



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

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO AUTOMATIZADO PARA LA
SIMULACIÓN DE UN PROCESO DE CLASIFICACIÓN DE OBJETOS”**

TESIS DE GRADO

**PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

**PRESENTADO POR:
JORGE DANIEL JÁCOME QUINTANILLA
VÍCTOR HUGO RAMOS RODRÍGUEZ**

RIOBAMBA – ECUADOR

2012

En primer lugar a Dios por haberme guiado, en segundo lugar a cada uno de los que son parte de mi familia a mi PADRE y a mi MADRE; por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional, que me han ayudado y llevado hasta donde estoy ahora. A mi compañero de tesis porque en esta armonía grupal lo hemos logrado, al Ing. Pablo Guevara, al Ing. Paúl Romero, a la Ing. Ruth Barba por todo el apoyo que me brindaron y a mi director de tesis quién nos ayudó en todo momento, Ing. Lenyn Aguirre.

Jorge Jácome

A Dios por haberme guiado por el camino del bien, a mis padres por ser las personas que me han inculcado valores de respeto, perseverancia y dedicación, a mis hermanos por ser quienes me apoyan moralmente, a mi esposa por su amor, paciencia y comprensión, a mi hijo por ser el motivo de superación, a mis amigos con quienes se pasaron los momentos de dificultades y también los de alegría y satisfacción y como no agradecer a los profesores de la Escuela de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales quienes nos formaron para ser unos buenos profesionales aportándonos sus valiosos conocimientos de manera especial al Ing. Lenyn Aguirre e Ing. Pablo Guevara por sus constructivas sugerencias y gran ayuda para la realización de esta tesis.

A todos ustedes millones de gracias.

Víctor H. Ramos R.

Dedico este proyecto de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba.

Jorge Jácome

Dedico este trabajo a Dios nuestro padre celestial que nos guía y nos protege, a mi querido hermano Diego Alberto que desde el cielo se regocija de este triunfo, a mis padres ya que de ellos es este éxito, a mis hermanas, esposa y a mi hijo por estar a mi lado en los momentos de alegrías y tristezas, a mis profesores y amigos con quienes se paso la mayor parte de la vida estudiantil.

Victor H. Ramos R.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Ing. Iván Menes DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
Ing. Paúl Romero DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA CONTROL Y REDES INDUSTRIALES
Ing. Lenyn Aguirre DIRECTOR DE TESIS
Ing. Pablo Guevara MIEMBRO DEL TRIBUNAL
Lcdo. Carlos Rodríguez DIRECTOR DPTO. DOCUMENTACIÓN
NOTA DE LA TESIS	

“Nosotros, **Jorge Daniel Jácome Quintanilla y Víctor Hugo Ramos Rodríguez** somos responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis; y, el patrimonio intelectual de la tesis de Grado pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”

.....

Jorge Daniel Jácome Q.

.....

Víctor Hugo Ramos R.

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

API	Autómata Programable Industrial
CMs	Módulos De Comunicación
DBs	Bloques De Datos
DDE	Intercambio Dinámico De Datos
DHCP	Protocolo De Configuración Dinámica De Host
DRIVE's	Variadores De Velocidad De Motores
EAGLE	Easily Applicable Graphical Layout Editor.
FBs	Bloques De Función
FCs	Funciones
F.E.M.	Fuerza Electromotriz
FUP	Diagrama De Funciones
HMI	Interfaz Hombre Máquina.
KOP	Esquema De Contactos
NC	Control Numérico
OBs	Bloques De Organización
OLE	Object Linking and Embedding
OPC	OLE for Process Control
PCs	Programmable Controllers
PT	Tiempo Preseleccionado
PTO	Operaciones De Tren De Impulsos
PWM	Modulación Del Ancho De Pulso
RTU	Unidades remotas de I/O
SB	Signal Board
TCP	Transport Control Protocol
TIA	Totally Integrated Automation
TIC	Tecnología Apoyada Por Sistema
VCD	Voltajes De Corriente Directa
VCA	Voltajes De Corriente Alterna

ÍNDICE GENERAL

CAPITULO I.....	25
MARCO REFERENCIAL	25
1.1 ANTECEDENTES.....	25
1.2 OBJETIVOS	26
1.2.1 Objetivo General	26
1.2.2 Objetivos Específicos.....	26
1.3 MARCO HIPOTÉTICO.....	26
1.3.1 Hipótesis.....	26
CAPITULO II.....	27
SISTEMAS MODULARES DE MANIPULACIÓN.....	27
2.1 INTRODUCCIÓN	27
2.2 LA MANIPULACIÓN DE PIEZAS COMO PROCESO AUXILIAR.....	28
2.2.1 Tareas de la técnica de manipulación	28
2.2.2 El principio del funcionamiento de los equipos de pick & place.....	29
2.2.2.1 Energía eléctrica.....	32
2.2.2.2 Energía neumática.....	33
2.2.3 Aplicaciones.....	35
2.2.4 Estructura por módulos.....	36
2.2.5 Unidad lineal.....	37
2.2.6 Estructura para el montaje de los módulos	38
2.2.7 La técnica del posicionamiento	40
2.2.7.1 La libre programación	41
2.2.7.1.1 Ejes de posicionamiento electromecánicos.....	44
2.2.7.2 Evaluación y selección	45
2.3 COMPONENTES NEUMÁTICOS	46
2.3.1 Generalidades	46
2.3.2 Actuadores neumáticos.....	47
2.3.2.1 Cilindros neumáticos	48

2.3.2.1.1	Cilindro de simple efecto	49
2.3.2.1.2	Cilindro de doble efecto	49
2.3.2.1.3	CÁLCULO DE LA FUERZA DE LOS CILINDROS NEUMÁTICOS	50
2.3.3	Componentes de control	50
2.3.3.1	Electroválvulas	50
2.3.3.2	Reguladores de caudal	52
2.3.4	Componentes de tratamiento de aire	52
2.3.4.1	Filtro de aire comprimido	53
2.3.4.2	Regulador de presión	54
2.3.4.3	Lubricador de aire comprimido	55
2.3.5	Componente auxiliares	56
2.3.5.1	Manguera de poliuretano US98A, UE95A	56
2.3.5.2	Racores	56
2.3.5.3	Silenciadores	57
2.3.6	Circuitos neumáticos	57
2.3.6.1	Elementos de un circuito neumático	57
2.3.6.2	Mando directo	62
2.4	RELÉS	63
2.5	MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA	64
2.5.1	Definición	64
2.5.2	Fundamentos de operación	64
2.5.3	Utilización de los motores de corriente continua o corriente directa	65
2.5.4	Partes fundamentales	65
2.5.4.1	Estator	65
2.5.4.2	Rotor	66
2.5.4.3	Escobillas	66
2.5.4.4	Colector	67
2.5.5	Excitación	67
2.5.5.1	Independiente	67
2.5.5.2	Serie	67
2.5.5.3	Paralelo	68
2.5.5.4	COMPOUND	68
2.5.6	Velocidad del motor C.C.	68

2.6 MOTOR PASO A PASO (STEPPER MOTORS)	69
2.6.1 Principio de funcionamiento	69
2.6.2 Tipos	69
2.6.2.1 Motor PAP bipolar	70
2.6.2.2 Motor PAP unipolar	71
2.6.3 Secuencias para el control de motores PAP.....	72
2.6.3.1 Secuencia para motores PAP Bipolares	72
2.6.3.2 Secuencia para motores PAP unipolares	72
2.6.3.2.1 Secuencia normal.....	72
2.6.3.3 Secuencia WAVE DRIVE	73
2.6.3.4 Secuencia de medio paso	74
CAPITULO III	76
SENSORES	76
3.1 INTRODUCCIÓN: SENSORES Y MAGNITUDES	76
3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE MEDIDA	77
3.3 CARACTERÍSTICAS DESEABLES DE LOS TRANSDUCTORES	77
3.3.1 Exactitud.....	77
3.3.2 Precisión.....	77
3.3.3 Rango de funcionamiento	77
3.3.4 Velocidad de respuestas	77
3.3.5 Calibración	78
3.3.6 Fiabilidad	78
3.4 CLASIFICACIÓN	78
3.4.1 Sensores de contacto.....	79
3.4.1.1 Principio de funcionamiento.....	81
3.4.1.2 Formas de conexión.....	81
3.4.1.3 Ventajas y desventajas	82
3.4.1.4 Aplicaciones	82
3.4.2 Sensor Óptico	83
3.4.2.1 Principio de funcionamiento.....	83
3.4.2.2 Tipos.....	83
3.4.2.2.1 Foto-interruptores de barrera	84
3.4.2.2.2 Foto-interruptores reflectivos.....	84

3.4.2.2.3	Encoders ópticos.....	85
3.4.2.3	Forma de conexión de un sensor óptico	85
3.4.2.4	Ventajas y desventajas	86
3.4.2.5	Características.....	86
3.4.2.6	Modo de comunicación	87
3.4.2.7	Aplicaciones	88
3.4.3	Sensor Inductivo	88
3.4.3.1	Principio de funcionamiento.....	88
3.4.3.2	Forma de conexión.....	89
3.4.3.3	Ventajas y desventajas	89
3.4.3.4	Aplicaciones	90
3.4.4	Sensor Capacitivo	91
3.4.4.1	Principio de funcionamiento.....	92
3.4.4.2	Forma de conexión.....	92
3.4.4.3	Ventajas y desventajas	93
3.4.4.4	Aplicaciones	93
3.4.5	Sensor magnético	94
3.4.5.1	Principio de funcionamiento.....	95
3.4.5.2	Aplicaciones	96
3.5	CRITERIO DE LA SELECCIÓN DE SENSORES EN LA AUTOMATIZACION.....	96
CAPITULO IV		99
CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE		99
4.1	INTRODUCCIÓN	99
4.2	DEFINICIÓN DE AUTÓMATA PROGRAMABLE	101
4.3	CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS PLCS.....	101
4.4	VENTAJAS E INCOVENIENTES.....	102
4.5	FUNCIONES BÁSICAS DEL PLC	103
4.6	PLC SIEMENS S7 1200.....	104
4.6.1	SignalBoards.....	106
4.6.2	Módulos de señales	106
4.6.3	Módulos de comunicación	107
4.7	STEP 7 BASIC.....	108
4.7.1	Diferentes vistas que facilitan el trabajo	108

4.7.2	Acceso fácil a la ayuda	110
4.7.2.1	Respuestas rápidas a las preguntas	110
4.7.2.2	Ayuda "roll-out" y tooltips en cascada	110
4.7.2.3	Sistema de información	111
4.7.3	Ejecución del programa de usuario	112
4.7.4	Estados operativos de la CPU	114
4.7.5	Almacenamiento de datos, áreas de memoria y direccionamiento	115
4.7.6	Configuración de dispositivos	116
4.7.6.1	Inserta una CPU	118
4.7.6.2	Detectar la configuración de la CPU si especificar	119
4.7.6.3	Configurar el funcionamiento de la CPU	121
4.7.7	Profinet	122
4.7.7.1	Comunicación de una programadora	123
4.7.7.1.1	Establecer conexión de hardware	123
4.7.7.1.2	Configurar los dispositivos	123
4.7.7.1.3	Asignar direcciones IP	124
CAPITULO V		128
INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA HMI		128
5.1	INTRODUCCIÓN	128
5.2	TIPOS DE HMI	129
5.3	SOFTWARE HMI	130
5.3.1	Funciones de un software HMI	130
5.3.2	Tareas del software de supervisión y control	131
5.3.3	Tipos de software de supervisión y control	131
5.3.4	Como facilitan las tareas de diseño los paquetes orientados a HMI/SCADA	131
5.3.5	Estructura general del software HMI	132
5.3.5.1	Interfaz hombre máquina	133
5.3.5.2	Base de datos	133
5.3.5.3	Driver	133
5.3.5.4	Bloques (Tags)	133
5.4	COMUNICACIÓN	134
5.5	WONDERWAREInTouchHMI	134
5.5.1	Beneficios	136

5.5.2	Capacidades.....	137
5.5.3	InTouch general	137
5.5.3.1	IntouchWindowMaker.....	138
5.5.3.2	IntouchWindowViewer	139
5.5.3.3	Application Manager	140
5.5.4	Aplicaciones del InTouch	140
5.5.4.1	Aplicaciones Stand-Alone.....	140
5.5.4.2	Aplicaciones Administradas con archestra IDE.....	141
5.5.4.3	Diferencia entre aplicaciones Stand-Alone de InTouch y las aplicaciones administrables.....	143
CAPITULO VI		144
IMPLEMENTACIÓN DEL MODULO.....		144
6.1	INTRODUCCIÓN	144
6.2	DESARROLLO MECÁNICO.....	145
6.2.1	Estructura para el montaje de los módulos	145
6.2.2	Ejes de posicionamiento	146
6.2.3	Estructura del sistema de pesaje.....	147
6.2.4	Mesa de control.....	148
6.2.5	Mesa de descarga	148
6.2.6	Estructura de los elementos complementarios del módulo	148
6.3	ACTUADORES.....	148
6.3.1	Actuadores eléctricos.....	148
6.3.1.1	Motor DC	148
6.3.1.2	Motor PAP unipolar	150
6.3.1.2.1	Secuencias utilizada para el control de motores PAP	151
6.3.1.2.2	Una referencia importante:	152
6.3.1.3	Diseño e implementación del driver del motor PAP	154
6.3.2	ACTUADORES NEUMÁTICOS	156
6.3.2.1	Cilindro de simple efecto	156
6.3.2.2	Cilindro de doble efecto	157
6.3.2.3	Electroválvulas	157
6.3.3	Circuitos neumáticos aplicados.....	158
6.3.3.1	Mando cilindro simple efecto con electro-válvula 3/2.....	158

6.3.3.2	Mando cilindro doble efecto con electro-válvula 5/2	158
6.3.4	Elementos auxiliares.....	159
6.4	SISTEMA DE CONTROL BUCLE CERRADO.....	159
6.5	RELÉS.....	161
6.6	SENSORES UTILIZADOS EN EL MÓDULO.....	162
6.6.1	Sensor Inductivo IBEST IPSI-12PO2B PNP	162
6.6.1.1	Características del sensor Inductivo IBEST	162
6.6.1.2	Orden del código.	163
6.6.1.3	Conexiones de los distintos tipos de sensores inductivos.....	163
6.6.2	Sensor Fotoeléctrico IBEST PESL D-18P.....	164
6.6.2.1	Características del sensor Fotoeléctrico IBEST.....	164
6.6.2.2	Código del sensor Fotoeléctrico	165
6.6.2.3	Conexión del sensor Fotoeléctrico	165
6.7	PROGRAMACIÓN DEL PLC.....	166
6.7.1	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.	166
6.7.2	DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO.....	166
6.7.3	PROGRAMACIÓN DEL PLC S7-1200	168
6.7.3.1	Lenguajes de programación fáciles de usar.....	168
6.7.3.1.1	Esquema de contactos (KOP).....	169
6.7.4	Temporizadores	170
6.8	STEP 7 BASIC.....	174
6.8.1	Crear un circuito de autorretencion.....	174
6.8.1.1	Crear un segmento simple en el programa de usuario.....	174
6.8.1.2	Introducir las variables y direcciones para las instrucciones.....	177
6.8.1.3	Insertar un temporizador de retardo a la conexión	178
6.8.2	CONEXIONES FÍSICAS DEL PLC Y DE LOS MODULOS DE ENTRADA Y SALIDA.....	181
6.8.2.1	CONEXIÓN DE LA CPU 1212C AC/DC/RLY.....	181
6.8.2.2	Módulo de entradas digitales SM 1221 DI 8 X 24 VDC	182
6.9	GRAFSET.....	183
6.10	HMIWonderwareInTouch	184
6.10.1	HMI	184
6.10.2	WonderwareInTouch.....	184

6.10.2.1	Requisitos del sistema.....	185
6.10.2.2	Instalación del software InTouch	185
6.10.2.3	La Licencia de Wonderware.....	186
6.10.2.4	Grupo de programas	186
6.10.2.5	Creación de una Aplicación.....	186
6.10.2.6	Creación de una ventana	187
6.10.2.7	Manejo de objetos	188
6.10.2.8	CREACION DE TAGNAMES	189
6.10.2.9	ANIMATION LINKS.....	190
6.10.2.10	InTouchQUICKSCRIPTS.....	191
6.10.2.11	Alarmas y eventos	192
6.11	COMUNICACIÓN PLC - INTOUCH	192
6.11.1	Configuración del software top server	192
6.11.2	Configuración de la aplicación OPCLink de Intouch.....	197
6.11.3	Configuración de OPC TagCreator	199
6.12	DISEÑO DEL HMI (INTERFAZ HOMBRE-MAQUINA)	201
6.12.1.1	Ventana de acceso	201
6.12.1.2	Ventana de registro	202
CONCLUSIONES		
RECOMENDACIONES		
RESUMEN		
SUMMARY		
BIBLIOGRAFIA		
ANEXOS		

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.-I Secuencia de motor PAP bipolar	72
Tabla II-II: Secuencia normal.....	73
Tabla II-III: Secuencia WAVE DRIVE	73
Tabla II-IV: Secuencia de medio paso.....	74
Tabla V-I: Diferencias entre Aplicaciones Stand-Alone y Aplicaciones Administradas....	143
Tabla VI-I: Secuencia utilizada para el control del motor PAP	151
Tabla VI-II: Pasos para determinar los cables de un motor PAP	153
Tabla VI-III: Cables del motor P-P utilizado	154
Tabla VI-IV: Contador (ascendente) CTU.....	172
Tabla VI-V: Contador (descendente) CTD.....	173
Tabla VI-VI Contador (ascendente y descendente) CTUD	174
Tabla VI-VII: Tipos de Tagnames	189
Tabla VI-VIII: Subdivisión de los tagnames	190
Tabla VI-IX: Usuarios que tienen acceso a la HMI	203

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura II-1: Movimientos ejecutados en una operación pick & place.....	30
Figura II-2: Equipo de alimentación compacto.....	31
Figura II-3: Equipo de alimentación constituido por módulos.....	32
Figura II-4: Ejemplo de alimentación de piezas a una máquina.....	34
Figura II-5: Recoger tablas de aglomerado apiladas	35
Figura II-6: Ejemplos de elementos de unión típicos.	39
Figura II-7: Unidad lineal con elementos de instalación (Festo).....	40
Figura II-8: Lazo abierto y cerrado de posicionamiento	42
Figura II-9: Ejecuciones de sistemas de medición de recorridos	43
Figura II-10: Medición magnética del recorrido.....	43
Figura II-11: Formas constructivas de ejes electromecánicos de posicionamiento	45
Figura II-12: Preparación del aire	47
Figura II-13: Cilindros Neumáticos	48
Figura II-14: Cilindro de simple efecto	49
Figura II-15: Cilindro de doble efecto.....	49
Figura II-16: Electroválvula.....	51
Figura II-17: Válvula solenoide piloto en posición de operación	51
Figura II-18: Regulador de caudal	52
Figura II-19: Unidad de mantenimiento.....	52
Figura II-20: Filtro de aire comprimido.....	53
Figura II-21: Regulador de presión	54
Figura II-22: Lubricador de aire comprimido	55
Figura II-23: Manguera de poliuretano US98A, UE95A	56
Figura II-24: Racores de resina acetálica	56
Figura II-25: Silenciadores.....	57
Figura II-26: Compresor	58
Figura II-27: Funcionamiento de una válvula distribuidora.....	59
Figura II-28: Funcionamiento de un cilindro de simple efecto	60
Figura II-29: Funcionamiento de un cilindro doble efecto	61
Figura II-30: Funcionamiento de una válvula 5/2.....	62

Figura II-31: Circuito neumático de mando directo	62
Figura II-32: Relé electromecánico típico	63
Figura II-33: Principio de funcionamiento de un motor.....	64
Figura II-34: Estator.....	66
Figura II-35: Rotor	66
Figura II-36: Motor PAP bipolar	70
Figura II-37: Motor PAP unipolar	70
Figura II-38: Control de motor PAP con puente H	71
Figura II-39: Motor PAP controlado por un ULN2803	71
Figura III-1Partes internas de un final de carrera.....	80
Figura III-2: Construcción de un final de carrera.....	80
Figura III-3: Tipos de cabezas que se pueden asociar al cuerpo del sensor.....	81
Figura III-4: Conexión normalmente cerrado	81
Figura III-5: Conexión normalmente abierto	82
Figura III-6: Sensores ópticos.....	83
Figura III-7:Foto-interruptor de barrera	84
Figura III-8:Foto-interruptor reflectivo	84
Figura III-9: Encoder óptico	85
Figura III-10: Conexión de un sensor óptico	86
Figura III-11: Componentes de un sensor inductivo.....	88
Figura III-12: Principio de funcionamiento	89
Figura III-13: Conexión de un sensor inductivo.....	89
Figura III-14: Ejemplos de aplicaciones	90
Figura III-15: Sensor capacitivo	91
Figura III-16: Partes del sensor capacitivo.....	91
Figura III-17: Principio de funcionamiento	92
Figura III-18: Conexión de un sensor capacitivo.....	93
Figura III-19: Ejemplo de aplicación de un sensor capacitivo	94
Figura III-20: Colocación del sensor magnético en el cilindro	95
Figura III-21: Principio de funcionamiento de un sensor magnético.....	96
Figura IV-1: CPU de PLC S7 1200	105
Figura IV-2: Signal Board	106
Figura IV-3: Modulo de señales insertado en la CPU	107

Figura IV-4: Módulo de comunicación insertado en la CPU.....	107
Figura IV-5: Vista principal del TIA Portal del software STEP 7.....	109
Figura IV-6: Componentes del proyecto.....	109
Figura IV-7: Tool tips en cascada.....	111
Figura IV-8: Ventana de ayuda del STEP7.....	112
Figura IV-9: CPU y módulos adicionales.....	116
Figura IV-10: Forma de agregar dispositivo en STEP7.....	117
Figura IV-11: Agregar un nuevo dispositivo.....	117
Figura IV-12: Forma de insertar un dispositivo.....	118
Figura IV-13: CPU insertada.....	118
Figura IV-14: Detección del hardware.....	119
Figura IV-15: Detección del dispositivo conectado.....	120
Figura IV-16: Dialogo online.....	120
Figura IV-17: Configuración de los parámetros operativos de la CPU.....	121
Figura IV-18: Conexión directa: Programadora conectada a una CPU S7-1200.....	122
Figura IV-19: Conexión directa: HMI conectado a una CPU S7-1200.....	122
Figura IV-20: CPU en el rack del TIA Portal.....	124
Figura IV-21: Comprobar la dirección IP mediante “ipconfig”.....	125
Figura IV-22: Uso del comando “ipconfig /all”.....	126
Figura IV-23: Dirección IP.....	127
Figura IV-24: Comprobación de la red PROFINET.....	127
Figura V-1: Esquema de un a HMI.....	129
Figura V-2: Estructura general del software HMI.....	132
Figura V-3: Estructura de bloques en cadena para procesar la señal.....	134
Figura V-4: Ejemplo de una HMI InTouch.....	136
Figura V-5: WindowMaker.....	138
Figura V-6: WindowViewer.....	139
Figura V-7: Application Manager.....	140
Figura V-8: Aplicación Stand-Alone.....	141
Figura V-9: Aplicación Administrada con Archestra IDE.....	142
Figura VI-1: Elementos de unión utilizados.....	146
Figura VI-2: Movimiento lineal por usillo o tornillo sin fin.....	147
Figura VI-3: Estructura terminada del modulo.....	147

Figura VI-4: Transmisión de la energía del motor C.C. al usillo por poleas.....	149
Figura VI-5: Motor PAP utilizado para el eje Y.....	150
Figura VI-6: Driver para motor PAP de 1,6 A.....	150
Figura VI-7: Motor P-P con 5 cables de salida.....	152
Figura VI-8: Motor P-P con 6 cables de salida.....	152
Figura VI-9: Cadsoft Eagle 5.10	154
Figura VI-10: circuito para placa impresa	155
Figura VI-11: Placa controladora del motor PAP	156
Figura VI-12: Cilindro de simple efecto y doble efecto.....	156
Figura VI-13: Bloque de electroválvulas del proyecto.....	157
Figura VI-14: Mando cilindro simple efecto con electro-válvula 3/2	158
Figura VI-15: Mando cilindro doble efecto con electro-válvula 5/2.....	158
Figura VI-16: Elementos auxiliares neumáticos.....	159
Figura VI-17: Regulación de ejes en bucle cerrado	160
Figura VI-18: Relé electromecánico típico	161
Figura VI-19: Sensor Inductivo	162
Figura VI-20: Código del sensor inductivo.....	163
Figura VI-21: Formas de conexión de los diferentes tipos de Sensores Inductivos IBEST	163
Figura VI-22: Sensor Fotoeléctrico.....	164
Figura VI-23: Código del sensor Fotoeléctrico.....	165
Figura VI-24: Formas de conexión de los diferentes tipos de Sensores Fotoeléctricos IBEST.....	165
Figura VI-25: Ejemplo de Esquema de Contactos	169
Figura VI-26: Ejemplo de conexión que no se debe hacer (a)	170
Figura VI-27: Ejemplo de conexión que no se debe hacer (b)	170
Figura VI-28: Insertar un contacto normalmente abierto.....	175
Figura VI-29: Insertar un contacto normalmente abierto en otra rama.....	176
Figura VI-30: Cierre de rama.....	176
Figura VI-31: Introducir variable y dirección a la instrucción.....	177
Figura VI-32: Cambiar nombre de la variable.....	177
Figura VI-33: Introducir la dirección a la variable directamente desde la tabla de variables	178

Figura VI-34: Introducir un temporizador al segmento.....	179
Figura VI-35: Bloque de datos del temporizador.....	179
Figura VI-36: Introducción de la constante de 5 segundos.....	180
Figura VI-37: CPU 1212C AC/DC relé (6ES7 212-1BD30-0XB0).....	181
Figura VI-38: SM 1221 DC 6ES7 221- 1BF30 – 0XB0.....	182
Figura VI-39: SM 1222 DQ 6ES7 222 – 1HF30 – 0XB0.....	182
Figura VI-40: Elementos de un GRAFCET.....	183
Figura VI-41: Application Manager.....	186
Figura VI-42: Interfaz para crear una ventana.....	188
Figura VI-43: Manejo de objetos.....	188
Figura VI-44: Cuadro de animation links.....	190
Figura VI-45: Ventana de inicio TOP server.....	193
Figura VI-46: Identificación del canal.....	193
Figura VI-47: Selección del driver del dispositivo.....	194
Figura VI-48: Configuración de la interfaz de red.....	194
Figura VI-49: Ventana principal.....	195
Figura VI-50: Dirección del dispositivo.....	195
Figura VI-51: Parámetros de conexión.....	196
Figura VI-52: Resumen de configuración.....	196
Figura VI-53: Propiedades del tag.....	197
Figura VI-54: Ventana de inicio de OPC Link.....	198
Figura VI-55: Ventana de definición de tópicos.....	198
Figura VI-56: Menu navegable de InTouch Window Maker.....	199
Figura VI-57: Aplicación OPC Tag Creator.....	200
Figura VI-58: Ventana de presentación.....	201
Figura VI-59: Ventana de acceso al registro de usuarios.....	202
Figura VI-60: Pantalla de acceso de usuario.....	202
Figura VI-61: Confirmación de clave nivel de acceso total.....	204
Figura VI-62: HMI Terminada.....	204

INTRODUCCIÓN

Las técnicas utilizadas para automatizar procesos industriales es un factor prioritario que marca la competitividad de una empresa.

Las diversas industrias tales como químicas, alimenticias, constructoras, metalmecánicas, farmacéuticas, etc. Donde el transporte y la manipulación tridimensional están presentes buscan alternativas que permitan realizar estas actividades con mayor rapidez, mayor seguridad para el caso de objetos de carácter nocivo para la salud y con la reducción de los costos de operación.

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

En consecuencia las instituciones de nivel superior deben proveer al país de los profesionales suficientes con una capacitación teórica-práctica adecuada y con la capacidad de buscar soluciones automatizadas a procesos industriales, por lo cual es imprescindible desarrollar laboratorios donde se pueda simular estas soluciones multimodales en las cuales intervengan áreas multidisciplinarias tales como: mecatrónica, tecnología de procesos, tecnologías apoyadas por sistemas TICs aplicados, que desarrollen potentes programas que den soluciones estándar o personalizados a los diferentes problemas que se presentan en todos los campos de la automatización.

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

proyecto que tiene como objetivo implementar un módulo didáctico para la simulación y estudio de un proceso de clasificación de objetos por peso mediante un sistema de pórtico de carga de tres ejes controlado a través de un PLC.

El sistema consta de un pórtico de carga de 3 ejes; los ejes X,Y son electromecánicos los mismos que utilizan un motor PAP y un motor DC respectivamente para su desplazamiento, mientras que el eje Z y el sistema de sujeción son electro-neumáticos. El sistema de pesaje utiliza un sistema de resortes y un sensor inductivo para determinar el peso del objeto. Para determinar el tipo de material se utiliza un sensor inductivo acompañado de un sensor capacitivo y por último se cuenta con una mesa de descarga.

Una vez implementado el módulo se pudo simular el proceso automático de clasificación de objetos por tipo de material y peso a través de sensores magnéticos, sensores ópticos y de un sistema de resortes.

CAPITULO I

MARCO REFERENCIAL

1.1 ANTECEDENTES

Las técnicas utilizadas para automatizar procesos industriales es un factor prioritario que marca la competitividad de la empresa.

Las diversas industrias tales como químicas, alimenticias, constructoras, metalmecánicas, farmacéuticas, etc. Donde el transporte y la manipulación tridimensional están presentes, buscan alternativas que permitan realizar estas actividades con mayor rapidez, mayor seguridad para el caso de objetos de carácter nocivo para la salud y con reducción de costos de operación.

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

En consecuencia las instituciones de nivel superior deben proveer al país de los profesionales suficientes, con una capacitación teórica-práctica adecuada y con la capacidad de buscar soluciones automatizadas a procesos industriales, por lo cual es imprescindible desarrollar laboratorios donde se pueda simular estas soluciones multimodales en las cuales intervengan áreas multidisciplinarias tales como: mecatrónica, tecnología de procesos, tecnologías apoyadas por sistemas TICs aplicados, que desarrollen potentes programas que den soluciones estándar o personalizados a los diferentes problemas que se presentan en todos los campos de la automatización.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General

Implementar un módulo automatizado para la simulación de un proceso de clasificación de objetos.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Construir: el pórtico de carga de 3 ejes, la banda transportadora, la placa de descarga y clasificación, la estructura de soporte y la mesa de control utilizando: motores DC, un motor paso a paso, cilindros y válvulas neumáticas, aluminio perfilado y tornillos sin fin.
- Implementar el sistema de clasificación de objetos por peso y material utilizando sensores magnéticos, sensores ópticos y un sistema de resortes.
- Desarrollar un programa PLC para el control automático del módulo.
- Desarrollar una Interfaz Hombre Máquina (HMI) del sistema utilizando INTOUCH.
- Integrar las diversas etapas del modulo.
- Realizar pruebas del sistema.

1.3 MARCO HIPOTÉTICO

1.3.1 Hipótesis

Una vez implementado el módulo automatizado se podrá simular un proceso automático de clasificación de objetos por tipo de material y peso a través de sensores magnéticos, sensores ópticos y de un sistema de resortes, con lo cual los estudiantes de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales, se familiarizaran con los procesos industriales de forma práctica, logrando integrar el talento humano a los recursos tecnológicos.

CAPITULO II

SISTEMAS MODULARES DE MANIPULACIÓN

2.1 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.

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.

2.2 LA MANIPULACIÓN DE PIEZAS COMO PROCESO AUXILIAR

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."

Los sistemas de pick & place son, sin duda alguna, equipos especializados. 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.

2.2.1 Tareas de la técnica de 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.

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.

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

Los equipos denominados de pick & place son equipos que se encargan de tomar y colocar las piezas, por lo general para alimentar 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.

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-1) 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)

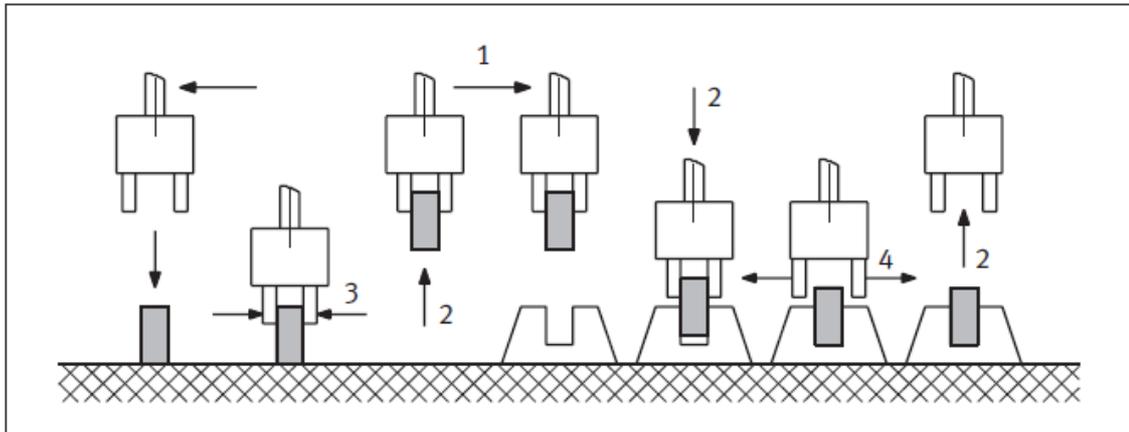


Figura II-1: Movimientos ejecutados en una operación pick & place

1. Movimiento de traslación
2. Movimiento vertical
3. Sujeción
4. Soltar

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-2) 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.

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.

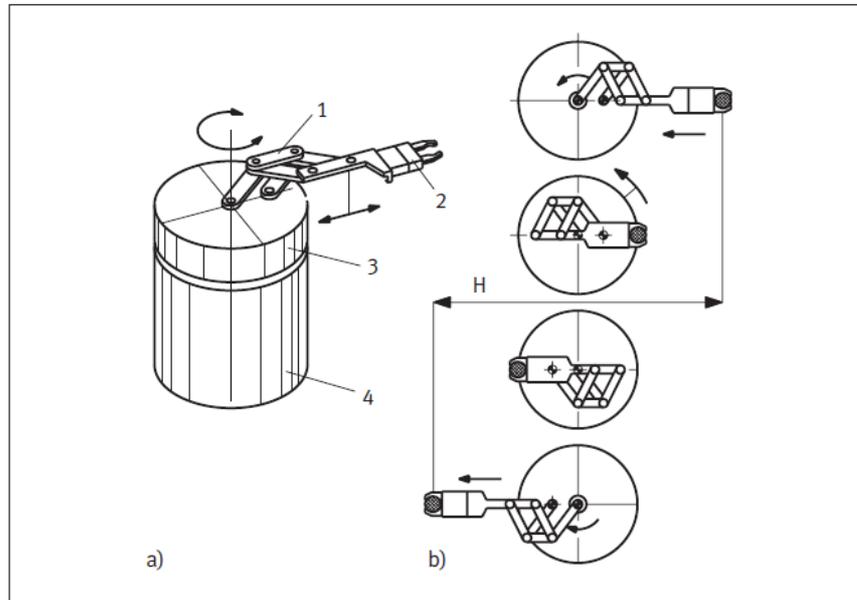


Figura II-2: Equipo de alimentación compacto

- a) Vista general
- b) Secuencia de las operaciones de manipulación.
- 1 Brazo con paralelogramo
- 2 Pinza paralela
- 3 Plataforma giratoria
- 4 Cuerpo del motor y unidad básica
- H Carrera máxima

En la (Figura II-3) vemos una estructura típica de una unidad de manipulación compuesta de varios módulos. Se trata de un equipo que retira una a una 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, unidos entre sí por un puente. Las ventosas son accionadas en función de un ciclo abierto rectangular (ciclo en C).

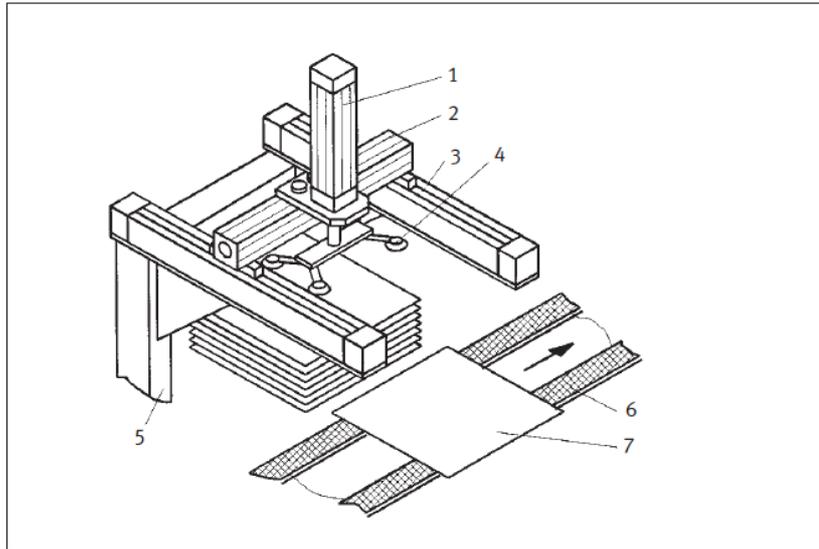


Figura II-3: Equipo de alimentación constituido por módulos

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

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?

2.2.2.1 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.

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.

2.2.2.2 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.

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

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-4).

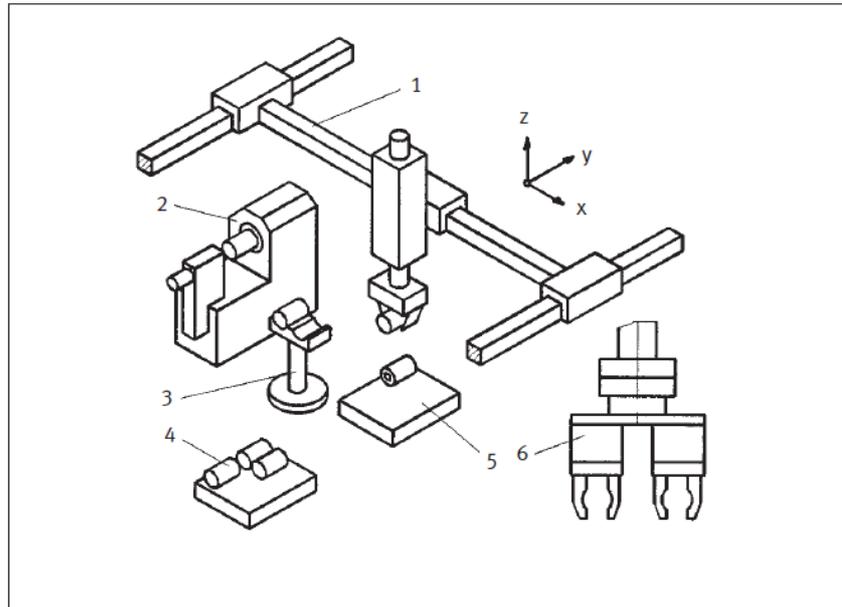


Figura II-4: Ejemplo de alimentación de piezas a una máquina.

1. Ejes de pórtico en cruz
2. Máquina
3. Soporte intermedio
4. Paleta de piezas en bruto
5. Paleta de piezas mecanizadas
6. Eje giratorio con dos pinzas

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 prescindir de esta función.

2.2.3 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.

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-5) hasta la lubricación de relojes mecánicos, por citar algunos ejemplos.

