



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

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

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN Y SIMULACIÓN DE UN PROCESO DE
ALMACENAMIENTO POR MEDIO DE UN PLC**

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del título de

INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

Presentado por:

Pedro Bernabé Quizhpi López

Danny José Zea Orellana

Riobamba – Ecuador

2013

AGRADECIMIENTO

Nuestro inmenso agradecimiento a Dios.

A nuestros queridos padres por brindarnos su apoyo incondicional durante nuestra vida estudiantil; además de formarnos como personas con valores y virtudes que solamente ellos lo pueden dar.

De manera muy especial a todos nuestros amigos que de una u otra manera formaron parte de nuestra carrera universitaria.

A todas las personas que de una u otra manera influyeron para cumplir este sueño, en particular al Ing. Lenyn Aguirre, Ing. Paul Romero y al Ing. Marco Viteri.

Pedro y Danny

DEDICATORIA

Dedicado a Dios por haberme dado la oportunidad de venir a este mundo y tener unos padres y hermanos únicos.

A mis queridos padres Fernando y América a mis hermanos Fernando, Santiago, Pablo, y Virginia quienes siempre han estado ahí para apoyarme sin esperar nada a cambio, a mi preciosa y única mujer en mi vida Malenita quien llena mi corazón y mi alma y de manera muy especial a mi difunta abuelita Virginia Santander quien desde el cielo siempre me cuidará.

Dedicado a los Ing. Lenyn Aguirre, Ing. Paul Romero e Ing. Marco Viteri por haber sido unos excelentes maestros.

Pedro Quizphi

Dedico el presente a Dios y la Virgen María quienes han sido mis padres espirituales llenando mi vida de luz en los momentos de oscuridad.

De manera muy Especial a mis queridísimos padres Hidalgo y Edilma quienes son el pilar fundamental de mi formación como persona, a mi hermanos Diego y Marjorie quienes más allá de las adversidades siempre me han apoyado en todo, de la misma manera a mis primos Henry, Pepe, Rodrigo, Leodan, y a toda mi fmla; también a esa persona que pinta mi vida de felicidad y amor mi preciosísima Yamilethzita.

Dedicado a los Ing. Lenyn Aguirre, Ing. Paul Romero e Ing. Marco Viteri por haber sido unos excelentes maestros.

Danny Zea

NOMBRE

FIRMA

FECHA

Ing. Iván Menes

DECANO DE LA FACULTAD DE
INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

Ing. Paúl Romero

DIRECTOR DE LA ESCUELA DE
INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
CONTROL Y REDES INDUSTRIALES

Ing. Lenyn Aguirre

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Marco Viteri

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Tec. Carlos Rodríguez

DIRECTOR DEL DPTO
DOCUMENTACIÓN

NOTA DE LA TESIS

TEXTO DE RESPONSABILIDAD

“Nosotros, **PEDRO BERNABÉ QUIZHPI LÓPEZ Y DANNY JOSÉ ZEA ORELLANA**, somos responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis y el patrimonio intelectual de la misma pertenece a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**”

PEDRO BERNABÉ QUIZHPI LÓPEZ

DANNY JOSÉ ZEA ORELLANA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

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

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. GENERALIDADES.....	20
1.1 ANTECEDENTES.....	20
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	21
1.3 OBJETIVOS.....	21
1.3.1 Objetivo general.....	21
1.3.2 Objetivos específicos.....	22
1.4 HIPÓTESIS.....	22
CAPÍTULO II	
TECNICAS QUE INTERVIENEN EN UN PROCESO DE ALMACENAMIENTO	23
2.1 Sistemas modulares de manipulación.....	23
2.1.1 Introducción.....	23
2.1.2 La manipulación de piezas como proceso auxiliar.....	24
2.1.3 Tareas de la técnica de la manipulación.....	25
2.1.4 El principio del funcionamiento de los equipos de pick & place.....	27
2.1.5 La manipulación de piezas como proceso auxiliar.....	34
2.1.6 Aplicaciones.....	37
2.2 El uso de los sistemas de pick & place.....	40
2.2.1 Equipos modulares de manipulación.....	40
2.2.2 Utilización de unidades giratorias.....	41
2.2.2.1 Sistema de un eje y sistemas de varios ejes.....	46
2.2.3 Sistemas de pick & place para operaciones de montaje.....	51
2.2.3.1 ¿Hombre o máquina?.....	51
CAPITULO III	
TECNOLOGIAS Y SISTEMAS QUE INTERVIENEN EN UN PROCESO DE ALMACENAMIENTO	53
3.1 SISTEMAS NEUMÁTICOS.....	53
3.1.1 NEUMÁTICA.....	54
3.1.1.1 Definición.....	54
3.1.1.2 El Aire Comprimido En La Industria.....	54
3.1.1.3 La Presión y sus Unidades.....	54
3.1.1.4 Propiedades Del Aire Comprimido.....	55
3.1.1.5 Ventajas Del Aire Comprimido.....	55
3.1.1.6 Aplicaciones de la Neumática.....	57
3.1.2 Electroneumática.....	57
3.1.2.1 Definición.....	57
3.1.2.2 Sistema Electroneumática.....	58

3.1.2.2.1 Elementos eléctricos para la entrada de señales.....	58
3.1.2.2.2 Pulsadores Electromecánicos Para La Entrada De Señal.....	58
3.1.2.2.3 Interruptor Electromecánico Para La Entrada De Señal.....	59
3.1.2.2.4 Finales De Carrera Electromecánicos (Por Contacto).....	59
3.1.2.3 Elementos eléctricos o electrónicos para el procesamiento de señales.....	60
3.1.2.3.1 Convertidor De Señal Neumo-Eléctrico (Presostato).....	60
3.1.2.3.2 Relés.....	62
3.1.3 Electroválvulas.....	62
3.1.3.1 Definición.....	62
3.1.3.2 Funcionamiento.....	62
3.1.3.3 Clasificación de Electroválvulas.....	64
3.1.3.3.1 Electroválvula 2/2 Vías Monoestable.....	64
3.1.3.3.2 Electroválvula 3/2 Vías Monoestable.....	65
3.1.3.3.3 Electroválvula 4/2 Vías Monoestable.....	65
3.1.3.3.4 Electroválvula 5/2 Vías Monoestable.....	66
3.1.3.3.5 Electroválvula 5/2 Vías Biestable.....	66
3.1.4 Válvulas.....	67
3.1.4.1 Representación esquemática de las válvulas.....	68
3.1.4.2 Clasificación de las Válvulas.....	69
3.1.4.2.1 Válvulas distribuidoras.....	70
3.1.4.2.2 Válvulas de Bloqueo.....	70
3.1.4.2.3 Válvulas Reguladoras DE Presión.....	71
3.1.4.2.4 Válvulas Reguladoras de Caudal.....	71
3.1.4.2.5 Válvulas de Cierre.....	72
3.2 SISTEMAS DE CONTROL Y REDES DE COMUNICACIÓN.....	73
3.2.1 SISTEMAS DE CONTROL.....	73
3.2.1.1 Definición.....	73
3.2.1.2 Ingeniería Automática.....	74
3.2.1.3 Sistema Automatizado.....	76
3.2.1.4 Control.....	77
3.2.1.5 Sistemas de Control.....	78
3.2.1.5.1 Elementos de un Sistema de Control.....	80
3.2.1.5.2 Tipos De Sistemas De Control.....	81
3.2.1.5.2.1 Sistema de Control de Lazo Abierto.....	81
3.2.1.5.2.2 Sistema de Control de Lazo Cerrado.....	83
3.2.1.5.3 Sensores.....	85
3.2.1.5.3.1 Definición.....	85
3.2.1.5.3.2 Tipos de Sensores.....	85
3.2.1.5.3.2.1 Sensores Inductivos.....	86
3.2.1.5.3.2.2 Sensor Capacitivo.....	87
3.2.1.5.3.2.3 Sensor de Proximidad Fotoeléctrico.....	89
3.2.1.5.3.2.3 Sensores Fotoeléctricos Directos.....	90
3.2.1.5.3.2.4 Sensores Fotoeléctricos Unidireccionales.....	90
3.2.1.5.3.2.5 Sensores Fotoeléctricos Con Fibra Óptica.....	91
3.2.1.5.3.2.6 Sensores Neumáticos.....	91
3.2.1.5.3.2.7 Sensor Detector de paso (barrera de aire).....	92
3.2.1.5.3.2.8 Final de Carrera.....	93
3.2.1.5.3.2.9 Sensores Ultrasónicos.....	94

3.2.1.5.2.10 Sensores Magnéticos.....	94
3.2.1.5.2.11 Sensor Sharp 2d120x.....	95
3.2.2 REDES DE COMUNICACIÓN.....	98
3.2.2.1 Redes Industriales.....	98
3.2.2.2 Comunicaciones PC-AP.....	98
3.2.2.3 Comunicaciones Industriales.....	99
3.2.2.4 El Modelo OSI de 7 Capas.....	99
3.2.2.5 Especificaciones de Comunicaciones.....	99
3.2.2.6 Redes seriales.....	100
3.2.2.7 Ethernet.....	101
3.2.2.8 Fieldbus.....	102
3.2.2.9 Profibus.....	103
3.2.2.10 Otras Redes.....	104
3.3 SISTEMAS ELECTRONICOS Y ELECTRICOS.....	106
3.3.1 SISTEMAS ELECTRONICOS.....	106
3.3.1.1 Definición.....	106
3.3.1.2 Señales Eléctricas.....	107
3.3.1.3 Señales Analógicas y Señales Digitales.....	108
3.3.1.4 Sistemas Electrónicos.....	109
3.3.1.5 Dispositivos de Mando y Regulación.....	110
3.3.1.6 Elementos Básicos de un Circuito Electrónico.....	111
3.3.1.6.1. Resistencias Lineales.....	111
3.3.1.6.2 Condensadores.....	112
3.3.1.6.2.1. Asociación de Condensadores.....	114
3.3.1.6.3. Diodos.....	115
3.3.1.6.4. Transistores.....	120
3.3.1.7 Dispositivos de Entrada.....	123
3.3.1.7.1 Interruptores de Maniobra.....	123
3.3.1.7.2 Interruptores Automáticos.....	123
3.3.1.8.3. Relés.....	124
3.3.2 SISTEMAS ELECTRICOS.....	125
3.3.2.1 Introducción.....	126
3.3.2.2 Electricidad.....	126
3.3.2.3 Requerimientos básicos del sistema.....	127
3.3.2.4 Tipos de circuitos básicos.....	127
3.3.2.5 Elementos eléctricos básicos.....	129
3.3.2.6 Ley de Ohm.....	130
3.3.2.7 Símbolos Eléctricos.....	130
3.4 SISTEMAS MECÁNICOS.....	131
3.4.1 Introducción.....	131
3.4.2 Tornillo.....	132
3.4.3 La Palanca.....	134
3.4.4 La Rueda.....	136
3.4.5 Tipos de Movimiento.....	136
3.4.5.1 Circular.....	137
3.4.5.2 Lineal.....	138
3.4.6 Poleas.....	139
3.4.6.1 Polea de Cable.....	142

3.4.6.1.2 Polea Simple.....	142
3.4.6.1.3 Polea de Gancho.....	143
3.4.7 Sistemas de Transmisión del Movimiento.....	144
3.4.7.1 Polea de Correa.....	145
3.4.7.1 Sistemas de poleas.....	146
3.4.7.1.1 Sistema simple.....	146
3.4.8 Ruedas Dentadas o Engranajes.....	148
3.4.8.1 Sistema Simple.....	149
3.4.8.2 Sistema Múltiple.....	150
3.4.9 Tornillo sinfín-piñón.....	152
3.4.10 Sistemas De Transformación Del Movimiento.....	154
CAPITULO IV	
CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).....	155
4.1 Generalidades.....	155
4.1.1 Historia Del PLC.....	155
4.1.2 Concepto de PLC.....	157
4.1.3 Estructura de un PLC.....	159
4.1.4 Estructura Básica Del Hardware.....	160
4.1.5 Funcionamiento de CPU.....	162
4.1.6 Partes de un PLC.....	163
4.2 Componentes de un PLC.....	164
4.3 Controlador Lógico Programable.....	167
4.3.1 Definición.....	167
4.4 Secuencia de Operaciones en un PLC.....	169
4.5 Descripción física de un PLC.....	170
4.6 Hardware PLC.....	173
4.7 Ventajas y Desventajas de un PLC.....	177
4.8 Clasificación del PLC.....	178
4.9 PLC siemens s7-1200.....	179
4.9.1 Introducción al PLC S7-1200.....	179
4.9.2 Capacidad de expansión de la CPU.....	180
4.9.3 Módulos de señales.....	181
4.9.4 Montaje.....	182
4.9.5 Tareas que realizan en cada ciclo el CPU.....	183
4.9.6 Datos Almacenados en bits, bytes y palabras.....	185
4.9.7 Almacenamiento de datos, áreas de memoria y direccionamiento.....	186
4.9.8 Tipo De Datos.....	187
CAPITULO V	
5 DISEÑO DEL MÓDULO Y ESTUDIO ECONÓMICO.....	188
5.1 Introducción.....	188
5.2 Solidworks.....	188
5.3 Diseño del Módulo.....	189
5.3.1 Diseño de los soportes de la base del módulo.....	189
5.4 Estudio económico.....	189
CAPITULO VI	
6 IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO.....	192
6.1 Introducción.....	192
6.2 Ensamblaje del Módulo.....	193

6.2.1 Ensamblaje mecánico.....	193
6.2.1.1 Conectores de perfil perpendicular.....	193
6.2.1.2 Ángulos de sujeción.....	194
6.2.1.3 Tuerca cabeza de martillo.....	194
6.2.1.4 Riel DIN.....	195
6.2.1.5 Tornillo sin fin.....	195
6.2.2 Ensamblaje eléctrico y electrónico.....	196
6.2.3 Tarjetas electrónicas PWM y Relés de estado sólido.....	196
6.2.3.1 Motor eléctrico.....	198
6.2.3.2 Panel de control.....	199
6.2.4 Ensamblaje neumático.....	201
6.2.4.1 Pinza neumática.....	202
6.2.4.2 Para el desplazamiento lineal.....	202
6.2.4.3 Conexión de aire.....	203
6.2.5 Montaje de sensores.....	204
6.2.5.1 Sensor Sharp.....	204
6.2.5.2 Sensor magnético de cilindro neumático.....	205
6.2.5.3 Sensor magnético de la pinza neumática.....	206
6.2.5.4 Sensor Fotoeléctrico.....	207
6.3 Programación del PLC.....	208
6.3.1 Secuencia del proceso.....	208
6.3.2 Variables de entrada y salida.....	210
6.3.3 Grafcet.....	213
6.3.4 Secuencia Grafcet.....	213
6.3.5 Determinación de las ecuaciones.....	215
6.3.6 Programación en el STEP 7-Basic TIA Portal V11.....	216
6.4 COMUNICACIÓN NI-OPC SERVERS DE LABVIEW 2012 CON SIEMENS S7-1200.....	218
6.4.1 LabVIEW 2012.....	218
6.4.2 OPC.....	218
6.4.3 SERVIDOR OPC.....	219
6.4.4 Configuración del NI OPC Server.....	219
6.4.5 Conecte LabVIEW al PLC utilizando un servidor I/O.....	228
6.4.6 Monitoreo desde Labview.....	230
6.4.7 Programa Hmi.....	233
CAPÍTULO VII	
7 Pruebas y Resultados.....	234
7.1 Introducción.....	234
7.2 Módulo de proceso.....	234
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
RESUMEN	
SUMMARY	
GLOSARIO	
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1 Técnicas de alimentación del siglo XIX para estampar y punzonar aguja...	25
Figura II.2 Distribución general de los procesos técnicos industriales.....	27
Figura II.3 Movimientos ejecutados en una operación de pick & place.....	28
Figura II.4 Equipo de alimentación compacto con brazo constituido por elemento que forma un paralelogramo.....	29
Figura II.5 Equipo de alimentación constituido por módulos y provisto de ejes lineales neumáticos.....	30
Figura II.6 Esquema de un ejemplo de alimentación de piezas con movimientos lineales controlados por un elemento excéntrico.....	31
Figura II.7 Alimentador y elevador giratorio (Ferguson).....	32
Figura II.8 Un equipo de alimentación con cinemática peculiar.....	33
Figura II.9 Alimentación de piezas a una máquina.....	35
Figura II.10 Influencia que tiene la pinza.....	37
Figura II.11 Recoger tablas de aglomerado apiladas.....	38
Figura II.12 Cilindro lineal combinado con una unidad giratoria.....	41
Figura II.13 Desviación del sentido del avance de piezas.....	42
Figura II.14 Unidad giratoria con brazo y pinza.....	43
Figura II.15 Captura de pantalla del programa “cálculo de momentos de inherencia de las masas”.....	44
Figura II.16 Unidad con brazo giratorio, un componente clásico de Festo.....	44
Figura II.17 Desvió del flujo de material.....	45
Figura II.18 Alimentador doble para la distribución de piezas de montaje.....	46
Figura II.19 Cinta distribuidora adecuada para velocidades de transporte bajas.....	47
Figura II.20 Alimentación de placas o flejes mediante pinzas paralelas.....	48
Figura II.21 Equipo para transportar piezas planas de una posición a otra.....	49
Figura II.22 Válvula doble de regulación de caudal.....	49
Figura II.23 Introducir CDs es un cargador.....	50
Figura II.24 Grados de dificultad de las operaciones.....	51
Figura II.25 Transmisión de movimientos mediante elementos de tracción y comprensión.....	52
Figura III.26 Pulsadores Normalmente Abierto y Normalmente Cerrado.....	58
Figura III.27 Pulsadores con contacto de conmutación.....	59
Figura III.28 Interruptor Electromecánico.....	59
Figura III.29 Finales de Carrera.....	60
Figura III.30 Convertidor de señal Neumo – Eléctrico.....	60
Figura III.31 Esquema de Conexión.....	61
Figura III.32 Partes de Un Relé.....	61
Figura III.33 Funcionamiento de una válvula.....	63
Figura III.34 Electroválvula 2/2 Monoestable.....	64
Figura III.35 Electroválvula 3/2 Monoestable.....	65
Figura III.36 Electroválvula 4/2 Monoestable.....	65
Figura III.37 Electroválvula 5/2 Monoestable.....	66
Figura III.38 Electroválvula 2/2 Biestable.....	66
Figura III.39 Tipos de Válvula.....	67
Figura III.40 Representación de N° de Posiciones de las Válvulas.....	68
Figura III.41 Representación de N° de posiciones y Vías de las Válvulas.....	69
Figura III.42 Válvulas Distribuidoras.....	70

Figura III.43 Válvulas de Bloqueo.....	70
Figura III.44 Válvula Reguladora de Presión.....	71
Figura III.45 Válvula reguladora de presión.....	72
Figura III.46 Válvula de Cierre.....	72
Figura III.47 Esquema General de un Sistema Automatizado.....	76
Figura III.48 Brazo Robótico controlado para Mover figuras.....	77
Figura III.49 Esquema General de un Sistema.....	79
Figura III.50 Esquema General de un Sistema de Control.....	80
Figura III.51 Lazo Abierto.....	81
Figura III.52 Lazo Cerrado.....	83
Figura III.53 Funcionamiento de un sensor.....	85
Figura III.54 Sensor Inductivo.....	86
Figura III.55 Principio de funcionamiento del Sensor Capacitivo.....	87
Figura III.56 Sensor Fotoeléctrico Directo.....	90
Figura III.57 Sensor Fotoeléctrico Unidireccional.....	90
Figura III.58 Sensor Fotoeléctrico con Fibra Óptica.....	91
Figura III.59 Sensor Fotoeléctrico con Fibra Óptica.....	92
Figura III.60 Funcionamiento del Sensor Fotoeléctrico con Fibra Óptica.....	92
Figura III.61 Final de Carrera.....	94
Figura III.62 Sensor Ultrasónico.....	94
Figura III.63 Funcionamiento del Sensor Magnético.....	95
Figura III.64 Pines de salida Sharp.....	96
Figura III.65 Diagrama de Bloques sensor Sharp.....	96
Figura III.66 Distancia del reflejo del objeto.....	97
Figura III.67 Montaje del sensor Sharp.....	98
Figura III.68 Soporte OPC.....	105
Figura III.69 Corriente continua.....	107
Figura III.70 Corriente continua pulsante.....	107
Figura III.71 Corriente alterna.....	108
Figura III.72 Tipos de señales.....	109
Figura III.73 Sistema electrónico.....	109
Figura III.74 Sistema de lazo abierto.....	110
Figura III.75 Sistema de lazo cerrado.....	111
Figura III.76 Tipos de condensadores.....	112
Figura III.77 Circuito elemental del condensador.....	113
Figura III.78 Curvas característica de carga y descarga.....	114
Figura III.79 Asociación en serie.....	114
Figura III.80 Asociación en paralelo.....	115
Figura III.81 Símbolo del diodo.....	115
Figura III.82 Curva característica del diodo.....	117
Figura III.83 Diodos semiconductores y diodos LED.....	118
Figura III.84 Símbolo diodo LED.....	118
Figura III.85 Circuito de polarización directa.....	119
Figura III.86 Circuito de polarización inversa.....	120
Figura III.87 Transistor PNP y NPN.....	120
Figura III.88 Circuito con un transistor NPN.....	121
Figura III.89 Zona de funcionamiento de los transistores bipolares.....	122
Figura III.90 Interruptores de maniobra.....	123

Figura III.91 Interruptor Reed.....	124
Figura III.92 Relé.....	125
Figura III.93 Electrones.....	126
Figura III.94 Elementos básicos del sistema eléctrico.....	127
Figura III.95 Circuito en serie.....	128
Figura III.96 Circuito en paralelo.....	129
Figura III.97 Ley de OHM.....	130
Figura III.98 Formas de tornillos.....	132
Figura III.99 Partes del tornillo.....	133
Figura III.100 Tipos de rosca.....	133
Figura III.101 Puntos de potencia.....	134
Figura III.102 Relación matemática de la potencia.....	135
Figura III.103 Movimiento circular.....	137
Figura III.104 Relación movimiento circular – giratorio.....	138
Figura III.105 Movimiento lineal continuo.....	139
Figura III.106 Movimiento lineal alternativo.....	139
Figura III.107 Partes de una polea.....	140
Figura III.108 Polea móvil.....	141
Figura III.109 Sistema de poleas múltiples.....	141
Figura III.110 Polea de cable.....	142
Figura III.111 Polea simple.....	142
Figura III.112 Plano de una polea.....	143
Figura III.113 Polea de gancho.....	143
Figura III.114 Sistema de Transmisión del Movimiento.....	145
Figura III.115 Transmisión del movimiento giratorio.....	145
Figura III.116 Polea acanalada y bombeada.....	146
Figura III.117 Sistema Simple.....	146
Figura III.118 Sistema reductor.....	147
Figura III.119 Sistema multiplicador.....	147
Figura III.120 Sistema transmisor.....	148
Figura III.121 Fórmula de la relación de transmisión.....	148
Figura III.122 Transmisión simple por engranajes.....	149
Figura III.123 Giro de 2 ejes contiguos.....	149
Figura III.124 Velocidades y números de dientes.....	150
Figura III.125 Rueda dentada doble.....	151
Figura III.126 Ruedas dentadas dobles.....	151
Figura III.127 Tornillo sin fin-piñón.....	152
Figura III.128 Sistemas De Transformación Del Movimiento.....	154
Figura IV.129 Estructura Lógica de un PLC.....	159
Figura IV.130 Estructura Básica del PLC.....	160
Figura IV.131 Ciclo de funcionamiento del CPU de un PLC.....	162
Figura IV.132 Arquitectura básica de un PLC.....	168
Figura IV.133 Estructura interna de los buses de comunicación del PLC.....	168
Figura IV.134 Partes Componentes del PLC.....	170
Figura IV.135 Estructura interna del PLC.....	171
Figura IV.136 Esquema de entradas del PLC.....	172
Figura IV.137 Esquema de salidas del PLC.....	172
Figura IV.138 Disposición física de los elementos del PLC.....	174

Figura IV.139 Conexión de tarjetas digitales.....	176
Figura IV.140 PLC S7-1200.....	180
Figura IV.141 Partes de Expansión de un PLC S7-1200.....	180
Figura IV.142 Módulos de señales de un PLC.....	181
Figura IV.143 Modulo de Señales de un PLC S7-1200.....	184
Figura IV.144 Almacenamiento de Datos.....	186
Figura IV.145 Componentes del árbol de proyecto.....	188
Figura VI.146 Perfil modular de aluminio.....	194
Figura VI.147 Conector de perfil perpendicular.....	194
Figura VI.148 Angulo de sujeción.....	194
Figura VI.149 Tuerca cabeza de tornillo.....	194
Figura VI.150 Riel DIN.....	195
Figura VI.151 Tornillo sin fin.....	196
Figura VI.152 Tarjetas electrónica uno.....	197
Figura VI.153 Tarjetas electrónica dos.....	198
Figura VI.154 Montaje del motor 1 eléctrico de engranaje 24 Vdc.....	199
Figura VI.155 Montaje del motor 2 eléctrico de engranaje 24 Vdc.....	199
Figura VI.156 Panel de control.....	200
Figura VI.157 Unidad de mantenimiento.....	202
Figura VI.158 Pinza neumática.....	203
Figura VI.159 Montaje del cilindro neumático con su cuña.....	203
Figura VI.160 Montaje del Brazo neumático.....	204
Figura VI.161 Diagrama de conexión neumática.....	204
Figura VI.162 Montaje del sensor Sharp.....	205
Figura VI.163 Sensor magnético de cilindro neumático.....	206
Figura VI.164 Sensor magnético de la pinza neumática.....	207
Figura VI.165 Montaje del sensor óptico.....	208
Figura VI.166 Grafcet.....	214
Figura VI.167 Asignación de las variables de ENT/SAL a la base de datos.....	217
Figura VI.168 Software LabVIEW 2012.....	218
Figura VI.169 Arquitectura Típica de un OPC.....	220
Figura VI.170 Ingreso a NI OPC Server.....	220
Figura VI.171 Agregando un nuevo canal TESIS_ESPOCH.....	220
Figura VI.172 Seleccionamos el dispositivo Siemens.....	221
Figura VI.173 Selección de parámetros de comunicación.....	221
Figura VI.174 Selección de parámetros predeterminados.....	222
Figura VI.175 Pantalla de resumen de la configuración del canal.....	222
Figura VI.176 Añadiendo un nuevo dispositivo en el canal.....	223
Figura VI.177 Añadir un nombre al dispositivo creado.....	223
Figura VI.178 Selección del PLC S7-1200.....	224
Figura VI.179 Agregar la dirección 192.168.0.1 del PLC.....	224
Figura VI.180 Configuración de los parámetros de tiempo de comunicación.....	225
Figura VI.181 Aquí se puede activar la opción Auto Demotion.....	225
Figura VI.182 Selección del número de puerto a utilizar.....	226
Figura VI.183 Parámetros del nuevo dispositivo para establecer tipo de conexión.....	226
Figura VI.184 Parámetros por defecto del controlador S7-1200.....	227
Figura VI.185 Resumen de la configuración del dispositivo.....	227
Figura VI.186 OPC Server listo para la creación de los tags.....	228

Figura VI.187 Propiedades de los tags.....	228
Figura VI.188 Etiqueta configurada y creada.....	229
Figura VI.189 Parámetros de la ventana de OPC Quick Client.....	230
Figura VI.190 Monitoreo desde LabVIEW.....	230
Figura VI.191 Creación del nuevo VI para monitorear el PLC.....	231
Figura VI.192 Creación de un I/O Server.....	231
Figura VI.193 Selección OPC Client de la lista.....	232
Figura VI.194 Configuración de Cliente OPC.....	232
Figura VII.195 Módulo de proceso implementado.....	236

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.I Tipos de Sensores Ópticos.....	89
Tabla III.II El modelo OSI fue introducido para definir una red por medio de una estructura de siete capas.....	99
Tabla III.III Redes seriales.....	101
Tabla III.IV Modelo OSI y su relación con Ethernet.....	102
Tabla III.V Elementos eléctricos básicos.....	129
Tabla III.VI Símbolos comunes eléctricos.....	131
Tabla IV.VII Señales digitales y Signal Boards.....	181
Tabla IV.VIII Tipo de Datos.....	188
Tabla V.IX Detalles de Gastos (“Continuación”).....	190
Tabla VI.X Asignación de las variables de Entradas/Salida en el PLC.....	211

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1

Manual de prácticas para el módulo de un proceso de almacenamiento.

ANEXO 2

Hoja guía de prácticas.

ANEXO 3

Variables y programación en El TIA Portal V11

ANEXO 4

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

ANEXO 5

Diagrama eléctrico.

ANEXO 6

Encuesta aplicada (análisis y resultados).

ANEXO 7

Diseño del HMI

INTRODUCCIÓN

El diseño e implementación de un módulo para el proceso de almacenamiento controlado por medio de un PLC Siemens S7-1200 CPU 1212, servirá para equipar el Laboratorio de Automatización Hidráulica y Neumática de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la ESPOCH,

El desarrollo de este proyecto permitirá a los estudiantes realizar prácticas de control automático aplicando los conocimientos teóricos en las diferentes áreas de control como neumática, mecánica, electrónica e instrumentación; desarrollando de esta manera destrezas y habilidades en el ámbito práctico para en lo posterior no tener dificultades en su vida laboral como profesionales.

El proceso de almacenamiento está diseñado en base a un modelo industrial el cual permitirá el almacenamiento de piezas mediante la señal entregada por un sensor, según la elección realizada de la pieza se procederá a almacenar en una de sus bandejas.

Este proceso también puede ser usado para la distribución de piezas ya que una vez almacenadas se procede a su distribución.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

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

La búsqueda de soluciones automatizadas a estos procesos solo pueden ser desarrolladas mediante la simulación en el cual intervengan áreas multi disciplinarias que hagan uso de tecnologías híbridas tales como mecatrónica, electro neumática y sensorica, apoyadas por sistemas de hardware y software de control, que desarrollen potentes sistemas de control y programas que den soluciones estándar o personalizados a los diferentes problemas planteados.

1.2 JUSTIFICACIÓN

En la actualidad la automatización y el control de procesos de almacenamiento en la industria grande y pequeña es una necesidad que viene creciendo de forma acelerada por lo que es imperioso que los estudiantes de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales, tengan una formación sobre estos procesos y se familiarice con estos temas de un modo práctico. El desarrollo de este proyecto tiene como objetivo diseñar e implementar un módulo para la simulación de un proceso de almacenamiento controlado por medio de un PLC.

El presente proyecto permite aprovechar, los conocimientos adquiridos de los estudiantes junto con los recursos técnicos y tecnológicos presentes en este proyecto para el desarrollo de una herramienta de simulación que facilite el aprendizaje y mejora de destrezas prácticas en el diseño de un control automático de los procesos de almacenamiento industrial por parte de los estudiantes en los laboratorios de la escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales.

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

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

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

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar el diseño del módulo para el proceso de almacenamiento de piezas.
- Realizar el respectivo reconocimiento de piezas, utilizando diversos sensores y componentes industriales.
- Desarrollar el programa en el TIA Portal V11 del PLC Siemens 1200 para la ejecución correcta del proceso.
- Controlar los motores DC para el correcto funcionamiento en el almacenamiento de las piezas.
- Realizar un manual de prácticas para la utilización del módulo para el proceso de almacenamiento de piezas.
- Realizar encuestas a los estudiantes de noveno y décimo de la Escuela de ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la ESPOCH para saber el impacto que tiene el modulo didáctico para un proceso de almacenamiento en su formación como futuros profesionales.

1.4 HIPÓTESIS

Una vez desarrollada la implementación, automatización y simulación del módulo de almacenamiento controlado por un PLC Siemens S7-1200 lograra que los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, por medio de la práctica que realizaran en este modulo, les permitirá fortalecer los conocimientos adquiridos sobre los diferentes procesos de almacenamiento industrial y otros procesos que intervienen en este tipo de tecnología.

CAPITULO II

TECNICAS QUE INTERVIENEN EN UN PROCESO DE ALAMACENAMIENTO

2.1 Sistemas modulares de manipulación

2.1.1 Introducción

El concepto de “técnica de manipulación” incluye etimológicamente la palabra “mano”, de la que sabemos que puede ser extraordinariamente versátil. Si intentamos sustituirla por sistemas técnicos en los procesos de fabricación industrial, esperamos que dichos sistemas funcionen con rapidez, precisión y fiabilidad. Sin embargo, la versatilidad no es un criterio determinante en todos los casos.

Por ejemplo, no es necesaria para cerrar botellas o para el montaje de bolígrafos. Para efectuar estas operaciones suele recurrirse a sistemas de “tomar y colocar”, denominados generalmente con la expresión Inglesa: “pick & place”.

Estos sistemas se encargan principalmente de manipular piezas durante los procesos de fabricación o de montaje de máquinas o aparatos de diversa índole.

En consecuencia, no suelen utilizarse para la manipulación de herramientas en los procesos industriales.

Aunque es usual utilizar robots en las fábricas y a pesar de que su cantidad aumenta constantemente, siguen instalándose más equipos de pick & place que robots.

Esto es así simplemente porque hay y seguirán habiendo muchas operaciones de tomar y colocar para las que el uso de un sistema de manipulación libremente programable sería demasiado costoso. Sin embargo, sobre la tecnología pick & place apenas se han publicado textos especializados.

Esta circunstancia justifica la aparición del presente libro. Su finalidad consiste en mostrar cuáles son las posibilidades y los medios disponibles actualmente para resolver operaciones de manipulación sencillas.

En este contexto es especialmente importante referirnos a los sistemas que tienen una disposición constructiva por módulos y, también, a los actuadores neumáticos, porque la sustitución de la mano por la máquina tiene que ser tanto funcional como económica.

En este sentido, este libro está dirigido a los técnicos relacionados con la práctica, que buscan ideas y soluciones concretas con el fin de elevar el nivel de eficiencia de los procesos industriales.

2.1.2 La manipulación de piezas como proceso auxiliar

Cada generación forja su propio futuro y está orgullosa de sus progresos tecnológicos. Sin embargo, todo lo nuevo se basa en algo anterior, por lo que el origen de una novedad suele ser más antiguo de lo que se piensa.

El gran físico Heinrich Helmholtz (1821-1894), refiriéndose al tema, dijo lo siguiente durante un discurso que pronunció en 1854: “Ahora no intentamos conseguir más máquinas capaces de hacerse cargo de los miles de trabajos que realiza una sola persona; más bien buscamos lo contrario, es decir, conseguir una máquina capaz de realizar un solo trabajo y de sustituir a miles de personas.

Sus pensamientos se anticiparon a tiempos posteriores. En cierto sentido, con sus palabras hizo una comparación entre el “robot de funciones universales” y la “máquina especializada”. Los sistemas de pick & place son, sin duda alguna, equipos especializados. Sobre ellos hablaremos en este libro. Los sistemas de pick & place y equipos similares sencillos no son robots en miniatura; más bien representan una especie propia dentro del mundo de las técnicas industriales. Al evolucionar los sistemas de fabricación, se encontraron medios para moverlas piezas.

2.1.3 Tareas de la técnica de la manipulación

En vista de la existencia de una demanda de millones de piezas exactamente iguales, los técnicos dieron rienda suelta a su fantasía con el fin de obtener mecanismos capaces de sustituir las manos por máquinas para manipular las piezas. Así fueron surgiendo productos como las agujas, luego las bombillas y posteriormente los automóviles.

En la Figura II.1 se muestra un equipo para puncionar ojos de agujas, ideado en 1871 por un mecánico apellidado Kaiser, oriundo de Iserlohn. En su sistema, dos agujas forman pareja debidamente posicionadas para permitir la automatización del proceso.

Después de la operación de estampado y punzonado, las dos agujas vuelven a separarse. Ello significa que, dada su configuración, el sistema ya entonces era automatizable. Tal como puede apreciarse en el esquema, la máquina disponía de levas.

Técnica de alimentación
del siglo XIX para estampar
y punzonar agujas.

Los símbolos tienen los
siguientes significados:
Cargar – Distribuir – Sujetar –
Deformar – Entregar

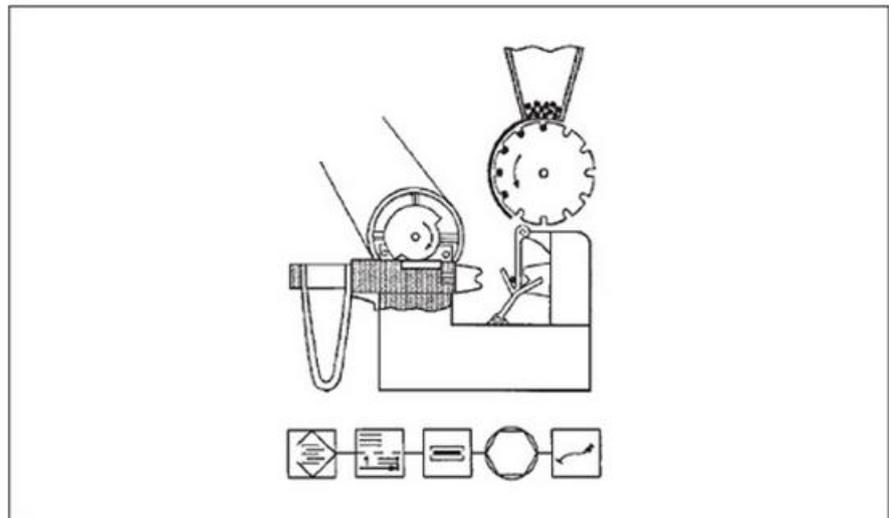


Figura II.1 Técnicas de alimentación del siglo XIX para estampar y punzonar agujas

Los símbolos que explican las funciones de alimentación de piezas fueron definidos hace ya 40 años en la directiva VDI 3239, y contribuyeron a que las operaciones de manipulación de piezas adquirieran una importancia específica durante la planificación de proyectos.

Bajo el término “manipulación de piezas” se entienden todos los procesos destinados al transporte de materiales y de piezas en la zona de máquinas utilizadas para la fabricación.

En estos procesos, las piezas llegan en la posición correcta, en la cantidad precisa y en el momento indicado para ser debidamente sujetadas en el lugar adecuado, en el que serán sometidas a una operación de mecanización. Una vez concluida esta operación, el sistema de manipulación vuelve a soltar la pieza.

Una de las primeras aplicaciones de las técnicas de alimentación de piezas fueron las prensas para acuñar monedas, los tornos automáticos simples y, también, la fabricación de balas de fusil. Pero también en la era de los robots, hay muchas aplicaciones sencillas para las que los sistemas de pick & place son más que suficientes.

No debemos olvidar que esos sistemas son los más difundidos para las operaciones de alimentación de piezas, ya que los robots industriales únicamente cubren una pequeña parte de esos procesos.

El uso de un robot es, en la mayoría de estos casos, innecesario y, además, los robots han sido concebidos frecuentemente para ejecutar una operación muy específica, como por ejemplo aplicar pintura a una carrocería.

La evolución tecnológica y el aumento de las posibles aplicaciones han tenido como consecuencia que los sistemas de pick & place se parezcan a los sistemas libremente programables. Incluso ya existen equipos de pick & place de control numérico (NC).

Su utilización depende de la ejecución de determinados movimientos específicos y de otras condiciones secundarias. En la Figura II.2 se ofrece un esquema general al respecto. Las actividades desplegadas, en términos generales, en el ámbito de la fabricación de maquinaria y en el sector electrotécnico, se reparten de la siguiente manera:

- Un tercio: mecanizado
- Un tercio: montaje
- Un tercio: manipulación, transporte y almacenamiento



Figura II.2 Distribución general de los procesos técnicos industriales

2.1.4 El principio del funcionamiento de los equipos de pick & place

En todo el mundo proliferan los términos técnicos en inglés. Concretamente, los equipos denominados de pick & place son equipos que se encargan de tomar y colocar las piezas, por lo general para alimentarlas a las máquinas.

Entre los equipos más difundidos están los de dos ejes, que ejecutan determinados movimientos según secuencias fijas con el fin de manipular piezas, en general de tamaños y pesos pequeños y medianos.

Los equipos de pick & place ejecutan movimientos en secuencias, recorridos y ángulos fijos, lo que significa que sus funciones cambian únicamente sustituyendo sus elementos o efectuando los ajustes correspondientes.

En inglés existen muchos otros términos que, en realidad, tienen un significado parecido, tales como loader o feeder (equipos de alimentación de piezas), non-servo robot y fixed sequence robot (concepto utilizado en Japón).

En lenguaje técnico estadounidense antes se utilizaba un término muy curioso, aunque acertado: “bang-bang-robot”, aludiendo a los golpes sumamente duros que se producían en los finales de carrera sin amortiguación.

El concepto de pick & place, es decir, tomar y colocar, es muy acertado, ya que tanto la operación de tomar una pieza como la de colocarla se refiere a los puntos finales de una secuencia de movimientos complementarios entre sí.

Para “tomar” una pieza es necesario disponer de un dispositivo para sujetar y elevar una pieza y el término “colocar” se refiere a la entrega de la pieza en un lugar determinado.

En la Figura II.3 se indica el desarrollo típico de los movimientos, también llamado ciclo de movimientos.

Observamos que se ejecutan las siguientes secuencias de movimientos:

- Tomar una pieza con una pinza (pick-up en inglés)
- Trasladar la pieza (transfer en inglés)
- Abrir la pinza para colocar la pieza (place en inglés)

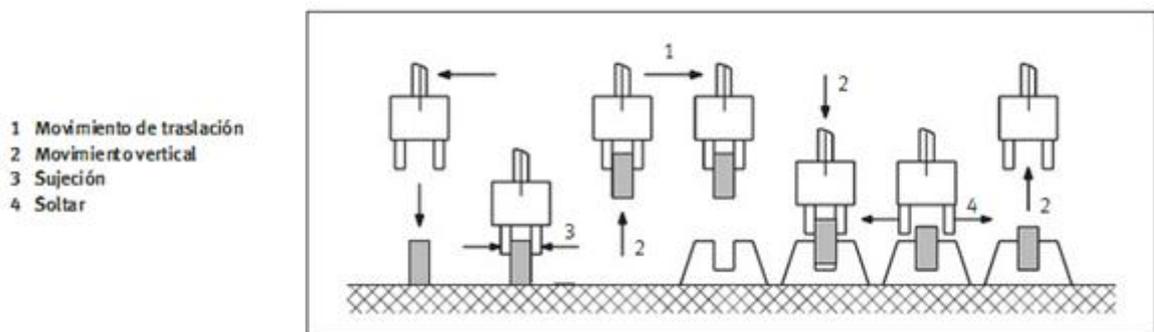


Figura II.3 Movimientos ejecutados en una operación de pick & place

Los equipos se diferencian entre sí según si son compactos o si están constituidos por módulos. Los módulos son estandarizados, pudiéndose así considerar debidamente las exigencias que plantea cada aplicación.

En la Figura II.4 se muestra un equipo compacto muy interesante, dotado de actuadores giratorios eléctricos. Los engranajes se encargan de transformar los movimientos giratorios en movimientos lineales. El actuador de la unidad central se encarga de hacer

girar toda la estructura. El ejemplo no incluye un movimiento de elevación en el plano vertical, aunque sería perfectamente posible incluirlo.

La alimentación de la energía y la transmisión de datos hacia el actuador final es un problema que suele resolverse con alguna solución que difícilmente es ideal, utilizándose tubos flexibles, tubos en espiral o cadenas portadoras.

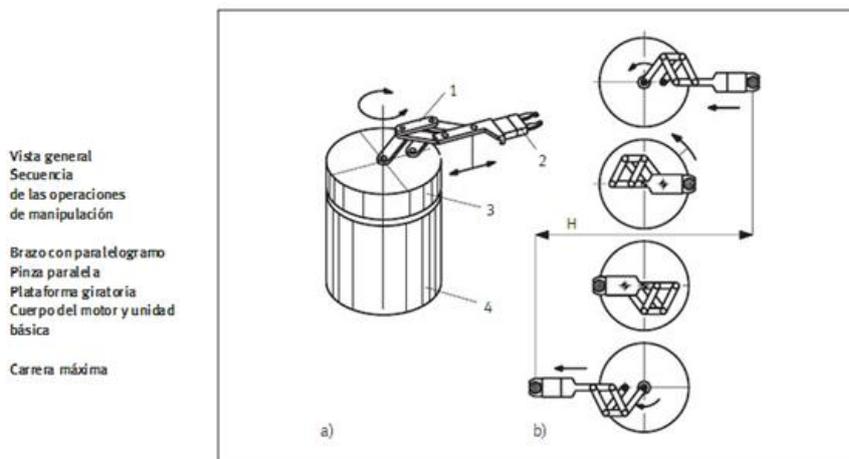


Figura II.4 Equipo de alimentación compacto con brazo constituido por elemento que forma un paralelogramo

La alimentación de la energía y la transmisión de datos hacia el actuador final es un problema que suele resolverse con alguna solución que difícilmente es ideal, utilizándose tubos flexibles, tubos en espiral o cadenas portadoras. En la Figura II.5 vemos una estructura típica de una unidad de manipulación compuesta de varios módulos. Se trata de un equipo que retira una a unas placas que se encuentran apiladas para colocarlas sobre una cinta de transporte.

En el ejemplo que aquí se muestra, el movimiento horizontal está a cargo de cilindros neumáticos sin vástago unido entre sí por un puente.

Tratándose de placas pequeñas y ligeras, podría prescindirse de uno de los dos cilindros, sustituyéndolo, por ejemplo, por una guía lineal provista de rodillos. Las ventosas son accionadas en función de un ciclo abierto rectangular (ciclo en C).

Equipo de alimentación
constituido por módulos
y provisto de ejes lineales
neumáticos

- 1 Cilindro normalizado
- 2 Puente
- 3 Cilindro sin émbolo
- 4 Ventosa
- 5 Estructura portante
- 6 Sistema de transporte
- 7 Pieza

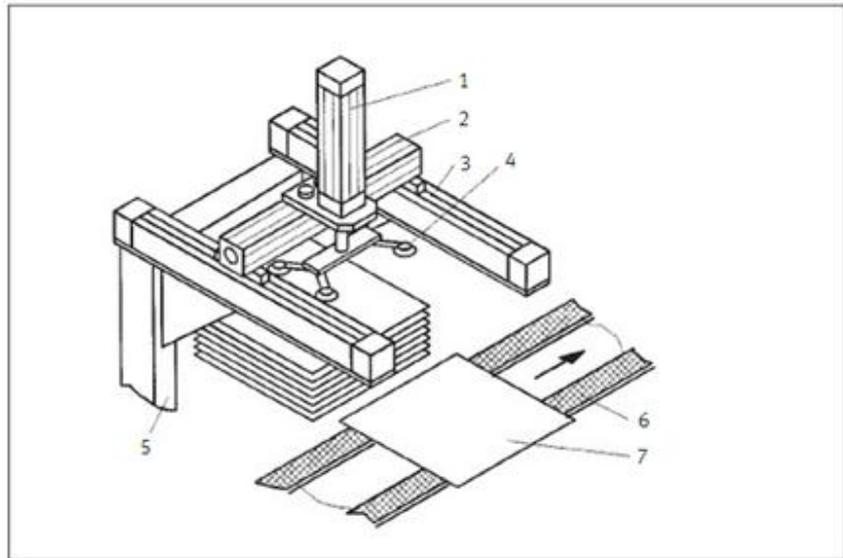


Figura II.5 Equipo de alimentación constituido por módulos y provisto de ejes lineales neumáticos

Un criterio para diferenciar entre los equipos de alimentación es la energía utilizada. La energía es indispensable para el funcionamiento del sistema, pero ¿qué energía utilizar?

Energía eléctrica

Las unidades electromecánicas ejecutan movimientos lineales o circulares mediante husillos o guías. En el caso de equipos dotados de varios ejes, las carreras de los movimientos individuales se suman para obtener el movimiento resultante.

Este movimiento puede ser, por ejemplo, circular, y el elemento que define dicho movimiento puede tener una o varias curvaturas. En la Figura II.6 puede apreciarse el principio de funcionamiento de un equipo de esta índole. El elemento curvo es, a la vez, el que define el recorrido y el que transmite la energía.

Estos equipos son muy rápidos (menos de un segundo por cada ciclo de movimientos) y se utilizan únicamente para la fabricación en grandes series.

Los elementos excéntricos pueden tener forma de disco, de esfera o pueden tener ranuras. En la Figura II.7 apreciamos el ejemplo de una unidad compacta con ciclo de elevación y giro.

Esquema de un equipo eléctrico de alimentación de piezas con movimientos lineales controlados por un elemento excéntrico

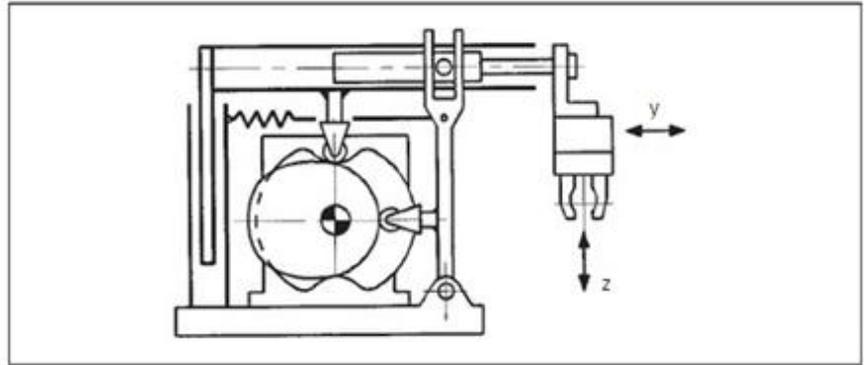


Figura II.6 Esquema de un ejemplo de alimentación de piezas con movimientos lineales controlados por un elemento excéntrico

El motor, que actúa sobre una excéntrica que acciona un rodillo, permite ejecutar movimientos giratorios en vaivén. El movimiento de elevación está a cargo de una excéntrica en forma de disco. La pinza funciona neumáticamente.

La estructura modular permite obtener equipos debidamente adaptados a una aplicación específica, como por ejemplo dotados de dos brazos o de una columna de elevación provista de elementos de apoyo o de alimentación adicionales si así lo exige la masa de las piezas.

1 Brazo giratorio
2 Pinza
3 Unidad elevadora y giratoria
4 Excéntrica
5 Motor reductor

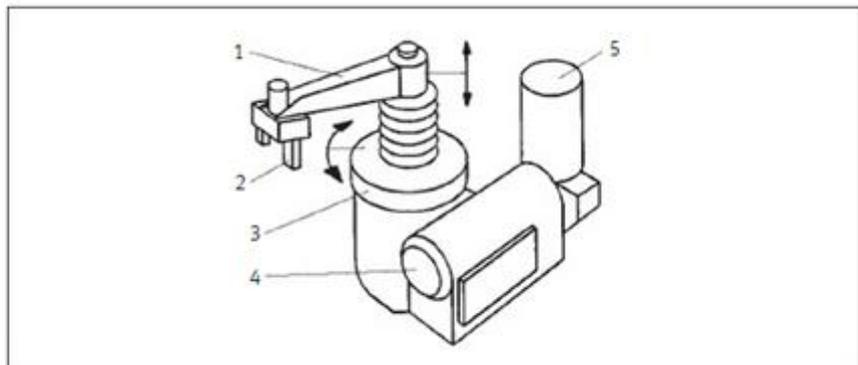


Figura II.7 Alimentador y elevador giratorio (Ferguson)

Algunos consideran que los equipos controlados por una excéntrica ya no son modernos. Sin embargo, la realidad demuestra lo contrario. Estos equipos son muy silenciosos, sus movimientos son precisos y funcionan a gran velocidad.

Si la curvatura es la correcta, es posible conseguir que el movimiento sea muy homogéneo y se ejecute sin tirones. No obstante, por lo general sólo es posible regular el sentido del movimiento sin modificar el recorrido definido por la curvatura del elemento.

En consecuencia, la oportunidad de la aplicación de estos equipos depende de cada caso específico. Tratándose de aplicaciones especiales, la cinemática puede llegar a ser muy peculiar.

En la Figura II.8 se aprecia cómo es posible alimentar piezas mediante un movimiento circular recurriendo a un sólo actuador que ejecuta un segundo movimiento.

A pesar de que el movimiento realizado para la alimentación de la pieza a la máquina es circular, el actuador ejecuta un movimiento lineal para volver a su posición inicial. La rueda de accionamiento actúa sobre una rueda dentada que, a su vez, actúa sobre la guía deslizante del brazo de manipulación.

Sin embargo, este brazo no tiene un centro de giro fijo ya que está montado sobre un carro de movimiento lineal sin accionamiento propio.

Esta cinemática tiene como consecuencia que el extremo del brazo ejecute el movimiento que consta en el gráfico.

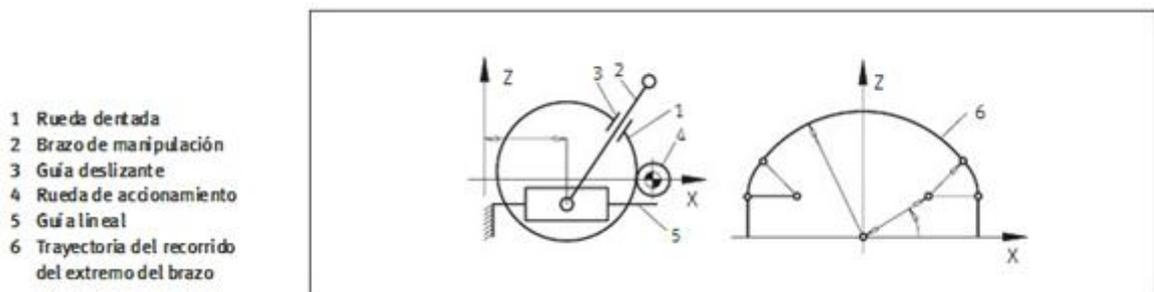


Figura II.8 Un equipo de alimentación con cinemática peculiar

Todos los módulos lineales accionados eléctricamente tienen una estructura básica fija. Los movimientos de los carros o brazos de manipulación están a cargo de husillos,

cadenas o correas dentadas. En el caso de los actuadores eléctricos directos, es posible prescindir de una unidad de tracción.

Sin embargo, estos actuadores giratorios y lineales son costosos, por lo que suelen utilizarse poco. Cabe anotar, no obstante, que sus movimientos son extremadamente precisos y, además, muy rápidos. Las ejecuciones con carro pueden ser de yugo o de estructura básica. En el caso de los actuadores lineales neumáticos, estas ejecuciones se reparten por mitades.

Energía neumática

Las unidades lineales neumáticas corresponden a la categoría de los sistemas de accionamiento directo. Ello significa que el movimiento se realiza sin engranajes interpuestos. Lo mismo se aplica a las bombas giratorias de aletas.

No obstante, muchas veces se utiliza un sistema de piñón y cremallera para transformar en movimiento giratorio el movimiento que ejecutan dos émbolos en sentidos opuestos. De esta manera se consigue anular la holgura en las posiciones finales de los actuadores giratorios.

2.1.5 La manipulación de piezas como proceso auxiliar

En principio puede recurrirse a los siguientes componentes neumáticos para configurar sistemas de alimentación de piezas:

- Cilindros neumáticos con o sin unidad de guía
- Unidad lineal con cilindros paralelos
- Unidades lineales sin vástago
- Actuadores giratorios y basculantes
- Actuadores lineales y giratorios
- Pinzas mecánicas y ventosas
- Motores neumáticos

Un motor neumático de alta velocidad puede ser una solución muy adecuada, por ejemplo, en entornos con peligro de explosión. Estos motores son utilizados, entre otros, para manipular brazos que elevan cargas o pueden estar combinados con ruedas de fricción que se encargan del transporte de piezas planas o de placas.

Los motores neumáticos pueden montarse en espacios reducidos y permiten obtener velocidades de transporte sumamente altas. Como bien se sabe, los sistemas neumáticos son rápidos. Sin embargo, los técnicos especializados en procesos industriales están más interesados en la duración de los ciclos de, por ejemplo, un equipo de alimentación de piezas.

Aunque hay quienes afirmen lo contrario, los tiempos de los ciclos no albergan secreto alguno. Existen diversas variantes que explicaremos recurriendo a un ejemplo (Figura II.9).

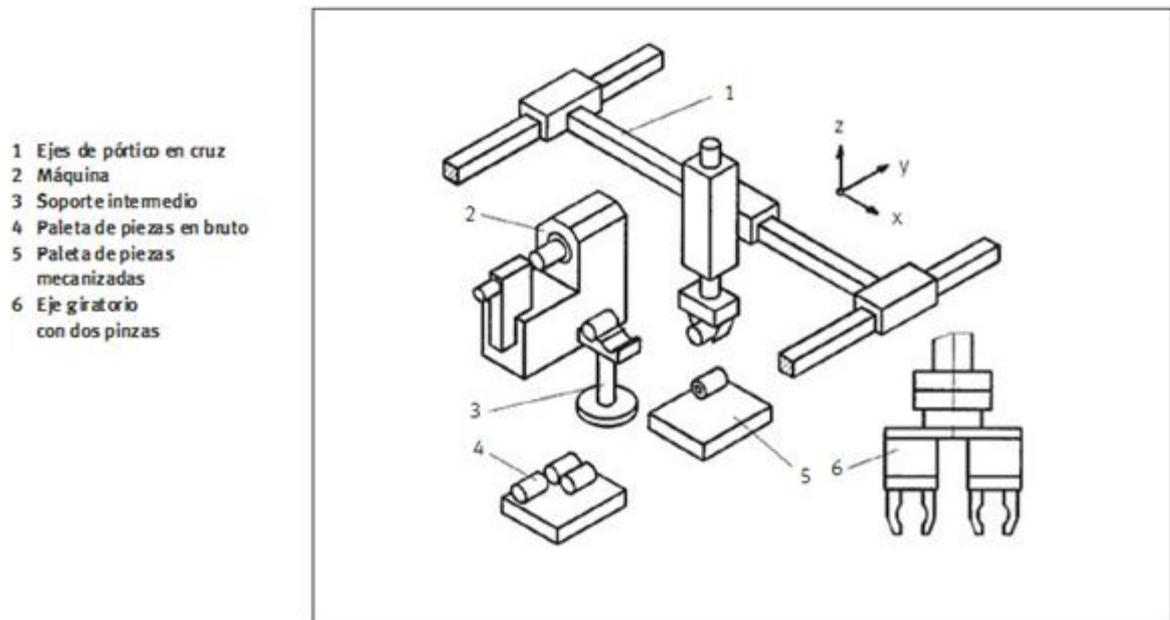


Figura II.9 Alimentación de piezas a una máquina

Recurramos al ejemplo de un pórtico en cruz. El sistema cuenta con dos ejes de posicionamiento que ejecutan sus movimientos en los planos X e Y.

Tratándose de aplicaciones sencillas, bien pueden ser unidades lineales con posiciones intermedias determinadas por topes.

A modo de variante se prevé la posibilidad de incorporar un eje elevador y giratorio provisto de dos pinzas y que ejecuta un movimiento en el plano Z.

Además, el sistema permite la paletización por separado de piezas en bruto y piezas acabadas, aunque es posible prescindirse esta función.

Además, debe ser posible que las piezas se encuentren temporalmente en la cercanía de la zona de las pinzas hasta que queden sujetadas por ellas.

Considerando todas las variantes y posibilidades obtenemos los esquemas de secuencias de movimientos de manipulación que se indican en la Figura II.10. Sin embargo, a primera vista no se aprecian las ventajas principales.

Para conseguirlo, es necesario sumar los tiempos parciales a los tiempos de inactividad de la máquina.

El tiempo de inactividad de la máquina se produce cuando la máquina no puede mecanizar una pieza porque el sistema de manipulación está efectuando la operación de recogida y de alimentación.

En consecuencia, la meta principal consiste en que la máquina vuelva a realizarse trabajo lo más pronto posible. Este tiempo que transcurre hasta que la máquina vuelva a funcionar es el “tiempo entre operaciones”.

Estudiando detalladamente las operaciones necesarias para la alimentación de las piezas es posible reducir la duración de los ciclos.

Una vez definida la meta, es posible formular lo que tienen que cumplir los componentes que se utilizarán para automatizar el sistema.

Se sobreentiende que en todos los casos también tienen que considerarse diversas circunstancias marginales.

En el caso de las variantes 3 y 5, por ejemplo, se supone que las piezas, una vez que sufren una modificación geométrica a raíz del proceso de mecanizado, pueden volver a colocarse en los lugares correspondientes de la paleta que también contiene las piezas en bruto.

- M Máquina
- W Posición de espera del sistema de manipulación o posición de espera de la pieza en la cercanía de la pinza
- R Mecanizado de la pieza
- F Manipulación de la pieza mecanizada
- L Movimiento sin pieza

Variante de solución	Esquema de las secuencias	Tiempo
<p>1 Pinza simple recoge pieza, colocación temporal en W, colocación de piezas acabadas en paleta 1L - 2F - 3R - 4L - 5F - 6L - 7R</p>		$t_B = \sum_{i=1}^4 t_i$ $t_H \hat{=} \sum_{i=1}^7 t_i$
<p>2 Pinza simple recoge pieza, colocación en paleta para piezas acabadas 1L - 2F - 3L - 4R - 5L</p>		$t_B = \sum_{i=1}^5 t_i$
<p>3 Pinza simple recoge pieza, colocación de las piezas acabadas en la paleta de piezas en bruto 1L - 2F - 3L - 4R - 5L</p>		$t_H \hat{=} t_B$
<p>4 Pinza doble recoge pieza, dos paletas: una para piezas en bruto, otra para piezas acabadas 1L - 2FR - 3F - 4L - 5R</p>		$t_B = 2 \cdot t_1 + t_2$
<p>5 Pinza doble recoge pieza, colocación de las piezas acabadas en la paleta de piezas en bruto 1R - 2FR - 3F - 4L - 5R</p>		$t_H = \sum_{i=1}^5 t_i$

Figura II.10 Influencia que tiene la pinza

2.1.6 Aplicaciones

En primer término cabe destacar que las aplicaciones principales se limitan a la manipulación de piezas pequeñas. Claro está que también existen empresas que ofrecen módulos para la manipulación de piezas que pesan varias toneladas, pero dichos sistemas son la excepción.

En el sector de fabricación de maquinaria, en la electrónica, en la mecánica de precisión y en las fábricas de automóviles, las piezas que no pasan de 5 kg cubren aproximadamente un 80 por ciento del total. Este dato explica la existencia de una cantidad ingente de módulos lineales y giratorios que se ofrecen en el mercado para cubrir esa gran demanda.

Para el montaje de piezas pequeñas se utilizan muchos tipos de equipos de alimentación (equipos de pick & place).

Las aplicaciones son muy diversas, desde la unión de piezas a presión, pasando por la alimentación de circuitos impresos, embalaje de productos acabados, paletización de casquillos, manipulación de tablas de aglomerado para muebles (Figura II.11) hasta la lubricación de relojes mecánicos, para dar sólo algunos ejemplos.

Las tablas de aglomerado pesan mucho, por lo que es necesario utilizar varias ventosas para manipularlas y, además, para no dañarlas, es recomendable usar poco vacío.

Las tablas tienen una estructura muy porosa, con lo que si el vacío es grande, la aspiración de aire puede atravesar toda la tabla, aunque sean gruesas, con lo que disminuye la fuerza de adherencia.

