



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO
DE LABORATORIO PARA FUNDAMENTOS DE
CONTROL SECUENCIAL”**

**ORTIZ OÑATE JUAN CARLOS
TENORIO SARABIA LUIS GEOVANNY**

TESIS DE GRADO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

RIOBAMBA – ECUADOR

2013

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2012-11-09

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

JUAN CARLOS ORTIZ OÑATE

Titulada:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE LABORATORIO PARA
FUNDAMENTOS DE CONTROL SECUENCIAL”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Jorge Lema
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Elvis Argüello
ASESOR DE TESIS.

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ORTIZ OÑATE JUAN CARLOS

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE LABORATORIO PARA FUNDAMENTOS DE CONTROL SECUENCIAL”

Fecha de Examinación: 2013-04-24.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Telmo Moreno (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Jorge Lema (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Elvis Argüello (ASESOR)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal.

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE APROBACIÓN DE TESIS

2012-11-09

Yo recomiendo que la Tesis preparada por:

LUIS GEOVANNY TENORIO SARABIA

Titulada:

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE LABORATORIO PARA
FUNDAMENTOS DE CONTROL SECUENCIAL”**

Sea aceptada como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Ing. Geovanny Novillo A.
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Jorge Lema
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Elvis Argüello
ASESOR DE TESIS.

ESPOCH

Facultad de Mecánica

CERTIFICADO DE EXAMINACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: TENORIO SARABIA LUIS GEOVANNY

TÍTULO DE LA TESIS: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN BANCO DE LABORATORIO PARA FUNDAMENTOS DE CONTROL SECUENCIAL”

Fecha de Examinación: 2013-04-24.

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Telmo Moreno (PRESIDENTE TRIB. DEFENSA)			
Ing. Jorge Lema (DIRECTOR DE TESIS)			
Ing. Elvis Argüello (ASESOR)			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

f) Presidente del Tribunal

DERECHOS DE AUTORÍA

El trabajo de grado que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teórico-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

f) Juan Carlos Ortiz Oñate

f) Luis Geovanny Tenorio Sarabia

DEDICATORIA

Este trabajo dedico a mis padres, Carlos y Laura; a mi hermana Monserratte; quienes son lo más valioso que Dios me pudo dar. En el transcurso de esta etapa de mi vida siempre sentí su respaldo y apoyo; ustedes fueron mi motivación para alcanzar este objetivo.

También dedico a mis familiares que estuvieron siempre a mí lado, mi tía Gladis; mi primo “Sebas”; mi abuelita Edelina. Y más que una dedicatoria, quiero hacer un homenaje a mi abuelito Luis Salomón (+).

Por último y no menos importante, quiero dedicar a todos mis compañeros y amigos, en especial a Silvy, una excelente amiga que fue de gran compañía y ocurrencias durante la elaboración de la tesis.

Juan Carlos Ortiz Oñate

Este logro está dirigido especialmente a mi querido padre Juan Tenorio y a mi valiosa madre Luz Sarabia que durante este tiempo han estado en cada instante junto a mí, con sus consejos de superación y todo su apoyo.

Este trabajo lo dedico a todas las personas que han formado parte de mi vida en todo este tiempo quienes han confiado en mí y apoyaron de una u otra manera por cumplir con este sueño tan anhelado, a mis amigos, compañeros y profesores.

Luis Geovanny Tenorio Sarabia

AGRADECIMIENTO

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica, por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y ser persona útil a la sociedad.

Además quiero agradecer infinitamente a mi guía, Dios, el único amigo que nunca falla; gracias a Él he culminado una etapa importante en mi vida.

Un eterno agradecimiento a mis padres, Carlos y Laura, pilares fundamentales y principales artífices de ser quien soy. Queridos padres esto es para ustedes, sabiendo que no existirá forma de agradecer una vida de lucha, sacrificio y esfuerzo; quiero hacer suyo mi éxito, pues el logro alcanzado es de ustedes. También agradezco a Efraín que de una u otra manera se hizo presente con su incondicional apoyo durante mis estudios universitarios.

Juan Carlos Ortiz Oñate

El más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Mecánica, por brindarnos la oportunidad de obtener una profesión y ser personas útiles a la sociedad.

Agradezco en primer lugar a Dios quien ha sido mi guía y permitió que este bien de salud para poder llegar a culminar este sueño aun a pesar de todas las circunstancias. Agradezco a mis padres Juan Tenorio y Luz Sarabia por su comprensión y todo el apoyo incondicional, quienes se han esforzado día tras día por brindarme una educación. Quiero agradecer a mis hermanos Ramiro, María, Fabián, Pamela, quienes me brindaron todo su apoyo durante todo este tiempo.

Un inmenso agradecimiento a mis amigos, compañeros y tíos, en especial a mi tía Esperanza Tenorio quien se ha convertido en un apoyo y un ejemplo con sus consejos de perseverancia.

Luis Geovanny Tenorio Sarabia

CONTENIDO

	Pág.
1. GENERALIDADES	1
1.1 Introducción	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	3
2. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO	4
2.1 Control automático en la industria	4
2.1.1 <i>Conocimiento básico</i>	4
2.1.2 <i>Ventajas</i>	4
2.2 Automatización industrial	5
2.2.1 <i>Conocimiento básico</i>	5
2.2.2 <i>Ventajas</i>	6
2.2.3 <i>Operaciones tecnológicas</i>	6
2.2.3.1 <i>Lógica cableada</i>	7
2.2.3.2 <i>Lógica programada</i>	7
2.2.4 <i>Representación de los automatismos</i>	7
2.2.4.1 <i>Lógica de contactos</i>	8
2.3 Sistemas de control.....	16
2.3.1 <i>Conocimientos básicos</i>	16
2.3.2 <i>Sistema de control básico</i>	16
2.3.3 <i>Elementos de un sistema de control</i>	17
2.3.4 <i>Clasificación de los sistemas de control</i>	17
2.3.4.1 <i>Sistemas de control secuencial</i>	17
2.3.4.2 <i>Sistemas de control continuo</i>	19
2.4 Neumática.....	20
2.4.1 <i>Introducción</i>	20
2.4.2 <i>Campo de aplicación</i>	20
2.4.3 <i>Ventajas y desventajas</i>	21
2.4.4 <i>Componentes de un sistema de control básico</i>	22
2.4.4.1 <i>Unidad compresora</i>	23
2.4.4.2 <i>Motor eléctrico</i>	23
2.4.4.3 <i>Depósito</i>	23
2.4.4.4 <i>Válvula anti-retorno</i>	23
2.4.4.5 <i>Manómetro</i>	24
2.4.4.6 <i>Unidad de mantenimiento de aire</i>	24
2.4.4.7 <i>Regulador</i>	24
2.4.4.8 <i>Válvulas de control direccional</i>	24
2.4.4.9 <i>Actuadores</i>	26
2.4.5 <i>Denominación de los componentes de un sistema neumático</i>	28
2.4.6 <i>Diagramas de movimientos</i>	30
2.4.6.1 <i>Diagrama espacio - tiempo</i>	30
2.4.6.2 <i>Diagrama de fases</i>	31

2.4.6.3	<i>Diagrama de secuencia</i>	31
2.4.6.4	<i>Estructuración de diagramas</i>	32
2.4.7	<i>Símbolos empleados en un sistema neumático</i>	32
2.5	<i>Electroneumática</i>	39
2.5.1	<i>Señales</i>	39
2.5.1.1	<i>Tipos de señales</i>	39
2.5.1.2	<i>Análisis de las señales de comandos</i>	39
2.5.2	<i>Dispositivos de un sistema electroneumático básico</i>	40
2.5.2.1	<i>Pulsadores electromecánicos para entrada de señal</i>	41
2.5.2.2	<i>Interruptor electroneumático para las entradas de señal</i>	42
2.5.2.3	<i>Finales de carrera electromecánicos (por contacto)</i>	42
2.5.2.4	<i>Relés</i>	43
2.5.2.5	<i>Relé de tiempo o temporizador</i>	43
2.5.2.6	<i>Válvulas electroneumáticas</i>	45
2.5.3	<i>Circuito electroneumático</i>	48
2.5.3.1	<i>Esquema neumático</i>	48
2.5.3.2	<i>Esquema eléctrico</i>	49
2.5.4	<i>Principales símbolos de un sistema electroneumático</i>	50
2.6	<i>Software</i>	53
2.6.1	<i>Logo! siemens</i>	53
2.6.1.1	<i>Características del Logo! Siemens 230 rc</i>	54
2.6.1.2	<i>Estructura del Logo! Siemens y su módulo de ampliación</i>	55
2.6.1.3	<i>Funciones básicas</i>	56
2.6.1.4	<i>Funciones especiales</i>	57
2.6.1.5	<i>Programación</i>	61
2.6.1.6	<i>Programación en el propio Logo! Siemens</i>	61
2.6.1.7	<i>Reglas para manejar el Logo! Siemens</i>	62
2.6.1.8	<i>Programación por medio de Logo!SoftComfort V6.0 (Software)</i>	63
2.6.1.9	<i>Barras principales de software</i>	65
2.6.2	<i>Fluidsim</i>	70
2.6.2.1	<i>Características Fluidsim</i>	70
2.6.2.2	<i>Barra de herramientas del software</i>	71
2.6.2.3	<i>Descripción de librerías</i>	72
2.6.2.4	<i>Identificación de elementos</i>	73
3.	ALTERNATIVAS DE DISEÑO	76
3.1	<i>Generalidades</i>	76
3.2	<i>Metodología de diseño</i>	76
3.3	<i>Generación de alternativas</i>	78
3.4	<i>Matriz morfológica</i>	79
3.5	<i>Alternativas de solución</i>	80
3.5.1	<i>Descripción de alternativa 1</i>	80
3.5.2	<i>Descripción de alternativa 2</i>	80
3.6	<i>Evaluación de alternativas</i>	81
3.7	<i>Seleccionar una alternativa</i>	82
3.8	<i>Reflexionar sobre los resultados</i>	82
3.9	<i>Selección de elementos y equipos</i>	83
3.10	<i>Diseño del banco</i>	86
3.10.1	<i>Parámetros de funcionamiento y seguridad</i>	88

3.10.1.1	<i>Parámetros de funcionamiento</i>	88
3.10.1.2	<i>Parámetros de seguridad</i>	88
3.10.2	<i>Descripción de los módulos</i>	89
3.10.2.1	<i>Módulo de relés</i>	89
3.10.2.2	<i>Módulo cilindro de doble efecto</i>	90
3.10.2.3	<i>Módulo cilindro de simple efecto</i>	90
3.10.2.4	<i>Módulo electroválvula 5x2 biestable</i>	91
3.10.2.5	<i>Módulo electroválvula 3x2 monoestable</i>	91
3.10.2.6	<i>Módulo de temporizadores</i>	92
3.10.2.7	<i>Módulo de reguladores de velocidad</i>	92
3.10.2.8	<i>Módulo de manómetros</i>	92
3.10.2.9	<i>Módulo válvulas lógicas</i>	93
3.10.2.10	<i>Módulo de alimentación</i>	94
3.10.2.11	<i>Línea de alimentación</i>	94
4.	CONSTRUCCIÓN, EQUIPOS Y ACCESORIOS.....	95
4.1	Construcción y montaje del banco	95
4.2	Ensamblaje	96
4.2.1	<i>Descripción del proceso de construcción</i>	96
4.2.2	<i>Operaciones tecnológicas de la construcción</i>	99
4.3	Esquemas de ensamble.....	102
4.4	Realización de pruebas eléctricas.....	107
4.5	Realización de pruebas neumáticas.....	107
4.6	Verificación del funcionamiento del software	108
4.7	Análisis de costos	108
4.8	Costos de los equipos	109
4.8.1	<i>Costos directos</i>	109
4.8.2	<i>Costos indirectos</i>	110
4.8.3	<i>Costos totales</i>	111
5.	ELABORACIÓN DE GUÍAS DE LABORATORIO	112
5.1	Introducción	112
5.2	Temas de las aplicaciones seleccionadas	116
5.3	Manual de operación	116
5.4	Guías de laboratorio	119
	<i>Práctica 1: Identificación y funcionamiento de componentes</i>	119
	<i>Práctica 2: Regulación de la velocidad de un cilindro de doble efecto</i> 130	
	<i>Práctica 3: Prensa para tapas</i>	135
	<i>Práctica 4:Funcionamiento automático de un cilindro de doble efecto</i> 140	
	<i>Práctica 5: Doblado del borde de chapas</i>	145
	<i>Práctica 6: Elevación y transporte de paquetes</i>	151
	<i>Práctica 7: Máquina embotelladora</i>	157
	<i>Práctica 8: Estampadora</i>	163
	<i>Práctica 9:Doblado del borde de chapas (Utilización Logo! Siemens)</i> 169	
	<i>Práctica 10: Elevación y transporte de paquetes (Utilización Logo! Siemens)</i>	176
	<i>Práctica 11: Funcionamiento automático de un cilindro de doble efecto (Utilización Logo! Siemens)</i>	183
	<i>Práctica 12: Estampadora (Utilización Logo! Siemens)</i>	190

6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	197
6.1	Conclusiones	197
6.2	Recomendaciones.....	198

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFÍA

LINKOGRAFÍA

ANEXOS



PLANOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
1	Representación de la lógica de contactos..... 8
2	Representación de los elementos de entrada y salida 9
3	Simbología de los componentes neumáticos 32
4	Símbolos electroneumáticos 50
5	Funciones lógicas básicas 56
6	Funciones lógicas especiales..... 59
7	Magnitudes del software Fluidsim..... 71
8	Exigencias y deseos 76
9	Matriz morfológica 79
10	Criterios de evaluación..... 81
11	Puntuación de conceptos 82
12	Selección de alternativas 82
13	Selección de elementos y equipos..... 83
14	Herramientas y accesorios 95
15	Equipos..... 96
16	Partes constitutivas..... 97
17	Operaciones tecnológicas..... 99
18	Costos directos 109
19	Costos indirectos 110
20	Costo total 111
21	Equivalencias entre los componentes neumáticos y las funciones lógicas..... 118
22	Componentes práctica 2 130
23	Componentes práctica 3 136
24	Componentes práctica 4 140
25	Componentes práctica 5 146
26	Componentes práctica 6 151
27	Componentes práctica7 157
28	Componentes práctica 8 164
29	Componentes práctica 9 170
30	Componentes práctica 10 177
31	Componentes práctica 11 184
32	Componentes práctica 12 191

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1	Clasificación tecnológica 6
2	Función lógica O 10
3	Función lógica Y 10
4	Función O lógica de funciones Y 11
5	Función Y lógica de funciones O 11
6	Representación de la función lógica “OR” 12
7	Función “Y” o “AND” 13
8	Función Not 13
9	Función Nor 13
10	Función Nand 14
11	Función Xor 14
12	Función Xnor 15
13	Función igualdad 15
14	Sistema de control básico 16
15	Sistema de control secuencial 18
16	Sistema de control continuo 19
17	Componentes de un sistema neumático básico 22
18	Identificación de orificios 25
19	Cilindro simple efecto 27
20	Cilindro doble efecto 27
21	Actuadores de giro 28
22	Controlador de velocidad 28
23	Denominación de los componentes de un sistema neumático 30
24	Diagrama de fases 31
25	Dispositivos de un sistema electroneumático 41
26	Pulsadores electromecánicos 41
27	Interruptor electroneumático 42
28	Finales de carrera electroneumáticos 42
29	Relés 43
30	Temporizador 44
31	On Delay 44
32	Off Delay 45
33	Electroválvula 2/2 vías monoestable 45
34	Electroválvula 3/2 vías monoestable 46
35	Electroválvula 4/2 vías monoestable 46
36	Electroválvula 5/2 vías monoestable 47
37	Electroválvula 5/2 vías biestable 48
38	Esquema neumático 48
39	Esquema eléctrico 49
40	Logo! 230 RC de Siemens 54
41	Estructura Logo! Siemens 230 RC 55
42	Módulo de ampliación digital Logo! DM8 230R 55
43	Interfaz del Logo!SoftComfort V6.0 65
44	Barra de menú 66

45	Barra de herramientas “Estándar”	67
46	Barra de herramientas “Herramientas”	67
47	Barra de herramientas “Simulación”	68
48	Barra de estado	68
49	Logo! en el modo operativo PC  LOGO	69
50	Logo! en el modo operativo PC  LOGO	70
51	Interfaz del Logo!SoftComfort	70
52	Interfaz del software Fluidsim 4.2	72
53	Banco de pruebas	87
54	Módulo de relés.....	89
55	Módulo de cilindro de doble efecto	90
56	Módulo de cilindro de simple efecto.....	90
57	Módulo de electroválvula 5x2 biestable	91
58	Módulo de electroválvula 3x2 monoestable	91
59	Módulo de temporizadores.....	92
60	Módulo de reguladores de velocidad	92
61	Módulo de manómetros	93
62	Módulo de válvulas lógicas.....	93
63	Módulo de alimentación.....	94
64	Línea de alimentación	94
65	Cartograma sinóptico de la estructura principal	102
66	Cartograma sinóptico del módulo de doble efecto.....	102
67	Cartograma sinóptico del módulo de simple efecto.....	103
68	Cartograma sinóptico del módulo de relés.....	103
69	Cartograma sinóptico del módulo de electroválvula biestable 5x2	104
70	Cartograma sinóptico del módulo de electroválvula monoestable 3x2	104
71	Cartograma sinóptico del módulo de temporizadores.....	105
72	Cartograma sinóptico del módulo de válvulas lógicas.....	105
73	Cartograma sinóptico del módulo de manómetros	105
74	Cartograma sinóptico del módulo de reguladores de velocidad	106
75	Cartograma sinóptico del módulo de alimentación.....	106
76	Cartograma sinóptico de la alimentación.....	106
77	Costo total	111
78	Cilindro doble efecto.....	119
79	Cilindro simple efecto	120
80	Válvula 5x2 biestable.....	121
81	Válvula 3x2 monoestable.....	121
82	Manómetros de tubo de Bourdon.....	124
83	Unidad técnica de mantenimiento.....	127
84	Racores.....	128
85	Racores tee	129
86	Diagrama de fases práctica 2	132
87	Meter in.....	132
88	Meter out.....	133
89	Esquema eléctrico práctica 2.....	133
90	Prensa para tapas	135
91	Diagrama de fases práctica 3	137
92	Esquema neumático práctica 3.....	137
93	Esquema eléctrico práctica 3.....	138

94	Diagrama de fases práctica 4	142
95	Esquema neumático práctica 4.....	142
96	Esquema eléctrico práctica 4.....	143
97	Doblado del borde de chapas	145
98	Diagrama de fases práctica 5	147
100	Esquema eléctrico práctica 5.....	148
101	Elevación y transporte de paquetes	148
102	Diagrama de fases práctica 6	153
103	Esquema neumático práctica 6.....	154
104	Esquema eléctrico práctica 6.....	154
105	Máquina embotelladora.....	157
106	Diagrama de fases práctica 7	159
107	Esquema neumático práctica 7.....	160
108	Esquema eléctrico práctica 7.....	160
109	Estampadora.....	163
110	Diagrama de fases práctica 8	165
111	Esquema neumático práctica 8.....	166
112	Esquema eléctrico práctica 8.....	166
113	Doblado del borde de chapas (Utilización Logo! Siemens)	169
114	Diagrama de fases práctica 9	171
115	Esquema neumático práctica 9.....	172
116	Esquema eléctrico práctica 9.....	172
117	Esquema electrónico práctica 9.....	173
118	Esquema de conexión Logo! Siemens práctica 9.....	174
119	Elevación y transporte de paquetes (Utilización Logo! Siemens)	176
120	Diagrama de fases práctica 10	178
121	Esquema neumático práctica 10.....	179
122	Esquema eléctrico práctica 10.....	179
123	Esquema electrónico práctica 10.....	180
124	Esquema de conexión Logo! Siemens práctica 10.....	181
125	Diagrama de fases práctica 11	185
126	Esquema neumático práctica 11.....	186
127	Esquema eléctrico práctica 11.....	186
128	Esquema electrónico práctica 11.....	187
129	Esquema de conexión Logo! Siemens práctica 11.....	188
130	Estampadora (Utilización Logo! Siemens)	190
131	Diagrama de fases práctica 12	192
132	Esquema neumático práctica 12.....	193
133	Esquema eléctrico práctica 12.....	193
134	Esquema electrónico práctica 12.....	194
135	Esquema de conexión Logo! Siemens práctica 12.....	195

LISTA DE ABREVIACIONES

CEI	International Electrotechnical Commission
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
DIN	Deutsches Normen-Ausschuss
CETOP	Comité Europeo de Transmisión Óleo Hidráulica y Neumática
ISO	International Standard Organization
AC	Corriente Alterna
DC	Corriente Directa
SF	Lista de Funciones Especiales
GF	Lista de Funciones Básicas
BN	Lista de Bloques Disponibles
Co	Lista de bornes
PSI	Poundal Square Inches
NPTF	National Pipe Thread Fine
HMI	Interfaz Hombre – Máquina

LISTA DE ANEXOS

A	Datos técnicos Logo! Siemens
B	Datos técnicos relés
C	Datos técnicos temporizador
D	Características válvula 3x2 monoestable
E	Características válvula 5x2 biestable
F	Unidad de mantenimiento
G	Racores
H	Reguladores de velocidad
I	Manómetros
J	Perfiles laminados – Platinas
K	Perfiles Importados – Ángulos
L	Planchas
M	Tubo estructural - cuadrado
N	Tubo estructural – rectangular

RESUMEN

El Diseño e Implementación de un Banco de Laboratorio para Fundamentos de Control Secuencial, cuenta con elementos eléctricos , electroneumáticos y neumáticos: relés, temporizadores, cilindro de simple y doble efecto, electroválvula biestable 5x2, electroválvula monoestable 3x2, válvulas lógicas AND y OR, reguladores de velocidad, y los accesorios para la manipulación y tratamiento del aire comprimido, además de tutoriales de ejemplos de aplicación, elaborados de tal forma que el practicante pueda desarrollarlos de forma sencilla.

Con la finalidad de evaluar la teoría con la práctica, procediendo con el análisis de cada aplicación real, su principio de funcionamiento, montaje, cableado, programación mediante el software LOGO!SoftComfort V6.0 y la simulación de la aplicación mediante el software FluidSIM 4.2, se ha implementado un banco electroneumático didáctico que tiene el propósito de facilitar la manipulación de circuitos eléctricos y neumáticos, mediante el desarrollo de tutoriales diseñados que fomenten el interés del estudiante en la capacitación.

Su diseño compacto, didáctico de fácil manejo y funcionamiento hace que sea de fácil uso y manejo, también puede reconocer a los equipos eléctricos y neumáticos de forma física y simbólica, los elementos eléctricos están representados por la norma IEC 1082-1 y los elementos neumáticos mediante la norma ISO 1219, normas que se utilizan en los símbolos gráficos y las reglas que deben utilizarse en la identificación de cada elemento del banco de prueba.

Con la implementación de este banco podemos entender las ventajas de la utilización de los módulos y las diferentes aplicaciones, además la aplicación de tecnologías actuales. El alcance de los tutoriales es la formación técnica del estudiante de una manera sencilla y pedagógica.

ABSTRACT

The Design and Implementation of a Laboratory Bench for Sequential Control Fundamentals, has electric elements, electro-pneumatic and pneumatic: relays, timers, cylinder of simple and double effect, solenoid valve 5x2, single solenoid valve 3x2, logical valves, speed controllers, and accessories for handling and treatment of compressed air, besides it has tutorials so the practicing can develop them in a simple way.

In order to evaluate the theory with the practice, proceeding with the analysis of each real application, its principle of operation, installation, wired up, programming using the Logo!Soft Comfort V 6.0 and the simulation of the application by means of the FluidSim 4.2 software, an electro-pneumatic didactic bench has implemented which has the purpose of facilitating the handling of pneumatic and electrical circuits through the development of tutorials that encourage the student's interest in the training.

Its compact design, easy handling and didactic function makes it as easy to use operation, also it can recognize electrical and pneumatic equipment of physical and symbolic form, the electrical elements are represented by the IEC 1082-1 standard, and pneumatic elements using the ISO 1219 standard, standards used in the symbols, graphics and rules to be used in the identification of each bench test item.

With the implementation of this bench we can understand the advantages of the use of the modules and the different applications, plus the application of current technologies. The scope of the student's technical training in a simple and pedagogical way.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

Dentro del campo de la producción industrial, desde los inicios de la era industrial hasta la actualidad, la automatización ha pasado de ser una herramienta de trabajo deseable a una herramienta indispensable para competir en el mercado globalizado.

Anteriormente se realizó un trabajo de graduación para el laboratorio de Control Automático denominado “BANCO PARA LA REALIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE CONTROL AUTOMÁTICO Y CONTROL INDUSTRIAL USANDO SOFTWARE LOGO! Y LABVIEW” con el objetivo de familiarizar al futuro Ingeniero Mecánico con los sistemas de control y la automatización industrial.

Una de las maneras más óptimas de automatización se ha logrado con la explotación del potencial del aire comprimido como elemento básico en una línea de producción. Los dispositivos electroneumáticos brindan soluciones sencillas y rentables en su control, es por ello que cada vez la mayor cantidad de máquinas lo utilizan.

El desarrollo del presente proyecto pondrá en manifiesto las bondades de un sistema electroneumático complementando el banco existente para enfocarse en el sistema de control secuencial.

1.2 Justificación

En Ecuador la industria nacional se encuentra condicionada en gran parte por limitaciones tecnológicas, es por esto que se debe fomentar el desarrollo de tecnologías que permitan un implemento en la productividad y mejoras en la calidad, cumpliendo las normas de control de seguridad y protección del ambiente.

Los sistemas de control secuencial con fuentes electroneumáticas son herramientas de automatización que tiene como objetivo incrementar la competitividad de la industria para lo que es necesaria la utilización de estas tecnologías, por lo cual las aplicaciones de estos sistemas de automatización y control son fundamentales en el desempeño profesional del Ingeniero Mecánico.

Una de las maneras de automatización en cuanto a mecanismos y relación costo beneficio se puede lograr a través de la neumática y electroneumática complementado el control a través de un módulo de programable LOGO! de SIEMENS y la simulación mediante el software FLUIDSIM, ya que en la actualidad la mecánica va de la mano de la electricidad, electrónica y programación.

El beneficio que implica la utilización de este banco en el aprendizaje de las técnicas de control secuencial y sistemas electroneumáticos no solo puede favorecer a grandes empresas sino a pequeñas industrias sustituyendo la fuerza y habilidades manuales por procedimientos mecánicos de precisión.

Por lo expuesto anteriormente se justifica el diseño e implementación del banco didáctico de pruebas y el desarrollo de guías de laboratorio permitiendo que el estudiante palpe físicamente el cómo manipular un sistema de control y aplicación en los sistemas electroneumáticos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general. Diseñar e implementar un banco de laboratorio para fundamentos de control secuencial.

1.3.2 *Objetivos específicos*

Plantear alternativas de diseño de bancos de laboratorio para desarrollar sistemas electroneumáticos que permitan el diseño, simulación a través del software FLUIDSIM y comprobación de secuencias establecidas reales.

Instalar los diferentes componentes del sistema electro neumático simulado para realizar el control secuencial incorporando el dispositivo relé inteligente (LOGO!)

Elaborar tutoriales de prácticas de laboratorio de las aplicaciones seleccionadas

CAPÍTULO II

2. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

2.1 Control automático en la industria[1]

2.1.1 Conocimiento básico. El Control Automático de procesos es parte del progreso industrial desarrollado durante lo que ahora se conoce como la segunda revolución industrial. El uso intensivo de la ciencia de Control Automático es producto de una evolución que es consecuencia del uso difundido de las técnicas de medición y control .Su estudio intensivo ha contribuido al reconocimiento universal de sus ventajas.

La eliminación de errores es otra contribución positiva del uso del Control Automático .El principio del Control Automático o sea el empleo de una realimentación o medición para accionar un mecanismo de control, es muy simple . El mismo principio del Control Automático se usa en diversos campos, como control de procesos químicos y del petróleo, control de hornos en la fabricación del acero , control de máquinas herramientas , y en el control y trayectoria de un proyectil .

Es necesaria la comprensión del principio del Control Automático en la ingeniería moderna, por ser su uso tan común como el uso de los principios de electricidad o termodinámica, siendo por lo tanto, una parte de primordial importancia dentro de la esfera del conocimiento de ingeniería. También son tema de estudio los aparatos para Control Automático, los cuales emplean el principio de realimentación para mejorar su funcionamiento.

2.1.2 Ventajas[2]

Algunas de las ventajas del Control Automático, son las siguientes:

Aumento y constancia (repetitibilidad) en la calidad.

Mejor rendimiento.

Menor desperdicio y reprocesado de productos.

Menos contaminación.

Mayor margen de seguridad.

Menor consumo de energía.

2.2 Automatización industrial[3]

2.2.1 Conocimiento básico. En el enfoque de la industria, automatización es el paso más allá de la mecanización en donde los procesos industriales son asistidos por máquinas o sistemas mecánicos que reemplazan las funciones que antes eran realizadas por animales. Mientras en la mecanización los operadores son asistidos con maquinaria a través de su propia fuerza y de su intervención directa, en la automatización se reduce de gran manera la necesidad mental y sensorial del operador. De esta forma presenta grandes ventajas en cuanto a producción más eficiente y disminución de riesgos al operador.

Con la implementación de métodos numéricos en dispositivos de automatización el resultado es una gama de aplicaciones de rápida expansión y de enfoque especializado en la industria. La tecnología asistida por computadora (CAx) ahora sirve de base para las herramientas matemáticas y de organización utilizada para crear sistemas complejos. Ejemplos notables de CAx incluyen el diseño asistido por computadora (CAD) y fabricación asistida por ordenador (CAM). La mejora en el diseño, análisis, y la fabricación de productos basados en CAx ha sido beneficiosa para la industria.

La tecnología informática, junto con los mecanismos y procesos industriales, pueden ayudar en el diseño, implementación y monitoreo de sistemas de control. Los PLC's están especializados sincronizar el flujo de entradas de sensores y eventos con el flujo de salidas a los actuadores y eventos. La Interfaz hombre-máquina (HMI) o interfaces hombre computadora, se suelen utilizar para comunicarse con los PLC's y otros equipos. El personal de servicio se encarga del seguimiento y control del proceso a través de los HMI, en donde no solo puede visualizar el estado actual del proceso sino también hacer modificaciones a variables críticas del proceso.

2.2.2 Ventajas. Las principales ventajas de aplicar automatización a un proceso son:

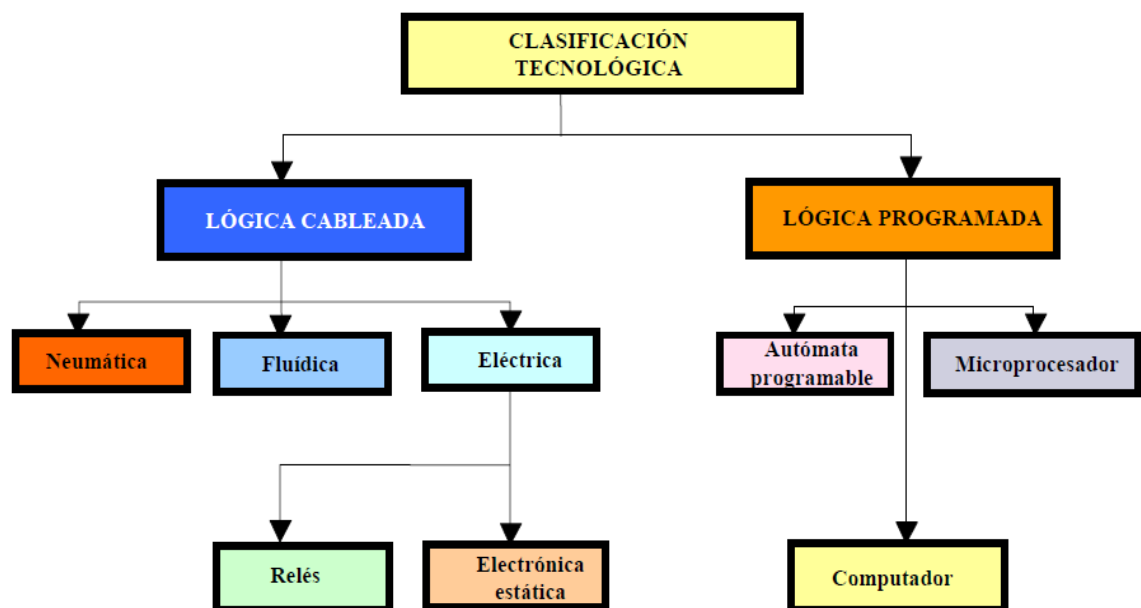
Reemplazo de operadores humanos en tareas repetitivas o de alto riesgo.

Reemplazo de operador humano en tareas que están fuera del alcance de sus capacidades como levantar cargas pesadas, trabajos en ambientes extremos o tareas que necesiten manejo de una alta precisión.

Al mantener la línea de producción automatizada, las demoras del proceso son mínimas, no hay agotamiento o desconcentración en las tareas repetitivas, el tiempo de ejecución se disminuye considerablemente según el proceso, en consecuencia se incrementa la producción.

2.2.3 Opciones tecnológicas. La evolución de la automatización ha ido de la mano al desarrollo experimentado a lo largo de los tiempos. De forma general se puede clasificar las opciones tecnológicas partiendo de los siguientes conceptos fundamentales: lógica cableada y lógica programada.

Figura 1. Clasificación tecnológica



Fuente: Representación de los automatismos [4]

2.2.3.1 Lógica cableada. Su denominación viene dada por el tipo de elementos que intervienen en su implementación, en el cual las uniones físicas se realizan mediante cables eléctricos, como también relés magnéticos, interruptores, pulsadores, etc., en el caso de la tecnología eléctrica. En lo que se refiere a la tecnología electrónica, los puertos lógicos son los elementos fundamentales mediante los cuales se realizan los automatismos.

La tecnología cableada, ha sido y es aún utilizada en los automatismos industriales; aunque en comparación con la lógica programada presenta las siguientes desventajas:

Imposibilidad de realización de funciones complejas de control.

Gran voluminosidad y peso.

Escasa flexibilidad frente a modificaciones.

Reparaciones costosas.

2.2.3.2 Lógica programada. Este tipo de tecnología tiene su desarrollo a partir de la aparición del microprocesador, y de los sistemas programables basados en éste: computador, controladores lógicos y automatismos programables.

Algunas de las ventajas con respecto a la lógica programada son:













Gran flexibilidad.

Posibilidad de cálculo científico e implementación de tareas complejas de control de procesos, comunicaciones y gestión.

2.2.4 Representación de los automatismos. Toda función lógica puede ser representada gráfica y simbólicamente, dependiendo de la tecnología utilizada en su implementación. La representación gráfica de la lógica cableada puede ser también a través de los diagramas de contactos, si lo que se utiliza es tecnología eléctrica, o bien la representación puede ser a través de diagramas de funciones lógicas, si lo que se utiliza es la tecnología electrónica de puertos lógicos.

2.2.4.1. Lógica de contactos. Se trata de la representación gráfica de esquemas de automatismos eléctricos, en los cuales, el elemento fundamental es el interruptor electromagnético denominado relé, junto con pulsadores, interruptores y contactores. Este tipo de representación se sigue manteniendo ampliamente por los fabricantes de dispositivos basados en lógica programable. A continuación se muestra los elementos fundamentales de la lógica de contactos y su representación:

Tabla 1. Representación de la lógica de contactos.

