN

5.1. SolidWorks

5.1.1. Introducción

SolidWorks es una solución de diseño tridimensional completa que integra un gran número de funciones avanzadas para facilitar el modelado piezas, crear grandes ensamblajes, generar planos y otras funcionalidades que le permiten validar, gestionar y comunicar proyectos de forma rápida, precisa y fiable.

Además se caracteriza por su entorno intuitivo y por disponer de herramientas de diseño fáciles de utilizar. Todo integrado en un único programa de diseño con más de 45 aplicaciones complementarias para facilitar el desarrollo de sus proyectos.

Es una herramienta competitiva, ágil y versátil, tiene la capacidad de ser paramétrico, variacional y asociativo, además de usar las Funciones Geométricas Inteligentes y emplear un Gestor de Diseño (FeatureManager) que permite visualizar, editar, eliminar y actualizar cualquier operación realizada en una pieza de forma bidireccional entre todos los documentos asociados.

5.1.2. Módulos de SolidWorks

SolidWorks contiene tres módulos: Pieza, **Ensamblaje** y **Dibujo**. La creación de un documento en cada uno de ellos genera un fichero con distinta extensión. Los documentos, aunque no pueda observarse, están asociados y vinculados entre sí.

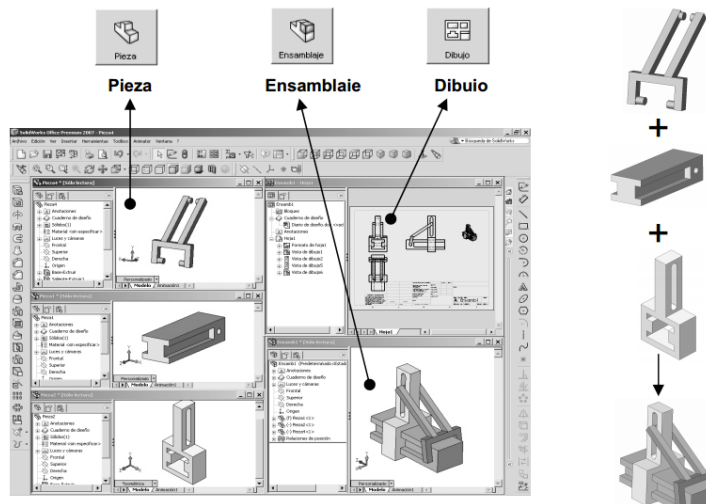


Figura V.1 Módulos de SolidWorks⁷⁰

Para realizar un conjunto o ensamblaje debe diseñar cada una de las piezas que lo conforman y guardar como ficheros de pieza distintos asignando un nombre diferente para cada uno. El módulo de ensamblaje permite insertar cada una de las piezas y asignar relaciones geométricas de posición para definir tridimensionalmente el ensamblaje. Finalmente, puede obtener los planos las piezas o del propio ensamblaje de forma automática.

5.1.2.1. Pieza

El Módulo de Pieza constituye un entorno de trabajo dónde se puede diseñar modelos mediante el empleo de herramientas de diseño, de operaciones ágiles e intuitivas. Su facilidad de uso se debe al empleo de un entorno basado en Microsoft y en el uso de funciones clásicas como arrastrar y colocar, cortar y pegar o marcar y hacer clic con el ratón.

El conjunto de funciones e iconos permiten crear modelos tridimensionales (3D) partiendo de geometrías de croquis (2D) y obtener sólidos, superficies, estructuras metálicas, piezas de chapa, piezas multicuerpo, etc.

Los modelos creados se gestionan mediante el Gestor de Diseño dónde se incluyen todas las operaciones 3D y 2D utilizadas en la obtención de la pieza. Puede modificar operaciones sin necesidad de eliminar y volverlas a crear.

⁷⁰http://www.marcombo.com/Descargas/9788426714589-SolidWorks/descarga_primer_capitulo_libro_solidworks.pdf

El Módulo de Pieza está totalmente integrado con el resto de módulos y funcionalidades de forma que cualquier cambio en su modelo 3D se actualiza en el resto de ficheros asociados (Ensamblajes, Dibujo, etc.) de forma bidireccional.

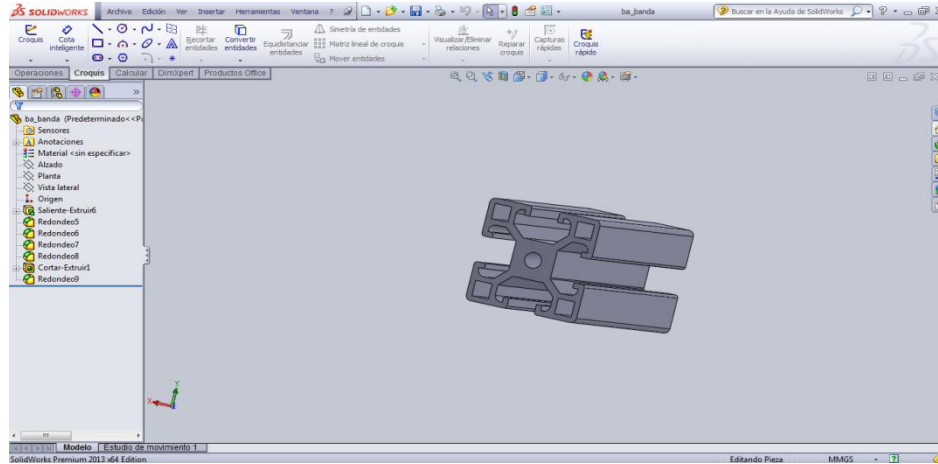


Figura V.66Módulo para crear una Pieza.⁷¹

5.1.2.2. Ensamblaje

El Módulo de Ensamblaje está formado por un entorno de trabajo preparado para crear conjuntos o ensamblajes mediante la inserción de los modelos 3D creados en el Módulo de Pieza. Los ensamblajes se definen por el establecimiento de Relaciones Geométricas entre las piezas integrantes.

La creación de ensamblajes permite analizar las posibles interferencias o choques entre los componentes móviles insertados así como simular el conjunto mediante

⁷¹Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

motores lineales, rotativos, resortes y gravedad y evaluar la correcta cinemática del conjunto.