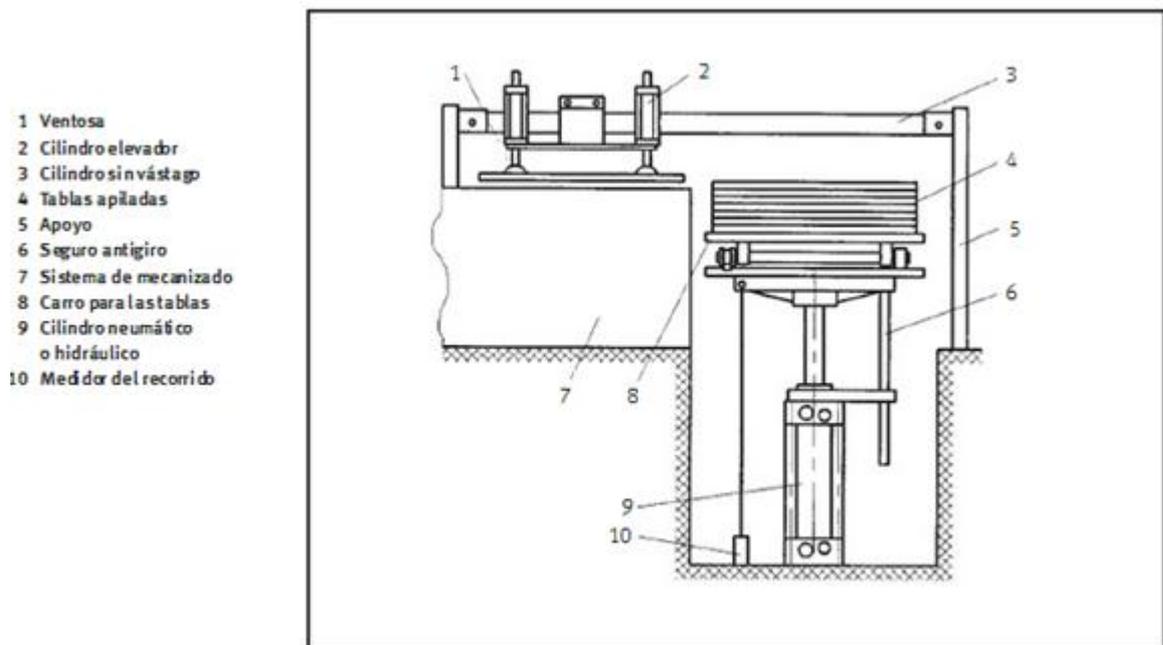


Figura II.11 Recoger tablas de aglomerado apiladas

Muchos afirman que los sistemas de manipulación de piezas representan una amenaza para los puestos de trabajo. No cabe duda de que cualquier sistema automático pone en tela de juicio la presencia del ser humano, tanto en las naves de las fábricas como en las oficinas administrativas.

En consecuencia, hay quienes, preocupados, se preguntan si los equipos automáticos de manipulación de piezas ponen en peligro la subsistencia de los operarios de las fábricas. Es evidente que los equipos automáticos ejecutan las operaciones de manipulación mucho más rápidamente que el hombre y, en consecuencia, aumentan considerablemente el volumen de la producción. Sin embargo, el progreso siempre ha provocado evoluciones de este tipo.

Cuando el cine mudo se transformó en cine sonoro, todos los músicos que tocaban el piano en los cines perdieron su trabajo. También se quedaron sin trabajo los que estaban a cargo del accionamiento de los frenos en cada uno de los vagones de los trenes cuando apareció el sistema de frenos neumáticos que actuaba simultáneamente sobre los frenos de todos los vagones.

¿Cómo se adapta el ser humano a estos cambios? Él es parte del sistema y, en consecuencia, dicho sistema tiene que ser configurado de tal modo que no suponga un peligro para su subsistencia. Si en los niveles más fatigosos ya no se necesita la mano de obra, los operarios tienen que promocionarse profesionalmente para que asuman funciones de mayor nivel. Si ya no hay trabajo para todos, tiene que reducirse el tiempo laboral (disminuyendo las horas diarias, semanales o anuales).

La mecanización del trabajo en la agricultura tuvo como consecuencia una migración masiva de los campesinos hacia las ciudades para trabajar en las fábricas. Las personas cambian sus puestos de trabajo en las fábricas y acuden al sector de los servicios. En resumen: se trata de un proceso continuo y complejo. El progreso y los cambios estructurales son factores intrínsecos del sistema social.

Por ello, la sociedad tiene que adoptar las medidas necesarias para mantener el equilibrio. Así como sería una equivocación prohibir la electricidad porque con ella mueren seres humanos electrocutados, también lo sería el intento de limitar los robots industriales por ley, una pro-puesta que por cierto ya fue planteada en cierta ocasión.

2.2 El uso de los sistemas de pick & place

Primero simplificar y luego automatizar. Este es un criterio que también es válido en la técnica de la manipulación. Si la elección es precipitada, el equipo suele no ser óptimo. Pero, ¿cómo automatizar? ¿Acaso necesariamente tiene que ser un robot industrial? ¿No es suficiente utilizar un equipo de alimentación de piezas? De hecho, en algunos casos ni siquiera se necesita un equipo de alimentación de dos ejes.

Existen muchas operaciones de alimentación de piezas que pueden realizarse perfectamente con medios muy sencillos y, desde luego, utilizando componentes estándar de neumática industrial.

Pero ello no significa que eso se quipos deban menospreciarse, ya que cuanto más sencillo es un equipo, tanto mejor. Lo que no existe, no puede fallar. Por esta razón, en este capítulo analizaremos este tipo de soluciones.

2.2.1 Equipos modulares de manipulación

Las unidades giratorias permiten hacer girar los objetos a lo largo de un determinado ángulo y sus aplicaciones son múltiples. En determinados casos las unidades giratorias se accionan con cilindros lineales, tal como muestra el ejemplo de la Figura II.12.

Las piezas se transportan mediante una cinta (que proviene del fondo del dibujo) y, a continuación, se desvían hacia la derecha o la izquierda. Para conseguirlo, la placa de entrega debe tener tres posiciones. La placa asume su posición intermedia por efecto de un muelle cuando no se aplica presión a ninguno de los dos cilindros.

2.2.2 Utilización de unidades giratorias

La precisión del sistema es más que suficiente para esta aplicación. Esta operación de desviación de piezas es muy frecuente y también podría solucionarse con un actuador giratorio capaz de avanzar hasta tres posiciones.

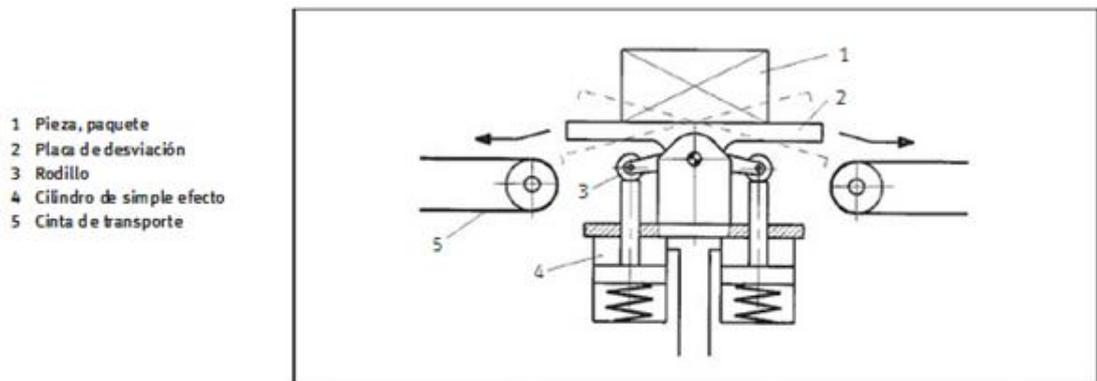


Figura II.12 Cilindro lineal combinado con una unidad giratoria

La solución esquematizada en la Figura II.13 demuestra la distribución selectiva del avance de las piezas. Las placas avanzan por cintas de transporte y al final llegan a una placa basculante.

Normalmente las piezas son distribuidas equitativamente hacia dos estaciones de trabajo; sin embargo, si una de ellas no funciona, las piezas se desvían hacia un solo lado.

El actuador giratorio simplifica la configuración de los componentes mecánicos y, además, es económico. De esta misma manera también pueden diseñarse unidades para invertir el sentido del avance de piezas planas en 180° . En ese caso, los portapiezas deberían ser del tipo adecuado.

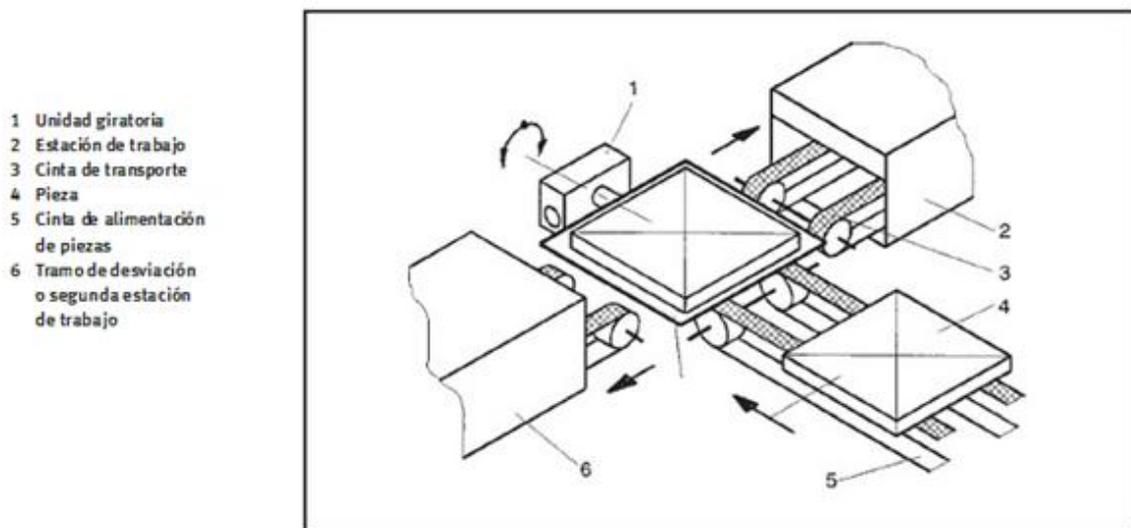


Figura II.13 Desviación del sentido del avance de piezas

Al utilizar unidades giratorias hay que saber cuál es la carga que soportan. Para ello puede recurrirse a los diagramas de rendimiento correspondientes a cada unidad. En dichos diagramas consta el momento de inercia de la masa, el ángulo de giro y el tiempo del giro.

El momento de inercia de la masa de las piezas adosadas al actuador giratorio tiene que calcularse adicionalmente. En la Figura II.14 vemos un ejemplo. Debe tenerse en cuenta que únicamente la placa de conexión está montada directamente sobre el actuador giratorio y, en algunos casos, incluso es parte integrante del mismo.

Todas las demás masas que no se encuentran sobre el eje son consideradas puntos de masas que se encuentran a una determinada distancia del punto de gravedad de la masa, reduciendo el momento de inercia del actuador giratorio.

Sólo considerando este factor pueden sumarse los momentos de inercia. Este procedimiento lleva el nombre de “regla de Steiner”. El momento de inercia total se calcula según la siguiente fórmula.

$$J_{tot} = J_{z1} (\text{Placa}) + J_{z2} (\text{Brazo}) + J_{z3} (\text{Pinza}) + J_{z4} (\text{Pieza})$$

$$J_{tot} = J_{z1} + J_{z2} + m_2 \cdot r_2^2 + J_{z3} + m_3 \cdot r_1^2 + J_{z4} + m_4 \cdot r_1^2$$

Conociendo el valor de J_{tot} puede utilizarse el diagrama de rendimiento para determinar el tiempo de giro factible y admisible suponiendo un ángulo de giro de, por ejemplo, 180°. En el ejemplo aquí explicado, tendría que comprobarse además si el equipo soporta las fuerzas de gravedad ocasionadas por las masas, es decir, si dichas fuerzas son inferiores a la carga máxima que soporta el eje. Dicho sea de paso, Festo dispone de un programa de fácil uso para calcularlos momentos de inercia de las masas.

Dicho programa contiene los valores correspondientes a diversos objetos básicos y a los componentes estándar de Festo.

Después de introducir las dimensiones, el material y la excentricidad, el programa se encarga de calcular el momento de inercia y la masa total.

- 1 Actuador giratorio
- 2 Placa de conexión
- 3 Brazo
- 4 Pinza
- 5 Pieza

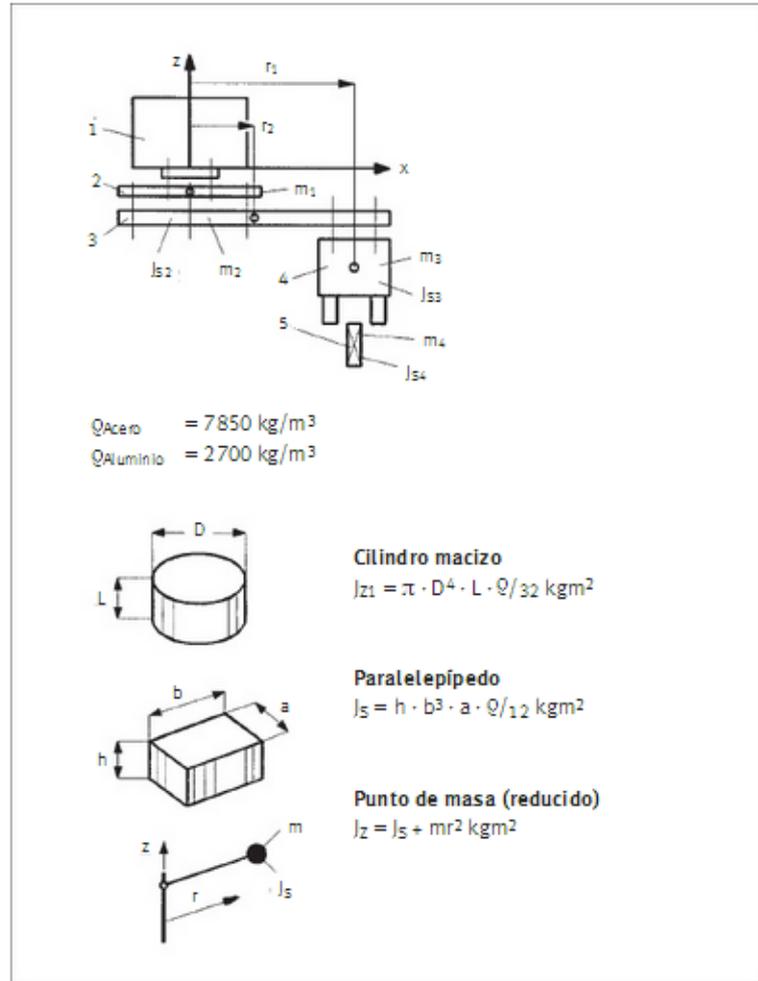


Figura II.14 Unidad giratoria con brazo y pinza

Esos resultados pueden memorizarse e imprimirse. En la Figura II.15 vemos el aspecto que en la pantalla tiene ese programa.



Figura II.15 Captura de pantalla del programa “cálculo de momentos de inherencia de las masas”

La unidad con brazo giratorio de la Figura II.16 tiene aproximadamente las mismas proporciones que aparecen en la Figura II.14.

El eje giratorio hueco es un detalle interesante, ya que permite el paso de vacío o de aire comprimido (si se utiliza un generador de vacío tipo Venturi).

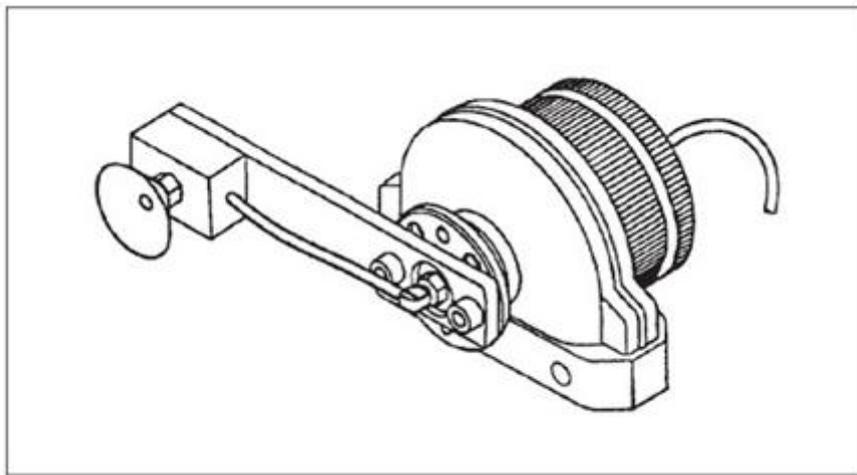


Figura II.16 Unidad con brazo giratorio, un componente clásico de Festo

A continuación explicaremos el ejemplo de un sistema utilizado en la técnica de procesos. Las unidades giratorias también son una buena solución para controlar el flujo de material a granel, tal como muestra el ejemplo de la Figura II.17. El truco consiste en colocar correctamente los canales en el tambor. La función de manipulación es en este caso la bifurcación del flujo del material, es decir, dividir un flujo en dos flujos parciales.

Dicho sea de paso que si el material es inflamable, el uso de actuadores neumáticos contribuye a reducir el riesgo de explosión. Esta misma solución también podría utilizarse para distribuir piezas pequeñas que no se traban entre sí, utilizando vacíos.

En el mercado pueden adquirirse diversas variantes de equipos de alimentación o dosificación por vacío.

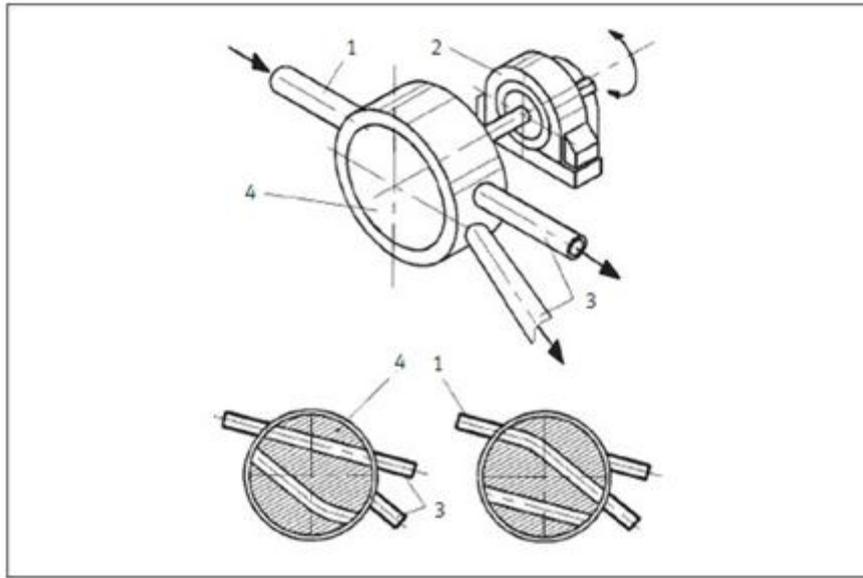


Figura II.17 Desvío del flujo de material

Para finalizar el tema del uso de actuadores giratorios, explicaremos el funcionamiento de un equipo de alimentación que se usa, por ejemplo, en sistemas de montaje automático. Se trata de un equipo que retira piezas individuales (distribución de piezas). En la Figura II.18 se aprecia un alimentador doble para conseguir un flujo doble de las piezas.

Ambos empujadores giratorios están conectados entre sí mediante ruedas dentadas, de modo que funcionan de modo sincronizado. Claro está que también podrían utilizarse unidades de aletas giratorias, con las que la mecánica sería algo más sencilla, pero el conjunto ocuparía más espacio.

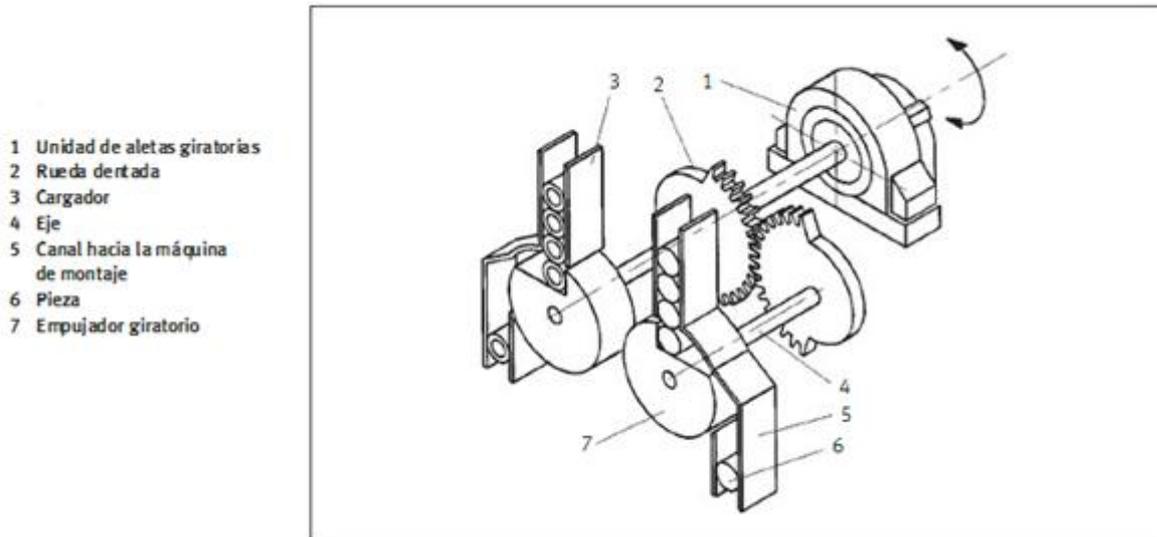


Figura II.18 Alimentador doble para la distribución de piezas de montaje

2.2.2.1 Sistema de un eje y sistemas de varios ejes

Hay muchas tareas de manipulación de piezas que pueden resolverse tanto con soluciones complicadas como con soluciones sencillas. Por esta razón nos parece oportuno ofrecer algunos ejemplos.

En estaciones de embalaje a menudo es necesario dividir el flujo de las piezas. Para ello puede recurrirse a cintas de transporte especiales que en la parte superior tienen chapas de deslizamiento y elementos curvos en la parte inferior, de modo que las piezas avanzan en posición transversal.

En la Figura II.18 vemos que con ese fin se utiliza un cilindro multiposicional (dos cilindros unidos) que permite obtener tres posiciones fijas.

Los movimientos pueden ejecutarse según determinadas secuencias, mediante señales externas o, también de modo aleatorio. La velocidad de la cinta de transporte de salida permite separar las piezas entre sí; algo indispensable en esta aplicación concreta.

En máquinas deformadoras de material y en diversas máquinas especiales, las piezas tienen que alimentarse secuencialmente desde una cinta. En la Figura II.19 se muestra

un equipo de alimentación que consta de un cilindro neumático sin vástago y de dos pinzas paralelas.

Si bien es cierto que para este tipo de aplicaciones existen alimentadores especiales, en determinados casos y tratándose de máquinas especiales es posible ahorrar espacio con una solución de confección propia. El trayecto de avance se limita de modo preciso con topes o amortiguadores externos. En el movimiento de retorno, las pinzas están abiertas.

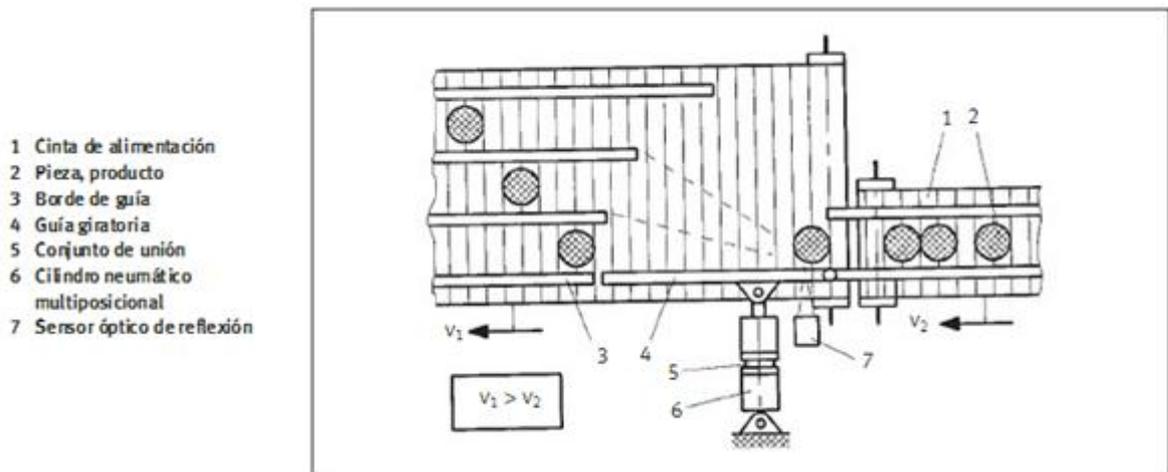


Figura II.19 Cinta distribuidora adecuada para velocidades de transporte bajas

En el caso concreto que aquí se explica no se utiliza una mordaza que sujete la cinta en esta fase ya que se supone que durante la fase de retorno la cinta todavía se encuentra prensada por la máquina de deformación o corte del material.

El control está a cargo de una leva del eje central (eje principal). Modificando la posición de la leva es posible regular el momento más adecuado para el movimiento de avance abiertas.

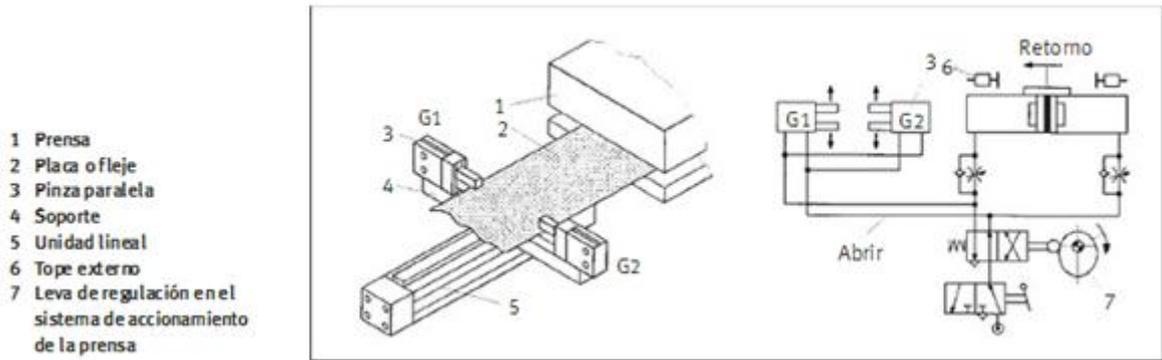


Figura II.20 Alimentación de placas o flejes mediante pinzas paralelas

Las unidades giratorias también pueden utilizarse para confeccionar equipos de alto rendimiento de un solo eje. Analicemos un ejemplo. En la Figura II.21 puede apreciarse un equipo para trasladar piezas. Las placas se recogen mediante ventosas y a continuación el sistema se encarga de transportarlas de una cinta a la otra.

Los vástagos pasan entre las vías de rodillos y en la configuración que aquí se explica hay suficiente tiempo para la entrega de las placas, ya que el actuador giratorio se mueve lentamente y de modo homogéneo.

El ángulo de giro es inferior a 180° . Sin embargo, los sistemas neumáticos no son muy apropiados para ejecutar movimientos lentos. En consecuencia, no basta con hacer pasar el aire de escape por una válvula reguladora de caudal.

Por ello es recomendable recurrir a dos válvulas de regulación (Figura II.22). En este caso, la regulación es más precisa, ya que es posible regular el aire de alimentación y el aire de escape.

La generación más lenta de la presión permite acelerar más lentamente y, además, así se consigue evitar impactos demasiado fuertes en los finales de carrera.

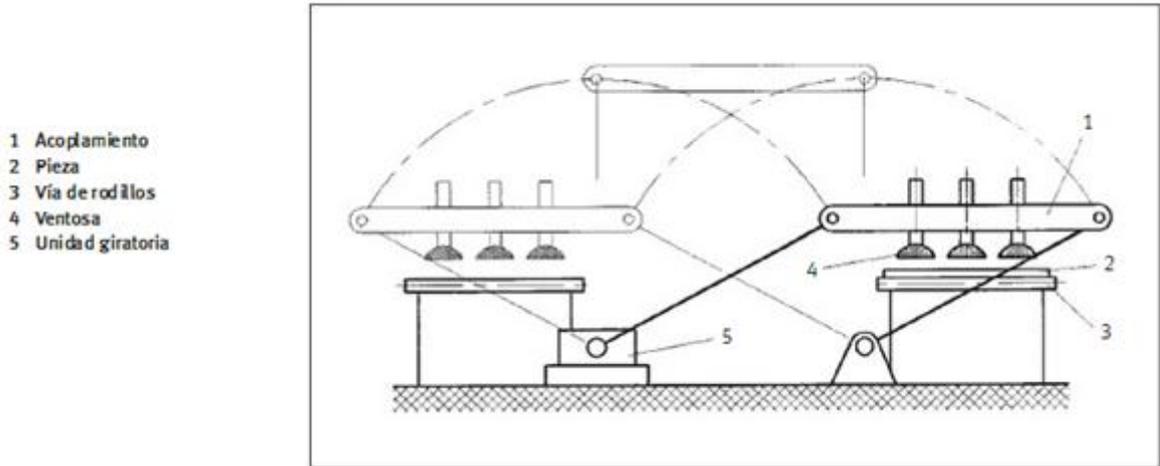


Figura II.21 Equipo para transportar piezas planas de una posición a otra

Si el momento de giro de un solo actuador giratorio es insuficiente, también es posible montar un actuador giratorio en cada lado del acoplamiento. En ese caso, los dos actuadores están unidos mecánicamente.

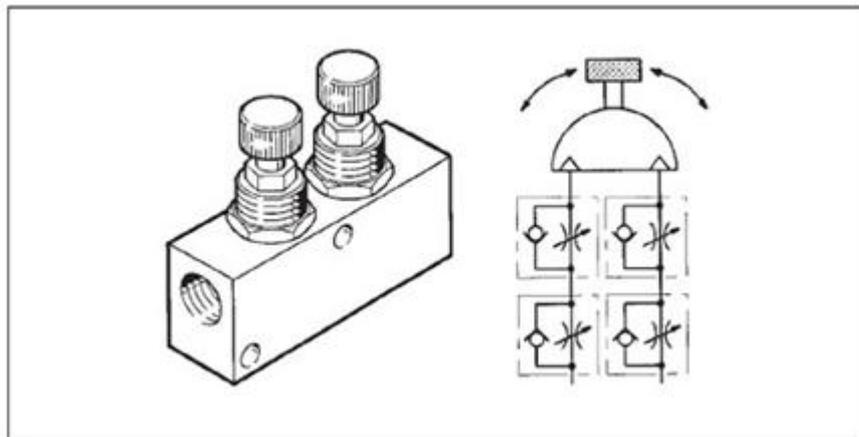


Figura II.22 Válvula doble de regulación de caudal

Si el momento de giro de un solo actuador giratorio es insuficiente, también es posible montar un actuador giratorio en cada lado del acoplamiento.

En ese caso, los dos actuadores están unidos mecánicamente. Finalmente vemos en la Figura II.23 un equipo de manipulación con 4 ejes móviles. Sin embargo, tan sólo el eje A1 tiene que ser un eje de posicionamiento. Los demás ejes simplemente ejecutan movimientos entre topes amortiguados.

En ese caso, la pieza que es objeto de la manipulación es un CD. Éste se recoge mediante ventosas, se eleva ligeramente y a continuación se produce un giro en 90° para entregarlo en un cargador.

Una vez entregado el CD en la ranura del cargador, el eje A1 se encarga de retirar ligeramente las ventosas. Entonces el brazo vuelve a girar hasta llegar a su posición inicial para recoger el siguiente CD.

Como puede apreciarse, buena parte del equipo de manipulación está constituido por componentes de probada eficiencia, lo que significa que es perfectamente posible prescindir de un robot industrial en este caso.

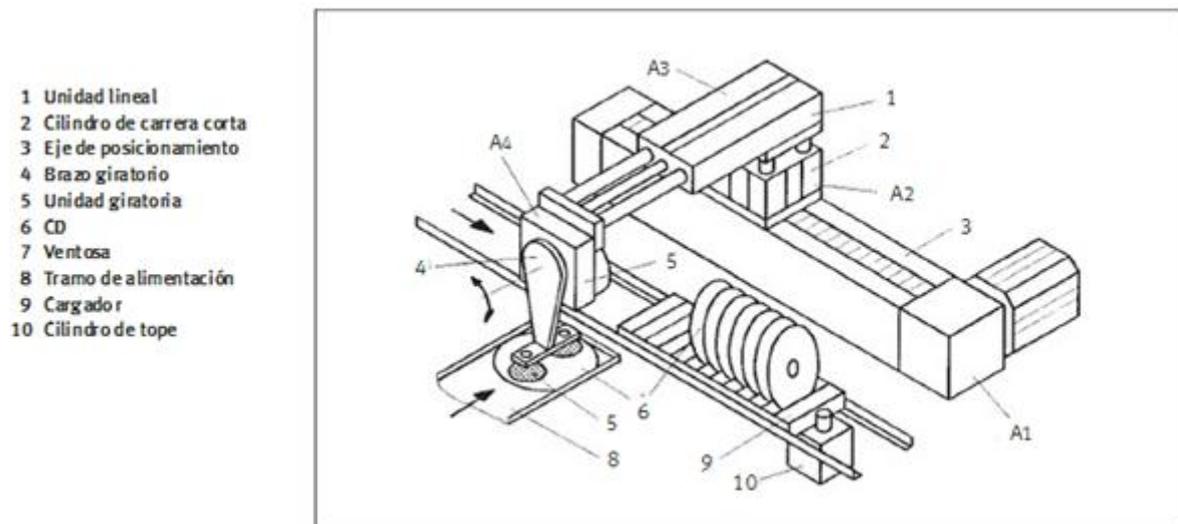


Figura II.23 Introducir CDs es un cargador

2.2.3 Sistemas de pick & place para operaciones de montaje

El progreso tecnológico ha producido un acercamiento entre la “neumática avanzada” y la electrónica.

Así han surgido nuevas aplicaciones y la neumática se ha transformado en una alternativa siempre interesante para la automatización de las operaciones de montaje, especialmente si es necesario realizar movimientos lineales rápidos y si las exigencias relacionadas con la precisión no son demasiado estrictas.

Se sobreentiende que el aspecto económico también es un factor importante. Además, existen numerosos accesorios de neumática que facilitan la planificación de proyectos y permiten realizar un montaje sencillo.

2.2.3.1 ¿Hombre o máquina?

Aunque por lo general el criterio principal para automatizar es la racionalización, existen piezas que por su pequeño tamaño tienen que montarse necesariamente a máquina, independientemente del factor económico.

Por otro lado, aunque el tamaño de las piezas permitiera un montaje automatizado, podría suceder que su forma, el carácter complejo de la operación o las cantidades previstas no justifiquen el uso de una máquina.

El cuadro Figura II.24 incluye una tabla general que muestra diversos criterios y su grado de dificultad. La automatización de operaciones complicadas siempre implica un mayor riesgo técnico y las instalaciones son más costosas.

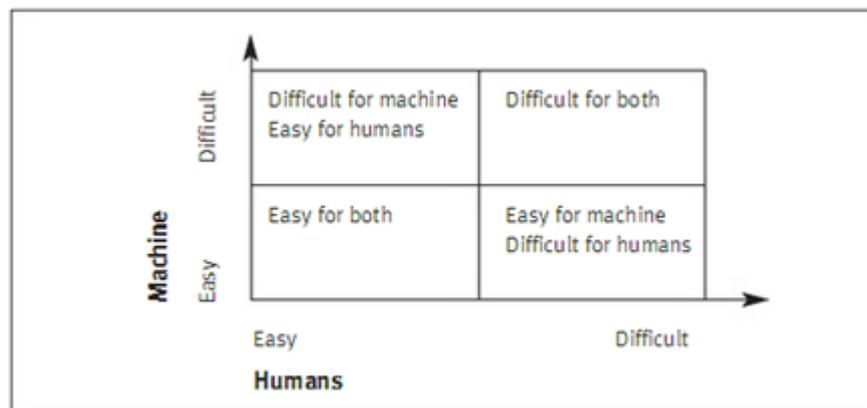


Figura II.24 Grados de dificultad de las operaciones

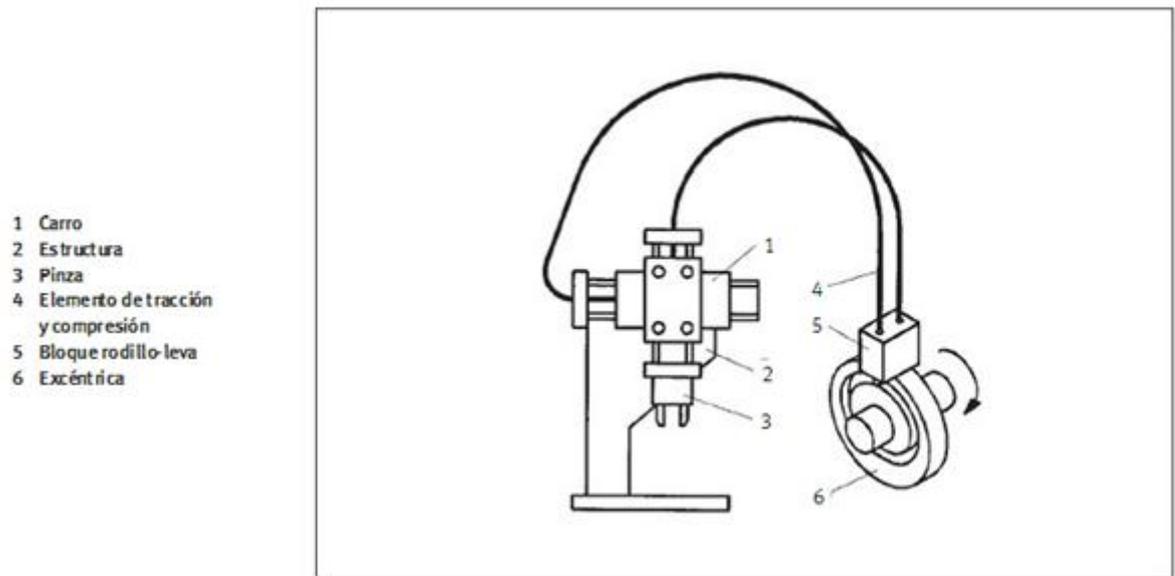


Figura II.25 Transmisión de movimientos mediante elementos de tracción y compresión

CAPITULO III

TECNOLOGIAS Y SISTEMAS QUE INTERVIENEN EN UN PROCESO DE ALMACENAMIENTO.

3.1 SISTEMAS NEUMÁTICOS

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

El accionamiento neumático sufre otra limitación cuando se trata de movimientos lentos y constantes. En tal caso no puede emplearse un accionamiento puramente neumático. La compresibilidad del aire, que muchas veces es una ventaja, resulta ser en este caso una desventaja.

Para trabajos lentos que requieren el uso de una gran fuerza y constantes se busca la ayuda de la hidráulica y se reúnen las ventajas de ésta con las de la neumática:+

Elementos simples de mando neumático, velocidades regulables y en algunos casos fuerzas grandes con cilindros de pequeño diámetro. El mando se efectúa a través del cilindro neumático. La regulación de la velocidad de trabajo se realiza por medio de un cilindro hidráulico.

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

3.1.1 NEUMÁTICA

3.1.1.1 Definición

La neumática constituye una herramienta muy importante dentro del control automático en la industria.

La neumática es una fuente de energía de fácil obtención y tratamiento para el control de máquinas y otros elementos sometidos a movimiento. La generación, almacenaje y utilización del aire comprimido como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos resultan relativamente baratos y además ofrece un índice de peligrosidad bajo en relación a otras energías como la electricidad y los combustibles gaseosos o líquidos. Ofrece una alternativa altamente segura en lugares de riesgo de explosión por deflagración, donde otras energías suponen un riesgo importante por la producción de calor, chispas, etc.

3.1.1.2 El Aire Comprimido En La Industria

El aire comprimido se refiere a una tecnología o aplicación técnica que hace uso de aire que ha sido sometido a presión por medio de un compresor. En la mayoría de aplicaciones, el aire no sólo se comprime sino que también se deshumifica y se filtra.

El uso del aire comprimido es muy común en la industria, su uso tiene la ventaja sobre los sistemas hidráulicos de ser más rápido, aunque es menos preciso en el posicionamiento de los mecanismos y no permite fuerzas grandes.

3.1.1.3 La Presión y sus Unidades

Bajo presión se entiende la parte de una fuerza F que se aplica sobre una superficie determinada (A). En consecuencia, el cociente de la presión es el siguiente:

Considerando la libre movilidad térmica de sus moléculas, los gases tienen la propiedad de llenar cualquier espacio cerrado en el que se encuentran. Ese espacio cerrado puede ser un depósito.

Las partículas oscilantes del gas chocan con la pared interior del depósito, con lo que aplican brevemente una fuerza en dicha pared. La suma de estas fuerzas redonda en la aplicación de una fuerza constante que se expresa como presión aplicada a la pared exterior del depósito. Siendo constante la temperatura, dicha fuerza es proporcional a la cantidad de moléculas contenidas en el depósito.

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

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ kg/ms}^2$$

$$105 \text{ Pa} = 0,1 \text{ MPa} = 1 \text{ bar}$$

3.1.1.4 Propiedades Del Aire Comprimido

- **Expansión:** Aumento de volumen de una masa de aire al verse reducida la presión ejercida por una fuerza o debido a la incorporación de calor.
- **Contracción:** Reducción de volumen del aire al verse presionado por una fuerza, pero este llega a un límite y el aire tiende a expandirse después de ese límite.
- **Fluidez:** Es el flujo de aire de un lugar de mayor a menor concentración sin gasto de energía
- **Presión atmosférica:** Fuerza que ejerce el aire a todos los cuerpos.
- **Volumen:** Es el espacio que ocupa el aire.
- **Densidad:** Es de $1,18 \text{ kg/m}^3$ (a $25 \text{ }^\circ\text{C}$)
- **Viscosidad:** Es de $0,018 \text{ cP}$ (a $20 \text{ }^\circ\text{C}$)

3.1.1.5 Ventajas Del Aire Comprimido

En la industria manufacturera el aire comprimido constituye una fuente de energía muy útil para realizar trabajos, debido a sus propiedades y ventajas. Entre las ventajas del aire están:

- Está disponible para su compresión prácticamente en todo el mundo, en cantidades ilimitadas.
- El aire comprimido puede ser fácilmente transportado por tuberías, incluso a grandes distancias. No es necesario disponer tuberías de retorno.
- No es preciso que un compresor permanezca continuamente en servicio. El aire comprimido puede almacenarse en depósitos y tomarse de éstos. Además, se puede transportar en recipientes (botellas).
- El aire comprimido es insensible a las variaciones de temperatura, garantiza un trabajo seguro incluso a temperaturas extremas.
- No existe ningún riesgo de explosión ni incendio; por lo tanto, no es necesario disponer instalaciones antideflagrantes, que son caras.
- El aire comprimido es limpio y, en caso de estancarse en elementos, no produce ningún contaminante, esto es muy importante por ejemplo, en las industrias alimenticias, de la madera, textiles y del cuero.
- La concepción de los elementos de trabajo es simple, por tanto, un precio económico.
- Es un medio de trabajo muy rápido y, por eso, permite obtener velocidades de trabajo muy elevadas. (La velocidad de trabajo de cilindros neumáticos pueden regularse sin escalones.)
- Las herramientas y elementos de trabajo neumáticos pueden hasta su parada completa trabajar sin riesgo alguno de sobrecargas.
- Para delimitar el campo de utilización de la neumática es preciso conocer también las propiedades adversas.
- El aire comprimido debe ser preparado, antes de su utilización. Es preciso eliminar impurezas y humedad (al objeto de evitar un desgaste prematuro de los componentes).
- Con aire comprimido no es posible obtener para los émbolos velocidades uniformes y constantes.
- El aire comprimido es económico sólo hasta cierta fuerza. Condicionado
- La presión de servicio normalmente usual de 700 kPa (7 bares), el límite, también en función de la carrera y la velocidad, es de 20.000 a 30.000 N (2000 a 3000 kp).

- El escape de aire produce ruido. No obstante, este problema ya se ha resuelto en gran parte, gracias al desarrollo de materiales silenciadores.
- El aire comprimido es una fuente de energía relativamente cara; este elevado costo se compensa en su mayor parte por los elementos de precio económico y de buen rendimiento.

3.1.1.6 Aplicaciones de la Neumática

- Industria Alimentaria
- Industria del Automóvil
- Industria del Plástico
- Industria Química y Petroquímica
- Industria de la Madera
- Industria Mecánica y Metalúrgica, etc.

3.1.2 Electroneumática

3.1.2.1 Definición

La Electro neumática es una de las técnicas de automatización que en la actualidad viene cobrando vital importancia en la optimización de los procesos a nivel industrial. Se produjo la fusión de métodos y dando así el inicio de los sistemas electro neumático en la industria, los cuales resultaban más compactos y óptimos a diferencia de los sistemas puramente neumáticos.

En la electroneumática los actuadores siguen siendo neumáticos, los mismos que en la Neumática básica, pero las válvulas de gobierno mandadas neumáticamente son sustituidas por electroválvulas activadas con electroimanes en lugar de pilotadas con aire comprimido.

Las electroválvulas son convertidores electroneumática que transforman una señal eléctrica en una actuación neumática. Por otra parte los sensores, fines de carrera y captadores de información son elementos eléctricos, con lo que la regulación y la automatización son, por tanto, eléctricas o electrónicas

3.1.2.2 Sistema Electroneumática

Un sistema electroneumático consta de un circuito neumático simple y en paralelo circuitos

Eléctricos, en ocasiones bastante complejos, donde tiene una gran importancia la forma de Representación de cada elemento. El circuito eléctrico está formado por:

- Elementos eléctricos para la entrada de señales
- Elementos eléctricos o electrónicos para el procesamiento de señales.

3.1.2.2.1 Elementos eléctricos para la entrada de señales

Estos elementos tienen el cometido de introducir las señales eléctricas procedentes de diferentes puntos con distintos tipos y tiempos de accionamiento. Cuando el control de tales elementos sucede por la unión de contactos eléctricos, se habla de mando por contacto, en caso contrario de mando sin contacto o electrónico.

3.1.2.2.2 Pulsadores Electromecánicos Para La Entrada De Señal

El pulsador es un elemento que introduce la señal de una instalación para ponerse en marcha. Puede actuar como contacto de cierre, apertura o de cierre y apertura (conmutado) en cuanto a la función se distingue entre los de contacto de cierre, de apertura y de conmutación. El contacto de cierre tiene el cometido de cerrar un circuito, el de apertura ha de abrirlo y el de conmutación abre y cierra dos circuitos respectivamente. En la figuraII-26 se indican sus respectivos símbolos de representación.

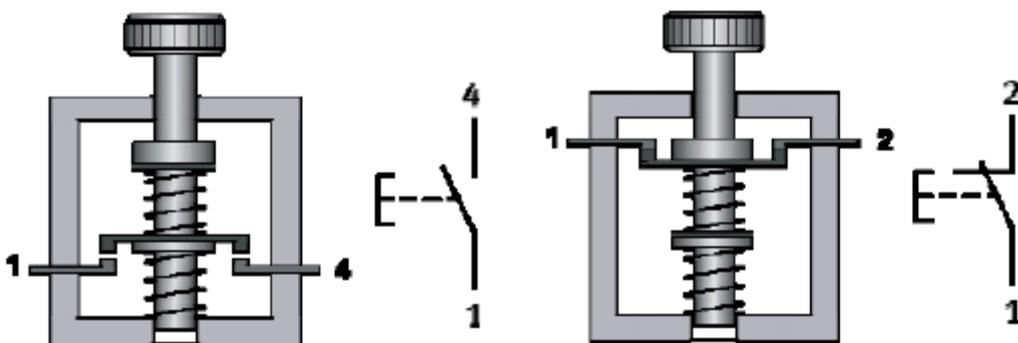


Figura III.26 Pulsadores Normalmente Abierto y Normalmente Cerrado

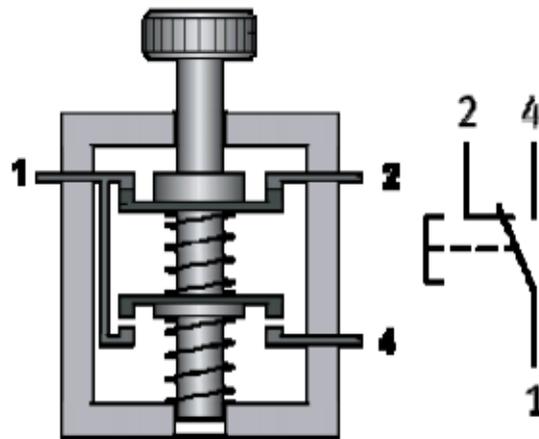


Figura III.27 Pulsadores con contacto de conmutación

3.1.2.2.3 Interruptor Electromecánico Para La Entrada De Señal

Al pulsar el botón queda mecánicamente enclavado. Al volver a accionarlo, queda nuevamente desenclavado

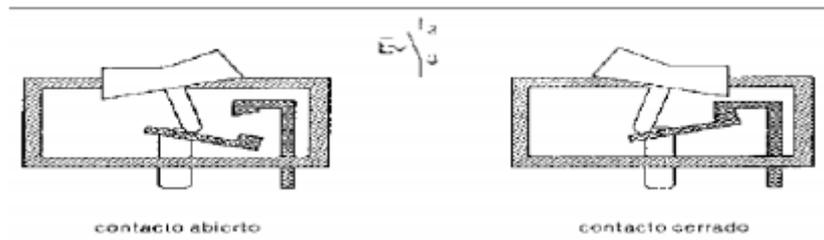


Figura III.28 Interruptor Electromecánico

3.1.2.2.4 Finales De Carrera Electromecánicos (Por Contacto)

Los finales de carrera detectan determinadas posiciones de piezas de maquinaria u otros elementos de trabajo (cilindros o motores). Su elección depende de muchos factores como el esfuerzo, seguridad de contacto, exactitud del punto de conmutación, etc. Normalmente estos pulsadores finales tienen un contacto conmutado, aunque son posibles otras combinaciones.

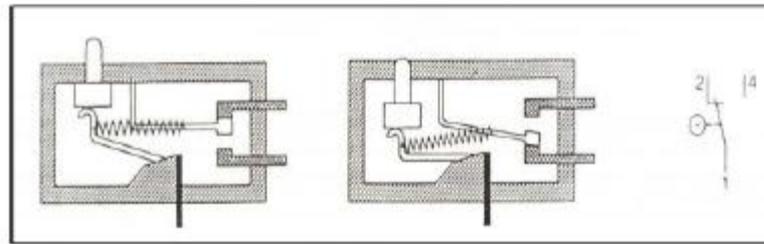


Figura III.29 Finales de Carrera

3.1.2.3 Elementos eléctricos o electrónicos para el procesamiento de señales

3.1.2.3.1 Convertidor De Señal Neumo-Eléctrico (Presostato)

Al existir señal neumática por X, un pequeño émbolo conmuta un pequeño microinterruptor. Si la señal X se anula, el émbolo es empujado por el muelle, quedando liberado el transmisor eléctrico de señales. El transmisor eléctrico es un contacto de conmutación, por lo que se puede aplicar como contacto de apertura, cierre o conmutado según la necesidad.

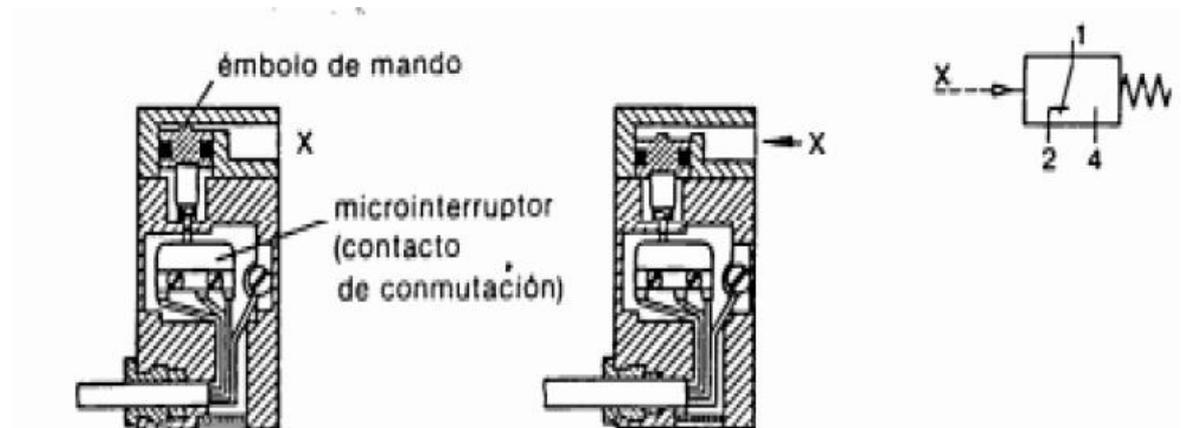


Figura III.30 Convertidor de señal Neumo - Eléctrico

3.1.2.3.2 Relés

Los relés son elementos eléctricos que conectan y mandan con un coste energético relativamente bajo. Aplicando tensión a la bobina, circula corriente eléctrica por el arrollamiento y se crea un campo magnético, por lo que la armadura es atraída al núcleo de la bobina.

Dicha armadura está unida mecánicamente a los contactos, que se abre o cierran (según su disposición). Si desaparece la tensión, la armadura retorna a su posición inicial por la

fuerza del muelle. En la práctica se utilizan símbolos que facilitan su representación. Cuando hacen falta contactos distintos, se emplean relés con contactos de apertura y de cierre en un mismo elemento. En el siguiente ejemplo, se dispone de un relé K1 con su alimentación (A1 – A2), dos Contactos de apertura y dos de cierre:

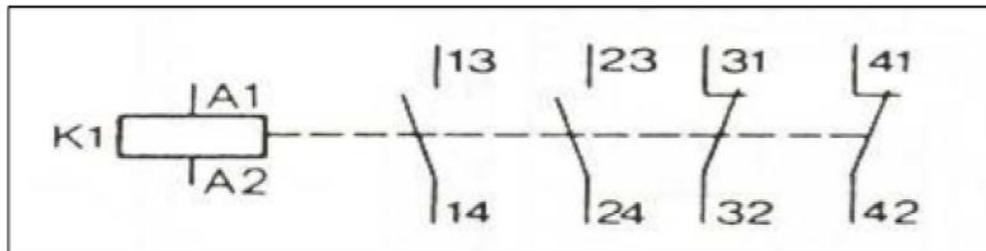


Figura III.31 Esquema de Conexión

Tienen la ventaja de poder trabajar a diferentes tensiones y en un marco amplio de temperaturas. Sus principales desventajas son la abrasión de los contactos (por el arco), el espacio que ocupan con relación a los transistores, el ruido que producen, el efecto que puede producir el efecto en sus contactos.

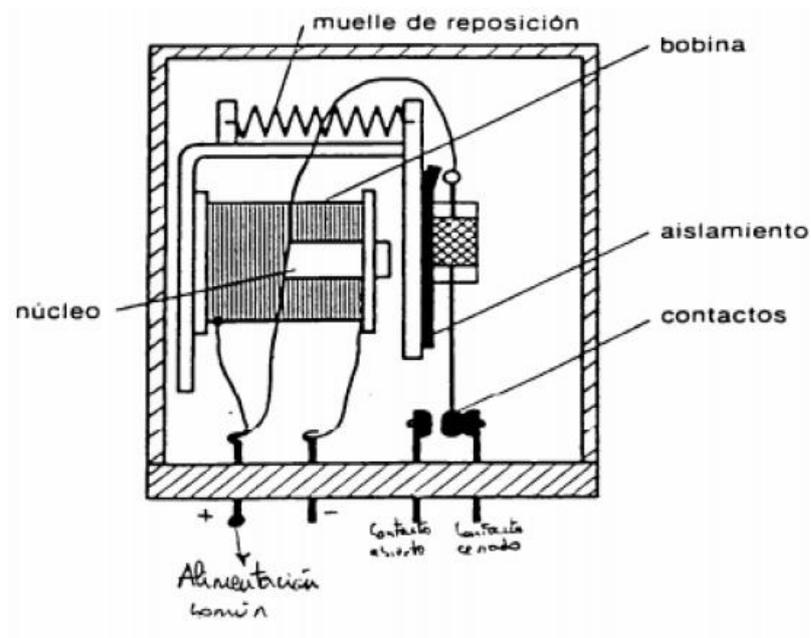


Figura III.32 Partes de Un Relé

3.1.3 Electroválvulas

3.1.3.1 Definición

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

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

3.1.3.2 Funcionamiento

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

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

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

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

Hay electroválvulas que en lugar de abrir y cerrar lo que hacen es conmutar la entrada entre dos salidas. Este tipo de electroválvulas a menudo se usan en los sistemas de calefacción por zonas lo que permite calentar varias zonas de forma independiente utilizando una sola bomba de circulación. En otro tipo de electroválvula el solenoide no

controla la válvula directamente sino que el solenoide controla una válvula piloto secundaria y la energía para la actuación de la válvula principal la suministra la presión del propio fluido.

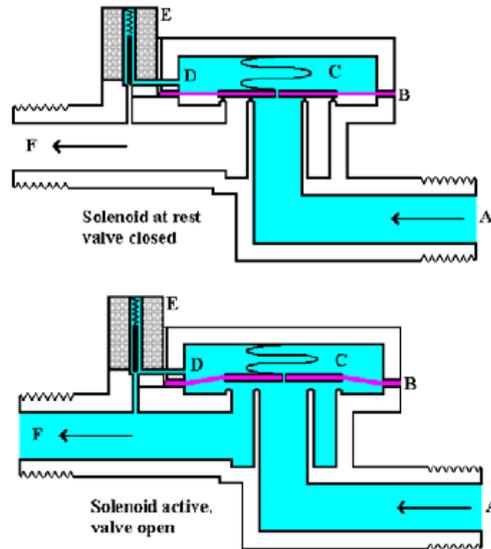


Figura III.33 Funcionamiento de una válvula

En la parte superior vemos la válvula cerrada. El aire bajo presión entra por **A**, **B** es un diafragma elástico y tiene encima un muelle que le empuja hacia abajo con fuerza débil.

El diafragma tiene un diminuto orificio en el centro que permite el paso de un pequeño flujo de aire. Esto hace que el aire llene la cavidad **C** y que la presión sea igual en ambos lados del diafragma.

Mientras que la presión es igual a ambos lados, vemos que actúa en más superficie por el lado de arriba que por el de abajo por lo que presiona hacia abajo sellando la entrada. Cuanto mayor sea la presión de entrada, mayor será la fuerza con que cierra la válvula.

Ahora estudiamos el conducto **D**. Hasta ahora estaba bloqueado por el núcleo del solenoide **E** al que un muelle empuja hacia abajo. Si se activa el solenoide, el núcleo sube y permite pasar el aire desde la cavidad **C** hacia la salida con lo cual disminuye la presión en **C** y el diafragma se levanta permitiendo el paso directo de aire desde la entrada **A** a la salida **F** de la válvula. Esta es la situación representada en la parte inferior de la figura.

Si se vuelve a desactivar el solenoide se vuelve a bloquear el conducto **D** y el muelle situado sobre el diafragma necesita muy poca fuerza para que vuelva a bajar ya que la fuerza principal la hace el propio fluido en la cavidad **C**.

De esta explicación se deduce que este tipo de válvula depende para su funcionamiento de que haya mayor presión a la entrada que a la salida y que si se invierte esta situación entonces la válvula abre sin que el solenoide pueda controlarla. Las electroválvulas también se usan mucho en la industria para controlar el flujo de todo tipo de fluidos.

3.1.3.3 Clasificación de Electroválvulas

Podemos citar tres tipos principales de estas electroválvulas:

- Electroválvula 2/2 vías
- Electroválvula 3/2 vías
- Electroválvula 4/2 vías
- Electroválvula 5/2 Vías

3.1.3.3.1 Electroválvula 2/2 Vías Monoestable

En estado de reposo esta válvula se encuentra cerrada, se trata de una válvula de asiento Accionada unilateralmente.

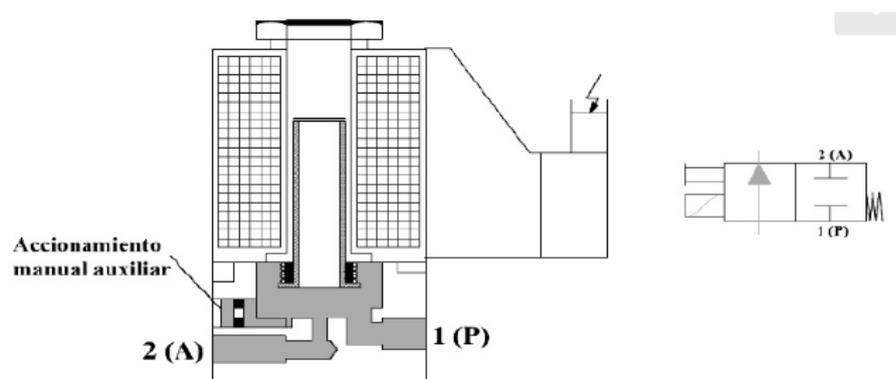


Figura III.34 Electroválvula 2/2 Monoestable

3.1.3.3.2 Electroválvula 3/2 Vías Monoestable

Por su construcción este tipo se denomina de asiento y es accionada unilateralmente con reposición por muelle. La válvula está abierta en reposo.

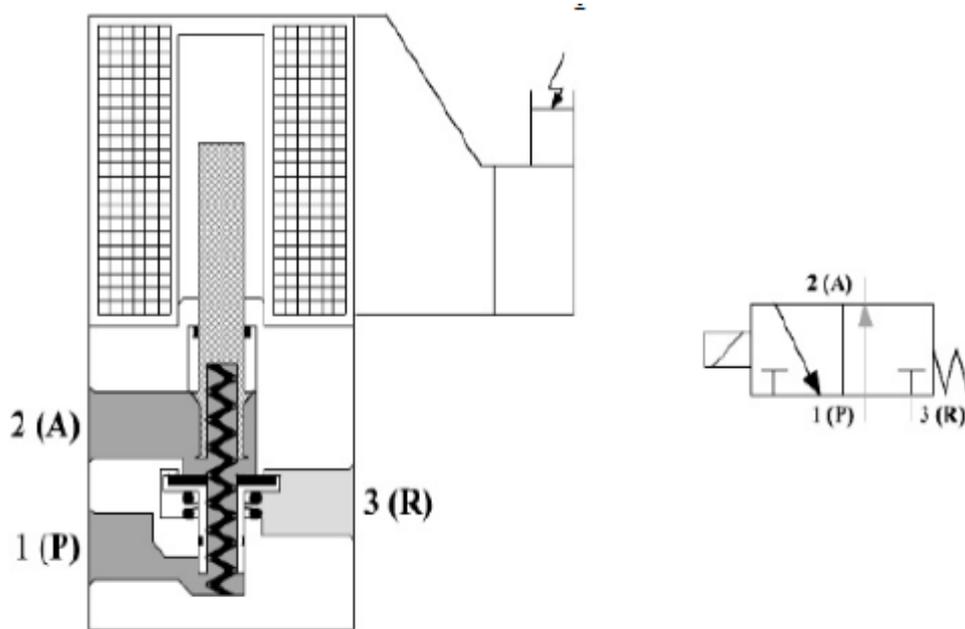


Figura III.35 Electroválvula 3/2 Monoestable

3.1.3.3.3 Electroválvula 4/2 Vías Monoestable

Se compone de 2 electroválvulas de 3/2 vías y tiene la función de controlar un cilindro de doble efecto o de controlar otras válvulas.

