



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS,
ELECTRONICA E INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL EN PROCESOS
DE AUTOMATIZACION**

TEMA:

“SISTEMA DE CONTROL CON PLC DE UN MÓDULO INDUSTRIAL DE
ENVASADO AUTOMÁTICO CON FINES DIDÁCTICOS, EN EL LABORATORIO
OMRON DE LA FISEI/UTA”

Proyecto de Trabajo de Graduación. Modalidad: T.E.M.I. Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado previo la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

AUTOR: Oscar Fabián Balseca Paredes

TUTOR: Ing. Edwin Morales

Ambato – Ecuador

Junio 2010

APROBACION DEL TUTOR

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el tema: “SISTEMA DE CONTROL CON PLC DE UN MÓDULO INDUSTRIAL DE ENVASADO AUTOMÁTICO CON FINES DIDÁCTICOS, EN EL LABORATORIO OMRON DE LA FISEI/UTA”, de Oscar Fabián Balseca Paredes, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y meritos suficientes para ser sometidos a evaluación del Tribunal de Grado, que el Honorable Consejo Directivo designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Ambato, junio 2010

EL TUTOR

Ing. Edwin Morales

AUTORIA

El presente trabajo de investigación titulado: “SISTEMA DE CONTROL CON PLC DE UN MÓDULO INDUSTRIAL DE ENVASADO AUTOMÁTICO CON FINES DIDÁCTICOS, EN EL LABORATORIO OMRON DE LA FISEI/UTA” Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, junio 2010

Oscar F. Balseca P.

180402365-1

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRONICA E
INDUSTRIAL

Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente trabajo de graduación de acuerdo al Art. 57 del Reglamento de Graduación para obtener el título Terminal del tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, junio 2010

Para constancia firman:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

“El Fracaso tiene mil excusas, el éxito no requiere explicación”.

Miguel Ángel Cornejo y Rosado

“Vive cada instante y hazlo tan hermoso que merezca ser recordado”.

Rogelio Soto Pasco

“La vida, como el buen vino, debe tomarse a tragos pequeños y tratando de sacarle el mayor provecho posible”.

Rogelio Soto Pasco

“Cuando apuntamos a lo alto, estamos más cerca de nuestros sueños que si nos conformamos con pequeños objetivos”.

Maythem Saltos Haón

“Cuando por los años no puedas correr, trota; cuando no puedas trotar, camina; cuando no puedas caminar, usa el bastón. ¡Pero no te detengas!!”.

Héctor Álvarez

“Por más difícil que se nos presente una situación, nunca dejemos de buscar la salida, ni de luchar hasta el último momento. En Momentos de crisis, sólo la imaginación es

más importante que el conocimiento”.

Albert Einstein

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres: Beatriz Paredes y Ángel Balseca ya que su apoyo, ejemplo y valores que me inculcaron desde pequeño, fueron importantes para llegar hasta el final de esta etapa universitaria.

Igualmente a mis hermanas: Amparito y Lorena porque son la alegría de cada uno de mis días y mi motivación para mejorar y alcanzar elevadas metas.

Este trabajo también esta dedicado a mis abuelitas: Lasteña Vargas (donde sea que te encuentres junto a Dios) y Leonor Huertas; ya que ellas son para mi un ejemplo de vida honesta y lucha incansable por no dejarse vencer por la adversidad, las quiero mucho.

Oscar Balseca

AGRADECIMIENTO

Agradezco primeramente a Dios por haberme dado la salud y la vida, a María santísima y a su hijo Jesús porque en muchas ocasiones su ejemplo y apoyo espiritual fueron mi mayor inspiración para enfrentar las diferentes pruebas que se presentan en el transcurrir de la vida.

A mis tíos (Heriberto Paredes, Eva de Paredes) y primos (Alexandra, Carlos, Darwin) por siempre apoyarme y estar ahí cuando más los e necesitado.

A los amigos que nunca han perdido el contacto Ángel Caiza, Gonzalo Escobar, Juan Pablo Cáceres, Santiago Freire,..., y a todos aquellos que me han brindado su apoyo y amistad incondicional desde hace ya varios años, ustedes saben quienes son, gracias panas.

A los compañeros que tuve la oportunidad de conocer en la universidad y muy especialmente a los que lo fueron durante los últimos niveles de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización: Andrea, Cesar, Darwin (Chiliño), Christian, Diego, Edwin (Che), Elizabeth, Kleber, Magali, Mariana, Mauro, Oswaldo, Rodrigo, Wilmer; gracias a todos ustedes por estos años de amistad y deseo de todo corazón que con el tiempo todo lo malo se olvide y podamos reunirnos nuevamente para compartir experiencias personales y profesionales, no como los ex compañeros de último nivel, sino como los buenos amigos de la F.I.S.E.I.

Mi más cordial saludo y por ende el debido agradecimiento a todos los docentes que aportaron con sus conocimientos en búsqueda de mi formación académica; especialmente al tutor de tesis Ing. Edwin Morales por su apoyo y guía, y a los Ings. Christian Mariño, Luis Morales, por interesarse en nuestro proyecto y darnos ideas para culminar el mismo.

Oscar Balseca

ÍNDICE GENERAL

	CONTENIDO	PÁGINA
	Carátula	i
	
	Aprobación del Tutor	
	ii
	
	Autoría	iii

..... Aprobación del Tribunal de Grado	iv
..... Dedicatoria	vi
..... Agradecimiento	vii
..... Índice General	viii
..... Índice de Figuras	xiii
..... Índice de Cuadros	xvii
..... Índice de Anexos	xviii
..... Resumen Ejecutivo	xix
..... Introducción y Antecedentes	1

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. Tema	3
..... 1.2. Planteamiento del Problema	3
1.2.1. Contextualización	3
..... 1.2.2. Análisis Crítico	4
.....	

1.2.3. Prognosis	5
.....	
.....	
1.3. Formulación del Problema	5
.....	
1.3.1. Preguntas Directrices	5
.....	
.....	
1.3.2. Delimitación del Problema	5
.....	
1.4. Justificación	6
.....	
.....	
1.5. Objetivos	6
.....	
.....	
1.5.1. Objetivo General	6
.....	
.....	
1.5.2. Objetivos Específicos	6
.....	

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes Investigativos	7
.....	
2.2. Fundamentación Legal	7
.....	
2.3. Fundamentación Teórica	9
.....	
2.3.1. Sistema de Control con PLC	9
.....	
2.3.1.1. Automatización	9
.....	
.....	
2.3.1.2. Sistema de Control	14
.....	
..	

2.3.1.2.1. Requisitos de los Sistemas de Control	15
2.3.1.2.2. Fundamentos que permiten el modelado de sistemas	16
2.3.1.2.2.1. Control de procesos continuos	16
2.3.1.2.2.2. Control de procesos de eventos discretos	17
2.3.1.2.2.2. 1. GRAFCET	19
.....	
2.3.1.2.2.2. 2. Cartas de Estado (Statecharts)	28
.....	
2.3.1.3. Sistema eléctrico del módulo	30
2.3.1.3.1. Sensores	30
.....	
2.3.1.3.2. Pulsadores	37
.....	
2.3.1.3.3. Conductores eléctricos	38
2.3.1.3.4. Motores eléctricos	42
2.3.1.4. Sistema neumático del módulo	45
2.3.1.4.1. Cilindros neumáticos	45
2.3.1.4.2. Electroválvulas	51
.....	
2.3.1.5. Sistema Informático	54
.....	
2.3.1.5.1. Programable Logic Controller (PLC)	54
2.3.1.5.2. LabVIEW 7.0	65
.....	

2.3.2. Módulo industrial de envasado	76
automático	
2.3.2.1. Línea de envasado automático	76
.....	
2.3.2.2. Proceso de Envasado	77
.....	
2.3.2.3. Sistemas que componen el	77
módulo de envasado	
2.4. Variables	81
.....	
.....	
2.4.1. Variable Independiente	81
.....	
2.4.2. Variable Dependiente	81
.....	
.	
2.5. Hipótesis	81
.....	
.....	

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Enfoque	82
.....	
.....	
3.2. Modalidad Básica de la	
Investigación	82
.....	
3.2.1. Investigación Bibliográfica	82
.....	
3.2.2. Investigación Descriptiva	82
.....	
3.2.3. Investigación Experimental	83
.....	
3.2.4. Proyecto Factible	83
.....	
.....	
3.3. Nivel de la Investigación	83

.....	
3.4. Población y Muestra	
.....	83
...	
3.4.1. Población	
.....	83
.....	
3.4.2. Muestra	
.....	84
.....	
3.5. Recolección de Información	84
.....	
3.5.1. Plan para recolección de Información	84
.....	
3.5.2. Procesamiento y Análisis	85
.....	
3.5.3. Plan de análisis e interpretación de resultados	85
3.5.4. Operacionalización de las Variables	85
.....	

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Diagnóstico de la situación actual de la F.I.S.E.I/U.T.A	88
4.2. Interpretación de Datos	88
.....	
4.3. Verificación de la Hipótesis	91
.....	

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	92
--------------------------	----

.....	
.....	
5.2. Recomendaciones	
.....	93
.....	

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1. Tema	
.....	94
.....	
6.2. Antecedentes de la Propuesta	
.....	94
6.3. Justificación	
.....	95
.....	
6.4. Objetivos	
.....	96
.....	
6.4.1. Objetivo General	
.....	96
.....	
6.4.2. Objetivos Específicos	
.....	96
.....	
6.5. Fundamentación	
.....	97
.....	
6.5.1. Sensores	
.....	97
.....	
6.5.1.1. Sensor Magnético	
.....	97
.....	
6.5.1.2. Sensor Óptico	
.....	99
.....	

6.5.2. Pulsadores	100
.....	
6.5.3. Conductores eléctricos	101
.....	
6.5.4. Motores eléctricos	102
.....	
6.5.4.1. Relés para el control de motores	103
de 24Vcc	
6.5.5. Cilindros Neumáticos	105
.....	
6.5.6. Electroválvulas	107
.....	
6.5.7. Selección del PLC	108
.....	
6.5.7.1. Definición del número de	
entradas	108
.....	
6.5.7.2. Modelos de controladores	109
TELEMECANIQUE	
6.5.7.3. Protocolo de Programación y	114
comunicación del PLC	
6.5.7.4. Programación del PLC	116
.....	
6.5.7.4.1. Software de programación	116
TwidoSuite	
6.5.7.4.1.1. Requisitos mínimos	
recomendados	117
.....	
6.5.7.4.1.2. Instalación del software de	
programación TwidoSuite	118
6.5.7.4.1.3. Creación de un proyecto	121
nuevo	
6.5.7.4.1.4. Navegación por el espacio de	122
trabajo de TwidoSuite	
6.5.7.4.1.5. Configuración básica del	123
Hardware Twido	

6.5.7.4.1.6. Edición de datos	125
.....	
6.5.7.4.1.7. Escribir el Programa	127
.....	
6.5.7.4.1.8. Editor del Programa	129
.....	
6.5.7.4.1.9. Validación y guardado del programa	136
6.5.7.4.1.10. Simulación del Programa	137
.....	
6.5.7.4.1.11. Descarga del Programa en el PLC	138
6.5.7.4.1.12. Ejecución del Programa	140
.....	
6.5.7.4.2. Desarrollo del Programa para el módulo de envasado	141
6.5.7.4.2.1. Pasos para el desarrollo del Programa empleando Grafcet	143
6.5.7.4.3. Programación de la Interfaz Hombre-Máquina (HMI)	148
6.5.7.4.3.1. Componentes de un HMI	149
.....	
6.5.7.4.3.2. Funciones de un Software HMI	150
6.5.7.4.3.3. Tareas de un Software de Supervisión y Control	150
6.5.7.4.3.4. OPC Server	151
.....	
6.5.7.4.3.4.1. Arquitectura de una red que trabaja con estándar OPC	153
6.5.7.4.3.4.2. Ventajas de trabajar con el estándar OPC	154
6.5.7.4.3.4.3. Instalación del OPC Server	154
.....	
6.5.7.4.3.5. Desarrollo de la HMI en LabVIEW7	155
6.5.7.4.3.5.1. Descripción de elementos y operación de la HMI	156
6.6. Conclusiones	159
.....	
.....	

6.7. Recomendaciones	160
.....	
6.8. Bibliografía	161
.....	
6.8.1. Linkografía	161
.....	
6.8.2. Otros	161
.....	
.....	

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Estructura de un sistema automatizado	9
.....	
Figura 2 Estructura de control: computador – 4 autómatas	11
.....	
Figura 3 Esquema de la empresa productiva	12
.....	
Figura 4 Control lazo abierto	16
.....	
Figura 5 Control lazo cerrado	17
.....	
Figura 6 Elementos de GRAFCET	19
.....	
Figura 7 Etapa de Grafcet	20
.....	

Figura 8	GRAFCET de nivel 1	22
	
Figura 9	GRAFCET de nivel 2	22
	
Figura 10	GRAFCET de nivel 3	23
	
Figura 11	GRAFCET secuencia simple	24
	
Figura 12	GRAFCET divergencia OR	25
	
Figura 13	GRAFCET convergencia OR	25
	
Figura 14	GRAFCET divergencia AND	26
	
Figura 15	GRAFCET convergencia AND	26
	
Figura 16	GRAFCET saltos	27
	
Figura 17	Principio de funcionamiento de sensores	35
	
Figura 18	Pulsador industrial	37
	
Figura 19	Pulsador, esquema interno	37
	
Figura 20	Pulsadores de parada de emergencia	38
	
Figura 21	Clasificaciones de conductores	39
	
Figura 22	Ejemplos de conductores eléctricos	40
	
Figura 23	Cables para media tensión	40
	
Figura 24	Conductores de cobre desnudo	40
	
Figura 25	Cables de control	41
	
Figura 26	Cables de instrumentación	41
	
Figura 27	Cables de baja tensión	41
	
Figura 28	Cables de potencia	41
	
Figura 29	Esquema de funcionamiento de un motor	44
	
Figura 30	Cilindro de simple efecto con retorno por muelle	46
	
Figura 31	Cilindro de doble efecto	47
	

Figura 32	Partes de un cilindro de doble efecto	47
	
Figura 33	Símbolos de válvulas eléctricas	51
Figura 34	Rutas del fluido con una válvula de 5/2	51
	
Figura 35	Funcionamiento de una electroválvula – válvula cerrada	53
	
Figura 36	Funcionamiento de una electroválvula – válvula abierta	53
	
Figura 37	Reseña Histórica de los Automatas Programables	55
	
Figura 38	Entorno de trabajo de un PLC	59
	
Figura 39	Esquema de trabajo de un PLC	60
	
Figura 40	Interfaz de comunicación de un PLC – OMRON	60
	
Figura 41	Lenguajes que se utilizan para la programación de PLCs	61
Figura 42	Ventana principal para programar en CX-ProgrammerV2.0	62
Figura 43	Ventana principal para programar en TwidoSuiteV2.1	63
Figura 44	Campos de aplicación de controladores	64
	
Figura 45	Ventana de presentación inicial de LabView7.0	67
Figura 46	Front Panel de LabView7.0	68
	
Figura 47	Block Diagram de LabView7.0	68
	
Figura 48	Paleta Controls del Front Panel de LabView7.0	69
	
Figura 49	Ubicación de un Indicador en Front Panel	69
	
Figura 50	Paleta Functions del Block Diagram de LabView7.0	70
Figura 51	Structures de la Paleta Functions del Block Diagram	70
	
Figura 52	Numeric de la Paleta Functions del Block Diagram	71
	
Figura 53	Barra de Herramientas del Panel frontal	71
Figura 54	Barra de Herramientas del Diagrama de Bloques	72
	
Figura 55	Paleta de Herramientas	73
Figura 56	Controlador e indicador numérico	74
	

Figura 57	Controlador e indicador booleano	74
Figura 58	Menú pop-up para configurar controles e indicadores	74
Figura 59	Componentes de un Diagrama de Bloques	74
Figura 60	Tipos de datos representados en el cableado	74
Figura 61	Sistema de ubicación de frascos	78
Figura 62	Sistema de transporte	79
Figura 63	Sistema de retención	79
Figura 64	Sistema de llenado	80
Figura 65	Sistema de sellado	80
Figura 66	Tablero de control	81
Figura 67	Sensores CAMOZZI CST/CSV	97
Figura 68	Codificación CAMOZZI de sensores magnéticos	98
Figura 69	Conexiones eléctricas de los sensores REED	98
Figura 70	Sensor de reflexión difusa	99
Figura 71	Pulsador	100
Figura 72	Pulsador, esquema interno	101
Figura 73	Cables del tablero de control	102
Figura 74	Motores de Corriente Continua 24V	103
Figura 75	Relé básico en estado de reposo	104
Figura 76	Relé a usarse en el proyecto	104
Figura 77	Socket a emplearse con el Relé	105
Figura 78	Cilindros neumáticos de doble efecto	105
Figura 99	Codificación de cilindros neumáticos TWIN doble efecto	106

Figura 80	Componentes de cilindros neumáticos TWIN doble efecto	106
	
Figura 81	Cilindros neumáticos TWIN a emplearse en el proyecto	107
	
Figura 82	Electroválvulas Monoestables y Biestables	107
	
Figura 83	Gama de controladores Twido compactos	110
	
Figura 84	Módulos de ampliación y accesorios	111
	
Figura 85	Partes de un controlador compacto	111
	
Figura 86	Gama de controladores Twido modulares	112
	
Figura 87	Módulos de ampliación y accesorios	113
	
Figura 88	Partes de un controlador modular	113
	
Figura 89	Campo de aplicación de autómatas SCHNEIDER ELECTRIC	114
Figura 90	Protocolo de programación Twido base compacta	115
	
Figura 91	Protocolo de comunicación Modbus	115
	
Figura 92	Módulos de comunicación acoplables a TWD LCAA 24DRF	116
Figura 93	Icono ejecutable para la instalación de TwidoSuite	118
	
Figura 94	Ventanas del proceso de instalación	119
	
Figura 95	Ventana inicial de TwidoSuite	119
	
Figura 96	Ventana para el registro del software	120
	
Figura 97	Ventana de la pestaña “Proyecto”	121
Figura 98	Espacio general de trabajo en TwidoSuite	122
	
Figura 99	Ventana “Describir” para configuración de Hardware	124
	
Figura 100	Pasos de la configuración de Hardware	125
Figura 101	Ventana para la creación de símbolos	126
	
Figura 102	Ejemplo de programa en Ladder	128
	

Figura 103	Ejemplo de programa en Lista de instrucciones	128
Figura 104	Ejemplo de programa en Grafcet	129
Figura 105	Ventana del editor de programa	130
Figura 106	Barra de herramientas Ladder	131
Figura 107	Barra de herramientas/agregar una sección	131
Figura 108	Primera sección insertada en el Editor Ladder	132
Figura 109	Paleta de instrucciones Ladder	132
Figura 110	Definición del contacto en el editor Ladder	133
Figura 111	Ingreso de Temporizadores en el editor Ladder	133
Figura 112	Ventana de configuración del Temporizador	134
Figura 113	Ejemplo de configuración del Temporizador	135
Figura 114	Ejemplo de empleo de un Temporizador	135
Figura 115	Revisión de errores en el programa	136
Figura 116	Simulación del programa en TwidoSuite	137
Figura 117	Comunicación PC - PLC por medio del cable TSX PCX 1031	138
Figura 118	Estableciendo la comunicación PC – PLC	139
Figura 119	Ventana de Test de la conexión PC – PLC	139
Figura 120	Ventana de estado de Twido Online	140
Figura 121	Grafcet	142
Figura 122	Grafcet del proceso de envasado automático	144
Figura 123	Ecuaciones resultantes del relacionar cada etapa	145
Figura 124	Selección del PLC en TwidoSoft para iniciar la programación	147
Figura 125	Asignación de entradas y salidas en TwidoSoft	147
Figura 126	Problema sin OPC: un driver o controlador para cada sistema	152

Figura 127	Solución OPC: un driver o controlador para todos los sistemas	152
Figura 128	Comunicación LabVIEW – PLC por medio de OPC Server NI	153
Figura 129	Procedimiento para la instalación del OPC Server NI 155
Figura 130	Programa para la HMI desarrollado en LabVIEW 7	156
	

INDICE DE TABLAS

	Pá- g.
Tabla 1	36
Variables físicas medibles/principio de funcionamiento	
.....	
Tabla 2	49
Simbología de válvulas neumáticas	
.....	
Tabla 3	49
Simbología de cilindros neumáticos	
.....	
Tabla 4	50
Simbología neumática	
.....	
Tabla 5	62
Descripción de elementos de la ventana CX-Programmer	
.....	
Tabla 6	86
Matriz de operacionalización de la variable independiente	
.....	
Tabla 7	87
Matriz de operacionalización de la variable dependiente
Tabla 8	109
Asignación de entradas y salidas	
.....	
Tabla 9	110
Especificaciones técnicas Twido base compacta	
.....	
Tabla 10	141
Condiciones RUN – ERR – STAT en ventana de estados Twido Online	
Tabla 11	143
Representación de elementos actuadores	
.....	
Tabla 12	143
Simbología de funciones de cada elemento actuador	
.....	
Tabla 13	144
Simbología de sensores y temporizadores usados en Grafcet
Tabla 14	145
Lista de asignaciones de las salidas del PLC
Tabla 15	146
Lista de asignaciones de las entradas del PLC	

.....

INDICE DE ANEXOS

- Anexo I** Encuesta dirigida a los docentes.
- Anexo II** Encuesta dirigida a los estudiantes.
- Anexo III** Catalogo CAMOZZI.
- Anexo IV** Catálogo BANNER.
- Anexo V** Relés y Sockets FINDER.
- Anexo VI** Especificaciones técnicas PLC Twido Base Compacta.
- Anexo VII** Propuesta de Programación desarrollado en TwidoSoft y transferido al PLC para el control automático del módulo de envasado.
- Anexo VIII** Manual de Usuario del módulo industrial de envasado automático.

RESUMEN EJECUTIVO

Es inevitable no ver el increíble adelanto de las computadoras, tanto para el uso en oficinas, en negocios como también para el hogar, cada día es más impresionante ver las facilidades que ofrecen y el mínimo trabajo que hay que realizar para obtener grandes beneficios. Con tan impresionantes adelantos la Automatización Industrial no puede quedarse al margen, pues gracias a éstos, han sido adaptados muchas de las Industrias del país, con el fin de lograr una mayor eficiencia y rapidez en los procesos, mayor calidad de los productos y por ende incrementar las ganancias económicas gracias a las elevadas ventas.

Actualmente el avance tecnológico en áreas como la electrónica digital, la neumática, la hidráulica y la mecánica (tecnologías necesarias para la automatización industrial), han permitido la explotación del campo tecnológico en la elaboración de máquinas autómatas, construidas para la ejecución de actividades específicas en los diferentes campos de la industria, por lo que nos hemos visto en la obligación de realizar un estudio más a fondo en esta área ya que además de formar parte de nuestra carrera, es ampliamente requerida en el entorno industrial actual.

En el CAPITULO I, se describe el Tema, el Planteamiento del Problema, de igual forma la Justificación y Objetivos tanto General como Específicos.

En el CAPITULO II, se detalla el Marco Teórico en el que se incluye los fundamentos legales de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la Universidad Técnica de Ambato y toda la investigación teórica, de tal forma que pueda establecerse una propuesta coherente y detallada concerniente al tema planteado.

En el CAPITULO III, se puntualiza la metodología, es decir el ¿Cómo y con que se va a investigar?, para luego establecer el enfoque, la modalidad básica y el nivel o tipo de investigación, con lo cual se forma la población y muestra a la cual va a ser destinado el proyecto.

En el CAPITULO IV, se indica el Análisis e Interpretación de Resultados y se formulan también las herramientas para la recolección y procesamiento de la información que corroborarán la Hipótesis planteada.

En el CAPITULO V, se estipulan las conclusiones y recomendaciones, resultado de la investigación teórica detallada en el Capítulo II.

En el CAPITULO VI, se realiza la propuesta en la que se dan las pautas necesarias para la realización del tema planteado.

INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

Este proyecto se ha enfocado en el envasado automático de líquidos a pequeña escala, ya que es muy común encontrar productos que emplean esta tecnología en el sector industrial.

Para el planteamiento y ejecución de la propuesta se han buscado las mejores alternativas tanto en dispositivos de control como en soluciones para la programación del sistema, ya que en conjunto deben desempeñar efectivamente el trabajo para el cual fue diseñado.

El módulo consta de sensores (magnéticos, ópticos), que envían señales al Controlador Lógico Programable y de actuadores (electroválvulas, cilindros neumáticos, relés, motores) que actúan en función de éstas señales, de acuerdo a la programación establecida en el PLC.

El lenguaje utilizado para la programación es por contactos (LADER), ya que es de uso universal para la elaboración de programas, de fácil comprensión y además fue muy manejado en las clases prácticas impartidas por los docentes de la Facultad.

La razón principal por la que se optó desarrollar este proyecto, es debido a que hasta la fecha pocos son los casos de estudiantes que han al culminar su carrera, hayan optado por el desarrollo de algún proyecto prácticos y que provengan de entornos industriales reales como el propuesto, ya sea por inseguridad al momento de plantearse temas complejos que involucran la aplicación de conocimientos y

experiencia práctica o por la fuerte inversión que conlleva el invertir en un proyecto técnico; por tal razón el trabajo aquí presentado poseerá características muy didácticas e innovadoras de tal forma que se tome como base para el desarrollo de nuevos sistemas que sean aún más complejos.

El trabajo abordará aspectos como la neumática, manejo electroválvulas, motores eléctricos, sensores, los mismos que fueron impartidos teóricamente y en la manera de lo posible, prácticamente por los docentes en clases.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1. Tema

“Sistema de control con PLC de un módulo industrial de envasado automático con fines didácticos, en el laboratorio OMRON de la FISEI/UTA”

1.2. Planteamiento del Problema

1.2.1. Contextualización

Diversas Universidades alrededor del mundo, complementan la enseñanza teórica con la aplicación práctica, por tal razón incorporan a su malla curricular la concurrencia a laboratorios excelentemente equipados, en los cuales se promueve el desarrollo de proyectos que permiten al alumno captar de mejor manera las clases impartidas por el docente.

En Ecuador existe un gran desequilibrio entre algunas universidades del país, ya que son pocas las que cuentan con el adecuado equipamiento tecnológico en sus laboratorios para que el alumno complemente prácticamente su aprendizaje.

De igual forma pocas universidades tienen un sistema de control con PLC incorporado a módulos didácticos de envasado automático, lo cual frecuentemente se puede encontrar en grandes industrias con tamaños que difieren dependiendo

del tipo de producto fabricado pero que básicamente la tecnología (sistema de control) es la misma.

En empresas que se instalaron en el Ecuador hace ya varios años, para la producción de bebidas medicinales, refrescantes, alcohólicas y otras, se requerían métodos de envasado, por lo que debido a la gran demanda y requerimientos de entrega en cortos periodos de tiempo, se instituyeron a la línea de producción automatismos eléctricos, pero el inconveniente surgía en que ocupaban mucho espacio físico.

A medida que la tecnología evolucionaba rápidamente varias de las empresas del país, incluyendo entre ellas las de la provincia de Tungurahua, remplazaron sistemas antiguos por controladores lógicos programables (PLCs), con lo que se acorto el espacio físico requerido y hoy en día son empleados ampliamente en todo el mundo.

Tomando en cuenta el continuo desarrollo de la tecnología se ve indispensable la incorporación al laboratorio OMRON, de la FISEI/UTA, prototipos didácticos, como lo sería una línea de envasado, que incluyan en la programación de su sistema el control con PLC, lo cual permitirá abrir un espacio para la práctica en el campo de automatización.

1.2.2. Análisis Crítico

Actualmente la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial de la UTA no posee un sistema de control con PLC incorporado a un módulo didáctico, debido a factores como la falta de propuestas de proyectos de inversión, falta de interés por parte de los estudiantes en plantearse proyectos complejos, situación económica, de manera que se ve impedida la incorporación de actuales tecnologías; razones por la cual el estudiante complementa su educación práctica en la medida de lo posible, pero dispuesto a enfrentar un mundo laboral con un continuo avance tecnológico industrial.

1.2.3. Prognosis

Si la institución no soluciona el problema los estudiantes no podrán complementar prácticamente su aprendizaje, lo cual es muy importante, ya que al culminar su educación deberán enfrentarse a un mundo laboral exigente y altamente competitivo.

1.3. Formulación del Problema

¿Cómo contribuye en la formación académica de los estudiantes el implementar un sistema de control con PLC al módulo industrial de envasado automático en el laboratorio OMRON de la FISEI?

1.3.1. Preguntas Directrices

¿Qué componentes intervienen en un sistema de control con PLC para integrar a un módulo industrial de envasado automático?

¿Cómo se adecuará el sistema de control con PLC para integrar a un módulo de envasado automático?

¿De que forma el módulo de una línea de envasado y su sistema de control con PLC interactuarán juntos para obtener el óptimo rendimiento y cumplir con todas las expectativas del proyecto?

1.3.2. Delimitación del Problema

El presente trabajo se desarrolló a partir del mes de Noviembre del 2009, hasta Mayo del 2010 con una duración de siete meses, el mismo que se implementará en el laboratorio OMRON en la FISEI/UTA.

1.4. Justificación

La inexistencia en el laboratorio OMRON de la FISEI/UTA, de un prototipo que permita visualizar de mejor manera las operaciones comúnmente realizadas dentro de un entorno industrial real, como lo pudiera ser el envasado de líquidos, el cual incluya un sistema el control con PLC, limita que el estudiante correlacione apropiadamente la teoría con la práctica.

La información teórica sobre el envasado de líquidos, que se puede encontrar en medios como el internet es abundante, por lo que esta investigación busca organizar gran parte de ella y relacionarla con la teoría impartida por los docentes en el transcurso de la etapa estudiantil; de tal forma que permita contar con un material que aporte en algo en el aprendizaje teórico-práctico del estudiante, además de permitir el relacionar su uso en empresas industriales y por ende ser más requeridos en ellas.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Programar un sistema de control con PLC del proceso industrial de envasado automático con fines didácticos, en el laboratorio OMRON de la FISEI/UTA.

1.5.2. Objetivos Específicos

1.5.2.1. Analizar el proceso de funcionamiento del prototipo industrial de envasado automático.

1.5.2.2. Analizar los sistemas de control con PLC y su aplicación en las líneas de envasado.

1.5.2.3. Plantear una propuesta de programación del PLC aplicado a las líneas de envasado con fines didácticos para el laboratorio OMRON de la FISEI/UTA.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes Investigativos

Luego de la revisión realizada tanto en el internet como en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial se puede aseverar que no existe información relevante que tenga similitud con este prototipo y que tengan que ver con un sistema de control con PLC integrado a un módulo industrial de envasado automático.

2.2. Fundamentación Legal

La Universidad Técnica de Ambato (U.T.A.), fue fundada el 18 de abril de 1969 por decreto del Congreso Nacional, en la presidencia del Doctor José María Velasco Ibarra. En sus inicios fue denominado como Instituto Superior de Contabilidad, La Universidad Técnica de Ambato, inicia sus labores académicas con las Facultades de Auditoría y Contabilidad Superior, la Facultad de Ciencias Administrativas y la Facultad de Ingeniería Industrial.

La Facultad de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Técnica de Ambato inicia sus actividades académicas como la escuela de Informática y Computación, fue creada mediante la resolución 347-91-CU-P del Honorable Consejo Universitario, el 15 de Agosto de 1991 y empieza a funcionar en octubre del mismo año, mediante una convocatoria a su primer curso preuniversitario.

Se crea esta carrera en el período administrativo del Doctor Julio Saltos Abril en calidad de Rector, dependiendo directamente de Administración Central bajo la modalidad de adscrita, es la primera carrera en funcionar con períodos semestrales.

De conformidad con el reglamento aprobado para su funcionamiento, este sistema inicia sus actividades bajo la dirección del Ingeniero Washington Medina, contando en su personal administrativo de servicios con una secretaria y un conserje.

Los rápidos cambios y avances tecnológicos del mundo moderno, las necesidades de automatización de las empresas, el deseo de los bachilleres de optar por nuevas carreras con título terminal y el impacto que tiene la aplicación de la Informática en el campo social y económico, impulsaron el estudio y análisis de los planes y programas con miras a transformar la escuela en Facultad.

El Honorable Consejo Universitario, aprueba la creación de la FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS mediante la resolución 386-92-CU-P del 4 de agosto de 1992, funcionando bajo la dirección de un decano encargado.

En octubre de 1994 el orgánico funcional es aprobado y se inicia la gestión administrativa con autoridades electas. Debido al descenso en la preparación académica de los bachilleres, se hizo necesaria la implementación de un curso de nivelación más amplio en contenidos y tiempos, de forma que se crea el curso propedéutico, en reemplazo del curso pre universitario, con una duración de un semestre y que fue aprobado mediante resolución 259-94-CU-P.

El 20 de octubre de 1998, mediante resolución 804-98-CU-P, el Honorable Consejo Universitario de la UTA, aprobó el proyecto de reestructuración académica y administrativa de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, organizando a la Facultad en tres especialidades.

- Ingeniería Electrónica.
- Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización.
- Ingeniería en Sistemas Computacionales e Informáticos.

2.3. Fundamentación Teórica

2.3.1. Sistema de control con PLC.

2.3.1.1. Automatización

La automatización busca transferir las tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos, a un conjunto de elementos tecnológicos.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- La parte de Mando.
- La parte Operativa.

La parte de mando: suele ser un autómata programable (PLC), aunque hasta hace poco se utilizaban tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada).

La parte operativa: es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada.

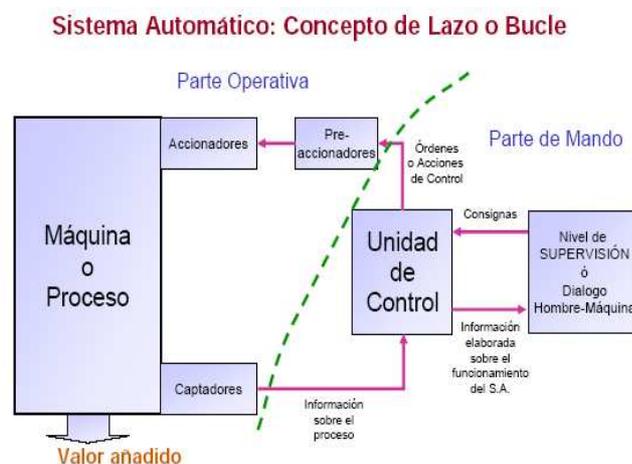


Figura 1: *Estructura de un sistema automatizado*

Al realizar la automatización de un proceso se deberá idear algún plan para estructurar el control. El grado de automatización deseado va a ser fundamental para trazar dicho plan.

Se suelen distinguir cuatro categorías de automatización:

- Automatización fija
- Automatización programable
- Automatización flexible
- Automatización total

La **automatización fija** se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, por tanto, se puede justificar económicamente el elevado costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas. Un ejemplo típico puede ser la fabricación de automóviles. Su inconveniente es que su ciclo de vida depende de la vigencia del producto en el mercado.

La **automatización programable** se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de productos a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a las variaciones de configuración del producto y esta adaptación se realiza por medio de Software. Un ejemplo podría ser la fabricación de diferentes tipos de tornillos bajo pedido.

La **automatización flexible** es más adecuada para un rango de producción medio, poseen características de la automatización fija y de la automatización programada. Suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas entre si por sistemas de almacenamiento y manipulación de materiales, controlados en su conjunto por una computadora.

La **automatización total** de la producción, es la que, idealmente, la fabricación se realizaría sin intervención humana.

En la **Figura: 2** se muestra una estructura de control sencilla, muy común en el entorno industrial, compuesta por un computador que se comunica, a través de un bus, con cuatro autómatas programables los cuales controlan determinados procesos.

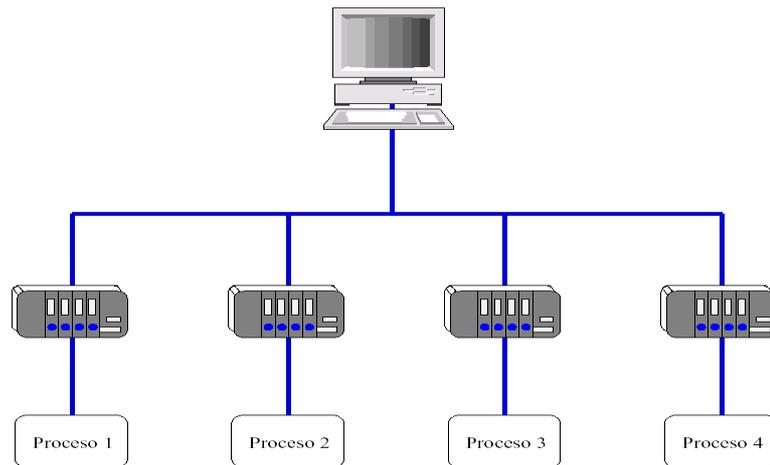


Figura 2: Estructura de control: computador – 4 autómatas¹

Como es de esperarse, la automatización tiene sus ventajas e inconvenientes, entre las cuales podemos citar:

Ventajas:

- Permite aumentar la producción y adaptarla a la demanda.
- Consigue mejorar la calidad del producto y mantenerla constante.
- Mejora la gestión de la empresa.
- Disminuye la mano de obra necesaria.
- Hace más flexible el uso de la herramienta.

Inconvenientes:

- Incremento del paro en la sociedad.
- Incremento de la energía consumida por producto.

¹ Estructura básica en la Automatización de Procesos Industriales.

- Repercusión de la inversión en el coste del producto.
- Exigencia de mayor nivel de conocimientos de los operarios.

En el mundo industrial actual, la Automatización es prácticamente imprescindible, debido a los niveles de productividad, fiabilidad y rentabilidad que el mercado exige a los productos elaborados para ser competitivos.

Años anteriores la automatización se aplicaba solo al proceso productivo (a las máquinas), porque era el que más recursos humanos consumía, resultando así una automatización local. Pero hoy en día podemos hablar de una automatización global ya que se ha extendido no sólo a todos los procesos de la empresa sino también a los flujos de control, que pueden también ser automatizados mediante buses de comunicación y redes de área local (Ver: **Figura: 3**); además, una empresa puede comunicarse a través de Internet con otras empresas pudiendo crearse de esta forma redes de empresas extendidas por todo el mundo.

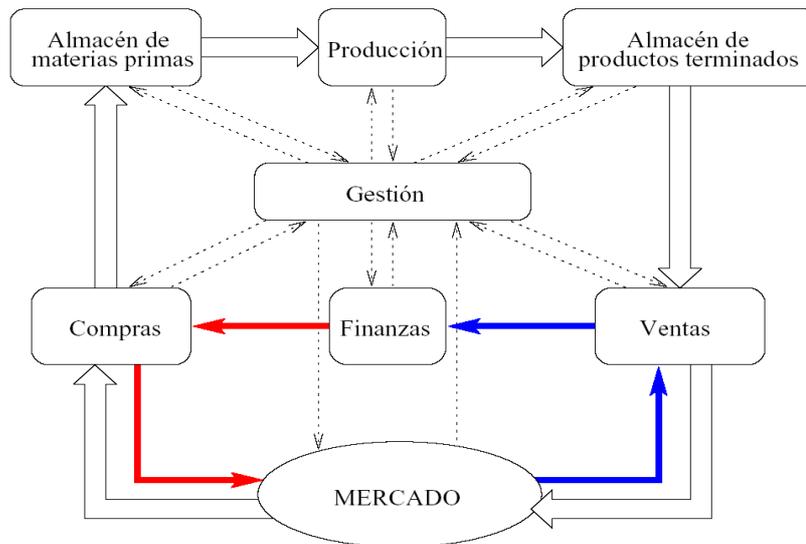
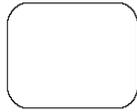


Figura 3: Esquema de la empresa productiva²

Simbología:

² GONZALES, José (2004). Automatización de Procesos Industriales.



procesos

- ⇒ flujos de producto
- flujos de capital
- ▷ flujos de control (órdenes y medidas)

Elementos de la automatización

Hay muchas áreas y tecnologías que intervienen en la Automatización. Las más importantes, junto con algunos de sus elementos, son:

- Mecánica
 - Herramientas
 - Mecanismos
 - Máquinas
 - Elementos de transporte
- Eléctrica
 - Automatismos eléctricos
 - Motores eléctricos de c.c. y c.a.
 - Cableados de fuerza y de mando
- Tecnología Electrónica
 - Controladores analógicos
 - Sensores / Transductores
 - Pre-accionadores
 - Drivers de accionamientos
 - Comunicaciones
 - Telemando y Telemetría
 - Sistemas de comunicación inalámbrica
- Neumática y electro-neumática
 - Cilindros neumáticos
 - Válvulas neumáticas y electro-neumáticas
 - Automatismos neumáticos

- Hidráulica y electro-hidráulica
 - Cilindros hidráulicos
 - Válvulas hidráulicas y electro-hidráulicas
 - Automatismos hidráulicos
- Aplicaciones de Control e Informática Industrial
 - Controladores de procesos
 - Control por computador
 - Autómatas programables
 - Visión artificial
 - Robótica
 - Mecatrónica / Control de movimiento
 - Células de fabricación flexible
 - Células de Mecanizado
 - Células de Montaje Automático
 - Control Numérico
 - Sistemas CAD-CAM (Computer Aided Design & Manufacturing)
 - Sistemas CIM (Computer Integrated Manufacturing System)
 - Redes y buses de comunicaciones

2.3.1.2. Sistema de control

Un sistema de control está definido como un conjunto de elementos que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de tal manera que se reduzcan las probabilidades de fallos y se obtengan los resultados buscados.

Actualmente los procesos de control son síntomas del proceso industrial que estamos viviendo. Estos sistemas se usan comúnmente para sustituir un trabajador pasivo que controla un determinado sistema (ya sea eléctrico, mecánico, etc.) por un autómata (PLC) que brinde una posibilidad nula o casi nula de error, y un grado de eficiencia mucho más grande.

Disponer de un modelo antes de proceder al desarrollo de software y hardware es tan importante para el ingeniero responsable de cualquier automatización industrial como puede ser, para el arquitecto, tener un anteproyecto antes de construir un gran edificio.

El modelado adquiere mayor importancia cuanto mayor es la complejidad del sistema. Algunos sistemas (por ejemplo biológicos) son tan complicados que hasta hace poco no se sabía muy bien como funcionaban pero que, tras el modelado de sus partes elementales y la posterior conexión de las mismas, empiezan ya a ser estudiados y entendidos, al menos en alguno de sus aspectos. Sin ir tan lejos, tener un buen modelo resulta de una ayuda inestimable para cualquier diseño de automatización industrial.

2.3.1.2.1. Requisitos de los sistemas de control

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

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

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

- *Sensores*. Permiten conocer los valores de las variables medidas del sistema.

- *Controlador*. Utilizando los valores determinados por los sensores y la consigna impuesta, calcula la acción que debe aplicarse para modificar las variables de control en base a cierta estrategia.

- *Actuador*. Es el mecanismo que ejecuta la acción calculada por el controlador y que modifica las variables de control.

2.3.1.2.2 Fundamentos que permiten el modelado de sistemas.

2.3.1.2.2.1 Control de procesos continuos

Esta enfocada al diseño de controladores analógicos y digitales para procesos de tiempo continuo, como son los controladores PID y sus métodos de sintonía.

a) Sistema de control de lazo abierto: Es aquel sistema en el que solo actúa el proceso sobre la señal de entrada y da como resultado una señal de salida independiente a la señal de entrada, pero basada en la primera. Esto significa que no hay retroalimentación hacia el controlador para que éste pueda ajustar la acción de control. Es decir, la señal de salida no se convierte en señal de entrada para el controlador. Por ejemplo, el llenado de un tanque usando una manguera de jardín: Mientras que la llave siga abierta, el agua fluirá. La altura del agua en el tanque no puede hacer que la llave se cierre y por tanto no nos sirve para un proceso que necesite de un control de contenido o concentración.



Figura 4: Control lazo abierto³

³ RAMIREZ, Miguel. Folleto de Instrumentación Industrial

b) Sistema de control de lazo cerrado: Son los sistemas en los que la acción de control está en función de la señal de salida. Los sistemas de circuito cerrado usan la retroalimentación desde un resultado final para ajustar la acción de control en consecuencia.

El control en lazo cerrado es imprescindible cuando se da alguna de las siguientes circunstancias:

- Cuando un proceso no es posible de regular por el hombre.
- Una producción a gran escala que exige grandes instalaciones y el hombre no es capaz de manejar.
- Vigilar un proceso es especialmente duro en algunos casos y requiere una atención que el hombre puede perder fácilmente por cansancio o despiste, con los consiguientes riesgos que ello pueda ocasionar al trabajador y al proceso.

Sus características son:

- Ser complejos, pero amplios en cantidad de parámetros.
- La salida se compara con la entrada y le afecta para el control del sistema.
- Su propiedad de retroalimentación.
- Ser más estable a perturbaciones y variaciones internas.

Un ejemplo de un sistema de control de lazo cerrado sería: un termotanque de agua, un regulador de nivel o un horno que requiera establecerse en una temperatura específica para el desarrollo de un proceso determinado.

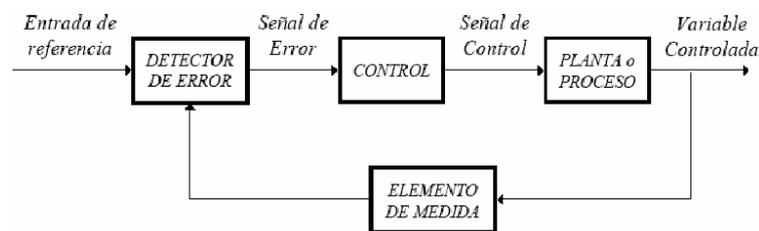


Figura 5: Control lazo cerrado³

2.3.1.2.2.2. Control de procesos de eventos discretos (sistemas reactivos)

Los sistemas reactivos son sistemas de control que están comandados por eventos: sistemas que están permanentemente reaccionando (actuadores) a estímulos externos e internos (sensores).

Los teléfonos, automóviles, redes de comunicación, sistemas operativos de ordenadores, sistemas de aviación, y las interfaces hombre-máquina de muchas clases de software ordinario son algunos de los ejemplos de sistemas reactivos.

El problema del modelado de estos sistemas radica en la dificultad de describir el comportamiento reactivo de una manera clara, realista y al mismo tiempo lo suficientemente formal y rigurosa como para servir de base para una detallada simulación computarizada del sistema.

Los primeros modelos (aun hoy utilizados) de los sistemas de eventos discretos fueron las máquinas de estados y sus correspondientes diagramas estado-transición o diagramas de estado. Estos son diagramas dirigidos cuyos nodos denotan estados y cuyas flechas expresan transiciones.

Sin embargo, los diagramas de estado no son adecuados para modelar sistemas complejos debido a la gran cantidad, exponencialmente creciente, de estados que precisan. Además los estados están agrupados de una forma no estratificada. Por todo esto, el diagrama de estado de sistema de mediana complejidad resulta desestructurado, de gran dimensión y de difícil manejo.

Por lo cual se han desarrollado modelos, entre los que cabe citar por su importancia los siguientes:

- Las **Redes de Petri**, junto con algunos otros modelos algebraicos, son los modelos matemáticos más formales.
- El modelo **Grafcet**⁴, sencillo de aprender y de utilizar, se maneja mucho actualmente y ha sido adoptado por varios fabricantes de autómatas como modelo básico.
- Las **cartas de estado (Statecharts)** son probablemente el modelo más completo de los que se conocen actualmente.

Automatizar un sistema de producción consiste en reducir la intervención humana a lo largo del proceso de fabricación, optimizar la utilización de los materiales y de las energías empleando nuevas tecnologías y conseguir unas mejores prestaciones y una mejor calidad del producto terminado.

Aunque el modelo de un sistema productivo es bastante complejo, para muchas aplicaciones de automatización local podemos admitir que está compuesto por dos subsistemas, uno reactivo (parte de comando) y otro activo (parte operativa), que interaccionan entre si.

La parte de comando es básicamente una máquina de estados que en la práctica se implementa mediante un automatismo o mediante un autómata programable. La parte operativa es el sistema de producción propiamente dicho (cintas transportadoras, manipuladores, máquinas, etc.). Ambas partes se comunican entre si en los dos sentidos: la parte operativa envía eventos a la parte de comando y ésta, en respuesta, envía órdenes de control a la parte operativa.

2.3.1.2.2.2.1. GRAFCET

⁴ GRÁfico Funcional de Control de Etapas y Transiciones (en francés **GRA**phe Fonctionnel de Commande Etapes-Transitions)

Grafcet pretende ser una herramienta útil y eficaz para facilitar la representación y dar solución al automatismo, para lo cual el encargado de la automatización realiza un análisis del problema y mediante símbolos gráficos hace los esquemas correspondientes a la tecnología utilizada.

Grafcet se compone de los siguientes elementos básicos:

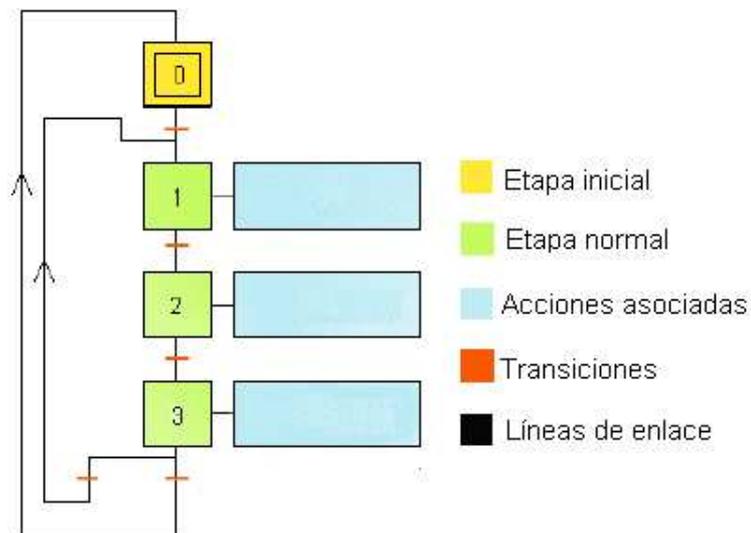


Figura 6: Elementos de GRAFCET

Estados (Etapas): Un sistema dinámico de cierta complejidad evoluciona en el tiempo siguiendo una determinada secuencia de actividades de trabajo o etapas. Una etapa representa un estado o modo de funcionamiento estable del sistema o de una parte del mismo.

En cada etapa, la Parte de Comando del sistema (al menos la parte asociada a esa etapa) se mantiene invariable.

En Grafcet, cada etapa se representa por un rectángulo en que se escribe un número que indica su número de orden (Ver: **Figura 6**). En cada momento, el sistema tiene una o varias etapas activas (las que están actualmente en funcionamiento) que se marcan con un pequeño círculo negro.



Figura 7: *Etapas de Grafcet*

La primera etapa que se activa al iniciar el Grafcet se llama etapa inicial. Un Grafcet ha de tener al menos una etapa inicial, pero puede tener varias. Estas etapas se encuadran en un doble rectángulo.

Cada etapa puede llevar asociada una o más acciones. Estas acciones se describen, literal o simbólicamente, en uno o en varios rectángulos unidos por una línea al rectángulo de la etapa. Según la norma IEC-848, una acción puede estar precedida por un carácter que indica su tipo:

C: Acción condicionada

D: Acción retardada

L: Acción limitada en el tiempo

P: Impulso

S: Acción memorizada

Transiciones: Las transiciones se representan con un pequeño segmento horizontal que corta la línea de enlace entre dos etapas; son consideradas como etapas de entrada a una transición, todas las etapas que conducen a la misma, de igual forma, se consideran como etapas de salida, a las etapas que salen de una transición.

La condición o condiciones que se deben cumplir para poder pasar una transición reciben el nombre de receptividades. En una transición podemos tener:

- Una condición simple

- Una función booleana
- La señal de un temporizador o contador
- La activación de otra etapa del Grafcet

Cada transición se une con la etapa anterior y con la siguiente mediante unas rectas horizontales y verticales llamadas líneas de enlace. Las líneas de enlace que tienen sentido ascendente se marcan en el centro con una punta de flecha.

Los tres niveles del GRAFCET:

GRAFCET utiliza habitualmente tres niveles para diseñar y describir las especificaciones de un automatismo.

GRAFCET de nivel 1: Descripción funcional

En el primer nivel interesa una descripción global (normalmente poco detallada) del automatismo que permita comprender rápidamente su función. Es el tipo de descripción que haríamos para explicar lo que queremos que haga la máquina, la persona que la ha de diseñar o el que utilizaríamos para justificar, a las personas con poder de decisión en la empresa, la necesidad de esta máquina.



Figura 8: *GRAFCET de nivel 1*

Este nivel de GRAFCET no debe contener ninguna referencia a las tecnologías utilizadas; es decir no se especifica cómo hacemos avanzar la pieza (cilindro neumático, motor y cadena, cinta transportadora, etc.), ni cómo detectamos su posición (fin de carrera, detector capacitivo, detector fotoeléctrico, etc.), ni tan solo el tipo de automatismo utilizado (autómata programable, neumática, ordenador industrial, etc.).