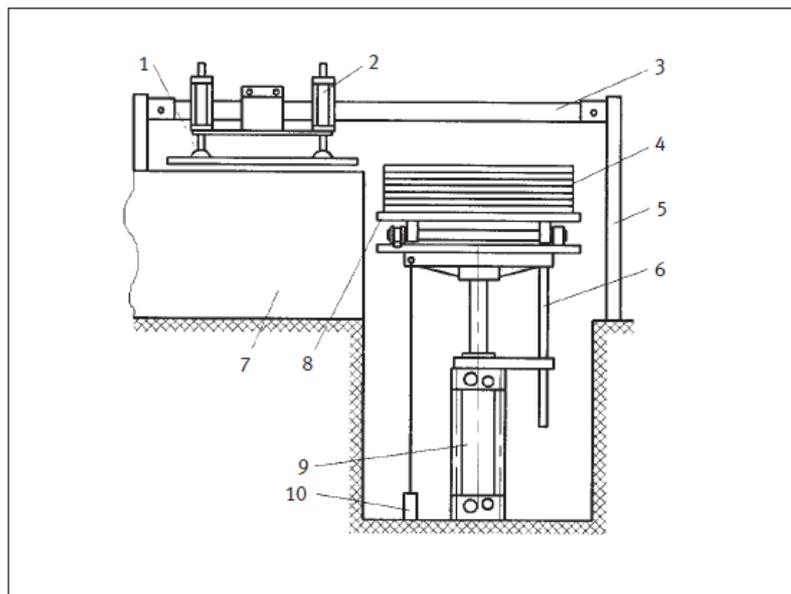


Figura II-5: Recoger tablas de aglomerado apiladas

1. Ventosa
2. Cilindro elevador
3. Cilindro sin vástago
4. Tablas apiladas
5. Apoyo
6. Seguro antigiro

7. Sistema de mecanizado
8. Carro para las tablas
9. Cilindro neumático o hidráulico
10. Medidor del recorrido.

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 entonces:

¿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). 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.

2.2.4 Estructura por módulos.

El sistema de mecanizado o de montaje y el sistema de manipulación de piezas forman un proceso de fabricación automatizado (debiéndose agregar, claro está, las estaciones de control y embalaje). Es frecuente que la mitad de las inversiones se dediquen a las operaciones de manipular y transportar piezas. Los encargados de planificar los proyectos correspondientes suelen disponer de poco tiempo, por lo que necesariamente tienen que recurrir a componentes periféricos estándar, robots industriales y módulos para los sistemas de manipulación y transporte. Estos sistemas se ocupan de hacer llegar las piezas:

- Al lugar y en el estado previstos
- En la posición y orientación correctas
- Con la calidad exigida y
- En el momento preciso

Ello es posible utilizando sistemas constituidos por módulos y dotados de modernos sistemas de control.

2.2.5 Unidad lineal

Las unidades lineales modernas son mucho más que el simple movimiento de avance y retroceso de una barra.

Pueden estar constituidos de los siguientes sistemas parciales:

Sistema de accionamiento

Sistema de guía

Sistema de topes.-Los topes se utilizan para definir el avance y las posiciones.

Sistema de detectores.-El sistema de control necesita recibir señales de confirmación cuando el actuador llega a determinada posición.

Sistema de topes intermedios.- Las modernas unidades lineales, utilizadas en sistemas de pick & place, suelen permitir el ajuste de posiciones intermedias.

Sistema de bloqueo.-En determinados casos resulta ventajoso poder bloquear la unidad móvil.

Un equipo dotado de todos estos sistemas parciales es sumamente compacto y su diseño técnico es bastante sofisticado.

¿Cómo se accionan las unidades que ejecutan los movimientos?

La unidad lineal únicamente es capaz de ejecutar ciclos entre el tope final y el tope intermedio. Esto significa que siempre debe regresar a la posición inicial. Sin embargo, esta característica, determinada por la configuración técnica de la unidad no es necesariamente una desventaja, ya que los movimientos se ejecutan rápidamente,

aunque sí que lo es si por razones técnicas no es posible ejecutar los movimientos de esta manera.

2.2.6 Estructura para el montaje de los módulos

Las unidades necesitan diversos elementos auxiliares. Estos elementos auxiliares se resumen en el concepto de “estructuras”.

Una estructura es un grupo básico que constituye el cuerpo de un equipo o máquina. En ese sentido, es el primer eslabón de una cadena cinemática en el que se fijan las unidades que ejecutan los movimientos.

Los sistemas parciales más importantes son los siguientes:

- Elementos básicos (columnas perfiladas, placas básicas y placas angulares)
- Elementos de base (piezas angulares básicas, pies, elementos de unión y ángulos de adaptación) para sujetar columnas, placas y módulos móviles, incluyendo los tornillos y las tuercas ranuradas correspondientes).
- Conjuntos de componentes (elementos de unión para el montaje directo, en paralelo o en ángulo de noventa grados mediante cola de milano para la sujeción de módulos lineales).
- Conjuntos de elementos para el ajuste de precisión (elementos auxiliares para el montaje exacto del módulo lineal en un elemento angular de unión).
- Conjunto de elementos de unión (juego de elementos para el montaje de componentes en actuadores y módulos lineales).
- Conjuntos de adaptadores (piezas intermedias para la sujeción de componentes a carros miniaturizados y actuadores giratorios).
- Elementos para la instalación (tubos de protección, cajas de distribución, canales para el paso de cables, elementos de unión, etc.)

Los perfiles ranurados tienen diversas aplicaciones, ya que son utilizados para tender cables y tubos flexibles o para sujetar diversos elementos y equipos de control. Los fabricantes de sistemas perfilados suelen ofrecer numerosos accesorios, como por ejemplo bisagras y piezas de soporte en forma de pies o de ángulos.

Existen diversos sistemas para unir piezas perfiladas, algunos más complicados y otros relativamente sencillos. En la (Figura II-6) se muestran algunos elementos de unión. Los sistemas de unión por cola de milano ofrecen la ventaja que no es necesario mecanizar las piezas para montarlas y, además, dichos sistemas permiten efectuar correcciones posteriores (por ejemplo, efectuando los ajustes necesarios para adaptar el sistema en función de la máquina que mecanizará las piezas).

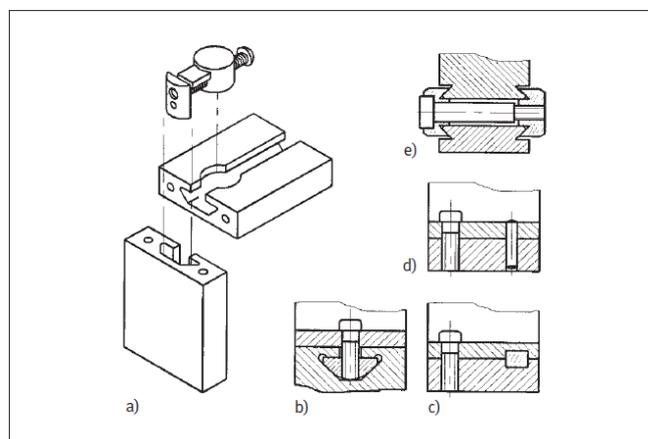


Figura II-6: Ejemplos de elementos de unión típicos.

- a) Elemento para unir piezas perfiladas
- b) Unión mediante tuerca deslizante
- c) Fijación con listones o casquillos para centrar
- d) Unión mediante tornillo y pasador
- e) Brida para cola de milano

Las bridas para cola de milano son piezas que soportan cargas considerables, son resistentes a las vibraciones y son apropiadas para utilizarlas en elementos estáticos y dinámicos.

En un sistema hay que resolver la forma de transportar la energía (eléctrica, neumática) y de transmitir las señales hacia los componentes móviles. Usando tubos insertables (sistema telescópico) se evita la presencia de tubos flexibles en el exterior, pero este sistema no ha podido imponerse en el mercado (por ser demasiado costoso y poco

fiable). Las cadenas portadoras, por lo contrario, sí han demostrado ser útiles en combinación con unidades lineales, especialmente tratándose de unidades grandes o de módulos lineales de carreras largas. En la (Figura II-7) puede apreciarse un sistema de tubos flexibles protectores. Estos tubos tienen una ranura longitudinal que permite introducir los cables y los tubos flexibles neumáticos. Adicionalmente puede montarse una caja de distribución con varias entradas de diverso tipo, con acanaladura para tender los cables y los elementos atornillables correspondientes. Esta solución ofrece las ventajas que se indican a continuación:

- Montaje y desmontaje sencillo para el mantenimiento y las reparaciones.
- El sistema es más silencioso que las cadenas de arrastre.
- Ocupa poco espacio y, además
- Ofrece una buena protección

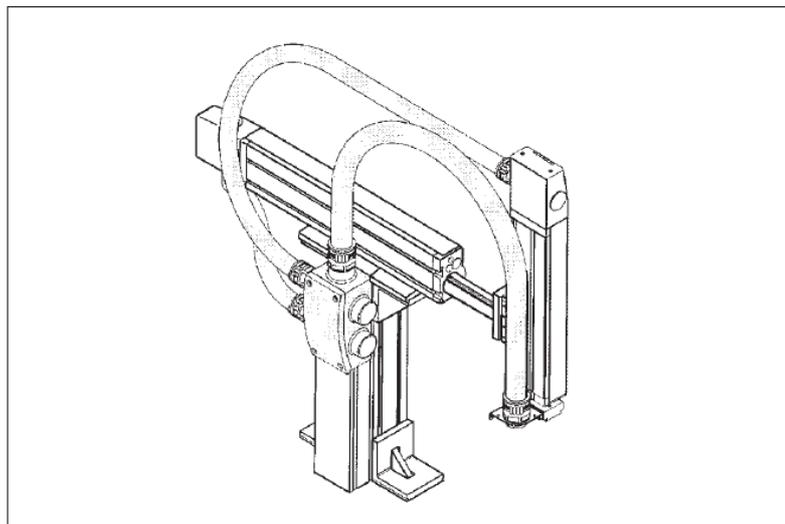


Figura II-7: Unidad lineal con elementos de instalación (Festo)

2.2.7 La técnica del posicionamiento

La tecnología del pasado constituye la base para la tecnología del presente. Este planteamiento resulta evidente especialmente en el caso de la mecánica y la neumática. La neumática es una asignatura más de las escuelas de ingeniería desde la época de

Herón de Alejandría (75 D.C.). En la actualidad, muchas fábricas disponen de sistemas de aire comprimido, ya que los actuadores neumáticos son sencillos y económicos. Los movimientos son rápidos y sumamente precisos si se ejecutan contra topes fijos.

2.2.7.1 La libre programación

Para muchas tareas de la técnica de manipulación de piezas no es necesario utilizar un robot industrial, ya que la funcionalidad de los sistemas de pick & place suele ser suficiente. Además, el ingenio de los técnicos ha permitido diseñar sistemas que son capaces de ejecutar movimientos entre posiciones libremente programables, en vez de limitarse a realizar simples movimientos de avance y retroceso. Tales ejes se denominan ejes de posicionamiento. Combinando varios de esos ejes se obtienen equipos de manipulación cuya tecnología suele ser perfectamente suficiente para conseguir soluciones adecuadas y económicas. Para conseguir frenar en las posiciones necesarias puede recurrirse a dos sistemas:

- Sistema de control (en bucle abierto)
- Sistema de regulación (en bucle cerrado)

Un eje controlado (Figura II-8a) ejecuta el movimiento según un recorrido o ángulo previamente definido, aunque sin verificar si efectivamente se alcanza la posición requerida por lo que el sistema no detecta errores de posicionamiento y, en consecuencia, tampoco los corrige.

Si, por el contrario, se dispone de un sistema de regulación (Figura II-8b), se efectúa continuamente una comparación entre el valor real y el valor programado. Cuando coinciden los dos valores, el eje se detiene. Para conseguirlo es necesario disponer de un sistema de medición de recorridos y un comparador. Una configuración de este tipo también se denomina circuito de regulación en bucle cerrado.

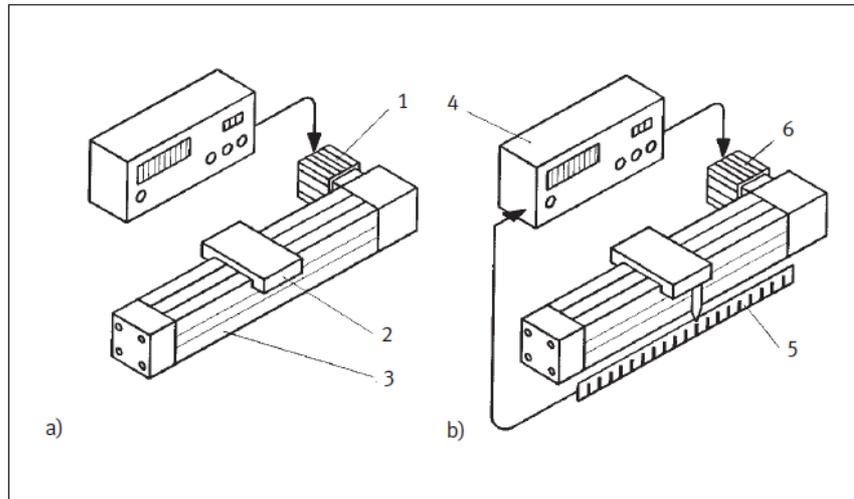


Figura II-8: Lazo abierto y cerrado de posicionamiento

- a) Control abierto
- b) Circuito de regulación
- 1. Motor paso a paso
- 2. Carro
- 3. Eje de posicionamiento
- 4. Unidad de programación y control
- 5. Sistema de medición de recorrido
- 6. Servomotor

¿Cómo pueden medirse recorridos o ángulos?

Existen muchas posibilidades para hacerlo y los sistemas de medición pueden tener diversos grados de sensibilidad. Los sistemas de medición se clasifican básicamente en sistemas de medición absoluta y relativa (incremental). Los sistemas de medición absoluta indican siempre la distancia en relación con un punto cero. Los sistemas de medición relativa efectúan una suma o resta incremental en función de la posición anterior. La distancia frente al punto cero o punto de referencia es en consecuencia el resultado de una operación de cálculo. Los sistemas de medición de recorrido más importantes se indican en la (Figura II-9). Hay disponibles muchos sistemas, tanto lineales como circulares.

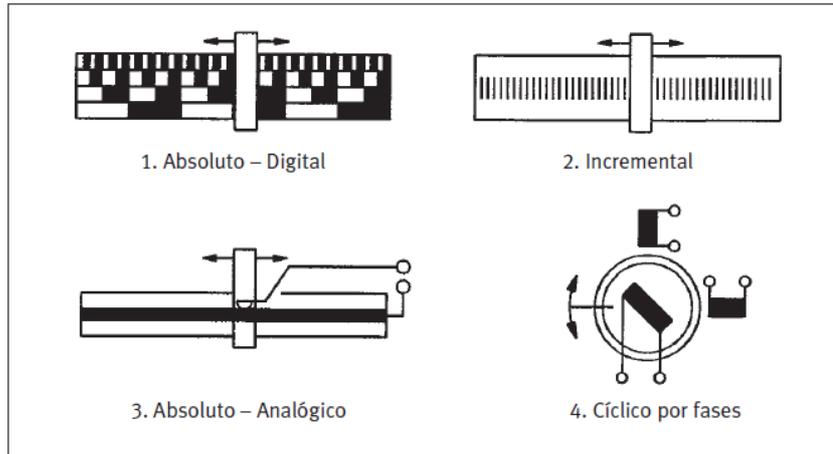


Figura II-9: Ejecuciones de sistemas de medición de recorridos

Si el actuador es giratorio (por lo que lleva engranajes intermedios), también es posible detectar los dientes de un engranaje, considerando cada diente como una unidad incremental. En la (Figura II-10) se muestra un ejemplo al respecto. Los dientes se detectan sin establecer un contacto mecánico. Sin embargo, con ello todavía no se conoce el sentido del giro. Para conseguirlo es necesario disponer de elementos adicionales.

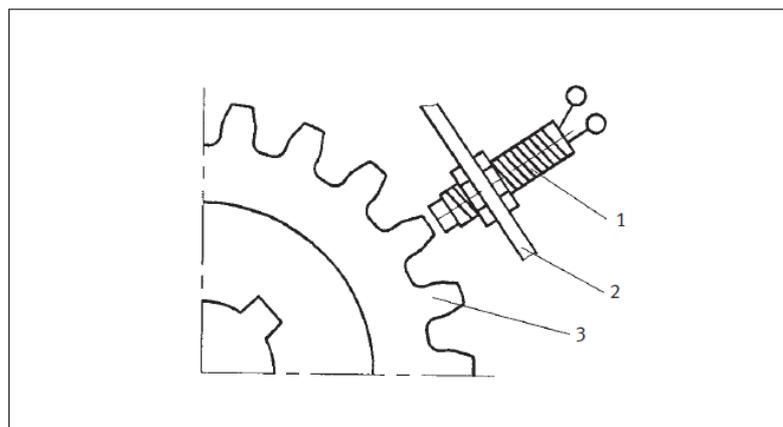


Figura II-10: Medición magnética del recorrido

2.2.7.1.1 Ejes de posicionamiento electromecánicos.

Estos ejes se distinguen por tener, como mínimo, una cadena de acción en dos etapas con el fin de conseguir un movimiento lineal de determinadas características mediante un husillo o una correa dentada de movimiento continuo. Los sistemas neumáticos, por lo contrario, tienen una sola etapa y, en consecuencia, también son calificados de actuadores directos. Un eje electromecánico de posicionamiento consta de las siguientes partes:

- Eje que ejecuta el movimiento, con motor, brida del motor y acoplamiento
- Sistema de medición del recorrido, integrado o externo
- Electrónica funcional, por ejemplo servo-amplificador según tipo del motor, de uno o varios ejes
- Conjuntos de cables preconfeccionados

Los sistemas de accionamiento por husillo y por cadena dentada son los más difundidos. Su funcionamiento se explica en la (Figura II-11). Los ejes de posicionamiento pueden estar dotados de diversos tipos de motores.

Los motores de paso a paso con un rendimiento <1 kW son ideales para las aplicaciones de la técnica de manipulación. El motor es el eslabón de unión entre la información digital y el movimiento incremental.

A modo de alternativa también pueden utilizarse servomotores. Se trata de motores eléctricos que están incluidos en un circuito cerrado de regulación, debiéndose detectar los parámetros correspondientes (revoluciones, posición o ángulo). Estos motores pueden seguir con precisión los valores teóricos o de consigna y son muy versátiles al cambiar dichos valores.

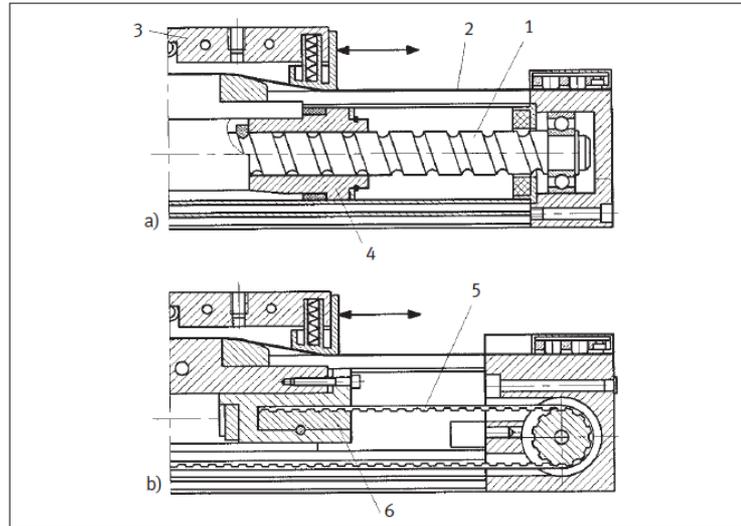


Figura II-11: Formas constructivas de ejes electromecánicos de posicionamiento

- a) Eje de accionamiento por husillo; velocidad máxima 1,7 m/s; carrera de hasta 2 m; precisión del posicionamiento: $\pm 0,2$ mm
- b) Eje de accionamiento por correa dentada: velocidad máxima 5 m/s; carrera de hasta 5m; precisión del posicionamiento: $\pm 0,1$ mm

2.2.7.2 Evaluación y selección

Siempre llega el momento en el que el usuario tiene que decidirse a favor de determinado tipo de eje de posicionamiento. En primer término, tiene que cumplir los requisitos técnicos. Si existen diversas variantes que los cumplen, entonces el criterio decisivo está determinado por los costos. En principio puede afirmarse que, suponiendo la misma dinámica, los ejes de posicionamiento servoneumáticos son mucho más económicos que los eléctricos. El accionamiento de un eje servoneumático lo realiza una válvula posicionadora que con una capacidad de conmutación de 5 milésimas de segundo ofrece una dinámica muy elevada. Los ejes neumáticos son capaces de acelerar con hasta 10 g.

Los criterios que determinan la elección de un eje de posicionamiento son la masa, la velocidad del movimiento, la precisión de repetición y la carrera útil.

2.3 COMPONENTES NEUMÁTICOS

2.3.1 Generalidades

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

Las ventajas que presenta el uso de la neumática son el bajo coste de sus componentes, su facilidad de diseño e implementación y el bajo par o la fuerza escasa que puede desarrollar a las bajas presiones con que trabaja (típico 6 bar) lo que constituye un factor de seguridad. Otras características favorables son el riesgo nulo de explosión, su conversión fácil al movimiento giratorio así como al lineal, la posibilidad de transmitir energía a grandes distancias, una construcción y mantenimiento fáciles y la economía en las aplicaciones.

Entre las desventajas figura la imposibilidad de obtener velocidades estables debido a la compresibilidad del aire y las posibles fugas que reducen el rendimiento.

La neumática precisa de una estación de generación y preparación del aire comprimido formado por un compresor de aire, un depósito, un sistema de preparación del aire (filtro, lubricador y regulador de presión), una red de tuberías para llegar al utilizador y un conjunto de preparación del aire para cada dispositivo neumático individual (Figura II-12).

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

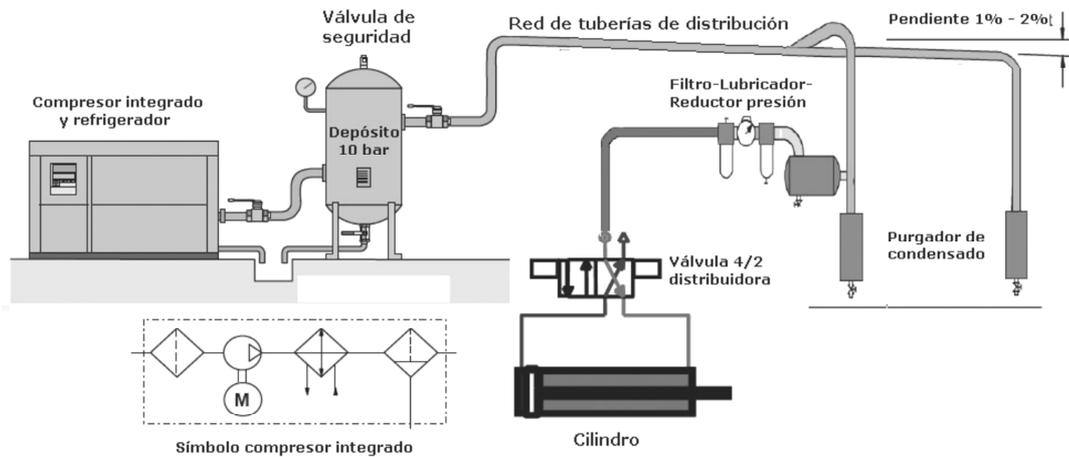


Figura II-12: Preparación del aire

En determinadas aplicaciones, tales como en movimientos de aproximación rápido y avance lento, típicos de las fresadoras y rectificadoras, en la sujeción de piezas utilizada en los cortes a alta velocidad sobre materiales duros y en la automatización de procesos de producción, se combinan la neumática y la hidráulica en un *circuito oleoneumático*, utilizando la parte neumática para el accionamiento y control, y la parte hidráulica para el actuador.

2.3.2 Actuadores neumáticos

Los actuadores neumáticos son los que realizan directamente el trabajo, y están clasificados en dos grandes grupos de acuerdo a su función: actuadores lineales y actuadores rotativos.

Cabe anotar que el término actuador aplica para todos aquellos dispositivos que cumplen la función de trabajo en los circuitos neumáticos; entre ellos destacamos los cilindros y motores neumáticos.

2.3.2.1 Cilindros neumáticos



Figura II-13: Cilindros Neumáticos

Los cilindros son dispositivos motrices en los equipos neumáticos ya que transforman la energía estática del aire a presión, en movimientos rectilíneos de avance y retroceso.

Este tipo de actuadores tienen utilidades considerables en el campo de la técnica de automatización. El posicionamiento, montaje y manipulación, ya sea para elevar, alimentar, desplazar, posicionar o cambiar de dirección, son ejemplos de su uso.

Las acciones que realizan los cilindros son las de empujar y halar. Estos realizan su mayor esfuerzo cuando empujan, ya que la presión actúa sobre la cara del émbolo que no lleva vástago y así se aprovecha la mayor superficie, cumpliendo con el principio de que a mayor área mayor fuerza.

Algunas características a tener en cuenta en la selección de un actuador son las siguientes:

- El principio de operación (doble efecto - simple efecto)
- Diámetro del émbolo
- Longitud de la carrera de desplazamiento
- Fuerza-Velocidad del embolo

2.3.2.1.1 Cilindro de simple efecto

Su característica principal es que puede producir movimiento en un solo sentido o dirección, el cilindro ejecuta un trabajo mecánico de avance y su retorno puede darse por efecto de un muelle de reposición, o bien por fuerza externa (carrera en vacío); debe tener además una conexión para escape de aire.

Partes de un cilindro de simple efecto

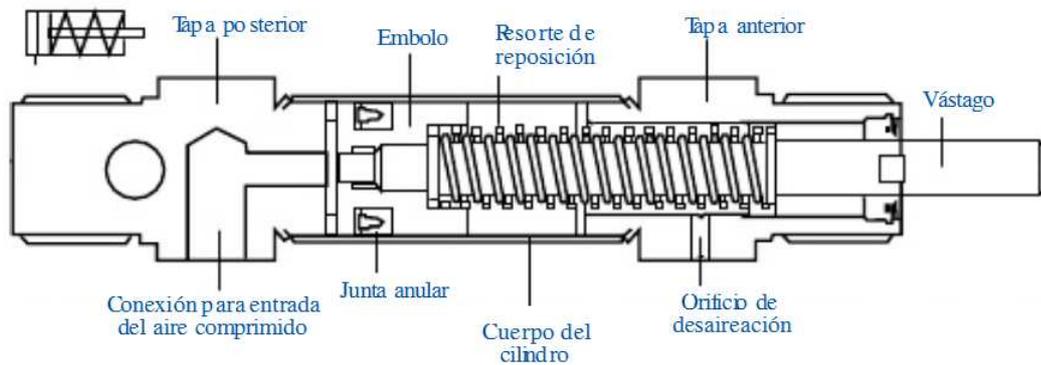


Figura II-14: Cilindro de simple efecto

2.3.2.1.2 Cilindro de doble efecto

Partes de un cilindro de doble efecto

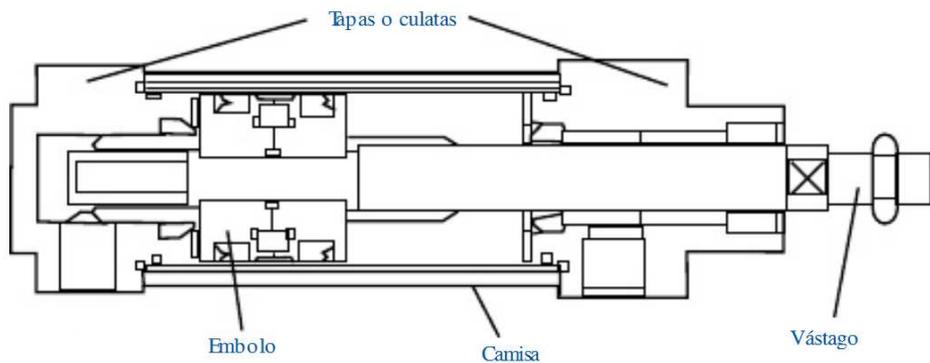


Figura II-15: Cilindro de doble efecto

Los requerimientos de fuerza, velocidades, durabilidad, montaje y dimensionamiento de los actuadores neumáticos tendrán que ser cumplidas por productos encontrados en el mercado. Las diferentes aplicaciones industriales exigen características especiales de los actuadores estándar, por ejemplo el tipo de vástago para el acoplamiento mecánico con los dispositivos. Los cilindros de doble efecto presentan las siguientes características:

- Realizan trabajo en doble sentido
- Carreras máximas hasta 3000 mm con derecho a pandearse
- Si el vástago está sometido a un esfuerzo radial y aparece el problema deflexión se recomienda aplicar rotula

2.3.2.1.3 CÁLCULO DE LA FUERZA DE LOS CILINDROS NEUMÁTICOS

El diámetro del émbolo establece la fuerza que puede realizar el actuador. Inicialmente tendremos en cuenta la fórmula:

$$P = F/A$$

Donde:

P = es la presión en N/cm^2

F = es la fuerza en Newton

A = es la superficie del émbolo en cm^2

De la fórmula $P = F/A$. despejamos la fuerza, entonces $F = P * A$.

Como la presión que se maneja a nivel industrial normalmente esta estandarizada en 6 bar, nos damos cuenta entonces que la fuerza del cilindros está determinada por el diámetro del émbolo.

2.3.3 Componentes de control

2.3.3.1 Electroválvulas

Para poder controlar los periodos o lapso de cierto fluido, a través de los diferentes sistemas que trabajan con aire comprimido, es necesario interponer entre el sistema de control y el actuador, una interface que sirva para la conversión de la señal de control, que

está basada en corriente eléctrica, en movimiento mecánico que obstruya o permita el paso del aire a presión.



Figura II-16: Electroválvula

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

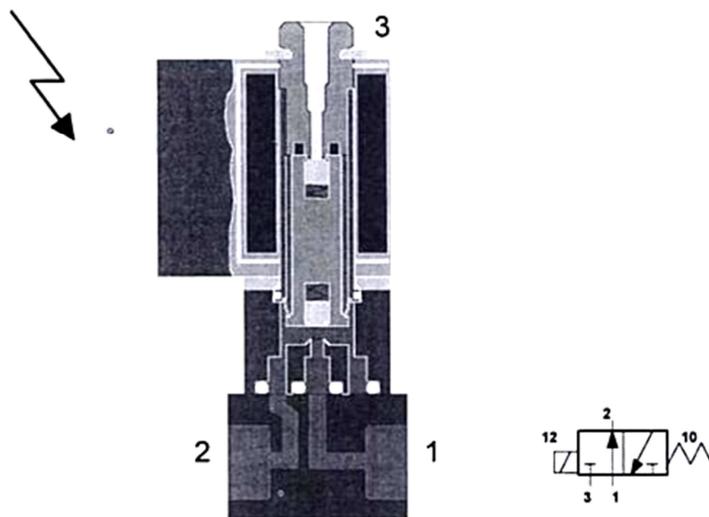


Figura II-17: Válvula solenoide piloto en posición de operación

El diseño es fruto de la relación entre la cantidad de aire empleado y la energía eléctrica consumida. En el caso de un gran volumen de aire, el orificio de entrada debe ser mayor, aunque esto exija un resorte más fuerte para mantener la junta de la parte inferior sellada

contra un área mayor. Cuanto más fuerte sea el resorte, más potente deberá ser el campo magnético y por lo tanto, se necesitará más energía eléctrica. La exigencia de bajo consumo eléctrico implica que la válvula deberá tener un orificio de entrada pequeño, normalmente de entre 1 y 2 mm de diámetro. Excepto en aplicaciones de poco consumo de aire, este tipo de válvulas solenoide incorporan un piloto que hace funcionar una válvula que necesita mayor volumen de aire.

2.3.3.2 Reguladores de caudal



Figura II-18: Regulador de caudal

Son dispositivos que se instalan sobre los orificios de entrada o salida de aire en los diferentes sistemas mecánicos. Su principal función es controlar la velocidad del desplazamiento del vástago de los cilindros. Si el caudal es muy grande, el cilindro actúa casi instantáneo.

2.3.4 Componentes de tratamiento de aire



Figura II-19: Unidad de mantenimiento

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

- Filtro de aire comprimido.
- Regulador de presión.
- Lubricador de aire comprimido.

La presión de trabajo no debe sobrepasar el valor estipulado en la unidad, y la temperatura no deberá ser tampoco superior a 50° C (valores máximos para recipiente de plástico).

2.3.4.1 Filtro de aire comprimido



Figura II-20: Filtro de aire comprimido

El filtro tiene la misión de extraer del aire comprimido circulante todas las impurezas y el agua condensada. En los procesos de automatización neumática se tiende cada vez a miniaturizar los elementos (problemas de espacio), fabricarlos con materiales y procedimientos con los que se pretende el empleo cada vez menor de los lubricadores. Consecuencia de esto es que cada vez tenga más importancia el conseguir un mayor grado de pureza en el aire comprimido, para lo cual se crea la necesidad de realizar un filtraje que garantice su utilización. El filtro tiene por misión:

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

Generalmente trabajan siguiendo el siguiente proceso: El aire entra en el depósito a través de un deflector direccional, que le obliga a fluir en forma de remolino.

Consecuentemente, la fuerza centrífuga creada arroja las partículas líquidas contra la pared del vaso y éstas se deslizan hacia la parte inferior del mismo, depositándose en la zona de calma. La pantalla separadora evita que con las turbulencias del aire retornen las condensaciones. El aire continúa su trayecto hacia la línea pasando a través del elemento filtrante que retiene las impurezas sólidas. Al abrir el grifo son expulsadas al exterior las partículas líquidas y sólidas en suspensión. El agua no debe pasar del nivel marcado que normalmente traen los elementos, puesto que en la zona turbulenta el agua sería de nuevo arrastrada por el aire.

La condensación acumulada en la parte inferior del recipiente se deberá vaciar antes de que alcance la altura máxima admisible, a través del tornillo de purga. Si la cantidad que se condensa es grande, conviene montar una purga automática de agua.

2.3.4.2 Regulador de presión



Figura II-21: Regulador de presión

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

Para su aplicación en neumática debemos entender su funcionamiento y comportamiento ante las variaciones bruscas de presión de salida o frente a demandas altas de caudal.

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

El pasaje de aire reducido determina que la presión en la salida o secundario tenga un valor inferior.

La presión secundaria a su vez actúa sobre la membrana de manera tal que cuando excede la presión del resorte se flexa y el disco superior baja hasta cerrar totalmente el paso de aire desde el primario. Si el aumento de presión es suficientemente alto, la flexión de la membrana permitirá destapar la perforación central con lo cual el aire tendrá la posibilidad de escapar a la atmósfera aliviando la presión secundaria. Cuando la presión vuelve a su nivel normal la acción del resorte nuevamente abre la válvula y la deja en posición normal.

2.3.4.3 Lubricador de aire comprimido



Figura II-22: Lubricador de aire comprimido

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

Son aparatos que regulan y controlan la mezcla de aire-aceite. Los aceites que se emplean deben ser:

- Muy fluidos.
- Contener aditivos antioxidantes.
- Contener aditivos antiespumantes.
- No perjudicar los materiales de las juntas.

- Tener una viscosidad poco variable trabajando entre 20 y 50°C.

No pueden emplearse aceites vegetales (Forman espuma). Los lubricadores trabajan generalmente según el principio "Venturi". La diferencia de presión Δp (caída de presión) entre la presión reinante antes de la tobera y la presión en el lugar más estrecho de ésta se emplea para aspirar líquido (aceite) de un depósito y mezclarlo con el aire. El lubricador no trabaja hasta que la velocidad del flujo es suficientemente grande. Si se consume poco aire, la velocidad de flujo en la tobera no alcanza para producir una depresión suficiente y aspirar el aceite del depósito.

2.3.5 Componente auxiliares

2.3.5.1 Manguera de poliuretano US98A, UE95A



Figura II-23: Manguera de poliuretano US98A, UE95A

2.3.5.2 Racores



Figura II-24: Racores de resina acetática

2.3.5.3 Silenciadores



Figura II-25: Silenciadores

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

2.3.6 Circuitos neumáticos

2.3.6.1 Elementos de un circuito neumático

Los circuitos neumáticos utilizan aire sometido a presión como medio para transmitir fuerza. Este aire se obtiene directamente de la atmósfera, se comprime y se prepara para poder ser utilizado en los circuitos.

Observemos cómo funciona un circuito neumático y cuáles son sus elementos principales:

El **compresor** absorbe aire de la atmósfera y aumenta su presión reduciendo el volumen en el que se encuentra.

El compresor detiene su acción cuando se alcanza la presión deseada.

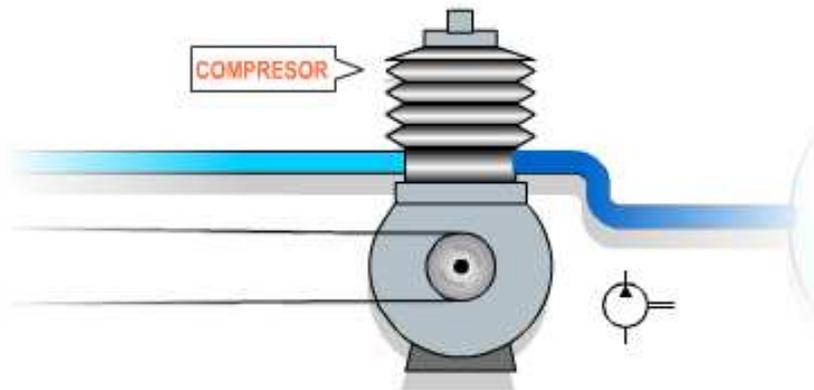


Figura II-26: Compresor

En los circuitos neumáticos existen unos elementos denominados **válvulas**, que controlan el fluido a lo largo de su recorrido por el circuito.

Un ejemplo son las **válvulas distribuidoras**, que tienen unos orificios o vías que sirven para la entrada o salida del aire y que controlan su dirección.

Para identificar el tipo de válvula hay que conocer su número de orificios y las posiciones de trabajo en las que puede funcionar. Generalmente las válvulas poseen dos posiciones, la posición de reposo y la posición de trabajo.

Observa en la siguiente la (Figura II-27) cómo funciona una válvula distribuidora 3/2 y en qué consisten estas dos posiciones.

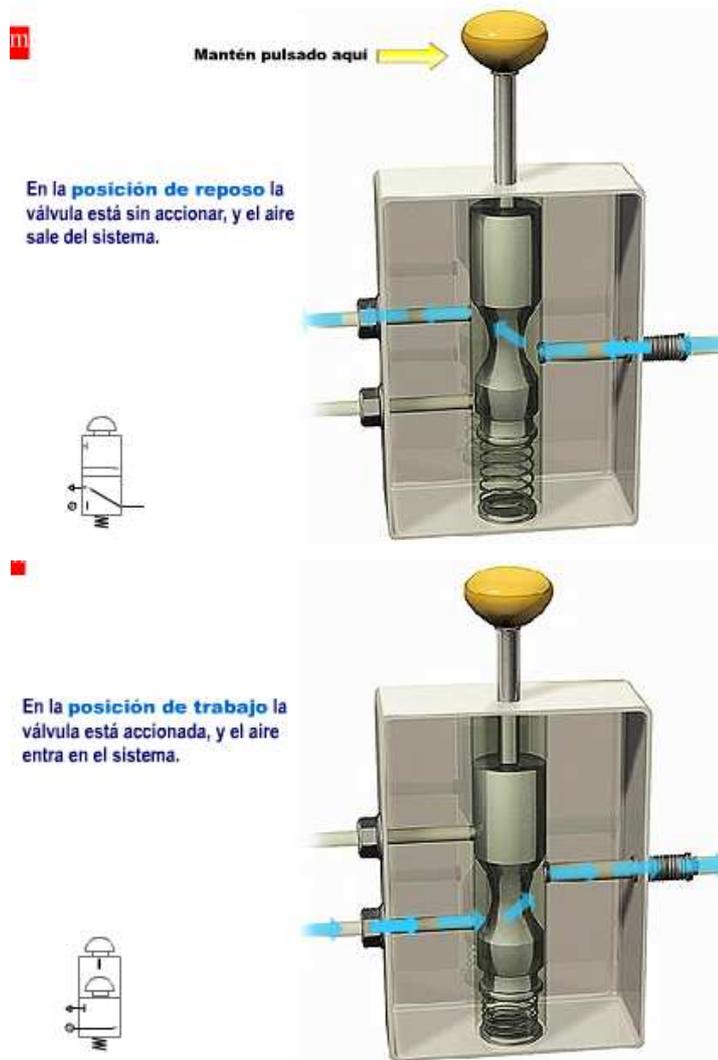


Figura II-27: Funcionamiento de una válvula distribidora

Los elementos de trabajo o actuadores constituyen el final de cualquier circuito. En los circuitos neumáticos, los actuadores más habituales son los cilindros, que realizan su trabajo gracias a la presión que les comunica el aire.