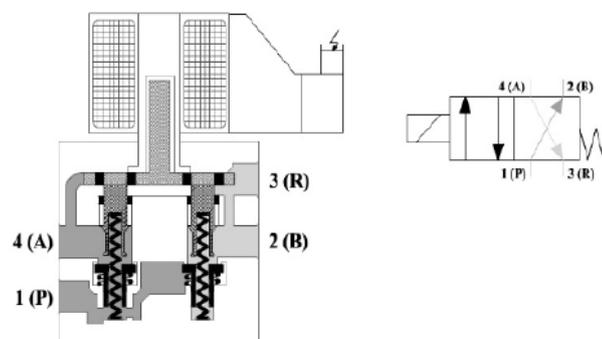


Figura III.36 Electroválvula 4/2 Monoestable

3.1.3.3.4 Electroválvula 5/2 Vías Monoestable

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

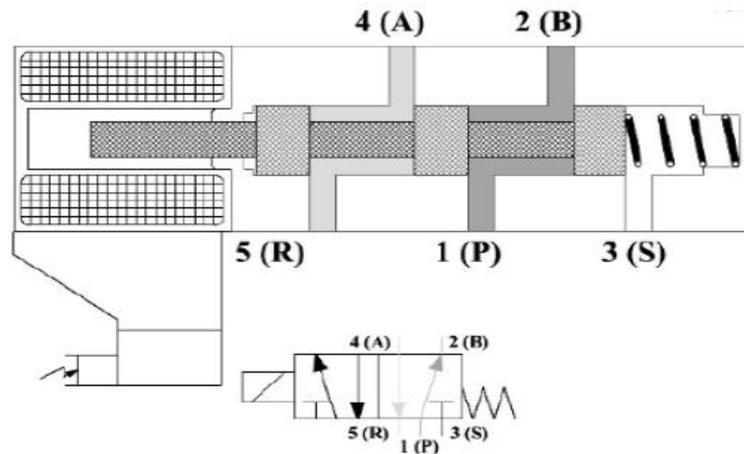


Figura III.37 Electroválvula 5/2 Monoestable

3.1.3.3.5 Electroválvula 5/2 Vías Biestable

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

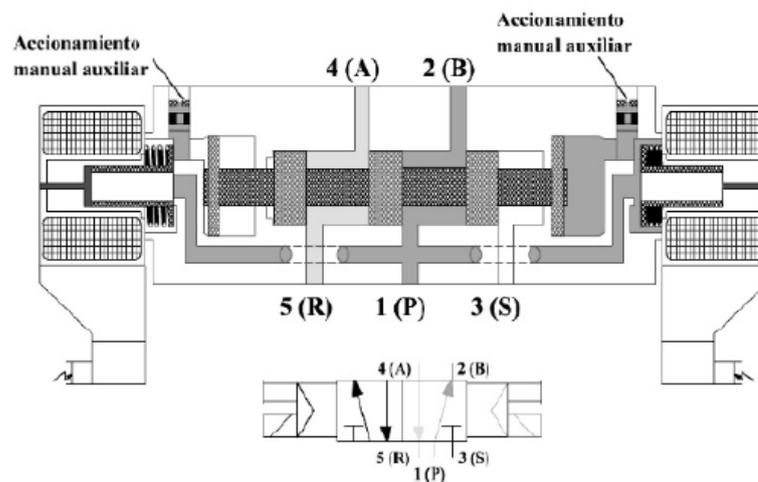


Figura III.38 Electroválvula 2/2 Biestable

3.1.4 Válvulas



Figura III.39 Tipos de Válvula

Una válvula es un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos. Las válvulas son unos de los instrumentos de control más esenciales en la industria.

Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos. Sus tamaños van desde una fracción de pulgada hasta 300 ft (90 m) o más de diámetro. Pueden trabajar con presiones que van desde el vacío hasta más de 20000 lb/in² (140 Mpa) y temperaturas desde las criogénicas hasta 1500 °F (815 °C). En algunas instalaciones se requiere un sellado absoluto; en otras, las fugas o escurrimientos no tienen importancia.

La palabra flujo expresa el movimiento de un fluido, pero también significa para nosotros la cantidad total de fluido que ha pasado por una sección determinada de un conducto.

Caudal es el flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de fluido que circula por una sección determinada del conducto en la unidad de tiempo.

3.1.4.1 Representación esquemática de las válvulas

Para representar las válvulas distribuidoras en los esquemas de circuito se utilizan símbolos; éstos no dan ninguna orientación sobre el método constructivo de la válvula; solamente indican su función. Hay que distinguir, principalmente:

1. Las vías, número de orificios correspondientes a la parte de trabajo.
2. Las posiciones, las que puede adoptar el distribuidor para dirigir el flujo por una u otra vía, según necesidades de trabajo.

El funcionamiento se representa esquemáticamente en el interior de las casillas (cuadros).

Las líneas representan tuberías o conductos. Las flechas, el sentido de circulación del fluido.

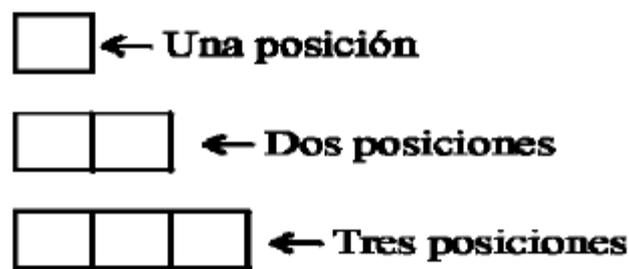


Figura III.40 Representación de N° de Posiciones de las Válvulas

La posición de paso abierto para una válvula se representa por medio de una flecha de un extremo a otro del cuadrado.

La posición de bloqueo de flujo se muestra por una línea cortada, esto simboliza la interrupción de flujo. Las conexiones se agregan con pequeñas líneas en los costados de los rectángulos. La unión de conductos o tuberías se representa mediante un punto.

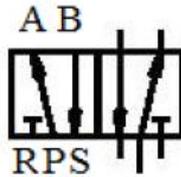


Figura III.41 Representación de N° de posiciones y Vías de las Válvulas

La posición inicial es la que tienen las piezas móviles de la válvula después del montaje de ésta, establecimiento de la presión y, en caso dado conexión de la tensión eléctrica. Es la posición por medio de la cual comienza el programa preestablecido.

Para evitar errores durante el montaje, los empalmes se identifican por medio de letras mayúsculas:

Rige lo siguiente:

Tuberías o conductos de trabajo A, B, C

Empalme de energía P

Salida de escape R, S, T

Tuberías o conductos de pilotaje Z, Y, X.

3.1.4.2 Clasificación de las Válvulas

Según su función las válvulas se subdividen en 5 grupos:

1. Válvulas de vías o distribuidoras
2. Válvulas de bloqueo
3. Válvulas de presión
4. Válvulas de caudal
5. Válvulas de cierre

3.1.4.2.1 Válvulas distribuidoras

Estas válvulas son los componentes que determinan el camino que ha de tomar la corriente de aire, a saber, principalmente puesta en marcha y paro (Stuart-Stop).

Son válvulas de varios orificios (vías) los cuales determinan el camino que debe seguir el fluido bajo presión para efectuar operaciones tales como puesta en marcha, paro, dirección, etc.

Pueden ser de dos, tres, cuatro y cinco vías correspondiente a las zonas de trabajo y, a la aplicación de cada una de ellas, estará en función de las operaciones a realizar.

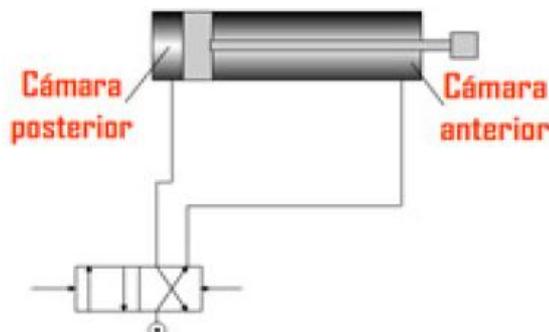


Figura III.42 Válvulas Distribuidoras

3.1.4.2.2 Válvulas de Bloqueo

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

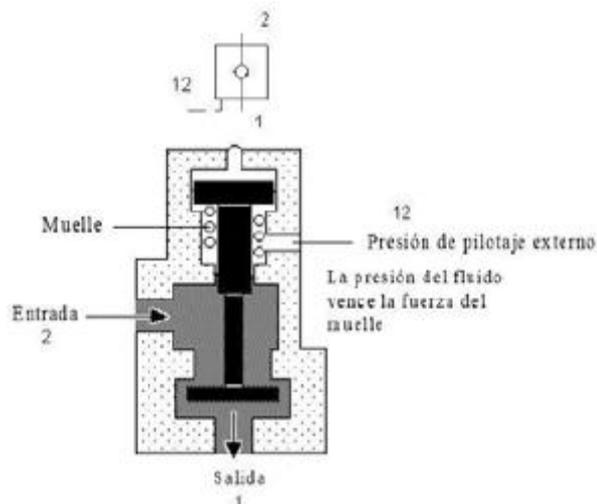


Figura III.43 Válvulas de Bloqueo

3.1.4.2.3 Válvulas Regulatoras de Presión

Es una válvula con dos vías: el aire circula por la entrada, si la presión es más elevada de la ideal entonces la fuerza del muelle reduce la presión del aire, luego el aire comprimido sale hacia el actuador. Fig.III.44

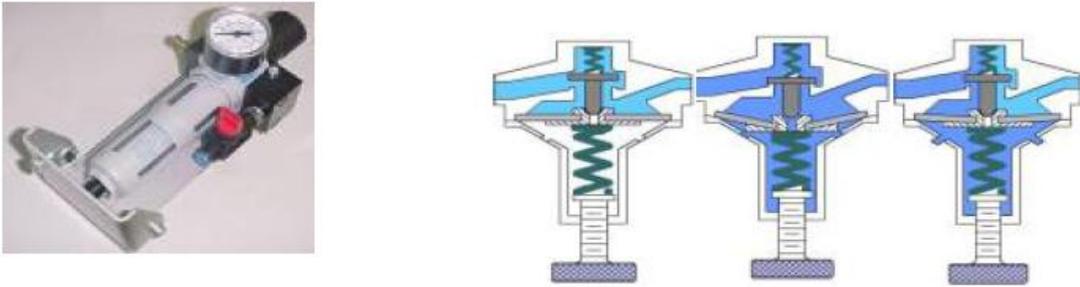


Figura III.44 Válvula Regulatora de Presión

3.1.4.2.4 Válvulas Regulatoras de Caudal

Cuando se genera exceso de aire a presión y este circula con una elevada velocidad, queremos reducir el caudal para accionar un cilindro, es necesario utilizar una válvula reguladora de caudal.

Se puede regular la presión ajustando el tornillo, esto hace que el caudal disminuya ya que se reduce el conducto por donde circula el aire a presión.

Normalmente se acopla un anti retorno, para que el fluido solamente vaya estrictamente en un sentido, evitando problemas. Fig.III-45.



Figura III.45 Válvula reguladora de presión

3.1.4.2.5 Válvulas de Cierre

Son válvulas (Fig.III.46) que abren o cierran el paso del caudal, sin escalones, son de fácil utilización entre ellas el grifo de cierre.

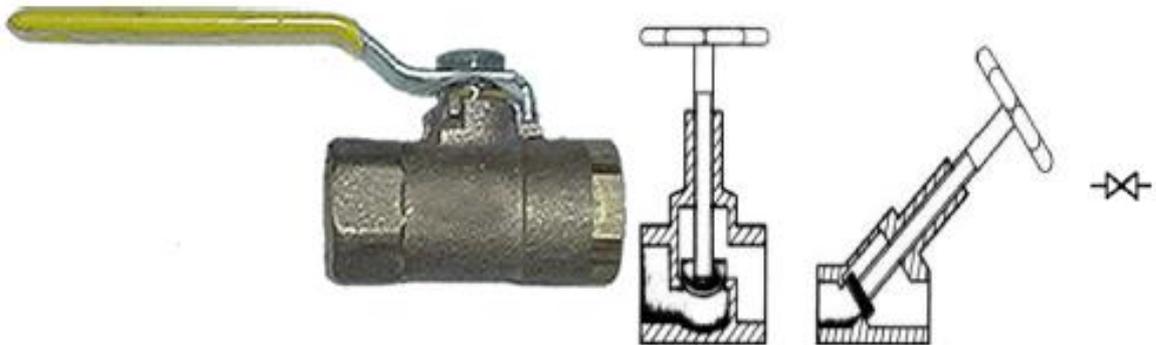


Figura III.46 Válvula de Cierre

3.2 SISTEMAS DE CONTROL Y REDES DE COMUNICACIÓN

3.2.1 SISTEMAS DE CONTROL

3.2.1.1 Definición

Un sistema automático de control es un conjunto de componentes físicos conectados o relacionados entre sí, de manera que regulen o dirijan su actuación por sí mismos, es decir sin intervención de agentes exteriores (incluido el factor humano), corrigiendo además los posibles errores que se presenten en su funcionamiento.

Actualmente, cualquier mecanismo, sistema o planta industrial presenta una parte actuadora, que corresponde al sistema físico que realiza la acción, y otra parte de mando o control, que genera las órdenes necesarias para que esa acción se lleve o no a cabo.

Para explicar el fundamento de un sistema de control se puede utilizar como ejemplo un tirador de arco. El tirador mira a la diana, apunta y dispara. Si el punto de impacto resulta bajo, en el próximo intento levantará más el arco; si la flecha va alta, en la siguiente tirada bajará algo más el arco; y así sucesivamente, hasta que consiga la diana.

El tirador sería el elemento de mando (da las órdenes de subir o bajar el brazo) y su brazo el elemento actuador. En el ejemplo expuesto se observa que el objetivo se asegura mediante el método de prueba y error. Lógicamente los sistemas de control, al ser realizados por ordenadores o por otros medios analógicos, son más rápidos que en el caso del tirador.

Se puede mejorar el modelo sustituyendo el tirador por un soldado con un arma láser, que está continuamente disparando. El soldado es el elemento de mando en el sistema, y la mano con la que se sostiene el arma el elemento actuador.

En Automático se sustituye la presencia del ser humano por un mecanismo, circuito eléctrico, circuito electrónico o, más modernamente por un ordenador. El sistema de control será, en este caso automático.

Un ejemplo sencillo de sistema automático lo constituye el control de temperatura de una habitación por medio de un termostato, en el que se programa una temperatura de referencia que se considera idónea. Si en un instante determinado la temperatura del recinto es inferior a la deseada, se producirá calor, lo que incrementará la temperatura hasta el valor programado, momento en que la calefacción se desconecta de manera automática.

3.2.1.2 Ingeniería Automática

La ingeniería automática conocida también como ingeniería de control es el uso de elementos sistemáticos (como control numérico (NC), controladores lógicos programables (PLC) y otros sistemas de control industrial) relacionados con otras aplicaciones de la tecnología de la información, para el control industrial de maquinaria y procesos, reduciendo la necesidad de intervención humana.

En el ámbito de la industrialización, la automatización está un paso por delante de la mecanización. Mientras que la mecanización provee operadores humanos con maquinaria para ayudar a exigencias musculares de trabajo, la automatización reduce considerablemente la necesidad para exigencias humanas sensoriales y mentales. Los procesos y los sistemas también pueden ser automatizados.

La ingeniería automática es un área multidisciplinar encargada de la concepción y desarrollo de autómatas y de otros procesos automáticos en las siguientes áreas:

- Automatización de edificios (domótica)
- Simulación de Procesos Químicos
- Ingeniería mecánica
- Automóviles
- Aeronáutica y astronáutica
- Robótica
- Biología
- Medicina
- Mecatrónica

Dentro de la ingeniería automática se encuentran, entre otras, las siguientes subdisciplinas:

Instrumentación automática

- Tecnología de sensores
- Regulación automática
- Control de procesos
- Ingeniería automática
- Vigilancia
- Diagnóstico de fallos
- Optimización
- Visualización de procesos

El diseño, implementación y puesta en marcha de sistemas automáticos es un proceso muy metódico. Estos métodos de la ingeniería automática están en parte divididos en procesos.

Hoy en día, la ingeniería electrónica es una parte integrante de la ingeniería de control. Casi todos los sistemas automáticos funcionan con ayuda de la electrónica, quedando los sistemas automáticos basados en la mecánica en un segundo plano.

La mayoría de los métodos generales de la ingeniería de control se basan en el uso de modelos analíticos del proceso que se quiere estudiar obtenidos de forma teórica o experimental. A partir de estos modelos se pueden usar métodos científicos para obtener sistemas de control para los mismos.

Con estos métodos se pueden diseñar sistemas inteligentes con reguladores basados en modelos que se auto-actualizan y con control de fallos, que pueden tomar decisiones en función de la información que obtienen a través de sus sensores. Los mismos son también de gran importancia en Mecatrónica y son usados también en el control digital de robots, máquinas herramienta, motores, automóviles y sistemas neumáticos e hidráulicos.

3.2.1.3 Sistema Automatizado

En la actualidad los sistemas automáticos juegan un gran papel en muchos campos, mejorando nuestra calidad de vida:

En los procesos industriales:

- Aumentando las cantidades y mejorando la calidad del producto, gracias a la producción en serie y a las cadenas de montaje.
- Reduciendo los costes de producción.
- Fabricando artículos que no se pueden obtener por otros medios

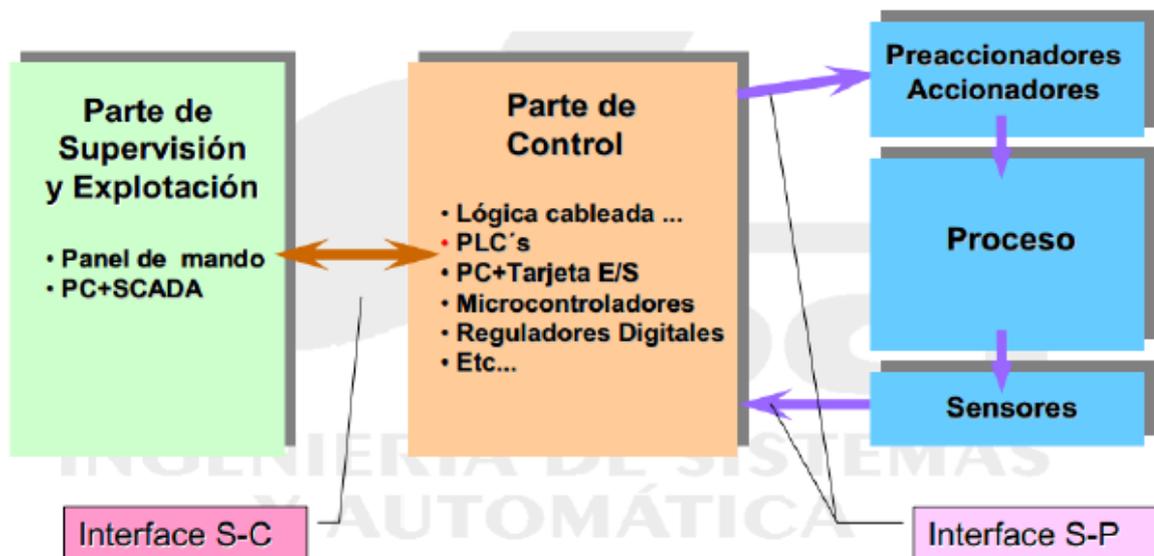


Figura III.47 Esquema General de un Sistema Automatizado

3.2.1.4 Control



Figura III.48 Brazo Robótico controlado para Mover figuras

El control es un área de la ingeniería y forma parte de la Ingeniería de Control. Se centra en el control de los sistemas dinámicos mediante el principio de la realimentación, para conseguir que las salidas de los mismos se acerquen lo más posible a un comportamiento predefinido. Esta rama de la ingeniería tiene como herramientas los métodos de la teoría de sistemas matemática.

La ingeniería de control es una ciencia interdisciplinar relacionada con muchos otros campos, principalmente las matemáticas y la informática. Las aplicaciones son de lo más variado: desde tecnología de fabricación, instrumentación médica, Subestación eléctrica, ingeniería de procesos, robótica hasta economía y sociología. Aplicaciones típicas son, por ejemplo, el piloto automático de aviones, barcos y el ABS de los automóviles.

El control de temperatura en una habitación es un ejemplo claro y típico de una aplicación de ingeniería de control. El objetivo es mantener la temperatura de una habitación en un valor deseado, aunque la apertura de puertas y ventanas y la

temperatura en el exterior hagan que la cantidad de calor que pierde la habitación sean variables (perturbaciones externas). Para alcanzar el objetivo, el sistema de calefacción debe modificarse para compensar esas perturbaciones.

La ingeniería de control moderna se relaciona de cerca con la Ingeniería eléctrica y la electrónica, pues los circuitos electrónicos pueden ser modelados fácilmente usando técnicas de la teoría de control.

Anterior a la electrónica moderna, los dispositivos para el control de procesos eran diseñados por la ingeniería mecánica, los que incluían dispositivos tales como levas junto con dispositivos neumáticos e hidráulicos. Algunos de estos dispositivos mecánicos siguen siendo usados en la actualidad en combinación con modernos dispositivos electrónicos.

El control aplicado en la industria se conoce como control de procesos. Se ocupa sobre todo del control de variables como temperatura, presión, caudal, etc, en un proceso químico de una planta. La ingeniería de control es un área muy amplia y cualquier ingeniería puede utilizar los mismos principios y técnicas que esta utiliza. La ingeniería de control se ha diversificado a tal punto que hoy se aplica incluso en campos como la biología, las finanzas, e incluso el comportamiento humano.

La ingeniería de control comienza con el uso de la matemática elemental y la transformada de Laplace (llamada teoría de control clásica). En el control lineal, se hace análisis de los sistemas en el dominio de la frecuencia y del tiempo mientras que en los sistemas no lineales y en el control digital se requiere el uso del álgebra lineal y de la transformada Z respectivamente.

3.2.1.5 Sistemas de Control

La Ingeniería de control es una disciplina que se focaliza en modelar matemáticamente una gama diversa de sistemas dinámicos y el diseño de controladores que harán que estos sistemas se comporten de la manera deseada. Aunque tales controladores no

necesariamente son electrónicos y por lo tanto la ingeniería de control es a menudo un subcampo de otras ingenierías como la mecánica.

Dispositivos tales como circuitos eléctricos, procesadores digitales y los microcontroladores son muy utilizados en todo sistema de control moderno. La ingeniería de control tiene un amplio rango de aplicación en áreas como los sistemas de vuelo y de propulsión de los aviones de aerolíneas, militares, en la carrera espacial y últimamente en la industria automotriz.

Un sistema dinámico puede definirse conceptualmente como un ente que recibe unas acciones externas o variables de entrada, y cuya respuesta a estas acciones externas son las denominadas variables de salida.

Las acciones externas al sistema se dividen en dos grupos, variables de control, que se pueden manipular, y perturbaciones sobre las que no es posible ningún tipo de control.

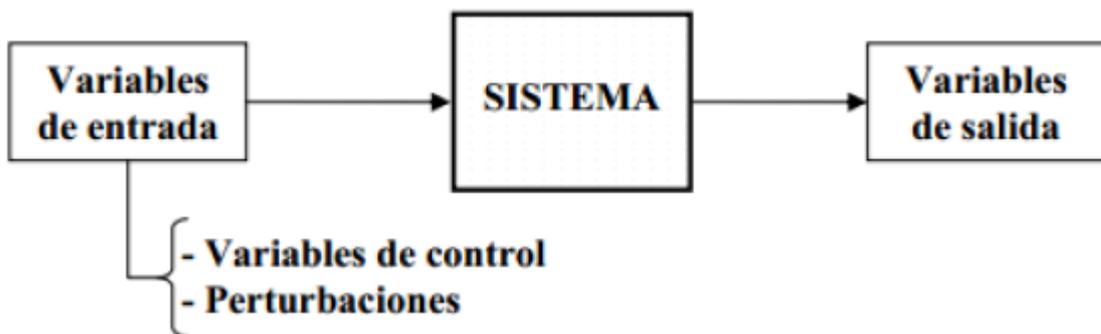


Figura III.49 Esquema General de un Sistema

Dentro de los sistemas se encuentra el concepto de sistema de control. Un sistema de control es un tipo de sistema que se caracteriza por la presencia de una serie de elementos que permiten influir en el funcionamiento del sistema. La finalidad de un sistema de control es conseguir, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de modo que estas alcancen unos valores prefijados (consigna).

Un sistema de control ideal debe ser capaz de conseguir su objetivo cumpliendo los siguientes requisitos:

1. Garantizar la estabilidad y, particularmente, ser robusto frente a perturbaciones y errores en los modelos.
2. Ser tan eficiente como sea posible, según un criterio preestablecido. Normalmente este criterio consiste en que la acción de control sobre las variables de entrada sea realizable, evitando comportamientos bruscos e irreales.
3. Ser fácilmente implementable y cómodo de operar en tiempo real con ayuda de un Ordenador

3.2.1.5.1 Elementos de un Sistema de Control

Los elementos básicos que forman parte de un sistema de control y permiten su manipulación son los siguientes:

- Sensores. Permiten conocer los valores de las variables medidas del sistema.
- Controlador. Utilizando los valores determinados por los sensores y la consigna impuesta, calcula la acción que debe aplicarse para modificar las variables de control en base a cierta estrategia.
- Actuador. Es el mecanismo que ejecuta la acción calculada por el controlador y que modifica las variables de control.

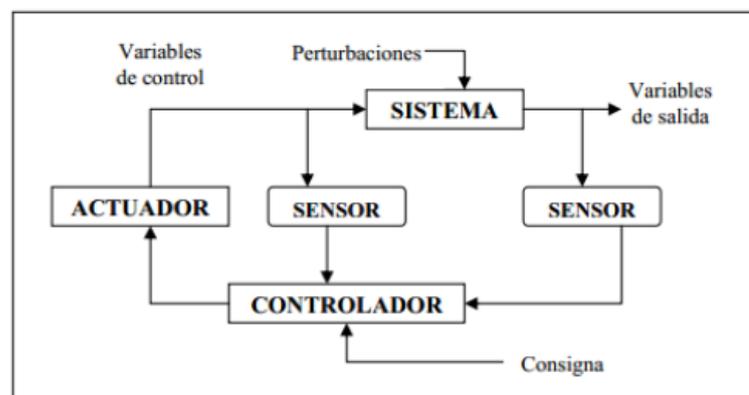


Figura III.50 Esquema General de un Sistema de Control

3.2.1.5.2 Tipos De Sistemas De Control

Varios son los criterios que pueden seguirse para clasificar los sistemas de control:

En función de que el estado de la salida intervenga o no en la acción de control

- Lazo Abierto
- Lazo Cerrado

Según las tecnologías puestas en juego

- Mecánicos
- Neumáticos
- Hidráulicos
- Eléctricos
- Electrónicos

Atendiendo a las técnicas de procesamiento de la señal

- Analógicas
- Digitales

Según la forma de establecer la relación entre los elementos del sistema

- Cableados
- Programados

3.2.1.5.2.1 Sistema de Control de Lazo Abierto

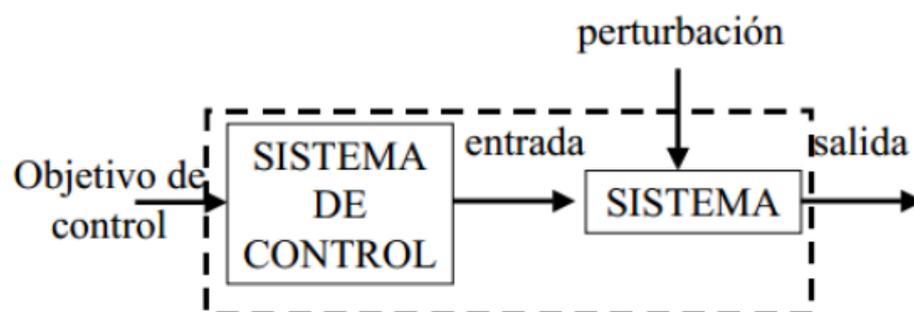


Figura III.51 Lazo Abierto

La acción de control se calcula conociendo la dinámica del sistema, las consignas y estimando las perturbaciones. Esta estrategia de control puede compensar los retrasos inherentes del sistema anticipándose a las necesidades del usuario. Sin embargo, el lazo abierto generalmente es insuficiente, debido a los errores del modelo y a los errores en la estimación de las perturbaciones. Por ello, es común la asociación de lazo cerrado-lazo abierto, de modo que el lazo cerrado permite compensar los errores generados por el lazo abierto.

El control en lazo abierto suele aparecer en dispositivos con control secuencial, en el que no hay una regulación de variables sino que se realizan una serie de operaciones de una manera determinada. Esa secuencia de operaciones puede venir impuesta por eventos (event-driven) o por tiempo (timedrive). Se programa utilizando PLCs (controladores de lógica programable)

Ejemplos:

- Lavadora:
 - Funciona sobre una base de tiempos
 - Variable de salida “limpieza de la ropa” no afecta al funcionamiento de la lavadora.

- Semáforos de una ciudad
 - Funcionan sobre una base de tiempo
 - Variable de salida “estado del tráfico” no afecta la funcionamiento del sistema

Las desventajas que tiene el control por lazo abierto son:

- Jamás se conoce la planta, a lo más se puede conocer un modelo aproximado, por lo que no se puede lograr el inverso perfecto.
- No se puede usar para controlar plantas inestables.
- No compensa perturbaciones en el sistema.

- Si la planta tiene grado relativo mayor que cero, no se puede crear un controlador que la invierta, ya que no se puede hacer una función de transferencia con grado menor que cero.
- Es imposible invertir perfectamente una planta, si esta tiene retardos, ya que su inverso sería un adelanto en el tiempo (se debería tener la capacidad de predecir el futuro).
- Una idea más avanzada, y más ampliamente implementada, es el concepto de feedback o realimentación, en que se usa la medición de la salida del sistema, como otra entrada del mismo, de tal forma que se puede diseñar un controlador que ajuste la actuación para variar la salida y llevarla al valor deseado.

Por ejemplo en un automóvil con control de crucero la velocidad se sensa y se retroalimenta continuamente al sistema que ajusta la velocidad del motor por medio del suministro de combustible al mismo, en este último caso la salida del sistema sería la velocidad del motor, el controlador sería el sistema que decide cuanto combustible echar de acuerdo a la velocidad y la actuación sería la cantidad de combustible suministrado.

3.2.1.5.2.2 Sistema de Control de Lazo Cerrado

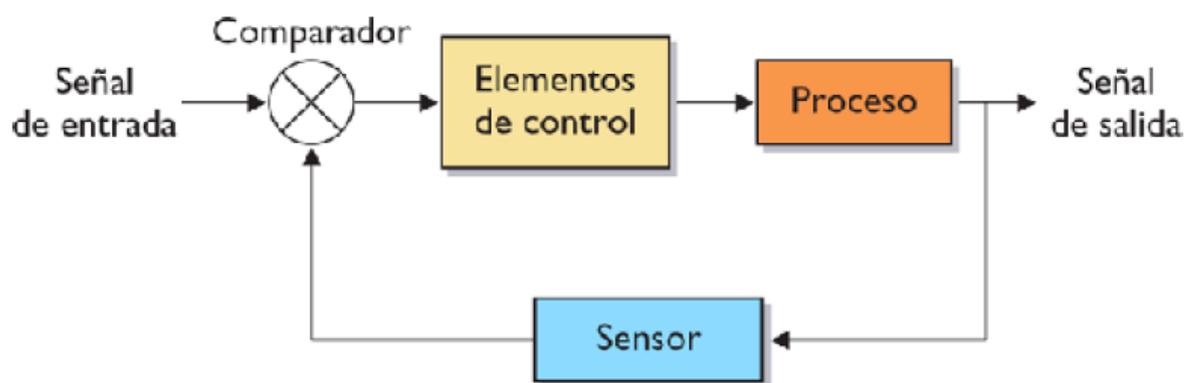


Figura III.52 Lazo Cerrado

La acción de control se calcula en función del error medido entre la variable controlada y la consigna deseada. Las perturbaciones, aunque sean desconocidas son consideradas

indirectamente mediante sus efectos sobre las variables de salida. Este tipo de estrategia de control puede aplicarse sea cual sea la variable controlada. La gran mayoría de los sistemas de control que se desarrollan en la actualidad son en lazo cerrado.

Aquellos en los que la señal de salida del sistema (variable controlada) tiene efecto directo sobre la acción de control (variable de control).

Los sistemas de control en lazo cerrado se definen como aquellos en los que existe una realimentación de la señal de salida, o dicho de otra forma, aquellos en los que la señal de salida tiene efecto sobre la acción de control. En algunas ocasiones, la señal controlada y la señal de referencia no son de la misma naturaleza, por ejemplo, la señal controlada puede ser una velocidad, y la señal de referencia una tensión.

El instrumento encargado de detectar la señal de salida para utilizarla de nuevo en el captador. Este elemento mide la señal controlada y la transforma en una señal que puedan entender los demás componentes del sistema del controlador.

Los tipos más habituales de señales empleadas suelen ser neumáticas o eléctricas.

Las ventajas que tiene el control por retroalimentación son:

- Puede controlar sistemas inestables
- Puede compensar perturbaciones
- Puede controlar sistemas incluso si estos tienen errores de modelado

Desventajas:

- El uso de sensores hace más costoso el control
- Se introduce el problema del ruido, al hacer la medición

3.2.1.5 Sensores

3.2.1.5.1 Definición

Los sensores son unos dispositivos que transforman parámetros físicos en parámetros eléctricos. Se usan diferentes tipos de sensores dependiendo de la variable física que se desee tratar.

En la fig. III.53 se muestra un esquema que explica el funcionamiento general de un sensor.

Se puede apreciar que, por regla general, es necesario procesar de alguna manera las señales (procesamiento previo) antes de que la información llegue a un sistema ejecutor constituido por actuadores. La función de los sensores aprovecha para la primera conversión de señales recurriendo a diversos principios físicos.

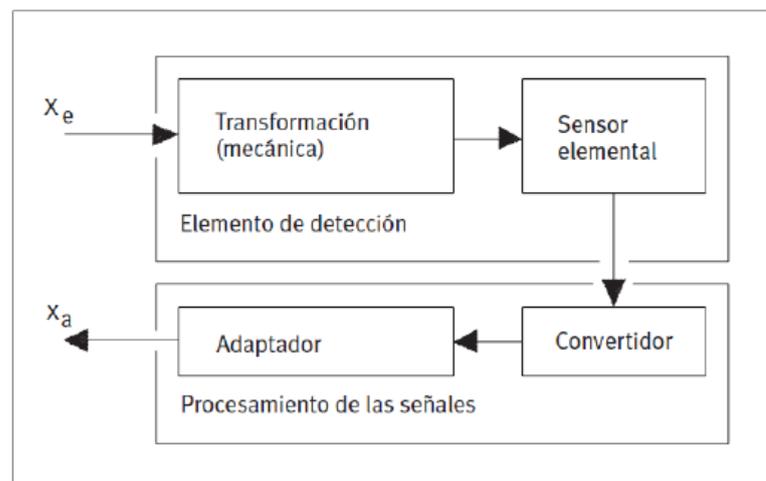


Figura III.53 Funcionamiento de un sensor

3.2.1.5.2 Tipos de Sensores

Dependiendo del tipo de material o proceso a automatizar se puede elegir diversos tipos de sensores, existe una gran variedad de sensores en el mercado entre los más conocidos tenemos:

3.2.1.5.2.1 Sensores Inductivos

Como se puede observar en la fig.III.54, los sensores de proximidad inductivos están formados por un oscilador que empieza a oscilar si consume cierta corriente, entonces se crea un campo alterno de alta frecuencia que sobresale.

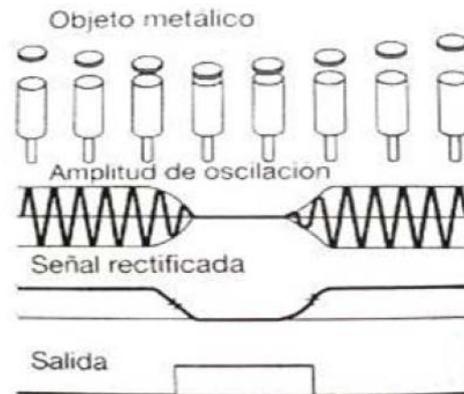


Figura III.54 Sensor Inductivo

Si en este campo irrumpe un objeto metálico (no hace falta que sea ferromagnético), se induce en el objeto una corriente que se opone al campo. Entonces el consumo de corriente disminuye, esta pérdida de corriente nos da mucha información: por ejemplo podemos medir y controlar posiciones o también podemos calcular la velocidad y las revoluciones del objeto en movimiento.

Ventajas:

- No hay contacto con el objeto.
- No están expuestos al desgaste.
- No necesita mantenimiento.
- La respuesta del detector es clara y rápida.
- Insensibles a los golpes, a las vibraciones y al polvo.
- Resistentes a muchos productos químicos.
- Son de tamaño pequeño.
- Se puede instalar en cualquier lugar.

Inconvenientes:

- Solo puede medir distancias pequeñas
- Solo se puede medir velocidades de hasta 50.000 r.p.m.

Aplicaciones:

Su utilización es muy apropiada en sistemas de fabricación automáticos ya que sus aplicaciones son muchas y es de larga duración, sin mantenimiento y muy eficaz.

Normalmente estos detectores vienen provistos con una rosca para facilitar su montaje, puede medir magnitudes tales como distancia o velocidad. Una buena aplicación industrial podría ser la de la de una cadena de montaje de objetos metálicos de tal forma que los sensores inductivos avisarían si falta algún objeto o si alguno no está en su posición correcta.

3.2.1.5.2.2 Sensor Capacitivo

Los detectores de proximidad capacitivos funcionan como un condensador. Pueden utilizarse para la detección de objetos conductores o dieléctricos. En la fig. III.55 se muestra su principio de funcionamiento. En este caso, se mide la distancia “s”. La distancia de conmutación puede ser de máximo 60 mm aproximadamente. Los detectores capacitivos se utilizan especialmente para la medición precisa de recorridos. En el caso de construcción es tubular, los recorridos pueden llegar a ser de hasta 2 metros.

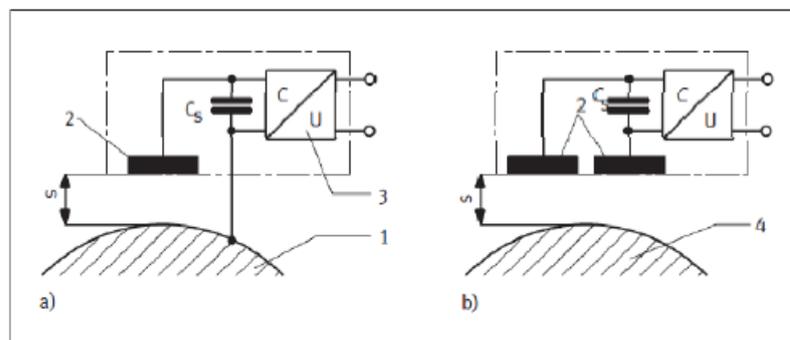


Figura III.55 Principio de funcionamiento del Sensor Capacitivo

Funcionamiento:

Las sustancias metálicas y las no metálicas, tanto si son líquidas como sólidas, disponen de una cierta conductividad y una constante eléctrica. Los sensores capacitivos detectan los cambios provocados por estas sustancias en el campo eléctrico de su área de detección. Se observa que hay un campo estático provocado por el oscilador del sensor, ya que está situado detrás del electrodo de base. Durante ese periodo de encendido y apagado del oscilador, la evaluación de los cambios nos da información exacta sobre el objeto.

Ventajas:

- Alto nivel de estabilidad con temperatura.
- Alcances de detección mejorados para reservas funcionales.
- Inmunidad contra:
 - Interferencias electromagnéticas (por ejemplo: las que da un teléfono móvil)
 - Choques, vibraciones y polvo.
 - No están expuestos al desgaste.
 - No necesita mantenimiento.
 - Resistentes a muchos productos químicos.
 - Son de tamaño pequeño.
 - Se puede instalar en cualquier lugar.

Inconvenientes:

El principio capacitivo tiene como desventaja la detección adicional de depósitos de suciedad y humedad en la superficie misma del detector. El polvo, aceite y agua constituyen fuentes de posibles errores, ya que tienen un efecto aislante. En esos casos, el error consiste en que la distancia total medida es menor que la distancia real. Para solucionar este problema se utilizan detectores capacitivos provistos de un electrodo de compensación, con lo que en la mayoría de los casos se evita una conmutación indebida.

Aplicaciones:

Como los sensores inductivos, su utilización es muy apropiada en sistemas de fabricación automáticos. Normalmente estos detectores vienen provistos con una rosca

para facilitar su montaje. Se utiliza generalmente en procesos de automatización para detectar la presencia y/o niveles de líquidos, detectar polvo en los objetos, y también para identificar sólidos.

3.2.1.5.2.3 Sensor de Proximidad Fotoeléctrico

La detección de la posición de objetos puede realizarse con detectores fotoeléctricos que funcionan con luz del espectro luminoso visible o con luz infrarroja. Estos sensores se utilizan especialmente para la detección de objetos no metálicos, ya que son capaces de detectar vidrio, de comprobar el nivel de llenado, de controlar la presencia de piezas, además de muchas otras aplicaciones nuevas que van surgiendo constantemente.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los sistemas ópticos son sensibles a la suciedad y a la humedad. Por ello, los modernos detectores de este tipo disponen de un sistema de indicación de reserva operativa para informar sobre su capacidad de recepción. Si en el ambiente hay mucha suciedad, es posible limpiar las lentes de los detectores con chorros de aire comprimido. Los sistemas más conocidos son las barreras de luz y los detectores de reflexión directa.

Denominación	Esquema	Explicación
Barrera de luz sin reflexión		Emisor y receptor separados y opuestos. Para efectuar la medición se aprovecha la interrupción del haz de luz. Utilización en distancias de hasta 30 metros.
Barrera de luz con reflexión		Emisor y receptor en un solo cuerpo. Adicionalmente se necesita un reflector en el lado opuesto. Se mide la interrupción del haz. Utilización en distancias de hasta 4 metros.
Detector de reflexión directa		Emisor y receptor en un solo cuerpo. La luz se refleja y vuelve al receptor. En este caso, el propio objeto hace de reflector. Utilización en distancias desde 0,1 hasta 0,4 metros.
Detector de transmisión		Emisor y receptor separados y opuestos. Ambos están enfocados en el punto de paso de los objetos. Utilización para la detección de objetos transparentes o de superficies claras.
Barreras de haces múltiples		Barreras de corta distancia, con un emisor y varios receptores. Por ello, la disposición de los emisores "S" y de los receptores "E" tiene que ser alterna.

Tabla III.I Tipos de Sensores Ópticos

3.2.1.5.2.3 Sensores Fotoeléctricos Directos.

Como se muestra en la fig.III.56 el emisor (integrado en el sensor juntamente con el receptor) genera un flujo de luz modulado. Si un objeto se sitúa en este flujo de luz entonces la luz se refleja en el objeto, una parte de esta luz reflejada va a parar en el sensor. El receptor la capta y dependiendo de la superficie, intensidad y color se puede evaluar los cambios, estos nos da información exacta sobre el objeto.



Figura III.56 Sensor Fotoeléctrico Directo

3.2.1.5.2.4 Sensores Fotoeléctricos Unidireccionales

Estos sensores (fig. III.57), el receptor y el emisor están separados, el haz de luz es proyectado desde el emisor al receptor creando un cordón que sensa cuando un objeto interrumpe el haz de luz. Se pueden lograr grandes alcances y una detección fiable de objetos reflectantes o brillantes. Cuando la fuente de luz es láser, el alcance se puede incrementar considerablemente.



Figura III.57 Sensor Fotoeléctrico Unidireccional

3.2.1.5.2.5 Sensores Fotoeléctricos Con Fibra Óptica

Por lo general son utilizados en espacios especialmente limitados, los conductores de fibra óptica resultan, a menudo, la única manera de colocar un sensor en su posición. Podemos encontrar conductores: de plástico flexible y de fibra óptica.

Son muy recomendados para detectar pequeñas piezas de ensamblaje como se ilustra en la fig. III.58.

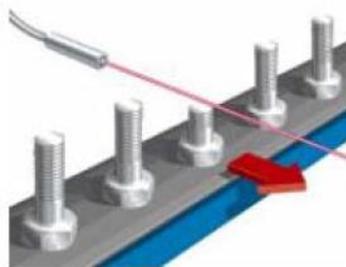


Figura III.58 Sensor Fotoeléctrico con Fibra Óptica

3.2.1.5.2.6 Sensores Neumáticos

En muchos casos los captadores tienen que detectar el objeto sin contacto con él. Por eso se pueden emplear captadores neumáticos. Luego la señal que captamos la tenemos que transformar en una señal eléctrica. Estos captadores pueden ser de tres tipos:

- Detectores de paso
- De proximidad
- De presión dinámica

3.2.1.5.2.7 Sensor Detector de paso (barrera de aire)

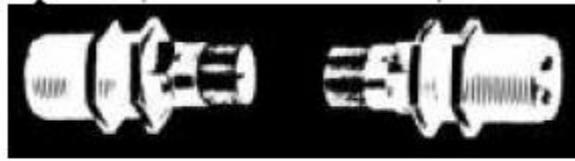


Figura III.59 Sensor Fotoeléctrico con Fibra Óptica

Funcionamiento:

Se emite aire de ambas toberas (emisor y receptor). Por lo tanto, el chorro de aire del conducto emisor perturba la salida libre del aire del conducto receptor. Se crea una turbulencia, que produce una señal. Esta, puede ser reforzada hasta la presión deseada con un amplificador. Si se introduce un objeto entre emisor y receptor, desaparece la señal y la válvula (que está conectada) puede cambiar: la señal se vuelve 0.

Para un funcionamiento ideal:

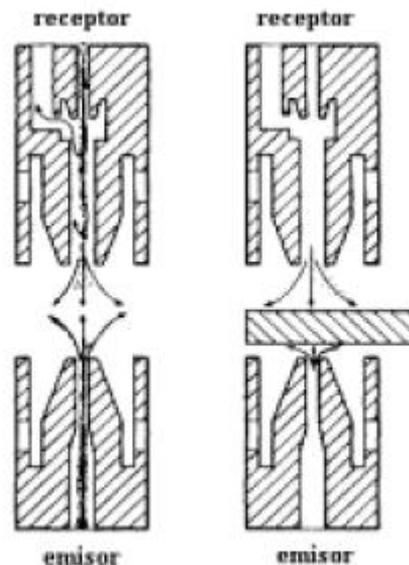


Figura III.60 Funcionamiento del Sensor Fotoeléctrico con Fibra Óptica

Se emplea un filtro regulador de presión baja para mantener el aire de alimentación limpio.

El conducto receptor emite un poco de aire para no acumular suciedad.

Debería estar en un lugar sin corrientes de aire porque desvían el flujo del aire. La distancia entre emisor y receptor no debe sobrepasar los 10cm.

Aplicación:

Por ejemplo se podría usar en puestos de montaje, en control de objetos (para saber si hay o no un objeto en ese momento) y en salas en que existe el riesgo de explosiones entre otras aplicaciones.

Inconvenientes:

- Solo puede determinar si hay o no un objeto. No da ninguna información más
- Solo puede detectar objetos de una anchura inferior a 10cm, difícil aplicación en cadenas de montaje de objetos medianos y grandes.
- Al ser dos conductos independientes del uno del otro, necesita un conducto de aire para el emisor y otro para el receptor.

3.2.1.5.2.8 Final de Carrera

El final de carrera o sensor de contacto (también conocido como "interruptor de límite") o limitswicht, son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados. (FiguraIII.61)

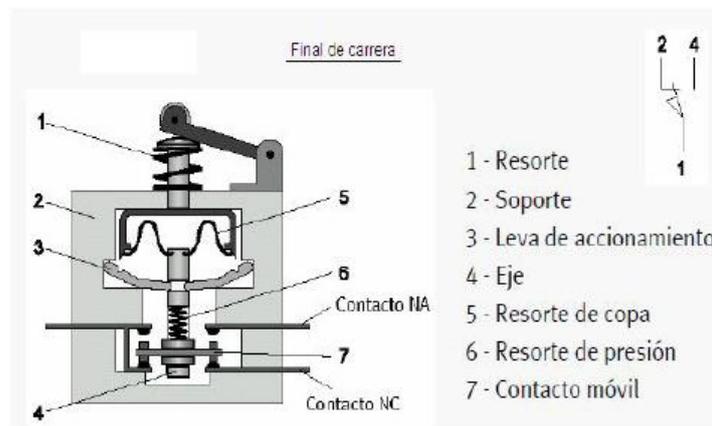


Figura III.61 Final de Carrera

3.2.1.5.2.9 Sensores Ultrasónicos

Los sensores ultrasónicos (fig.III-62), tienen como función principal la detección de objetos a través de la emisión y reflexión de ondas acústicas. Funcionan emitiendo un pulso ultrasónico contra el objeto a censar, y al detectar el pulso reflejado, separa un contador de tiempo que inicio su conteo al emitir el pulso. Este tiempo es referido a distancia y de acuerdo con los parámetros elegidos de respuesta con ello manda una señal eléctrica digital o analógica.

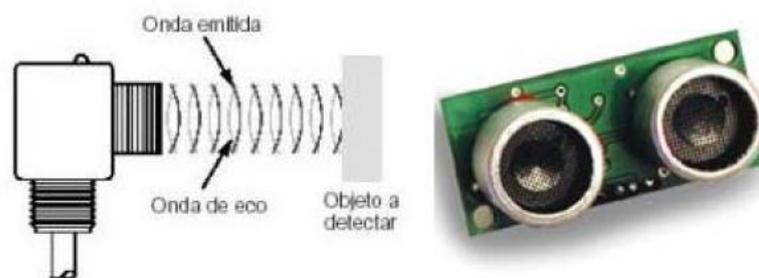


Figura III.62 Sensor Ultrasónico

3.2.1.5.2.10 Sensores Magnéticos

El detector Reed es un detector de proximidad clásico (reed significa lengüeta en inglés). Este detector reacciona a los campos magnéticos. En la fig. III-63 se explica su funcionamiento.

El detector tiene 2 lengüetas de contacto elásticas y ferromagnéticas (de aleación Fe-Ni) que se encuentran en un tubo de vidrio hermético lleno de un gas inerte.

Si se acerca un campo magnético al tubo, las lengüetas se tocan, con lo que se cierra un circuito eléctrico. La reacción es de apenas una milésima de segundo. Los detectores Reed no se desgastan.

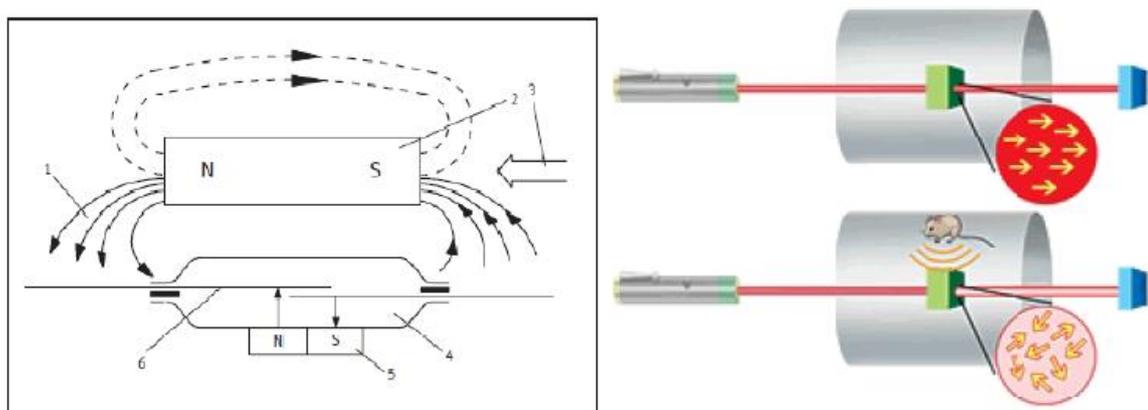


Figura III.63 Funcionamiento del Sensor Magnético

Estos interruptores, utilizados como detectores de posición, ofrecen una precisión de conmutación de $\pm 0,1$ mm. Claro está que hay que evitar que se encuentre otro campo magnético en las cercanías. De ser así, es necesario apantallar de modo apropiado al detector.

3.2.1.5.2.11 Sensor Sharp 2d120x

Este sensor popular hecho por Sharp produce una salida analógica que varía de 3.1 V a 4 cm a 0,3 V a 30 cm.

Este sensor puede encontrar la distancia a los objetos que presentan un borde muy estrecho tal como una pared en un ángulo muy agudo.

La salida del sensor puede variar de una unidad a otra, y en base a las características del objetivo (reflectancia, tamaño, dirección de movimiento, la alineación de objetos).

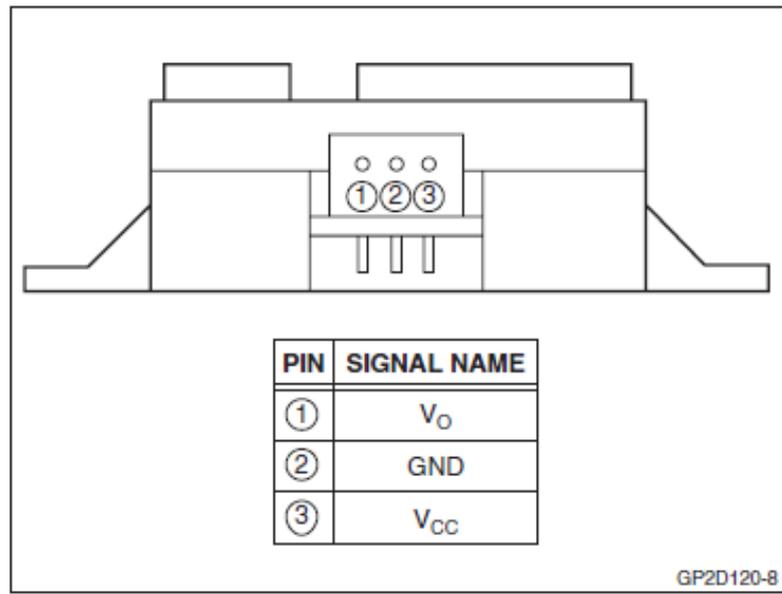


Figura III.64 Pines de salida Sharp

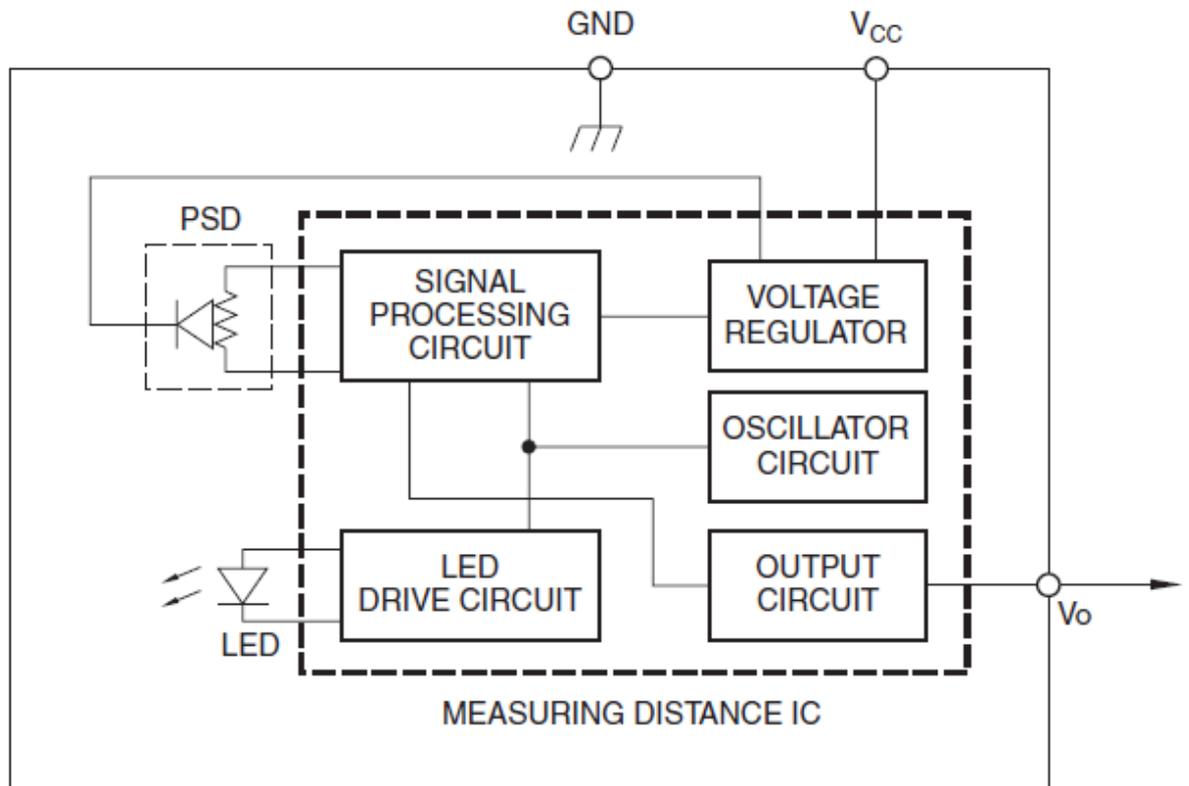


Figura III.65 Diagrama de Bloques sensor Sharp

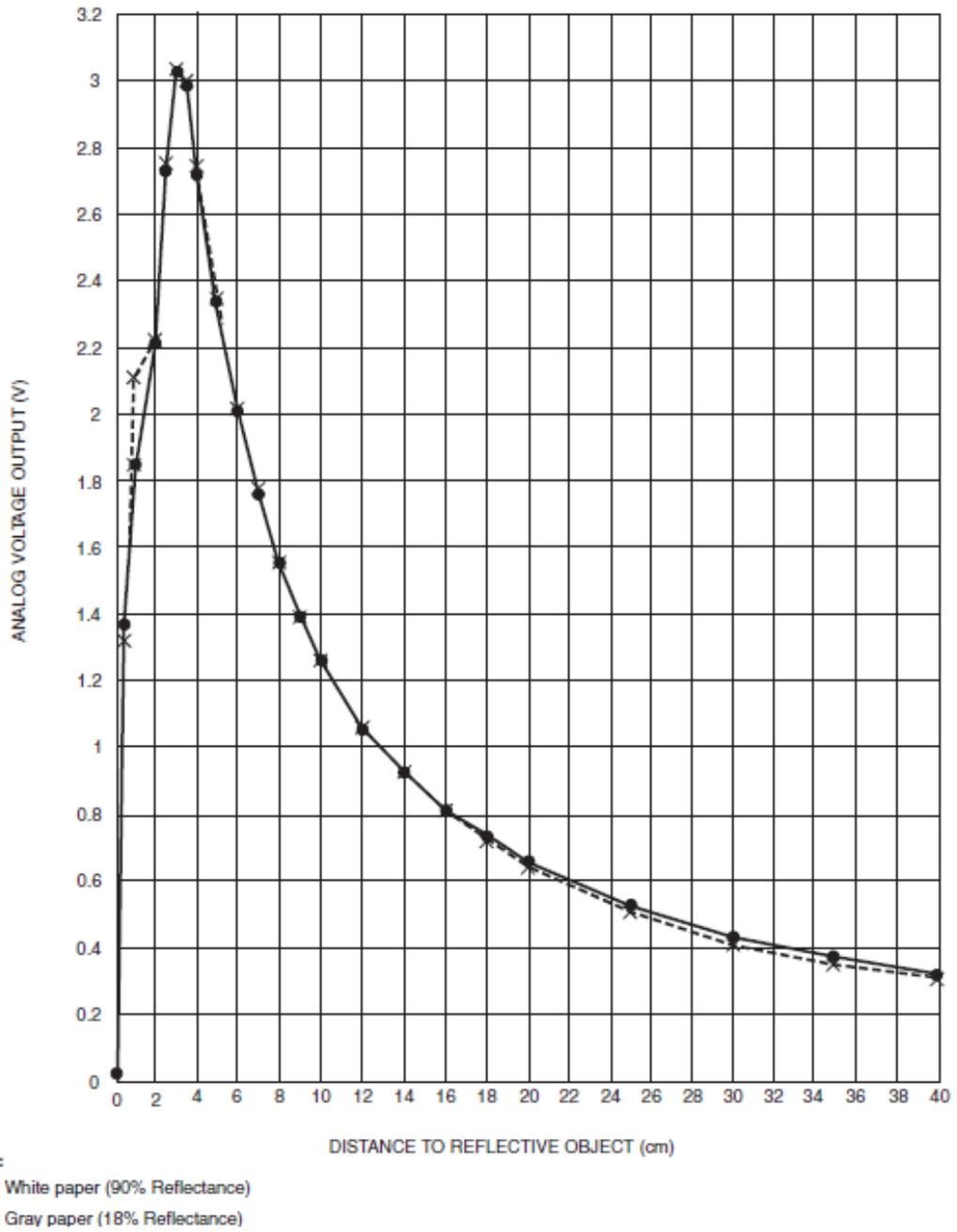


Figura III.66 Distancia del reflejo del objeto

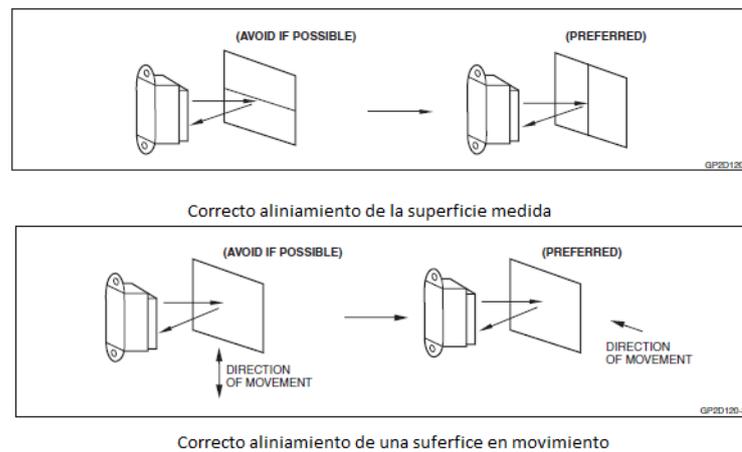


Figura III.67 Montaje del sensor Sharp

3.2.2 REDES DE COMUNICACIÓN

3.2.2.1 Redes Industriales

Llevan este nombre las redes de comunicaciones instaladas en ambientes industriales como manufactura, laboratorios, bodegaje, etc. Se diferencian con las redes corporativas utilizadas en ambientes “de oficina” en aspectos como robustez, inmunidad al ruido, confiabilidad, etc.