GRAFCET de nivel 2: Descripción tecnológica

En este nivel se hace una descripción a nivel tecnológico y operativo del automatismo. Quedan perfectamente definidas las diferentes tecnologías utilizadas para cada función. El GRAFCET describe las tareas que han de realizar los elementos escogidos. En este nivel completamos la estructura de la máquina y nos falta el automatismo que la controla.

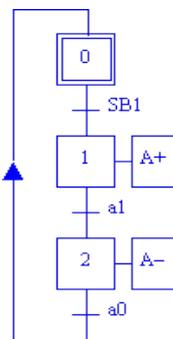


Figura 9: GRAFCET de nivel 2

GRAFCET de nivel 3: Descripción operativa

En este nivel se implementa el automatismo, GRAFCET definirá la secuencia de actuaciones que realizará este automatismo. En el caso de que se trate, por ejemplo, de un autómata programable, definirá la evolución del automatismo y la activación de las salidas en función de la evolución de las entradas.

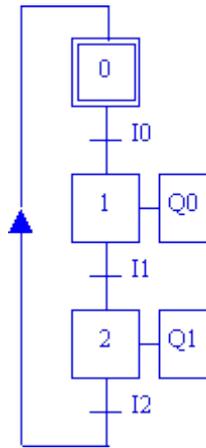


Figura 10: GRAFCET de nivel 3

Reglas de funcionamiento

El funcionamiento del modelo Grafcet viene definido por cinco reglas o condiciones básicas.

1. *Regla de activación inicial:* en el instante inicial sólo se activan las etapas iniciales y esta activación es incondicional.
2. *Condición de validación:* para que una etapa pueda activarse es necesario que si le precede una única etapa entonces ésta esté activada y si le preceden varias etapas en paralelo entonces todas ellas estén activadas.
3. *Condición de franqueo de una transición:* una transición es franqueada si, y sólo si, la receptividad asociada es verdadera. Franquear una transición significa: primero desactivar la etapa o etapas precedentes y a continuación activar la etapa o etapas siguientes.
4. *Regla de franqueo simultáneo:* todas las transiciones franqueadas en un determinado instante son franqueadas simultáneamente.
5. *Regla de conflicto de activación:* si una etapa ha de ser desactivada y activada simultáneamente, debido al franqueo simultáneo de las transiciones siguiente y anterior, entonces permanece activa.

Estructuras básicas

Son las configuraciones que sirven para modelar ciertas situaciones interesantes de los sistemas de eventos discretos y que se utilizan frecuentemente en Grafcet.

Secuencia simple: La más sencilla de todas las estructuras es la secuencia simple. Como su nombre indica, consta de una serie de etapas seguidas. . . , n , $n+1$, . . . que se irán activando una tras otra según se vayan validando las correspondientes receptividades . . . , $R_n, R_{n+1}, R_{n+2}, \dots$

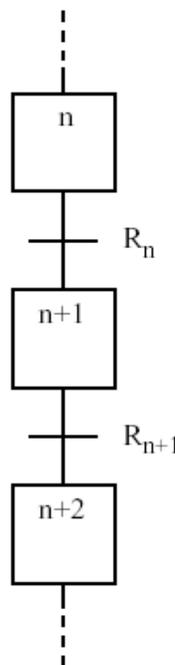


Figura 11: GRAFCET *secuencia simple*

Divergencia OR: Representa la posibilidad de bifurcación entre secuencias simples. Estando activa la etapa n , final de una secuencia simple, y según cual sea la receptividad R_a, R_b, \dots que se valide en primer lugar, el sistema pasará a una de las etapas $n + 1, n + 2, \dots$, de inicio de respectivas secuencias simples.

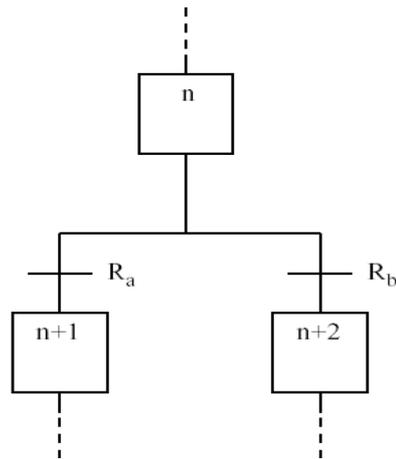


Figura 12: GRAFCET divergencia OR

Convergencia OR: Es la estructura recíproca de la anterior. Indica que un sistema con varias posibles secuencias simples puede pasar desde una de las etapas finales **m- 1, m- 2, . . .**, en paralelo, a la etapa siguiente n que es el inicio de otra secuencia simple. Dicho paso se dará en el instante en que una de las receptividades **Rc, Rd, . . .** que anteceden a la etapa n se haga válida.

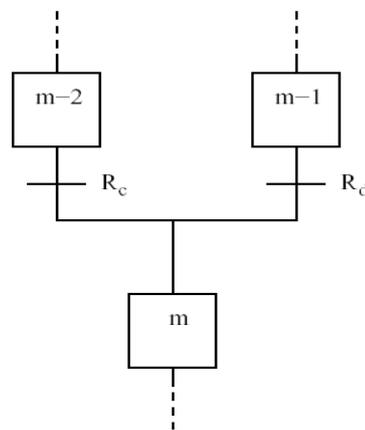


Figura 13: GRAFCET convergencia OR

Divergencia AND: En un Grafcet se pueden representar varios procesos que evolucionan de forma concurrente, esto se hace disponiendo varias secuencias verticales, en paralelo, de etapas y transiciones. La sincronización de estos procesos se hace posible mediante unos segmentos paralelos horizontales. Por ejemplo, en la **Figura 12**, los

procesos que se inician en las etapas $n + 1$ y $n + 2$ discurren en paralelo y están sincronizados con el proceso que finaliza en la etapa n . Si está activa la etapa n y se cumple la receptividad R entonces, en ese instante y simultáneamente, pasarán a ser activas las etapas $n + 1$ y $n + 2$.

Este tipo de conexión sincronizada entre un proceso simple y varios otros en paralelo se llama divergencia AND.

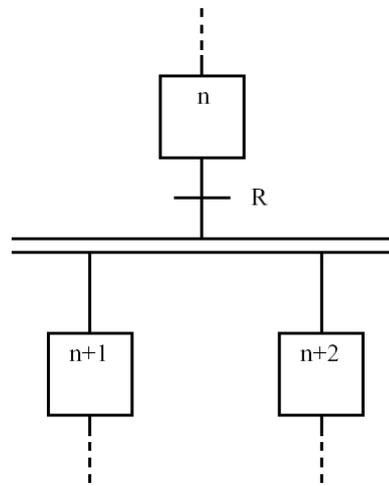


Figura 14: GRAFCET divergencia AND

Convergencia AND: Es la estructura recíproca de la anterior. Representa el paso simultáneo desde varias secuencias concurrentes, que terminan en las etapas $m - 1, m - 2, \dots$, a una secuencia única que empieza en la etapa m . Para que en un instante dado se produzca el paso, es necesario que en dicho instante sean válidas todas las receptividades R_c, R_d, \dots

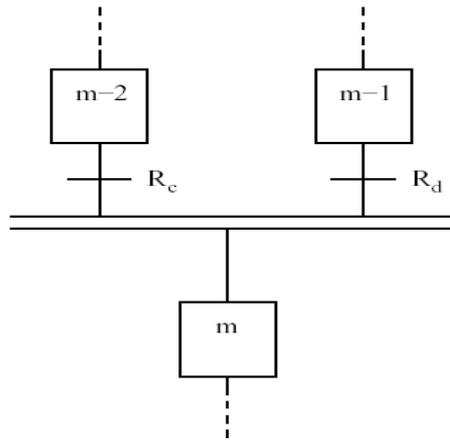


Figura 15: *GRAFCET convergencia AND*

Salto: En Grafcet son posibles los saltos condicionales, con la condición expresada en la receptividad de una transición, y los incondicionales.

Los saltos pueden ser hacia adelante o hacia atrás, siendo estos últimos fácilmente identificables por la punta de flecha indicada de la línea de enlace hacia atrás. En la figura siguiente se indican algunas posibilidades.

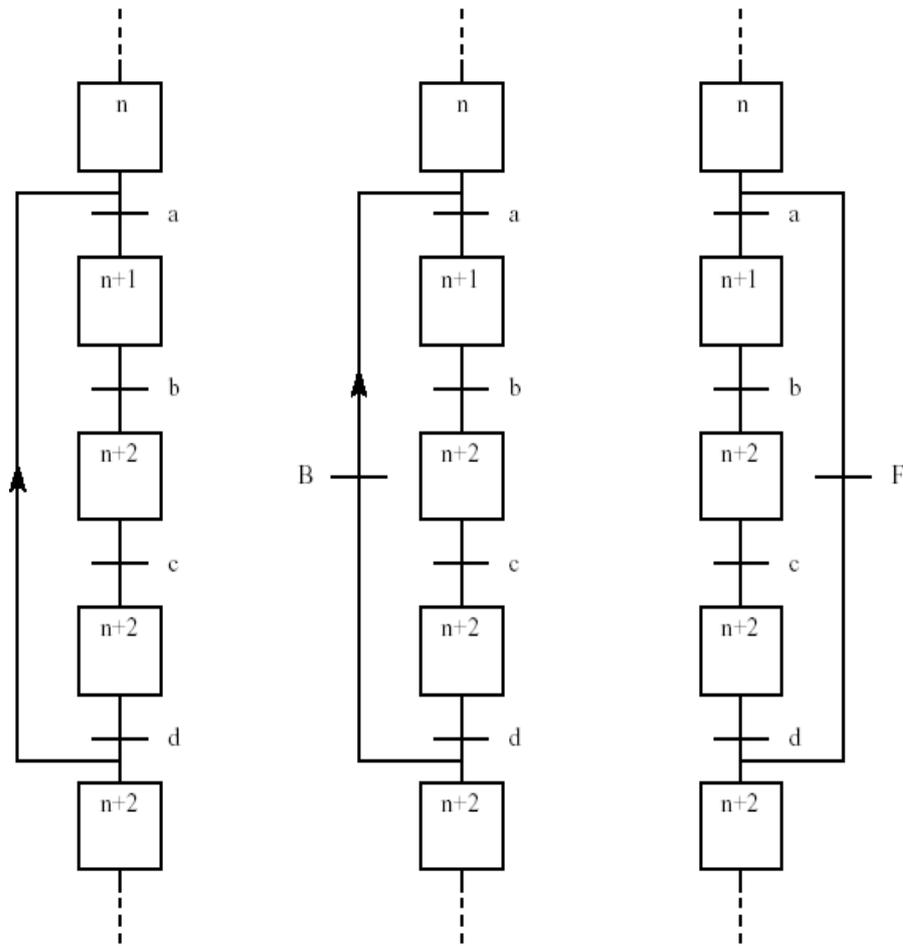


Figura 16: GRAFCET saltos

Posibilidades avanzadas

Grafcet no sólo vale para hacer modelos de sistemas de eventos discretos con estructura simple sino que también ofrece la posibilidad de modelar sistemas más complejos. Para ello cuenta con algunas características avanzadas, tales como el paralelismo, la sincronización y la jerarquía.

Paralelismo: Grafcet permite el paralelismo. Es posible activar varias etapas a la vez en el estado inicial. También permite, mediante los segmentos paralelos, modelar el paso de un proceso secuencial simple a un proceso compuesto por varias secuencias que trabajan en paralelo.

Sincronización: Es la posibilidad de que dos o más etapas se activen a la vez. El paralelismo exige muchas veces la sincronización entre etapas, siempre que al final de un proceso con secuencia simple haya que empezar otro de secuencia en paralelo múltiple, o viceversa. Los segmentos paralelos de Grafcet brindan esta posibilidad.

Jerarquía: Macro-etapas La posibilidad de que un proceso pueda albergar a otros como subprocesos se denomina jerarquía.

Comunicación: Es la posibilidad de que dos procesos puedan comunicarse entre sí, es decir, puedan enviarse mutuamente mensajes.

2.3.1.2.2.2.2. Cartas de Estado (Statecharts)

Una carta de estado (statechart) es un gráfico formado por elementos gráficos sobre los que van escritos otros elementos de texto. Los elementos gráficos son cartas, estados, transiciones y uniones mientras que los elementos de texto son datos y eventos.

Para poder ser útil, un modelo ha de ser modular, jerárquico y bien estructurado. Para resolver el problema del crecimiento exponencial se impone relajar el requisito de que todas las combinaciones de estados tengan que representarse explícitamente.

Además debería también atender de modo natural a especificaciones más generales y flexibles, tales como:

- Capacidad de agrupar varios estados en un superestado.
- Posibilidad de ortogonalidad o independencia (paralelismo) entre ciertos estados.

- Necesidad de transiciones más generales que la flecha etiquetada con un simple evento.
- Posibilidad de refinamiento de los estados.

Las cartas de estado (statecharts) cumplen todos estos requisitos. Constituyen un formalismo visual para describir estados y transiciones de forma modular, permitiendo el agrupamiento de estados, la ortogonalidad y el refinamiento, y permiten la visualización tipo “zoom” entre los diferentes niveles de abstracción.

Cartas: La carta es como la hoja de papel en la que se representan los elementos gráficos y de texto. Cada carta representa una máquina de estados y constituye un bloque de Simulink que puede conectarse con otras cartas o con otros bloques de Simulink.

Estados: Un estado se dibuja como un rectángulo con las esquinas redondeadas y representa un modo de funcionamiento del sistema. Aunque tienen el mismo nombre, no se debe confundir estos estados con los estados del “modelo de estado” de un sistema de control de tiempo continuo o discreto. Aunque en ocasiones ambos pudieran coincidir, los estados aquí considerados son más generales: representan los modos o formas de funcionamiento que adquiere el sistema al reaccionar frente a los eventos.

Junto a la esquina superior izquierda cada rectángulo lleva un texto con un nombre que identifica al estado. Tras el nombre del estado y el separador opcional “/”, pueden aparecer otros textos indicando las acciones que llevará a cabo el sistema cuando esté en ese estado. La sintaxis de Stateflow permite especificar el instante en que se iniciará la acción y la duración de esta:

entry: la acción se inicia al entrar en este estado.

exit: la acción se inicia al salir de este estado.

during: la acción se inicia al entrar en este estado y permanece activa durante el tiempo que dura el estado.

on event e : La acción se inicia si, estando en este estado, se produce el evento e .

Posibles acciones son cambiar el valor e de una salida o efectuar una llamada a una función de Matlab.

Dentro de un estado caben más estados, es decir, un estado puede descomponerse en otros. Se admiten dos descomposiciones, llamadas OR (exclusiva) y AND. Si un estado S se descompone con tipo **OR** en los estados $S1$ y $S2$, quiere decir que si el sistema está en el modo de funcionamiento S , entonces, o bien funciona en el modo $S1$ o bien funciona en el modo $S2$ y no puede estar funcionando en ambos modos a la vez. En cambio si el estado S se descompone con tipo **AND** en los estados $S1$ y $S2$ y el sistema funciona en modo S , entonces el sistema está a la vez en los dos estados $S1$ y $S2$. Ambas descomposiciones se distinguen por el tipo de línea usada para los rectángulos: línea continua, para los estados de una descomposición **OR** y línea discontinua para los estados de una descomposición **AND**.

2.3.1.3. Sistema eléctrico del Módulo

2.3.1.3.1. Sensores⁵

Un sensor puede ser considerado como los ojos del sistema ya que por medio de éstos se puede saber que está pasando en cada uno de los procesos industriales a ellos encomendados, además éste es un elemento sensible que realiza el primer paso del proceso de transducción.

Un sensor es capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas, gracia a la ayuda del transductor que internamente posee. Las variables de instrumentación dependen

⁵ http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/transductorosensores/default3.asp

del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, [PH](#), etc.

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable a medir o a controlar. En cambio un transductor convierte un tipo de energía en otro, de tal manera que deben trabajar juntos para fines de control de dicha variable en un proceso.

En Instrumentación, los transductores captan la variable del proceso a través de un elemento primario (sensor) y lo transmiten en forma de señales estandarizadas, (0 a 10V, 1 a 5V, 4 a 20mA, 0 a 20mA, o en sistemas neumáticos: 3 a 15PSI), en caso de no proporcionar una señal estándar hay que acondicionar la misma para que lo sea, pudiéndose emplear circuitos electrónicos para conseguir tal fin, de tal forma que se obtenga una relación lineal con los cambios de la variable censada.

a) Clasificación y características

Los *sensores pasivos* requieren de una alimentación para efectuar su función, mientras que los *sensores activos* generan la señal sin necesidad de alimentación externa.

Entre las características técnicas de un sensor destacan las siguientes:⁶

Rango de medida: dominio en la magnitud medida en el que puede aplicarse el sensor.

Precisión: es el grado de repetitividad en las mediciones.

Exactitud: es el grado de aproximación al valor real.

Error: es la desviación que se puede tener con respecto al valor real.

⁶ Módulo de formación en Automatización octavo semestre (2008)

Offset (desviación de cero): valor de la variable de salida cuando la variable de entrada es nula. Si el rango de medida no llega a valores nulos de la variable de entrada, habitualmente se establece otro punto de referencia para definir el offset.

Sensibilidad: relación entre la variación (pequeños cambios) de la magnitud de salida y la variación (pequeños cambios) de la magnitud de entrada.

Resolución: mínima variación de la magnitud de entrada que puede apreciarse a la salida.

Repetitividad: error esperado al repetir varias veces la misma medida.

Rapidez de respuesta: puede ser un tiempo fijo o depender de cuánto varíe la magnitud a medir. Depende de la capacidad del sistema para seguir las variaciones de la magnitud de entrada.

Respuesta Dinámica: es la manera de cómo se estabiliza un proceso al darle un escalón a la entrada. Por ejemplo cuando al conectar una plancha doméstica se va calentando hasta llegar al valor requerido.

Derivas: son otras magnitudes, aparte de la medida como magnitud de entrada, que influyen en la variable de salida. Por ejemplo, pueden ser condiciones ambientales, como la humedad, la temperatura u otras como el envejecimiento (oxidación, desgaste, etc.) del sensor.

b) Tipos

Sensores de ultrasonidos

Los detectores de ultrasonidos resuelven los problemas de detección de objetos de prácticamente cualquier material. Trabajan en ambientes secos y polvorientos. Normalmente se usan para control de presencia/ausencia, distancia o rastreo.

Sensores infrarrojos

La optoelectrónica es la integración de los principios ópticos y la electrónica de semiconductores. Los componentes optoelectrónicos son sensores fiables y económicos. Se incluyen diodos emisores de infrarrojos (IREDs), sensores y montajes.

Sensores para automoción

Se incluyen sensores de efecto Hall, de presión y de caudal de aire. Estos sensores son de alta tecnología y constituyen soluciones flexibles a un bajo costo. Su flexibilidad y durabilidad hace que sean idóneos para una amplia gama de aplicaciones de automoción.

Sensores de caudal de aire

Los sensores de caudal de aire contienen una estructura de película fina aislada térmicamente, que contiene elementos sensibles de temperatura y calor. La estructura de puente suministra una respuesta rápida al caudal de aire u otro gas que pase sobre el chip.

Sensores de corriente

Los sensores de corriente monitorizan corriente continua o alterna. Se incluyen sensores de corriente lineales ajustables, de balance nulo, digitales y lineales. Los sensores de corriente digitales pueden hacer sonar una alarma, arrancar un motor, abrir una válvula o desconectar una bomba. La señal lineal duplica la forma de la onda de la corriente captada, y puede ser utilizada como un elemento de respuesta para controlar un motor o regular la cantidad de trabajo que realiza una máquina.

Sensores de efecto Hall

Son semiconductores y por su costo no están muy difundidos pero en codificadores ("encoders") de servomecanismos se emplean mucho.

Sensores de humedad

Los sensores de temperatura y humedad relativa están configurados con circuitos integrados que proporcionan una señal acondicionada. Estos sensores contienen un elemento sensible capacitivo en base de polímeros que interacciona con electrodos de platino. Están calibrados por láser y tienen una intercambiabilidad de +5% HR, con un rendimiento estable y baja desviación.

Sensores de posición de estado sólido

Los sensores de posición de estado sólido, detectores de proximidad de metales y de corriente, se consiguen disponibles en varios tamaños y terminaciones. Estos sensores combinan fiabilidad, velocidad, durabilidad y compatibilidad con diversos circuitos electrónicos para aportar soluciones a las necesidades de aplicación.

Sensores de presión y fuerza

Los sensores de presión son pequeños, fiables y de bajo costo. Ofrecen una excelente repetitividad y una alta precisión y fiabilidad bajo condiciones ambientales variables. Además, presentan unas características operativas constantes en todas las unidades y una intercambiabilidad sin recalibración.

Sensores de temperatura

Los sensores de temperatura se catalogan en dos series diferentes: TD y HEL/HRTS. Estos sensores consisten en una fina película de resistencia variable con la temperatura (RTD) y están calibrados por láser para una mayor precisión e intercambiabilidad. Las salidas lineales son estables y rápidas.

Sensores de turbidez

Los sensores de turbidez aportan una información rápida y práctica de la cantidad relativa de sólidos suspendidos en el agua u otros líquidos. La medición de la conductividad da una medición relativa de la concentración iónica de un líquido dado.

Sensores magnéticos

Los sensores magnéticos se basan en la tecnología magnetoresistiva SSEC. Ofrecen una alta sensibilidad. Entre las aplicaciones se incluyen brújulas, control remoto de vehículos, detección de vehículos, realidad virtual, sensores de posición, sistemas de seguridad e instrumentación médica.

Sensores de presión

Los sensores de presión están basados en tecnología piezoresistiva, combinada con micro controladores que proporcionan una alta precisión, independiente de la temperatura, y capacidad de comunicación digital directa con PC.

Las aplicaciones afines a estos productos incluyen instrumentos para aviación, laboratorios, controles de quemadores y calderas, comprobación de motores, tratamiento de aguas residuales y sistemas de frenado.

c) Principios de funcionamiento

En general, convierten una señal física no eléctrica en otra eléctrica que, en algunos de sus parámetros (nivel de tensión, nivel de corriente, frecuencia,...) contiene la información correspondiente a la primera.

Por otra parte, es necesario utilizar circuitos de acondicionamiento con el objeto de que éste genere una señal eléctrica normalizada (ya sea por el fabricante o siguiendo pautas de organismos de normalización como IEC⁷, IEEE⁸,...).

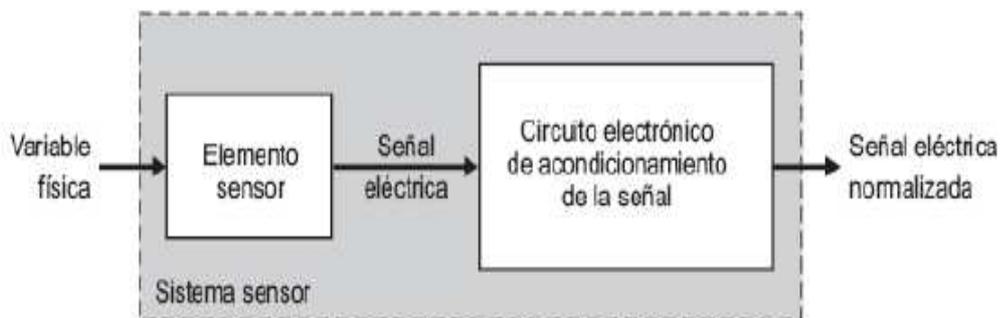


Figura 17: Principio de funcionamiento de sensores

Variables físicas medibles / principio de funcionamiento

⁷ International Electro-technical Commission

⁸ Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos, son una asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización.

		Variable física medida										
		Posición	Desplazamiento	Velocidad	Aceleración	Tamaño	Nivel	Presión	Fuerza	Proximidad	Temperatura	Radiación luminosa
Principio de funcionamiento	Microrruptores	X				X						
	Finales carrera	X										
	Extensiómetros	X	X	X	X			X	X			
	Termorresistivos										X	
	Magnetorresistivos	X	X	X								
	Capacitivos	X	X		X		X	X	X	X		
	Inductivos	X	X	X	X			X	X	X		
	Optoelectrónicos	X	X	X						X		
	Piezoeléctricos		X	X	X			X	X			
	Fotovoltaicos											X
Ultrasónicos	X					X						

Tabla 1: Variables físicas medibles / principio de funcionamiento

d) Aplicación

Control de cintas transportadoras,

Control de alta velocidad

Detección de movimiento

Conteo de piezas,

Censado de aberturas en sistemas de seguridad y alarma

Sistemas de control como finales de carrera. (PLCs)

Control y verificación de nivel, depósitos, tanques

Medida de distancia

Control del bucle de entrada-salida de máquinas

Control de tensado-destensado

2.3.1.3.2. Pulsadores

Los Pulsadores son elementos que permiten el paso o interrupción de la corriente mientras es accionado. Cuando ya no se actúa sobre él vuelve a su posición de reposo, un ejemplo de su uso lo podemos encontrar en los timbres de las casas.



Figura 18: Pulsador industrial

Puede ser con el contacto normalmente cerrado en reposo (NC), o con el contacto normalmente abierto (NA).

Consta del botón pulsador; una lámina conductora que establece contacto con los dos terminales al oprimir el botón y un muelle que hace recobrar a la lámina su posición primitiva al cesar la presión sobre el botón pulsador.

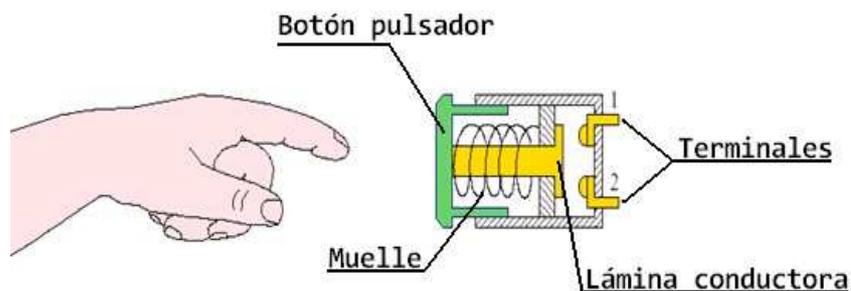


Figura 19: Pulsador, esquema interno

Existen también pulsadores de parada de emergencia los cuales se utilizan para impedir movimientos que podrían poner en peligro a los trabajadores; al ser accionados su contacto se cierra de forma permanente por lo que se requiere girarlos para su desactivación. Se emplean en aplicaciones industriales como

armarios de maniobras, consolas accionadas a dos manos y otros tipos de máquinas.

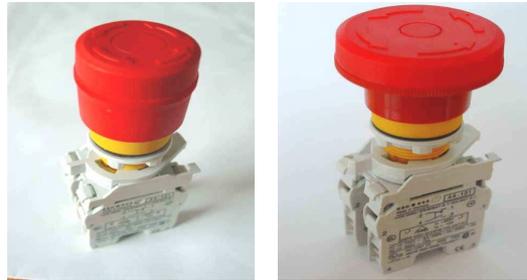


Figura 20: Pulsadores de parada de emergencia

En la Industria actual existen diferentes tipos de pulsadores:

- (a) Basculante.
- (b) Pulsador timbre.
- (c) Con señalizador.
- (d) Circular.
- (e) Extraplano.

A los Pulsadores se los emplea comúnmente en múltiples áreas industriales en todo el mundo, desde el apagado y encendido de una máquina que realiza alguna tarea específica hasta para el control de procesos industriales complejos.

2.3.1.3.3. Conductores eléctricos

Un conductor eléctrico es aquel cuerpo que puesto en contacto con un cuerpo cargado de [electricidad](#) transmite ésta a todos los puntos de su superficie. Generalmente son elementos, [aleaciones](#) o compuestos con [electrones libres](#) que permiten el movimiento de cargas.

Los mejores conductores eléctricos son los metales y sus aleaciones. Existen otros materiales, no metálicos, que también poseen la propiedad de conducir la electricidad como son el [grafito](#), las [soluciones salinas](#) (ejemplo: el agua de mar) y cualquier material en [estado de plasma](#).

Para el transporte de la [energía eléctrica](#), así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, el mejor conductor es la [plata](#) pero es muy cara, así que el metal empleado universalmente es el [cobre](#) en forma de cables de uno o varios hilos.

Alternativamente se emplea el aluminio, metal que si bien tiene una [conductividad eléctrica](#) del orden del 60% de la del cobre es, sin embargo, un material mucho más ligero, lo que favorece su empleo en líneas de transmisión de energía eléctrica en las [redes de alta tensión](#).

Para aplicaciones especiales se utiliza como conductor el [oro](#).

a) Clasificación

De acuerdo a su configuración:

- Circular compacto.
- sectorial.
- anular.
- segmenta.

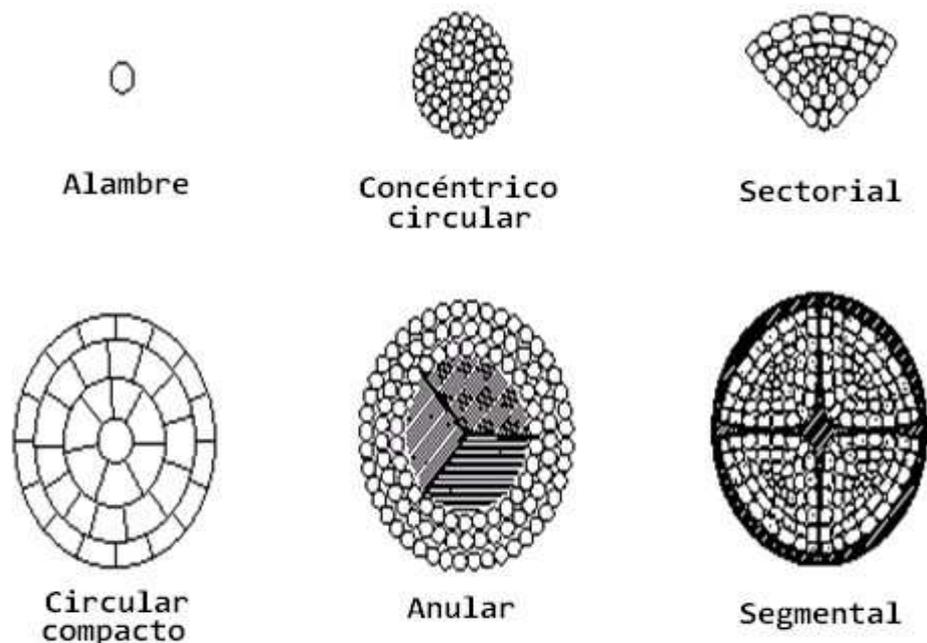


Figura 21: Clasificaciones de conductores

Ejemplos:



Figura 22: *Ejemplos de conductores eléctricos*

b) Tipos

- Cables para media tensión.



Figura 23: *Cables para media tensión*

- Conductores de cobre desnudo.



Figura 24: *Conductores de cobre desnudo*

- Cables de control.

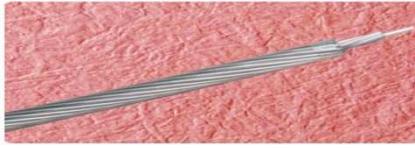


Figura 25: *Cables de control*

- Cables de instrumentación.

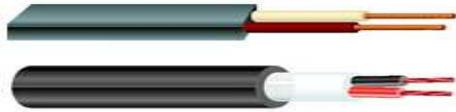


Figura 26: *Cables de instrumentación*

- Cables de baja tensión.



Figura 27: *Cables de baja tensión*

- Cables de potencia.



Figura 28: *Cables de potencia*

c) Selección

La elección entre un determinado conductor u otro en un proyecto de ingeniería eléctrica se debe a muchos factores a considerar. Dependiendo de la tensión utilizada, el conductor deberá tener características particulares, tanto en su composición como en su tamaño o en su recubrimiento aislante, punto importante para dar seguridad en el entorno del tendido eléctrico.

En el proceso de transmisión de energía el uso de elementos apropiados puede generar ganancias millonarias para las empresas que transmiten y distribuyen energía. Es por este motivo que existe una clasificación de los materiales conductores.

Por tanto existen criterios para la elección de los cables en determinadas condiciones de empleo. Factores como la tensión, intensidad de corriente, temperatura, etc. juegan papeles importantes. Sin embargo un factor a considerar es proteger la seguridad del entorno y de las personas que deban manipular los tendidos eléctricos. Para esto existen organismos que estiman los estándares de seguridad mínimos.

2.3.1.3.4. Motores eléctricos

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas. Algunos de los motores eléctricos son reversibles, es decir, pueden transformar energía mecánica en energía eléctrica funcionando como generadores.

Los motores eléctricos de corriente continua son empleados en diversas industrias alrededor del mundo ya que son la mejor opción en aplicaciones de control y automatización de procesos, pero su uso a disminuido debido a que 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) Principios de funcionamiento

Los motores de corriente alterna y los motores de corriente continua se basan en el mismo principio de funcionamiento, el cuál establece que si un conductor por el cual circula una [corriente eléctrica](#) se encuentra dentro de la acción de un [campo magnético](#), éste tiende a desplazarse perpendicularmente a las líneas de acción del mismo.

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.

El conductor tiende a funcionar como un [electroimán](#) debido a la [corriente eléctrica](#) que circula por él, adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas, que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor.

Partiendo del hecho de que cuando pasa corriente eléctrica por un conductor se produce un [campo magnético](#), además si lo ponemos dentro de la acción de un [campo magnético](#) potente, el producto de la interacción de ambos campos magnéticos hace que el conductor tienda a desplazarse produciendo así la energía mecánica. Dicha [energía](#) es comunicada al exterior mediante un dispositivo llamado flecha.

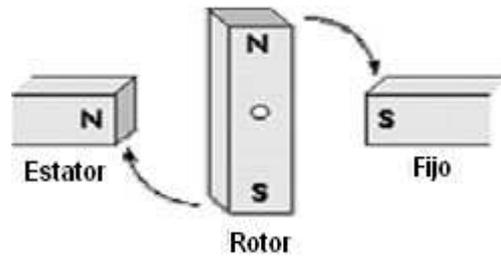


Figura 29: Esquema de funcionamiento de un motor

b) Clasificación

Motores de corriente continua:

Los motores de corriente continua se clasifican según la forma como estén conectados, en:

- Motor serie
- Motor compound
- Motor shunt
- Motor eléctrico sin escobillas

Además de los anteriores, existen otros tipos que son utilizados en electrónica:

- Motor paso a paso
- Servomotor
- Motor sin núcleo

Motores de corriente alterna:

Los motores de C.A. se clasifican de la siguiente manera:

- Asíncrono o de inducción

Los motores asíncronos o de inducción son aquellos motores eléctricos en los que el rotor nunca llega a girar en la misma frecuencia con la que lo hace el campo magnético del estator. Cuanto mayor es el par motor mayor es esta diferencia de frecuencias.

- Jaula de ardilla
- Monofásicos
 - Motor de arranque a resistencia.
 - Motor de arranque a condensador.
 - Motor de marcha.
 - Motor de doble capacitor.
 - Motor de polos sombreados.
- Trifásicos
 - Motor de Inducción.

c) Aplicación

Son ampliamente utilizados en instalaciones industriales, comerciales y de particulares. Pueden funcionar conectados a una red de suministro eléctrico o a [baterías](#). Así, en [automóviles](#) se están empezando a utilizar en [vehículos híbridos](#) para aprovechar las ventajas de ambos.

2.3.1.4. Sistema Neumático del Módulo

2.3.1.4.1. Cilindros Neumáticos

a) Definición

El cilindro neumático es un elemento capaz de convertir la energía contenida en el aire comprimido, en trabajo mecánico en forma de empuje.

El cilindro neumático consiste en un pistón y un vástago unidos que se desplazan dentro de un tubo circular cerrado en cada extremo por cabezales, deslizándose sobre juntas convenientemente situadas para evitar pérdidas o fugas.

También se puede decir que un cilindro neumático es un instrumento industrial que emplea el aire comprimido para transformar por medio de cilindros en un movimiento lineal de vaivén, y mediante motores neumáticos, en movimiento de giro.

b) Clasificación

- **Cilindros de simple efecto** tienen una sola conexión de aire comprimido. No pueden realizar trabajos más que en un sentido. Se necesita aire sólo para un movimiento de traslación. El vástago retorna por el efecto de un muelle incorporado o de una fuerza externa.

El resorte incorporado se calcula de modo que haga regresar el émbolo a su posición inicial a una velocidad suficientemente grande.

En los cilindros de simple efecto con muelle incorporado, la longitud de éste limita la carrera. Por eso, estos cilindros no sobrepasan una carrera de unos 100mm.

Se utilizan principalmente para sujetar, expulsar, apretar, levantar, alimentar, etc.

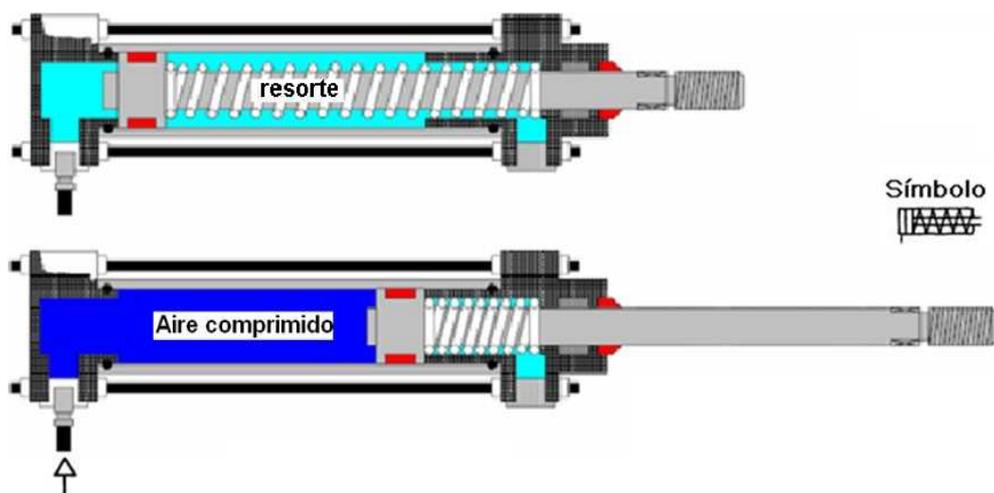


Figura 30: Cilindro de simple efecto con retorno por muelle

La estanqueidad se logra con un material flexible, que recubre el pistón metálico o de material plástico, durante el movimiento del émbolo, los labios de junta se deslizan sobre la pared interna del cilindro.

Se los emplea comúnmente como frenos de camiones y trenes, ya que su ventaja es el frenado instantáneo en falla la energía.

- **Cilindros de doble efecto** la fuerza ejercida por el aire comprimido provoca al émbolo a realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno.

Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión también al retornar a su posición inicial. En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y doblado que puede sufrir el vástago salido. También en este caso, sirven de empaquetadura los labios y émbolos de las membranas.

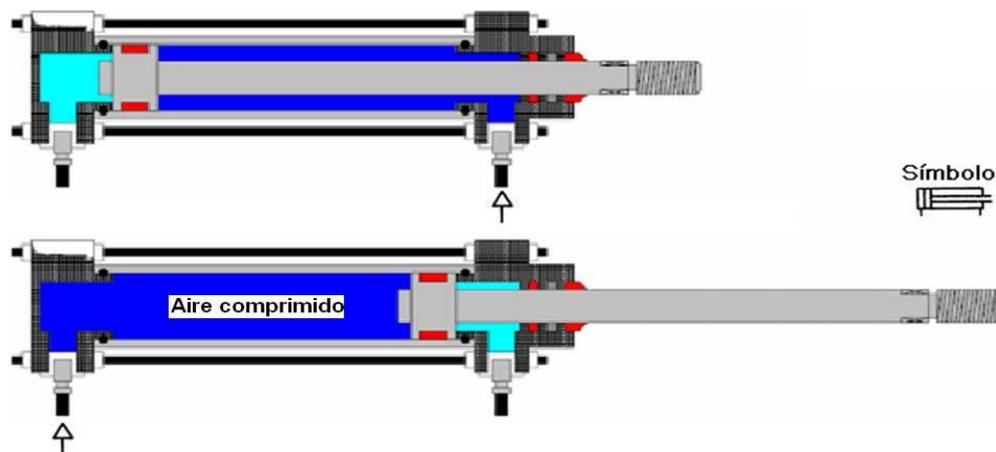


Figura 31: Cilindro de doble efecto

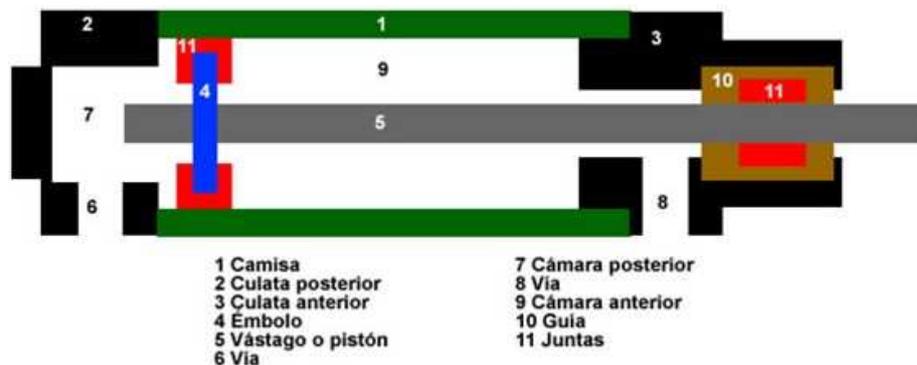


Figura 32: Partes de un cilindro de doble efecto

La carrera de los cilindros de doble efecto puede ser muy larga, pero hay que tener en cuenta la posición de pandeo o doblado del vástago en su posición extrema. Esto delimitará la carrera del cilindro.

Cuando la velocidad de los cilindros es muy grande se emplean dispositivos especiales para amortiguar los finales de carrera. A los cilindros que disponen de esta amortiguación se les conoce con el nombre de cilindros con amortiguación interna.

c) Mandos del cilindro neumático

Las válvulas neumáticas del control de dirección son las que interrumpen, dejan pasar o desvían un flujo de aire a presión.

Los pasos de aire y estanquidad se realizan mediante apoyo o separación entre dos órganos de la misma válvula.

En otras palabras las válvulas neumáticas son las que gobiernan la operación de los cilindros neumáticos, tanto de simple como de doble efecto.

d) Simbología neumática

Símbolo	Descripción	Símbolo	Descripción
	Válvula de control direccional Válvula de dos vías, cerrada posición normal		Válvula de control direccional Válvula de 5 vías, escape posición neutra
	Válvula de control direccional Válvula de dos vías, abierta posición normal		Válvula de control direccional Válvula de 5 vías, abierta posición neutra
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, cerrada posición normal		Control manual general
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, abierta posición normal		Control manual Botón
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, cerrada posición neutra		Palanca control manual
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, abierta posición normal		Palpador control mecánico
	Válvula de control direccional Válvula de 3 vías, cerrada posición neutra		Muelle control mecánico
	Válvula de control direccional Válvula de 4 vías,		Rodillo de control mecánico escamoteable
			Electroválvula con una bobina
			Electroválvula con dos bobinados actuando opuestamente
			Control combinado por electroválvula y válvula de pilotaje
			Selector
			Relé electroneumático
			Indicador neumático
			Silenciador

	Válvula de control direccional Válvula de 4 vías, cerrada posición neutra		Control de presión Válvula accionam. neumático	Componente mecánico bloqueo
	Válvula de control direccional Válvula de 4 vías, escape posición neutra		Válvula de control direccional Válvula de 5 vías,	
			Válvula de control direccional Válvula de 5 vías, cerrada posición neutra	

Tabla 2: Simbología de válvulas neumáticas

	Cilindro de efecto simple, vástago simple, carrera de retroceso por fuerza externa		Cilindro de efecto simple, vástago simple, carrera por resorte, carrera de retroceso por presión de aire
	Cilindro de doble efecto, vástago simple		Cilindro de efecto simple, vástago simple anti giro, carrera por resorte, carrera de retroceso por presión de aire
	Cilindro de doble efecto, vástago simple anti giro		Cilindro de doble efecto, con amortiguación ajustable en ambos extremos, vástago simple
	Cilindro de doble efecto, montaje muñón trasero, vástago simple		Cilindro de doble efecto, con amortiguación ajustable en ambos extremos, vástago doble
	Doble efecto cilindro hidroneumático, vástago simple		Cilindro sin vástago de arrastre magnético
	Cilindro de doble efecto, doble vástago		Cilindro de doble efecto, vástago simple, con regulador de caudal integrado
	Cilindro de doble efecto, con vástago anti giro en ambos extremos		Cilindro de doble efecto, vástago doble, con regulador de caudal integrado
	Doble efecto cilindro hidroneumático, con doble vástago		Cilindro con lectura de carrera, vástago simple
	Cilindro de efecto simple, vástago simple, carrera de retroceso por resorte		Cilindro con lectura de carrera, con freno, vástago simple
	Cilindro de efecto simple, vástago simple anti giro, carrera de retroceso por resorte		Cilindro de doble efecto, con bloqueo, vástago simple

Tabla 3: Simbología de cilindros neumáticos

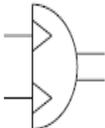
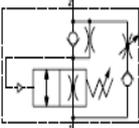
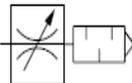
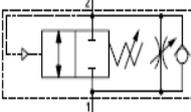
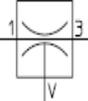
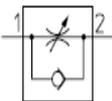
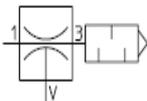
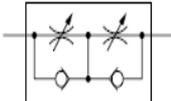
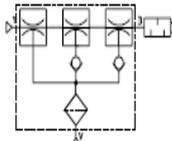
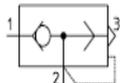
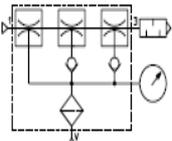
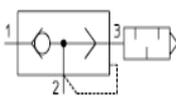
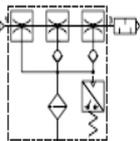
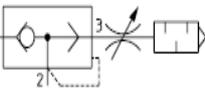
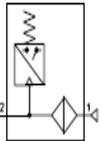
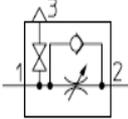
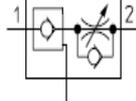
	Accionador de semigiro, doble efecto		Válvula de seguridad reguladora de caudal. Control de sistema de salida: Válvula de regulación de caudal con cilindro función de regulador de caudal, mariposa, función de alimentación de aire rápido
	Válvula de control de caudal ajustable con silencioso		Válvula de seguridad reguladora de caudal. Control de sistema de entrada: Válvula de regulación de caudal con cilindro función de regulación de caudal y de alimentación de aire rápida
	Válvula antirretorno		Eyector de vacío, válvula de soplado de vacío
	Válvula antirretorno, válvula de regulación de caudal en un sentido, regulable		Eyector de vacío, válvula de soplado de vacío con silenciador incorporado
	Válvula antirretorno, regulador de caudal doble con conexión instantánea		Eyector de vacío multietapas, válvulas de escape de vacío con filtro y silenciador incorporado
	Válvula antirretorno, válvula de escape rápido		Eyector de vacío multietapas, válvulas de escape de vacío con filtro, silenciador incorporado y manómetro para vacío
	Válvula antirretorno, válvula de escape rápido doble efecto con silenciador		Eyector de vacío multietapas, válvulas de escape de vacío con filtro, silenciador incorporado y vacuostato
	Válvula antirretorno, válvula de escape rápido doble efecto con regulador de escape de caudal y silenciador		Vacuostato
	Válvula antirretorno, regulador de caudal con válvula de soplado de presión residual		Filtro
	Válvula antirretorno, regulador de caudal con válvula antirretorno pilotada		

Tabla 4: Simbología neumática

2.3.1.4.2. Electroválvulas

Una electroválvula es un dispositivo diseñado para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una [tubería](#).

También puede decirse que una electroválvula es la combinación de dos partes fundamentales, un solenoide (bobina) y un cuerpo de válvula con 2 o 3 vías que sirve para abrir o cerrar el paso de un fluido a través de una señal eléctrica.

a) Clasificación de las válvulas

Se clasifican según la cantidad de puertos (entradas o salidas de aire) y la cantidad de posiciones de control que poseen. Por ejemplo una válvula 3/2 tiene 3 posiciones o puertos y permite dos posiciones diferentes.

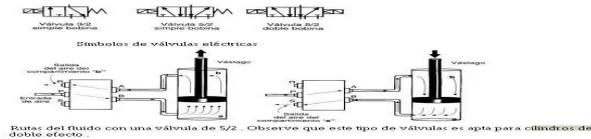


Figura 33: Símbolos de válvulas eléctricas

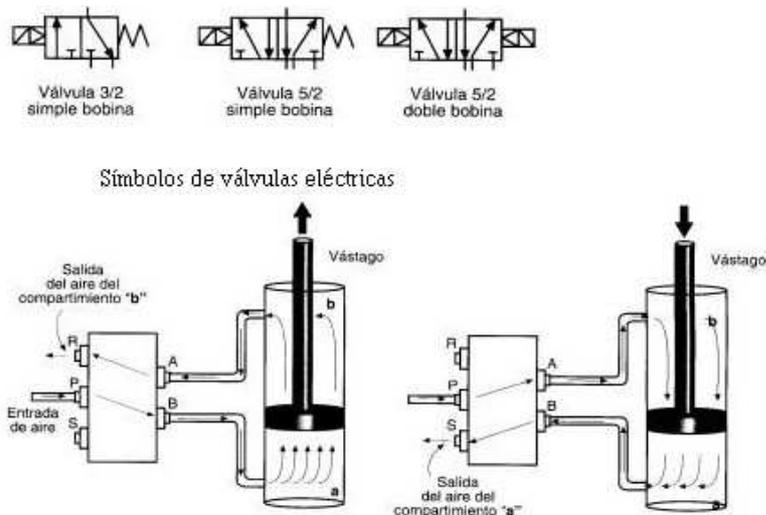


Figura 34: Rutas del fluido con una válvula de 5/2 . Observe que este tipo de válvulas es apta para cilindros de doble efecto .

Figura 34: Rutas del fluido con una válvula de 5/2

b) Tipos de electroválvulas

Existen varios tipos de electroválvulas, en algunas de ellas, el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento. Al conectar el imán, el núcleo (inducido) es atraído hacia arriba venciendo la resistencia del muelle (Ver: **Figura 34**). Se unen los empalmes P y A. El núcleo obtura, con su parte trasera, la salida R. Al desconectar el electroimán, el muelle empuja al núcleo hasta su asiento inferior y cierra el paso de P hacia A. El aire de la tubería de trabajo A puede escapar entonces hacia R.

Es corriente que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un [muelle](#) y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del [muelle](#). Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo energía mientras la válvula deba estar abierta.

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

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

c) Principio de funcionamiento

En la **Figura 35** se puede ver la válvula cerrada. El fluido bajo presión entra por **A**. **B** es un diafragma elástico y tiene encima un muelle que le empuja hacia abajo con fuerza débil. El diafragma tiene un diminuto orificio en el centro que permite el paso de un pequeño flujo de fluido. Esto hace que el fluido llene la cavidad **C** y que la presión sea igual en ambos lados del diafragma. Mientras que la presión es

igual a ambos lados, se puede observar que actúa en más superficie por el lado de arriba que por el de abajo por lo que presiona hacia abajo sellando la entrada.

Cuanto mayor sea la presión de entrada, mayor será la fuerza con que cierra la válvula.

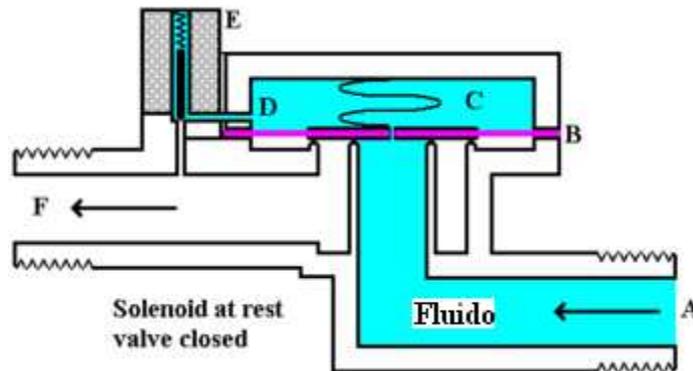


Figura 35: *Funcionamiento de una electroválvula – válvula cerrada*

El conducto *D*, hasta ahora estaba bloqueado por el núcleo del solenoide *E* al que un muelle empuja hacia abajo. Si se activa el solenoide, el núcleo sube y permite pasar el agua desde la cavidad *C* hacia la salida con lo cual disminuye la presión en *C* y el diafragma se levanta permitiendo el paso directo de fluido desde la entrada *A* a la salida *F* de la válvula. Esta es la situación representada en la **Figura 36**.