La (Figura II-28) muestra cómo funciona un cilindro de simple efecto:



Mantén pulsado para que entre aire.

El cilindro de simple efecto tiene una única conexión al aire. Cuando el aire entra en la cámara del cilindro, empuja y desplaza al émbolo. Su retorno es inmediato, generalmente gracias a un muelle que existe en su interior.

Este cilindro solo puede desarrollar esfuerzos en el movimiento de avance.

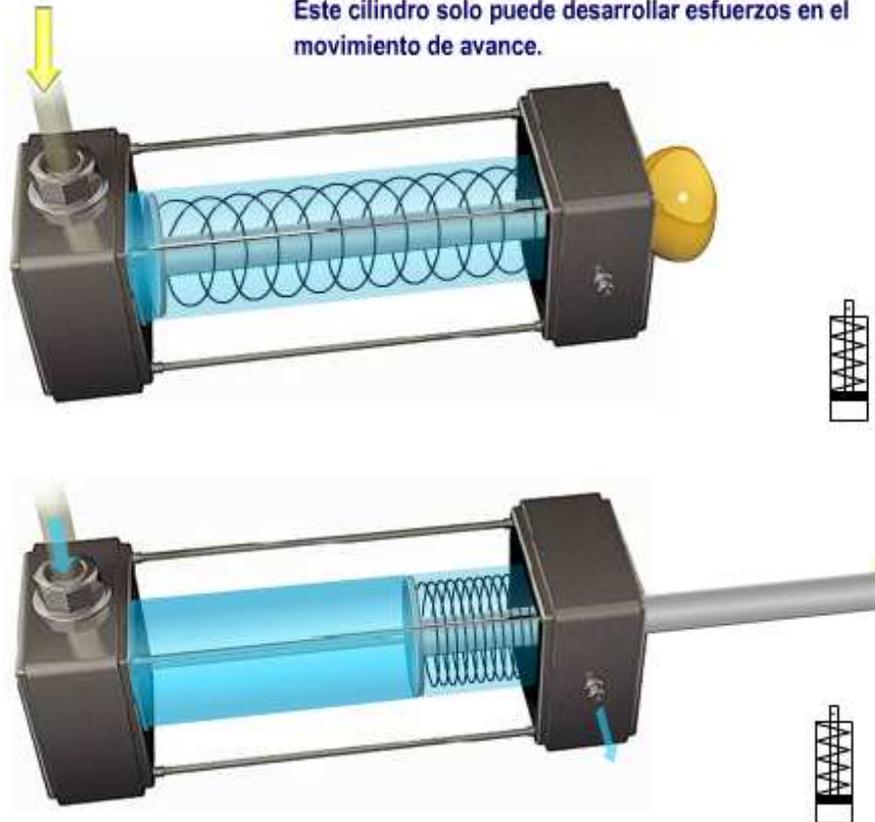


Figura II-28: Funcionamiento de un cilindro de simple efecto

Los cilindros de simple efecto tienen múltiples funciones: sujetar, expulsar, levantar, apretar, etc., y se utilizan en elevadores y gatos.

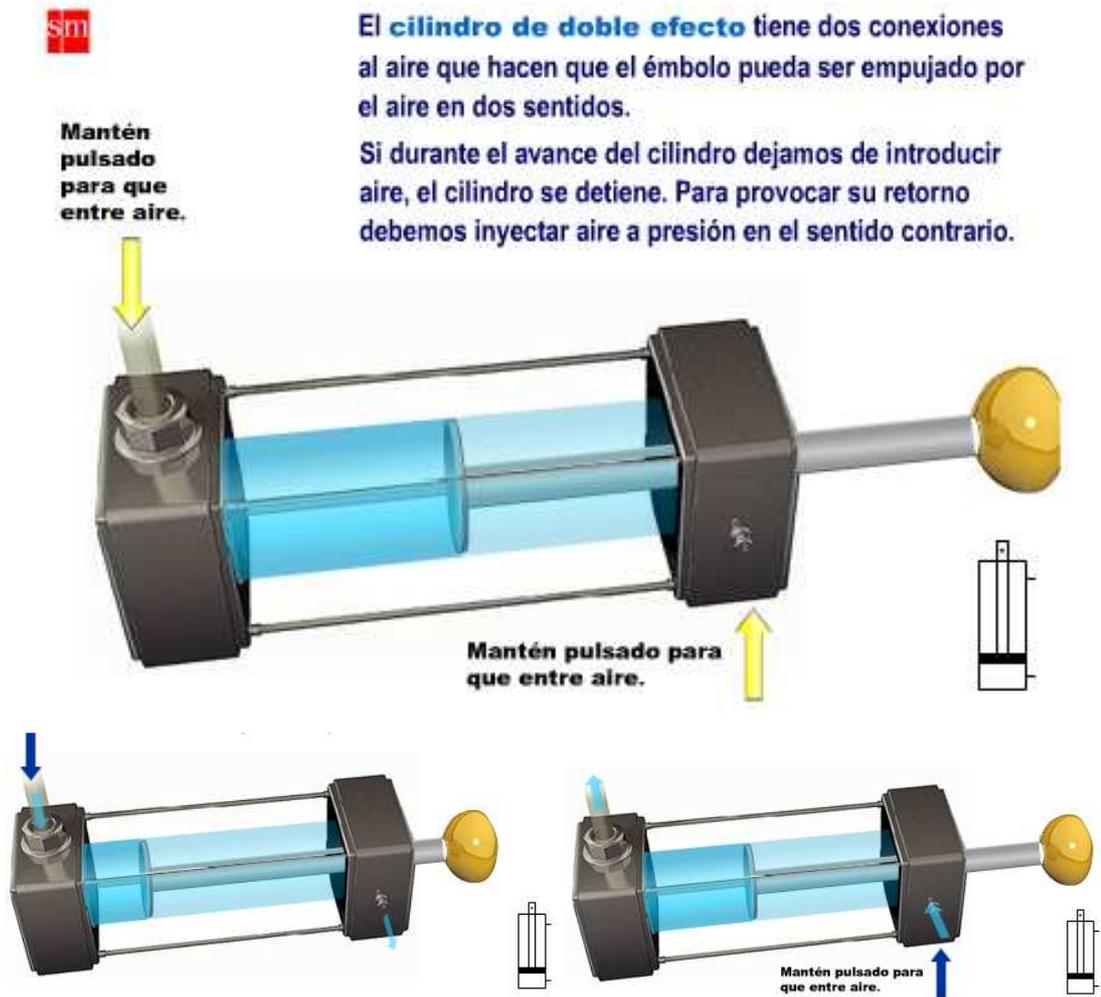


Figura II-29: Funcionamiento de un cilindro doble efecto

Los cilindros de doble efecto se utilizan especialmente cuando el émbolo también tiene que realizar alguna función al volver a su posición inicial.

¿Cómo funciona una válvula 5/2?

Funcionamiento de una válvula 5/2 conectada a un cilindro de doble efecto



Figura II-30: Funcionamiento de una válvula 5/2

2.3.6.2 Mando directo

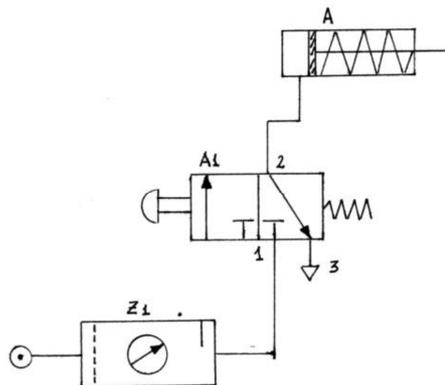


Figura II-31: Circuito neumático de mando directo

El concepto de mando directo representa el modo más sencillo de controlar el funcionamiento de un cilindro, dado que allí participa solo una válvula con función de distribución y de mando.

Algunos procesos utilizan actuadores pequeños y por lo tanto de bajo consumo de caudal de aire; en algunos casos, dichos actuadores son comandados con válvulas de mando, cuyos conductos son de diámetro de paso también pequeños y suministran el caudal necesario para realizar el trabajo; éste tipo de mando es llamado “mando directo”.

2.4 RELÉS

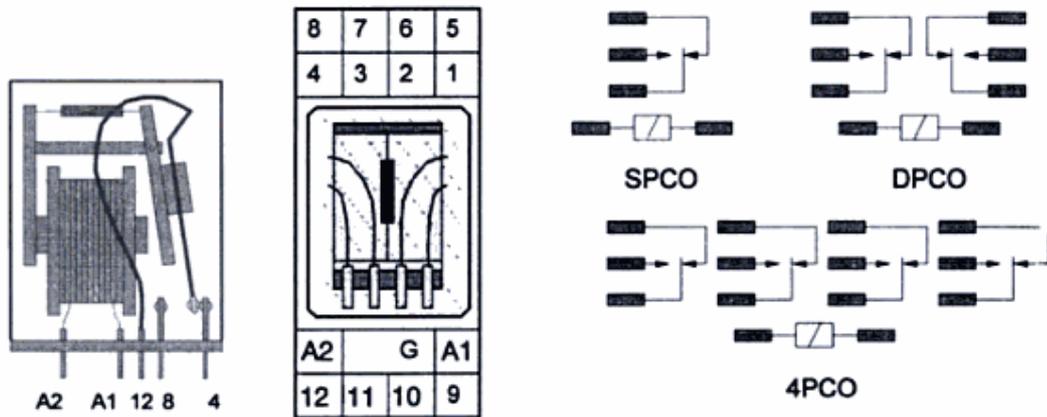


Figura II-32: Relé electromecánico típico

La (Figura II-32) muestra un relé electromecánico típico. Cuando el electroimán está desconectado, un resorte mantiene una palanca lejos del polo magnético. Esta palanca forma parte del circuito magnético y soporta aisladamente una barra de contacto que normalmente se mantiene contra el contacto del lado derecho. Al pasar energía a través de la bobina electromagnética, la placa es empujada contra el resorte completando así el circuito magnético, de manera que el contacto cerrado se desplazará hasta abrirse y cerrar el contacto que está abierto.

A menudo los relés poseen una serie de contactos, cada uno de los cuales integran un circuito separado y se encuentran normalmente en grupos de 2, 3, 4, 5 y 6. Los diagramas de la (Figura II-32) muestran representaciones típicas.

2.5 MOTOR DE CORRIENTE DIRECTA

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

2.5.1 Definición

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

2.5.2 Fundamentos de operación

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

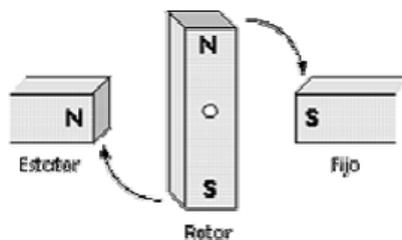


Figura II-33: Principio de funcionamiento de un motor

Un motor eléctrico opera primordialmente en base a dos principios: El de inducción, descubierto por Michael Faraday en 1831; que señala, que si un conductor se mueve a través de un campo magnético o está situado en las proximidades de otro conductor por el que circula una corriente de intensidad variable, se induce una corriente eléctrica en el primer conductor. Y el principio que André Ampère observó en 1820, en el que establece: que si una corriente pasa a través de un conductor situado en el interior de un campo magnético, éste ejerce una fuerza mecánica o f.e.m. (fuerza electromotriz), sobre el conductor.

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

2.5.3 Utilización de los motores de corriente continua o corriente directa

Se utilizan en casos en los que es importante el poder regular continuamente la velocidad del motor, además, se utilizan en aquellos casos en los que es imprescindible utilizar corriente directa, como es el caso de motores accionados por pilas o baterías. Este tipo de motores debe de tener en el rotor y el estator el mismo número de polos y el mismo número de carbones.

2.5.4 Partes fundamentales

2.5.4.1 Estator

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



Figura II-34: Estator

2.5.4.2 Rotor

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



Figura II-35: Rotor

2.5.4.3 Escobillas

Normalmente son dos tacos de grafito que hacen contacto con las bobinas del rotor. A medida que éste gira, la conexión se conmuta entre unas y otras bobinas, y debido a ello se producen chispas que generan calor. Las escobillas se fabrican normalmente de grafito, y su nombre se debe a que los primeros motores llevaban en su lugar unos paquetes hechos con alambres de cobre dispuestos de manera que al girar el rotor "barrían", como pequeñas escobas, la superficie sobre la que tenían que hacer contacto.

2.5.4.4 Colector

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

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

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

2.5.5 Excitación

La forma de conectar las bobinas del estator es lo que se define como tipo de excitación. Podemos distinguir entre:

2.5.5.1 Independiente

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

2.5.5.2 Serie

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

2.5.5.3 Paralelo

Estator y rotor están conectados a la misma tensión, lo que permite un perfecto control sobre la velocidad y el par.

2.5.5.4 COMPOUND

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

2.5.6 Velocidad del motor C.C

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

1. La velocidad es proporcional al valor de la tensión media de corriente continua, esto es válido siempre que se mantengan constantes, las condiciones de excitación y el par mecánico.
2. El valor de la tensión media aplicada a las conexiones de la armadura del motor se distribuye fundamentalmente de la forma:

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

U : Tensión media aplicada.

$(R.I)$: Caída de tensión debida a la corriente que circula por el inducido.

E : Fuerza contra electromotriz inducida (velocidad).

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

2.6 MOTOR PASO A PASO (STEPPER MOTORS)

Los motores paso a paso son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos muy precisos.

La característica principal de estos motores es el hecho de poder moverlos un paso a la vez por cada pulso que se le aplique. Este paso puede variar desde 90° hasta pequeños movimientos de tan solo 1.8° , es decir, que se necesitarán 4 pasos en el primer caso (90°) y 200 para el segundo caso (1.8°), para completar un giro completo de 360° .

Estos motores poseen la habilidad de poder quedar enclavados en una posición o bien totalmente libres. Si una o más de sus bobinas están energizadas, el motor estará enclavado en la posición correspondiente y por el contrario quedará completamente libre si no circula corriente por ninguna de sus bobinas.

2.6.1 Principio de funcionamiento

Básicamente estos motores están constituidos normalmente por un rotor sobre el que van aplicados distintos imanes permanentes y por un cierto número de bobinas excitadoras bobinadas en su estator.

Las bobinas son parte del estator y el rotor es un imán permanente. Toda la conmutación (o excitación de las bobinas) deberá ser externamente manejada por un controlador.

2.6.2 Tipos

Existen dos tipos de motores paso a paso.

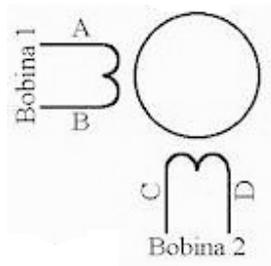


Figura II-36: Motor PAP bipolar

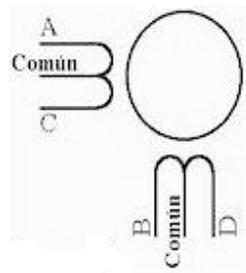


Figura II-37: Motor PAP unipolar

2.6.2.1 Motor PAP bipolar

Estos tienen generalmente cuatro cables de salida (Figura II-36). Necesitan ciertas técnicas para ser controlados, debido a que requieren del cambio de dirección del flujo de corriente a través de las bobinas en la secuencia apropiada para realizar un movimiento. En la (Figura II-38) podemos apreciar un ejemplo de control de estos motores mediante el uso de un puente en H (H-Bridge). Como se aprecia, será necesario un H-Bridge por cada bobina del motor, es decir que para controlar un motor Paso a Paso de 4 cables (dos bobinas), necesitaremos usar dos H-Bridges iguales. En general es recomendable el uso de H-Bridge integrados como son los casos del L293

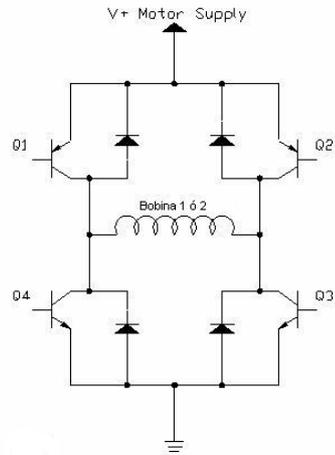


Figura II-38: Control de motor PAP con puente H

2.6.2.2 Motor PAP unipolar

Estos motores suelen tener 6 o 5 cables de salida, dependiendo de su conexión interna (Figura II-37). Este tipo se caracteriza por ser más simple de controlar. En la (Figura II-39) podemos apreciar un ejemplo de conexión para controlar un motor paso a paso unipolar mediante el uso de un ULN2803, el cual es una array de 8 transistores tipo Darlington capaces de manejar cargas de hasta 500mA. Las entradas de activación (Activa A, B, C y D) pueden ser directamente activadas por un microcontrolador.

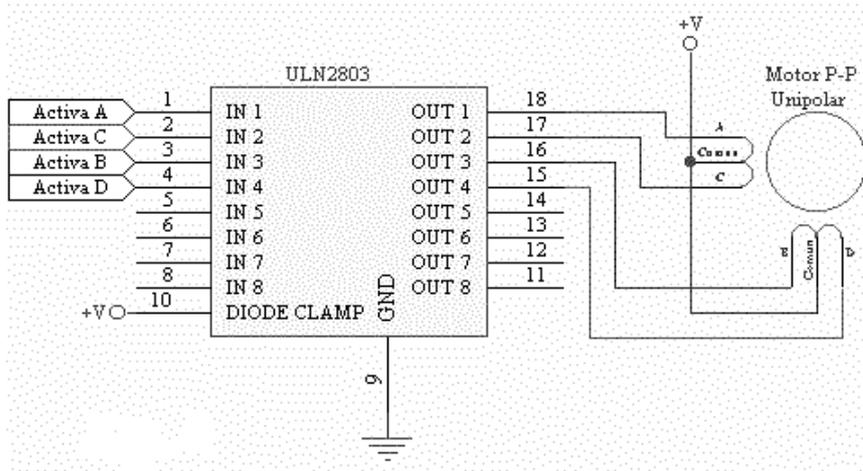


Figura II-39: Motor PAP controlado por un ULN2803

2.6.3 Secuencias para el control de motores PAP

2.6.3.1 Secuencia para motores PAP Bipolares

Estos motores necesitan la inversión de la corriente que circula en sus bobinas en una secuencia determinada. Cada inversión de la polaridad provoca el movimiento del eje en un paso, cuyo sentido de giro está determinado por una secuencia

A continuación se puede ver la tabla con la secuencia necesaria para controlar motores paso a paso del tipo Bipolares:

Tabla II-I Secuencia de motor PAP bipolar

PASO	TERMINALES			
	A	B	C	D
1	+V	-V	+V	-V
2	+V	-V	-V	+V
3	-V	+V	-V	+V
4	-V	+V	+V	-V

2.6.3.2 Secuencia para motores PAP unipolares

Existen tres secuencias posibles para este tipo de motores, las cuales se detallan a continuación. Para revertir el sentido de giro, simplemente se deben ejecutar las secuencias en modo inverso.

2.6.3.2.1 Secuencia normal

Esta es la secuencia más usada y la que generalmente recomienda el fabricante.

Con esta secuencia el motor avanza un paso por vez y debido a que siempre hay al menos dos bobinas activadas, se obtiene un alto torque de paso y de retención.

Tabla II-II: Secuencia normal

PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	ON	ON	OFF	OFF	
2	OFF	ON	ON	OFF	
3	OFF	OFF	ON	ON	
4	ON	OFF	OFF	ON	

2.6.3.3 Secuencia WAVE DRIVE

En esta secuencia se activa solo una bobina a la vez. En algunos motores esto brinda un funcionamiento más suave. La contrapartida es que al estar solo una bobina activada, el torque de paso y retención es menor.

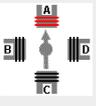
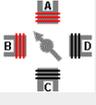
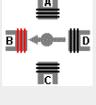
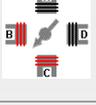
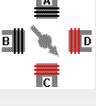
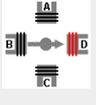
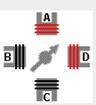
Tabla II-III: Secuencia WAVE DRIVE

PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	ON	OFF	OFF	OFF	
2	OFF	ON	OFF	OFF	
3	OFF	OFF	ON	OFF	
4	OFF	OFF	OFF	ON	

2.6.3.4 Secuencia de medio paso

En esta secuencia se activan las bobinas de tal forma de brindar un movimiento igual a la mitad del paso real. Para ello se activan primero 2 bobinas y luego solo 1 y así sucesivamente. Como vemos en la tabla la secuencia completa consta de 8 movimientos en lugar de 4.

Tabla II-IV: Secuencia de medio paso

PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	ON	OFF	OFF	OFF	
2	ON	ON	OFF	OFF	
3	OFF	ON	OFF	OFF	
4	OFF	ON	ON	OFF	
5	OFF	OFF	ON	OFF	
6	OFF	OFF	ON	ON	
7	OFF	OFF	OFF	ON	
8	ON	OFF	OFF	ON	

Como comentario final, cabe destacar que debido a que los motores paso a paso son dispositivos mecánicos y como tal deben vencer ciertas inercias, el tiempo de duración y la frecuencia de los pulsos aplicados es un punto muy importante a tener en cuenta. En tal sentido el motor debe alcanzar el paso antes que la próxima secuencia de pulsos comience. Si la frecuencia de pulsos es muy elevada, el motor puede reaccionar en alguna de las siguientes formas:

- Puede que no realice ningún movimiento en absoluto.
- Puede comenzar a vibrar pero sin llegar a girar.
- Puede girar erráticamente.
- Puede llegar a girar en sentido opuesto.

Para obtener un arranque suave y preciso, es recomendable comenzar con una frecuencia de pulso baja y gradualmente ir aumentándola hasta la velocidad deseada sin superar la máxima tolerada. El giro en reversa debería también ser realizado previamente bajando la velocidad de giro y luego cambiando el sentido de rotación.

CAPITULO III

SENSORES

3.1 INTRODUCCIÓN: SENSORES Y MAGNITUDES

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

Un sensor es un dispositivo diseñado para recibir información de una magnitud del exterior y transformarla en otra magnitud, normalmente eléctrica, para que seamos capaces de cuantificar y manipular.

Los sensores son un tipo concreto de transductores que se caracterizan porque son usados para medir la variable transformada. La magnitud física que suele ser empleada por los sensores es tensión eléctrica, por la facilidad del trabajo con ella.

Dado que hay seis tipos de señales: mecánicas, térmicas, magnéticas, eléctricas, ópticas y moleculares (químicas), cualquier dispositivo que convierta un tipo de señal en otro tipo de señales considerado como un transductor, y la señal de salida podría ser de cualquier forma física "útil".

3.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE MEDIDA

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

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

3.3 CARACTERÍSTICAS DESEABLES DE LOS TRANSDUCTORES

3.3.1 Exactitud

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

3.3.2 Precisión

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

3.3.3 Rango de funcionamiento

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

3.3.4 Velocidad de respuestas

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

3.3.5 Calibración

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

3.3.6 Fiabilidad

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

3.4 CLASIFICACIÓN

Los sensores se clasifican en:

- Discretos
- Analógicos

Sensores discretos

Los sensores discretos simplemente nos indican si se encuentran detectando algún objeto ó no, esto es, generan un "1" lógico si detectan o un "0" lógico si no detectan, esta información es originada principalmente por presencia de voltaje o por ausencia de este, aunque en algunos casos la información nos la reportan por medio de un flujo de corriente eléctrica. Los sensores discretos pueden operar tanto con señales de voltajes de corriente directa (VCD) como con señales de voltajes de corriente alterna (VCA).

Entre los sensores discretos se encuentran los siguientes: sensores de presencia o final de carrera, sensor inductivo, sensor magnético, sensor capacitivo, sensor óptico.

Sensores analógicos

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

rangos, por ejemplo, de 0V a 1.5V y dentro de este rango de posibles valores que puede adquirir la señal del sensor, está comprendido el rango de medición que le es permitido al sensor de medir una variable física. En los sensores analógicos la señal que entrega puede representarse mediante variaciones de una señal de voltaje o mediante variaciones de un valor resistivo.

Entre los sensores analógicos tenemos: sensor de temperatura, RTD, termistores, termopar, de circuito integrado, galgas extensiométricas, etc.

3.4.1 Sensores de contacto

El final de carrera o sensor de contacto (también conocido como "interruptor de límite") o limit switch, 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.

Generalmente estos sensores están compuestos por dos partes: un cuerpo donde se encuentran los contactos y una cabeza que detecta el movimiento. Su uso es muy diverso, empleándose, en general, en todas las máquinas que tengan un movimiento rectilíneo de ida y vuelta o sigan una trayectoria fija, como por ejemplo ascensores, montacargas, robots, etc.

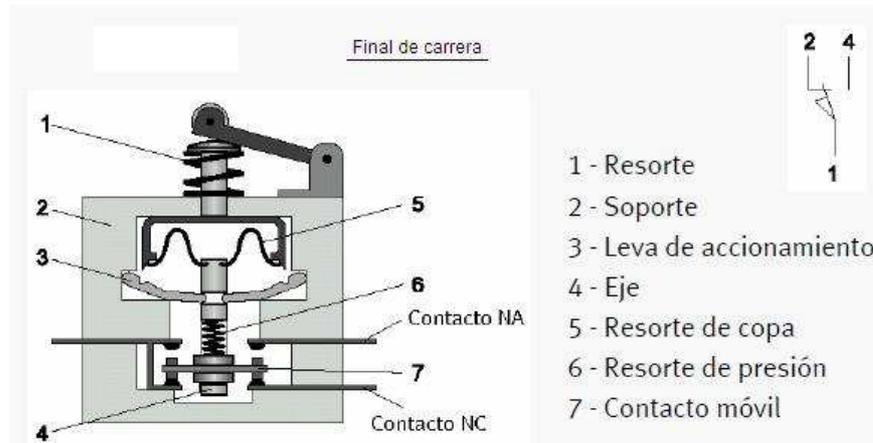


Figura III-1 Partes internas de un final de carrera.



Figura III-2: Construcción de un final de carrera

Pueden asociarse numerosos modelos al cuerpo que contiene el elemento de contacto:

- Cabezas de movimiento rectilíneo
- Cabezas de movimiento angular

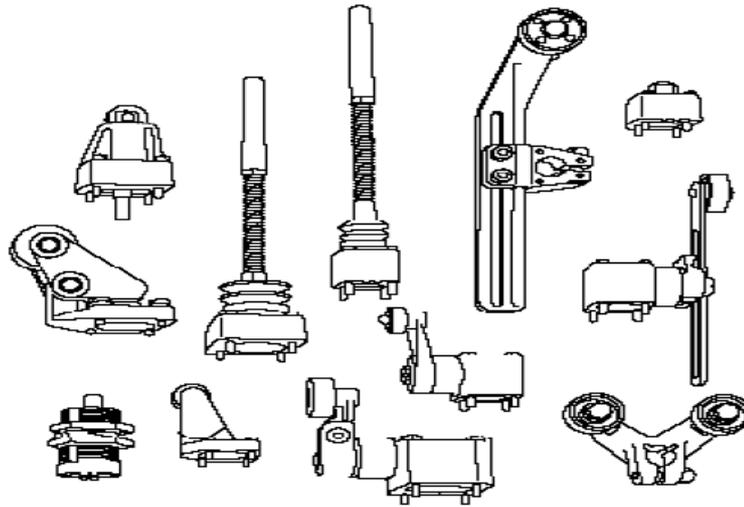


Figura III-3: Tipos de cabezas que se pueden asociar al cuerpo del sensor

3.4.1.1 Principio de funcionamiento

El movimiento mecánico en forma de leva actúa sobre la palanca de accionamiento del interruptor de posición haciendo abrir o cerrar un contacto eléctrico del interruptor.

Esta señal eléctrica se utiliza para posicionar, contar, parar o iniciar una secuencia operativa al actuar sobre los elementos de control de la máquina.

3.4.1.2 Formas de conexión

Estos sensores se pueden conectar de dos formas (normalmente cerrado o abierto) según se muestra en las (Figura III-4 y III-5)

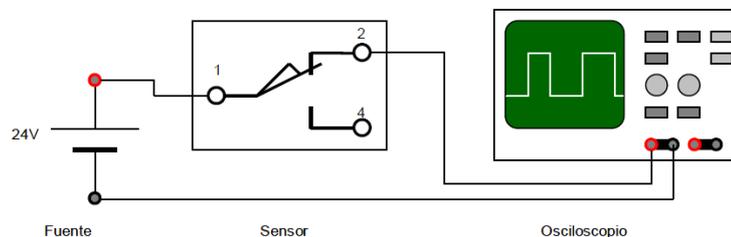


Figura III-4: Conexión normalmente cerrado

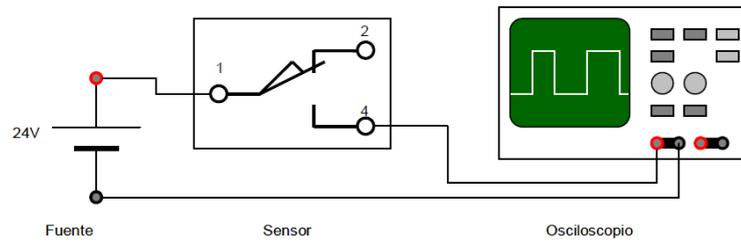


Figura III-5: Conexión normalmentemente abierto

3.4.1.3 Ventajas y desventajas

Ventajas:

- Facilidad de uso.
- Operación sencilla y visible.
- Carcasa durable.
- Cierres herméticos para una operación confiable.
- Elevada resistencia a las distintas condiciones ambientales.
- Alta repetitividad.
- Pérdida de voltaje mínimas.
- Ausencia de corriente de fuga.

Desventajas:

- Vida de los contactos más breve que en la tecnología de estado sólido.
- Los componentes mecánicos móviles se desgastan, por lo que requieren mayor mantenimiento.
- No se pueden utilizar en todas las aplicaciones.

3.4.1.4 Aplicaciones

- Apertura y cierre de puertas.
- Sistemas de cinta transportadora.
- Conteo y detección de piezas.
- Máquinas de transferencia.
- Fosas y taladros.
- Entre otras.

3.4.2 Sensor Óptico

Un sensor óptico es un dispositivo que convierte los rayos de luz en señales electrónicas. Por lo general, el sensor óptico es parte de un sistema mayor, integración de un dispositivo de medición, una fuente de luz y el sensor en sí mismo. Esto es generalmente relacionado con una activación eléctrica, que reacciona a un cambio en la señal en el sensor de luz.

Los sensores ópticos son aquellos que son capaces de detectar diferentes factores a través de un lente óptico



Figura III-6: Sensores ópticos

3.4.2.1 Principio de funcionamiento

Emisión y recepción de luz. Tanto en el emisor como en el receptor existen pequeñas lentes ópticas que permiten concentrar el haz de luz y se encuentra en un mismo encapsulado. El primero suele ser un diodo emisor de luz (LED) y el receptor un fotodiodo. Generalmente trabajan por reflexión de la luz, es decir, el emisor emite luz y si esta luz es reflejada por un objeto, el receptor lo detecta.

3.4.2.2 Tipos

Los sensores ópticos los forman los foto-interruptores de barrera, reflectivos y los encoders ópticos.

3.4.2.2.1 Foto-interruptores de barrera

Están formados por un emisor de infrarrojos y un fototransistor separados por una abertura donde se insertará un elemento mecánico que producirá un corte del haz. La salida será 0 o 1.

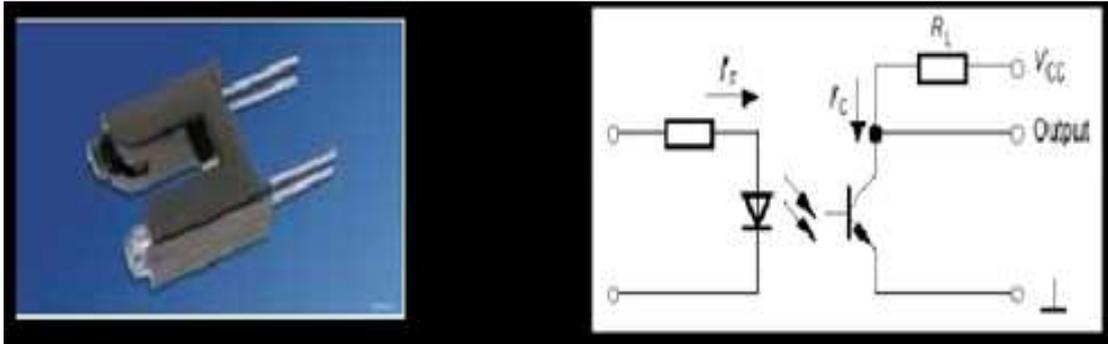


Figura III-7:Foto-interruptor de barrera

3.4.2.2.2 Foto-interruptores reflectivos

Están formados por un emisor y un receptor de infrarrojos situados en el mismo plano de superficie, que por reflexión permite detectar dos tipos de colores: blanco y negro normalmente, sobre un elemento mecánico.

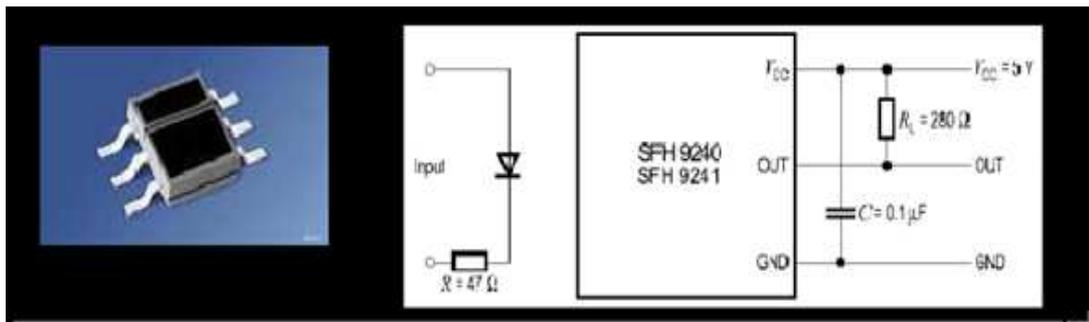


Figura III-8:Foto-interruptor reflectivo

3.4.2.2.3 Encoders ópticos

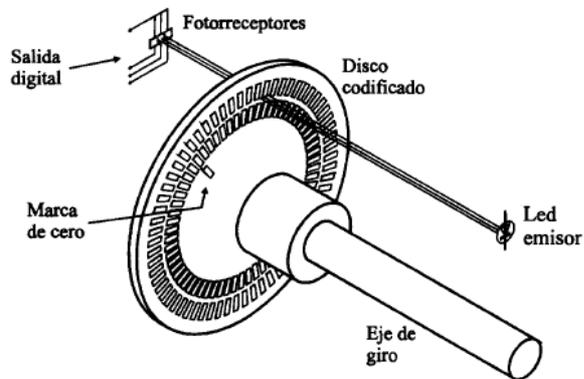


Figura III-9: Encoder óptico

Con los foto-interruptores y los reflectivos se puede montar los encoders ópticos, formados por un disco que tiene dibujado segmentos para ser detectados por los sensores. Existen dos tipos de encoders:

- **Encoders Incrementales.** Permiten que un sensor óptico detecte el número de segmentos que dispone el disco y otro sensor detecte la posición cero de dicho disco.
- **Encoders Absolutos:** Permiten conectar la posición exacta en cada momento sin tener que dar una vuelta entera para detectar el punto cero del disco. La diferencia es que se necesitan varios sensores ópticos y el disco debe de tener una codificación tipo Manchester.

3.4.2.3 Forma de conexión de un sensor óptico

Al sensor óptico hay que alimentarlo con una fuente de corriente continua de 24 V. La conexión de este sensor se muestra en la (Figura III-10)

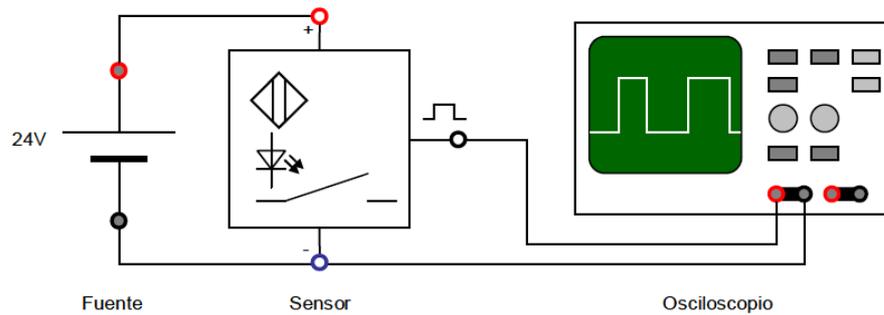


Figura III-10: Conexión de un sensor óptico

3.4.2.4 Ventajas y desventajas

Ventajas:

Los sensores ópticos, presentan importantes ventajas cuando lo que se desea es determinar propiedades físicas o químicas:

- Es un método no destructivo y no invasivo.
- Ofrece posibilidades de integración en sistemas más complejos.
- Bajo coste y tecnología bien establecida.
- Posibilidades de control a distancia de lugares poco accesibles físicamente.
- Capacidad de conformar redes espaciales de sensores para el control de parámetros en grandes superficies.

Desventajas:

- Distancia de detención corta
- Son muy sensible a factores ambientales como la humedad
- No selecciona el objeto a detectar.

3.4.2.5 Características

Algunas de las características más importantes de los sensores ópticos son las siguientes:

La luz como medio detector. Los sensores ópticos utilizan principalmente los siguientes componentes emisores:

- **LED de luz roja:** luz visible, óptima como ayuda de alineación y para el ajuste de sensor.
- **LED Infrarrojo (IR):** radiación invisible con elevada energía.
- **Laser de luz roja:** la luz visible, óptima para la detección de piezas pequeñas y elevados alcances debido a las propiedades físicas del láser.
 - Refracción de luz
 - Conducción de luz reflexión total
- **Distancia de actuación:** Una de las características de un sensor óptico es su capacidad para medir los cambios de las vigas de uno o más luz. Este cambio es más a menudo en torno a las modificaciones de la intensidad de la luz. Cuando se produce un cambio de fase, el sensor de luz actúa como un disparador fotoeléctrico, ya sea aumentando o disminuyendo la producción eléctrica, en función del tipo de sensor.

3.4.2.6 Modo de comunicación

El modo de operación de los sensores ópticos varía de acuerdo a su tipo, a continuación mencionaremos esta comunicación es en los tipos de sensores ya descritos.

Barrera de luz.

- Rango amplio (20m).
- El alineamiento es crítico.

Retro-reflectivos (Réflex)

- Rango 1-3 m.
- Popular y barato.

Reflectivo Difuso

- Rango 12-300 mm
- Barato y fácil de usar.

3.4.2.7 Aplicaciones

- Detección de piezas.
- Detección de nivel.
- Detección de objetos pequeños.
- Conteo de piezas.
- Detección de objetos brillantes.
- Detección de objetos oscuros.
- Detección de personas

3.4.3 Sensor Inductivo

Los sensores de proximidad inductivos incorporan una bobina electromagnética la cual es usada para detectar la presencia de un objeto metálico conductor. Este tipo de sensor ignora objetos no metálicos.

Los detectores de proximidad inductivos permiten detectar sin contacto objetos metálicos a una distancia de 0 a 60 mm.