3.2.2.2 Comunicaciones PC-AP

APs (Autómatas Programables) son aquellos equipos que cumplen funciones de control automático de procesos. Esta clasificación incluye:

- PLCs (Controladores Lógicos Programables).
- Controladores de Procesos, equipos de lógica de control predeterminada con parámetros configurables por el usuario (lazos PID, control On/Off, etc.).
- Controladores de Tiempo Real (FieldPoint RT, tarjetas DAQ, PXI-RT).
- Sensores con capacidad de comunicación o lógica de control asociada (medidores de energía eléctrica, válvulas y sensores inteligentes, etc.).
- Computadores equipados con el hardware y software necesarios para desempeñar funciones de control.

Dada la aceptación universal de estos dispositivos en todo tipo de aplicaciones que requieren control automático de procesos, es evidente la necesidad de conectarlos entre

ellos para ampliar las capacidades de control, y conectarlos a PCs para crear sistemas de monitoreo, control interactivo, cambio de parámetros en línea, sistemas HMI y SCADA.

3.2.2.3 Comunicaciones Industriales

El término “comunicaciones industriales” se refiere a la amplia gama de dispositivos de hardware, programas de software, y protocolos de transferencia de datos que forman una red que comunica entre sí computadores, controladores, instrumentos, sensores y otros elementos utilizados en ambientes industriales. En este tutorial se describe el modelo OSI para redes comunicaciones. También se explican las especificaciones que se deben conocer para conectar PLCs y otros autómatas programables (APs) a un computador. Finalmente se mencionan algunas de las redes industriales más utilizadas hoy en día.

3.2.2.4 El Modelo OSI de 7 Capas

El modelo OSI (Open System Interconnection) fue introducido hace décadas para definir la forma de interconexión de elementos de redes por medio de una estructura de siete capas como se muestra en la Tabla 1. Aunque este modelo es necesario para los diseñadores de redes de comunicaciones, para el usuario común es transparente. Sin embargo, conocer las bases de este modelo ayuda a los instaladores de redes a comprender y escoger los elementos correctos.

CAPA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
7	Aplicación	Especificaciones y protocolos para aplicaciones y usuarios de redes: cómo enviar un mensaje, cómo especificar el nombre de un archivo, como responder a solicitudes, etc.	FTP, SNMP, SMTP, HTTP, Telnet, HTTP
6	Presentación	Representación de los datos. Traducción de datos. Codificación y Decodificación.	
5	Sesión	Establecimiento de sesión de comunicaciones. Seguridad.	
4	Transporte	Integridad de transferencia, corrección de errores. Los datos son empaquetados en tamaños manejables. Encargada de reenviar mensajes fallidos, y no duplicar mensajes correctos.	TCP, UDP
3	Red	Asignación de dirección, métodos de transmisión de paquetes, enrutamiento	IP
2	Enlace	Formato y transmisión de la trama	Ethernet: CSMA/CD
1	Física	Componentes físicos básicos: cables, conectores, velocidades, valores de voltaje, etc.	Ethernet Cable Cat.5 (8hilos)

Tabla III.II El modelo OSI fue introducido para definir una red por medio de una estructura de siete capas

3.2.2.5 Especificaciones de Comunicaciones

Habiendo revisado las redes de comunicación industriales queda claro que para comunicar un AP con un PC es necesario conocer las diferentes capas del modelo de comunicaciones OSI que utiliza cada elemento de la red. En el caso más general se tiene

un AP (por ejemplo un PLC) y se requiere conectarlo a un computador. Las tres “piezas” que se deben tomar en cuenta para la conexión son:

1. Red Física - conectores, cables, adaptadores.
2. Protocolo - Modbus, ASCII, Optomux.
3. Driver - software que comunica el programa de aplicación con el AP hablando el protocolo indicado.

Por ejemplo: Se utiliza un PC con LabVIEW y se quiere comunicar con un PLC Telemecanique modelo Nano que tiene un puerto RS-485 (capa física necesaria: tarjeta PCI-485/2, cable apantallado de 4 hilos + gnd, conectores Combicon) y que utiliza Modbus (protocolo). Para que LabVIEW hable Modbus es necesario el Driver de comunicaciones (National Instruments OPC Industrial Automation Drivers).

Es necesario notar que algunos protocolos especifican también la capa física, pero en algunos casos se requiere de un hardware especial. Es el caso de Profibus-DP, que aunque se comunica mediante RS-485, no se puede utilizar una tarjeta genérica, sino específicamente una tarjeta Profibus RS-485.

3.2.2.6 Redes seriales

Serial es un protocolo de comunicaciones muy común en PCs e instrumentos. Las tres versiones más utilizadas son:

RS-232 (ANSI/EIA-232) ha sido el puerto estándar en PCs compatibles IBM, aunque actualmente está siendo reemplazado por USB, y en el futuro quizás por Firewire. Utiliza conexión desbalanceada, referenciando cada señal a la tierra del puerto. Otra característica es que solamente soporta conexión punto a punto (2 dispositivos).

RS-422 (EIA RS-422-A) es la conexión serial utilizada originalmente en las computadoras Apple de Macintosh.

Utiliza conexión diferencial, lo que mejora su inmunidad al ruido y permite extender el cable mayores distancias soportando hasta 10 dispositivos.

RS-485 (EIA RS-485) es una red RS-422 mejorada, pues soporta hasta 32 dispositivos y define las características eléctricas necesarias para asegurar voltajes adecuados bajo máxima carga. Su alta inmunidad al ruido, capacidad de múltiples dispositivos y su sencillez (puede operar con dos o con cuatro cables) la hacen muy utilizada en dispositivos industriales. Puesto que RS-485 es una versión mejorada de RS-422, todo dispositivo RS-422 puede ser controlado por una tarjeta RS-485. Existen en el mercado conversores de RS-232 a RS-485.

	RS-232	RS-422	RS-485
Ancho de Banda	230 kb/s	10 Mb/s	10 Mb/s
Max. Numero de Dispositivos	1	10	32 (depende del sistema)
Max. Longitud de Cable	15 m	1220 m	1220 m

Tabla III.III Redes seriales

3.2.2.7 Ethernet

Originalmente desarrollado por Xerox, Digital e Intel en la década de 1970, hoy es el estándar IEEE 802.3, y es el tipo de red más popular en aplicaciones de tecnología informática y redes corporativas. Ethernet utiliza un protocolo de enlace CSMA/CD (Carrier Sense, Multiple Access, Collision Detect) el cual, cuando una estación está lista para enviar los datos y detecta que la red está libre, publica su trama en la red con la dirección del destinatario. Todas las estaciones escuchan los datos, pero solamente la destinataria responde. Este sistema es capaz de interrumpir la transmisión si detectó una colisión, e intenta retransmitir los datos luego de una espera de tiempo aleatoria. En la especificación estándar IEEE 802.3, Ethernet trabaja a 10 Mb/s, su topología es multimodo, y soporta hasta 1,024 nodos en par trenzado, fibra óptica o cable coaxial.

Otras definiciones de Ethernet amplían sus características a 100Mb/s, autonegociación de velocidad, y la nueva tecnología Gigabit Ethernet amplía la velocidad hasta 1000 Mb/s.

Algunos medios físicos utilizados por Ethernet son cable coaxial, par trenzado, y fibra óptica (definidos por 10Base5, 10Base2, 10BaseT, 10BaseF, etc.). Es importante entender que Ethernet define solamente la capa física y de enlace, más no el protocolo.

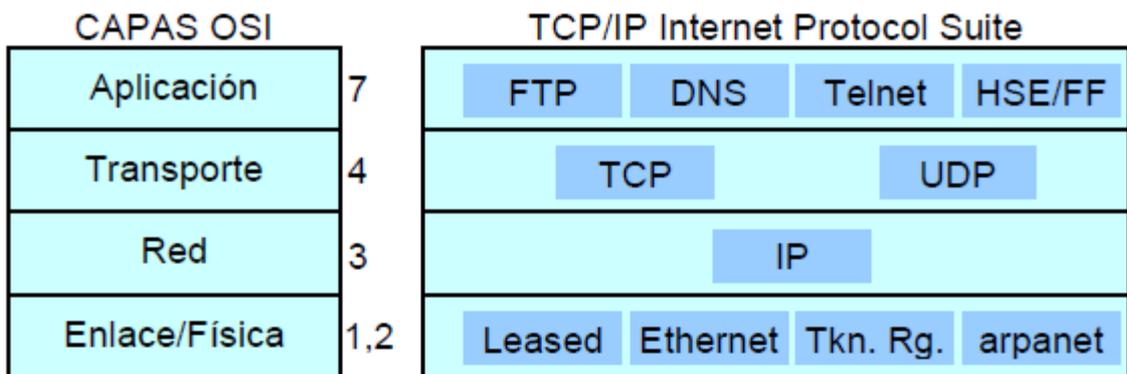


Tabla III.IV Modelo OSI y su relación con Ethernet

Aunque para ambientes corporativos las redes Ethernet pueden resultar muy económicas y sencillas de instalar, es necesario tomar en cuenta que para ambientes industriales es preferible utilizar elementos más robustos, lo cual encarece su costo. Sin embargo, la creciente cantidad de dispositivos que soportan Ethernet, junto con la estandarización de protocolos estándares en la industria como TCP/IP y OPC hacen de esta red una elección atractiva para sistemas donde se requiere conectividad abierta e interoperabilidad entre sistemas y plataformas. Existen por ejemplo conversores GPIB/Ethernet, RS-232/Ethernet, etc.

3.2.2.8 Fieldbus

La Fundación Fieldbus es una organización de más de 120 compañías que fabrican más del 80% de productos Fieldbus a nivel mundial. Fieldbus es una red industrial diseñada específicamente para aplicaciones de control de procesos distribuidos, creada sobre

tecnologías existentes siempre que sea posible, incluyendo trabajo conjunto con ISA, IEC, Profibus, FIP, y HART. La tecnología Fieldbus contempla las capas física, de enlace (communications stack), y de Usuario (no definida en el modelo OSI). No implementa las capas de 3 a 7 porque los servicios de éstas no son requeridos en aplicaciones de control de procesos.

Fieldbus utiliza dos Capas Físicas: H1 (31.25 kb/s) y High - Speed Ethernet (HSE), que puede correr el mismo protocolo Fieldbus a 10 ó 100 Mb/s. En la Capa de Enlace, el Communication Stack hace de interfaz entre la capa de usuario y la capa física. Fieldbus define una Capa de Usuario única basada en bloques de funciones que permiten al usuario comunicarse y programar dispositivos Fieldbus como PLCs, sensores y actuadores autónomos (puntos de Entrada/Salida o E/S), permitiendo distribuir el control en la red.

3.2.2.9 Profibus

Ahora reglamentado por el estándar alemán DIN 19245, es el sistema Fieldbus líder en Europa y utilizado ampliamente en sistemas de control distribuido al rededor del mundo.

Más de 650 compañías componen el grupo de desarrollo de Profibus, desarrollando su tecnología de modo es aplicable tanto para aplicaciones de alta velocidad y de tiempo crítico con los puntos de E/S, como en comunicaciones complejas entre controladores.

Varios modelos de PLCs de Siemens utilizan este protocolo. Se necesitan tarjetas de comunicación RS-485 especiales (fabricadas por Applicom). Existen tres versiones:

Profibus-DP está diseñado para aplicaciones de bajo costo y alta velocidad entre controladores y puntos de E/S distribuidos mediante líneas de 24V ó 0-20 mA. En esta red, controladores centrales –como PLCs o PCs – se comunican con dispositivos de campo distribuidos – como E/S, drives y válvulas – por enlace serial de alta velocidad, normalmente de manera cíclica.

Profibus-DP utiliza las capas 1 (usualmente RS-485 y fibra), 2 (Fieldbus Data Link) y de Usuario. Las capas de 3 a 7 no están definidas.

Profibus-FMS está diseñada para comunicaciones de propósito general entre controladores (normalmente PLCs) y PCs. Es el único miembro de la familia que, además de las capas 1,2 y de Usuario, define la capa 7 (de Aplicación) que hace posible acceder a variables, transmitir eventos, enviar programas y controlar su ejecución.

RS-485 es la capa física más utilizada para Profibus-DP y FMS, con velocidades de 9.6 kb/s a 12 Mb/s, y 32 dispositivos.

Utilizando repetidores puede ampliarse a 127 estaciones. La longitud del cable depende de la velocidad de transmisión.

Profibus-PA está diseñada específicamente para automatización de procesos, utilizando la capa física estándar internacional Fieldbus (IEC 1158-2) definida para sensores y actuadores alimentados por el propio bus y dirigido para áreas donde se requiere seguridad intrínseca. Profibus-PA extiende el protocolo Profibus-DP para transmisión de datos, siendo posible unir ambas redes por medio de acopladores de segmentos.

3.2.2.10 Otras Redes

Existen muchas otras redes no cubiertas en este tutorial. Se recomienda investigar en especial sobre HART, CAN, DeviceNet, GPIB, y redes propietarias de fabricantes. En la página www.ni.com puede hallar información y enlaces útiles.

Opc: Estándar de Comunicaciones

OPC (OLE for Process Control) define un interfaz de comunicaciones abierto y estándar basado en tecnologías Microsoft COM, DCOM y ActiveX y cuya meta es comunicar dispositivos de campo como APs, computadores, e incluso programas. OPC está reemplazando a DDE y sus derivados – como NetDDE– debido a que la confiabilidad y eficiencia de ésta antigua tecnología era limitada. La especificación OPC documenta un

conjunto de interfaces COM definiendo objetos, métodos y propiedades, y DCOM permite comunicar éstos mediante una red (que puede ser ethernet, serial, etc.).

Actualmente, desarrolladores de software y hardware incluyen soporte Cliente y Servidor OPC, de modo que la comunicación entre ellos está garantizada.

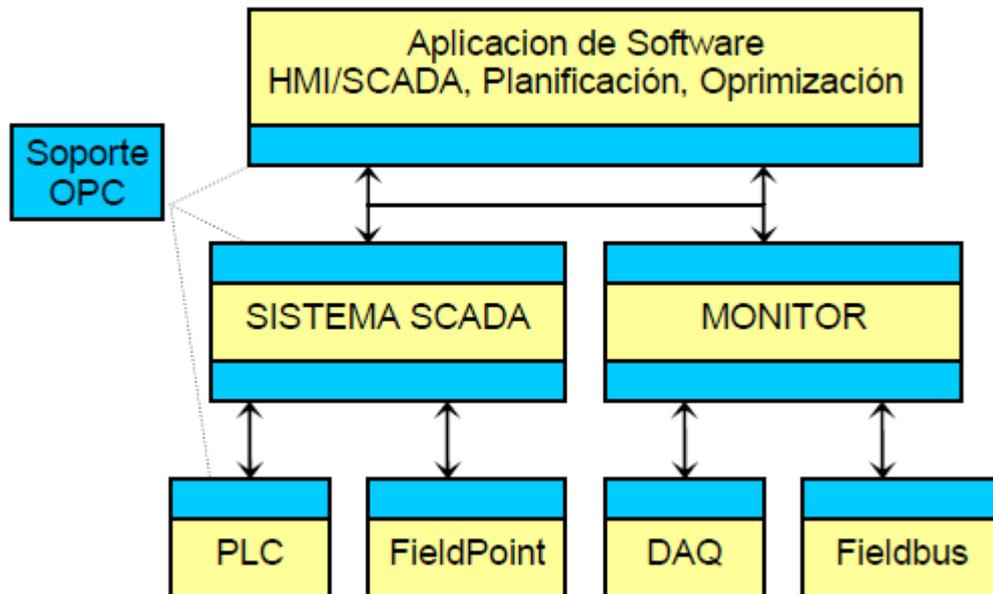


Figura III.68 Soporte OPC

Por ejemplo, LabVIEW soporta OPC como cliente y como servidor. Si se tiene un PLC cuyo driver es compatible con OPC, la comunicación está garantizada (suponiendo que la red está correctamente instalada). Así mismo, se puede equipar a LabVIEW con el conjunto de drivers OPC de National Instruments y así comunicarse con más de 90 PLCs de diferentes marcas y modelos.

3.3 SISTEMAS ELECTRONICOS Y ELECTRICOS

3.3.1 SISTEMAS ELECTRÓNICOS

3.3.1.1 Definición

La electrónica estudia los circuitos formados por componentes que están fabricados con materiales semiconductores. Estos materiales tienen un comportamiento intermedio entre los aislantes (malos conductores de la electricidad) y los conductores (que conducen muy bien la corriente eléctrica).

Los semiconductores son materiales que normalmente son aislantes, pero que en determinadas circunstancias, permiten el paso de la corriente eléctrica. Podemos dividir a los semiconductores en dos tipos diferenciados, los semiconductores intrínsecos y los extrínsecos.

Los intrínsecos más utilizados son el Germanio y el Silicio. Son semiconductores puros, que no se encuentran mezclados con ningún otro material.

Los extrínsecos son el resultado de añadir a un semiconductor intrínseco pequeñas cantidades de otros materiales, llamados impurezas, para aumentar su conductividad térmica. A este proceso de adicción de impurezas se le denomina dopado. Según sean las impurezas añadidas se obtienen dos tipos de semiconductores, dentro de los extrínsecos.

- **Semiconductores tipo “N”**, que se obtienen al añadir impurezas de fósforo, arsénico o antimonio, con lo cual tienen tendencia a ceder electrones (tienen electrones libres -> carga ligeramente negativa).
- **Semiconductores tipo “P”**, que se obtienen al añadir impurezas de boro, indio o galio, con lo cual tienen tendencia a captar electrones (tienen defecto de electrones -> carga ligeramente positiva).

Los circuitos electrónicos se pueden emplear para muy diversos fines, pero en este tema nos centraremos en aquellos circuitos capaces de controlar automáticamente el funcionamiento de algunas máquinas. Estos son los llamados sistemas electrónicos.

3.3.1.2 Señales Eléctricas

Como sabemos, una corriente eléctrica consiste básicamente en un flujo de electrones que circula a través de un elemento conductor, por ejemplo un cable de cobre.

Cuando los electrones se mueven siempre en el mismo sentido, el flujo se denomina corriente continua.

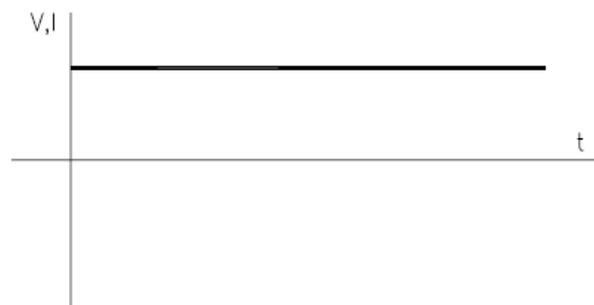


Figura III.69 Corriente continua

Si los electrones se mueven siempre en el mismo sentido pero su cantidad o número varía en el tiempo estamos ante una corriente continua pulsante.

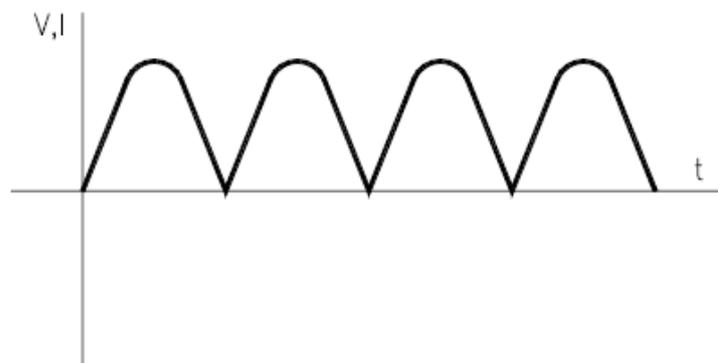


Figura III.70 Corriente continua pulsante

Finalmente, si los electrones cambian periódicamente de sentido, tendremos una corriente alterna.

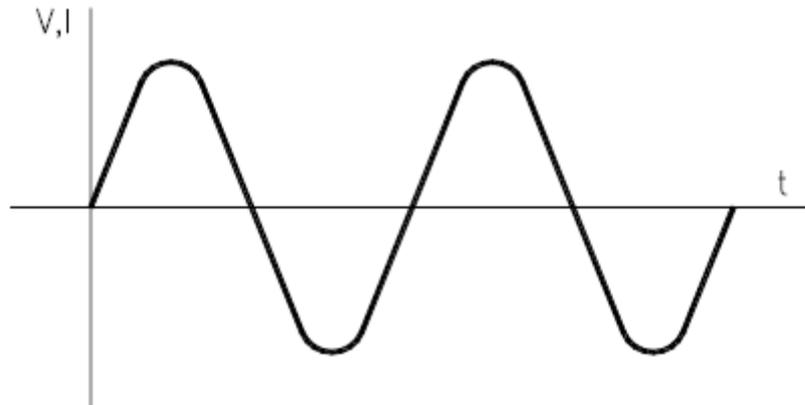


Figura III.71 Corriente alterna

Las variaciones o impulsos de la corriente se pueden codificar para transmitir información.

Por lo tanto podemos concretar en que una señal eléctrica es un conjunto codificado de impulsos eléctricos capaz de transmitir información.

3.3.1.3 Señales Analógicas y Señales Digitales

Las señales utilizadas por los sistemas electrónicos pueden ser de dos tipos: analógicas o digitales.

- Una señal analógica es una señal continua, por lo que el número de valores que puede tomar, entre el mínimo y el máximo es infinito.
- Una señal digital es una señal discreta, es decir, sólo existe en determinados instantes. Sólo puede tomar valores concretos, transmitidos habitualmente en el sistema de codificación binario (dos bits o estados).

La conversión entre ambos tipos de señales es de vital importancia en los sistemas electrónicos, existiendo los conversores analógico-digital y digital-analógico.

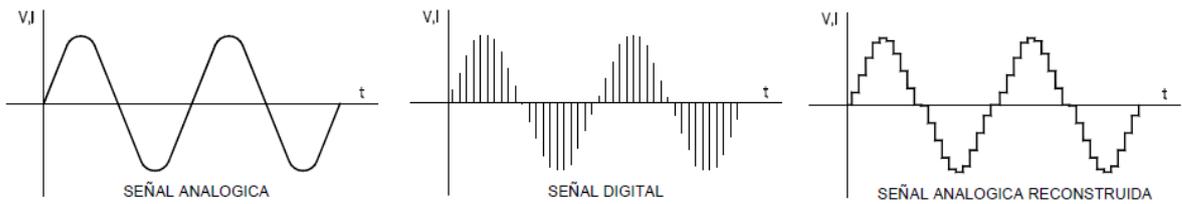


Figura III.72 Tipos de señales

3.3.1.4 Sistemas Electrónicos

En general, todos los sistemas electrónicos constan de tres bloques funcionales claramente diferenciados: bloques de entrada, bloques de proceso y bloques de salida.

- Un bloque de entrada es aquel a través del cual se introduce la orden o señal, bien a través de un elemento accionador (interruptor, pulsador, pedal) o bien a través de sensores (finales de carrera, células fotoeléctricas, boyas).
- Un bloque de proceso es aquel que se ocupa de transformar la señal de entrada en otra (señal de salida) capaz de accionar el módulo de salida. Son los dispositivos que deciden cuál es la acción a realizar.
- Un bloque de salida se encarga de realizar la acción correspondiente para la que se diseña, recibiendo la señal de salida del bloque de proceso para actuar (motores, lámparas, timbres, altavoces).

Gráficamente cualquier sistema electrónico se representa con el diagrama de bloques de la siguiente figura.

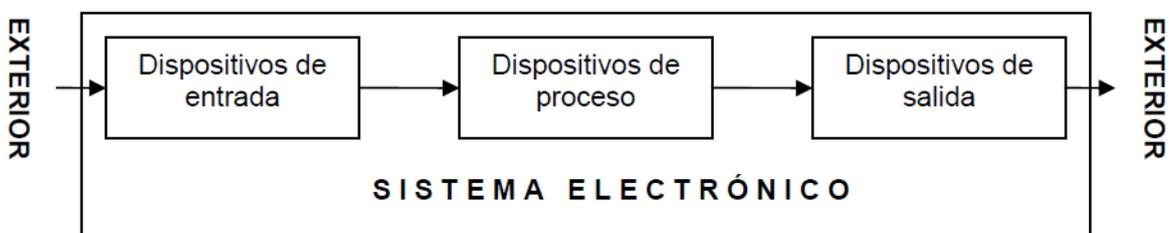


Figura III.73 Sistema electrónico

3.3.1.5 Dispositivos de Mando y Regulación

Cualquier dispositivo electrónico de control recibe información directamente de los elementos de entrada y de acuerdo con la información recibida actúa sobre los elementos de salida para activar los dispositivos para los cuales ha sido diseñado.

Básicamente existen dos tipos de sistemas electrónicos, los de lazo abierto y los de lazo cerrado.

Los sistemas de lazo abierto son aquellos en los que la salida no tiene efecto sobre la acción de control (es decir, que la señal de salida no tiene influencia en la señal de entrada). La variable que queremos controlar puede diverger considerablemente del valor deseado debido a la presencia de perturbaciones externas.

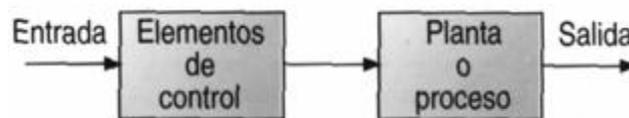


Figura III.74 Sistema de lazo abierto

Un ejemplo de sistema de lazo abierto es una lavadora. No existe ningún elemento de control que nos garantice que la ropa va a salir limpia, por lo que la salida no tiene efecto sobre la entrada. Otros ejemplos son un grifo para llenar un lavabo doméstico, un tostador de pan, un horno, un microondas, etc.

Los sistemas de lazo cerrado son aquellos en los que hay realimentación. La salida tiene efecto sobre la acción de control (es decir, que la señal de salida tiene influencia en la señal de entrada). Se corrigen los efectos de las perturbaciones.

Un ejemplo de sistema de lazo cerrado es una plancha eléctrica. La entrada sería el suministro de energía eléctrica, la salida es el calor de la superficie metálica y el dispositivo de control es el termostato. La función del termostato es mantener el calor de la plancha cercano al valor deseado. Cuando la plancha alcanza el valor deseado el termostato corta el suministro de energía con lo cual la temperatura comienza a bajar.

Transcurridos unos instantes, cuando la temperatura de la plancha baja por debajo de un determinado valor el termostato vuelve a conectar la alimentación eléctrica y así sucesivamente. Como se puede ver la salida es utilizada para modificar la entrada, con lo cual se regula la propia salida. Otros ejemplos son una cámara de fotos con flash, un termostato para controlar la temperatura de una habitación, etc.

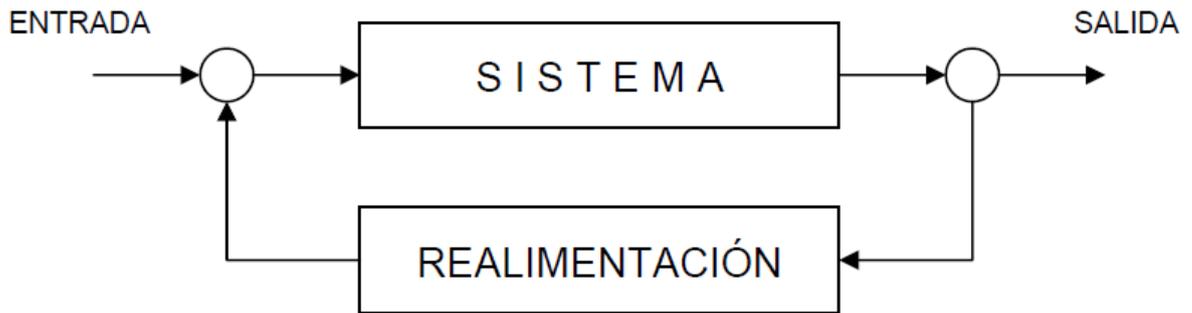


Figura III.75 Sistema de lazo cerrado

3.3.1.6 Elementos Básicos de un Circuito Electrónico

En un circuito electrónico hay una gran variedad de componentes, aunque algunos de los más comunes son los que a continuación se relacionan.

3.3.1.6.1. Resistencias Lineales

Una resistencia es un elemento que se intercala en un circuito para provocar una caída de tensión (voltaje) o para hacer que la corriente se transforme en calor.

Las resistencias lineales son las que cumplen la Ley de Ohm es decir, existe una proporcionalidad directa entre el voltaje aplicado y la intensidad que circula por ellas. El factor de proporcionalidad es el valor de la resistencia.

Como ya sabemos el valor de la resistencia se mide en ohmios (Ω) y mediante la ley de Ohm podemos relacionar el voltaje y la intensidad que la atraviesan.

Las resistencias que hemos visto y utilizado para calcular son resistencias de valor fijo. Los valores de estas resistencias se indican por medio de un código de colores. Cada

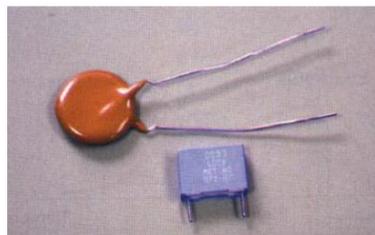
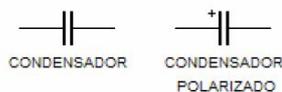
resistencia tiene tres bandas de colores en un extremo y otra banda de color oro, plata o marrón en el otro extremo.

Para leer el valor de una resistencia, esta ha de ser colocada de manera que las tres bandas de colores queden situadas a la izquierda y la otra a la derecha. Los colores de las dos primeras bandas indican el número de ohmios, mientras que el valor de la tercera indica el número de ceros que han de añadirse al número anterior. La banda de la derecha indica la tolerancia o valores máximo y mínimo entre los que puede variar el valor teórico de dicha resistencia.

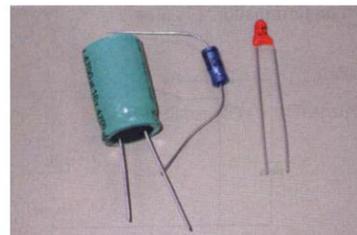
3.3.1.6.2 Condensadores

Un condensador es un componente electrónico formado por dos placas metálicas, llamadas armaduras, separadas entre sí por un material aislante, llamado dieléctrico. Tienen la función de almacenar energía o carga eléctrica para cederla en el momento que sea necesario.

Los condensadores pueden ser de capacidad fija o de capacidad variable. Los condensadores de capacidad fija pueden ser polarizados o no polarizados. Con los condensadores polarizados (electrolíticos) hay que tener la precaución de montarlos respetando su polaridad (la traen marcada). Con los no polarizados (cerámicos, de poliéster) no es necesario tener dicha precaución ya que pueden ser conectados de una manera u otra. Su símbolo es el siguiente:



COND. NO POLARIZADOS



COND. POLARIZADOS

Figura III.76 Tipos de condensadores

La capacidad de un condensador se mide en Faradios (F), y nos indica la cantidad de carga que es capaz de almacenar un condensador cuando es conectado a un cierto voltaje.

Generalmente, y dado que el faradio es una unidad que suele resultar excesivamente grande, se emplean los submúltiplos, generalmente los siguientes:

- 1 microfaradio = $1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F} = 10^{-6}$ Faradios
- 1 nanofaradio = $1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F} = 10^{-9}$ Faradios
- 1 picofaradio = $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F} = 10^{-12}$ Faradios

A la hora de seleccionar un condensador debemos tener en cuenta no sólo su capacidad, sino también la tensión máxima a la que será conectado.

El uso corriente de los condensadores lo encontramos en los circuitos temporizadores, con lo que es muy útil conocer el tiempo en que tarda en cargarse o descargarse un condensador. También se emplea como filtro para señales de corriente alterna.

En el circuito elemental de la figura el condensador se carga a través de la resistencia cuando el conmutador se encuentra en su posición superior, y se descarga a través de ella cuando está en su posición inferior.

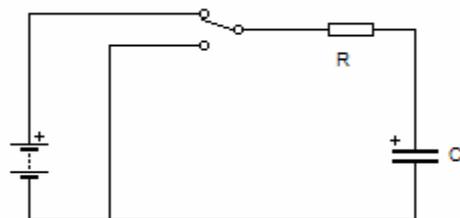


Figura III.77 Circuito elemental del condensador

El tiempo que tarda en cargarse o descargarse se determina por medio de la siguiente expresión: **$T = 5 R C$**

Las curvas características de carga y descarga son:

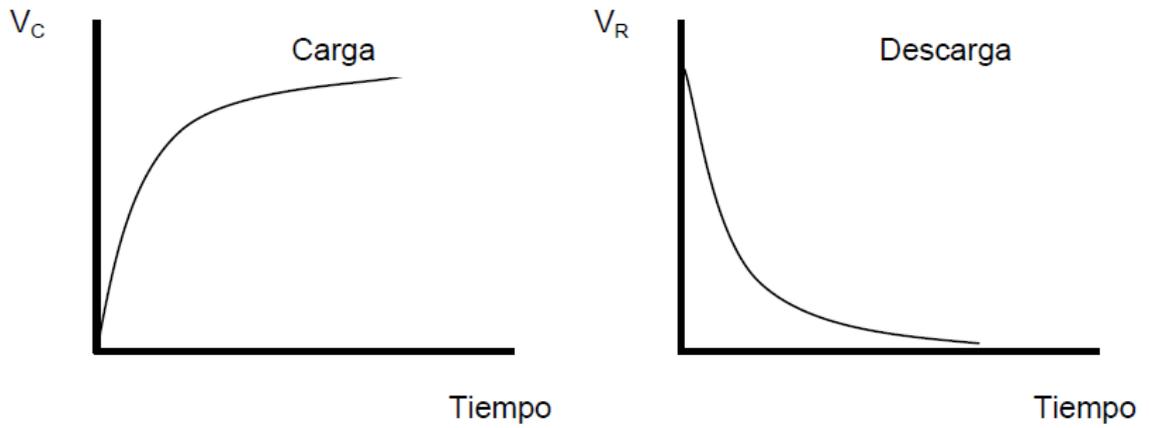


Figura III.78 Curvas característica de carga y descarga

3.3.1.6.2.1. Asociación de Condensadores

Al igual que vimos con las resistencias, los condensadores se pueden asociar en:

Asociación en Serie

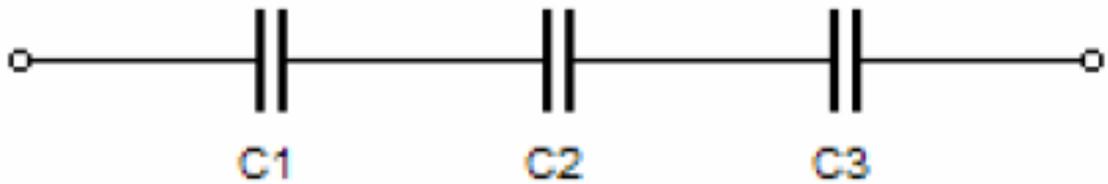


Figura III.79 Asociación en serie

Para calcular la capacidad equivalente se emplea la expresión: $\frac{1}{C_{EQ}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$

Asociación en Paralelo

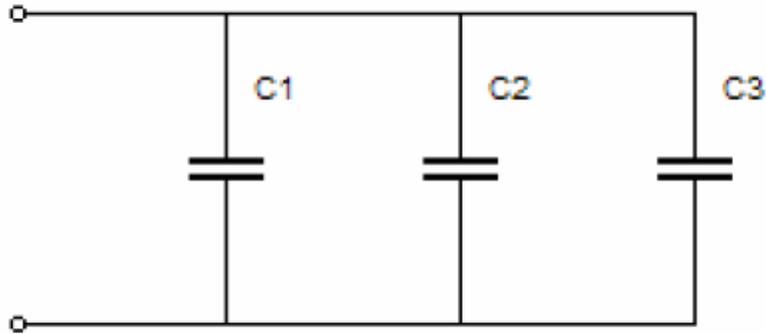


Figura III.80 Asociación en paralelo

Para calcular la capacidad equivalente se emplea la expresión: $CEQ = C1 + C2 + C3$

Asociación Mixta

Se trata de una combinación de los dos casos anteriores y se sigue el mismo proceso que el visto para la asociación de resistencias.

3.3.1.6.3. Diodos

Un diodo es un componente electrónico que permite el paso de la corriente eléctrica en un sentido y lo impide en sentido contrario. Está formado por la unión de dos materiales semiconductores, uno del tipo “P” y otro del tipo “N”. Por tanto está provisto de dos terminales denominados ánodo (+) y cátodo (-). Como norma general, el sentido de circulación de la corriente en un diodo va del ánodo al cátodo. Su símbolo es:

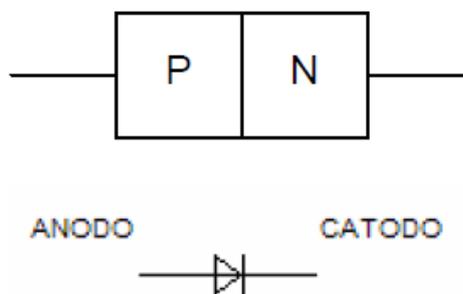


Figura III.81 Símbolo del diodo

Cuando un diodo se conecta a una tensión eléctrica, se dice que está polarizado. Esta polarización puede ser directa o inversa.

- La polarización directa se produce cuando se conecta el polo positivo del generador al ánodo y el polo negativo del generador al cátodo. De este modo el diodo se comporta como un conductor de corriente.
- La polarización inversa se produce en el caso contrario, es decir, el polo positivo al cátodo y el negativo al ánodo. En este caso el diodo impide el paso de la corriente eléctrica y se comporta como un aislante.

Queda claro que un diodo polarizado directamente deja pasar la corriente eléctrica, mientras que un diodo polarizado inversamente no deja pasar la corriente eléctrica.

Se puede observar que en la región de polarización directa (la situada arriba y a la derecha de los ejes) a partir de la tensión V_γ se obtiene una conducción del diodo prácticamente lineal.

Se trata de una recta que relaciona la tensión aplicada con la intensidad que recorre el diodo mediante la resistencia interna del diodo. La tensión V_γ se denomina umbral de conducción.

Habitualmente utilizaremos diodos cuya tensión umbral será de 0,7 voltios, lo que quiere decir que si aplicamos al diodo una tensión superior a 0,7V, el diodo se comportará como una resistencia (polarización directa).

En la región de polarización inversa (abajo y a la izquierda de los ejes) existe una tensión VRM, que se denomina tensión de ruptura del diodo, de tal manera que si la superamos el diodo quedará destruido.

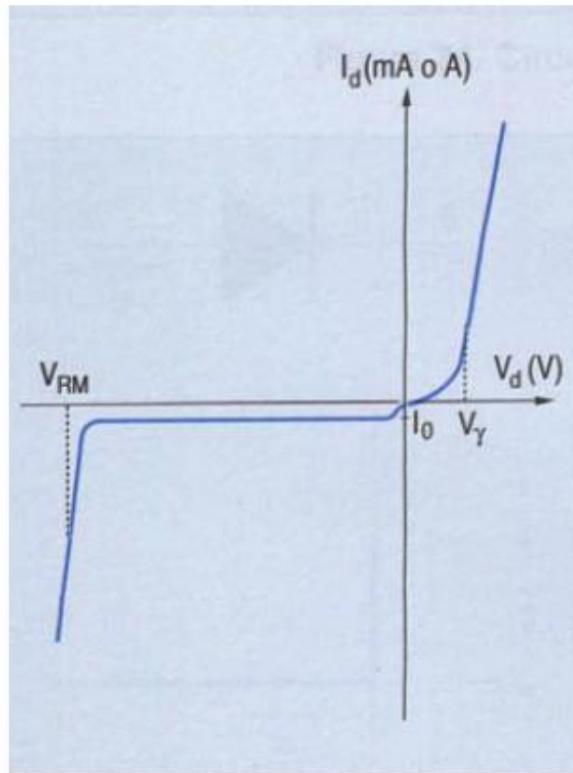


Figura III.82 Curva característica del diodo

Existen unos diodos especiales que se diseñan para trabajar en dicha zona de ruptura. Son los diodos Zener. Tienen una curva característica como la que se representa a continuación.

Estos diodos cuando son polarizados directamente se comportan como un diodo normal, pero cuando son polarizados inversamente, y la tensión aplicada es la V_Z (ya no se llama tensión de ruptura, sino tensión zener), conducen también la corriente eléctrica.

Son diodos fundamentalmente empleados en fuentes de alimentación como elementos estabilizadores de tensión, ya que como se puede ver en la curva, aunque la intensidad que los atraviese varíe de manera considerable, la tensión en sus extremos será prácticamente constante e igual a la V_Z .

Otro tipo de diodos muy empleados son los LED (Light Emitting Diode) o diodos emisores de luz, los cuales, al igual que cualquier diodo, sólo dejan pasar la corriente en

un sentido, pero además, cuando son atravesados por una corriente eléctrica, emiten luz, por lo que se suelen utilizar como pilotos de señalización de la actividad en un circuito.

El diodo LED dispone de dos terminales, el más largo corresponde al ánodo y el más corto al cátodo. Otra forma de identificarlos es mirar la cápsula de la que salen las patillas. El terminal más cercano a la zona achaflanada o plana es el cátodo.

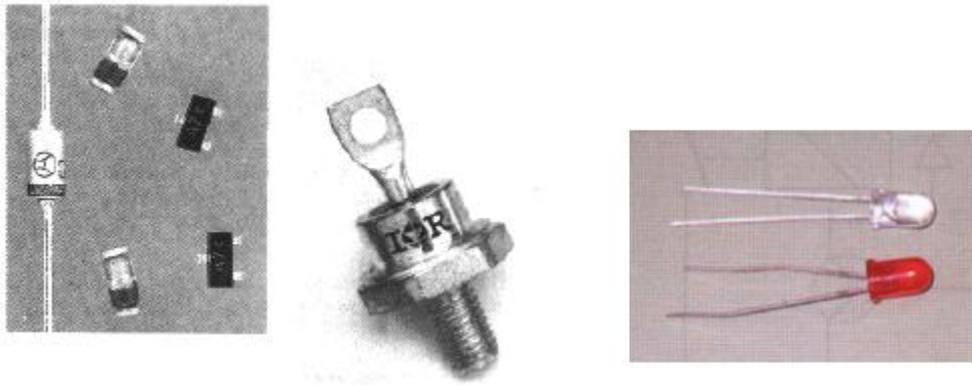


Figura III.83 Diodos semiconductores y diodos LED

La precaución más importante a la hora de instalar un diodo LED es que en sus terminales el voltaje que debe existir no tiene que sobrepasar los 2 V, por lo que es muy frecuente ponerlo en serie con una resistencia, de tal manera que la corriente que lo atravesase sea de unos 15 mA (0,015 A).

Su símbolo es:

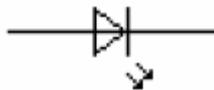


Figura III.84 Símbolo diodo LED

El diodo. Polarización Directa

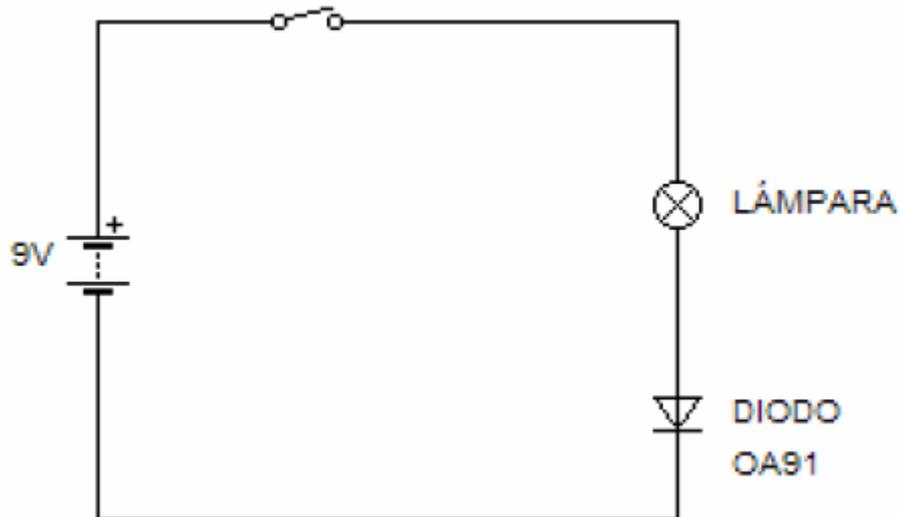


Figura III.85 Circuito de polarización directa

Se observa claramente que la lámpara se enciende. El polo negativo del generador está conectado directamente al cátodo del diodo y que el positivo va unido al ánodo, pasando antes por la lámpara. En estas condiciones, el diodo se comporta como un simple conductor. Se dice entonces que el diodo se halla conectado en polarización directa.

El diodo. Polarización Inversa

Bastará con que se invierta la posición del diodo para comprobar que ahora la lámpara no se enciende. Naturalmente el polo negativo ha quedado conectado al ánodo y el positivo al cátodo.

En estas condiciones el diodo se comporta como un aislante. Si dice entonces que el diodo se halla conectado en polarización inversa.

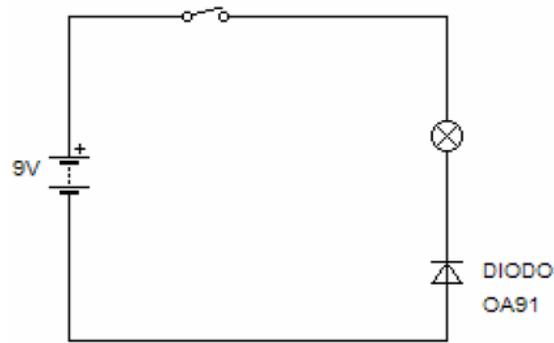


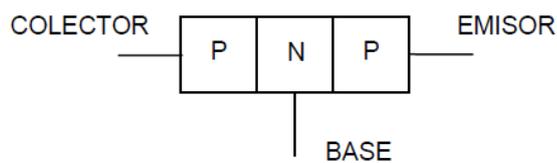
Figura III.86 Circuito de polarización inversa

Se puede comprobar que el diodo presenta una resistencia baja si se polariza directamente y una resistencia elevada si se polariza inversamente.

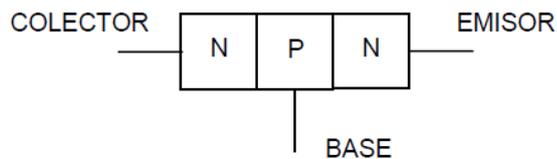
3.3.1.6.4. Transistores

Existen varios tipos de transistores y con múltiples aplicaciones, pero el transistor que veremos en este tema es el denominado transistor bipolar. Es un componente formado por la unión de tres semiconductores, que pueden ser:

- Dos tipo “P” y uno tipo “N”, en cuyo caso el transistor se denomina PNP.
- Dos tipo “N” y uno tipo “P”, en cuyo caso el transistor se denomina NPN.



TRANSISTOR PNP



TRANSISTOR NPN

Figura III.87 Transistor PNP y NPN

Como se puede comprobar un transistor dispone de tres patillas de conexión, que se denominan colector (C), base (B) y emisor (E).

Generalmente vamos a utilizar transistores NPN para nuestros montajes, cuyo funcionamiento es el siguiente:

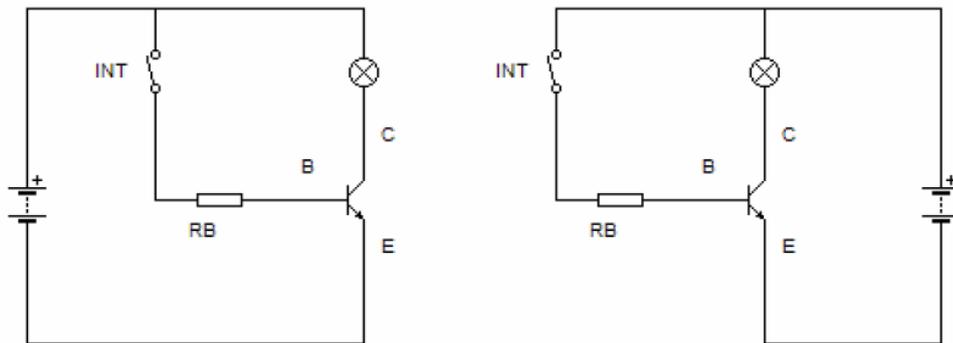


Figura III.88 Circuito con un transistor NPN

Si no hacemos circular corriente entre la base y el emisor (interruptor abierto), el transistor estará cortado, es decir, no dejará pasar la corriente entre el colector y el emisor (lámpara apagada). En cambio si dejamos pasar una pequeña corriente entre la base y el emisor (interruptor cerrado), el transistor entrará en saturación, es decir, dejará circular corriente entre el colector y el emisor (lámpara encendida).

NOTA: Como puedes comprobar los dos circuitos representados son el mismo. Solamente se ha cambiado la posición de la pila. Es necesario además colocar una resistencia en la base (RB), con el fin de limitar la corriente que entre por la base del transistor, para evitar deteriorarlo.

Un transistor puede trabajar en tres zonas denominadas zona de bloqueo, zona activa y zona de saturación.

- En la zona de bloqueo el transistor se comporta como un interruptor abierto, es decir, no deja pasar corriente entre el colector y el emisor. En esta zona la intensidad de base es nula.

- En la zona de saturación el transistor se comporta como un interruptor cerrado, es decir, deja pasar corriente entre el colector y el emisor. En esta zona la intensidad de base es la máxima admisible.
- En la zona activa dependiendo de la intensidad de base permitirá el paso de una mayor o menor corriente entre colector y emisor. Esta es la zona utilizada para amplificación.

Dichas zonas de funcionamiento se pueden ver en la siguiente gráfica, típica de los transistores bipolares.

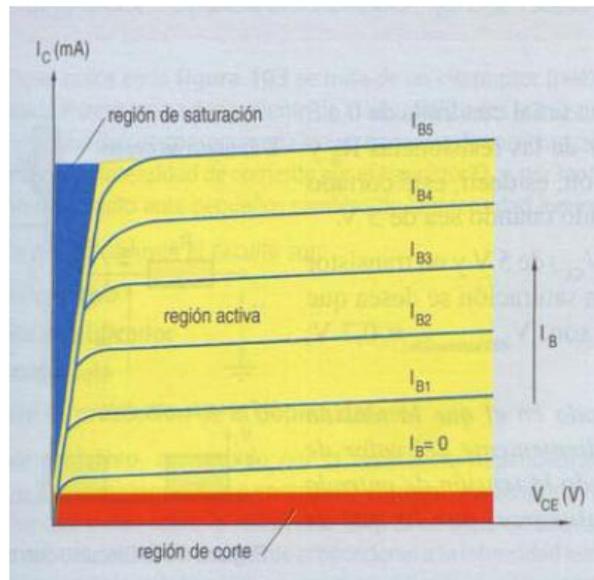


Figura III.89 Zona de funcionamiento de los transistores bipolares

Una pequeña corriente entre base y emisor nos permite controlar corrientes mayores entre colector y emisor. En muchos casos la corriente que emite un dispositivo es demasiado débil como para producir cierto efecto, por ejemplo poner en marcha un motor o hacer vibrar un altavoz. En estos casos hay que amplificar la señal por medio de un circuito electrónico que emplee uno o varios transistores.

Por lo tanto, los transistores son componentes electrónicos que generalmente se emplean para amplificar impulsos eléctricos, es decir, para obtener corrientes de salida de mayor intensidad que las corrientes de entrada. La relación entre la corriente de salida y la de entrada es lo que se conoce como amplificación o ganancia del transistor.

3.3.1.7 Dispositivos de Entrada

Como ya se ha indicado anteriormente, los dispositivos de entrada son los encargados de dar al sistema electrónico la información que le indica cómo tiene que actuar. Los más importantes son los siguientes:

3.3.1.7.1 Interruptores de Maniobra

Como ya vimos en un tema anterior, son elementos que permiten activar o desactivar un circuito por la acción mecánica sobre ellos.

Los más comunes son:

- Interruptor UPUD.
- Interruptor UPDD o conmutador.
- Interruptor DPUD.
- Interruptor DPDD, el cual puede emplearse como interruptor de cruzamiento (llave de cruce).

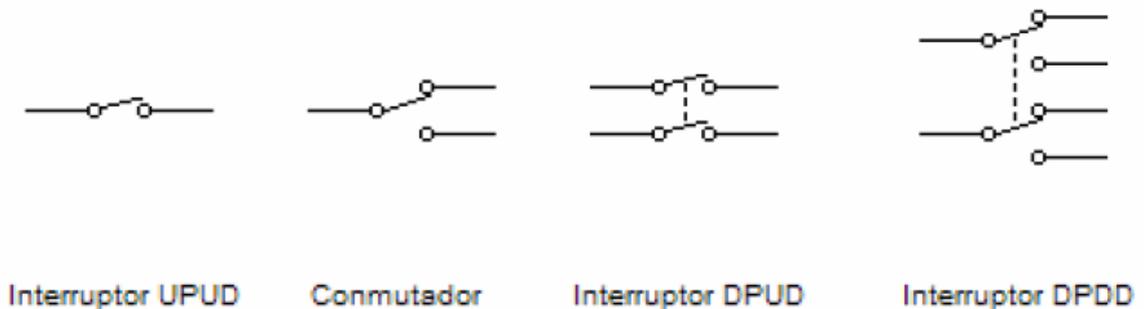


Figura III.90 Interruptores de maniobra

3.3.1.7.2 Interruptores Automáticos

Estos interruptores, llamados genéricamente interruptores de posición, funcionan como dispositivos de seguridad y se suelen colocar en aquellos puntos críticos del circuito electrónico, donde si son activados por algún otro mecanismo u operador móvil, actúan realizando diversas funciones (parar o cambiar el sentido de giro de un motor, etc). Estos interruptores se activan de diferentes formas, y entre ellos están:

- Los interruptores de movimiento, que se activan cuando se produce una inclinación. Consisten en un recipiente lleno de mercurio que dispone de dos contactos, que se activan o desactivan al cambiar de posición el mercurio interior.
- Los interruptores de presión, como son los microinterruptores y los finales de carrera, que se accionan cuando se acciona un pequeño pulsador, una pequeña palanca o un rodillo.
- Los interruptores magnéticos, que se conectan y desconectan al acercar o alejar un imán, como el interruptor Reed, formado por dos láminas imantadas dentro de una ampolla de vidrio a la que se ha hecho el vacío.



Figura III.91 Interruptor Reed

3.3.1.8.3. Relés

Como ya vimos en un tema anterior un relé es un interruptor automático controlado por medio de electricidad, permitiendo abrir o cerrar circuitos eléctricos sin la intervención humana. Permite conectar dos circuitos independientes. Uno de los circuitos (de maniobra o activación) permite activar el relé con un pequeño voltaje, mientras que en el otro circuito (de fuerza o trabajo) el voltaje puede ser mucho mayor.

- El circuito de activación o maniobra se basa en un electroimán que funciona con corrientes de poca intensidad, atrayendo a una armadura metálica.
- El circuito de trabajo o fuerza está formado por un conjunto de contactos que se mueven accionados por la armadura del relé.

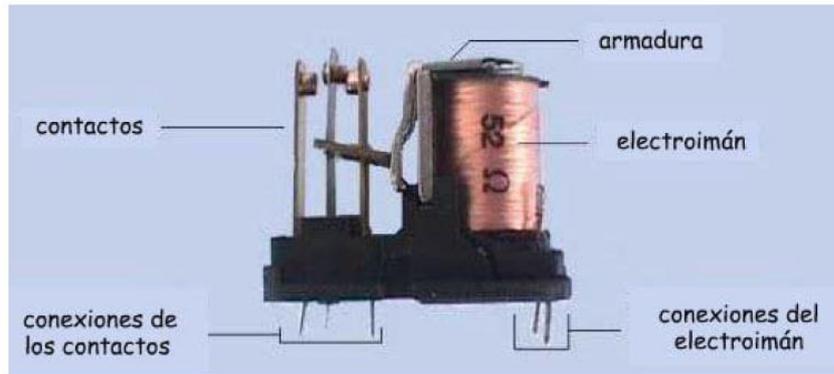


Figura III.92 Relé

3.3.2 SISTEMAS ELECTRICOS

Un sistema eléctrico es un conjunto de elementos dinámicamente relacionados, que permiten generar, conducir y recibir corriente eléctrica.

Dependiendo de cómo estén dispuestos los elementos dentro del o los circuitos, las fallas o daños causados serán variables. Un problema en un componente puede producir una falla general, dañando un área extensa o una falla local, sin interrumpir todo el sistema.

Por ejemplo, podemos decir que en una ciudad, existe un proveedor o varios proveedores de electricidad por red. Si ellos tienen una caída de una torre de alta tensión, alguna zona o varias zonas de la ciudad se verán afectadas y no tendrán luz eléctrica mientras no arreglen el problema.

Este sistema tiene subsistemas, por ejemplo, cada edificio de la zona tiene una conexión eléctrica determinada, por ejemplo para abastecer de ascensores a sus habitantes. Si falla algo dentro de ese subsistema, sólo los habitantes de ese edificio serán los afectados.

Si nos acercamos más al uso diario de la energía eléctrica, si sobrecargamos el máximo voltaje permitido dentro de un departamento o casa, los interruptores automáticos saltan y se corta la luz dentro de dicho lugar.

3.3.2.1 Introducción

Las demandas al sistema eléctrico incluyen: el arranque, los sistemas de iluminación y encendido.

Los circuitos eléctricos controlan la operación de las máquinas y observan algunas de sus funciones.

Mejoran el funcionamiento general y también aumentan la seguridad del operador mediante diversos circuitos de seguridad. Nuevos métodos para controlar la operación y las funciones de las máquinas son posibles gracias a los dispositivos eléctricos.

Gracias a controles basados en un microprocesador, el potencial de los circuitos y controles eléctricos y electrónicos influirá de manera importante en la facilidad de la operación y la confiabilidad de los equipos actuales y futuros.

Estos nuevos avances en los sistemas eléctricos exigirán una mayor comprensión de la electricidad y los sistemas eléctricos que permita a los técnicos diagnosticar y reparar estos sistemas.

3.3.2.2 Electricidad

La electricidad es la forma de energía generada por el movimiento de los electrones. Al dirigir estos electrones por un circuito, podemos realizar trabajo.

La electricidad puede producir luz, calor, magnetismo o fuerza mecánica.

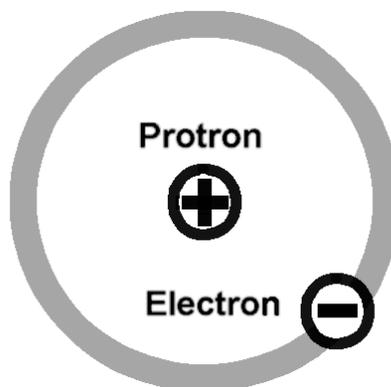


Figura III.93 Electrones

3.3.2.3 Requerimientos básicos del sistema

Todo sistema eléctrico posee 3 componentes básicos y por lo general 2 componentes accesorios.

- 1: Fuente de alimentación
- 2: Componente de carga
- 3: Conductores “Componentes accesorios”:
- 4: Interruptor
- 5: Fusible

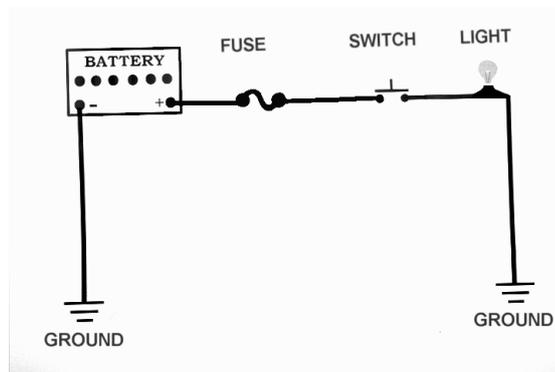


Figura III.94 Elementos básicos del sistema eléctrico

3.3.2.4 Tipos de circuitos básicos

Circuito en serie

Un circuito en serie es un circuito que puede incluir más de una carga. Características de un circuito en serie:

- 1: La corriente es constante por todo el circuito.
- 2: La corriente debe pasar por cada componente el circuito.
- 3: La resistencia total del circuito controla la corriente del mismo.

4: La resistencia total del circuito es la suma de todas las resistencias del circuito.

5: La suma de las caídas de voltaje en las resistencias equivale al voltaje aplicado.

La resistencia de un circuito en serie equivale a la suma de todas las resistencias (es decir, $R = R_1 + R_2 + R_3 + \text{etc...}$)

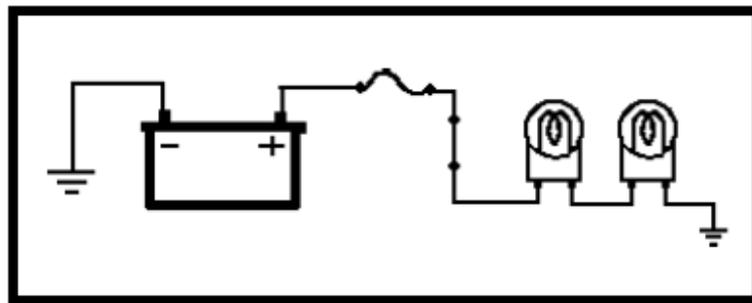


Figura III.95 Circuito en serie

Circuitos en paralelo

Un circuito en paralelo es un circuito que posee dos o más cargas conectadas de modo que la corriente se puede dividir y fluir por la carga. La mayoría de los circuitos eléctricos son paralelos.

Características de un circuito en paralelo:

- 1: La corriente tiene muchas rutas.
- 2: La resistencia de cada carga determinará el flujo de corriente de aquella resistencia.
- 3: La resistencia total siempre será menor que la resistencia más pequeña del circuito.
- 4: La caída de voltaje en todas las cargas será el voltaje de la batería.

La fórmula para calcular la resistencia en un circuito en paralelo es:

$$R = \frac{R1 \times R2}{R1 + R2}$$

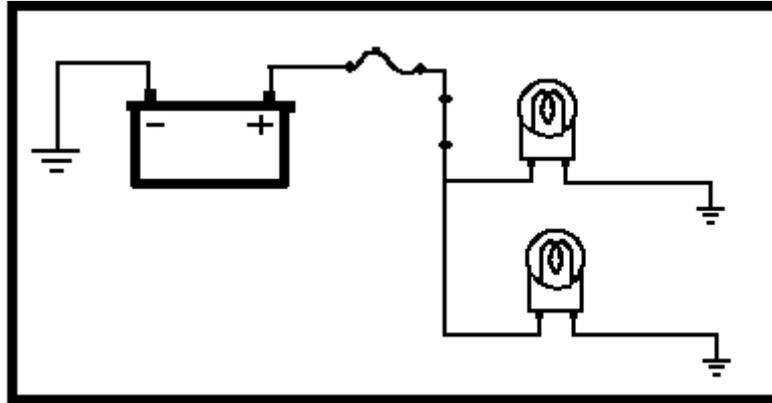


Figura III.96 Circuito en paralelo

3.3.2.5 Elementos eléctricos básicos

- La corriente es el flujo dirigido de electrones por el circuito.
- El voltaje es la presión eléctrica que hace fluir los electrones.
- La resistencia es la restricción al flujo de los electrones.

ELEMENTO DE CIRCUITO	DEFINICIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	SÍMBOLO DE UNIDAD	MEDIDO CON	POSICIÓN DEL INTERRUPTOR DE FUNCIÓN	LEY DE OHM
CORRIENTE	El flujo de electrones por un circuito	Amperes (amps)	A	Amperímetro	Amps AC o Amps CC	C=V÷R
VOLTAJE	La fuerza (presión) que hace fluir la corriente	Voltios	V	Voltímetro	ACV o DCV	V=CxR
RESISTENCIA	La oposición (restricción) a la circulación de la corriente	Ohmios	A	Ohmiómetro	Ohmios	R=V÷C

Tabla III.V Elementos eléctricos básicos

3.3.2.6 Ley de Ohm

Los tres elementos eléctricos tienen una repercusión directa entre sí. La fórmula para calcular este efecto se denomina Ley de Ohm.