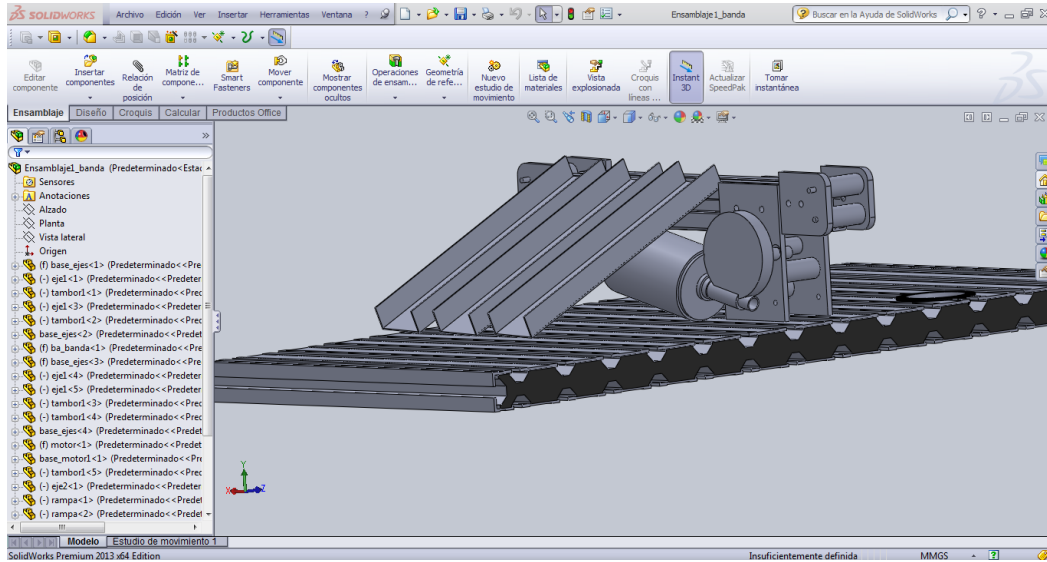


Figura V.67 Módulo para el Ensamblaje⁷²

5.1.2.3. Plano o Dibujo

Este módulo nos permite crear planos con las vistas de los modelos o ensamblajes de forma automática y en muy poco tiempo. La obtención de las vistas, alzado, planta y perfil requiere únicamente pulsar sobre un icono o arrastrar la pieza 3D desde su ventana hasta la ventana del dibujo.

El Módulo de Dibujo permite obtener proyecciones ortogonales (Vistas Estándar), Secciones y Cortes, Perspectivas, Acotación, Lista de materiales, Vistas Explosionadas, entre otras muchas funciones. Los documentos de dibujo están

⁷²Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

totalmente asociados a las piezas y ensamblajes de forma que cualquier cambio en ellas se actualizan en tiempo real en sus planos, sin tener que modificarlos de forma manual.

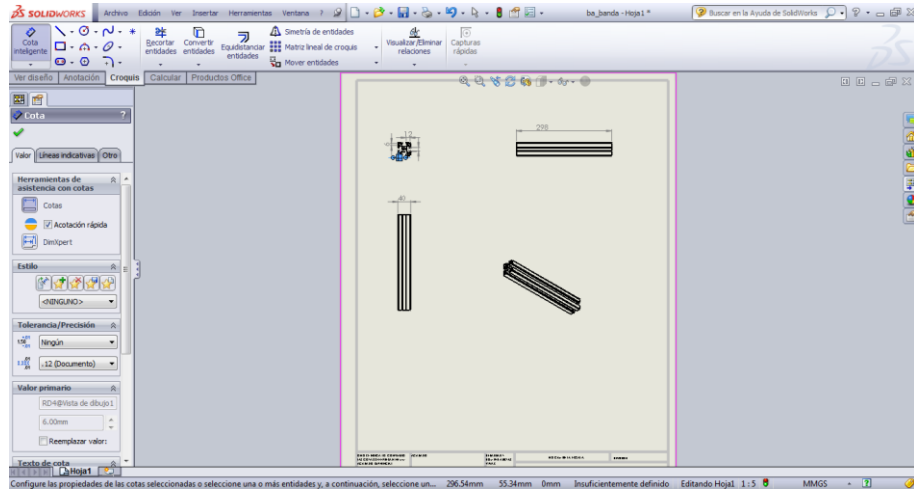


Figura V.140 Módulo para el Dibujo.⁷³

5.2. Diseño Mecánico

5.2.1. Diseño para las Bases de la Estructura

El diseño constituye un factor esencial en la creación de un proyecto, ya que es el esquema principal para la solución de nuestro problema. Para ello aplicamos técnicas de ingeniería, que nos permitirán 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 bases que conforman el módulo se lo realizó en el software SolidWorks 2012, el cual es un programa que

⁷³ Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

permite el diseño tanto en 2d y 3d, lo cual es una gran ventaja ya que nos permite obtener un bosquejo en 3d de la estación de clasificación, para de esta manera encontrar la mejor posición de nuestros componentes evitando colisiones entre las mismas.

Las bases de los sensores, se lo realizó en platina de 1" ½ pulgadas por 4 mm de espesor, la cual fue cortada y doblada de acuerdo a las medidas del diseño realizado en SolidWorks, en el anexo 1 podemos encontrar las medidas de las bases de los sensores.



Figura V.69 Platina utilizada para la construcción de las bases.⁷⁴

Para el diseño de las rampas se empleó una canaleta de aluminio de 4,2 cm de ancho, 1,7 de altura y de 25 cm de largo. También se realizaron unos soportes para las rampas con platina doblada a 90 grados.



⁷⁴http://www.cintac.cl/novedades/wp-content/uploads/2010/03/Metalcon_Manual_de_Construccion.pdf

Figura V.70 Canaleta de Aluminio ⁷⁵

5.2.2. Diseño de la Cinta Transportadora

Fue necesario el diseño de una cinta transportadora, debido a que los émbolos debían moverse de un punto a otro de forma continua para poder ser clasificados, para ello se realizó el modelaje de la banda en el software SolidWorks 2013, el cual nos brinda un sinnúmero de herramientas para su diseño tanto en 2d como en 3d.

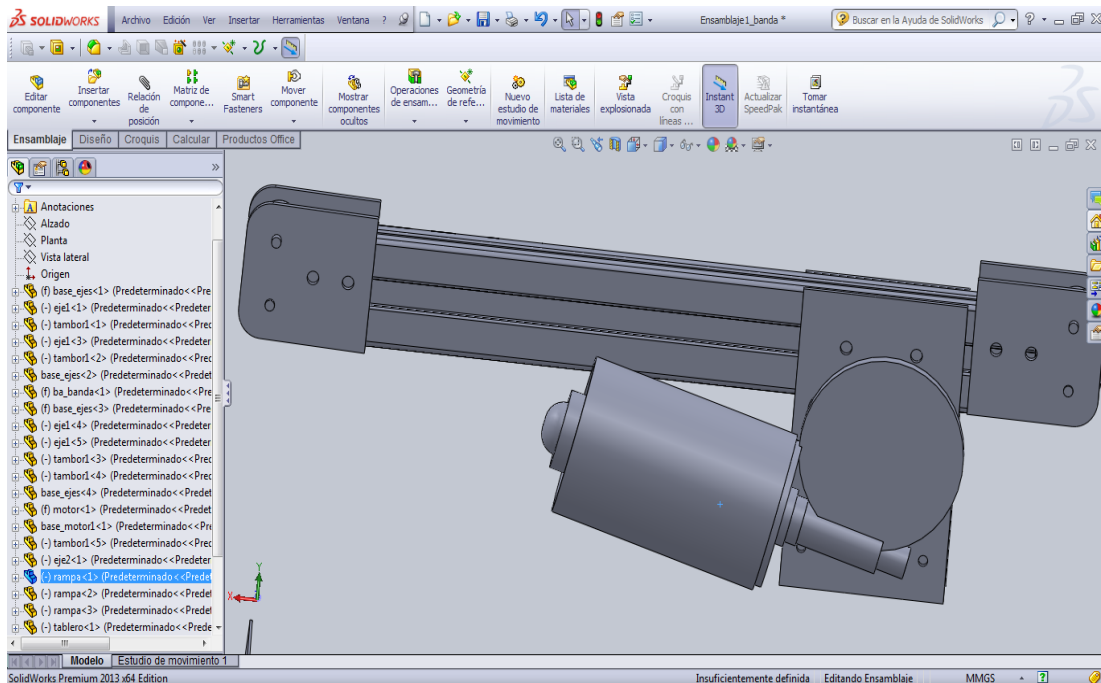


Figura V.71 Modelado de la banda en SolidWorks 2013. ⁷⁶

⁷⁵http://www.cintac.cl/novedades/wp-content/uploads/2010/03/Metalcon_Manual_de_Construccion.pdf

⁷⁶ Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

Para el diseño de la Cinta transportadora, se utilizó el aluminio estructural de 40x40 mm como soporte, además de la creación de unos tambores los cuales fueron colocados al final del aluminio, dos en cada extremo. Los tambores cuentan con un rodamiento de 12 mm de diámetro a cada lado del tambor, y con un tornillo de 4 mm de diámetro por 40 mm de largo como eje. Los tambores están contruidos de unos tubos de nylon, el cual es un polímero artificial, que sus principales características son que cuenta con una moderada resistencia al calor, no se estira y es liviano.