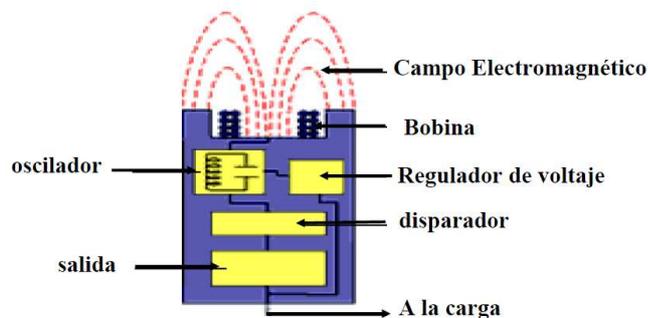


Figura III-11: Componentes de un sensor inductivo

3.4.3.1 Principio de funcionamiento

Consiste en una bobina cuya frecuencia de oscilación cambia al ser aproximado un objeto metálico a su superficie axial. Esta frecuencia es empleada en un circuito electrónico para conectar o desconectar un tiristor y con ello, lo que esté conectado al mismo, de forma

digital (ON-OFF) o, analógicamente. Si el objeto metálico se aparta de la bobina, la oscilación vuelve a empezar y el mecanismo recupera su estado original.

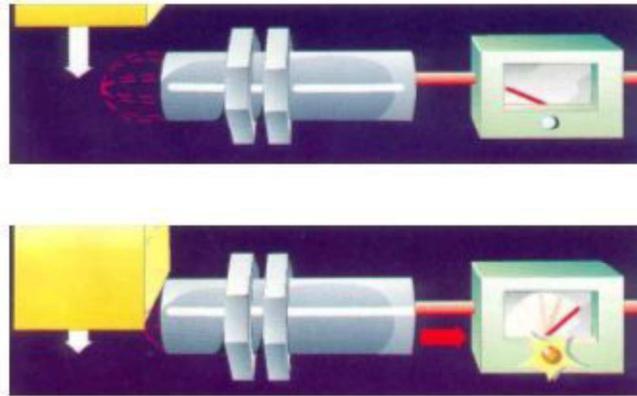


Figura III-12: Principio de funcionamiento

3.4.3.2 Forma de conexión

Al sensor inductivo hay que alimentarlo con una fuente de corriente continua de 24 V. La conexión de este sensor se muestra en la (Figura III-13)

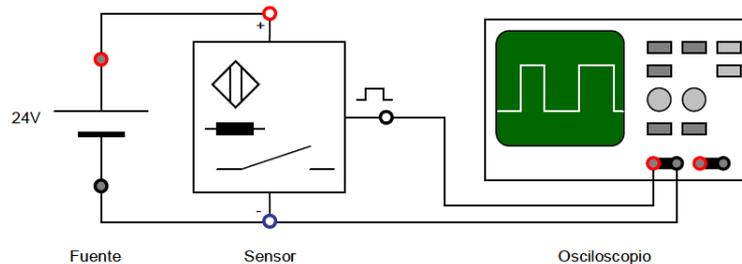


Figura III-13: Conexión de un sensor inductivo

3.4.3.3 Ventajas y desventajas

Ventajas:

- No entran en contacto directo con el objeto a detectar.
- No se desgastan.

- Tienen un tiempo de reacción muy reducido.
- Tiempo de vida largo e independiente del número de detecciones.
- Son insensibles al polvo y a la humedad.
- Incluyen indicadores LED de estado y tienen una estructura modular.

Desventajas:

- Sólo detectan la presencia de objetos metálicos.
- Pueden verse afectados por campos electromagnéticos intensos.
- El margen de operación es más corto en comparación con otros sensores.

3.4.3.4 Aplicaciones

Estos sensores se utilizan en las condiciones de trabajo más difíciles donde hay presente aceites, líquidos, polvos y vibraciones, entre algunas que se mencionan están:

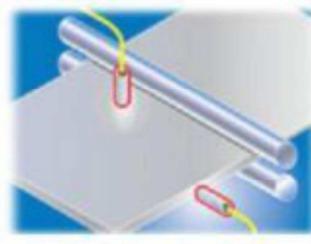
- Herramientas.
- Máquinas textiles.
- Líneas transportadoras.
- Sistema de transporte.
- Equipos de empaquetado y paletizado.
- Industria automotriz.



Detección de materiales
no ferrosos



Detección en procesos
de alimentos



Detección de bordes

Figura III-14: Ejemplos de aplicaciones

3.4.4 Sensor Capacitivo

Los sensores capacitivos aunque también detectan materiales conductores, están especialmente indicados para la detección de materiales aislantes, tales como: papel, plástico, madera, etc.

Este tipo de sensor tiene la misión de detectar aquellos materiales cuya constante dieléctrica sea mayor que la unidad (1). El sensor capacitivo basa su operación en el campo eléctrico que puede ser almacenado en un capacitor, el cual dependiendo del material dieléctrico, la carga almacenada será muy grande o pequeña, teniendo como base la constante dieléctrica del aire que es igual que 1, cualquier otro material que puede ser plástico, vidrio, agua, cartón, etc., tienen una constante dieléctrica mayor que 1.

Para detectar un material que no sea el aire, el sensor capacitivo tiene que ser ajustado para que sepa que material debe detectar. Un ejemplo para emplear este tipo de sensor es en una línea de producción en donde deben llenarse envases transparentes ya sean de vidrio o plástico, con algún líquido que inclusive puede ser también transparente.



Figura III-15: Sensor capacitivo

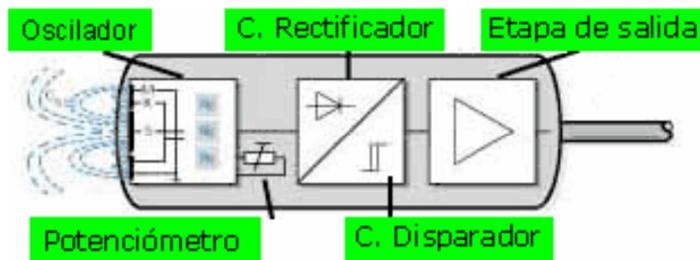


Figura III-16: Partes del sensor capacitivo

3.4.4.1 Principio de funcionamiento

Consta de una sonda situada en la parte posterior de la cara del sensor el cual es una placa condensadora. Al aplicar corriente al sensor, se genera un campo electrostático que reacciona a los cambios de la capacitancia causados por la presencia de un objeto.

Cuando el objeto se encuentra fuera del campo electrostático, el oscilador permanece inactivo, pero cuando el objeto se aproxima, se desarrolla un acoplamiento capacitivo entre éste y la sonda capacitiva. Cuando la capacitancia alcanza un límite especificado, el oscilador se activa, lo cual dispara el circuito de encendido y apagado.

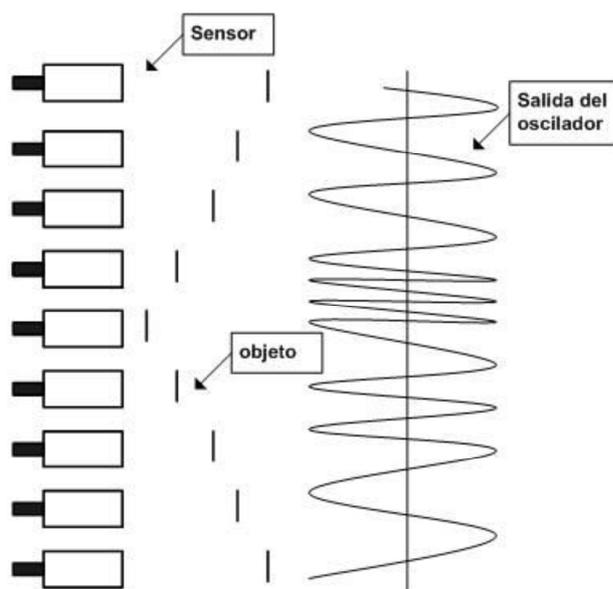


Figura III-17: Principio de funcionamiento

3.4.4.2 Forma de conexión

Al sensor capacitivo hay que alimentarlo con una fuente de corriente continua de 24 V; la forma de conexión se muestra en la (Figura III-18).

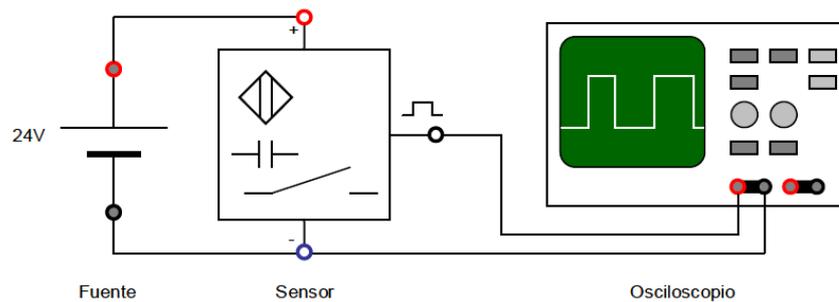


Figura III-18: Conexión de un sensor capacitivo

3.4.4.3 Ventajas y desventajas

Ventajas:

- Detectan objetos metálicos y no metálicos, así como líquidos y sólidos.
- Pueden “ver a través” de ciertos materiales.
- Son de estado sólido y tienen una larga vida útil.
- Estáticos, duración independiente del número de maniobras.
- Disponen de muchas configuraciones de montaje.

Desventajas:

- Distancia de detección corta (1 pulgada o menos) que varía en función del material detectado.
- Son muy sensibles a factores ambientales: la humedad en climas costeros o lluviosos puede afectar el resultado de la detección.
- No son selectivos con respecto al objeto detectado: es esencial controlar que es lo que se aproxima al sensor.

3.4.4.4 Aplicaciones

- Detección de objetos aislantes y conductores.
- Se detecta la masa del objeto.
- Puede ser sólido o líquido.
- El alcance depende de la constante dieléctrica del material.

- Detección de nivel de aceite, agua, PVC, colorantes, harina, azúcar, leche en polvo, etc.
- Posicionamiento de cintas transportadoras.
- Detección de bobinas de papel.
- Conteo de piezas metálicas y no metálicas.
- Entre otros.

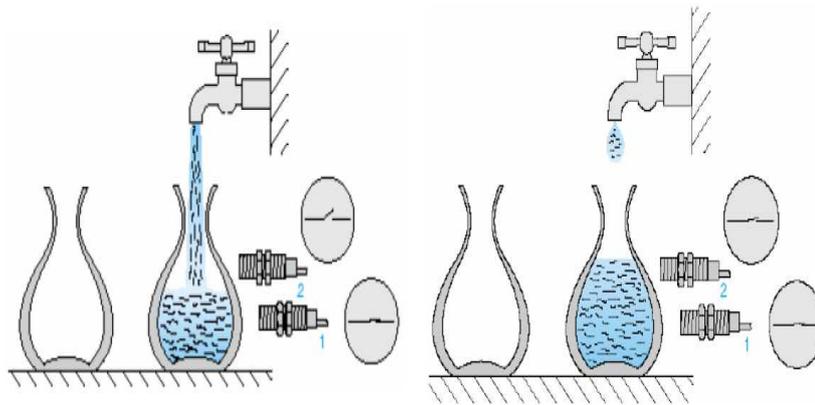


Figura III-19: Ejemplo de aplicación de un sensor capacitivo

3.4.5 Sensor magnético

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

El sensor magnético se encarga de indicar cuando un campo magnético se encuentra presente cerca de él. El sensor magnético posee un circuito interno que responde cuando un campo magnético incide sobre este, este sensor puede ser desde un simple reed switch hasta un circuito más complejo que reporte por medio de un voltaje la presencia o no del campo magnético. La respuesta tiene que ser guiada hacia el sistema de control para su posterior procesamiento. Una aplicación de este tipo de sensores puede encontrarse en aquellos actuadores que pueden desplazarse linealmente, y a estos colocarles imanes en sus extremos, para que cuando lleguen al sensor magnético sea detectado el campo del imán y el actuador.



Figura III-20: Colocación del sensor magnético en el cilindro

3.4.5.1 Principio de funcionamiento

Los sensores magnéticos constan de un sistema de contactos cuyo accionamiento vendrá ocasionado por la aparición de un campo magnético. Los contactos se cerrarán bajo la influencia de un campo magnético provocado por un dispositivo imantado alojado en el objeto a detectar, en los cilindros neumáticos el imán permanente va integrado en el émbolo, estos cuando el campo magnético se acerca al sensor, estos transmiten una señal eléctrica o neumática a los controles, electro válvulas o elementos de conmutación neumáticos.

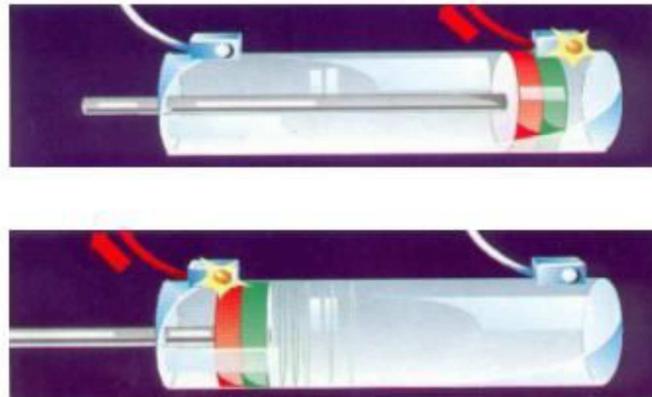


Figura III-21: Principio de funcionamiento de un sensor magnético

3.4.5.2 Aplicaciones

- Automatismos.
- Acondicionamiento.
- Control de cadenas transportadoras.

3.5 CRITERIO DE LA SELECCIÓN DE SENSORES EN LA AUTOMATIZACION

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

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

Se introducen las características que hacen de cada uno de ellos un tipo de sensor adecuado a cada situación.

Sensores Capacitivos.

- El funcionamiento de este tipo de sensores se basa en la detección de la variación de permitividad del medio próximo al sensor, lo cual repercute en una variación de la capacidad electrostática.
- Se emplean en la detección de objetos de materiales diversos, siempre que puedan servir como medio dieléctrico o conductor.
- Bastante buena sensibilidad, pero depende del material del que está compuesto el objeto a detectar.
- Distancias de detecciones pequeñas.
- Aplicaciones muy distintas.
- Presentan sensibilidad a la presencia de polvo y suciedad, y su funcionamiento se ve afectado por la humedad.
- Son muy empleados en la detección de nivel de líquidos en depósitos.

Sensores Inductivos.

- Se basan en la detección de corrientes parasitas inducidas en el objeto a detectar. Estas corrientes son producidas por un campo electromagnético emitido por el propio sensor.
- Como se puede deducir de lo anterior, solamente detectan objetos metálicos.
- Son menos sensibles a efectos externos no deseados que los capacitivos.
- Presentan distancias de detección similares a los capacitivos o un poco mayores, pero siempre relativamente pequeñas.
- Pueden verse afectados por elementos externos que provoquen algún campo electromagnético, y debe protegerse la posible interferencia entre varios inductivos.
- Sensibilidad buena.

Sensores Ópticos.

- Es un grupo muy amplio debido a las grandes configuraciones que existen. Se basan en la emisión de luz y su posterior detección.

- Son sensores de gran precisión en general (depende mucho de la configuración concreta).
- Se consiguen distancias de detección mayores que los anteriores.
- Suelen presentar el inconveniente de que su colocación es más costosa y exigente.
- Presentan gran rapidez de respuesta.
- Sirven para detectar casi todo tipo de materiales.
- Se ven afectados por la suciedad ambiental. La luz ambiental puede ocasionar en algunas ocasiones detección en el receptor.

Finales de Carrera.

- Son sensores de contacto.
- Son muy baratos en comparación con los anteriores tipos de sensores.
- Manejan cargas superiores, pudiendo trabajar directamente en alterna.
- Se utilizan en tareas de control pero también en tareas de mando.
- Soportan fuerzas de actuación elevadas.
- Una aplicación muy típica es la de detección de apertura de puertas en máquinas.

CAPITULO IV

CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

4.1 INTRODUCCIÓN

Hasta hace poco tiempo el control de procesos industriales se hacía de forma cableada por medio de contactores y relés. Al operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y mantenerlas. Por otra parte, cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones y de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

En la actualidad, no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. El ordenador y los autómatas programables han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas.

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.

Es un sistema porque contiene todo lo necesario para operar, e industrial por tener todos los registros necesarios para operar en los ambientes 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. Un programador o Control de Flama de una caldera, es un ejemplo de estos últimos.

Los PLC's o Autómatas Programables, son dispositivos electrónicos creados específicamente para el control de procesos secuenciales, con el fin de lograr que una máquina o cualquier otro dispositivo funcione de forma automática. Puesto que están pensados para aplicaciones de control industrial, su diseño les confiere una especial robustez.

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

Es posible que las instalaciones sean capaces de realizar distintas funciones simultáneamente. Esto significa que se puede controlar varios procesos tanto secuencialmente como en paralelo.

A modo de ventaja que ofrecen estos autómatas, es que poseen un gran número de funciones internas que ayudan a identificar problemas, se trata de la capacidad de diagnósticos avanzados (autodiagnos). Es el propio autómata el que, a través de su propia estructura y software interno, nos informa de su estado, lo que evita pérdidas de tiempo en búsquedas infructuosas o muy costosas (fallos de interruptores, pilas agotadas, etc.)

4.2 DEFINICIÓN DE AUTÓMATA PROGRAMABLE

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

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

4.3 CAMPOS DE APLICACIÓN DE LOS PLCS

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

Para automatizaciones de pequeña envergadura, como por ejemplo dosificadores, alimentadores para máquinas, etc., casos de mediana complejidad donde se necesitan además señales analógicas y comunicación, por ejemplo máquinas inyectoras, paletizadoras, cintas transportadoras, etc., se utilizan por lo general PLC's compactos.

En aplicaciones de mayor complejidad como por ejemplo supervisión remota de subestaciones de energía, estaciones de bombeo, plantas potabilizadoras de agua, sistemas de control de luces en aeropuertos, líneas de producción en la industria automotriz, etc., donde se requiere gran cantidad de entradas/salidas de diversa naturaleza (discretas, analógicas, termopares, pulsos de 40kHz) y un programa de control extenso y varios canales de comunicación, por lo general se recurre a PLC's del tipo modular.

Cuando la complejidad del proceso requiere gran velocidad de procesamiento del programa, manejo de lazos de control, alta prestación en múltiples protocolos de comunicación, elevada cantidad de entradas/salidas controladas en forma remota y descentralizada, como por ejemplo en la automatización de una refinería, de una planta minera completa, etc., se utiliza por lo general grandes PLC's modulares.

La supervisión se puede realizar en dos niveles diferentes de complejidad:

- A nivel del operador, empleando terminales de diálogo hombre – máquina del tipo XBT Magelis.
- A nivel de planta, empleando una PC con un software de supervisión, comúnmente denominado SCADA.

4.4 VENTAJAS E INCOVENIENTES

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

Ventajas

- 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.
 - La lista de materiales a emplear queda sensiblemente reducida.
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos (sin costo añadido en otros componentes).
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra de la instalación.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento del proceso, al quedar reducido el tiempo de cableado.
- Si la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil en otras máquinas o sistemas de producción.

Desventajas

- Adiestramiento de técnicos en programación de dichos dispositivos.
- La inversión inicial.

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

4.5 FUNCIONES BÁSICAS DEL PLC

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

Las funciones básicas del PLC pueden ser:

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

Mando: Elaborar y enviar las acciones al sistema mediante los accionadores y preaccionadores.

Diálogo hombre máquina: Mantener un diálogo con los operarios de producción, obediendo sus consignas e informando del estado del proceso.

Programación: Para introducir, elaborar y cambiar el programa de aplicación del autómatas. El dialogo de programación debe permitir modificar el programa incluso con el autómatas controlando la maquina.

Otras funciones

Redes de comunicación: Permiten establecer comunicación con otras partes de control. Las redes industriales permiten la comunicación y el intercambio de datos entre autómatas a tiempo real.

Sistemas de supervisión: También los autómatas permiten comunicarse con ordenadores provistos de programas de supervisión industrial. Esta comunicación se

realiza por una red industrial o por medio de una simple conexión por el puerto serie del ordenador.

Control de procesos continuos: Además de dedicarse al control de sistemas de eventos discretos los autómatas llevan incorporadas funciones que permiten el control de procesos continuos. Disponen de módulos de entrada y salida analógicas y la posibilidad de ejecutar reguladores PID que están programados en el autómata.

Entradas- Salidas distribuidas: Los módulos de entrada salida no tienen por qué estar en el armario del autómata. Pueden estar distribuidos por la instalación, se comunican con la unidad central del autómata mediante un cable de red.

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

4.6 PLC SIEMENS 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 contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

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

- Todas las CPUs ofrecen protección por contraseña que permite configurar el acceso a sus funciones.
- Es posible utilizar la "protección de know-how" para ocultar el código de un bloque específico.
- Además, la protección anticopia permite vincular el programa a una Memory Card o CPU específica.

La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Hay disponibles módulos adicionales para la comunicación en redes PROFIBUS, GPRS, RS485 o RS232.

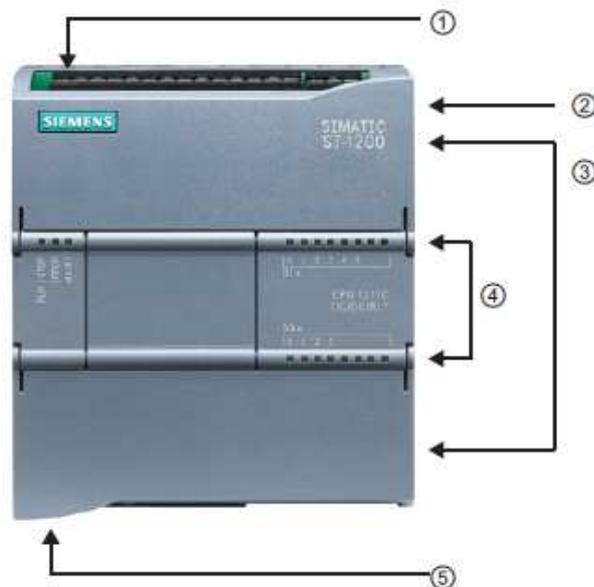


Figura IV-1: CPU de PLC S7 1200

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

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

4.6.1 Signal Boards

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

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

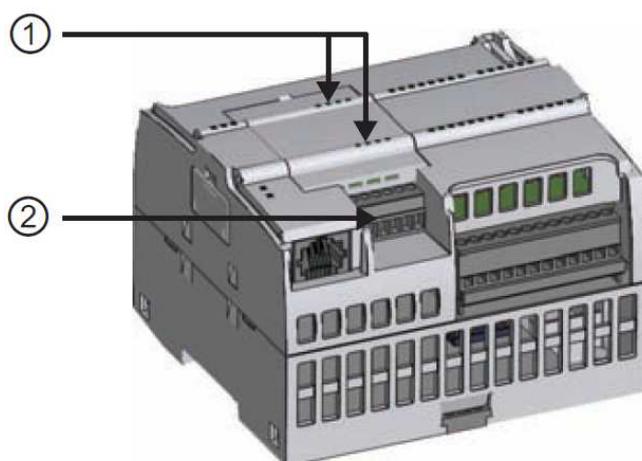


Figura IV-2: Signal Board

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

4.6.2 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.

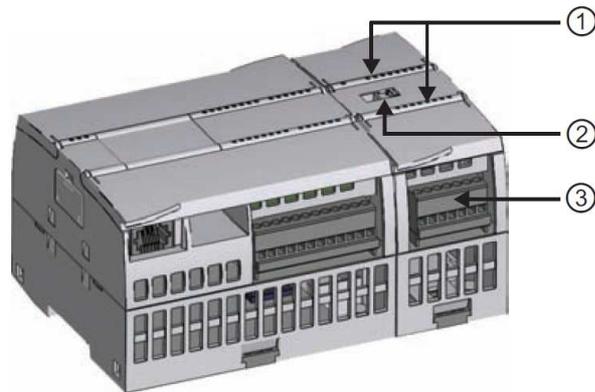


Figura IV-3: Módulo de señales insertado en la CPU

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

4.6.3 Módulos de comunicación

La gama S7-1200 provee módulos de comunicación (CMs) que ofrecen funciones adicionales para el sistema. Hay dos módulos de comunicación, a saber: RS232 y RS485.

- La CPU soporta como máximo 3 módulos de comunicación
- Todo CM se conecta en lado izquierdo de la CPU (o en lado izquierdo de otro CM)

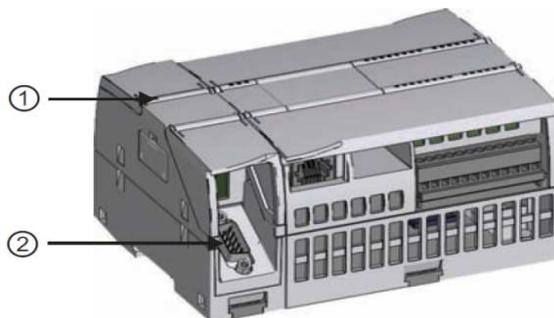


Figura IV-4: Módulo de comunicación insertado en la CPU

- ① LEDs de estado del módulo de comunicación
- ② Conector de comunicación

4.7 STEP 7 BASIC

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

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

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

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

4.7.1 Diferentes vistas que facilitan el trabajo

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

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

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



Figura IV-5: Vista principal del TIA Portal del software STEP 7

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

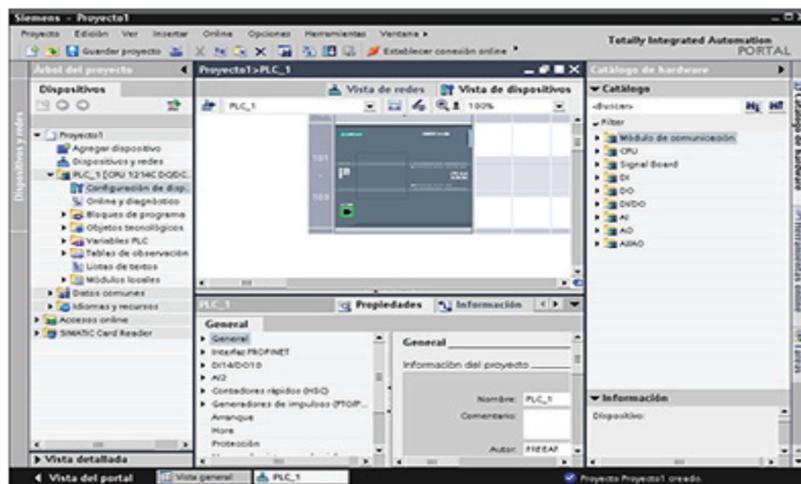


Figura IV-6: Componentes del proyecto

4.7.2 Acceso fácil a la ayuda

4.7.2.1 Respuestas rápidas a las preguntas

Para poder solucionar las tareas de forma rápida y eficiente, STEP 7 Basic proporciona asistencia inteligente donde se necesite:

- En los campos de entrada se ofrece ayuda "roll-out" (desplegable) que facilita la entrada de la información correcta (rangos válidos y tipo de datos). Por ejemplo, si se introduce un valor incorrecto, aparecerá un texto de aviso en el que se indica el rango de valores válidos.
- Algunos de los tool tips de la interfaz de usuario (p. ej. en las instrucciones) se abren "en cascada", ofreciendo información adicional. Algunos de los tool tips en cascada contienen enlaces a temas específicos del sistema de información (ayuda en pantalla).

Además, STEP 7 Basic ofrece un completo sistema de información que describe detalladamente las funciones de las herramientas SIMATIC.

4.7.2.2 Ayuda "roll-out" y tool tips en cascada

En los campos de entrada de los diferentes diálogos y Task Cards se ofrece asistencia en forma de un cuadro de texto desplegable que informa y proporciona información acerca del rango o los tipos de datos requeridos.

Los elementos de la interfaz de usuario ofrecen tooltips que explican la función del elemento en cuestión. Algunos de los elementos, tales como los botones "Abrir" o "Guardar", no requieren información adicional. No obstante, algunos de los elementos ofrecen un mecanismo que permite ver una descripción adicional del elemento en cuestión. Esta información adicional se visualiza en un tooltip "en cascada". (Un triángulo negro junto al tooltip indica que hay más información disponible.)

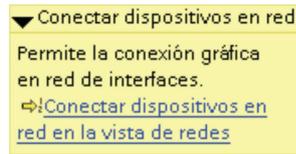


Figura IV-7: Tool tips en cascada

El tool tip aparece cuando se sitúa el puntero del ratón sobre un elemento de la interfaz de usuario. Para visualizar información adicional, el puntero del ratón se debe situar sobre el tool tip. Algunos de los tooltips en cascada también ofrecen enlaces a temas específicos del sistema de información. Al hacer clic en el enlace se visualiza el tema en cuestión.

4.7.2.3 Sistema de información

STEP 7 Basic pone a disposición un completo sistema de información online y Ayuda en pantalla, en el que se describen todos los productos SIMATIC que se han instalado. El sistema de información incluye asimismo información de referencia y ejemplos. Para visualizar el sistema de información, seleccione uno de los puntos de acceso siguientes:

- En la vista del portal, seleccione el portal de inicio y haga clic en "Ayuda".
- En la vista del proyecto, elija el comando "Mostrar ayuda" del menú "Ayuda".
- En un tooltip en cascada, haga clic en un enlace para ver más información sobre ese tema.

El sistema de información se abre en una ventana que no oculta las áreas de trabajo. Haga clic en el botón "Mostrar/ocultar contenido" del sistema de información para ver el contenido y desacoplar la ventana de ayuda. Entonces se puede cambiar el tamaño de la ventana de ayuda. Utilice las fichas "Contenido" o "Índice" para buscar un tema o palabra clave en el sistema de información.

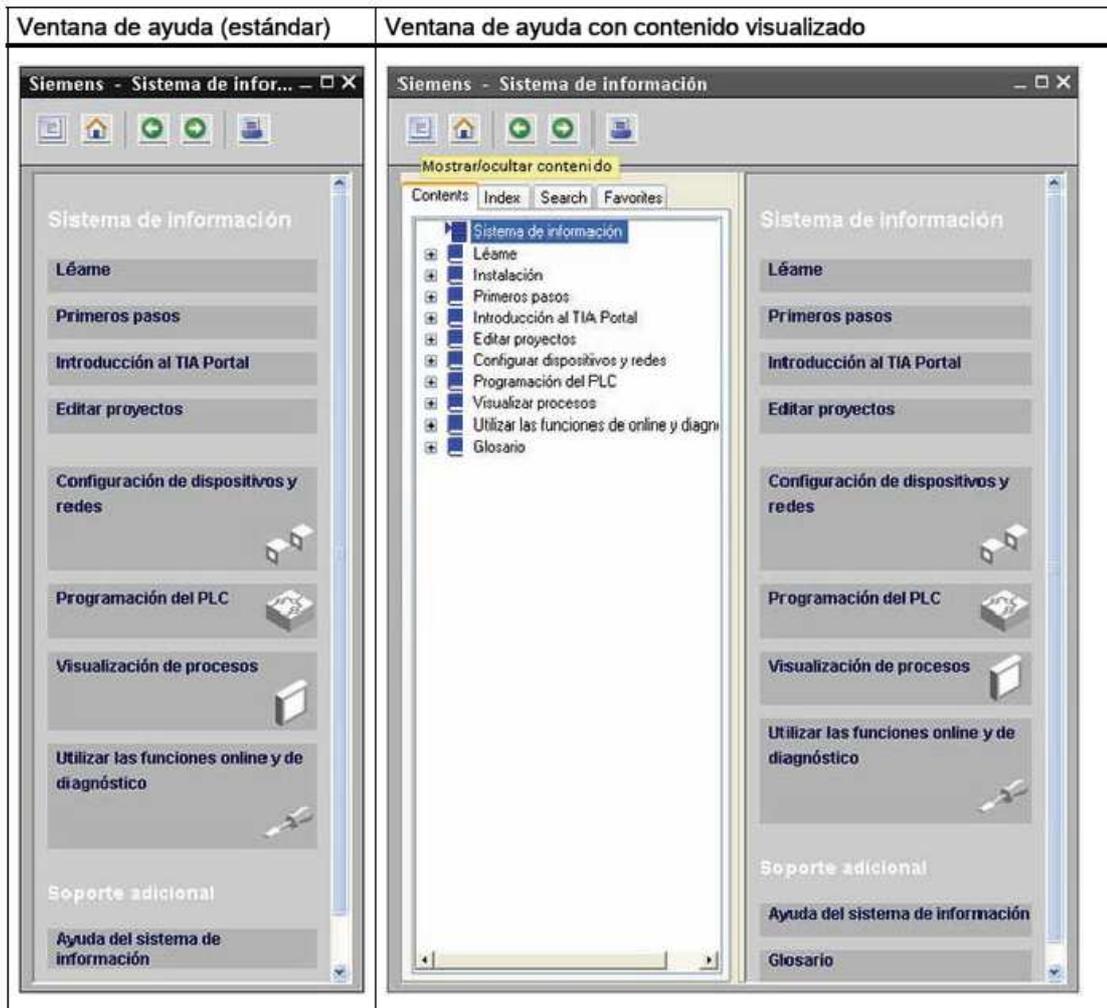


Figura IV-8: Ventana de ayuda del STEP7

4.7.3 Ejecución del programa de usuario

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

- Los bloques de organización (OBs) definen la estructura del programa. Algunos OBs tienen reacciones y eventos de arranque predefinidos. No obstante, también es posible crear OBs con eventos de arranque personalizados.
- Las funciones (FCs) y los bloques de función (FBs) contienen el código de programa correspondiente a tareas específicas o combinaciones de parámetros.

Cada FC o FB provee parámetros de entrada y salida para compartir datos con el bloque invocante. Un FB utiliza también un bloque de datos asociado (denominado DB instancia) para conservar el estado de valores durante la ejecución que pueden utilizar otros bloques del programa.

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

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

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

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

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

El tamaño del programa de usuario, los datos y la configuración está limitado por la memoria de carga disponible y la memoria de trabajo de la CPU. El número de bloques soportado no está limitado dentro de la cantidad de memoria de trabajo disponible.

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

La Signal Board, así como los módulos de señales y de comunicación, se detectan y se dan de alta durante el arranque.

De forma predeterminada, todas las E/S digitales y analógicas se actualizan de forma síncrona con el ciclo, utilizando un área de memoria interna denominada memoria imagen de proceso. La memoria imagen de proceso contiene una instantánea de las entradas y salidas físicas (es decir, las E/S físicas de la CPU, de la Signal Board y de los módulos de señales).

La CPU ejecuta las siguientes tareas:

- La CPU escribe las salidas desde la memoria imagen de proceso de las salidas en las salidas físicas.
- La CPU lee las entradas físicas inmediatamente antes de ejecutar el programa de usuario y almacena los valores de entrada en la memoria imagen de proceso de las entradas. Así se garantiza que estos valores sean coherentes durante la ejecución de las instrucciones programadas.
- La CPU ejecuta la lógica de las instrucciones programadas y actualiza los valores de salida en la memoria imagen de proceso de las salidas, en vez de escribirlos en las salidas físicas reales.

Este proceso ofrece una lógica coherente al ejecutar las instrucciones programadas durante un ciclo determinado y previene la fluctuación de las salidas físicas cuyo estado puede cambiar varias veces en la memoria imagen de proceso de las salidas.

4.7.4 Estados operativos de la CPU

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

- En estado operativo STOP, la CPU no ejecuta el programa. Entonces es posible cargar un proyecto en la CPU.

- En estado operativo ARRANQUE, los OBs de arranque (si existen) se ejecutan una vez. Los eventos de alarma no se procesan durante la fase de arranque del estado operativo RUN.
- El ciclo se ejecuta repetidamente en estado operativo RUN. Los eventos de alarma pueden ocurrir y procesarse en cualquier fase del ciclo del programa. En estado operativo RUN no es posible cargar proyectos en la CPU.

La CPU soporta el arranque en caliente para pasar al estado operativo RUN. El arranque en caliente no incluye la inicialización de la memoria. Los datos de sistema no remanentes y los datos de usuario se inicializan en un arranque en caliente. Se conservan los datos de usuario remanentes.

La CPU soporta los tipos de arranque siguientes:

- Estado operativo STOP.
- Cambio a estado operativo RUN después del arranque en caliente.
- Cambio al estado operativo anterior después del arranque en caliente.

El estado operativo actual se puede cambiar mediante los comandos "STOP" o "RUN" de las herramientas online del software de programación. También se puede insertar una instrucción STP en el programa para cambiar la CPU a estado operativo STOP. Esto permite detener la ejecución del programa en función de la lógica.

4.7.5 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 local para 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.

4.7.6 Configuración de dispositivos

Para crear la configuración de dispositivos del PLC es preciso agregar una CPU y módulos adicionales al proyecto.

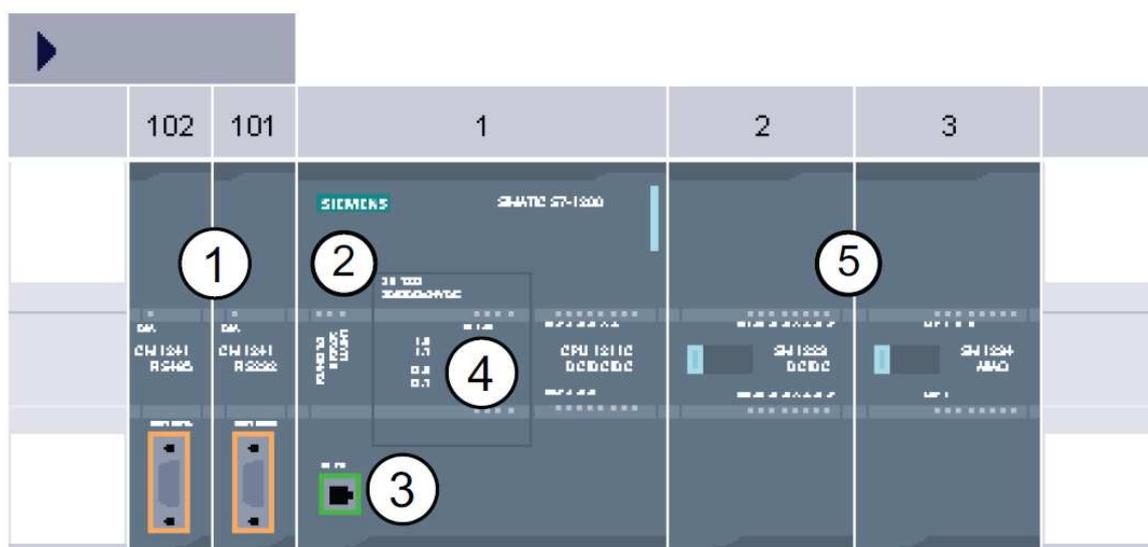


Figura IV-9: CPU y módulos adicionales

- ① Módulo de comunicación (CM): máx. 3, insertados en los slots 101, 102 y 103
- ② CPU: Slot 1

- ③ Puerto Ethernet de la CPU
- ④ Signal Board (SB): máx. 1, insertada en la CPU
- ⑤ Módulo de señales (SM) para E/S digitales o analógicas: máx. 8, insertados en los slots 2 a 9 (la CPU 1214C permite 8, la CPU 1212C permite 2, la CPU 1211C no permite ninguno).

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

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



Figura IV-10: Forma de agregar dispositivo en STEP7

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



Figura IV-11: Agregar un nuevo dispositivo

4.7.6.1 Inserta una CPU

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

Diálogo "Agregar nuevo dispositivo"



Figura IV-12: Forma de insertar un dispositivo

Vista de dispositivos de la configuración de hardware.

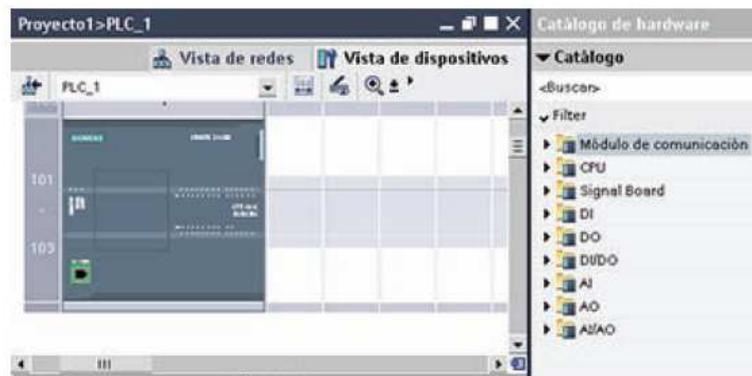


Figura IV-13: CPU insertada

4.7.6.2 Detectar la configuración de la CPU si especificar

Cargar una configuración hardware existente es muy fácil.