La ilustración de la derecha es la Ley de Ohm. Las letras representan las propiedades del sistema.

V = Voltaje,

C = Corriente,

R = Resistencia.

(Sugerencia: recuerde VCR.)

Si conoce dos de los valores puede aplicar la fórmula matemática apropiada correspondiente y calcular el tercero.

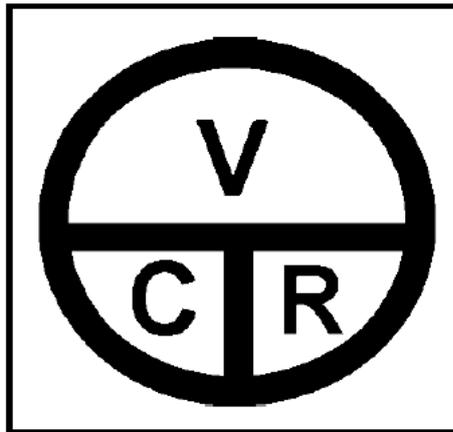


Figura III.97 Ley de OHM

3.3.2.7 Símbolos Eléctricos

En electricidad necesitamos el diagrama de un circuito, para lograrlo necesitamos auxiliarnos de los símbolos usados en electricidad para el diseño de estos.

Esto quiere decir que la simbología eléctrica es fundamental para un eléctrico ya que si no saben estas normas no podrá trabajar bien con los demás.

Los símbolos eléctricos tienen gran importancia puesto que son como el abecedario del técnico y permiten que se puedan prescindir de largas indicaciones escritas. Por lo tanto, es necesario el conocimiento de estos símbolos o del libro o tabla donde puedan consultarse.

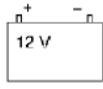
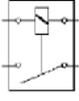
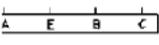
SÍMBOLOS COMUNES		INTERRUPTORES		MISCELÁNEOS	
	CABLE		S.P.S.T		FUSIBLE
	NO CONECTADO		S.P.D.T		DISYUNTOR DE CIRCUITO
	NO CONECTADO		D.P.S.T		RESISTENCIA
	NO CONECTADO		D.P.D.T		DIODO
	CONECTADO		INTERRUPTOR DE PULSADOR NORMALMENTE ABIERTO		BOBINA
	TIERRA		INTERRUPTOR DE PULSADOR NORMALMENTE CERRADO		BOMBILLAS
BATERÍA			POTENCIÓMETRO		BOMBILLAS
	12 V		UNIDAD EMISORA VARIABLE		PILOTO
			RELÉ		CONECTOR
					CAPACITOR

Tabla III.VI Símbolos comunes eléctricos

3.4 SISTEMAS MECÁNICOS

3.4.1 Introducción

El ser humano siempre intenta realizar trabajos que sobrepasan su capacidad física o intelectual. Algunos ejemplos de esta actitud de superación pueden ser: mover rocas enormes, elevar coches para repararlos, transportar objetos o personas a grandes distancias, extraer sidra de la manzana, cortar árboles, resolver gran número de problemas en poco tiempo.

Para solucionar estos grandes retos se inventaron las máquinas: una grúa o una excavadora son máquinas; pero también lo son una bicicleta, o los cohetes espaciales; sin olvidar tampoco al simple cuchillo, las imprescindibles pinzas de depilar, el adorado ordenador o las obligatorias escaleras.

Todos ellos son máquinas y en común tienen, al menos, una cosa: son inventos humanos cuyo fin es reducir el esfuerzo necesario para realizar un trabajo. Prácticamente cualquier objeto puede llegar a convertirse en una máquina sin más que darle la utilidad adecuada.

Por ejemplo, una cuesta natural no es, en principio, una máquina, pero se convierte en ella cuando el ser humano la usa para elevar objetos con un menor esfuerzo (es más fácil subir objetos por una cuesta que elevarlos a pulso); lo mismo sucede con un simple palo que nos encontramos tirado en el suelo, si lo usamos para mover algún objeto a modo de palanca ya lo hemos convertido en una máquina.

3.4.2 Tornillo

El tornillo es un operador que deriva directamente del plano inclinado y siempre trabaja asociado a un orificio roscado.

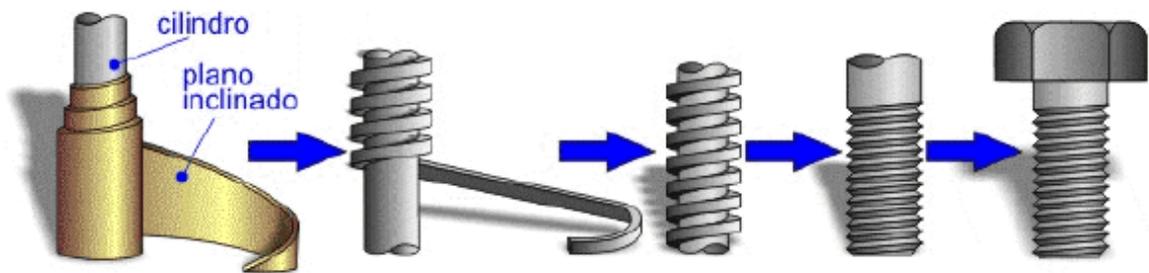


Figura III.98 Formas de tornillos

Básicamente puede definirse como un plano inclinado enrollado sobre un cilindro, o lo que es más realista, un surco helicoidal tallado en la superficie de un cilindro (si está tallado sobre un cilindro afilado o un cono tendremos un tirafondo).



Figura III.99 Partes del tornillo

En él se distinguen tres partes básicas: cabeza, cuello y rosca: Según se talle el surco (o, figuradamente, se enrolle el plano) en un sentido u otro tendremos las denominadas rosca derecha (con el filete enrollado en el sentido de las agujas del reloj) o rosca izquierda (enrollada en sentido contrario). La más empleada es la rosca derecha, que hace que el tornillo avance cuando lo hacemos girar sobre una tuerca o un orificio roscado en el sentido de las agujas del reloj (el tornillo empleado en los grifos hace que estos cierren al girar en el sentido de las agujas del reloj, lo mismo sucede con los tapones de las botellas de bebida gaseosa o con los tarros de mermelada).

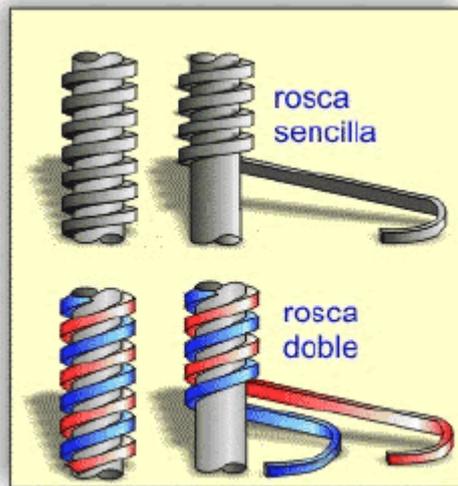


Figura III.100 Tipos de rosca

Se pueden tallar simultáneamente uno, dos o más surcos sobre el mismo cilindro, dando lugar a tornillos de rosca sencilla, doble, triple... según el número de surcos tallados sea uno, dos, tres. La más empleada es la rosca sencilla, reservando las roscas múltiples para mecanismos que ofrezcan poca resistencia al movimiento y en los que se desee

obtener un avance rápido con un número de vueltas mínimo (mecanismos de apertura y cierre de ventanas o trampillas).

3.4.3 La Palanca

La palanca es un operador compuesto de una barra rígida que oscila sobre un eje (fulcro).

Según los puntos en los que se aplique la potencia (fuerza que provoca el movimiento) y las posiciones relativas de eje y barra, se pueden conseguir tres tipos diferentes de palancas a los que se denomina: de primero, segundo y tercer género (o grado).

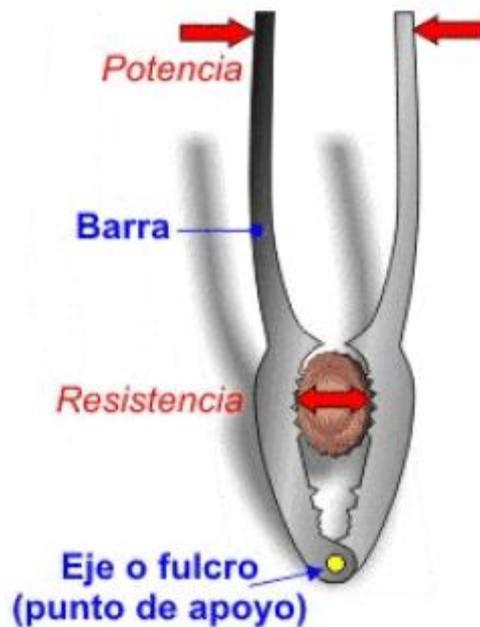


Figura III.101 Puntos de potencia

El esqueleto humano está formado por un conjunto de palancas cuyo punto de apoyo (fulcro) se encuentra en las articulaciones y la potencia en el punto de unión de los tendones con los huesos; es por tanto un operador presente en la naturaleza.

De este operador derivan multitud de máquinas muy empleadas por el ser humano: cascanueces, alicates, tijeras, pata de cabra, carretilla, remo, pinzas.

Con los cuatro elementos tecnológicos de una palanca se elabora la denominada Ley de la palanca, que dice: La "potencia" por su brazo es igual a la "resistencia" por el suyo.

Matemáticamente se puede poner:

POTENCIA x BRAZO DE POTENCIA = RESISTENCIA x BRAZO DE RESISTENCIA

$$P \times BP = R \times BR$$

Esta expresión matemática representa una proporción inversa entre la "potencia" y su brazo por un lado y la "resistencia" y el suyo por el otro. Por tanto, para una "resistencia" dada, aumentos de la "potencia" obligan a disminuir su brazo, mientras que aumentos del brazo de potencia supondrán disminuciones de su intensidad.

- Esta expresión matemática se traduce de forma práctica si pensamos en estos ejemplos:
- La fuerza necesaria para hacer girar una puerta (potencia) es menor cuanto más lejos de las bisagras (brazo de potencia) la aplicamos.
- Es más fácil cortar un alambre (potencia) con unos alicates de corte, cuanto más cerca del eje lo colocamos (brazo de resistencia) y cuanto más lejos de él aplicamos la fuerza (brazo de potencia).
- Al emplear un cascanueces es más fácil romper la nuez (resistencia) cuanto más lejos (brazo de potencia) ejerzamos la fuerza (potencia).
- Es más fácil aflojar los tornillos de las ruedas de un coche (potencia) cuanto más larga sea la llave empleada (brazo de potencia).
- Si en vez de considerar la intensidad de las fuerzas de la "potencia" y la "resistencia" consideramos su desplazamiento, esta ley la podemos enunciar de la forma siguiente: El desplazamiento de la "potencia" es a su brazo como el de la "resistencia" al suyo.

Expresión que matemáticamente toma la forma:

$$\frac{\text{Desplazamiento de la POTENCIA}}{\text{BRAZO POTENCIA}} = \frac{\text{Desplazamiento de la RESISTENCIA}}{\text{BRAZO RESISTENCIA}}$$

Figura III.102 Relación matemática de la potencia

Esto representa una proporción directa entre el desplazamiento de la potencia y su brazo, de tal forma que para aumentar (o disminuir) el desplazamiento de la potencia es necesario también aumentar (o disminuir) su brazo, y lo mismo sucedería con la resistencia.

3.4.4 La Rueda

La rueda es un operador formado por un cuerpo redondo que gira respecto de un punto fijo denominado eje de giro. Normalmente la rueda siempre tiene que ir acompañada de un eje cilíndrico (que guía su movimiento giratorio) y de un soporte (que mantiene al eje en su posición). Aunque en la naturaleza también existen cuerpos redondeados (troncos de árbol, cantos rodados, huevos), ninguno de ellos cumple la función de la rueda en las máquinas, por tanto se puede considerar que esta es una máquina totalmente artificial.

De la rueda se derivan multitud de máquinas de las que cabe destacar: polea simple, rodillo, tren de rodadura, noria, polea móvil, polipasto, rodamiento, engranajes, sistema correa-polea.

3.4.5 Tipos de Movimiento

En las máquinas se emplean 2 tipos básicos de movimientos, obteniéndose el resto mediante una combinación de ellos:

- Movimiento giratorio, cuando el operador no sigue ninguna trayectoria (no se traslada), sino que gira sobre su eje.
- Movimiento lineal, si el operador se traslada siguiendo la trayectoria de una línea recta (la denominación correcta sería rectilíneo).

Estos dos movimientos se pueden encontrar, a su vez, de dos formas:

- Continuo, si el movimiento se realiza siempre en la misma dirección y sentido.
- Alternativo, cuando el operador está dotado de un movimiento de vaivén, es decir, mantiene la dirección pero va alternando el sentido.

3.4.5.1 Circular

Si analizamos la mayoría de las máquinas que el ser humano ha construido a lo largo de la historia: molinos de viento (empleados para moler cereales o elevar agua de los pozos), norias movidas por agua (usadas en molinos, batanes, martillos pilones), motores eléctricos (empleados en electrodomésticos, juguetes, maquinas herramientas), motores de combustión interna (usados en automóviles, motocicletas, barcos); podremos ver que todas tienen en común el hecho de que transforman un determinado tipo de energía (eólica, hidráulica, eléctrica, química) en energía de tipo mecánico que aparece en forma de movimiento giratorio continuo en un eje. Por otra parte, si nos fijamos en los antiguos tornos de arco, los actuales exprimidores de cítricos, el mecanismo del péndulo de un reloj o el eje del balancín de un parque infantil, podemos observar que los ejes sobre los que giran están dotados de un movimiento giratorio de vaivén; el eje gira alternativamente en los dos sentidos, es el denominado movimiento giratorio alternativo, también llamado oscilante.



Figura III.103 Movimiento circular

Cuando hablamos de movimiento giratorio nos estamos refiriendo siempre el movimiento del eje, mientras que cuando hablamos de movimiento circular solemos referirnos a cuerpos que giran solidarios con el eje describiendo sus extremos una circunferencia. En los ejemplos anteriores podemos observar que las aspas del molino y

el péndulo del reloj son los que transmiten el movimiento giratorio a los ejes a los que están unidos.

Pero los extremos de las aspas del molino describen una circunferencia, mientras que el péndulo del reloj traza un arco de circunferencia. Se dice entonces que las aspas llevan un movimiento circular y el péndulo uno oscilante (o pendular, o circular alternativo).

Este movimiento circular (sea continuo o alternativo) aparece siempre que combinemos un eje de giro con una palanca.

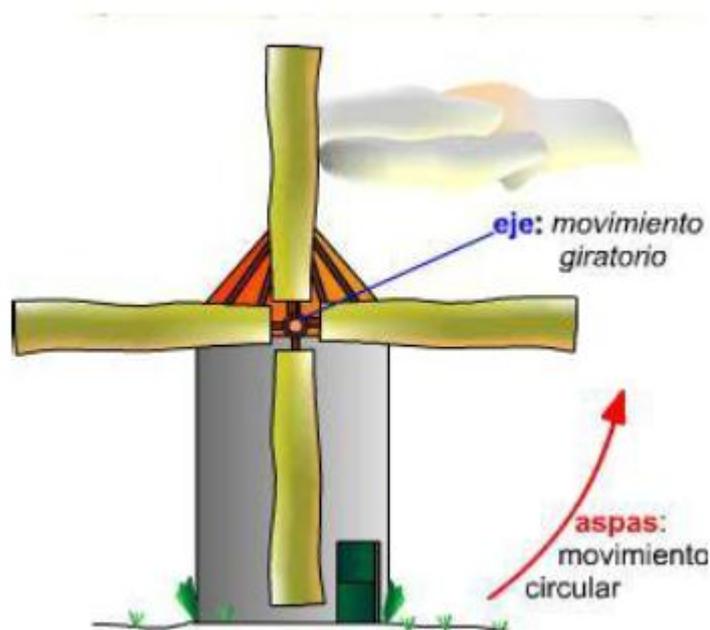


Figura III.104 Relación movimiento circular – giratorio

Se puede afirmar que el movimiento giratorio (rotativo o rotatorio) es el más corriente de los que pueden encontrarse en las máquinas y casi el único generado en los motores.

3.4.5.2 Lineal

Analizando el funcionamiento de una cinta transportadora (como las empleadas en aeropuertos o en las cajas de los supermercados) vemos que todo objeto que se coloque sobre ella adquiere un movimiento lineal en un sentido determinado, lo mismo sucede si nos colocamos en un peldaño de una escalera mecánica.



Figura III.105 Movimiento lineal continuo

Es el denominado movimiento lineal continuo. Este mismo tipo de movimiento lo encontramos también en las lijadoras de banda o las sierras de cinta.

Si ahora nos paramos a estudiar el movimiento de la aguja de una máquina de coser podemos ver que esta sube y baja siguiendo también un movimiento lineal, pero a diferencia del anterior, este es de vaivén; lo mismo sucede con las perforadoras que se emplean para abrir las calles, las bombas de hinchar balones o el émbolo de las máquinas de vapor. A ese movimiento de vaivén que sigue un trazado rectilíneo se le denomina movimiento lineal alternativo.

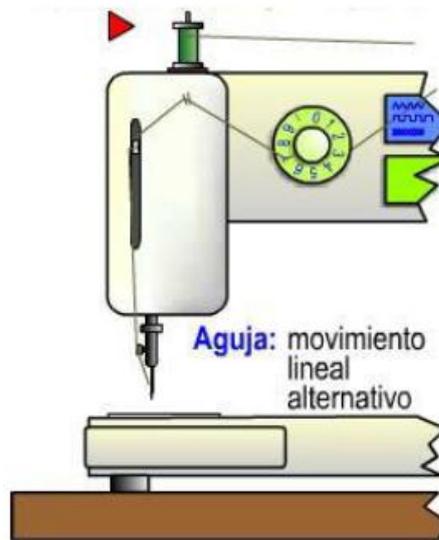


Figura III.106 Movimiento lineal alternativo

3.4.6 Poleas

Las poleas son ruedas que tienen el perímetro exterior diseñado especialmente para facilitar el contacto con cuerdas o correas.

En toda polea se distinguen tres partes: cuerpo, cubo y garganta.

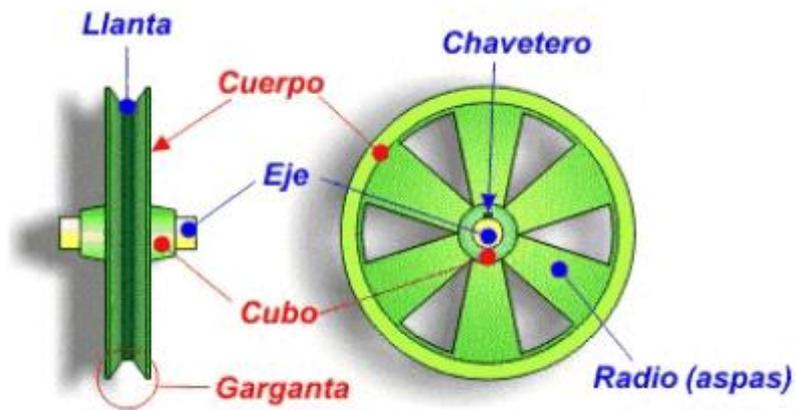


Figura III.107 Partes de una polea

- El cuerpo es el elemento que une el cubo con la garganta. En algunos tipos de poleas está formado por radios o aspas para reducir peso y facilitar la ventilación de las máquinas en las que se instalan.
- El cubo es la parte central que comprende el orificio por donde pasa el eje, permite aumentar el grosor de la polea para aumentar su estabilidad sobre el eje. Suele incluir un chavetero que facilita la unión de la polea con el eje (para que ambos giren solidarios).
- La garganta o canal es la parte que entra en contacto con la cuerda o la correa y está especialmente diseñada para conseguir el mayor agarre posible. La parte más profunda recibe el nombre de llanta. Puede adoptar distintas formas (plana, semicircular, triangular) pero la más empleada hoy día es la trapezoidal.

Las poleas empleadas para tracción y elevación de cargas tienen el perímetro acanalado en forma de semicírculo (para alojar cuerdas), mientras que las empleadas para la transmisión de movimientos entre ejes suelen tenerlo trapezoidal o plano (en automoción también se emplean correas estriadas y dentadas)

Básicamente la polea se utiliza para dos fines: cambiar la dirección de una fuerza mediante cuerdas o transmitir un movimiento giratorio de un eje a otro mediante correas.

En el primer caso tenemos una polea de cable que puede emplearse bajo la forma de polea fija, polea móvil o polipasto. Su utilidad se centra en la elevación de cargas (pastecas, grúas, ascensores), cierre de cortinas, movimiento de puertas automáticas, etc.

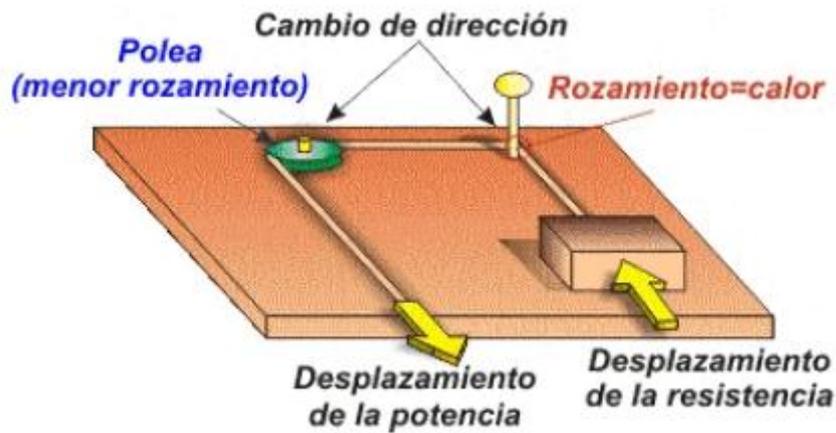


Figura III.108 Polea móvil

En el segundo caso tenemos una polea de correa que es de mucha utilidad para acoplar motores eléctricos a otras máquinas (compresores, taladros, ventiladores, generadores eléctricos, sierras) pues permite trasladar un movimiento giratorio de un eje a otro. Con este tipo de poleas se construyen mecanismos como el multiplicador de velocidad, la caja de velocidad y el tren de poleas.

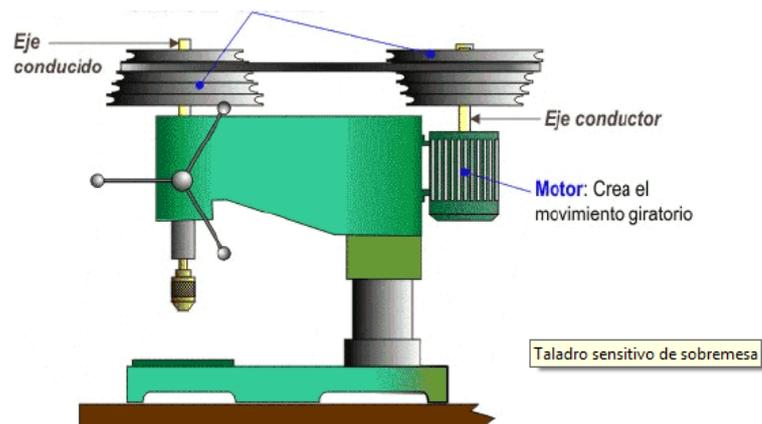


Figura III.109 Sistema de poleas múltiples

3.4.6.1 Polea de Cable

La polea de cable es un tipo de polea cuya garganta (canal) ha sido diseñada expresamente para facilitar su contacto con cuerdas, por tanto suele tener forma semicircular. La misión de la cuerda (cable) es transmitir una potencia (un movimiento o una fuerza) entre sus extremos.

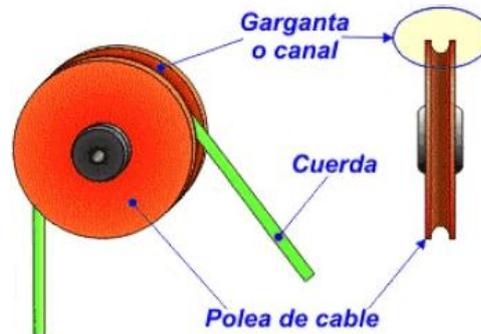


Figura III.110 Polea de cable

El mecanismo resultante de la unión de una polea de cable con una cuerda se denomina aparejo de poleas. Esta polea podemos encontrarla bajo dos formas básicas: como polea simple y como polea de gancho.

3.4.6.1.2 Polea Simple

Una polea simple es, básicamente, una polea que está unida a otro operador a través del propio eje. Siempre va acompañada, al menos, de un soporte y un eje.

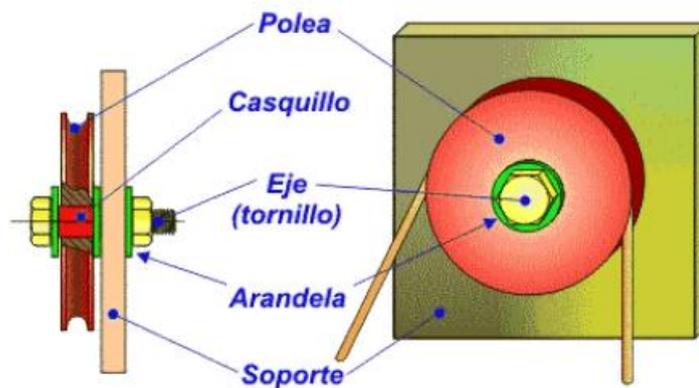


Figura III.111 Polea simple

- El soporte es el que aguanta todo el conjunto y lo mantiene en una posición fija en el espacio. Forma parte del otro operador al que se quiere mantener unida la polea (pared, puerta del automóvil, carcasa del video).
- El eje cumple una doble función: eje de giro de la polea y sistema de fijación de la polea al soporte (suele ser un tirafondo, un tornillo o un remache).

En el aula-taller podemos construir estas poleas en madera siguiendo el plano de conjunto siguiente:

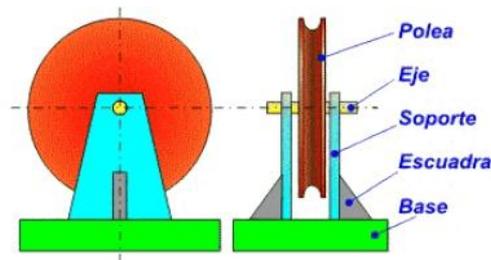


Figura III.112 Plano de una polea

3.4.6.1.3 Polea de Gancho

La polea de gancho es una variación de la polea simple consistente en sustituir el soporte por una armadura a la que se le añade un gancho; el resto de los elementos básicos (eje, polea y demás accesorios) son similares a la anterior.

El gancho es un elemento que facilita la conexión de la "polea de gancho" con otros operadores mediante una unión rápida y segura. En algunos casos se sustituye el gancho por un tornillo o un tirafondo.

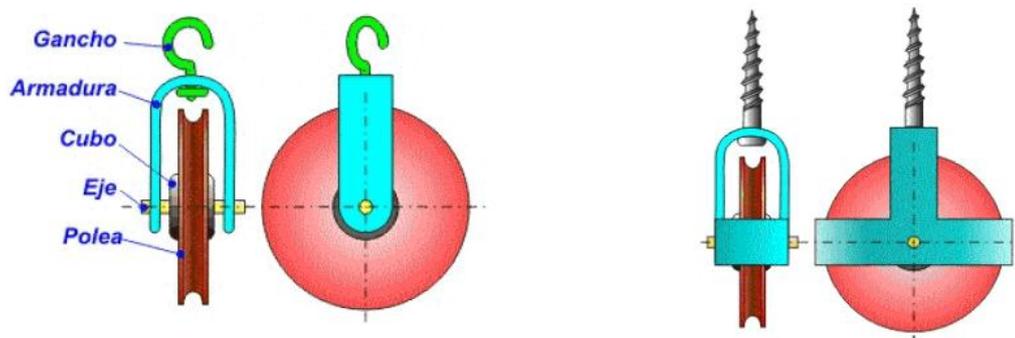


Figura III.113 Polea de gancho

El aparejo de poleas (combinación de poleas de cable y cuerda) se emplea bajo la forma de polea fija, polea móvil o mediante combinación de poleas fijas y móviles llamadas polipastos:

- La polea fija de cable se caracteriza porque su eje se mantiene en una posición fija en el espacio evitando su desplazamiento. No tiene ganancia mecánica, por lo que su única utilidad práctica se centra en:
 - Reducir el rozamiento del cable en los cambios de dirección (aumentando así su vida útil y reduciendo las pérdidas de energía por rozamiento)
 - Cambiar la dirección de aplicación de una fuerza.

Se encuentra en mecanismos para el accionamiento de puertas automáticas, sistemas de elevación de cristales de automóviles, ascensores, tendales, poleas de elevación de cargas y combinadas con poleas móviles formando polipastos.

- La polea móvil de cable es aquella que va unida a la carga y se desplaza con ella. Debido a que es un mecanismo que tiene ganancia mecánica (para vencer una resistencia "R" es necesario aplicar solamente una potencia "P" ligeramente superior a la mitad de su valor " $P > R/2$ ") se emplea en el movimiento de cargas, aunque no de forma aislada, sino formando parte de polipastos.
- El polipasto es una combinación de poleas fijas y móviles. Debido a que tiene ganancia mecánica su principal utilidad se centra en la elevación o movimiento de cargas. La podemos encontrar en grúas, ascensores, montacargas, tensores.

3.4.7 Sistemas de Transmisión del Movimiento

Se llaman sistemas mecánicos de transmisión del movimiento a aquellos que no cambian el tipo de movimiento entre la entrada y la salida de la máquina.

Se llama entrada de la máquina al eje que aporta el movimiento, generalmente por un motor, y salida al eje que está al final de la máquina, que es al que se acopla el objeto que queremos mover. Por ejemplo, en una taladradora, la entrada de la misma será el eje del motor eléctrico, que tiene un movimiento circular y la salida será la broca, que

también tiene un movimiento circular, por tanto, los mecanismos que la componen son de transmisión del movimiento.

Si, por el contrario, hay un cambio del tipo de movimiento entre la entrada y la salida de la máquina, los mecanismos que la componen serán de transformación del movimiento.



Figura III.114 Sistema de Transmisión del Movimiento

3.4.7.1 Polea de Correa

La polea de correa trabaja necesariamente como polea fija y, al menos, se une a otra por medio de una correa, que no es otra cosa que un anillo flexible cerrado que abraza ambas poleas.

Se emplea para transmitir un movimiento giratorio entre dos ejes distantes permitiendo aumentar, disminuir o mantener la velocidad de giro del eje conductor, al tiempo que mantener o invertir el sentido de giro de los ejes.

Normalmente los ejes tienen que ser paralelos, pero el sistema también puede emplearse con ejes que se cruzan en ángulos inferiores o iguales a 90° .

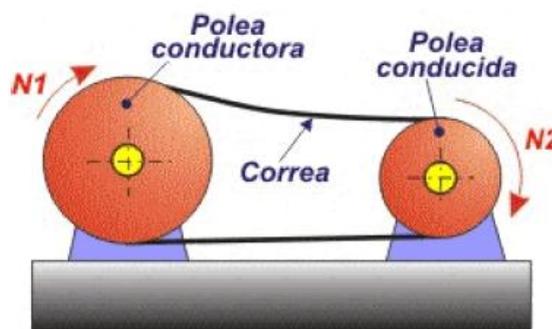


Figura III.115 Transmisión del movimiento giratorio

Básicamente se emplean dos tipos de correas: planas y trapezoidales. Las correas planas exigen poleas con el perímetro ligeramente bombeado o acanalado, siendo las primeras las más empleadas.

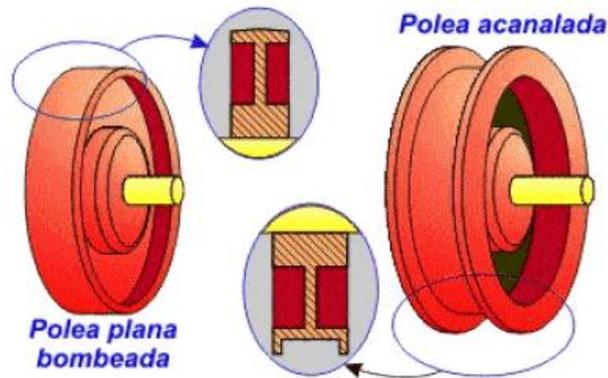


Figura III.116 Polea acanalada y bombeada

En algunas aplicaciones especiales también se emplean correas estriadas y de sincronización que exigen la utilización de sus correspondientes poleas. Las polea y, por tanto, mayor la fuerza de agarre entre ambas). Esto obliga a que la correa no apoye directamente sobre la llanta de la garganta, sino solamente sobre las paredes laterales en forma de "V".

3.4.7.1 Sistemas de poleas.

3.4.7.1.1 Sistema simple

Es el sistema de poleas más sencillo y está formado por dos ejes (conductor y conducido), dos poleas fijas de correa (conductora y conducida), una correa y una base sobre la que fijar todo el conjunto.

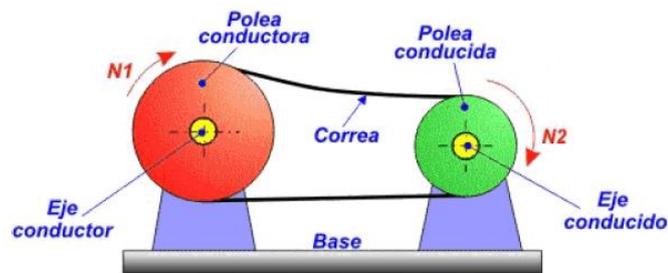


Figura III.117 Sistema Simple

La utilidad de cada operador es la siguiente:

- El eje conductor es el eje que dispone del movimiento que queremos trasladar o transformar (en una lavadora sería el propio eje del motor).
- El eje conducido es el eje que tenemos que mover (en una lavadora sería el eje al que está unido el bombo).
- Polea conductora es la que está unida al eje conductor.
- Polea conducida es la que está unida al eje conducido.
- La correa es un aro flexible que abraza ambas poleas y transmite el movimiento.

Dependiendo del tamaño de las poleas y de cuál de ellas sea la conductora y la conducida tendremos tres tipos de sistemas simples de poleas:

Sistema Reductor de la velocidad: Se caracteriza porque la polea conductora o motriz tiene un diámetro más pequeño que la conducida. La velocidad de la conducida es menor que el de la motriz.

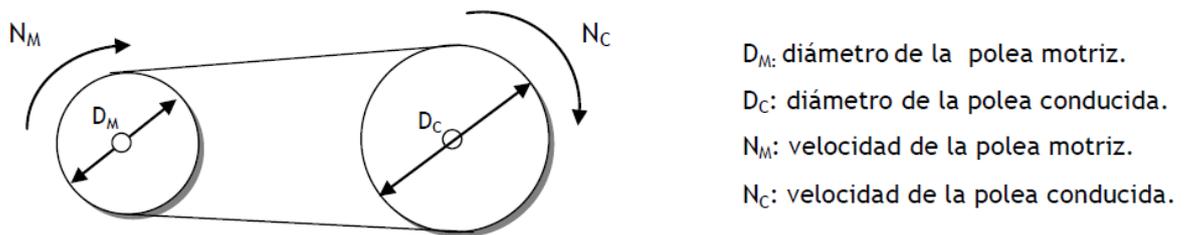


Figura III.118 Sistema reductor

Sistema Multiplicador de la velocidad: Se caracteriza porque la polea motriz tiene un diámetro más grande que la conducida. La velocidad de la conducida es mayor que el de la motriz.

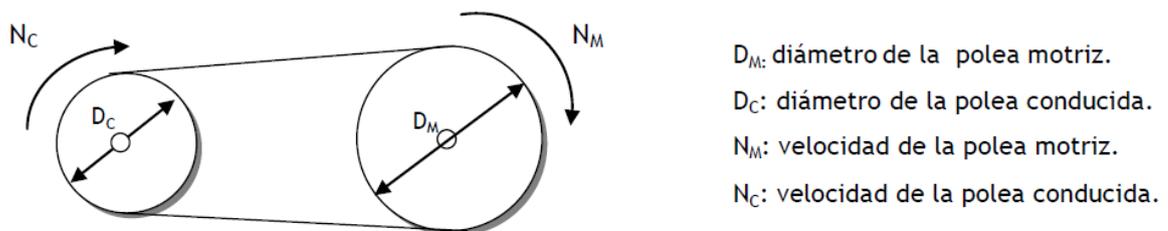


Figura III.119 Sistema multiplicador

Sistema Transmisor de la velocidad: Se caracteriza porque el diámetro de la polea motriz es igual al de la conducida. La velocidad de la conducida es igual que el de la motriz.

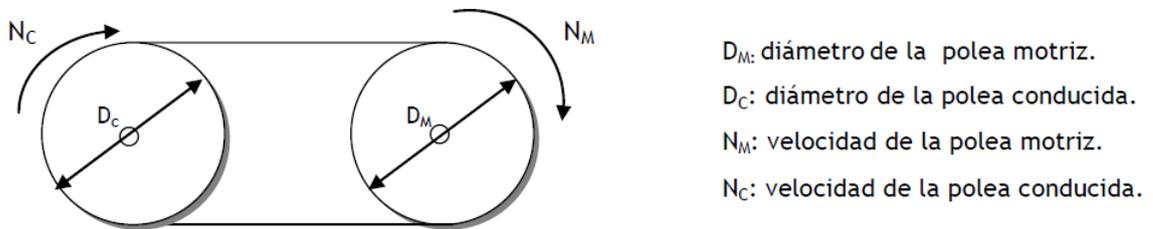


Figura III.120 Sistema transmisor

Todos los problemas de los sistemas simples pueden resolverse mediante la fórmula de la relación de transmisión:

$$D_M N_M = D_C N_C$$
$$R_T = D_M / D_C = N_C / N_M$$

Figura III.121 Fórmula de la relación de transmisión

D: se expresa en unidades de longitud del sistema internacional, metros (m)

N: se expresa en rpm, esto es revoluciones partidas por minuto, es decir, el número de vueltas que gira un elemento (eje, polea) en un minuto.

3.4.8 Ruedas Dentadas o Engranajes

Permite transmitir un movimiento giratorio entre dos ejes, pudiendo modificar las características de velocidad y sentido de giro. Los ejes pueden ser paralelos, coincidentes o cruzados.

Este mecanismo se emplea como reductor de velocidad en la industria (máquinas herramientas, robótica, grúas...), en la mayoría de los electrodomésticos (vídeos, cassetes, tocadiscos, programadores de lavadora, máquinas de coser, batidoras, exprimidores), en automoción (cajas de cambio de marchas, cuentakilómetros, regulación de inclinación de los asientos), etc.

3.4.8.1 Sistema Simple

El sistema de engranajes es similar al de ruedas de fricción. La diferencia estriba en que la transmisión simple por engranajes consta de una rueda motriz con dientes en su periferia exterior, que engrana sobre otra similar, lo que evita el deslizamiento entre las ruedas. Al engranaje de mayor tamaño se le denomina rueda y al de menor piñón. A diferencia de los sistemas de correa-polea, éste no necesita ningún operador (cadena o correa) que sirva de enlace entre las dos ruedas. Los dientes de los engranajes son diseñados para permitir la rotación uniforme (sin saltos) del eje conducido.

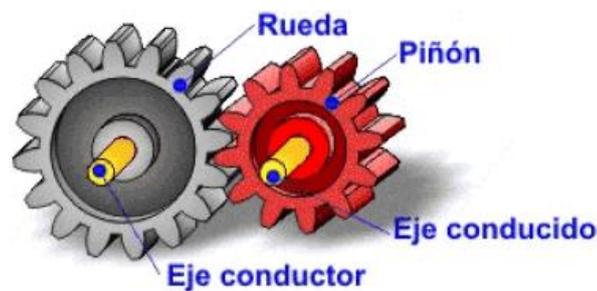


Figura III.122 Transmisión simple por engranajes

Este sistema de transmisión (como el de ruedas de fricción) invierte el sentido de giro de dos ejes contiguos, cosa que podemos solucionar fácilmente introduciendo una rueda loca o engranaje loco que gira en un eje intermedio.

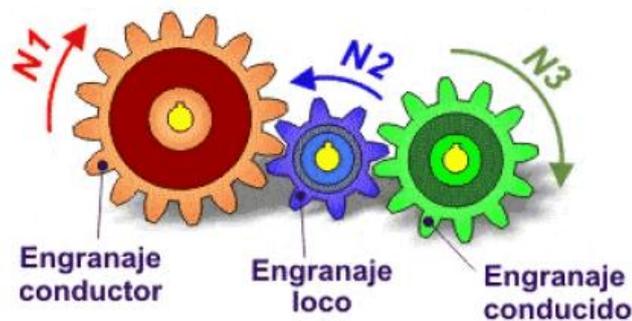
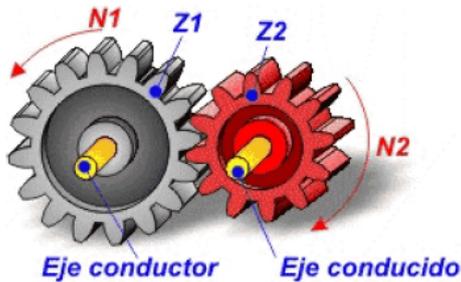


Figura III.123 Giro de 2 ejes contiguos

Las velocidades de entrada (eje conductor) y salida (eje conducido) están inversamente relacionadas con el número de dientes de las ruedas a las que están conectados (igual que en la transmisión por cadena-piñón) cumpliéndose que: $N1 Z1 = N2 Z2$



N1 Velocidad de giro del eje conductor
N2 Velocidad de giro del eje conducido
Z1 Número de dientes de la rueda
Z2 Número de dientes del piñón

Figura III.124 Velocidades y números de dientes

La relación de transmisión del sistema es: $RT = Z1 / Z2 = N2 / N1$

Respecto al sistema polea-correa, presenta una serie de ventajas e inconvenientes:

- Las principales ventajas son: mantener la relación de transmisión constante incluso transmitiendo grandes potencias entre los ejes (caso de automóviles, camiones, grúas...), lo que se traduce en mayor eficiencia mecánica (mejor rendimiento). Además, permite conectar ejes que se cruzan (mediante tornillo sinfín), o que se cortan (mediante engranajes cónicos) y su funcionamiento puede llegar a ser muy silencioso.
- Los principales inconvenientes son: su alto coste y poca flexibilidad (en caso de que el eje conducido cese de girar por cualquier causa, el conductor también lo hará, lo que puede producir averías en el mecanismo motor o la ruptura de los dientes de los engranajes). Otro inconveniente importante es que necesita lubricación (engrase) adecuada para evitar el desgaste prematuro de los dientes y reducir el ruido de funcionamiento.

3.4.8.2 Sistema Múltiple

La función principal de este sistema es Transmitir un movimiento giratorio entre dos ejes, consiguiendo disminuciones o aumentos significativos de la velocidad; también permite mantener o invertir el sentido de giro. Este tipo de transmisiones se usa mucho como reductor de velocidad en la industria (máquinas herramientas, robótica, grúas), en la mayoría de los electrodomésticos (vídeos, cassetes, tocadiscos, programadores de lavadora, máquinas de coser, batidoras, exprimidores), en automoción (para las cajas de cambio de marchas) y en general en cualquier máquina que precise transmitir elevadas potencias con reducciones de velocidad importante.

El elemento principal de este mecanismo es la rueda dentada doble, que consiste en dos engranajes de igual paso, pero diferente número de dientes, unidos entre sí. En la figura podemos ver una rueda de $Z_a=16$ dientes y otra de $Z_b=8$ dientes unidas al mismo eje mediante una chaveta.

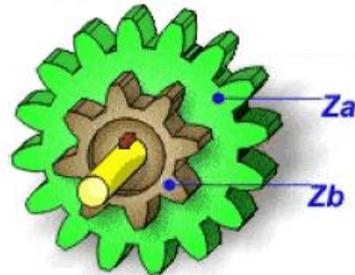


Figura III.125 Rueda dentada doble

El sistema completo se construye con varias ruedas dentadas dobles unidas en cadena, de tal forma que en cada rueda doble una hace de conducida de la anterior y otra de conductora de la siguiente. Según cual se elija como conductora o como conducida tendremos un reductor o un multiplicador de velocidad.

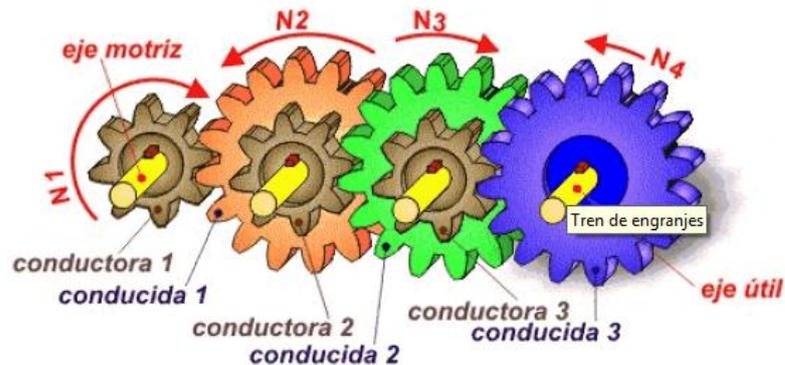


Figura III.126 Ruedas dentadas dobles

En este mecanismo las velocidades de giro de los sucesivos ejes (N_1 , N_2 , N_3 y N_4) se van reduciendo a medida que se engrana una rueda de menor número de dientes (conductor con Z_b dientes) con una de mayor número (conducida con Z_a dientes). Si el engrane se produce desde una rueda de mayor número de dientes a una de menor número, obtendremos un aumento de velocidad. En cuanto a los cálculos de las

diferentes magnitudes se trabaja igual que los sistemas múltiples de poleas cambiando el diámetro por el número de dientes.

3.4.9 Tornillo sinfín-piñón

Transmitir un movimiento giratorio entre dos ejes que se cruzan perpendicularmente. Se emplea en mecanismos que necesiten una gran reducción de velocidad y un aumento importante de la ganancia mecánica: clavijas de guitarra, reductores de velocidad para motores eléctricos, limpiaparabrisas de los coches, cuentakilómetros.

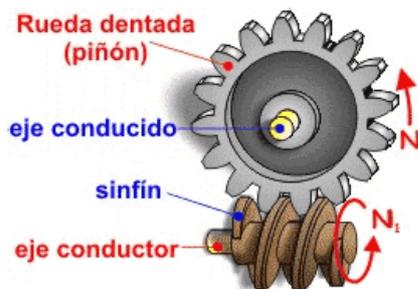


Figura III.127 Tornillo sin fin-piñón

Este mecanismo tiene importantes ventajas:

- Ofrece una gran reducción de velocidad y, por tanto, un aumento importante de la ganancia mecánica. Téngase en cuenta que el sinfín solamente tiene un diente mientras que el piñón puede tener los que queramos.
- Esa gran ganancia mecánica y la posición relativa de los dientes hacen que el mecanismo sea irreversible, por lo que no es posible hacerlo funcionar si conectamos el piñón al árbol motriz y el sinfín al conducido.
- El espacio que ocupa es mínimo en relación a otras opciones (multiplicador de velocidad, tren de engranajes).

Para la construcción de este mecanismo necesitamos dos ejes (árboles) que se crucen a 90° sin cortarse: uno motriz (árbol conductor, a través del que llega el movimiento giratorio) y otro útil (unido al receptor); un piñón y un sinfín que engrane con el piñón. Los ejes tienen que tener su propio soporte para mantener en su sitio cada operador (la mayoría de las veces se introduce todo el mecanismo en una caja que hace de soporte y sistema de protección).

- El piñón tiene los dientes cóncavos e inclinados y siempre se conecta al eje conducido, con el que gira solidario.

El sinfín siempre se conecta al eje motriz (eje conductor), del que obtiene el giro. Este eje suele estar movido por una manivela (para el accionamiento manual) o un motor eléctrico.

Características

En este mecanismo, por cada vuelta completa del sinfín se obtiene solamente el avance de un diente del piñón. Por tanto, si queremos que el piñón de una vuelta completa, el sinfín tiene que dar tantas vueltas como dientes tenga aquel, lo que proporciona una gran reducción de velocidad y, consecuentemente, una gran ganancia mecánica.

Como en toda transmisión por ruedas dentadas se cumple:

$$N1 \times D1 = N2 \times D2, \text{ donde:}$$

N1 es la velocidad del eje motriz

N2 es la velocidad del eje conducido

D1 es el número de dientes de la rueda conductora

D2 es el número de dientes de la rueda conducida

Y en este caso $N1=1$ (pues el sinfín solamente tiene un diente, pero enrollado helicoidalmente), por lo que la velocidad en el eje conducido será: $N2 = N1/D2$

Es decir, en este mecanismo la velocidad del eje conducido (N2) es la del conductor (N1) dividido por el número de dientes del piñón (D2). Por lo tanto, cuanto mayor sea el número de dientes del piñón menor será la velocidad que obtenemos en el eje conducido. Este mecanismo es especialmente apreciado debido a las altas reducciones de velocidad que permite conseguir (superiores a 60:1). A esto hemos de añadir su capacidad para trabajar con ejes a 90°, su pequeño tamaño en relación a la potencia que puede transmitir y su funcionamiento silencioso.

3.4.10 Sistemas De Transformación Del Movimiento

Se llaman sistemas mecánicos de transformación del movimiento a aquellos que sí cambian el tipo de movimiento entre la entrada y la salida de la máquina.



Figura III.128 Sistemas De Transformación Del Movimiento

Se llama entrada de la máquina al eje que aporta el movimiento, generalmente por un motor, y salida al eje que está al final de la máquina, que es al que se acopla el objeto que queremos mover.

Por ejemplo, en una taladradora, la entrada de la misma será el eje del motor eléctrico, que tiene un movimiento circular y la salida será la broca, que también tiene un movimiento circular, por tanto, los mecanismos que la componen son de transmisión del movimiento.

Si, por el contrario, hay un cambio del tipo de movimiento entre la entrada y la salida de la máquina, los mecanismos que la componen serán de transformación del movimiento.

CAPITULO IV

CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)

4.1 Generalidades

4.1.1 Historia Del PLC

Su historia se remonta a finales de la década de 1960 cuando la industria buscó en las nuevas tecnologías electrónicas una solución más eficiente para reemplazar los sistemas de control basados en circuitos eléctricos con relés, interruptores y otros componentes comúnmente utilizados para el control de los sistemas de lógica combinacional.

Los PLC's se introdujeron por primera vez en la industria en 1960 aproximadamente. La razón principal de tal hecho fue la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al reemplazar el complejo sistema de control basado en relés y contactores. Los PLC fueron inventados en respuesta a las necesidades de la automatización de la industria automotriz norteamericana por el ingeniero Estadounidense Dick Morley.

Antes de los PLC, el control, la secuenciación, y la lógica para la manufactura de automóviles era realizada utilizando relés, contadores, y controladores dedicados. El proceso para actualizar dichas instalaciones en la industria año tras año era muy costoso y consumía mucho tiempo, y los sistemas basados en relés tenían que ser recableados por electricistas especializados.

En 1968 GM Hydramatic (la división de transmisiones automáticas de General Motors) ofertó un concurso para una propuesta del reemplazo electrónico de los sistemas cableados.

La propuesta ganadora vino de Bedford Associates de Boston, Massachusetts. El primer PLC, fue designado 084, debido a que fue el proyecto ochenta y cuatro de Bedford Associates. Bedford Associates creó una nueva compañía dedicada al desarrollo, manufactura, venta y servicio para este nuevo producto: Modicon (Modular Digital Controller o Controlador Digital Modular).

Una de las personas que trabajó en ese proyecto fue Dick Morley, el que es considerado como "padre" del PLC. La marca Modicon fue vendida en 1977 a Gould Electronics, y posteriormente adquirida por la compañía Alemana AEG y más tarde por Schneider Electric, el actual dueño. Uno de los primeros modelos 084 que se construyeron se encuentra mostrado en la sede de Modicon en el Norte de Andover, Massachusetts. Fue regalado a Modicon por GM, cuando la unidad fue retirada tras casi veinte años de servicio ininterrumpido.

La industria automotriz es todavía una de las más grandes usuarias de PLC, y Modicon todavía numera algunos de sus modelos de controladores con la terminación ochenta y cuatro. Los PLC son utilizados en muchas diferentes industrias y máquinas tales como máquinas de empaquetado y de semiconductores.

Algunas marcas con alto prestigio son ABB Ltd., Koyo, Honeywell, Siemens, TrendControls, Schneider Electric, Omron Rockwell (Allen-Bradley), General Electric, frazmax, TescoControls, Panasonic (Matsushita), Mitsubishi e IsiMatrix machines.

También existe un rango de PLCs fabricados para aplicaciones en automotores, embarcaciones, ambulancias y sistemas móviles para el mercado internacional de SCM International, Inc.

Hoy en día, los PLC no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores proporcional integral derivativo (PID).

Los PLC actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

Existen varios lenguajes de programación, tradicionalmente los más utilizados son el diagrama de escalera (Lenguaje Ladder), preferido por los electricistas, lista de instrucciones y programación por estados, aunque se han incorporado lenguajes más intuitivos que permiten implementar algoritmos complejos mediante simples diagramas de flujo más fáciles de interpretar y mantener.

Un lenguaje más reciente, preferido por los informáticos y electrónicos, es el FBD (en inglés Function Block Diagram) que emplea compuertas lógicas y bloques con distintas funciones conectados entre sí.

En la programación se pueden incluir diferentes tipos de operandos, desde los más simples como lógica booleana, contadores, temporizadores, contactos, bobinas y operadores matemáticos, hasta operaciones más complejas como manejo de tablas, apuntadores, algoritmos PID y funciones de comunicación multiprotocolo que le permitirían interconectarse con otros dispositivos.

4.1.2 Concepto de PLC

El término PLC de amplia difusión en el medio significa en inglés, Controlador Lógico Programable. Originalmente se denominaban PCs (Programmable Controllers), pero con la llegada de las IBM PCs, para evitar confusión se emplearon definitivamente las siglas PLC.

En Europa, el mismo concepto es llamado Autómata Programable. La definición más apropiada es: Sistema Industrial de Control Automático que trabaja bajo una secuencia almacenada en memoria, de instrucciones lógicas.

Un PLC es un control computarizado, el cual cuenta en su interior con una mini computadora con microprocesador (X86, 80486, Pentium y muchos otros que en el

plano industrial usan arquitectura Von Neumann. En este tipo de arquitectura los datos y la memoria del programa se encuentran en el mismo espacio de direcciones y hace uso de un conjunto de instrucciones tipo RISC – Reduced Instruction Set Computer-).

Esta unidad de proceso tiene la forma mínima de una computadora y contiene una cantidad de memoria del sistema y memoria para el usuario, una cantidad variable de funciones y puertos, un programa o sistema operativo mínimo que administra el hardware y una interface que permite al usuario introducir el programa que permitirá que el PLC haga una tarea específica, llamado también cargador (ladder).

Ahora bien, para iniciarse en el campo de los controladores programables es necesario poseer conocimientos básicos de electrónica digital y electricidad básica, un poco de computación, y conocimientos previos de controles con relevadores.

Los elementos de control lógicos que realizan funciones tales como las usadas en electrónica digital (And, Or, Nand, Nor, Xor, etc), estos elementos y otros tales como temporizadores, contadores, registros de corrimiento, banderas, etc; son usados para controlar el arranque y paro de motores; también de automatizar procesos de producción en la industria, construir sistemas de alarmas, sistemas de ahorro de energía, sistemas de neumática, hidráulica y tantas otras aplicaciones en las que los elementos mencionados son usados en conjunto, para resolver problemas de la vida real.

En la mayoría de los casos en la industria, los procesos de producción son de variables cambiantes y se requiere sean reajustados constantemente, por tal razón se necesita que los sistemas planteados para realizar tal tarea, sean de características adaptables, que puedan ser reprogramados de manera simple y rápida pues en la industria el tiempo vale dinero.

Es un sistema porque contiene todo lo necesario para operar, e industrial por tener todos los registros necesarios para operar en los ámbitos hostiles encontrados en la industria.

Esta familia de aparatos se distingue de otros controladores automáticos en que puede ser programado para controlar cualquier tipo de máquina, a diferencia de otros muchos que, solamente pueden controlar un tipo específico de aparato.

4.1.3 Estructura de un PLC

Un controlador Lógico programable es un dispositivo usado para controlar. Este control se realiza sobre la base de una lógica, definida a través de un programa, en la fig. IV-129 se muestra la estructura de una PLC.

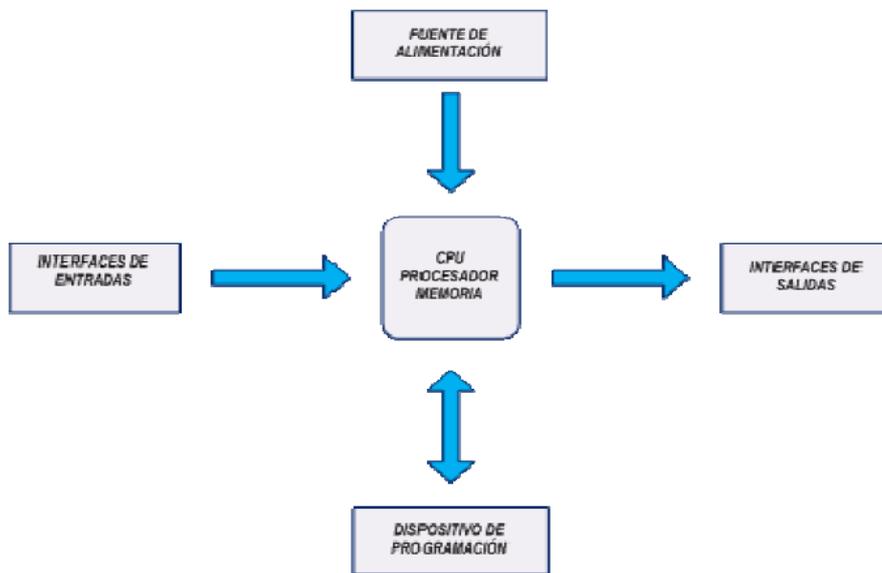


Figura IV.129 Estructura Lógica de un PLC

Un controlador lógico programable está constituido por un conjunto de tarjetas o circuitos impresos, sobre los cuales están ubicados componentes electrónicos.

El controlador programable tiene la estructura típica de muchos sistemas programables, como por ejemplo una microcomputadora.

4.1.4 Estructura Básica Del Hardware

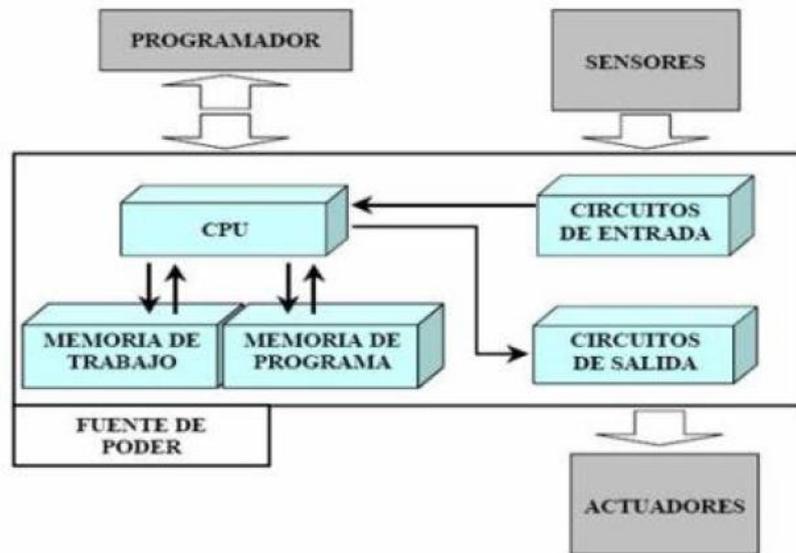


Figura IV.130 Estructura Básica del PLC

La estructura básica del hardware de una consola Programable propiamente dicha está constituido por:

- a. Fuente de alimentación
- b. Unidad de procesamiento central (CPU)
- c. Módulos de interfaces de entradas/salidas (E/S)
- d. Módulo de memorias
- e. Unidad de programación

En algunos casos cuando el trabajo que debe realizar el controlador es más exigente, se incluyen Módulos Inteligentes.

a. Fuente De Alimentación

La función de la fuente de alimentación en un controlador, es suministrar la energía a la CPU y demás tarjetas según la configuración del PLC.

- + 5 V para alimentar a todas las tarjetas
- + 5.2 V para alimentar al programador
- + 24 V para los canales de lazo de corriente 20 mA.

b. Unidad De Procesamiento Central (C.P.U.)

Es la parte más compleja e imprescindible del controlador programable, que en otros términos podría considerarse el cerebro del controlador.

La unidad central está diseñada a base de microprocesadores y memorias; contiene una unidad de control, la memoria interna del programador RAM, temporizadores, contadores, memorias internas tipo relé, imágenes del proceso entradas/salidas, etc. Su misión es leer los estados de las señales de las entradas, ejecutar el programa de control y gobernar las salidas, el procesamiento es permanente y a gran velocidad.

c. Módulos o Interfaces De Entrada y Salida (E/S)

Son los que proporciona el vínculo entre la CPU del controlador y los dispositivos de campo del sistema. A través de ellos se origina el intercambio de información ya sea para la adquisición de datos o la del mando para el control de máquinas del proceso.

Tipos de Módulos de Entrada y Salida

Debido a que existen gran variedad de dispositivos exteriores (captadores, actuadores), encontramos diferentes tipos de módulos de entrada y salidas, cada uno de los cuales sirve para manejar cierto tipo de señal (discreta o analógica) a determinado valor de tensión o de corriente en DC o AC.

- Módulos de entradas discretas
- Módulos de salidas discretas
- Módulos de entrada analógica
- Módulos de salida analógica

d. Módulos de Memorias

Son dispositivos destinados a guardar información de manera provisional o permanente. Se cuenta con dos tipos de memorias:

- Volátiles (**RAM**)
- No volátiles (**EPROM y EEPROM**)

e. Unidad de Programación

Los terminales de programación, son el medio de comunicación entre el hombre y la máquina; estos aparatos están constituidos por teclados y dispositivos de visualización. Existen tres tipos de programadores los manuales (Hand Held) tipo de calculadora, los de tipo (PC), y la (computadora).

4.1.5 Funcionamiento de CPU

Al comenzar el ciclo, la CPU lee el estado de las entradas. A continuación ejecuta la aplicación empleando el último leído, en la fig. IV-131 se muestra el ciclo de funcionamiento del CPU. Una vez completo el programa, 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.