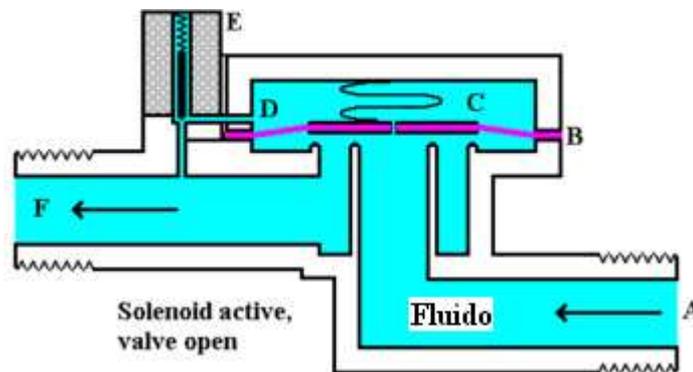


Figura 36: *Funcionamiento de una electroválvula – válvula abierta*

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

d) Aplicación

Las electroválvulas se usan mucho en la automatización industrial para controlar de manera automática el flujo de todo tipo de fluidos.

2.3.1.5. Sistema Informático

2.3.1.5.1. Programmable Logic Controller (PLC)

a) Definición

Según la Norma IEC 61131⁹: “Un autómata programable (AP) es una máquina electrónica programable diseñada para ser utilizada en un entorno industrial (hostil), utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencias, temporizaciones, recuentos y funciones aritméticas, con el fin de controlar mediante entradas y salidas, digitales y analógicas diversos tipos de máquinas o procesos.”

Autómata Programable (AP) = Programmable Logic Controller (PLC)

También puede considerarse a un PLC como el cerebro de un proceso industrial, que busca controlar de forma autónoma las diversas etapas que intervienen en la elaboración de un producto y soportar las severas condiciones a las que puede ser sometida.

⁹ La Norma IEC 61131 es el primer paso en la estandarización de los autómatas programables, y sus periféricos, incluyendo los lenguajes de programación que se deben utilizar.

b) Reseña Histórica

Los Autómatas Programables surgen hacia 1969, como respuesta al deseo de la industria del automóvil de contar con cadenas de producción automatizadas que pudieran seguir la evolución de las técnicas de producción y permitieran reducir el tiempo de entrada en producción de nuevos modelos de vehículos.

Figura 37: *Reseña Histórica de los Autómatas Programables*¹⁰

c) Características

Un controlador lógico programable o PLC está compuesto por dos elementos básicos: la CPU, (Central Processing Unit) o Unidad Central de Procesamiento y la interface de Entradas y Salidas.

La *CPU* esta constituida por el procesador, la *memoria* y la fuente de alimentación. Este conjunto de componentes le otorgan la inteligencia necesaria al controlador para leer la información en las entradas provenientes de diferentes dispositivos de sensado (pulsadores, finales de carrera, sensores inductivos, medidores de presión, etc.), ejecutar el programa almacenando en la memoria y envían los comandos a las salidas para los dispositivos de control (pilotos luminosos, contactores, válvulas, solenoides, etc.)

El proceso de lectura de Entradas, ejecución del programa y control de las Salidas se realiza en forma repetitiva y se conoce como SCAN o scanning.

La fuente de alimentación es la que suministra todas las tensiones necesarias para la correcta operación de la CPU y el resto de los componentes.

¹⁰ Módulo de formación en PLCs octavo semestre (2008)

Para asegurar la estandarización de los lenguajes de programación de los PLCs, y asegurarle al usuario una única forma de programar, sin importar la marca comercial del PLC, ha sido establecida la norma IEC 1131-3 que fija criterios en este sentido. De esta forma la norma define los lenguajes de programación:

- Escalera (Ladder).
- Lista de instrucciones.
- Estructurado (Similar a Pascal).
- Bloques de Función y Diagrama Flujo de Secuencial (SFC o Grafcet).

Según el tipo de PLC que se escoja, se pueden tener uno o más de estos lenguajes. Cuando la aplicación crece en complejidad dado el tipo de señales a manejar, es posible incrementar la capacidad de Entradas/Salidas. Además permite el control de señales, tanto digitales como analógicas.

d) Campos de aplicación

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales.

Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etc., por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc.

Sus reducidas dimensiones, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, etc., hace que su eficacia se aprecie fundamentalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.
- Reemplazar la lógica de relés para el comando de motores, máquinas, cilindros, neumáticos e hidráulicos, etc.
- Reemplazar temporizadores y contadores electromecánicos.
- Actuar como interface entre una PC y el proceso de fabricación.
- Efectuar diagnósticos de fallas y alarmas.
- Controlar y comandar tareas repetitivas y peligrosas.
- Regulación de aparatos remotos desde un punto de la fábrica

Ejemplos de aplicaciones generales:

- Maniobra de máquinas
- Maquinaria industrial de plástico
- Maquinaria de embalajes
- Señalización y control:
 - Chequeo de programas
 - Señalización del estado de procesos

e) Funciones básicas de un PLC

- 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.
- Dialogo hombre máquina:
 - Mantener un diálogo con los operarios de producción, obedeciendo sus consignas e informando el 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 máquina.
- 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. En unos cuantos milisegundos pueden enviarse telegramas e intercambiar tablas de memoria compartida.
- 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 autómatas.
- Entradas- Salidas distribuidas:
- Los módulos de entrada salida no tienen porqué estar en el armario del autómatas. Pueden estar distribuidos por la instalación, se comunican con la unidad central del autómatas 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 autómatas consulta cíclicamente el estado de los captadores y actualiza el estado de los accionadores.

f) Entorno y esquema de trabajo de un PLC

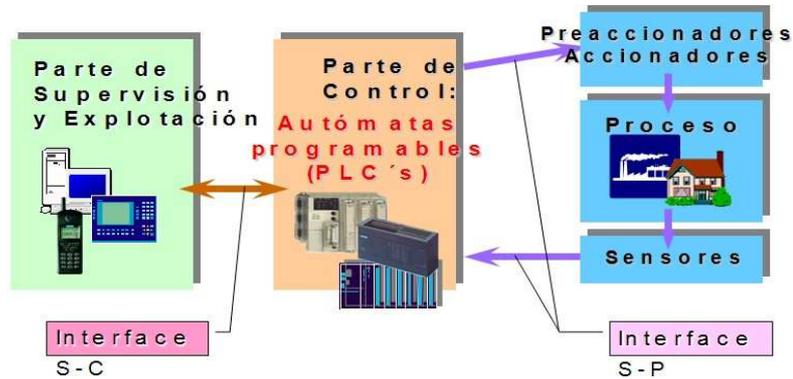


Figura 38: Entorno de trabajo de un PLC

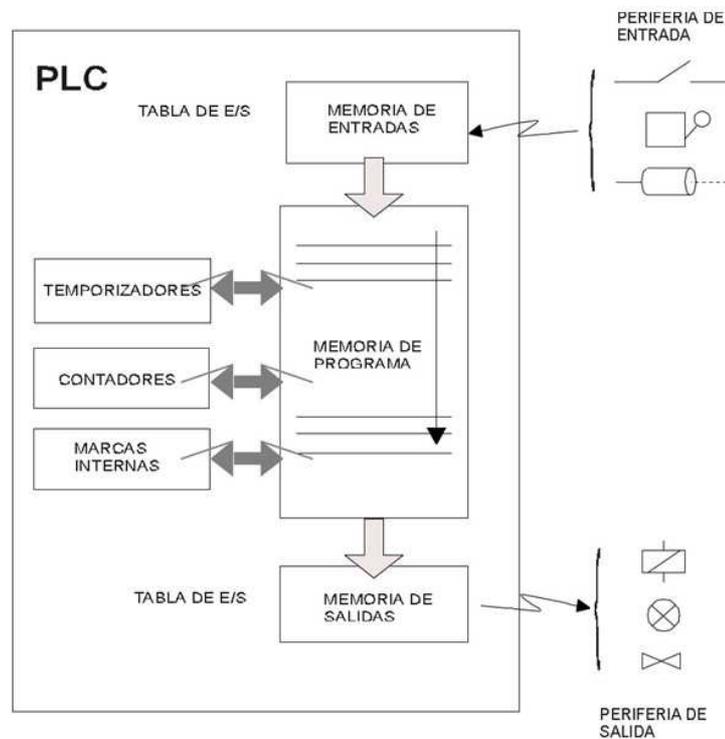


Figura 39: Esquema de trabajo de un PLC

g) Interfaces de comunicación

El método por el cual el PLC se comunica, va a depender del tipo de fabricante del Autómata Programable que se emplee en determinado proyecto. Las distintas posibilidades de comunicación, detalles eléctricos y constitutivos del PLC deben ser consultados en las hojas técnicas establecidas para cada uno.

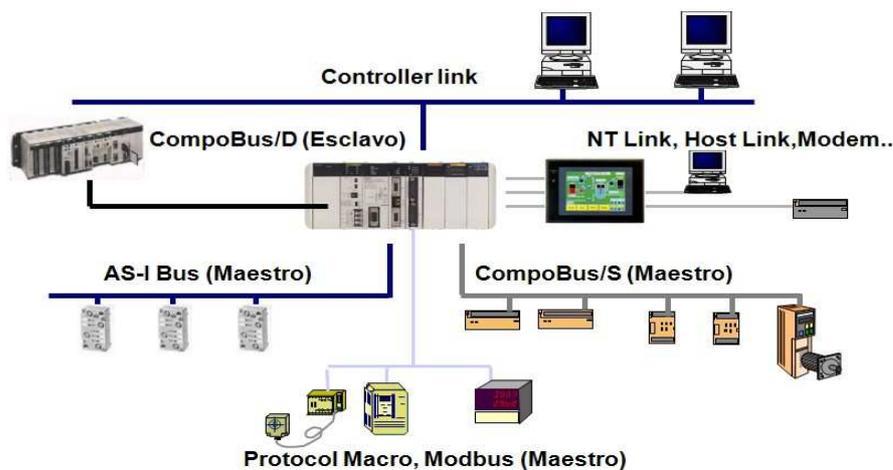


Figura 40: *Interfaz de comunicación de un PLC – OMRON*

h) Lenguaje de programación

El programa de aplicación se realiza a partir de una terminal de mano o de un software apropiado para PC.

Ladder (Diagrama Escalera) es uno de los lenguajes gráficos mas empleados ya que es sencillo y está al alcance de todas las personas.

Otro lenguaje que se puede utilizar para la programación de PLCs, es el Diagrama de Flujo Secuencial o SFC (anteriormente denominado Grafcet), reconocido como el lenguaje gráfico mejor adaptado a la expresión de la parte secuencial de la automatización de la producción.

Además de estos tipos de lenguajes gráficos se tienen también lenguajes literales entre los cuales están la Lista de Instrucciones (IL) y el de Texto estructurado (ST), (Ver: **Figura 41:**).

- **Lenguajes gráficos**
 - Diagrama de escalera (“Ladder Diagram”, **LD**)
 - Diagrama de Bloques Funcionales (“Function Block Diagram”, **FBD**)
- **Lenguajes literales**
 - Lista de instrucciones (“Instruction List”, **IL**)
 - Texto estructurado (“Structured Text”, **ST**)

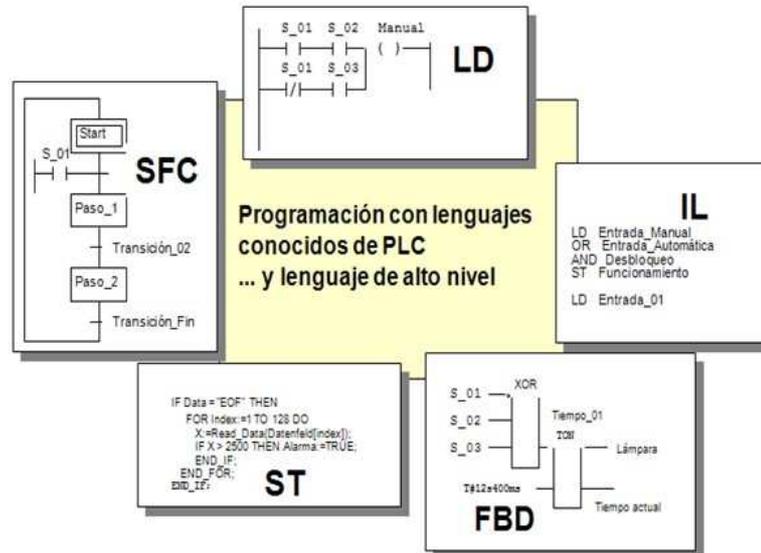


Figura 41: Lenguajes que se utilizan para la programación de PLCs

El software en el cual se realiza la programación del PLC difiere de cada fabricante y debe consultarse en la hoja de datos técnicos del mismo. Por ejemplo para la programación de un PLC OMRON se emplea el programa CX-Programmer¹¹ (Ver: **Figura 42**).

¹¹ Para más información ver: Guía de introducción al CX-Programmer

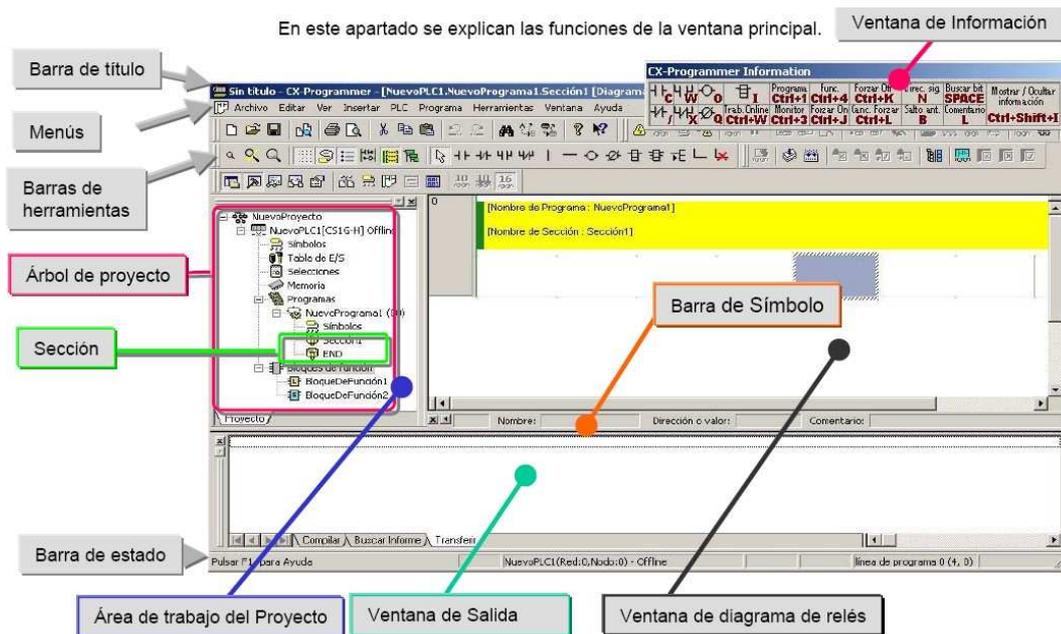


Figura 42: Ventana principal para programar en CX-ProgrammerV2.0

Nombre	Contenido/Función
Barra de título	Muestra el nombre de archivo de los datos guardados creado en el CX-Programmer.
Menús	Posibilita seleccionar elementos de menú.
Barras de herramientas	Posibilita seleccionar funciones haciendo clic en iconos. Seleccionando [Ver] -> [Barras de herramientas], puede seleccionar visualizar las barras de herramientas. Arrastrando las barras de herramientas puede modificar sus posiciones en la pantalla por grupos.
Sección	Posibilita dividir un programa en un número de bloques determinado. Cada uno de ellos puede ser creado y visualizado.
Área de trabajo del proyecto Árbol de proyecto	Controla programas y datos. Posibilita copiar datos por medio del elemento ejecutando Arrastrar y Soltar entre distintos proyectos o dentro de un proyecto.
Ventana de diagrama de relés	Una pantalla para crear y editar un programa de diagrama de relés.
Ventana de Salida	<ul style="list-style-type: none"> Muestra la información de error al compilar (chequeo de errores). Muestra los resultados de la búsqueda de contactos/bobinas en el formulario de lista. Muestra los detalles de error si se han producido errores mientras se cargaba un archivo de proyecto.
Barra de estado	Muestra información como un nombre de PLC, online/offline, ubicación de una celda activa.
Ventana Información	Se visualiza una pequeña ventana para mostrar las teclas de acceso rápido básicas utilizadas en el CX-Programmer. Seleccione [Ver] -> [Ventana de información] para visualizar u ocultar la ventana de información..
Barra Símbolo	Se visualiza el nombre, dirección o valor, y comentario del símbolo seleccionado en ese momento por el cursor.

Tabla 5: Descripción de elementos de la ventana CX-Programmer

En el caso de la programación de un PLC Telemecanique, también utiliza un propio software: TwidoSuite¹² (Ver: **Figura 43**), En el cual el lenguaje de programación no difiere en nada al de otras marcas ya que todos los fabricantes están tendiendo hacia la normalización IEC 1131.

¹² Software para la programación de PLCs de la marca Telemecanique

Al seleccionar el lenguaje de programación a utilizar en determinada aplicación, hay que tomar en consideración la experiencia en la programación, la aplicación concreta, el nivel de definición de la aplicación, la estructura del sistema de control y el grado de comunicación con otros departamentos de la empresa.

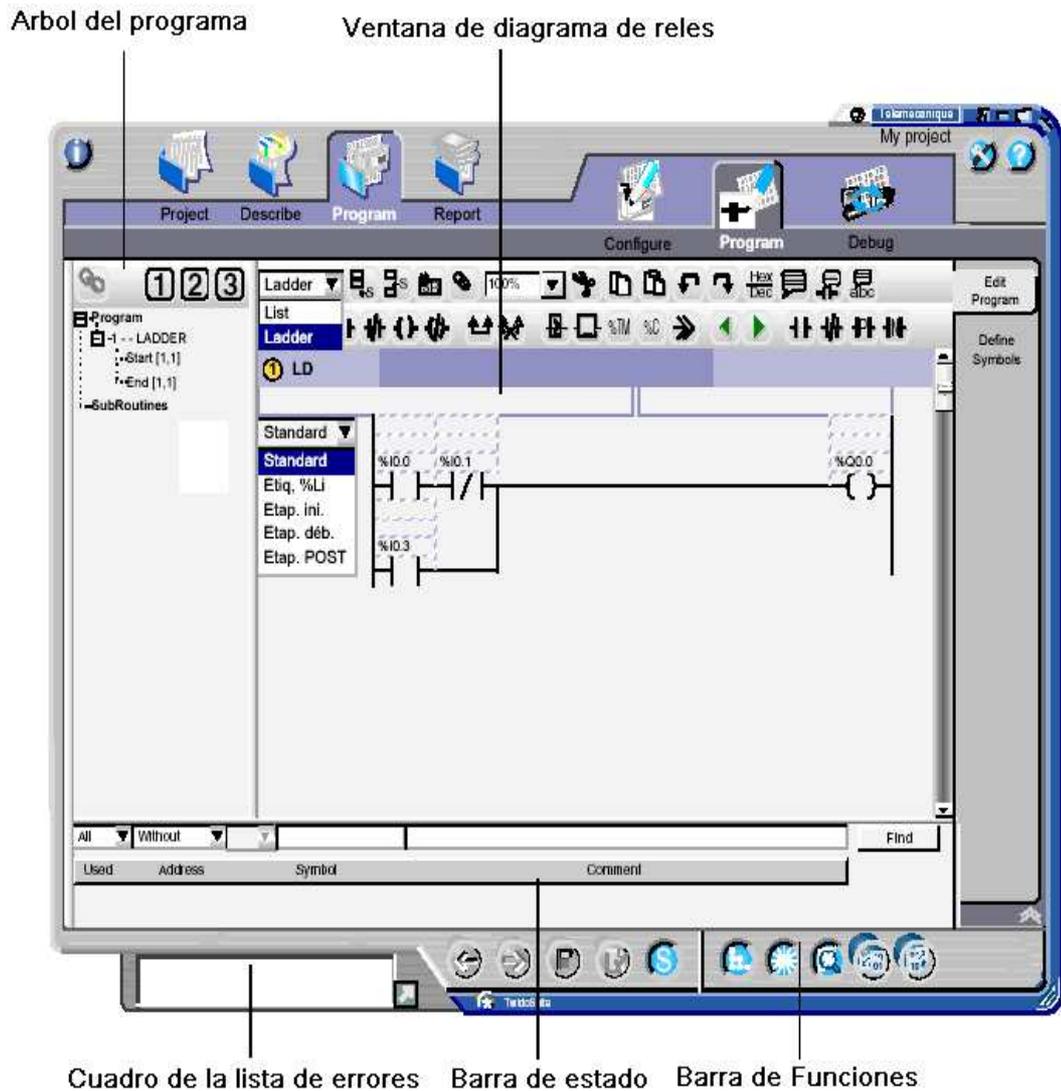


Figura 43: Ventana principal para programar en TwidoSuiteV2.1

i) Diversas aplicaciones de controladores eléctricos y programables

Controladores eléctricos y programables: Campo de aplicación

			
<p>Contadores Auxiliares</p> <ul style="list-style-type: none"> Múltiples contactos Enclavable Lógica funcional única <p>Relés</p> <ul style="list-style-type: none"> Adaptación de nivel y aislamiento eléctrico desde / para PLC Conexión de pequeñas cargas monofásicas 	<p>Temporizadores</p> <ul style="list-style-type: none"> Retardo a la conexión: Arranque de motores paso a paso con supresión de interferencias Retardo a desconexión: Funciones de llave Estrella-Triángulo: Arranque retardado de motores con intervalos de conexión de 50ms Multi-función: Flexible para toda aplicación, hasta 8 funciones integradas Contactores de acción positiva para circuitos seguros de categoría 2. 	<p>Programador lógico</p> <ul style="list-style-type: none"> Edificios: Control de Iluminación Ventiladores Control de Acceso Equipos de seguridad Industria: Bombas/Compresores Armarios Control puertas Sistemas de alimentación Plataformas elevadoras Control secuencial Control de nivel Control de válvulas Plantas de llenado Plantas de vaciado Sistemas de transporte 	<p>Micro-PLC</p> <ul style="list-style-type: none"> Edificios y construcción: Ascensores, posicionadores Elevadores Industria (máquina herramienta): Empaquetado y envasado Maquinaria textil Tratamiento de alimentos Máquinas de corte Paneles, displays Atomilladores Prensado y Fabricación de ladrillos Pintura Telecontrol Sistemas de esterilización Equipos de laboratorio Máquinas de lavado

Figura 44: Campos de aplicación de controladores eléctricos y programables

j) Ventajas e inconvenientes del empleo de PLCs

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, ya que, por lo general la capacidad de almacenamiento del módulo de memoria es lo suficientemente grande.
- La lista de materiales queda sensiblemente reducida, y al elaborar el presupuesto correspondiente se eliminará parte del problema que supone el contar con diferentes proveedores, distintos plazos de entrega.
- Es Posible realizar modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor coste de mano de obra de la instalación.
- Economía de mantenimiento al aumentar la fiabilidad del sistema y eliminar contactos móviles; los mismos autómatas pueden detectar e indicar averías.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo autómata.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el autómata sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción.

Inconvenientes:

- Necesidad de un programador, lo que obliga a adiestrar a uno de los técnicos en tal sentido, pero hoy en día ese inconveniente está solucionado porque las universidades ya se encargan de dicho adiestramiento.

- El coste inicia.

2.3.1.5.2. LABVIEW 7.0¹³

En los últimos años, debido a la tendencia de bajada de precios y altas prestaciones que ofrecen los ordenadores actuales, se está utilizando cada vez más la instrumentación virtual. Por esta razón, viejos y rígidos paneles están siendo sustituidos por pantallas de ordenadores que contienen paneles virtuales (con el mismo aspecto y funcionalidad que antiguos paneles), pero con la ventaja de poder realizar cambios de forma inmediata y sin coste alguno.

Asimismo, se pueden cambiar formas, formatos y colores de indicadores y controles, personalizándolos y dándoles un aspecto más moderno. La instrumentación virtual añade conversores analógico-digitales (ADC) para la monitorización y conversores digital-analógicos (DAC) para el control.

Se aprovechan la característica de los ordenadores, ya que maneja solamente información digital, por lo que las señales eléctricas a monitorizar han de ser digitalizadas previamente mediante un ADC. Sucede algo similar con las magnitudes a controlar, su señal eléctrica es tratada de forma digital por el instrumento virtual (ordenador), pero cuando ha de ser enviada al actuador, se tiene que convertir en una señal analógica mediante un conversores digital-analógicos (DAC).

Las aplicaciones realizadas con LabVIEW son conocidas como Instrumentos Virtuales (Virtual Instruments, VI) y se suelen ejecutar en un PC. Esto se debe a que éstas aplicaciones tienen aspecto de instrumento de medida/control, a través de una pantalla de PC que se denomina Panel (debido a su gran parecido a los paneles de instrumentación clásicos de hardware). El término Virtual, indica que se trata de la versión software del clásico instrumento de medida/control.

Evidentemente, un VI también necesita un hardware básico para poder realizar

¹³ Para mayor información consultar en: PATXI, Egiguren (2008). Introducción a LabVIEW.

medidas de señales reales y monitorizarlas, e incluso realizar control sobre éstas señales.

Cada VI contiene tres partes principales:

- Panel frontal: permite al usuario interactuar con el VI.
- Diagrama de bloque: es donde se crea el código que controla el programa.
- Icono/Conector: establece el medio para conectar un VI con otros VIs.

El panel frontal es utilizado para interactuar con el usuario cuando el programa esta corriendo. Usuarios pueden controlar el programa, cambiar entradas, y ver datos actualizados en tiempo real.

El diagrama de bloque contiene el código fuente grafico. Los objetos del panel frontal aparecen como terminales en el diagrama de bloque. Adicionalmente, el diagrama de bloque contiene funciones y estructuras incorporadas en las bibliotecas de LabVIEW.

En Word la extensión es “*.doc”, de igual forma en LabVIEW la extensión es “*.VI” de Virtual Instrument. Cuando LabVIEW nació, nació con el afán de que todos los instrumentos; multímetros, osciloscopios, medidores de temperatura no se necesite llevarlos físicamente sino simularlos virtualmente, de manera que con un mismo hardware podamos tener varios instrumentos, de tal forma que se facilite la labor de los instrumentistas, ya que ellos requerían llevar todos sus equipos; por ejemplo para visualizar la señal de cierta operación conectaban el osciloscopio, para medir la temperatura conectaban un equipo medidor de temperatura, es decir que ellos tenían un sin número de instrumentos para llevar acabo su tarea.

Por tanto la idea fue incorporar todos estos instrumentos dentro de un programa de computadora y través de una tarjeta de selección de datos emplearlos fácilmente mediante una PC; con el pasar de los tiempos LabVIEW ya no solo se dedica a hacer solo instrumentación sino también al control y existen herramientas (Tool

Keeps) que se usa dentro del mismo software.

Comenzando con LABVIEW 7.0

Para entrar al Software es necesario dar doble clic en el icono del escritorio o mediante: INICIO/Todos los Programas/National Instruments/LabVIEW 7.0/LabVIEW.

Inmediatamente se podrá observar la ventana de presentación:



Figura 45: Ventana de presentación inicial de LabView7.0

Para iniciar la programación seleccionamos: , luego de lo cual se podrá encontrar las ventanas: *Front Panel* (**Figura 46**) y *Block Diagram* (**Figura 47**).

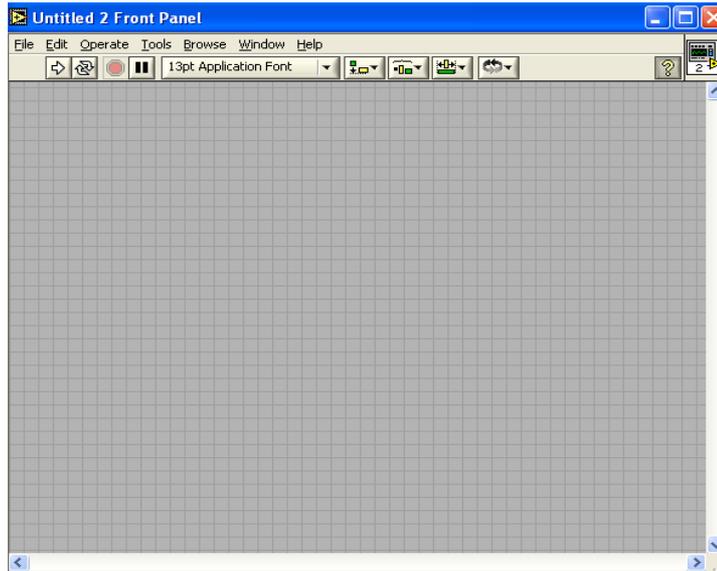


Figura 46: *Front Panel de LabView7.0*

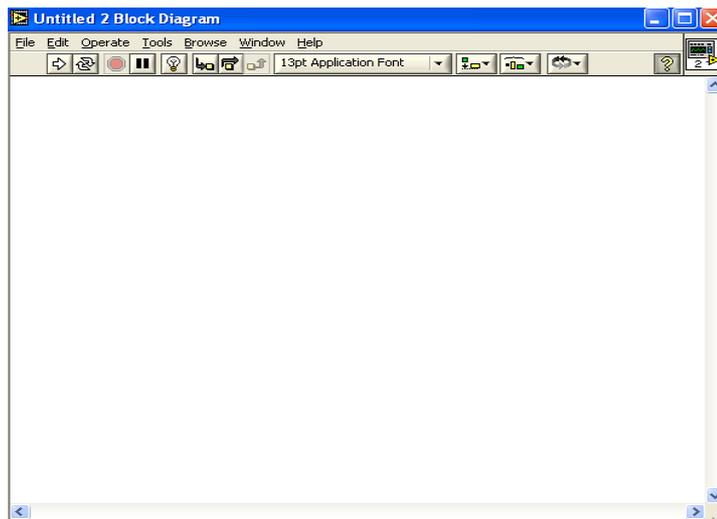


Figura 47: *Block Diagram de LabView7.0*

En el **Front Panel** (Panel Frontal) se colocaran todos los objetos que sirvan de interfaz para el usuario. Por ejemplo si se quiere visualizar un foco que sirva como una alarma, esta debe ser vista por el usuario, por tanto deberá ser colocado en dicho panel frontal.

De igual forma si se quisiera visualizar un interruptor para que el usuario la active y suene una sirena, allí se debe colocar el mismo. En conclusión, el panel que se quiere que el usuario vea, es éste.

El **Block Diagram** (Diagrama de Bloques) contiene el código fuente gráfico, en él van todos los lazos de control, ya que los objetos del panel frontal aparecen como terminales en el diagrama de bloque.

Por ejemplo si se quiere programar un lazo While, una estructura Case, un If, cuando se quiere hacer una suma, una resta, una multiplicación o una división, etc., todo esto se debe programar en el diagrama de bloques.

Al Dar clic derecho sobre el Panel Frontal, aparece una paleta conocida como **Controls** (Ver, **Figura 48**):

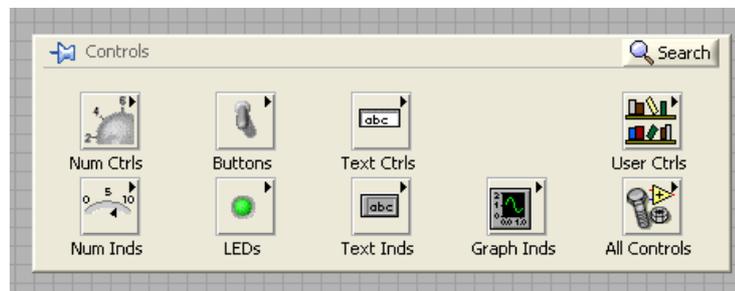


Figura 48: Paleta Controls del Front Panel de LabView7.0

Entonces si se quisiera por ejemplo sacar un termómetro, se deberá dar clic en: *All Controls/Numeric/Thermometer*/seleccionarlo y dirigirlo o dar otro clic en *Front Panel* para establecerlo en él.

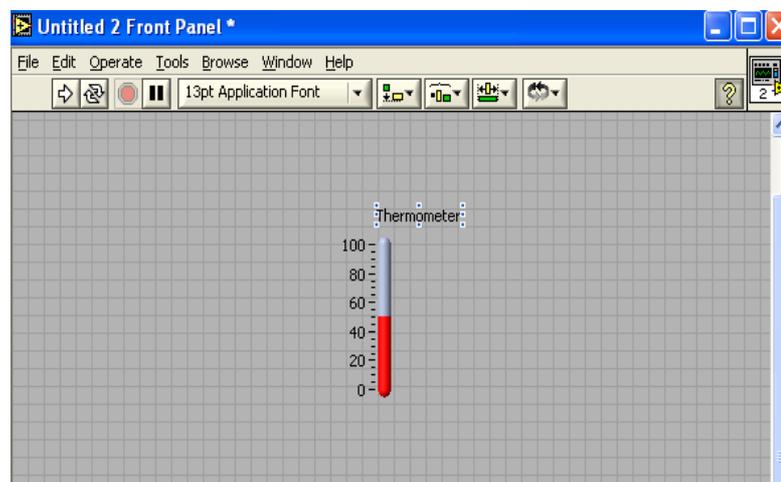


Figura 49: Ubicación de un Indicador en Front Panel

Lo que se observa en la **Figura 49**, es lo que va a poder ver el usuario. De igual forma se hará si se quiere ver un foco, u otro elemento de la paleta *Control*.

De igual forma se realiza en el Diagrama de Bloques (Block Diagram), al dar Clic derecho se pueden observar un cuadro llamado Functions donde se encuentran todas las herramientas que se pueden usar para programar.

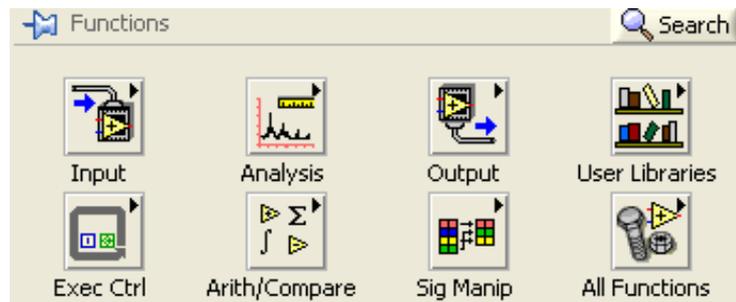


Figura 50: Paleta Functions del Block Diagram de LabView7.0

Por ejemplo en: All Functions/Structures se tiene los lazos While Loop, For, etc...

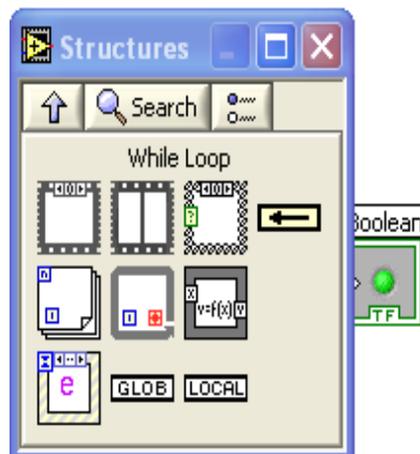


Figura 51: Structures de la Paleta Functions del Block Diagram

Dentro de la paleta que se llama *Numeric* se tienen los iconos de la suma, resta, mutiplicación, etc...

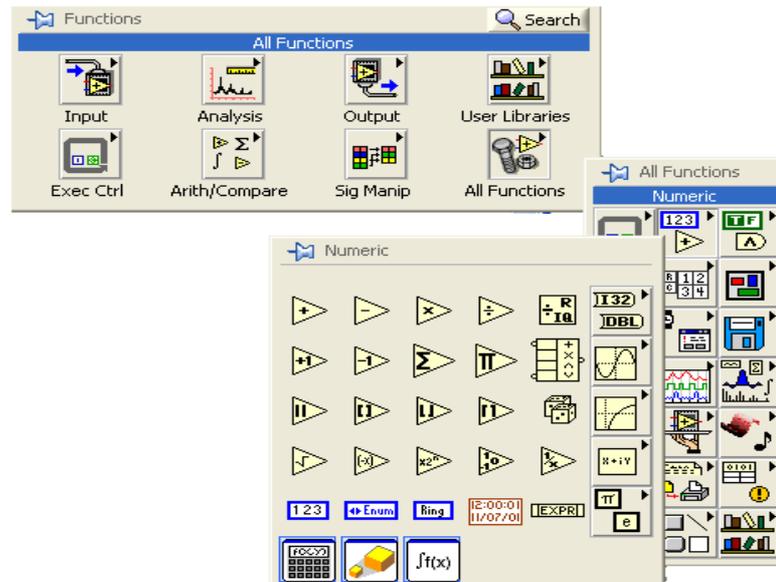


Figura 52: *Numeric de la Paleta Functions del Block Diagram*

De igual manera que con la paleta de Controls; si se quisiera hacer una suma, se debe dar clic izquierdo sobre la operación que se pretende utilizar y se la arrastra sobre el diagrama de bloques.

Por tanto en el diagrama de Bloques se van colocando los objetos para que sean programados.

Barra de Herramientas del Panel Frontal

En la **Figura 53**, se puede ver la barra que aparece en el Panel Frontal, la cual sirve principalmente para hacer correr la aplicación y editar el VI.

Figura 53: *Barra de Herramientas del Panel frontal*

Sirve para hacer correr al VI.

Aparece cuando la aplicación encuentra ejecutándose.

Se presenta cuando la aplicación no puede ser ejecutada debido a que existe un error en el Diagrama de Bloques. Al cliquer en este icono aparecerá la ventana de

errores encontrados.

Hace ejecutarse la aplicación de forma forzada, hasta que se pulse o .

Icono STOP que sirve para interrumpir la ejecución de la aplicación.

Icono de PAUSA que se emplea para pausar la ejecución de la aplicación.

Es utilizado para encuadrar los objetos.

Se usa para distribuir los objetos del panel frontal.

Mueve hacia atrás o adelante los objetos del panel frontal.

Se utiliza para la edición de texto.

Barra de Herramientas del Diagrama de Bloques

En la **Figura 54:** se puede ver la barra de herramientas que aparece en el Diagrama de Bloques, la cual se usa para la depuración del programa.

Figura 54: *Barra de Herramientas del Diagrama de Bloques*

Se lo utiliza para ver como viajan los datos a través de las diferentes estructuras, cuando la aplicación se encuentra en Modo de Ejecución.

Se emplea cuando se desea realizar una ejecución del VI a pasos, para ingresar a determinada estructura.

Se usa cuando se desea realizar una ejecución del VI a pasos, para salir de determinada estructura.

La Paleta de las herramientas

Por medio de ésta paleta se puede crear, modificar, y poner a punto los VIs. La paleta de las Herramientas está disponible tanto en el Panel Frontal como en el Diagrama de Bloques. Cuando se selecciona una herramienta, el icono del cursor cambia al icono de la herramienta seleccionada.

Figura 55: *Paleta de Herramientas*

Es utilizado para cambiar los valores o el texto dentro de un elemento.

Se usa para posicionar, mover o modificar el tamaño de los objetos.

Se emplea para el etiquetado o asignación de texto y para crear etiquetas libres.

Se utiliza para unir los iconos de Programación en el Diagrama de Bloques.

Es empleada para visualizar las propiedades de un Control.

Sirve para desplazarse a través de la ventana sin necesidad de utilizar el Scrollbars.

Coloca puntos de ruptura en el Diagrama de Bloques de los VIs.

Crea puntos de Prueba en el Diagrama de Bloques de los VIs, es empleada principalmente para la depuración de los VIs.

Como en el programa Paint esta herramienta copia el color y permite pegarlo en la herramienta de pintado.

Herramienta de pintado utilizada para colorear objetos.

Creación de Instrumentos Virtuales (VIs)

El Panel Frontal de un VI se construye con la combinación de una serie de controles e indicadores. Los controles son los elementos que proporcionan datos al VI, los indicadores despliegan los datos generados por el VI. Hay diferentes tipos de controles e indicadores:

Controles e Indicadores Numéricos.- Los objetos utilizados con mayor frecuencia son el control digital y el indicador digital. Para cambiar su valor se puede oprimir en los botones de incremento y decremento. En la **Figura 56**, se presenta un control y un indicador digital.

Figura 56: *Controlador e indicador numérico*

Controles e Indicadores Booleanos.- Son utilizados para proporcionar y desplegar valores booleanos (Verdadero-Falso). Los objetos booleanos simulan interruptores, botones y LEDs.

Figura 57: Controlador e indicador booleano

Configuración de Controles e Indicadores.- Los controles e indicadores pueden ser configurados utilizando las opciones de los menús pop-up, al oprimir el botón derecho del mouse sobre los controles, estos menús permiten configurar los componentes de acuerdo a las necesidades (Ver, **Figura 58**).

Figura 58: Menú pop-up para configurar controles e indicadores

Componentes de un Diagrama de Bloques

El diagrama de bloques esta compuesto de nodos, terminales y cables (**Figura 59**).

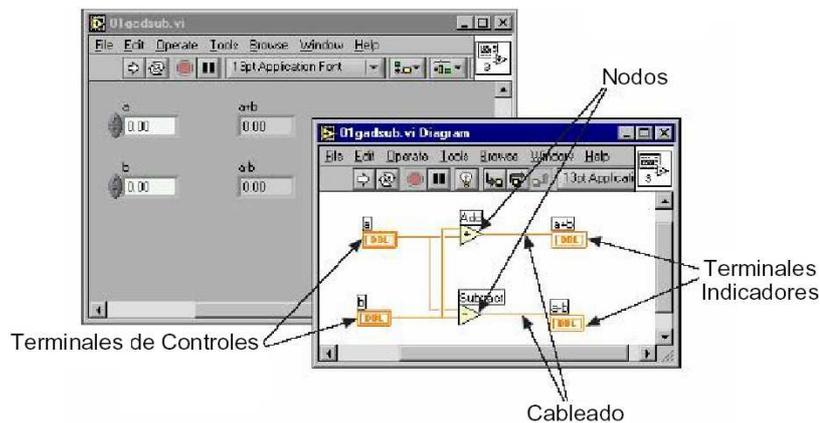


Figura 59: Componentes de un Diagrama de Bloques

Nodos: Son los objetos en el Diagrama de Bloques que tiene entradas y/o salidas, funcionan cuando un VI esta en modo de ejecución. Son análogos a las declaraciones, operadores, funciones, y subprogramas en los idiomas de la programación. Los tipos de nodo incluyen funciones, subVIs, y estructuras.

Los SubVIs son VIs que se usan en el Diagrama del Bloques de otro VI, comparable a los sub-programas. Las estructuras son elementos de mando de proceso, como la estructura de Secuencia, la estructura While, Case, For.

Cableado: Son rutas de datos entre terminales. Son análogos a las variables en los lenguajes de programación convencionales. El flujo de datos es unidireccional,

desde un terminal de origen hasta uno o varios terminales de destino. Existen diferentes tipos de cable para representar las diferentes clases de datos. Cada tipo de dato tiene un color diferente (Ver, **Figura 60**).

Figura 60: *Tipos de datos representados en el cableado*

Terminales: Son entradas y salidas que intercambian información en el Panel Frontal y en el Diagrama de Bloques además representan el tipo de dato ya sea este un Control o un Indicador.

Programación del Flujo de Datos

La ejecución de un programa en LABVIEW es gobernada por el principio de flujo de datos. Un nodo se ejecuta únicamente cuando los datos están disponibles en todos sus terminales de entrada, cuando termina su ejecución, el nodo provee de datos a todos sus Terminales de salida, y los datos pasan inmediatamente de los Terminales de origen a los Terminales de destino.

El flujo de datos contrasta con el control de flujo de la programación convencional, en el que las instrucciones se ejecutan en la secuencia en la que se escriben.

Por ejemplo, considerando un Diagrama de Bloques que suma dos números y posteriormente sustrae otro número del resultado de la suma. En este caso, el Diagrama de Bloques se ejecuta de izquierda a derecha, no porque los objetos estén colocados en este orden, sino porque un nodo (Función) solamente se ejecuta cuando los datos están disponibles en todos sus Terminales de entrada, y coloca los datos en sus Terminales de salida cuando termina su ejecución.

2.3.2. Módulo industrial de envasado automático con fines didácticos, en el laboratorio OMRON de la FISEI/UTA.

2.3.2.1. Línea de envasado automático

El Módulo de control de la envasadora automática representa a un sistema de producción en línea de envasado de frascos el mismo que es controlado automáticamente utilizando un PLC y sus interfaces.

Este módulo debe controlar los subsistemas los cuales son:

- Dosificación de frascos
- Envasado de líquido
- Dosificación de tapas
- Colocación de Tapas
- Enroscado de tapas
- Banda Transportadora

Todo el control de las estaciones o subsistemas se manejan mediante sensores inductivos, ópticos e interruptores los cuales dan una señal al PLC, el mismo que accionará los distintos elementos actuadores (banda transportadora, motores, cilindros neumáticos) para su respectivo funcionamiento.

2.3.2.2. Procesos de Envasado

El conjunto de subsistemas en su totalidad forma el módulo de la envasadora automática, el mismo que funciona de la siguiente manera: el cilindro actuador neumático ubica el envase en la banda transportadora, éste es trasladado hasta ser detectado por el sensor óptico, el mismo que le da un tiempo prudencial para que llegue hasta dos cilindros que funcionan simultáneamente y lo retengan, para que sea llenado con el líquido y enroscado su tapa.

2.3.2.3. Sistemas que componen el módulo de envasado

Los diversos sistemas que componen el módulo de envasado automático son los siguientes:

- Sistema de ubicación de frascos.
- Sistema de transporte y retención.
- Sistema de llenado.
- Sistema de sellado.
- Sistema de control.

a) Sistema de ubicación de frascos

Para colocación de los envases en la banda transportadora se acondicionó una tolva (cargador por gravedad), por medio del uso de la carcasa de un cilindro actuador fuera de uso, los frascos son impulsados hasta la banda transportadora por medio de un cilindro actuador neumático de doble efecto, el mismo que fue ajustado para que la salida de su vástago sea lenta. La tolva puede contener como máximo cuatro envases.



Figura 61: *Sistema de ubicación de frascos*

b) Sistema de transporte (Banda Transportadora) y retención.

Cada frasco es ubicado en la banda y transportado (sistema de transporte) para que en cierto punto sea sujetado por la acción simultánea de dos cilindros actuadores neumáticos (sistema de retención), estos cilindros impedirán el movimiento del envase hasta que sea llenado y colocado su tapa.



Figura 62: *Sistema de transporte*



Figura 63: Sistema de retención

c) Sistema de llenado.

Este sistema proporciona el líquido para poder hacer efectivo el llenado de los envases.



Figura 64: Sistema de llenado

d) Sistema de Sellado

Es el encargado del enroscado de tapas en los envases, para este fin utiliza un motor el cual debe ser acondicionado con un accesorio, para poder transportar la tapa hasta el frasco, de tal forma que permita ajustarlo perfectamente.



Figura 65: *Sistema de sellado*

e) Sistema de Control

Controla todo el proceso de envasado, la parte fundamental de todo este sistema es el cableado y la programación del PLC, utilizando todos los parámetros y funciones que se requieren al trabajar con un autómata programable.



Figura 66: *Tablero de control*

2.4. Variables

2.4.1. Variable Independiente

Programación de un sistema de control con PLC.

2.4.2. Variable Dependiente

Módulo industrial de envasado automático con fines didácticos, en el laboratorio OMRON de la FISEI/UTA.

2.5. Hipótesis

La programación de un sistema de control con PLC fortalecerá el aprendizaje de los sistemas de control en las líneas de envasado automático.

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Enfoque

La investigación se enmarca dentro de un enfoque cualicuantitativo porque la investigación desarrollada brinda una oportunidad de formación conjunta tanto del investigador como para los integrantes de la institución, además los resultados del estudio serán destinados exclusivamente a los investigadores y al organismo de investigación.

3.2. Modalidad Básica de la Investigación

3.2.1. Investigación Bibliográfica

Se utilizará esta modalidad de investigación porque nos permitirá ampliar, profundizar mediante teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores

sobre el tema propuesto; porque además es necesario apoyarse en fuentes primarias y secundarias para explicar de manera teórica, científica el proceso de la investigación planteada.

3.2.2. Investigación Descriptiva

Esta forma de investigación ayudará en el análisis y descripción para alcanzar la suficiente información permitiendo el conocimiento afondo del problema, pudiéndose manejar los datos de las variables con mas seguridad, convirtiéndose el objeto de estudio en una fuente de investigación.

3.2.3. Investigación Experimental

Se empleará también esta modalidad de investigación ya que se realizaran las pruebas necesarias para el correcto funcionamiento de todo el sistema implementado.

3.2.4. Proyecto Factible

Se enmarcará en esta modalidad porque se desarrollará una propuesta de solución al problema de modo directo, el trabajo es posible realizarlo en el tiempo previsto porque cuenta con el respaldo necesario para la solución del mismo.

3.3. Nivel de la Investigación

El nivel Exploratorio es una acción preeliminar que nos permitirá tener una idea general del objeto a investigar, es un estudio poco estructurado. Se pasará luego al nivel Descriptivo que se orienta a determinar ¿Cómo es? ¿Cómo se manifiesta el problema?, se busca especificar las cualidades importantes para medir y evaluar aspectos, dimensiones que apoyada con criterios de clasificación, servirá para ordenar, agrupar y sistematizar los datos del nivel anterior; se alcanzará el nivel Correlacional que nos permitirá establecer análisis, comparaciones entre dos o

mas variables permitiéndonos llegar al nivel explicativo con un estudio cuidadosamente estructurado en la propuesta de la solución del problema.

3.4. Población y Muestra

3.4.1. Población

La población en la que se va a desarrollar el presente trabajo consta de 180 personas entre profesores y estudiantes, pertenecientes a la carrera de ingeniería industrial en procesos de automatización, los cuales forman el total a investigarse.

3.4.2. Muestra

Los miembros que interactúan en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización consta de 180 miembros, por lo que la muestra será determinada en función de la siguiente formula:

Donde:

n = Tamaño de la Muestra = ?

N = Población a Investigarse = 180

E = Índice de error máximo admisible = 0.05

Remplazando tenemos:

$$n = 150.313$$

$n = \text{MUESTRA} \approx 150$ personas

3.5. Recolección de Información

3.5.1. Plan para recolección de Información

- A. Selección de las técnicas a emplear en el proceso.
- B. Revisión de Documentos.
- C. Observación.
- D. Elaboración del Cuestionario.
- E. Preparación del Instrumento.
- F. Técnicas de Comprobación de hipótesis.

3.5.2. Procesamiento y Análisis

- A. Revisión.
- B. Limpieza de la información.
- C. Tabulación.
- D. Análisis estadístico.

3.5.3. Plan de análisis e interpretación de resultados

- A. Análisis estadístico.
- B. Interpretación de los datos en función de los objetivos y del marco teórico.
- C. Conclusiones y Recomendaciones.

3.5.4. Operacionalización de las variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE: “PROGRAMACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL CON			
CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS BÁS
Programación de un sistema de control con PLC: planteamiento estructurado de elementos que permiten el manejo de las variables que intervienen en un proceso industrial mediante el uso de automatismos, técnicas que al incluirse dentro de un entorno educativo técnico mejoran el proceso enseñanza – aprendizaje.	Entorno educativo técnico	<ul style="list-style-type: none"> • Rentabilidad • Nivel de tecnología • Laboratorios correctamente implementados 	¿Cree que si el capacitara por medio técnicas, increme experiencias y podr rápidamente al mun
	Aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimientos • Destrezas • Aptitudes • Habilidades 	¿Usted como alum que si se incrementa técnico educativo, relacionar de mej teoría con la práctic mejora sus destrezas

Tabla 6: Matriz de operacionalización de la variable independiente

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE:

**“MÓDULO INDUSTRIAL DE ENVASADO AUTOMÁTICO CON FINES DIDÁCTICOS, EN
LA FISEI/UTA”**

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS BÁSICOS
Módulo industrial de envasado automático: conjunto de componentes industriales que operan de forma automática con el fin de obtener el envasado de líquidos.	Componentes automáticos	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad • Rendimiento • Vida útil 	¿Cree que se debería implementar algún módulo industrial que permita al alumno visualizar de manera clara las operaciones que se realizan en las industrias actuales?
	Envasado de líquido en módulos didácticos.	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo • Cantidad • Precisión 	¿Considera que las materias de laboratorio deben ser complementadas con prácticas en módulos que simulen entornos industriales reales?

Tabla 7: Matriz de operacionalización de la variable dependiente

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Diagnóstico de la situación actual de la F.I.S.E.I/U.T.A

Actualmente la F.I.S.E.I/U.T.A, cuenta con un laboratorio de OMRON donde existe pocos módulos para la realización de practicas en los cuales pueda el alumno desarrollar sus destrezas y conocimientos en los campos de: neumática, electro neumática, control además de automatización.

Para ello se ha realizado encuestas tanto a docentes (Ver: **ANEXO I**), como a estudiantes (Ver: **ANEXO II**) de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización perteneciente a la F.I.S.E.I/U.T.A, para determinar si es factible la realización de este proyecto o no.