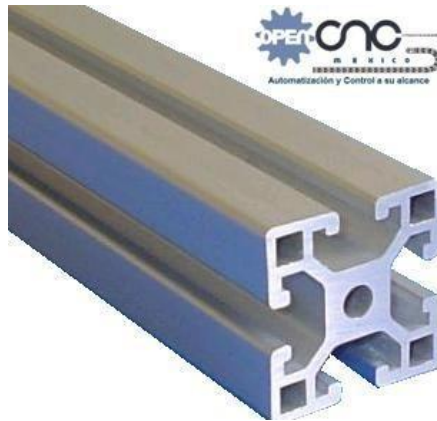


Figura V.72 Aluminio estructural de 40x40 mm.⁷⁷

Para las bases de los tambores también se utilizó el nylon pero esta vez en planchas. Los planos de las bases y los tambores de nylon los podemos apreciar en el anexo 1.

⁷⁷http://www.cintac.cl/novedades/wp-content/uploads/2010/03/Metalcon_Manual_de_Construccion.pdf

El motor de la banda, es un motor de plumas de camiones de 24 VCD, el cual consta de dos velocidades y está montado sobre unas bases de nylon, por debajo del aluminio estructural, tal y como podemos apreciar en la figura V.9.

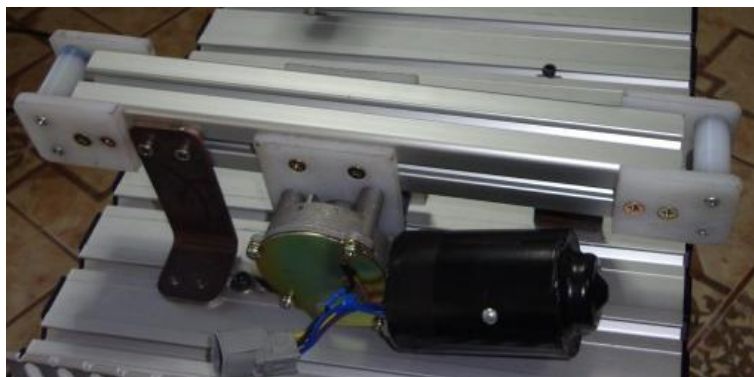


Figura V.73 Montaje del Motor.⁷⁸

Para sostener la banda se diseñaron unos soportes en platina de 10 cm de alto y 4 cm de base, con un dobléz de 90 grados, y atornillados al aluminio estructural, con tornillos de 4mm de diámetro y 1,4 cm de largo de cabeza hexagonal, además se utilizaron las tuercas deslizantes cabeza de martillo.

⁷⁸Fuente: *Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)*

5.3. Montaje del sistema Eléctrico

5.3.1. Sensores

5.3.1.1. Sensor de Color

Para poder detectar los émbolos de color rojo se utilizó el sensor WT100-P1432, que es un sensor fotoeléctrico de proximidad, el cual cuenta con un potenciómetro para poder calibrar su sensibilidad.



Figura V.74 Sensor WT100-P1432⁷⁹

Es un sensor PNP de tres hilos, el primer hilo de color café, va conectada al positivo de la fuente, el segundo hilo es de color azul, que va conectada al negativo de la fuente y el tercer hilo es de color negro, que se conecta a una entrada del plc, y es el cable que me dará la señal cuando detecte un objeto rojo, además tiene un alcance mínimo de 0 mm y un alcance máximo de 900 mm.

⁷⁹<http://siglus.lt/pdfs/60260751320918261.pdf>

5.3.1.2. Sensor Inductivo

Este sensor tiene un devanado interno que energizado genera un campo magnético, al acercarse un objeto de metal a dicho campo, este es detectado, sin embargo si algún otro objeto no metálico se acerca simplemente no lo detecta.

El sensor inductivo utilizado es un PNP, que detecta hasta una distancia máxima de 4 mm, y funciona a un voltaje mínimo de 10 VCD y un máximo de 30 VCD, además puede soportar una corriente máxima de 200 mA. Es un sensor de 4 hilos, de los cuales se ocupan solamente tres, el de color café para el positivo, el de color azul para el negativo y el de color negro para señal.



Figura V.75 Sensor Inductivo⁸⁰

El cable de color negro se lo conecta a una entrada del PLC, para poder determinar los émbolos de metal que pasen por la cinta transportadora.

Además la estructura cuenta con dos sensores más, los cuales son utilizados para conocer la posición del vástago en los cilindros que desvían los émbolos a las rampas, el montaje de estos sensores se lo puede ver en la figura V.11.

⁸⁰<http://mes-sigma.net/Cursos/images/Sensores%20Inductivos.pdf>

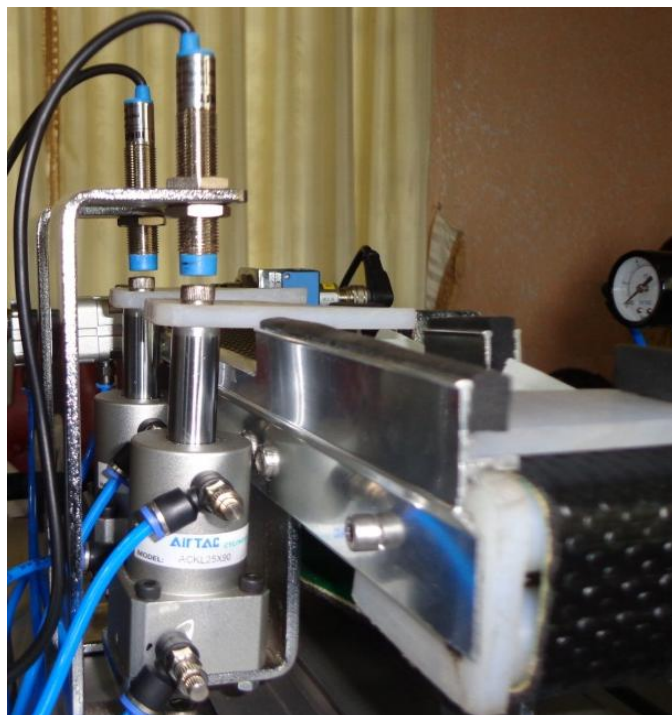


Figura V.76 Sensores inductivos para detectar la posición de los vástagos.⁸¹

Estos sensores van conectados en borneras ubicada en la parte superior del tablero, que a su vez se conectara con las entradas del PLC.

5.3.1.3. Sensor de Espejo

En estos sensores, el emisor y el receptor se colocan al mismo lado y en el frente se coloca una superficie reflexiva en nuestro caso un espejo. El haz de luz emitido choca contra el reflector para ser registrado por el receptor. La detección ocurre cuando pasa el objeto impidiendo que el haz de luz llegue hasta el receptor.