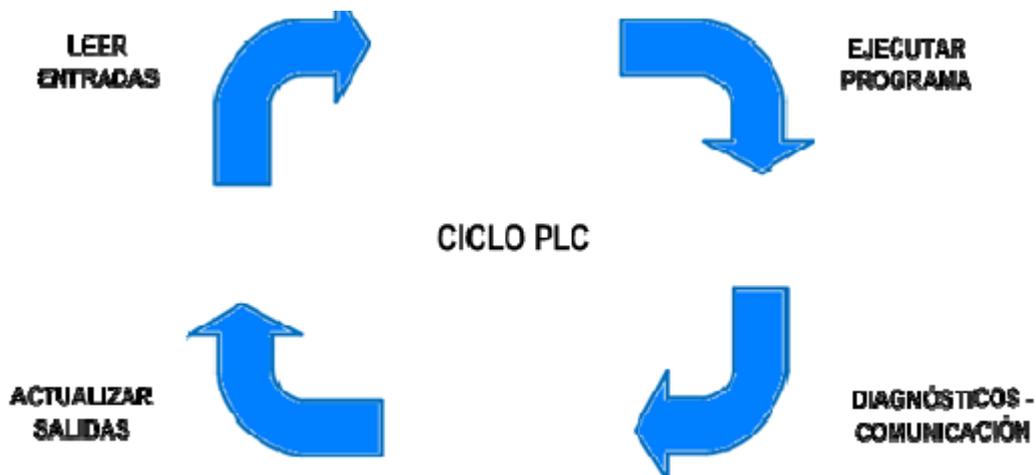


Figura IV.131 Ciclo de funcionamiento del CPU de un PLC

Las ventajas en el uso del PLC comparado con sistemas basados en relé o sistemas electromecánicos son:

- Flexibilidad.- Posibilidad de reemplazar la lógica cableada de un tablero o de un circuito de un sistema electrónico, mediante un programa que corre en un PLC.
- Tiempo.- Ahorro de tiempo de trabajo en las conexiones a realizar, en la puesta en marcha y en el ajuste del sistema.
- Cambios.- Facilidad para realizar cambios durante la operación de sistema.
- Confiabilidad
- Espacio
- Modularidad
- Estandarización

4.1.6 Partes de un PLC

Cada Controlador Lógico Programable se compone de dos partes básicas.

- Sección operativa (SO)
- Sección de comando(SC)

Sección Operativa (SO).

Es la que opera la materia prima y el producto en general. Se compone de los medios y herramientas necesarias para transformar la materia prima, por ejemplo: bombas, utensilios, taladros, etc.

Los accionadores destinados a mover y poner en funcionamiento estos medios, por ejemplo:

- Motores eléctricos para accionar una bomba.
- Gatos hidráulicos para cerrar una válvula.
- Gatos neumáticos para taladrar un cabezal de perforación.

Sección De Comando (SC)

Es la que emite las órdenes hacia la sección operativa (SO) y recoge las señales de retorno para sus acciones. Cada vez más, la sección de comando (SC) se basa en

técnicas de lógica programada. Como parte central de la sección de comando (SC) está el tratamiento, que conste en la unión de tres diálogos:

1. El Diálogo con la Máquina:

Consiste en el comando de los accionadores, (motores) a través de los pre-accionadores (contadores, distribuidores, variadores), y de la adquisición de las señales de la retroalimentación provenientes de los sensores que dependen de la evolución del proceso.

2. El Diálogo Hombre-Máquina:

Para manejar, regular, calibrar la máquina, el personal introduce mensajes y comandos y recoge informaciones del autómata.

3. El Diálogo con otras Máquinas:

Varias máquinas pueden operar en una misma producción. Su coordinación está asegurada por el diálogo entre las secciones de comando.

4.2 Componentes de un PLC

a. Entradas

Constituyen la etapa de entrada del PLC. Desde la parte externa del PLC lucen como una bornera donde se deben colocar los cables con las señales que provienen de los transductores, pero internamente están conformadas por circuitos electrónicos que acoplan esas señales a las especificaciones de señales que el PLC puede manipular. Según la naturaleza de la señal que se recibe de los transductores, las entradas se clasifican en:

1. Entradas digitales

Estas entradas se diseñan para recibir señales cuantificadas de los sensores de campo.

Dichas señales varían sólo entre dos estados. El PLC codifica estas señales según su amplitud en: 1 lógico para el valor de amplitud mayor, y 0 lógico para

el nivel de amplitud menor. Los niveles de amplitud que el PLC entenderá son definidos por el fabricante.

Este tipo de señales generalmente provienen de transductores como: interruptores, botoneras, sensores de fin de carrera, etc.

2. Entradas analógicas

Son las que reciben señales analógicas de los transductores de campo. Estas señales generalmente provienen de sensores que miden el valor instantáneo de una variable física. Ejemplos de este tipo de señales son: la salida de una tacométrica, de una foto sensor o de un sensor de nivel.

El valor de la señal analógica se transforma en una señal digital de tal forma que el procesador la pueda manipular. Un aspecto importante de esta transformación es la resolución con que se realiza en el interior del PLC. Por resolución se entenderá la cantidad valores cuantificados disponibles para representar una señal analógica.

Por ejemplo, si se tiene sólo dos valores cuantificados para representar una señal que varía de 0 a 5 V, se dice que se tiene una resolución de dos. La resolución depende de las características de la entrada.

La cantidad de valores cuantificados es igual a 2^n , con n el número de bits del registro donde se almacena la variable digital que resulta de la transformación.

Generalmente, en los controladores más sofisticados, se asocia un registro de 16 bits a cada una de las entradas analógicas, con lo que se tiene una resolución de 216.

Según el tipo de señal eléctrica que reciban, las entradas también se clasifican en: de corriente y de voltaje. A las entradas está asignado un espacio de memoria del PLC llamado imagen de entradas, el cual contiene la información de todas las entradas en todo momento.

b. Salidas

Internamente son circuitos electrónicos que realizan el acople entre las señales digitales utilizadas por el PLC y las señales analógicas o cuantificadas que utilizan los actuadores.

Externamente lucen como una bornera donde se realizan las conexiones entre el PLC y los actuadores.

Las salidas se clasifican, al igual que en el caso de las entradas, en digitales y analógicas. Las salidas digitales se aplican a actuadores como bobinas de contactores, electroválvulas, etc.

Existen salidas digitales: de voltaje y de relé. Las salidas de voltaje asignan una magnitud de voltaje, que depende del fabricante, al estado 1 lógico y de 0 V al estado 0 lógico. Las salidas de relé consisten en un contacto seco que se cierra en el estado 1 y se abre en el estado 0.

En el caso de salidas analógicas, los valores de salida están generalmente entre 0 Vdc a 10 Vdc para las salidas de voltaje y de 4 mA a 10 mA para las de corriente, aunque estos valores varían según el fabricante. Estas señales comandan actuadores como válvulas solenoides, servomotores, etc.

A las salidas se les asigna un espacio de memoria del PLC llamado imagen de salida, el cual contiene la información de todas las salidas en todo momento.

c. Unidad central de proceso

CPU por sus siglas en inglés. Es el elemento principal de procesamiento del PLC. Una vez digitalizadas, las señales de entrada son pasadas al CPU, el cual les aplica el algoritmo de control para generar las salidas. El algoritmo de control está almacenado en la memoria interna del PLC en forma de un programa, el cual es creado y almacenado por el usuario.

Además de ejecutar el programa, el CPU realiza acciones como verificación del sistema, actualización de las imágenes de entrada y salida y la medición del tiempo de ejecución del programa.

d. Memoria del PLC

Es el lugar físico donde residen el sistema operativo, el programa, los datos de ejecución y las imágenes de entrada y salida. El sistema operativo es un programa que utiliza el PLC para iniciar su operación y realizar las configuraciones propias de su funcionamiento.

La memoria del PLC se clasifica en diferentes clases dependiendo de su modo de acceso y volatilidad.

- **EEPROM:** es una memoria de sólo lectura que puede ser escrita por medios electrónicos. No necesita de una fuente de poder para mantener sus datos. Por su característica no volátil, se utiliza para guardar datos esenciales, tal como el sistema operativo y el programa.
- **RAM:** es una memoria que se puede sobre escribir, de acceso aleatorio que se utiliza para guardar los datos generados mientras se ejecuta el programa. Es volátil, por lo que los datos almacenados se pierden si se le suspende la alimentación.

e. Fuente de Poder:

Es el elemento que brinda la alimentación a todos los componentes del PLC. Generalmente los componentes funcionan a bajos voltajes de corriente continua. La fuente realiza la transformación de los voltajes corriente alterna de las líneas de potencia a esos niveles corriente continua.

4.3 Controlador Lógico Programable

4.3.1 Definición

De acuerdo con la definición de la “Nema” (National Electrical Manufacturers Association).

Un controlador programable es: “Un aparato electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de entrada/salida digitales (ON/OFF) o analógicos (1.5 VDC, 4-20 mA, etc), varios tipos de máquinas o procesos.

La arquitectura básica de un PLC se muestra en la fig. IV-51, así como también la estructura interna de los buses de comunicación del PLC mostrados en la fig. IV.132.

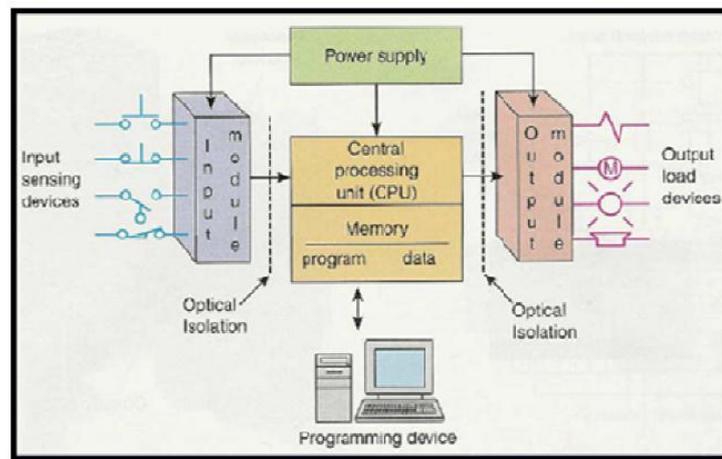


Figura IV.132 Arquitectura básica de un PLC

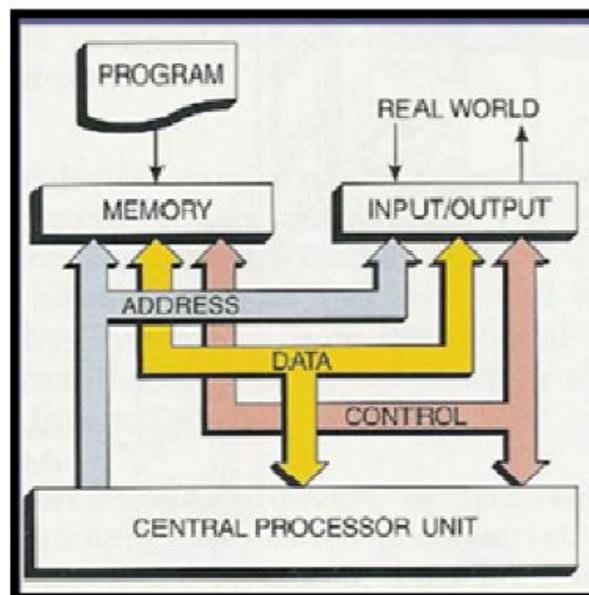


Figura IV.133 Estructura interna de los buses de comunicación del PLC

4.4 Secuencia de Operaciones en un PLC

1. Al encender el procesador, este efectúa un autochequeo de encendido e inhabilita las salidas. Entra en modo de operación normal.
2. Lee el estado de las entradas y las almacena en una zona especial de memoria llamada tabla de imagen de entradas.
3. En base a su programa de control, el PLC modifica una zona especial de memoria llamada tabla de imagen de salida.
4. El proceso actualiza el estado de las salidas “copiando” hacia los módulos de la salida el estado de la tabla de imagen de salidas (estas controlan el estado de los módulos de salida del PLC, relay, triacs, etc.).
5. Vuelve paso 2.

A cada ciclo de ejecución de esta lógica se le denomina ciclo de barrido (scan) que generalmente se divide en:

- I/O scan
- ProgramScan

En la actualidad estamos habilitados a compartir nuestra vida con unas máquinas llamadas ordenadores.

El autómatas también llamado PLC o dispositivo lógico programable podemos definirlo como un ordenador especializado en la automatización de procesos ya sean estos industriales, domésticos, militares y otros.

Como los ordenadores, el PLC, va a contar de dos partes fundamentales (fig. IV.134):

- Hardware: es las partes físicas o tangibles del ordenador y del autómatas.
- Software: es la parte que no es tangible; es el programa o programas que hacen que el ordenador o el autómatas hagan un trabajo determinado.

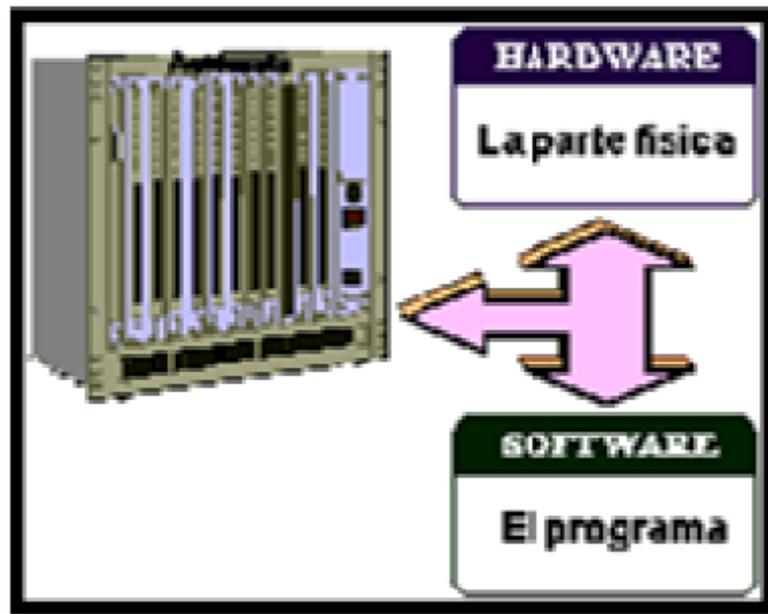


Figura IV.134 Partes Componentes del PLC

4.5 Descripción física de un PLC

La imagen muestra la arquitectura interna de un PLC, ya teniendo el concepto de todo si esquema externo, ahora profundizaremos las características del interior de un PLC:

Memoria Programable

En esta parte se encuentra las instrucciones para la secuencia de control lógico.

Memoria de Datos

En esta parte se ubican las condiciones de los cambios, interbloqueo, valores pasados de datos y otros datos de trabajo.

Procesador Central

En esta parte se encuentra la lógica que será manipulada por el software de la unidad de programación, aquí se encuentra el lenguaje ensamblador del PLC.

Circuito de Entrada

En esta parte se encuentra los equipos de entradas como:

- Botones
- Selectores
- Interruptor de límite
- Interruptor de Nivel
- Sensores fotoeléctricos
- Sensores de proximidad
- Contactores de arrancador de motor

Circuitos de Salida

En esta parte se encuentra los equipos de salidas como:

- Válvulas
- Arrancador de motor
- Solenoides
- Alarmas
- Luces
- Ventiladores
- Bocinas

Puerto de Comunicaciones

Es la parte que enlaza con la PC, para poder editar, monitorear la secuencia lógica del PLC.

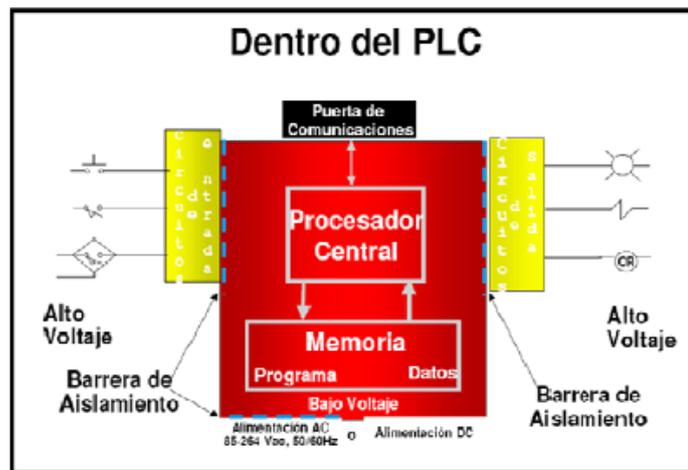


Figura IV.135 Estructura interna del PLC

La siguiente imagen muestra (fig. IV.136), el esquema al detalle del lado izquierdo que conforma un PLC internamente:

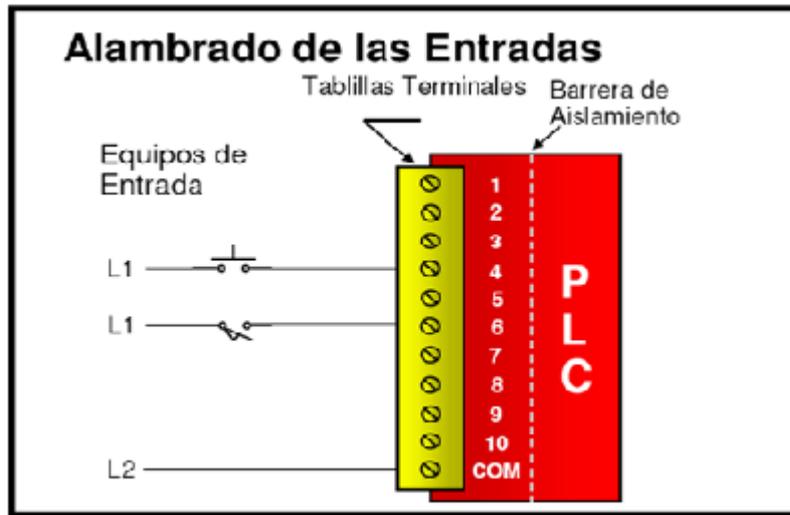


Figura IV.136 Esquema de entradas del PLC

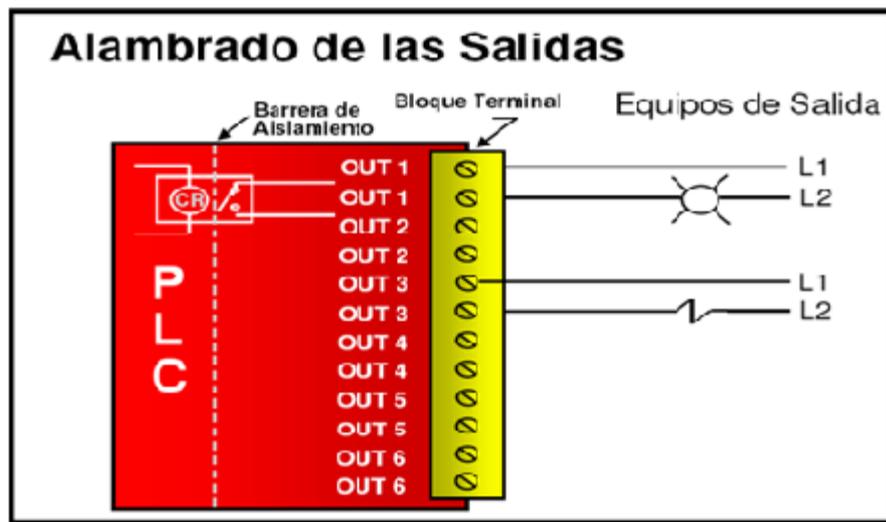


Figura IV.137 Esquema de salidas del PLC

4.6 Hardware PLC

El hardware del autómatas, al ser básicamente un ordenador, podemos dividirlo de la siguiente forma:

- La Fuente de Alimentación, provee a suministrar lo que necesitaba los circuitos electrónicos del autómatas para poder funcionar.
- La CPU o unidad de Control de Proceso, en la que va alojado el microprocesador que es el cerebro del sistema, junto con los dispositivos necesarios para que éste realice su función; las tarjetas de memoria, el reloj, las VIAS (Integrados que ayudan al microprocesador en sus tareas de comunicación con otros dispositivos).
- Las tarjetas de entradas/salidas o tarjetas I/O, en la que otros circuitos integrados se encarga de que el microprocesador sea capaz de comunicarse con otros dispositivos, ya sean estos otros microprocesadores, un teclado, una pantalla, etc.

Debajo del bastidor central, junto en la parte inferior, existen unos ventiladores que tiene por misión refrigerar todos los elementos que componen el PLC, ya que tanto la fuente de alimentación como la CPU pueden alcanzar temperaturas peligrosas para la circuitería de uno y otro componente, un fallo en dichos ventiladores provocará una alarma que nos saldrá por pantalla e impresora (“Avería ventiladores PLC”).

Pero si peligrosa es la temperatura, no es menos peligroso el polvo y las partículas en suspensión que hay en el aire como con los ventiladores, estas provocan una corriente de aire forzada que recorre las distintas tarjetas para evitar la entrada de partículas en suspensión en dichos elementos, entre los ventiladores y el PLC se han instalado unos filtros que es conveniente revisar y cambiar de vez en cuando.

Si examinamos la configuración del hardware de uno de los autómatas, la disposición física de los elementos sería la siguiente:

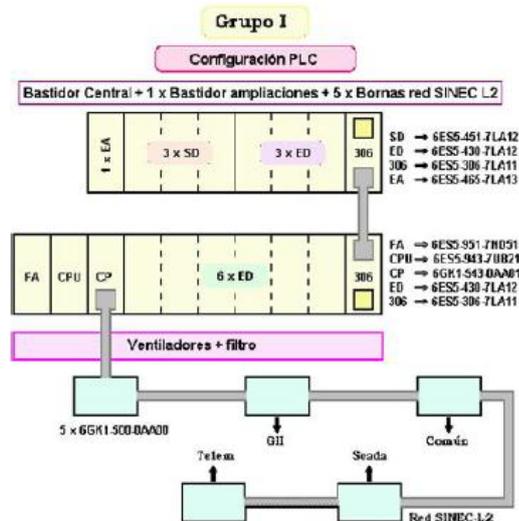


Figura IV.138 Disposición física de los elementos del PLC

En el bastidor o rack central tenemos situada a la izquierda la fuente de alimentación (F.A).

En la parte superior de esta tarjeta tenemos una especie de trampilla que nos permite acceder a la batería de la fuente de alimentación.

Al lado de la F.A está situada la CPU, en la parte superior de esta tarjeta tenemos una ranura en la que se inserta la memoria EPROM. Este tipo de memoria tiene la particularidad de que mantiene la información aunque no esté alimentada. En esta tarjeta, que normalmente debe estar extraída. Está grabado el programa que va ejecutar el PLC: nos va a servir para recargar el programa en el PLC si, por cualquier motivo, éste se borrase de la memoria RAM.

La memoria RAM es un tipo de memoria que se caracteriza por su extremada rapidez, en ella podemos leer y escribir cuantas veces queramos; su única pega es que pierde todo su contenido si le quitamos la alimentación. El microprocesador del PLC utiliza esta memoria para escribir los datos (estado de las entradas, órdenes de salida, resultados intermedios, otros) y recurre a ella para leer el programa. No se utiliza otro tipo de memoria (la EPROM, por ejemplo) porque, aunque tienen la ventaja de no perder los datos cuando no tienen alimentación, son memorias más lentas y que requieren procesos más complicados para su borrado y regrabación: otra de las ventajas

de la memoria RAM es que no necesitamos borrar los datos que contiene, escribimos directamente los nuevos datos sobre los que ya tiene grabados.

Inmediatamente debajo tenemos un conmutador con las indicaciones RN-ST. Si el conmutador está hacia la posición RN, el PLC ejecuta el programa que tiene grabado (Como se dice: "El programa está corriendo"). Si el conmutador se pone hacia la posición ST (Stop), el programa se detiene en la instrucción que esté ejecutando en ese momento el autómeta.

Debajo del conmutador RN-ST, la CPU dispone de dos leds que nos indican, cuando están encendidos, si el autómeta está corriendo el programa (RN) o si bien el programa se ha detenido (ST).

Debajo de los dos leds de funcionamiento, existen otros tres leds con las indicaciones: OV,

ZV y BA. Estos tres leds nos indican si la CPU ha detectado algún error interno.

Por debajo de los leds existe un conmutador con las indicaciones NR-RE-OR, que debemos mantener siempre hacia la posición NR.

En la parte inferior izquierda de la CPU existe un conector cuya finalidad es enganchar en él una maleta de programación o un PC con los que varía el programa, introducir un nuevo programa, visualizar el funcionamiento del programa, etc.

A la derecha de la CPU está instalada la tarjeta de comunicaciones (CP), esta tarjeta sirve para comunicar el autómeta, a través de una red (SINEC L-2), con:

- Los otros autómetas existentes de la instalación.
- El ordenador que sirve para la comunicación con el operador (SCADA)
- El sistema de telemando sirve para que en el despacho reciban las distintas señales y desde el despacho se transmitan las órdenes hacia los elementos de la instalación.

A continuación de la CP están instaladas 6 tarjetas de entradas digitales (ED), estas tarjetas tienen una serie de lámparas que nos indican el estado de la entrada (Si la entrada está activada el led está encendido, si no lo está el led está apagado).

Con el fin de proveer un aislamiento galvánico del PLC con campo (La instalación fig.IV.139), las tarjetas de entradas digitales no se conectan directamente a los elementos de campo; los elementos de campo no se conectan a unas bornas relé (BE) situadas en la parte posterior de los armarios, de los contactos libres de potencial de estas bornas relé se toman las señales que entran en las tarjetas.

Solo en algunos casos específicos las señales de campos llegan directamente a las tarjetas de entradas digitales.

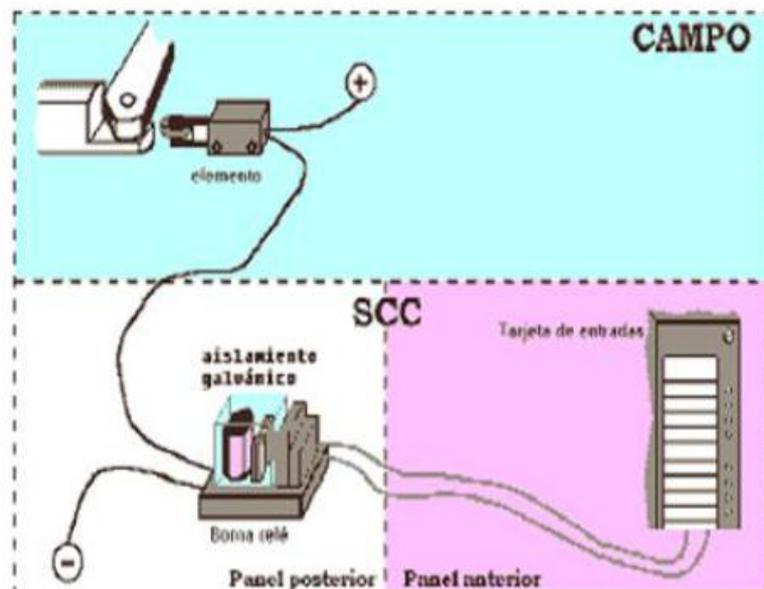


Figura IV.139 Conexión de tarjetas digitales

Tenemos cuatro tipos de módulos:

- **DB:** Son módulos que contienen datos
- **FB:** módulos que contienen funciones
- **OB:** módulos que sirven para organizar otros módulos
- **PB:** módulos que contienen las órdenes

De todos los módulos los que más nos interesan a nosotros son los módulos PB ya que en estos tenemos las distintas secuencias que realiza el programa.

4.7 Ventajas y Desventajas de un PLC

Las condiciones favorables son las siguientes:

a) Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos debido a que:

- No es necesario dibujar el esquema de contactos.
- No es necesario simplificar las ecuaciones lógicas, ya que, por lo general, la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida y al elaborar el presupuesto correspondiente eliminaremos parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega, etc.

b) Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado y añadir aparatos.

c) Mínimo espacio de ocupación

d) Menor coste de mano de obra de la instalación

e) Economía de mantenimiento. Además de aumentar la fiabilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismo autómatas pueden detectar e indicar averías.

f) Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.

g) Menor tiempo para la puesta de funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.

h) Si por alguna razón la maquina queda fuera de servicio, el autómata útil para otra máquina o sistema de producción.

Las condiciones desfavorables son las siguientes:

a) Hace falta un programador, lo que obliga a adiestrar a unos de los técnicos de tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades y/o institutos superiores ya se encargan de dicho adiestramiento.

b) El costo inicial que puede o no ser un inconveniente, según las características del automatismo en cuestión. Dado que el PLC cubre ventajosamente en amplio espacio entre la lógica cableada y el microprocesador es preciso que el proyectista lo conozca tanto en su actitud como en sus limitaciones. Por tanto, aunque el coste inicial debe ser tenido en cuenta a la hora de decidimos por uno u otro sistema conviene analizar todos los demás factores para asegurarnos una decisión acertada.

4.8 Clasificación del PLC

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

PLC tipo Nano:

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

PLC tipo Compactos:

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

- Entradas y salidas análogas
- Módulos contadores rápidos
- Módulos de comunicaciones

- Interfaces de operador
- Expansiones de I/O

PLC tipo Modular:

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

- Rack
- Fuente de Alimentación
- CPU
- Módulos de I/O

De estos tipos existen desde los denominados MicroPLC que soportan gran cantidad de I/O, hasta los PLC de grandes prestaciones que permiten manejar miles de I/O. (12)

4.9 PLC siemens s7-1200

4.9.1 Introducción al PLC S7-1200

El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación.

La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

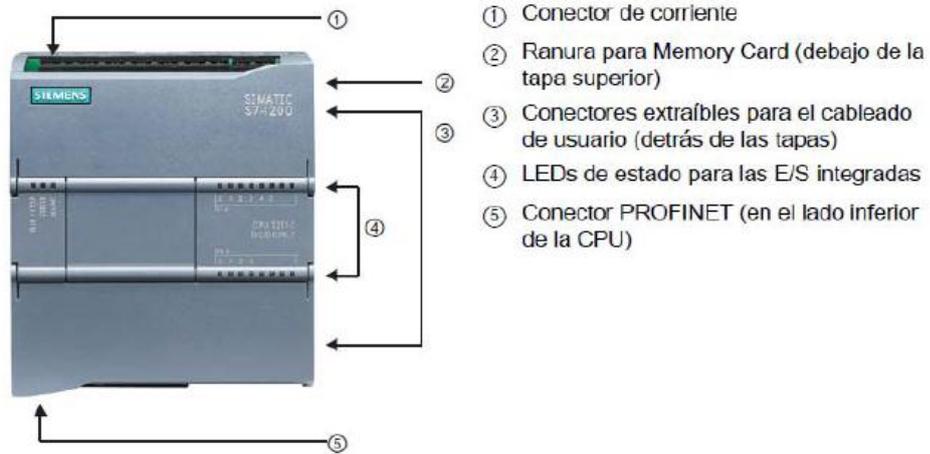


Figura IV.140 PLC S7-1200

4.9.2 Capacidad de expansión de la CPU

La familia S7-1200 ofrece diversos módulos y placas de conexión para ampliar las capacidades de la CPU con E/S adicionales y otros protocolos de comunicación. Para más información sobre un módulo en particular.

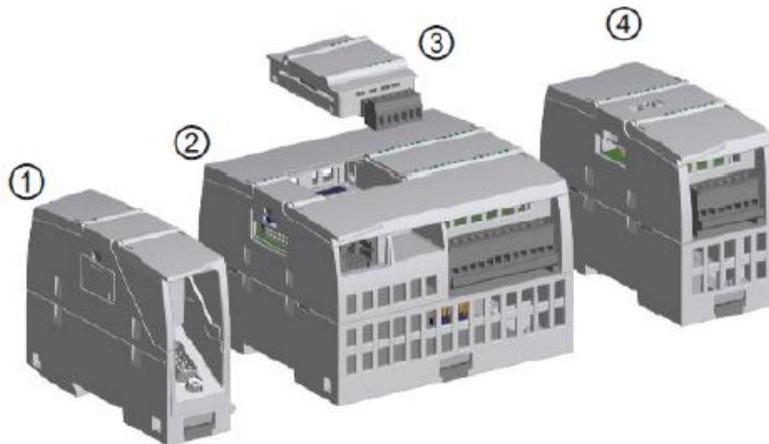


Figura IV.141 Partes de Expansión de un PLC S7-1200

1. Módulo de comunicación (CM), procesador de comunicaciones (CP) o TS Adapter
2. CPU
3. Signal Board (SB) o placa de comunicación (CB)
4. Módulo de señales (SM)

Tabla 1-3 Módulos de señales digitales y Signal Boards

Tipo	Sólo entradas	Sólo salidas	Combinación de entradas y salidas
③ SB digital	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada: 4 x 24 V DC, 200 kHz • Entrada: 4 x 5 V DC, 200 kHz 	<ul style="list-style-type: none"> • Salida: 4 x 24 V DC, 200 kHz • Salida: 4 x 5 V DC, 200 kHz 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada: 2 x 24 V DC / Salida: 2 x 24 V DC • Entrada: 2 x 24 V DC / Salida: 2 x 24 V DC, 200 kHz • Entrada: 2 x 5 V DC / Salida: 2 x 5 V DC, 200 kHz
④ SM digital	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada: 8 x 24 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • Salida: 8 x 24 V DC • 8 salidas de relé 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada: 8 x 24 V DC / Salida: 8 x 24 V DC • Entrada: 8 x 24 V DC / 8 salidas de relé • 8 x 120/230VAC In / 8 x salidas de relé
	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada: 16 x 24 V DC 	<ul style="list-style-type: none"> • Salida: 16 x 24 V DC • 16 salidas de relé 	<ul style="list-style-type: none"> • Entrada: 16 x 24 V DC / Salida: 16 x 24 V DC • Entrada: 16 x 24 V DC / 16 salidas de relé

Tabla IV.VII Señales digitales y Signal Boards

4.9.3 Módulos de señales

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

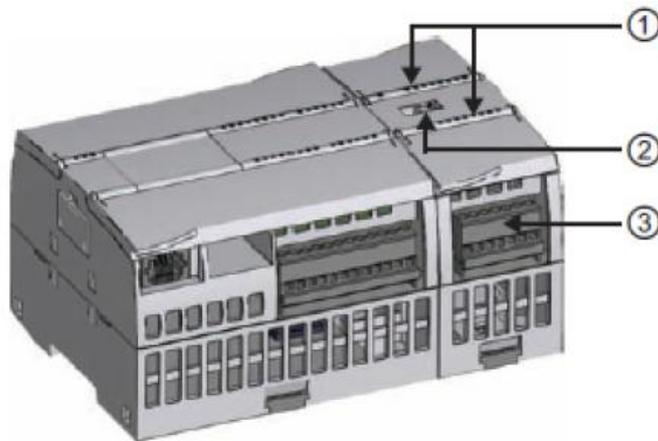


Figura IV.142 Módulos de señales de un PLC

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

4.9.4 Montaje

Como regla general para la disposición de los dispositivos del sistema, los aparatos que generan altas tensiones e interferencias deben mantenerse siempre alejados de los equipos de baja tensión y de tipo lógico, tales como el S71200.

Al configurar la disposición del S7-1200 en el panel, se deben tener en cuenta los aparatos que generan calor y disponer los equipos electrónicos en las zonas más frías del armario eléctrico. Si se reduce la exposición a entornos de alta temperatura, aumentará la vida útil de cualquier dispositivo electrónico. También se debe considerar la ruta del cableado de los dispositivos montados en el panel. Evite tender las líneas de señales de baja tensión y los cables de comunicación en un mismo canal junto con los cables AC y DC de alta energía y conmutación rápida.

La refrigeración de los dispositivos S71200 se realiza por convección natural. Para la refrigeración correcta es preciso dejar un espacio mínimo de 25 mm por encima y por debajo de los dispositivos. Asimismo, se deben prever como mínimo 25 mm de profundidad entre el frente de los módulos y el interior de la carcasa

Corriente Necesaria

La CPU dispone de una fuente de alimentación interna que suministra energía eléctrica a la CPU, los módulos de señales, la Signal Board y los módulos de comunicación, así como otros equipos consumidores de 24 V DC. En los datos técnicos (Página 293) encontrará más información sobre la corriente de 5 VDC que suministra la CPU y la corriente de 5 V DC que requieren los módulos de señales, la Signal Board y los módulos de comunicación. En "Calcular la corriente necesaria" encontrará más información sobre cómo determinar cuánta energía (o corriente) puede proveer la CPU para la configuración.

La CPU provee una alimentación de sensores de 24 V DC que puede suministrar 24 VDC a las entradas y bobinas de relé de los módulos de señales, así como a otros equipos consumidores. Si los requisitos de corriente de 24 V DC exceden la capacidad de la alimentación de sensores, es preciso añadir una fuente de alimentación externa de 24 V DC al sistema. En los datos técnicos se indica la corriente necesaria para la alimentación de sensores de 24 V DC de las distintas CPUs S7-1200.

Si se requiere una fuente de alimentación externa de 24 V DC, vigile que no se conecte en paralelo con la alimentación de sensores de la CPU. Para aumentar la protección contra interferencias, se recomienda conectar los cables neutros (M) de las distintas fuentes de alimentación.

Algunos puertos de entrada de alimentación de 24 V DC del sistema S7-1200 están interconectados, teniendo un circuito lógico común que conecta varios bornes M. Por ejemplo, los circuitos siguientes están interconectados si no tienen aislamiento galvánico según las hojas de datos técnicos: la fuente de alimentación de 24 V DC de la CPU, la entrada de alimentación de la bobina de relé de un SM, o bien la fuente de alimentación de una entrada analógica sin aislamiento galvánico. Todos los bornes M sin aislamiento galvánico deben conectarse al mismo potencial de referencia externo.

4.9.5 Tareas que realizan en cada ciclo el CPU

El ciclo ofrece una lógica coherente durante la ejecución del programa de usuario en un ciclo determinado y previene fluctuaciones en las salidas físicas, cuyo estado puede cambiar varias veces en la memoria imagen de proceso de las salidas. En cada ciclo se escriben valores en las salidas, se leen las entradas, se ejecutan las instrucciones del programa de usuario y se realiza el mantenimiento del sistema o procesamiento en segundo plano.

En condiciones estándar, todas las E/S digitales y analógicas utilizan un área de memoria interna denominada "memoria imagen de proceso" para actualizar las E/S de forma sincrónica con el ciclo.

La memoria imagen de proceso contiene una instantánea de las entradas ("memoria I") y salidas ("memoria Q") físicas de la CPU, la Signal Board y los módulos de señales. El ciclo ofrece una lógica coherente durante la ejecución del programa de usuario en un ciclo determinado y previene fluctuaciones en las salidas físicas, cuyo estado puede cambiar varias veces en la memoria imagen de proceso de las salidas. En cada ciclo se escriben valores en las salidas, se leen las entradas, se ejecutan las instrucciones del programa de usuario y se realiza el mantenimiento del sistema o procesamiento en segundo plano.

En condiciones estándar, todas las E/S digitales y analógicas utilizan un área de memoria interna denominada "memoria imagen de proceso" para actualizar las E/S de forma síncrona con el ciclo. La memoria imagen de proceso contiene una instantánea de las entradas ("memoria I") y salidas ("memoria Q") físicas de la CPU, la Signal Board y los módulos de señales.

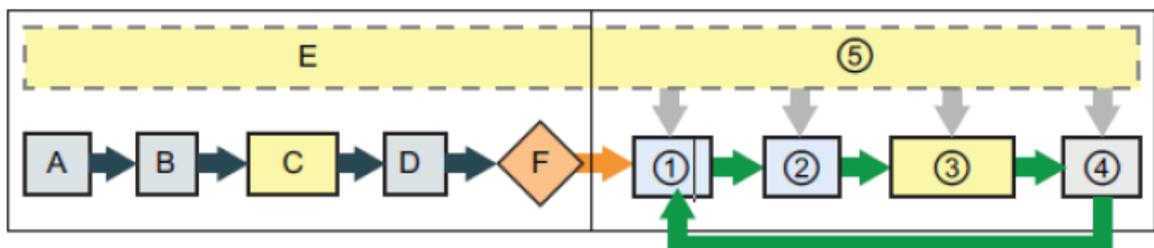


Figura IV.143 Módulo de Señales de un PLC S7-1200

Estado Operativo de Arranque

- A El área de entradas de la memoria imagen de proceso (memoria I) se borra.
- B Las salidas se inicializan con el último valor.
- C Se ejecuta la lógica de arranque (contenida en bloques lógicos especiales).
- D El estado de las entradas físicas se copia en la memoria I.
- E Los eventos de alarma se ponen en cola de espera para ser procesados en el estado operativo RUN.

F Se habilita la escritura del área de salidas de la memoria imagen de proceso (memoria Q) en las salidas físicas.

Estado Operativo de RUN

1. La memoria Q se escribe en las salidas físicas.
2. El estado de las entradas físicas se copia en la memoria I.
3. Se ejecuta la lógica del programa de usuario.
4. Se realiza el autodiagnóstico.
5. Las alarmas y comunicaciones se procesan en cualquier parte del ciclo.

4.9.6 Datos Almacenados en bits, bytes y palabras

Un "bit" (o "dígito binario") es la unidad de información más pequeña en un sistema digital. Un bit almacena uno de dos estados posibles, bien sea "0" (falso) ó "1" (verdadero).

Un interruptor de luz es un ejemplo de un sistema "binario" con sólidos estados. El interruptor de luz determina el estado "encendido" o "apagado" y este "valor" se puede guardar en un bit.

El valor digital del interruptor de luz responde a la pregunta: "¿Está encendida la luz?" Si la luz está encendida ("verdadero"), el valor es 1. Si la luz está apagada ("falso"), el valor es 0.

La CPU organiza los bits de datos en grupos. Un grupo de 8 bits ① se denomina byte ②

Cada bit del grupo está definido exactamente por una posición propia con una dirección específica. Todo bit tiene una dirección de byte y direcciones de bit de 0 a 7.

Un grupo de 2 bytes se denomina "palabra". Un grupo de 4 bytes se denomina "palabra doble". El sistema numérico binario (en base 2) se utiliza para contar los números.

Una palabra puede representar un número entero comprendido entre -32768 y +32767. El bit con el valor 215 se utiliza para indicar un número negativo (si la posición 215 tiene el valor "1", significa que el número es negativo).

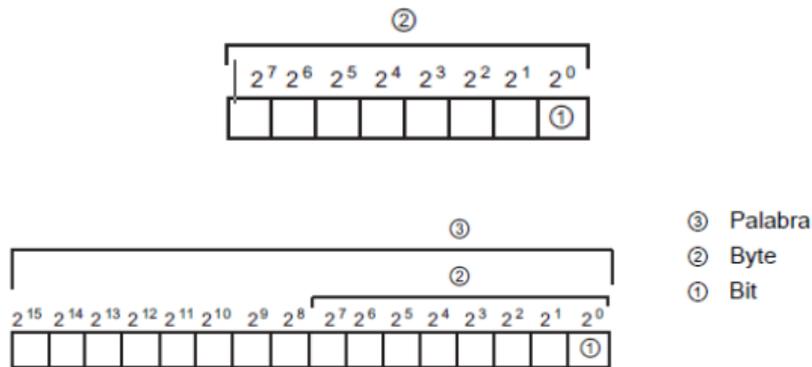


Figura IV.144 Almacenamiento de Datos

4.9.7 Almacenamiento de datos, áreas de memoria y direccionamiento

La CPU ofrece varias opciones para almacenar datos durante la ejecución del programa de usuario:

Memoria global: La CPU ofrece distintas áreas de memoria, incluyendo entradas (I), salidas (Q) y marcas (M). Todos los bloques lógicos pueden acceder sin restricción alguna a esta memoria.

- Bloque de datos (DB): Es posible incluir DBs en el programa de usuario para almacenar los datos de los bloques lógicos. Los datos almacenados se conservan cuando finaliza la ejecución del bloque lógico asociado. Un DB "global" almacena datos que pueden ser utilizados por todos los bloques lógicos, mientras que un DB instancia almacena datos para un bloque de función (FB) específico y está estructurado según los parámetros del FB.
- Memoria temporal: Cada vez que se llama un bloque lógico, el sistema operativo de la CPU asigna la memoria temporal o local (L) que debe utilizarse durante la ejecución del bloque. Cuando finaliza la ejecución del

bloque lógico, la CPU reasigna la memoria lo calpara la ejecución de otros bloques lógicos.

Toda posición de memoria diferente tiene una dirección unívoca. El programa de usuario utiliza estas direcciones para acceder a la información de la posición de memoria

4.9.8 Tipo De Datos

Los tipos de datos se utilizan para determinar el tamaño de un elemento de datos y cómo deben interpretarse los datos. Todo parámetro de instrucción soporta como mínimo un tipo de datos. Algunos parámetros soportan varios tipos de datos. Sitúe el cursor sobre el campo de parámetro de una instrucción para ver qué tipos de datos soporta el parámetro en cuestión.

Un parámetro formal es el identificador en una instrucción que indica la ubicación de los datos que deben utilizarse (ejemplo: la entrada IN1 de una instrucción ADD). Un parámetro actual es la posición de memoria o constante que contiene los datos que debe utilizar la instrucción (ejemplo: %MD400 "Número de widgets"). El tipo de datos del parámetro actual [bpv pbv [[vvpvpdefinido por el usuario debe concordar con uno de los tipos de datos que soporta el parámetro formal especificado por la instrucción.

Al definir un parámetro actual es preciso indicar una variable (símbolo) o una dirección absoluta. Las variables asocian un nombre simbólico (nombre de variable) con un tipo de datos, área de memoria, offset y comentario. Se pueden crear bien sea en el editor de variables PLC, o bien en la interfaz del bloque (OB, FC, FB o DB). Si se introduce una dirección absoluta que no tenga una variable asociada, es preb vpb v bv [p ciso utilizar un tamaño apropiado que coincida con el tipo de datos soportado. Al realizar la entrada se creará una variable predeterminada. También es posible introducir un valor de constante para numerosos parámetros de entrada.

La tabla siguiente muestra los tipos de datos simples soportados, incluyendo ejemplos de entrada de constantes. Todos los tipos de datos, excepto String, están disponibles en

el editor de variables PLC y en la interfaz del bloque. String sólo está disponible en la interfaz del bloque. La tabla siguiente muestra los tipos de datos simples.

Tipo de datos	Tamaño (bits)	Rango	Ejemplos de entrada de constantes
Bool	1	0 a 1	TRUE, FALSE, 0, 1
Byte	8	16#00 a 16#FF	16#12, 16#AB
Word	16	16#0000 a 16#FFFF	16#ABCD, 16#0001
DWord	32	16#00000000 a 16#FFFFFFFF	16#02468ACE
Char	8	16#00 a 16#FF	'A', '!', '@'
Sint	8	128 a 127	123, -123
Int	16	32.768 a 32.767	123, -123
Dint	32	-2.147.483.648 a 2.147.483.647	123, -123
USInt	8	0 a 255	123
UInt	16	0 a 65.535	123
UDInt	32	0 a 4.294.967.295	123
Real	32	+/-1,18 x 10 ⁻³⁸ a +/-3,40 x 10 ³⁸	123,456, -3,4, -1,2E+12, 3,4E-3
LReal	64	+/-2,23 x 10 ⁻³⁰⁸ a +/-1,79 x 10 ³⁰⁸	12345 123456789 -1,2E+40
Time	32	T#-24d_20h_31m_23s_648ms a T#24d_20h_31m_23s_647ms Almacenado como: -2,147,483,648 ms a +2,147,483,647 ms	T#5m_30s 5#-2d T#1d_2h_15m_30x_45ms
String	Variable	0 a 254 caracteres en tamaño de byte	'ABC'

Tabla IV.VIII Tipo de Datos

CAPITULO V

5 DISEÑO DEL MÓDULO Y ESTUDIO ECONÓMICO

5.1 Introducción

Es muy importante en la realización de un proyecto hacerse una proyección final del módulo a implementar para lo cual hoy en día se cuenta con un software muy poderoso como lo es SolidWorksPremium2012.

5.2 Solidworks

SolidWorks 2012 incluye productos de fácil aprendizaje al igual que innumerables herramientas que no solo nos permiten diseñar piezas en 3D sino que además nos permite simular y gestionar sus datos dándonos soluciones eficientes y sobretodo rápidas. Este software no solo nos permite realizar proyectos a nivel estudiantil cuyos diseños son básicos sino también nos permite realizar proyectos a nivel industrial dándonos soluciones eficientes a nuestros problemas de ingeniería.

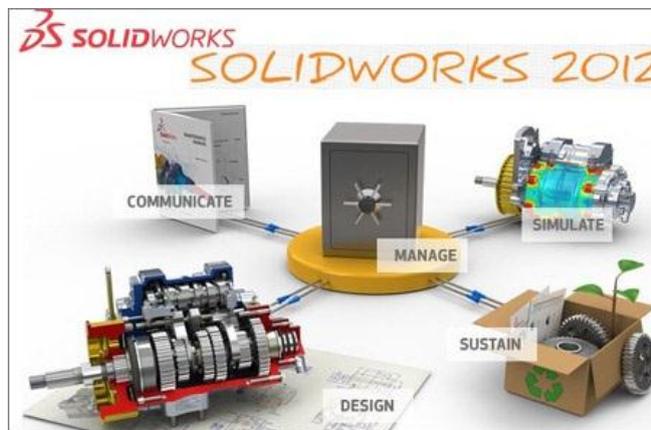


Figura V.145 Componentes del árbol de proyecto

5.3 Diseño del Módulo

El objetivo de un buen diseño siempre será una solución rápida, eficiente, funcional, competitiva, confiable, útil y sobretodo económico. Para lograr todo esto se aplican técnicas de ingeniería para dar la mejor solución mediante un proceso interactivo hasta finalmente llegar a obtener el producto final. El diseño de las piezas que conforman el módulo de almacenamiento se lo realizó en el software SolidWorks 2012, el cual es un programa que permite el diseño tanto en 2d y 3d.

5.3.1 Diseño de los soportes de la base del modulo

Para el diseño de los soportes se basó en las medidas estándar existentes en otros módulos en los laboratorios de la escuela de ingeniería electrónica en control y redes industriales de la ESPOCH, los mismos que no sobrepasan los 70 cm. Las medidas de los soportes están en base a los tubos de aluminio encontrados en el mercado que son de 4 cm x 4 cm.

5.4 Estudio económico

En este capítulo detallaremos los diferentes gastos que se contemplan en la implementación del módulo de almacenamiento ya se la adquisición de componentes como las diferentes herramientas necesarias para la implementación del mismo.

ÍTEM	CANT	DETALLE	PU (\$)	PT (\$)
		MATERIALES Y ELEMENTOS		
1	1	Placa perfilada de aluminio	300,00	300,00
2	1	Trole móvil	150,00	150,00
3	4	Perfil modular de 31x31mm	70,00	280,00
4	56	Tapas para perfil de aluminio	0,70	39,20
5	2	Motor de engranajes 24Vdc	150,00	300,00
6	16	Tuercas cabeza de martillo	6,00	96,00
7	1	Caja pulsadores/selector	30,00	30,00
8	2	Luz piloto verde y azul 24Vdc	7,00	14,00
9	2	Borneras simples	2,00	4,00

10	10	Interfaz de Borneras	50,00	50,00
11	6	Funda de terminales (cable 18AWG)	4,00	24,00
12	1	Relay 24Vdc	16,00	16,00
13	8	Cable 18AWG (metros)	0,90	7,20
14	1	Canaleta ranurada	9,00	9,00
15	1	Riel DIN	10,00	10,00
16	1	Cilindro neumático	40,00	40,00
17	1	Pinza neumática	50,00	50,00
18	1	Tornillo sin fin	40,00	40,00
19	10	Racores	2,00	20,00
20	6	Manguera neumática (metros)	2,00	12,00
21	1	Bloque de distribución neumática	12,00	12,00
22	2	Electroválvula	150,00	300,00
23	2	Silenciador neumático	3,00	6,00
24	2	Sensor de cilindro CSI-G	30,00	60,00
25	1	Sensor Fotoeléctrico E/R	80,00	80,00
26	1	PLC Siemens S7-1200 CPU 1212C	450,00	450,00
		HERRAMIENTAS		
27	1	Funda de amarras plásticas	2,00	2,00
28	4	Piezas de trabajo	5,00	20,00
29	2	Herramientas de trabajo	100,00	200,00
		OTROS GASTOS		
30	1	Movilización	100,00	100,00
31	1	Útiles de oficina	75,00	75,00
32	2	Mano de obra	300,00	600,00
33	1	Impresiones	85,00	85,00
34	100	Horas de internet	0,60	60,00
35	1	Copias	40,00	40,00
36	1	Gastos varios	150,00	150,00
		TOTAL (\$)		3731,40

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

La Tabla V.IX nos indica los gastos realizados durante el diseño e implementación del módulo de almacenamiento desde su diseño hasta su implementación final.

El gasto ascienden a un total de 3731,40 dólares americanos, es un costo menor al presupuesto inicial asignado que fue de \$5750,00 esto se debe que se cotizo precios en varios lugares antes de la compra.

Comparando los precios con módulos ya fabricados que hacienden a costos de hasta 6.000,00 dólares americanos es muy factible la realización del módulo ya que como se puede observar notablemente existe una variación en los costos.

CAPITULO VI

6 IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO

6.1 Introducción

En el presente capítulo se van a detallar las diferentes etapas que se llevó a cabo durante la implementación del módulo, así como las diferentes partes que lo conforman en el proceso de almacenamiento controlado por medio de un PLC Siemens S7-1200 para la elaboración de su control automático.

La estación está equipada con tres niveles de almacenamiento, cada uno con capacidad para tres piezas rojas, tres azules y tres negras.

Las piezas se sujetan utilizando una pinza neumática, el movimiento lineal se ejecuta utilizando un cilindro neumático, el movimiento giratorio se realiza por medio de un actuador eléctrico controlado y el movimiento de recorrido vertical se ejecuta utilizando un tornillo sin fin accionado por medio de un actuador eléctrico controlado.

Durante la colocación en el almacén, se detecta una pieza insertada en el módulo utilizando un sensor infrarrojo, luego la pieza se procede a medir utilizando un sensor Sharp, finalmente la pieza se coloca en el siguiente compartimiento libre del correspondiente nivel de almacenamiento, basándose en su tamaño.

6.2 Ensamblaje del Módulo

El ensamblaje del módulo consta de las siguientes etapas, iniciando con el ensamblaje mecánico, ensamblaje de actuadores neumáticos, ensamblaje de actuadores eléctricos y electrónicos, ensamblaje de sensores finalmente el montaje del PLC con su respectivo cableado.

6.2.1 Ensamblaje mecánico

En esta etapa la estructura del módulo está fabricado en perfil modular de aluminio de 31x31 mm de cuatro canales. Para la sugestión de las piezas se utilizó conectores de perfil perpendicular, tuerca cabeza de martillo, ángulos de sujeción, y tornillos en general.

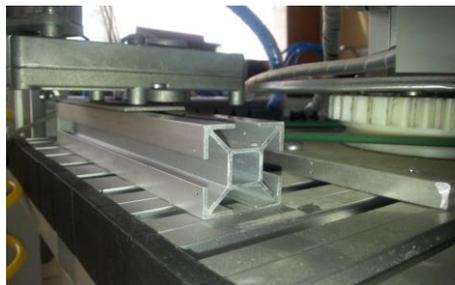


Figura VI.146 Perfil modular de aluminio

6.2.1.1 Conectores de perfil perpendicular

Se utiliza básicamente para la unión de dos perfiles modulares, gracias a las características de este conector con su forma de cabezal y un destaje donde se introduce la punta del tornillo que bloqueara los dos perfiles obligándolos a su unión.



Figura VI.147 Conector de perfil perpendicular

6.2.1.2 Ángulos de sujeción

Se utiliza como soporte para varios elementos y componentes que van ensamblados en sus respectivos perfiles que a continuación detallaremos su uso durante el ensamblaje:

- Acoplar el sensor fotoeléctrico para detectar la pieza a ser almacenada.
- Acoplar el sensor Sharp para detectar el tamaño de la pieza a ser almacenada en su respectiva bandeja.
- Acoplar las bandejas donde serán almacenadas las piezas.



Figura VI.148 Angulo de sujeción

6.2.1.3 Tuerca cabeza de martillo

Se usa para fijar cualquier accesorio, se introduce frontalmente luego se desliza por el canal de los perfiles y finalmente al girar un cuarto de vuelta este queda bloqueado ver figura VI.149.

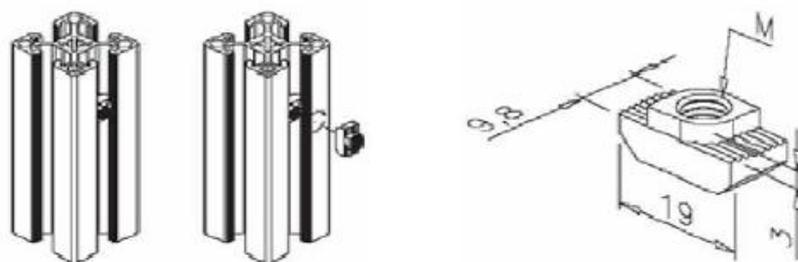


Figura VI.149 Tuerca cabeza de tornillo

6.2.1.4 Riel DIN

Se utilizó para el montaje de los diferentes elementos de control y mando como lo son el PLC, protecciones y tarjetas de interfaz para la comunicación de los diferentes dispositivos y sensores, ver figura VI.150.

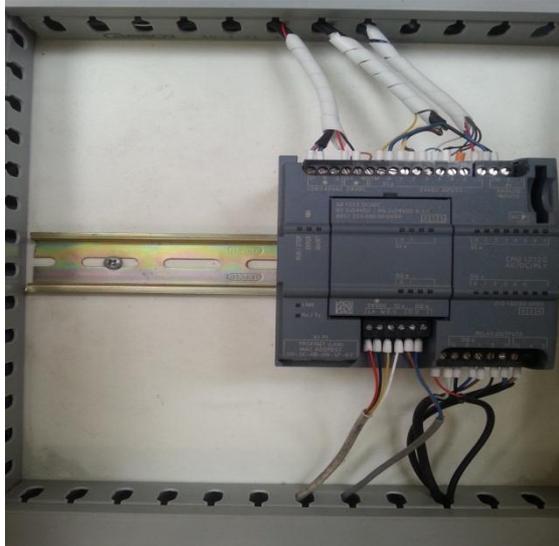


Figura VI.150 Riel DIN

6.2.1.5 Tornillo sin fin

Es una parte muy importante en el ensamblaje mecánico del módulo la implementación del método del tornillo sin fin, ya que nos permite el movimiento en el eje Y para la colocación de las piezas en sus respectivas bandejas.

Su funcionamiento consiste, en que por cada vuelta del tornillo sin fin el engranaje solo gira un solo diente, entonces para que la rueda de una vuelta completa el tornillo debe girar tantas veces como dientes tiene el engranaje, si bien esto nos reduce la velocidad de nuestro motor nos permite tener una elevada ganancia mecánica para poder levantar otros elementos importantes en el funcionamiento del módulo además de poseer una importante ventaja que es el aprovechamiento de espacio en el módulo, ver figura



Figura VI.151 Tornillo sin fin

6.2.2 Ensamblaje eléctrico y electrónico

6.2.3 Tarjetas electrónicas PWM y Relés de estado solido

Utilizaremos dos tarjetas electrónicas que son de mucha importancia en la etapa de potencia para la activación de los motores, cada tarjeta incluye un relé de estado sólido y un PWM, por medio de estas dos tarjetas podemos activar y controlar la velocidad de los motores de 24 VDC sin temor a que pueda producirse un corto circuito dañando varios elementos eléctricos y electrónicos; además podemos controlar el giro de los motores ya sea en sentido horario o anti horario.

Las señales provenientes del PLC son ingresadas a cada una de las entradas de la tarjeta electrónica uno como se puede ver en la figura 152 para activar el movimiento giratorio en sentido horario y anti horario, así también las señales provenientes del PLC son ingresadas a la tarjeta electrónica dos como se puede ver en la figura 153 para la activación del movimiento vertical hacia arriba y hacia abajo.

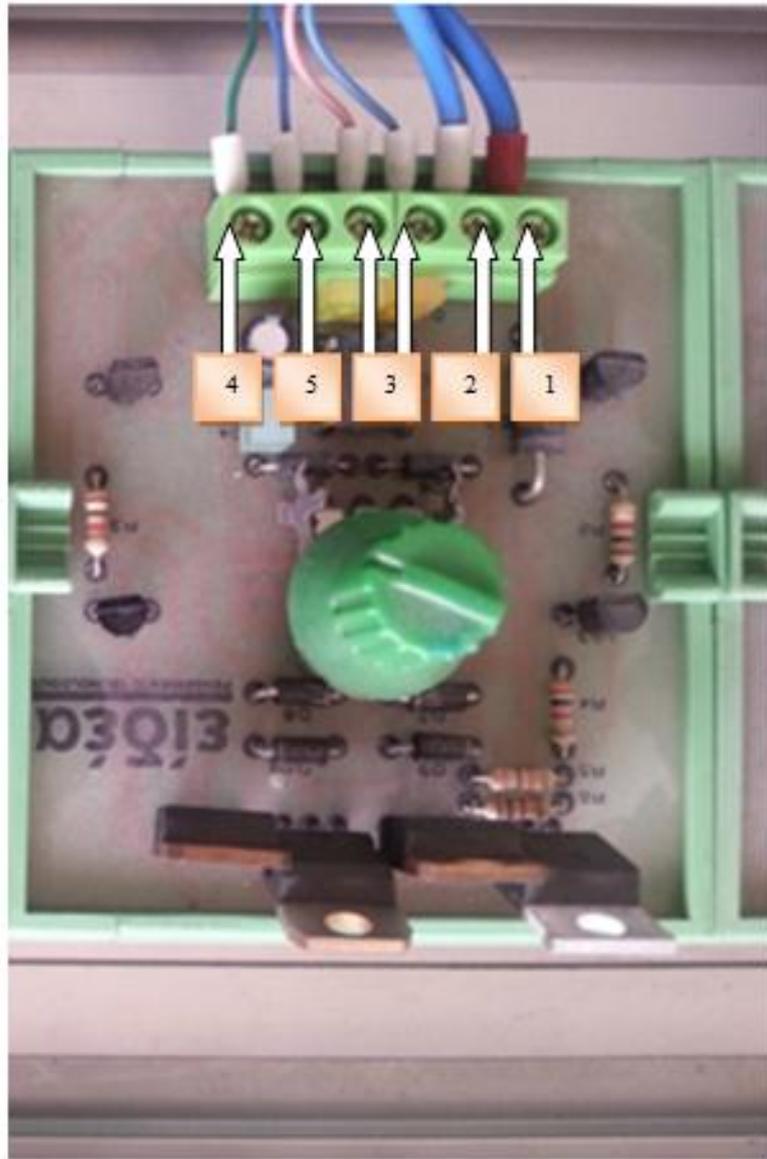


Figura VI.152 Tarjetas electrónica uno

1. Alimentación +24VDC
2. Gnd
3. Salida para activar el motor giratorio
4. Señal de giro a la izquierda
5. Señal de giro a la derecha

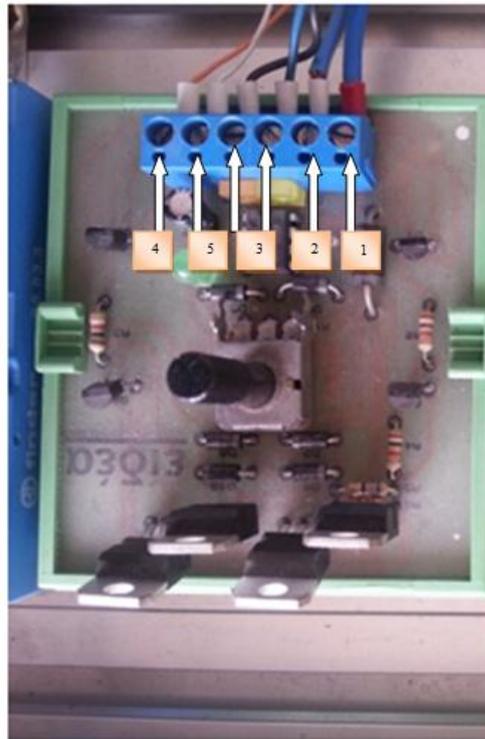


Figura VI.153 Tarjetas electrónica dos

1. Alimentación +24VDC
2. Gnd
3. Salida para activar el motor giratorio
4. Señal de giro descendente
5. Señal de giro a la ascendente

6.2.3.1 Motor eléctrico

El movimiento giratorio para el almacenamiento de las piezas se lo realizo con un motor eléctrico de engranajes 24 V DC, a este motor lo llamaremos motor uno como podemos ver en la figura VI.153, el juego de engranajes de este motor nos permite generar un mayor torque sin extraer mucha corriente para funcionar, de la misma manera se utilizó un motor de las mismas características para el accionamiento de un tornillo sin fin en el

movimiento vertical, el cual llamaremos motor dos como podemos observar en la figura VI.154.