FUNCIÓN	Y	O	Complemento
Nemónicos	AND	OR	
Representación Booleana	.	+	X
Norma CEI			
Norma Francesa			
Norma NEMA			
DIN 40713 16			

Fuente: Representación de los automatismos [4]

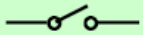


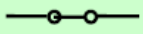

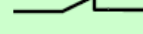



Elementos de entrada. Son los dispositivos físicos mediante los cuales el automatismo realiza la observación de las variables de entrada; que pueden ser pulsadores, interruptores, finales de carrera, detectores de proximidad, etc. Por lo tanto se debe

asociar a dichos elementos las variables de entrada de cuya combinación resultará una función lógica que activará o no la salida correspondiente.

La variable de entrada directa, da un “1” lógico cuando es activada. La variable de entrada inversa, da un “0” lógico cuando es activada.

La variable de entrada pura, proviene de acciones de mando del operador, o bien de la lectura de los elementos de entrada. La variable de salida realimentada, proviene de la realimentación de una variable de salida y posterior consideración como variable de entrada.

Tabla 2. Representación de elementos de entrada y salida.

	Norma DIN	Norma NEMA	Norma CEI
Variable de entrada directa (normalmente abierta)	X_0 	X_0 	X_0 
Variable de entrada inversa (normalmente cerrada)	\bar{X}_0 	\bar{X}_0 	\bar{X}_0 
Variable de salida	Y_0 	Y_0 	Y_0 

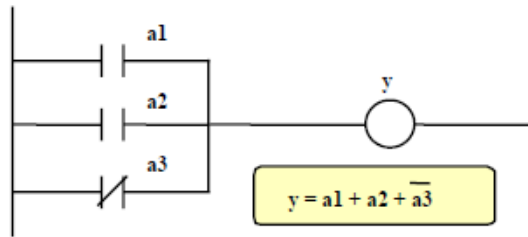
Fuente: Representación de los automatismos [4]

Elementos de salida. Los elementos de salida deben ser asociados a variables de salida de funciones lógicas.

Funciones lógicas

Función lógica O. Es la conexión en paralelo de los diversos elementos de entrada

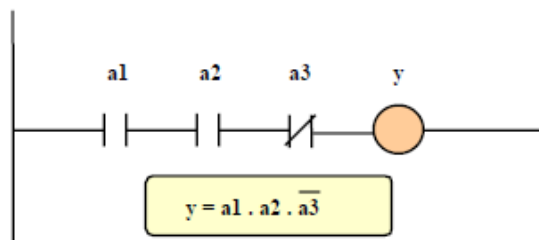
Figura 2. Función lógica O



Fuente: Representación de los automatismos [4]

Función lógica Y. Se trata de la conexión en serie de diversos elementos de entrada.

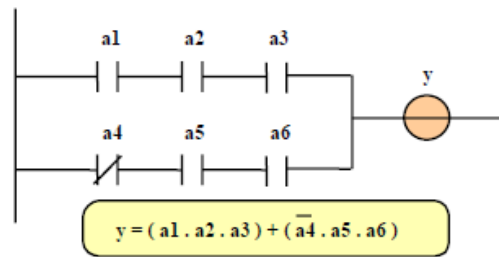
Figura 3. Función lógica Y



Fuente: Representación de los automatismos [4]

Función O lógica de funciones Y. Corresponde a la conexión en paralelo de dos o más ramas en serie.

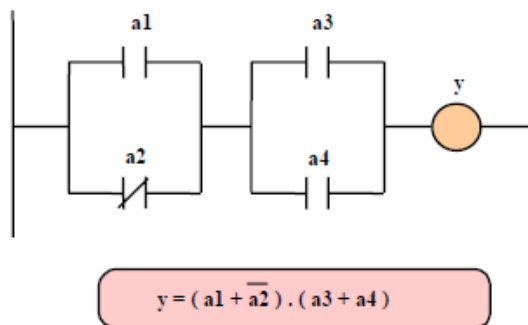
Figura 4. Función O lógica de funciones Y



Fuente: Representación de los automatismos [4]

Función Y lógica de funciones O. Corresponde a la conexión en serie de conjuntos de dos o más ramas en paralelo.

Figura 5. Función Y lógica de funciones O



Fuente: Representación de los automatismos [4]

Lógica de funciones. El funcionamiento de los sistemas digitales están basados en el modo binario, que emplean dispositivos por medio de los cuales solo son posibles dos estados (todo – nada). Esta característica hace que muchos dispositivos industriales funcionen bajo un cálculo matemático que solo opere con dos valores “0” y “1”.

Hay dos sistemas lógicos distintos:

Lógica positiva, cuando el estado alto coincide con el “1” lógico y el estado bajo con el “0” lógico; y

Lógica negativa, cuando el estado alto coincide con el “0” lógico y el estado bajo con el “1” lógico.

Función “O” u “Or” (Suma lógica). La función OR proporciona una salida “1” siempre que sea “1” el estado de por lo menos una de las variables de entrada, dicho de otra forma, realiza una suma lógica.

$$S = A + B$$

Los símbolos mas utilizados para la representación de la función lógica “OR” son:

Figura 6. Representación de la función lógica “OR”



Fuente: Representación de los automatismos [4]

Función “Y” O “And” (Producto lógico). La función AND se caracteriza porque la salida es “1” solamente cuando todas las variables de entrada son “1”, es decir, realiza el producto lógico.

$$S = A . B$$

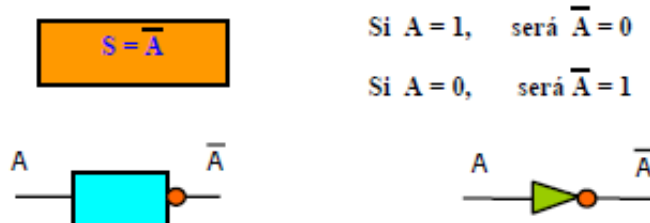
Figura 7. Función “Y” o “And”



Fuente: Representación de los automatismos [4]

Función not (Negación, Inversión O Complemento). Esta función representa el valor inverso de la variable o función.

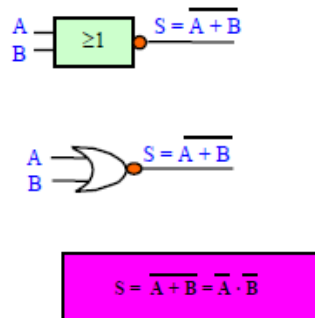
Figura 8. Función Not



Fuente: Representación de los automatismos [4]

Función nor (No-O). Si después de efectuar una operación “OR”, se realiza una inversión, se obtiene la función NO-O o NOR.

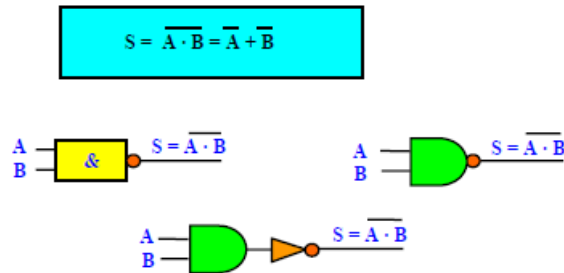
Figura 9. Función Nor



Fuente: Representación de los automatismos [4]

Función nand (No – Y). Si después de efectuar la operación AND, se realiza una inversión, se obtiene la función NO – Y o NAND.

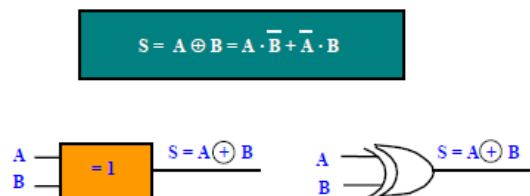
Figura 10. Función Nand



Fuente: Representación de los automatismos [4]

Función or – exclusiva (Xor). La salida es “1” cuando las entradas están en distinto estado.

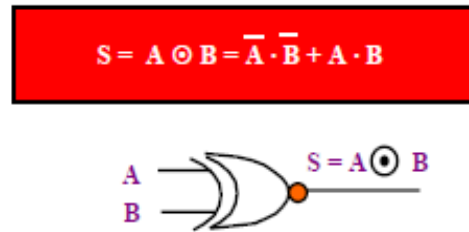
Figura 11. Función Xor



Fuente: Representación de los automatismos [4]

Función nor – exclusiva (Xnor). La salida es “1” cuando las entradas están en el mismo estado.

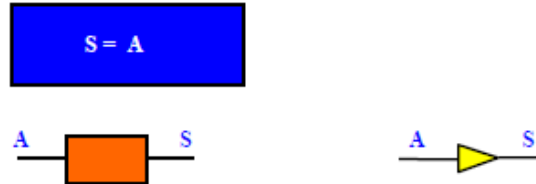
Figura 12 Función Xnor



Fuente: Representación de los automatismos [4]

Función igualdad. Se trata de un puerto lógico de igualdad, es decir que su salida siempre tiene el mismo valor que su entrada. Generalmente es utilizada como amplificador digital.

Figura 13. Función Igualdad



Fuente: Representación de los automatismos [4]

2.3 Sistemas de control

2.3.1 Conocimientos básicos. La ingeniería de control diseña las leyes matemáticas que gobiernan los sistemas físicos conforme a una serie de especificaciones técnicas. Este estudio es esencial para el desarrollo y automatización de procesos y operaciones industriales tales como el control de presión, temperatura, humedad, viscosidad y flujo en las industrias de proceso.

Los avances en la teoría y la práctica del Control Automático aportan los medios para obtener un desempeño óptimo de los sistemas dinámicos, mejorar la productividad, aligerar la carga de muchas operaciones repetitivas y rutinarias, así como de otras actividades

2.3.2 Sistema de control básico. Un sistema o proceso de control está formado por un conjunto de elementos relacionados entre sí que consiguen que la señal de salida de un proceso se comporte tal y como se desea, mediante una acción de control.

Figura 14. Sistema de control básico



Fuente: Control automático [5]

Un conocimiento preciso de la relación entrada/salida permite predecir la respuesta del sistema y seleccionar la acción de control adecuada para mejorarla. Así, el diseñador, conociendo cuál es la dinámica deseada, ajustará la acción de control para conseguir el objetivo final frente a las perturbaciones externas del sistema.

2.3.3 Elementos de un sistema de control. A continuación se definen algunos elementos básicos de un sistema de control:

Planta, proceso o sistema: Es el sistema físico o la magnitud física que se desea controlar (por ejemplo un horno de calentamiento controlado, velocidad de un vehículo, etc)

Perturbaciones: Señales o magnitudes físicas desconocidas que tienden a afectar adversamente la salida (objetivo) del sistema.

Control realimentado: Operación que se realiza sobre la planta, con la que se consigue a pesar de las perturbaciones, el sistema siga una entrada de referencia. Normalmente esto se consigue comparando la señal de salida con la señal deseada y actuando en consecuencia.

Controlador: Es la ley matemática que rige el comportamiento del sistema. Si una ley de control funciona aunque uno se haya equivocado en el modelo, se dice que esa ley es robusta.

Servosistema: Sistema de control realimentado en el que se hace especial enfoque a la capacidad del sistema de seguir una referencia.

Regulador: Sistema de control realimentado en el que se hace especial hincapié a la capacidad del sistema de rechazar las perturbaciones. En los reguladores la referencia prácticamente no cambia, es una señal continua y si cambia, lo hace lentamente.

2.3.4 Clasificación de los sistemas de control. Los sistemas de control se pueden dividir en dos grupos: Sistemas de Control Secuenciales y Sistemas de Control Continuos o de Regulación.

2.3.4.1 Sistemas de control secuencial. Se define como un sistema en el cual, la salida en cualquier instante depende de las entradas en dicho instante y de la historia pasada (o secuencias) de entradas. Se pueden indicar algunas características propias de los procesos que se controlan de forma secuencial:

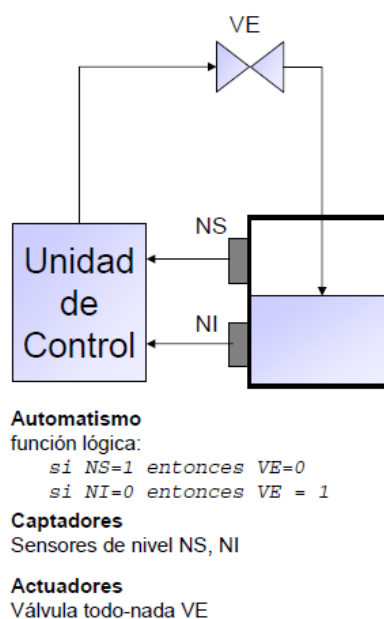
El proceso puede descomponerse en una serie de estados que se activarán de forma secuencial (variables internas).

Cada uno de los estados, cuando está activo realiza una serie de acciones sobre los actuadores (variables de salida)

Las señales procedentes de los captadores (variables de entrada) controlan la transición entre estados.

Las variables empleadas en el proceso y sistema de control (entrada, salida e internas), son múltiples y generalmente de tipo discreto, solo toman 2 valores, activado y desactivado.

Figura 15. Sistema de control secuencial



Fuente: Sistemas de control [6]

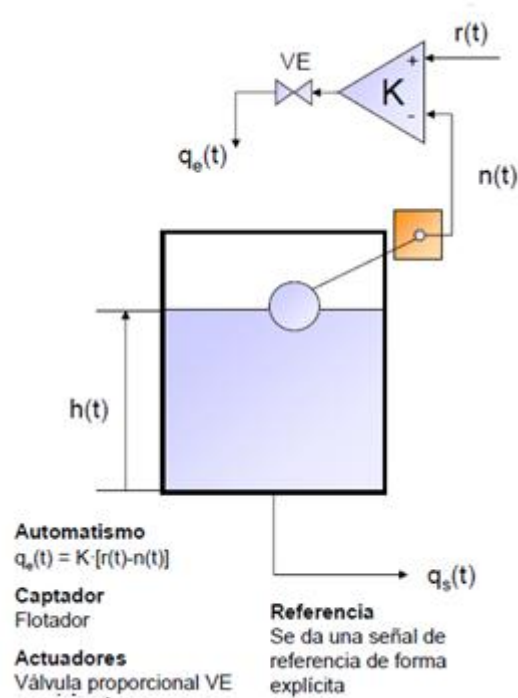
2.3.4.2 Sistemas de control continuo o de regulación . La variable controlada es analógica, es decir puede tomar un número infinito de valores. Este tipo de sistemas de control pertenecen a una subclasificación de los sistemas de control de lazo cerrado, en donde su señal de salida tiene efecto sobre la acción de control.

La señal controlada debe realimentarse y compararse con la entrada de referencia, tras lo cual se envía a través del sistema una señal de control, que será proporcional a la diferencia encontrada entre la señal de entrada y la señal medida a la salida o sea el

error entre la señal de de entrada y la señal deseada y la obtenida, con el objetivo de corregir el error o desviación que pudiera existir.

La principal ventaja de los sistemas de control continuo es que el uso de la retroalimentación hace al conjunto menos sensible a las perturbaciones externas y a las variaciones de los parámetros internos.

Figura 16. Sistema de control continuo o de regulación



Fuente: Sistema de control [6]

2.4 Neumática

2.4.1 Introducción. En la actualidad la neumática es una rama de la mecánica que estudia las propiedades mecánicas de los gases. El aire comprimido y sus aplicaciones se han ido extendiendo a todas las industrias donde se necesita automatizar algún proceso continuo.

Aunque los rasgos básicos de la neumática se cuentan entre los más antiguos conocimientos de la humanidad, no fue sino hasta el siglo pasado cuando empezaron a investigarse sistemáticamente su comportamiento y sus reglas. A partir de 1950 se puede hablar de una verdadera aplicación industrial de la neumática en los procesos de fabricación. Es verdad que con anterioridad ya existían algunas aplicaciones, como por ejemplo en la minería, en la industria de la construcción y en los ferrocarriles.

La verdadera aparición de la neumática en la industria se llevó a cabo cuando surgió la exigencia de automatizar los procesos de trabajo, para bajar los costos de producción. En la actualidad, todo el desarrollo industrial está concebido con aire comprimido, y en consecuencia se utilizan equipos neumáticos.

2.4.2 Campo de aplicación. Dentro del campo de aplicaciones de la neumática, las más utilizadas en la industria son:

Manejo de herramientas: pulidoras, taladros, martillos, llaves de impacto, remachadoras.

Atomizado y mezclado de sustancias.

Elevación de cargas.

Accionamiento de frenos.

Control de procesos continuos (automatización)

2.4.3 Ventajas y desventajas. Los sistemas neumáticos ofrecen numerosas ventajas:

Disponibilidad.- Muchas fábricas tienen algún suministro de aire comprimido y compresores portátiles para posiciones alejadas.

Almacenamiento.- Se puede almacenar fácilmente en grandes cantidades dentro de depósitos especialmente diseñados para ello, si es necesario.

Simplicidad de diseño y control.- los componentes son de configuración sencilla y fácil montaje, proporcionando a los sistemas automatizados un control relativamente sencillo.

Elección de movimiento.- Se puede elegir entre un movimiento lineal angular, con velocidades fijas o continuamente variables con gran facilidad.

Economía.- La instalación de los sistemas neumáticos tiene un costo relativamente bajo ya que los componentes son muy económicos y requiere muy poco mantenimiento.

Fiabilidad.- El sistema se vuelve muy fiable gracias a la larga vida de los componentes neumáticos.

Resistencia al entorno.- Las altas temperaturas, polvo o atmósferas corrosivas no afectan al funcionamiento del sistema neumático.

Seguridad.- No posee características explosivas, aún después de haber sido comprimido. Los actuadores neumáticos no producen calor. En caso de fallo del sistema se detiene.

Las desventajas de estos sistemas neumáticos son:

El aire comprimido necesita de una buena preparación para realizar el trabajo propuesto.- se debe retirar impurezas, eliminar la humedad para evitar corrosión en los equipos, atascamientos u obstrucciones, así como desgastes en partes móviles del sistema.

Los componentes neumáticos son normalmente proyectados y utilizados a una presión máxima de 1723,6 KPa. Por lo tanto, las fuerzas proporcionadas son pequeñas comparadas con otros sistemas.

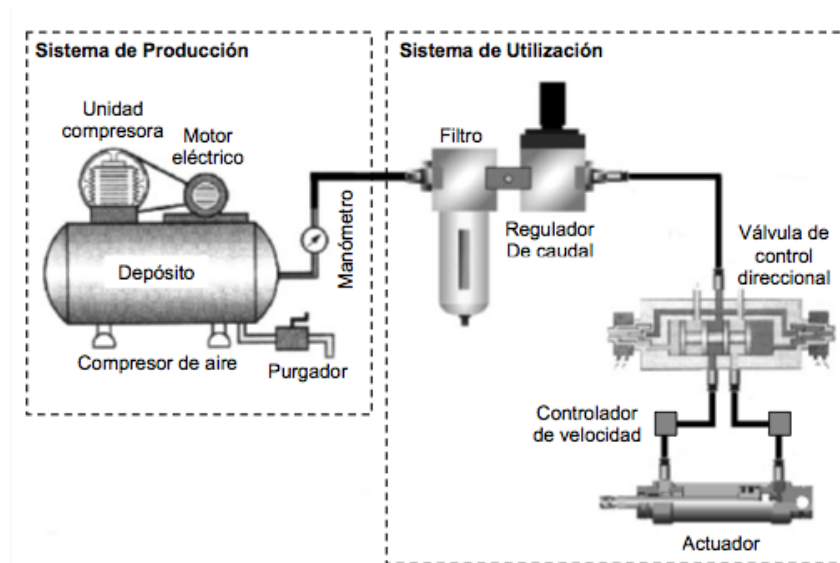
Velocidades muy bajas son difíciles de ser obtenidas con el aire comprimido, debido a sus propiedades físicas.

El aire es un fluido altamente compresible, por lo tanto, es imposible conseguir paradas intermedias y velocidades uniformes. El aire comprimido es un contaminante del medio cuando se efectúa la liberación del aire(contaminación sonora) hacia la atmósfera.

2.4.4 Componentes de un sistema neumático básico. Un sistema neumático básico se compone de dos secciones principales:

- Sistema de producción y distribución de aire.
- Sistema de consumo de aire o utilización.

Figura 17. Componentes de un sistema neumático básico.



Fuente: Neumática [7]

Dentro del sistema de producción y distribución de aire básicamente consta de la compresora de aire, la misma que a su vez se compone de cinco partes que son las siguientes:.

2.4.4.1 Unidad compresora. Es el elemento que aspira el aire a presión atmosférica y lo comprime mecánicamente. Existen varios tipos de unidades compresoras, divididos principalmente en dos categorías.

Alternantes:

De émbolo.

De diafragma.

Rotatorios:

De paleta.

De tornillo.

2.4.4.2 *Motor eléctrico.* Transforma la energía eléctrica en energía mecánica para mover la unidad de compresión.

2.4.4.3 *Depósito.* Es un tanque especial que almacena el aire comprimido y soporta altas presiones. Entre mayor es su volumen, menores deberán ser los intervalos de funcionamiento de unidad de compresión. El aire es entregado desde el depósito hacia el sistema neumático a una presión más elevada transformando así la energía mecánica de la unidad de compresión en energía neumática.

2.4.4.4 *Válvula anti-retorno.* Deja pasar el aire comprimido de la unidad compresión al depósito pero impide su retorno.

2.4.4.5 *Manómetro.* Indicador visual de la presión del aire dentro del depósito.

En cambio, el sistema de utilización del aire esta compuesto por:

2.4.4.6 *Unidad de mantenimiento de aire.* Consta de un separador de agua y un filtro de impurezas. El filtro sirve para mantener la línea libre de impurezas como polvo u óxido. El separador de agua hace girar rápidamente el aire para que las partículas de agua que se hayan condensado se depositen en el fondo del vaso.

2.4.4.7 *Regulador.* Se trata de una válvula manual que permite regular fácilmente la presión de salida del depósito hacia el sistema neumático. Muchas veces cuenta con un manómetro propio que indica la presión de flujo.

2.4.4.8 *Válvulas de control direccional.* Existen muchos tipos de válvulas neumáticas, pero todas tienen como función controlar el paso de aire entre sus vías abriendo, cerrado

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

Estas válvulas son clasificadas por:

Número de vías: orificios de los que dispone la válvula para distribuir el paso de fluido.

Número de posiciones: Estados posibles que puede adoptar internamente.

Su forma de accionamiento:

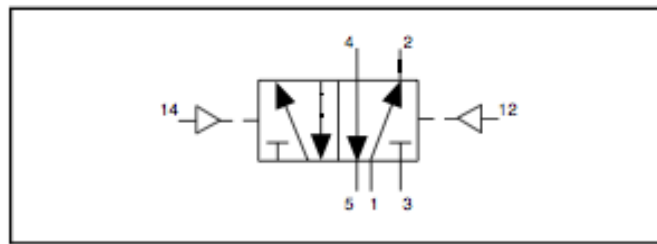
Monoestable.- Tiene única posición estable. Significa que puede tomar varias posiciones pero al ser desactivada siempre regresa a la misma posición estable mediante un resorte.

Biestable.- Tiene dos posiciones estables, cada vez que se activa conmuta entre estos dos estados sin regresar al anterior.

Identificación de los orificios. Las identificaciones de los orificios de las válvulas neumáticas, reguladores, filtros etc, tendieron a presentar una gran diversidad entre un fabricante y otro; donde cada fabricante adoptó su propio método. En 1976, CETOP-Comité Europeo de Transmisión Óleo-Hidráulica y Neumática, propuso un método universal para la identificación de los orificios a los fabricantes de este tipo de equipo.

El código, presentado por la CETOP, viene siendo estudiado para que se convierta en una norma universal a través de la organización Internacional de Normalización- ISO. Esta propuesta es de forma numérica, según se muestra:

Figura 18. Identificación de orificios



Fuente: Nomenclatura neumática [8]

Los orificios se identifican como:

No 1- alimentación: orificio de suministro principal.

No 2- utilización, salida: orificios de aplicación en las válvulas de 2 2, 3 2 y 3 3

Nos 2 y 4- utilización, salida: orificios de aplicación en las válvulas de 4 2, 4 3, 5 2 y 5 3.

No 3- escape o drenaje orificios de liberación del aire utilizado en las válvulas 3 2, 3 3, 4 2 y 4 3.

No 3 y 5- escape o drenaje: orificio de liberación del aire utilizado en las válvulas 5 2 y 5 3.

Orificios de pilotaje son identificados de la siguiente manera: 10, 12 y 14.

No 10- indica un orificio de pilotaje que, al ser influenciado, aísla, bloquea, el orificio de alimentación.

No 12- liga la alimentación 1 con el orificio de utilización 2, cuando actúa el comando.

No 14- comunica la alimentación 1 con el orificio de utilización 4, cuando actúa el comando.

Identificación de los orificios-Medio Literal. En muchas válvulas, la función de los orificios es identificada literalmente. Eso se debe principalmente a las normas DIN(DEUTSCHE NORMEN), que desde marzo de 1966 están en vigencia en Bélgica, Alemania, Francia, Suecia, Dinamarca, Noruega y otros países. Según la norma DIN 24300, Capítulo 3, Sección 2, Nr. 0.4 de marzo de 1966, la identificación de los orificios es la siguiente:

Línea de trabajo (utilización): A, B, C.

Conexión de presión (alimentación): P

Escape al exterior del aire comprimido utilizado por los equipos neumáticos: R, S, T.

Drenaje del líquido: L

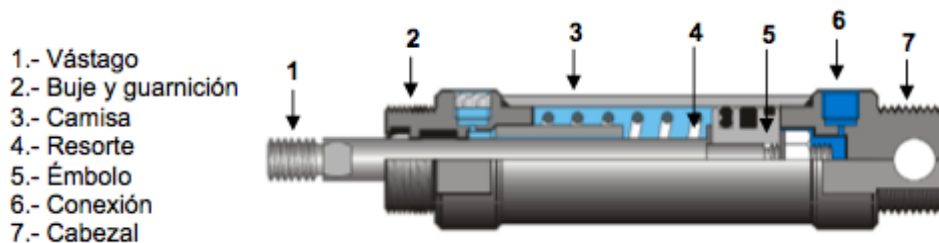
Línea de pilotaje: X, Y, Z

2.4.4.9 Actuadores. Son los encargados de transformar la energía neumática en energía mecánica. Los dos grupos más comunes son:

Actuadores lineales. Son los actuadores más comunmente utilizados, tranforman la energía neumática en energía mecánica con movimiento rectilineo alternativo.

Cilindro de simple efecto. Desarrolla un trabajo sólo en un sentido. El émbolo retorna a su posición inicial por medio de un resorte interno.

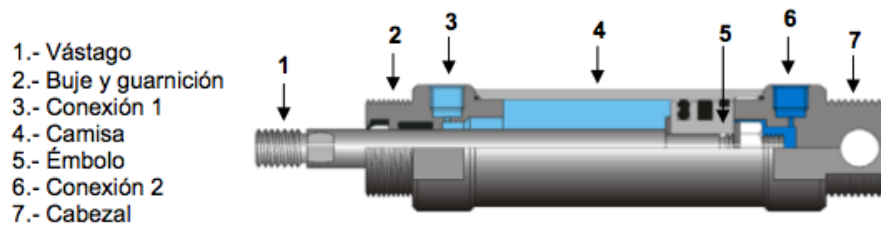
Figura 19. Cilindro simple efecto



Fuente: Elementos neumáticos [9]

Cilindro de doble efecto. El trabajo se desarrolla en las dos caras del vástago, tanto en la salida como en el retroceso, dado que el aire se aplica alternativamente a los lados opuestos (3) y (6) del émbolo.

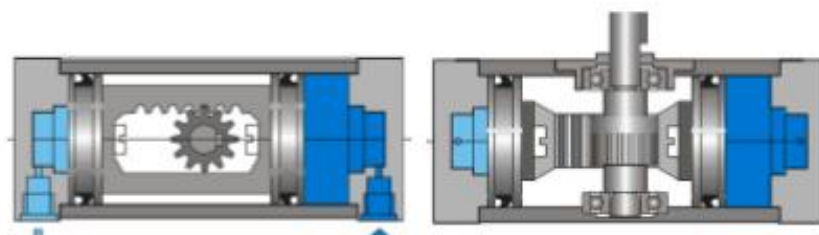
Figura 20. Cilindro doble efecto.



Fuente: Elementos neumáticos [9]

Actuadores de giro. No son utilizados comunmente como los actuadores lineales. El más sencillo tiene un piñón en el eje de salida que engrana con una cremallera la cual está unida a un émbolo doble. Al inyectar aire el émbolo se mueve para un lado o para el otro haciendo girar el eje en su lugar.

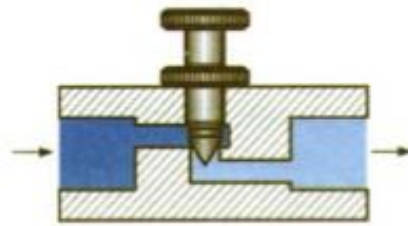
Figura 21. Actuadores de giro



Fuente: Elementos neumáticos [9]

Controladores de velocidad. También llamadas válvulas de caudal, regulan la cantidad de aire que las atraviesa por unidad de tiempo. Estos elementos dentro del circuito neumático influyen sobre la velocidad final de los actuadores o provocan retardos en los circuitos de mando como un temporizador.

Figura 22. Controlador de velocidad



Fuente: Elementos neumáticos [9]

2.4.5 Denominación de los componentes de un sistema neumático. La condición inicial es que los elementos neumáticos, como válvulas, actuadores, deben ser representados en su posición normal, sin importar si estos ya se encuentran activados en dicha posición, por lo tanto influye en rodillos, los que deben ser graficados en su posición de activación.

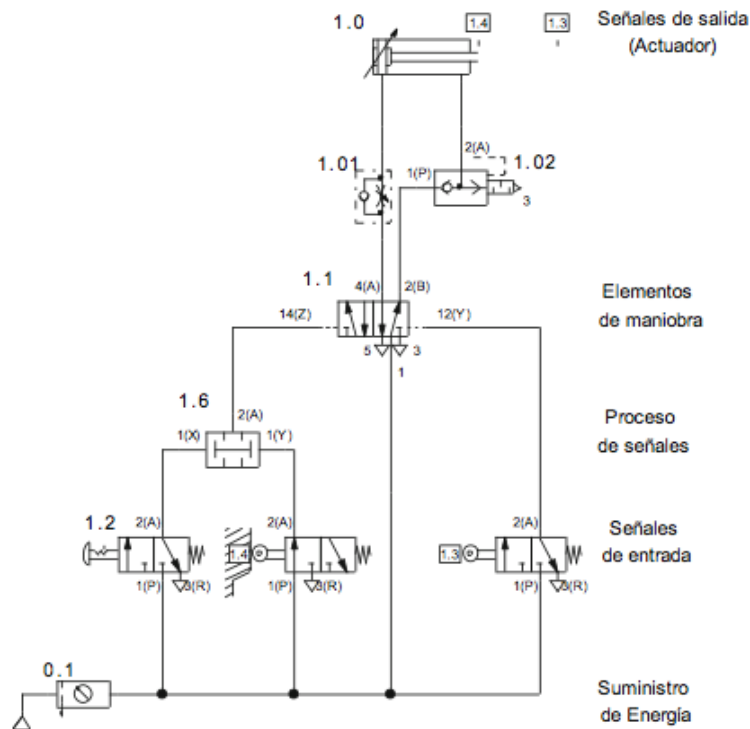
Todos los elementos deben tener dicha numeración o denominación.

La denominación se rige a los siguientes criterios:

- 0. Alimentación de energía.
- 1.0, 2.0 Elementos de trabajo.
- .1 Elementos de mando.
- .01, .02 Elementos localizados entre los elementos de mando y de trabajo.
- .2, .4 Elementos que inciden en el avance del vástago del cilindro.
- .3, .5 Elementos que inciden en el retorno del vástago del cilindro.

En la figura se aprecia un ejemplo de circuito donde se demuestra el esquema de distribución y la denominación de los componentes. En el ejemplo las válvulas de rodillo 1,3 y 1,4 , son colocadas en los finales de carrera del vástago del cilindro, funcionan como sensores pero son válvulas que dan señales de entradas, por lo tanto, cuando se elabora el esquema de distribución, estas deben ser en dicho sector. Si el sistema es de alta complejidad, es preferible crear nuevas cadenas con el respectivo orden de activación junto al esquema inicial, de modo que se facilite la comprensión y la construcción del circuito.

Figura 23. Denominación de los componentes de un sistema neumático



Fuente: Neumática [10]

2.4.6 Diagramas de movimientos. Los diagramas permiten representar el movimiento detallado de cada elemento de trabajo. Pueden relacionarse tanto a la fase de trabajo como el tiempo que toma cada movimiento.

Los diagramas son de tres tipos: espacio – tiempo, fases y secuencia.

2.4.6.1 Diagrama Espacio – Tiempo. En estos diagramas se representa el espacio en función del tiempo.

En el eje de las ordenadas se coloca a los actuadores con valores binarios 1 – 0 que indican la posición del elemento de trabajo.

En el eje de las abscisas se representa el tiempo de cada uno de los movimientos de forma secuencial.

2.4.6.2 Diagrama de Fases. Se representa la secuencia de acción de las unidades de trabajo con su respectivo encadenamiento de las señales de mando.

En el eje de las abscisas se representan las fases o pasos del ciclo, que se caracterizan por los cambios de estado del elemento, indicados con líneas verticales o líneas de fase.

En el eje de las ordenadas se coloca a los actuadores con valores binarios de 1 – 0 que indican la posición del elemento de trabajo.

Características:

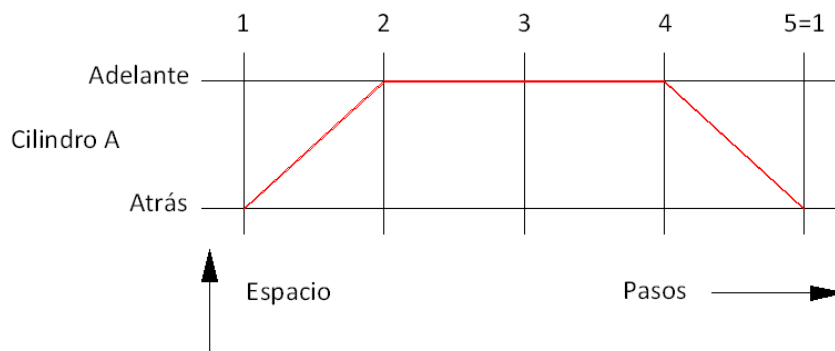
Los actuadores se representan por líneas.

Las líneas inclinadas significan movimientos del elemento.

Las líneas horizontales representan elementos en reposo.

El arranque y parada se indica con una línea vertical del estado 0 a 1 y viseversa.

Figura 24. Diagrama de fases



Fuente: Introducción a la electroneumática, Festo Didactic

2.4.6.3 Diagrama de Secuencia. Consiste en realizar el orden secuencial de los movimientos de los cilindros, mediante letras mayúsculas por los que son nombrados y reconocidos, además de signos (+), (-) para indicar el avance o retroceso de sus vástagos. En cada movimiento se debe indicar al elemento que provoca el movimiento del elemento de trabajo.