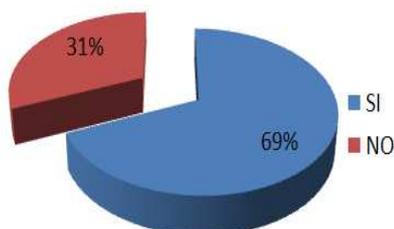
4.2. Interpretación de Datos

De acuerdo a la encuesta realizada en la institución se procedió a obtener un análisis estadístico e interpretación de los datos, partiendo de cada una de las preguntas formuladas.

Pregunta 1:

¿Considera que las materias técnicas deben ser complementadas con prácticas en módulos que asemejen entornos industriales reales?

VARIABLE	NÚMERO	PORCENTAJE
SI	103	68,67%
NO	47	31,33%
TOTAL =	150	100,00%
Fuente: Encuestas Elaborado por: Investigadores		

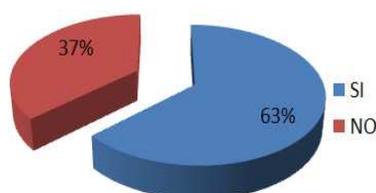


El 69% de las personas encuestadas exteriorizaron una respuesta positiva a la *Pregunta 1* formulada, al contrario opinaron la minoría del 31%. Esto demuestra la necesidad de complementar la teoría con la práctica a fin de incidir en los resultados del proceso de enseñanza aprendizaje.

Pregunta 2:

¿Cree que se debería implementar algún módulo industrial que le permita visualizar de mejor forma las operaciones que se realizan en industrias actuales?

VARIABLE	NÚMERO	PORCENTAJE
SI	95	63,33%
NO	55	36,67%
TOTAL =	150	100,00%
Fuente: Encuestas Elaborado por: Investigadores		



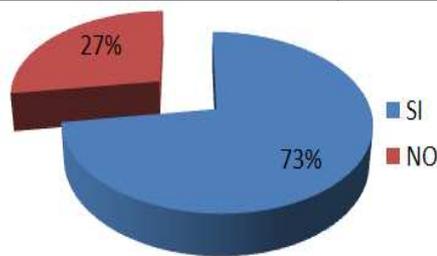
El 63% de los encuestados revelaron una respuesta positiva a la *Pregunta 2* expuesta, el 37% opinó lo contrario. De esta forma se puede manifestar la necesidad de un módulo industrial en la carrera de Ingeniería Industrial que

permita visualizar de mejor forma las operaciones que se realizan en industrias actuales.

Pregunta 3:

¿Considera que si se incrementara el material técnico educativo (módulos industriales para la realización de prácticas), se podría relacionar de mejor forma la teoría con la práctica y por ende mejorar las destrezas?

VARIABLE	NÚMERO	PORCENTAJE
SI	109	72,67%
NO	41	27,33%
TOTAL =	150	100,00%
Fuente: Encuestas Elaborado por: Investigadores		

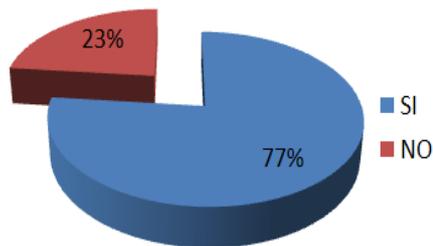


El 73% de encuestados entre docentes y alumnos presentaron la necesidad de material técnico educativo para la realización de prácticas que incida en el mejoramiento teórico-practico y por ende el incremento de las destrezas.

Pregunta 4:

¿Cree que si se capacitara por medio de prácticas técnicas, incrementaría sus experiencias y podría adecuarse de mejor forma al mundo laboral?

VARIABLE	NÚMERO	PORCENTAJE
SI	115	76,67%
NO	35	23,33%
TOTAL =	150	100,00%
Fuente: Encuestas Elaborado por: Investigadores		

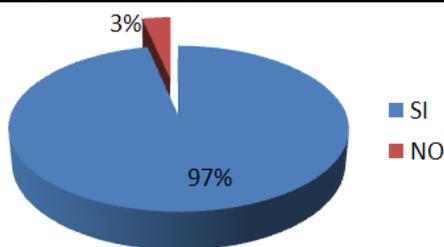


Un 23% de las personas seleccionadas para la encuesta, menos de la tercera parte, manifestaron su opinión negativamente alegando que aparte de la realización de prácticas es necesario un compromiso personal por parte de cada uno de los estudiantes, pero el 77% respondieron positivamente a la capacitación por medio de prácticas técnicas a fin de complementar un mero conocimiento teórico.

Pregunta 5:

¿Estaría de acuerdo en que se implemente en la institución un módulo industrial didáctico de envasado automático que permita mejorar las capacidades técnicas y expectativas de la materia impartida por el docente?

VARIABLE	NÚMERO	PORCENTAJE
SI	145	96,67%
NO	5	3,33%
TOTAL =	150	100,00%
Fuente: Encuestas Elaborado por: Investigadores		



La mayoría de los encuestados, 97%, estuvieron de acuerdo a que es necesaria la implementación de un módulo industrial didáctico de envasado automático que permita mejorar las capacidades técnicas y expectativas de la materia impartida por el docente, ya que concuerdan en que “la práctica hace al maestro”.

4.3. Verificación de la Hipótesis

Como se puede observar en los cuadros representativos, la hipótesis se confirma, en razón de que la programación de un sistema de control con PLC incidirá en el mejoramiento teórico-práctico tanto del estudiante como el docente y el aprendizaje de los sistemas de control en las líneas de envasado automático.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los sistemas automatizados son utilizados en procesos industriales ya que son una herramienta que ha cobrado auge con el desarrollo de sistemas de comunicación y de la informática.
- La automatización busca transferir las tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos, a un conjunto de elementos tecnológicos.
- Al realizar la automatización de un proceso se debe idear algún plan para estructurar el control. El grado de automatización deseado va a ser fundamental para trazar dicho plan.
- Un sistema de control está definido como un conjunto de elementos que pueden regular su propia conducta o la de otro sistema con el fin de lograr, mediante la manipulación de las variables de control, un dominio sobre las variables de salida, de tal manera que se reduzcan las probabilidades de fallos y se obtengan los resultados buscados.

- Disponer de un buen modelo antes de proceder al desarrollo de software y hardware es tan importante para el ingeniero responsable de cualquier automatización industrial como puede ser, para el arquitecto, tener un anteproyecto antes de construir un gran edificio, ya que resulta de una ayuda inestimable para cualquier diseño de automatización industrial.

5.2. Recomendaciones

- Al iniciar la automatización de cualquier prototipo industrial, se debe tomar en consideración todos los elementos que sean necesarios instaurar a fin de alcanzar un mejoramiento significativo de los procesos.

- Se recomienda investigar en medios como el internet o bibliográficos, ciertos temas o aspectos poco profundizados a fin de alcanzar una adecuada formación personal y profesional.

- Es indispensable constantemente actualizar los conocimientos adquiridos en el transcurso del periodo estudiantil ya que áreas como la Automatización Industrial van de la mano con el continuo avance tecnológico y en la actualidad tanto la competencia profesional como los requerimientos por parte de las empresas cada vez es más grande.

CAPITULO VI

PROPUESTA

6.1 Tema

“Desarrollo del Sistema de Control del módulo industrial de envasado automático, en el laboratorio OMRON de la FISEI/UTA”

6.2 Antecedentes de la Propuesta

Actualmente el avance tecnológico en áreas como la electrónica digital, la neumática, hidráulica y la mecánica, han permitido la explotación del campo tecnológico en la elaboración de máquinas autómatas, construidas para la ejecución de actividades específicas en los diferentes campos de la industria.

El problema de investigación está encaminado hacia la programación de un sistema de control con PLC, problemas como este se evidencian continuamente en muchas industrias del país, debido a que gran parte de ellas continuamente buscan acortar el tiempo de entrega de sus productos y que los mismos sean obtenidos con la mayor perfección posible.

Es muy común encontrar productos que han sido envasados dentro fábricas especializadas con máquinas que realizan todas sus operaciones de forma autónoma, pero para llegar a ese punto partieron de módulos didácticos que realizan las mismas operaciones y que luego fueron acondicionadas a entornos industriales reales y con la tecnología acorde con el avance en la automatización.

En empresas dedicadas a la producción de bebidas medicinales, refrescantes, alcohólicas, que se instalaron en el Ecuador hace ya varios años, requerían métodos de envasado que le permitan abastecer la gran demanda y requerimientos de entrega en cortos periodos de tiempo, por lo cual fueron gradualmente instituyendo a sus líneas de producción automatismos eléctricos.

A medida que la tecnología evolucionaba rápidamente todas las empresas reemplazaron sistemas antiguos por controladores lógicos programables (PLCs), con lo que se acorto el espacio físico requerido y hoy en día son empleados ampliamente en todo el mundo.

6.3 Justificación

La inexistencia en el laboratorio OMRON de la FISEI/UTA, de un prototipo que permita visualizar de mejor manera las operaciones comúnmente realizadas dentro de un entorno industrial real, como lo pudiera ser el envasado de líquidos, el cual incluya un sistema el control con PLC, limita que el estudiante correlacione apropiadamente la teoría con la práctica.

Pocos son los casos en que estudiantes planteen proyectos tan prácticos y que provengan de entornos industriales reales como el propuesto, razones por las cuales, el mismo poseerá características tomadas de tecnologías actuales, de manera que sea muy didáctico e innovador.

La información teórica sobre el envasado de líquidos, que se puede encontrar en medios como el internet es abundante, por lo que esta investigación busca organizar gran parte de ella y relacionarla con la teoría impartida por los docentes en el transcurso de la etapa estudiantil; de tal forma que permita contar con un material que aporte en algo en el aprendizaje teórico-práctico del estudiante, además de permitir el relacionar su uso en empresas industriales y por ende ser más requeridos en ellas.

La principal motivación de este proyecto esta encaminada a mostrar de forma sencilla las operaciones de envasado automático que común mente se encuentran en muchas de las empresas del país y que además sirva de base para el desarrollo de sistemas aún más complejos que puedan ser incorporados al mismo y de manera que puedan mejorar el desempeño de cada una de las operaciones a él encomendadas.

El proyecto abordará aspectos como la neumática, controladores lógicos programables, electroválvulas, motores eléctricos, sensores, los mismos que fueron impartidos teóricamente y en la manera de lo posible, prácticamente por los docentes en clases.

6.4 Objetivos

6.4.1. Objetivo General

Programar un sistema de control con PLC de un módulo industrial de envasado automático, en el laboratorio OMRON de la FISEI/UTA.

6.4.2. Objetivos Específicos

6.4.2.1. Analizar el proceso de funcionamiento de la línea de envasado automático.

6.4.2.2. Programar e implementar un Sistema de Control con PLC al módulo de envasado.

6.4.2.3. Realizar las pruebas necesarias que demuestren la correcta operatividad del módulo industrial de envasado automático y su aplicabilidad en un entorno educativo.

6.5 Fundamentación

6.5.1 Sensores

Un sensor puede ser considerado como los ojos del sistema ya que por medio de éstos se puede saber que esta pasando en cada uno de los procesos industriales a ellos encomendados, además éste es un elemento sensible que realiza el primer paso del proceso de transducción.

6.5.1.1. Sensor Magnético

En el proyecto se emplearán los sensores de proximidad de la marca CAMOZZI (Ver: **Figura 67**).



Figura 67: Sensores CAMOZZI CST/CSV

Los sensores de esta marca, están disponibles en tres versiones, del tipo REED con un funcionamiento mecánico, del tipo EFECTO HALL y MAGNETO RESISTENTE con un funcionamiento electrónico.

Para la implementación se ha optado por el sensor magnético tipo REED CST 220 cuya función principal en el prototipo de embasado será el detectar la posición del pistón del cilindro actuador.

Modo de operación: al encontrarse el sensor dentro del campo magnético generado por el imán del pistón del cilindro actuador, internamente se cierra un circuito eléctrico del tipo normalmente abierto, generando una señal útil para ser captada por un PLC, el diodo tipo LED que posee en su estructura, muestra el cambio de estado del sensor magnético.

Codificación del sensor magnético

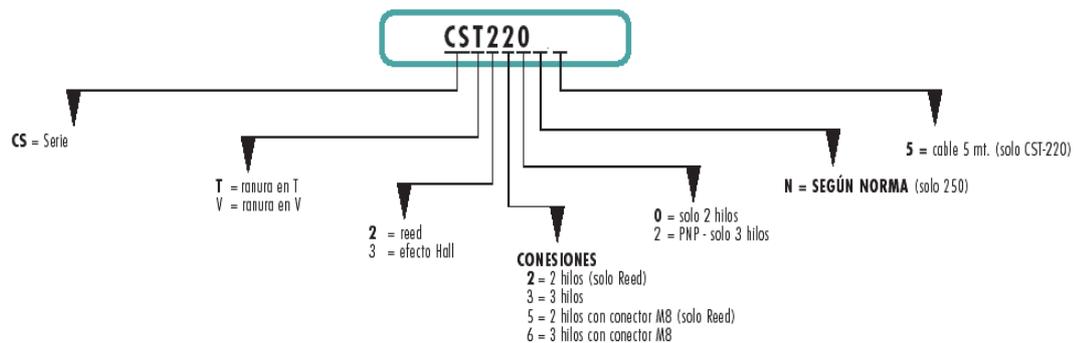


Figura 68: Codificación CAMOZZI de sensores magnéticos

Conexiones eléctricas de los sensores tanto de dos como de tres hilos

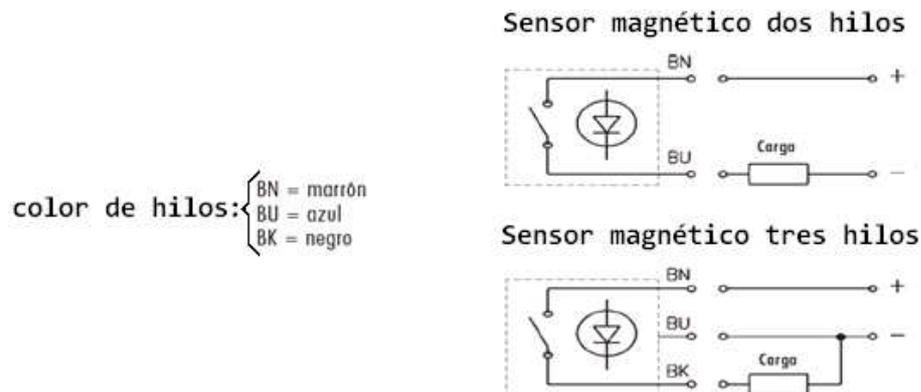


Figura 69: Conexiones eléctricas de los sensores REED

Ver: ANEXO III: Catalogo CAMOZZI¹⁴

6.5.1.2. Sensor Óptico

Un *sensor óptico* es un dispositivo electrónico capaz de responder al cambio en la intensidad de la luz, requieren de un componente emisor y un componente receptor que “capta” la luz generada por el emisor.

El sensor óptico generalmente puede encontrarse de tres tipos:

- a) **Emisor – Receptor separados**
- b) **Retro-reflectantes**
- c) **De reflexión difusa**

En el proyecto se utilizará el sensor de **reflexión difusa** Q23SP6DL marca BANNER, este elemento se encargará de detectar en el proceso de envasado la presencia del envase, de tal forma que genere una señal útil para ser captada por el PLC.

Los sensores de **reflexión difusa**, tienen la fuente de luz y el receptor en un mismo cuerpo. La luz emitida por la fuente es reflejada (de forma difusa) por el objeto detectado, parte de éste reflejo es captada por el receptor y con ello se conmuta la salida al excederse una determinada intensidad. Tanto la textura y el

¹⁴ http://www.eisefac.com/Documentos/Camozzi/Cam_01/18.pdf

color de la superficie del objeto tienen una gran influencia en la detección de objetos.

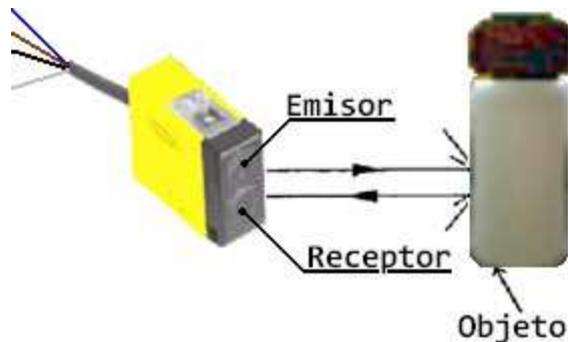


Figura 70: Sensor de reflexión difusa

Ventajas de los sensores de reflexión difusa:

- Instalación fácil.
- Reflexión no necesaria.

Desventajas que presentan los sensores de reflexión difusa:

- Es necesario realizar ajustes tanto de sensibilidad como de distancia a la cual se va a ubicar el sensor, tomando en consideración el objeto a detectar (superficie, color).

Ver: **ANEXO IV: Catálogo BANNER**¹⁵

6.5.2. Pulsadores

Los Pulsadores son los elementos manuales que permiten el paso o interrupción de corriente eléctrica mediante su accionamiento (Ver: **Figura 71**).

En el proyecto se emplearán dos pulsadores que permitirán controlar desde el tablero de control el START y el STOP de las operaciones de la máquina envasadora.

¹⁵ <http://info.bannersalesforce.com/xpedio/groups/public/documents/literature/69509.pdf>



Figura 71: Pulsador

Modo de operación: el pulsador cuenta con una posición estable y otra inestable, la posición estable (de reposo) es cuando el circuito se encuentra abierto, la posición inestable en cambio se cumple cuando una acción mecánica obliga al mecanismo a bascular. La posición inestable durará siempre que la acción mecánica permanezca, pero al ésta desaparecer, el elemento retomará su posición anterior (estable / de reposo), abriendo el circuito y oponiéndose al paso de electrones a través de él.

Internamente el botón pulsador consta de una lámina conductora que establece contacto con los dos terminales al oprimir el botón y un muelle que obliga a que la lámina recobre su posición primitiva al cesar la presión sobre él (Ver: **Figura 72**).

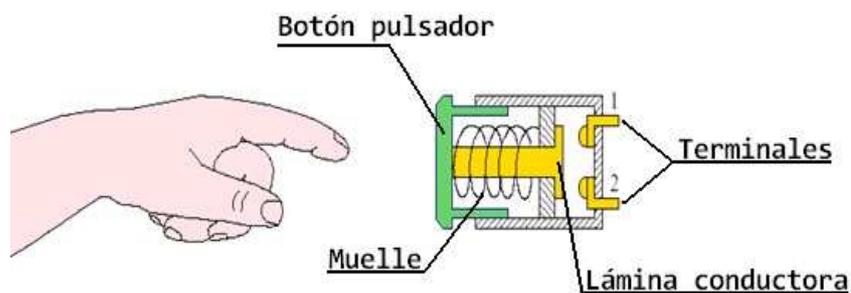


Figura 72: Pulsador, esquema interno¹⁶

6.4.3. Conductores eléctricos

¹⁶ Ver con más detalle en la pág. 37.

Un conductor eléctrico es aquel cuerpo que puesto en contacto con un cuerpo cargado de [electricidad](#) transmite ésta a todos los puntos de su superficie.

Los mejores conductores eléctricos son los [metales](#) y sus aleaciones. Existen otros materiales, no metálicos, que también poseen la propiedad de conducir la electricidad como son el grafito, las soluciones salinas (ejemplo: el agua de mar) y cualquier material en estado de plasma.

Para el transporte de la energía eléctrica, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, el mejor conductor es la [plata](#) pero es muy cara, así que el metal empleado universalmente es el [cobre](#) en forma de cables de uno o varios hilos.

El conductor eléctrico que se usará para las conexiones del tablero de control¹⁷, es el #18 AWG 600V; para comunicar el PLC con los elementos del módulo de envasado automático (sensores, motores, cilindros, etc....) se empleará el cable UTP de 32 hilos (Ver: **Figura 73**).

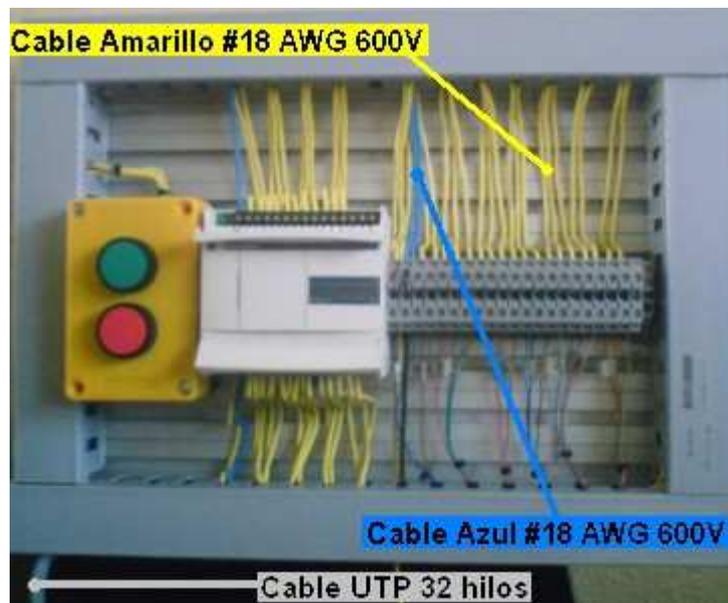


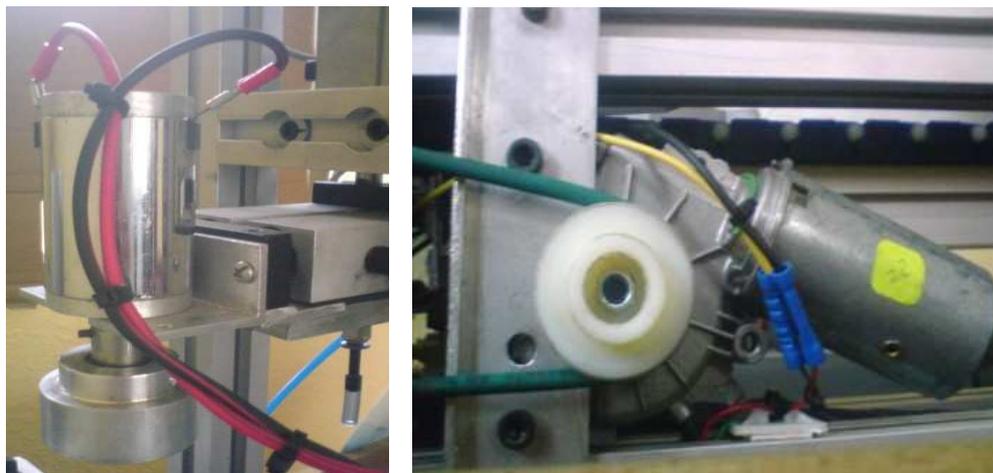
Figura 73: Cables del tablero de control

¹⁷ Los **tableros de control** industrial son conjuntos de dispositivos e instrumentos cableados en planta, tales como controladores, interruptores, relevadores y dispositivos auxiliares, en ellos pueden estar incluidos dispositivos de desconexión así como dispositivos de protección de circuitos que alimentan los diferentes elementos eléctricos como lo son los motores.

6.5.4. Motores eléctricos

Un motor eléctrico es una máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica por medio de interacciones electromagnéticas, es decir la electricidad y el magnetismo producen el movimiento de un motor. Tanto los motores de corriente alterna como los motores de corriente continua se basan en el mismo principio.

Principio de funcionamiento: el conductor tiende a funcionar como un electroimán debido a la corriente eléctrica que circula por él, adquiriendo de esta manera propiedades magnéticas, que provocan, debido a la interacción con los polos ubicados en el estator, el movimiento circular que se observa en el rotor del motor.



Vista Frontal

Vista Lateral

Figura 74: Motores de Corriente Continua 24V

En el proyecto se usarán motores 24Vcc (Ver: **Figura 74**), para cumplir con los requerimientos de enroscado de tapas y movimiento de la banda transportadora.

6.5.4.1. Relés para el control de motores de 24Vcc

Los relés (Ver: **Figura 75**), son elementos electromecánicos que accionan uno o varios interruptores cuando se le excita con una corriente eléctrica. Su función entre otras, es transformar una corriente eléctrica en una fuerza mecánica que actúa sobre uno o varios contactores logrando de esta forma cerrar un circuito que maneja una corriente de mayor amperaje que la utilizada para excitar a este relé.

Al aplicar tensión entre los terminales A1 y A2, el electroimán atrae a la armadura férrea hacia el núcleo del electroimán, con lo que el contacto flexible se desconecta del terminal NC y se conecta con el terminal NA. Cuando se deja de aplicar el voltaje a la bobina, el relé, accionado por el muelle, vuelve a su estado de reposo.

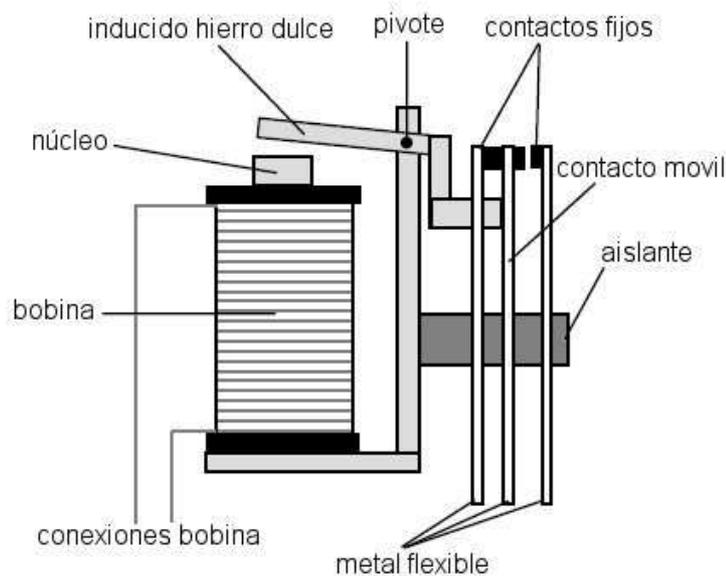


Figura 75: Relé básico en estado de reposo

Se fabrican relés de muchos tipos y tamaños según sea su aplicación. Pueden tener varios contactos NC y NA, accionados por la misma bobina, para poder operar sobre varios circuitos a la vez. La alimentación suele ser de 12V o de 24V en los relés de automatismos.

Los relés (**Figura 76**) y sócalos (**Figura 77**) de marca FINDER serán utilizados para el accionamiento de los dos motores de 24Vcc, encargados tanto del enroscado de tapas como del giro de la banda transportadora.



Figura 76: *Relé a usarse en el proyecto*

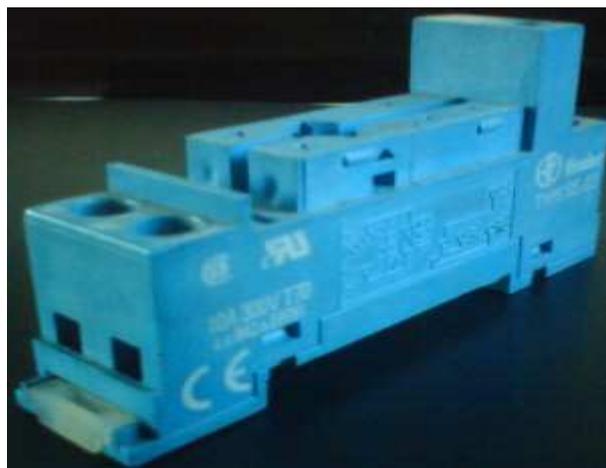


Figura 77: *Socket a emplearse con el Relé*

Ver: **ANEXO V: Relés y Sockets FINDER**¹⁸

6.5.5. Cilindros Neumáticos

¹⁸ Ver en la dirección “<http://www.farnell.com/datasheets/64041.pdf>” y también en “<http://www.farnell.com/datasheets/12686.pdf>”

El cilindro neumático es un elemento constituido por un pistón y un vástago unidos capaz de convertir la energía contenida en el aire comprimido, en trabajo mecánico (movimiento lineal).

En el Proyecto se usarán cilindros neumáticos de los fabricantes EUNIVER y NORGREN (**Figura 78**) tomando en cuenta los requerimientos del proyecto.



Vista lateral



Vista lateral

Figura 78: Cilindros neumáticos de doble efecto

Debido a que se requiere mayor solidez en el traslado de las tapas y fijación de las mismas en los frascos, se emplearán cilindros neumáticos TWIN¹⁹ de la serie TN, los cuales están constituidos por dos cilindros unidos por un conducto, lo cual proporciona el doble de la fuerza normal (que los de doble efecto y un solo vástago).

Codificación de cilindros TWIN

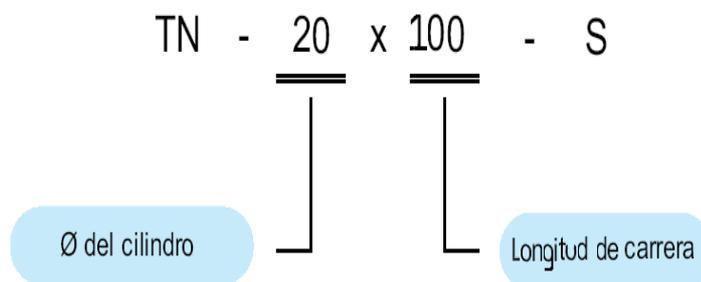
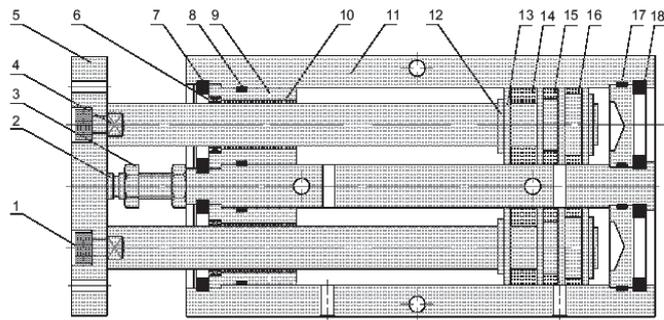


Figura 79: Codificación de cilindros neumáticos TWIN de doble efecto

Componentes de cilindros TWIN

¹⁹ Cilindros neumáticos de doble vástago que proporcionan mayor solidez y fuerza en la aplicación.



No.	Item	No.	Item
1	Tornillo de la placa	2	Amortiguación
3	Tornillo de regulación	4	Vástago
5	Placa de montaje	6	Sello del vástago
7	Anillo retenedor Saeger	8	Sello tapa delantera
9	Tapa delantera	10	Buje
11	Cuerpo	12	Amortiguación
13	Pistón	14	Anillo magnético
15	Sello del pistón	16	Anillo raspador
17	Sello tapa trasera	18	Anillo retenedor Saeger

Figura 80: Componentes de los cilindros neumáticos TWIN doble efecto



Figura 81: Cilindros neumáticos TWIN a emplearse en el proyecto

6.5.6. Electroválvulas

Una electroválvula es un mecanismo diseñado para el control del flujo de un fluido a través de un conducto (tubería) por medio de un solenoide (bobina) y un cuerpo de válvula con 2 o 3 vías, de forma que se logre abrir o cerrar el paso de un fluido mediante el accionamiento de una señal eléctrica.

En el proyecto se usará una electroválvula biestable y cinco del tipo monoestables²⁰; al ser biestable²¹ requiere la activación de una electroválvula para la salida del cilindro neumático y la activación de otra para su retorno, en cambio al usar una electroválvula monoestable el vástago del cilindro neumático sale solo mientras se mantenga activada la electroválvula.

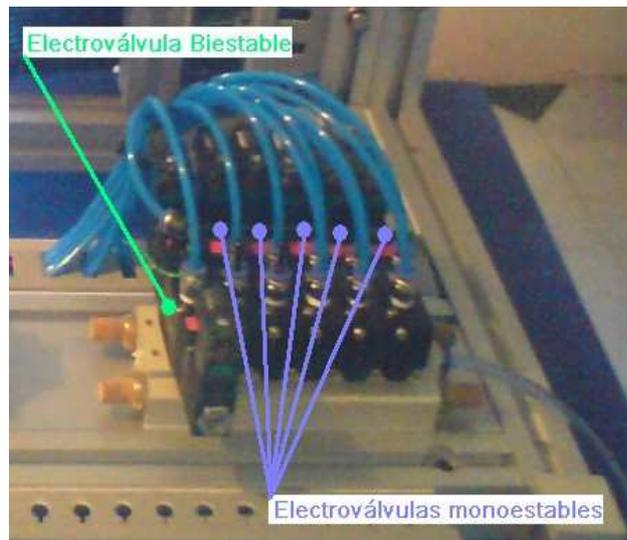


Figura 82: *Electroválvulas Monoestables y Biestables*

6.5.7. Selección del PLC

Un PLC es considerado como el cerebro de un proceso industrial, que busca controlar de forma autónoma las diversas etapas que intervienen en la elaboración de un producto y soportar las severas condiciones a las que puede ser sometida.

La arquitectura interna, como en todo sistema basado en un microprocesador, incluye fundamentalmente los siguientes cuatro bloques básicos: una CPU²² o unidad central de proceso, una memoria interna de trabajo (RAM), una memoria

²⁰ Este tipo de electroválvulas poseen una única bobina que controla el funcionamiento de un cilindro neumático.

²¹ Se llaman así a las electroválvulas que poseen dos bobinas que comandan la salida y regreso de un cilindro neumático de doble efecto.

²² Unidad Central de Proceso: formada por circuitos electrónicos capaces de desarrollar funciones de control, cálculo aritmético y lógico.

de programa (RAM²³, EPROM²⁴, EEPROM²⁵), y las interfaces de entradas y salidas conectadas al bus interno. A su vez, tanto la CPU como la memoria de programa están conectadas a dicho bus interno

6.5.7.1. Definición del número de entradas

Antes de poder elegir el controlador es necesario saber el número de entradas y salidas que se requieren para realizar la automatización de la máquina envasadora de líquido.

DESCRIPCION DE ENTRADAS/SALIDAS	TIPO DE CANAL
START del sistema	Entrada Digital
STOP del sistema	Entrada Digital
Sensor magnético A1	Entrada Digital
Sensor magnético C0	Entrada Digital
Sensor magnético C1	Entrada Digital
Sensor magnético D0	Entrada Digital
Sensor magnético D1	Entrada Digital
Sensor magnético E0	Entrada Digital
Sensor magnético E1	Entrada Digital
Sensor Óptico	Entrada Digital
TOTAL ENTRADAS NECESARIAS:	10
Regreso del cilindro A	Salida relé
Salida del cilindro B	Salida relé
Salida del cilindro C	Salida relé
Salida del cilindro D	Salida relé
Regreso del cilindro D	Salida relé
Salida del cilindro E	Salida relé
Accionamiento del Motor 24V	Salida relé
Regreso del cilindro E	Salida relé
Accionamiento de la Banda	Salida relé
TOTAL SALIDAS NECESARIAS:	9

Tabla 8: *Asignación de entradas y salidas*

Tomando en cuenta la cantidad de entradas y salidas necesarias para la automatización, basados en la **Tabla 8**, y el algoritmo de control que se desea emplear; se seleccionó finalmente un PLC de la marca TELEMECANIQUE,

²³ Random Access Memory (Memoria de Acceso Aleatorio): es una memoria que el usuario puede usar libremente, es de almacenamiento temporal de la información, la misma que puede ser alterada.

²⁴ Electrical Programmable Read Only Memory (Memoria de solo lectura Programable eléctricamente)

²⁵ Electrical Erasable Programmable Read Only Memory (Memoria de solo lectura Programable y borrable eléctricamente).

debido a su fácil programación, entorno amigable con el usuario, buenas referencias por parte de industrias automatizadas y factores económicos. Asimismo se utilizará el lenguaje gráfico de programación (Grafset) propio del PLC.

Los PLC's de TELEMECANIQUE, presentan la facilidad de poder comunicarse con distintos HMI's²⁶ gracias a los protocolos de comunicación que manejan y dispone actualmente de dos modelos: Compactos o Modulares.

6.5.7.2. Modelos de controladores TELEMECANIQUE

a) Controladores Compactos:

La gama de controladores programables compactos Twido ofrece una solución “todo en uno” con unas dimensiones reducidas, lo que permite reducir el tamaño de las consolas o de los cofres en las aplicaciones donde el espacio ocupado resulta primordial.

Los controladores de tipo compacto tienen integradas en el mismo cuerpo las entradas y salidas, este dependerá del modelo, pudiendo elegir: 10 E/S, 16 E/S, 24 E/S y 40 E/S.

Los controladores de 24 E/S y 40 E/S admiten módulos de ampliación que nos confieren una mayor flexibilidad a la hora de elegir el tipo de controlador.



Figura 83: *Gama de controladores Twido compactos*

²⁶ Human Machine Interfase (Interfaz Hombre – Máquina).

Base compacta	Entradas 24 V	Salidas de relé	Ajuste analógico	Puertos serie	Ampliación de entradas/salidas	Módulo visualizador	Cartucho opcional
TWD LC●A 10DRF	6	4	1 pin de 0...1.023	1×RS485	No	Sí	1 emplazamiento reloj calendario o memoria
TWD LC●A 16DRF	9	7	1 pin de 0...1.023	1×RS485, opcional 1×RS 232C/485	No	Sí	1 emplazamiento reloj calendario o memoria
TWD LC●A 24DRF	14	10	1 pin de 0...1.023 1 pin de 0...511	1×RS485, opcional 1×RS 232C/485	Sí, 4 como máx. (1)	Sí	1 emplazamiento reloj calendario o memoria
TWD LCA● 40DRF	24	14 + 2 salidas de transistor fuente	1 pin de 0...1.023 1 pin de 0...511	1×RS485, opcional 1×RS232C/485	Sí, 7 como máx. (2)	Sí	1 emplazamiento de memoria (3)

Tabla 9: Especificaciones técnicas Twido base compacta

En los controladores de 24 E/S es posible colocar hasta 4 módulos de ampliación y en los de 40 E/S hasta 7 módulos, dependiendo siempre de que no se supere los límites de consumo de potencia, este se puede controlar a través del software *TwidoSuite*.

Dependiendo del tipo de módulo de ampliación se puede llegar hasta 152 E/S con el controlador de 24 E/S y hasta 264 E/S como máximo con el de 40 E/S.

Ciertos controladores Twido compactos ya tienen integrada la fuente de alimentación y utilizan una alimentación de corriente alterna comprendida entre 100 y 240Vca (que garantiza la alimentación 24Vcc de los captadores), o una alimentación comprendida entre 19,2 y 30Vcc.

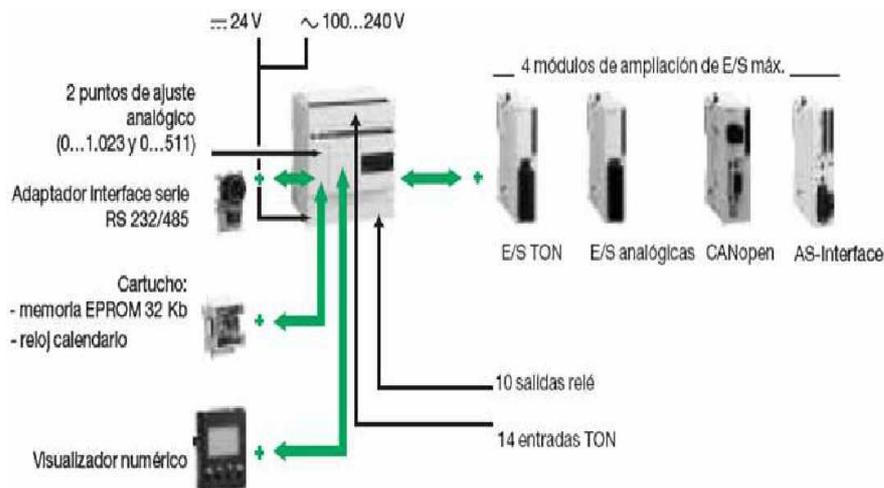


Figura 84: Módulos de ampliación y accesorios para controladores compactos

Además de los módulos de ampliación, los controladores compactos Twido, también disponen de módulos opcionales, como visualizador numérico, cartucho de ampliación de memoria, cartucho de reloj calendario y puerto de comunicación RS 485 o RS 232C, que permiten ajustarse a las necesidades de la aplicación.

Los controladores Twido compactos poseen los siguientes componentes:

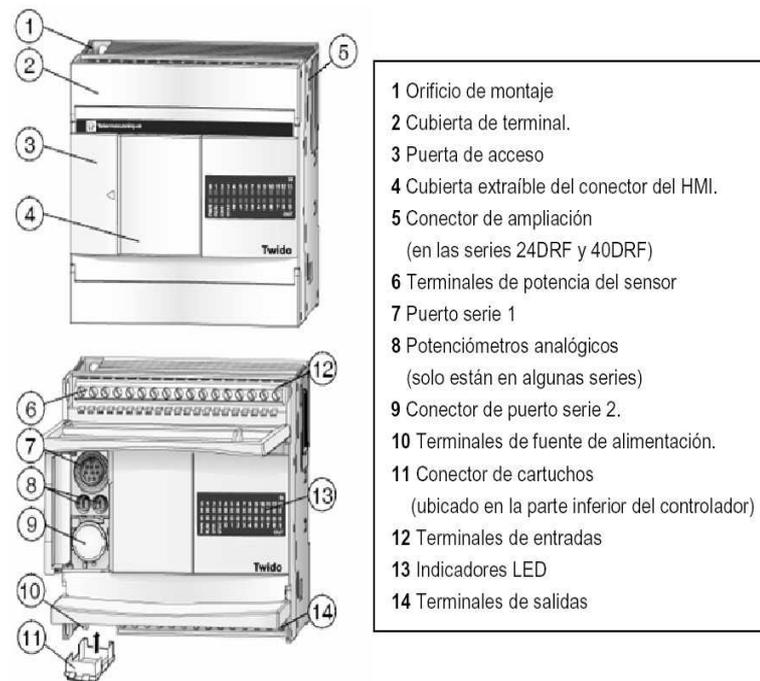


Figura 85: Partes de un controlador compacto

Ver: **ANEXO VI:** Especificaciones técnicas PLC Twido Base Compacta²⁷

b) Controladores Modulares:

La gama de controladores modulares ofrece 5 bases, que se diferencian entre sí por la capacidad de tratamiento y el número y tipo de entradas/ salidas integradas (20 o 40 E/S). Todas ellas pueden ampliarse con cualquier módulo de entradas/salidas, hasta 7 módulos (configuración máxima). Todas las bases modulares se alimentan a 24 Vcc.



20 E/S conexión TELEFAST



20 E/S conexión Bornero



40 E/S conexión TELEFAST

Figura 86: *Gama de controladores Twido modulares*

Estas bases ofrecen una modularidad que se adapta a las necesidades de la aplicación a partir de una base que admite hasta 4 o 7 módulos de ampliación de entradas/salidas TON y/o analógicas (según el modelo), de esta manera se pueden configurar hasta un máximo de 244 E/S con los módulos de 20 E/S integradas y de 264 E/S en los de 40 E/S integradas.

Es posible añadir E/S adicionales al controlador mediante módulos de E/S de ampliación hay diferentes tipos: módulos de E/S digitales o tipo de relé y módulos de E/S analógicas.

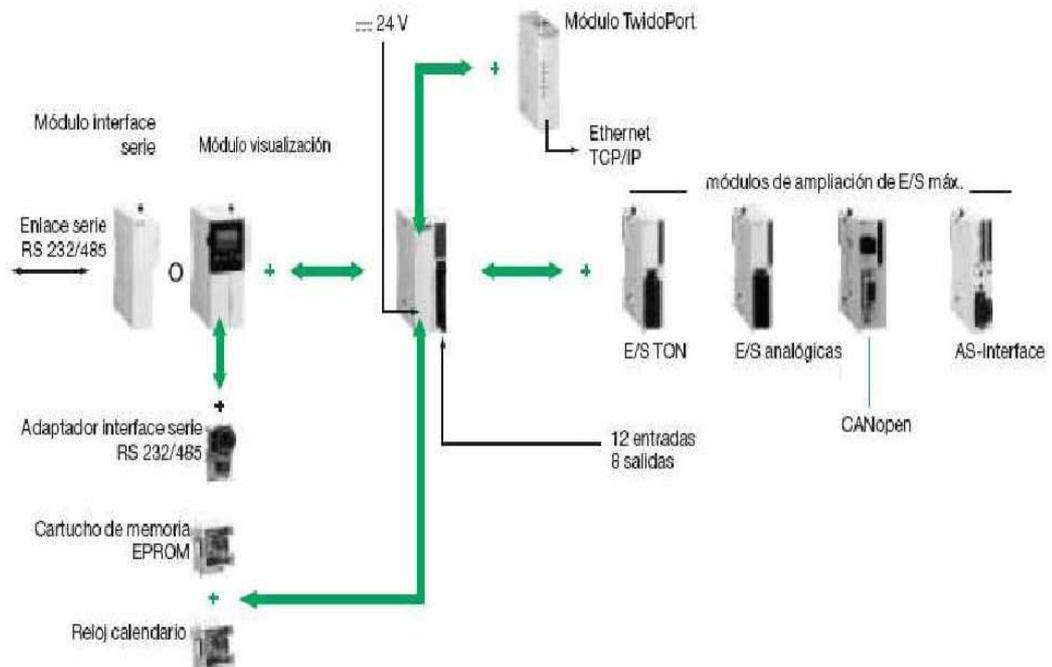


Figura 87: Módulos de ampliación y accesorios para controladores modulares

Los controladores Twido modulares están formados por los siguientes componentes:

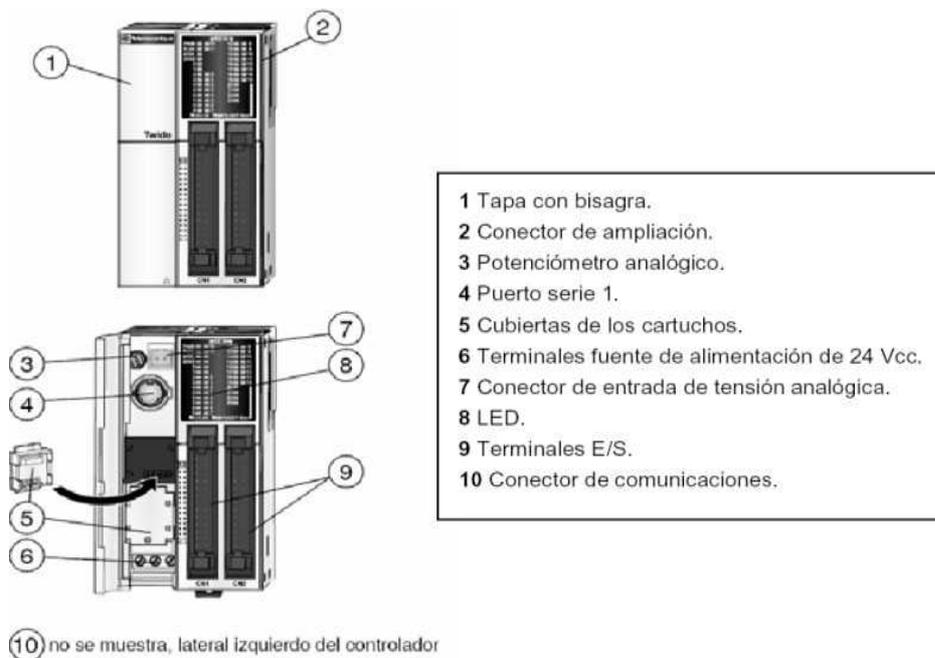


Figura 88: Partes de un controlador modular

La elección de un modelo u otro de autómatas viene dado por la tipología y complejidad de la aplicación que se desea automatizar (Ver, **Figura 92**).

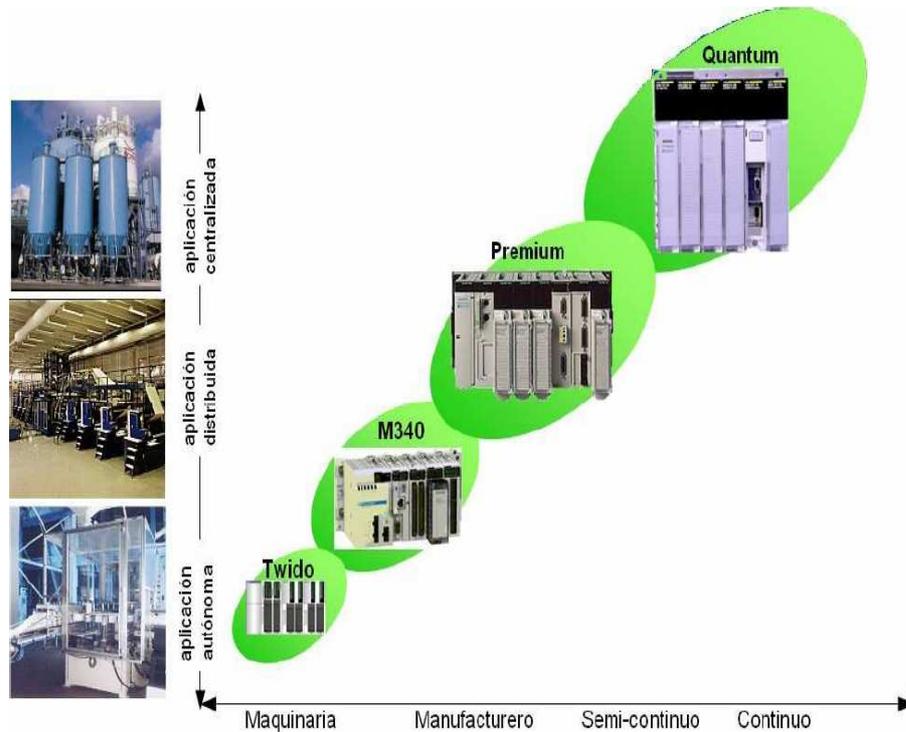


Figura 89: *Campo de aplicación de autómatas de SCHNEIDER ELECTRIC*

Se escogió el modelo de controlador Twido Compacto que posee 24 Entradas/Salidas y le es posible el añadir módulos de expansión en caso de una ampliación en las tareas a él asignadas, tomando en consideración los requerimientos de E/S en la envasadora automática, especificados en la **Tabla 8**.

Los Controladores programables Twido compactos, han sido optimizados para instalaciones sencillas y máquinas pequeñas: aplicaciones estándar de 10 a 100 E/S (máx. 264 E/S). Además Twido ofrece flexibilidad y sencillez a la hora de automatizar este tipo de aplicaciones.

6.5.7.3. Protocolo de Programación y comunicación del PLC

a) Protocolo de Programación

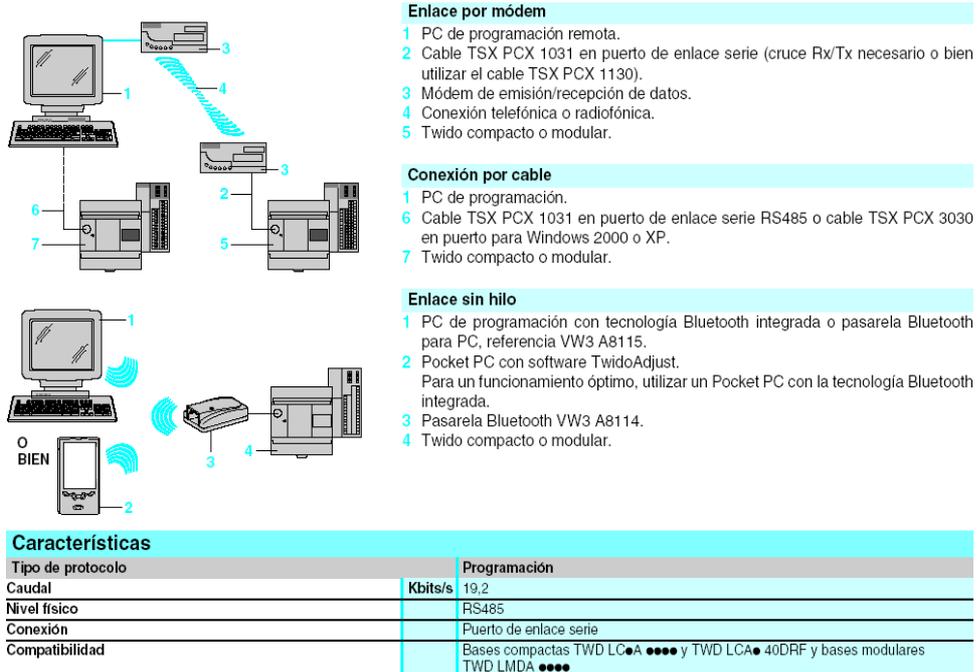


Figura 90: Protocolo de programación Twido base compacta

b) Protocolo de Comunicación Modbus

El protocolo Modbus es un protocolo maestro/esclavo que permite a un único maestro solicitar respuestas de los esclavos o realizar acciones dependiendo de las solicitudes. El maestro puede dirigirse a los esclavos individuales o iniciar un mensaje de difusión para todos los esclavos. Los esclavos devuelven un mensaje (respuesta) a las solicitudes que se les envían individualmente. No se devuelven respuestas a las solicitudes de difusión desde el maestro.

La conexión necesaria para realizar la comunicación se da a través de un controlador base provista de un puerto EIA RS-485 con conector mini DIN (Ver, **Figura 94**).