⁸¹Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

Este sensor nos va a permitir detectar el paso de los émbolos hacia las rampas, y está montado como se muestra en la figura V.12.

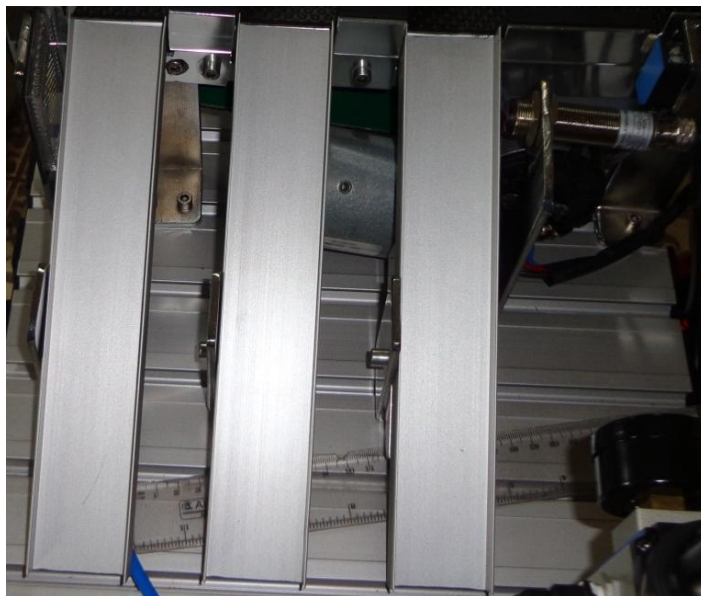


Figura V.77 Sensor de Espejo.⁸²

Este sensor me dará la señal para que el cilindro pequeño pueda volver a salir, y así pueda detener al émbolo que viene detrás.

5.3.1.4. Sensor Fotoeléctrico

Es un dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la luz. Están compuestos por un emisor que genera la luz y un receptor que percibe la luz generada por el emisor.

⁸² Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

El sensor se encuentra al inicio de la cinta transportadora para poder detectar, la presencia de un émbolo, y así comenzar con el proceso de clasificación.

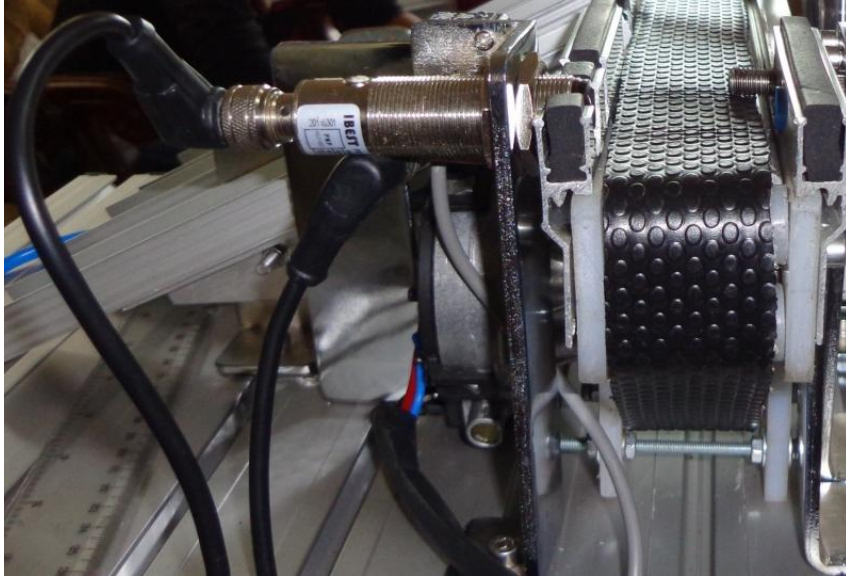


Figura V.78 Sensor Fotoeléctrico.⁸³

5.3.2. Panel de Control

En el panel de Control podemos encontrar tres pulsadores, y una llave de dos posiciones, debidamente cableadas a las entradas del PLC.



⁸³ Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

Figura V.79 Panel de Control⁸⁴

- **START.-** Por medio de este pulsador, iniciamos con la secuencia del proceso de clasificación.
- **STOP.-** Con este pulsador detenemos, toda la secuencia del proceso.
- **RESET.-** Con este pulsador volvemos al estado inicial toda la secuencia del proceso.
- **LLAVE DE DOS POSICIONES.-** Con la llave el operario de la estación de clasificación tiene dos opciones, operar en modo automático o en modo manual.
- **Dos Focos de 24 vcd,** los cuales son indicadores de las salidas Q1 y Q2 del PLC.

5.4. Diseño Neumático

El diseño de los sistemas neumáticos consume aire comprimido que debe estar disponible en una presión y en un caudal suficiente para las necesidades de instalación, por eso es necesario primeramente realizar el dimensionamiento de los actuadores a utilizar en el sistema neumático.

Para el dimensionamiento de los componentes neumáticos, es necesario conocer el valor de la carga o el efecto útil a realizar, donde va a ser ubicado, cuanto de carrera en el vástago necesitamos, y también es necesario conocer a la presión en

⁸⁴ Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

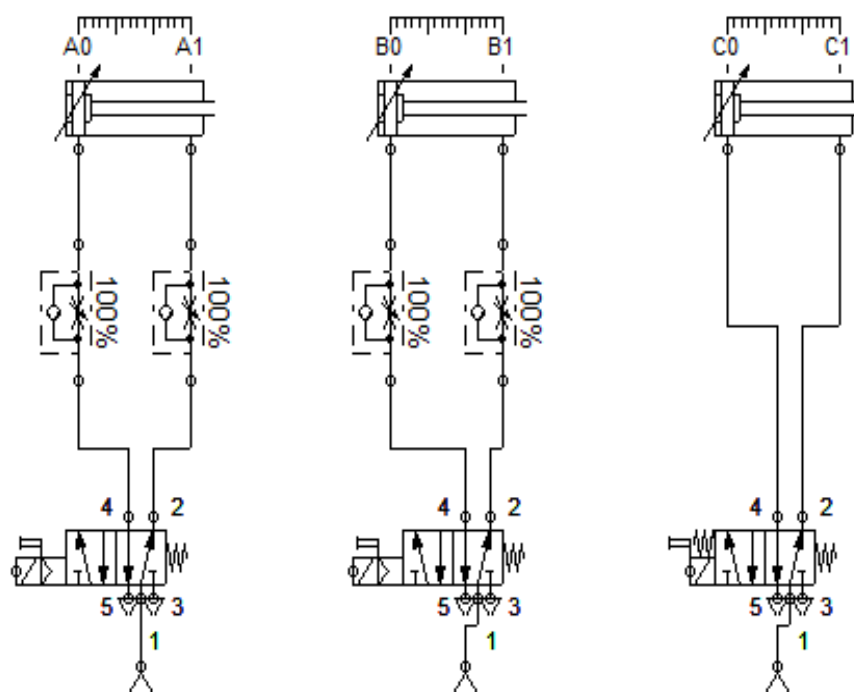


Figura V.81 Conexión de las electroválvulas con los cilindros.⁸⁶

En el diseño se utiliza una válvula antirretorno estranguladora para cada entrada de los dos cilindros, utilizados para desviar los émbolos a las rampas. Las válvulas antirretorno estranguladoras nos permitirán variar la velocidad de entrada y salida del vástago de los mismos.