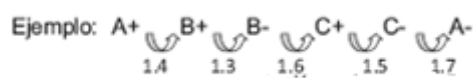
2.4.6.4 Estructuración de diagramas. Se debe seguirlos siguientes pasos:

Realizar un desarrollo cronológico de los movimientos de cada uno de los elementos del proceso.

Realizar un análisis del estado simultáneo de cada uno de estos elementos.

Desarrollar una representación simbólica de los movimientos de los elementos.

Para el diagrama de secuencia se procede a interpolar entre cada movimiento, la nomenclatura de los elementos que intervienen directamente para que se produzca el movimiento.



Por último se procede a la representación gráfica del diagrama.

2.4.7 Símbolos empleados en un sistema neumático.

Tabla 3. Simbología de componentes neumáticos




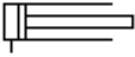
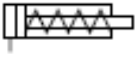
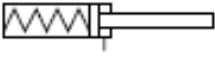
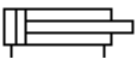

Denominación	Uso de Equipamiento y Explicación sobre el Símbolo	Símbolo
<p>Motor Neumático con Desplazamiento Variable</p> <p>Con Una Dirección de Flujo</p> <p>Con Dos Direcciones de Flujo</p>		 
<p>Motor Oscilante (Actuador Rotativo) Neumático</p>		

Tabla 3 (Continuación)

Cilindros	Convierten la energía neumática en energía mecánica, con movimiento rectilíneo.	
Cilindros de Simple Efecto o Acción	Cilindro en el cual el fluido presurizado actúa siempre en un único sentido de su movimiento (avance o retorno).	
Retorno por Fuerza no Definida (Ex. Fuerza Externa)	Símbolo general cuando el método de retorno no es especificado.	
Retorno por Resorte		
Avance por Resorte		
Cilindro de Doble Efecto o Acción	Cilindro en el cual el fluido presurizado opera alternadamente en ambos sentidos del movimiento (avance o retorno).	
Con Vástago Simple		
Con Vástago Doble		

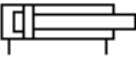
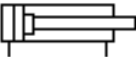
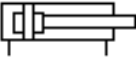
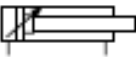
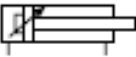
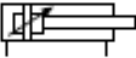
Denominación	Uso de Equipamiento y Explicación sobre el Símbolo	Símbolo
Cilindro con Amortiguador	Evita choques al final de curso.	
Con Simple Amortiguamiento Fijo	El amortiguamiento fijo incorporado actúa en un solo sentido del movimiento.	
En Retorno		
En Avance		
Con Doble Amortiguamiento Fijo	El amortiguamiento fijo incorporado actúa en ambos sentidos del movimiento.	
		
Con Simple Amortiguamiento Variable	El amortiguamiento incorporado actúa en un solo sentido del movimiento, permitiendo variaciones.	
En Avance		
En Retorno		
Con Doble Amortiguamiento Variable	El amortiguamiento incorporado actúa en ambos sentidos del movimiento permitiendo variaciones.	
		

Tabla 3 (Continuación)

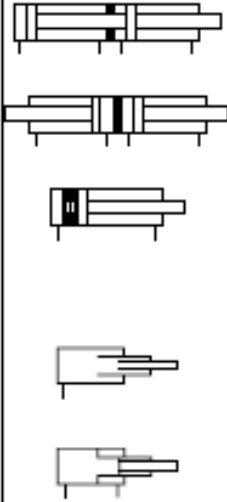

<p>Cilindros Derivados</p> <p>Duplex Continuo o Tandem</p> <p>Duplex Gemelos o Múltiples Posiciones</p> <p>Cilindro de Impacto</p> <p>Cilindro Telescópico</p> <p>Simple Efecto o Acción</p> <p>Doble Efecto</p>	<p>Permite transmitir mayores intensidades de fuerza.</p> <p>En combinación con los cursos y entradas de aire, 3 o más posiciones distintas son obtenidas.</p> <p>Desarrolla Impacto a través de energía cinética.</p> <p>Usado en espacios compactos, que necesitan de cursos largos.</p> <p>El fluido presurizado actúa siempre en un sentido único (avance).</p> <p>El fluido presurizado opera alternadamente en ambos sentidos del movimiento: avance y retorno.</p>	
<p>Designación: la Primera Cifra de Designación Indica el nº de Vías (excluyendo los orificios de pilotaje), la Segunda Cifra Indica el Número de Posiciones, Ex.:</p> <p style="text-align: center;">3/2</p> <p style="text-align: center;">↙ ↘</p> <p>Nº de Vías Nº Posiciones V.C.D 2/2</p> <p>V.C.D 2/2 N.F.</p> <p>V.C.D 2/2 N.A.</p> <p>V.C.D 3/2</p> <p>V.C.D 3/2 N.F.</p> <p>V.C.D 3/2 N.A.</p> <p>V.C.D 4/2</p>	<p>Dotada de 2 orificios: presión y utilización en dos posiciones distintas.</p> <p>Válvula de control direccional de 2 vías, 2 posiciones, normalmente cerrada.</p> <p>Válvula de control direccional de 2 vías, 2 posiciones, normalmente abierta.</p> <p>Dotadas de 3 orificios: presión, escape, usada en dos posiciones distintas.</p> <p>Válvula de control direccional de 3 vías, 2 posiciones, normalmente cerrada.</p> <p>Válvula de control direccional de 3 vías, 2 posiciones, normalmente abierta.</p> <p>Válvula de control direccional de 4 vías, 2 posiciones. Válvula con 4 orificios, presión, escape, 2 utilizados y 2 posiciones distintas.</p>	

Tabla 3 (Continuación)

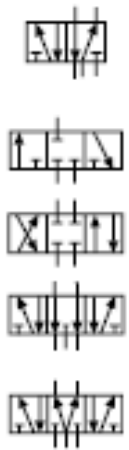
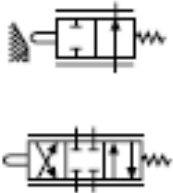
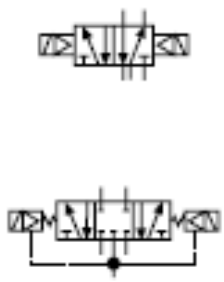
Denominación	Uso del Equipamiento y Explicación sobre el Símbolo	Símbolo
<p>V.C.D 5/2</p> <p>V.C.D 3/3 C.F.</p> <p>V.C.D 4/3 C.F.</p> <p>V.C.D 5/3 C.F.</p> <p>V.C.D 5/3 C.A.N.</p>	<p>Válvula de control direccional de 5 vías, 2 posiciones. Válvula con 5 orificios, presión, 2 escapes, 2 utilizadas y 2 posiciones distintas.</p> <p>Válvula de control direccional de 3 vías, 3 posiciones. Centro cerrado.</p> <p>Válvula de control direccional de 4 vías, 3 posiciones. Centro cerrado.</p> <p>Válvula de control direccional de 5 vías, 3 posiciones. Centro cerrado.</p> <p>Válvula de control direccional de 5 vías, 3 posiciones. Centro abierto positivo.</p>	
<p>Válvula de Control Direccional con Estrangulamiento</p> <p>Con 2 posiciones</p> <p>Con 3 posiciones</p>	<p>La unidad posee 2 posiciones e infinitos estados intermedios correspondiendo a la variación del estrangulamiento.</p> <p>El símbolo posee dos líneas paralelas longitudinales en relación a los cuadros (posiciones).</p> <p>Por ex.: operada por palpador (pin) con retorno por resorte.</p>	
<p>Servoválvula Electroneumática</p> <p>V.C.D 5/2 Servocomandada</p> <p>V.C.D 5/3 C.F. Servocomandada</p>	<p>Equipo que recibe una señal eléctrica y proporciona una señal de salida neumática, para realizar el accionamiento de la válvula principal.</p> <p>Válvula de control direccional de 5 vías, 2 posiciones, con operación indirecta por piloto.</p> <p>Válvula de control direccional de 5 vías, 3 posiciones, centro cerrado, con operación indirecta por piloto. Dos posiciones con comando neumático y una tercera, centrada por resorte.</p>	

Tabla 3 (Continuación)




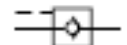






Denominación	Uso del Equipamiento y Explicación sobre el Símbolo	Símbolo
Válvulas de Bloqueo	Permiten el paso libre del flujo en un solo sentido.	
Válvula de Retención	Permite el flujo libre en un sentido y se bloquea en el opuesto.	
Válvula de Retención sin Resorte	Abre cuando la presión de entrada es mayor que la presión de salida.	
Válvula de Retención con Resorte	Permite el flujo libre en un sentido y se bloquea en el opuesto. Habrá paso del flujo desde que la presión de entrada sea mayor que la presión resultante de la fuerza del resorte sumada a la presión en la salida.	
Válvula de Retención con Control Piloteado	Con el control por piloto es posible preveer: Cerramiento de la válvula. Abertura de la válvula.	 
Selector de Circuito, Válvula de Aislamiento, Elemento O	Comunica dos presiones emitidas separadamente a un punto común. Con presiones diferentes pasará la de mayor intensidad entre ambas.	
Válvula de Simultaneidad	Permite la emisión de la señal de salida cuando existen las dos señales de entrada.	
Válvula de Escape Rápido	En el caso de descarga de la conexión de entrada, la utilización es inmediatamente liberada hacia el escape, permitiendo rápida alivio del aire utilizado.	
Válvula de Control de Flujo	Influye en el paso del flujo, imponiendo controles en las velocidades de los convertidores de energía o creando las condiciones de temporización.	
Válvula de Control de Flujo Fijo		
Válvula de Control de Flujo Variable	Símbolo simplificado (no indica el método de control).	

Tabla 3 (Continuación)









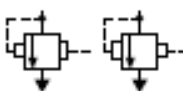
Denominación	Uso del Equipamiento y Explicación sobre el Símbolo	Símbolo
Con Control Manual	(Indica el método de control y la posición). Símbolo detallado.	
Con Control Mecánico y Retorno por Resorte		
Control Unidireccional	Permite el paso libre en una dirección y restringe en la opuesta.	
Válvulas de Control de Presión	Influyen o son influenciadas por la presión. Son representadas con un comando cuadrado, y en el interior una flecha, complementándose con los elementos de control interno.	
Válvulas de Control de Presión	Símbolos genéricos.	
Normalmente Cerrada con 1 Estrangulamiento		
Normalmente Abierta con 1 Estrangulamiento		
Normalmente Cerrada con 2 Estrangulamientos		
Válvula de Seguridad, Limitadora de Presión o de Alivio	La presión de entrada es controlada por la abertura del orificio de escape hacia la atmósfera, contra la fuerza que se opone (por ex.: resorte).	
Con Control Remoto o Pilotaje por Comando a Distancia	La presión de entrada es limitada como en 3.5.2. o contra la correspondiente presión del piloto de control remoto.	
Limitador Proporcional (Válvula de Descarga)	La presión de entrada es limitada a un valor proporcional a la presión de pilotaje.	

Tabla 3 (Continuación)

Denominação	Uso de Equipamiento y Explicación sobre el Símbolo	Símbolo
Accionamientos Combinados Por Solenoide y Piloto Positivo	El piloto de la válvula direccional es interno. Cuando el solenoide es energizado, el piloto causa el accionamiento por presurización (la válvula direccional que efectúa el pilotaje es accionada por solenoide: servocomando).	
Por Solenoide y Piloto Negativo	Idem a 5.2.4.1., sin embargo, el piloto es despresurizado.	
Por Botón y Piloto Positivo		
Por Solenoide y Piloto Positivo o Botón	El piloto de la válvula es accionado por el solenoide, causando presurización interna. Con la falta de energía eléctrica, el accionamiento puede ser efectuado por el botón.	
Por Solenoide y Piloto Negativo o Botón	Idem a 5.2.4.4., sin embargo, causado por despresurización.	
Por Solenoide y Piloto o Botón Traba	Puede ser como en 5.2.5.4. o 5.2.5.5.	
Por Solenoide o Piloto Positivo	La válvula puede ser accionada, independientemente, por cualquiera de los dos accionamientos.	
Centralización Centrado por Aire Comprimido Centrado por Resorte	Mantiene la válvula en su posición central o neutra, después que la acción de los accionamientos sea eliminada.	
Símbolo General	Símbolo explicativo para otros tipos de accionamientos.	

Fuente: Nomenclatura neumática [8]

2.5 Electroneumática

La electroneumática es una de las técnicas de automatización que en la actualidad viene siendo de gran importancia en la optimización de los procesos a nivel industrial, su evolución se dio a partir de la neumática.

Con el alcance de las técnicas de electricidad y la electrónica se produjo la fusión de métodos y dando así el inicio de los sistemas electroneumáticos en la industria, los cuales resultan más compactos y óptimos a diferencia de los sistemas puramente neumáticos.

2.5.1 Señales. La señal es un salida de información derivada de una fuente, de dferente naturaleza, esta puede ser : mecánica, óptica, magnética, eléctrica, acústica, entre otros. Las señales se clasifican de acuerdo a las variables que dependen.

2.5.1.1 Tipos de señales.

Señal analógica.- Es una señal que constituye una magnitud de forma continua.

Señal digital.- Es la señal que toma valores para una cantidad discreta de puntos, y además sus valores son discretos.

Una señal discreta tiene valores en una cantidad discreta de puntos. Dichos valores pueden tomar cualquier valor, no están cuantificados.

2.5.1.2 Análisis de las señales de mandos. Existen tres tipos de mandos: analógico, digital y binario.

Mando analógico. Es un mando con procesamiento de señales básicamente analógicas. Las señales son procesadas con elementos de funcionamiento continuo.

Mando digital. Mando que actúa sobre el procesamiento de señales y procesa informaciones numéricas. Las señales se procesan mediante unidades funcionales digitales como memorias y contadores, están representadas mediante código binario.

Mando binario. Procesamiento de señales binarias, las cuales no son componentes de informaciones representadas por números. Procesan señales de entrada binarias con unidades de enlace, tiempo y memoria, convirtiéndose en señales binarias de salida.

Otra clasificación de los mandos de acuerdo al procesamiento de las señales, según la norma DIN 19237, son los siguientes mandos: sincronizado, asincrono, enlaces lógicos y secuencial.

Mando sincronizado. Mando donde el procesamiento de las señales se produce de modo sincronizado con una señal temporizada.

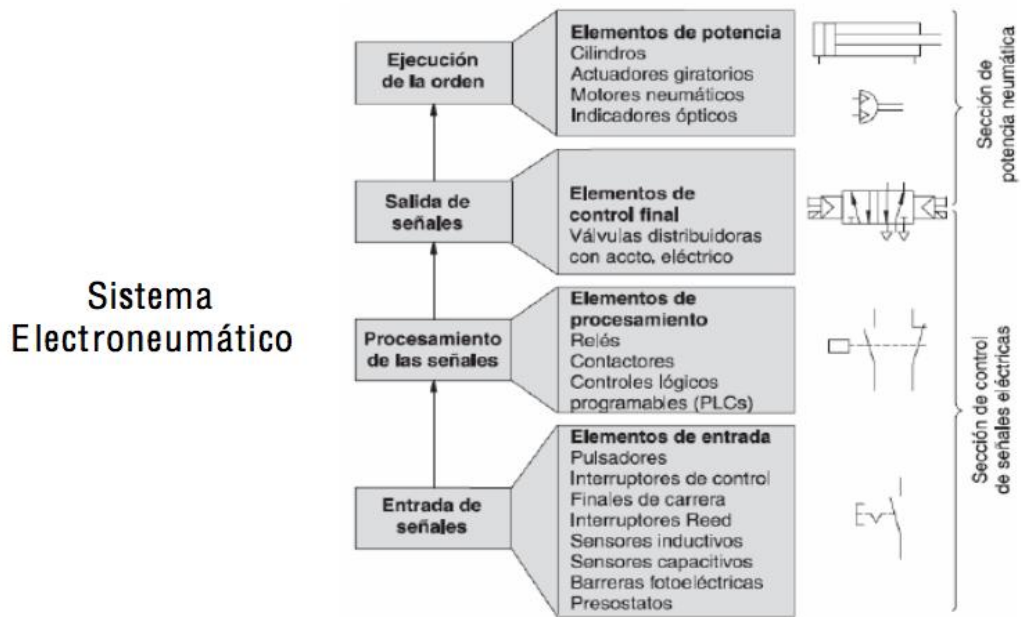
Mando asincrono. Mando que no trabaja con señal temporizada y que varían las señales únicamente si cambia la entrada.

Mando por enlaces lógicos. Es un mando que asigna a las señales de entrada, determinadas señales de salida en función de enlaces basados en el álgebra booleana.

Mando secuencial. Mando con pasos obligatorios; el avance de un paso hacia otro se da bajo ciertas condiciones; la secuencia puede ser programada. La secuencia de pasos de mando coincide con la secuencia de pasos del proceso que es objeto de control.

2.5.2 Dispositivos de un sistema electromeumático básico. Dentro de los elementos de un sistema electroneumático es importante reconocer la cadena de mando para elaborar un correcto esquema de conexiones. Cada uno de los elementos de la cadena de mando cumple una tarea determinada en el procesamiento y la transmisión de señales.

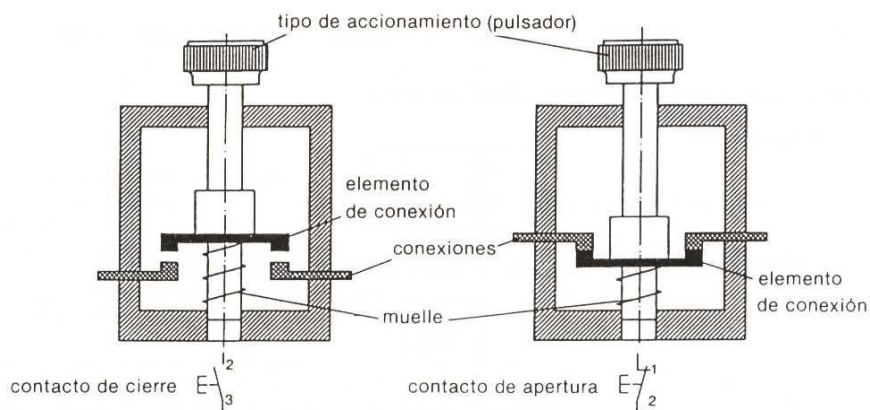
Figura 25. Dispositivos de un sistema electroneumático



Fuente: Electroneumática [11]

2.5.2.1 Pulsadores electromecánicos para entrada de señal. El pulsador es un elemento que introduce la señal de una instalación para ponerse en marcha. Puede actuar como contacto de cierre, apertura o de cierre y apertura (comnutado).

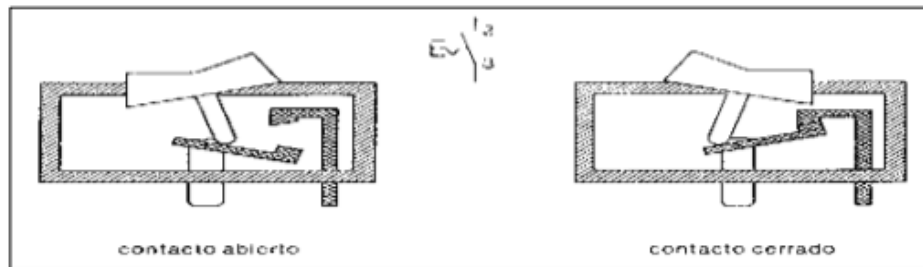
Figura 26. Pulsadores electromecánicos



Fuente: Elementos electroneumáticos [12]

2.5.2.2 *Interruptor electroneumático para la entrada de señal.* Al pulsar el botón queda mecánicamente enclavado. Al volver a accionarlo, queda nuevamente desenclavado.

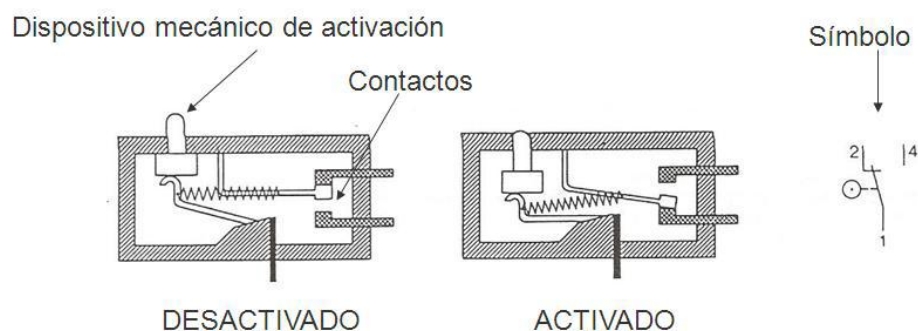
Figura 27. Inperruptor electroneumático



Fuente: Elementos electroneumáticos [13]

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

Figura 28. Finales de carrera electromecánicos



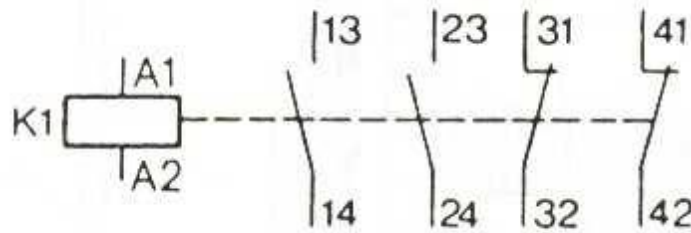
Fuente: Elementos electroneumáticos [12]

2.5.2.4 Relés. Los relés son elementos eléctricos, una vez que se aplica tensión a la bobina, circula corriente eléctrica por el arrollamiento y se crea un campo magnético, por lo que la armadura es atraída al núcleo de la bobina. Dicha armadura está unida mecánicamente a los contactos, que se abre o cierran. Si desaparece la tensión, la armadura retorna a su posición inicial por la fuerza del muelle.

En la práctica se utilizan símbolos que facilitan su representación. Cuando hacen falta contactos distintos, se emplean relés con contactos de apertura y de cierre en un mismo elemento.

Como ejemplo se dispone de un relé K1 con su alimentación (A1 – A2), dos contactos de apertura y dos de cierre.

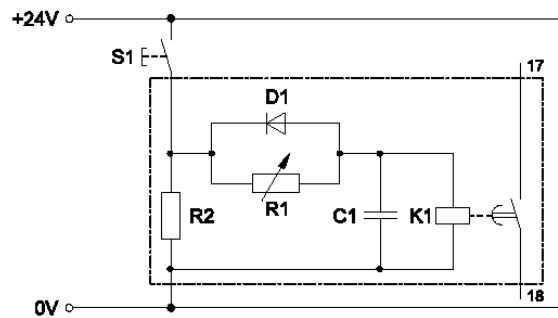
Figura 29. Relés



Fuente: Elementos electroneumáticos [13]

2.5.2.5 Relé de tiempo o Temporizador. Este tipo de relé a diferencia del anterior posee sus contactos temporizados, es decir conectan o desconectan sus contactos al transcurrir un tiempo.

Figura 30. Temporizador



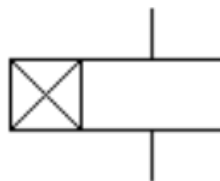
Fuente: Elementos electroneumáticos [11]

Al aplicar una tensión (accionando el pulsador S), empieza el conteo del tiempo ajustado. Una vez alcanzado el tiempo, tiene lugar un cierre del circuito por medio de la conexión 18.

Generalmente se conoce dos tipos principales de temporizadores:

ON DELAY.- el relé con su bobina energizada activa tras un tiempo preprogramado con sus contactos NA y NC.

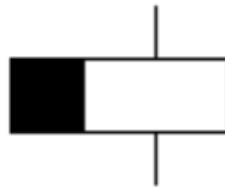
Figura 31. On Delay



Fuente: Elementos electroneumáticos [11]

OFF DELAY.- el relé tras activar su bobina cambia inmediatamente a sus contactos NA y NC. Luego de desactivar la bobina realiza el conteo preprogramado y los contactos retornan a su posición de reposo.

Figura 32. Off delay



Fuente: Elementos electropneumáticos [11]

2.5.2.6 Válvulas electropneumáticas. Las electroválvulas se accionan por solenoides. Bajo el devanado de la bobina se dispone una armadura de hierro. Una leva no magnética se incorpora en la armadura.

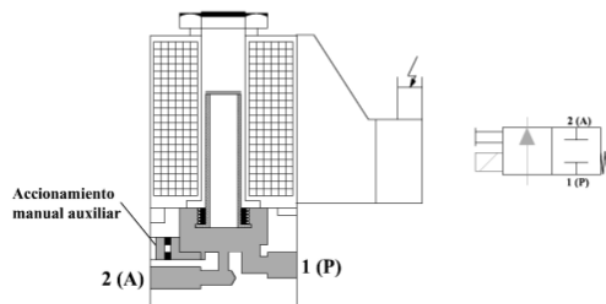
Si se alimenta con tensión a la bobina, se forma un campo magnético que atrae a la armadura hacia el núcleo. La leva que está unida a la armadura conmuta la válvula.

Tipos

Electroválvulas monoestables

Electroválvula 2 2 vías. En estado de reposo esta válvula se encuentra cerrada, se trata de una válvula de asiento accionada unilateralmente.

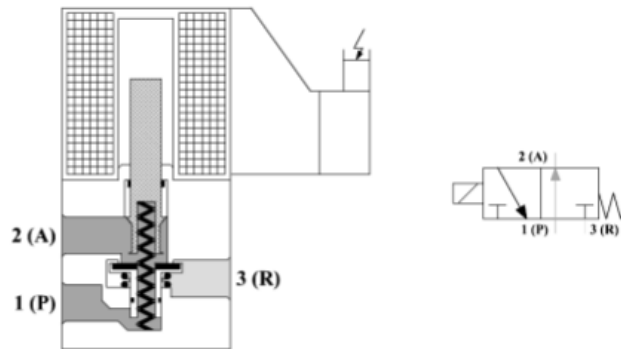
Figura 33. Electroválvula 2/2 vías monoestable



Fuente: Elementos electropneumáticos [11]

Electroválvula 3 2 vías. Por su construcción este tipo se denomina de asiento y es accionada unilateralmente con reposición por muelle. La válvula esta abierta en reposo.

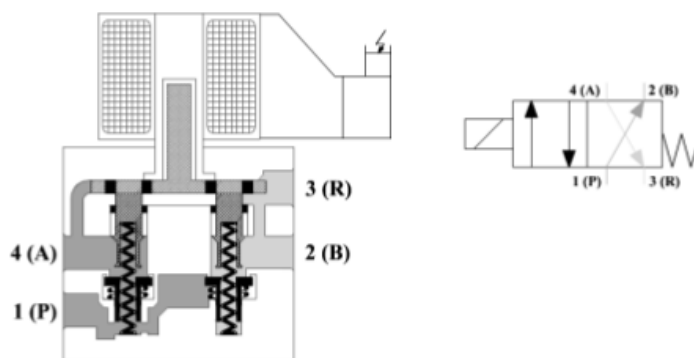
Figura 34. Electroválvula 3/2 vías monoestable.



Fuente: Elementos electropneumáticos [11]

Electroválvula 4 2 vías. Se compone de 2 electroválvulas de 3 2vías y tiene la función de controlar un cilindro de doble efecto o de controlar otras válvulas.

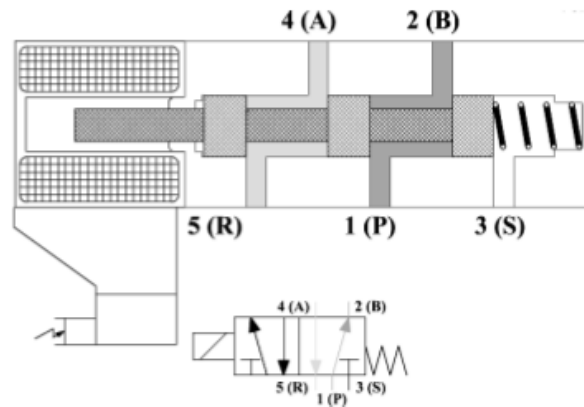
Figura 35. Electroválvula 4/2 vías monoestable.



Fuente: Elementos electropneumáticos [11]

Electroválvula 5 2 vías. Cumple las mismas funciones que la de **4 2** vías y simplemente tiene otro sistema constructivo. Este tipo es de tipo corredera a diferencia de las de tipo asiento.

Figura 36. Electroválvula 5/2 vías monoestable.



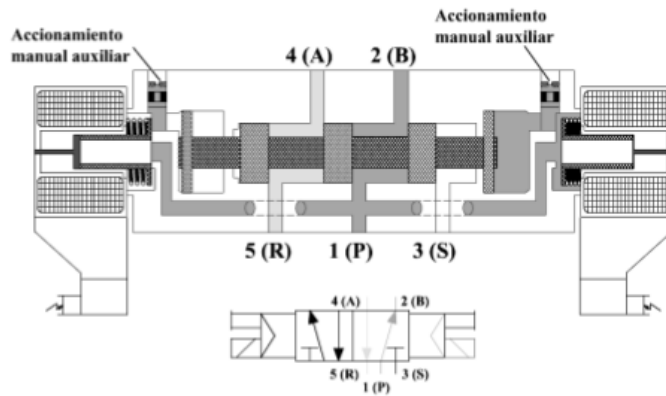
Fuente: Elementos electropneumáticos [11]

Electroválvulas biestables

Electroválvula 5 2 vías

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

Figura 37. Electroválvula 5/2 vías biestable

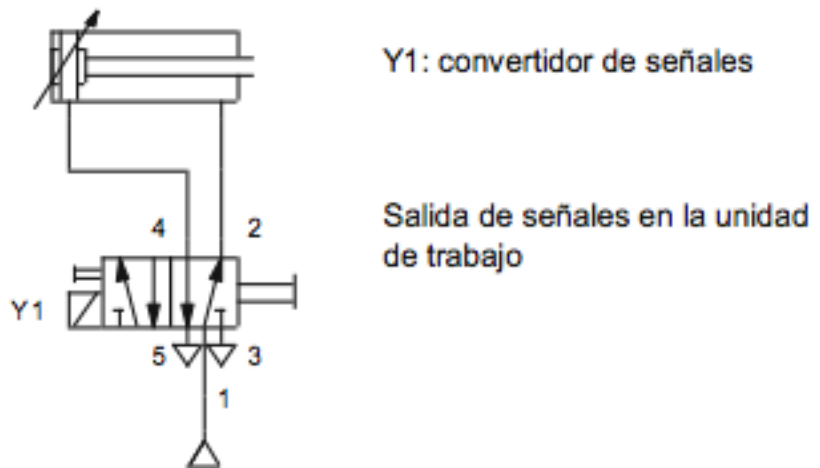


Fuente: Elementos electropneumáticos [11]

2.5.3 Circuito Electropneumático. El circuito consta de dos partes, el esquema neumático y el esquema eléctrico.

2.5.3.1 Esquema neumático.

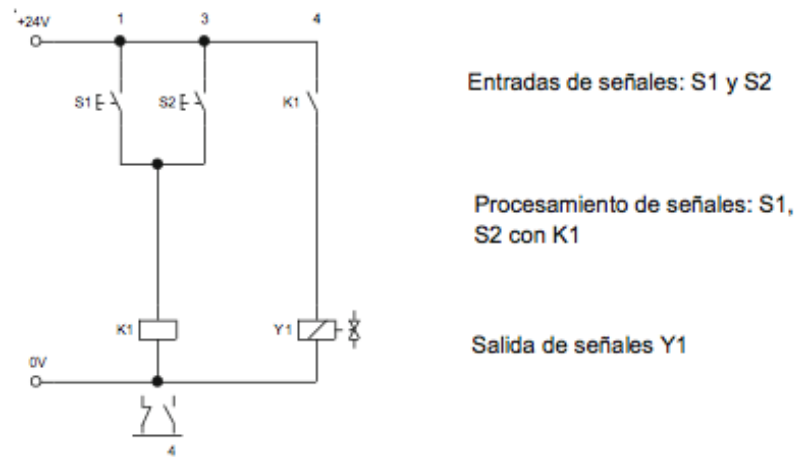
Figura 38. Esquema Neumático



Fuente: Neumática [10]

2.5.3.2 Esquema eléctrico.

Figura 39. Esquema eléctrico



Fuente: Neumática [10]

La figura anterior muestra que el relé K1 está en paralelo con las entradas de señal S1 y S2. Al activar cualquier entrada, ya sea S1 o S2, se cierra el circuito para que active el contacto abierto del relé K1, esto permite que la salida de señal Y1 conmute a la electroválvula 5x2 vías para que el vástago del cilindro avance hacia su posición final delantera

2.5.4 Principales símbolos de un sistema electroneumático.

Tabla 4. Símbolos electroneumáticos.







	Contacto normalmente cerrado
	Contacto normalmente abierto
	Conmutador
	Pulsador con contacto de cierre con accionamiento manual
	Interruptor manual con enclavamiento
	Relé de contactos

Tabla 4 (Continuación)










	<p>Relé con deceleración de caída</p>
	<p>Relé con deceleración de arranque</p>
	<p>Selenoide con servopilotaje y accionamiento manual</p>
	<p>Sensor inductivo</p>
	<p>Sensor capacitivo</p>

Tabla 4 (Continuación)

	<p>Sensor óptico</p>
	<p>Sensor magnético</p>
	<p>Contacto tipo reed</p>
	<p>Contacto de rodillo</p>

Fuente: Electroneumática [14]

2.6 Software

2.6.1 Logo! Siemens. Es un módulo lógico universal de Siemens, que permite solucionar las aplicaciones cotidianas con un confort decisivamente mayor y menos gasto que por medio de la programación ya sea en sí mismo o por medio de un PC, se resuelven tareas de instalación ya sea en el ámbito doméstico (alumbrado de escaleras, luz exterior, toldos, persianas, alumbrado de escaparates, etc.), como también en lo que tiene que ver en construcción de armarios eléctricos, máquinas y aparatos (controles de puertas, instalación de ventilación, bombas de agua, etc.).

Asimismo, se puede utilizar para controles especiales en invernaderos o jardines de invierno, para aplicaciones en serie en la construcción de máquinas pequeñas, aparatos y armarios eléctricos, así como en el sector de instalaciones, existen variantes especiales sin unidad de mando y visualización.

El LOGO! lleva integrados en sí:

Control

Unidad de mando y visualización con retro iluminación

Fuente de alimentación

Interfaz para módulos de ampliación

Interfaz para módulo de programación (card) y cable para PC

Funciones básicas habituales preprogramadas, por ej. Para conexión retardada, desconexión retardada, relés de corriente e interruptor de software.

Temporizador

Marcas analógicas y digitales

Entradas y salidas en función del modelo.

Todos los módulos LOGO! Basic disponen de las siguientes conexiones para crear el programa, independientemente del número de módulos que se conecten:

Entradas digitales I1 hasta I24

Entradas analógicas AI1 hasta AI8

Salidas digitales Q1 hasta Q16

Salidas analógicas AQ1 y AQ2

Marcas digitales M1 hasta M24, M8: marcas de arranque

Marcas analógicas AM1 hasta AM6

Bits de registro de desplazamiento S1 hasta S8

4 teclas de cursor

16 salidas no conectadas X1 hasta X16.