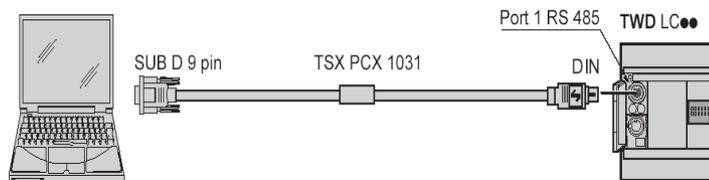


Figura 91: Protocolo de comunicación Modbus

Se utiliza un enlace directo de datos para la transmisión de informaciones entre el Twido y el HMI, por su configuración el enlace es de tipo punto a punto. Al tener un enlace punto a punto la información que es intercambiada puede ser inicializada por cualquier controlador (PLC o HMI). Estos controladores trabajarán tanto como maestro o esclavo en transacciones separadas.

Además, se pueden implementar más comunicaciones agregando módulos de comunicación, existen varios tipos en función del protocolo que se desee:

- Módulo de comunicación Maestro ASI²⁸.
- Módulo de comunicación Maestro CANOpen²⁹.
- Módulo de comunicación Maestro/Esclavo Modbus³⁰.

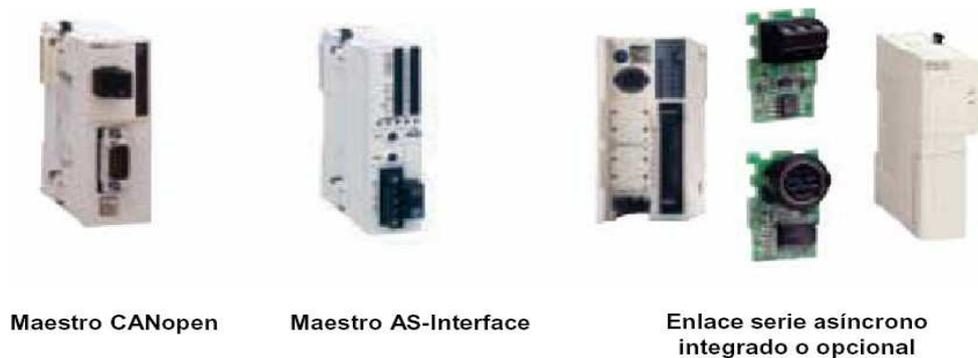


Figura 92: Módulos de comunicación acoplables a TWD LCAA 24DRF

6.5.7.4. Programación del PLC

6.5.7.4.1. Software de programación TwidoSuite

²⁸ Abreviatura del término inglés (Actuator-Sensor-Interface) es un bus de campo que se emplea para realizar interconexiones de sensores y accionadores.

²⁹ Desarrollado originalmente para sistemas de vehículos automotores, el bus de comunicación CAN se utiliza en la actualidad en muchos campos, como por ejemplo: transporte, dispositivos de piezas móviles, dispositivos médicos, control automático industrial.

³⁰ Este protocolo permite conectar el PLC a un gran número de equipos industriales, como variadores de velocidad, arrancadores de motor, sensores...etc.

El software de programación *TwidoSuite* es el cual se va a emplear para desarrollar el proyecto con el controlador Twido compacto seleccionado para el módulo de envasado automático.

TwidoSuite es un entorno de desarrollo gráfico, lleno de funciones para crear, configurar y mantener aplicaciones de automatización para los autómatas programables Twido de Telemecanique. TwidoSuite permite crear programas con distintos tipos de lenguaje, para después transferir la aplicación de tal forma que se ejecute en un autómata.

TwidoSuite es un programa basado en Windows de 32 bits para un ordenador personal (PC) que se ejecuta en los sistemas operativos Microsoft Windows 2000 y XP Professional.

Las principales funciones del software TwidoSuite son:

- Interface de usuario intuitiva y orientada a proyectos.
- Diseño de software sin menús.
- Las tareas y funciones del paso seleccionado de un proyecto siempre se encuentran visibles.
- Soporte de programación y configuración.
- Comunicación con el autómata.

TwidoSuite es un software fácil de usar que necesita poco o nada de aprendizaje. Este software tiene por objeto reducir de forma significativa el tiempo de desarrollo de los proyectos simplificando todas las intervenciones.

6.5.7.4.1.1. Requisitos mínimos recomendados

La configuración mínima necesaria para utilizar TwidoSuite es la siguiente:

- Se recomienda un equipo compatible con PC y procesador Pentium a 466 MHz o superior.

- 128 MB de RAM o más.
- 100 MB de espacio libre en el disco duro.
- Sistema operativo: Windows 2000 o Windows XP.
- Evitar el uso de los parches 834707-SP1 (corregido por el parche 890175) y 896358 que producen problemas de visualización en la ayuda en línea.
- Se recomienda Service Pack 2 o superior.

6.5.7.4.1.2. Instalación del software de programación TwidoSuite

El TwidoSuite es un software de programación utilizado para la configuración, programación y depuración de la gama de controladores programables Twido, además es un software gratuito que se puede descargar desde la página del ISEFONLINE, a través de la dirección: www.isefonline.com.

Abrir el archivo ejecutable que previamente se ha descargado  TwidoSuite_v0120. Aparecerá una ventana flotante con la información de los derechos usuario de la licencia del software TwidoSuite, la aceptamos pulsando el botón “Accept”.

Una vez aceptada la licencia, se abre una ventana nueva donde se puede colocar la ruta donde se quiere descomprimir el instalador, (Sino cambiamos la ruta, se creara por defecto “C:\Burndisk”). Cuando se haya especificado la ruta, pulsar el botón “Install” para comenzar a descomprimir el archivo.

Abrimos la ruta especificada donde se ha creado la carpeta de instalación y pulsamos sobre el icono “Setup” (Ver, **Figura 93**), que mostrará la ventana inicial de instalación.



Figura 93: Icono ejecutable para la instalación de TwidoSuite

Durante el proceso de instalación, tendremos que aceptar el contrato de licencia, colocar el nombre de la organización, especificar la ruta donde se desea instalar el

programa, si deseamos colocar un icono en el escritorio o en la barra de inicio rápido y desde que carpeta de la barra de programas se desea colocar el software.

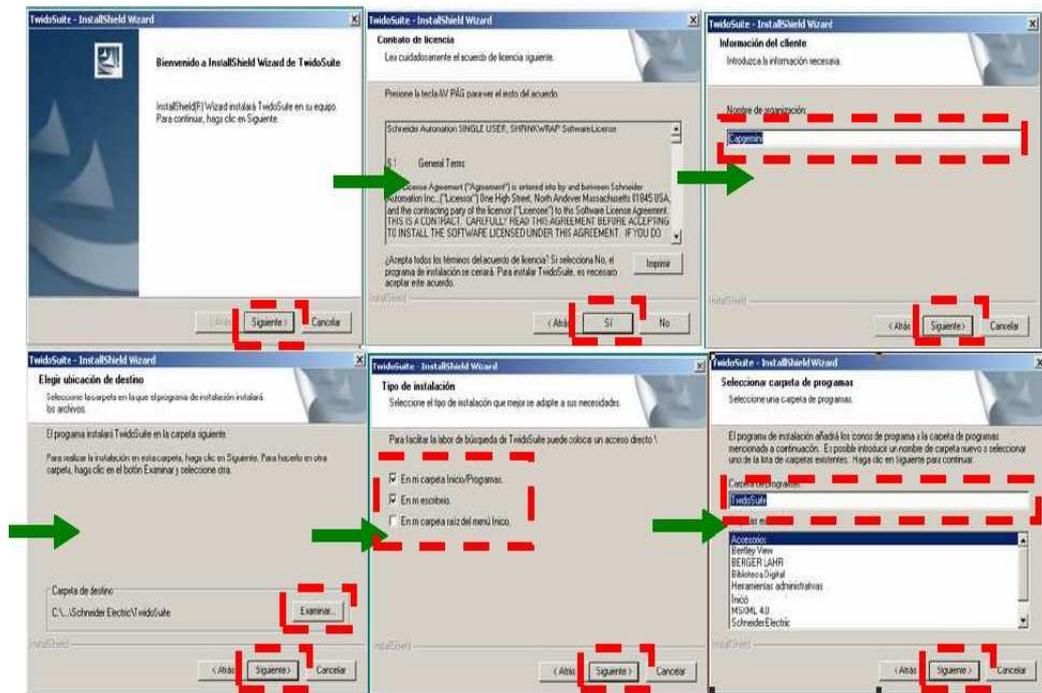


Figura 94: Ventanas del proceso de instalación

Una vez finalizada la instalación del proyecto, abriremos por primera vez el Twidosuite, para ello iremos al icono que se ha generado en el escritorio (si lo hemos seleccionado en la instalación) , o lo buscaremos dentro de la barra de programas de la PC (INICIO/Todos los Programas/Schneider Electric/TwidoSuite/ TwidoSuite).

Al Abrir por primera vez el programa se desplegará la pantalla inicial de TwidoSuite, con tres opciones principales (Ver, **Figura 95**):



Figura 95: *Ventana inicial de TwidoSuite*

- Modo “Programación”: Modo estándar para la creación de una aplicación.
- Modo “Vigilancia”: Permite conectarse a un autómata en modo vigilancia, donde podrá comprobar su funcionamiento sin necesidad de sincronizar su aplicación con la que hay cargada en la memoria del autómata.
- Actualización de autómatas: Es un programa que indica los pasos necesarios para actualizar el Firmware Executive del controlador Twido.

Para poder hacer uso de todas las ventajas del software es necesario que sea registrado ya que al no hacerlo, solo se dispone de un periodo de prueba de 30 días. Para poderlo seguir utilizando después de que caduque el periodo de prueba, deberá registrarlo.

Para registrar TwidoSuite, hay que abrirlo en “Modo programación” y cuando aparezca el espacio de trabajo de la ventana principal, pulsar en el icono  que se encuentra situado en la esquina superior derecha.

Cuando aparezca la ventana, hacer clic en “Acerca de” en la barra de tareas de la parte derecha de la pantalla. Rellene el formulario Licencia con la información «Empresa», «Usuario» y «Número de serie» y pulse “Aceptar”.

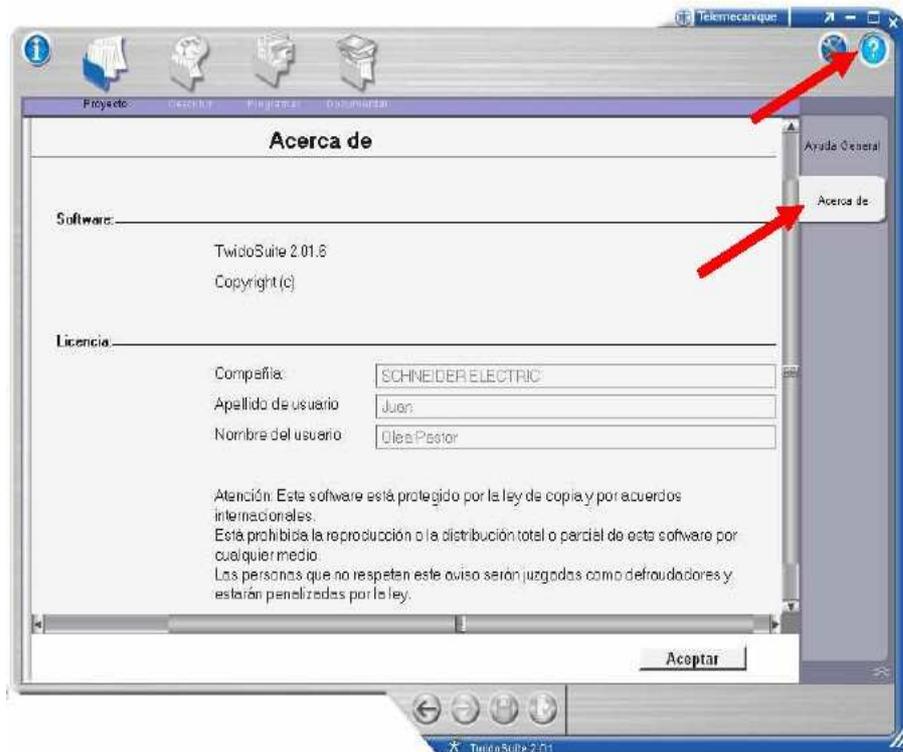


Figura 96: Ventana para el registro del software

Luego se iniciará el Asistente de registro TwidoSuite; existen diversas formas de registrarlo, pero la más sencilla es conectando la PC internet y siguiendo las instrucciones en pantalla ya que el asistente nos guiará paso a paso.

6.5.7.4.1.3. Creación de un proyecto nuevo

Para crear un proyecto, hay que seleccionar el “Modo Programación” y aparecerá el espacio de trabajo de la ventana principal de TwidoSuite. Siempre que entramos aparece por defecto la ventana de proyecto, donde se podrá realizar la gestión del proyecto (Crear, abrir, guardar y cerrar un proyecto).

Pulsar en “Crear un proyecto nuevo” dentro del marco de acciones de la ventana (Ver, **Figura 97**), acto seguido rellenar los campos de información general del proyecto, como puede ser: el nombre, la ruta donde lo deseamos guardar, el autor, la versión, la compañía...etc.

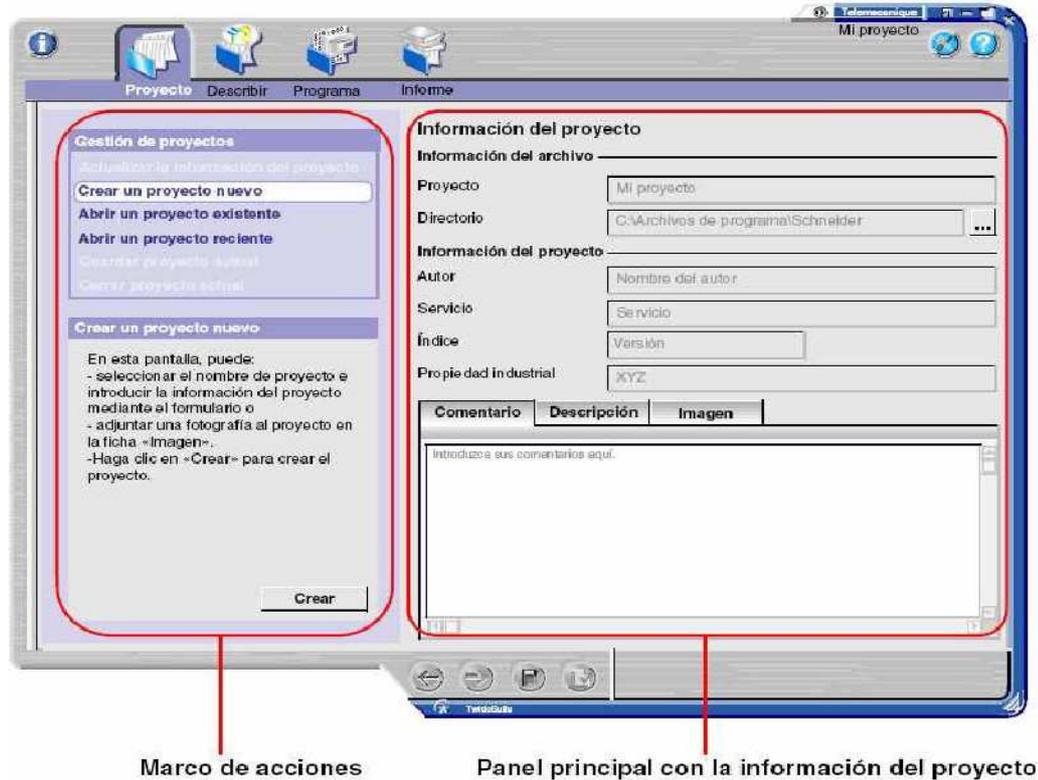


Figura 97: Ventana de la pestaña “Proyecto”

Opcionalmente, también se dispone en la parte de abajo de tres pestañas que se pueden rellenar para detallar más información de la aplicación, como son: “Comentarios” para introducir comentarios de la aplicación, descripción de funcionamiento, notas...etc., “Descripción” donde aparece gráficamente la configuración de la aplicación (equipos, redes) y la pestaña “Imagen” donde podemos cargar una imagen que se desee (logo de la compañía, esquemas).

Una vez se haya introducido la información del proyecto generaremos el archivo pulsando el botón “**Crear**” que aparece en la parte de abajo del *marco de acciones*.

6.5.7.4.1.4. Navegación por el espacio de trabajo de TwidoSuite

La navegación por el interface del TwidoSuite es muy intuitiva y gráfica ya que sigue los pasos de ciclo de desarrollo natural de una aplicación de automatización.

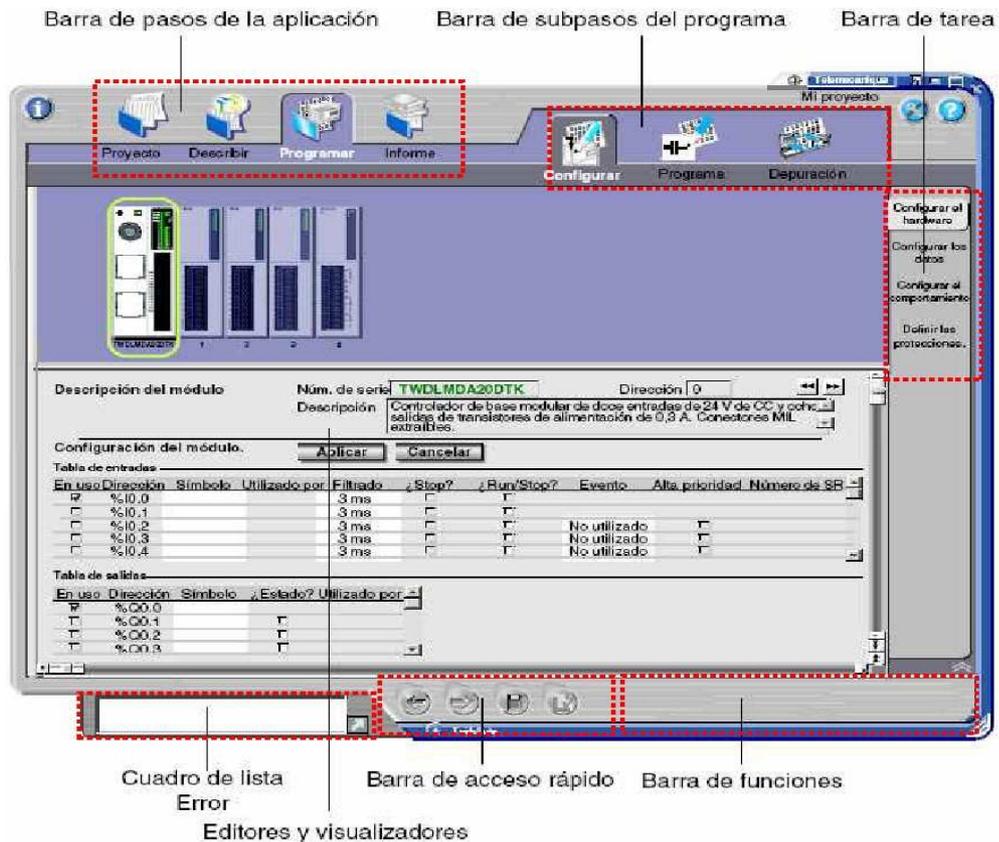


Figura 98: *Espacio general de trabajo en TwidoSuite*

En el espacio general de trabajo general se tendrá una serie de barras, pestañas y menús que tendrán las siguientes funciones:

- Barra de pasos de la aplicación: Muestra los cuatro pasos de la aplicación TwidoSuite (Proyecto, Describir, Programar, Documentar).
- Barra de subpasos del programa: Muestra los tres subpasos del programa (Configurar, Programa, Depuración). Aparece únicamente cuando el paso Programa está seleccionado.
- Barra de tareas: Proporciona acceso a todas las tareas que puede realizar en el paso o subpaso seleccionado de la aplicación.
- Barra de funciones: Proporciona acceso a funciones especiales asociadas a la tarea seleccionada.
- Barra de acceso rápido: Muestra los comandos Anterior/Siguiente y los accesos directos a Guardar y a Analizar programa en todo momento.

- Editores y visualizadores: Se trata de ventanas que organizan los controles de programación y configuración de manera que las aplicaciones puedan desarrollarse correctamente.
- Barra del cuadro de lista Error: Muestra información acerca de los posibles errores o advertencias de la aplicación.

6.5.7.4.1.5. Configuración básica del Hardware Twido

Lo primero que hay que hacer al iniciar un proyecto de automatización, es la configuración o descripción del hardware que se necesitará para dicho propósito, por lo tanto en función de ciertas premisas como son: El número de entradas y salidas (así como el tipo), la necesidad de memoria y velocidad en la CPU, necesidad de buses de comunicación,...etc.

Todo este proceso de descripción desemboca en la elección de un hardware determinado que se ajuste a los requerimientos, siendo distinto de una aplicación a otra.

Por esta razón se tendrá que configurar el hardware en el software antes de empezar a programar.

Se debe iniciar la configuración haciendo clic sobre el icono “Describir” de la barra de pasos del TwidoSuite, luego de lo cual se abrirá la ventana de configuración, donde se observará lo siguiente:

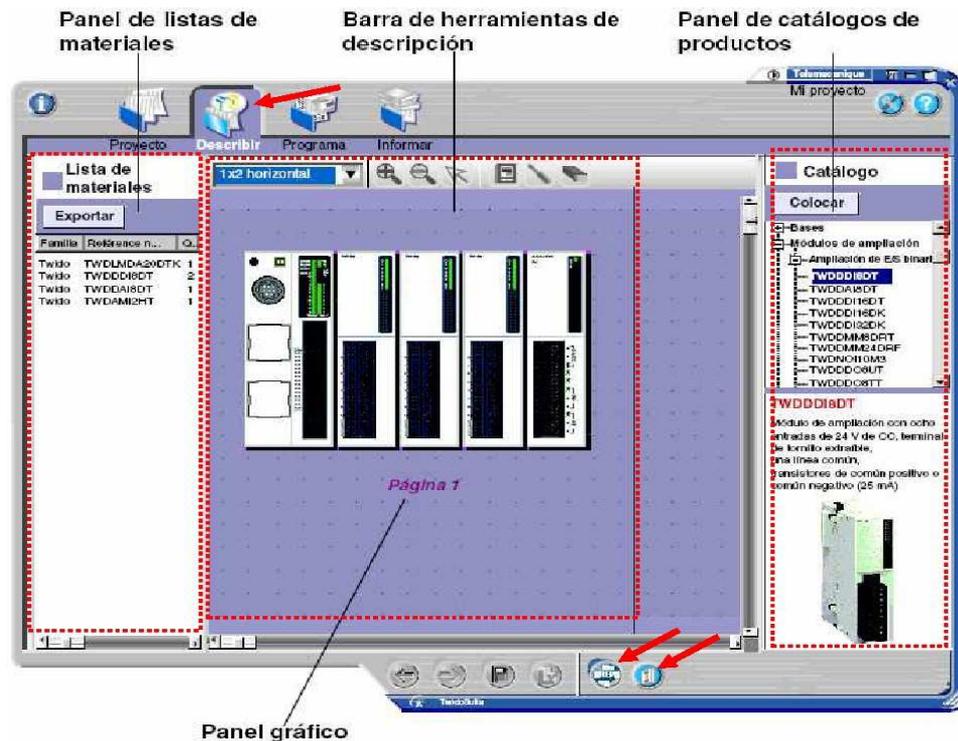


Figura 99: Ventana de la pestaña “Describir” para configuración de Hardware

- El Panel gráfico es el área donde se construye la representación gráfica de la configuración agregando elementos de hardware.
- El Panel de catálogos de productos muestra el catálogo de elementos de hardware Twido, incluidos la base compacta y los autómatas modulares, módulos de expansión, opciones, elementos de red en estructura con forma de árbol. La parte inferior del panel proporciona una breve descripción del elemento de hardware seleccionado.
- El Panel de listas de materiales es un área adicional que muestra una lista de materiales de elementos de hardware que actualmente forman el proyecto abierto. Puede hacer clic cómodamente en Exportar para guardar la lista de materiales en un archivo con formato *.CSV.

Para ir creando la configuración, hay que arrastrar los elementos de hardware seleccionados del panel de catálogos al panel gráfico para construir gradualmente el sistema de automatización (incluido buses de comunicación y equipos conectados).

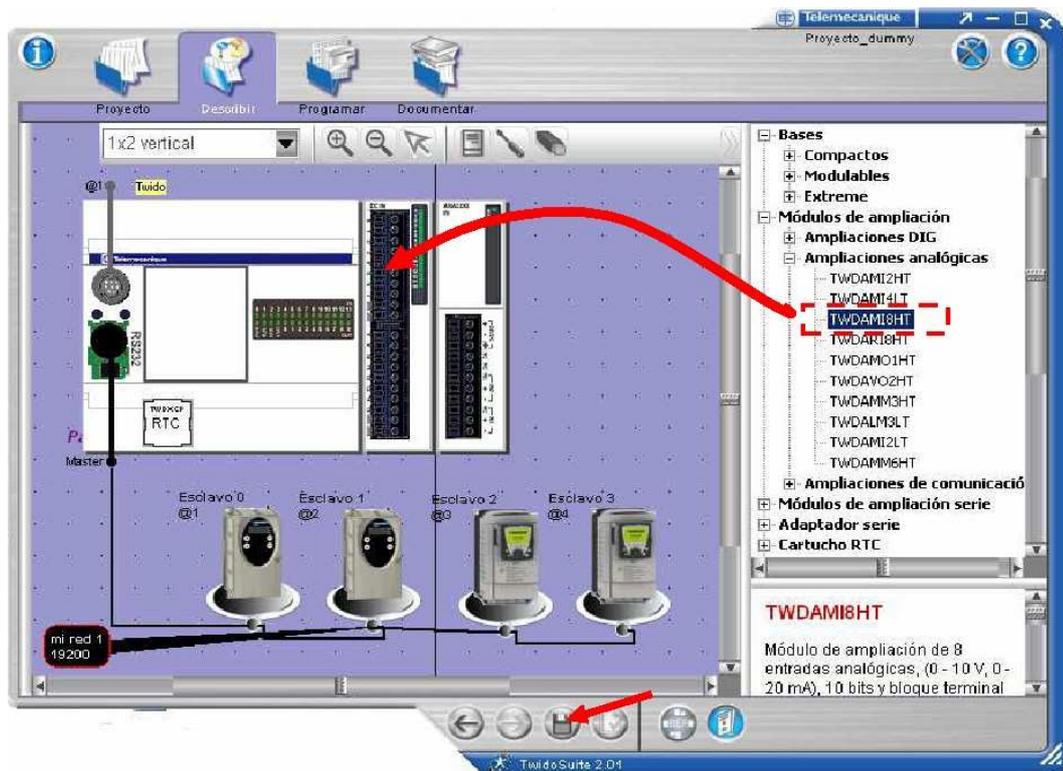


Figura 100: Pasos de la configuración de Hardware

Se tienen que ir colocando los diferentes elementos tal y como se debe situados físicamente, cuando se haya finalizado la configuración habrá que guardarla, haciendo clic en el icono de “**Guardar**” de la barra de acceso rápido.

6.5.7.4.1.6. Edición de datos

Antes de programar la aplicación, debe definir las especificaciones del cableado de las E/S de la aplicación. Para ello se asigna a cada una de las entradas y salidas físicas mediante un símbolo que nos indique que realiza y nos ayude después a la mejor comprensión del programa.

Para definir los símbolos de las E/S de la aplicación, hay que ir a la pestaña “Programar” de la barra de pasos de la aplicación, donde aparece la pestaña “Programa” de la barra de subpasos del programa y se debe hacer clic en la opción “Definir símbolos” que es situada en la barra de tareas en la parte derecha de la ventana.

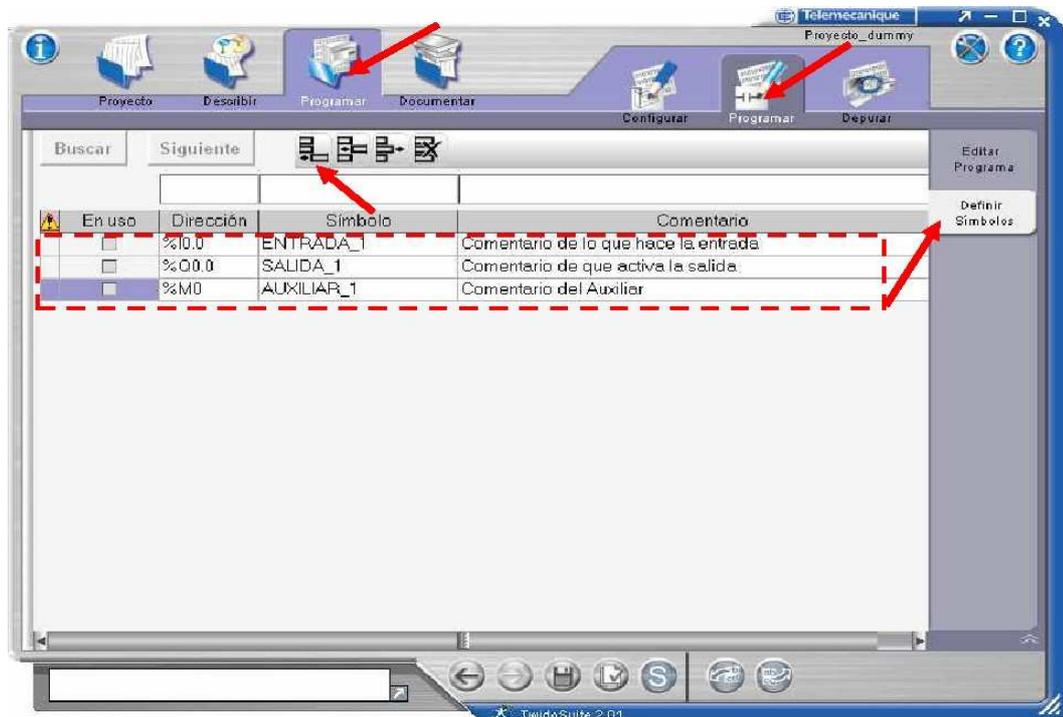


Figura 101: Ventana para la creación de símbolos

En ese momento aparecerá en el área de trabajo la ventana para definir los diferentes símbolos que se utilizarán más tarde en la programación. Para crear un nuevo símbolo, se tendrá que pulsar en el icono de creación de símbolos. En ese momento aparecerá una nueva fila en el área inferior donde se rellenarán los diferentes campos.

La ventana consta de cuatro columnas donde se pone el “Símbolo” (nombre descriptivo que nos aporte información de lo que realiza la señal), “Dirección” posición de memoria a la que está direccionada esa variable, “Comentario” amplía la información descriptiva de la señal y “En uso” que indica si ese símbolo está siendo usado en el programa.

Tipos de variables básicos:

Una variable es una entidad de memoria de los tipos BOOL, WORD, INT, REAL...etc. Según la información que muestran se pueden definir diferentes tipos de objetos:

Los Objetos bit: son variables binarias y como tal pueden ser consultadas por instrucciones booleanas. La información que suministran al autómatas puede ser 0 ó 1 (falso ó verdadero).

Tipos de objetos de bit:

- Bits de E/S: Estos bits son las "imágenes lógicas" de los estados eléctricos de las E/S. Las entradas estarán direccionadas con la letra "%I" y las salidas "%Q".
- Bits internos: Los bits internos son áreas de memoria interna utilizadas para almacenar valores intermedios durante la ejecución de un programa. Los bits internos estarán diseccionados con la letra "%M".
- Bits de sistema: Los bits de sistema de %S0 a %S127 supervisan el funcionamiento correcto del autómatas y la correcta ejecución del programa de aplicación. La letra para direccionar los bits de sistema será la "%S".

6.5.7.4.1.7. Escribir el Programa

El TwidoSuite proporciona instrucciones para utilizar los lenguajes de programación Ladder (diagrama de contactos), Lista (Instrucciones de lista) y GRAFCET.

Lenguaje Ladder (LD):

Los diagramas Ladder o de contacto son similares a los diagramas lógicos que representan circuitos de control de relé. Las principales diferencias entre los dos son las siguientes funciones de la programación de Ladder que no aparecen en los diagramas de lógica de relé.

- Todas las entradas están representadas por símbolos (\neg | \vdash).

- Todas las salidas están representadas por símbolos de Bobinas(()).
- Las operaciones numéricas están incluidas en el conjunto de instrucciones de Ladder gráficas.

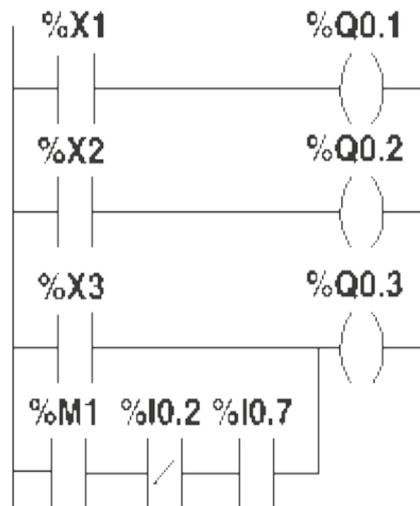


Figura 102: Ejemplo de programa en Ladder

Lista de Instrucciones:

Un programa escrito en lenguaje de lista está formado por una serie de instrucciones que el autómata ejecuta de forma secuencial. Cada instrucción de lista está representada por una línea de programa y tiene tres componentes: Número de línea, Código de instrucción y Operandos.

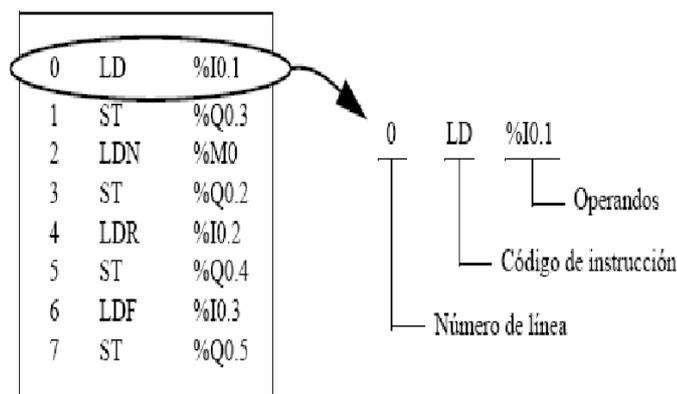


Figura 103: Ejemplo de programa en Lista de instrucciones

GRAF CET (Gráfica de control de secuencias de programación):

Las instrucciones Grafcet de TwidoSuite ofrecen un método sencillo para traducir una secuencia de ajuste (diagrama Grafcet).

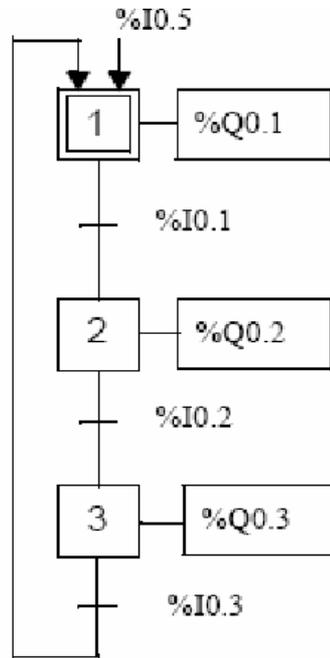


Figura 104: Ejemplo de programa en Grafcet

6.5.7.4.1.8. Editor de Programa

El “Editor de programa” es el área de trabajo donde crearemos la programación en el lenguaje que se haya escogido.

Para abrir el editor de programas se pulsara la pestaña “Programar” en la barra de pasos de la aplicación y asegurarse que en la barra de subpasos del programa estamos en la pestaña de “Programa”, donde aparece la ventana para la edición de programa.

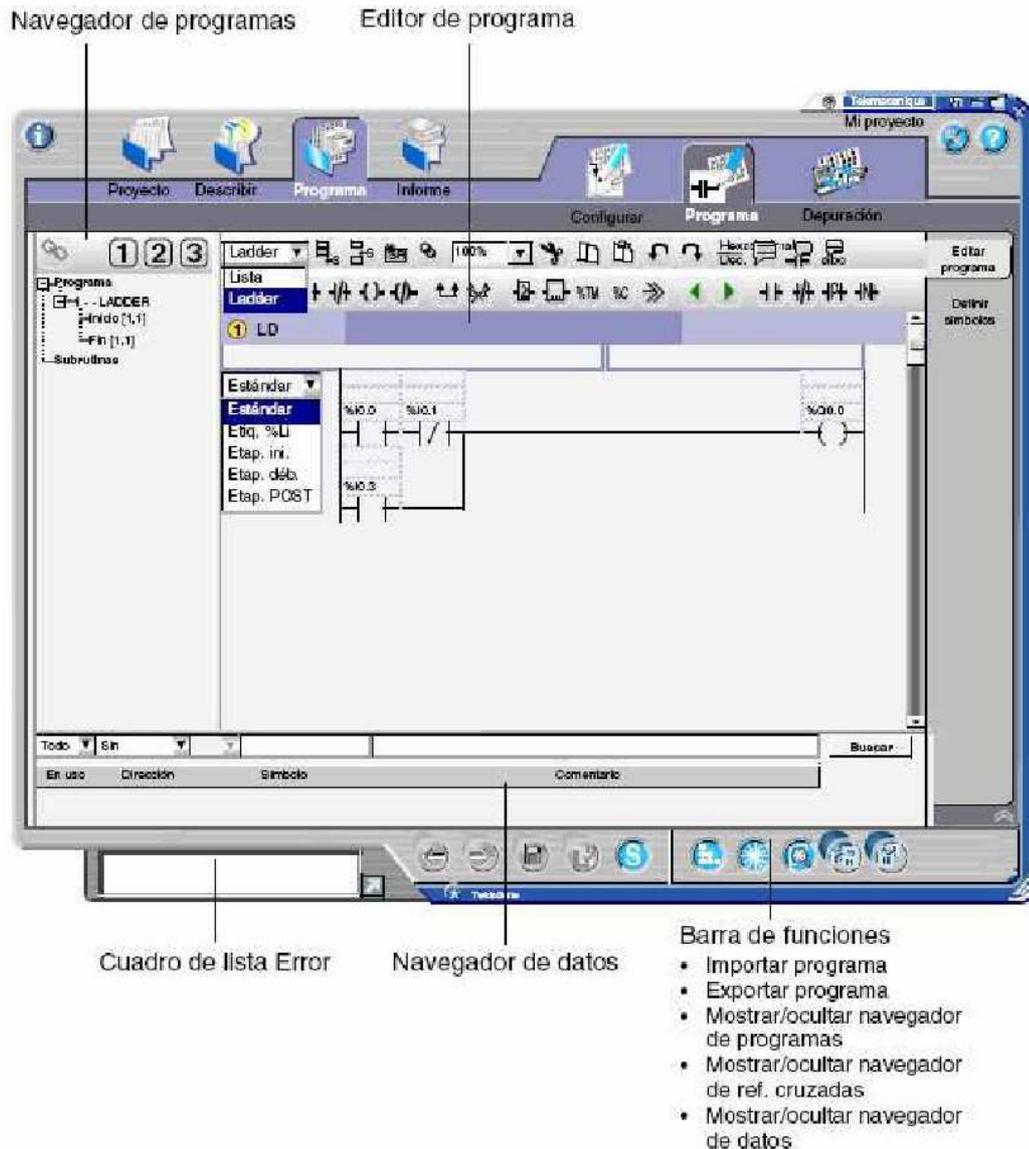


Figura 105: Ventana del editor de programa

- Navegador de programas: En esta área se puede observar las diferentes secciones del programa, así como las subrutinas.
- Editor de programa: Es el área donde se realizará la programación propiamente dicha de la aplicación.
- Barra de funciones: Barra donde se sitúan las funciones adicionales asociadas a la programación (como exportar o importar programas).
- Navegador de datos: Esta ventana nos permite buscar donde están siendo usados los símbolos o direcciones, en que partes del programa.

Creación de un programa en lenguaje Ladder:

Existen barras de herramientas de programación de Ladder disponibles que permiten editar programas e introducir instrucciones de Ladder gráficamente de forma sencilla:

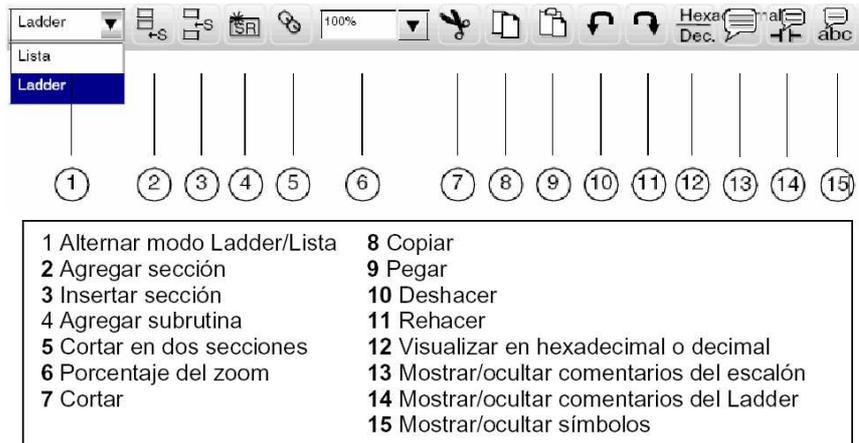


Figura 106: Barra de herramientas Ladder

Para comenzar a programar se tiene que introducir la primera sección del programa para ello en la barra de herramientas pulsaremos el icono de “agregar una sección”

 (Ver, **Figura 107**).

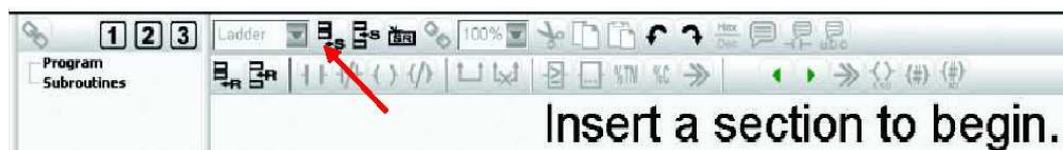


Figura 107: Barra de herramientas/agregar una sección

La primera sección se inserta en el Editor de Ladder Logic, de forma que muestra el primer escalón vacío (Ver, **Figura 108**), hay que tener en cuenta que un programa debe contener al menos una sección.

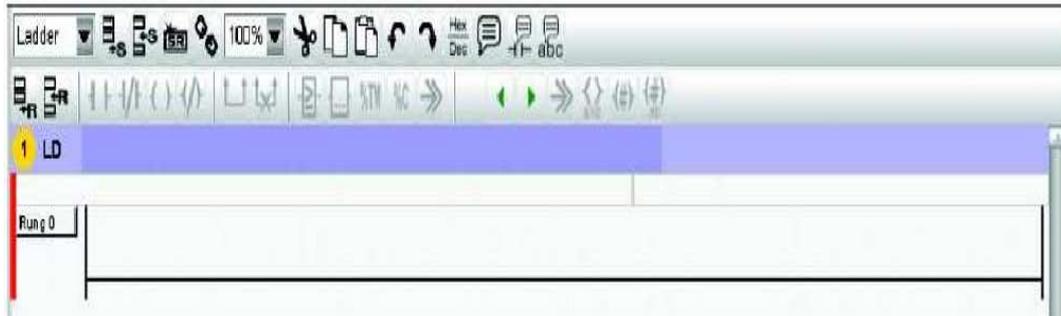


Figura 108: Primera sección insertada en el Editor Ladder

Para la inserción de las instrucciones básicas se dispone de una paleta de Ladder para que la inserción de las instrucciones básicas sea lo más rápida posible.

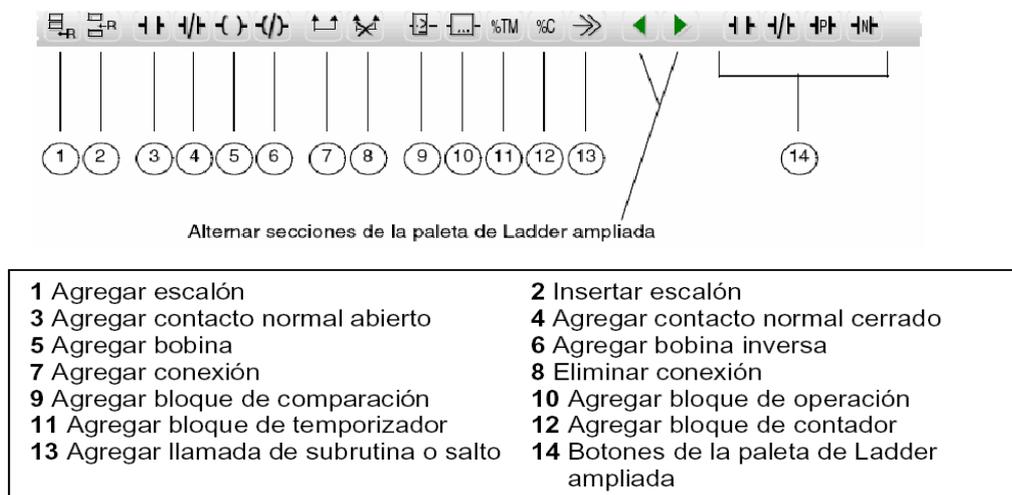


Figura 109: Paleta de instrucciones Ladder

Al dar un clic en el icono “Contacto normal abierto” de la paleta de Ladder se inserta la instrucción gráfica de entrada. Y el contacto normal se inserta en la parte más hacia la izquierda del escalón.

Para definir este contacto con la variable a la cual está relacionado, se deberá posicionar con el ratón en uno de los dos recuadros punteados que aparecen encima del contacto y hacer clic sobre él.

Si se elige el de encima se tendrá que poner la *dirección* específica de la memoria. Si seleccionamos el inmediatamente superior se deberá poner el *símbolo* de la variable (Ver, **Figura 110**).

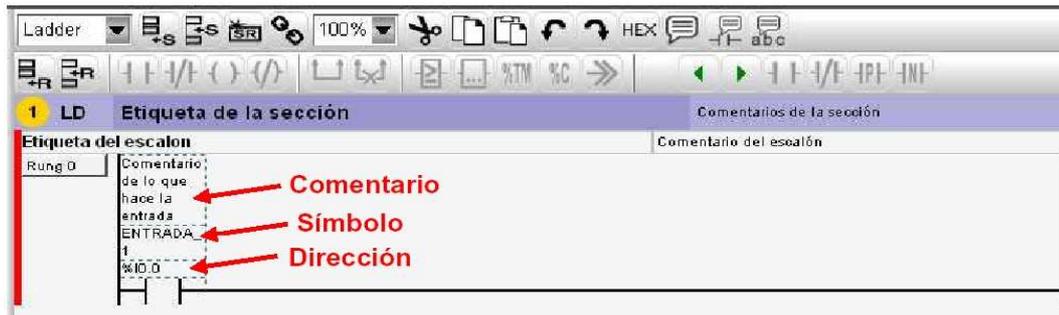


Figura 110: Definición del contacto en el editor Ladder

Si se define primeramente el símbolo de la variable, se rellenará automáticamente el campo de símbolo y el comentario.

Introducción de un bloque temporizador:

Los temporizadores son instrucciones que tienen su propio icono de inserción en el programa, para ello se deberá pulsar en el icono, con esta acción, lo único que se ha hecho es introducir el bloque temporizador (Ver, **Figura 111**), que acto seguido se tendrá que configurar su comportamiento. Haciendo doble clic sobre el bloque de temporización nos lleva directamente a la ventana de configuración de éste (Ver, **Figura 112**).

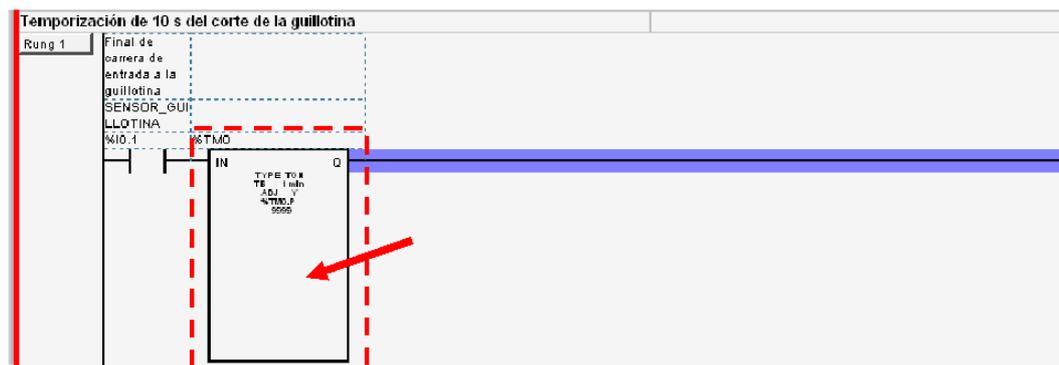


Figura 111: Ingreso de Temporizadores en el editor Ladder

En la ventana de configuración tendremos las siguientes opciones de configuración de temporizadores:

Definir los objetos

Asignación: Automático ▼ Número de objetos 0 Asignadas: 0 Máx: 128

Tabla

Uso	%TM	Símbolo	Tipo	Base	Preselección	Ajustable
<input type="checkbox"/>	%TM0		TON	1 min	9999	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	%TM1		TON	1 min	9999	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	%TM2		TON	1 min	9999	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	%TM3		TON	1 min	9999	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	%TM4		TON	1 min	9999	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	%TM5		TON	1 min	9999	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 112: Ventana de configuración del Temporizador

En la ventana de configuración, aparecerán todos los temporizadores disponibles. Seleccionando en la primera fila y en la columna “Símbolo” se introduce el nombre que se desea que tenga el temporizador (Ej. T_distancia).

En la columna tipo se elige entre las tres funciones de temporización que se disponen. Estas son:

- TON (predeterminado) –“Temporizador de retardo a la conexión”.
- TOF – Temporizador de retardo a la desconexión.
- TP - Pulso a la temporización.

Una vez seleccionado el tipo de temporizador, en la columna de “Base” se tiene que elegir la base de tiempos en la que se va entrar el tiempos entre: minutos, segundos, 100 milisegundos, 10 milisegundos o 1 milisegundo.

Finalmente en la columna de “Preselección” se tiene que colocar el tiempo que se desea.

Uso	%TM	Símbolo	Tipo	Base	Preselección	Ajustable
<input type="checkbox"/>	%TMO	T_DISTANCIA	TOF	1 s	10	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 113: Ejemplo de configuración del Temporizador

La columna de “Ajustable” si está habilitada permite cambiar el tiempo de preselección desde el programa a través de valor “%TMi.P”.

Para volver a la ventana de edición de programa, se tiene que pulsar nuevamente

la pestaña de “Programa”  en la barra de subpasos de programa.

Por ejemplo para que el motor se encienda solo durante 60 segundos:

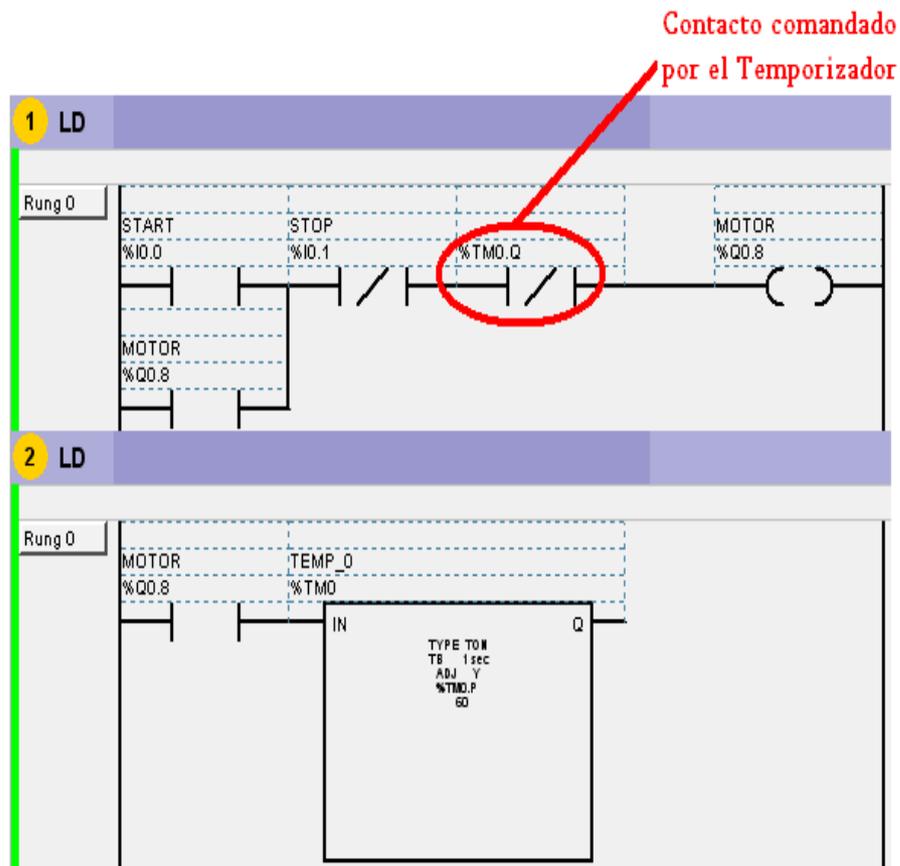


Figura 114: Ejemplo de empleo de un Temporizador

6.5.7.4.1.9. Validación y guardado del programa

Cuando se ha realizado el programa, hay que asegurarse que éste no tiene errores antes de cargarlo en el autómatas. Por eso una vez finalizado la programación ó durante el proceso de creación del mismo, se deberá pulsar el icono situado en la

barra de acceso rápido “Analizar Programa”. 