En cilindro compacto solo se utilizaran racores en las entradas de aire ya que no es necesario variar la velocidad del vástago.

⁸⁶http://www.festo.com/cms/es_es/9678.htm



Figura V.82 Cilindros de Doble efecto airtac.⁸⁷

Los cilindros cuentan con un sistema mecánico, que le permite salir en forma perpendicular por unos 2 cm y empezar a girar 90 grados los otros 2 cm restantes de la carrera total del cilindro de doble efecto.

El sistema neumático puede ser alimentado con una presión de hasta 10 Bares, sin embargo para cuidar los componentes del sistema, se trabajara con una presión de servicio de 8 Bares.

⁸⁷ Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

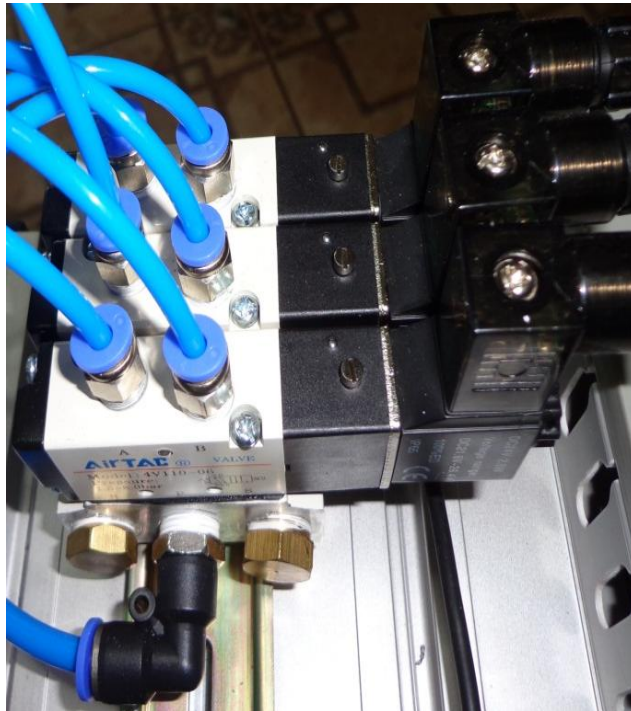


Figura V.83 Electroválvulas 5/2.⁸⁸

Las electroválvulas utilizadas son unas 5/2 servo pilotadas y retorno por muelle, las electroválvulas se accionan a través de unas solenoides, y se encuentran conectadas al módulo de salidas del PLC Modicon M340.

Además el sistema cuenta con una unidad de mantenimiento, que tiene la función de limpiar el aire comprimido de impurezas, de regular la presión, y de un sistema de lubricación llevar el aire comprimido mezclado con una pequeña cantidad de aceite las cuales ayudaran a cuidar las partes móviles de un Sistema neumático.

⁸⁸ Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

La unidad de mantenimiento utilizada, cuenta con un filtro y un regulador para así entregar un aire comprimido limpio y con presión constante al sistema neumático.



Figura V.84 Unidad de mantenimiento del sistema Neumático.⁸⁹

Además cuenta con un manómetro, que me permitirá regular la presión de una manera más precisa.

5.5. Sistema de Control

5.5.1. Grafcet

Es un diagrama funcional normalizado, que nos permite hacer un modelo del proceso a automatizar, contemplando sus entradas, acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones.

⁸⁹ Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

El graficet utilizado para automatizar el proceso se lo puede encontrar en el anexo2.

5.5.2. Programación del PLC Modicon M340

5.5.2.1. Ladder

El lenguaje utilizado para la programación del PLC Modicon M340, es ladder o lenguaje de escalera, el cual se basa en una programación grafica a base de contactos, bobinas, temporizadores, etc., un lenguaje sencillo de entender.

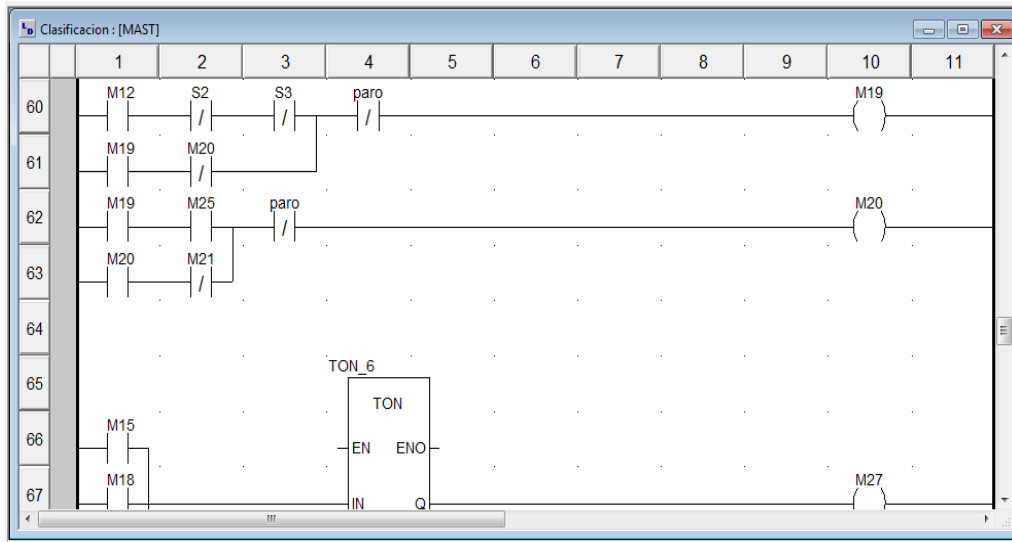


Figura V.85 Programación en Ladder.⁹⁰

5.5.2.2. Unity Pro

⁹⁰ Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

El software utilizado para la programación del PLC Modicon M340, es el Unity pro, desarrollado por telemecanique, exclusivamente para la familia de PLC's Modicon.

Los requisitos de hardware necesarios para poder instalar el programa Unity Pro son:

	Mínimo	Recomendado
Sistema	Pentium 800 MHz o más	1,2 GHz
Memoria RAM	256 MB	512 MB
Disco duro	2 GB	4 GB
Sistema operativo	Windows 2000 o Windows XP edición profesional	
Lector	Lector CD-ROM	Reproductor CD-ROM
Pantalla	SVGA o una pantalla de mayor resolución	
Periféricos	Ratón, teclado o un sistema de puntería	
Acceso a Internet	La solución recomendada para registrarse es Internet	

Tabla V.IRequisitos para la instalación de Unity Pro.⁹¹

Unity Pro soporta cinco lenguajes de programación como:

- Lenguaje de contacto (LD)
- Lenguaje de Bloques Funcionales (FBD)
- Lista de Instrucciones (IL)
- Literal Estructurado (ST)
- Diagrama funcional en secuencia (SFC)

⁹¹http://www.adtecnologias.com/Catalogos/Manual_Unity.pdf

Todos estos lenguajes de programación pueden utilizarse juntos en el mismo proyecto.

El PLC puede comunicarse a través del puerto USB, utilizando un cable USB-miniUSB, el mismo que utilizamos para cargar el programa realizado en Unity Pro al PLC.