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

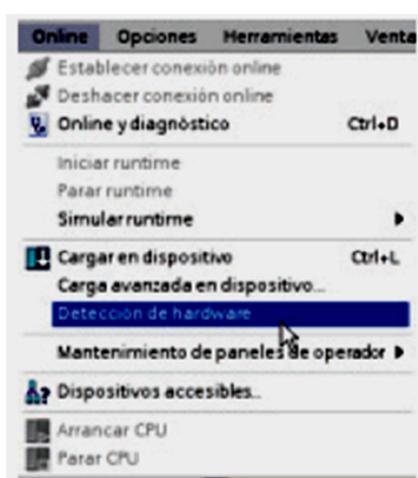


Figura IV-14: Detección del hardware

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



Figura IV-15: Detección del dispositivo conectado

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

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



Figura IV-16: Dialogo online

4.7.6.3 Configurar el funcionamiento de la CPU

Para configurar los parámetros operativos de la CPU, selecciónela en la vista de dispositivos (recuadro azul alrededor de la CPU) y utilice la ficha "Propiedades" de la ventana de inspección.

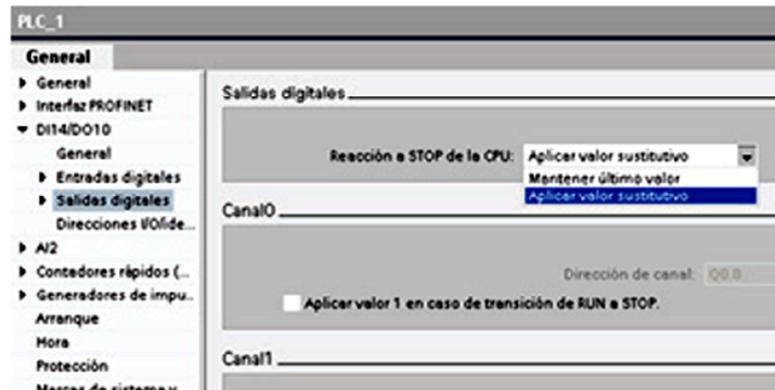


Figura IV-17: Configuración de los parámetros operativos de la CPU

Edite las propiedades para configurar los siguientes parámetros:

- Interfaz PROFINET: Permite configurar la dirección IP de la CPU y la sincronización horaria
- DI, DO y AI: Permite configurar la reacción de las E/S locales (integradas) digitales y analógicas
- Contadores rápidos y generadores de impulsos: Permite habilitar y configurar los contadores rápidos (HSC) y generadores de impulsos utilizados para las operaciones de tren de impulsos (PTO) y modulación del ancho de pulso (PWM)
- Si las salidas de la CPU o Signal Board se configuran como generadores de impulsos (para su utilización con la PWM o instrucciones de Motion Control básicas), las direcciones de las salidas correspondientes (Q0.0, Q0.1, Q4.0 y Q4.1) se eliminarán de la memoria Q y no podrán utilizarse para ningún otro fin en el programa de usuario. Si el programa de usuario escribe un valor en una salida utilizada como generador de impulsos, la CPU no escribirá ese valor en la salida física.

- Arranque: Permite configurar la reacción de la CPU a una transición de OFF a ON, p. ej. el arranque en estado operativo STOP o la transición a RUN tras un arranque en caliente.

4.7.7 Profinet

La CPU S7-1200 incorpora un puerto PROFINET que soporta las normas Ethernet y de comunicación basada en TCP/IP. La CPU S7-1200 soporta los siguientes protocolos de aplicación:

- Transport Control Protocol (TCP)
- ISO on TCP (RFC 1006)

La CPU S7-1200 puede comunicarse con otras CPUs S7-1200, programadoras STEP 7 Basic, dispositivos HMI y dispositivos no Siemens que utilicen protocolos de comunicación TCP estándar. Hay dos formas de comunicación vía PROFINET:

- Conexión directa: La comunicación directa se utiliza para conectar una programadora, dispositivo HMI u otra CPU a una sola CPU.
- Conexión de red: La comunicación de red se utiliza si deben conectarse más de dos dispositivos (p. ej. CPUs, HMIs, programadoras y dispositivos no Siemens).

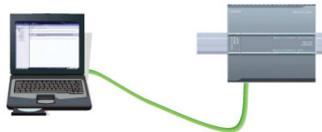


Figura IV-18: Conexión directa: Programadora conectada a una CPU S7-1200

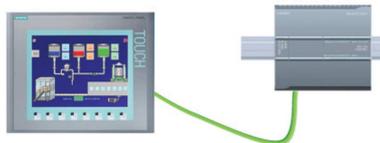


Figura IV-19: Conexión directa: HMI conectado a una CPU S7-1200

Para la conexión directa entre una programadora o un HMI y una CPU no se requiere un switch Ethernet.

4.7.7.1 Comunicación de una programadora

Una CPU puede comunicarse con una programadora con STEP 7 Basic en una red.

Al configurar la comunicación entre una CPU y una programadora debe considerarse lo siguiente:

- Configuración/instalación: Es preciso configurar el hardware.
- Para la comunicación entre dos interlocutores no se requiere un switch Ethernet.

4.7.7.1.1 Establecer conexión de hardware

Las interfaces PROFINET establecen las conexiones físicas entre una programadora y una CPU. Puesto que la CPU ofrece la función "auto-crossover", es posible utilizar un cable Ethernet estándar o cruzado ("crossover") para la interfaz. Para conectar una programadora directamente a una CPU no se requiere un switch Ethernet.

Para crear la conexión de hardware entre una programadora y una CPU, proceda del siguiente modo:

1. Monte la CPU.
2. Conecte el cable Ethernet al puerto PROFINET que se muestra abajo.
3. Conecte el cable Ethernet a la programadora.

4.7.7.1.2 Configurar los dispositivos

Cree un proyecto e inserte una CPU en el rack. En el proyecto que aparece abajo, una CPU se muestra en la "Vista de dispositivos" del TIA Portal.

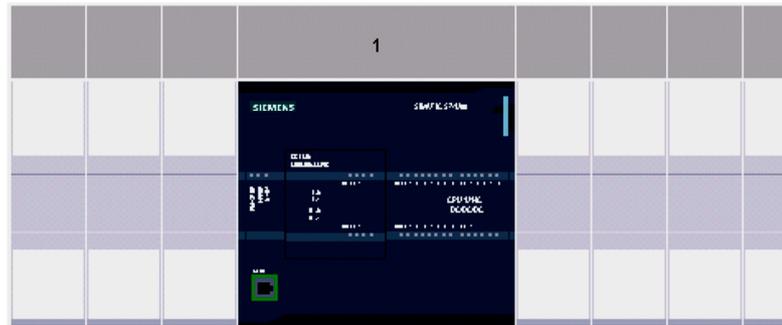


Figura IV-20: CPU en el rack del TIA Portal.

4.7.7.1.3 Asignar direcciones IP

Asignar direcciones IP a los dispositivos de configuración y de red

Si la programadora incorpora una tarjeta adaptadora conectada a la LAN de la instalación (y posiblemente a Internet), la ID de red de la dirección IP y la máscara de subred de la CPU y la tarjeta adaptadora integrada en la programadora deberán ser idénticas.

Asignar o comprobar la dirección IP de la programadora utilizando "Mis sitios de red" (en el Escritorio)

La dirección IP de la programadora se puede asignar o comprobar mediante los siguientes comandos de menú:

- (Clic con el botón derecho del ratón en) "Mis sitios de red"
- "Propiedades"
- (Clic con el botón derecho del ratón en) "Conexión de área local"
- "Propiedades"

En el diálogo "Propiedades de conexión de área local", campo "Esta conexión utiliza los siguientes elementos:", desplácese hasta "Protocolo Internet (TCP/IP)". Haga clic en "Protocolo Internet (TCP/IP)" y luego en el botón "Propiedades". Seleccione "Obtener una dirección IP automáticamente (DHCP)" o "Usar la siguiente dirección IP" (para introducir una dirección IP estática).

Comprobar la dirección IP de la programadora mediante los comandos "ipconfig" e "ipconfig /all"

La dirección IP de la programadora y, si es aplicable, la del router IP ("gateway" o pasarela), se puede(n) comprobar a través de los siguientes comandos de menú:

- Botón "Inicio" (en el Escritorio)
- "Ejecutar"

En el campo "Abrir" del diálogo "Ejecutar", introduzca "cmd" y haga clic en el botón "Aceptar". En el diálogo "C:\WINDOWS\system32\cmd.exe" que aparece entonces, introduzca el comando "ipconfig". Un resultado de ejemplo se muestra a continuación:



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Documents and Settings\usern>ipconfig

Windows IP Configuration

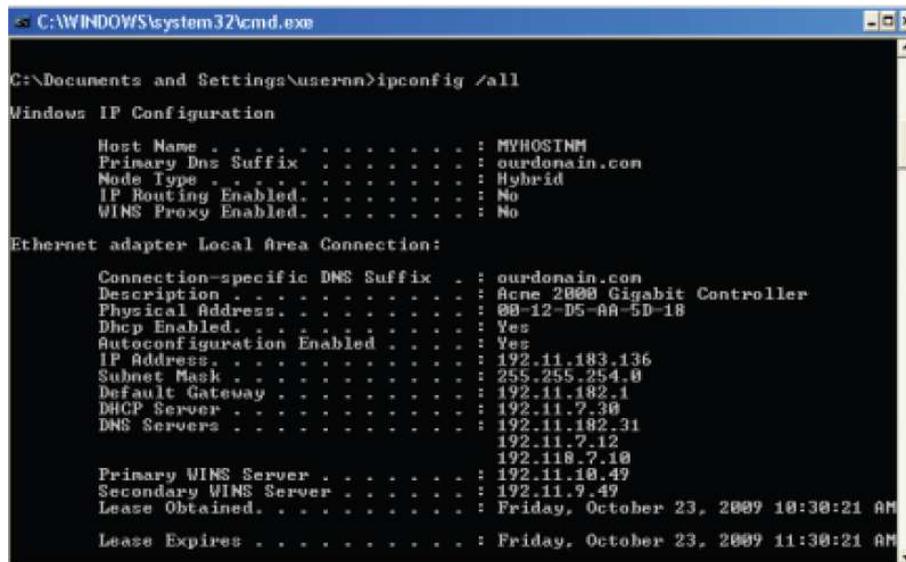
Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . : ourdonain.com
    IP Address. . . . .                : 192.11.22.33
    Subnet Mask . . . . .              : 255.255.254.0
    Default Gateway . . . . .          : 192.1.2.1

C:\Documents and Settings\usern>
```

Figura IV-21: Comprobar la dirección IP mediante "ipconfig"

El comando "ipconfig /all" permite visualizar información adicional. Aquí se indican el tipo de tarjeta adaptadora de la programadora y la dirección Ethernet (MAC):



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Documents and Settings\userna>ipconfig /all

Windows IP Configuration

Host Name . . . . . : MYHOSTNM
Primary Dns Suffix . . . . . : ourdomain.com
Node Type . . . . . : Hybrid
IP Routing Enabled. . . . . : No
WINS Proxy Enabled. . . . . : No

Ethernet adapter Local Area Connection:

Connection-specific DNS Suffix . . : ourdomain.com
Description . . . . . : Acme 2000 Gigabit Controller
Physical Address. . . . . : 00-12-D5-AA-5D-18
Dhcp Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
IP Address. . . . . : 192.11.183.136
Subnet Mask . . . . . : 255.255.254.0
Default Gateway . . . . . : 192.11.182.1
DHCP Server . . . . . : 192.11.7.30
DNS Servers . . . . . : 192.11.182.31
                       192.11.7.12
                       192.118.7.10
Primary WINS Server . . . . . : 192.11.18.49
Secondary WINS Server . . . . . : 192.11.9.49
Lease Obtained. . . . . : Friday, October 23, 2009 10:30:21 AM
Lease Expires . . . . . : Friday, October 23, 2009 11:30:21 AM
```

Figura IV-22: Uso del comando “ipconfig /all”

Configurar la interfaz PROFINET

Tras configurar el rack con la CPU, es posible configurar los parámetros de la interfaz PROFINET. A este efecto, haga clic en la casilla PROFINET verde en la CPU para seleccionar el puerto PROFINET. La ficha "Propiedades" de la ventana de inspección muestra el puerto PROFINET.

Configurar la dirección IP

Dirección IP: Todo dispositivo debe tener también una dirección IP (Internet Protocol o Protocolo Internet). Esta dirección permite al dispositivo transferir datos a través de una red enrutada y más compleja. Toda dirección IP se divide en segmentos de ocho bits (octetos) y se expresa en formato decimal separado por puntos (p. ej. 211.154.184.16). La primera parte de la dirección IP se utiliza para la ID de red (¿en qué red se encuentra?) y, la segunda, para la ID del host (unívoca para cada dispositivo de la red). Una dirección IP 192.168.x.y es una designación estándar reconocida como parte de una red privada que no se enruta vía Internet.

Máscara de subred: Una subred es una agrupación lógica de dispositivos de red conectados. Generalmente, los nodos de una subred están próximos físicamente en una

red de área local (LAN). Una máscara (denominada "máscara de subred" o "máscara de red") define los límites de una subred IP.

Propiedades de direcciones IP: En la ventana de propiedades, seleccione la entrada de configuración "Dirección Ethernet". El TIA Portal visualiza el diálogo de configuración de direcciones Ethernet, en el que el proyecto de software se asocia a la dirección IP de la CPU que lo recibirá.



Figura IV-23: Dirección IP

Comprobar la red PROFINET

Tras finalizar la configuración, cargue el proyecto en la CPU. Todas las direcciones IP se configuran al cargar el proyecto en el dispositivo.

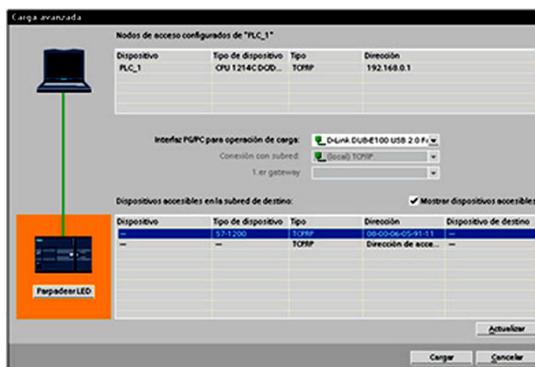


Figura IV-24: Comprobación de la red PROFINET.

CAPITULO V

INTERFAZ HOMBRE MÁQUINA HMI

5.1 INTRODUCCIÓN

La sigla HMI es la abreviación en ingles de Interfaz Hombre Máquina. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso. En la actualidad, dado que las máquinas y procesos en general están implementadas con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponibles puertas de comunicación, es posible contar con sistemas de HMI bastantes más poderosos y eficaces, además de permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquinas.

Los sistemas HMI podemos pensarlos como una “ventana” de un proceso. Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en una computadora. Los sistemas HMI en computadora se los conoce también como software HMI o de monitoreo y de control de supervisión. Las señales del proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en la computadora, PLC's (Controladores lógicos programables), RTU (Unidades remotas de I/O) o DRIVE's (Variadores de Velocidad de motores). Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI.

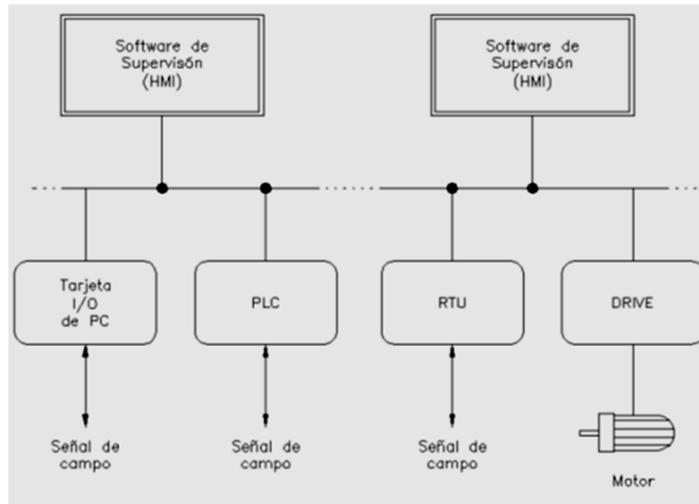


Figura V-1: Esquema de un a HMI

5.2 TIPOS DE HMI

Descontando el método tradicional, podemos distinguir básicamente dos tipos de HMIs:

Terminal de Operador, consistente en un dispositivo, generalmente construido para ser instalado en ambientes agresivos, donde pueden ser solamente de despliegues numéricos, o alfanuméricos o gráficos. Pueden ser además con pantalla sensible al tacto (touchscreen)

PC + Software, esto constituye otra alternativa basada en un PC en donde se carga un software apropiado para la aplicación. Como PC se puede utilizar cualquiera según lo exija el proyecto, en donde existen los llamados Industriales (para ambientes agresivos), los de panel (Panel PC) que se instalan en gabinetes dando una apariencia de terminal de operador, y en general veremos muchas formas de hacer un PC, pasando por el tradicional PC de escritorio.

5.3 SOFTWARE HMI

Estos softwares permiten entre otras cosas las siguientes funciones: Interface gráfica de modo de poder ver el proceso e interactuar con él, registro en tiempo real e histórico de datos, manejo de alarmas. Si bien es cierto sólo con la primera función enunciada es la propiamente HMI, casi todos los proveedores incluyen las otras dos ya sea en el mismo paquete o bien como opcionales. También es normal que dispongan de muchas más herramientas.

Al igual que en los terminales de operador, se requiere de una herramienta de diseño o desarrollo, la cual se usa para configurar la aplicación deseada, y luego debe quedar corriendo en el PC un software de ejecución (Run Time).

Por otro lado, este software puede comunicarse directamente con los dispositivos externos (proceso) o bien hacerlo a través de un software especializado en la comunicación.

5.3.1 Funciones de un software HMI

MONITOREO: Es la habilidad de obtener y mostrar datos de la planta en tiempo real. Estos datos se pueden mostrar como números, texto o gráficos que permitan una lectura más fácil de interpretar.

SUPERVISIÓN: Esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente desde la computadora.

ALARMAS: Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlo. Las alarmas son reportadas basadas en límites de control pre-establecidos.

CONTROL: es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites. Control va mas allá del control de supervisión removiendo la necesidad de la interacción humana. Sin embargo la aplicación de esta función desde un software corriendo en una PC puede quedar limitada por la confiabilidad que quiera obtenerse del sistema.

HISTÓRICOS: Es la capacidad de muestrear y almacenar en archivos, datos del proceso a una determinada frecuencia. Este almacenamiento de datos es una poderosa herramienta para la optimización y corrección de procesos.

5.3.2 Tareas del software de supervisión y control

- Permitir una comunicación con dispositivos de campo.
- Actualizar una base de datos dinámica con las variables del proceso.
- Visualizar las variables mediante pantallas con objetos animados.
- Permitir que el operador pueda enviar señales al proceso, mediante botones, controles ON/OFF, ajustes continuos con el mouse o teclado.
- Supervisar niveles de alarma y alertar/actuar en caso de que las variables excedan los límites normales.
- Almacenar los valores de las variables para análisis estadístico y/o control.

Controlar en forma limitada ciertas variables del proceso.

5.3.3 Tipos de software de supervisión y control

- Lenguajes de programación visual como: Visual C++ o Visual Basic. Se utilizan para desarrollar software HMI a medida del usuario. Una vez generado el software el usuario no tiene posibilidad de re-programarlo.
- Paquetes de desarrollo que están orientados a tareas HMI. Pueden ser utilizados para desarrollar un HMI a medida del usuario y/o para ejecutar un HMI desarrollado para el usuario. El usuario podrá re-programarlo si tiene la llave (software) como para hacerlo. Ejemplos son FIX Dynamics, Wonderware, PCIM, Factory Link, WinCC.

5.3.4 Como facilitan las tareas de diseño los paquetes orientados a HMI/SCADA

- Incorporan protocolos para comunicarse con los dispositivos de campo más conocidos. Drivers, OPC.
- Tienen herramientas para crear base de datos dinámicas.

- Permiten crear y animar pantallas en forma sencilla.
- Incluyen gran cantidad de librerías de objetos para representar dispositivos de uso en la industria como: tanques, indicadores, interruptores, etc.

5.3.5 Estructura general del software HMI

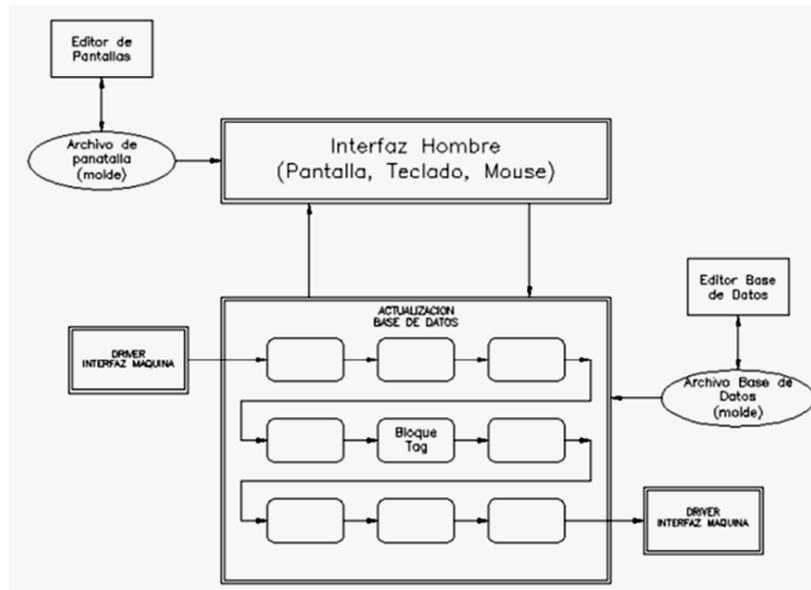


Figura V-2: Estructura general del software HMI

El software HMI está compuesto por un conjunto de programas y archivos. Hay programas para diseño y configuración del sistema y otros que son el motor del sistema. En la (Figura V-2) se muestra cómo funcionan algunos de los programas y archivos más importantes. Los rectángulos de la (Figura V-2) representan programas y las elipses representan archivos. Los programas que están con recuadro simple representan programas de diseño o configuración del sistema; los que tienen doble recuadro representan programas que son el motor del HMI.

Con los programas de diseño, como el “Editor de pantallas” se crea moldes de pantallas para visualización de datos del proceso. Estos moldes son guardados en archivos “Archivos de pantalla” y almacenan la forma como serán visualizados los datos en las pantallas.

5.3.5.1 Interfaz hombre máquina

Es un programa que se encarga de refrescar las variables de la base de datos en la pantalla, y actualizarla, si corresponde, por entradas del teclado o mouse. Este programa realiza la interfaz entre la base de datos y el hombre. El diseño de esta interfaz está establecido en el archivo molde "Archivo de pantalla" que debe estar previamente creado.

5.3.5.2 Base de datos

Es un lugar de memoria de la computadora donde se almacenan los datos requeridos del proceso. Estos datos varían en el tiempo según cambien los datos del proceso, bloques que pueden estar interconectados. La creación de la base de datos, sus bloques y la relación entre ellos se realiza a través de "editor de base de datos".

5.3.5.3 Driver

La conexión entre los bloques de la base de datos y las señales del proceso se realiza por medio de drivers. Estos drivers manejan los protocolos de comunicación entre el HMI y los distintos dispositivos de campo. Los drivers son entonces la interfaz hacia la máquina.

5.3.5.4 Bloques (Tags)

Como ya mencionamos, la base de datos está compuesta por bloques. Para agregar o modificar las características de cada bloque se utiliza el editor de datos. Los bloques pueden recibir información de los drivers u otros bloques y enviar información hacia los drivers u otros bloques.

Las funciones principales de los bloques son:

- Recibir datos de otros bloques o al driver.
- Enviar datos a otros bloques o al driver.
- Establecer enlaces (links) a la pantalla (visualización, teclado o mouse)
- Realizar cálculos de acuerdo a instrucciones del bloque.
- Comparar los valores con umbrales de alarmas.
- Escalar los datos del driver a unidades de ingeniería.

Los bloques pueden estructurarse en cadenas para procesar una señal (Figura V-3)

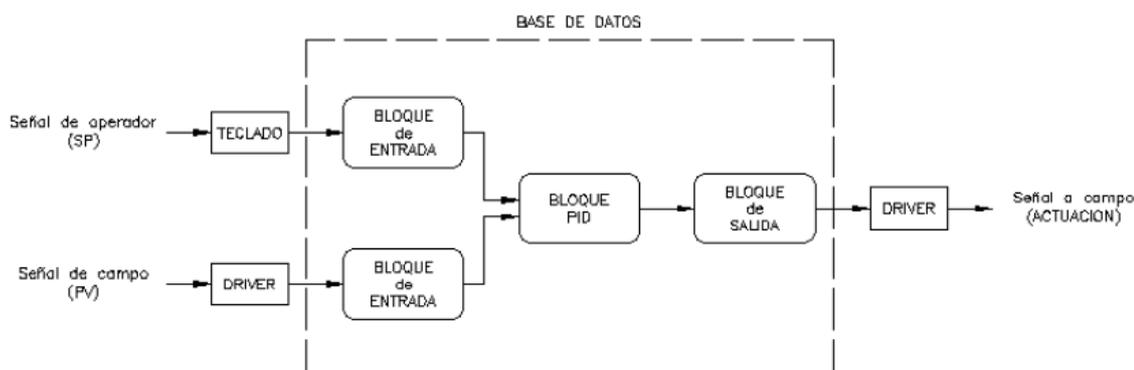


Figura V-3: Estructura de bloques en cadena para procesar la señal

5.4 COMUNICACIÓN

La comunicación con los dispositivos de las máquinas o proceso se realiza mediante comunicación de datos empleando las puertas disponibles para ello, tanto en los dispositivos como en los PCs.

Actualmente para la comunicación se usa un software denominado servidor de comunicaciones, el que se encarga de establecer el enlace entre los dispositivos y el software de aplicación (HMI u otros) los cuales son sus clientes. La técnica estandarizada en estos momentos para esto se llama OPC (Ole for Proccess Control), por lo que contamos entonces con Servidores y Clientes OPC, sin embargo aún quedan algunas instalaciones donde se usaba DDE para este propósito, como también muchos softwares de aplicación sólo son clientes DDE por lo que lo usual es que los servidores sean OPC y DDE.

5.5 WONDERWARE InTouch HMI

El software InTouch ofrece funciones de visualización gráfica que llevan sus capacidades de gestión de operaciones, control y optimización a un nivel completamente nuevo. Aquello que ahora se conoce en la industria como HMI (Human Machine Interface) comenzó hace más de veinte años con el software InTouch. Ningún otro HMI en el

mercado puede compararse al software InTouch en términos de innovación, integridad de arquitectura, conectividad e integración de dispositivos, ruta de migración de versiones de software sin interrupciones y facilidad de uso.

Esto se traduce en sistemas basados en estándares que permiten incrementar al máximo la productividad, optimizar la efectividad del usuario, mejorar la calidad y reducir los costos operacionales, de desarrollo y de mantenimiento.

El último software de visualización de Wonderware, InTouch 10.0 HMI, es un poderoso sistema de desarrollo de interface gráfica de usuario y un versátil sistema HMI run-time que permite a los usuarios visualizar y controlar los procesos industriales, el equipamiento y las operaciones.

Con tecnología de avanzada, sorprendentes capacidades gráficas y funcionalidades completas ofrecidas con su ya legendaria facilidad de uso, el InTouch 10.0 de Wonderware es su solución para la total visualización operacional y HMI.

El **Wonderware System Platform 3.0** es una plataforma de aplicaciones de software industrial estratégica que está construida sobre la tecnología ArchestrA® para el control supervisorio, geo-SCADA, y soluciones para el gerenciamiento de la producción y el desempeño.

Con un poderoso modelo de planta, desarrollo de aplicaciones centralizado y nuevos e impresionantes gráficos ArchestrA, la Wonderware System Platform 3.0 es su solución de software para la excelencia operacional.

Wonderware le ofrece una ventaja competitiva para optimizar y expandir sus operaciones a su propio ritmo, al ofrecerle una plataforma sostenible y un excepcional sistema de escalabilidad.

Las aplicaciones InTouch abarcan todo el mundo, en una multitud de mercados incluyendo:

- Procesamiento de Alimentos
- Semiconductores
- Petróleo y Gas
- Automotor
- Químico
- Farmacéutico
- Pulpa y papel
- Transporte
- Utilidades
- Agua / Aguas Residuales

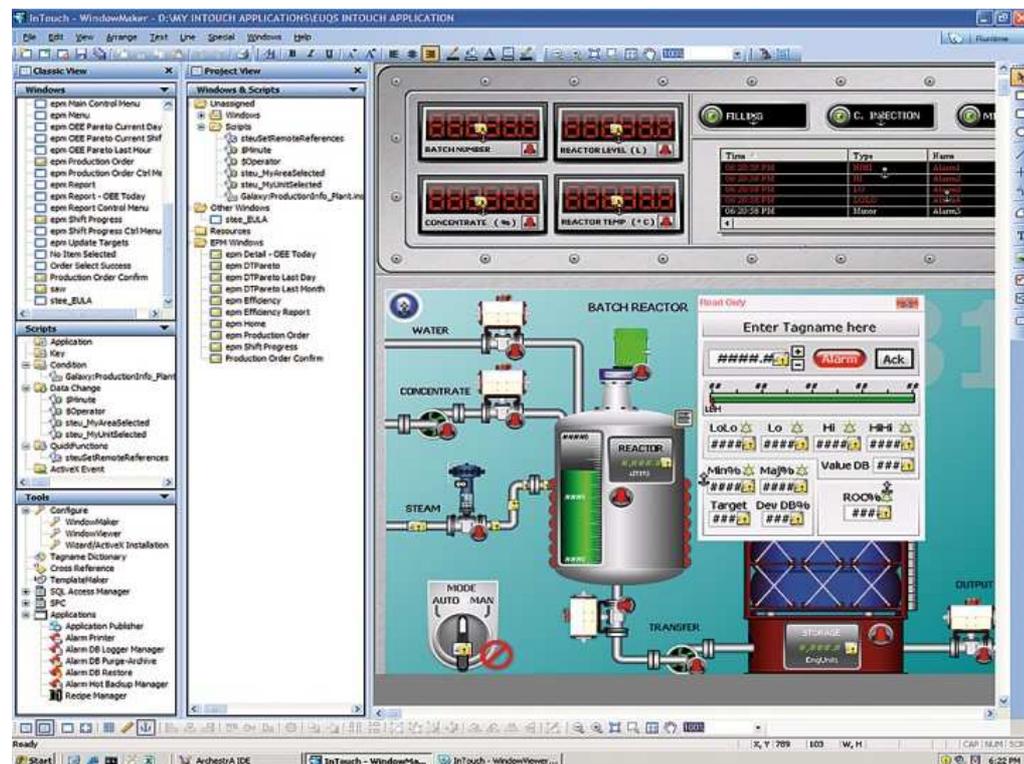


Figura V-4: Ejemplo de una HMI InTouch

5.5.1 Beneficios

- Facilidad de uso que le permite a desarrolladores y operarios ser más productivos de manera simple y rápida

- Gran integración de dispositivos sin y conectividad a prácticamente todos los dispositivos y sistemas
- Sus capacidades de representación gráfica y la interacción con sus operaciones permiten entregar la información correcta a las personas correctas en el momento correcto

Migración de versiones de software sin interrupción, lo que significa que la inversión en sus aplicaciones HMI está protegida

5.5.2 Capacidades

- Gráficos de resolución independiente y símbolos inteligentes que visualmente dan vida a su instalación directamente en la pantalla de su computadora.
- Sofisticado sistema de scripting para extender y personalizar aplicaciones en función de sus necesidades específicas.
- Alarmas distribuidas en tiempo real con visualización histórica para su análisis.
- Graficación de tendencias históricas integrada y en tiempo real.
- Integración con controles Microsoft ActiveX y controles .NET.

Librería extensible con más de 500 de objetos y gráficos prediseñados, “inteligentes” y personalizables

5.5.3 InTouch general

El software InTouch es la forma más rápida de crear aplicaciones HMI para la visualización y el control de la planta. Utilizando InTouch, puede crear potentes, aplicaciones completas que aprovechan las características clave de Microsoft Windows, incluyendo:

- Controles ActiveX y .NET
- OLE
- Gráficos
- La creación de redes

InTouch también se puede ampliar mediante la adición de controles personalizados, wizards, generic objects, Archestra Graphics, y la creación de extensiones Quick Script InTouch.

InTouch se compone de tres componentes principales:

- InTouch Application Manager
- WindowMaker
- WindowViewer

5.5.3.1 Intouch WindowMaker

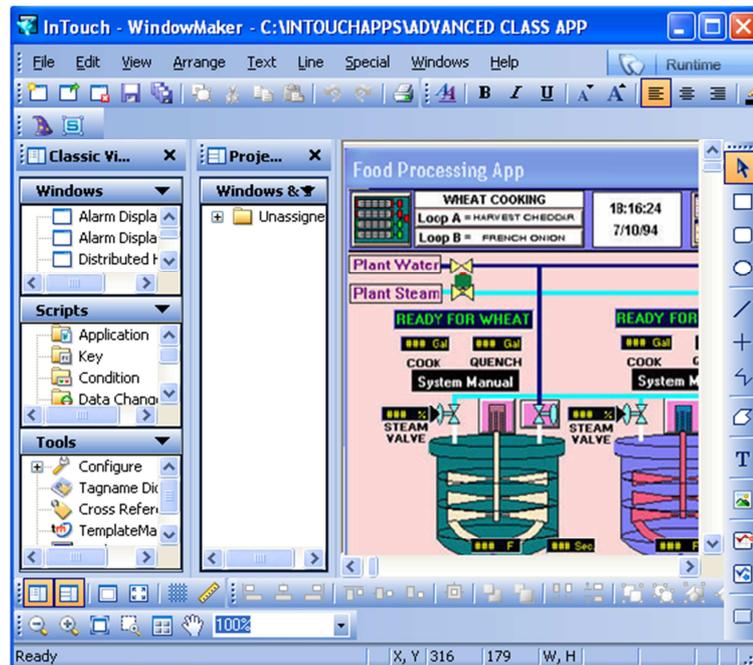


Figura V-5: WindowMaker

WindowMaker es el entorno de desarrollo, donde los gráficos orientados a objetos se utilizan para crear dibujos animados, touch-sensitive display windows.

Los elementos que aparecen en estas ventanas se pueden actualizar con sistemas de E/S industriales y otras aplicaciones de Microsoft Windows.

5.5.3.2 InTouch WindowViewer



Figura V-6: WindowViewer

WindowViewer es el entorno en tiempo de ejecución que se utiliza para mostrar las ventanas gráficas creadas en WindowMaker.

WindowViewer:

- Ejecuta Quick Scripts InTouch
- Realiza un registro histórico de datos e informes
- Alarmas de los procesos de registro e informes
- Funciona como un cliente y un servidor para el DDE y el Suite Link protocolos de comunicación

5.5.3.3 Application Manager

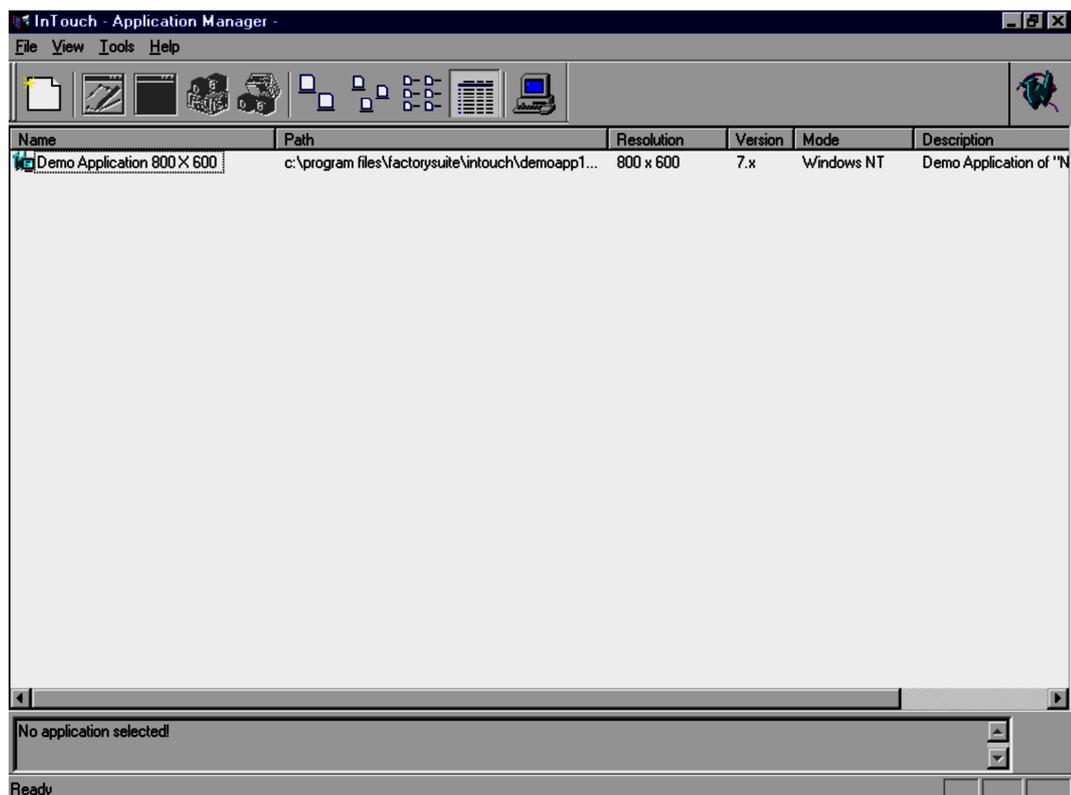


Figura V-7: Application Manager

Permite Administrar la lista de proyectos que tenemos dentro de InTouch

5.5.4 Aplicaciones del InTouch

5.5.4.1 Aplicaciones Stand-Alone

Son aquellas aplicaciones que se ejecutan en una sola computadora. Como su nombre lo indica son aplicaciones que van a correr individualmente y estas aplicaciones van a trabajar con la cooperación de los 3 softwares que conforman InTouch.

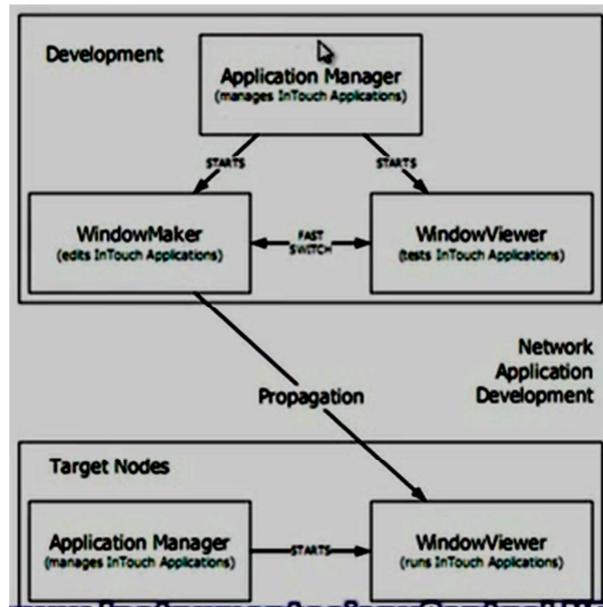


Figura V-8: Aplicación Stand-Alone

Si en una aplicación Stand-Alone se requiere implementar un modelo cliente/servidor es decir donde exista una aplicación maestra con varias aplicaciones clientes se hace uso de la herramienta llamada Network Application Development.