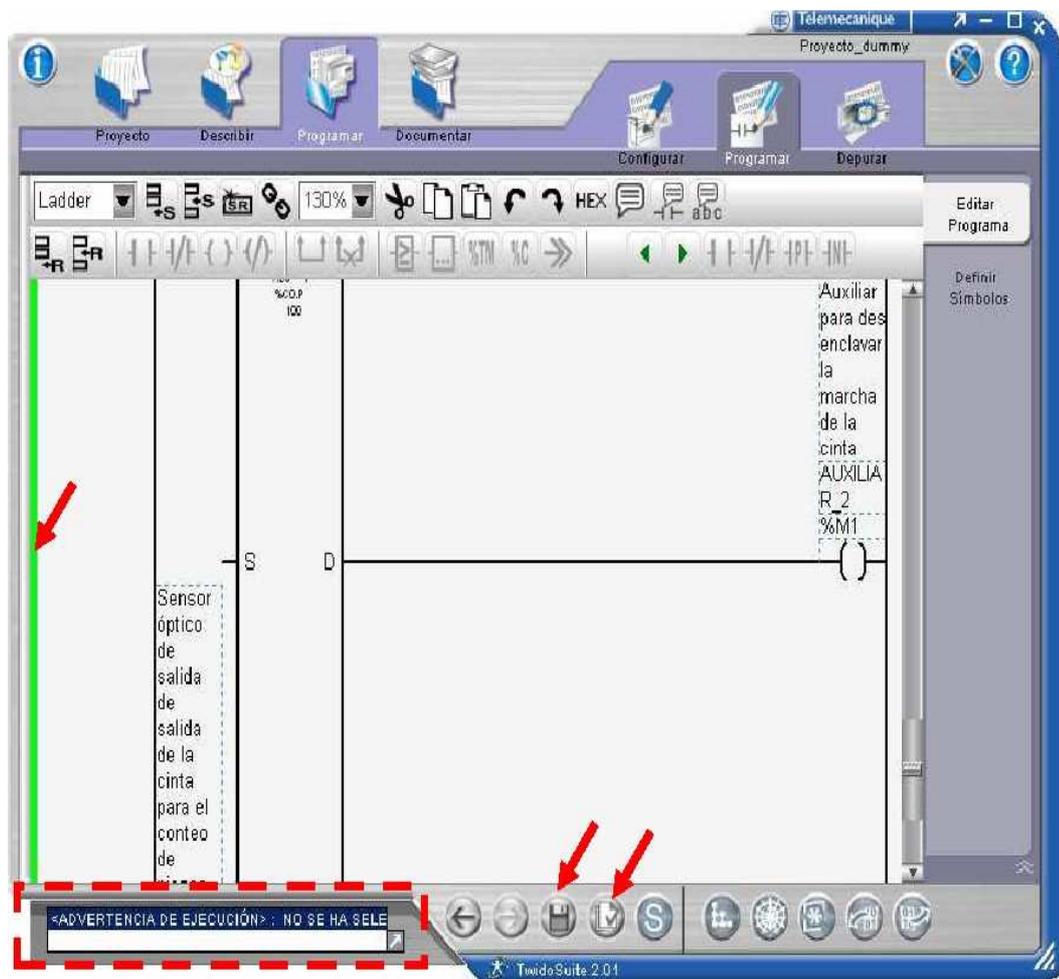


Figura 115: Revisión de errores en el programa

Si hay algún error en el programa, aparecerá en la ventana del cuadro de lista de error y el color del lateral del escalón que contiene el error permanecerá en rojo. Sino hay ningún error, no aparecerá nada en el cuadro de error y el lateral de todos los escalones se pondrán en verde (Ver, **Figura 115**).

Sólo nos dejará guardar el programa, una vez que no contenga errores, para guardarlo hay que pulsar sobre el icono de “Guardar” que se encuentra en la barra de acceso rápido .

6.5.7.4.1.10. Simulación del Programa

TwidoSuite incorpora una función de simulador que permite probar un programa recién escrito sin tener que cargarlo en el controlador. El Simulador Twido permite ejecutar el programa y probar diferentes parámetros para ver si se dan las respuestas esperadas.

Inicio del Simulador Twido: Para iniciar el Simulador Twido, hay que seleccionar Programa/Promover el Programa/clic en el botón del Simulador Twido  en la esquina inferior derecha de la pantalla TwidoSuite.

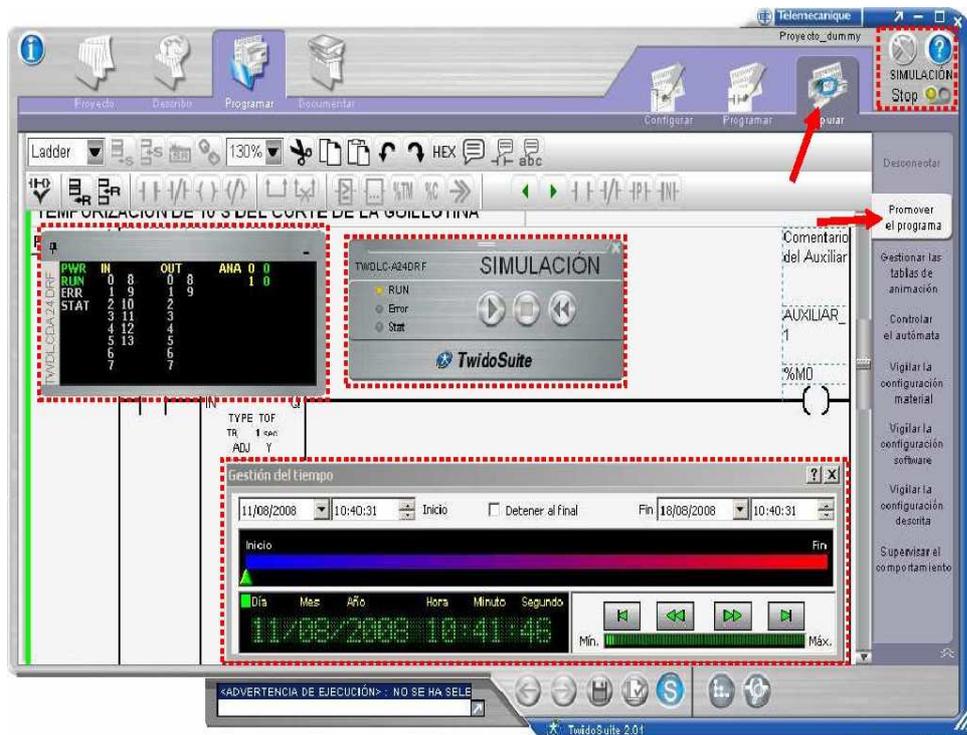


Figura 116: Simulación del programa en TwidoSuite

También aparecerá en la esquina superior derecha un cuadro que indica que se esta en modo simulación y en que estado se encuentra “RUN” o “STOP”.

En el modo simulación se pueden realizar las mismas funciones que en el modo depuración cuando se conecta directamente al autómata Twido. Pero con la diferencia que en este caso no necesitamos físicamente el PLC.

La ventana de descripción general del Simulador Twido muestra el estado de las entradas/salidas de todos los módulos de ampliación y de controlador base, descritos.

6.5.7.4.1.11. Descarga del Programa en el PLC

Para ejecutar la aplicación desde el controlador (PLC), primero se debe transferirla a la RAM.

Por medio del puerto serie EIA RS232C de la PC se puede conectar al puerto 1 del autómata con el cable TSX PCX1031. Este cable convierte las señales comprendidas entre EIA RS232 y EIA RS485.

El cable TSX PCX1031 incorpora un conmutador rotativo de cuatro posiciones para seleccionar distintos modos de funcionamiento. El conmutador designa las cuatro posiciones como "0-3" y el ajuste apropiado de TwidoSuite para el autómata Twido es la posición 2.

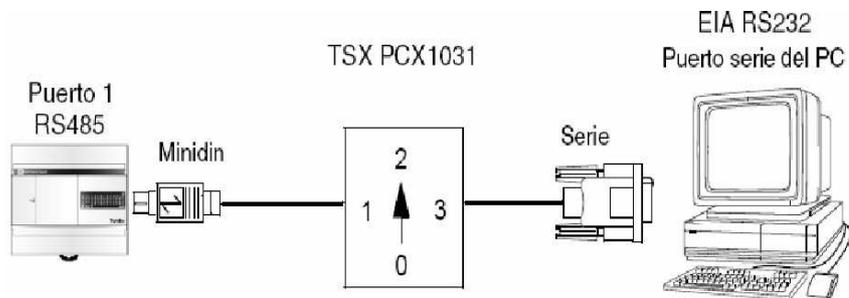


Figura 117: Comunicación PC - PLC por medio del cable TSX PCX 1031

Para transferir el programa de aplicación al PLC, si aún no ha conectado el PC al controlador, seleccione una conexión en la tabla de conexiones de la tarea Programa → Depuración → Conectar y haga clic en Aceptar.

El TwidoSuite intenta establecer una conexión con el controlador y realiza comprobaciones de sincronización entre el PC y las aplicaciones del PLC.



Figura 118: Estableciendo la comunicación PC – PLC

El Test de conexión que aparece tras pulsar “Aceptar” muestra los resultados de tres comprobaciones de sincronización.

- Línea 1: comparación entre el PC y las aplicaciones del PLC.
- Línea 2: comprobación de compatibilidad del hardware.
- Línea 3: nos indica si la aplicación está protegida.

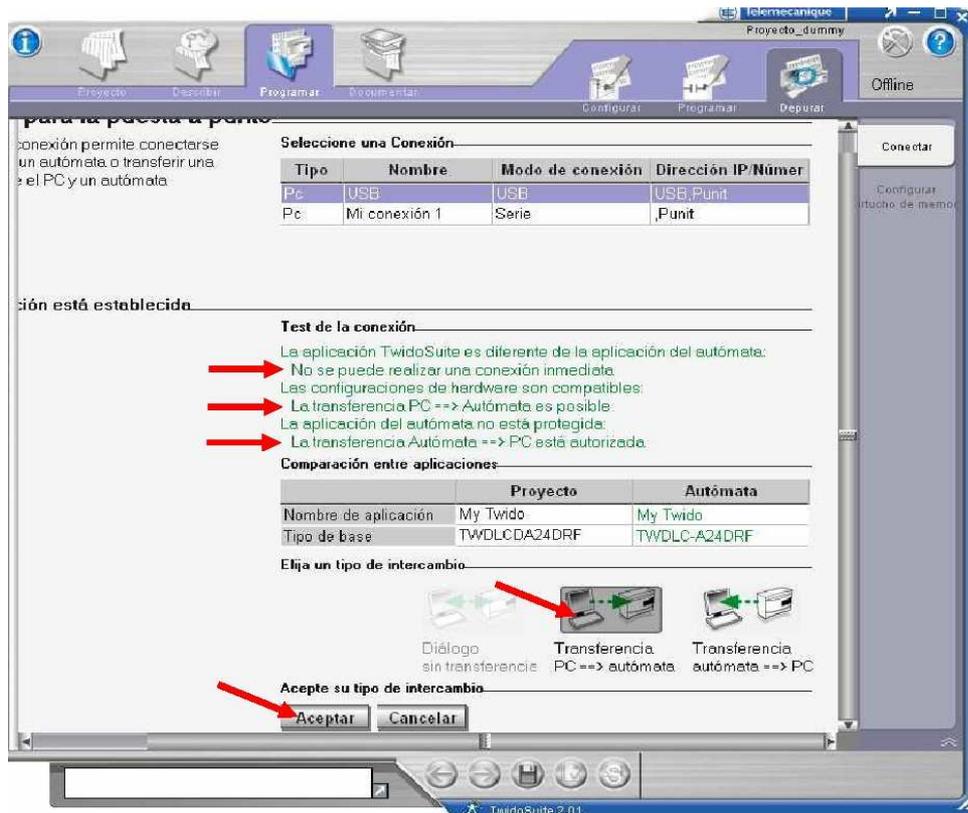


Figura 119: Ventana de Test de la conexión PC – PLC

Si el PC y las aplicaciones del PLC son diferentes, seleccione el icono del “**Transferencia PC ==> automático**” que ha quedado habilitado.

Si se está ejecutando el controlador, aparecerá un cuadro de advertencia que indica que, para continuar con la transferencia, deberá detenerse el controlador. La transferencia comienza cuando se detiene el controlador. Si el controlador está en ejecución, seleccione “**Aceptar**” para detenerlo y continuar con la transferencia. Para cerrar el cuadro y cancelar la transferencia, seleccione “**Cancelar**”.

Aparecerá un cuadro de diálogo de advertencia que indica que se sobrescribirá el contenido de la aplicación del controlador. Seleccione “**Aceptar**” para continuar con la transferencia.

6.5.7.4.1.12. Ejecución del Programa

Cuando haya acabado la transferencia del programa aparecerá una consola de control, que indicará el estado del Twido Online (Ver, **Figura 120**).



Figura 120: Ventana de estado de Twido Online

Esta estará formada con tres botones para activar los estados del PLC de modo Online:

Ejecutar: Cuando se está ejecutando el autómatas, también lo estará haciendo el programa de aplicación. Las entradas del autómatas se actualizan y los valores de datos se establecen con arreglo a las instrucciones de la aplicación. Éste es el único estado en el que se actualizan las salidas reales.

Detener: Cuando se detiene el autómatas, la aplicación no se estará ejecutando. Las entradas del autómatas se actualizan y los datos internos se mantienen con los últimos valores. Las salidas no se actualizan en este estado.

Inicializar: Cuando se inicializa el autómatas, la aplicación no se ejecutará. Las entradas del autómatas se actualizan y los valores de datos se establecen con su estado inicial. Las salidas no se actualizan en este estado.

También consta de tres pilotos de estado RUN, ERR y STAT, en el autómatas base se simulan en el Panel del autómatas:

RUN	ERR	Descripción
Apagado	Rojo parpadeante	No existe configuración en el autómata
Luz amarilla continua	Apagado	Autómata detenido
Luz verde continua	Apagado	El autómata está en funcionamiento
Verde parpadeante	Rojo parpadeante	Autómata detenido
Apagado	Luz roja continua	Error de hardware o de sistema. Reiniciarse en frío.

Tabla 10: *Condiciones RUN – ERR – STAT en ventana de estados Twido Online*

6.5.7.4.2. Desarrollo del Programa para el módulo de envasado

La programación del sistema implementado para el módulo de envasado se ayudará de la herramienta Grafcet³¹, realizando un programa simple y eficiente, equivalente en LADDER para que pueda ser entendido por el autómata.

GRAF CET, cuyo nombre deriva de **GRÁ**fico **F**uncional de **C**ontrol de **E**tapas y **T**ransiciones (en francés **GRA**phe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tapes- **T**ransitions), tiene como propósito inicial la puesta de un método de descripción de procesos, independientemente de la tecnología de los mismos, mediante un gráfico funcional interpretable fácilmente por personas no especialistas en automatización.

La característica principal de la herramienta de diseño Grafcet es que ésta descripción de procesos es ejecutada de manera secuencial; dividiéndose en etapas las diferentes funciones de trabajo de la máquina y obteniendo una secuencia de operaciones que buscan la acción del módulo de una forma autónoma y de una manera más eficiente.

³¹ Ver más información en la Pág. 19.

Los elementos básicos para poder entender un diagrama GRAFCET son los Estados y las Transiciones (Ver, **Figura 121**).

- 1) Se entiende por **Estado**, a cada una de las etapas en las cuales, cuando son activadas, se ejecutarán diferentes acciones del proceso de automatización.
- 2) Se entiende por **Transición**, la condición lógica que permite la activación de los estados y así genera una secuencia de acción entre ellos.

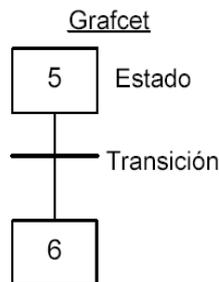


Figura 121: *Grafcet*

El software de programación (TwidoSoft) del Twido compacto, seleccionado anteriormente, admite la herramienta GRAFCET, por lo que se ha realizado un programa equivalente en LADDER para que pueda ser entendido por el autómata.

6.5.7.4.2.1. Pasos para el desarrollo del Programa empleando Grafcet

Paso 1: Representamos cada elemento actuador del módulo con una letra específica (Ver, **Tabla 11**) y establecemos la simbología para cada función que estos realizarán (Ver, **Tabla 12**), para facilitar el desarrollo del diagrama de Estados y Transiciones.

REPRESENTACION DE ELEMENTOS	FUNCIÓN QUE CUMPLE
A	Permitir la ubicación del frasco en la Banda Transportadora
B	Atrapa el frasco para el enroscado de la tapa
C	Atrapa la tapa que se enroscará en el frasco
D	Posiciona la tapa para que sea atrapada y trasladada
E	Ubica la tapa en el frasco para que sea enroscada
M	Enciende/Apaga el motor para que se enrosque la tapa al frasco
BANDA	Enciende/Apaga la Banda Transportadora

Tabla 11: Representación de elementos actuadores

SIMBOLOGIA DE FUNCIONES DE ELEMENTOS ACTUADORES	FUNCIONES DE LOS ELEMENTOS ACTUADORES
A(+)	Salida del vástago del cilindro actuador A
A(-)	Retorno del vástago del cilindro actuador A
B(+)	Salida del vástago del cilindro actuador B
B(-)	Retorno del vástago del cilindro actuador B
C(+)	Salida del vástago del cilindro actuador C
C(-)	Retorno del vástago del cilindro actuador C
D(+)	Salida del vástago del cilindro actuador D
D(-)	Retorno del vástago del cilindro actuador D
E(+)	Salida del vástago del cilindro actuador E
E(-)	Retorno del vástago del cilindro actuador E
M(+)	Encendido del motor de 24Vcc
M(-)	Apagado del motor de 24Vcc
BANDA(+)	Encendido de la Banda Transportadora
BANDA(-)	Apagado de la Banda Transportadora

Tabla 12: Simbología de funciones de cada elemento actuador

Paso 2: Por cada etapa que se realizará en la envasadora automática se graficará un cuadrado, dentro del los cuales se establecerá un número representativo a cada una, como en el módulo se encontraron que se requieren 14 etapas que van desde la ubicación del frasco en la banda transportadora hasta la salida del mismo con su tapa enroscada; en la **Figura 122**, se puede observar el diagrama Grafcet realizado para el módulo de envasado.

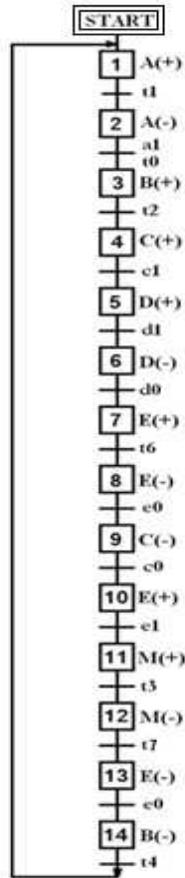


Figura 122: Grafcet del proceso de envasado automático

Para entenderse la simbología utilizada en la **Figura 122**, se puede observar la **Tabla 12**, presentada anteriormente y la **Tabla 13** que se muestra mas adelante, donde se especifica el significado de los símbolos restante mostrados en el diagrama Grafcet del proceso.

SIMBOLO	SIGNIFICADO	FUNCIÓN QUE CUMPLE
a1	Sensor magnético del cilindro actuador A	Determina si el vástago del cilindro actuador ha salido
c1	Sensor magnético del cilindro actuador C	Determina si el vástago del cilindro actuador ha salido
c0	Sensor magnético del cilindro actuador C	Determina si el vástago del cilindro actuador ha retornado
d1	Sensor magnético del cilindro actuador D	Determina si el vástago del cilindro actuador ha salido
d0	Sensor magnético del cilindro actuador D	Determina si el vástago del cilindro actuador ha retornado
e1	Sensor magnético del cilindro actuador E	Determina si el vástago del cilindro actuador ha salido
e0	Sensor magnético del cilindro actuador E	Determina si el vástago del cilindro actuador ha retornado
t0	Temporizador 0	Tiempo de transición para el paso a la siguiente etaba
t1	Temporizador 1	Tiempo de transición para el paso a la siguiente etaba
t2	Temporizador 2	Tiempo de transición para el paso a la siguiente etaba
t3	Temporizador 3	Tiempo de transición para el paso a la siguiente etaba
t4	Temporizador 4	Tiempo de transición para el paso a la siguiente etaba
t6	Temporizador 6	Tiempo de transición para el paso a la siguiente etaba

Tabla 13: Simbología de sensores y temporizadores usados en Grafcet

Paso 3: Del Diagrama Grafset (**Figura 122**), obtenemos ecuaciones asociando a cada etapa con una memoria (Ver, **Figura 123**).

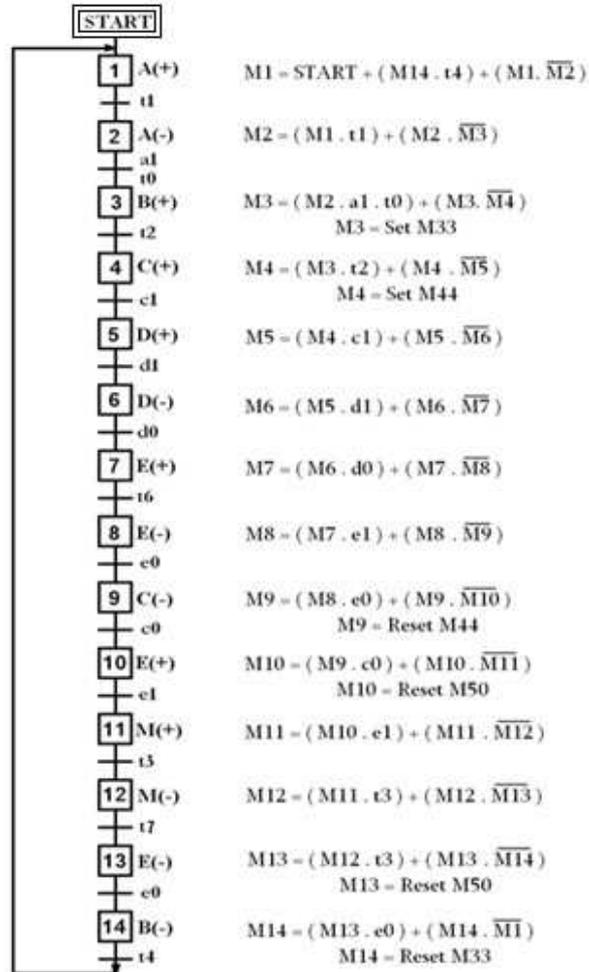


Figura 123: Ecuaciones resultantes del relacionar cada etapa con una memoria

Paso 4: Se deben enlazar las memorias con las salidas físicas del PLC, esto se puede ver en la siguiente **Tabla 14**.

MEMORIAS	ELEMENTOS ACTUADORES	SALIDAS FISICAS DEL PLC
M1	= A(-)	Q0.0
M33	= B(+)	Q0.2
M44	= C(+)	Q0.1
M5	= D(+)	Q0.6
M6	= D(-)	Q0.5
M10 + M7	= E(+)	Q0.3
M11	= M(+)	Q0.8
M13 + M8	= E(-)	Q0.4
	BANDA	Q0.7

Tabla 14: Lista de asignaciones de las salidas del PLC

De igual forma creamos la lista de asignaciones de las entradas del PLC (Ver, **Tabla 15**).

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	FUNCIÓN QUE CUMPLE	ASIGNACIÓN DE LAS ENTRADAS DEL PLC
START	Inicio del sistema	Arranca las operaciones de la envasadora automática	%I0.0
STOP	Detención del sistema	Detiene las operaciones de la envasadora automática	%I0.1
a1	Sensor magnético del cilindro actuador A	Determina si el vástago del cilindro actuador ha salido	%I0.2
c1	Sensor magnético del cilindro actuador C	Determina si el vástago del cilindro actuador ha salido	%I0.3
c0	Sensor magnético del cilindro actuador C	Determina si el vástago del cilindro actuador ha retornado	%I0.4
d1	Sensor magnético del cilindro actuador D	Determina si el vástago del cilindro actuador ha salido	%I0.5
d0	Sensor magnético del cilindro actuador D	Determina si el vástago del cilindro actuador ha retornado	%I0.6
e1	Sensor magnético del cilindro actuador E	Determina si el vástago del cilindro actuador ha salido	%I0.7
e0	Sensor magnético del cilindro actuador E	Determina si el vástago del cilindro actuador ha retornado	%I0.8

Tabla 15: Lista de asignaciones de las entradas del PLC

Paso 5: Con las ecuaciones obtenidas al asociar cada etapa con una memoria (**Figura 123**), se programará en TwidoSuite.

Primero se debe abrir TwidoSuite e ingresar en “Programming Mode (Modo de Programación)”, de las opciones que se presentan seleccionar “Create a new Project (Crear un nuevo Proyecto)”, en la parte de la derecha “Project Information (Información del Proyecto)” especificamos principalmente el nombre del proyecto y la dirección donde éste va a guardarse, el resto de información puede completarse mas adelante; luego debe darse clic en “Create (Crear)”, de esta forma ya se puede ver que se han habilitado las pestañas:



Al pulsar en “Describe (Describir)”, en esta ventana se seleccionará el tipo de PLC de la marca Telemecanique que se usará y se lo arrastrará hasta el panel gráfico (Ver, **Figura 124**).

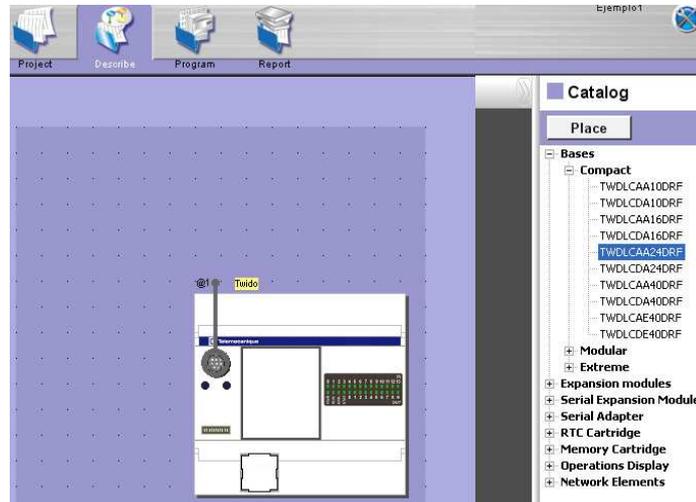


Figura 124: Selección del PLC en TwidoSoft para el desarrollo del programa

Luego hay que dar doble clic sobre la imagen del PLC para realizar la asignación de entradas y salidas en base a las **Tablas (12 y 13)** establecidas anteriormente.

ASIGNACIÓN DE ENTRADAS/SALIDAS DEL PLC	SIMBOLO
%I0.0	START
%I0.1	STOP
%I0.2	a1
%I0.3	c1
%I0.4	c0
%I0.5	d1
%I0.6	d0
%I0.7	e1
%I0.8	e0
Q0.0	A(-)
Q0.1	C(+)
Q0.2	B(+)
Q0.3	E(+)
Q0.4	E(-)
Q0.5	D(-)
Q0.6	D(+)
Q0.7	BANDA
Q0.8	M(+)



Module configuration. Apply Cancel

Inputs / Outputs

Table of inputs

Used	Address	Symbol	Used By	Filtering
<input type="checkbox"/>	%I0.0	START		3 ms
<input type="checkbox"/>	%I0.1	STOP		3 ms
<input type="checkbox"/>	%I0.2	A_1		3 ms
<input type="checkbox"/>	%I0.3	C_1		3 ms
<input type="checkbox"/>	%I0.4	C_0		3 ms
<input type="checkbox"/>	%I0.5	D_1		3 ms
<input type="checkbox"/>	%I0.6	D_0		3 ms
<input type="checkbox"/>	%I0.7	E_1		3 ms
<input type="checkbox"/>	%I0.8	E_0		3 ms
<input type="checkbox"/>	%I0.9			3 ms
<input type="checkbox"/>	%I0.10			3 ms
<input type="checkbox"/>	%I0.11			3 ms
<input type="checkbox"/>	%I0.12			3 ms
<input type="checkbox"/>	%I0.13			3 ms

Table of outputs

Used	Address	Symbol	Status?	Used By
<input type="checkbox"/>	%Q0.0	A_MENOS	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	%Q0.1	C_MAS	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	%Q0.2	B_MAS	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	%Q0.3	E_MAS	<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	%Q0.4	E_MENOS		
<input type="checkbox"/>	%Q0.5	D_MENOS		
<input type="checkbox"/>	%Q0.6	D_MAS		
<input type="checkbox"/>	%Q0.7	BANDA		
<input type="checkbox"/>	%Q0.8	MOTOR		
<input type="checkbox"/>	%Q0.9			

Figura 125: *Asignación de entradas y salidas en TwidoSoft*

Al haber ingresado los símbolos que representarán a cada entrada y salida hay que dar clic en “Apply” para aplicar las asignaciones.

A continuación se dará clic en  y en  para adherir una sección y el desarrollo del programa en base a las ecuaciones obtenidas anteriormente mediante Grafcet, estas ecuaciones se pueden ver en la **Figura 123**.

Al terminar de realizar el programa, se analiza cliqueando en  para certificar que no existe error alguno y luego se procede a simularlo con  .

Luego de simular el programa se lo transfiere a la memoria física del PLC para en un entorno real, adherir instrucciones faltantes, determinar los tiempos exactos para cada proceso (calibración) y ultimar todo para la correcta operación del proceso del módulo de envasado automático.

En el **ANEXO VII**, se puede observar el programa final con el cual el Autómata Programable controla todo el proceso del proyecto planteado.

6.5.7.4.3. Programación de la Interfaz Hombre-Máquina (HMI)

El monitoreo de las señales y los estados del sistema del control que se ha desarrollado se la ha encargado a la interfase hombre-máquina (HMI) ya que ésta es la interfaz de comunicación entre operario y proceso.

La sigla HMI es la abreviación en inglés de Interfaz Hombre Máquina. A los sistemas HMI se los puede relacionar 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 computadoras se los conoce también como software de monitoreo y control de supervisión. Las señales del procesos 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 Variadores de velocidad de motores. Todos estos dispositivos deben tener una comunicación que entienda el HMI.

Por tanto la HMI representa el medio de interacción entre un usuario y un determinado hardware, para el caso de control de procesos la HMI, debe ser capaz de mostrar al usuario datos básicos de todo sistema de control de procesos.

El software de programación que se puede emplear para crear la Interfaz Hombre Máquina es diverso, entre los principales se pueden mencionar a LabView, Look Out, Syscon, Graphworx, etc.

6.5.7.4.3.1. Componentes de un HMI

- a) Unidad de Control.
- b) Unidad de Monitoreo.
- c) Sistema de Comunicaciones.
 - Capa Física.
 - Protocolo.

Como **unidad de control** se ha seleccionado el PLC Twido compacto de la marca Telemecanique ya que está diseñado para soportar el protocolo Modbus que requerimos para establecer el HMI.

Como **unidad de monitoreo** se ha escogido el Software LABVIEW 7.0 que posee un lenguaje propio y fácil mente puede comunicarse con el Twido compacto empleado en el proyecto.

Para el **sistema de comunicaciones** es indispensable establecer la capa física y el protocolo:

La *capa física* está constituida por: Cables, conectores, hardware de comunicaciones, niveles de señales, etc. Por ejemplo el proyecto estaría conformada por el cable de comunicación TSX PCX 1031.

El *Protocolo* se refiere al “Idioma” con el que la unidad de control se comunica con la unidad de monitoreo. En este caso se ha seleccionado el Protocolo Modbus para cumplir con tal fin.

6.5.7.4.3.2. 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 reportar estos eventos. Las alarmas son reportadas basadas en límites de control preestablecidos.

Control: Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites. El 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 muestra y almacenamiento en archivos, de datos del proceso a una determinada frecuencia. Este almacenamiento de datos es una poderosa herramienta para la optimización y corrección de procesos.

6.5.7.4.3.3. Tareas de un 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 de proceso.

Para este proyecto la HMI se realizará en LabVIEW 7 con el protocolo Modbus como medio de transmisión, el cual para ser compatible con LabVIEW se requiere la instalación del OPC server y la configuración del mismo.

LabVIEW no acepta así de simple el protocolo Modbus o la comunicación empleando otros protocolos, por lo que requiere un software para enseñarle a LabVIEW a que hable el mismo lenguaje del PLC, para que de esta forma pueda entenderlo, por esta razón se ha empleado el OPC server de National Instruments.

6.5.7.4.3.4. OPC Server

OPC, es un mecanismo de comunicación estándar creado por algunas compañías de control de proceso en consorcio con Microsoft para resolver el problema de interoperabilidad. El estándar OPC permite el intercambio de información en tiempo real entre clientes de PCs que cuentan con sistemas operativos de Microsoft.

OPC = OLE for Process Control = OLE para Control de Procesos.

OLE = Object Linking and Embedding = Integración y Unión de Objetos.

Para un desarrollador de Hardware esto significa que sólo tiene que hacer un driver o controlador para todos los sistemas HMI/SCADA (Ver, **Figura 127**), en lugar de hacer un driver o controlador para cada uno de ellos (Ver, **Figura 126**).

Al tener que crear un sólo driver o controlador, se ahorra una gran cantidad de tiempo y dinero en el desarrollo. De esta misma manera se genera un mercado más grande para el Hardware, ya que más paquetes computacionales pueden utilizarlo.

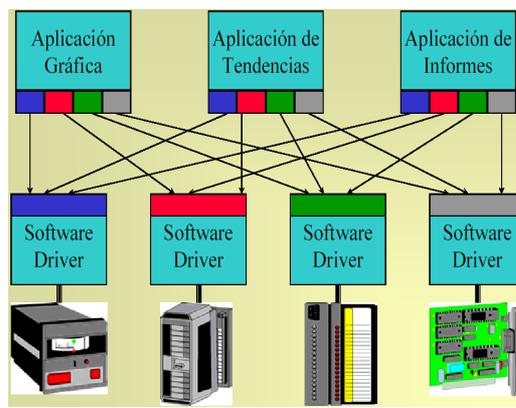


Figura 126: Problema sin OPC: un driver o controlador para cada sistema

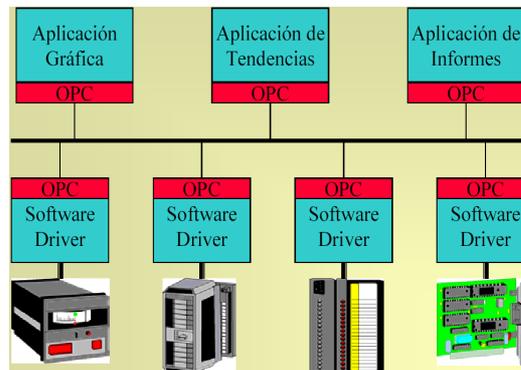


Figura 127: Solución OPC: un driver o controlador para todos los sistemas

Para el usuario final, esto significa que va a tener mayor interoperabilidad. Puede utilizar el mismo Hardware en Lookout o en LabVIEW DSC (Datalogging and Supervisory Control) sin tener necesidad de cargar un nuevo driver. Además, el usuario puede utilizar Hardware de otras compañías tales como los PLCs que tienen drivers o controladores OPC, con Lookout o LabVIEW DSC, sin tener que

esperar a que National Instruments desarrolle un driver para este PLC. OPC además le permite utilizar productos de National Instruments como Fieldpoint o Tarjetas de Adquisición de Datos (DAQ) con sistemas HMI/SCADA de otras compañías. Finalmente, OPC incrementa la universalidad de los Drivers, ya que rara vez se desarrollaran Drivers específicos para alguna aplicación.

Por tanto OPC es un estándar de comunicaciones abierto que permite la intercomunicación entre hardware y aplicaciones. De este modo se elimina la necesidad de que todos los programas cuenten con drivers para dialogar con múltiples fuentes de datos, basta que tengan un driver OPC.

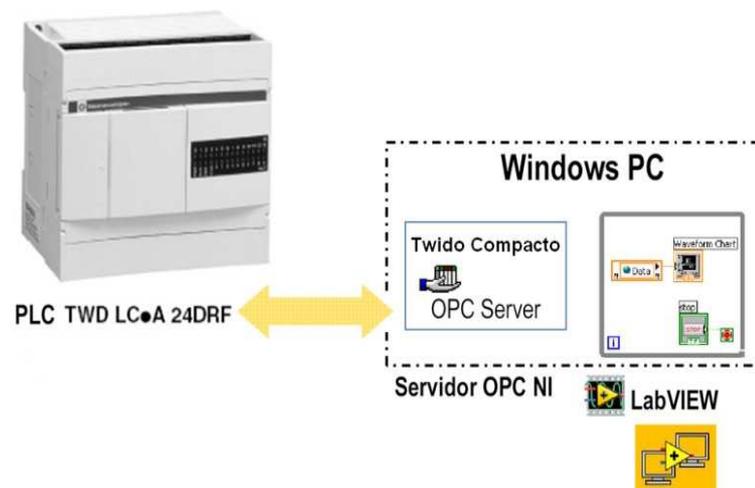


Figura 128: Comunicación LabVIEW – PLC por medio de OPC Server NI

6.5.7.4.3.4.1. Arquitectura de una red que trabaja con estándar OPC

a) Un dispositivo o aplicación (hardware o software) de cualquier marca o fabricante, el cual genera o contiene los datos que queremos obtener. Puede ser un PLC, un DCS, una báscula, una Base de Datos, un fichero de Excel, un RTU, un Switch, un Router o cualquier otro hardware o software que contenga datos.

b) Un Servidor OPC específico para este Hardware o Software. Un Servidor OPC es un software que "conoce" el lenguaje propietario del Hardware o Software de donde sacará los datos.

Hay Servidores OPC para las diferentes marcas de dispositivos (Siemens, Allen Bradley, Omron, GE, Schneider, Honeywell, Emerson, Yokogawa, ABB, etc...).

c) Un Cliente OPC es un software que tiene implementadas las especificaciones estándar y que puede comunicarse con cualquier Servidor OPC. Al ser OPC un protocolo abierto, cualquier Cliente OPC puede conectarse con cualquier Servidor OPC sin importar desarrolladores ni fabricantes.

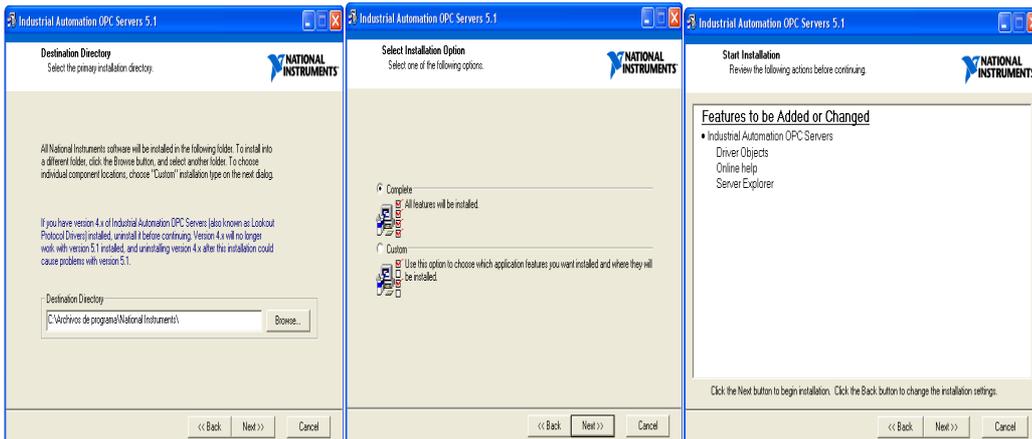
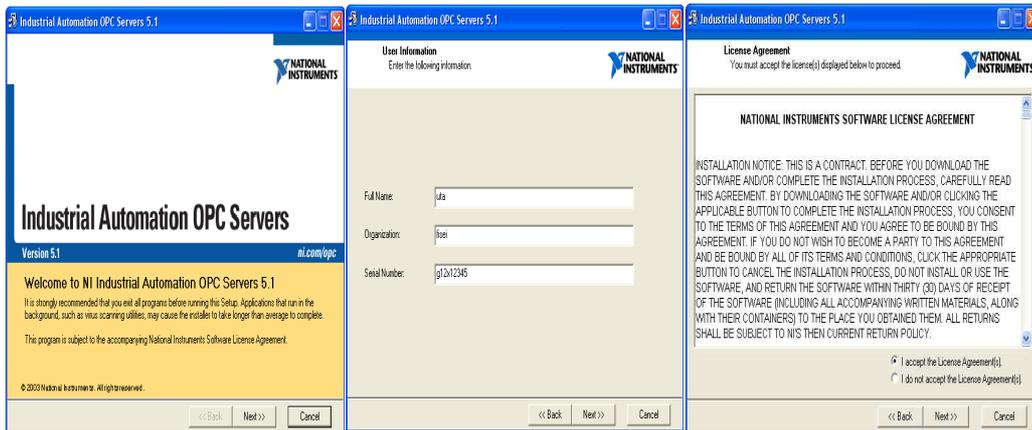
Un Cliente OPC puede ser una aplicación en Visual Basic, un SCADA ya que todos incorporan esta funcionalidad, una aplicación tipo LabVIEW, etc. Cualquier programador puede hacerse su propio Cliente OPC.

6.5.7.4.3.4.2. Ventajas de trabajar con el estándar OPC

- Es más universal.
- Menos dependiente del dispositivo.
- Ideal para aplicaciones HMI y SCADA.

6.5.7.4.3.4.3. Instalación del OPC Server

Seleccionar el archivo ejecutable “**setup**” y abrirlo para la instalación del OPC Server.



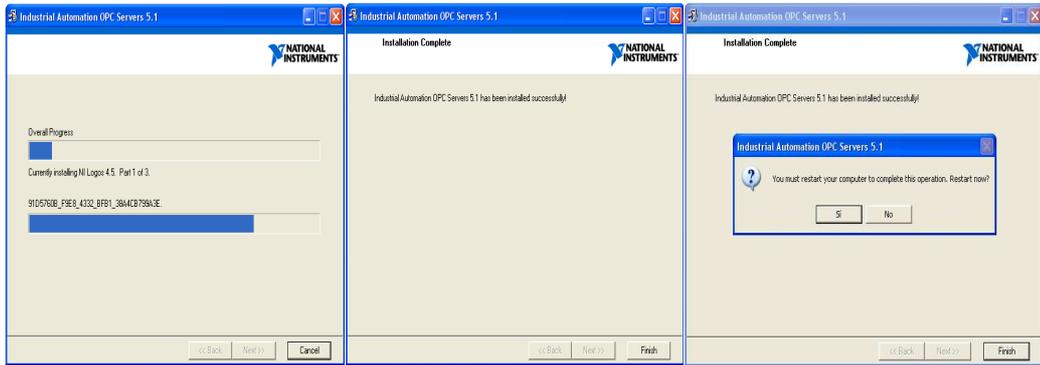


Figura 129: Procedimiento para la instalación del OPC Server NI

6.5.7.4.3.5. Desarrollo de la HMI en LabVIEW³²:

En la **Figura 133**, se puede observar el programa final desarrollado en LabVIEW para establecer la HMI del módulo de envasado automático.



Figura 130: Programa para la HMI desarrollado en LabVIEW 7

³² Ver más información sobre programación en LabVIEW en la Pág. 66, o profundizar consultando el libro: *LabVIEW 8.2*, desarrollado por LOJARA, Rafael & PELEGRI, José.

6.5.7.4.3.5.1. Descripción de elementos y operación de la HMI

El botón **“START”** sirve para iniciar la operación del módulo de envasado automático.



El botón **“STOP”** se emplea para detener la operación del módulo y reiniciar el conteo de **“FRASCOS ENVASADOS”**.



El botón **“SALIR”** detiene la ejecución del programa y lo cierra.



El indicador numérico **“FRASCOS ENVASADOS”** Muestra el número de frascos que han sido envasados hasta el momento.



El indicador **“TIEMPO DE LLENADO”** presenta el tiempo que transcurre mientras se llena el frasco.



El Led **“DOSIFICA FRASCO”** Indica al activarse que el cilindro actuador de la tolva de frascos a impulsado uno de ellos a la banda transportadora.



ESTADO NORMAL



AL ACTIVARSE

El Led **“SOSTIENE FRASCO”** Indica al activarse que los cilindros neumáticos de doble efecto han atrapado el frasco.



ESTADO NORMAL



AL ACTIVARSE

El Led **“LLENA FRASCO”** Indica al activarse que el frasco está siendo llenado.



ESTADO NORMAL



AL ACTIVARSE

El Led **“EMPUJA TAPA”** Indica al activarse que se ha proporcionado la tapa para que sea atrapada y llevada hasta el frasco.



ESTADO NORMAL



AL ACTIVARSE

El Led **“RECOJE TAPA”** Indica al activarse que se ha ordenado recoger la tapa y ubicarla en el frasco para que sea enroscada.



ESTADO NORMAL



AL ACTIVARSE

El Led “**ENROSCA TAPA**” Indica al activarse que se ha fijado la tapa al frasco.



ESTADO NORMAL



AL ACTIVARSE

El Led “**SUELTA FRASCO**” Indica al activarse que se ha soltado el frasco para que continúe el trayecto de la banda.



ESTADO NORMAL



AL ACTIVARSE

El Led “**BANDA**” Indica al activarse que la banda al momento está funcionando.



ESTADO NORMAL



AL ACTIVARSE

6.6. Conclusiones

- Para realizar la automatización del proceso del módulo se debió idear un plan para estructurar el control, ya que el tener un buen modelo resulta de una ayuda inestimable para éste o cualquier diseño de automatización industrial.
- Con el fin de automatizar un proceso se han establecido modelos normalizados, como: Redes de Petri, Grafcet, Cartas de estado (Statecharts), pero para el desarrollo del sistema de control del proceso de *Embasado Automático* se ha optado por el modelado *Grafcet*, debido a que es sencillo de asimilar y de utilizar, éste método es muy empleado actualmente y ha sido adoptado por varios fabricantes de autómatas como modelo básico.

- El modelado por medio de Grafcet nos facilitó el *desarrollo del programa* para que éste no se vuelva tedioso o complejo debido a las diferentes etapas que están involucradas en el proceso a automatizar dando un orden a las operaciones realizadas en el módulo.
- El modelado del sistema de control por medio de Grafcet nos proporcionó una base para que a partir de ella se complementen todas las demás actividades necesarias para la correcta operación del módulo de envasado automático.
- Para que el nivel de Control Básico pueda comunicarse con el nivel de Supervisión fue necesario definir el tipo de protocolo que se utilizaría para vincular estos dos niveles. El protocolo de comunicación definido en este proyecto es de tipo Modbus.
- El cable de comunicación TSX PCX 1031 brinda la posibilidad de realizar la conexión física entre el PLC de la marca Telemecanique con la PC ya que está diseñado para soportar el protocolo Modbus.
- Para establecer la HMI se requiere la comunicación entre el PLC y LabVIEW por lo que además del cable de comunicación se requiere que LabVIEW hable el mismo lenguaje que el PLC, para que pueda entenderlo, por esta razón se ha configurado el software OPC server.
- La arquitectura de los sistemas de hoy a menudo integra diferentes ambientes de control, tales como tuberías de gas y aceite, control de plantas de tratamiento de agua e infinidad procesos industriales en un solo centro de control y día a día se implementan más y más de estos sistemas en los más diversos campos de trabajo, cuyo límite depende solo de la imaginación del ingeniero.

6.7. Recomendaciones

- Se debe realizar una minuciosa calibración de todos los sensores y actuadores existentes antes de poner en marcha el funcionamiento del proyecto, con el objetivo proteger al equipo y tener un óptimo funcionamiento del mismo.
- Es indispensable el emplear una fuente fija o regulable de 24V/3A debido al uso de dos motores CC.
- Al controlar las operaciones del módulo de envasado desde LabVIEW es necesario que este cerrado el programa TwidoSoft ya que puede presentarse ciertos inconvenientes debido a que ambos programas utilizan el mismo puerto serie.
- Al efectuar la programación del equipo en el PLC es fundamental colocar condiciones de seguridad para proteger a todo el sistema en caso de falla fortuita.
- Se propone a fin de profundizar en la investigación, el estudio de una interfaz empleando tecnologías actualmente en auge (AS-Interface, Ethernet o Bluetooth); como alternativa de automatización al cableado típico (cableado paralelo), empleado al trabajar con instrumentos y actuadores electrónicos (cables de alimentación y señales para cada equipo).

6.8. Bibliografía

- ⌘ SINCLAIR, Ian R. (2001). *Sensors and Transducers*.
- ⌘ MINCHALA, Ismael (2008). *Instrumentación Industrial*.
- ⌘ CULTURAL S. A., España (2000). *Guía práctica de electricidad y electrónica*.
- ⌘ JIMENEZ, Emilio (2004). *Técnicas de Automatización Avanzadas en Procesos Industriales*.
- ⌘ GONZALES, José (2004). *Automatización de Procesos Industriales*.
- ⌘ SCHNEIDER ELECTRIC, España (2008). *Manual Twido Suite*.
- ⌘ LOJARA, Rafael & PELEGRI, José. *LabVIEW 8.2*
- ⌘ PAZMAY R., Galo. *Guía práctica para la elaboración de Tesis y trabajos de Investigación*.

6.8.1. Linkografía

- ⌘ http://www.edu.juntaex.es/dgfpypap/fp/fciclo/fabr_mec/fmecom3p.pdf
- ⌘ http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/transductoressensores/default3.asp
- ⌘ <http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor>
- ⌘ http://es.wikipedia.org/wiki/Interruptor_el%C3%A9ctrico
- ⌘ http://es.wikipedia.org/wiki/Conductor_el%C3%A9ctrico
- ⌘ http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/motores.asp
- ⌘ <http://www.dtforum.net/index.php?topic=22944.0>

6.8.2. Otros

- ⌘ módulo de formación en PLCs octavo semestre (2008)
- ⌘ ORTIZ V., Diego. Curso de capacitación “Automatización Industrial con LabVIEW”
- ⌘ POLIGRAFIADO UTA/FISEI. Guía para el desarrollo de trabajos de graduación.

ANEXO I: *Encuesta dirigida a los docentes.*

U.T.A. / F.I.S.E.I.

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACION

Objetivo:

Esta encuesta está dirigida a los docentes de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI/UTA, orientada a realizar una investigación sobre la necesidad de un módulo de industrial en la institución que mejore la enseñanza-aprendizaje de las asignaturas que requieren prácticas técnicas basadas en entornos industriales reales.

Instrucciones:

Lea las siguientes preguntas y marque una **X** en la alternativa que usted elija.

Preguntas:

1. ¿Considera que las materias técnicas deben ser complementadas con prácticas en módulos que asemejen entornos industriales reales?
SI NO
2. ¿Cree que se debería implementar algún módulo industrial que permita al alumno visualizar de mejor forma las operaciones que se realizan en industrias actuales?
SI NO
3. ¿Usted como docente considera que si se incrementara el material técnico educativo (módulos industriales para la realización de prácticas), se podría relacionar de mejor forma la teoría con la práctica y por ende mejorar las destrezas de los alumnos?
SI NO
4. ¿Cree que si el alumno se capacitara por medio de prácticas técnicas, incrementaría sus experiencias y podría adecuarse rápidamente al mundo laboral?
SI NO
5. ¿Estaría de acuerdo en que se implementen en la institución un módulo industrial didáctico de envasado automático que mejoren las capacidades técnicas de los alumnos?
SI NO

ANEXO II: *Encuesta dirigida a los estudiantes.*

U.T.A. / F.I.S.E.I.

CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL EN PROCESOS

DE AUTOMATIZACION

Objetivo:

Esta encuesta está dirigida a los estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización de la FISEI/UTA, orientada a realizar una investigación sobre la necesidad de un módulo de industrial en la institución que mejore la enseñanza-aprendizaje de las asignaturas que requieren prácticas técnicas basadas en entornos industriales reales.

Instrucciones:

Lea las siguientes preguntas y marque una X en la alternativa que usted elija.

Preguntas:

1. ¿Considera que las materias técnicas deben ser complementadas con prácticas en módulos que asemejen entornos industriales reales?
SI NO
2. ¿Cree que se debería implementar algún módulo industrial que le permita visualizar de mejor forma las operaciones que se realizan en industrias actuales?
SI NO
3. ¿Usted como alumno considera que si se incrementara el material técnico educativo (módulos industriales para la realización de prácticas), se podría relacionar de mejor forma la teoría con la práctica y por ende mejorar las sus destrezas?
SI NO
4. ¿Cree que si usted se capacitara por medio de prácticas técnicas, incrementaría sus experiencias y podría adecuarse de mejor forma al mundo laboral?
SI NO
5. ¿Estaría de acuerdo en que se implemente en la institución un módulo industrial didáctico de envasado automático que permita mejorar sus capacidades técnicas y expectativas de la materia impartida por el docente?
SI NO

ANEXO III:

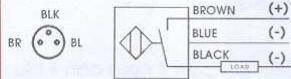
Catálogo CAMOZZI.