5.5.2.2.1. Entradas y Salidas

El módulo de entradas digitales utilizado es el DDI 3202k, que cuenta con 32 entradas digitales de la cuales se ocuparon:

Entradas

%I0.1.0	S1	SENSOR FOTOELÉCTRICO
%I0.1.1	Inicio	PULSADOR VERDE DEL TABLERO DE CONTROL
%I0.1.2	paro	PULSADOR ROJO DEL TABLERO DE CONTROL
%I0.1.3	S2	SENSOR INDUCTIVO UBICADO EN EL INICIO DE LA BANDA
%I0.1.4	S3	SENSOR DE COLOR UBICADO EN EL INICIO DE LA BANDA
%I0.1.5	S4	SENSOR INDUCTIVO DEL CILINDRO B
%I0.1.6	S5	SENSOR INDUCTIVO DEL CILINDRO C
%I0.1.7	S6	SENSOR DE ESPEJO UBICADO EN LAS RAMPAS
%I0.1.8	Reset	PULSADOR VERDE FOSFORECENTE DEL TABLERO DE CTRL

De la misma forma para las salidas se utilizó el módulo de salidas digitales DDO 3202K, que cuenta con 32 salidas de las cuales se ocuparon:

Salidas

%Q0.2.0	motor	MOTOR QUE MUEVE A LA BANDA
%Q0.2.1	A_sale	CILINDRO A.- EL VASTAGO SALE
%Q0.2.1	A_entra	CILINDRO A.- EL VASTAGO ENTRA
%Q0.2.3	B_sale	CILINDRO B.- EL VASTAGO SALE
%Q0.2.3	B_entra	CILINDRO B.- EL VASTAGO ENTRA
%Q0.2.5	C_sale	CILINDRO C.- EL VASTAGO SALE
%Q0.2.5	C_entra	CILINDRO C.- EL VASTAGO ENTRA

5.5.3. Interfaz Humano Máquina (HMI)

5.5.3.1. Configuración del OPC

Para la configuración de nuestro OPC server debemos crear un nuevo canal y elegir el driver correcto para nuestro plc, de esta forma podremos crear nuestras variables de entrada y salida para comunicarnos con nuestro HMI.

El manejo del HMI lo podemos apreciar en el anexo 2, donde se encuentra el manual de usuario.

CAPÍTULO VI

6. PRUEBAS

6.1. Introducción

En este capítulo se detallan los métodos utilizados para comprobar la hipótesis planteada. El diseño e implementación de una estación para la clasificación de émbolos, el cual debe ayudar a comprender a los estudiantes el funcionamiento de un proceso de clasificación a los estudiantes de la escuela de Ingeniería electrónica en Control y Redes industriales.

Para ello se ha realizado una encuesta a los estudiantes de los semestres superiores de la carrera, y con ayuda de la tabulación de datos, vamos a interpretar los resultados obtenidos de las encuestas, resumiéndolas y presentándolas en cifras matemáticas exactas, para de esta manera comprobar nuestra hipótesis.

6.2. Análisis de los resultados de la encuesta

La encuesta fue realizada para los semestres superiores, los cuales tiene acceso al laboratorio de Automatización Industrial. Por lo tanto nuestro universo serían los estudiantes de octavo, noveno y décimo semestre de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales.

De los cuales se tomó una muestra de 20 estudiantes para resolver la encuesta y para analizar los resultados.

La encuesta tuvo como fin comprobar la hipótesis, para ello se tabularon los datos obtenidos y se analizaron.

A continuación se analizan los datos obtenidos por parte de los estudiantes mediante pasteles estadísticos, con la finalidad de una información que nos ayude a comprobar la hipótesis.

Pregunta 1

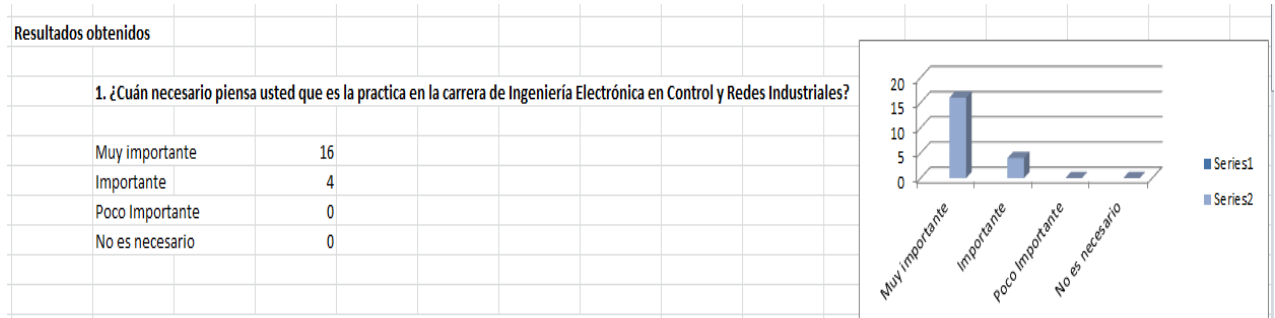


Figura VI.86 Resultados Obtenidos de la pregunta 1⁹²

De la muestra resultante se obtuvo que 16 personas consideran que es muy importante la práctica en la carrera de Ingeniería Electrónica en Control y Redes industriales, y 4 personas lo consideran importante. Ya que tener un conocimiento práctico es muy importante a la hora de entrar al campo profesional.

Pregunta 2

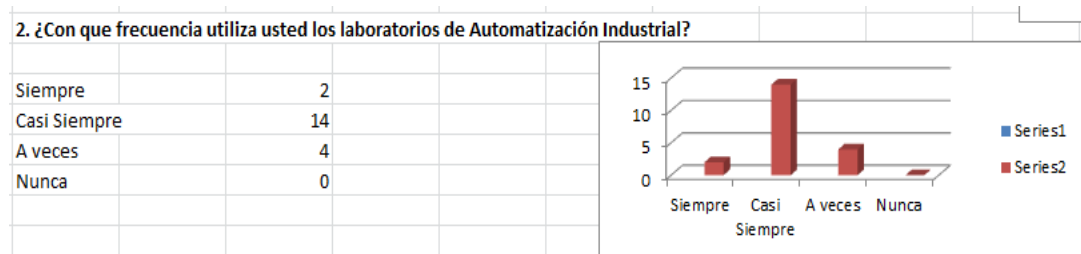


Figura VI.87 Resultados obtenidos en la pregunta 2.⁹³

Se conoció que en promedio los estudiantes de la escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, utilizan casi siempre los laboratorios

⁹² Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

⁹³ Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

lo que nos indica que los estudiantes, realizan muchas prácticas en los laboratorios.

Pregunta 3

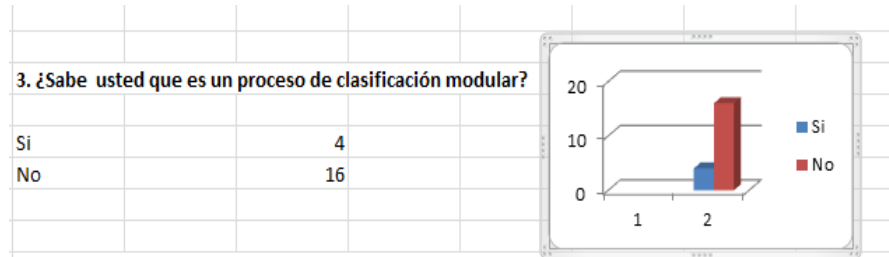


Figura VI.88 Resultados obtenidos en la pregunta 3.⁹⁴

Se comprobó que la mayoría de los estudiantes encuestados no tienen una idea clara de lo que es un proceso de clasificación modular, por lo que se hace importante la implementación de un proceso de clasificación en el laboratorio de Automatización Industrial de la FIE.