2.6.1.1 Características del Logo! Siemens 230 rc. LOGO! utilizado en este banco de pruebas es el LOGO! 230RC el cual se detalla a continuación.

El logo siemens 230RC 6ED1 052-1FB00-0BA3 BASIC, tiene sus salidas de relé (R) de 10 A y temporizador semanal integrado (C), es de la categoría 2 que funciona con un voltaje mayor a 24V, es decir funciona entre los rangos de 115...240V de AC/DC.

Y además es variante con pantalla que posee 8 entradas y 4 salidas, dispone de un interfaz de ampliación y le facilita 33 funciones básicas y especiales preprogramadas para la elaboración de su programa.

Figura 40. LOGO! 230RC de siemens.

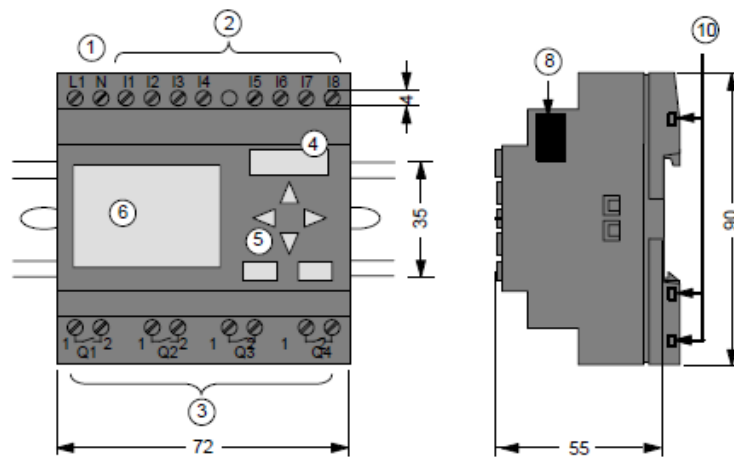


Fuente: Logo! Siemens [15]

2.6.1.2 Estructura del logo y su módulo de ampliación

LOGO! SIEMENS 230RC

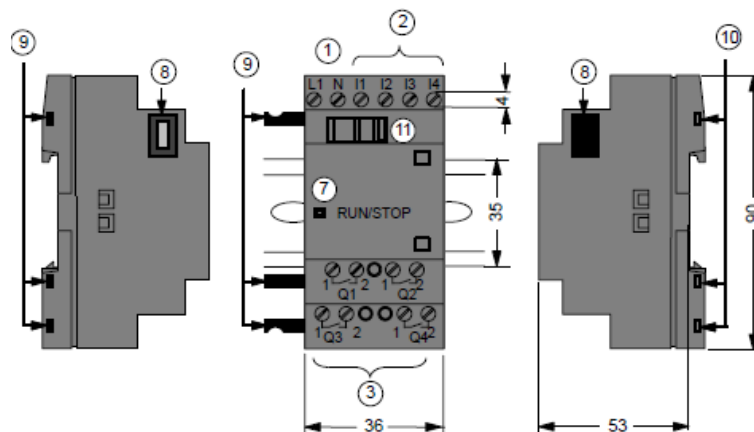
Figura 41. Estructura Logo! Siemens 230rc



Fuente: Logo! Siemens [16]

Módulo de ampliación digital LOGO! DM8 230R

Figura 42. Módulo de ampliación LOGO! DM8 230R



Fuente: Logo! Siemens [16]

- 1.- Alimentación de tensión L1 y N
- 2.- Entradas digitales I1 hasta I8
- 3.- Salidas de relé Q1 hasta Q4
- 4.- Receptáculo para modulo con tapa
- 5.- Panel de mando con 4 teclas de cursor
- 6.- Pantalla LCD
- 8.- Interfaz de ampliación
- 9.- Codificación mecánica (clavija)
- 10.- Codificación mecánica (hembrillas)
- 11.- Guía deslizante

2.6.1.3 Funciones básicas. Son elementos lógicos sencillos del álgebra de Boole. LOGO! SIEMENS 230 RC maneja su programación por medio del algebra de Boole, y se encuentra en la lista GF y son las siguientes:

Tabla 5. Funciones lógicas básicas


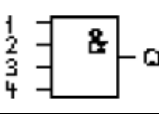
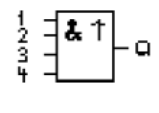
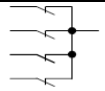
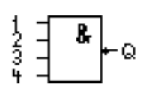
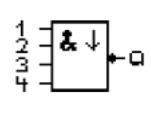
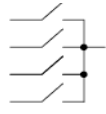
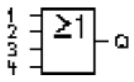
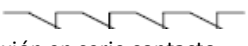
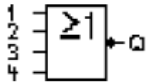
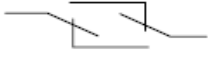
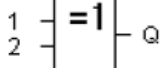
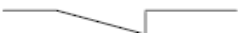
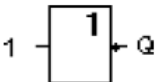
Representación en el circuito eléctrico	Representación en LOGO!	Designación de la función básica
 Conexión en serie contacto normalmente abierto		AND (Y) La salida de AND sólo adopta el estado 1 cuando todas las entradas tienen estado 1
		AND con evaluación de flanco La salida sólo adopta el estado 1 cuando todas las entradas tienen estado 1 y en el ciclo anterior tenía estado 0 por lo menos una entrada
 Conexión en paralelo contacto normalmente cerrado		AND-NEGADA (NAND) La salida sólo adopta el estado 0 cuando todas las entradas tienen estado 1
		NAND con evaluación de flanco La salida sólo adopta el estado 1 cuando por lo menos una entrada tiene estado 0 y en el ciclo anterior tenían estado 1 todas las entradas.

Tabla 5 (Continuación)

 Conexión en paralelo contacto normalmente abierto		O (OR) La salida ocupa el estado 1 cuando por lo menos una entrada tiene estado 1, es decir, está cerrada.
 Conexión en serie contacto normalmente cerrado		O-NEGADA (NOR) La salida sólo ocupa el estado 1 todas las entradas tienen estado 0, es decir, están desactivadas.
 Alternador doble		O-EXCLUSIVA (XOR) La salida de XOR ocupa el estado 1 cuando las entradas tienen estados diferentes.
 Contacto norm. Cerrado		INVERSOR (NOT) La salida ocupa el estado 1 cuando la entrada tiene estado 0. El bloque NOT invierte el estado en la entrada.

Fuente: Logo! Siemens [16]

2.6.1.4 Funciones Especiales. En un LOGO!, en la lista SF aparecen los bloques de las funciones especiales, se distinguen a primera vista de las básicas por las denominaciones diferentes de sus entradas. Estas contienen funciones de tiempo, remanencia y diferentes posibilidades de parametrización para adaptar el programa sus necesidades.

Designación de las entradas

La descripción de las conexiones que puedan conectarse a otros bloques o a las entradas del dispositivo LOGO! son:

S (Set). La entrada S, se pone a “1” la salida

R (Reset). La entrada R pone en “0” la salida, tiene preferencia

Trg (Trigger). Inicia el desarrollo de una función

Cnt (Count). Recibe los impulsos de contaje

Fre (Frecuency). Recibe señales de frecuencia que se debe evaluar

Dir (Direction). Determina el sentido que debe contar un contador

En (Enable). Activa la función de un bloque

Inv (Invert). Invierte la señal de salida si la entrada se activa

Ral (Resettall). Todos los valores internos se pone a cero.

Los **bornes X** en las entradas de las funciones especiales ocupan el valor cero “0” si son activadas es decir en las entradas existe una señal low.

Las **entradas parametrizables**, no activa ninguna señal, sino que se parametriza el bloque con diferentes valores, por ejemplo.

Par (Parámetro). Ajusta parámetros (tiempos, umbrales de conexión/desconexión, etc.) para el bloque.

No (Leva). Ajusta intervalos de tiempo.

P (Priority). Define las prioridades y decide si el aviso debe acusarse en RUN.

Lista de funciones especiales

La lista de funciones especiales en LOGO! está en la lista SF, además si la función afectada posee remanencia parametrizable si indica con (Rem).

Tabla 6. Funciones lógicas especiales

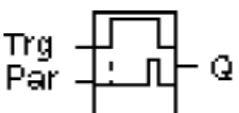
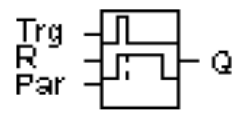
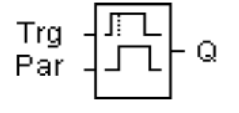
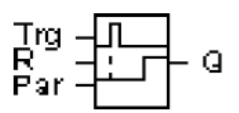
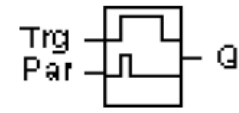
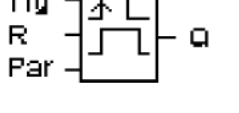
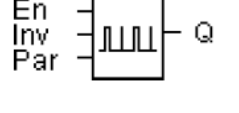
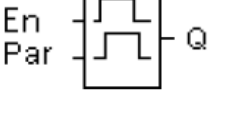
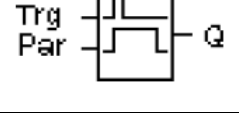
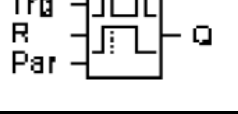
Representación en LOGO!	Designación de la Rem función especial	Rem
	Retardo a la conexión	Rem
	Retardo a la desconexión	Rem
	Retardo a la conexión/desconexión	Rem
	Retardo a la conexión con memoria	Rem
	Relé de barrido (salida de impulsos)	Rem
	Relé de barrido disparado por flanco	Rem
	Generador de impulsos asíncrono	Rem
	Generador aleatorio	
	Interruptor de alumbrado para escalera	Rem
	Interruptor confortable	Rem

Tabla 6 (Continuación)

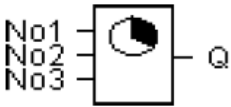
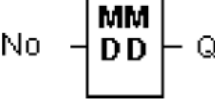
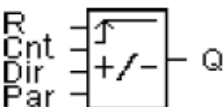
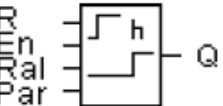
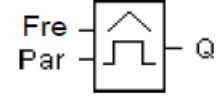
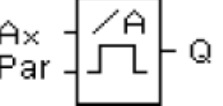



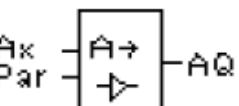

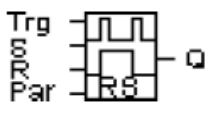
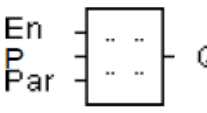
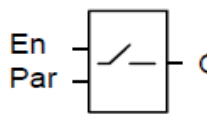
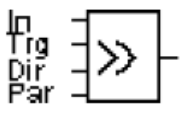
	Temporizador semanal	
	Temporizador anual	
CONTADOR		
	Contador avance/retroceso	Rem
	Contador de horas de funcionamiento	Rem
	Interruptor de valor umbral	
INTERRUPTOR		
	Conmutador analógico de valor umbral	
	Interruptor analógico de valor umbral diferencial	
	Comparador analógico	
	Vigilancia del valor analógico	
	Amplificador analógico	

Tabla 6 (Continuación)

OTROS		
	Relé autoenclavador	Rem
	Relé de impulsos	Rem
	Textos de aviso	
	Interruptor de software	Rem
	Registro de desplazamiento	Rem

Fuente: Logo! Siemens [16]

2.6.1.5 Programación. Por programar se entiende la creación de programas. básicamente, un programa de LOGO! no es más que un esquema eléctrico representado de una forma diferente.

Existe dos formas de programar logo:

Creación del programa en el propio LOGO!

Programación por medio de LOGO!Soft ComfortV6.0 (software)

2.6.1.6 Programación en el propio Logo!. LOGO! dispone diferentes elementos en el modo de programación. Para su orientación, dichos elementos están en distintas 'listas', que se especifican a continuación:

Co: Lista de los bornes.

GF: Lista de las funciones básicas AND, OR.

SF: Lista de las funciones especiales.

BN: Lista de los bloques disponibles para el circuito.

Para escribir el programa se dispone de:

Entradas, digitales I1 hasta I24 con ampliaciones

Salidas, desde Q1 hasta Q16 con ampliaciones

Marcas, M1 hasta M24

Bits de registro de desplazamiento, desde S1 hasta S8

4 teclas de cursor.

Salidas no conectadas, X1 hasta X16

2.6.1.7 *Reglas para manejar el Logo!*

REGLA 1: Cambio del modo de operación

El programa se crea en el modo de programación.

La modificación de los valores del tiempo y de parámetros en un programa ya existente puede realizarse en los modos de parametrización y programación.

Para acceder al modo **RUN** debe ejecutar el comando de menú “Start” del menú principal.

En el modo **RUN**, para regresar al modo de **operación parametrización**, deberá pulsar la tecla **ESC**.

Si está en el modo de **parametrización** y desea regresar al modo de **programación**, ejecute el comando “**Stop**” del menú de parametrización y responda con “**Yes**” a “**Stop Prg**”, colocando el cursor sobre “**Yes**” y pulsando la tecla **OK**.

REGLA 2: Salidas y entradas

El programa debe introducirse siempre desde la salida hasta la entrada.

Es posible enlazar una salida con varias entradas, pero no conectar varias salidas a una entrada.

Dentro de una ruta del programa no se puede enlazar una salida con una entrada precedente. Para tales retroacciones internas es necesario intercalar marcas o salidas.

REGLA 3: Cursor y posicionamiento del cursor

Para la introducción del programa rige:

Si el cursor se representa subrayado, significa que se puede posicionar:

Pulse las teclas ◀, ▶, ▼, o ▲, si mueve el cursor en el programa

Con **OK** cambia a “Seleccionar borne/bloque”

Con **ESC** sale del modo de introducción del programa.

Si el cursor se representa en marcado, deberá elegir un borne/bloque.

Pulse las teclas ▼, o ▲, para elegir un borne o un bloque.

Confirme la selección pulsando **OK**.

Con **ESC** retrocede un paso.

REGLA 4: Planificación

Antes de crear un programa, haga primero un bosquejo completo en papel o

programe LOGO! directamente con LOGO!Soft Comfort

LOGO! solo puede guardar programas completos y correctos.

2.6.1.8 Programación por medio del logo!Soft Comfort V6.0 (Software). El programa LOGO!Soft Comfort es un paquete de programación para el PC. De esta manera LOGO!Soft Comfort permite crear programas de forma eficaz, cómoda, confortable en el PC (“Cableado por pulsaciones de tecla”). Una vez creado el programa, puede evaluar que variante de LOGO! se requiere para el programa.

El software dispone de las siguientes funciones:

Creación gráfica de programas como diagrama de escalones (esquema de contacto/esquema de corriente) o como diagrama de bloque de funciones (esquema de funciones).

Simulación del programa en el ordenador

Generación e impresión de un esquema general del programa

Almacenamiento de datos del programa en el disco duro o en otro soporte

Comparación de programas

Parametrización cómoda de los bloques

Trasferencia del programa desde LOGO! al PC o del PC a LOGO!

Lectura del contador de horas de funcionamiento

Ajuste de la hora

Ajustes del horario de verano e invierno

Prueba online: indicación de estados y de valores actuales de LOGO! en modo RUN

Interrupción del procesamiento del programa desde el PC (STOP).

LOGO!Soft Comfort V6.0 Naturalmente, la actual versión de LOGO!Soft Comfort también permite crear programas para dispositivos de series anteriores de LOGO!. Sin embargo, los programas que utilizan las nuevas funciones especiales o los parámetros de las mismas no pueden cargarse en dispositivos LOGO! anteriores a la serie 0BA6.

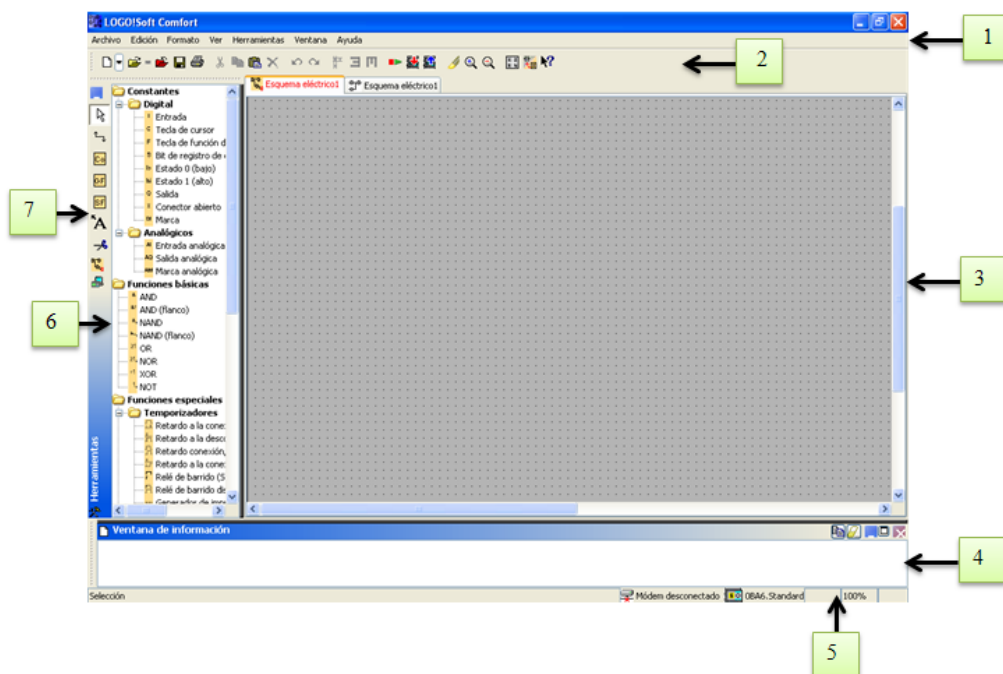
LOGO!SoftComfort V6.0 es compatible con todas las versiones anteriores. Por tanto, los programas creados con una versión anterior se pueden editar y ampliar también con la versión actual de LOGO!Soft Comfort.

2.6.1.9 Barras principales del software.

Descripción general de la interfaz de usuario.

La mayor parte de la pantalla la ocupa entonces el área dedicada a la creación de esquemas de conexiones. Esta área se denomina interfaz de programación. En la interfaz de programación se disponen los símbolos y enlaces del programa.

Figura 43. Interfaz del LOGO!Soft Comfort V6.0.



Fuente: Programa LOGO!SoftComfort V6.0

1. Barra de menú
2. Barra de herramientas "Estándar"
3. Interfaz de programación
4. Ventana de información
5. Barra de estado
6. -Constantes y bornes de conexión
-Funciones básicas (sólo editor FUP)

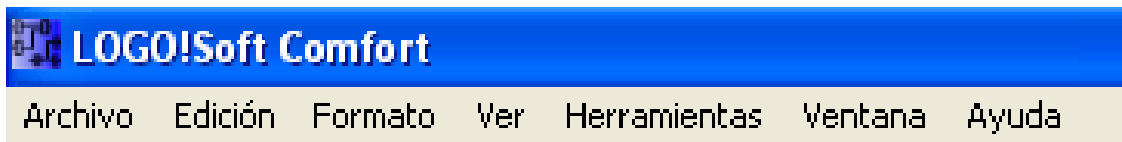
-Funciones especiales

7. Barra de herramientas "Herramientas"

Barra de menús

En la parte superior de la ventana de LOGO!SoftComfort se encuentra la barra de menús. Ésta contiene los distintos comandos para editar y gestionar los programas, incluyendo también ajustes predeterminados y funciones para transferir el programa del y al LOGO!.

Figura 44. Barra de menús



Fuente: Programa LOGO!SoftComfort V6.0

Barras de herramientas

LOGO!Soft Comfort provee tres barras de herramientas, a saber:

Barra de herramientas "Estándar"

Barra de herramientas "Herramientas"

Barra de herramientas "Simulación"

Barra de herramientas "Estándar"

La barra de herramientas "Estándar" se encuentra por encima de la interfaz de programación. Al iniciar LOGO!Soft Comfort aparece una barra de herramientas "Estándar" reducida a las funciones esenciales. Esta barra proporciona acceso directo a las principales funciones de LOGO!Soft Comfort.

La barra de herramientas "Estándar" completa aparece tan pronto como se accede a un programa para su edición en la interfaz de programación.

Figura 45. Barra de herramientas "Estándar"



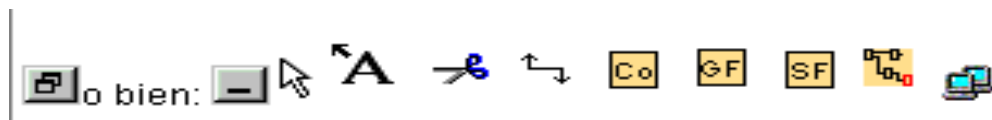
Fuente: Programa LOGO!Soft Comfort V6.0

Mediante los botones de esta barra se pueden realizar, entre otras, las siguientes operaciones: crear un programa; cargar, guardar o imprimir un programa existente; cortar, copiar y pegar objetos de un circuito o transferir datos desde y hacia el LOGO!.

Barra de herramientas "Herramientas"

La barra de herramientas "Herramientas" se encuentra en el borde izquierdo de la pantalla. Los botones dispuestos en esta barra permiten cambiar a diferentes modos de edición para crear o procesar programas de forma rápida y sencilla.

Figura 46. Barra de herramientas "Herramientas"



Fuente: Programa LOGO!Soft Comfort V6.0

Barra de herramientas "Simulación"

Esta barra de herramientas sólo es relevante para la simulación de programas.

Cuando se abre la simulación aparece una barra de herramientas que contiene:

Botones (p. ej. interruptores) para operar las entradas.

Un botón para simular un corte de alimentación, con objeto de comprobar la reacción de conmutación respecto a la remanencia en caso de un fallo de la tensión de red.

Botones (p. ej. lámparas) para supervisar las salidas.

Botones para controlar la simulación

Botones para controlar el tiempo

Figura 47. Barra de herramientas "Simulación"



Fuente: Programa LOGO!Soft Comfort V6.0

Ventana de información

La ventana de información muestra información e indicaciones. En la ventana de información también se indican los dispositivos LOGO! propuestos por la función Herramientas -> Determinar LOGO! como dispositivos posibles para el programa.

Barra de estado

La barra de estado se encuentra en el borde inferior de la ventana de programa. Aquí se proporciona información acerca de la herramienta activa, el estado del programa, el factor de zoom ajustado, la página del esquema de conexiones y el dispositivo LOGO! seleccionado.

Figura 48. Barra de estado



Fuente: Programa LOGO!Soft Comfort V6.0

1. Campo de información. Aquí se indica p. ej. qué herramienta está utilizando.

2. LOGO!Soft Comfort muestra aquí en un tooltip qué dispositivo LOGO! se ha seleccionado.
3. Aquí se indica el factor de ampliación ajustado actualmente.
4. Por último, aquí se indica en qué página del programa se encuentra actualmente.

Conectar LOGO! a un PC

Para poder conectar LOGO con un PC se necesita el cable de conexión LOGO!-PC.

El cable que se utiliza en el tablero es LOGO! USB PC-CABLE de serie 6ED1 057-1AA01 – 0BA0 versión QTY: 1; E – STAND: 01.

Los pasos recomendables a seguir son:

Opción 1

Desconecte la tensión de alimentación de LOGO!.

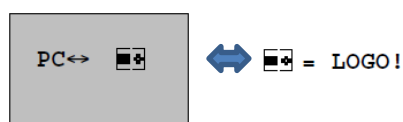
Retire la cubierta o el módulo de programa (Card) y conecte el cable en ese punto.

Vuelva a conectar la tensión.

Esta versión pasa automáticamente al modo operativo PC↔LOGO!

Al iniciar el proceso de carga o descarga en modo stop, aparece automáticamente la siguiente indicación:

Figura 49. LOGO! en el modo operativo PC ↔ LOGO



Fuente: Manual LOGO! SIEMENS 2003pag. 222

Documentación del usuario LOGO!Soft Comfort

Opción 2

El LOGO! debe conectarse con el cable de PC y prepararse para la transferencia con el ajuste PC/Card PC ↔ LOGO.

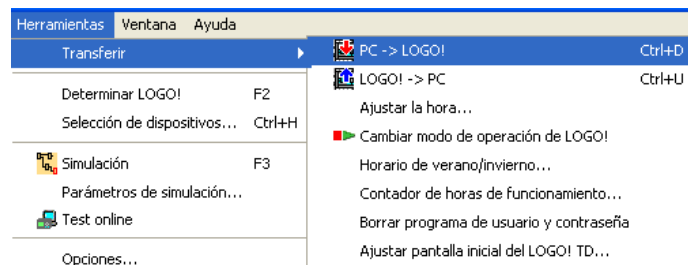
Figura 50.LOGO! en el modo operativo PC ↔ LOGO



Fuente: Referencia [17]

Mediante el Interfaz del LOGO!Soft Comfort se transfiere el programa creado.

Figura 51.Interfaz del LOGO!Soft Comfort.



Fuente: Programa LOGO!Soft Comfort V6.0

2.6.2 Fluidsim.

2.6.2.1 Características Fluidsim. Se desarrolló en colaboración con la Universidad de Paderborn, la empresa FestoDidacticGmbH & Co. KG y ArtSystems, Paderborn.

Es un Programa informático para entrenamiento en el sistema neumático FluidSIM-P, explica las posibilidades, conceptos y condiciones de la neumática.

Otra característica importante de Fluidsim es su completo concepto didáctico: Fluidsim ayuda a enseñar, aprender y visualizar la neumática. Los componentes neumáticos son explicados por medio de breves descripciones, imágenes y presentaciones de principios de accionamiento; los ejercicios y vídeos didácticos ayudan a conocer las conexiones más importantes para el uso de componentes neumáticos.

Permite la simulación en tiempo real de la operación del sistema neumático. Dando una visualización clara en colores diferentes por donde pasan los flujos neumáticos.

Este software permite seleccionar diferentes elementos de control neumático, dando combinaciones de sistemas que operan en la industria.

El software permite ejecutar el sistema neumático mostrando valores reales de fuerza y volumen, que tienen los cilindros neumáticos al estar operando.

El valor de las magnitudes que se indican en Fluidsim son las siguientes medidas:

Tabla 7. Magnitudes del software Fluidsim

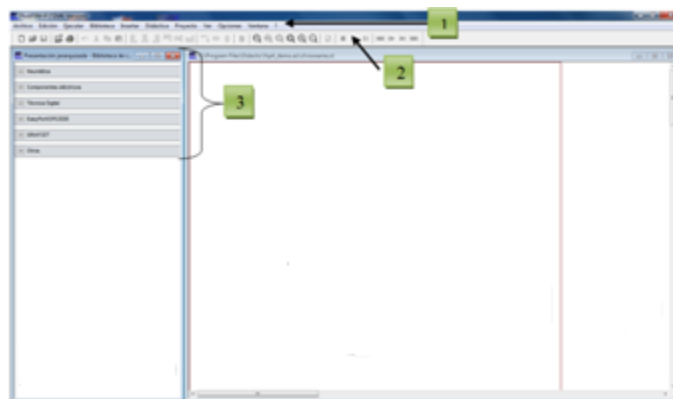
Valor	Unidad
Presión (p)	bar, MPa, psi
Caudal (q)	l/min, gal/min, g/s
Velocidad (v)	m/s
Fuerza (F)	N, kN
Grado de apertura (%)	-
Tensión (U)	V
Corriente (I)	A

Fuente: Manual FESTO Fluidsim 4.2 Neumática pag. 11

2.6.2.2 Barras de herramientas del software. El software Fluidsim 4.2 neumática ofrece una interfaz de usuario cómoda para crear el circuito neumático, la cual está compuesta por los siguientes elementos:

1. La barra de menú, que da acceso a todas las operaciones de configuración y funcionamiento del programa.
2. La barra de herramientas, que contienen botones de método abreviado para los comandos de menú de uso frecuente.
3. La biblioteca de componentes Fluidsim, la cual contiene los elementos neumáticos y eléctricos para proceder al bosquejo de nuevos circuitos.

Figura 52. Interfaz del software Fluidsim 4.2



Fuente: Programa software Fluidsim 4.2

2.6.2.3 Descripción de librerías. En Fluidsim, cada componente existente en la biblioteca de componentes está asignado a un modelo físico. Basándose en el esquema del circuito, Fluidsim toma todos los modelos del componente correspondiente y crea un modelo total del sistema, que es a continuación procesado y simulado.

Si un componente tiene parámetros regulables, se da el margen de valores. Un número encerrado entre paréntesis a continuación del margen de valores indica el valor del parámetro por omisión.

Se dispone en la biblioteca de componentes la siguiente clasificación:

Componentes neumáticos

Componentes eléctricos

Componentes eléctricos (Estándar americano)

Componentes digitales

Elementos de GRAFCET

Otros componentes

2.6.2.4 *Identificación de elementos.*

Componentes neumáticos.- En la siguiente biblioteca se encuentra las siguientes componentes.

Elementos de alimentación.

Actuadores

Válvulas

Válvulasde vías configurables.

Válvulasde vías de uso frecuente

Válvulas distribuidoras accionadas mecánicamente

Válvulas distribuidoras de solenoide (Electroválvulas)

Válvulas distribuidoras accionadas neumáticamente

Válvulas de cierre y control de caudal

Válvulas reguladoras de presión.

Válvulas continuas

Grupos de válvulas

Sensores e Instrumentos de medida

Componentes eléctricos.- En la siguiente biblioteca se encuentra las siguientes componentes.

Actuadores / Dispositivos de señal.

Alimentación de tensión.

Instrumentos de medida / Sensores.

Relés.

Interruptores.

Interruptores de accionamiento manual.

Interruptores comunes.

Interruptore de alimentación.

Regulador.

Símbolos de diagrama de Ladder.

Componentes digitales.- En la siguiente biblioteca se encuentra las siguientes componentes.

Constantes y Conectores.

Funciones básicas.

Funciones especiales

Elementos de GRAFCET.- En la siguiente biblioteca se encuentra las siguientes componentes.

Paso

Transición

Acción

Sincronización

GRAFCET parcial

I/O de GRAFCET

Otros componentes.- En la siguiente biblioteca se encuentra las siguientes componentes.

Conexión (mecánica)

Solenoide de válvula

Solenoide de válvula proporcional, de posición controlada

Solenoide de electroválvula (diagrama en escalera)

Regla de recorrido

Indicador de estado

Leva de conexión

Texto

Diagrama de estado

Diagrama de asignación de terminales

Editor de diagrama funcional

Inventario

Cuadrado/Rectángulo

Círculo/Elipse

Mapa de bits

CAPÍTULO III

3. ALTERNATIVAS DE DISEÑO

3.1 Generalidades

Para seleccionar la mejor alternativa de diseño del banco de pruebas, es necesario seguir una metodología del diseño; que luego de evaluar las ventajas y desventajas de cada alternativa, se elige la mejor de acuerdo a las necesidades y requerimientos planteados.

3.2 Metodología del diseño

La metodología del diseño consiste en determinar un número de ideas de cómo se desea realizar el diseño del banco de pruebas, por lo que se realiza una lista de exigencias (E) y deseos (D).

Tabla 8. Exigencias y deseos

Fabricación.	
El banco de control secuencial debe ser de fácil ensamblaje entre sus partes constitutivas.	E
Los materiales para la construcción deben ser adquiridos en el mercado nacional.	E
El banco de control secuencial debe tener estabilidad.	E
El banco de control secuencial debe tener módulos intercambiables.	D
El banco de control secuencial debe tener fácil movilidad.	E
Los materiales seleccionados deben ser resistentes y de calidad.	E

Tabla 8 (Continuación)

Equipos y Accesorios.	
El banco de control secuencial debe tener un PLC.	D
El banco de control secuencial debe constar con mínimo 2 cilindros neumáticos.	E
El banco de control secuencial debe tener relés que sirvan de protección.	E
El banco de control secuencial debe tener un módulo temporizadores.	D
El banco de control secuencial debe tener reguladores de velocidad.	E
El banco de control secuencial debe tener manómetros y válvulas lógicas.	D

Señalización.	
El banco de control secuencial debe tener en la parte superior el nombre de cada módulo.	E
En el módulo de cada electroválvula debe ir un esquema donde se observe la denominación de los orificios.	E
En cada equipo y accesorio que tenga paso de fluido, señalar su entrada y salida respectivamente.	E

Ergonomía.	
La repisa del banco de control secuencial debe tener una altura estandarizada.	E
En los accesorios neumáticos se debe utilizar racores para conexión y desconexión rápida.	E
El ancho total del banco de control secuencial debe ser máximo de 150 cm.	E




Fuente: Autores

3.3 Generación de alternativas

A partir de los requerimientos, necesidades, exigencias y deseos planteados; se asigna diferentes alternativas de solución, a esto se denomina matriz morfológica.

3.4 Matriz morfológica

Tabla 9. Matriz morfológica

Alternativa \ Requerimiento	a	b	c	d
Apoyos	Todos estático	4 ruedas con freno	4 ruedas solo 2 con freno	4 estáticos y 2 con ruedas
Material para el panel principal	Madera MDF.	Cartón prensado.	Aluminio.	Acrílico.
Diseño estructura				
Panel principal	Módulos fijos.	Un solo panel.	Un solo panel con canaletas.	Módulos intercambiables.
Material para las repisas.	Tol negro.	Tol galvanizado.	Madera MDF.	
Acabado superficial	Pintura de esmalte	Pintura electrostática.		

Alternativa 1 

Alternativa 2 

3.5 Alternativas de solución

3.5.1 Descripción alternativa 1. El diseño de la estructura es innovador y cambia la imagen que se tiene de un banco de pruebas, los materiales que se debe utilizar en la construcción de la parte estructural se puede conseguir fácilmente en el mercado local. Los cuatro apoyos constan de ruedas, las dos van incorporadas con frenos para asegurar la estabilidad en el momento de las prácticas de laboratorio.

El panel principal va con módulos intercambiables que facilitan el montaje y desmontaje en caso de cambiar algún accesorio o equipo.

Las dos repisas, con los módulos son de madera MDF forrados con material impermeable y vinil, respectivamente.

El pintado final de la estructura es con pintura electrostática, que previene de la corrosión al material.

Ventajas

Adquisición rápida de los materiales para la construcción.

Por su diseño, es de fácil movilización y transporte.

Estabilidad y rigidez.

Acabado superficial resistente a la corrosión.

No necesita de aislamientos en el panel de trabajo.

Desventajas

El tiempo en la construcción de la estructura.

3.5.2 Descripción alternativa 2. El banco consta con sus cuatro apoyos estáticos, lo que otorga una gran estabilidad al mismo. Los materiales son económicos y de fácil adquisición.

Fácil construcción, debido a su diseño simple.

El panel principal consta de módulos fijos, son de cartón prensado, lo que facilita las perforaciones para ensamblarlos en la estructura.

Su repisa es de tol galvanizado que previene el deterioro del banco y da una excelente presentación en el acabado final.

Ventajas

Estabilidad total del banco de pruebas.

Rápida construcción.

Planos de construcción existentes.

Desventajas

Seleccionar un aislamiento en la repisa, debido a que se va trabajar con electricidad puede generar corto circuitos.

3.6 Evaluación de las alternativas

La selección de los criterios de evaluación se hace a partir de las necesidades y requerimientos.