Figura VI.154 Montaje del motor 1 eléctrico de engranaje 24 Vdc



Figura VI.155 Montaje del motor 2 eléctrico de engranaje 24 Vdc

6.2.3.2 Panel de control

Se encuentra ubicado en la parte frontal de la estación de almacenamiento donde podemos encontrar los principales elementos de maniobra tales como:

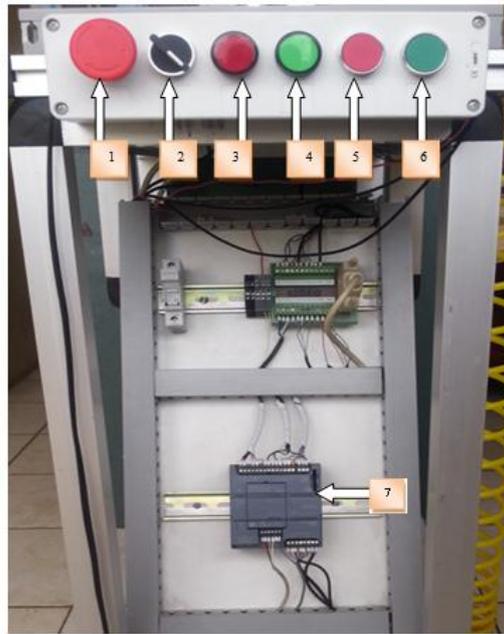


Figura VI.156 Panel de control

1. Paro de emergencia, Detiene el proceso cuando se activa, debido a una emergencia una vez solucionado el percance se procede a desactivar continuando con la secuencia.
2. Selector, sirve para el encendido y apagado de toda la estación de almacenamiento.
3. Luz piloto roja, indica que el proceso se encuentra detenido.
4. Luz piloto verde, indica que el proceso se encuentra ejecutándose.
5. Pulsador rojo, funciona para detener el proceso.
6. Pulsador verde, inicia el proceso activando la secuencia de trabajo.
7. PLC, para el control del proceso.

6.2.4 Ensamblaje neumático

En esta etapa del proyecto se detalla el ensamblaje de los elementos neumáticos durante el proceso de almacenamiento. El sistema neumático trabaja hasta con 6 bares de presión los cuales van dirigidos hacia cada actuador.

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

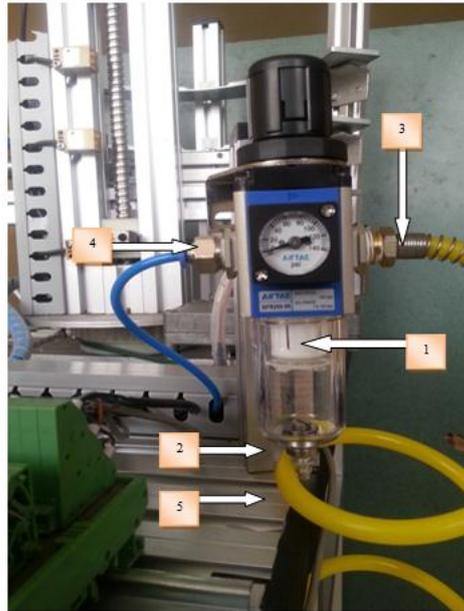


Figura VI.157 Unidad de mantenimiento

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

6.2.4.1 Pinza neumática

Por medio de un cilindro de doble efecto se realiza la activación de una pinza neumática y de acuerdo al tamaño de la pieza será almacenada en su respectiva bandeja.

De acuerdo al estado del cilindro podremos cerrar la pinza para sujetarla y una vez posicionada en su lugar se procede a abrirla para así completar el almacenamiento de dicha pieza.



Figura VI.158 Pinza neumática

6.2.4.2 Para el desplazamiento lineal

Se usó para el efecto un cilindro de doble efecto cuyo vástago se encuentra sujetado a la pinza neumática conformando un brazo neumático; cuando es accionado se procede a tomar o dejar la pieza en su respectiva posición de acuerdo a su condición.

La velocidad de desplazamiento del vástago del cilindro puede ser regulada a través de las válvulas reguladoras de caudal.

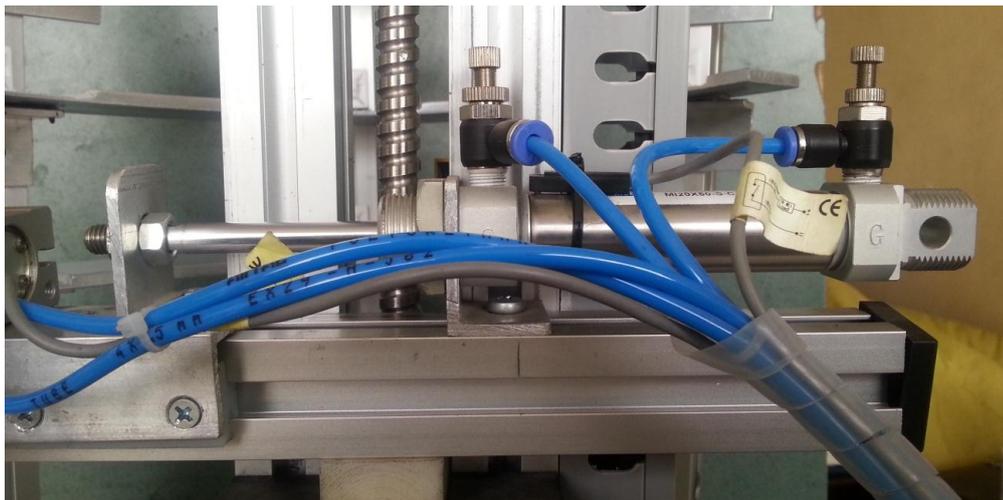


Figura VI.159 Montaje del cilindro neumático con su cuña

La pinza neumática junto con el pistón conforma un brazo neumático como podemos observar en la figura



Figura VI.160 Montaje del Brazo neumático

6.2.4.3 Conexión de aire

Para la conexión de aire proveniente del compresor se siguió el siguiente plano neumático.

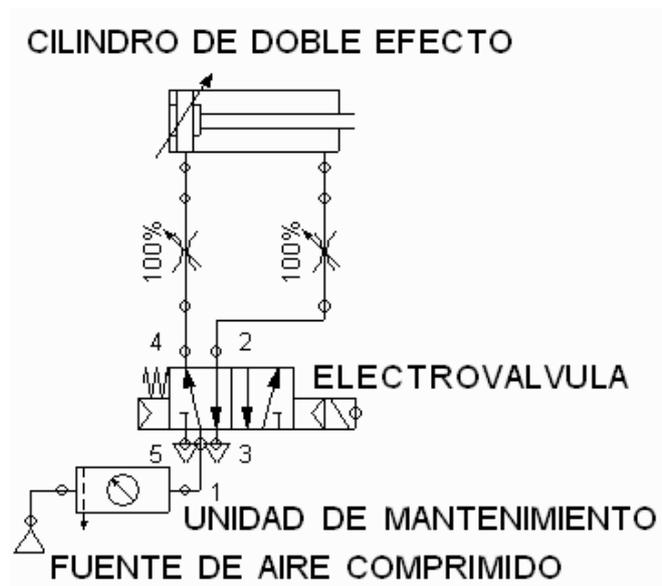


Figura VI.161 Diagrama de conexión neumática

Para la conexión neumática se usó manguera flexible, acoples rápidos y silenciadores facilitándonos su rápida instalación del sistema de alimentación de aire en la estación de

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

6.2.5 Montaje de sensores

Para el montaje de los sensores es muy importante que se realice una buena sujeción evitando así un mal funcionamiento de los mismos dando señales falsas y en los peores casos la desconexión de los mismos.

6.2.5.1 Sensor Sharp

El sensor de posicionamiento lineal Sharp usado es el 2D120X F 1Y, este sensor se encuentra ubicado por encima de la plataforma donde se colocan las diferentes piezas a ser clasificadas y posteriormente a ser almacenadas, este sensor se encuentra montado sobre una estructura de soporte de aluminio. El sensor Sharp está conectado en la entrada del PLC %IW64, el sensor nos bota una señal analógica que es procesada en dicha entrada del PLC. La función principal de este sensor es la clasificación de las piezas por su tamaño.



Figura VI.162 Montaje del sensor Sharp

6.2.5.2 Sensor magnético de cilindro neumático

El sensor magnético de cilindro neumático utilizado es el modelo AIRTAC CS1-G, este sensor está montado sobre un ángulo de aluminio y este a su vez sobre la estructura de aluminio como se puede observar en la figura VI.162.

Para saber si el vástago del cilindro se encuentra adentro o afuera, la señal del sensor magnético del cilindro neumático es enviada a la entrada del PLC %I0.2, que será procesada por el programa del PLC para la ejecución del proceso a realizar. En la figura VI.162 se puede observar el montaje del sensor magnético de cilindro neumático. A continuación se detallan los elementos montados.

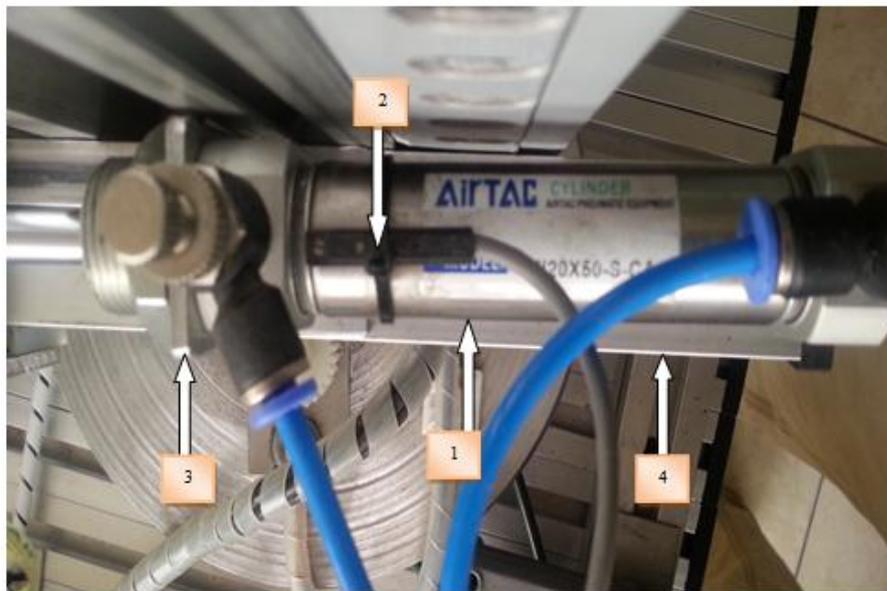


Figura VI.163 Sensor magnético de cilindro neumático

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

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

6.2.5.3 Sensor magnético de la pinza neumática.

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

Para saber si la pinza se encuentra abierta o cerrada, la señal del sensor magnético de la pinza neumática es enviada a la entrada del PLC %I0.1, que será procesada por el programa del PLC para la ejecución del proceso a realizar. En la figura V.33 se puede observar el montaje del sensor magnético de cilindro neumático. A continuación se detallan los elementos montados.

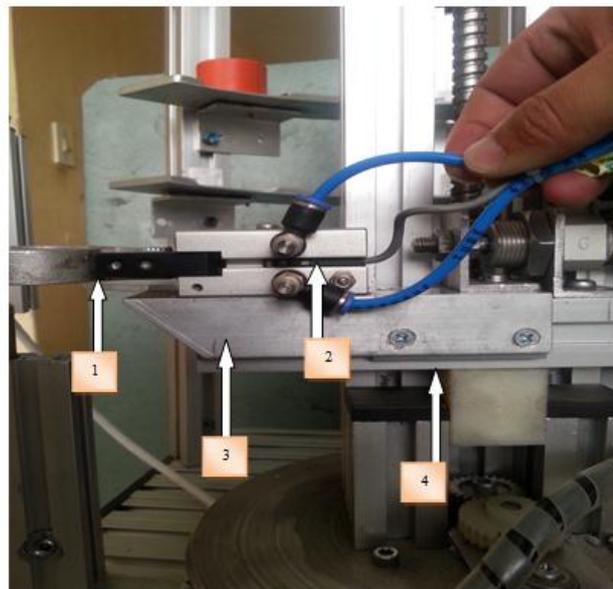


Figura VI.164 Sensor magnético de la pinza neumática

1. Pinza neumática.
2. Sensor magnético de la pinza neumática.
3. Ángulo de sujeción.
4. Estructura de soporte.

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

6.2.5.4 Sensor Fotoeléctrico

El sensor fotoeléctrico se ubica al inicio de la plataforma donde se colocan las piezas que va acoplado a un ángulo de aluminio, que está montado en su estructura de soporte con tuercas de ajuste y regulación el emisor y el receptor.

Tiene la función de detectar la existencia de la pieza, ya que el corte de señal que reciba el sensor por una pieza al ser introducida en la plataforma de entrada será recibido por el PLC en la entrada %I0.0.

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

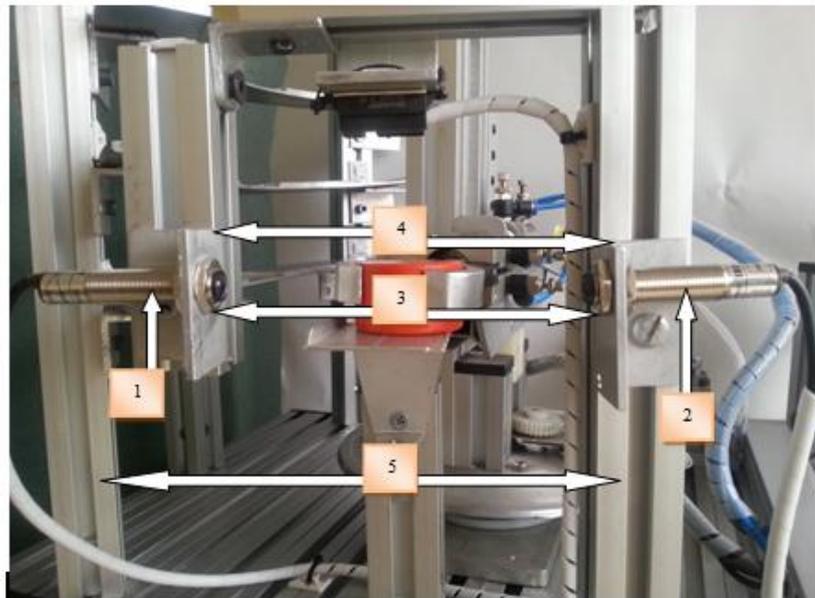


Figura VI.165 Montaje del sensor óptico

1. Sensor fotoeléctrico emisor
2. Sensor fotoeléctrico receptor
3. Tuercas de ajuste y regulación.
4. Ángulo de sujeción.
5. Estructura de soporte.

El procedimiento de ajuste del sensor fotoeléctrico emisor y receptor se lo realiza, moviendo el sensor en su soporte mediante la tuerca de regulación que tiene incorporada, hasta que la pieza de trabajo corte el haz de luz emitido por el sensor y esté

en el rango de distancia adecuado de operación, en ese momento se prendera la luz LED del sensor que indica que está activado.

6.3 Programación del PLC

Antes del desarrollo de la programación en el PLC debemos tener claro cuál es la secuencia que se debe a seguir durante el proceso de almacenamiento de las diferentes piezas.

6.3.1 Secuencia del proceso

A continuación se detalla el funcionamiento del proceso a ejecutarse.

1. Se procede a activar el pulso de inicio.
2. Se coloca una pieza en la plataforma de entrada.
3. El sensor fotoeléctrico detecta la pieza la cual activa al sensor Sharp que mide la pieza.
4. Una vez detectada la pieza se activa el pistón y luego la pinza que toma la pieza.
5. Cuando ha sido tomada la pieza el pistón regresa y se activa el motor dos el cual activa el movimiento en el eje vertical por medio del tornillo sin fin hasta ubicarse en su respectiva bandeja es decir si la pieza mide 2,5 cm se ubica en la primera, si mide 3 cm en la segunda y si mide 3,5 cm en la tercera.
6. Cada bandeja contiene tres posiciones de almacenamiento y una vez ubicado en su respectiva bandeja la pieza debe ser colocada en su respectiva posición se activa el motor uno activando el movimiento giratorio para posicionar en su respectiva
7. El solenoide permite el paso de la primera pieza bloqueando el paso de la siguiente pieza.
8. El sensor de inicio verifica si la pieza en ejecución posee o no tapa.
9. Si la pieza posee tapa procede al paso 5 caso contrario al paso 10.
10. La pieza continúa el recorrido por la primera banda transportadora.
11. El vástago del cilindro permanece afuera con la cuña hacia adentro, permitiendo el paso de la pieza.
12. El sensor óptico detecta la pieza del proceso.

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

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

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

6.3.2 Variables de entrada y salida

La asignación de las variables de entradas y salidas del PLC, será detallada en la Tabla VI.X. Las entradas así como las salidas deben estar correctamente identificadas en el PLC para poder realizar la conexión respectiva al PLC, ya que también nos servirá para la asignación de las direcciones de memorias de las entradas y salidas en el programa Portal TIA del PLC Siemens.

ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES			
E/S	DIRECCIÓN FÍSICA	TAG	DESCRIPCIÓN

Entrada	I0.0	SB	Sensor Barrera
Entrada	I0.1	B1	Sensor Pinza
Entrada	I0.2	A1	Sensor Piston
Entrada	I0.3	D0	Nivel bajo tornillo sin fin
Entrada	I0.4	D1	sensor de nivel medio tornillo sin fin
Entrada	I0.5	D2	Sensor nivel alto tornillo sin fin
Entrada	I0.6	INICIO	Inicia el proceso
Entrada	I0.7	STOP	Para el proceso
Entrada	I4.0	PE	Paro de emergencia
Entrada	IW64	ST	Sensor tamaño pieza
Entrada	IW66	MG	Sensor motor giratorio
Salida	Q0.0	MOTOR1IZ	Motor uno izquierda
Salida	Q0.1	MOTOR1DE	Motor uno derecha
Salida	Q0.2	MOTOR2B	Motor dos baja
Salida	Q0.3	MOTOR2S	Motor dos sube
Salida	Q0.4	PINZA	Activa pinza
Salida	Q0.5	PISTON	Activa pistón
SALIDA	Q4.1	FOCO	Activa foco verde

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

6.3.3 Grafcet

El método es simple y de fácil aprendizaje, y a la vez muy didáctico para los laboratorios de aprendizaje de automatización industrial y mecatrónica.

Un grafcet es una sucesión de etapas. Cada etapa tiene sus acciones asociadas que se ejecutan cuando la etapa está activa.

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

6.3.4 Secuencia Grafcet

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

6.3.5 Determinación de las ecuaciones

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

ETAPA	TAGS	ECUACIÓN
1	M1=	$(\text{INICIO} + M1 * \overline{M2}) * \text{STOP}$
2	M2=	$(M1 * T1 + M65 * C0 + M2 * \overline{M3}) * \text{STOP}$
3	M3=	$(M2 * SB + M3 * \overline{M4}) * \text{STOP}$
4	M4=	$(M3 * T3 + M4 * \overline{M5}) * \text{STOP}$
5	M5=	$(M4 * A1 + M5 * \overline{M6}) * \text{STOP}$
6	M6=	$(M5 * B1 + M6 * \overline{M7}) * \text{STOP}$
7	M7=	$(M6 * T4 + M7 * \overline{M8} + M7 * \overline{M30} + M7 * \overline{M50}) * \text{STOP}$
8	M8=	$(M7 * T5 * P1 * D0 + M8 * \overline{M9} * M11 * \overline{M13}) * \text{STOP}$
9	M9=	$(M8 * T6 * \text{CON1} + M9 * \overline{M10}) * \text{STOP}$
10	M10=	$(M9 * C1 + M10 * \overline{M15}) * \text{STOP}$
11	M11=	$(M8 * T6 * \text{CON2} + M11 * \overline{M12}) * \text{STOP}$
12	M12=	$(M11 * C2 + M12 * \overline{M15}) * \text{STOP}$
13	M13=	$(M8 * T6 * \text{CON3} + M13 * \overline{M14}) * \text{STOP}$
14	M14=	$(M13 * C3 + M14 * \overline{M15}) * \text{STOP}$
15	M15=	$(M10 * T7 + M12 * T8 + M14 * T9 + M15 * \overline{M60}) * \text{STOP}$
30	M30=	$(M7 * T5 * P2 + M30 * \overline{M31}) * \text{STOP}$
31	M31=	$(M30 * D1 + M31 * \overline{M32}) * \text{STOP}$
32	M32=	$(M31 * T30 + M32 * \overline{M33} * M35 * \overline{M37}) * \text{STOP}$
33	M33=	$(M32 * T31 * \text{CON11} + M33 * \overline{M34}) * \text{STOP}$
34	M34=	$(M33 * C1 + M34 * \overline{M39}) * \text{STOP}$
35	M35=	$(M32 * T31 * \text{CON12} + M35 * \overline{M36}) * \text{STOP}$
36	M36=	$(M35 * C2 + M36 * \overline{M39}) * \text{STOP}$
37	M37=	$(M32 * T31 * \text{CON13} + M37 * \overline{M38}) * \text{STOP}$
38	M38=	$(M37 * C3 + M38 * \overline{M39}) * \text{STOP}$

39	M39=	$(M34 * T32 + M36 * T33 + M38 * T34 + M39 * \overline{M60}) * STOP$
50	M50=	$(M7 * T5 * P3 + M50 * \overline{M51}) * STOP$
51	M51=	$(M50 * D2 + M51 * \overline{M52}) * STOP$
52	M52=	$(M51 * T50 + M52 * \overline{M53} * M55 * \overline{M57}) * STOP$
53	M53=	$(M52 * T51 * CON21 + M53 * \overline{M54}) * STOP$
54	M54=	$(M53 * C1 + M54 * \overline{M60}) * STOP$
55	M55=	$(M52 * T51 * CON22 + M55 * \overline{M56}) * STOP$
56	M56=	$(M55 * C2 + M56 * \overline{M60}) * STOP$
57	M57=	$(M52 * T51 * CON23 + M57 * \overline{M58}) * STOP$
58	M58=	$(M57 * C3 + M58 * \overline{M60}) * STOP$
59	M59=	$(M54 * T52 + M56 * T53 + M58 * T54 + M59 * \overline{M60}) * STOP$
60	M60=	$(M15 * T15 + M39 * T39 + M59 * T59 + M60 * \overline{M61}) * STOP$
61	M61=	$(M60 * A1 + M61 * \overline{M62}) * STOP$
62	M62=	$(M61 * T60 + M62 * \overline{M63}) * STOP$
63	M63=	$(M62 * T61 + M63 * \overline{M64}) * STOP$
64	M64=	$(M63 * D0 + M64 * \overline{M65}) * STOP$
65	M65=	$(M64 * T62 + M65 * \overline{M2}) * STOP$

Tabla VI.XI Ecuaciones de la secuencia grafcet

6.3.6 Programación en el STEP 7-Basic TIA Portal V11

Una vez terminada las ecuaciones se procedió a la implementación de la secuencia para el proceso de almacenamiento de piezas en el software STEP 7-Basic TIA Portal V11. (Ver Anexo 3).

Para la realización del HMI se debe realizar una comunicación entre el PLC s7-1200 y LabVIEW 2012 con el objeto de poder acceder a controlar el panel de control del PLC desde LabVIEW, optimizando nuestro proceso de almacenamiento de piezas.

En el TIA Portal v11 se debe crear una base de datos BD, la misma que contendrá las variables de entrada y salida del PLC, creamos una base de datos para que en el

programa principal MAIN sean utilizadas, esto se debe ya que esta base de datos va a ser exportada a LabVIEW 2012, las variables de entrada y salidas se pueden observar en la Figura VI.167.

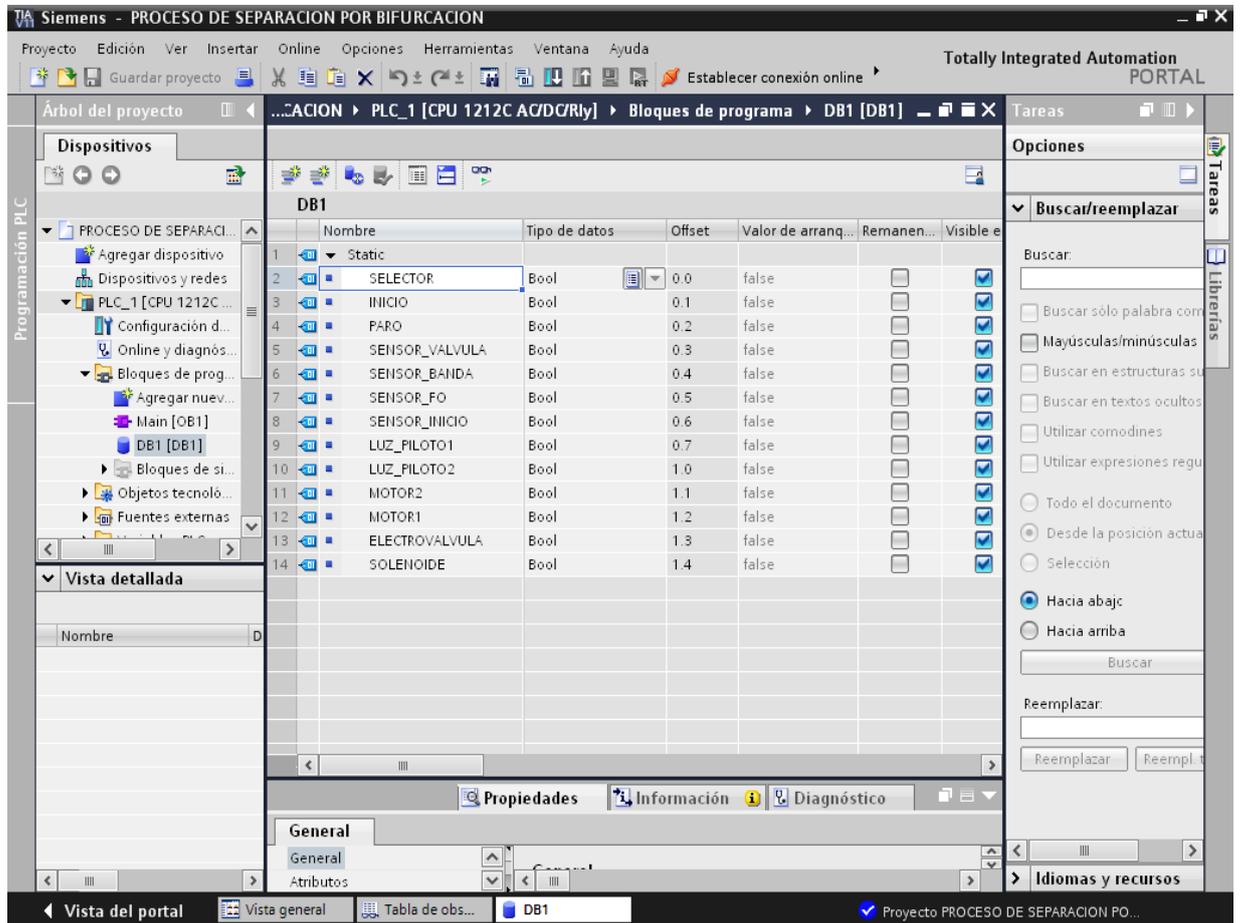


Figura VI.167 Asignación de las variables de ENT/SAL a la base de datos

Una vez creada la base de datos procedemos a cargar el programa en el PLC para posteriormente por medio de un OPC server realizar la exportación de esta base de datos a LabVIEW 2012 y realizar nuestro HMI.

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

6.4.1 LabVIEW 2012

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

LabVIEW permite además crear interfaces de Interfaz Humano Máquina (HMI) para establecer una comunicación entre una PC y un proceso de la industria, abaratando la compra de paneles táctiles de alto costo reemplazándolos por una PC.



Figura VI.168 Software LabVIEW 2012

6.4.2 OPC

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

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

6.4.3 SERVIDOR OPC

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

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

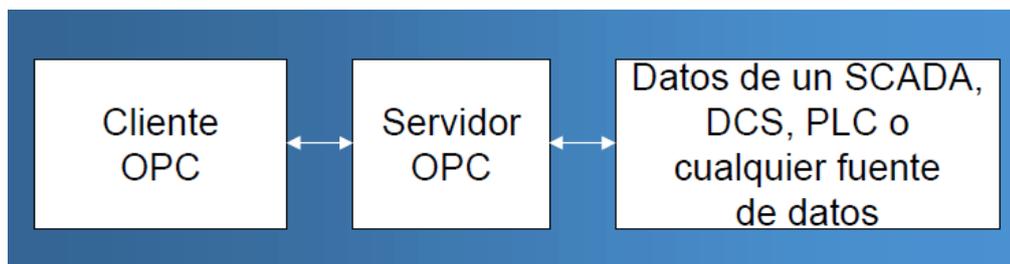


Figura VI.169 Arquitectura Típica de un OPC

6.4.4 Configuración del NI OPC Server

En esta sección se mostrará cómo configurar el NI OPC Server para comunicarse con el PLC que se programó en el TIA Portal. No es necesario que el PLC tenga un programa corriendo, pero es conveniente hacerlo para confirmar la lectura de las señales.

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

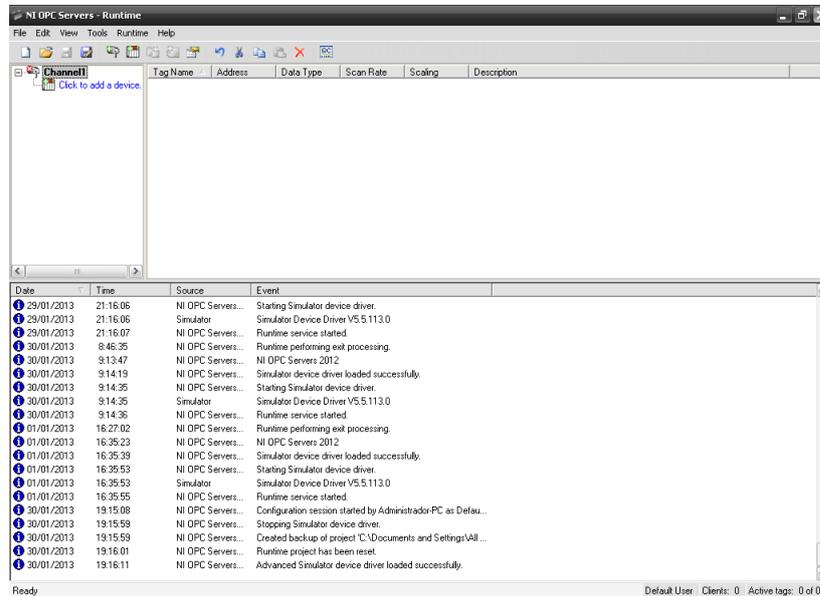


Figura VI.170 Ingreso a NI OPC Server

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

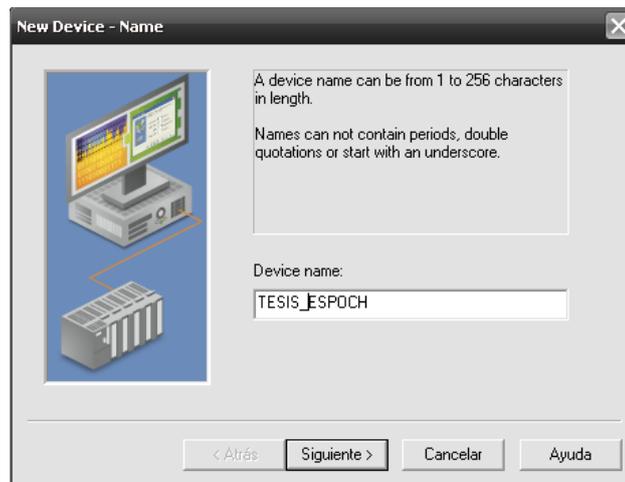


Figura VI.171 Agregando un nuevo canal TESIS_ESPOCH

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



Figura VI.172 Seleccionamos el dispositivo Siemens

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

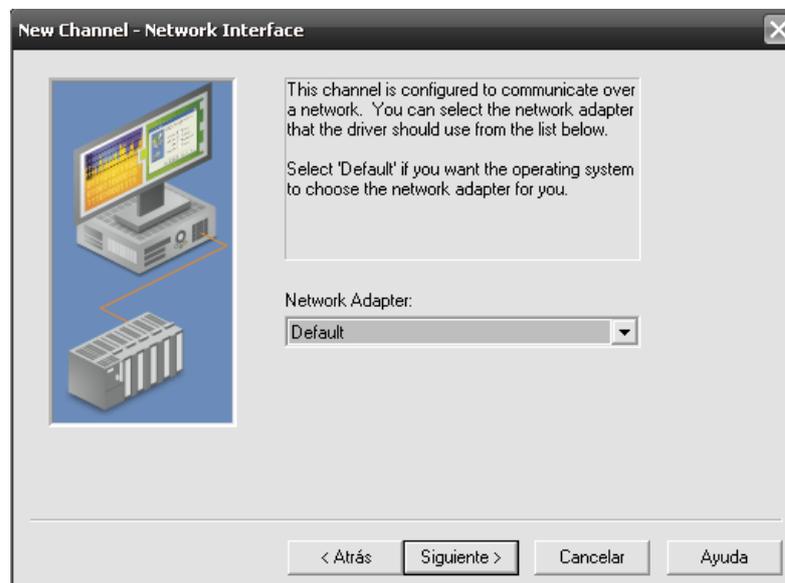


Figura VI.173 Selección de parámetros de comunicación

7. En la ventana de WriteOptimizations dejar los parámetros predeterminados. Presionar el botón Siguiente.

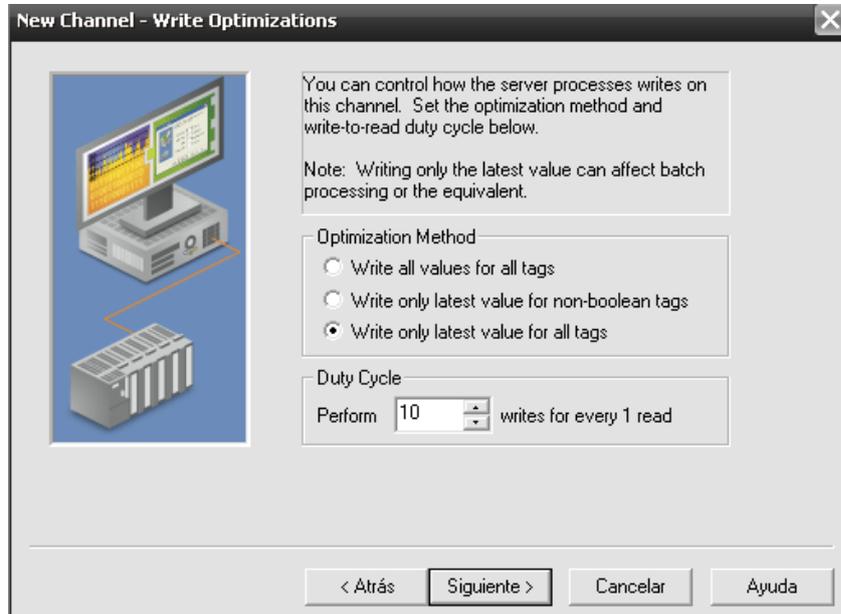


Figura VI.174 Selección de parámetros predeterminados

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

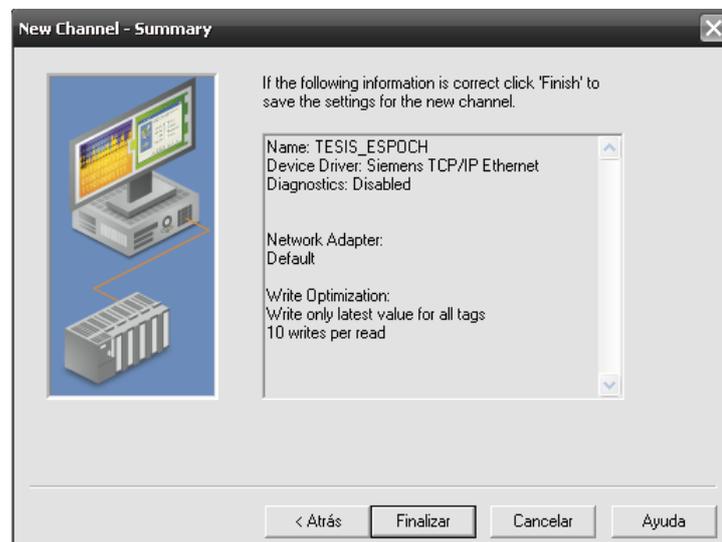


Figura VI.175 Pantalla de resumen de la configuración del canal

9. Finalizar la configuración.

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

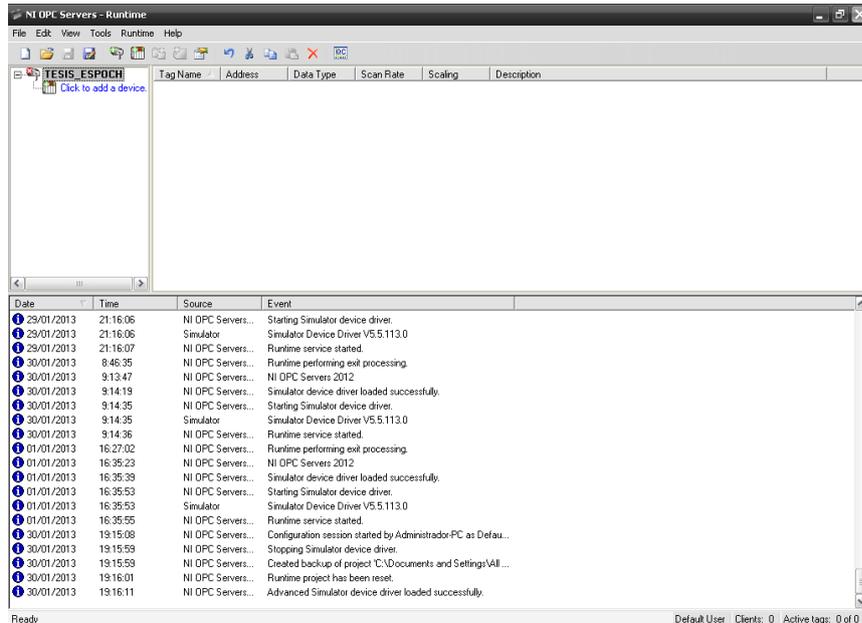


Figura VI.176 Añadiendo un nuevo dispositivo en el canal

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

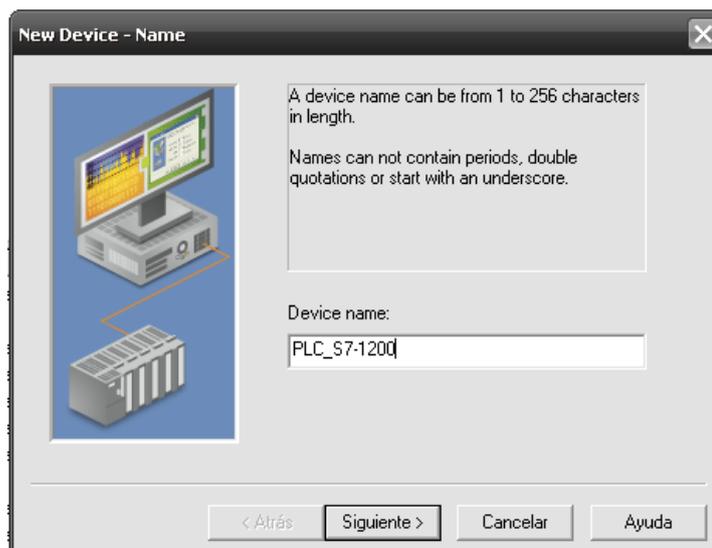


Figura VI.177 Añadir un nombre al dispositivo creado

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

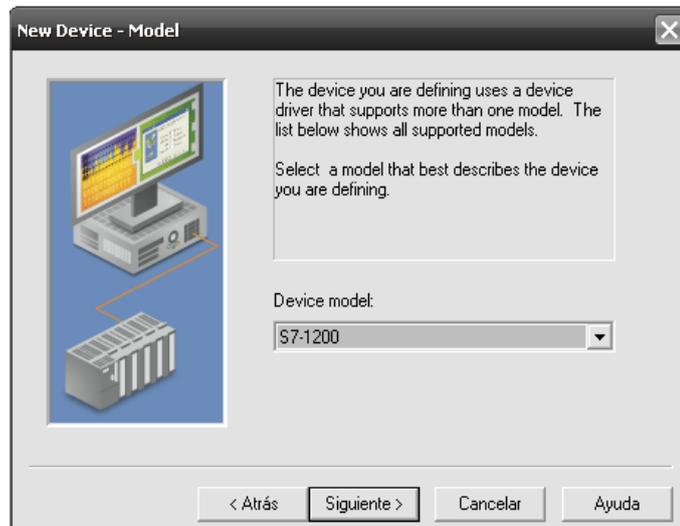


Figura VI.178 Selección del PLC S7-1200

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



Figura VI.179 Agregar la dirección 192.168.0.1 del PLC

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

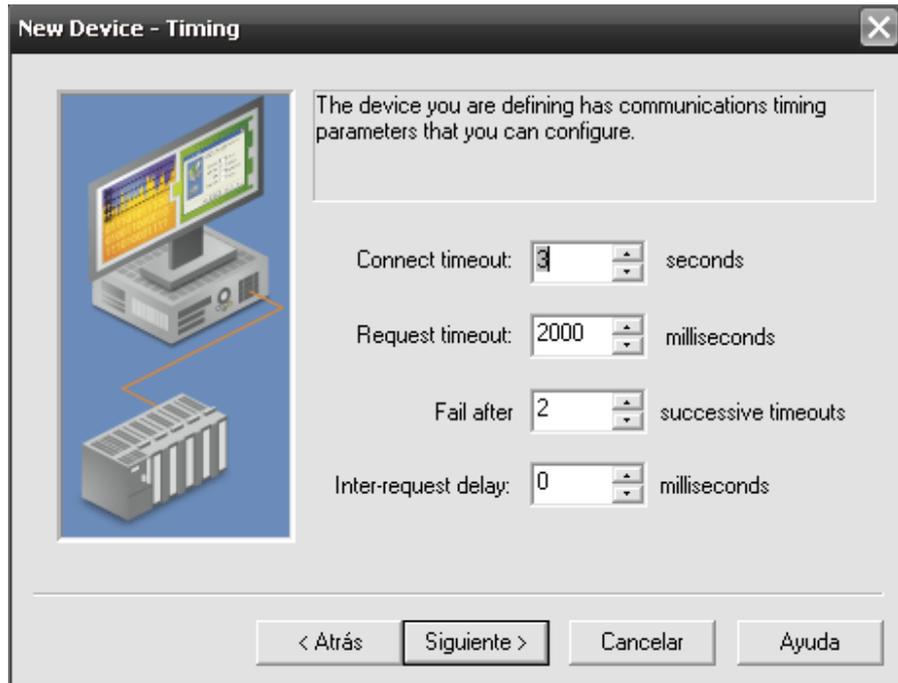


Figura VI.180 Configuración de los parámetros de tiempo de comunicación

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

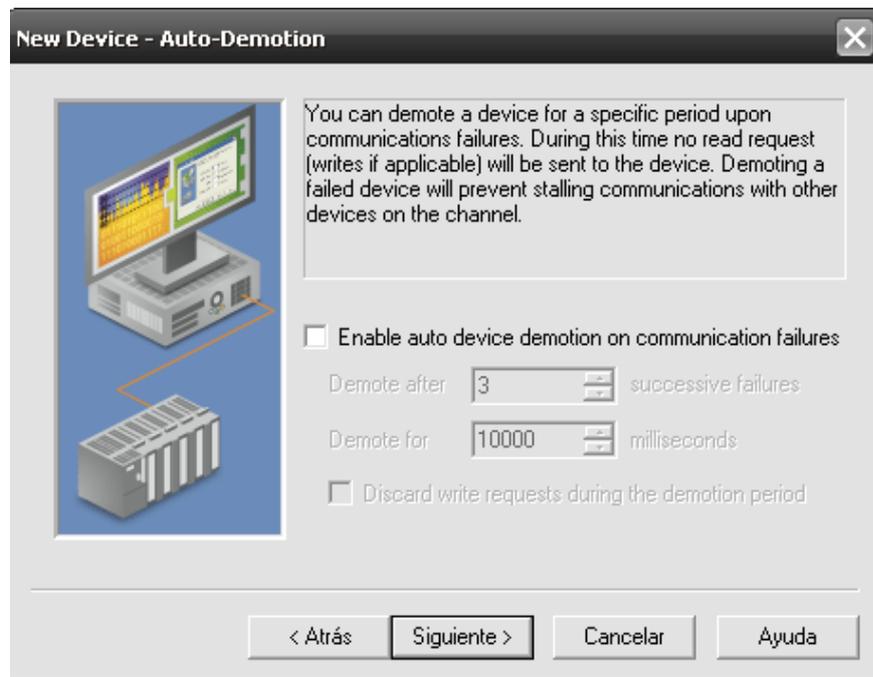


Figura VI.181 Aquí se puede activar la opción Auto Demotion

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

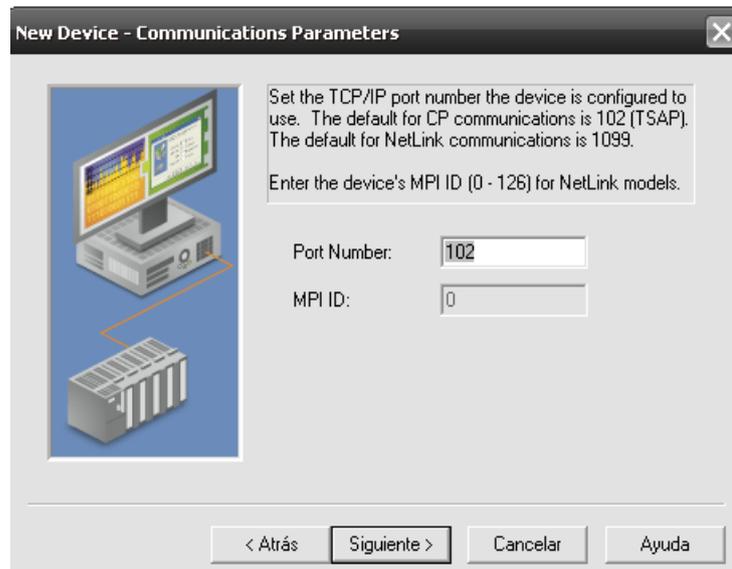


Figura VI.182 Selección del número de puerto a utilizar

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

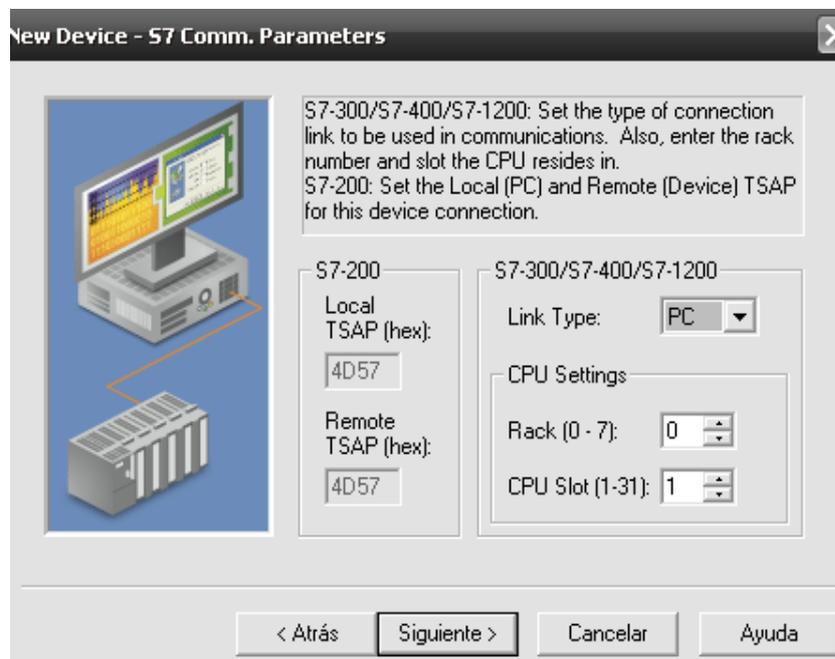


Figura VI.183 Parámetros del nuevo dispositivo para establecer tipo de conexión

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

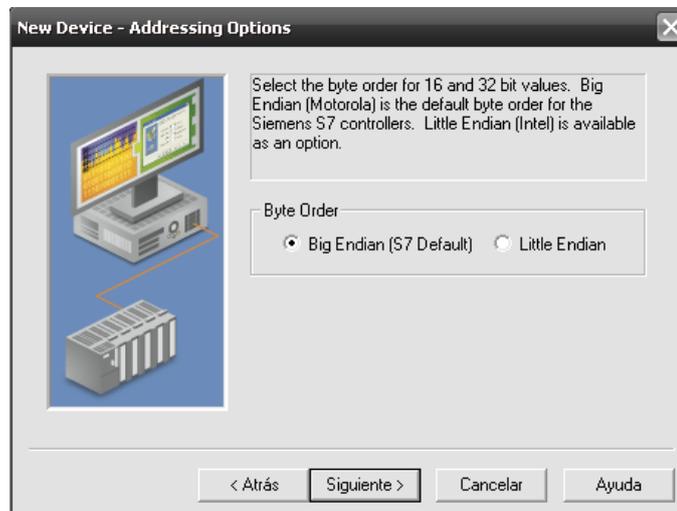


Figura VI.184 Parámetros por defecto del controlador S7-1200

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

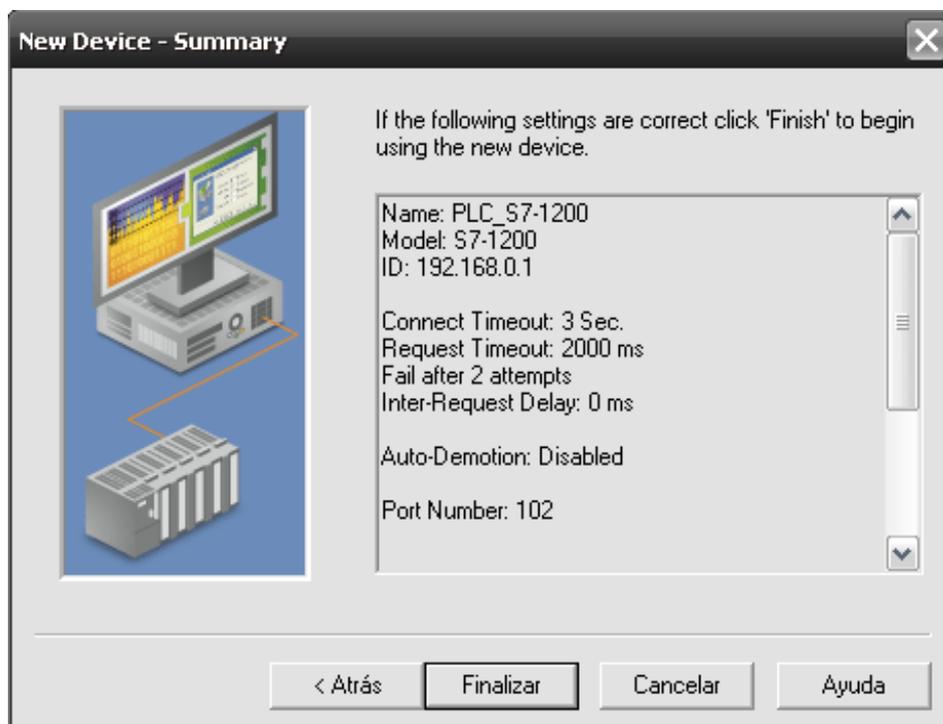


Figura VI.185 Resumen de la configuración del dispositivo

6.4.5 Conecte LabVIEW al PLC utilizando un servidor I/O

En este punto ya está configurada la comunicación del PLC Siemens S7-1200 con el computador mediante OPC, es decir que desde un cliente OPC se podría monitorear las entradas, salidas, y parámetros del sistema del PLC. Sin embargo es conveniente agregar una etiqueta estática (Static Tag) tanto para probar la comunicación como para que sea accedida posteriormente desde el cliente OPC.

1. Añadir una etiqueta estática haciendo clic en el enlace Clicktoadd a static tag.

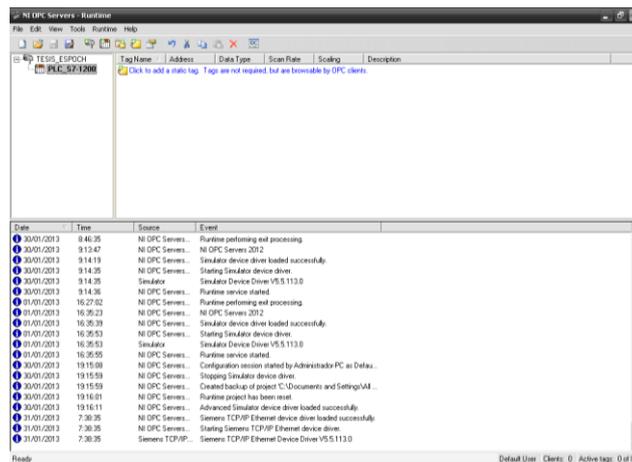


Figura VI.186 OPC Server listo para la creación de los tags

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

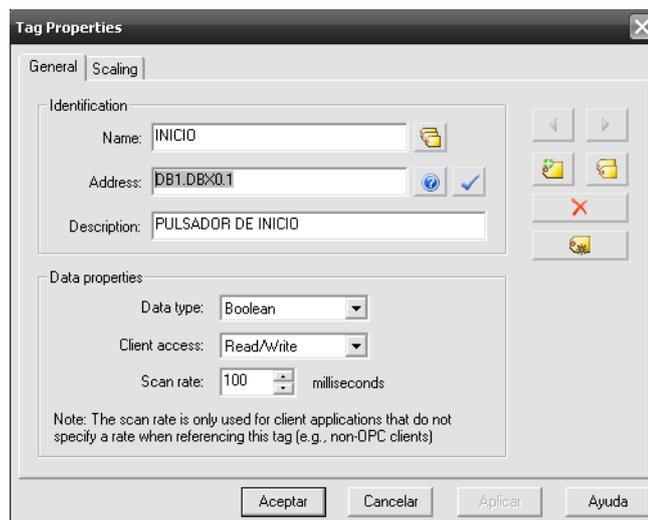


Figura VI.187 Propiedades de los tags

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

Name : Se le asigna un nombre al tag.

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

Descripción : La descripción del tag creado en Name.

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

La etiqueta se habrá agregado al proyecto.

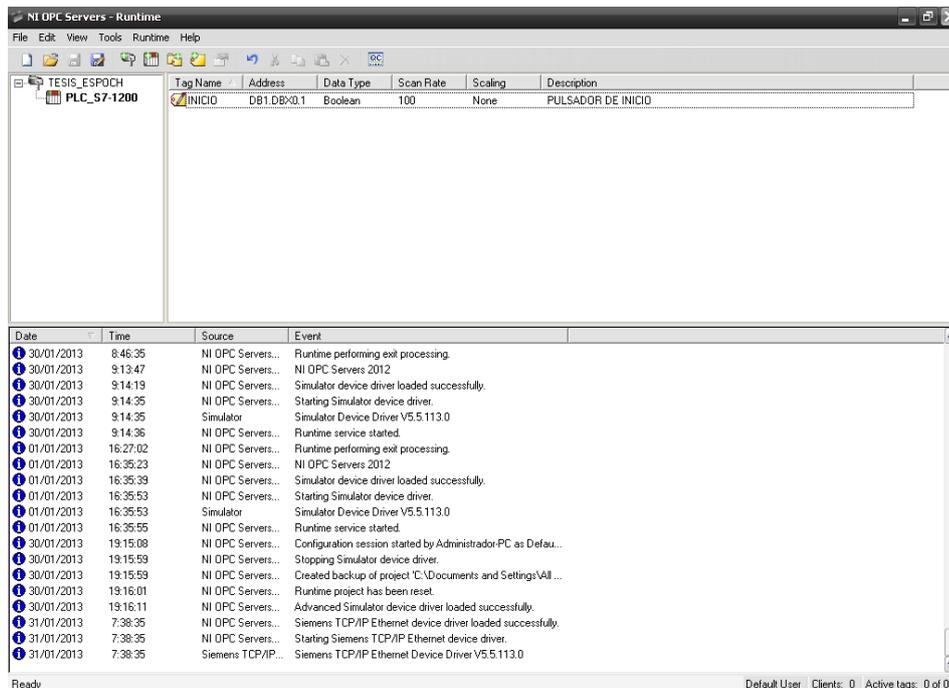


Figura VI.188 Etiqueta configurada y creada

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

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

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

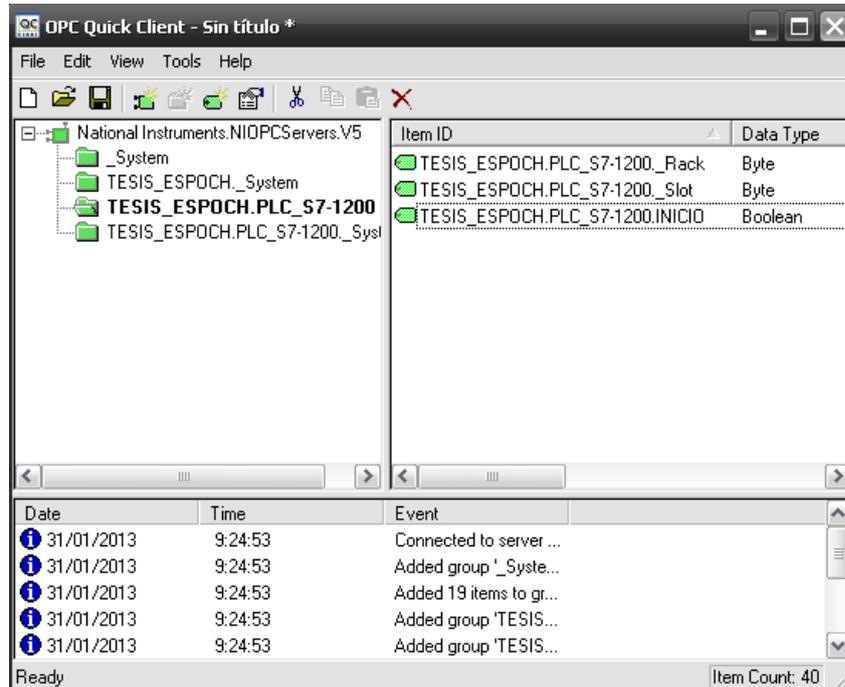


Figura VI.189 Parámetros de la ventana de OPC Quick Client

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

6.4.6 Monitoreo desde Labview

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

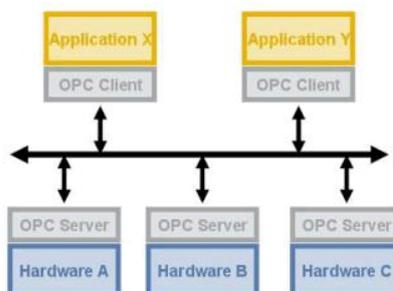


Figura VI.190 Monitoreo desde LabVIEW

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

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

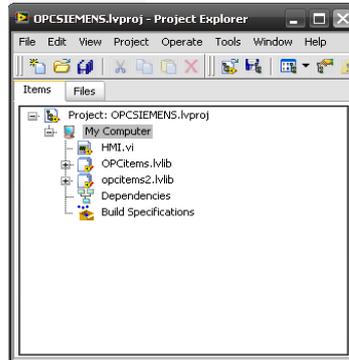


Figura VI.191 Creación del nuevo VI para monitorear el PLC

2. La comunicación de LabVIEW como cliente OPC se puede hacer de varias maneras. Se utilizará una Shared Variable conectada al servidor OPC, estos elementos deben estar contenidos dentro de una librería. Referenciarse a la ayuda de LabVIEW y a la página web para mayor información sobre Shared Variables y Librerías. En MyComputer, hacer clic secundario y seleccionar New>I/O Server.

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

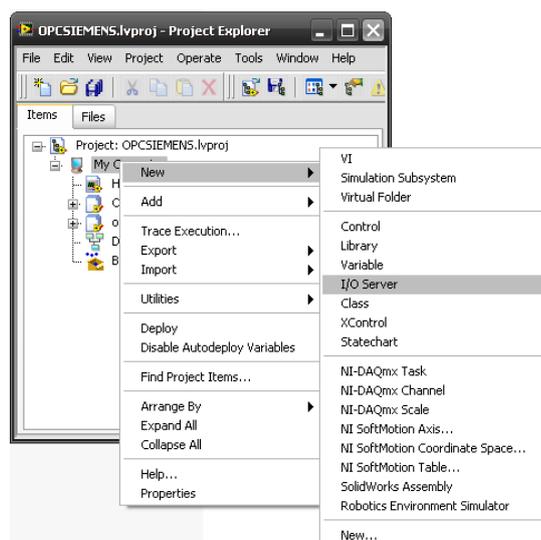


Figura VI.192 Creación de un I/O Server

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

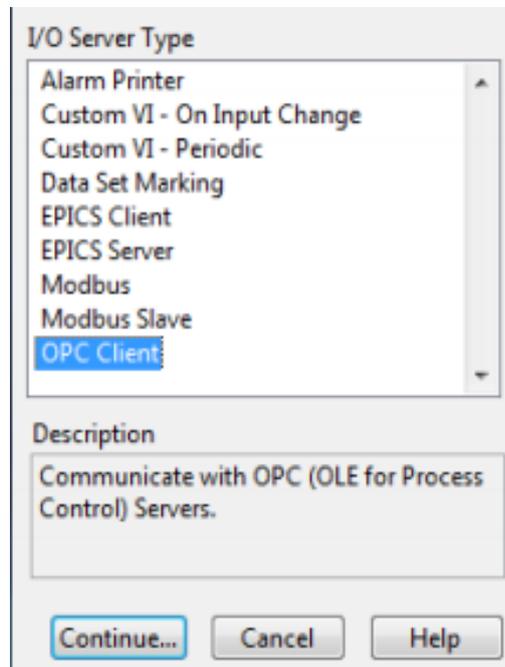


Figura VI.193 Selección OPC Client de la lista

b. La pantalla de configuración de Cliente OPC, seleccionar el servidor NationalInstruments.NIOPCServers. UpdateRate (ms) es la tasa a la que el servidor se comunicará con el PLC. Configurar a 100 ms en lugar de los 1000 ms predefinidos debido a que el programa del PLC corre relativamente rápido. Presionar el botón OK.