Pregunta 4

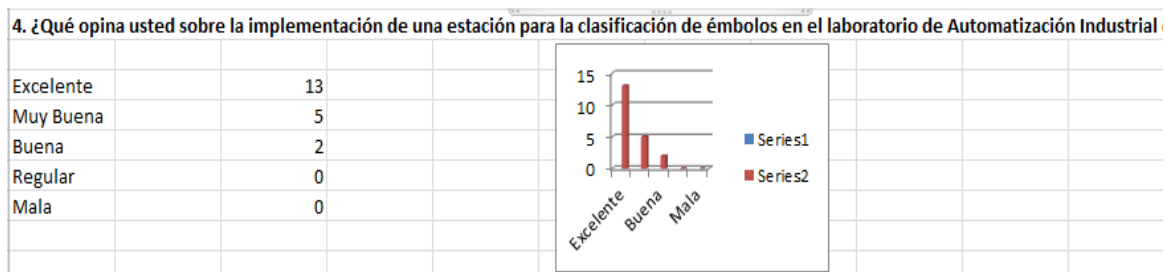


Figura VI.89 Resultados obtenidos en la pregunta 4.⁹⁵

Trece estudiantes opinan que sería excelente, poder contar con una estación de clasificación en el Laboratorio de Automatización, y con eso obtenemos una gran aceptación de la estación, más del 50%.

⁹⁴ Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

⁹⁵ Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

Pregunta 5

5. ¿Piensa usted que contar con una interfaz gráfica ayudara a tener una mejor comprensión del proceso de clasificación en su desempeño profesional?

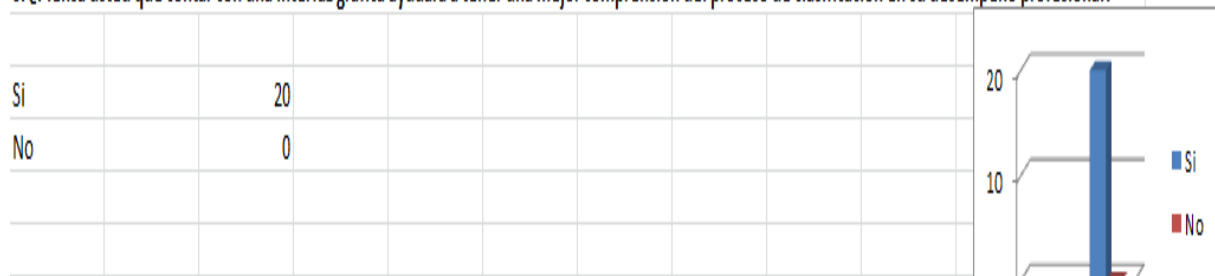


Figura VI.90 Resultados obtenidos en la pregunta 5.⁹⁶

El 100% de los encuestados piensan que contar con una interfaz gráfica, ayudara a tener una mejor comprensión del proceso de clasificación.

Pregunta 6

6. ¿En qué software optaría que el proceso de clasificación sea monitoreado de forma adicional?

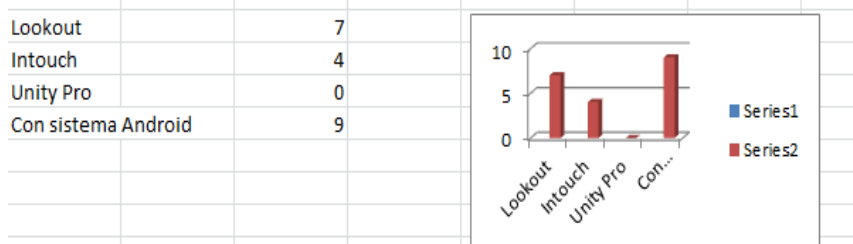


Figura VI.91 Resultados obtenidos en la pregunta 6.⁹⁷

Los estudiantes preferían monitorear el proceso de clasificación por medio de un sistema android, quizá para aprovechar las nuevas tecnologías, lo cual es muy bueno.

⁹⁶ Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

⁹⁷ Fuente: Cristian J. Cushquicullma C., José L. Pinajota I. (Autores)

6.3. Análisis de los Resultados

Para el análisis de los resultados se dieron pesos a las preguntas en base a la importancia de los mismos, en la tabla VI.I se puede apreciar sus pesos.

Pregunta	Peso (pts)
1. ¿Cuán necesario piensa usted que es la practica en la carrera de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales?	15
2. ¿Con que frecuencia utiliza usted los laboratorios de Automatización Industrial?	15
3. ¿Sabe usted que es un proceso de clasificación modular?	35
4. ¿Qué opina usted sobre la implementación de una estación para la clasificación de émbolos en el laboratorio de Automatización Industrial de la escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales?	15
5. ¿Piensa usted que contar con una interfaz gráfica ayudara a tener una mejor comprensión del proceso de clasificación en su desempeño profesional?	15
6. ¿En qué software optaría que el proceso de clasificación sea monitoreado de forma adicional?	5

En base a los pesos de las preguntas, y en base a sus respuestas se determinó que:

En la primera pregunta se obtuvo que:

Que un total de 18 estudiantes piensan que es muy importante la práctica, lo que corresponde al 90 % de los encuestados y el 10% piensa que es importante, debido a que las dos preguntas aceptan que es necesaria la práctica en la carrera.

Por lo tanto asumimos que un 100% de los estudiantes están de acuerdo con la primera pregunta, y en base a los pesos de las preguntas diremos que la primera pregunta obtiene los 15 puntos.

En la segunda pregunta se obtuvo:

Que un 15% siempre asiste al laboratorio, que un 80% casi siempre asiste al laboratorio y que un 5% asiste a veces, lo que nos permite asumir que la segunda opción de la respuesta tiene una muy buena aceptación, y por ende podemos asignarle 14,5 puntos.

En la tercera pregunta se obtuvo:

Que un 98% no conocen un proceso de clasificación y tan solo un 5% lo conoce, por ende asumimos que se hace necesaria la implementación de una estación de clasificación. Y por ende le damos un puntaje de 34.5 puntos.

En la cuarta pregunta se obtuvo:

Que un 65% de los encuestados, opina que sería excelente que se implemente una estación de clasificación, un 30% cree que sería muy bueno y un 5% que es bueno. Ya que todas las respuestas son afirmativas, le damos a esta pregunta los 15 puntos.

En la quinta pregunta se obtuvo:

Que un 100% de los encuestados creen necesario contar con una interfaz gráfica para comprender de una mejor manera el proceso de clasificación. Por lo tanto le damos los 15 puntos a esta pregunta.

En la sexta pregunta se obtuvo:

En esta pregunta se pudo comprobar que al tanto están, los acerca de las nuevas tecnologías, y por cuales les gustaría aplicarlas a las estaciones, entonces le damos un puntaje de 4.

Si procedemos a sumar el puntaje de las diferentes preguntas obtenemos un puntaje de 99 lo que corresponde a un 99% de aceptación por parte de los estudiantes para la estación de clasificación, y por ende comprobaríamos la hipótesis de nuestra tesis.