Magnetic proximity switch

Operating instructions



The magnetic proximity switch is an electrical proximity switch. The internal reed contact is actuated by a magnetic field and completes an electrical circuit. The sensor, integrated in the cylinder groove or fixed with the proper adaptors, defines the position of the cylinder magnetic piston.



Electrical connections:

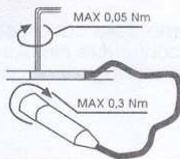
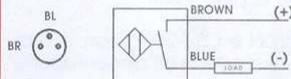
See the drawings.

Cautions:

In the 3-wires version, do **not** connect the black to the blue and do **not** connect the black wire to any pole of the power supply. It is permitted the series connection of several sensors.

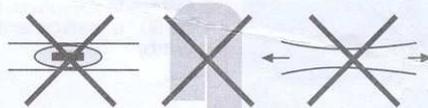
In the 2-wires version, make sure that a load is always connected to the blue. Avoid the series connection of several sensors.

In the CST-250N and CSV-250N version used with a wire extension CS-5, make sure the brown wire is connected to the power and the black wire is connected to the load.



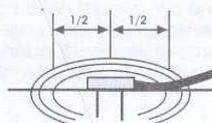
Attention!

In fixing the sensor into the cylinder groove and in the plug-in connection, do **not** exceed the maximum permitted torques shown in the picture.



Attention!

Do **not** squash, bend, stretch the cables.



Commissioning:

Apply current to the sensor and place the cylinder piston in the position which you wish to define. Shift the sensor along the cylinder groove at first until it switches, then few millimetres further in the same direction until it switches off. Place the sensor half way between the switch-on and switch-off points.

CST 220 CST 250N IP 67
CSV 220 CSV 250N

10 - 110 V AC/DC
0,25 A Ohmic/Load
0,25 A Inductive/Load

CST 232 CST 262 IP 67
CSV 232 CSV 262

5 - 30 V AC/DC
0,5 A Ohmic/Load
0,25 A Inductive/Load

93-7531-0005

ANEXO IV:

Catálogo BANNER.



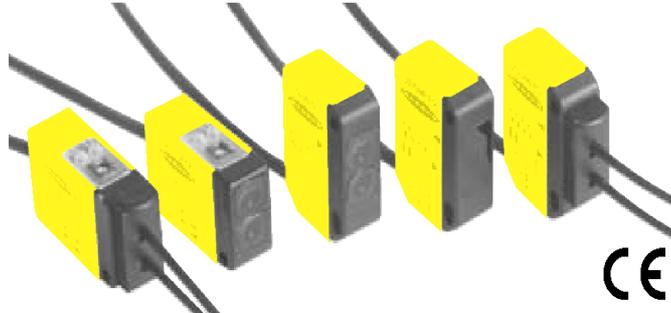
Q23 and QH23

Miniature dc photoelectric sensors

Installation Guide

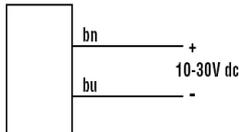
Additional information on this product is immediately available online at www.bannerengineering.com/69509

View or download additional information, including excess gain curves, beam patterns and additional accessories. For further assistance, contact a Banner Engineering Applications Engineer at (763) 544-3164 or (888) 373-6767.



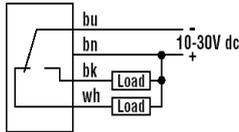
Emitters

Note: No connection to bk and wh wires of QD cable.

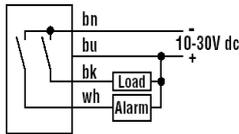


NPN (Sinking) Output Models

Standard Hookup

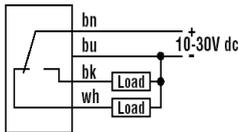


Alarm Hookup

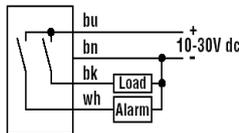


PNP (Sourcing) Output Models

Standard Hookup



Alarm Hookup



Cable and QD hookups are identical.



Q23 Models

Sensing Mode	LED	Model*	Output Type	
Opposed	8 m (26')	Visible Red 680 nm	Q236E	-
			Q23SN6R	NPN
			Q23SP6R	PNP
Polarized Retro	100 mm-2 m (4" to 80')	Visible Red 680 nm	Q23SN6LP	NPN
			Q23SP6LP	PNP
Diffuse Short Range	2-50 mm (0.1"-2") Opt. 200 mm (8") Max.	Visible Red 680 nm	Q23SN6D	NPN
			Q23SP6D	PNP
Diffuse Long Range	30-300 mm (1.2"-12") Opt. 800 mm (32") Max.	Visible Red 680 nm	Q23SN6DL	NPN
			Q23SP6DL	PNP
Convergent	50 mm (2")	Visible Red 680 nm	Q23SN6CV50	NPN
			Q23SP6CV50	PNP
Plastic Fiber Optic	Range varies by sensing mode and fiber optics used	Visible Red 680 nm	Q23SN6FP	NPN
			Q23SP6FP	PNP
			Q23SN6FPY	NPN
			Q23SP6FPY	PNP



QH23 Models

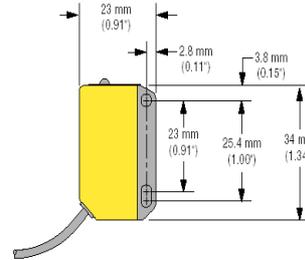
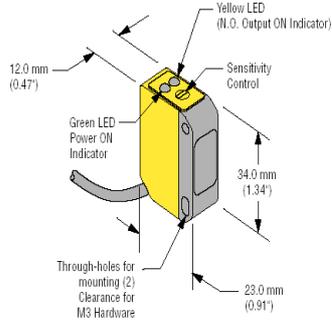
Sensing Mode	LED	Model*	Output Type	
Opposed	8 m (26')	Visible Red 680 nm	QH236E	-
			QH23SN6R	NPN
			QH23SP6R	PNP
Polarized Retro	100 mm-2 m (4" to 80')	Visible Red 680 nm	QH23SN6LP	NPN
			QH23SP6LP	PNP
Diffuse Short Range	2-50 mm (0.1"-2") Opt. 200 mm (8") Max.	Visible Red 680 nm	QH23SN6D	NPN
			QH23SP6D	PNP
Diffuse Long Range	30-300 mm (1.2"-12") Opt. 800 mm (32") Max.	Visible Red 680 nm	QH23SN6DL	NPN
			QH23SP6DL	PNP
Convergent	50 mm (2")	Visible Red 680 nm	QH23SN6CV50	NPN
			QH23SP6CV50	PNP
Plastic Fiber Optic	Range varies by sensing mode and fiber optics used	Visible Red 680 nm	QH23SN6FP	NPN
			QH23SP6FP	PNP
			QH23SN6FPY	NPN
			QH23SP6FPY	PNP

* Standard 2 m (6.5') cable models are listed.
 • 9 m (30') cable: add suffix "W30" to the model number (e.g., QH23SP6FPY W30).
 • 4-pin Pico pigtail (150 mm/6") QD models: add suffix "Q" (e.g., QH23SP6FPYQ).

Q23 Sensor Dimensions

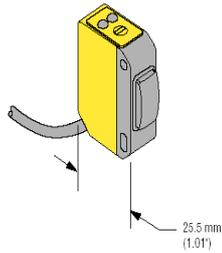
Opposed, Diffuse and Retroreflective Models

(model suffix E, R, D, DL and LP)



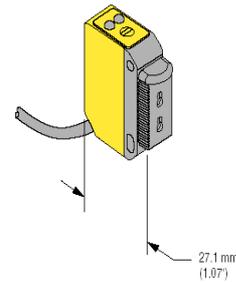
Convergent Models

(model suffix CV)



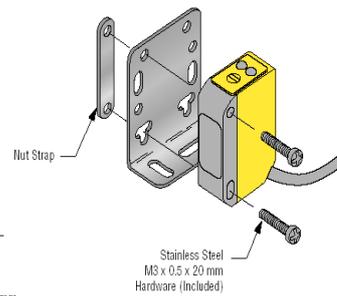
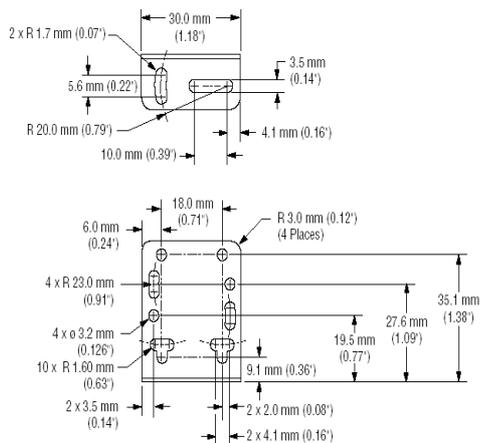
Plastic Fiber Optic Models

(model suffix FP and FPY)



Q23 Mounting Bracket

(included with sensor)

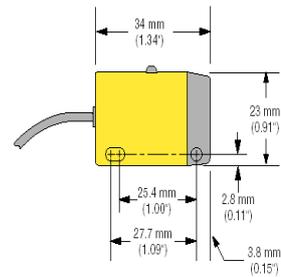
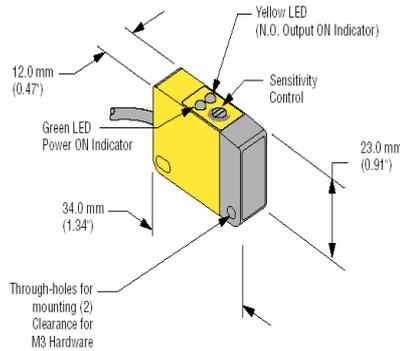


NOTE: Use of lockwashers is optional

QH23 Sensor Dimensions

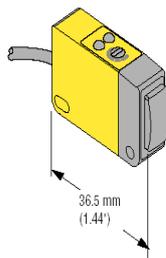
Opposed, Diffuse and Retroreflective Models

(model suffix E, R, D, DL and LP)



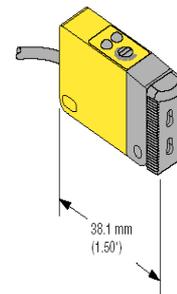
Convergent Models

(model suffix CV)



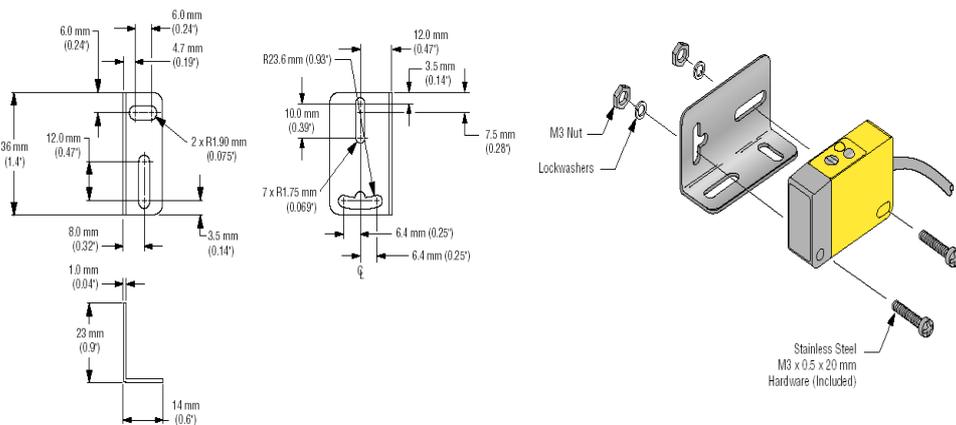
Plastic Fiber Optic Models

(model suffix FP and FPY)



QH23 Mounting Bracket

(included with sensor)



Specifications

Supply Voltage and Current

10 to 30V dc (10% maximum ripple) at less than 25 mA (exclusive of load)
(Opposed emitters and receivers draw 20 mA each)

Supply Protection Circuitry

Protected against reverse polarity and transient voltages

Output Configuration

Solid-state dc complementary outputs:

Q(H)23SN6xx models: NPN sinking, N.O. (normally open) & N.C. (normally closed) complementary

Q(H)23SP6xx models: PNP sourcing, N.O. & N.C. complementary

Light operate: N.O. output conducts when the sensor sees its own modulated light source

Dark operate: N.C. output conducts when the sensing beam is blocked

The N.C. output may be used as an alarm output, depending upon hookup to the power supply (see hookup diagrams)

Output Rating

150 mA maximum each in standard hookup; when wired for alarm output, the total load may not exceed 150 mA

Off-state leakage current less than 1 microamp at 30V dc

Output saturation voltage less than 1 volt at 10 mA dc; less than 1.5V at 150 mA dc

Output Protection Circuitry

Protected against false pulse on power-up and continuous overload or short-circuit of outputs

Output Response Time

1 millisecond on and off
(FPY model high-speed sensors: 100 microsecond response time)

NOTE: 100 ms delay on power-up; outputs do not conduct during this time.

Repeatability

All opposed sensors: 0.13 ms

FPY model high-speed sensors: 25 microseconds

All other models: 0.25 ms

Response time and repeatability specifications are independent of signal strength.

Adjustments

Sensitivity control (single-turn, o-ring sealed potentiometer)

Indicators

Emitters: green Power ON indicator

All others: green Power ON and yellow Output indicators

Construction

Reinforced thermoplastic polyester housing, completely sealed, o-ring seal, acrylic lenses; stainless steel screws and mounting bracket.

Environmental Rating

Meets NEMA standards 1, 2, 3, 3S, 4, 4X, 6, 12, and 13; IEC IP67.

Housing materials rated UL 94 V-0.

Connections

PVC-jacketed 4-conductor 2 m (6.5') or 9 m (30') cables, or 6" pigtail with 4-pin Pico-style quick disconnect (QD) fitting are available. Mating QD cables are ordered separately.

Operating Conditions

Temperature: -20° to +55°C (-5° to +131°F)

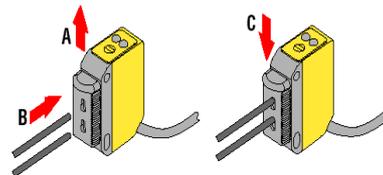
Max. rel. humidity: 90% at 50°C (non-condensing)

Application Note

To avoid damage to the sensor caused by static discharge (ESD), use the plastic screwdriver supplied with each sensor (included in the hardware packet) to adjust the sensitivity control. Otherwise, use a screwdriver with an insulated handle.

Plastic Fiber Installation

- A) Unlock the fiber gripper as shown. If 0.25 mm or 0.5 mm core fibers are being used, insert the small fiber adapter into the ports.
- B) Gently insert the prepared plastic fiber ends into the ports, as far as they will go.
- C) Slide the fiber gripper back to lock, as shown.



Additional information on this product is immediately available online at www.bannerengineering.com/69509

*View or download additional information, including excess gain curves, beam patterns and additional accessories.
For further assistance, contact a Banner Engineering Applications Engineer at (763) 544-3164 or (888) 373-6767.*

WARRANTY: Banner Engineering Corp. warrants its products to be free from defects for one year. Banner Engineering Corp. will repair or replace, free of charge, any product of its manufacture found to be defective at the time it is returned to the factory during the warranty period. This warranty does not cover damage or liability for the improper application of Banner products. This warranty is in lieu of any other warranty either expressed or implied.



WARNING . . . Not To Be Used for Personnel Protection

Never use these products as sensing devices for personnel protection. Doing so could lead to serious injury or death.

These sensors do NOT include the self-checking redundant circuitry necessary to allow their use in personnel safety applications. A sensor failure or malfunction can cause either an energized or de-energized sensor output condition. Consult your current Banner Safety Products catalog for safety products which meet OSHA, ANSI and IEC standards for personnel protection.

ANEXO V:

Relés y Sockets FINDER.



40 Series - Miniature PCB relays 8 - 10 - 16 A

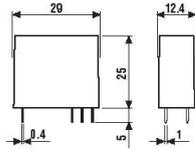
Features

- 1 & 2 Pole relay range**
 40.31 - 1 Pole 10 A (3.5 mm pin pitch)
 40.51 - 1 Pole 10 A (5 mm pin pitch)
 40.52 - 2 Pole 8 A (5 mm pin pitch)

PCB mount

- direct or via PCB socket
- #### 35 mm rail mount
- via screw and screwless sockets

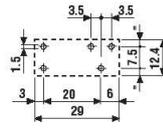
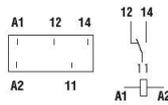
- DC coils (standard or sensitive) & AC coils
- Cadmium Free contact material
- 8 mm, 6 kV (1.2/50 μs) isolation, coil-contacts
- UL Listed (certain relay/socket combinations)
- Flux proof: RT II standard, (RT III option)
- 95 series sockets, coil EMC suppression and timer accessories



40.31



- 3.5 mm contact pin pitch
- 1 Pole 10 A
- PCB or 95 series sockets

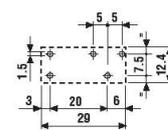
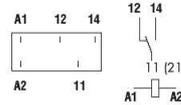


Copper side view

40.51



- 5 mm contact pin pitch
- 1 Pole 10 A
- PCB or 95 series sockets

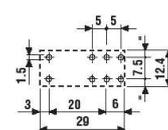
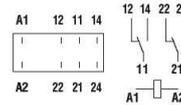


Copper side view

40.52



- 5 mm contact pin pitch
- 2 Pole 8 A
- PCB or 95 series sockets



Copper side view

Contact specification

Contact configuration		1 CO (SPDT)	1 CO (SPDT)	2 CO (DPDT)
Rated current/Maximum peak current	A	10/20	10/20	8/15
Rated voltage/Maximum switching voltage	V AC	250/400	250/400	250/250
Rated load AC1	VA	2,500	2,500	2,000
Rated load AC15 (230 V AC)	VA	500	500	400
Single phase motor rating (230 V AC)	kW	0.37	0.37	0.3
Breaking capacity DC1: 30/110/220 V	A	10/0.3/0.12	10/0.3/0.12	8/0.3/0.12
Minimum switching load	mW (V/mA)	300 (5/5)	300 (5/5)	300 (5/5)
Standard contact material		AgNi	AgNi	AgNi

Coil specification

Nominal voltage (U _N)	V AC (50/60 Hz)	6 - 12 - 24 - 48 - 60 - 110 - 120 - 230 - 240		
	V DC	5 - 6 - 7 - 9 - 12 - 14 - 18 - 21 - 24 - 28 - 36 - 48 - 60 - 90 - 110 - 125		
Rated power AC/DC/sens. DC	VA (50 Hz)/W/W	1.2/0.65/0.5	1.2/0.65/0.5	1.2/0.65/0.5
Operating range	AC	(0.8...1.1)U _N	(0.8...1.1)U _N	(0.8...1.1)U _N
	DC/sens. DC	(0.73...1.5)U _N /(0.73...1.75)U _N	(0.73...1.5)U _N /(0.73...1.75)U _N	(0.73...1.5)U _N /(0.73...1.75)U _N
Holding voltage	AC/DC	0.8 U _N / 0.4 U _N	0.8 U _N / 0.4 U _N	0.8 U _N / 0.4 U _N
Must drop-out voltage	AC/DC	0.2 U _N / 0.1 U _N	0.2 U _N / 0.1 U _N	0.2 U _N / 0.1 U _N

Technical data

Mechanical life AC/DC	cycles	10 · 10 ⁶ /20 · 10 ⁶	10 · 10 ⁶ /20 · 10 ⁶	10 · 10 ⁶ /20 · 10 ⁶
Electrical life at rated load AC1	cycles	200 · 10 ³	200 · 10 ³	100 · 10 ³
Operate/release time	ms	7/3 - (12/4 sensitive)	7/3 - (12/4 sensitive)	7/3 - (12/4 sensitive)
Insulation between coil and contacts (1.2/50 μs)	kV	6 (8 mm)	6 (8 mm)	6 (8 mm)
Dielectric strength between open contacts	V AC	1,000	1,000	1,000
Ambient temperature range	°C	-40...+85	-40...+85	-40...+85
Environmental protection		RT II**	RT II**	RT II**

Approvals (according to type)





95 Series - Sockets and Accessories for 40 Series Relays



95.63

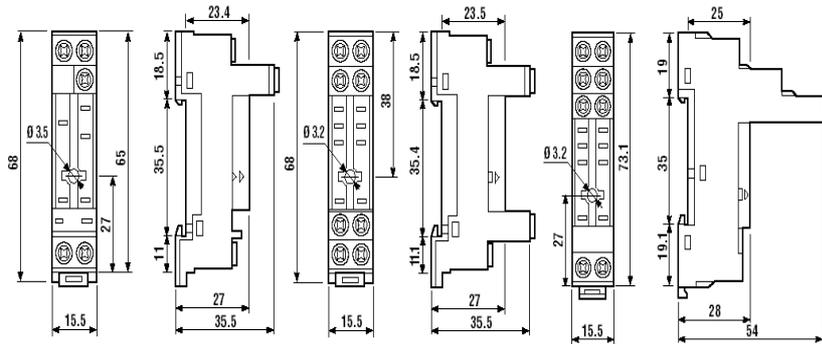


95.65

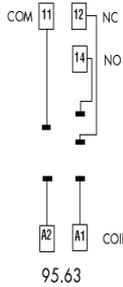


95.75

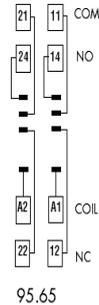
Relay type	40.31	40.51, 40.52, 40.61		
Screw terminal socket: panel or 35 mm rail (EN 50022) mount	BLUE	95.63	95.65	95.75
	BLACK*	95.63.0	95.65.0	95.75.0
Retaining clip (supplied with socket)	095.71	095.71	095.71	
Modules	99.01	—	99.01	
8-way jumper link for 95.63 and 95.75 sockets	095.08	095.08	095.08	



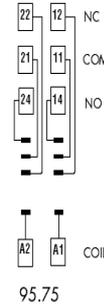
Approvals
(according to type):



95.63



95.65



95.75

- RATED VALUES: 10 A - 250 V
with a current >10 A, the contact terminal must be connected in parallel (21 with 11, 24 with 14, 22 with 12)

- INSULATION: ≥ 6 kV (1.2/50 μ s) between coil and contacts

- PROTECTION CATEGORY: IP 20

- AMBIENT TEMPERATURE:

(-40...+70) °C

- TORQUE: 0.5 Nm

- MAX WIRE SIZE:

	solid wire	flexible wire
mm ²	1x6 / 2x2.5	1x4 / 2x2.5
AWG	1x14 / 2x12	1x14 / 2x12

ANEXO VI:

Especificaciones técnicas PLC Twido Base Compacta.

Guía de elección

Autómata programable Twido Bases compactas y modulares

Aplicaciones		Bases compactas			
					
Entradas/salidas TON	Básicos	10	16	24	40
	Número de entradas	6 entradas \equiv 24 V sink/fuente (1)	9 entradas \equiv 24 V sink/fuente (1)	14 entradas \equiv 24 V sink/fuente (1)	24 entradas \equiv 24 V sink/fuente (1)
	Número de salidas	4 salidas de relé	7 salidas de relé	10 salidas de relé	14 salidas de relé
	Tipo de conexión	Mediante bornero con tornillo desenchufable			
Ampliación de entradas/salidas	Número de módulos de ampliación			4 módulos de entradas/salidas TON, analógicas y AS-Interface (2)	7 módulos de entradas/salidas TON, analógicas y AS-Interface (2)
	Módulos E/S analógicos			8, 16 o 32 entradas \equiv 24 V; 8, 16 o 32 salidas \equiv 24 V o de relé	2 entradas 12 bits; 1 salida 12 bits o 2 entradas/1 salida 12 bits.
	Módulos E/S analógicos			Gestión de equipos esclavos:	
	AS-Interface (3)				
N.º máx. de entradas/salidas por configuración (base con ampliaciones de entradas/salidas)		10	16	88 con ampliación de E/S a través de un bornero con tornillos (4) 152 con ampliación de E/S a través de un conector HE 10	152 con ampliación de E/S a través de un bornero con tornillos 264 con ampliación de E/S a través de un conector HE 10
				Gestión de equipos esclavos:	
Contaje y posicionamiento integrados	Contaje 5 kHz	3 vías de contaje 16 bits (5)			4 vías de contaje 16 bits (5)
	Contaje 20 kHz	1 vía de contaje 16 bits (32 bits para las versiones \geq 2.5); – Entradas TON dedicadas \equiv 24 V para codificador incremental o detectores de proximidad – Contaje/descontaje, contaje, descontaje y frecuencímetro			2 vías de 16 bits (32 bits para las versiones \geq 2.5); 2 vías función PWM
	Posicionamiento 7 kHz				
Funciones	Regulación (PID)				Para autómatas de la versión \geq 2.0
	Tratamiento por eventos				Para todos los autómatas de la versión \geq 2.0
Comunicación	Integrada	1 puerto serie RS485 (conector mini DIN)	1 puerto serie RS485 (conector mini-DIN) 1 puerto serie opcional RS232C (conector mini DIN) o RS485 (conector mini DIN o bornas con tornillos) + puerto RJ45 Ethernet para TWD LCAE 40DRF		
	Bus CANopen Ethernet	Con módulo maestro bus CANopen TWD NCO1M Con módulo de interface Twido puerto red Ethernet 499 TWD 01100 para todos los autómatas de la versión \geq 3.0			
Tensión de alimentación		\sim 100...240 V para TWD LCAA 000 y TWD LCA 40DRF (alimentación sensores TON \equiv 24 V suministrada por la base), \equiv 19,2...30 V para TWD LCDA 000			
Programación	Memoria de aplicación	700 instrucciones	2.000 instrucciones	3.000 instrucciones	3.000 instrucciones, 6.000 con cartucho de ampliación de memoria TWD XCP MFK64
	Bits internos	128 bits	128 bits	256 bits	
	Palabras internas (6)	3.000			
	Bloques de función estándar (6)	64 temporizadores, 128 contadores		128 temporizadores, 128 contadores	
	Palabras dobles	Sí			
	Flotantes, trigonométricos	Sí			
	Reloj calendario	Reloj calendario de cartucho TWD XCP RTC opcional, utilización de 16 bloques reloj calendario			Integrado
	Idiomas	Lenguajes reversibles, lenguaje de contactos y lenguaje lista de instrucciones (con instrucciones Grafcet)			
Software	TwidoSoft bajo Windows 98 SE, Windows 2000 y Windows XP y TwidoAdjust bajo Pocket PC2003				
Modelo Twido básico	TWD LC 10DRF	TWD LC 16DRF	TWD LC 24DRF	TWD LCA 40DRF	
Página	8				

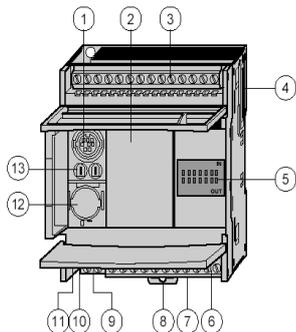
(1) Entrada sink: lógica positiva. Entrada fuente: lógica negativa.

(2) Dentro del límite del consumo controlado por el software TwidoSoft.

(3) El perfil AS-Interface M3 admite el perfil analógico 7.3 (7 esclavos), pero no así el perfil analógico S-7.4.



TWD LCAA ●●DRF / LCAE 40DRF



TWD LCAA 10DRF	~	TWD LCDA 10DRF	---
TWD LCAA 16DRF		TWD LCDA 16DRF	
TWD LCAA 24DRF		TWD LCDA 24DRF	
TWD LCAA 40DRF		TWD LCDA 40DRF	
TWD LCAE 40DRF		TWD LCDE 40DRF	

- ① - Serial port 1
- ② - Removable mask (digital readout)
- ③ - Screw terminal block for sensor inputs and power supplies
- ④ - I/O expansion connector
- ⑤ - Controller and I/O status display unit
- ⑥ - Screw terminal block for outputs
- ⑦ - Battery, external backup battery cells (TWD LC●● 40DRF only)
- ⑧ - Clip-on lock for 35-mm DIN-rail
- ⑨ - Power supply ~ 100...240 V or ---: 24 V
- ⑩ - Storage cartridge adaptor or RTC time clock
- ⑪ - Ethernet port (TWD LC●● 40DRF)
- ⑫ - Communication adaptor connector (serial port 2)
- ⑬ - Analog potentiometers

- ① - Port série 1
- ② - Cache amovible (affichage numérique)
- ③ - Bornier à vis des alimentations et entrées capteur
- ④ - Connecteur d'expansion E/S
- ⑤ - Bloc de visualisation de l'état du contrôleur et des E/S
- ⑥ - Bornier à vis des sorties
- ⑦ - Batterie, piles externes de sauvegarde (TWD LC●● 40DRF uniquement)
- ⑧ - Ressort de clipsage sur profilé 35 mm
- ⑨ - Alimentation ~ 100...240 V ou ---: 24 V
- ⑩ - Adaptateur de cartouche mémoire ou horodateur RTC
- ⑪ - Port Ethernet (TWD LC●● 40DRF)
- ⑫ - Connecteur de l'adaptateur de communication (port série 2)
- ⑬ - Potentiomètres analogiques

- ① - Serieller Anschluss 1
- ② - Abnehmbare Abdeckung (Digitale Anzeige)
- ③ - Schraubenklemmenleiste für Stromversorgungen und Sensoreingänge
- ④ - E/A-Erweiterungsanschluss
- ⑤ - Anzeigeteil für Controller-Status und E/A
- ⑥ - Schraubklemmenleiste für Ausgänge
- ⑦ - Batterie, externe Speicherbatterien (nur TWD LC●● 40DRF)
- ⑧ - Klemmfeder auf 35 mm-Schiene
- ⑨ - Versorgung ~ 100...240 V oder ---: 24 V
- ⑩ - Adapter für Speichermodul oder RTC-Timer
- ⑪ - Ethernet-Anschluss (TWD LCA● 40DRF)
- ⑫ - Anschluss für Kommunikationsadapter (serieller Anschluss 2)
- ⑬ - Analogpotentiometer

- ① - Puerto serie 1
- ② - Tapa móvil (Pantalla digital)
- ③ - Bornera de tornillos de alimentación y entradas del detector
- ④ - Conector de extensión E/S
- ⑤ - Bloque de visualización del estado del controlador y de las E/S
- ⑥ - Bornera de tornillos de las salidas
- ⑦ - Batería, pilas externas de seguridad (TWD LC●● 40DRF únicamente)
- ⑧ - Resorte de fijación en perfil 35 mm.
- ⑨ - Alimentación ~ 100...240 V o ---: 24 V
- ⑩ - Adaptador de cartucho de memoria u marcador de tiempo RTC
- ⑪ - Puerto Ethernet (TWD LC●● 40DRF)
- ⑫ - Conector del adaptador de comunicación (puerto serie 2)
- ⑬ - Potenciómetros analógicos

- ① - Porta seriale 1
- ② - Mascherina amovibile (display digitale)
- ③ - Morsetiera a vite delle alimentazioni e ingressi sensore
- ④ - Connettore d'espansione I/O
- ⑤ - Blocco di visualizzazione dello stato del controllore e degli I/O
- ⑥ - Morsetiera a vite delle uscite
- ⑦ - Batteria, pile esterne di back-up (TWD LC●● 40DRF unicamente)
- ⑧ - Molla di aggancio su profilato 35 mm.
- ⑨ - Alimentazione ~ 100...240 V o ---: 24 V
- ⑩ - Adattatore di cartuccia memoria o contatore RTC
- ⑪ - Porta Ethernet (TWD LC●● 40DRF)
- ⑫ - Connettore dell'adattatore di comunicazione (porta seriale 2)
- ⑬ - Potenzimetri analogici

- ① - 1号序列接口
- ② - 可移动式堵盖 (数字显示器)
- ③ - 输入传感器电源螺钉端子排
- ④ - 输入输出扩展连接器
- ⑤ - 控制器状态和输入/输出可视化模块
- ⑥ - 输出螺钉端子排
- ⑦ - 蓄电池, 外部备用蓄电池组电池 (仅针对 TWD LC●● 40DRF)
- ⑧ - 35毫米断面上的卡接式弹簧
- ⑨ - 100...240伏交流电源或24伏直流电源
- ⑩ - 贮存盒连接器或 RTC 时钟
- ⑪ - 以太网接口 (TWD LC●● 40DRF)
- ⑫ - 通讯转换连接器 (2号序列接口)
- ⑬ - 模拟电位计

⚠ DANGER / DANGER / GEFAHR / PELIGRO / PERICOLO / 危险

HAZARD OF ELECTRIC SHOCK, EXPLOSION OR ARC FLASH

- Power down all equipment before starting the installation, removal, wiring, maintenance or inspection of the product.

Failure to follow these instructions will result in death or serious injury.

RISQUE D'ELECTROCUTION, D'EXPLOSION OU D'ARC ELECTRIQUE

- Mettez tous les équipements hors tension avant de commencer l'installation, le retrait, le câblage, la maintenance ou le contrôle du produit.

Le non-respect de ces instructions provoquera la mort ou des blessures graves.

STROMSCHLAG-, EXPLOSIONS- ODER LICHTBOGENGEFAHR

- Alle Geräte vor der Installation, dem Ausbau, der Verkabelung, der Wartung oder der Inspektion des Produkts ausschalten.

Die Nichtbeachtung dieser Anweisungen führt zu Tod oder schwerer Körperverletzung.

RIESGO DE ELECTROCUCIÓN, EXPLOSIÓN O ARCO ELÉCTRICO

- Apague la alimentación eléctrica de todos los equipos antes de instalar, extraer, cablear, realizar el mantenimiento o inspeccionar el producto.

Si no se siguen estas instrucciones provocará lesiones graves o incluso la muerte.

RISCHIO DI SCOSSA ELETTRICA, DI ESPLOSIONE O DI OFTALMIA DA FLASH

Mettere fuori tensione tutte le apparecchiature prima di cominciare l'installazione, l'estrazione, il cablaggio, la manutenzione o il controllo del prodotto.

Il mancato rispetto di queste istruzioni provocherà morte o gravi infortuni.

有触电致死、爆炸或电弧的危险。

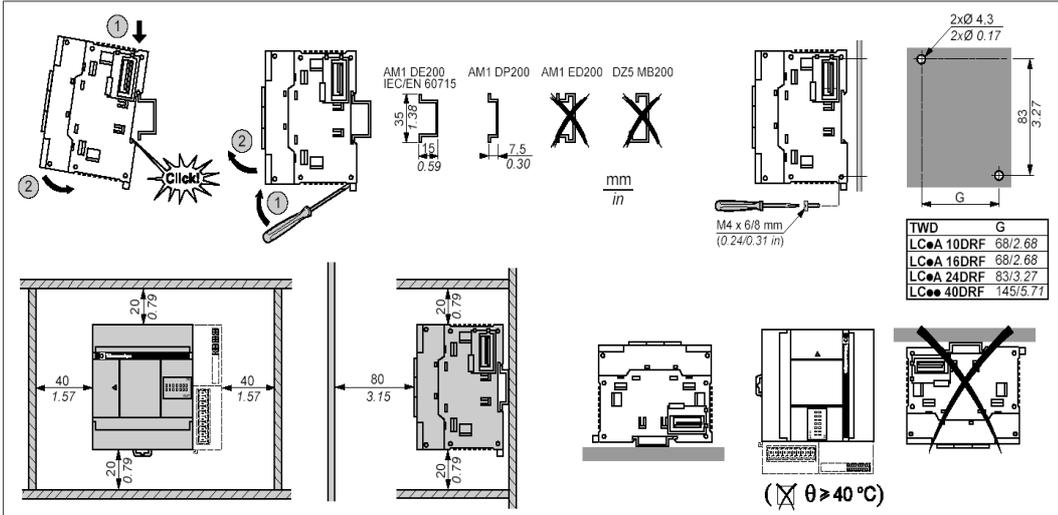
- 在开始安装、拆卸、布线、维修或检查本产品之前, 请为所有设备断开电源。

不按照上述规定操作会导致严重的人员伤亡。

- en Electrical equipment should be installed, operated, serviced, and maintained only by qualified personnel. No responsibility is assumed by Schneider Electric for any consequences arising out of the use of this material.
- fr Les équipements électriques doivent être installés, exploités et entretenus par un personnel qualifié. Schneider Electric n'assume aucune responsabilité des conséquences éventuelles découlant de l'utilisation de cette documentation.
- de Elektrische Geräte dürfen nur von Fachpersonal installiert, betrieben, gewartet und instand gesetzt werden. Schneider Electric haftet nicht für Schäden, die aufgrund der Verwendung dieses Materials entstehen.
- es Sólo el personal de servicio cualificado podrá instalar, utilizar, reparar y mantener el equipo eléctrico. Schneider Electric no asume las responsabilidades que pudieran surgir como consecuencia de la utilización de este material.
- it Le apparecchiature elettriche devono essere installate, usate e riparate solo da personale qualificato. Schneider Electric non assume nessuna responsabilità per qualunque conseguenza derivante dall'uso di questo materiale.
- zh 电气设备的安装、操作、维修和维护工作仅限于合格人员执行。对于使用本资料所引发的任何后果, Schneider Electric 概不负责。

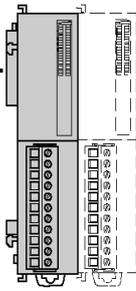
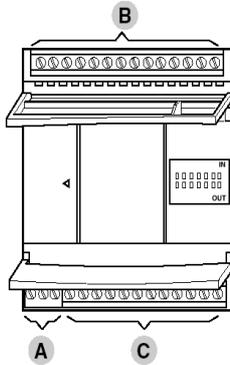
© 2008 Schneider Electric. "All Rights Reserved."

⚠ WARNING / AVERTISSEMENT / WARNUNG / ADVERTENCIA / AVVERTENZA / 警告		
<p>UNINTENDED EQUIPMENT OPERATION</p> <ul style="list-style-type: none"> - This product is not intended for use in safety critical machine functions. Where personnel and or equipment hazards exist, use approved appropriate hard-wired safety interlocks. - Do not disassemble, repair, or modify the modules. - This controller is designed for use within an enclosure. - Install the modules in the operating conditions described on page 3/6. - Use the sensor power supply only for supplying power to sensors connected to the module. - For power line and output circuits, use a fuse designed to Type T standards per IEC 60127. The fuse must meet the circuit voltage and current requirements. Recommended: Littelfuse® 218 Series, 5x20 mm time lag (slow blow) fuses. These fuses are UL recognized (UL) and CSA approved. <p>Failure to follow these instructions can result in death, serious injury, or equipment damage.</p>	<p>FONCTIONNEMENT INATTENDU DE L'EQUIPEMENT</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ce produit ne doit pas être utilisé dans des fonctions critiques de machine de sûreté. Là où il existe des risques pour le personnel et ou le matériel, utilisez les contacts de sécurité câblés appropriés. - Veuillez ne pas démonter, réparer, ni modifier les produits. - Ce produit doit être utilisé dans une enceinte fermée. - Installez les produits dans un environnement de fonctionnement normal, comme indiqué à la page 3/6. - N'utilisez l'alimentation capteur que pour alimenter les capteurs connectés au produit. - Pour le circuit d'alimentation et le circuit de sortie, utilisez un fusible type T selon le standard CEI 60127. Ce fusible doit également satisfaire aux exigences de tension et de courant. Fusible recommandé : Fusibles Littelfuse® séries 218, 5x20 mm, avec temporisation (action retardée). Ces fusibles bénéficient de la reconnaissance UL (UL) et de l'agrément CSA. <p>Le non-respect de ces instructions peut provoquer la mort, des blessures graves ou des dommages matériels.</p>	<p>UNBEABSICHTIGTER BETRIEB VON GERÄTEN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dieses Produkt ist nicht zur Verwendung in Maschinentfunktionen vorgesehen, die die Sicherheit gefährden können. Wenn Gefahr für Personen oder Geräte besteht, sollten Sie geeignete Kabel-Sicherheitsverriegelungen verwenden. - Zerlegen, reparieren oder verändern Sie keine Module. - Diese Steuerung ist für die Verwendung in geschlossenen Räumen konzipiert. - Installieren Sie die Module unter den normalen Betriebsbedingungen, wie auf Seite 3/6 beschrieben. - Verwenden Sie die Gebversorgung ausschließlich für die Stromversorgung der an die Baugruppe angeschlossenen Geber. - Verwenden Sie eine IEC 60127-konforme Sicherung des Typs T an der Netzleitung und an der Ausgangsschaltung. Die Sicherung muss den Spannungs- und Stromvorschriften entsprechen. Empfohlene Sicherung: Träge 5x20 mm Sicherungen des Typs Littelfuse® Serie 218. Die Sicherungen nach UL (UL) und CSA-Standard. <p>Die Nichtbeachtung dieser Anweisungen kann zu Tod, schwerer Körperverletzung oder Materialschäden führen.</p>
<p>FUNCIONAMIENTO INESPERADO DEL EQUIPO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Este producto no está diseñado para un uso en funciones críticas de una máquina de seguridad. Donde existan riesgos para el personal o el equipamiento, use cierres de seguridad cableados adaptados. - No desmonte, repare ni modifique los módulos. - Este producto está diseñado para un uso en un recinto cerrado. - Instale los módulos en las condiciones de entorno de funcionamiento descritas en la página 3/6. - Use la alimentación captador únicamente para alimentar los captadores conectados con el módulo. - Para la línea de alimentación y los circuitos de salida, utilice un fusible según el estándar de tipo T IEC 60127. El fusible debe cumplir los requisitos de tensión y corriente. Recomendado: Fusibles de tiempo (acción retardada) Littelfuse® serie 218 de 5x20 mm. Fusibles UL reconocidos (UL) y aprobados CSA. <p>Si no se siguen estas instrucciones pueden producirse lesiones personales graves o mortales o daños en el equipo.</p>	<p>FUNZIONAMENTO NON INTENZIONALE DELL' APPARECCHIATURA</p> <ul style="list-style-type: none"> - Questo prodotto non deve essere utilizzato per funzioni critiche su apparecchiature di sicurezza. In presenza di rischi per l'operatore, utilizzare i contatti di sicurezza con un cablaggio appropriato. - Non disassemblare, riparare o modificare i moduli. - Questo Controller deve essere utilizzato in un contenitore di sicurezza. - Installare i moduli in condizioni d'esercizio ambientali normali, come descritto alla pagine 3/6. - Utilizzare l'alimentazione dei sensori solo per alimentare i sensori collegati al modulo. - Per la linea di alimentazione e i circuiti di uscita, utilizzare un fusibile specifico per gli standard di Tipo T in conformità alle IEC 60127. Il fusibile deve soddisfare i requisiti di tensione e di corrente del circuito. Raccomandati: fusibili Littelfuse® serie 218, 5x20 mm, ad azione lenta. Fusibili riconosciuti UL (UL) e certificati CSA. <p>Il mancato rispetto di queste istruzioni può provocare morte, gravi infortuni o danni alle apparecchiature.</p>	<p>非规定性设备操作</p> <ul style="list-style-type: none"> - 该产品不可以用于有安全风险的应用中。在有人或设备风险存在的地方，请使用指定的导线联锁器。 - 请勿自行拆卸、维修或更改模块。 - 该控制器设计在封闭环境中使用。 - 请在正常的操作环境中进行模块的安装，见 3/6 页中的说明。 - 感应器电源专门用于为控制器上的感应器提供电源。 - 根据 IEC 60127 标准的要求，在于电源线及输出线路中使用 T 型保险丝装置。 - 该类型的保险丝必须符合线路电压和电流的要求。推荐产品：Littelfuse® 218 系列产品，5x20 毫米延时（慢熔断）保险丝。这些保险丝获得 UL (UL) 认证以及 CSA 认证。 <p>不按照上述规定操作会导致严重的人员伤亡或设备损毁。</p>
⚠ WARNING / AVERTISSEMENT / WARNUNG / ADVERTENCIA / AVVERTENZA / 警告		
<p>RISK OF EXPLOSION IN HAZARDOUS LOCATIONS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Install this equipment only in Class 1, Division 2, Groups A, B, C and D or non-hazardous locations only. - Substitution of components may impair suitability for Class 1, Division 2 compliance. - Do not disconnect equipment unless power has been switched off or the area is known to be non-hazardous. <p>Failure to follow these instructions can result in death, serious injury, or equipment damage.</p>	<p>RISQUE D'EXPLOSION</p> <ul style="list-style-type: none"> - Installez cet équipement uniquement dans des zones de Classe 1, Division 2, Groupes A, B, C et D ou dans des zones non dangereuses. - Le remplacement de composants risque d'affecter la conformité de l'équipement à la Classe 1, Division 2. - Assurez-vous que l'alimentation est coupée ou que la zone ne présente aucun danger avant de déconnecter l'équipement. <p>Le non-respect de ces instructions peut provoquer la mort, des blessures graves ou des dommages matériels.</p>	<p>EXPLOSIONSGEFAHR</p> <ul style="list-style-type: none"> - Installieren Sie diese Ausrüstung nur in gefährlichen Standorten Klasse 1, Einteilung 2, Gruppen A, B, C, und D oder in nicht gefährlichen Standorten. - Durch Ersetzen von Komponenten kann die Eignung für Class 1, Division 2 beeinträchtigt werden. - Entfernen Sie Anschlüsse von Geräten nur dann, wenn die Stromversorgung abgeschaltet oder die Umgebung als ungefährlich bekannt ist. <p>Die Nichtbeachtung dieser Anweisungen kann zu Tod, schwerer Körperverletzung oder Materialschäden führen.</p>
<p>RIESGO DE EXPLOSIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Instalar este equipo únicamente en sitios de clase 1, División 2, Grupos A, B, C y D o sitios seguros. - La sustitución de los componentes puede dañar la adecuación a la Clase 1, División 2. - No desconecte el equipo a menos que se haya apagado la alimentación que la zona no sea peligrosa. <p>Si no se siguen estas instrucciones pueden producirse lesiones personales graves o mortales o daños en el equipo.</p>	<p>RISCHIO DI ESPLOSIONE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Installare questo equipaggiamento solo in luoghi di Classe 1, Divisione 2, Gruppi A, B, C e D o in luoghi non pericolosi. - La sostituzione di componenti potrebbe pregiudicare l'utilizzo in Classe 1, Divisione 2. - Non scollegare apparecchiature tranne se è stata tolta l'alimentazione o si è accertato che l'area non è soggetta a rischi. <p>Il mancato rispetto di queste istruzioni può provocare morte, gravi infortuni o danni alle apparecchiature.</p>	<p>爆炸危险</p> <ul style="list-style-type: none"> - 只能将本设备安装在类别 1、子类别 2、A、B、C 和 D 组的区域内或者只能安装在无危险的区域内。 - 零件的更换可能影响到设备与 1 类 2 级危险指数要求的一致性。 - 在电源被关闭前或该区域被认定为非危险区域前，请不要切断设备的联接。 <p>不按照上述规定操作会导致严重的人员伤亡或设备损毁。</p>



TWD LC●A 24DRF/LCD● 40DRF
TWD LCA● 40DRF

TWD D●● / TWD A●●
TWD NOI 10M3
TWD NCO1M



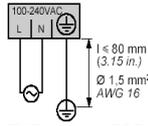
TWD	TWD D●●/ TWD A●● max.
LC●A 10DRF	0
LC●A 16DRF	0
LC●A 24DRF	4
LCA● 40DRF	7
LCD● 40DRF	7

		A		B		C	
mm	#	mm ²	AWG	mm ²	AWG	mm ²	AWG
6	0.24	0.14...1.5	26...16	0.25...1.5	24...16	0.14...0.75	26...18
		0.25...0.5	24...20	0.5...1	20...16		

Use copper conductors only / N'utilisez que des conducteurs cuivre.
Nur Kupferleiter verwenden / Solo utilize conductores de cobre.
Usare unicamente conduttori in rame / 仅使用铜导线

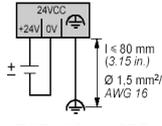
A Power supply

~ 100...240 V



TWD LCA● ●DRF

≡ 19,2...30 V



TWD LCD● ●DRF

Make the power supply wiring as short as possible.

Realisez un câblage le plus court possible.
Die Verkabelung der Stromversorgung so kurz wie möglich halten.
El cableado de alimentación debe ser tan corto como sea posible.
Eseguire un cablaggio più corto possibile per l'alimentazione di corrente.
尽量缩短电源线的长度。

Connect functional ground as close as possible to plate.
Connecter la masse fonctionnelle au plus court sur la platine.
Anschluss der funktionellen Erde an die Platine so kurz wie möglich halten.
Conecte la masa funcional en la plaquilla lo más cercano posible
Collegare la massa funzionale più corta possibile sulla piastra.

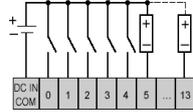
就近将功能性接地连接在配电盘上。

B ≡ 24 V Input

TWD LC●● 10/16/24DRF

≡ 24 V Input Sink (A)

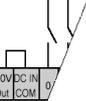
External power



TWD LCA● 10/16/24DRF

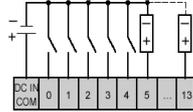
250 mA max.

Internal power



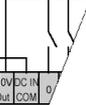
≡ 24 V Input Source (B)

External power



250 mA max.

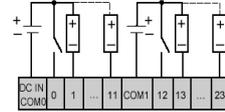
Internal power



TWD LC●● 40DRF

≡ 24 V Input Sink (A)

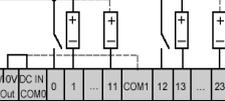
External power



TWD LCA● 40DRF

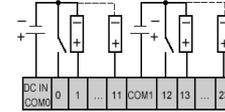
400 mA max.

Internal power



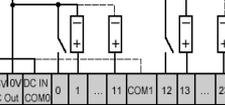
≡ 24 V Input Source (B)

External power



400 mA max.