Criterios de evaluación

Tabla 10. Criterios de evaluación

CRITERIO DE EVALUACIÓN
1. Acabado superficial.
2. Diseño innovador.
3. Movilidad.
4. Estabilidad y resistencia.
5. Costo fabricación

Puntuación de conceptos

Tabla 11. Puntuación de conceptos

Mejor que	
Igual que	
Peor que	

Fuente: Diseño y desarrollo de proyectos [18]

3.7 Seleccionar una alternativa

Tabla 12. Selección de alternativas

Requerimientos.	Conceptos	
	Alternativa 2	Alternativa 1
Acabado Sup.		
Diseño innovador		
Movilidad		
Estabilidad y resist.		
Costo de fabricación		
Puntuación obtenida		
Alternativa selecc.		

Fuente: Diseño y desarrollo de proyectos [18]

3.8 Reflexionar sobre los resultados

Los criterios de evaluación utilizados muestran que la alternativa de la solución 1 es más apropiada que la alternativa de la solución 2, la principal diferencia entre las dos opciones de solución es el costo de fabricación.

3.9 Selección de elementos y equipos

Tabla 13. Selección elementos y equipos

ELEMENTO	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
ACTUADORES		
CILINDRO DE DOBLE EFECTO		
	Marca	BIMBA USA
	Diámetro del cilindro	1 1/4 in
	Carrera	4 in
	Conexión	1/8 NPTF
	Diámetro del Vastago	7/16 in
CILINDRO DE SIMPLE EFECTO		
	Marca	BIMBA USA
	Diámetro del cilindro	1 1/4 in
	Carrera	4 in
	Conexión	1/8 NPTF
	Diámetro del Vastago	7/16 in
CONTROLADORES NEUMÁTICOS		
VÁLVULA 5X2 BIESTABLE		
	Válvula modelo	421A-COA-DM-DJAJ-1JB
		MAC USA serie 400 1/8" NPTF
	Fluido	Aire comprimido, gases inertes
	Filtración	40 μ
	Presión	MAX 20 A 120PSI
	Temperatura	0 ° F a 120 ° F (-18 ° C a +50 ° C)
	Flujo(6 bar, Δ P = 1 bar)	1,0 Cv
	Comando	Manual
		Solenoide
	Voltaje/Hz	120VAC/60Hz, 110VAC/50Hz
	Potencia	2,9W
	<i>Tiempos de respuesta a</i>	Energizarse: 8-12 ms
	120VAC/60Hz	Desenergizarse: 7-11 ms
VÁLVULA 3X2 MONOESTABLE		
	Válvula modelo	PME-111JB
	Fluido	Aire comprimido, gases inertes
	Filtración	40 μ
	Presión	20 a 150 PSI
	Temperatura	0 ° F a 140 ° F (-18 ° C a 60 ° C)
	Flujo(6 bar, Δ P = 1 bar)	0,18Cv
	Comando	Manual
		Solenoide
		Reposición por Muelle
	Voltaje/Hz	120VAC/60Hz, 110VAC/50Hz
	Potencia	6,8W
<i>Tiempos de respuesta a</i>	Energizarse: 3-8 ms	
120VAC/60Hz	Desenergizarse: 2-7 ms	





Tabla 13 (Continuación)

VÁLVULAS DE SIMULTANEIDAD		
	Marca	PNEUMAX
	Fluido	Aire filtrado lubricado o no
	Conexión	1/8 NPTF
	Presión Max	10 bar
	Temperatura	(-5 °F a +50°F)
	Flujo(6 bar, Δ P = 1 bar)	550 (N l/min)
VÁLVULA DE ANTI-RETORNO CON ESTRANGULAMIENTO		
	Válvula	Conek 1/8" NPTF conexión a 6mm de diámetro de tubería
	Presión	0-150PSI
	Temperatura	32-140°F
VÁLVULA SELECTORA DE CIRCUITOS		
	Marca	PNEUMAX
	Fluido	Aire filtrado lubricado o no
	Conexión	1/8 NPTF
	Presión Max	10 bar
	Temperatura	(-5 °F a +50°F)
	Flujo(6 bar, Δ P = 1 bar)	600 (N l/min)
ACCESORIOS NEUMÁTICOS		
UNIDAD DE MANTENIMIENTO		
	Marca	TPCNEUMATICS
	Fluido	Aire
	Regulador	Presión Max =1MPa (140 PSI)
	Rango de presión	7-140PSI
	Flujo	35 SCFM (1000 N l/min)
	Filtro	5μm
	lubricador	ISO VG32(aceite de turbina clas 1)
	Puerto de conexión	1/8" NPTF
COMPRESOR		
	Compresor	AIR COMPRESSOR
	Voltaje	110 VAC 60Hz
	Velocidad	3400RPM
	Potencia	2HP
	Presión Max	116 PSI
	Caudal	8,7 CFM
	RACORES	
	Racores	Conek 1/8" NPTF conexión a 6mm de diámetro de tubería
	Presión	0-150PSI
	Temperatura	32-140°F
MANGUERA FLEXIBLE		
	Material	Poliuretano(flexible)
		Presistencia al aceite
	Diámetro exterior	6mm
	fluido	Aire, agua
	Presión	125PSI-200PSI
Temperatura	(-40 °F a 165°F)	

Tabla 13 (Continuación)

MANÓMETROS		
	Marca	Mindman PG-40
	Presión	0-10kg/cm ² (0-150PSI)
	Temperatura	(-5°C a 60°C)
ELEMENTOS DE CONTROL Y MANIOBRA ELÉCTRICA		
RELÉ		
	RELÉ	CAMSCO MK2P-I
	Alimentación	110/250VAC
	Amperios de alimentación	7A
	Contactos	250VAC/28VDC
	Amperios (NO)	10A
	Amperios (NC)	5A
	Factor de Potencia	0,4
TEMPORIZADOR		
	Temporizador	Camsco AH3 Multi-Rango
	Alimentación	240 V AC / 24 V DC
	Contactos	220 V AC
	Amperios	10A
	Factor de Potencia	1
AUTÓMATA PROGRAMABLE		
	Autómata programable	SIEMENS LOGO! 230RC
	Voltaje de alimentación	115 – 240 V AC/DC
	Voltaje de salida a relé	230 V AC / 24V DC
	Amperaje de salida	10 A / 8 A
MICROSWITCH		
	MICROSWITCH	CAMSCO
	Voltaje	125 A 250 VAC
	Amperios	15A
PULSADORES		
	Pulsador (S1 y S2)	SASSIN
	Voltaje	120 / 220 V AC
	Amperios	10A
	Luz piloto	110 V
ACCESORIOS		
CPU		
	Sistema	Windows 7 Professional
		Sistema operativo 32 bits
		Versión 2009
		Service pack 1
	Procesador	Intel (R) Core(TM)2 Quad CPU Q 6600 @2,4 GHz 2,39 GHz
Memoria instalada (RAM)	1GB	

Tabla 13 (Continuación)

MONITOR		
	Monitor	LG 17 in
	Tipo	LCD
	Voltaje	100-240 VAC, 50/60Hz
	Amperios	0,8 A
LOGO! USB PC-CABLE		
	LOGO! USB PC-CABLE FOR PROGRAMMING	
	Fabricante	SIEMENS
	Tipo de accesorio	Interface cable
	Tipo de conector A	USB
	Tipo de conector B	LOGO!
CABLE DE CONEXIÓN USB		
	Cable de conexión USB	ARIEL ELECTONICS
	Tipo de accesorio	Interface cable
	Tipo de conector A	USB MACHO
	Tipo de conector B	USB HEMBRA
CABLES DE CONEXIÓN		
	Cable de conexión	14 AWG Cu 600V
	Capacidad de amperaje	20 A

Fuente: Autores

3.10 Diseño del banco

En el presente capítulo se estudiara el diseño del banco de control secuencial así como sus diferentes partes, además de los diferentes módulos que contienen los elementos a la superficie de trabajo.

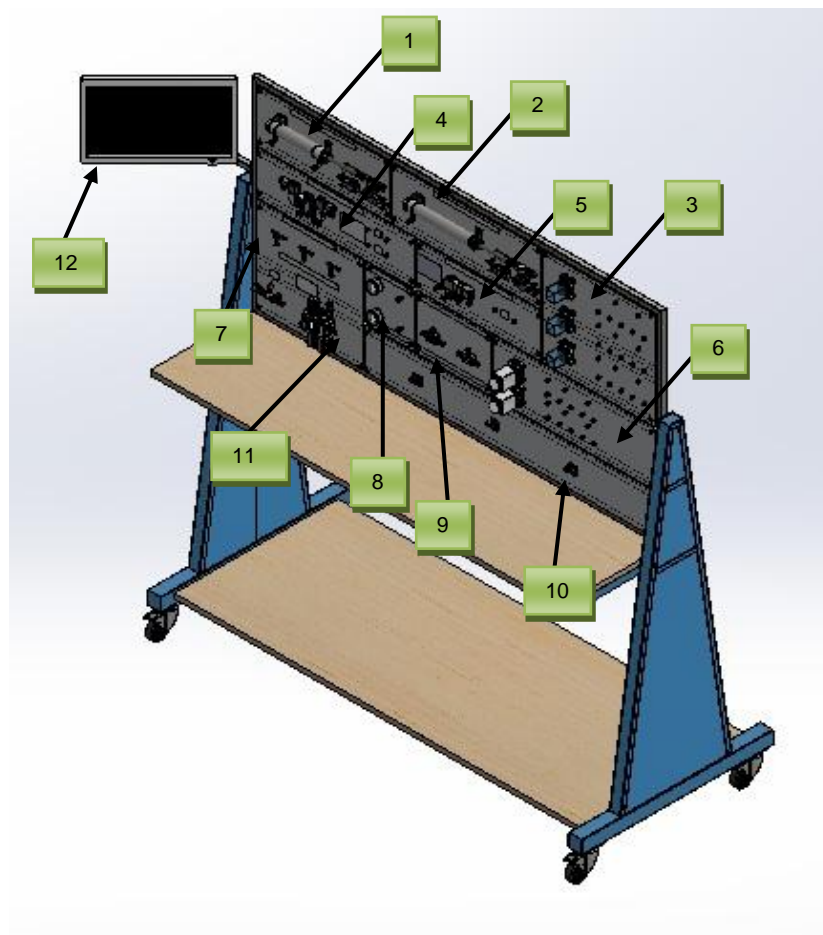
La alternativa seleccionada se desarrolló en un software de modelación en 3D, detallando cada uno de los módulos que conforman el banco de pruebas de control secuencial con elementos electroneumáticos y neumáticos.

Los módulos que constituyen el banco de pruebas son:

1. Módulo de cilindro de doble efecto.
2. Módulo de cilindro de simple efecto.
3. Módulo de Relés.
4. Módulo de electroválvula 5x2 biestable.
5. Módulo de electroválvula 3x2 monoestable.
6. Módulo de temporizadores.

7. Módulo de reguladores de velocidad.
8. Módulo de manómetros.
9. Módulo de válvulas lógicas.
10. Módulo de alimentación.
11. Línea de alimentación
12. Computador.

Figura 53. Banco de pruebas



Fuente: Autores

3.10.1 *Parámetros de funcionamiento y seguridad.*

3.10.1.1 *Parámetros de funcionamiento.*

Aire comprimido

La presión del aire comprimido requerido para el funcionamiento de los circuitos diseñados en el banco de pruebas es:

Presión de trabajo: 45 a 50 psi

Presión Max: 120 psi

Energía eléctrica

La energía eléctrica para el control de los circuitos debe ser:

Voltaje de 120 VAC

3.10.1.2 *Seguridad.*

Seguridad eléctrica

Todo contacto fortuito supone un paso de corriente a través del cuerpo.

La intensidad de corriente que recorre el cuerpo dependerá de la tensión del conductor y de la resistencia óhmica del organismo.

El grado de peligrosidad de la corriente depende del tiempo que dure el paso de la corriente por el cuerpo y también de la naturaleza de la corriente.

El valor máximo de la intensidad de corriente eléctrica que puede soportar sin peligro, independientemente de lo que dure la exposición de la corriente se ha fijado entre 10 y 16 mA. Pero los efectos se notan a partir de 0,7 mA.

Únicamente deberá utilizarse tensión se 120 VAC.

Seguridad neumática

Únicamente conectar el aire comprimido después de haber montado y fijado correctamente todos los tubos flexibles.

No deberá superarse la presión máxima admisible de 120 PSI.

¡Peligro de accidente por tubos sueltos bajo presión!

Si es posible, utilice tubos cortos.

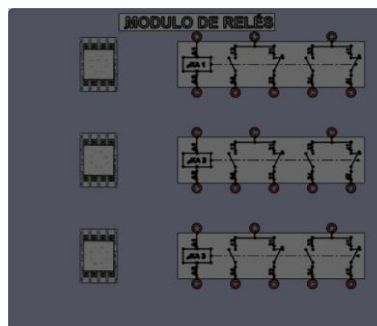
Utilice gafas de protección.

Si se suelta un tubo bajo presión, desconecte de inmediato la alimentación de aire comprimido.

3.10.2 Descripción de los módulos. Seguidamente se describirá detalladamente cada uno de los módulos que componen el banco didáctico de control secuencial con elementos neumáticos y electroneumáticos con su respectiva nomenclatura.

3.10.2.1 Módulo de relés. El Módulo de relés contiene 3 relés con sus respectivos conectores de alimentación y de los contactos normalmente cerrados, abiertos con su respectiva simbología. Este módulo nos permitirá el accionamiento de las electroválvulas dependiendo de la aplicación.

Figura 54. Módulo de relés



Fuente: Autores

3.10.2.2 *Módulo de cilindro de doble efecto.* Este módulo contiene un cilindro de doble efecto el cual está montado sobre dos soportes de pie externo, en el extremo del vástago tiene una rótula la cual permite el contacto sobre los microswitch y es guiada por una riel. Dispone de conectores de los terminales de dos microswitch los cuales sirven como finales de carrera, además que dispone de su respectiva simbología. Las conexiones en el cilindro tienen racores tipo codo de 1/8" NPTF a tubería de 6 mm de diámetro exterior.

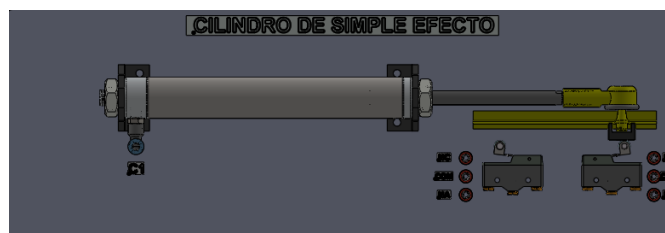
Figura 55. Módulo de cilindro de doble efecto



Fuente: Autores

3.10.2.3 *Módulo de cilindro de simple efecto.* Este módulo contiene un cilindro de simple efecto el cual está montado sobre dos soportes de pie externo, en el extremo del vástago tiene una rótula la cual permite el contacto sobre los microswitch y es guiada por una riel. Dispone de conectores de los terminales de dos microswitch los cuales sirven como finales de carrera, además que dispone de su respectiva simbología. Las conexiones en el cilindro tienen racores tipo codo de 1/8" NPTF a tubería de 6 mm de diámetro exterior.

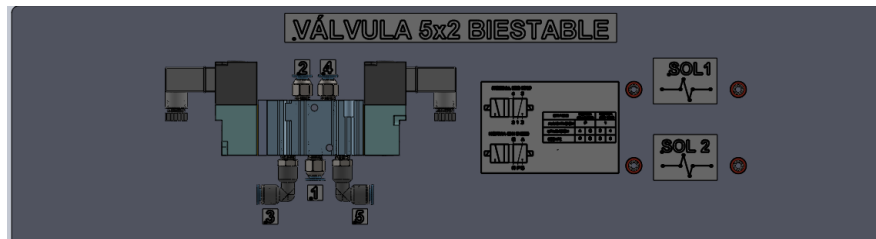
Figura 56. Módulo de cilindro de simple efecto



Fuente: Autores

3.10.2.4 *Módulo de electroválvula 5x2 biestable.* Consta de una electroválvula 5x2 biestable con sus conectores de aire de 1/8" a tubería 6 mm de diámetro exterior. Dispone de conectores para la energización de las solenoides con su respectiva simbología según la norma ISO 1219 y la NORMA DIN 24300.

Figura 57. Módulo de electroválvula 5x2 biestable



Fuente: Autores

3.10.2.5 *Módulo de electroválvula 3x2 monoestable.* Consta de una electroválvula 3x2 monoestable con su conector de aire de 1/8" a tubería 6 mm de diámetro exterior. Dispone de conectores para la energización del solenoide con su respectiva simbología según la norma ISO 1219 y la NORMA DIN 24300.

Figura 58. Módulo de electroválvula 3x2 monoestable.

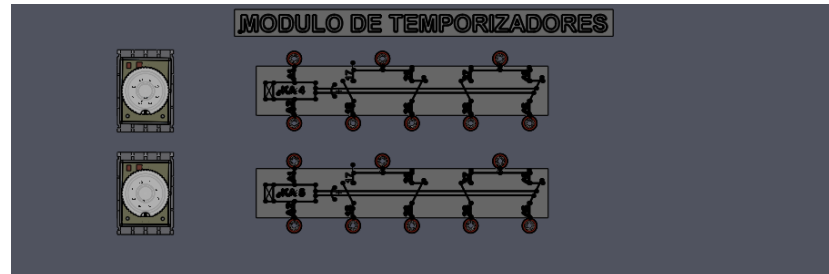


Fuente: Autores

3.10.2.6 *Módulo de temporizadores.* El módulo de temporizadores contiene dos temporizadores con sus respectivos conectores de alimentación y de los contactos

normalmente cerrados, abiertos con su respectiva simbología. Este módulo nos permitirá el control de tiempos dependiendo de la aplicación.

Figura 59. Módulo de temporizadores



Fuente: Autores

3.10.2.7 Módulo de reguladores de velocidad. Este módulo consta de tres reguladores de velocidad, los cuales nos permiten regular la velocidad regulando el caudal q atraviesan por ellos. Dispone de acoples y racores tipo rectos de 1/8" NPTF a tubería de 6mm de diámetro de exterior, con su respectiva simbología.

Figura 60. Módulo de reguladores de velocidad.



Fuente: Autores

3.10.2.8 Módulo de manómetros. Este módulo dispone de dos manómetros, los cuales nos permitirán medir la presión del sistema, para lo cual dispone de tomas para manguera de 6mm de diámetro exterior.

Figura 61. Módulo de manómetros



Fuente: Autores

3.10.2.9 *Módulo de válvulas lógicas.* Dispone de una válvula de simultaneidad y una válvula selectora de circuito las mismas que disponen de racores de tipo recto de 1/8" NPTF a tubería de 6mm. de diámetro exterior, dispone de su respectiva simbología.

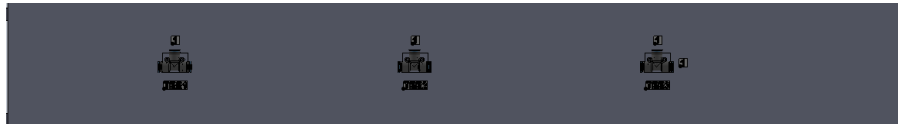
Figura 62. Módulo de válvulas lógicas



Fuente: Autores

3.10.2.10 *Módulo de alimentación.* Dispone de tres racores tipo TEE de conexión a tubería de 6 mm de diámetro exterior, con su respectiva nomenclatura.

Figura 63. Módulo de alimentación



Fuente: Autores

3.10.2.11 *Línea de alimentación.* Dispone de una válvula de paso tipo aguja con su respectivo acople y racor de 1/8" NPTF a tubería 6mm de diámetro exterior. Además dispone de una unidad de mantenimiento el mismo que dispone de un regulador, filtro y regulador. Contiene su respectiva nomenclatura.

Figura 64. Línea de alimentación



Fuente: Autores

CAPÍTULO IV

4. CONSTRUCCIÓN, EQUIPOS Y COSTOS

4.1 Construcción y montaje del banco

En el proceso de construcción del banco de laboratorio para fundamentos de control secuencial se debe contar con los elementos y equipos adecuados, las herramientas y equipos necesarios para dar forma a las distintas partes del banco a construir de acuerdo a los diferentes procesos son los siguientes:

Tabla 14 Herramientas y accesorios

HERRAMIENTAS Y ACCESORIOS	
Código	Herramientas y accesorios
TRAZADO	
H1	Flexómetro
H2	Escuadra
H3	Calibrador pie de rey.
H4	Mesa de trabajo
Corte	
H5	Brocas y machuelos
H6	Tijeras.
H7	Cizalla
H8	Arco de sierra.
H9	Entenalla.
acabado	
H10	Lijas
H11	Limas

Fuente: Desarrollo de proyectos [19]

Tabla 15. Equipos

EQUIPOS	
Código	Equipo
MH1	Soldadora de arco eléctrico
MH2	Soldadora de punto
MH3	Torno.
MH4	Taladro de pedestal.
MH5	Taladro de mano.
MH6	Dobladora de tol.
MH7	Esmeril.
MH8	Amoladora.
MH9	Compresor y pistola
MH10	Multímetro

Fuente: Desarrollo de proyectos [19]

4.2 Ensamble

En el proceso de ensamble de los equipos que componen el banco de laboratorio para fundamentos de control secuencial solo requiere contar únicamente con herramientas básicas como son: Llaves, destornilladores, playos, etc.

4.2.1 Descripción del proceso de construcción. Todo equipo a construirse debe seguir un orden adecuado a fin de economizar tiempo y dinero. Las formas, dimensiones, del banco están detallados en los planos correspondientes.

Las partes principales constitutivas del banco de pruebas se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 16. Partes constitutivas

Componente	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MATERIAL/MODELO
Estructura Principal.	Soporte principal	2	Acero negro-ASTM A-513
	Repisas	2	MDF
	Estructura superior	1	Acero negro-ASTM A-513
	Garruchas 3"	4	Rueda ext: PU-Poliuretano Soporte/placa: acero con recubrimiento de zinc
Módulo de doble efecto	MDF	1	Madera de pino
	Cilindro de doble efecto	1	Acero inoxidable
	Soporte de pie	2	ASTM A 36 ACERO
	Rótula	1	Cobre
	MICROSWITCH	2	CAMSCO
	Conector tipo banana	6	Aislamiento de plástico
	Racores	2	Conek-niquel
Guía	1	Cobre	
Módulo de simple efecto	MDF	1	Madera de pino
	Cilindro de simple efecto	1	Acero inoxidable
	Soporte de pie	2	ASTM A 36 ACERO
	Rótula	1	Cobre
	MICROSWITCH	2	CAMSCO
	Conector tipo banana	6	Aislamiento de plástico
	Racor	1	Conek-niquel
Guía	1	Cobre	
Módulo de Relés	MDF	1	Madera de pino
	Relé	3	CAMSCO MK2P-I
	Base de relé encap 8 pin	3	CAMSCO TC-085A
	Conector tipo banana	24	Aislamiento de plástico
Módulo de la electroválvula biestable 5x2	MDF	1	Madera de pino
	Electroválvula biestable 5x2	1	421A-COA-DM-DJAJ-1JB
	Conector tipo banana	4	Aislamiento de plástico
	Racores	5	Conek-niquel
Módulo de la electroválvula monoestable 3x2	MDF	1	Madera de pino
	Electroválvula monoestable	1	PME-111JB
	Conector tipo banana	2	Aislamiento de plástico
	Racores	3	Conek-niquel

Tabla 16 (Continuación)

Componente	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	MATERIAL/MODELO
Módulo de Temporizadores	MDF	1	Madera de pino
	Temporizadores	2	Camsco AH3 Multi-Rango
	Base de temporizadores	2	CAMSCO TC-085A
	Conector tipo banana	16	Aislamiento de plástico
Módulo de Válvulas lógicas	MDF	1	Madera de pino
	Válvula selectora de circuito	1	PNEUMAX
	Válvula de simultaneidad	1	PNEUMAX
	Racores	6	Conek-niquel
Módulo de Manómetros	MDF	1	Madera de pino
	Manómetros	2	Mindman PG-40
	Adaptador 1/8 NPTF	4	Cobre
	Racores	4	Conek-niquel
Módulo de Reguladores de velocidad	MDF	1	Madera de pino
	Reguladores de velocidad	3	Conek 1/8" NPTF
	Adaptador 1/8 NPTF	3	Cobre
	Racores	3	Conek-niquel
Módulo de Alimentación	MDF	1	Madera de pino
	Racores tipo TEE	3	Conek-niquel
Módulo de línea de alimentación	MDF	1	Madera de pino
	UTM	1	TPCNEUMATICS
	Adaptador 1/8"x1/4" NPT	1	Cobre
	Racor recto 1/8" NPTF	3	Conek-niquel
	Válvula tipo aguja	1	
	Codo 1/4" x1/4" NPT	1	Cobre
	Adaptador 1/8 NPTF	1	Cobre
Sujeción	Tornillos auto taladrantes cabeza hexagonal MF 6 X 0.75	6	Grado métrico 8.8
	Pernos cabeza hexagonal MF 6 X 0.75	10	Grado métrico 8.8
	Pernos con cabeza redonda MF 3 X 0.35	12	Grado métrico 6.8
	Pernos cabeza redonda MF 4 X 0.5	28	Grado métrico 6.8
	Tornillo para madera cabeza cónica Phillips	40	Grado métrico 6.8
	Tornillos autoroscantes cabeza redonda	10	Grado métrico 6.8

Fuente: Autores

4.2.2 Operaciones tecnológicas de la construcción. Las principales operaciones tecnológicas que fueron necesarias para la construcción de este banco se detallan a continuación:

Tabla 17. Operaciones tecnológicas

Componente	Elemento	N°	Operación tecnológica	Tiempo(min)
Estructura Principal.	Estructura	1	Diseño	2400
	Soporte principal	2	Trazado	90
		3	Corte de perfiles	120
		4	Limpieza de escoria	5
		5	Soldado	45
		6	Pulido	5
		7	Doblado de las planchas	120
		8	Soldado	45
		9	Taladrado	15
		10	Pintado	120
		Estructura superior	11	Trazado
	12		Corte de perfiles	90
	13		Limpieza de escoria	5
	14		Soldado	60
	15		Pulido	45
	16		Taladrado	10
	17		Pintado	120
	Repisas	18	Trazado	90
		19	Corte	45
		20	Limpieza	15
	Garruchas	21	Selección	60
		22	Soldado	15
		23	Pintado	30
Módulo de doble efecto	Cilindro de doble efecto	24	Selección	180
	Soporte de pie	25	Selección	30
	Rótula	26	Selección	30
	MICROSWITCH	27	Selección	30
	Conector tipo banana	28	Selección	20
	Racores	29	Selección	45
	Guía	30	Selección	15
		31	Taladrado	20
	MDF	32	Trazado	8
		33	Corte	15
		34	Taladrado	10
35		Limpieza	5	
Etiquetacion y Forrado con vinil	36	Diseño	5	
	37	Corte y forrado	45	
Instalación neumática y eléctrica	38	conexión	180	
Módulo de simple efecto	Cilindro de simple efecto	39	Selección	210
	Soporte de pie	40	Selección	30
	Rótula	41	Selección	30
	MICROSWITCH	42	Selección	30
	Conector tipo banana	43	Selección	20
	Racores	44	Selección	45
	Guía	45	Selección	15
		46	Taladrado	20
	MDF	47	Trazado	8
		48	Corte	15
		49	Taladrado	10
		50	Limpieza	5
	Etiquetación y Forrado con vinil	51	Diseño	5
		52	Corte y forrado	45
Instalación neumática y eléctrica	53	conexión	180	

Tabla 17 (Continuación).

Módulo de Relés	Relé	54	Selección	180	
	Base de relé encap 8 pin	55	Selección	30	
	Conector tipo banana	56	Selección	15	
	MDF		57	Trazado	10
			58	Corte	15
			59	Taladrado	190
			60	Limpieza	5
	Etiquetación y Forrado con vinil		61	Diseño	30
		62	Corte y forrado	45	
Instalación eléctrica	63	conexión	180		
Módulo de la electroválvula biestable 5x2	Electroválvula biestable 5x2	64	Selección	300	
	Conector tipo banana	65	Selección	20	
	Racores	66	Selección	15	
	MDF		67	Trazado	8
			68	Corte	15
			69	Taladrado	10
			70	Limpieza	5
	Etiquetación y Forrado con vinil		71	Diseño	20
		72	Corte y forrado	45	
Instalación neumática y eléctrica	73	conexión	180		
Módulo de la electroválvula monoestable 3x2	Electroválvula monoestable	74	Selección	300	
	Conector tipo banana	75	Selección	20	
	Racores	76	Selección	15	
	MDF		77	Trazado	8
			78	Corte	15
			79	Taladrado	10
			80	Limpieza	5
	Etiquetación y Forrado con vinil		81	Diseño	20
		82	Corte y forrado	45	
Instalación neumática y eléctrica	83	conexión	180		
Módulo de Temporizadores	Temporizadores	84	Selección	300	
	Base de temporizadores	85	Selección	30	
	Conector tipo banana	86	Selección	15	
	MDF		87	Trazado	8
			88	Corte	15
			89	Taladrado	30
			90	Limpieza	5
	Etiquetación y Forrado con vinil		91	Diseño	20
		92	Corte y forrado	45	
Instalación eléctrica	93	conexión	180		
Módulo de Válvulas lógicas	Válvula selectora de circuito	94	Selección	90	
	Válvula de simultaneidad	95	Selección	90	
	Racores	96	Selección	215	
	MDF		97	Trazado	8
			98	Corte	15
			99	Taladrado	10
			100	Limpieza	5
	Etiquetación y Forrado con vinil		101	Diseño	5
		102	Corte y forrado	45	
Instalación neumática	103	conexión	120		

Tabla 17 (Continuación).

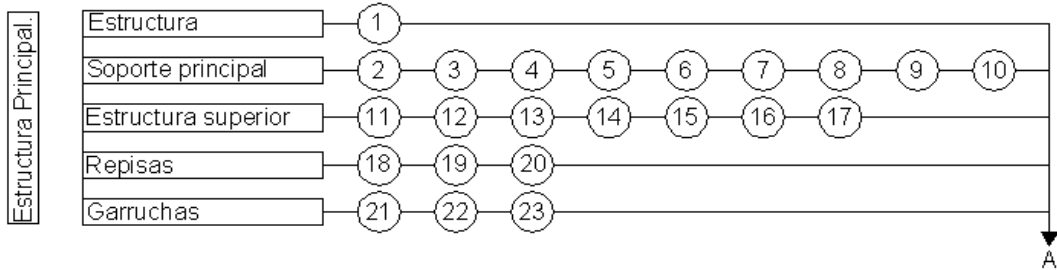
Módulo de Manómetros	Manómetros	104	Selección	120	
	Adaptador 1/8 NPTF	105	Selección	20	
	Racores	106	Selección	20	
	MDF		107	Trazado	8
			108	Corte	15
			109	Taladrado	10
			110	Limpieza	5
	Etiquetación y Forrado con vinil		111	Diseño	5
		112	Corte y forrado	45	
Instalación neumática	113	conexión	120		
Módulo de Reguladores de velocidad	Reguladores de velocidad	114	Selección	240	
	Adaptador 1/8 NPTF	115	Selección	20	
	Racores	116	Selección	20	
	MDF		117	Trazado	10
			118	Corte	20
			119	Taladrado	45
			120	Limpieza	10
	Etiquetación y Forrado con vinil		121	Diseño	30
		122	Corte y forrado	45	
Instalación neumática	123	conexión	120		
Módulo de Alimentación	Racores tipo TEE	124	Selección	20	
	MDF		125	Trazado	20
			126	Corte	30
			127	Taladrado	15
			128	Limpieza	5
	Etiquetación y Forrado con vinil		129	Diseño	5
			130	Corte y forrado	45
Instalación neumática	131	conexión	45		
Módulo de línea de alimentación	UTM	132	Selección	360	
	Adaptador 1/8"x1/4" NPT	133	Selección	20	
	Racor recto 1/8" NPTF	134	Selección	20	
	Válvula tipo aguja	135	Selección	45	
	Codo 1/4" x1/4" NPT	136	Selección	20	
	Adaptador 1/8 NPTF	137	Selección	20	
	MDF		138	Trazado	8
			139	Corte	15
			140	Taladrado	20
			141	Limpieza	10
	Etiquetación y Forrado con vinil		142	Diseño	15
		143	Corte y forrado	45	
Instalación neumática	144	conexión	60		

Fuente: Autores

En el desarrollo los tiempos muertos existentes en el proceso de construcción han sido omitidos los mismos que suelen ocasionar demora en la construcción del banco de pruebas.

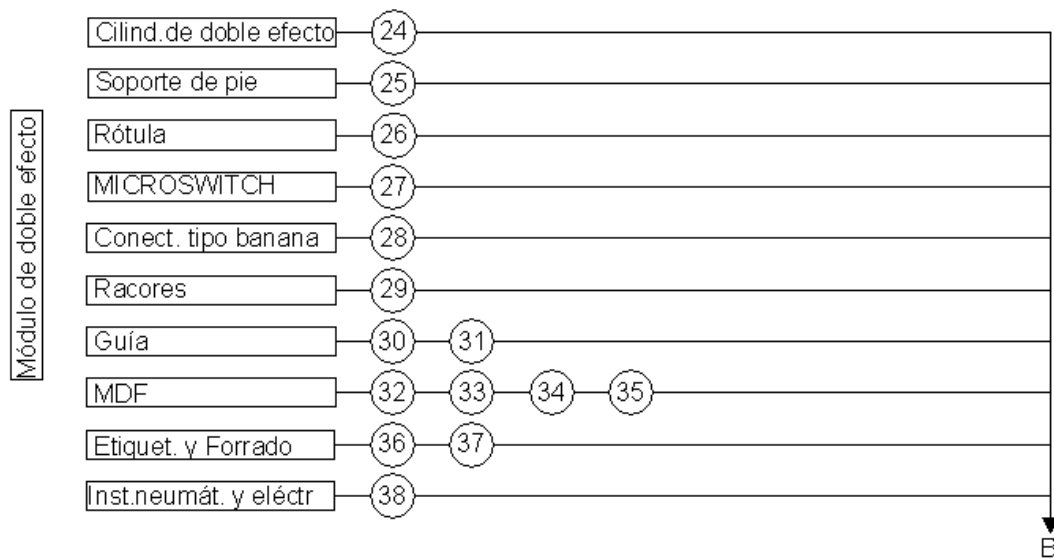
4.3 *Esquemas de ensamble.* A continuación se representa un cartograma sinóptico de la construcción del banco de laboratorio para fundamentos de control secuencial.