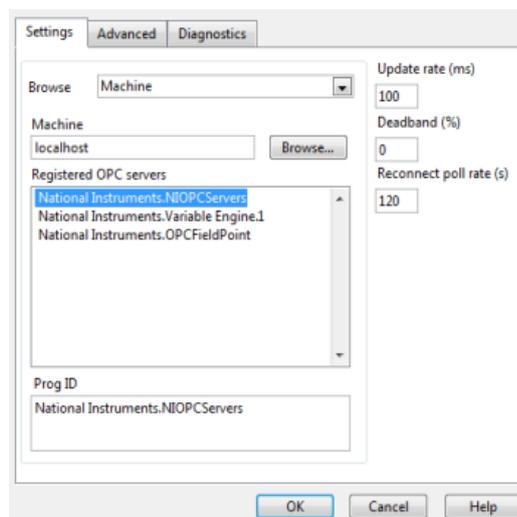


Figura VI.194 Configuración de Cliente OPC

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

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

6.4.7 Programa Hmi

(Ver Anexo 4)

CAPÍTULO VII

7 Pruebas y Resultados

7.1 Introducción

Al finalizar la investigación tenemos como resultado la implementación y automatización de un módulo para el proceso de almacenamiento; dicho modulo cuenta con su respectivo manual de prácticas y una hoja de guía de prácticas donde se detallan todos los pasos y procedimientos que hay que seguir para poner en operación de una manera segura y correcta el módulo de almacenamiento, por lo que se debe tener una copia de este documento para la correcta operación del módulo de proceso, ya que además contiene las especificaciones técnicas de cada dispositivo utilizado en el módulo.

7.2 Módulo de proceso

Luego de varias pruebas y correcciones de los diferentes errores en la parte de diseño, implementación y programación en el TIA Portal V11, se obtuvo como resultado el diseño e implementación y simulación de un módulo para el proceso de almacenamiento controlado por un PLC Siemens S7-1200.

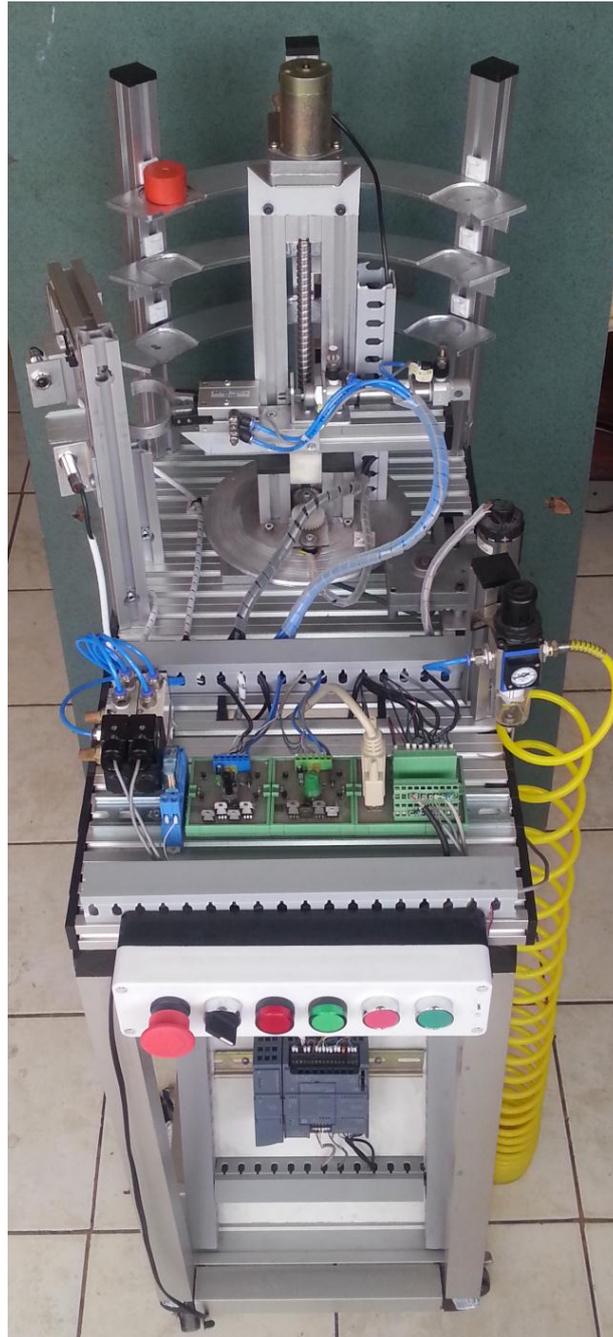


Figura VII.195 Módulo de proceso implementado

Las piezas deben ser administradas por el usuario

1. Dar el pulso de inicio.
2. Se activa el motor dos en sentido horario.
3. Se activa el sensor inductivo de nivel bajo parando el motor y ubicándolo así el brazo neumático en el primer nivel o piso.

4. Se espera un pequeño tiempo.
5. Una vez ubicado en el primer nivel se activa el motor uno en sentido anti horario.
6. El motor uno se mantiene activado hasta que el sensor analógico para el movimiento giratorio marque un voltaje de 0,0021 V el cual llamaremos posición de inicio.
7. El motor uno se detiene.
8. El usuario procede a ingresar cualquiera de las tres piezas en la plataforma de ingreso.
9. El sensor fotoeléctrico detecta la pieza ingresada.
10. El sensor Sharp mide el tamaño de la pieza.
11. Se espera un pequeño tiempo para censar el tamaño de la pieza
12. Se activa electroválvula uno activando el pistón.
13. Se activa electroválvula dos activando la pinza neumática que toma la pieza.
14. Se espera un pequeño tiempo.
15. Se desactiva la electroválvula uno.
16. Si la pieza detectada es la pieza uno se realiza lo siguiente.
 - 16.1 Se activa el motor uno en sentido horario.
 - 16.2 El motor uno se mantiene activado hasta que el sensor analógico para el movimiento giratorio marque 0.91 V posicionando al brazo neumático en la posición uno del nivel uno.
 - 16.3 Se espera un pequeño tiempo.
 - 16.4 Una vez detenido el motor uno se activa la electroválvula uno.
 - 16.5 Se espera un pequeño tiempo.
 - 16.6 Luego se procede a desactivar la electroválvula dos abriendo la pinza neumática y colocando así en su posición a la pieza.
 - 16.7 Se espera un pequeño tiempo.
 - 16.8 Se desactiva la electroválvula uno retrayendo el pistón.
 - 16.9 Se espera un pequeño tiempo.
 - 16.10 Se activa el motor uno en sentido anti horario hasta ubicarse en la posición de inicio.
17. Si la pieza detectada es la pieza dos se realiza lo siguiente.

- 17.1 Se activa el motor dos en sentido anti horario.
 - 17.2 Se mantiene activado el motor hasta que se activa el sensor inductivo de nivel medio.
 - 17.3 Se espera un pequeño tiempo.
 - 17.4 Se activa el motor uno en sentido horario.
 - 17.5 El motor uno se mantiene activado hasta que el sensor analógico para el movimiento giratorio marque 0.91 V posicionando al brazo neumático en la posición uno del nivel dos.
 - 17.6 Se espera un pequeño tiempo.
 - 17.7 Una vez detenido el motor uno se activa la electroválvula uno que activa el pistón.
 - 17.8 Luego se procede a desactivar la electroválvula dos abriendo la pinza neumática y colocando así en su posición a la pieza.
 - 17.9 Se espera un pequeño tiempo.
 - 17.10 Se desactiva la electroválvula uno retrayendo el pistón.
 - 17.11 Se espera un pequeño tiempo.
 - 17.12 Se activa el motor dos en sentido horario.
 - 17.13 Se activa el sensor de nivel bajo deteniendo el motor dos.
 - 17.14 Se espera un pequeño tiempo.
 - 17.15 Se activa el motor uno en sentido anti horario hasta ubicarse en la posición de inicio.
18. Si la pieza detectada es la pieza tres se realiza lo siguiente.
- 18.1 Se activa el motor dos en sentido anti horario.
 - 18.2 Se mantiene activado el motor hasta que se activa el sensor inductivo de nivel alto.
 - 18.3 Se espera un pequeño tiempo.
 - 18.4 Se activa el motor uno en sentido horario.
 - 18.5 El motor uno se mantiene activado hasta que el sensor analógico para el movimiento giratorio marque 0.91 V posicionando al brazo neumático en la posición uno del nivel tres.
 - 18.6 Se espera un pequeño tiempo.

- 18.7 Una vez detenido el motor uno se activa la electroválvula uno que activa el pistón.
- 18.8 Se espera un pequeño tiempo.
- 18.9 Luego se procede a desactivar la electroválvula dos abriendo la pinza neumática y colocando así en su posición a la pieza.
- 18.10 Se espera un pequeño tiempo.
- 18.11 Se desactiva la electroválvula uno retrayendo el pistón.
- 18.12 Se espera un pequeño tiempo.
- 18.13 Se activa el motor dos en sentido horario.
- 18.14 Se activa el sensor de nivel bajo deteniendo el motor dos.
- 18.15 Se espera un pequeño tiempo.
- 18.16 Se activa el motor uno en sentido anti horario hasta ubicarse en la posición de inicio.

Para la colocación de las demás piezas se mantiene la misma secuencia únicamente el sensor analógico de posición giratorio para ubicar la pieza en la posición dos y tres los niveles de voltaje debe marcar 2,13 V y 2,81 V respectivamente.

Ahora procederemos a explicar qué ocurre si se presiona el paro de emergencia:

Una vez presionado el paro de emergencia todo el proceso queda detenido hasta que el operario o usuario desactive el paro de emergencia y automáticamente el proceso continúa desde donde fue su paro de emergencia.

Si se presiona el botón de paro todo el proceso se detiene una vez solucionado el problema se procede a presionar el botón de inicio y se tiene que seguir la siguiente secuencia:

1. Si la pinza no se encuentra con una pieza realiza lo siguiente.
 - 1.1 Se activa el motor dos en sentido horario hasta llegar al nivel bajo.
 - 1.2 Espera un pequeño tiempo.
 - 1.3 Se activa el motor uno en sentido anti horario hasta ubicarse en la posición de inicio.
2. Si la pinza se encuentra con una pieza realiza lo siguiente.

- 2.1 Se desactiva el pistón.
- 2.2 Espera un pequeño tiempo.
- 2.3 Se activa el motor dos en sentido horario hasta llegar al nivel bajo.
- 2.4 Espera un pequeño tiempo.
- 2.5 Se activa el motor uno en sentido horario hasta que el sensor analógico para el movimiento giratorio marque 3,123 V.
- 2.6 Se espera un pequeño tiempo.
- 2.7 Se activa el pistón.
- 2.8 Se espera un pequeño tiempo.
- 2.9 Se desactiva la pinza neumática colocando la pieza en una plataforma que luego el operario o usuario procederá a colocar de nuevo en la plataforma de inicio.
- 2.10 Espera un pequeño tiempo.
- 2.11 Se desactiva el pistón.
- 2.12 Espera un pequeño tiempo.
- 2.13 Se activa el motor uno en sentido anti horario hasta llegar a la posición de inicio.

CONCLUSIONES

1. Se diseñó e implementó el módulo para el proceso de almacenamiento de piezas controlado por medio de un PLC Siemens S7-1200 para el Laboratorio de Automatización Hidráulica y Neumática de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y redes Industriales.
2. Por medio del Sensor Sharp y otros componentes industriales como el sensor fotoeléctrico se procedió a la clasificación de las piezas debido a su rápida velocidad de procesamiento y evitando un mínimo margen de error en la medición de cada una de las diferentes piezas.
3. Se desarrolló el programa respectivo para la ejecución del proceso de almacenamiento de piezas debidamente clasificada por su tamaño en el software TIA Portal V11 del PLC Siemens 1200.
4. Se controló los motores de 24 VDC mediante la utilización de tarjetas electrónicas cuyos diseños contienen un circuito PWM para controlar la velocidad del motor y un relé de estado sólido para la etapa de potencia y un circuito para realizar la inversión de giro.
5. Se realizó un manual de prácticas en el cual se detalla los diferentes pasos a seguir para un adecuado uso del módulo.
6. Mediante las encuestas realizadas a los estudiantes de noveno y décimo semestre de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la ESPOCH se puede afirmar que un 100% de los estudiantes encuestados cree que la utilización del módulo didáctico para el proceso de almacenamiento de piezas sirve para aplicar sus conocimientos teóricos y fortalecerlos en la práctica en mencionado módulo didáctico para un mejor desenvolvimiento en el área industrial.

RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda a los estudiantes primero leer el manual de usuario antes de proceder a la activación del módulo para evitar posibles daños físicos a los componentes que lo conforman y posibles lesiones físicas a los estudiantes durante la ejecución del proceso.
- 2.** Se recomienda la utilización de piezas cuyas medidas se encuentran descritas en el manual de usuario debido a que las bandejas de almacenamiento para dichas piezas se encuentran diseñadas a su medida.
- 3.** Se recomienda el uso de una fuente de 24VDC de 6A para los motores y la alimentación de 110 VAC para el PLC.
- 4.** Se recomienda a los estudiantes el desarrollo de nuevas soluciones en la programación para la secuencia durante el proceso de almacenamiento ya que la realizada para este módulo no es exclusivamente la única.
- 5.** Se recomienda la utilización de la unidad de mantenimiento para el correcto funcionamiento y duración de los diferentes elementos neumáticos y alargar su vida útil.
- 6.** Durante la puesta en marcha del módulo si tiene o se presenta alguna duda recurra única y exclusivamente a este documento para evitar malograr el modulo.

RESUMEN

Diseño e implementación y simulación de un proceso de almacenamiento controlado por medio de un Controlador Lógico Programable (PLC) el cual fue elaborado en el laboratorio de control de la escuela de ingeniería electrónica en control y redes industriales en la ESPOCH de la ciudad de Riobamaba.

Los métodos utilizados para el desarrollo de este proyecto corresponden al método inductivo ya que se partió de la selección de productos de acuerdo al contenido de diversos catálogos acorde a requerimientos establecidos, factibilidad y disponibilidad en el mercado para el desarrollo y experimental por lo que se realizaron pruebas para verificar el requerimiento del módulo de control.

El módulo de control está montado sobre una placa perfilada de aluminio de 350x700, totalmente cableada y probada con consola de control, Microcontrolador, interfaces y fuente de poder para ser montada sobre un trole móvil, los elementos estructurales del equipo están construidos en aluminio estructural y duralón, los elementos y equipos electrónicos, electro mecánicos, neumáticos, sensoriales y de conectividad son elementos de tipo industrial. El control del sistema se lo realiza por medio de un PLC.

Los resultados de la pruebas realizadas durante la clasificación de 100 piezas cilíndricas de madera, se obtuvo un 98% de precisión, y el 2% tuvieron una leve irregularidad en su colocación y el sistema de control fue muy robusto durante la pruebas.

Concluimos con la implementación del módulo los estudiantes podrán familiarizarse con una amplia gama de dispositivos industriales utilizados en este sistema de control de almacenamiento; además de obtener criterios firmes durante la clasificación de las piezas cilíndricas de madera.

Recomendamos a los estudiantes aplicar el debido mantenimiento preventivo del módulo de control de los componentes electrónicos como motores, electroválvulas y al sistema neumático para alargar la vida útil de estos componentes.

SUMMARY

The design, implementation and simulation of a process of storing controlled by means of Programmable Logic Controller was made at the laboratory control of the electronics engineering and industrial networks at the ESPOCH in Riobamba.

The methods used for developing this project correspond to the deductive method based on the selection of products, in accordance to the content of several catalogs according to established requirements, feasibility and market availability in the market, so that, test were performed to verify operation control module.

The control module is mounted on an aluminum profile plate 350x700, completely wired and proven with a console, microcontroller, interface and power source assembled on a mobile trolley; the equipment elements are constructed in aluminum and structural duralon; electronics items and equipment, electro mechanical, pneumatics, sensory and connectivity products are industrial components. The system is performed by means of a PLC.

Results of test performed during the classification of 100 cylindrical pieces of wood obtained a 98 % accuracy, 2% had a slight irregularity in the placement, and the control system was very strong during test.

It is concluded with the module implementation that students will become familiar with a broad variety of industrialized devices in this storage control software system, besides obtaining firm criteria during the classification of cylindrical pieces of wood.

It is recommended implement the proper control module preventive maintenance of the electronic components such as motors, electrovalves and pneumatic system to extend the life of these components.

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 Programmable Logic Controller, es un equipo electrónico, tal como su mismo nombre lo indica, se ha diseñado para programar y

controlar procesos secuenciales en tiempo real. Por lo general, están diseñados para controlar máquinas y procesos en ambientes industriales.

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

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

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

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

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

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

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

BIBLIOGRAFIA

- 1. DEL HIERRO, M., YSIZA, M.,** Diseño e implementación de un módulo didáctico para simulación de control de nivel, dosificación y mezclado de líquidos de baja densidad con PLC siemens s7-1200 para la Facultad de informática y Electrónica., Escuela de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales., Escuela Superior Politécnica del Chimborazo., Riobamba – Ecuador., **TESIS.,** 2012., Pp. 23-85

BIBLIOGRAFIA INTERNET

1. INTRODUCCION SISTEMAS ELECTRICOS

<http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=definicion%20sistemas%20mecanico>

2012 - 09 - 05

2. LABVIEW

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

2013 - 02 - 11

3. SENSOR SHARP

<https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&sqi>

2012 - 10 - 18

4. SISTEMAS ELECTRICOS

<http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=sistemas%20electr>

2012 - 10 - 20

5. SISTEMAS ELECTRONICOS

<http://www.google.com.ec/urlsa=t&rct=j&q=sistemas%20electricos%20componente>

2012 - 09 - 01

6. SISTEMAS MECANICOS

<http://www.google.com.ec/urlsa=t&rct=j&q=definicion%20sistemas%20mecanicos>

2012 - 12 - 11

7. SISTEMAS MODULARES DE MANIPULACION

<http://es.scribd.com/doc/97078955/Sistemas-modulares-de-manipulacion>

2012 - 08 - 20

ANEXOS

ANEXO 1

**MANUAL DE PRÁCTICAS PARA EL MÓDULO DE UN PROCESO DE
ALMACENAMIENTO DE PIEZAS CONTROLADO POR MEDIO DE UN PLC
SIEMENS S7-1200.**

MANUAL DE PRÁCTICAS

MÓDULO PARA EL PROCESO DE ALMACENAMIENTO DE PIEZAS CONTROLADO POR MEDIO DE UN PLC SIEMENS S7-1200.

1. Introducción

El presente manual detalla todos los procedimientos y pasos que hay que seguir para poner en marcha al módulo de almacenamiento de piezas controlado por medio de un PLC Siemens de una manera correcta y segura, para lo cual durante la puesta en marcha del módulo se debe tener a mano una copia de este manual de usuario.

2. Manejo correcto del módulo de almacenamiento

Para el manejo del módulo se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Utilización apropiada y convenida con el profesor encargado.
- Tener un conocimiento básico de los elementos a ser manipulados.

Los diferentes componentes mecánicos, neumáticos, eléctricos y electrónicos se encuentran en perfecto funcionamiento pero si existe una mala manipulación de los mismos pueden afectar al usuario o a terceros, también provocando daños en el sistema del módulo de almacenamiento.

El módulo debe utilizarse para la enseñanza-aprendizaje de profesor y estudiante, ya que el proceso del módulo se asemeja a procesos de automatización industrial reales.

3. Seguridad durante la manipulación del modulo

Es de mucha importancia que los usuarios que van a manipular el modulo tengan previos conocimientos sobre seguridad y manejo industrial ya que mediante una buena manipulación de los elementos del módulo alargan su vida útil.

Es importante que si durante la manipulación del módulo presentan dudas pregunten al profesor encargado.

3.1. Información general

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

3.2. Parte mecánica

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

3.3. Parte eléctrica

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

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

3.4. Neumática

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

Para el desmontaje del sistema neumático se debe proceder así:

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

4. Suministro de energía eléctrica

El PLC Siemens S7-1200 tiene su propia fuente de alimentación interna, este se conecta directamente a la línea de 110VAC y a la entrada se tiene 24VDC la cual sirve para alimentación de los sensores, pulsadores, entre otros elementos.

Una fuente de alimentación externa suministra 24VDC para operar las salidas del PLC donde se encuentran los motores.

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

5. Puesta a punto del módulo

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

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

La puesta a punto del módulo se describe a continuación:

- Asegurar que la alimentación del aire comprimido y la alimentación de energía hacia el módulo se encuentren apagadas.
- Revisar y realizar los ajustes necesarios de la estructura y demás componentes mecánicos del módulo.
- Pasar los actuadores a la posición de inicio de acuerdo con el ciclo de operación establecido.
- Ajustar manualmente la posición de sensores en los actuadores de los cilindros neumáticos.
- Preparar el PLC de acuerdo a las designaciones detalladas en el manual de operación.

- Conectar el suministro de aire comprimido y regular gradualmente la presión de operación indicada anteriormente.
- Identificar y eliminar posibles fugas de aire en rácores, válvulas y mangueras flexibles.
- Conectar y verificar que el suministro de alimentación de energía para cada uno de los elementos sea el requerido, para el buen funcionamiento del módulo de proceso.
- Verificar que funcionen las entradas y salidas mediante la observación de los leds indicadores del PLC.
- Verificar que las piezas se encuentren listas y apiladas una a continuación de otra.
- Verificar el ajuste y calibración de todos los sensores instalados en el módulo.
- Correr el programa y comprobar que se encuentra con los tiempos de operación correctos.
- Comprobar que todas las funciones del panel de control se encuentren operando correctamente, para asegurarse de que no existan errores que puedan causar daños al personal y al equipo.
- Si se desea monitorear el proceso desde LabVIEW se debe crear una interfaz HMI (Interfaz Humano Máquina), teniendo en cuenta que para la comunicación entre una PC y el PLC Siemens debemos tener un OPC Server.

6. Programación de la secuencia

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

6.1. Establecer las entradas y salidas.

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

ASIGNACIÓN DE DIRECCIONES			
E/S	DIRECCIÓN FÍSICA	TAG	DESCRIPCIÓN
Entrada	I0.0	SB	Sensor Barrera
Entrada	I0.1	B1	Sensor Pinza
Entrada	I0.2	A1	Sensor Piston
Entrada	I0.3	D0	Nivel bajo tornillo sin fin
Entrada	I0.4	D1	Sensor de nivel medio tornillo sin fin
Entrada	I0.5	D2	Sensor nivel alto tornillo sin fin
Entrada	I0.6	INICIO	Inicia el proceso
Entrada	I0.7	STOP	Para el proceso
Entrada	I4.0	PE	Paro de emergencia
Entrada	IW64	ST	Sensor tamaño pieza
Entrada	IW66	MG	Sensor motor giratorio
Salida	Q0.0	MOTOR1IZ	Motor uno izquierda
Salida	Q0.1	MOTOR1DE	Motor uno derecha
Salida	Q0.2	MOTOR2B	Motor dos baja

Salida	Q0.3	MOTOR2S	Motor dos sube
Salida	Q0.4	PINZA	Activa pinza
Salida	Q0.5	PISTON	Activa pistón
SALIDA	Q4.1	FOCO	Activa foco verde

6.2. Definir la secuencia

De este depende la manera de trabajar del módulo de proceso. La secuencia depende del diagrama graficet creado.

A continuación se detalla el funcionamiento del proceso a ejecutarse:

Las piezas deben ser administradas por el usuario

1. Dar el pulso de inicio.
2. Se activa el motor dos en sentido horario.
3. Se activa el sensor inductivo de nivel bajo parando el motor y ubicándolo así el brazo neumático en el primer nivel o piso.
4. Se espera un pequeño tiempo.
5. Una vez ubicado en el primer nivel se activa el motor uno en sentido anti horario.
6. El motor uno se mantiene activado hasta que el sensor analógico para el movimiento giratorio marque un voltaje de 0,0021 V el cual llamaremos posición de inicio.
7. El motor uno se detiene.

8. El usuario procede a ingresar cualquiera de las tres piezas en la plataforma de ingreso.
9. El sensor fotoeléctrico detecta la pieza ingresada.
10. El sensor Sharp mide el tamaño de la pieza.
11. Se espera un pequeño tiempo para censar el tamaño de la pieza
12. Se activa electroválvula uno activando el pistón.
13. Se activa electroválvula dos activando la pinza neumática que toma la pieza.
14. Se espera un pequeño tiempo.
15. Se desactiva la electroválvula uno.
16. Si la pieza detectada es la pieza uno se realiza lo siguiente.
 - 16.1 Se activa el motor uno en sentido horario.
 - 16.2 El motor uno se mantiene activado hasta que el sensor analógico para el movimiento giratorio marque 0.91 V posicionando al brazo neumático en la posición uno del nivel uno.
 - 16.3 Se espera un pequeño tiempo.
 - 16.4 Una vez detenido el motor uno se activa la electroválvula uno.
 - 16.5 Se espera un pequeño tiempo.
 - 16.6 Luego se procede a desactivar la electroválvula dos abriendo la pinza neumática y colocando así en su posición a la pieza.
 - 16.7 Se espera un pequeño tiempo.
 - 16.8 Se desactiva la electroválvula uno retrayendo el pistón.
 - 16.9 Se espera un pequeño tiempo.
 - 16.10 Se activa el motor uno en sentido anti horario hasta ubicarse en la posición de inicio.

17. Si la pieza detectada es la pieza dos se realiza lo siguiente.
 - 17.1 Se activa el motor dos en sentido anti horario.
 - 17.2 Se mantiene activado el motor hasta que se activa el sensor inductivo de nivel medio.
 - 17.3 Se espera un pequeño tiempo.
 - 17.4 Se activa el motor uno en sentido horario.
 - 17.5 El motor uno se mantiene activado hasta que el sensor analógico para el movimiento giratorio marque 0.91 V posicionando al brazo neumático en la posición uno del nivel dos.
 - 17.6 Se espera un pequeño tiempo.
 - 17.7 Una vez detenido el motor uno se activa la electroválvula uno que activa el pistón.
 - 17.8 Luego se procede a desactivar la electroválvula dos abriendo la pinza neumática y colocando así en su posición a la pieza.
 - 17.9 Se espera un pequeño tiempo.
 - 17.10 Se desactiva la electroválvula uno retrayendo el pistón.
 - 17.11 Se espera un pequeño tiempo.
 - 17.12 Se activa el motor dos en sentido horario.
 - 17.13 Se activa el sensor de nivel bajo deteniendo el motor dos.
 - 17.14 Se espera un pequeño tiempo.
 - 17.15 Se activa el motor uno en sentido anti horario hasta ubicarse en la posición de inicio.
18. Si la pieza detectada es la pieza tres se realiza lo siguiente.
 - 18.1 Se activa el motor dos en sentido anti horario.

- 18.2 Se mantiene activado el motor hasta que se activa el sensor inductivo de nivel alto.
- 18.3 Se espera un pequeño tiempo.
- 18.4 Se activa el motor uno en sentido horario.
- 18.5 El motor uno se mantiene activado hasta que el sensor analógico para el movimiento giratorio marque 0.91 V posicionando al brazo neumático en la posición uno del nivel tres.
- 18.6 Se espera un pequeño tiempo.
- 18.7 Una vez detenido el motor uno se activa la electroválvula uno que activa el pistón.
- 18.8 Se espera un pequeño tiempo.
- 18.9 Luego se procede a desactivar la electroválvula dos abriendo la pinza neumática y colocando así en su posición a la pieza.
- 18.10 Se espera un pequeño tiempo.
- 18.11 Se desactiva la electroválvula uno retrayendo el pistón.
- 18.12 Se espera un pequeño tiempo.
- 18.13 Se activa el motor dos en sentido horario.
- 18.14 Se activa el sensor de nivel bajo deteniendo el motor dos.
- 18.15 Se espera un pequeño tiempo.
- 18.16 Se activa el motor uno en sentido anti horario hasta ubicarse en la posición de inicio.

Para la colocación de las demás piezas se mantiene la misma secuencia únicamente el sensor analógico de posición giratorio para ubicar la pieza en la posición dos y tres los niveles de voltaje debe marcar 2,13 V y 2,81 V respectivamente.

Ahora procederemos a explicar qué ocurre si se presiona el paro de emergencia:

Una vez presionado el paro de emergencia todo el proceso queda detenido hasta que el operario o usuario desactive el paro de emergencia y automáticamente el proceso continúa desde donde fue su paro de emergencia.

Si se presiona el botón de paro todo el proceso se detiene una vez solucionado el problema se procede a presionar el botón de inicio y se tiene que seguir la siguiente secuencia:

1. Si la pinza no se encuentra con una pieza realiza lo siguiente.
 - 1.1 Se activa el motor dos en sentido horario hasta llegar al nivel bajo.
 - 1.2 Espera un pequeño tiempo.
 - 1.3 Se activa el motor uno en sentido anti horario hasta ubicarse en la posición de inicio.
2. Si la pinza se encuentra con una pieza realiza lo siguiente.
 - 2.1 Se desactiva el pistón.
 - 2.2 Espera un pequeño tiempo.
 - 2.3 Se activa el motor dos en sentido horario hasta llegar al nivel bajo.
 - 2.4 Espera un pequeño tiempo.
 - 2.5 Se activa el motor uno en sentido horario hasta que el sensor analógico para el movimiento giratorio marque 3,123 V.
 - 2.6 Se espera un pequeño tiempo.
 - 2.7 Se activa el pistón.
 - 2.8 Se espera un pequeño tiempo.

2.9 Se desactiva la pinza neumática colocando la pieza en una plataforma que luego el operario o usuario procederá a colocar de nuevo en la plataforma de inicio.

2.10 Espera un pequeño tiempo.

2.11 Se desactiva el pistón.

2.12 Espera un pequeño tiempo.

2.13 Se activa el motor uno en sentido anti horario hasta llegar a la posición de inicio.

6.3. Grafcet

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

7. Lista de fallas, causas y soluciones

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

ÍTEM	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	POSIBLES CAUSAS	SOLUCIÓN
1	Los motores no funcionan	Motores no accionan	Verificar la alimentación de los motores.
2	No se activan los sensores	Ausencia de energía	Verificar el suministro de energía eléctrica.
		Sensores descalibrados	Calibrar la distancia de los sensores.
3	Cilindro neumático no funciona	Falta de aire comprimido al modulo	Revisar la fuente de aire comprimido del compresor.
		Fuga de aire por las mangueras y acoples neumáticos	Chequear fugas y corregir.
		Electroválvula no permiten el paso de aire al cilindro	Revisar la alimentación de energía eléctrica de la electroválvula.
4	PLC no funciona	Ausencia de energía eléctrica	Verificar el suministro de energía eléctrica al PLC.
		Entradas y salidas del PLC mal conectadas o mal asignadas	Verificar y corregir la conexión de entradas y salidas del PLC.
		Programación incorrecta	Corregir la programación en el TIA Portal V11.

RECOMENDACIONES

- Tener en cuenta las instrucciones detalladas en el manual de prácticas, que se ha desarrollado en este módulo, para una correcta manipulación, funcionamiento, y preparación del equipo para evitar situaciones de riesgo, las cuales pueden ocasionar daños físicos y lesiones al usuario o a terceras partes, así como al propio equipo.
- Se recomienda la utilización de piezas cilíndricas de diámetro no mayor a 4,5 cm, puesto que la banda transportada está diseñada para esas características.
- Revisar la respectiva alimentación del PLC 110 VAC y de 24 VDC para los sensores y salidas del PLC.
- Se recomienda que la programación del módulo se lo realice en distintos tipos de PLC, esto garantizará que los estudiantes se familiaricen con dichos dispositivos, la secuencia programada en este módulo no es la única pudiendo encontrar distintas soluciones para realizar la tarea del módulo.
- Utilizar una unidad de mantenimiento en el sistema de aire, para proteger y asegurar el correcto funcionamiento de los elementos neumáticos de este equipo.
- Revisar las correctas conexiones de los motores para el desplazamiento en el eje “Y”, y desplazamiento angular verificando el sentido de los giros.

ANEXO 2

HOJA GUÍA DE PRÁCTICAS

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES
INDUSTRIALES

HOJA GUÍA

PRÁCTICA DE LABORATORIO

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

2.- Secuencia:

3.- Graficet:

4.- Ecuaciones:

--

5.- Conclusiones:

--

6.- Recomendaciones:

--

7.- Observaciones Generales:

--

ANEXO 3

VARIABLES Y PROGRAMACIÓN EN EL TIA PORTAL V11

ANEXO 4

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



Sensor fotoeléctrico

Code

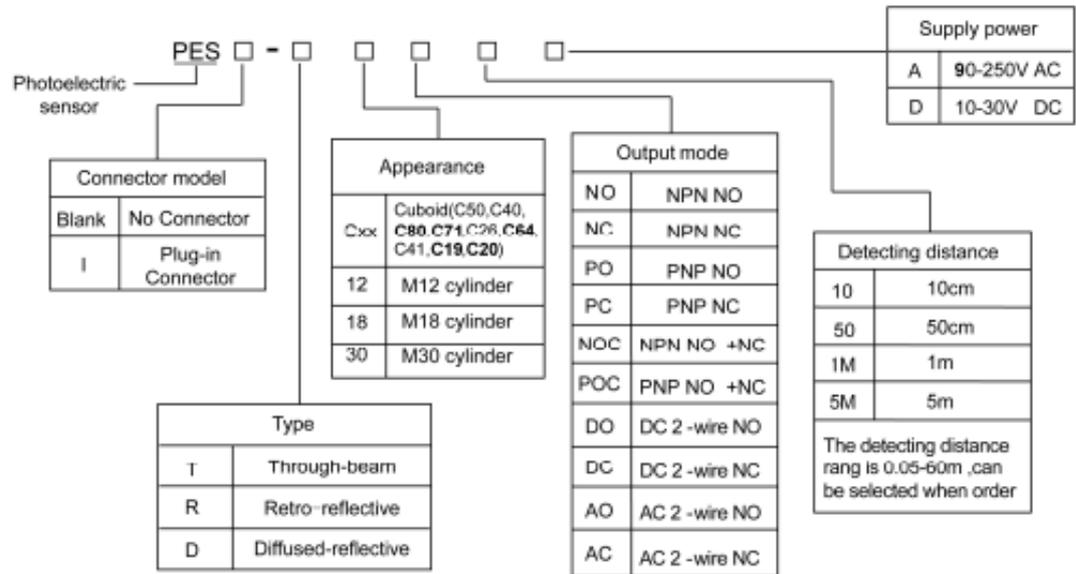
M18 Serie photoelectric sensor

:

Features :

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

1. Product model is named:



2. Ordering Code:

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

Notice:

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

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

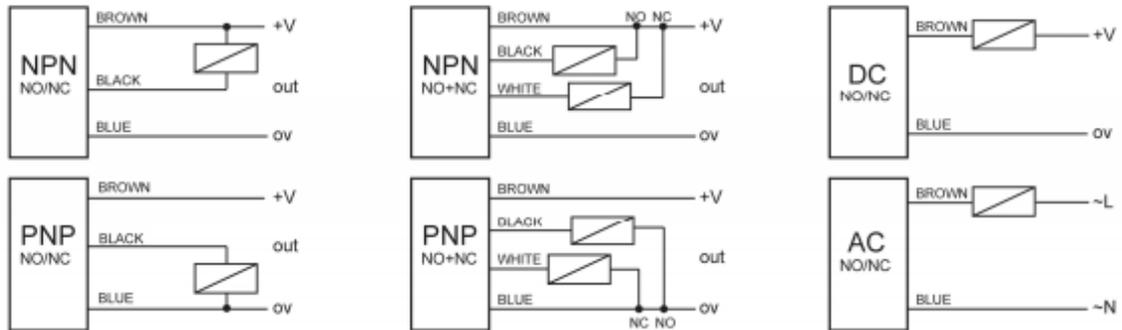
- Dust and corrosive gas environment
- Water, oil and medicament spurt environment
- Strong sunlight irradiate environment, high ambient temperature conditions
- Vibrate and shock environment

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

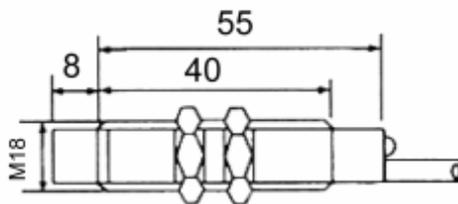
3. Technical Specifications:

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

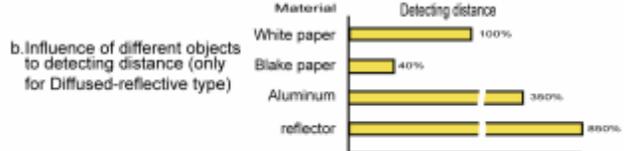
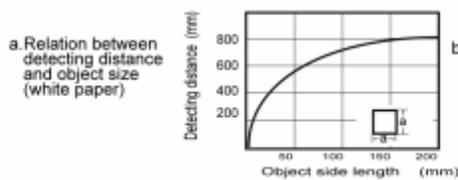
4. Electrical Connection Drawing:



5. The picture of product mix:



TECHNICAL INSTRUCTIONS



Válvula solenoide (5/2, 5/3 vías)

Serie 4V100

AIRTAC



Simbolo



Especificación

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

① Las roscas NPT y G están disponibles.

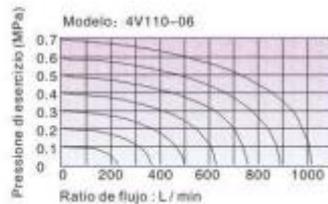
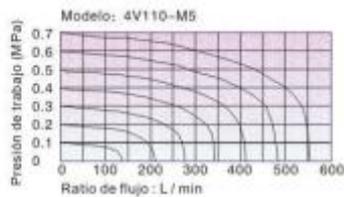
② No puede parar durante agrega elaceite. Los lubricantes como ISO VG32 o equivalente son recomendados.

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

Característica del producto

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

Diagrama de flujo



Especificación de bobina

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

Código de ordenamiento



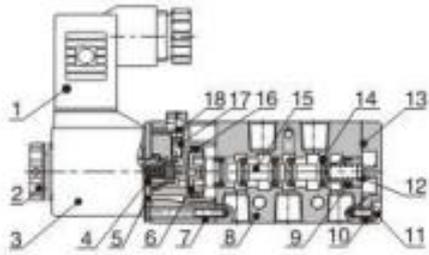
①: Cuando la rosca sea de tipo M5, el código está en blanco.

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

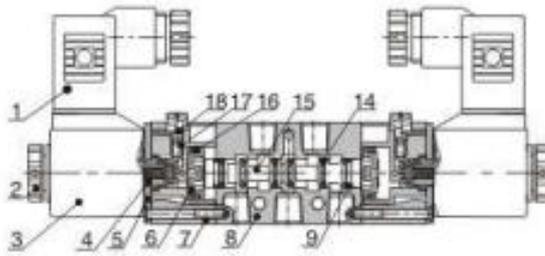
Serie 4V100

Estructura interna

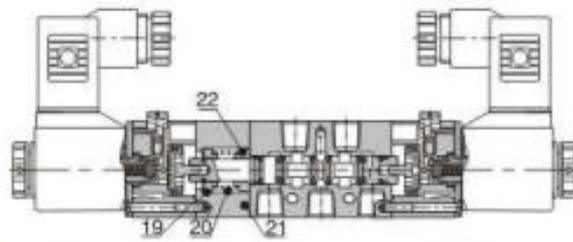
4V110



4V120



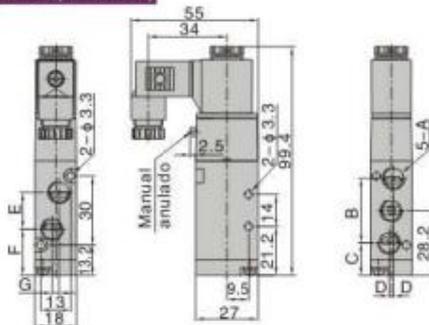
4V130C



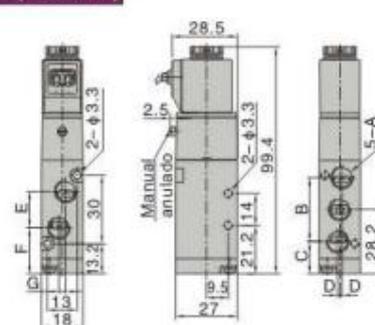
NO.	Artículo	NO.	Artículo	NO.	Artículo
1	Conector	9	Anillo durable	17	Resorte
2	Tuerca de bobina	10	Cubierta inferior	18	Manual anulado
3	Bobina	11	Tornillo fijo	19	Porta de resorte
4	Armadura	12	Resorte	20	Resorte
5	Placa fija	13	Sello de cubierta inferior	21	Cubierta lateral
6	Pistón	14	O-anillo de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

Dimensiones

4V110(Terminal)

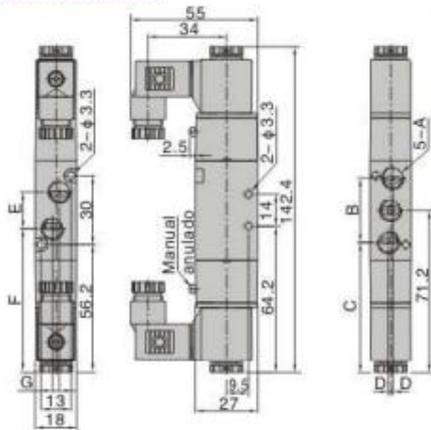


4V110(Grommet)

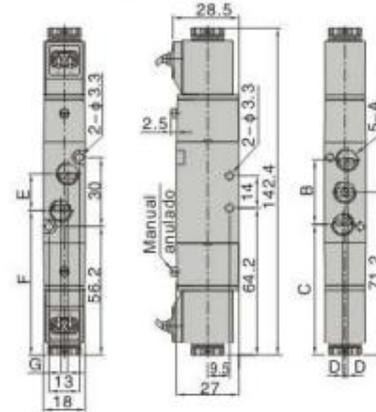


Modelo/Artículo	A	B	C	D	E	F	G
4V110-M5	M5 x 0.8	27	14.7	0	14	21.2	0
4V110-06	1/8"	28	14.2	1	16	20.2	3

4V120(Terminal)

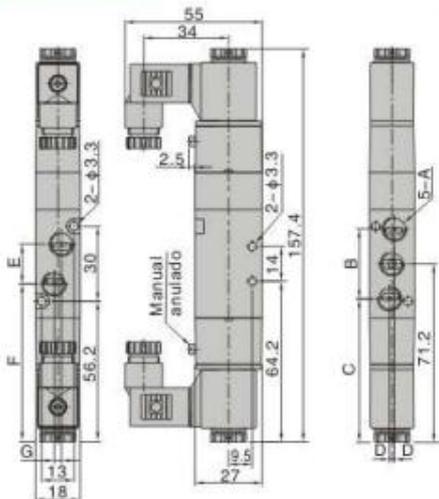


4V120(Grommet)

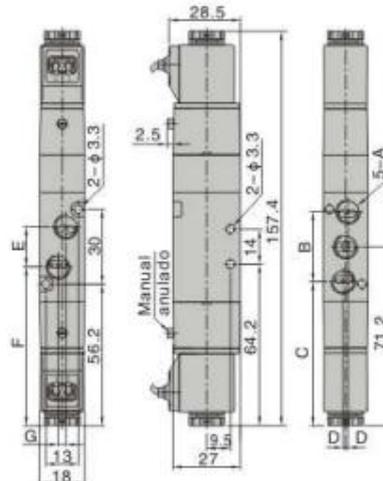


Modelo/Artículo	A	B	C	D	E	F	G
4V120-M5	M5 x 0.8	27	57.7	0	14	64.3	0
4V120-06	1/8"	28	57.2	1	16	63.2	3

4V130(Terminal)



4V130(Grommet)



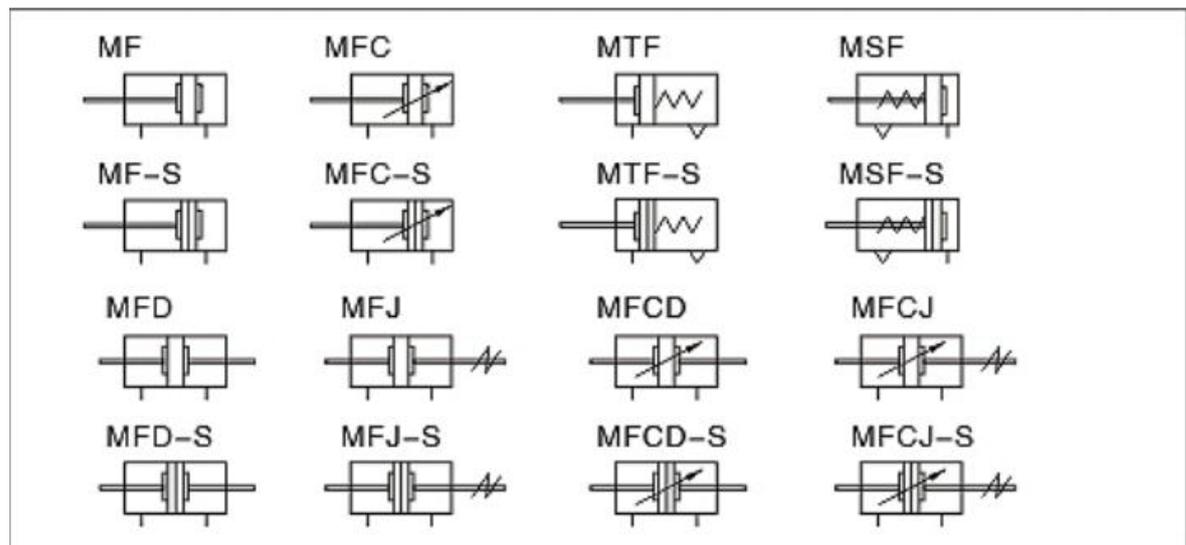
Modelo/Artículo	A	B	C	D	E	F	G
4V130-M5	M5 x 0.8	27	57.7	0	14	64.3	0
4V130-06	1/8"	28	57.2	1	16	63.2	3

AIRTAC



CILINDRO NEUMÁTICO
SERIE MF

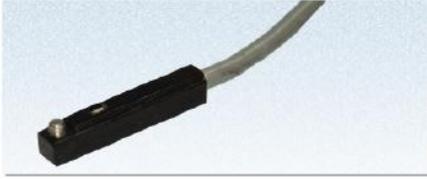
Bore size (mm)	20	25	32	40
Acting type	Double acting type、 Double acting with cushion type Single acting-Push type、 Single acting-Pull type			
Fluid	Air(to be filtered by 40um filter element)			
Operating pressure	Double acting	0.1~1.0MPa(15 ~145Psi)		
	Single acting	0.2~1.0MPa(28 ~145Psi)		
Proof pressure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



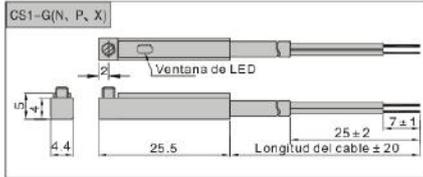
Sensor



Serie CS1-G(N, P, X)



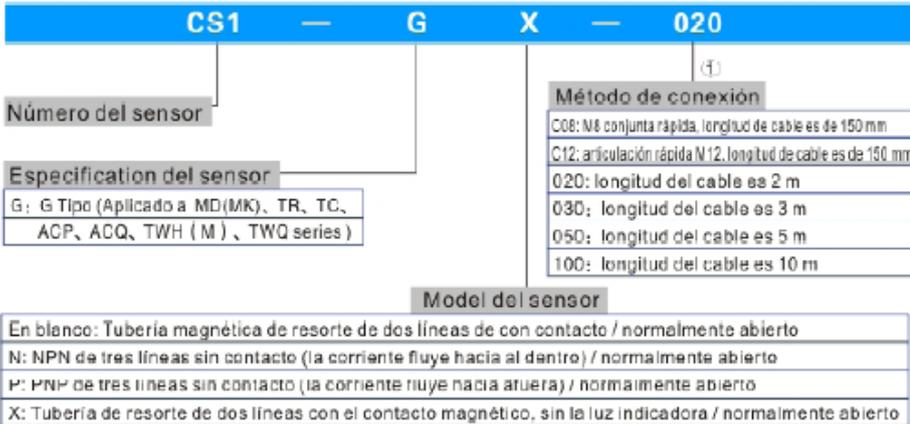
Dimensiones



Especificación

Artículo/Modelo	CS1-G	CS1-GX	CS1-GN	CS1-GP
Cambiar la lógica	Tipo de STSP normalmente abierto		Transferir sin contacto, tipo normalmente abierto	
Tipo de sensor	Interruptor de lengüeta sin contacto		Tipo de NPN	Tipo de PNP
Voltaje de funcionamiento (V)	5-240V AC/DC		5-30V DC	
Max. Conmutación de corriente (mA)	100		200	
Cambio de clasificación (W)	Máx. 10		Máx. 6	
Consumo de corriente	NO		15mA Máx. @ 24V	
Caída de voltaje de	2.5V Máx. @ 100mA DC		0.5V Máx. @ 200mA DC	
Cable	φ 3.3, 2C, el petróleo resistente de gris PVC (llama retardada)		φ 3.3, 3C, PVC petróleo resistente Negro PVC (llama retardada)	
Indicador	LED rojo	NO	LED rojo	
Fuga de corriente	NO		0.01mA Máx.	
Sensibilidad (Gause)	60-75		60-75	
Max. Frecuencia (Hz)	200		1000	
Shock (m/s ²)	300		500	
Vibración ((m/s ²)	90		90	
Rango de temperatura (°C)	-10-70		-10-70	
Caja de clasificación	IP67(NEMA6)		IP67(NEMA6)	
Circuito de protección	NO		protección reversa de polaridad de alimentación, protección de absorción de onda	

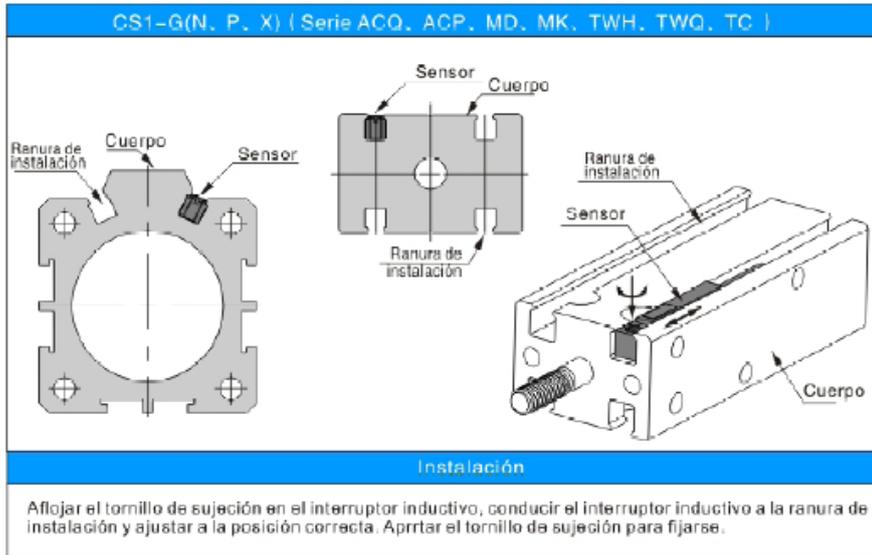
Código de ordenamiento



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

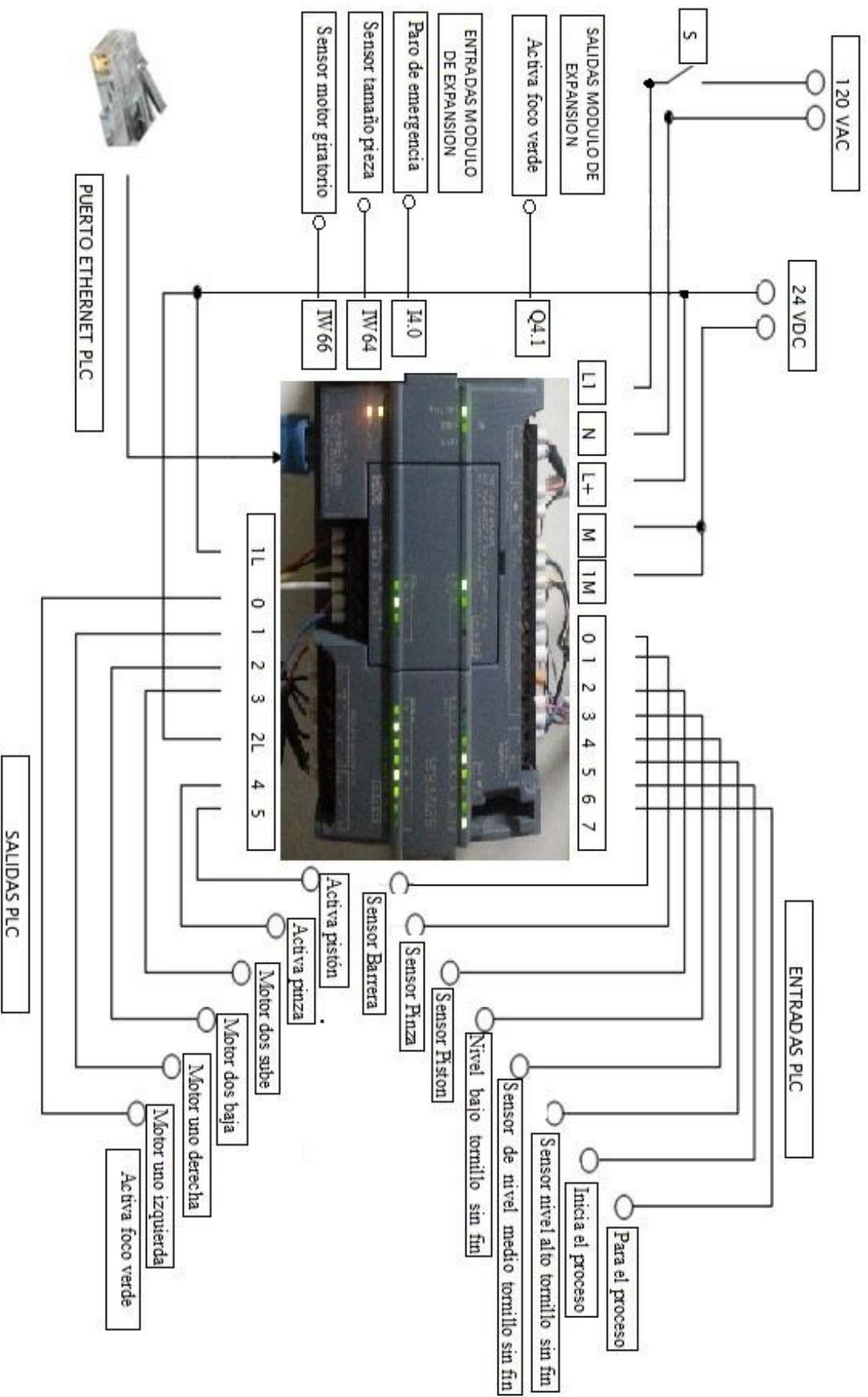
Montaggio

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



ANEXO 5

DIAGRAMA ELÉCTRICO



ANEXO 6

ENCUESTA APLICADA (análisis y resultados)



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

SEMESTRE:.....

FECHA:.....

OBJETIVO:

- Determinar si el “Diseño e Implementación y Simulación de un proceso de almacenamiento por medio de un plc” fortalece los conocimientos de aprendizaje en los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la ESPOCH, adquiriendo nuevos conocimientos en la práctica en el Laboratorio de Automatización Hidráulica y Neumática.

INSTRUCCIONES:

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

PREGUNTAS:

1. ¿Cree Ud. que los conocimientos obtenidos en clases deben ser fortalecidos con la práctica?

SI ()

NO ()

2. ¿Piensa que el Módulo de Diseño e Implementación para El Proceso de almacenamiento controlado por un PLC Siemens, fortalece el conocimiento de enseñanza y aprendizaje en los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales?

SI ()

NO ()

3. ¿Piensa Ud. que con este nuevo módulo los estudiantes adquieran amplios conocimientos en el área industrial para de esta manera desenvolverse en el campo profesional?

SI ()

NO ()

4. ¿Cree Ud. que el módulo para un proceso de almacenamiento sea sencillo de manejar?

SI ()

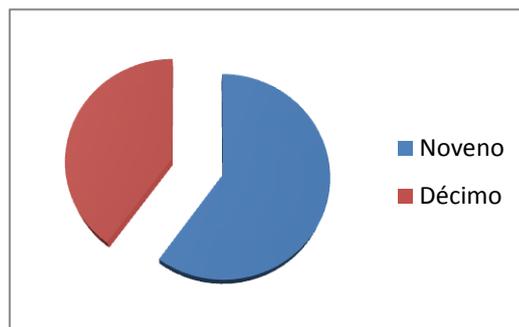
NO ()

RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Para comprobar la hipótesis se realizó una encuesta con el objetivo de conocer las necesidades de los estudiantes con respecto a los módulos de prácticas en el laboratorio de automatización hidráulica y neumática de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales, obteniendo los resultados que se dan a continuación. Cabe aclarar que la encuesta se la realizó a un total de 40 estudiantes pertenecientes al octavo noveno y décimo semestre de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales de la ESPOCH.

Tabulación de los datos

Semestre	Estudiantes	%
Noveno	24	60
Décimo	16	40

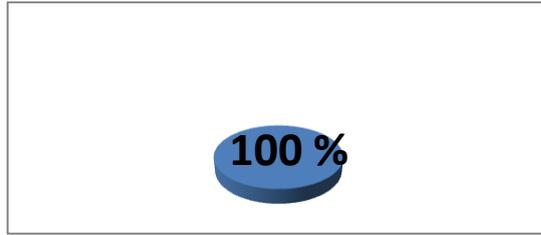


De los estudiantes encuestados el 60% de noveno y el 40% de décimo semestre.

Pregunta 1:

¿Cree Ud. que los conocimientos obtenidos en clases deben ser fortalecidos con la práctica?

	Estudiantes	%
SI	40	100
NO	0	0

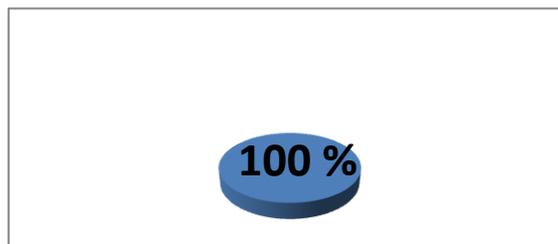


Del total de estudiantes encuestados el 100% piensa que la práctica es importante para mejorar los conocimientos ofrecidos en clases.

Pregunta 2:

¿Piensa que el Módulo de Diseño e Implementación para El Proceso de almacenamiento controlado por un PLC Siemens, fortalece el conocimiento de enseñanza y aprendizaje en los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales?

	Estudiantes	%
SI	40	100
NO	0	0

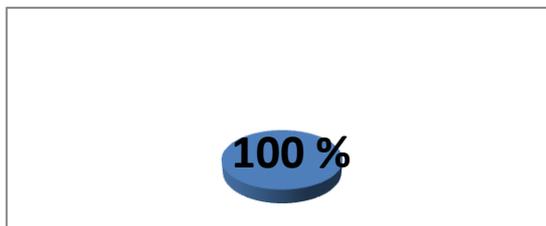


Del total de estudiantes encuestados el 100% considera que el módulo implementado r fortalece el conocimiento de enseñanza y aprendizaje en los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales.

Pregunta 3:

¿Piensa Ud. que con este nuevo módulo los estudiantes adquieran amplios conocimientos en el área industrial para de esta manera desenvolverse en el campo profesional?

	Estudiantes	%
SI	40	100
NO	0	0

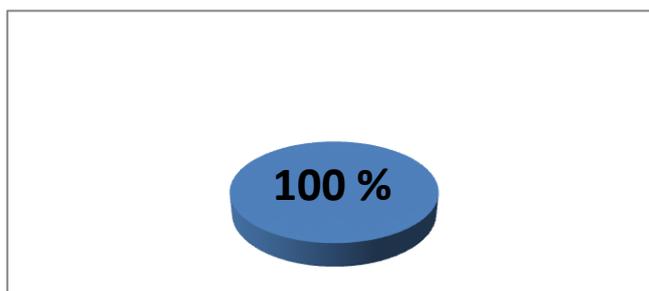


Del total de estudiantes encuestados el 100% considera que el nuevo módulo los estudiantes va adquirir amplios conocimientos en el área industrial para de esta manera desenvolverse en el campo profesional.

Pregunta 4:

¿Cree Ud. que el módulo para un proceso de almacenamiento sea sencillo de manejar?

	Estudiantes	%
SI	40	100
NO	0	0

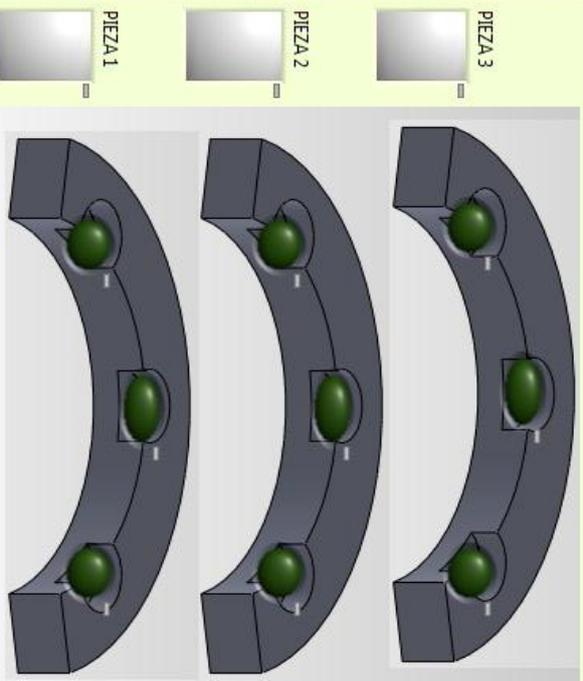


Del total de estudiantes encuestados el 100% considera que el módulo es sencillo de manejar.

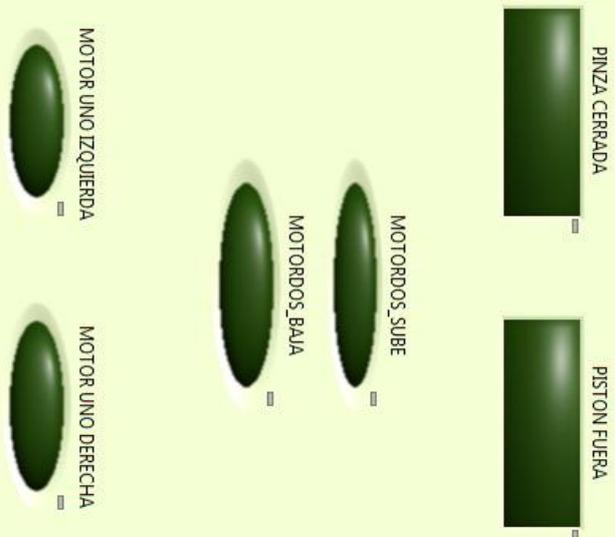
ANEXO 7

DISEÑO DEL HMI

MONITOREO



ACTUADORES



PANEL DE CONTROL



CONTROL MANUAL