Implementado o configurando esta herramienta podemos tener una aplicación maestra en nuestro proyecto principal de InTouch Stand-Alone y cuando modifiquemos esta estación maestra en los clientes también se van a replicar estos cambios.

5.5.4.2 Aplicaciones Administradas con archestra IDE

Están basadas en tecnología Archestra junto con System Platform.

Archestra: es una base de datos que es el core de System Platform y aplicaciones administradas de InTouch.

Diseñado para integrar y extender la vida de los sistemas heredados, aprovechando las tecnologías de software y los estándares abiertos más avanzados de la industria.

Permite ensamblar aplicaciones rápidamente por medio del huso de objetos de software, en lugar de “programarlas”.

Archestra IDE: se puede utilizar funcionalidades de System Platform con Orchestra IDE para:

- Ver que aplicación de InTouch está corriendo en cualquier nodo o estación.
- Usar el repositorio central para la aplicación InTouch.
- Implementar cambios en las pantallas de Windows Viewer en estaciones remotas.

Agregar o editar Orchestra Symbols en aplicaciones InTouch.

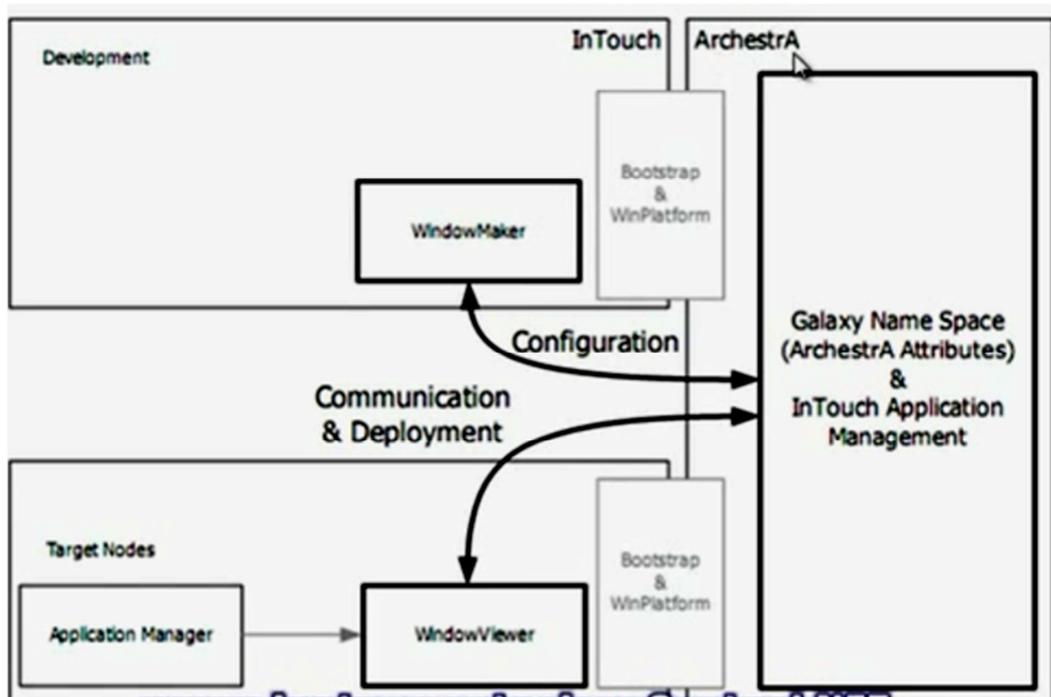


Figura V-9: Aplicación Administrada con Orchestra IDE

Una vez terminados de editar los proyectos de InTouch estos se guardan como objetos dentro de Orchestra y estos cambios van a poder ser replicados en todas las estaciones o nodos que estén implementados como clientes.

5.5.4.3 Diferencia entre aplicaciones Stand-Alone de InTouch y las aplicaciones administrables

Tabla V-I: Diferencias entre Aplicaciones Stand-Alone y Aplicaciones Administradas

	Stand Alone InTouch Applications	Managed InTouch Applications
Create Application	Application Manager	ArchestrA IDE <ul style="list-style-type: none"> • New application • Importing stand alone application • Importing SmartSymbols
Edit Application	WindowMaker started from the Application Manager	WindowMaker started from within the IDE
Delete Application	Delete folder and remove from Application Manager	Delete InTouchViewApp template
Support of ArchestrA Symbols	No	Yes for all operations
Support of DB Dump and DB Load	Yes, function within Application Manager	Yes, function within the IDE
Editing application in original resolution requires conversion	Yes	No
Management of Distributed Applications	Network Application Development (NAD)	ArchestrA IDE
Configuring how new InTouch application versions are accepted	Configured in Application Manager (Network Application Development)	Configured in WindowMaker

CAPITULO VI

IMPLEMENTACIÓN DEL MODULO

6.1 INTRODUCCIÓN

Un automatismo es un dispositivo que realiza una labor de manera automática de acuerdo a los parámetros con los cuales ha sido diseñado. Con un sistema automático se busca principalmente aumentar la eficiencia del proceso incrementando la velocidad, la calidad y la precisión, y disminuyendo los riesgos que normalmente se tendrían en la tarea si fuese realizada en forma manual. Con el avance de la tecnología, los procesos industriales han sufrido grandes cambios y quienes estamos involucrados de una o de otra forma con el tema, debemos estar permanentemente informados acerca de los nuevos productos, métodos de proceso, solución de fallas, sistemas de control, etc.

Prácticamente todas las industrias alrededor del mundo poseen al menos un pequeño sistema automático. Por esta razón, debemos estar preparados y conocer el funcionamiento de dichos sistemas, por insignificantes que parezcan.

Por consiguiente el presente proyecto tiene la misión de introducirnos de alguna forma en lo que es el control automático de procesos.

El proyecto en mención consiste en un pórtico de carga de 3 ejes; 2 ejes electromecánicos (X, Y) y un eje electro-neumático (Z), además permite clasificar objetos de forma cilíndrica por su peso y por su tipo de material para lo cual se utilizo un sistema de resorte y sensores magnéticos, inductivos, capacitivos e inductivos.

6.2 DESARROLLO MECÁNICO

6.2.1 Estructura para el montaje de los módulos

Para montar las unidades modulares se necesitan diversos elementos auxiliares que en conjunto forman lo que se denomina estructura.

Los elementos más importantes de la que consta la estructura son los siguientes:

- Elementos básicos (columnas perfiladas, placas básicas y placas angulares)
- Elementos de base (piezas angulares básicas, pies, elementos de unión) para sujetar columnas, placas y módulos móviles, incluyendo los tornillos y las tuercas ranuradas correspondientes).
- Conjuntos de componentes (elementos de unión para el montaje directo, en paralelo o en ángulo de noventa grados mediante cola de milano para la sujeción de módulos lineales).
- Conjunto de elementos de unión (juego de elementos para el montaje de componentes en actuadores y módulos lineales).
- Conjuntos de adaptadores (piezas intermedias para la sujeción de componentes a carros miniaturizados y actuadores giratorios).
- Elementos para la instalación (tubos de protección, canales para el paso de cables, elementos de unión, etc.)

Elementos de unión utilizados:

- a) Elemento para unir piezas perfiladas
- b) Unión mediante tuerca deslizante
- c) Unión mediante tornillo y pasador
- d) Brida para cola de milano

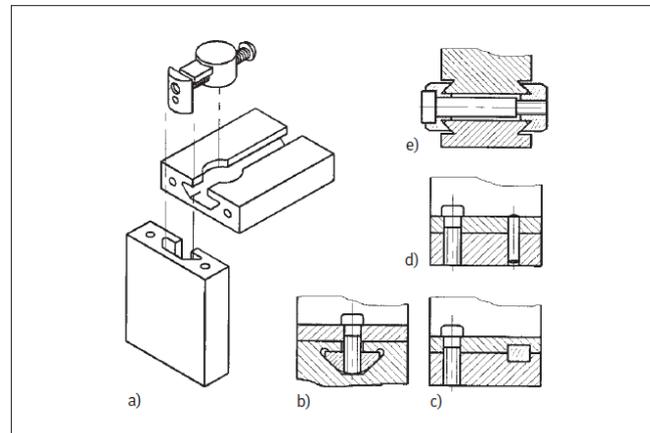


Figura VI-1: Elementos de unión utilizados.

Las características de los elementos mencionadas se detallan en la unidad 2.

Por otra parte buscando la forma de transportar la energía eléctrica y energía neumática de manera ordenada a los componentes móviles se optó por utilizar sujetadores de plástico y canaletas plásticas.

Esta solución ofrece las siguientes ventajas:

- Montaje y desmontaje sencillo para el mantenimiento y las reparaciones.
- Ocupa poco espacio y, además
- Ofrece protección

6.2.2 Ejes de posicionamiento

Para ejecutar los movimientos X, Y se optó por utilizar ejes de posicionamiento electromecánicos. Estos ejes se distinguen por tener, como mínimo, una cadena de acción en dos etapas con el fin de conseguir un movimiento lineal mediante un husillo. Cabe indicar que el eje X utiliza un motor PAP y el eje Y utiliza un motor DC ayudado de sensores para obtener posiciones intermedias del carro.

En cambio para el eje Z se optó por los sistemas neumáticos, que tienen una sola etapa y, en consecuencia, son actuadores directos.

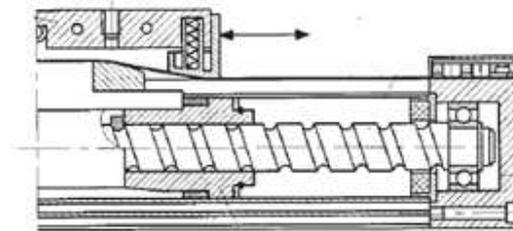


Figura VI-2: Movimiento lineal por usillo o tornillo sin fin

La siguiente figura muestra la estructura del modulo.



Figura VI-3: Estructura terminada del modulo

6.2.3 Estructura del sistema de pesaje

La estructura como el resto del modulo está construido de aluminio en su mayor parte, principalmente el soporte, además consta de una placa circular de duraló, la misma que está sometida a un resorte que mediante un sensor permitirá determinar el peso del objeto.

6.2.4 Mesa de control

Como su nombre lo indica, permitirá ubicar todos los elementos de control necesario para llevar a cabo el proceso automático.

6.2.5 Mesa de descarga

Utilizada para depositar los objetos una vez realizado el pesaje y determinado el tipo de material. Su estructura es de aluminio al igual que los soportes para fijarla a la estructura.

6.2.6 Estructura de los elementos complementarios del módulo

Como se puede observar en la (Figura VI-3) el módulo cuenta con elementos adicionales que son necesarios para llevar a cabo el proceso completo. Estos elementos se consideraron partiendo de asumir que el mismo va a ser acoplado a otro proceso que le proveerá los objetos a clasificar.

Los elementos adicionales son:

- Banda transportadora: Conformada en su mayor parte de aluminio, la misma que entra en movimiento gracias a un moto-reductor pequeño de corriente continua.
- Soporte para los indicadores del proceso.

6.3 ACTUADORES

6.3.1 Actuadores eléctricos

6.3.1.1 Motor DC

Es una máquina de las más versátiles en la industria. Su fácil control de posición, par y velocidad la han convertido en una de las mejores opciones en aplicaciones de control y automatización de procesos. Los motores de corriente continua son utilizados en muchas aplicaciones de precisión (máquinas, micro-motores, etc.)

La configuración más popular de motores DC es la de excitación independiente por lo que la velocidad del mismo es proporcional al valor de la tensión media de C.C. esto es válido siempre que se mantengan constantes, las condiciones de excitación y el par mecánico.

Para poder comunicar la energía del motor al usillo se utilizó un sistema de poleas como se muestra en la (Figura VI-4)



Figura VI-4: Transmisión de la energía del motor C.C. al usillo por poleas

6.3.1.2 Motor PAP unipolar



Figura VI-5: Motor PAP utilizado para el eje Y

Estos motores suelen tener 6 o 5 cables de salida, dependiendo de su conexionado interno. Este tipo se caracteriza por ser más simple de controlar. En la (Figura VI-6) podemos apreciar el driver utilizado para controlar un motor paso a paso unipolar mediante el uso de un PIC16F628A, además incluye la interfaz de potencia con el TIP 121 el cual puede manejar cargas de hasta 5A.

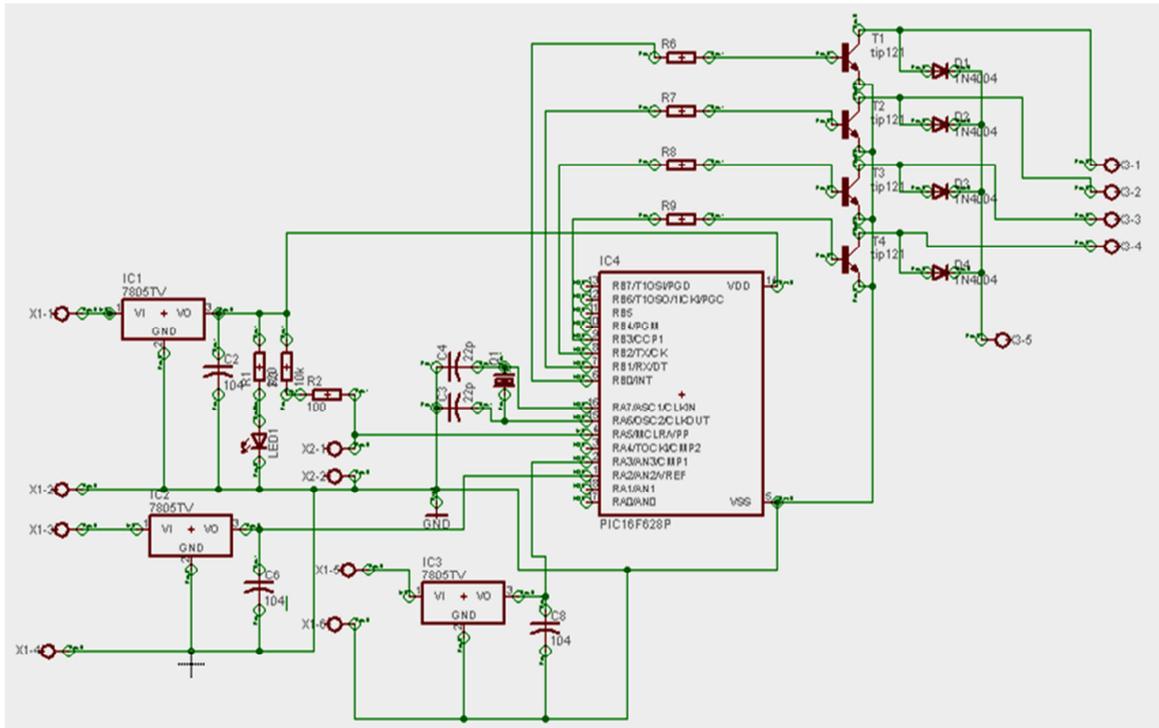


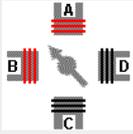
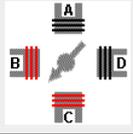
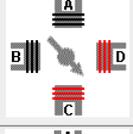
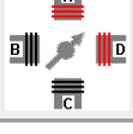
Figura VI-6: Driver para motor PAP de 1,6 A

6.3.1.2.1 Secuencias utilizada para el control de motores PAP

Secuencia normal

Esta es la secuencia más usada y la que generalmente recomienda el fabricante. Con esta secuencia el motor avanza un paso por vez y debido a que siempre hay al menos dos bobinas activadas, se obtiene un alto torque de paso y de retención.

Tabla VI-I: Secuencia utilizada para el control del motor PAP

PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	ON	ON	OFF	OFF	
2	OFF	ON	ON	OFF	
3	OFF	OFF	ON	ON	
4	ON	OFF	OFF	ON	

Como comentario final, cabe destacar que el tiempo de duración y la frecuencia de los pulsos aplicados es un punto muy importante a tener en cuenta. En tal sentido el motor debe alcanzar el paso antes que la próxima secuencia de pulsos comience. Si la frecuencia de pulsos es muy elevada, el motor puede reaccionar en alguna de las siguientes formas:

- Puede que no realice ningún movimiento en absoluto.
- Puede comenzar a vibrar pero sin llegar a girar.
- Puede girar erráticamente.
- Puede llegar a girar en sentido opuesto.

Para obtener un arranque suave y preciso, es recomendable comenzar con una frecuencia de pulso baja y gradualmente ir aumentándola hasta la velocidad deseada sin superar la máxima tolerada. El giro en reversa debería también ser realizado, previamente bajando la velocidad de giro y luego cambiando el sentido de rotación.

6.3.1.2.2 Una referencia importante:

Cuando se trabaja con motores P-P usados o bien nuevos, pero de los cuales no tenemos hojas de datos. Es posible averiguar la distribución de los cables a los bobinados y el cable común en un motor de paso unipolar de 5 o 6 cables siguiendo las instrucciones que se detallan a continuación:

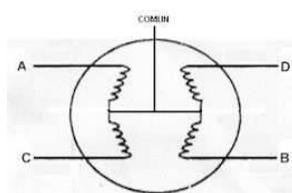


Figura VI-7: Motor P-P con 5 cables de salida

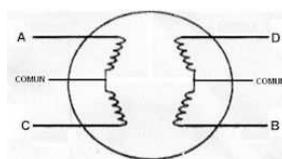


Figura VI-8: Motor P-P con 6 cables de salida

- a) Aislado el cable(s) común que va a la fuente de alimentación: Como se aprecia en las figuras anteriores, en el caso de motores con 6 cables, estos poseen dos cables comunes, pero generalmente poseen el mismo color, por lo que lo mejor es unirlos antes de comenzar las pruebas.

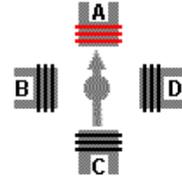
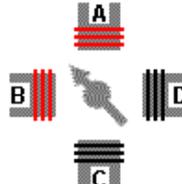
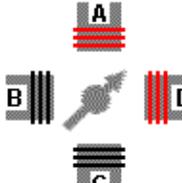
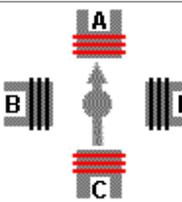
Usando un tester para chequear la resistencia entre pares de cables, el cable común será el único que tenga la mitad del valor de la resistencia entre ella y el resto de los cables.

Esto es debido a que el cable común tiene una bobina entre ella y cualquier otro cable, mientras que cada uno de los otros cables tienen dos bobinas entre ellos. De ahí la mitad de la resistencia medida en el cable común.

- b) Identificando los cables de las bobinas (A, B, C y D): aplicar un voltaje al cable común (generalmente 12 volts, pero puede ser más o menos) y manteniendo uno de los otros cables a masa (GND) mientras vamos poniendo a masa cada uno de los demás cables de forma alternada y observando los resultados.

El proceso se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla VI-II: Pasos para determinar los cables de un motor PAP

Seleccionar un cable y conectarlo a masa. Ese será llamado cable A.	
Manteniendo el cable A conectado a masa, probar cuál de los tres cables restantes provoca un paso en sentido antihorario al ser conectado también a masa. Ese será el cable B.	
Manteniendo el cable A conectado a masa, probar cuál de los dos cables restantes provoca un paso en sentido horario al ser conectado a masa. Ese será el cable D.	
El último cable debería ser el cable C. Para comprobarlo, basta con conectarlo a masa, lo que no debería generar movimiento alguno debido a que es la bobina opuesta a la A.	

Una vez realizadas las pruebas se obtuvo:

Tabla VI-III: Cables del motor P-P utilizado

Cable	Color
A	AZUL
B	AMARILLO
C	NARANJA
B	ROJO
COMUN 1	BLANCO
COMUN 2	NEGRO

6.3.1.3 Diseño e implementación del driver del motor PAP

Para la implementación de la tarjeta controladora del motor PAP se utilizó el software Cadsoft Eagle 5.10

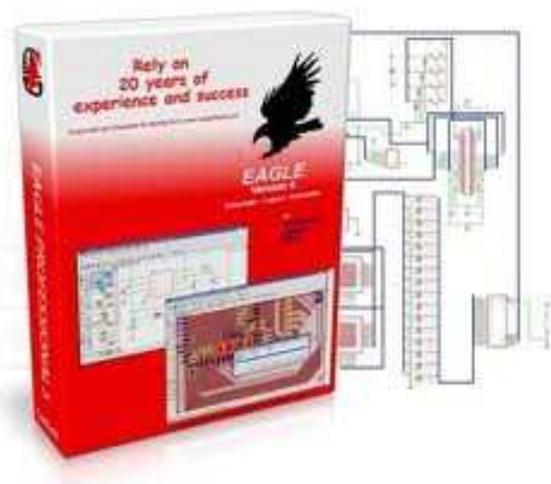


Figura VI-9: Cadsoft Eagle 5.10

CadSoft EAGLE es un sencillo programa que te permite el desarrollo de circuitos impresos.

El programa consta de tres módulos, un Diagramador, un Editor de esquemas y un Autorouter que están integrados por lo no hay necesidad de convertir los netlist entre esquemas y diseños. Es una potente aplicación con la que diseñar circuitos impresos y

realizar esquemas electrónicos. Eagle son las siglas de Easily Aplicable Graphical Layout Editor.

Gracias a este editor se logra diseñar esquemas y placas de circuito impreso con autorouter, es decir con la función que automatiza el dibujo de pistas en la placa de circuitos impresos, y todo esto en un entorno ergonómico.

La (Figura VI-6) muestra el diagrama del circuito del driver del motor PAP, la Figura (VI-10) muestra la placa impresa del mismo y por último la (Figura VI-11) muestra el circuito implementado y terminado.

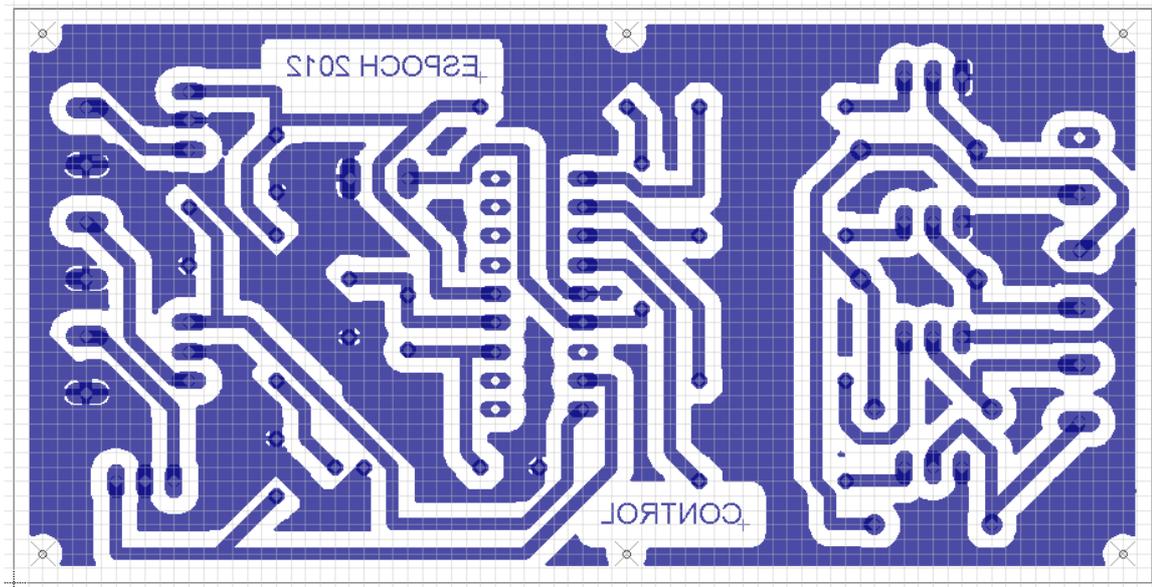


Figura VI-10: circuito para placa impresa



Figura VI-11: Placa controladora del motor PAP

6.3.2 ACTUADORES NEUMÁTICOS

Los actuadores neumáticos se emplean para transformar la energía almacenada en el aire a presión en energía cinética. Los cilindros utilizados son:

6.3.2.1 Cilindro de simple efecto



Figura VI-12: Cilindro de simple efecto y doble efecto

Dispone de una entrada de aire para producir una carrera de trabajo en un sentido es utilizado para sujetar las piezas a transportar.

El cilindro utilizado es un micro-cilindro que está ubicado en la parte inferior de la grafica.

6.3.2.2 Cilindro de doble efecto

Dispone de dos entradas de aire para producir carreras de trabajo de salida y retroceso, utilizado para el movimiento en el eje Z. Es el cilindro más grande que se muestra en la (Figura VI-12)

6.3.2.3 Electroválvulas

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



Figura VI-13: Bloque de electroválvulas del proyecto

Las electroválvulas utilizadas son la 5/2 que para el caso del cilindro de simple efecto se procedió a inhabilitar una de las salidas y para el caso del cilindro de doble efecto su funcionamiento es completo.

6.3.3 Circuitos neumáticos aplicados.

6.3.3.1 Mando cilindro simple efecto con electro-válvula 3/2

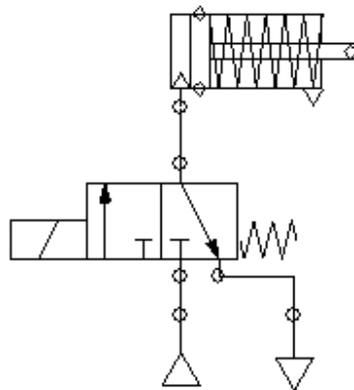


Figura VI-14: Mando cilindro simple efecto con electro-válvula 3/2

6.3.3.2 Mando cilindro doble efecto con electro-válvula 5/2

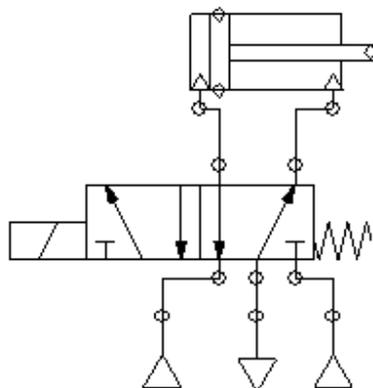


Figura VI-15: Mando cilindro doble efecto con electro-válvula 5/2

El funcionamiento de las bobinas de las electroválvulas es controlada por el PLC.

6.3.4 Elementos auxiliares



Figura VI-16: Elementos auxiliares neumáticos

- **Reguladores:** Son dispositivos que se instalan sobre los orificios de entrada o salida de aire en los diferentes sistemas mecánicos. Su principal función es controlar la velocidad del desplazamiento del vástago de los cilindros. Si el caudal es muy grande, el cilindro actúa casi instantáneo.
- **Silenciadores:** Utilizados para silenciar el ruido producto del escape de los sistemas neumáticos y también atrapar cualquier partícula que pudiera ser expulsada a alta velocidad junto a los gases de salida, además de ayudar a un ambiente de trabajo más amigable.
- **Racores**
- **Manguera de poliuretano**

6.4 SISTEMA DE CONTROL BUCLE CERRADO

Para conseguir las posiciones necesarias puede recurrirse al sistema de regulación (en bucle cerrado).

Si se dispone de un sistema de regulación que efectúe continuamente una comparación entre el valor real y el valor programado, y cuando coinciden los dos valores, el eje se detiene, esto hará al proceso más fiable.

Para conseguirlo es necesario disponer de un sistema de medición de recorridos y un comparador. Una configuración de este tipo también se denomina circuito de regulación en bucle cerrado.

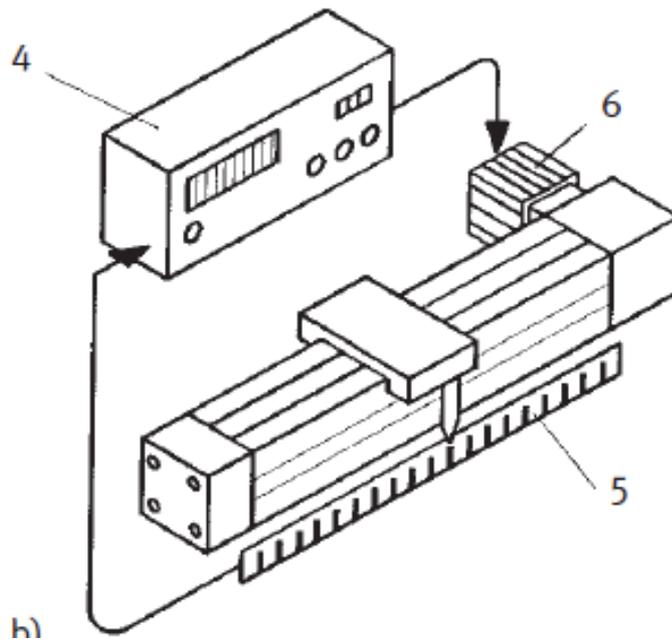


Figura VI-17: Regulación de ejes en bucle cerrado

- 4.- Unidad de programación y control
- 5.- Sistema de medición de recorrido
- 6.- Servomotor

El sistema de control está realizado a través de sensores los mismo que brindan información al PLC para que éste realice el control respectivo. Tanto de los sensores como del PLC de hablara más adelante.

6.5 RELÉS

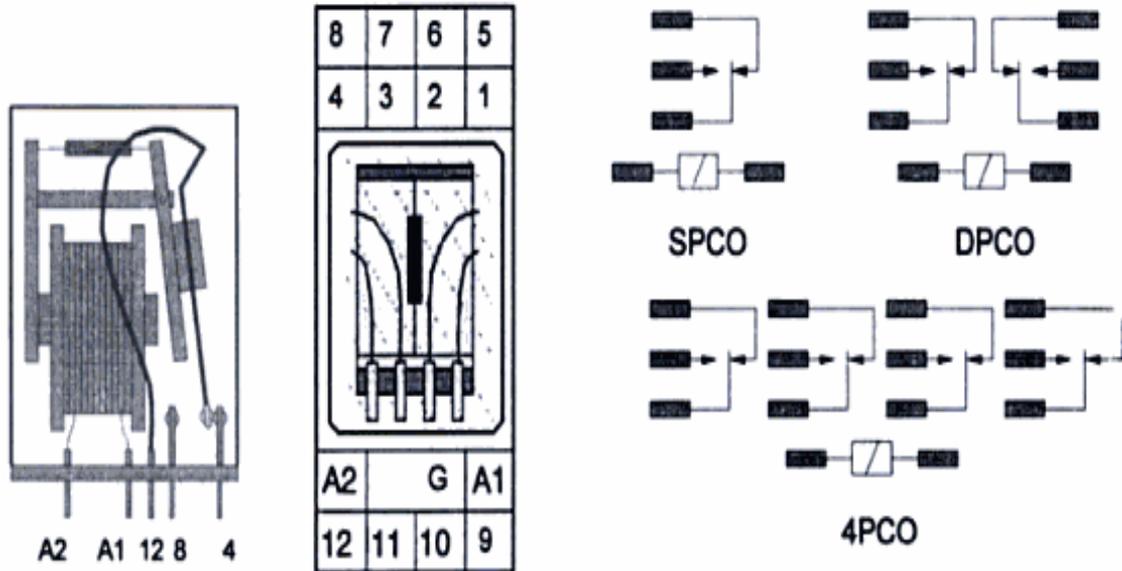


Figura VI-18: Relé electromecánico típico

La (Figura VI-18) muestra un relé electromecánico típico. Cuando el electroimán está desconectado, un resorte mantiene una palanca lejos del polo magnético. Esta palanca forma parte del circuito magnético y soporta aisladamente una barra de contacto que normalmente se mantiene contra el contacto del lado derecho. Al pasar energía a través de la bobina electromagnética, la placa es empujada contra el resorte completando así el circuito magnético, de manera que el contacto cerrado se desplazará hasta abrirse y cerrar el contacto que está abierto.

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

Son utilizados para el habilitar los actuadores del proyecto.

6.6 SENSORES UTILIZADOS EN EL MÓDULO

6.6.1 Sensor Inductivo IBEST IPSI-12PO2B PNP

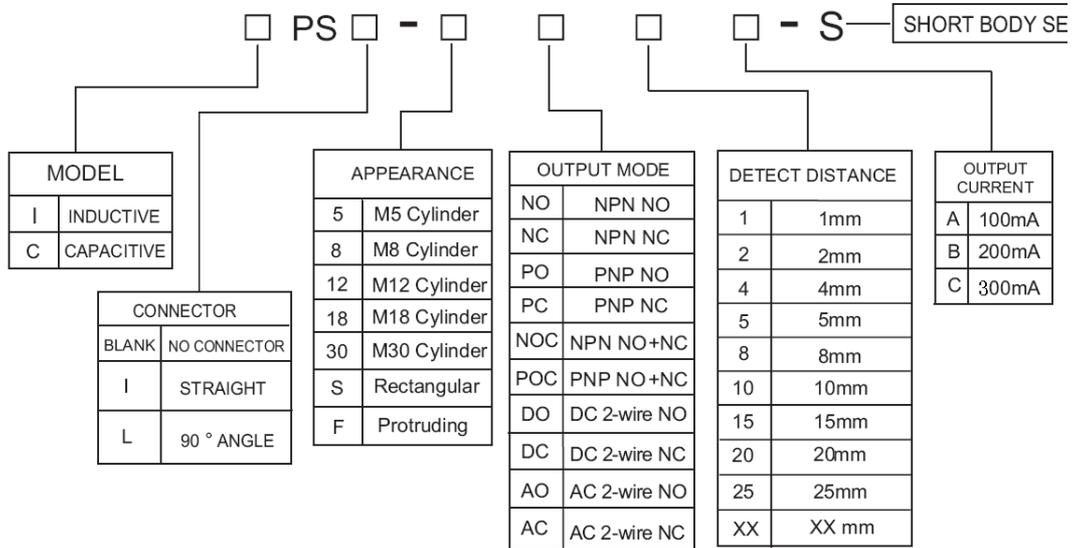


Figura VI-19: Sensor Inductivo

6.6.1.1 Características del sensor Inductivo IBEST

- Inductivo, estilo de: cilindro, diámetro: 12 mm
- Con blindaje o sin blindaje.
- CC 2-hilos (10-30V DC), DC 3-hilos (10-30V DC), CC de 4 hilos (10-30V DC), AC 2-hilos (90-250 AC).
- Modo de conexión: 3/4 hilos o 3/4 pines
- Distancia de montaje: blindado (2 mm) / sin blindaje (4 mm)
- Con la operación de la lámpara LED indicador, fácilmente identificable
- Prueba de latón cromado, de petróleo, agua ácida, alcalina
- Objeto detectable estándar: metales.
- Protección intrínseca: IP67, resistente al agua
- Protección de sobrecorriente
- Ampliamente aplicada en la medición, recuento, medición de revoluciones por minuto en el mecanismo, química, fabricación de papel, industria ligera, etc.

6.6.1.2 Orden del código.



For special request of sensors (e.g. 24V AC, appearance,function), please indicate when order.

Figura VI-20: Código del sensor inductivo.

6.6.1.3 Conexiones de los distintos tipos de sensores inductivos.

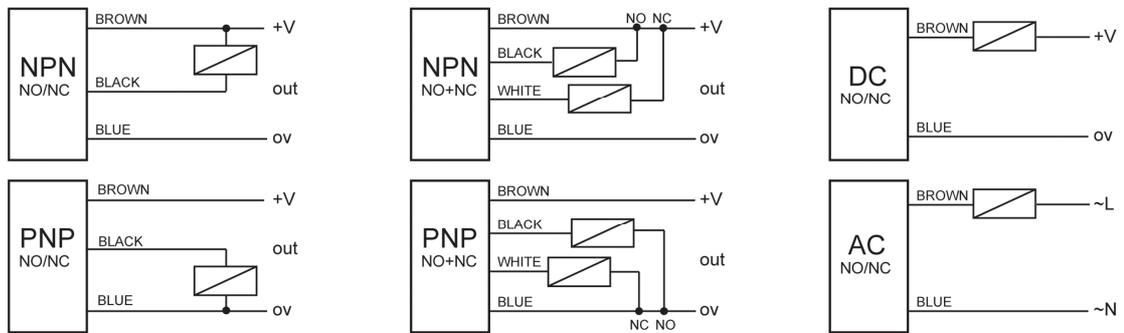


Figura VI-21: Formas de conexión de los diferentes tipos de Sensores Inductivos IBEST

6.6.2 Sensor Fotoeléctrico IBEST PESL D-18P



Figura VI-22: Sensor Fotoeléctrico

6.6.2.1 Características del sensor Fotoeléctrico IBEST

- Estilo: diámetro del cilindro: 18 mm. (A través de haz tipo, retro-reflectante tipo y el tipo difuso-reflexivo).
- Material: latón niquelado o ABS
- CC 3 hilos o 2 hilos DC o el cable de CA 2, con o sin conector.
- Luz de los recursos: LED infrarrojo
- Fuerte anti-choque y anti-vibración.
- No-contacto con el objeto a detectar: evitar el sensor fotoeléctrico en contacto con el objeto directamente, proteger el componente inductor de los daños y extender la vida de operación del sensor.
- Detección de objetos con diferentes materiales: detectar objetos por las cantidades de luz reflejada y recibida, detectar objetos como el vidrio, metal, plástico, madera, etc.
- Larga distancia de detección: retro reflectante: 3m / difusa-reflectante tipo: 10 cm o 30 cm / a través del haz de tipo: 10m.
- Respuesta rápida: a través de haz: <5 ms / retro reflectantes y difusa de reflexión: <3 ms

- Identificar los colores de los objetos: de acuerdo a los colores de la reflectividad y la capacidad de absorción, los sensores detectan la luz que el objeto refleja e identifica los colores.
- Alta precisión: el circuito electrónico de precisión, capaz de detectar objetos pequeños con la posición exacta.

6.6.2.2 Código del sensor Fotoeléctrico

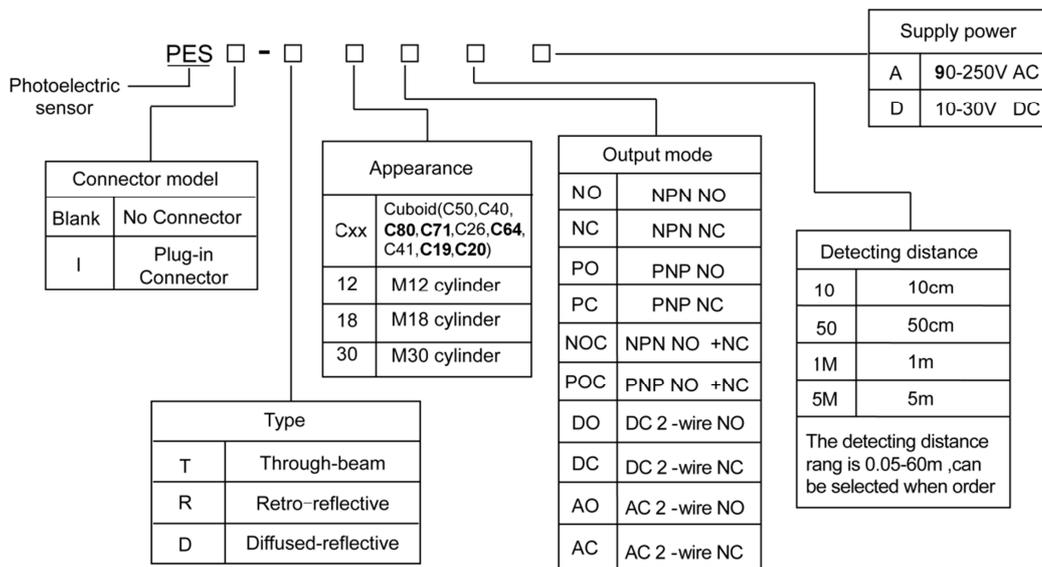


Figura VI-23: Código del sensor Fotoeléctrico.