CONCLUSIONES

- Con el dimensionamiento de los componentes se logró un mejor funcionamiento de la estación.
- Esta estación permite al estudiante, tener contacto con sensores de tipo industrial, lo cual le permitirá estudiar de una mejor manera a los mismos.
- El diseño de la estructura de la estación, en un programa de simulación, es de gran ayuda a la hora de ensamblar los diferentes elementos que componen nuestro diseño, evitándonos cometer errores a la hora de construir los componentes de la misma, ahorrándonos tiempo y dinero.
- El HMI (Interfaz Humano Máquina) creado nos permite realizar un monitoreo y control de todo el proceso de clasificación, ya que no es necesario que el operario este al lado del proceso sino que tranquilamente, la estación puede ser controlada y monitoreada desde una pc, que se encuentre lejos del proceso.
- Contar con un sensor transmisor en la estación le permite a la misma, comunicarse con otras estaciones.
- La utilización de un PLC en un proceso, nos permite tener un mayor control sobre el mismo, además que su programación es muy sencilla.

RECOMENDACIONES

- Recomendamos usar un programa de simulación antes de proceder a la construcción de los componentes de un módulo, ya que en la simulación podemos darnos una idea de la forma y la posición que tomaran los componentes en la estructura final, también con esto evitamos construir piezas malas, y perder tiempo y dinero.
- Se recomienda trabajar con presiones de 8 bares ya que a pesar de que los elementos neumáticos de la estación pueden resistir hasta 10 bares, trabajarlos a su máxima capacidad podría reducir su tiempo de vida útil.
- Es recomendable que los estudiantes realicen un mantenimiento preventivo de la estación cada cierto tiempo, ya que así conseguiremos alargar la vida útil de los diferentes dispositivos de la estación.
- Utilizar una unidad de mantenimiento en el sistema de aire, para proteger y asegurar el correcto funcionamiento de los elementos neumáticos de la estación.
- Antes de utilizar la estación es recomendable verificar las conexiones de los motores de la banda transportadora y verificar el correcto sentido de giro, para evitar cualquier inconveniente.

RESUMEN

Diseño e implementación de una estación para la clasificación de émbolos, para el Laboratorio de Automatización Industrial de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la ESPOCH.

Se empleó un método experimental, que nos permitió optar por los materiales más resistentes y menos pesados para la construcción de la estructura de la cinta transportadora. En la implementación del módulo se eligió dispositivos de instrumentación tales como sensores de color, inductivos, óptico, y reflectivo, que permiten el control de actuadores como electroválvulas, motor AC (Corriente Alterna), controlados por un PLC (Controlador Lógico Programable), además se implementa un sistema de monitoreo y control de los actuadores y sensores del sistema físico a través de un HMI (Interfaz Maquina Humano) realizado en el software Labview. El sistema neumático es alimentado por un compresor a una presión de servicio de 8 Bares.

En una encuesta realizada a los estudiantes de octavo, noveno y décimo semestre de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, se obtuvo como resultado que un 100% de los estudiantes, están de acuerdo con la implementación de la estación para la clasificación de émbolos.

Se puede concluir que la implementación, de un sistema de comunicación, para el módulo de clasificación, permite que el mismo se pueda acoplar con otros

módulos del laboratorio, dando así la posibilidad al estudiante de formar sistemas modulares completos y complejos.

Se recomienda el mantenimiento preventivo de los dispositivos y sensores para tener un óptimo funcionamiento de la estación.

SUMMARY

Design and implementation of a station for classifying plungers at the industrial automation laboratory which belongs to the electronic engineering in control and industrial networks at ESPOCH.

Experimental method was applied it let us to choose the most resistant materials and lighter user for constructing the belt structure. Through the implementation of the module several devices were chosen; color sensor, inductive, optical and reflective which allow control of actuators such as solenoids, AC engine (alternating current), they are controlled by a PLC (programmable logic controller). A monitoring system and control of actuators and sensors of the physical system through an HIM (human machine interface) were also implemented. They were developed at a software labview. The pneumatic system is powered by a compressor through a operating pressure of 8 bars.

A survey was applied to the eighth, ninth and tenth semester in the electronic engineering in control and industrial networks school. The result was the 100% agree with the implementation of the station for classifying plungers.

In conclusion it can be said that implementation of a communication system for the classification module allows other modules suit with other laboratory modules thisway students can have complete and complex modular.

It is recommended the preventive maintenance of the different devices and sensor for having an optimal performance of the station.

GLOSARIO

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

Bar.- Unidad de presión, igual a 10^5 dinas por cm. Equivale a una presión de 75,007 cm de mercurio (a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y a latitud de 45°). $1\text{ atm normal} = 1,01325\text{ bar} = 1013,25\text{ mbar}$; en los mandos neumáticos: sobrepresión $1\text{ atm} = 1\text{ kp/cm}^2 = 0,980665\text{ bar} = 10^5\text{ dinas/cm}^2$).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

BIBLIOGRAFÍA

- 1._**CORRALES., L.,** Interfaces de comunicación industrial., s.ed., Quito-Ecuador., EPN., 2007., Pp. 38-48.

- 2._**BOLTON., W.,**Mecatrónica Sistemas de control eléctrico en la ingeniería mecánica y eléctrica., 4a ed., México D.F. – México., Alfaomega., 2010., Pp. 17-22-53-54-150-160-174-192-283-417-440.

- 3._**JACOME., J., Y OTROS.,** Implementación de un Módulo Automatizado para la simulación de Clasificación de Objetos., Facultad de Informática y Electrónica., Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales., Escuela Superior Politécnica de Chimborazo., Riobamba., Ecuador., (**TESIS**)., 2012., Pp. 53-59-65-80.

- 4._**MONTALVO., J., Y OTROS.,** Diseño e implementación de un Sistema Scada para el Control del Proceso de un Módulo Didáctico de Montaje Festo utilizando PLC y una Pantalla HMI. Caso Práctico Laboratorio de automatización de la Facultad de Informática y Electrónica., Facultad de Informática y Electrónica., Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes

Industriales., Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo., Riobamba., Ecuador., (TESIS)., 2012.,
Pp. 36-37-38-43-44-45.

5._MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA

<http://www.monografias.com/trabajos74/motores-corriente-directa/motores-corriente-directa.shtml>

2013-05-05

6._NEUMATICA

<http://guindo.pntic.mec.es/~crangil/neumatica.htm>

2013-05-06

<http://www.areatecnologia.com/NEUMATICA.htm>

2013-05-08

7._OPC

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

2013-05-24

<http://www.ni.com/white-paper/7450/en>

2013-05-26

8._PLC

http://profesores.usfq.edu.ec/laurents/IEE561/PLC_Progr.pdf

2013-05-14

9._ **SENSORES**

http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/que_es.htm

2013-05-11

<http://www.slideshare.net/josueacerov/sensores-inductivos-y-plc>

2013-05-12

10._ **SISTEMAS DE PRODUCCIÓN MODULAR**

<http://www.festo-didactic.com/mx-es/learning-systems/mps-sistema-de-produccion-modular/mps-el-sistema-de-produccion-modular-del-modulo-a-la-fabrica-didactica.htm?fbid=bXguZXMuNTY0LjE0LjE4LjU4NS43NjMx>

2013-05-10

Anexo 1

**Diseño de las Bases para la
banda y los sensores de la
estructura en SolidWorks.**

Anexo 2

**Grafcet y declaración de I/O utilizado
para programar el PLC.**

Anexo 3

Manual de Usuario

Anexo 4

Formato de la encuesta empleada.

Anexo 5

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

Anexo 6

Programación en Ladder

Anexo 7

Diseño del Tablero de Control