Internal power



A = Input wiring positive logic
B = Input wiring negative logic

A = Cableado de entrada de común positivo
B = Cableado de entrada de común negativo

A = Câblage entrée logique positive
B = Câblage entrée logique négative

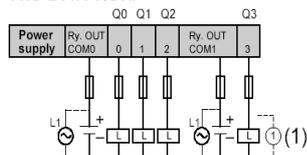
A = Collegamento ingresso logica positiva
B = Collegamento ingresso logica negativa

A = Verdrahtung des Eingangs mit positiver Logik
B = Verdrahtung des Eingangs mit negativer Logik

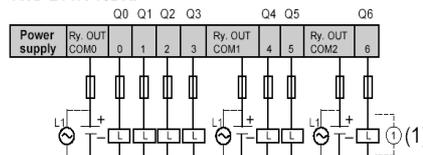
A = 正逻辑输入线路
B = 负逻辑输入线路

C Output

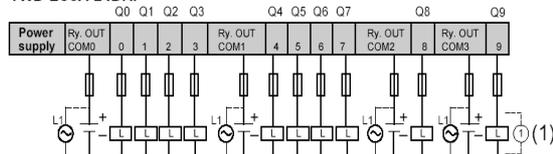
TWD LC●A 10DRF



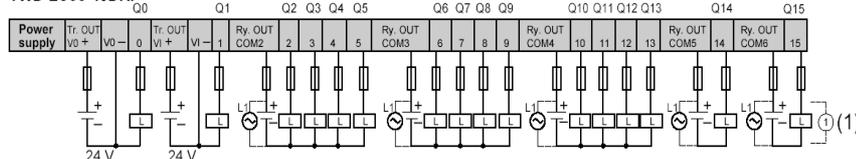
TWD LC●A 16DRF



TWD LC●A 24DRF



TWD LC●● 40DRF



Fast input / fast output wiring
 Câblage entrée rapide / sortie rapide
 Schnell-E / A-Verdrahtung
 Cableado entrada rápida/salida rápida
 Cablaggio rapido in ingresso e uscita
快速输入 / 快速输出线

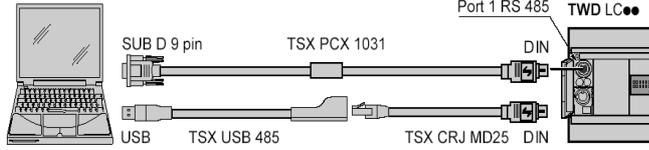
(1)
 Protection for inductive load
 Protection pour charge inductive
 Schutz für induktive Last
 Protección para carga inductiva
 Protezione per carica induttiva
电感负载的保护装置

Connection of the bus RS●●● and fast I/O shielding terminations.
 Connect the cable shielding directly to the attachment part.
 Raccordement des blindages bus RS●●● et E/S rapides.
 Raccordez le blindage des cables directement sur le support de fixation
 Anschluss der Bus-Abschirmungen RS●●● und den E/S rapides.
 Schließen Sie die Kabelabschirmung direkt an die Befestigungshalterung an.
 Conexión de los blindajes bus RS●●● e E/S rápidas.
 Conecte el blindaje de los cables directamente sobre el soporte de fijación.
 Collegamento delle schermature bus RS●●● e E/S rapide.
 Collegare la schermatura dei cavi direttamente al supporto di fissaggio.
RS●●● 和快速输入/输出 (E/S) 屏蔽连接总线。
将线束屏蔽直接与固定支架连接。

⚠ CAUTION / ATTENTION / ACHTUNG / AVISO / ATTENZIONE / 注意

<p>RISK OF REVERSE-POLARITY DAMAGE AT TRANSISTOR OUTPUTS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verify that the polarity of the wiring conforms to the polarity markings on the transistor output terminals. - Use of a reverse polarity can permanently damage or destroy the output circuits. <p>Failure to follow these instructions can result in injury or equipment damage.</p>	<p>RISQUES DE DOMMAGES DUS À UNE INVERSION DE POLARITE DE LA SORTIE LOGIQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Veillez à respecter les marquages de polarité inscrits sur les bornes des sorties logiques. - Une inversion de polarité peut endommager de manière permanente, voire détruire, les circuits de sortie. <p>Le non-respect de ces instructions peut provoquer des blessures ou des dommages matériels.</p>	<p>GEFAHR EINE BESCHÄDIGUNG DURCH EINE FALSCH E POLARITÄT AN DEN TRANSISTORAUSGÄNGEN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Achten Sie auf die Polaritätsmarkierungen, die auf den Klemmen der logischen Ausgänge aufgeführt werden. - Eine falsche Polarität kann zu einer irreversiblen Beschädigung der Ausgangsschaltkreise führen. <p>Die Nichtbeachtung dieser Anweisungen kann zu Körperverletzungen oder Materialschäden führen.</p>
<p>RIESGO DE DAÑOS DEBIDO A LA POLARIDAD INVERSA EN LAS SALIDAS DE TRANSISTORES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Respete las marcas de polaridad inscritas sobre las bornas de las salidas lógicas. - La utilización de polaridad inversa puede dañar permanentemente o destruir los circuitos de salida. <p>Si no se siguen estas instrucciones pueden producirse lesiones personales o daños en el equipo.</p>	<p>RISCHIO DI DANNI DA POLARITA' INVERSA SULLE USCITE TRANSISTOR</p> <ul style="list-style-type: none"> - Assicurarsi di rispettare la marcatura delle polarità indicata sui morsetti delle uscite transistor. - Una connessione con polarità inversa può danneggiare o distruggere i circuiti d'uscita. <p>Il mancato rispetto di queste istruzioni può provocare infortuni o danni alle apparecchiature.</p>	<p>逻辑输出极性反向有导致设备损毁的危险</p> <ul style="list-style-type: none"> - 请遵循逻辑输出端子上标注的正负极标志。 - 极性反向会导致设备永久性损毁或输出线路的损坏。 <p>不按照上述规定操作会导致人员受伤或设备损毁。</p>

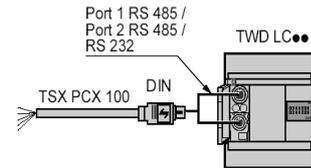
Modbus



Serial communication / Communication série / Serielle Kommunikation / Comunicación serie / Comunicazione seriale / 通讯序列

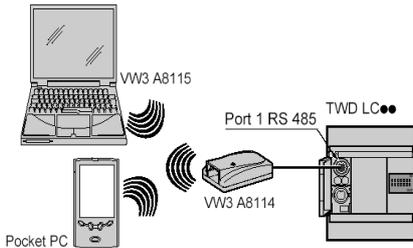
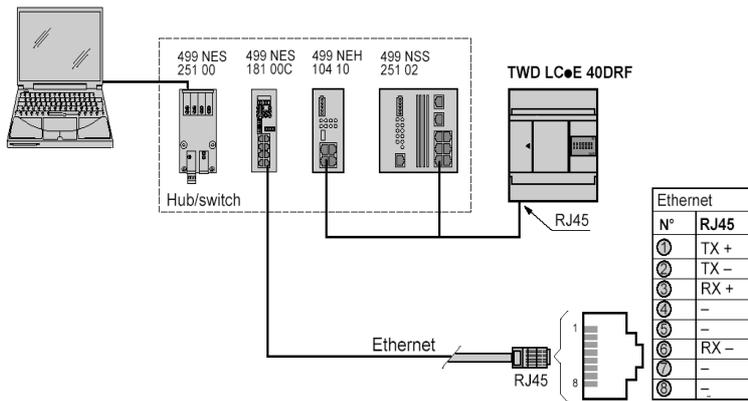
RS 485 EIA		Options	
		RS 485	RS 232C
N°	TWD LC●A ●DRF TWD LC●E 40DRF	TWD NAC 485D	TWD NAC 232D
①	D1 (A +)	D1 (A +)	RTS
②	D0 (B -)	D0 (B -)	DTR
③	NC	NC	TXD
④	/DE	NC	RXD
⑤	/DPT	NC	DSR
⑥	NC	NC	0 V (com)
⑦	0 V (com)	0 V (com)	0 V (com)
⑧	5 V (180 mA)	5 V (180 mA)	5 V (180 mA)

Options	
RS 485	
A	D1 (A +)
B	D0 (B -)
SG	0 V (com)



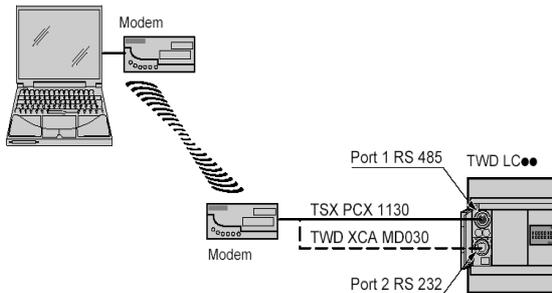
NC: not connected / NC : non connecté / NC: nicht angeschlossen
 NC: no conectado / NC: non collegato / NC: 未连接

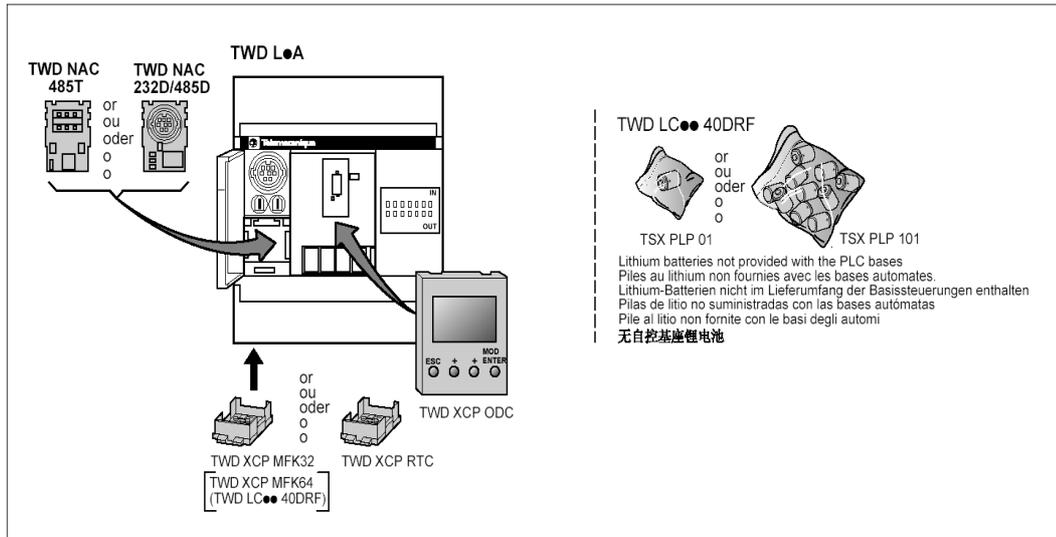
Ethernet



Modem

SR2 MD03 : modem GSM/GPRS





⚠ WARNING / AVERTISSEMENT / WARNUNG / ADVERTENCIA / AVVERTENZA / 警告

<p>EXPLOSION AND FIRE HAZARD</p> <ul style="list-style-type: none"> - Replace cell with part number TSXPLP01 (Tadiran, TL-5902) only. - Use of another cell or battery may present a risk of fire or explosion. - The product storage conditions must be compatible with those of the external battery cell. <p>Failure to follow these instructions can result in death, serious injury, or equipment damage.</p>	<p>RISQUE D'EXPLOSION ET D'INCENDIE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Remplacez la pile exclusivement avec une pile référencée TSXPLP01 (Tadiran, TL-5902). - L'utilisation de tout autre type de pile ou de batterie peut entraîner un risque d'incendie ou d'explosion. - Les conditions de stockage du produit doivent être compatibles avec celles de la pile externe. <p>Le non-respect de ces instructions peut provoquer la mort, des blessures graves ou des dommages matériels.</p>	<p>EXPLOSIONSGEFAHR</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ersetzen Sie die Monozelle nur durch eine Monozelle mit der Artikelnummer TSXPLP01 (Tadiran, TL-5902). - Die Verwendung anderer Monozellen oder Batterien kann zu Explosions- oder Brandgefahr führen. - Die Lagerbedingungen des Produkts müssen mit denen der externen Batterie verträglich sein. <p>Die Nichtbeachtung dieser Anweisungen kann zu Tod, schwerer Körperverletzung oder Materialschäden führen.</p>
<p>PELIGRO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sustituya la pila por el número de referencia TSXPLP01 (Tadiran, TL-5902) únicamente. - El uso de otra pila o batería puede suponer un riesgo de incendio o explosión. - Las condiciones de almacenamiento del producto deben ser compatibles con las de la pila externa. <p>Si no se siguen estas instrucciones pueden producirse lesiones personales graves o mortales o daños en el equipo.</p>	<p>RISCHIO DI ESPLOSIONE E INCENDIO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sostituire solo la cella con il codice di riferimento TSXPLP01 (Tadiran, TL-5902). - L'utilizzo di un altro tipo di cella o batteria può provocare un rischio di incendio o di esplosione. - Le condizioni d'immagazzinamento del prodotto devono essere compatibili con quelle della pila esterna. <p>Il mancato rispetto di queste istruzioni può provocare morte, gravi infortuni o danni alle apparecchiature.</p>	<p>爆炸和火灾危险</p> <ul style="list-style-type: none"> - 仅限于使用TSXPLP01 (Tadiran, TL-5902)型号的元件进行更换。 - 使用任何其他型号的元件或电池会引起火灾或爆炸危险。 - 本产品的贮存条件必须与外用电池的贮存条件兼容。 - 不按上述规定操作会导致严重的人员伤亡或设备损毁。

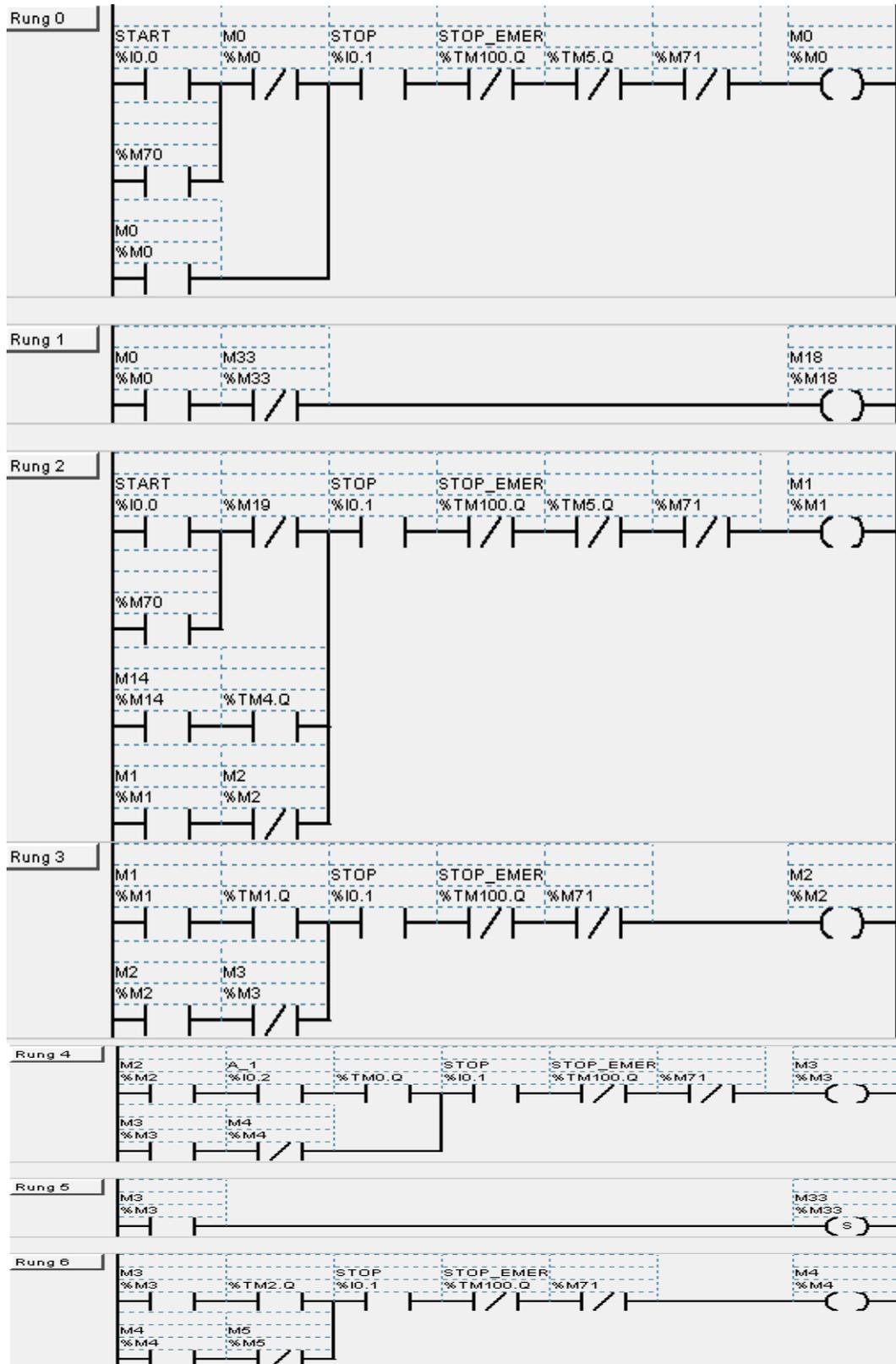
Safe Battery Disposal. / Elimination sans danger des piles. / Sichere Batterieentsorgung. / Eliminación de la batería de forma segura. Smaltimento sicuro della batteria. / 废弃电池的按全

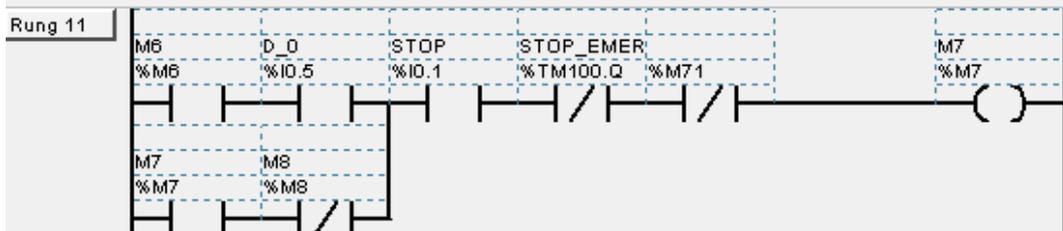
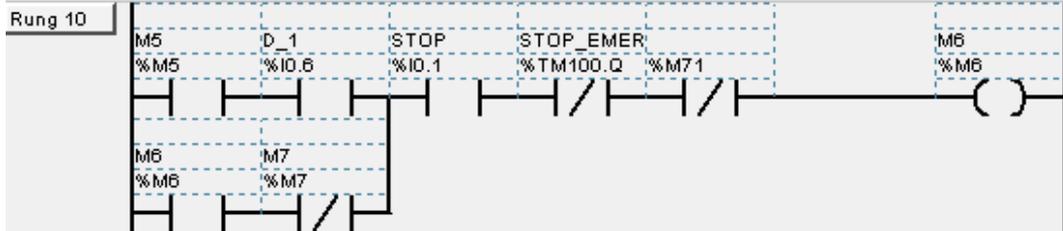
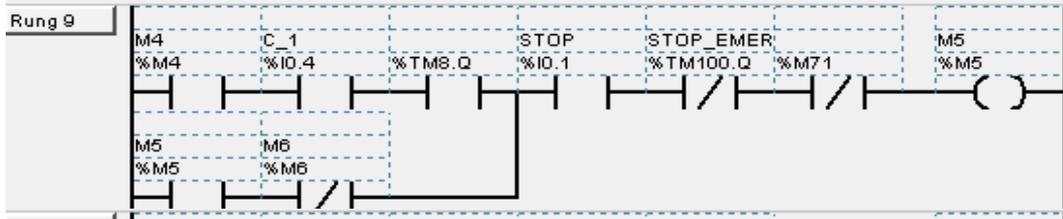
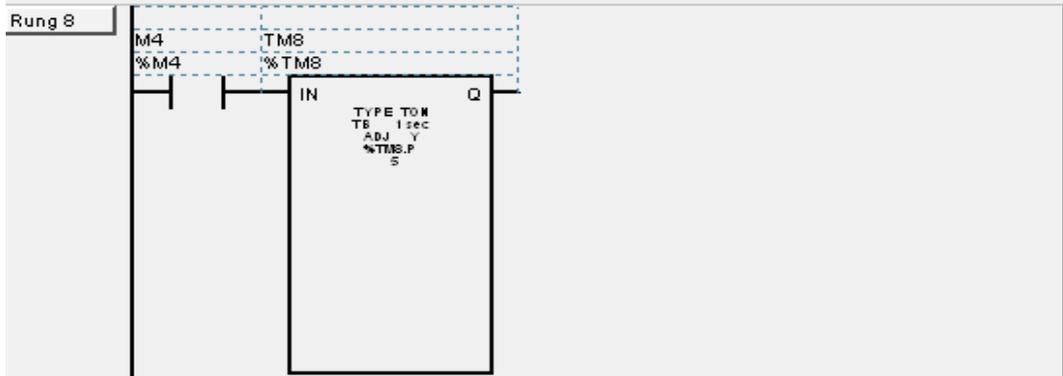
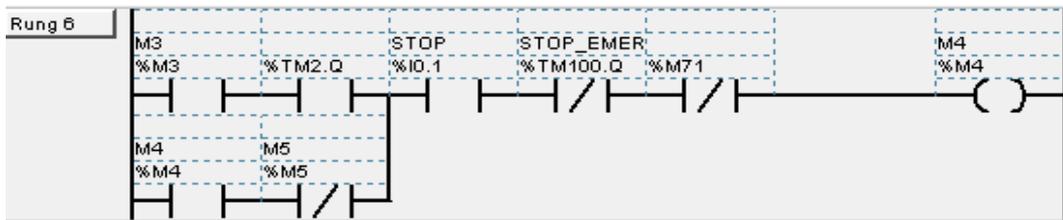
⚠ WARNING / AVERTISSEMENT / WARNUNG / ADVERTENCIA / AVVERTENZA / 警告

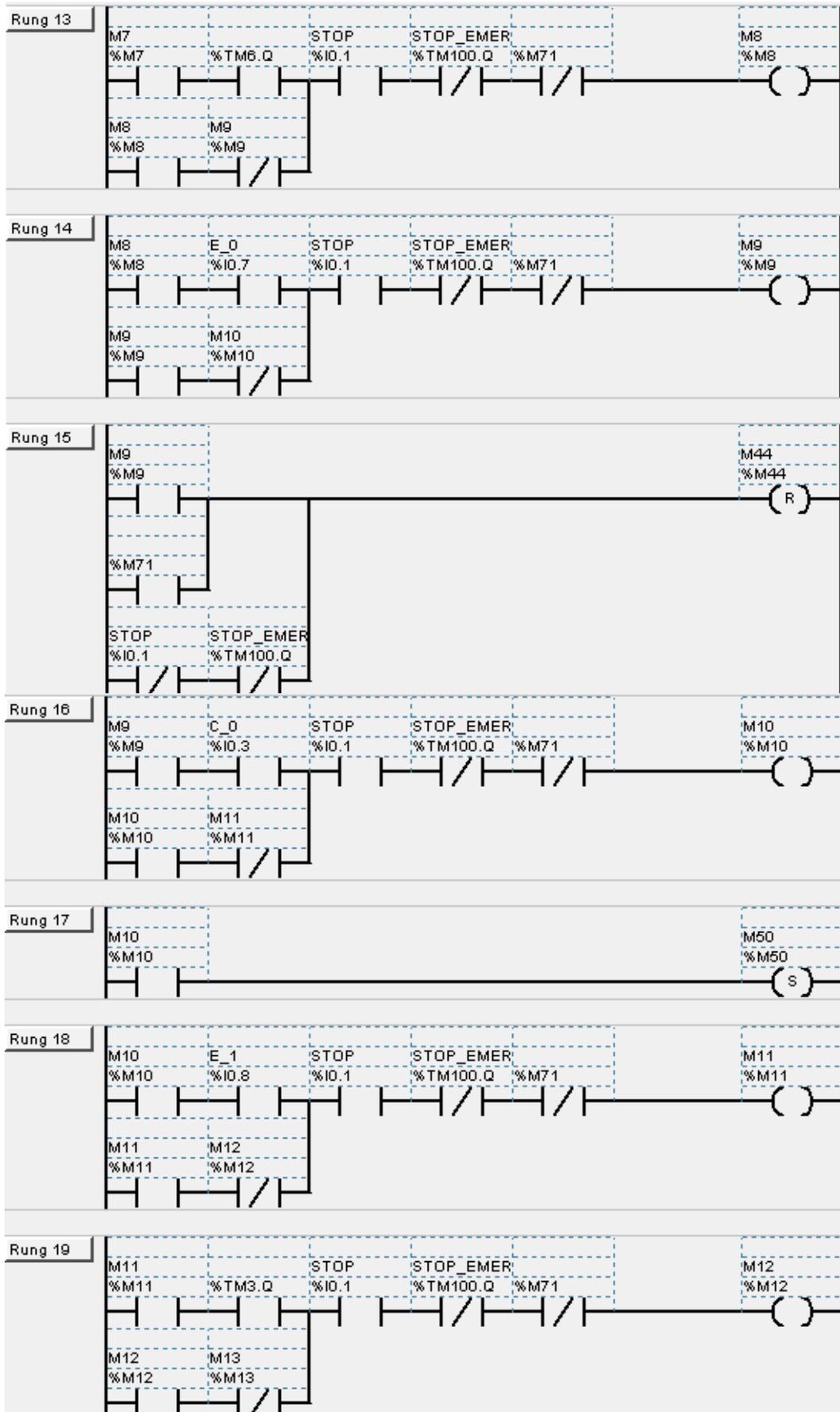
<p>EXPLOSION AND TOXIC HAZARD</p> <ul style="list-style-type: none"> - Do not incinerate a lithium battery for it may explode and release toxic substances. - Do not handle damaged or leaking lithium battery. - Dead batteries shall be disposed of properly, for unused batteries improperly thrown away can cause harm, as well as environmental damage. - In some areas, the disposal of lithium batteries with household or business trash collection may be prohibited. - In any case, it is your responsibility to always conform to local regulations in your area, as regard to battery disposal. <p>Failure to follow these instructions can result in death, serious injury, or equipment damage.</p>	<p>RISQUE D'EXPLOSION ET RISQUE TOXIQUE</p> <ul style="list-style-type: none"> - N'incinerez jamais une pile au lithium, car elle risquerait d'exploser ou de dégager des substances toxiques. - Ne manipulez jamais une pile au lithium qui présente un défaut ou une fuite. - Les piles usagées doivent être éliminées conformément aux normes environnementales en vigueur. Si vous jetez des piles sans respecter ces règles, vous risquez de mettre des personnes en danger et de causer des dommages environnementaux. - Dans certaines régions, il peut être interdit de jeter les piles au lithium avec les déchets domestiques et professionnels. Dans tous les cas, vous êtes toujours tenu de vous conformer des réglementations locales qui peuvent régir l'élimination des piles au lithium. <p>Le non-respect de ces instructions peut provoquer la mort, des blessures graves ou des dommages matériels.</p>	<p>EXPLOSIONS- UND VERGIFTUNGSGEFAHR</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verbrennen Sie keine Lithium-Batterien, da sie explodieren und giftige Substanzen freisetzen können. - Verwenden Sie keine beschädigten oder ausgelaufenen Lithium-Batterien. - Verbrauchte Batterien müssen ordnungsgemäß entsorgt werden. Falsch entsorgte Batterien können Gesundheits- und Umweltschäden verursachen. - In einigen Regionen ist die Entsorgung von Lithium-Batterien als Haushalts- oder Industrieabfall untersagt. Es liegt in jedem Fall in Ihrer Verantwortung, die vor Ort gültigen Bestimmungen und Vorschriften hinsichtlich der Entsorgung von Batterien einzuhalten. <p>Die Nichtbeachtung dieser Anweisungen kann zu Tod, schwerer Körperverletzung oder Materialschäden führen.</p>
<p>PELIGRO TÓXICO Y DE EXPLOSIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - No incinerar las baterías de litio, ya que podrían explotar y desprender sustancias tóxicas. - No manipule una batería de litio dañada o con filtraciones. - Las baterías agotadas deberán desecharse correctamente, las baterías no utilizadas y desechadas de forma incorrecta pueden causar daños físicos y medioambientales. - En algunas zonas, está prohibido desechar las baterías de litio con la basura. En cualquier caso, y en lo relativo a la eliminación de baterías, el cumplimiento de la normativa local es responsabilidad del usuario. <p>Si no se siguen estas instrucciones pueden producirse lesiones personales graves o mortales o daños en el equipo.</p>	<p>RISCHIO DI ESPLOSIONE E GAS TOSSICI</p> <ul style="list-style-type: none"> - Non gettare le batterie al litio nella spazzatura destinata all'inceneritore in quanto può esplodere e rilasciare gas tossici. - Non maneggiare una batteria al litio danneggiata o che perde acido. - Le batterie scariche devono essere smaltite negli appositi contenitori in quanto se gettate nella spazzatura possono causare gravi danni all'ambiente. - In alcuni paesi, lo smaltimento delle batterie al litio in contenitori particolari può essere proibito. In tutti i casi, è responsabilità dell'utilizzatore di conformarsi al regolamento nazionale in vigore, per quanto riguarda lo smaltimento delle batterie. <p>Il mancato rispetto di queste istruzioni può provocare morte, gravi infortuni o danni alle apparecchiature.</p>	<p>爆炸和有毒物质的危险</p> <ul style="list-style-type: none"> - 请勿将锂电池进行燃烧，它会引起爆炸和有毒物质的释放。 - 请勿触摸损坏或泄露的锂电池。 - 对坏电池须进行专业的报废处理。 - 不恰当的废电池处理会对人身和环境造成危害。 - 在某些地区禁止将废弃锂电池和生活或商业垃圾混合在一起。 - 在任何情况下，您有责任遵守您所在地区对废电池处理的相关规定。 <p>不按上述规定操作会导致严重的人员伤亡或设备损毁。</p>

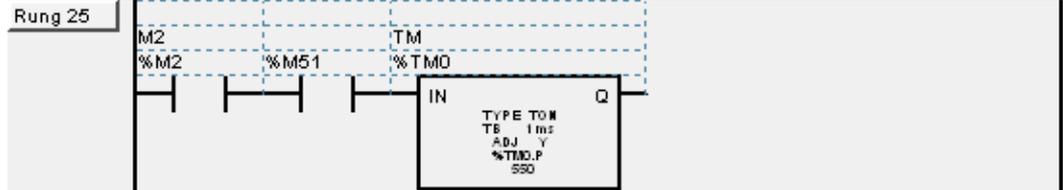
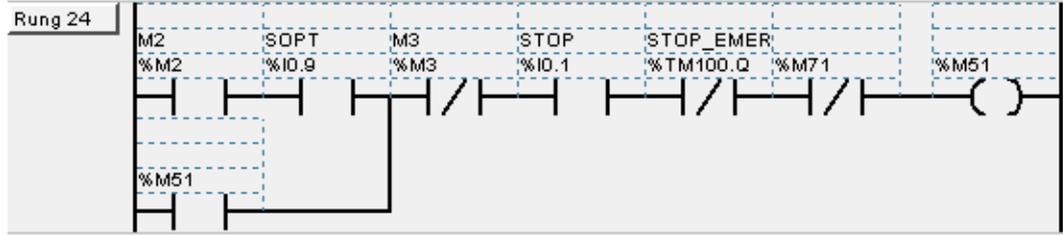
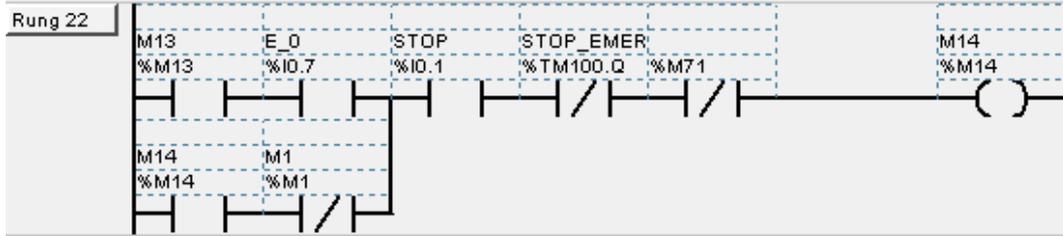
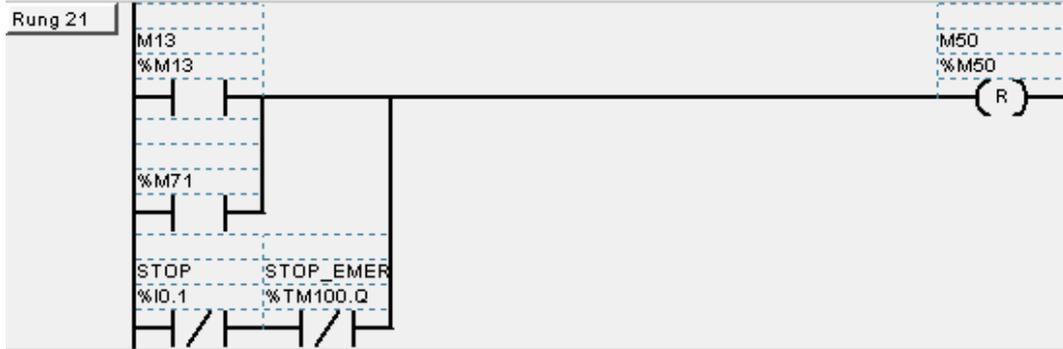
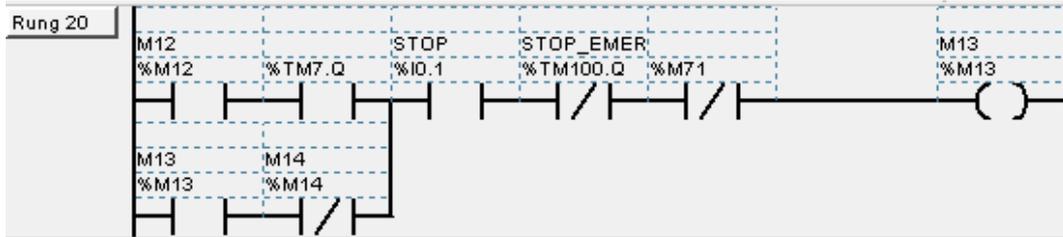
ANEXO VII:

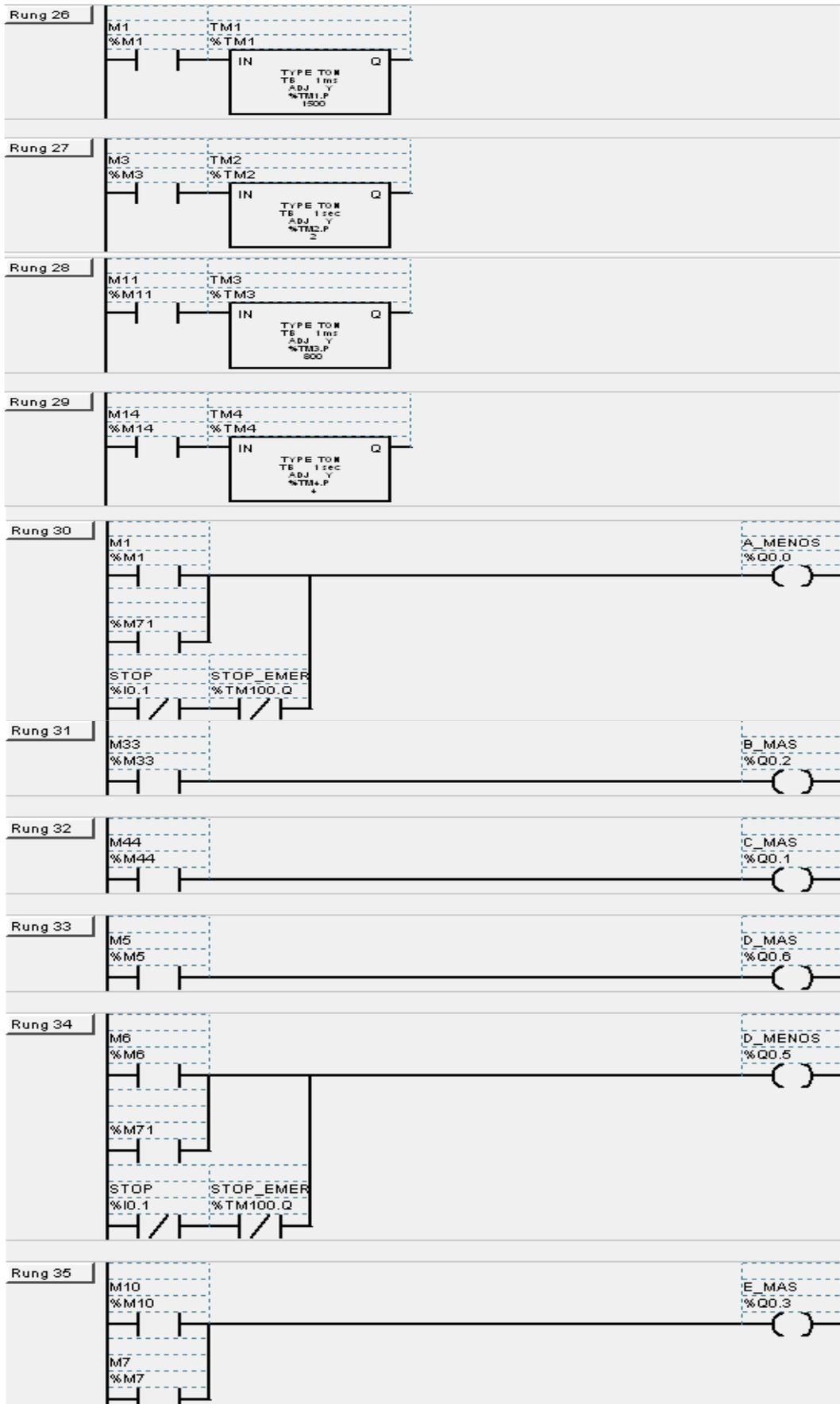
Propuesta de Programación desarrollado en TwidoSoft y transferido al PLC para el control automático del módulo de envasado.

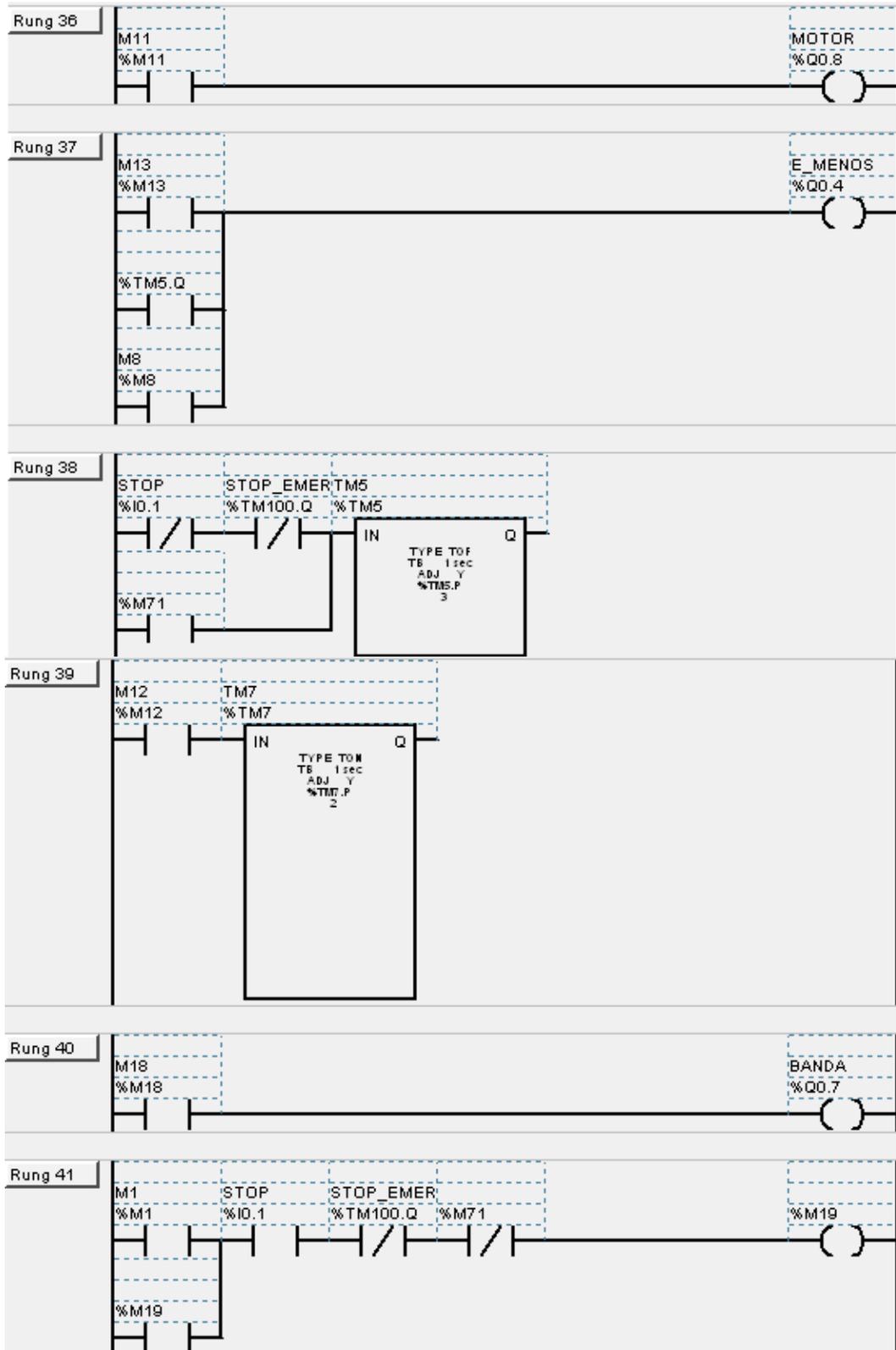






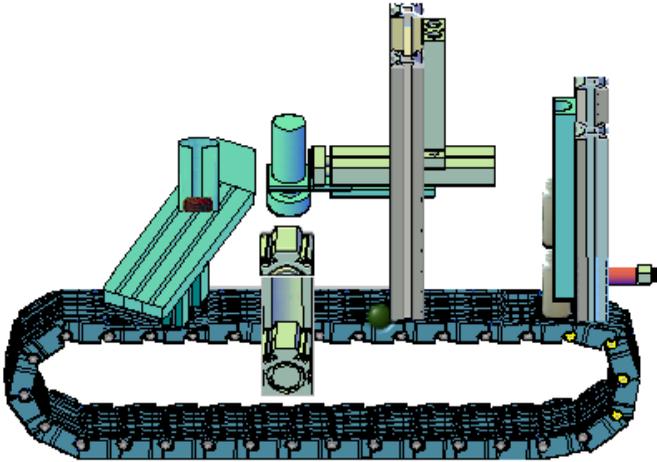






ANEXO VIII:

MÓDULO INDUSTRIAL DE ENVASADO AUTOMÁTICO MANUAL DE USUARIO



Antes de usar el equipo, por favor lea el instructivo para evitar mal funcionamiento y consérvelo para futuras referencias.

MÓDULO INDUSTRIAL DE ENVASADO AUTOMÁTICO

Manual de usuario
Lea esto primero

TABLA DE CONTENIDO

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD	4
--	----------

Advertencia	4
.....	
Precauciones	5
.....	
ELEMENTOS QUE COMPONEN EL	7
MÓDULO	
DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DEL	8
MÓDULO	
Tablero de	9
Control	
INSTALACIÓN	1
.....	0
Lugar de	1
Instalación	0
ANTES DE INICIAR EL	
FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO DE	1
ENVASADO	0
COMPROBACIONES AL INICIAR EL	
ENVASADO DE LÍQUIDOS	1
.....	1
SOLUCIÓN DE PROBLEMAS	1
.....	3

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

Las siguientes precauciones de seguridad, tratan de evitar riesgos y prevenir daños y le ayudarán a realizar un uso correcto y seguro de la máquina.

Advertencia

Si no hace caso de estas instrucciones, se puede causar un accidente fatal o una lesión grave.

- Si el enchufe o el cable de alimentación eléctrica está dañado o suelto, no lo utilice.
 - ◆ Puede causar una descarga eléctrica o un incendio.

- No tire del cable ni lo toque cuando tenga las manos húmedas.
 - ◆ Puede causar una descarga eléctrica o un incendio.

- No doble el cable de alimentación eléctrica ni coloque sobre él objetos pesados.
 - ◆ Puede causar una descarga eléctrica o un incendio.

- No instale el módulo cerca de la fuente eléctrica, ni ponga sobre él objetos que no formen parte con la operación del mismo.

◆ Puede causar un daño a la máquina

- No desmonte, repare, ni reorganice la máquina sin la debida supervisión de la persona responsable.
- La conexión errónea de algún elemento puede producir una descarga eléctrica que afecte la correcta operatividad de los elementos sensores (detectores) o actuadores.
- Mientras está en funcionamiento, no coloque las manos u objetos en lugares que puedan causar problemas a la integridad física de la persona o a la operatividad de la máquina.

Precauciones

Si no hace caso de estas instrucciones, se pueden causar daños o lesiones leves.

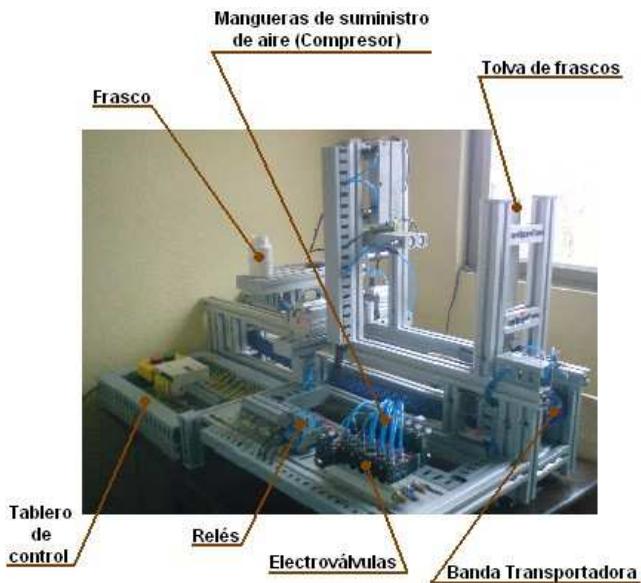
- No instale la máquina en una zona húmeda, ni en el exterior si llueve.
 - ◆ Puede causar una descarga eléctrica o un incendio.
- Desconecte el cable de alimentación eléctrica si no utiliza la máquina.

- ◆ Puede causar una descarga eléctrica o un incendio.
- Si hay polvo o agua en el enchufe de alimentación eléctrica desconecte el enchufe.
 - ◆ Puede causar una descarga eléctrica o un incendio.
- Si la máquina emite ruidos, humos u olores extraños, desconéctela inmediatamente e infórmelo a la persona responsable.
 - ◆ Puede causar una descarga eléctrica o deterioro de elementos captadores y actuadores.
- No conecte varios aparatos eléctricos a una sola toma de corriente.
 - ◆ Puede causar un incendio debido a un aumento de temperatura.

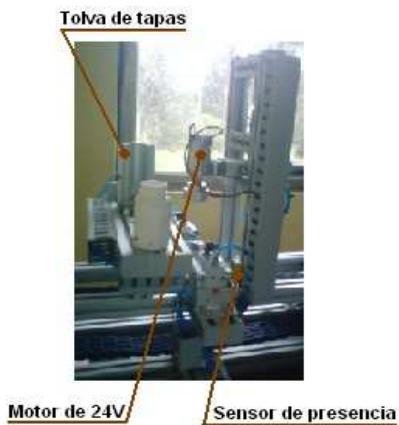
ELEMENTOS QUE COMPONEN EL MÓDULO

- ≡ Estructura de aluminio reforzado anodizado.
- ≡ 1 PLC compacto Telemecanique.
- ≡ Válvulas reguladoras de caudal.
- ≡ 6 cilindros de doble efecto:
 - 4 cilindros normales.
 - 2 cilindros TWIN.
- ≡ 7 sensores magnéticos.
- ≡ Botonera y pulsadores.
- ≡ Banda transportadora.
- ≡ 2 motores de 24Vcd.
- ≡ 6 electroválvulas:
 - 5 monoestables.
 - 1 biestable.
- ≡ 2 relés de 24Vcd.
- ≡ 1 sensor óptico.
- ≡ Manguera.
- ≡ Canaletas.
- ≡ Borneras.
- ≡ Amarras.
- ≡ Cable.

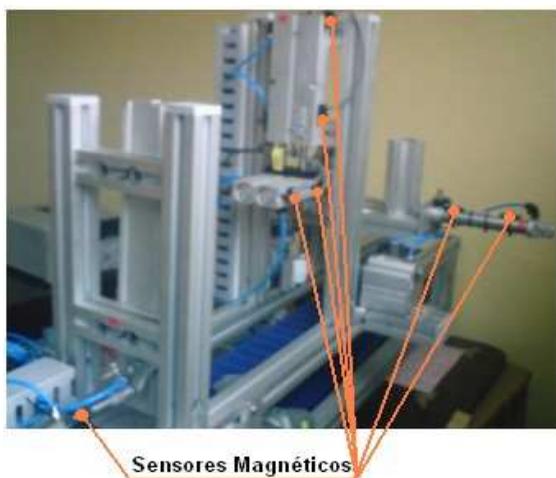
DESCRIPCIÓN DE LAS PARTES DEL MÓDULO



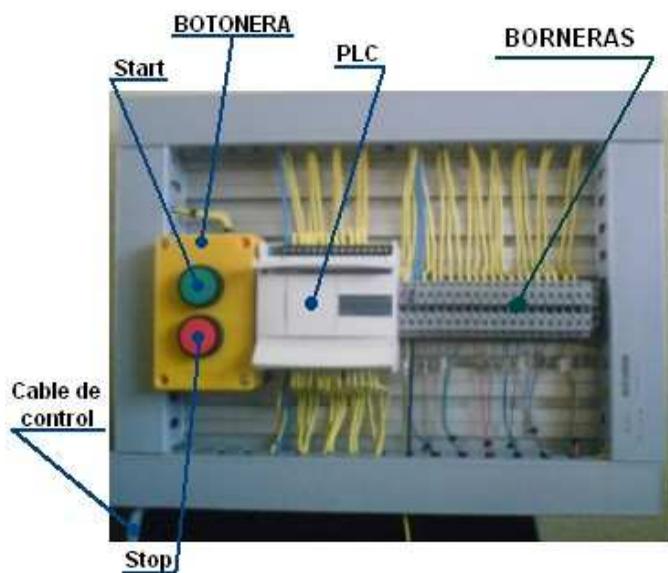
VISTA FRONTAL DEL MÓDULO



VISTA LATERAL



Tablero de Control



INSTALACIÓN

Lugar de Instalación

- o Deje algo de espacio alrededor de la máquina.
- o Coloque la máquina en una superficie sólida y plana.
- o Nunca instale el módulo cerca de agua o equipos que puedan producir magnetismo, porque puede afectar la correcta operación de los sensores.
- o Evite la luz directa del sol y los calentadores o calefactores.

ANTES DE INICIAR EL FUNCIONAMIENTO DEL MÓDULO DE ENVASADO

Debe realizar una serie de comprobaciones para evitar problemas o daños en la máquina.

- ⇒ Cierre la válvula reguladora de presión de la unidad de mantenimiento y verifique que el compresor posea un filtro de agua y que el mismo mantenga aún su periodo de vida útil de tal forma

que impida que las mangueras y elementos actuadores se vean afectados.

- ⇒ Asegúrese que las mangueras de suministro de aire este correctamente fijadas a las válvulas.
- ⇒ Verificar que todos los cables de conexión estén debidamente sujetos.
- ⇒ Fijar la Fuente regulable en 24V/3A.
- ⇒ Si encuentra objetos que no corresponden al módulo consulte con la persona responsable de manera que le informe si afectará o no en el correcto funcionamiento de la máquina.

COMPROBACIONES AL INICIAR EL ENVASADO DE LÍQUIDOS

- ⇒ Cerciórese que la presión de aire sea como mínimo 30PSI y como máximo 50PSI.
- ⇒ Compruebe de forma manual que los cilindros neumáticos están funcionando adecuadamente. En caso de ser necesario regule las válvulas

unidireccionales de flujo para reducir la velocidad de la salida de los cilindros de doble efecto.

- ⇒ Ponga todos los actuadores en la posición inicial.
- ⇒ Realizar la conexión de la fuente al PLC tomando en cuenta la correcta polaridad.
- ⇒ Chequee que funcionen los inputs/outputs, ya sea vía el despliegue de -LEDs o en el software de la programación.
- ⇒ Comience el funcionamiento del sistema al vacío, es decir sin frasco y sin tapa, simulando el paso del frasco dando una señal al sensor óptico.
- ⇒ Haga correr el programa del sistema varias veces y pruebe todas las funciones de la consola de mando para asegurarse que no ocurra ninguna colisión dentro del sistema.
- ⇒ Ahora cargue los frascos y tapas, en sus respectivas tolvas de almacenamiento y pruebe funcionando el sistema.
- ⇒ Verifique todos los modos de funcionamiento del sistema incluso la reacción a los errores potenciales

SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

◆ El módulo de envasado automático no funciona.

¿Está conectada correctamente la fuente?

¿Se han regulado los 24V/3A?

¿Está cortada la corriente eléctrica?

¿La presión de aire es la suficiente?

Compruebe los cables:

- ┌ Compruebe que el cable de alimentación se encuentra correctamente conectado a la fuente y cerciórese que se estén proporcionando exactamente 24V y como mínimo 3A¹.
- ┌ Verifique que se han conectado la Fuente (24V/3A) con el PLC en las correctas polaridades, ya que la conexión errónea pueden causar el daño del equipo.

¹ Tomar en cuenta que cualquier variación o regulación de voltaje en la fuente debe ser realizada habiendo previamente desconectado el PLC.

- └ Confirme que se ha conectado el compresor, y esté cargado lo suficiente, además que este abierta la llave de paso, con una presión de (mín. 30 y máx. 50PSI).

◆ **El proceso del módulo de envasado automático se detiene pero se puede aseverar el funcionamiento del PLC y accionamiento de electroválvulas.**

- └ Cerciórese que el Compresor utilizado opere correctamente y este proporcionando la presión de aire necesaria (mín. 30 y máx. 50PSI).
- └ Accione manualmente los cilindros neumáticos por medio de sus pulsadores ubicados en la electroválvula que la controla.
- └ Revisar que estén correctamente ubicados y funcionando los sensores magnéticos.
- └ Cerciorarse que los sensores magnéticos estén proporcionando adecuadamente sus señales al PLC.
- └ Asegurarse que en el entorno de instalación de la maquina no exista fuentes que generen magnetismo como: soldadoras,

transformadores, imanes, etc. Ya que al estar expuesto a estos ambientes, se accionan los sensores en forma diferente a lo programado.

- ↳ En caso de ser necesario, comunique la situación a la persona responsable de la máquina.

◆ **Los motores de 24V no funcionan.**

- ↳ Asegúrese de que los relés estén correctamente fijados a su respectivo socket.
- ↳ Verifique que los cables estén bien atornillados tanto en los relés como en el PLC y los conectores DB-25 (Macho y Hembra) del cable de control no se hayan desacoplado.
- ↳ Certifique que la fuente utilizada proporciona los 3A requeridos para el funcionamiento de los motores.
- ↳ En caso de ser necesario, comunique la situación a la persona responsable de la máquina.

◆ **Los cilindros no logran atrapar al frasco adecuadamente pero si funcionan.**

- └ Puede ser por el color del frasco ya que el programa y las pruebas se han realizado con frascos de color blanco y al ser de otro color o inclusive transparentes pueden ocasionar que el sensor lo detecte tardíamente, por lo que se recomienda el uso de frascos color blanco.
- └ En caso de ser necesario, comunique la situación a la persona responsable de la máquina.

◆ **El motor que impulsa la banda funciona pero, pero ésta no avanza.**

- └ Tal vez se deba a falta de aceite en los cojinetes que soportan al eje y que impulsa la banda, por lo se recomienda que estas partes sean aceitadas inmediatamente.
- └ Pueda que se beba tensionar un poco más la correa de caucho.
- └ En caso de ser necesario, comunique la situación a la persona responsable de la máquina.