Figura 65. Cartograma sinóptico de la estructura principal



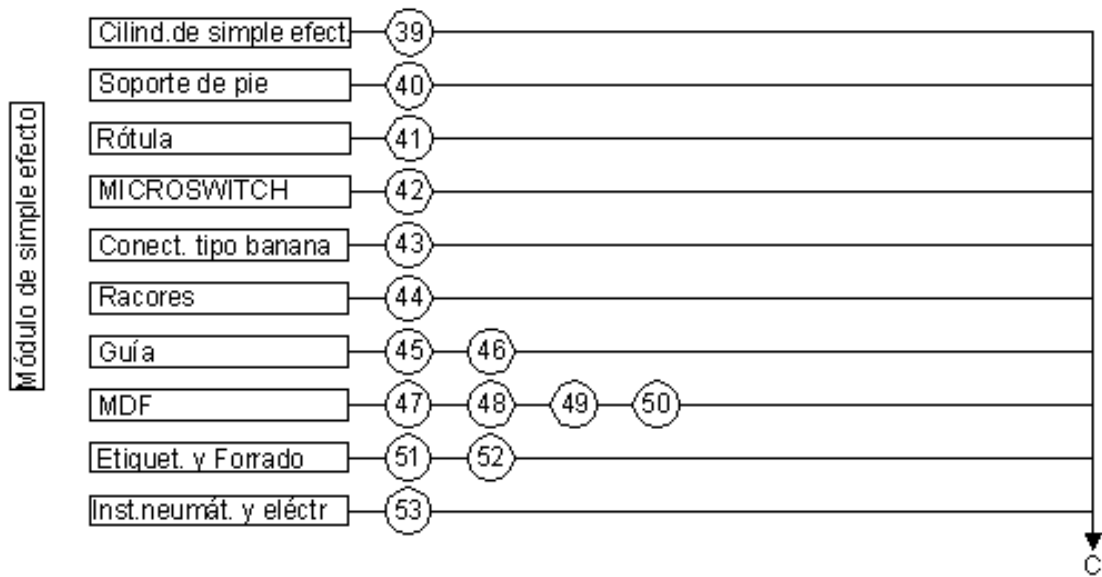
Fuente: Autores

Figura 66. Cartograma sinóptico del módulo de doble efecto



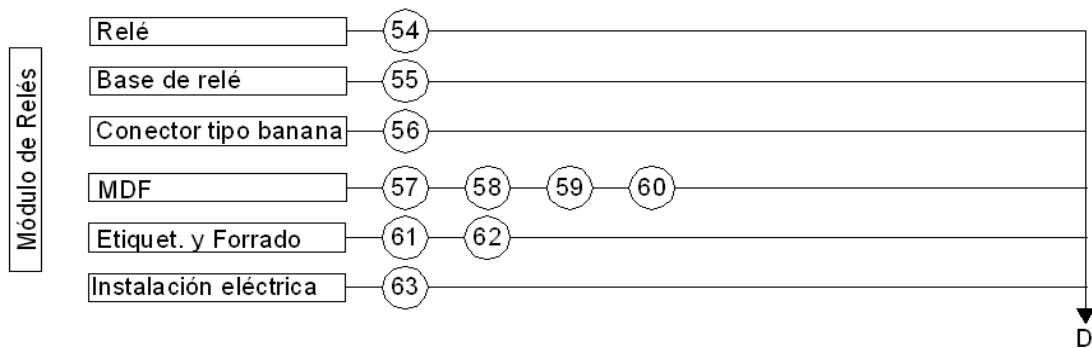
Fuente: Autores.

Figura 67. Cartograma sinóptico del módulo de simple efecto



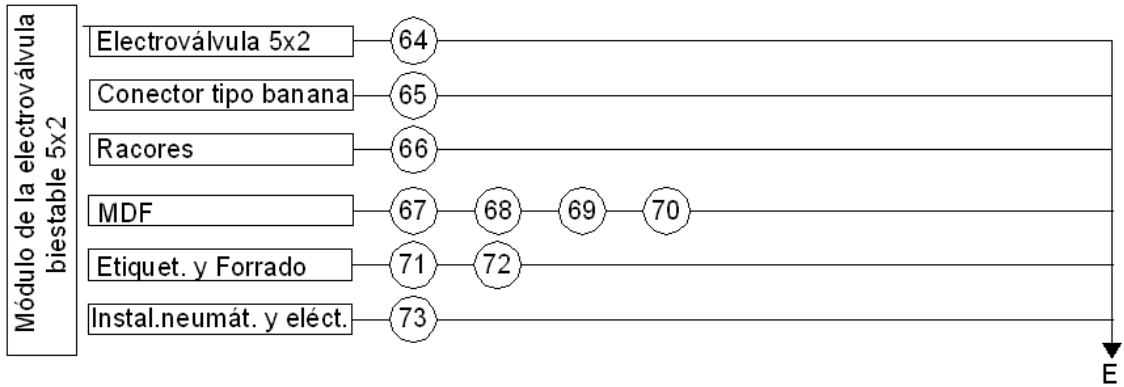
Fuente: Autores.

Figura 68. Cartograma sinóptico del módulo de relés



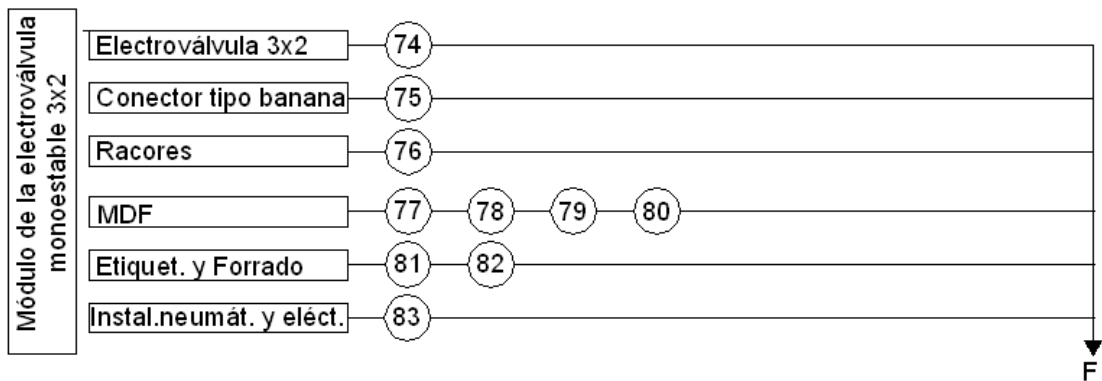
Fuente: Autores.

Figura69.Cartograma sinóptico del módulo de la electroválvula biestable 5x2



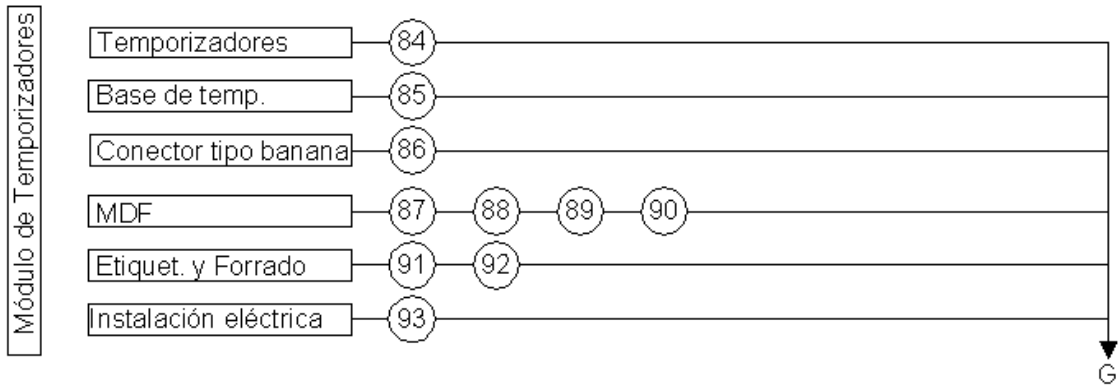
Fuente: Autores.

Figura 70.Cartograma sinóptico del módulo de la electroválvula monoestable 3x2



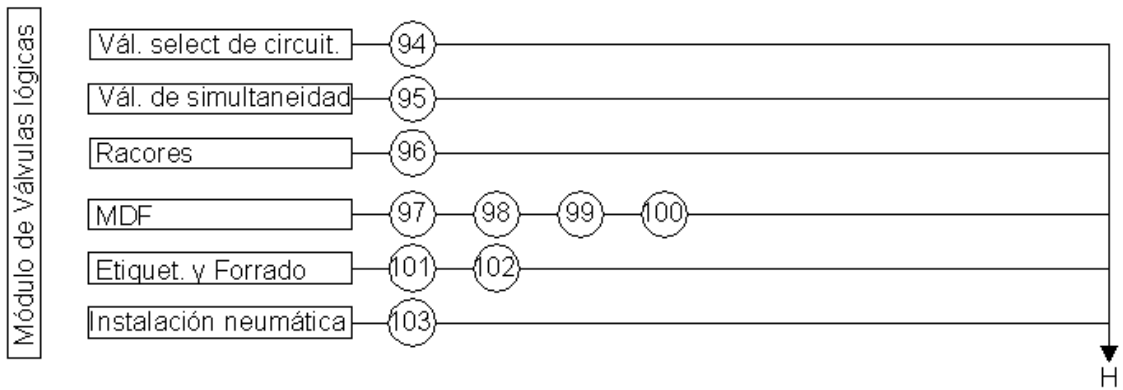
Fuente: Autores.

Figura 71. Cartograma sinóptico del módulo de temporizadores



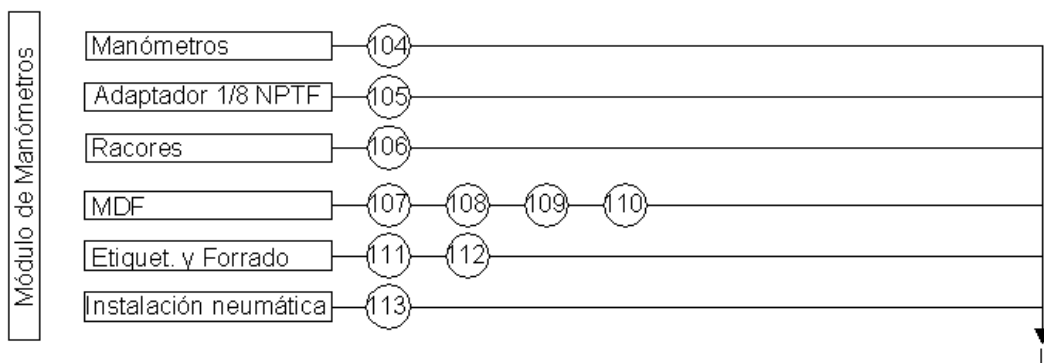
Fuente: Autores.

Figura 72. Cartograma sinóptico del módulo de válvulas lógicas



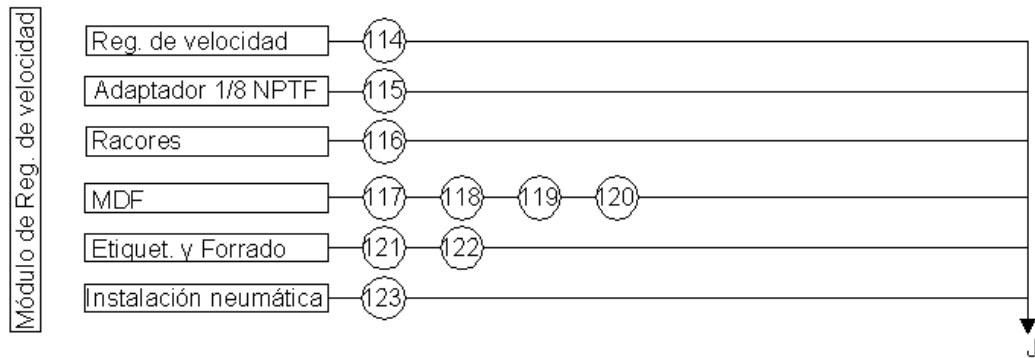
Fuente: Autores.

Figura 73. Cartograma sinóptico del módulo de manómetros



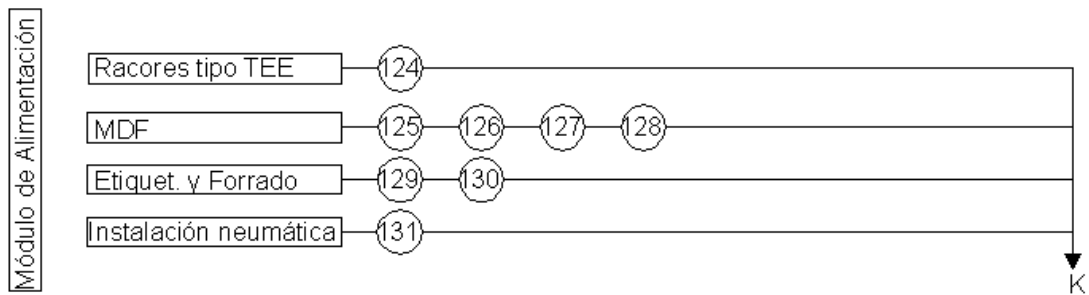
Fuente: Autores.

Figura 74. Cartograma sinóptico del módulo de reguladores de velocidad



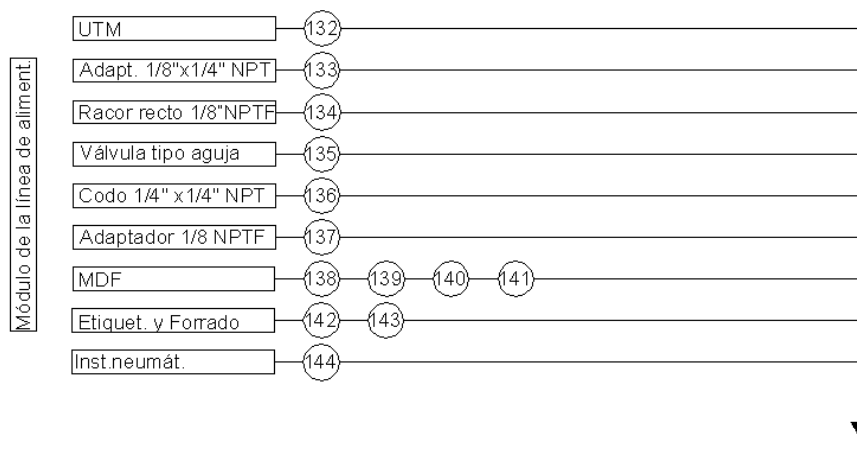
Fuente: Autores

Figura 75. Cartograma sinóptico del módulo de alimentación



Fuente: Autores.

Figura 76. Cartograma sinóptico del módulo de la línea de alimentación



Fuente: Autores

4.4 Realización de pruebas eléctricas

Pruebas de continuidad: Este es la medida más simple que podemos realizar con un multímetro. Se llama Continuidad en los circuitos y elementos eléctricos a una medida de resistencia muy baja, generalmente del orden de cero ohmios que indica conducción o unión directa entre dos elementos. La continuidad generalmente se utiliza para la comprobación del buen estado un conductor y la unión entre dos elementos.

Pruebas de aislamiento eléctrico en conductores: Cada uno de los conductores eléctricos de una instalación que se encuentre alimentado a un elemento eléctrico, está cubierta cuidadosamente con alguna forma de aislamiento eléctrico. Una buena imagen de las condiciones del aislamiento es una forma de esta prueba, que no se desarrollen picaduras o grietas, que no exista humedad y materias extrañas penetran en la superficie del aislamiento.

Pruebas de voltaje: Este es la medida que podemos realizar con un multímetro, instrumento que nos permite verificar el voltaje de 120 VAC de alimentación a los elementos eléctricos.

4.5 Realización de pruebas neumáticas

Comprobar la eficacia con una solución acuosa de jabón como medio de detección de la fuga a todas las uniones roscadas.

Observar si hay fugas y si las hay se bajará la presión hasta la atmosférica y se produce a reaprietes correspondientes. Una vez reparadas volver a la presión indicada.

Mantener un tiempo a la presión de prueba (120PSI) durante 10 minutos y luego se reduce a la presión de diseño (45-50 PSI) por 10 minutos más.

4.6 Verificación del funcionamiento del software

Las pruebas en conjunto tienen como objetivo general verificar y validar un software, independientemente de las características y el entorno donde se desarrollen, además de los recursos y los factores vinculados al proceso de desarrollo.

En todo proceso de desarrollo de aplicaciones es indispensable la presencia de un proceso de Pruebas de Software que coexista y se integre con este primero para garantizar así el buen funcionamiento y la calidad del producto final.

Probar si el software no hace lo que debe.

Encontrar el mayor número de errores con la menor cantidad de tiempo y esfuerzo posibles.

Mostrar hasta qué punto las funciones del software operan de acuerdo con las especificaciones y requisitos del usuario.

4.7 Análisis de costos

La fabricación del banco de pruebas para control secuencial es un proyecto ejecutado para facilitar un adecuado aprendizaje didáctico que contribuye a desarrollar destrezas, conocimientos y práctica en el estudiante. Sus costos proceden de dos grupos y clasificaciones que son:

Costos directos y;

Costos indirectos.

Al hablar de costos directos, para efecto de detalle se presentan los siguientes subgrupos de costos:

Componentes neumáticos.

Componentes eléctricos.

Elementos de ensamblaje.

Materiales para la construcción de la estructura.

Por otra parte los costos indirectos se detallan valores como:

Transporte e;

Imprevistos.

4.8 Costos de los equipos

4.8.1 Costos directos. Son valores que inciden en la fabricación de un bien o un producto en un periodo determinado.

Los costos necesarios que intervienen en la fabricación del banco de pruebas de control secuencial se describen a continuación.

Tabla 18. Costos Directos

COSTOS DIRECTOS			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Mac USA Electroválvula 3/2 1/8" serie 100	84,392	84,392
4	Pneumax pie externo P/ microcilindro diam 20	10,3488	41,3952
1	Bimba Usa Cilindro 2E diam 1 1/4" x 4" carr pivote	133,2912	133,2912
1	Bimba Usa Cilindro SE diam 1 1/4" x 4" carr pivote	130,7152	130,7152
1	Mac Usa bobina 110V AC 12	0,0112	0,0112
1	Mac Usa bobina 110V AC 12	0,0112	0,0112
1	Mac USA Electroválvula 5/2 1/8" biestable serie 400	225,5568	225,5568
1	Pneumax Valvula Logica "OR" 1/8" selector de circuito	30,688	30,688
1	Pneumax Valvula Logica "AND" 1/8" selector de circuito	39,3008	39,3008

Tabla 18 (Continuación)

1	Mac Usa bobina 110V AC 12	0,0112	0,0112
2	Aerotech manometro D-150 PSI 2" dial post. 1/8 BR	11,1216	22,2432
3	Regulador de velocidad tipo banjo 6mm x 1/8	9,1728	27,5184
1	TPC Unidad 1/8" manometro integrado serie 2	84,0896	84,0896
1	Riel din acero 35mm camco	3,0912	3,0912
100	Terminal aislado U ABI #16-14 azul 4 3mm cams	0,056	5,6
1	Rele tiempo 1-10-60S10M 24/240V camco	19,1968	19,1968
10	Conductor CU flexible TFF #14 azul cablec	0,4032	4,032
3	Base rele encap 8 pin redond camco	1,5232	4,5696
4	Microswitch rodillo cort- bajo camco	5,4768	21,9072
3	Rele encap 8p redon 110/220VAC 10 A camco	4,9056	14,7168
2	garrucha 3" 50Kg	4,07000048	8,14000096
2	garrucha 3" 50Kg	1,87000016	3,74000032
1	estructura de trabajo	324,8	324,8
6	vinil normal	4,368	26,208
54	Jack banana pequeno simple	0,149968	8,098272
30	plug para jack plastico	0,249984	7,49952
1	base para rele 8 pines pequeno camco	1,6912	1,6912
2	spray	2,5088	5,0176
1	broca 7/16	4,9504	4,9504
4	tuerca 7/16 NF	0,499968	1,999872
27	tornillos, tuercas y arandelas	0,130592	3,525984
1	Canaleta ranurada 25x25mm gris	4,0992	4,0992
42	tapas, tornillos	0,2499952	10,4997984
16	tornillos	0,0938	1,5008
4	Conductor CU flexible TFF #14 azul cablec	0,4032	1,6128
5	Conductor CU flexible TFF #14 azul cablec	0,4032	2,016
10	Conductor CU flexible TFF #14 azul cablec	0,4032	4,032
10	Conductor CU flexible TFF #14 amarillo cablec	0,4032	4,032
1	acople 1/4 x 1 1/2	1,4	1,4
1	codo 1/4x1/4 NPT	1,4	1,4
1	Adaptador 1/8 x1/4 NPT	1,4	1,4
1	Adaptador de acople rapido	1,4	1,4
33	conector recto inst 6mm x 1/4	1,443792	47,645136
7	conector codp inst 6mm x 1/4	1,939952	13,579664
20	manguera de polietileno flexible 6mm	0,88256	17,6512
1	soprt para la pantalla	16,8	16,8
2	rotulas	6,72	13,44
6	Adaptador 1/8 x 1/8	2,8	16,8
TOTAL COSTOS DIRECTOS		USD	1447,32

Fuente: Autores

4.8.2 Costos indirectos. Son aquellos valores que intervienen en la fabricación de un bien o producto para complementar indirectamente la terminación del mismo.

La descripción de los costos indirectos del proyecto se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 19. Costos indirectos

COSTOS INDIRECTOS			
CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Gasto de transporte	150	150
1	Imprevistos	250	250
1	Útiles de oficina	80	80
TOTAL COSTOS INDIRECTOS		USD	480,00

Fuente: Autores

4.8.3 Costos totales. El costo total para la fabricación del banco de pruebas de control secuencial, se cuantificó sumando sus costos directos e indirectos determinados para el proyecto.

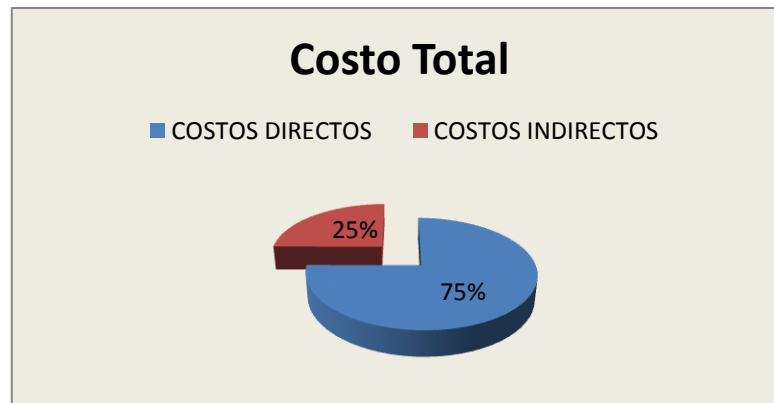
$$CT = \text{COSTOS DIRECTOS} + \text{COSTOS INDIRECTOS}$$

Tabla 20. Costo total

COSTO TOTAL	
DESPRIPCIÓN	TOTAL
COSTOS DIRECTOS	1447,32
COSTOS INDIRECTOS	480
TOTAL COSTO DE BANCO DE PRUEBAS USD:	1927,32

Fuente: Autores

Figura 77. Costo total



Fuente: Autores

CAPÍTULO V

5. ELABORACIÓN DE GUÍAS DE LABORATORIO

5.1 Introducción

Debido al uso de los sistemas electroneumáticos de la industria, se ha desarrollado una guía práctica para el laboratorio de electroneumática y control secuencial la cual será de gran utilidad para los estudiantes que quieran afianzar sus conocimientos en los procesos de automatización industrial y control secuencial.

Procedimientos, pasos a seguir para que el usuario pueda desarrollar prácticas de conexiones eléctricas utilizando los materiales disponibles en el banco de pruebas, se muestran teniendo en cuenta, que estos tutoriales están probados para que el usuario y los elementos estén protegidos.

Para efectuar el montaje de los sistemas de control, debe disponerse de un puesto de trabajo fijo, equipado. La fuente de corriente alterna utilizada es una unidad de alimentación a prueba de cortocircuitos (entrada: 120 VAC, 60 Hz). La alimentación de aire comprimido puede estar a cargo de un compresor móvil (110 VAC, 60 Hz máximo 116 PSI Max).

Para un funcionamiento óptimo, la presión de funcionamiento del sistema deberá ser de máximo $p = 120\text{psi}$.

Objetivos

El objetivo general es permitir al estudiante practicar y afianzar los conceptos básicos de electroneumática y control secuencial.

Conocer la construcción y el funcionamiento de un cilindro de simple efecto.

Conocer la construcción y el funcionamiento de un cilindro de doble efecto.

Aplicación de cilindros de simple y doble efecto, con y sin control de velocidad.

Aplicación de válvulas reguladoras de velocidad.

Conocer la construcción y el funcionamiento de una electroválvula de 5/2 y 3/2.

Uso de detectores de posición mecánicos

Programación de secuencias de operación.

Poder confeccionar un diagrama de fases para un sistema de control.

Los estudiantes pueden configurar un mando secuencial con dos cilindros.

Conocer el funcionamiento de funciones lógicas y saber cómo aplicarlas

Indicaciones de seguridad y utilización



Informaciones generales

Los estudiantes podrán trabajar con los equipos en presencia de un instructor.

Lea detenidamente las hojas de datos correspondientes a cada uno de los componentes.

Respetar las normas generales de seguridad.

Antes del desmontaje, deberá desconectarse la alimentación de la presión y de la tensión eléctrica.

Parte eléctrica

Únicamente deberá utilizarse tensión se 120 VAC.

Las conexiones eléctricas deberán conectarse y desconectarse sin tensión.

Todos los componentes están dotados de conectores de seguridad. Deberán utilizarse únicamente cables con conectores de seguridad

Al desconectar los cables, únicamente tire de los conectores de seguridad, nunca de los cables.

Se debe verificar siempre la continuidad eléctrica en el cableado que se empleara en el desarrollo de las prácticas.

Montaje de los circuitos neumáticos:

No jugar con las mangueras presurizadas. Por ningún motivo orientar el chorro de aire a los ojos propios ni a los de otras personas.

Utilizar los tubos flexibles 6 milímetros de diámetro exterior para conectar los componentes. Al hacerlo, introducirlo hasta el tope del racor.

Únicamente conectar el aire comprimido después de haber montado y fijado correctamente todos los tubos flexibles.

No deberá superarse la presión máxima admisible de 120 PSI.

No desacoplar tubos flexibles mientras el sistema esté bajo presión.

Al conectar el aire comprimido, es posible que los cilindros avancen o retrocedan imprevistamente.

Abrir el racor:

Presionando el anillo, puede soltarse el racor (no es posible desacoplarlo mientras se halla bajo presión)

¡Peligro de accidente por tubos sueltos bajo presión!

Si es posible, utilice tubos cortos.

Utilice gafas de protección.

Si se suelta un tubo bajo presión, desconecte de inmediato la alimentación de aire comprimido.

LOGO! Siemens.

No tocar ni rasgar los botones del LOGO! con las uñas, usar únicamente la yema de los dedos.

Una vez comprobado su funcionamiento puede cargar el programa al LOGO! mediante el cable de conexión PC-LOGO!.

Usar en el tablero el cable LOGO! USB PC-CABLE de serie 6ED1 057-1AA01 – 0BA0.

Verificar que la versión del logo! sea:  0BA3.Standard_s

La forma de estructuración del tutorial es compuesto de la siguiente forma:

Tema.

Objetivos didácticos.

Planteamiento del ejercicio.

Esquema de la situación.

Tabla de componentes.

Diagrama de fases.

Esquema neumático.

Esquema eléctrico.

Descripción de la solución.

Preguntas para afianzar conocimientos.

5.2 Temas de las aplicaciones seleccionadas

1. Identificación y funcionamiento de componentes.
2. Regulación de la velocidad de un cilindro de doble efecto.
3. Prensa para tapas.
4. Funcionamiento automático de un cilindro de doble efecto.
5. Doblado del borde de chapas.
6. Elevación y transporte de paquetes.
7. Máquina embotelladora.
8. Estampadora.
9. Doblado del borde de chapas (utilización del LOGO!).
10. Elevación y transporte de paquetes (utilización del LOGO!).
11. Funcionamiento automático de un cilindro de doble efecto (utilización del LOGO!).
12. Estampadora (utilización del LOGO!).

5.3 Manual de operación

- a.- Verificar el voltaje de 120 V mediante un multímetro las líneas de alimentación para el computador y el compresor.
- b.- Verificar la alimentación trifásica en el banco de la tesis para Control Automático y Control Industrial, mismo que esta adjunto al banco electroneumático.
- c.- Verificación de la alimentación del aire comprimido en la línea de alimentación y la respectiva taratura de presión de funcionamiento en la unidad técnica de mantenimiento (FRL).

Instalación Neumática

- d.- Instalar la línea de alimentación del compresor mediante un racor a la línea principal de alimentación.
- e.- Abrir la válvula tipo aguja que permite el paso de flujo del aire comprimido.

f.- Del módulo a alimentación a través de los racores tipo tee se hace la respectivas conexiones a los respectivos puntos de alimentación de aire, la alimentación dependerá del tipo de aplicación que se esté realizando.

g.- Verificar que todas las conexiones en los racores de cada elemento neumático sean correctas para evitar fugas.

Instalación Eléctrica

h.- Comprobar mediante un multímetro que las líneas de trabajo nos den aproximadamente 120 V.

i.- Realizar la conexión eléctrica de acuerdo a los esquemas de la respectiva práctica.

j.- Para las conexiones eléctricas solo utilizar los cables con conectores de seguridad con la verificación respectiva de continuidad.

k.- Verificar que todos los elementos eléctricos funcionen respecto a sus especificaciones.

l.- En la utilización de los temporizadores tomar en cuenta la escala de tiempo en que se está trabajando.

Al realizar las prácticas utilizando el Logo! Siemens 230RC se recomienda:

m.- Verificar que la alimentación al Logo! Siemens 230RC sea mayor a 115 V.

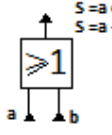
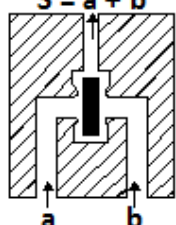
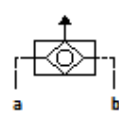
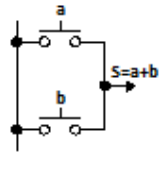
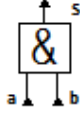
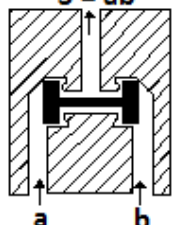
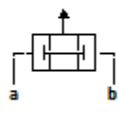
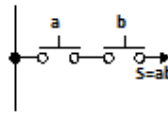
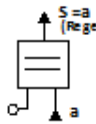
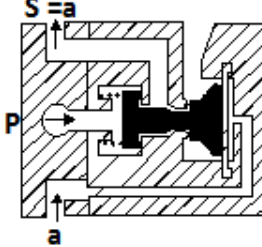
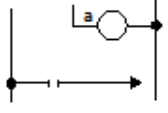
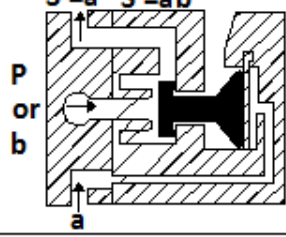
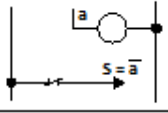
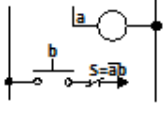
n.- Instalar las diferentes entradas de acuerdo a la programación realizada, así como la instalación de las salidas hacia los elementos que acciona.

o.- Utilizar los relés auxiliares como protección e intermedio entre las líneas de alimentación y los solenoides.

p.- En la programación se debe utilizar los esquemas de contactos con el fin obtener la aplicación deseada.

q.- Para transferir el programa hacia el Logo! seleccionar en la programación la versión del Logo! OBA3, así como su respectivo cable de conexión para el Logo! 230RC.

Tabla 21. Equivalencias entre los componentes neumáticos y las funciones lógicas

	Función Lógica	Símbolo Lógico	Componente Neumático	Símbolo de la función	Equivalente Eléctrico
F U N C I O N E S P A S I V A S	O	$S = a \text{ o } b$ (o ambas) $S = a + b$  La salida S se activa si por lo menos una de las entradas "a" o "b" se activan	$S = a + b$ 		
	Y	$S = a \text{ AND } b$ $S = ab$  La salida S se activa solo si las entradas "a" y "b" se activan	$S = ab$ 		
F U N C I O N E S A C T I V A S	SI	$S = a$ (Regenerated)  La salida S se activa y se regenera, si la entrada "a" está activa	$S = a$ 		
	NO	$S = \text{NOT } a$ $S = \bar{a}$ La entrada S se activa si la entrada "a" está apagada (y si P está presente) <hr/> $S = \bar{a}b$ "b" es una señal intermitente. "a" inhibe "b". La salida S se activa si "b" está activada y "a" está apagada	$S = \bar{a}$ $S = \bar{a}b$ P or b 	 <hr/> 	

Fuente: Catalog PCC-4/USA[20]

Práctica 1: Identificación y funcionamiento de componentes		
Nombre:	Fecha:	Código:

5.4 Tutoriales

1. Tema: Identificación y funcionamiento de componentes

Objetivos didácticos:

Identificar los componentes del banco didáctico.

Conocer el funcionamiento de los componentes del banco.

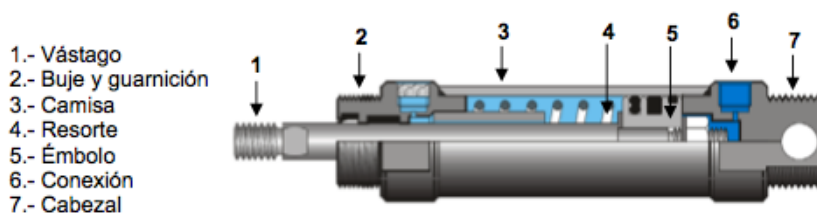
Conocer las formas de accionamiento de las válvulas.

2. Descripción de los componentes

Cilindro de doble efecto.

Estos cilindros tienen dos conexiones de aire comprimido. La fuerza ejercida por el aire comprimido hace que salga el émbolo y también que se retraiga el émbolo. Es decir, se dispone de fuerza útil tanto a la ida como a la vuelta.

Figura 78. Cilindro de doble efecto



Fuente: Elementos neumáticos [9]

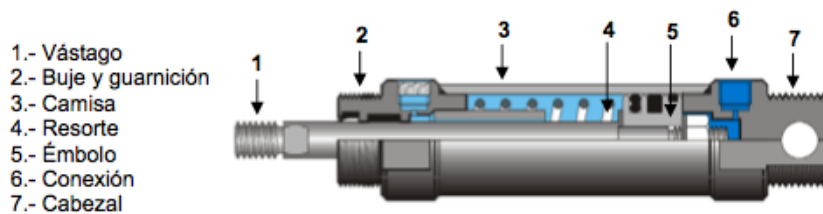
Esquema didáctico	Simbología

Práctica 1: Identificación y funcionamiento de componentes		
Nombre:	Fecha:	Código:

Cilindro de simple Efecto.

Estos cilindros tienen solamente una conexión de aire comprimido. No pueden realizar trabajo más que en un sentido; el retorno del vástago se realiza por un muelle incorporado o por una fuerza externa. Normalmente el resorte interno es dimensionado de manera que vuelva el vástago lo más rápidamente posible a su posición inicial.

Figura 79. Cilindro de simple efecto



Fuente: Elementos neumáticos [9]

Esquema didáctico	Simbología

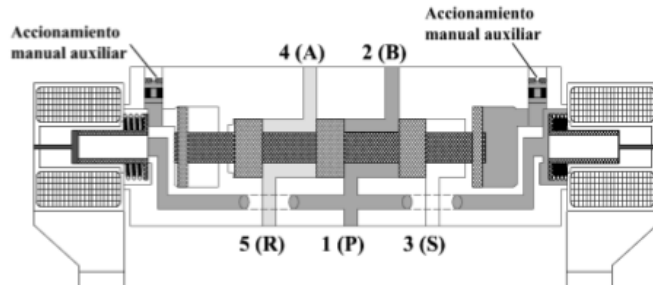
Válvula 5x2 biestable.