6.6.2.3 Conexión del sensor Fotoeléctrico

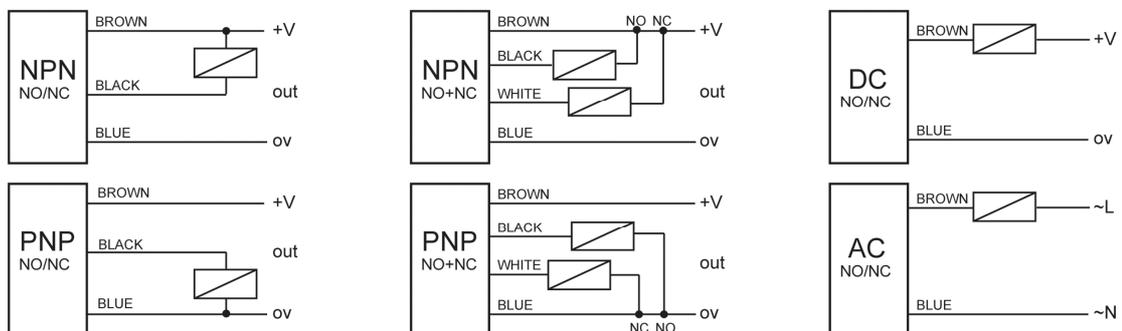


Figura VI-24: Formas de conexión de los diferentes tipos de Sensores Fotoeléctricos IBEST

6.7 PROGRAMACIÓN DEL PLC.

6.7.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

En el desarrollo de la tesis “IMPLEMENTACIÓN DE UN MÓDULO AUTOMATIZADO PARA LA SIMULACIÓN DE UN PROCESO DE CLASIFICACIÓN DE OBJETOS” los procesos son los siguientes:

Manualmente, se colocará el objeto al inicio de la banda transportadora para empezar el proceso, al llegar el objeto al final de la banda transportadora, se detendrá y se determinará el tipo de material del que está hecho el objeto, a continuación se pone en acción al cilindro vertical, seguidamente actuará el micro-cilindro que está colocado al final del vástago del cilindro vertical, este micro-cilindro “sujetará” al objeto para llevarlo al sistema de pesaje donde se determinará el peso del objeto, posteriormente el cilindro vertical y el micro-cilindro otra vez entrarán en acción para según el tipo de material y el peso proceder a colocar en una de las 4 posiciones de la matriz de la placa de descarga y continuar con el proceso hasta que las 4 posiciones estén ocupadas.

6.7.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO.

Antes de poner en movimiento al módulo primero se debe cumplir ciertas condiciones: el sensor final de carrera (S10) y el sensor magnético (S5) tienen que estar activados ya que de esta manera nos aseguramos de que el eje “Y” en el cual se encuentra el cilindro vertical (eje Z) se encuentre al final de la banda, este cilindro vertical posee en su camisa dos sensores magnéticos (S8 y S9), estos dos sensores sirven para controlar al vástago, si está afuera entonces se activa S8 caso contrario se activa S9.

Para iniciar con el proceso se colocará manualmente el objeto al inicio de la banda transportadora el cual se pondrá en movimiento gracias al sensor óptico (S0) colocado al inicio de la banda; al final de la banda transportadora se encuentran colocados dos tipos de sensores: un sensor capacitivo (S1) y un sensor inductivo (S2) que servirán para determinar el tipo de material del que está hecho el objeto y como adicional detener la marcha de la banda, esto debido al sensor capacitivo que se activa sin importar el tipo de material del objeto. Entonces para determinar el tipo de material del objeto la condición

es: si se activa tanto el sensor inductivo (detecta solo material metálico) como el capacitivo (todo tipo de material) entonces es un objeto metálico y si solo se activa el sensor capacitivo entonces es un objeto de cualquier otro material.

A continuación entra en acción el cilindro vertical y con ello el S8, seguidamente se activa el micro-cilindro y procede a “sujetar” al objeto, luego de esto el cilindro vertical procede a levantar al objeto con lo que se activaría el S9, posteriormente se activara el motor DC del eje “Y” en un movimiento de avance para poner en movimiento al cilindro vertical que llevará al objeto al sistema de pesaje, el motor del eje “Y” se detendrá en la posición donde se encuentre el sistema de pesaje gracias al sensor magnético (S8) el cual activará el cilindro vertical por consiguiente también entrara en funcionamiento el micro-cilindro colocando el objeto en el sistema de pesaje.

En el sistema de pesaje se determinará si el objeto es pesado o liviano para lo cual se cumplirá lo siguiente: si se activa el sensor magnético (S3) que está situado en el sistema, de determina que el objeto es pesado, caso contrario el objeto es liviano. Cabe indicar que este sistema solo determina dos pesos (liviano o pesado).

Una vez determinado el tipo de material y el peso del objeto lo que resta por hacer es colocar el objeto en la posición correspondiente de la matriz de la placa de descarga, para lo cual el cilindro vertical con el micro-cilindro procede a recoger el objeto, y de acuerdo a lo indicado por los sensores, si el objeto es metálico entonces solo comprobara que el sensor S6 esté activado para que entre en funcionamiento el motor paso a paso el cual después de un determinado número de vueltas que será controlado por el encoder (S4) se detendrá y el cilindro vertical y el micro-cilindro procederán a soltar al objeto en una posición determinada. En el caso de que el objeto sea de otro tipo de material el motor DC del eje “Y” avanzará hasta que se detenga cuando se active otro S7 y volverá a realizarse los mismos movimientos que para colocar el objeto metálico en la placa de descarga.

Cabe recalcar que el número de vueltas que debe dar el motor paso a paso depende de la posición donde se va a colocar el objeto en la placa de descarga, en este caso para colocar a los objetos livianos metálicos y plásticos es mayor que para los pesados.

Luego de que se haya colocado el objeto en la placa de descarga empieza el movimiento de retorno para lo cual el motor paso a paso deberá hacer un movimiento inverso hasta cuando se haya activado el S10; a continuación el motor DC del eje "Y" inicia el proceso de retroceso hasta cuando se active el sensor S5, de esta manera el cilindro vertical estará ubicado al final de la banda transportadora en espera del siguiente objeto y empezará nuevamente el proceso de carga y descarga.

6.7.3 PROGRAMACIÓN DEL PLC S7-1200

Al crear el programa de usuario para las tareas de automatización, las instrucciones del programa se insertan en bloques lógicos (OB, FB o FC).

6.7.3.1 Lenguajes de programación fáciles de usar

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

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

Al crear un bloque lógico, se debe seleccionar el lenguaje de programación que empleará dicho bloque.

El programa de usuario puede emplear bloques lógicos creados con cualquiera de los lenguajes de programación.

El lenguaje de programación que usaremos es el esquema de contactos (KOP).

6.7.3.1.1 Esquema de contactos (KOP)

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

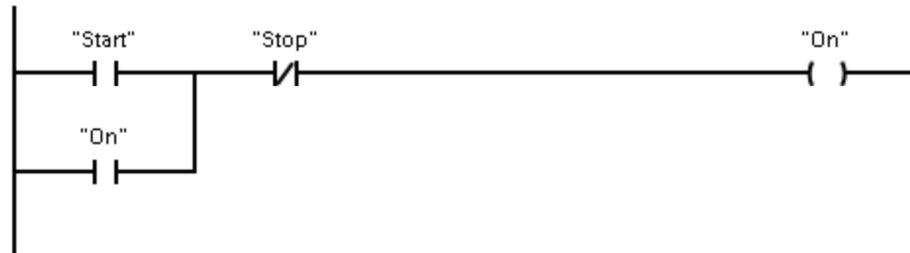


Figura VI-25: Ejemplo de Esquema de Contactos

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

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

STEP 7 no limita el número de instrucciones (filas y columnas) de un segmento KOP.

Todo segmento KOP debe terminar con una bobina o cuadro.

Tenga en cuenta las reglas siguientes al crear segmentos KOP:

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

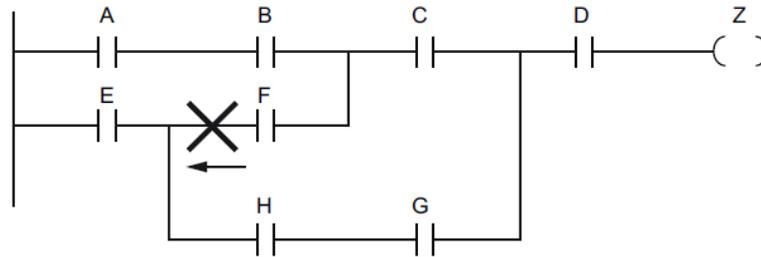


Figura VI-26: Ejemplo de conexión que no se debe hacer (a)

- No se permite programar ramas que causen cortocircuitos.

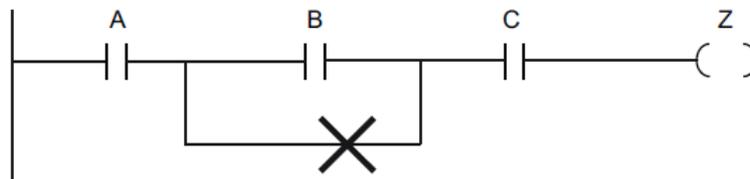


Figura VI-27: Ejemplo de conexión que no se debe hacer (b)

6.7.4 Temporizadores

El S7-1200 soporta los temporizadores siguientes:

- El temporizador TP genera un impulso con una duración predeterminada.
- El temporizador TON activa la salida (Q) en estado ON al cabo de un tiempo de retardo predeterminado.
- El temporizador TOF activa la salida (Q) en estado ON y, a continuación, la pone al estado OFF al cabo de un tiempo de retardo predeterminado.
- El temporizador TONR activa la salida (Q) en estado ON al cabo de un tiempo de retardo predeterminado. El tiempo transcurrido se acumula a lo largo de varios periodos de temporización hasta que la entrada de reset (R) se emplea para poner a cero el tiempo transcurrido.

En KOP y FUP, estas instrucciones están disponibles como instrucción de cuadro o bobina de salida.

El número de temporizadores que pueden utilizarse en el programa de usuario está limitado sólo por la cantidad de memoria disponible en la CPU. Cada temporizador utiliza 16 bytes de memoria.

Todos los temporizadores utilizan una estructura almacenada en un bloque de datos para mantener los datos.

6.7.4.1 Programación de temporizadores

A la hora de planificar y crear el programa de usuario deben considerarse las siguientes consecuencias del manejo de temporizadores:

- Pueden producirse múltiples actualizaciones de un temporizador en el mismo ciclo. El temporizador se actualiza cada vez que la instrucción de temporizador (TP, TON, TOF, TONR) se ejecuta y cada vez que el miembro ELAPSED o Q de la estructura de temporizador se utiliza como parámetro para otra instrucción ejecutada.
- Pueden producirse ciclos durante los cuales no se actualice ningún temporizador. Es posible arrancar el temporizador en una función y dejar de llamar la función durante uno o más ciclos.
- Aunque no es común, se puede asignar la misma estructura de DB de temporizador a varias instrucciones de temporizador. En general, para evitar una interacción inesperada, debería utilizarse solo una instrucción de temporizador (TP, TON, TOF, TONR) por estructura de temporizador de DB.

6.7.5 Contadores

Las instrucciones con contadores se utilizan para contar eventos del programa internos y eventos del proceso externos.

- El contador "ascendente" (CTU) se incrementa en 1 cuando el valor del parámetro de entrada CU cambia de 0 a 1.

- El contador "descendente" (CTD) se reduce en 1 cuando el valor del parámetro de entrada CD cambia de 0 a 1.
- El contador "ascendente y descendente" (CTUD) se incrementa o se reduce en 1 durante la transición de 0 a 1 de las entradas de conteo ascendente (CU) o descendente (CD).

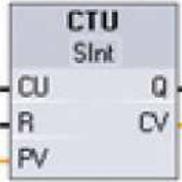
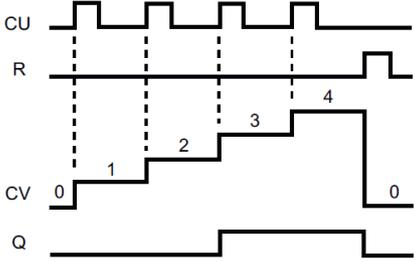
S7-1200 también ofrece contadores rápidos (HSC) para el contaje de eventos que se producen con mayor rapidez que la frecuencia de ejecución del OB.

Las instrucciones CU, CD y CTUD utilizan contadores de software cuya frecuencia de contaje máxima está limitada por la frecuencia de ejecución del OB en el que se encuentran.

Todo contador utiliza una estructura almacenada en un bloque de datos para conservar sus datos. En SCL, hay que crear primero el DB de la instrucción de contador individual antes de poder emplearla. En KOP y FUP, STEP 7 crea automáticamente el DB al introducir la instrucción.

El número de contadores que pueden utilizarse en el programa de usuario está limitado sólo por la cantidad de memoria disponible en la CPU.

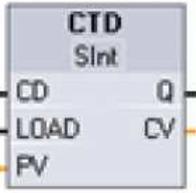
Tabla VI-IV: Contador (ascendente) CTU

KOP / FUP	SCL	Funcionamiento
<p>"Counter name"</p> 	<pre> "ctu_db".CTU(CU:=_bool_in, R:=_bool_in, PV:=_undef_in, Q=>_bool_out, CV=>_undef_out); </pre>	

El cronograma muestra el funcionamiento de un contador CTU con un valor de contaje de entero sin signo (donde PV = 3).

- Si el valor del parámetro CV (valor de contaje actual) es superior o igual que el del parámetro PV (valor de contaje predeterminado), el parámetro de salida del contador Q = 1.
- Si el valor del parámetro de inicialización R cambia de 0 a 1, CV se pone a 0.

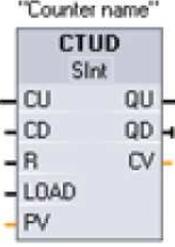
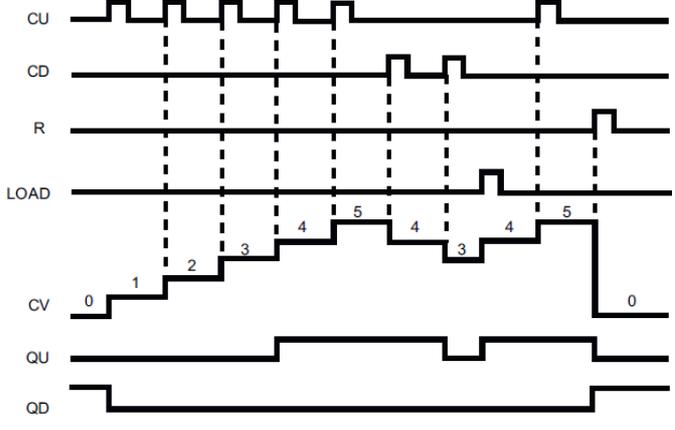
Tabla VI-V: Contador (descendente) CTD

KOP / FUP	SCL	Funcionamiento
<p>"Counter name"</p> 	<pre> "ctd_db".CTU(CD:=_bool_in, LOAD:=_bool_in, PV:=_undef_in, Q=>_bool_out, CV=>_undef_out) </pre>	

El cronograma muestra el funcionamiento de un contador CTD con un valor de contaje de entero sin signo (donde PV = 3).

- Si el valor del parámetro CV (valor de contaje actual) es inferior o igual a 0, el parámetro de salida del contador Q = 1.
- Si el valor del parámetro LOAD cambia de 0 a 1, el valor del parámetro PV (valor predeterminado) se carga en el contador como nuevo CV.

Tabla VI-VI Contador (ascendente y descendente) CTUD

KOP / FUP	SCL	Funcionamiento
<p>"Counter name"</p> 	<pre>"ctud_db".CTUD(CU:=_bool_in, CD:=_bool_in, R:=_bool_in, LOAD:=_bool_in, PV:=_undef_in, QU=>_bool_out, QD=>_bool_out, CV=>_undef_out);</pre>	

El cronograma muestra el funcionamiento de un contador CTUD con un valor de contaje de entero sin signo (donde PV = 4).

- Si el valor del parámetro CV (valor de contaje actual) es superior o igual que el del parámetro PV (valor predeterminado), el parámetro de salida del contador QU = 1.
- Si el valor del parámetro CV es inferior o igual a 0, el parámetro de salida del contador QD = 1.
- Si el valor del parámetro LOAD cambia de 0 a 1, el valor del parámetro PV se carga en el contador como nuevo CV.
- Si el valor del parámetro de inicialización R cambia de 0 a 1, CV se pone a 0.

6.8 STEP 7 BASIC.

6.8.1 Crear un circuito de autorretencion.

6.8.1.1 Crear un segmento simple en el programa de usuario

Para habilitar el circuito de autorretención, utilice un contacto normalmente abierto. El contacto normalmente abierto hace que la corriente fluya al activar el interruptor.

Haga clic en el contacto normalmente abierto en los "Favoritos" para insertarlo en el segmento.

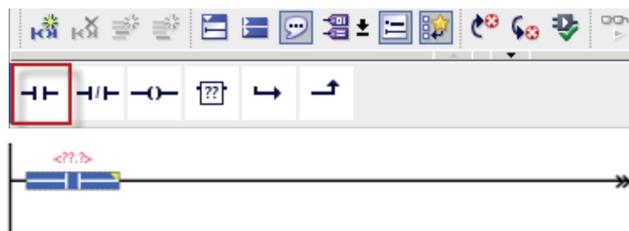


Figura VI-28: Insertar un contacto normalmente abierto

Para deshabilitar el circuito cerrojo, utilice un contacto normalmente cerrado. El contacto normalmente cerrado hace que la corriente fluya hasta que se active el interruptor.

Activando un contacto normalmente cerrado se interrumpe el flujo de corriente.

Haga clic en el contacto normalmente cerrado en los "Favoritos" para insertarlo en el segmento.

La corriente fluye entre los dos contactos para excitar la bobina.

Haga clic en la bobina para insertarla en el segmento.

Para que la bobina permanezca activada tras soltar el interruptor "On", se crea una rama paralela.

1. Seleccione la barra de alimentación del segmento.
2. Haga clic en "Abrir rama" en los "Favoritos" para abrir una rama desde la barra de alimentación.

Haga clic en el contacto normalmente abierto en los "Favoritos" para insertarlo en la rama.

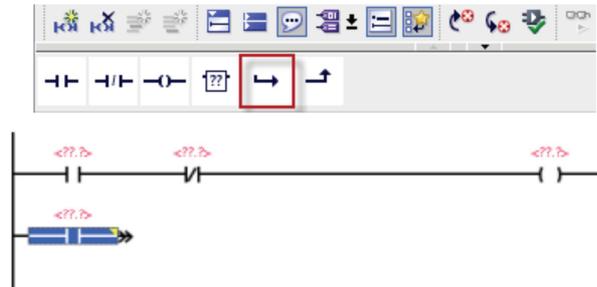


Figura VI-29: Insertar un contacto normalmente abierto en otra rama.

Cierre la rama arrastrando el final hasta el segmento.

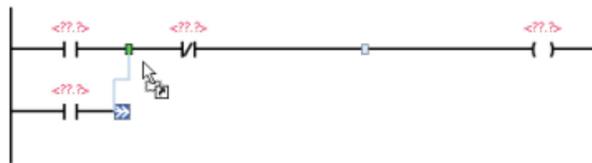


Figura VI-30: Cierre de rama.

Conectando la rama entre los dos contactos se aseguran las siguientes condiciones:

- La corriente puede fluir hasta la bobina tras soltarse (desactivarse) el primer interruptor.
- El contacto normalmente cerrado puede interrumpir el circuito y desactivar la bobina.

Guardar proyecto

Haga clic en el botón "Guardar proyecto" de la barra de herramientas para guardar los ajustes realizados.

A continuación puede proceder a crear "variables" para asignarlas instrucciones del programa de usuario a las entradas y salidas del programa de usuario.

6.8.1.2 Introducir las variables y direcciones para las instrucciones

El siguiente paso consiste en asignar los contactos y bobinas a las entradas y salidas de la CPU. Para estas direcciones se crean "Variables PLC".

1. Seleccione el primer contacto y haga doble clic en el operando ("<??.?>").
2. Introduzca la dirección "I0.0" para crear una variable predeterminada para esta entrada.

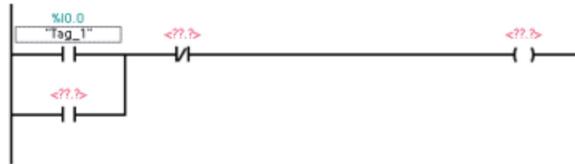


Figura VI-31: Introducir variable y dirección a la instrucción.

3. Introduzca la dirección "I0.1" para el contacto normalmente cerrado.
4. Introduzca una dirección de una salida ("Q0.0") para la bobina.

El nombre predeterminado de la variable creado por STEP 7 Basic se puede cambiar fácilmente.

Haga clic con el botón derecho del ratón en la instrucción (contacto o bobina) y elija el comando "Cambiar nombre de la variable" del menú contextual.

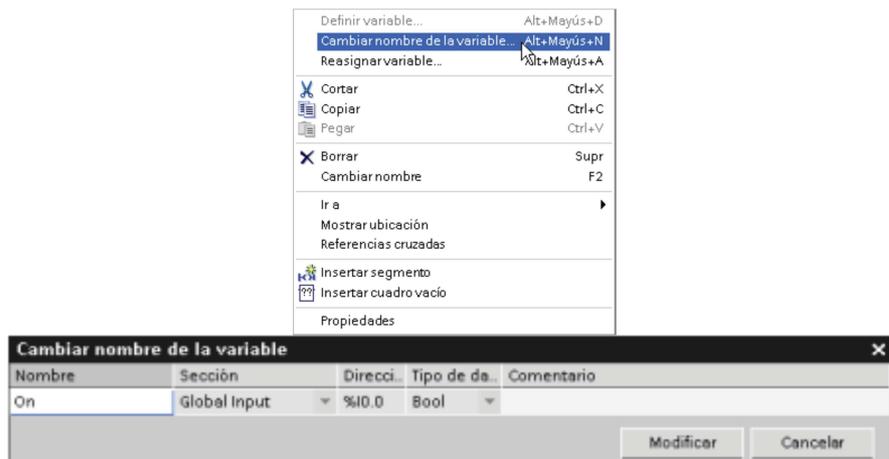


Figura VI-32: Cambiar nombre de la variable.

Introduzca los nombres siguientes para las tres instrucciones:

- Cambie "Tag_1" (I0.0) a "On".
- Cambie "Tag_2" (I0.1) a "Off".
- Cambie "Tag_3" (Q0.0) a "Run".

STEP 7 Basic guarda las variables en una tabla de variables. La dirección de la variable se puede introducir directamente desde la tabla de variables en la instrucción.

1. Seleccione el contacto en la rama.
2. Haga clic en el icono próximo al campo, o bien teclee una "r" o una "o" para visualizar las entradas de la tabla de variables.
3. Seleccione "Run" en la tabla de variables.

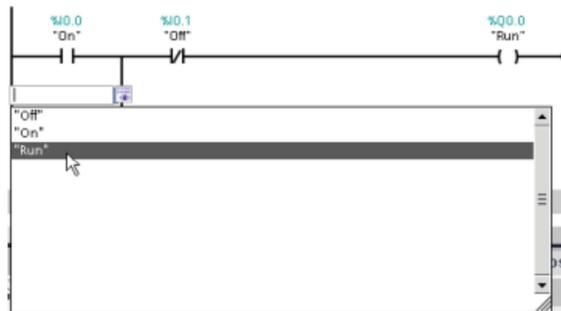


Figura VI-33: Introducir la dirección a la variable directamente desde la tabla de variables

El circuito de autorretención está terminado.

Haga clic en el botón "Guardar proyecto" de la barra de herramientas para guardar los ajustes realizados.

6.8.1.3 Insertar un temporizador de retardo a la conexión

El segundo segmento del programa de usuario utiliza una instrucción TON que se activa 5 segundos después de haberse activado la salida "Run" del circuito de autorretención.

Primero, introduzca el contacto que activará el temporizador.

1. Seleccione el segundo segmento del programa de usuario.
2. Al igual que en el circuito de autorretención, haga clic en el contacto normalmente abierto en los "Favoritos" para insertar la instrucción.

3. Para la dirección de la instrucción, seleccione la variable "Run". (Al igual que en el ejercicio anterior, puede teclear una "r" o hacer clic en el icono de la variable para visualizar la lista de variables.)

Expanda la carpeta "Temporizadores" en la TaskCard "Instrucciones" y arrastre el temporizador TON hasta el segmento.



Figura VI-34: Introducir un temporizador al segmento.

Soltando la instrucción TON en el segmento se crea automáticamente un bloque de datos (DB) de instancia única para almacenar los datos del temporizador. Haga clic en "Aceptar" para crear el DB.

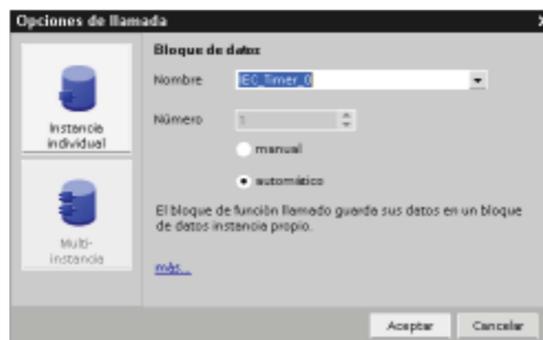


Figura VI-35: Bloque de datos del temporizador.

Cree ahora un retardo de 5 segundos.

1. Haga doble clic en el parámetro del tiempo preseleccionado (PT).
2. Introduzca el valor de constante "5000" (para 5000 ms, es decir, 5 segundos).

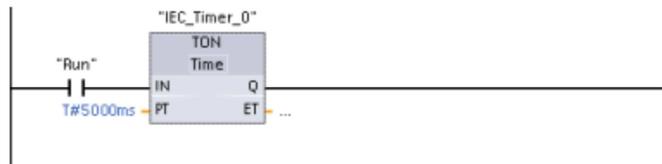


Figura VI-36: Introducción de la constante de 5 segundos.

También es posible introducir "5s", es decir, 5 segundos. ("5h" introduce 5 horas y "5m" introduce 5 minutos.)

STEP 7 Basic formatea la constante como "T#5000ms"

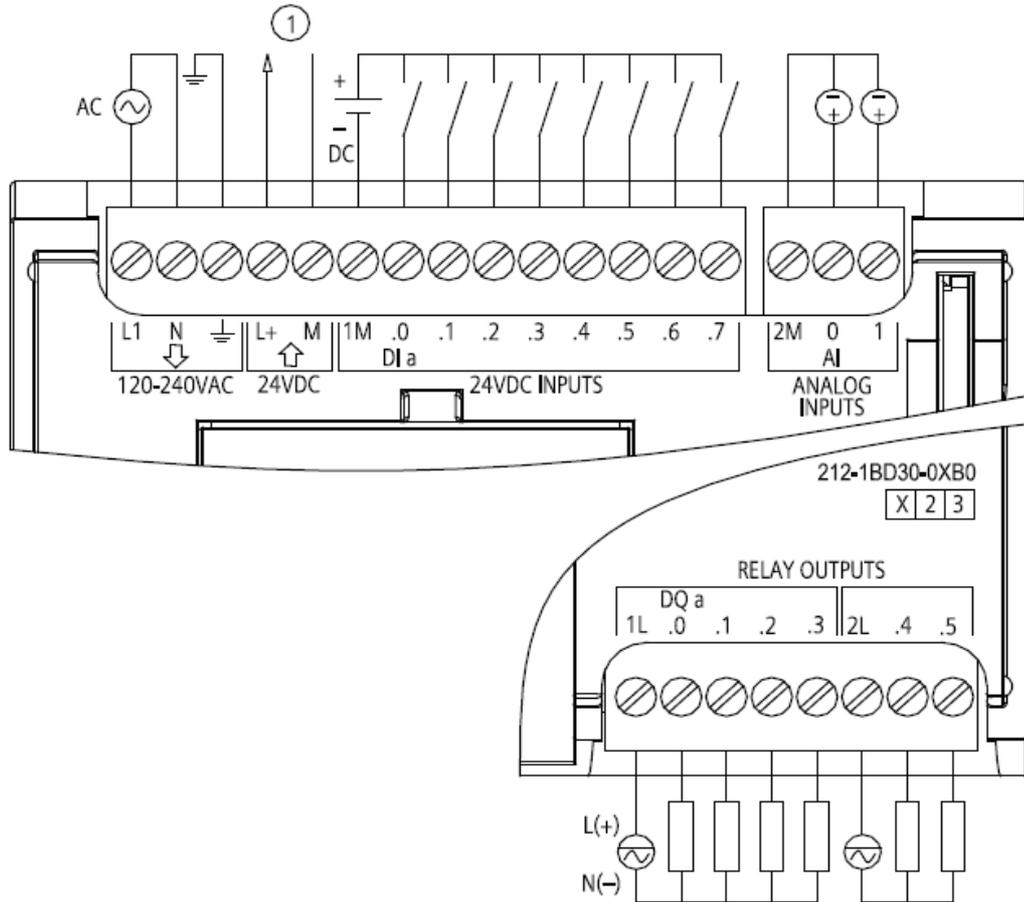
Inserte ahora una bobina que se active al cabo de 5 segundos (el valor de preselección de la instrucción TON).

En este ejercicio, introduzca "M0.0" para la dirección. Esto almacena el valor en el área de marcas (M). Cambie el nombre de la variable a "Delay_5sec".

Se ha creado un temporizador de retardo a la conexión que activa el bit "Delay_5sec" al cabo de 5 segundos.

6.8.2 CONEXIONES FÍSICAS DEL PLC Y DE LOS MODULOS DE ENTRADA Y SALIDA.

6.8.2.1 CONEXIÓN DE LA CPU 1212C AC/DC/RLY



① Alimentación de sensores 24 V DC

Figura VI-37: CPU 1212C AC/DC relé (6ES7 212-1BD30-0XB0)

6.8.2.2 Módulo de entradas digitales SM 1221 DI 8 X 24 VDC

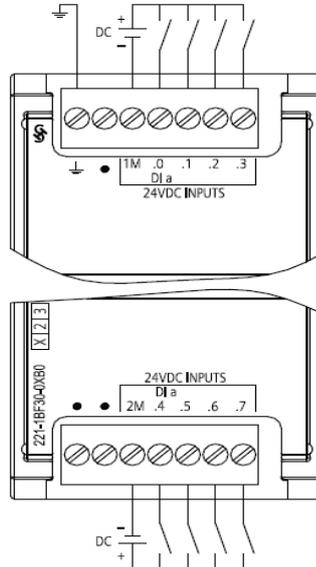


Figura VI-38: SM 1221 DC 6ES7 221- 1BF30 – 0XB0

6.8.2.3 Módulo de salidas digitales SM 1222 DQ 8 X RELÉ

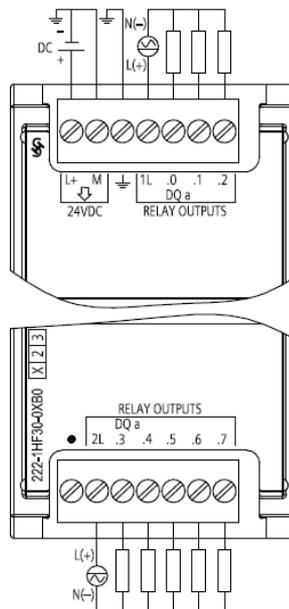


Figura VI-39: SM 1222 DQ 6ES7 222 – 1HF30 – 0XB0

6.9 GRAFCET

El **GRAFCET** (**GRAF**ica de **Control** de **E**tapas de **T**ransición) es un 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. Inicialmente fue propuesto para documentar la etapa secuencial de los sistemas de control de procesos a eventos discretos. No fue concebido como un lenguaje de programación de autómatas, sino un tipo de Grafo para elaborar el modelo pensando en la ejecución directa del automatismo o programa de autómatas. Varios fabricantes en sus autómatas de gama alta hacen este paso directo, lo que lo ha convertido en un potente lenguaje gráfico de programación para autómatas, adaptado a la resolución de sistemas secuenciales. En la actualidad no tiene una amplia difusión como lenguaje, puesto que la mayoría de los autómatas no pueden programarse directamente en este lenguaje, a diferencia del Lenguaje Ladder. Pero se ha universalizado como herramienta de modelado que permite el paso directo a programación, también con Ladder.

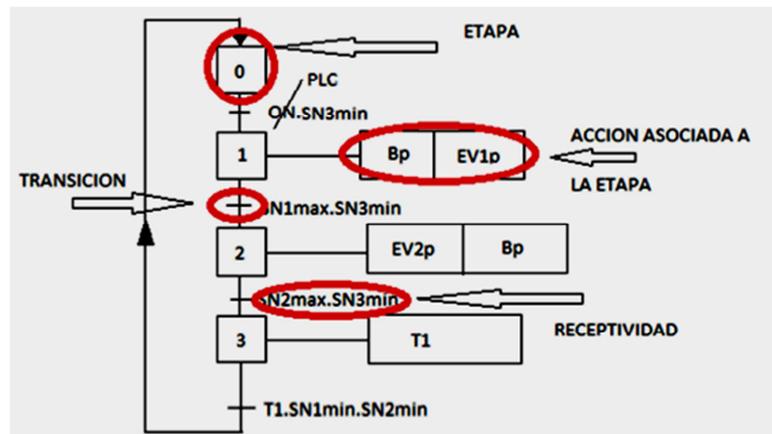


Figura VI-40: Elementos de un GRAFCET

Con la ayuda de esta herramienta conseguimos realizar el grafico para la secuencia que debe realizar el PLC.

Esta herramienta nos permite obtener ecuaciones, las mismas que serán transformadas a lenguaje KOP para la programación del PLC.

En el anexo 1 y 2 se adjunta respectivamente el diagrama y las ecuaciones GRAFCET del proyecto.

6.10 HMI Wonderware InTouch

6.10.1 HMI

Una interfaz Hombre-Máquina o HMI (Human Machine Interface) es un conjunto de componentes que le permite a un operador interactuar con el proceso. Las HMI se desarrollan alrededor de paneles del operador o de computadoras. Las HMI en computadoras requieren un software especial que posibilita el monitoreo o el control de supervisión de un proceso. Las señales del proceso son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en la computadora, PLC's (Controladores lógicos Programables), PACs (Controlador de automatización programable), RTU (Utilidades remotas de I/O) o DRIVERS de variadores de velocidad de motores.

Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda la HMI.

Ahora para que la HMI se convierta en una herramienta de control supervisorio se requiere adquirir datos, visualizar y supervisar la secuencia del proceso, generalmente desde el monitor de la computadora. En el caso Presente se utilizó el InTouch 10.0 de Wonderware.

6.10.2 Wonderware InTouch

El programa InTouch es un software de visualización que permite crear aplicaciones de interfaz entre Hombre-Máquina (HMI) para automatización industrial, control de procesos y monitoreo supervisado.

El software se desarrolla bajo el sistema operativo Windows 95/98/NT/2000/XP, el cual da el acceso de usuarios a un paquete completo de herramientas de la automatización, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- Base de datos de la fábrica (Servidor industrial SQL)
- Supervisión de la producción
- Gerencia flexible de la jornada (In Batch)
- Visualización de Internet/Intranet (Web Server de Factory Suite)
- Conectividad I/O Server

InTouch permite crear aplicaciones con características completas, estas incluyen el intercambio dinámico de datos DDE, enlace de objetos e incrustaciones (OLE), gráficos y más. Al paquete se lo puede aplicar agregando asistentes personalizados, objetos genéricos y estaciones de script.

InTouch tiene grandes aplicaciones en el área industrial y abarca una multitud de mercados tales como el alimenticio, automotor, farmacéutico, petrolero, pulpa y papel, entre otros.

6.10.2.1 Requisitos del sistema

- Procesador Pentium 200 MHz o superior
- Mínimo 500 MB de disco duro.
- Mínimo 64 MB RAM.
- Adaptador display SVGA (Recomendado 2MB mínimo).
- Puntero (mouse, TrackBall, touchscreen).
- Adaptador de red.
- Microsoft Windows W95/98/NT/2000 o XP

6.10.2.2 Instalación del software InTouch

El programa de instalación crea los directorios necesarios, copia archivos del disco de distribución, a una unidad de disco duro y crea los íconos de InTouch en una carpeta.

1. Inserte el disco compacto o disquete de instalación de InTouch en la unidad apropiada.
2. A continuación siga las instrucciones que aparecen en la pantalla hasta finalizar la instalación.

Una vez instalado el paquete InTouch, este se agrega a la barra del menú inicio (Inicio>Todos los Programas>Wonderware>InTouch)

6.10.2.3 La Licencia de Wonderware

El paquete **InTouch** viene protegido por una llave (licencia) conectable al puerto paralelo del ordenador. Existen distintos tipos de llaves. De acuerdo a la que se conecte, se podrá disponer de unas u otras funciones de **InTouch**.

6.10.2.4 Grupo de programas

Cuando se instala InTouch se crea un grupo de programas:

- Application manager
- WindowMaker
- WindowViewer

Para más detalle referirse al capítulo 5.

6.10.2.5 Creación de una Aplicación

Una vez instalado el paquete InTouch, ya podemos crear una aplicación. Para ello, es necesario entrar en InTouch desde WINDOWS pinchando dos veces con el ratón sobre el símbolo de InTouch. En el monitor aparecerá la siguiente pantalla:

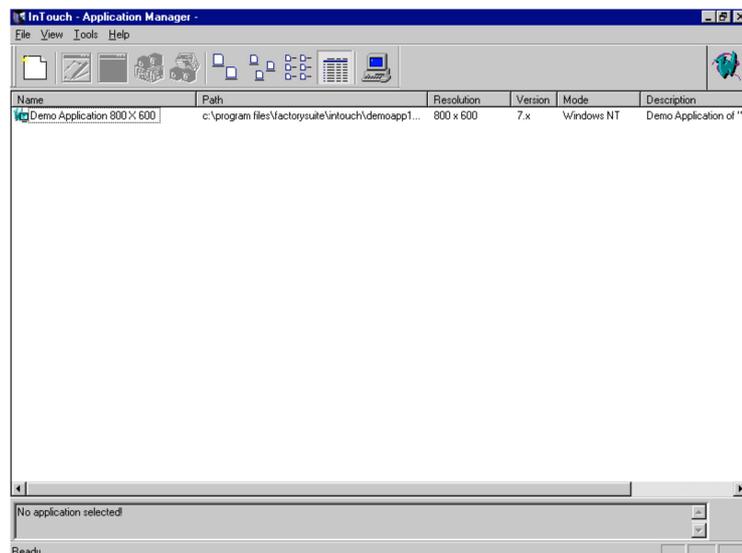


Figura VI-41: Application Manager

Esta es la pantalla principal de *Application Manager* para la entrada a **InTouch**. Desde aquí podemos seleccionar cualquiera de las aplicaciones de nuestro ordenador previamente creadas, o bien crear una aplicación nueva. Para ello, seleccione **FILE** **NEW** para acudir al asistente de generación de aplicaciones, que le permitirá además dar un nombre y comentario a la nueva aplicación creada (muy útil tanto para la documentación posterior, como para la selección desde el Application manager). **InTouch** volverá a la pantalla principal de *Application Manager* y mostrará en la lista el subdirectorío aplicación.

Estos dos iconos en la barra de herramientas de *Application Manager*:



Este es el icono de *WINDOWMAKER* o creador de aplicaciones. Una vez seleccionada la aplicación que desea crear o modificar, pinche sobre este icono para llevar a cabo su trabajo



Este es el icono de *WINDOWVIEWER* o runtime. Una vez seleccionada la aplicación que desea monitorizar, pinche sobre este icono. Esta aplicación debe haber sido previamente creada, por lo que este icono no estará accesible cuando seleccione una nueva aplicación.

Al pinchar sobre el icono de WindowMaker, **InTouch** creará automáticamente un subdirectorío con este nombre, e incluirá en él los ficheros de trabajo.

Partiendo del Application Manager, seleccione **FILE** ->**NEW** para crear una nueva aplicación. Automáticamente, un asistente le guiará en la creación de esta aplicación.

Tras pulsar **Finalizar**, la nueva aplicación quedará en la lista de aplicaciones de *Application Manager*. Ya dispone del icono de WindowMaker activado para poder crear la aplicación. **InTouch** se encarga de crear la carpeta con el nombre de la aplicación.

6.10.2.6 Creación de una ventana

Para la creación de una ventana, seleccione **NEW WINDOW** desde el menú **FILE** y rellene los campos necesarios en el cuadro de diálogo.

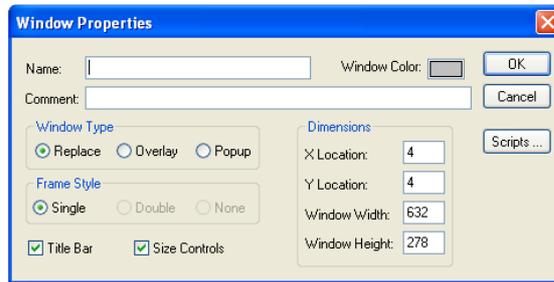


Figura VI-42: Interfaz para crear una ventana

6.10.2.7 Manejo de objetos

Para el manejo de objetos se tiene un menú en la parte derecha de la pantalla que es muy similar a la de paint de Windows. Con ellos se puede crear los dibujos acorde a las aplicaciones.

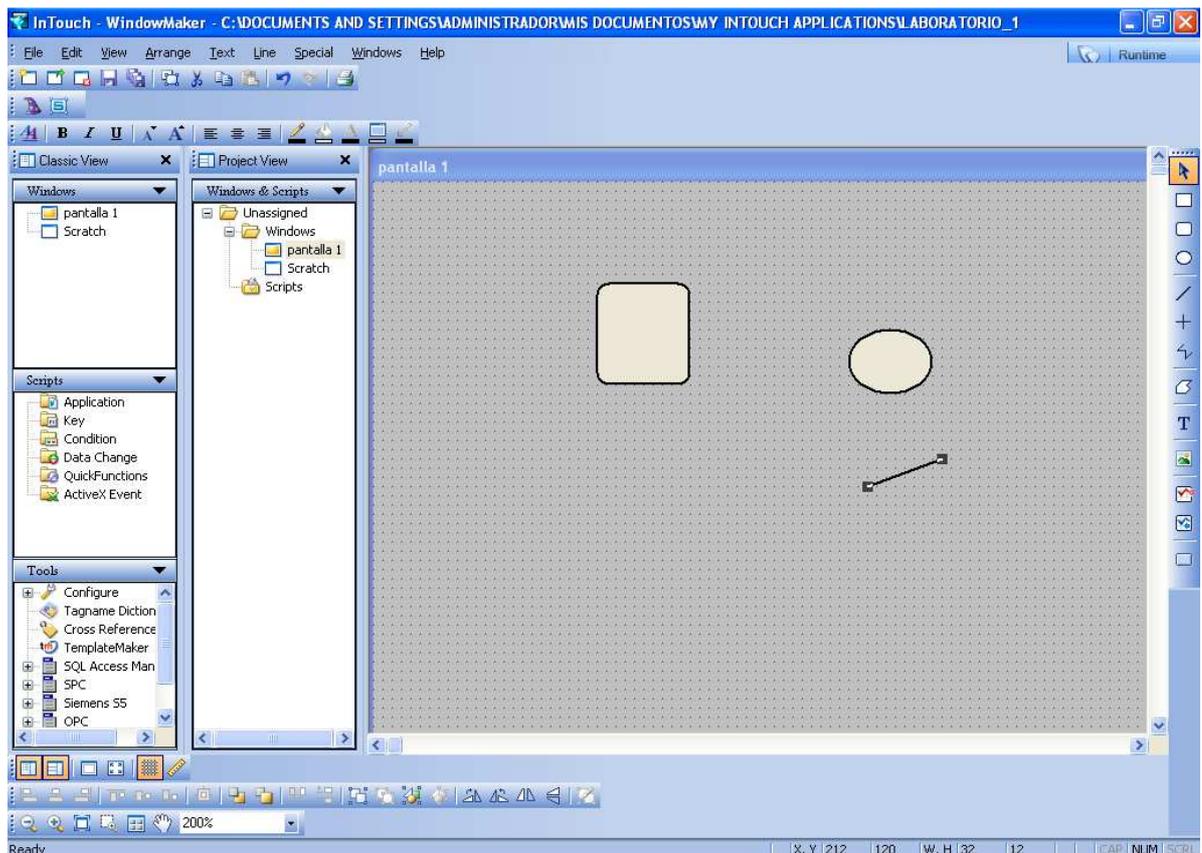


Figura VI-43: Manejo de objetos

6.10.2.8 CREACION DE TAGNAMES

El diccionario de tagnames es el corazón de InTouch. Durante el runtime, este diccionario contiene todos los valores de los elementos en la base de datos. Para crear esa base de datos, InTouch necesita saber qué elementos la van a componer. Debemos, por lo tanto, crear una base de datos con todos aquellos datos que necesitemos para nuestra aplicación.

A cada uno de estos datos (tags) debemos asignarle un nombre. Al final, dispondremos de un diccionario con todos los tagnames o datos que nosotros mismos hemos creado.

A este diccionario se accede desde el menú /Special/TagNameDictionary.

Definición de los Tagnames

Desde el diccionario de tagnames definimos los tagnames y sus características.

Existen diversos tipos de tagnames, según su función o características. Básicamente se dividen en:

Tabla VI-VII: Tipos de Tagnames

<i>MEMORY</i>	Tags registros internos de InTouch
<i>I/O</i>	Registros de enlace con otros programas
<i>INDIRECT</i>	Tags de tipo indirecto
<i>GROUP VAR</i>	Tags de los grupos de alarmas
<i>HISTTREND</i>	Tag asociado a los gráficos históricos
<i>TagID</i>	Información acerca de los tags que están siendo visualizados en una gráfica histórica

De los 3 primeros tipos, disponemos de:

Tabla VI-VIII: Subdivisión de los tagnames

<i>Discrete</i>	Puede disponer de un valor 0 ó 1
<i>Integer</i>	Tagname de 32 bits con signo. Su valor va desde -2.147.483.648 hasta 2.147.483.647
<i>Real</i>	Tagname en coma flotante. Su valor va entre $\pm 3.4e^{38}$. Todos los cálculos son hechos en 64 bits de resolución, pero el resultado se almacena en 32 bits
<i>Message</i>	Tagname alfanumérico de hasta 131 caracteres de longitud

6.10.2.9 ANIMATION LINKS

Tras haber creado un objeto gráfico o un símbolo, éste puede ser animado mediante las Animation Links. Las Animation Links provocan que el objeto cambie de apariencia reflejando cambios en los valores de la base de datos. Por ejemplo, una válvula puede cambiar de color de acuerdo a si está o no activa.

Para asignar una animation link a un objeto, éste deberá estar seleccionado. Haciendo dos veces click sobre el objeto o símbolo deseado entramos directamente en el menú de Animation Links.

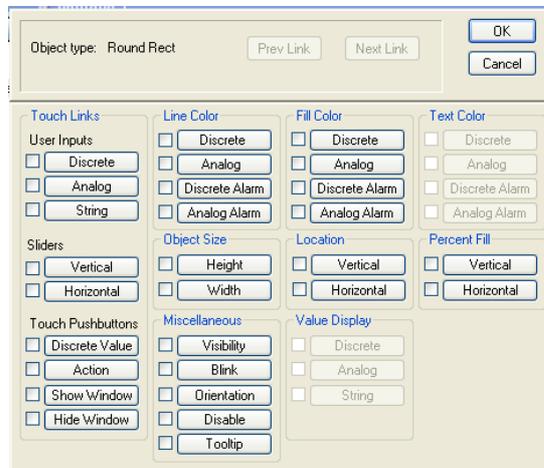


Figura VI-44: Cuadro de animation links

Una vez hecho esto, podremos seleccionar el tipo de animación que queremos asociar a ese objeto. Podemos incluso asociar varios Animation Links a un mismo objeto o símbolo.

6.10.2.10 InTouch QUICK SCRIPTS

InTouch permite crear una lógica interna con condiciones, cálculos, etc. Esta lógica puede estar asociada a:

- Toda una aplicación (*APPLICATION SCRIPTS*)
- Una sola ventana (*WINDOW SCRIPTS*)
- Una tecla (*KEY SCRIPTS*)
- Una condición (*CONDITION SCRIPTS*)
- Cambio de un dato (*DATA CHANGE SCRIPTS*)
- Asociadas a un ActiveX
- Funciones Usuario (*QUICKFUNCTIONS*)

Funciones Scripts: La lógica (*SCRIPT*) de **InTouch** es un programa que nos permitirá llevar a cabo acciones determinadas mediante una estructura *IF...THEN...ELSE*. La lógica estará activa de acuerdo al tipo de lógica elegida (por aplicación, por ventana, etc.).

FUNCION: Se trata de funciones internas específicas del sistema que pueden ser utilizadas en la lógica.

TAGNAME: Mediante este botón se accede a la lista completa de tagnames disponibles en nuestra aplicación, tanto los especiales internos como los creados durante la aplicación.

FIELD: Los tagnames de InTouch nos dan información por defecto del valor del tagname. Pero en realidad incluyen mucha más información. Accedemos a esta información a través de lo que denominamos Campos del tagname. Entre estos se incluyen, límites de alarmas, reconocimiento de alarmas, valores máx. y mín., etc.

6.10.2.11 Alarmas y eventos

InTouch soporta la visualización, archivo (en disco duro o en base de datos relacional) e impresión de alarmas tanto digitales como analógicas, y permite la notificación al operador de condiciones del sistema de dos modos distintos: Alarmas y Eventos. Una alarma es un proceso anormal que puede ser perjudicial para el proceso y que normalmente requiere de algún tipo de actuación por parte del operador. Un evento es un mensaje de estado normal del sistema que no requiere ningún tipo de respuesta por parte del operador.

6.11 COMUNICACIÓN PLC - INTOUCH

Los datos obtenidos de los diferentes dispositivos, se transmiten a otras aplicaciones de Windows, sea: directamente (especificando las localidades de memoria asignadas.), con DDE's (Intercambio dinámico de datos) o utilizando OPC (OLE para control de procesos, permite añadir objetos de otras aplicaciones a un sistema).

6.11.1 Configuración del software top server

El software TOP SERVER actúa como un servidor, adquiriendo las señales que provee el PLC. Con este objetivo se debe definir y configurar cada una de las señales que se procesaran dentro del INTOUCH.

Una vez iniciado el programa, se debe crear un nuevo proyecto. En la pantalla que aparece luego es donde se observaran las variables a ser adquiridas. En (Figura VI-45) se muestra la ventana de inicio.

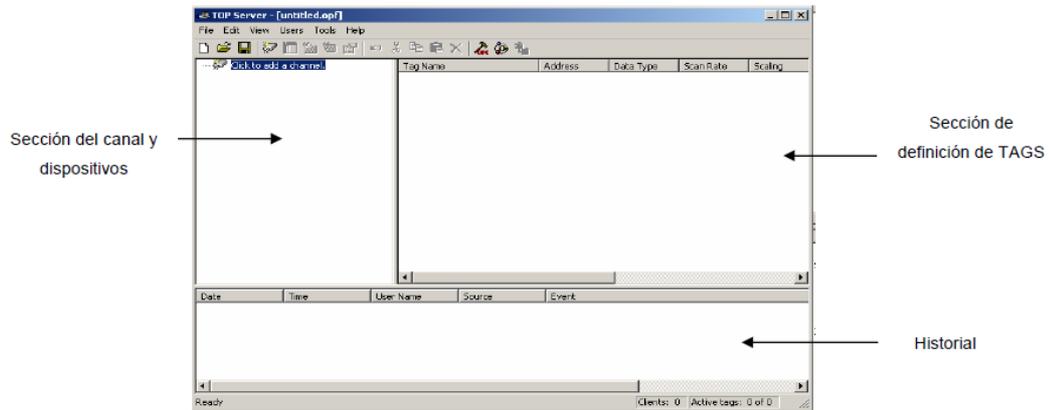


Figura VI-45: Ventana de inicio TOP server

La ventana de inicio se divide en tres secciones: sección de configuración del canal y dispositivos, sección de definición de tags e historial. Para configurar el canal con el cual se trabajará se da un clic en Add New Channel y aparece una ventana donde se da un nombre al canal con el cual se trabajara como se muestra en la (Figura VI-46)



Figura VI-46: Identificación del canal

Una vez asignado el nombre, en la ventana siguiente se selecciona el tipo y marca de fabricante del equipo del cual se va a adquirir la información. En este caso se selecciona Siemens SiemesTCP/IP Ethernet como se puede observar en la (Figura VI-47)



Figura VI-47: Selección del driver del dispositivo

Posteriormente se configura la interfaz de red como se muestra en la (Figura VI-48)

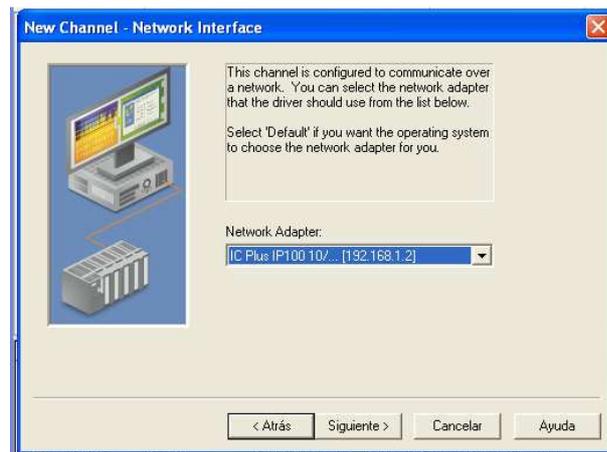


Figura VI-48: Configuración de la interfaz de red

Continuamos con siguiente hasta finalizar.

Luego de configurado el canal, se procede a la configuración del dispositivo. Para esto se da click en add new device y se despliega la ventana de la (Figura VI-49). Luego de añadido el dispositivo se debe ingresar el nombre del dispositivo, el cual puede ser escogido a voluntad.

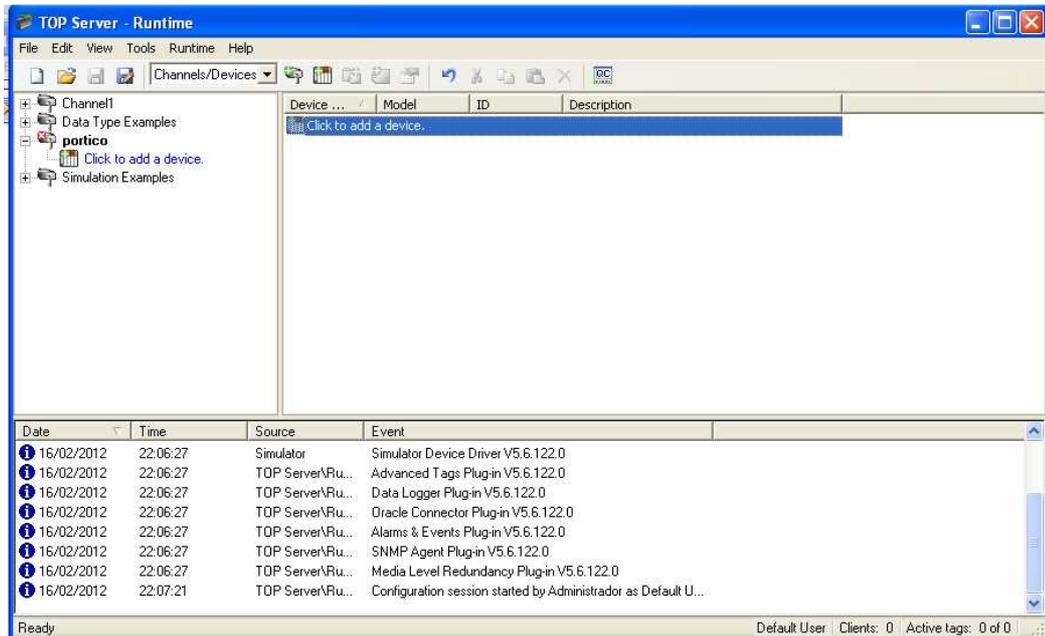


Figura VI-49: Ventana principal

Asignado el nombre del dispositivo se procede a asignar su dirección, en el caso de tener una red. Como se muestra en la (Figura VI-50).



Figura VI-50: Dirección del dispositivo

La siguiente ventana permite configurar el tiempo de interrupción de la conexión, además el tiempo de re-conexión y los intentos máximos de re-conexiones

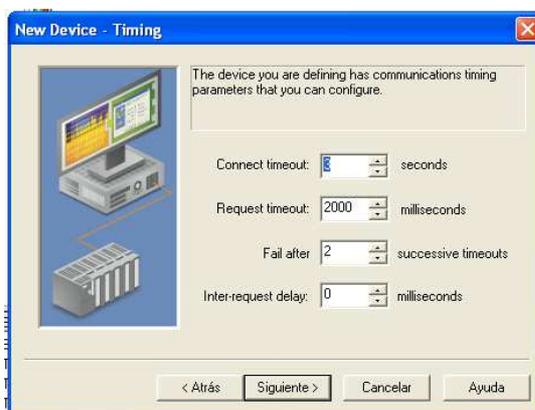


Figura VI-51: Parámetros de conexión

Finalmente se presenta un resumen de la configuración del dispositivo como se ve en la (Figura VI-52).

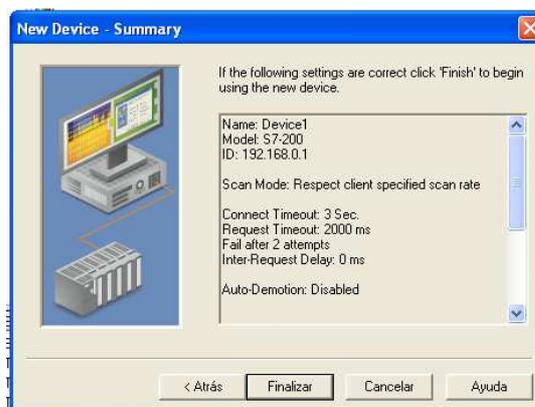


Figura VI-52: Resumen de configuración

Una vez configurado el canal y el o los dispositivos, se puede ingresar los tags que se van a utilizar para enlazar el PLC con el INTOUCH. Estos se los ingresa haciendo click en Add

new Tag en la ventana de inicio; de ahí se despliega la ventana que se muestra en la (Figura VI-53).

En esta ventana se ingresa el nombre del Tag a ser usado en el INTOUCH, luego se ingresa la dirección del TAG junto con el tipo de variable como se utiliza en el PLC. Por ejemplo, si en el PLC se utiliza la salida I00.0 y esta salida se desea mostrarla en el INTOUCH, se define en el INTOUCH una figura que represente la salida asignándole un Tag y definiéndola del tipo I \ O (entradas \salidas); luego en el Top Server se define el Tag con la dirección I00.0 y el nombre del Tag definido en el INTOUCH.

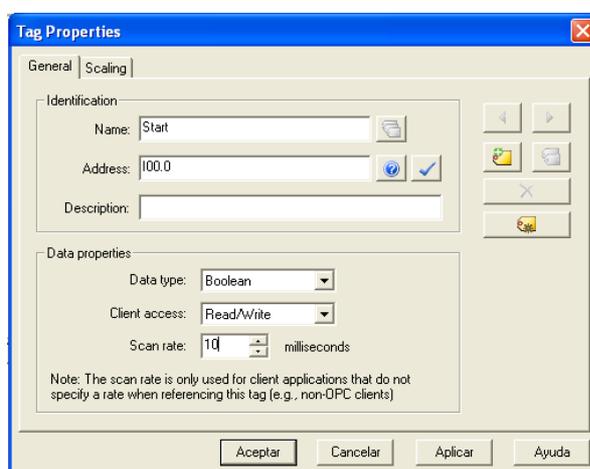


Figura VI-53: Propiedades del tag

6.11.2 Configuración de la aplicación OPC Link de InTouch

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. A través del botón Inicio, abrir WONDERWARE -> IO Servers ->OPC Link. Una vez en OPC Link:

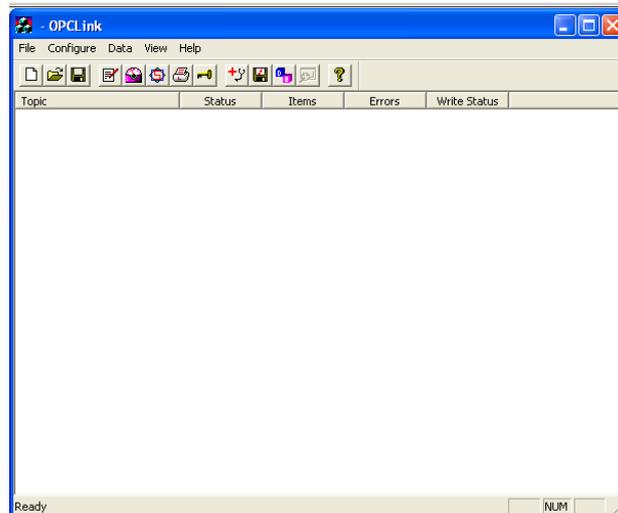


Figura VI-54: Ventana de inicio de OPC Link

2. Ir a Configure ->Topic Definition, y aparece la siguiente ventana:

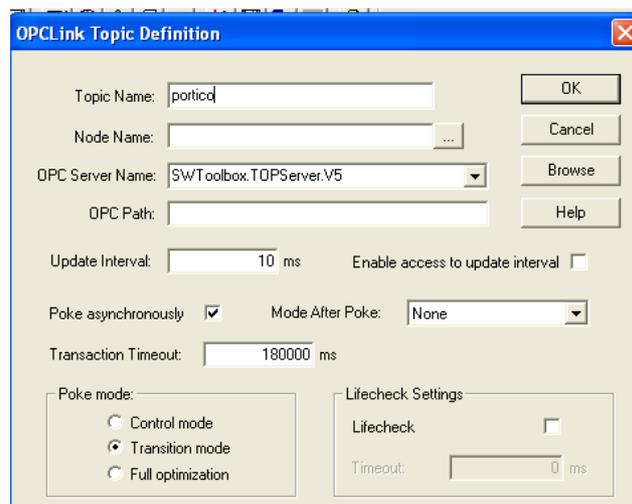


Figura VI-55: Ventana de definición de tópicos

Una vez realizados todos los pasos de configuración ya se podrá implementar la aplicación HMI. Ésta tendrá que ir “asociando” sus variables (tags) con las del OPC Server. Para ello se utilizará otra aplicación de la suite de Wonderware (OPC Tag Creador) que realizará dicha tarea automáticamente.

6.11.3 Configuración de OPC Tag Creator

1. Abrir la aplicación OPC Tag Creator

Desde menú navegable situado a la izquierda de la aplicación InTouch WindowMaker (Figura VI-56) abrimos la aplicación en cuestión (círculo rojo en la figura).



Figura VI-56: Menú navegable de InTouch Window Maker

2. Creación del tag

En la ventana de la aplicación (Figura VI-57) comprobaremos, en primera instancia, que el access name creado en el OPC Link ha sido detectado por la aplicación. En este caso aparece en la zona inferior derecha de la ventana.

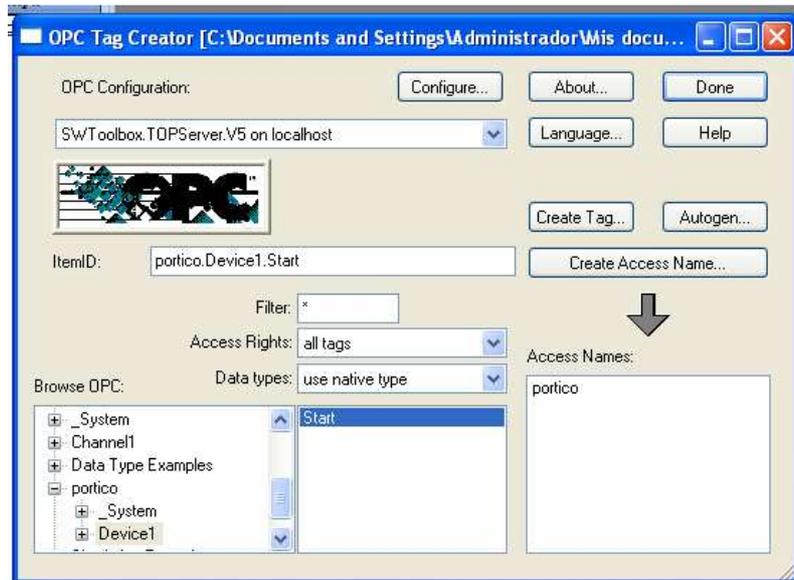


Figura VI-57: Aplicación OPC Tag Creator

El procedimiento para asociar una variable del servidor OPC a un tag de InTouch es:

- Navegar por las variables del servidor (Browse OPC) hasta seleccionar una o un conjunto de variables. En el ejemplo anterior, mediante el navegador se ha seleccionado un objeto entrada (I) y, en concreto, la variable asociada a start.
- Una vez seleccionada la variable, se procede a clicar el botón create tag... que, automáticamente, te vincula dicha variable OPC con un tag, cuyo nombre se confirmará en una ventana pop up que aparece al clicar el botón anterior.

6.12 DISEÑO DEL HMI (INTERFAZ HOMBRE-MAQUINA)

La interfaz Hombre-Máquina o HMI del presente proyecto está diseñada en el programa InTouch 10.0 desarrollado por la Corporación Wonderware. Esta versión de InTouch es un demo. Las ventanas que conforman el HMI son las siguientes:

6.12.1.1 Ventana de acceso

Cuando el programa empieza a correr (Runtime), aparecerá la ventana que se ilustra en la (Figura VI-58).



Figura VI-58: Ventana de presentación

En la pantalla de presentación se dispone de un botón que me permite acceder a la pantalla de registro.

Para acceder a la pantalla de registro se debe ubicar un botón que tiene por característica una luz intermitente verde y tiene por nombre **ACCESS**, al dar clic o presionar **TAP** en el teclado, podremos acceder a la pantalla de registro.

6.12.1.2 Ventana de registro

En la ventana de registro encontramos el botón LOGON y CANCEL como se muestra en la (Figura VI-59)



Figura VI-59: Ventana de acceso al registro de usuarios

Al dar clic en **CANCELAR** simplemente regresaremos a la ventana de inicio, también se lo puede realizar con la combinación de teclas **Ctrl + C**.

Al dar clic en el botón **LOGON** accederemos a un cuadro de diálogo en donde debemos ingresar el usuario y la clave. Como se muestra en la (Figura VI-59). También se puede acceder a este cuadro de diálogo con la combinación de teclas **Ctrl + I**.

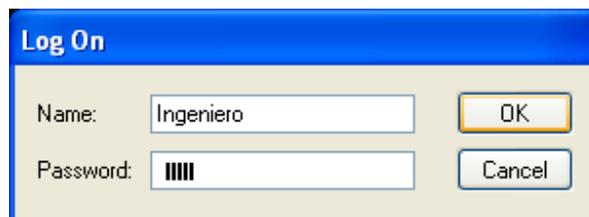


Figura VI-60: Pantalla de acceso de usuario

Asumiendo que el sistema funcionara 18 horas diarias se ubicaran 3 turnos, cada turno con diferente operario, y dos ingenieros que irán rotando los mismos que estarán a cargo del sistema.

En el registro contamos con 3 operarios que manipularan el sistema y dos ingenieros que estarán a cargo.

Por consiguiente se presenta la siguiente tabla de usuarios.

Tabla VI-IX: Usuarios que tienen acceso a la HMI

Usuario	Clave	Nivel de acceso
Ingeniero	67890	9999
Operario	12345	6000

Los usuarios que tienen un nivel de acceso igual o superior a 9999 tienen un acceso total al sistema. Mientras que los usuarios que tienen un nivel de acceso entre 6000 e inferiores a 9999 tienen un acceso limitado al sistema.

Una vez ingresada el nombre de usuario y el password y cliqueando en **OK** aparecerá la siguiente pantalla en la cual se visualiza en el botón **APPROVED - CLICK TO CONTINUE**, el mismo que permitirá acceder a las diferentes pantallas del proceso. Adicionalmente se puede observar el nombre de usuario y el nivel de acceso, mientras más alto sea el nivel de acceso a más opciones del sistema se puede acceder.



Figura VI-61: Confirmación de clave nivel de acceso total

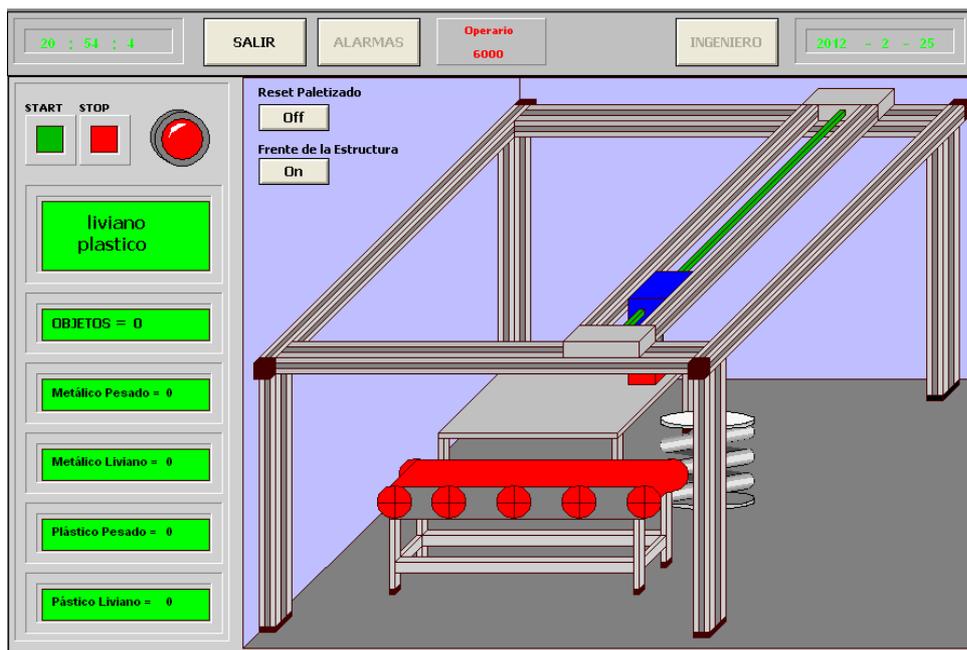


Figura VI-62: HMI Terminada

Conclusiones

1. Una vez realizada la construcción del pórtico de carga de 3 ejes, la banda transportadora y la placa de carga podemos determinar que la ubicación adecuada de los motores y su base son imprescindibles para que el sistema tenga un funcionamiento óptimo, al igual que la ubicación de los sensores.
2. Al implementar el sistema de clasificación de objetos por peso y tipo de material utilizando sensores magnéticos, inductivos y capacitivos, ayudados de un sistema de resortes se puede concluir que la clasificación se la puede realizar, pero cabe recalcar que la clasificación por peso solo posee dos niveles (pesado/liviano) al igual que la clasificación por tipo de material ya que solo es posible determinar si el objeto es metálico o no.
3. Al utilizar los PLC ó autómatas y software se puede realizar un control total sobre la instalación, desde la carga de material hasta el destino, pasando por cada uno de los subprocesos intermedios de la producción. Todo esto se realiza de una forma totalmente automatizada, minimizando en lo posible la intervención del operario, aunque siempre ofreciendo la posibilidad de ajustar el funcionamiento de la instalación mediante los numerosos parámetros y proporcionando toda la información necesaria para el seguimiento del proceso.
4. Con la HMI se intenta facilitar el trabajo del operador del proceso, ya que esta fue implementada de tal forma que el operario tenga bien claro el proceso de la planta, además permite la recopilación de datos para el análisis del proceso con la finalidad de mejorar la productividad. Además nos permite analizar el funcionamiento del sistema para determinar que parte del sistema está fallando para realizar los correctivos necesarios y de esta manera mejorar la producción.
5. Los procesos industriales deben prestar las facilidades necesarias para poder ser escalables, por este motivo se deberán seguir estándares para que de esta manera se puedan acoplar sin ningún inconveniente todas las etapas del proceso.
6. Una vez implementado el módulo se puede observar que se puede realizar la clasificación de objetos por tipo de material y por peso, utilizando los sistemas mencionados en el documento. De esta forma se pueden establecer soluciones a posibles problemas industriales a través de la automatización.

RECOMENDACIONES

1. Los motores paso a paso son dispositivos mecánicos y como tal deben vencer ciertas inercias, el tiempo de duración y la frecuencia de los pulsos aplicados es un punto muy importante a tener en cuenta. En tal sentido el motor debe alcanzar el paso antes que la próxima secuencia de pulsos comience.
2. Para obtener un arranque suave y preciso, es recomendable comenzar con una frecuencia de pulso baja y gradualmente ir aumentándola hasta la velocidad deseada sin superar la máxima tolerada.
3. El giro en reversa debería también ser realizado previamente bajando la velocidad de giro y luego cambiando el sentido de rotación.
4. Para el caso de la CPU del PLC se recomienda configurar primeramente una dirección IP ya que no tiene una dirección pre-configurada para el caso de CPUs nuevas.
5. Al realizar el programa del PLC en KOP se recomienda verificar que todo segmento termine en una bobina o cuadro y tener muy en cuenta las reglas para crear segmentos KOP para de esta forma evitar daños al PLC.
6. Al momento de realizar las conexiones de los diferentes equipos electrónicos tener sumo cuidado ya que las indebidas conexiones pueden ocasionar daños materiales y en el peor de los casos pueden ocasionar daños físicos o la muerte del operario, para evitar todo eso se debe recabar la suficiente información en lo que se refiere a los voltajes con los que operan los equipos, la formas de conexión, etc.
7. En lo que se refiere a los sensores debemos tener presente las características de los mismos que vienen especificados en los catálogos que son proporcionados por los proveedores de los dispositivos para obtener un funcionamiento óptimo del proceso industrial.

RESUMEN

Este proyecto corresponde al proceso de clasificación de objetos que servirá para que los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Electrónica, Control y Redes Industriales puedan tener una capacitación teórica – práctica adecuada.

Para estructurar el cuerpo del módulo se utilizó aluminio perfilado que sirve como base para montar los sensores y actuadores del proceso, adicionalmente también es utilizado como base para montar los elementos de control, como es el caso del PLC S7-1200.

Como complemento del proceso se implementó una HMI en InTouch para el monitoreo y control del sistema. Para la comunicación HMI/PLC se utilizó el OPC TOPServer5 que permitió la integración total del proceso.

El sistema consta de un pórtico de carga de 3 ejes; los ejes X,Y son electromecánicos los mismos que utilizan un motor PAP y un motor DC respectivamente para su desplazamiento, mientras que el eje Z y el sistema de sujeción son electro-neumáticos. El sistema de pesaje utiliza un sistema de resortes y un sensor inductivo para determinar el peso del objeto. Para determinar el tipo de material se utiliza un sensor inductivo acompañado de un sensor capacitivo y por último se cuenta con una mesa de descarga.

Con la implementación de este módulo se pudo realizar la clasificación de objetos por su tipo de material (plástico/aluminio) y por su peso (liviano/pesado). Como valor agregado se logrará que los estudiantes se familiaricen con una amplia gama de dispositivos industriales utilizados en los sistemas de control de procesos.

SUMMARY

Implementation of an automated module for the simulation of a classification process of objects in the Electronic Engineering School in the Control of Industrial Nets, at "Escuela Superior Politécnica de Chimborazo".

The objectives are: to build a module, to implement the system of classification of objects, to develop the PLC program and the interface man-engine (HMI).

To develop this project enough information was gathered by means of the Inductive Method and the techniques of Interview and Documental techniques.

For the structure of the module it was used streamline aluminum which is the base of the sensors: inductive, capacitive, optical and encoder, electro-pneumatic actuators, PAP engine, DC engine, and the elements of control like the Programmable Logical Controller S7-1200 and auxiliary accessories.

Like a complement it was implemented a HMI in InTouch for monitoring and control of the system. For this it was used the OPC TOP SERVER 5 which permitted the integration of the process.

The system has a charge gantry of 3 fixing points; the fixing points X, Y are electromechanical, while the Z fixing points and the fixing point are electro-pneumatic. The weighing system uses a spring system. To determine the kind of material, an inductive sensor is used as well as a capacitive sensor and lastly it has a discharge table.

In conclusion with the implementation of this module, it is possible to do the classification of objects for their material (plastic / aluminum) and for their weight (light / heavy) and it permits that students of the School have appropriate theoretical and practical training.

It is recommendable that this module can be used for students of ninth and tenth semester, because it is required a previous knowledge about Automated and Control of Procedures.

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

1. **ALCIATORE., D., y otros.,** Introducción a la mecatronica y los sistemas de medición., 3a ed., México D.F. – México., Mc Graw Hill., 2007., Pp. 1-4-338-339-340-346-392-393-394396-402-413-422.
2. **BOLTON., W.,** Mecatrónica Sistemas de control eléctrico en la ingeniería mecánica y eléctrica., 4a ed., México D.F. – México., Alfaomega., 2010., Pp. 17-22-53-54-150-160-174-192-283-417-440-444-445-449-452-454-455-458-459-460-462-470-496-500.
3. **CREUS., A.,** Neumática e hidráulica., Mexico D.F. - México., Alfaomega., 2007., P.p. 9-13-28-45-46-51-78-84-128-245-249-256-326-330-346-354.
4. **MONTALVO., J., y otros.,** Diseño e Implementación de un Sistema Scada para el Control del Proceso de un Módulo Didáctico de Montaje Festo Utilizando PLC y una Pantalla HMI. Caso Práctico: Laboratorio de Automatización de la FIE., Informática y Electrónica. Ingeniería Electrónica en Control y Redes Industriales. ESPOCH. Riobamba. **(TESIS).**,2012., Pp. 36-37-38-43-44-45.

5. **TIRADO., S y otros.,** Diseño e implementación de un sistema hmi-scada para el simulador de combustible del avión t-33a del instituto tecnológico superior aeronáutico de la fuerza aérea ecuatoriana., Electrónica. Ingeniería Electrónica e Instrumentación. ESPE. Latacunga., **(Tesis)** ., 2006., Pp. 61-62-65-66-69-70-71-72-73-74-77-79-83-95-96-102-118.

6. **Motor PAP**

http://robots-argentina.com.ar/MotorPP_basico.htm

<http://www.todorobot.com.ar/informacion/tutorial%20stepper/stepper-tutorial.htm>

2011-09-15

7. **PLC**

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

<https://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll?func=cslib.csinfo&lang=en&objid=38718979&caller=view>

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

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

2011-04-20

8. **SENSORES**

http://www.honeywellsp.com/hw_productos_servicios/hw_sensores/Hw_Sensores_Control.htm

<http://www.cnad.edu.mx/sitio/matdidac/md/control/SENSORESPARTE1.pdf>

<http://www.instrumentacionycontrol.net/es/curso-completo-de-plcs/108-capitulo-41-sensores-para-un-plc-al-detalle.html>

<http://es.scribd.com/doc/55283594/Trabajo-Final-Sensores-Opticos>

2011-06-13

9. **Fin de carrera**

<http://www.seguridadenmaquinas.com/pdfs/finalcarrera.pdf>

2011-10-30

10. **HMI**

<http://iaci.unq.edu.ar/materias/laboratorio2/HMI%5CIntroduccion%20HMI.pdf>

2011-11-20

11. **TagCreator**

<http://es.scribd.com/doc/71244776/PFC-Manel-Redondo-Sol>

2011-12-30

12. **OPCLink**

<http://www.infoplcn.net/descargas/49-wonderware/623-configuracion-de-la-aplicacion-opclink-de-intouch-y-definicion-de-variables>

2012-01-09

13. **WonderwareIntouch**

<http://www.wonderware.es/>

http://www.docentes.uto.net.edu.bo/xtapiag/wp-content/uploads/TUTORIAL_DE_INTOUCH_ULTIMO.pdf

<http://es.scribd.com/doc/52283914/cursointouch8>

2012-01-10

http://es.scribd.com/alexis_pedroza/d/53906383-Tutorial-Nais-Intouch

<http://es.scribd.com/doc/58939130/Intouch-Marco-Salazar>

<http://trainweb.wonderware.com/getstartit/Welcome02.htm>

2012-01-16