Una electroválvula es un dispositivo diseñado para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula. La electroválvula biestable usan un solenoide

Práctica 1: Identificación y funcionamiento de componentes		
Nombre:	Fecha:	Código:

para abrir la válvula y otro para cerrar o bien un solo solenoide que abre con un impulso y cierra con el siguiente.

Figura 80. Válvula 5x2 biestable



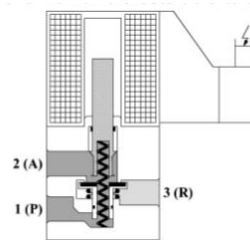
Fuente: Elementos electropneumáticos [11].

Esquema didáctico	Simbología

Válvula 3x2 monoestable.

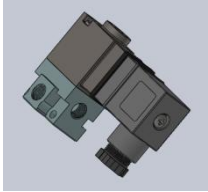
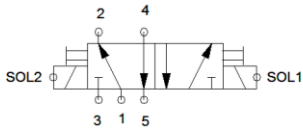
Por su construcción este tipo se denomina de asiento y es accionada unilateralmente con reposición por muelle. Es corriente que la válvula se mantenga cerrada por la acción de un muelle y que el solenoide la abra venciendo la fuerza del muelle. Esto quiere decir que el solenoide debe estar activado y consumiendo potencia mientras la válvula deba estar abierta.

Figura 81. Válvula 3x2 monoestable



Fuente: Elementos electropneumáticos [11]

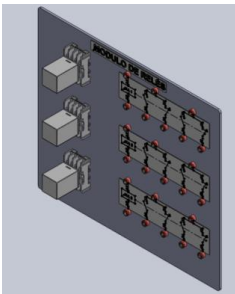
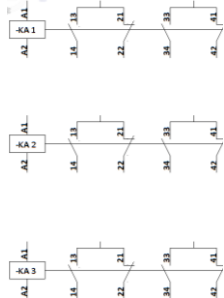
Práctica 1: Identificación y funcionamiento de componentes		
Nombre:	Fecha:	Código:

Esquema didáctico	Simbología
	

Relé

El relé o relevador (del francés *relais*, relevo) es un dispositivo electromecánico, que funciona como un interruptor controlado por un circuito eléctrico en el que, por medio de un electroimán, se acciona un juego de uno o varios contactos que permiten abrir o cerrar otros circuitos eléctricos. Fue inventado por Joseph Henry en 1835. Ya que el relé es capaz de controlar un circuito de salida de mayor potencia que el de entrada, puede considerarse, en un amplio sentido, una forma de amplificador eléctrico.

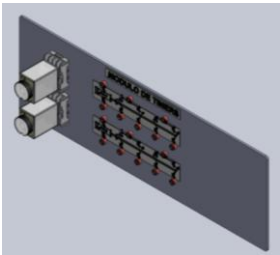
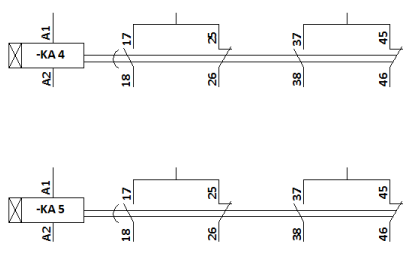
Como ejemplo se dispone de un relé K1 con su alimentación (A1 – A2), los contactos auxiliares están referenciados con dos cifras. Las cifras de unidades o cifras de función indican la función del contacto: 1 y 2, contactos normalmente cerrados (NC), 3 y 4, contacto normalmente abiertos (NA).

Esquema didáctico	Simbología
	

Práctica 1: Identificación y funcionamiento de componentes		
Nombre:	Fecha:	Código:

Temporizadores.

Son aparatos que cierran o abren determinados contactos (contactos temporizados) al cabo de un tiempo, debidamente establecido, de haberse abierto o cerrado su circuito de alimentación. Estos temporizadores son al trabajo es decir si sus contactos temporizados actúan después de cierto tiempo de haber sido energizado. Las bobinas de un contactor se referencian con las letras A1 y A2, Los contactos auxiliares están referenciados con dos cifras. Las cifras de unidades o cifras de función indican la función del contacto: 5 y 6, contacto de apertura temporizada, 7 y 8, contacto de cierre temporizado.

Esquema didáctico	Simbología
	

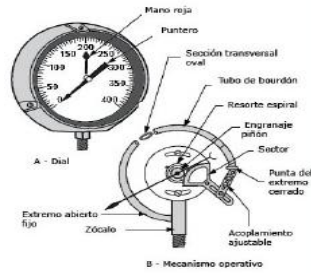
Manómetros.

Los manómetros son los instrumentos utilizados para medir la presión de fluidos (líquidos y gases). Lo común es que ellos determinen el valor de la presión relativa, aun que pueden construirse también para medir presiones absolutas.

Manómetros de tubo de Bourdon.- Estos manómetros tienen un tubo metálico elástico, aplanado y curvado de forma especial conocido como tubo de Bourdon. Este tubo especial tiende a enderezarse cuando en su interior actúa una presión, por lo que el extremo libre del tubo de Bourdon se desplaza y este desplazamiento mueve un juego de palancas y engranajes que lo transforman en el movimiento amplificado de una aguja que indica directamente la presión en la escala.

Práctica 1: Identificación y funcionamiento de componentes		
Nombre:	Fecha:	Código:

Figura 82. Manómetros de tubo de Bourdon.



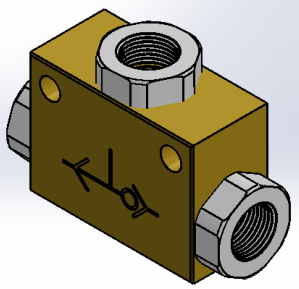
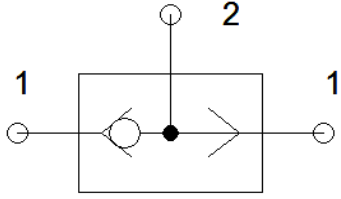
Fuente: Elementos de presión [21]

Esquema didáctico	Simbología

Válvula selectora de circuitos

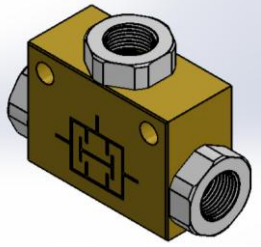
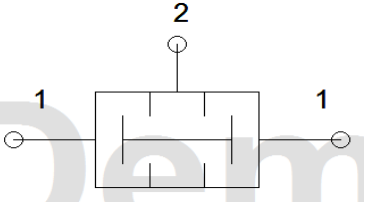
Este elemento circuital, permite montajes con diferencial de presión entre ramales del circuito que converge al mismo actuador o distribuidor. Prácticamente se hace la selección en base a la presión preponderante entre los dos ramales entrantes. Se tendrá salidas en 2, siempre que una de las presiones entrantes 1 sea mayor que la presión contraria; y la presión en 2 asumirá justamente el valor de presión preponderante. Su uso es poco frecuente, adquiriendo más bien importancia en sistemas automatizados, y aún más en los sistemas neumáticos

Práctica 1: Identificación y funcionamiento de componentes		
Nombre:	Fecha:	Código:

Esquema didáctico	Simbología
	

Válvulas de simultaneidad


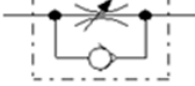
Su utilización se vuelve imprescindible más bien en sistemas automatizados. Se basa también en el criterio diferencial de carga entre dos ramales concurrentes, condición para tener carga de salida es la igualdad de presión de los ramales concurrentes. Se tendrá carga en la salida 2, sólo cuando las presiones de entrada en 1 sean iguales, de otra forma se producirá el bloqueo total.

Esquema didáctico	Simbología
	

Reguladores de velocidad.

También llamadas válvulas de caudal, regulan la cantidad de aire que las atraviesa por unidad de tiempo. Estos elementos dentro del circuito neumático influyen sobre la velocidad final de los actuadores o provocan retardos en los circuitos de mando como un temporizador.



Práctica 1: Identificación y funcionamiento de componentes		
Nombre:	Fecha:	Código:

Esquema didáctico	Simbología
	

Finales de carrera electromecánicos (por contacto)

Los finales de carrera detectan determinadas posiciones de piezas de maquinaria u otros elementos de trabajo (cilindros o motores). Su elección depende de muchos factores como el esfuerzo, seguridad de contacto, exactitud del punto de conmutación, etc. Normalmente estos pulsadores finales tienen un contacto conmutado, aunque son posibles otras combinaciones. Este dispositivo recibe el nombre de conmutador de doble sentido, Interruptor por contactos, Pulsador de carrera, Fin de carrera.

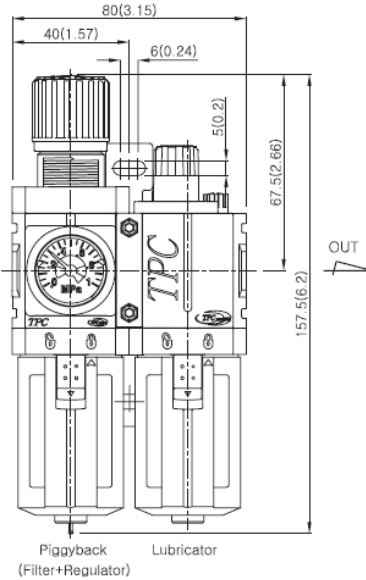
Práctica 1: Identificación y funcionamiento de componentes		
Nombre:	Fecha:	Código:

Esquema didáctico	Simbología
	

Unidad técnica de mantenimiento

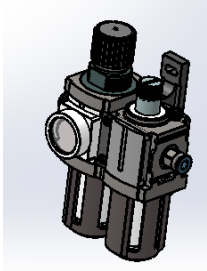
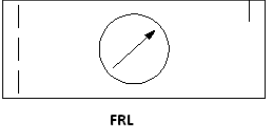
Consta de un regulador, un filtro de impurezas y un lubricador. El filtro sirve para mantener la línea libre de impurezas como polvo u óxido. El regulador tiene la misión de mantener la presión de trabajo (secundaria) lo más constante posible, independientemente de las variaciones que sufra la presión de red (primaria) y del consumo de aire, cuenta con un manómetro propio que indica la presión de flujo. El lubricador tiene la misión de lubricar los elementos neumáticos en medida suficiente. El lubricante previene un desgaste prematuro de las piezas móviles, reduce el rozamiento y protege los elementos contra la corrosión.

Figura 83. Unidad técnica de mantenimiento.



Fuente: Catálogo TPC [22]

Práctica 1: Identificación y funcionamiento de componentes		
Nombre:	Fecha:	Código:

Esquema didáctico	Simbología
	

Racores

Son accesorios de tubo que facilita la conexión de instalaciones neumáticas con en una amplia variedad de modelos para satisfacer todas sus necesidades en las tuberías neumáticas. Los conectores son de 1/8" con una conexión de 6 mm de manguera, presión de trabajo de 0-150PSI (0~9.9KgF/cm²) (0~990KPa) y a una temperatura de trabajo de 32-140°F (0-60°C). Es de Níquel-pado cuerpo de metal Asegura anti-corrosión y anti-contaminación.

Figura 84. Racores

Racores Rectos



Racores codo.



Fuente: Catálogo Conek [23]

Práctica 1: Identificación y funcionamiento de componentes		
Nombre:	Fecha:	Código:

Figura 85. Racores TEE



Fuente: Catálogo Conek [23]

3.- Preguntas para afianzar conocimientos

A.- ¿La electroválvula biestable 5x2, para el cambio de posición, necesita una señal continua? ¿Por qué?

B.- ¿La electroválvula monoestable 3x2, para el cambio de posición, necesita solo un pulso como señal? ¿Por qué?

Práctica 2: Regulación de velocidad de un cilindro de doble efecto		
Nombre:	Fecha:	Código:

1. **Tema:** Regulación de la velocidad de un cilindro de doble efecto.

2. **Objetivo didáctico**

Regular la velocidad a la entrada del fluido (Meter in).

Regular la velocidad a la salida del fluido(Meter out).

3. **Planteamiento del ejercicio**

Para dar inicio a la secuencia se acciona el pulsador ON (S5), a medida que transcurre la secuencia, se va regulando la apertura del regulador de velocidad.






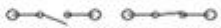






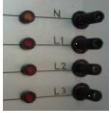


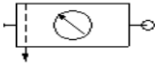
4. **Componentes**

Tabla 22. Componentes práctica 2

DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	ID. DIDÁCTICA
Cilindro doble efecto 		1.0
Electroválvula 5x2 biestable 		1.1
Pulsador 		S5
Regulador de velocidad 		R1

Práctica 2: Regulación de velocidad de un cilindro de doble efecto		
Nombre:	Fecha:	Código:

Tabla 22 (Continuación)

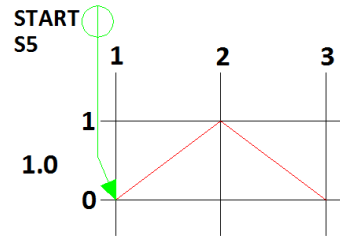
Relé 		KA1, KA2
Contactor 		KA1, KA2
Detector de posición de avance 		1.2
Solenoides 		SOL1, SOL2
Detector de posición de retroceso 		1.3
Alimentación Neumática 		-
Alimentación de Tensión 		-
FRL 		0.1

Fuente: Autores

Práctica 2: Regulación de velocidad de un cilindro de doble efecto		
Nombre:	Fecha:	Código:

5. Diagrama de fases

Figura 86. Diagrama de fases práctica 2

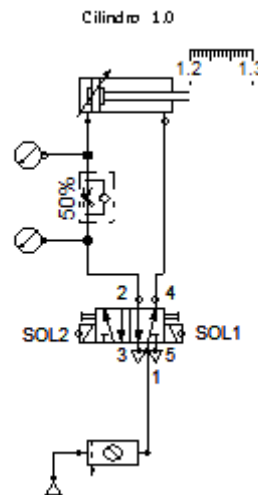


Fuente: Autores

6. Esquema neumático

6.1 Meter in

Figura 87. Meter in

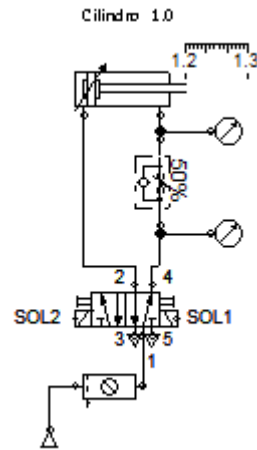


Fuente: Programa Fluidsim 4.2

Práctica 2: Regulación de velocidad de un cilindro de doble efecto		
Nombre:	Fecha:	Código:

6.2 Meter out

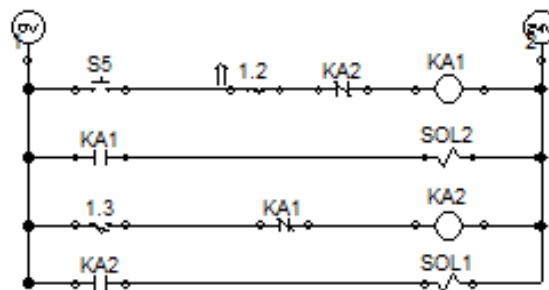
Figura88.Meter Out



Fuente: Programa Fluidsim 4.2


7. Esquema eléctrico


Figura 89. Esquema eléctrico práctica 2



Fuente: Programa Fluidsim 4.2

Para realizar la simulación de la aplicación en el programa FLUIDSIM, abrir el archivo: **PRÁCTICA 2: Regulación de la velocidad de un cilindro de doble efecto**, ubicado en el disco local D, dentro de la carpeta: **prácticas de laboratorio fluidsim**.

Una vez abierto el archivo dar click en el icono  , que está ubicado en la barra de herramientas.

Para dar inicio a la secuencia activar el pulsador  del esquema eléctrico.

Práctica 2: Regulación de velocidad de un cilindro de doble efecto		
Nombre:	Fecha:	Código:

8. Descripción de la solución

Fase 1-2

Mediante la activación del pulsador S5, se activa el circuito eléctrico del relé KA1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 2 y cambia de posición la electroválvula 5/2. Consecuentemente, el vástago del cilindro 1.0, avanza hacia su posición delantera.

Fase 2-3

Se acciona el final de carrera 1.3; el mismo que activa el circuito eléctrico del relé KA2 y también desactiva el relé KA1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 1, conmutando la posición de la electroválvula 5/2 que permite el retroceso del vástago del cilindro 1.0.

9. Preguntas para afianzar conocimientos.

A.- ¿Al regular la velocidad del cilindro se está regulando el caudal o la presión?

B.- ¿El circuito Meter-in, puede controlar la velocidad tanto de salida como de retorno del vástago del cilindro, de que depende?

Práctica 3: Prensa para tapas.		
Nombre:	Fecha:	Código:

1. **Tema:** Prensa para tapas

2. **Objetivo didáctico**

Mando indirecto de un cilindro simple efecto.

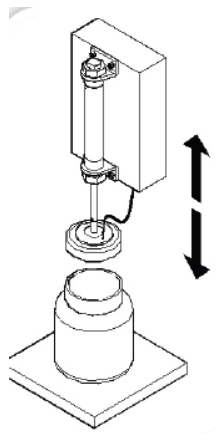
3. **Planteamiento del ejercicio**

Con una prensa para tapas, se aprietan tapas colocadas manualmente sobre envases de plástico.

Al apretar un pulsador, el macho de prensado avanza a su posición delantera y aprieta la tapa ubicada sobre el envase. El macho de prensado regresa a su posición inicial al soltar el pulsador.

4. **Esquema de la situación**

Figura 90. Prensa para tapas



Fuente: TOMÁS, F.Valiente. Apuntes de electroneumática-I.E.S

Práctica 3: Prensa para tapas.




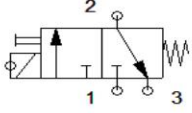



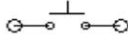
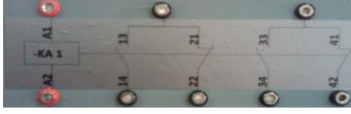
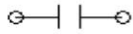



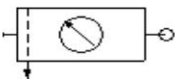




Nombre:

Fecha:

Código:

5. Componentes

Tabla 23. Componentes práctica 3

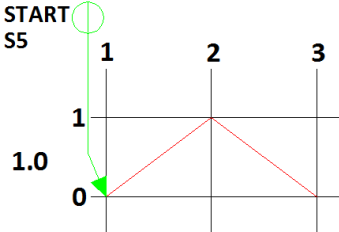
DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	ID. DIDÁCTICA
<p>Cilindro simple efecto</p> 		1.0
<p>Electrovalvula 3x2 monoestable</p> 		1.1
<p>Relé</p> 		KA1
<p>pulsador</p> 		S5
<p>Contactador</p> 		KA1
<p>Solenoid.</p> 		SOL 3
<p>FRL</p> 		0.1
<p>Alimentación de Tensión</p> 		-
<p>Alimentación Neumática</p> 		-

Fuente: Autores

Práctica 3: Prensa para tapas.		
Nombre:	Fecha:	Código:

6. Diagrama de fases

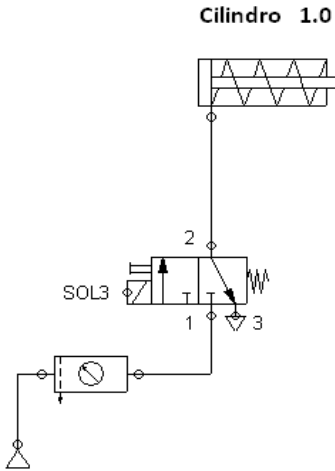
Figura 91. Diagrama de fases práctica 3



Fuente: Autores

7. Esquema neumático

Figura 92. Esquema neumático práctica 3

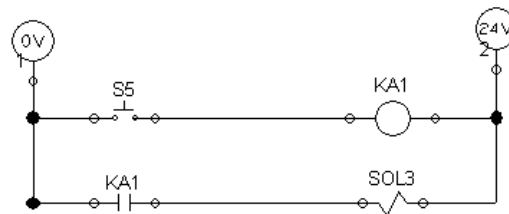


Fuente: Programa Fluidsim 4.2

Práctica 3: Prensa para tapas.		
Nombre:	Fecha:	Código:


8. Esquema eléctrico


Figura 93. Esquema eléctrico práctica 3



Fuente: Programa Fluidsim 4.2

Para realizar la simulación de la aplicación en el programa FLUIDSIM, abrir el archivo: **PRÁCTICA 3: Prensa para tapas**, ubicado en el disco local D, dentro de la carpeta: **prácticas de laboratorio fluidsim**.

Una vez abierto el archivo dar click en el icono  , que está ubicado en la barra de herramientas.

Para dar inicio a la secuencia activar el pulsador  del esquema eléctrico.

9. Descripción de la solución

Mediante la activación del pulsador S5, se activa el circuito eléctrico del relé KA1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 3 y cambia de posición la electroválvula 3/2. Consecuentemente, el vástago del cilindro 1.0, avanza hacia su posición delantera de final de carrera.

Al liberar el pulsador S5, el circuito del relé KA1 se abre y el contacto KA1 pasa a su posición de reposo. El circuito de la bobina SOL 3 se abre y la electroválvula 3/2, retorna hacia la posición de inicial a de reposo. El vástago retrocede hacia la posición trasera de final de carrera.

Práctica 3: Prensa para tapas.		
Nombre:	Fecha:	Código:

10.- Preguntas para afianzar el conocimiento.

A.- ¿Por qué se necesita tener accionado el pulsador S5 para que funcione el cilindro?

B.- ¿Qué ocurre si se auto enclava al relé KA1?

Práctica 4: Funcionamiento automático de un cilindro de doble efecto		
Nombre:	Fecha:	Código:

1. **Tema:** Funcionamiento automático de un cilindro de doble efecto.

2. **Objetivo didáctico**


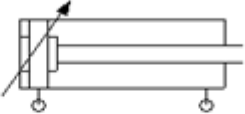

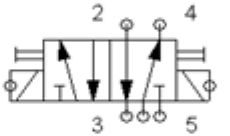

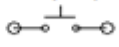


Accionar electroneumáticamente un cilindro de doble efecto de forma automática.

3. **Planteamiento del ejercicio**

Al accionar el pulsador ON(S5) se desea que inicie el funcionamiento del cilindro de doble efecto (2.0) cumpliendo la secuencia A+/A-; es decir que el vástago del cilindro avance a su posición delantera, luego retorne a su posición trasera y nuevamente efectúe la secuencia automáticamente hasta accionar el pulsador OFF(S3), dando fin a la secuencia.

4. **Componentes**

Tabla 24. Componentes práctica 4

DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	ID. DIDÁCTICA
Cilindro doble efecto 		1.0
Electrovalvula 5x2 biestable 		1.1
Pulsador 		S5
Pulsador 		S3




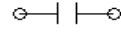

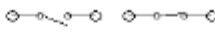



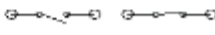





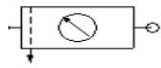
Práctica 4: Funcionamiento automático de un cilindro de doble efecto

Nombre:

Fecha:

Código:

Tabla 24 (Continuación)

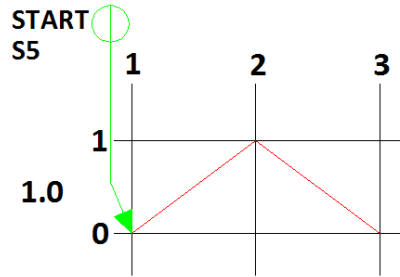
Relé			KA1, KA2, KA3
Contacto			KA1, KA2, KA3
Detector de posición de avance			1.2
Solenóide			SOL1, SOL2
Detector de posición de retroceso			1.3
Alimentación Neumática			-
Alimentación de Tensión			-
FRL			0.1

Fuente: Autores

Práctica 4: Funcionamiento automático de un cilindro de doble efecto		
Nombre:	Fecha:	Código:

5. Diagrama de fases

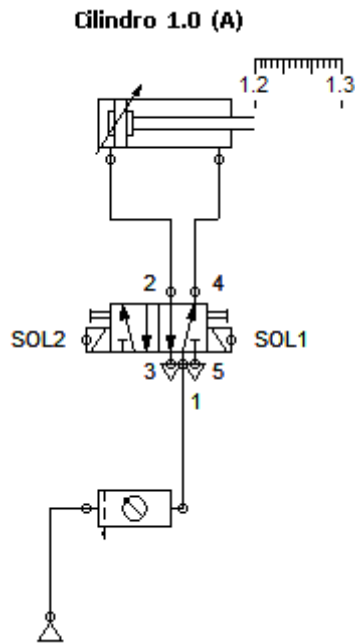
Figura 94. Diagrama de fases práctica 4



Fuente: Autores

6. Esquema neumático

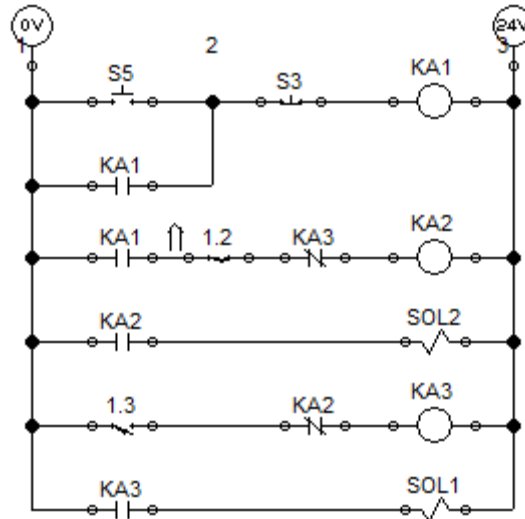
Figura 95. Esquema neumático práctica 4



Fuente: Programa Fluidsim 4.2


7. Esquema eléctrico


Figura 96. Esquema eléctrico práctica 4



Fuente: Programa Fluidsim 4.2

Para realizar la simulación de la aplicación en el programa FLUIDSIM, abrir el archivo: **PRÁCTICA 4: Funcionamiento Automático de un cilindro de doble efecto**, ubicado en el disco local D, dentro de la carpeta: **prácticas de laboratorio fluidsim**.

Una vez abierto el archivo dar clic en el icono  , que está ubicado en la barra de herramientas.

Para dar inicio a la secuencia activar el pulsador  del esquema eléctrico.

8. Descripción de la solución

Fase 1-2

Mediante la activación del pulsador S5, se activa el circuito eléctrico del relé KA1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 2 y cambia de posición la electroválvula 5/2. Consecuentemente, el vástago del cilindro 1.0, avanza hacia su posición delantera.

Práctica 4: Funcionamiento automático de un cilindro de doble efecto		
Nombre:	Fecha:	Código:

Fase 2-3

Se acciona el final de carrera 1.3; el mismo que activa el circuito eléctrico del relé KA3 y también desactiva el relé KA1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 1, conmutando la posición de la electroválvula 5/2 que permite el retroceso del vástago del cilindro 1.0.

Para concluir con la secuencia, accionar el pulsador S3.

9. Preguntas para afianzar el conocimiento

A.- ¿Qué tipo de señal requiere la electroválvula 5x2 vías biestable, de un pulso o continua? ¿Por qué?

B.- ¿Puede funcionar el cilindro de doble efecto con la electroválvula de 3x2 vías?

Práctica 5: Doblado del borde de chapas		
Nombre:	Fecha:	Código:

1. **Tema:** Doblado del borde de chapas

2. **Objetivo didáctico**

Accionamiento electroneumático de dos cilindros para cumplir la secuencia

A+/A-/B+/B-

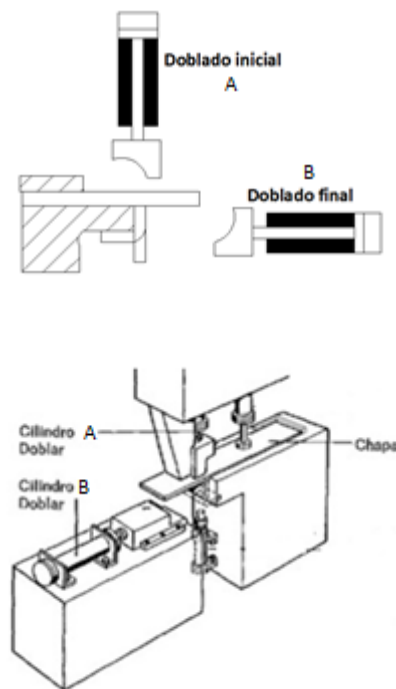
3. **Planteamiento del ejercicio**

Los bordes de chapa deben ser doblados mediante una herramienta de forma, accionada electroneumáticamente. El doblado inicial se efectúa, primero con un cilindro **A** (1.0), al accionar un pulsador.

Una vez que el vástago de éste ha regresado a su posición de origen, se efectúa el doblado final de la pieza mediante un segundo cilindro **B** (2.0).

4. **Esquema de la situación**

Figura 97. Doblado del borde de chapas



Fuente: http://maqlab.uc3m.es/NEUMATICA/Capitulo4/C4_apartado4.htm

Práctica 5: Doblado del borde de chapas


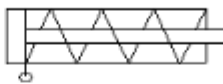

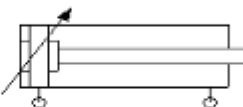

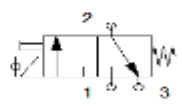

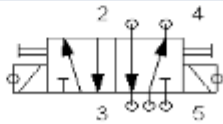











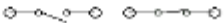
Nombre:

Fecha:

Código:







5. Componentes

Tabla 25. Componentes práctica 5

DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	ID. DIDÁCTICA
Cilindro simple efecto 		2.0
Cilindro doble efecto 		1.0
Electrovalvula 3x2 monoestable 		2.1
Electrovalvula 5x2 biestable 		1.1
Pulsador 		SS
Relé 		KM1, KM2, KM3
Contactor 		KM1, KM2, KM3
Solenoide 		SOL1, SOL2, SOL3
Detector de posición de avance 		1.2, 2.2
Detector de posición de retroceso 		1.3, 2.3

Práctica 5: Doblado del borde de chapas		
Nombre:	Fecha:	Código:

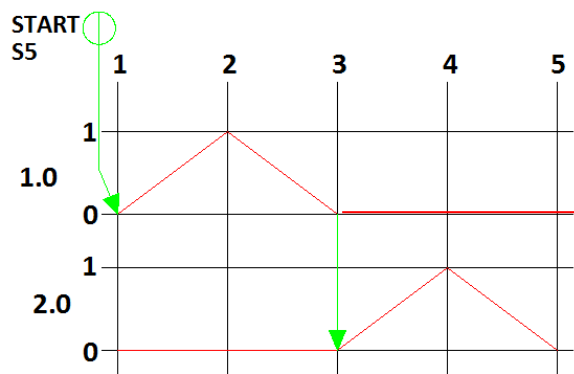
Tabla 25 (Continuación)

Alimentación de Tensión 		-
FRL 		0.1
Alimentación Neumática 		-

Fuente: Autores

6. Diagrama de fases

Figura 98. Diagrama de fases práctica 5

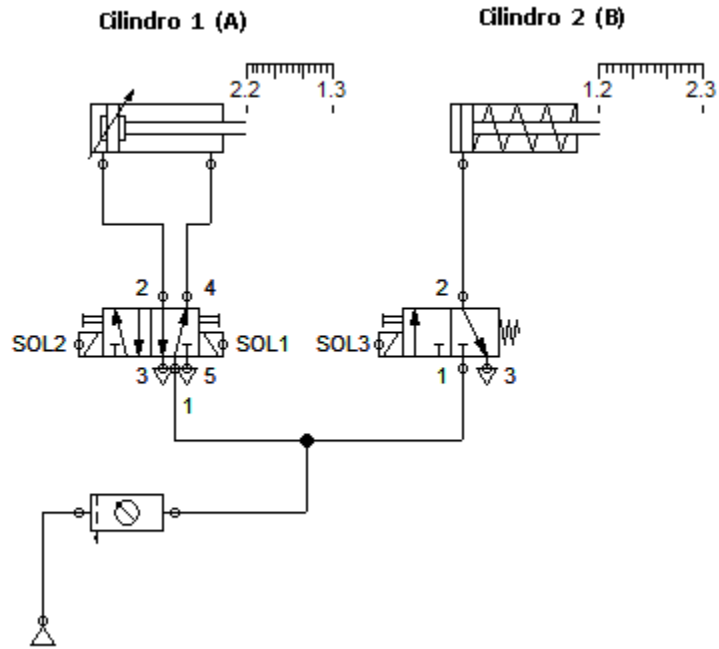


Fuente: Autores

Práctica 5: Doblado del borde de chapas		
Nombre:	Fecha:	Código:

7. Esquema neumático

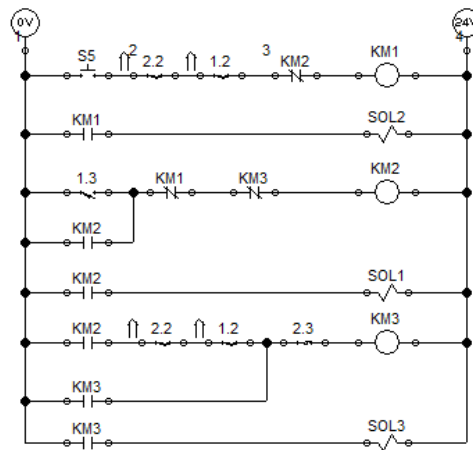
Figura 99. Esquema neumático práctica 5



Fuente: Programa Fluidsim 4.2

8. Esquema eléctrico


Figura 100. Esquema eléctrico práctica 5




Fuente: Programa Fluidsim 4.2

Práctica 5: Doblado del borde de chapas		
Nombre:	Fecha:	Código:

Para realizar la simulación de la aplicación en el programa FLUIDSIM, abrir el archivo: **PRÁCTICA 5: Doblado del borde de chapas**, ubicado en el disco local D, dentro de la carpeta **prácticas de laboratorio fluidsimsim**.

Una vez abierto el archivo dar click en el icono  , que está ubicado en la barra de herramientas.

Para dar inicio a la secuencia activar el pulsador  del esquema eléctrico.

9. Descripción de la solución

Fase 1-2

Mediante la activación del pulsador S5, se activa el circuito eléctrico del relé KM1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 2 y cambia de posición la electroválvula 5/2. Consecuentemente, el vástago del cilindro 1.0, avanza hacia su posición delantera.

Fase 2-3

Se acciona el final de carrera 1.3; el mismo que activa el circuito eléctrico del relé KM2 y también desactiva el relé KM1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 3, conmutando la posición de la electroválvula 5/2 que permite el retroceso del vástago del cilindro 1.0.

Fase 3-4

Al accionar el final de carrera 2.2, se activa el circuito eléctrico del relé KM3 y se desactiva el circuito eléctrico del relé KM2. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 1, cambiando de posición la electroválvula 3/2, que permite el avance hacia la posición delantera del cilindro 2.0.

Práctica 5: Doblado del borde de chapas		
Nombre:	Fecha:	Código:

Fase 4-5

Se activa el final de carrera 2.3, que desactiva el circuito eléctrico del relé KM3 y permite el retroceso del vástago del cilindro 2.0, debido al muelle interior incorporado. Dando así fin a la secuencia.

10. Preguntas para afianzar conocimientos.

A.-¿Qué haría Ud. si se desea reducir la velocidad del cilindro B, solo a la salida del vástago?

B.- Si al activar el pulsador S5, no inicia la secuencia. ¿Cuáles pueden ser sus causas?

Práctica 6: Elevación y transporte de paquetes		
Nombre:	Fecha:	Código:

1. **Tema:** Elevación y transporte de paquetes

2. **Objetivo Didáctico**

Accionamiento electroneumático de dos cilindros para cumplir la secuencia

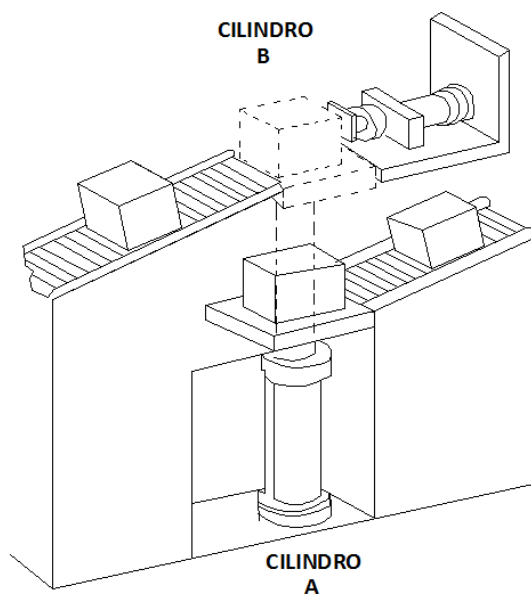
A+/B+/A-B-

3. **Planteamiento del ejercicio**

Los paquetes enviados por un transportador son elevados por un cilindro neumático **A** (1.0) cuando se posiciona el paquete sobre él, luego son empujados sobre otro transportador por un cilindro **B** (2.0). Existe la condición de que los dos cilindros realicen su carrera de retorno simultáneamente.

4. **Esquema de la situación**

Figura 101. Elevación y transporte de paquetes


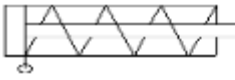

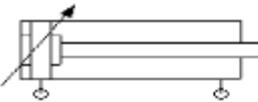

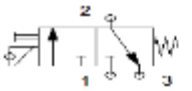

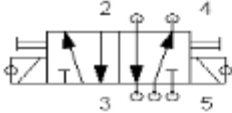

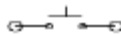



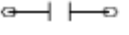








Fuente: Autores

Práctica 6: Elevación y transporte de paquetes		
Nombre:	Fecha:	Código:




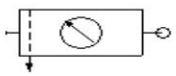


5. Componentes

Tabla 26. Componentes práctica 6

DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	ID. DIDÁCTICA
Cilindro simple efecto 		2.0
Cilindro doble efecto 		1.0
Electrovalvula 3x2 monoestable 		2.1
Electrovalvula 5x2 biestable 		1.1
Pulsador 		55
Relé 		KA1, KA2, KM3
Contactor 		KA1, KA2, KM3
Solenoide 		SOL1, SOL2, SOL3
Detector de posición de avance 		1.2, 2.2
Detector de posición de retroceso 		1.3/2.3

Práctica 6: Elevación y transporte de paquetes		
Nombre:	Fecha:	Código:

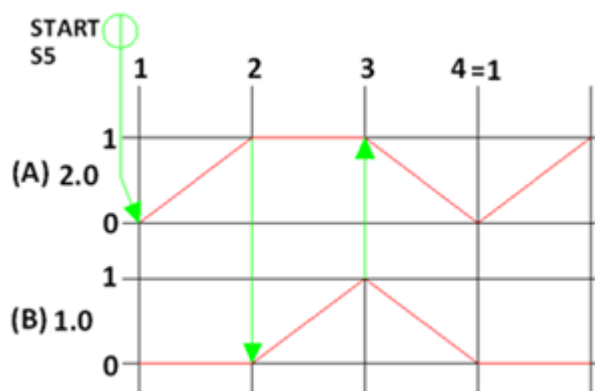
Tabla 26 (Continuación)

Alimentación de Tensión 		-
FRL 		0.1
Alimentación Neumática 		-

Fuente: Autores

6. Diagrama de fases

Figura 102. Diagrama de fases práctica 6

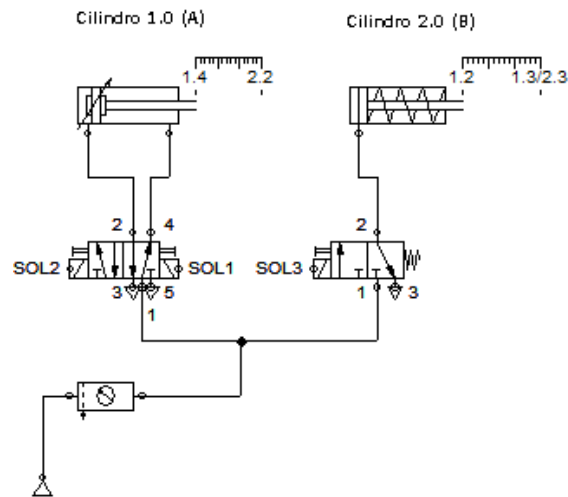


Fuente: Autores

Práctica 6: Elevación y transporte de paquetes		
Nombre:	Fecha:	Código:

7. Esquema neumático

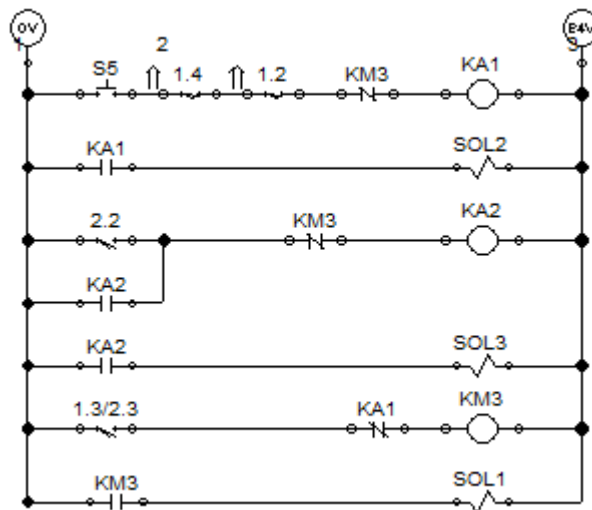
Figura 103. Esquema neumático práctica 6



Fuente: Programa Fluidsim 4.2

8. Esquema eléctrico


Figura 104. Esquema eléctrico práctica 6




Fuente: Programa Fluidsim 4.2

Práctica 6: Elevación y transporte de paquetes		
Nombre:	Fecha:	Código:

Para realizar la simulación de la aplicación en el programa FLUIDSIM, abrir el archivo: **PRÁCTICA 6: Elevación y transporte de paquetes**, ubicado en el disco local D, dentro de la carpeta **prácticas de laboratorio fluidsimsim**.

Una vez abierto el archivo dar click en el icono  , que está ubicado en la barra de herramientas.

Para dar inicio a la secuencia activar el pulsador  del esquema eléctrico.

9. Descripción de la solución

Fase 1-2

Mediante la activación del pulsador S5, se activa el circuito eléctrico del relé KA1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 2 y cambia de posición la electroválvula 5/2. Consecuentemente, el vástago del cilindro 1.0, avanza hacia su posición delantera.

Fase 2-3

Se acciona el final de carrera 2.2; el mismo que activa el circuito eléctrico del relé KA2 y también desactiva el relé KA1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 3, conmutando la posición de la electroválvula 3/2 que permite la salida del vástago del cilindro 1.0.

Fase 3-4

Al accionar el final de carrera 1.3/2.3, se activa el circuito eléctrico del relé KM3 y se desactiva el circuito eléctrico del relé KA2. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 1, cambiando de posición la electroválvula 3/2; al mismo tiempo, debido a que se desactiva el relé KA2, se abre el circuito de la bobina magnética SOL3, lo que provoca el retroceso simultáneo de los vástagos de los cilindros 1.0 y 2.0 a la posición inicial.

Práctica 6: Elevación y transporte de paquetes		
Nombre:	Fecha:	Código:

10. Preguntas para afianzar conocimientos

A.- ¿Qué ocurre cuando el cilindro de simple efecto no acciona el detector de posición 1.4 en al inicio de la secuencia? ¿Por qué?

B.- ¿Qué función cumplen los contactos cerrados KM3 y KA1 en el funcionamiento de circuito?

Práctica 7: Máquina embotelladora.		
Nombre:	Fecha:	Código:

1. Tema: Máquina Embotelladora

2. Objetivo didáctico

- Accionamiento electropneumático de dos cilindros para cumplir la secuencia A+/B+/A-/B-

3. Planteamiento del ejercicio

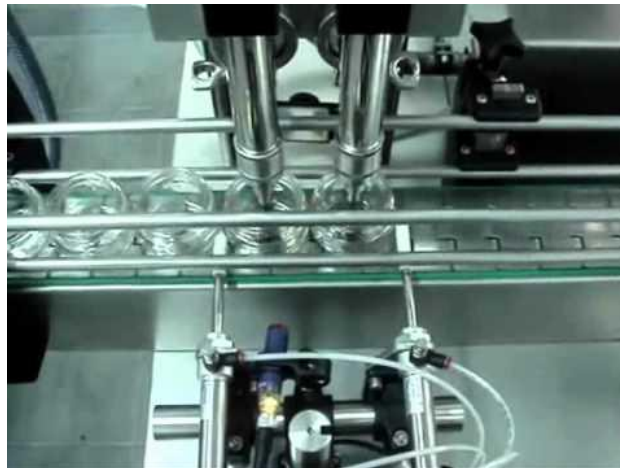
Una pequeña empresa embotelladora tiene una línea de embase donde 2 pistones colocan las tapas en 2 tiempos.

- 1- Colocan las tapas centrándolas en el embase.
- 2- Ponen la presión suficiente para sellar las tapas.

Este pequeño proceso es controlado por un operador mediante un botón de inicio.

4. Esquema de la situación

Figura 105. Máquina Embotelladora


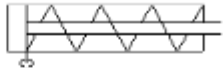

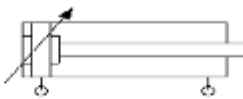

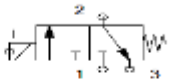
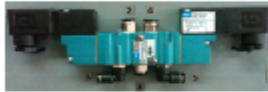
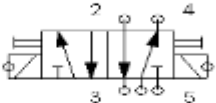

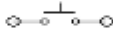



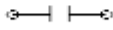



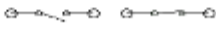




Fuente: TOMÁS,F.Valiente.Apuntes de electropneumática-I.E.S

Práctica 7: Máquina embotelladora.		
Nombre:	Fecha:	Código:




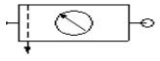


5. Componentes

Tabla 27. Componentes práctica 7

DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	ID. DIDÁCTICA
Cilindro simple efecto 		2.0
Cilindro doble efecto 		1.0
Electrovalvula 3x2 monoestable 		2.1
Electrovalvula 5x2 bistable 		1.1
Pulsador 		55
Relé 		KA1, KA2, KA3
Contactor 		KA1, KA2, KA3
Solenoide 		SOL1, SOL2, SOL3
Detector de posición de avance 		1.2, 2.2
Detector de posición de retroceso 		1.3, 2.3

Práctica 7: Máquina embotelladora.		
Nombre:	Fecha:	Código:

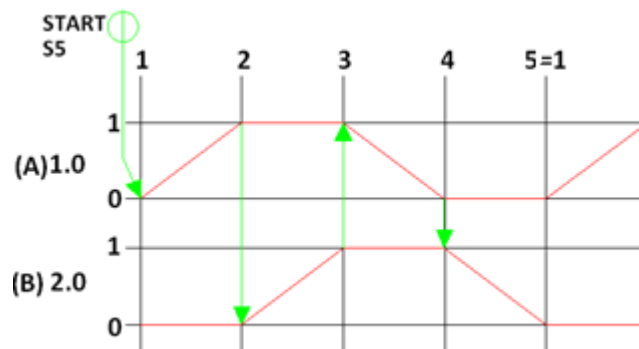
Tabla 27 (Continuación)

Alimentación de Tensión 		-
FRL 		0.1
Alimentación Neumática 		-

Fuente: Autores

6. Diagrama de fases

Figura 106. Diagrama de fases práctica 7

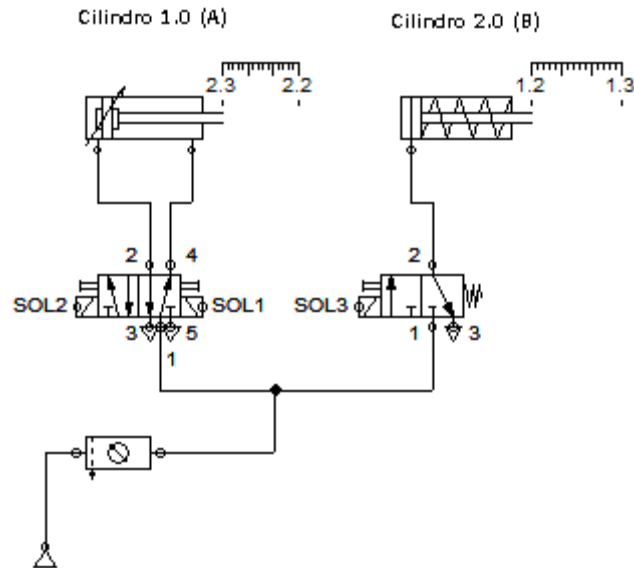


Fuente: Autores

Práctica 7: Máquina embotelladora.		
Nombre:	Fecha:	Código:

7. Esquema neumático

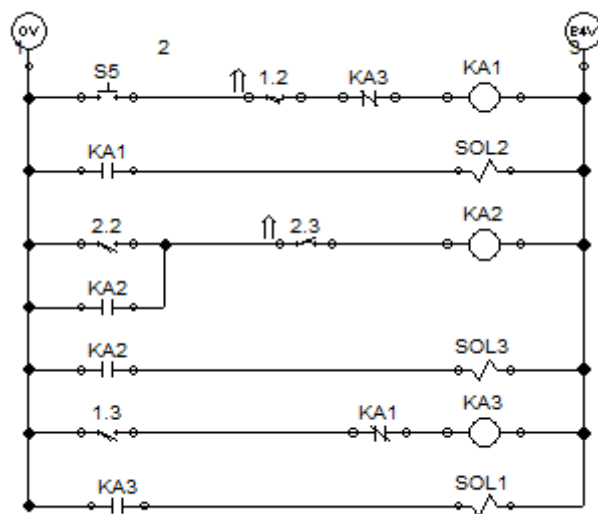
Figura 107. Esquema neumático práctica 7



Fuente: Programa Fluidsim 4.2

8. Esquema eléctrico


Figura 108. Esquema eléctrico práctica 7




Fuente: Programa Fluidsim 4.2

Práctica 7: Máquina embotelladora.		
Nombre:	Fecha:	Código:

Para realizar la simulación de la aplicación en el programa FLUIDSIM, abrir el archivo: **PRÁCTICA 7: Máquina embotelladora**, ubicado en el disco local D, dentro de la carpeta **prácticas de laboratorio fluidsims**.

Una vez abierto el archivo dar click en el icono , que está ubicado en la barra de herramientas.

Para dar inicio a la secuencia activar el pulsador  del esquema eléctrico.

9. Descripción de la solución

Fase 1-2

Mediante la activación del pulsador S5, se activa el circuito eléctrico del relé KA1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 2 y cambia de posición la electroválvula 5/2. Consecuentemente, el vástago del cilindro 1.0, avanza hacia su posición delantera.

Fase 2-3

Se acciona el final de carrera 2.2; el mismo que activa el circuito eléctrico del relé KA2 y también desactiva el relé KA1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 3, conmutando la posición de la electroválvula 3/2 que permite el avance del vástago del cilindro 2.0

Fase 3-4

Al accionar el final de carrera 1.3, se activa el circuito eléctrico del relé KA3. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 1, cambiando de posición la electroválvula 5/2, que permite el retroceso del vástago del cilindro 1.0

Fase 4-5

Se activa el final de carrera 2.3, que desactiva el circuito eléctrico del relé KA2. Se abre el circuito de la bobina magnética SOL 3, cambiando de posición la electroválvula 3/2, que permite el retroceso del vástago del cilindro 2.0

Práctica 7: Máquina embotelladora.		
Nombre:	Fecha:	Código:

10. Preguntas para afianzar conocimientos.

A.- ¿Qué ocurre si se activa el detector de posición 2.3 y 1.3 en el mismo instante?

B.- ¿Qué ocurre si una vez iniciado la secuencia se activa accidentalmente el detector de posición 1.3? ¿Explique la secuencia que provocaría?

Práctica 8: Estampadora		
Nombre:	Fecha:	Código:

1. **Tema:** Estampadora

2. **Objetivo didáctico**

Accionamiento electroneumático de dos cilindros para cumplir la secuencia

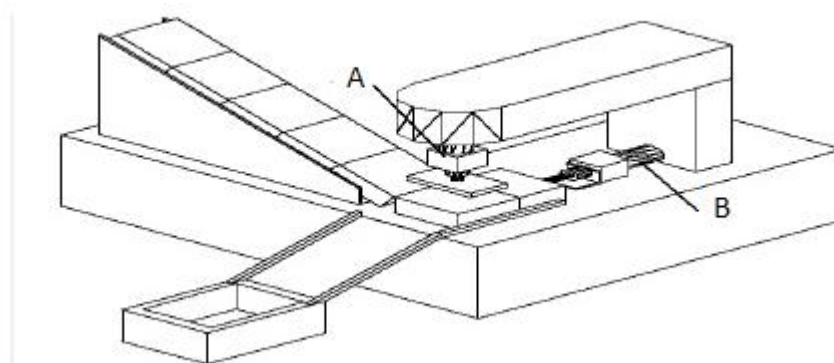
A+/PAUSA/A-B+/PAUSA/B-

3. **Planteamiento del ejercicio**

Sobre una máquina se estampa piezas. La alimentación se produce por medio de una rampa. El equipo de estampado avanza, permanece un tiempo presionado y retrocede mediante el cilindro A. La expulsión de la pieza se realiza mediante el cilindro B, el mismo que espera un tiempo para su retroceso, hasta que en la siguiente pieza llegue desde la rampa.

4. **Esquema de la situación:**

Figura 109. Estampadora




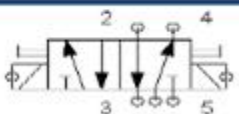





Fuente: GOMEZ, L. FLORES. Automatización industrial principios y aplicaciones

Práctica 8: Estampadora		
Nombre:	Fecha:	Código:







5. Componentes

Tabla 28. Componentes práctica 8

DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	ID. DIDÁCTICA
Cilindro simple efecto 		1.0
Cilindro doble efecto 		2.0
Electrovalvula 3x2 monoestable 		1.1
Electrovalvula 5x2 biestable 		2.1
Pulsador 		55
Relé Relé temporizador 		KA1, KA4, KA5
Contactor 		KA1, KA4, KA5
Solenoide 		SOL1, SOL2, SOL3
Detector de posición de avance 		1.2, 1.4
Detector de posición de retroceso 		1.3/2.2, 2.3

Práctica 8: Estampadora		
Nombre:	Fecha:	Código:

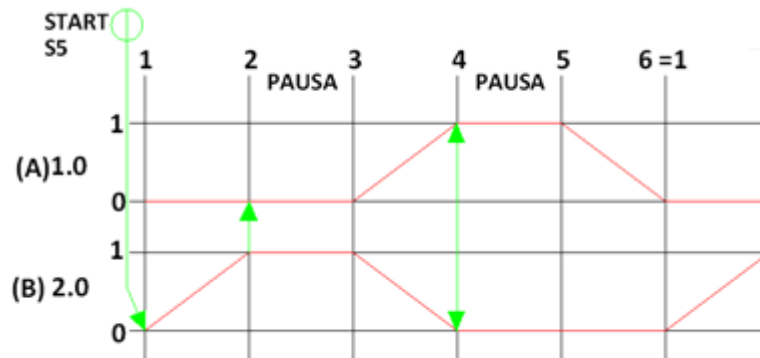
Tabla 28 (Continuación)

Alimentación de Tensión 		-
FRL 		0.1
Alimentación Neumática 		-

Fuente: Autores

6. Diagrama de fases

Figura 110. Diagrama de fases práctica 8

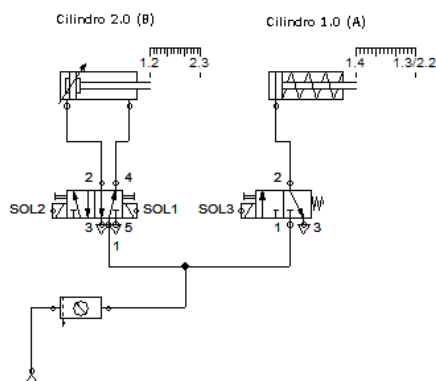


Fuente: Programa Fluidsim 4.2

Práctica 8: Estampadora		
Nombre:	Fecha:	Código:

7. Esquema neumático

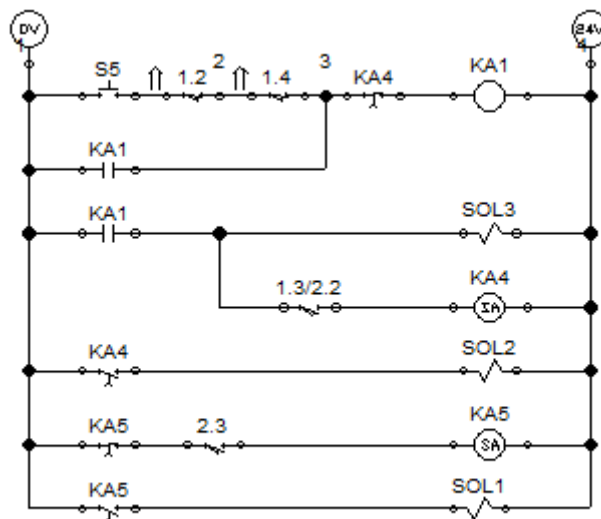
Figura 111. Esquema neumático práctica 8



Fuente: Programa Fluidsim 4.2

8. Esquema eléctrico.


Figura 112. Esquema eléctrico práctica 8




Fuente: Programa Fluidsim 4.2

Práctica 8: Estampadora		
Nombre:	Fecha:	Código:

Para realizar la simulación de la aplicación en el programa FLUIDSIM, abrir el archivo: **PRÁCTICA 8: Estampadora**, ubicado en el disco local D, dentro de la carpeta **prácticas de laboratorio fluidsims**.

Una vez abierto el archivo dar click en el icono  , que está ubicado en la barra de herramientas.

Para dar inicio a la secuencia activar el pulsador  del esquema eléctrico.

9. Descripción de la solución

Fase 1-2

Mediante la activación del pulsador S5, se activa el circuito eléctrico del relé KA1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 3 y cambia de posición la electroválvula 3/2. Consecuentemente, el vástago del cilindro 1.0 avanza hacia su posición delantera.

Fase 2-3

Se acciona el final de carrera 1.3/2.2; el mismo que manda una señal al relé temporizador KA4, el mismo que comienza el conteo del tiempo seteado para la activación de su circuito eléctrico.

Fase 3-4

Transcurrido el tiempo seteado en el relé temporizador KA4, activa sus contactos. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 2 y cambia de posición la electroválvula 5/2; simultáneamente se desactiva el circuito eléctrico del relé KA1, consecuentemente, el vástago del cilindro 2.0 avanza hacia su posición delantera y el vástago del cilindro 1.0 retrocede a su posición inicial.

Práctica 8: Estampadora		
Nombre:	Fecha:	Código:

Fase 4-5

Se acciona el final de carrera 2.3; el mismo que manda una señal al relé temporizador KA5, el mismo que comienza el conteo del tiempo seteado para la activación de su circuito eléctrico.

Fase 5-6

Transcurrido el tiempo seteado en el relé temporizador KA5, activa sus contactos. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 1 y cambia de posición la electroválvula 5/2. Consecuentemente, el vástago del cilindro 2.0 retrocede a su posición inicial.

10. Preguntas para afianzar conocimientos

A. ¿Qué tipo de temporizador utilizamos en la práctica?

B. ¿Cuál es el funcionamiento del circuito cuando se acciona el detector de posición 2.3 sin iniciar la secuencia?

Práctica 9:Doblado del borde de chapas (Utilización de Logo! Siemens)

Nombre:

Fecha:

Código:

1. **Tema:** Doblado del borde de chapas (Utilización de Logo! Siemens)

2. **Objetivo didáctico**

Accionamiento electroneumático de dos cilindros para cumplir la secuencia

A+/A-/B+/B-

Utilizar el autómata programable LOGO! SIEMENS

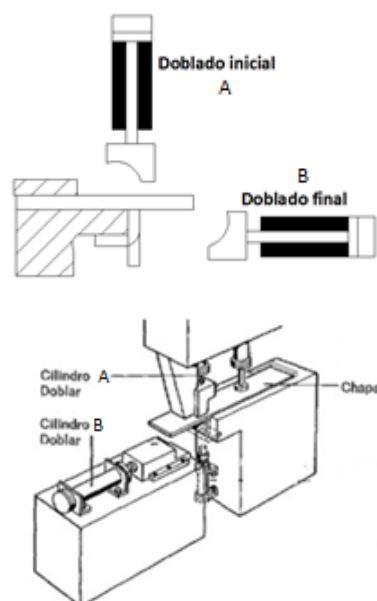
3. **Planteamiento del ejercicio**

Los bordes de chapa deben ser doblados mediante una herramienta de forma, accionada electroneumáticamente. El doblado inicial se efectúa, primero con un cilindro (A), al accionar un pulsador.

Una vez que el vástago de éste ha regresado a su posición de origen, se efectúa el doblado final de la pieza mediante un segundo cilindro (B).

4. **Esquema de la situación**

Figura 113. Doblado del borde de chapas (utilización Logo! Siemens)




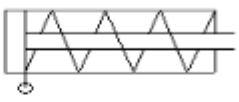

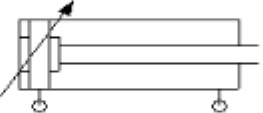

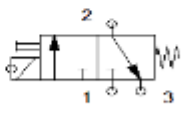

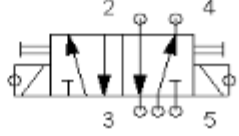
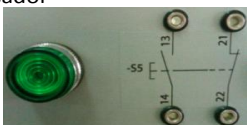
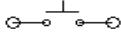



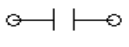


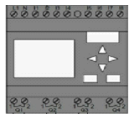

Fuente: http://maqlab.uc3m.es/NEUMATICA/Capitulo4/C4_apartado4.htm

Práctica 9: Doblado del borde de chapas (Utilización de Logo! Siemens)

Nombre:	Fecha:	Código:
---------	--------	---------

5. Componentes


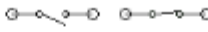





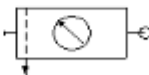


Tabla 29. Componentes práctica 9

DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	ID. DIDÁCTICA
<p>Cilindro simple efecto</p> 		2.0
<p>Cilindro doble efecto</p> 		1.0
<p>Electrovalvula 3x2 monoestable</p> 		2.1
<p>Electrovalvula 5x2 biestable</p> 		1.1
<p>Pulsador</p> 		S5
<p>Relé</p> 		KA1, KA2, KA3
<p>Contactor</p> 		KA1, KA2, KA3
<p>Solenoide</p> 		SOL1, SOL2, SOL3
<p>Logo! Siemens</p> 		-

Práctica 9:Doblado del borde de chapas (Utilización de Logo! Siemens)

Nombre:	Fecha:	Código:
---------	--------	---------

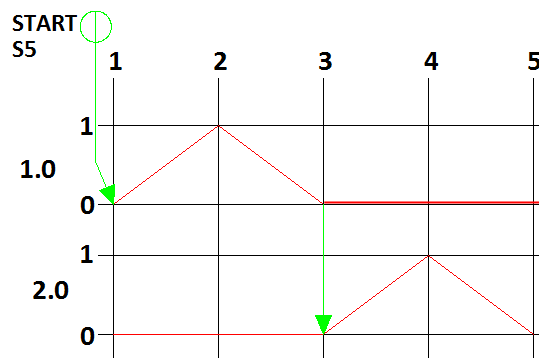
Tabla 29 (Continuación)

<p>Detector de posición de avance</p> 		1.2, 2.2
<p>Detector de posición de retroceso</p> 		1.3, 2.3
<p>Alimentación de Tensión</p> 		-
<p>FRL</p> 		0.1
<p>Alimentación Neumática</p> 		-

Fuente: Autores

6. Diagrama de fases

Figura 114. Diagrama de fases práctica 9

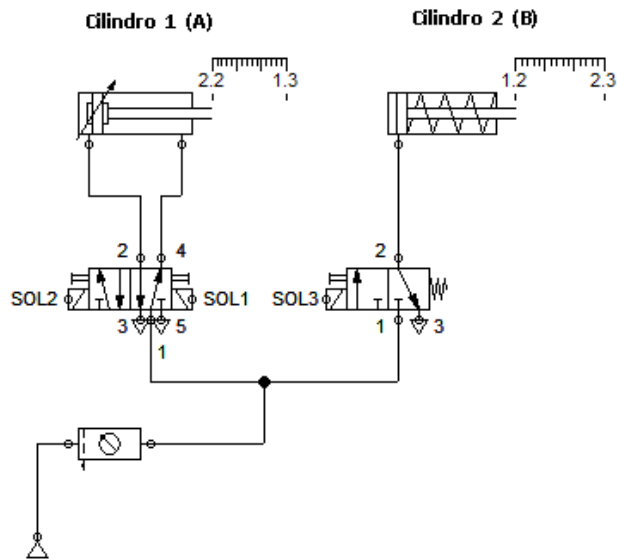


Fuente: Autores

Nombre:	Fecha:	Código:
---------	--------	---------

7. Esquema neumático

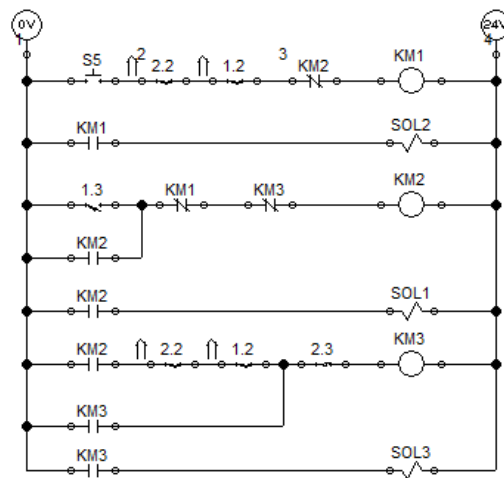
Figura 115. Esquema neumático práctica 9



Fuente: Programa fluidsims 4.2

8. Esquema eléctrico

Figura 116. Esquema eléctrico práctica 9



Fuente: Programa fluidsims 4.2


Práctica 9:Doblado del borde de chapas (Utilización de Logo! Siemens)


Nombre:

Fecha:

Código:

Para realizar la simulación de la aplicación en el programa FLUIDSIM, abrir el archivo: **PRÁCTICA 9: Doblado del borde de chapas (Utilización Logo! Siemens)**, ubicado en el disco local D, dentro de la carpeta: **prácticas de laboratorio fluidsims**.

Una vez abierto el archivo dar click en el icono  , que está ubicado en la barra de herramientas.

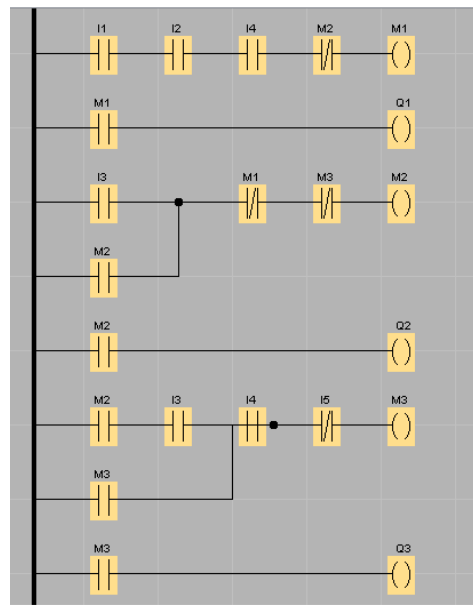
Para dar inicio a la secuencia activar el pulsador  del esquema eléctrico.

9. Esquema electrónico

Figura 117. Esquema Electrónico práctica 9

Asignaciones:

Entradas	Salidas	Auxiliares
I1 = S5	Q1 = Sol 2	M1 = KA1
I2 = 2.2	Q2 = Sol 1	M2 = KA2
I3 = 1.3	Q3 = Sol 3	M3 = KA3
I4 = 1.2		
I5 = 2.3		

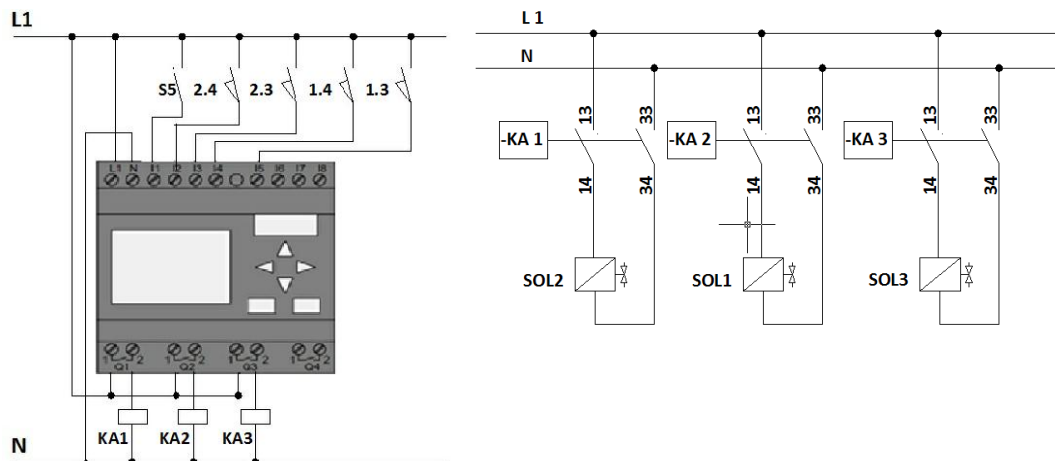


Fuente: Logo!Softcomfort V6.0

Para realizar la simulación de la aplicación en el programa Logo!Soft comfort V6.0, abrir el archivo: **PRÁCTICA 9: Doblado del borde de chapas (utilización Logo! Siemens)**, ubicado en el disco local D, dentro de la carpeta: **prácticas de laboratorio Logo!Soft Comfort V6.0**.

10. Esquema de conexión en el Logo! Siemens

Figura 118. Esquema de conexión Logo! Siemens práctica 9



Fuente: Autores

11. Descripción de la solución

Fase 1-2

Al accionar el pulsador S5 (I1), se cierra el circuito que activa el circuito eléctrico del relé KA1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 2 y cambia de posición la electroválvula 5/2. Consecuentemente, el vástago del cilindro 1.0, avanza hacia su posición delantera.

Fase 2-3

Se acciona el final de carrera 1.3 (I3); el mismo que activa el circuito eléctrico del relé KA2 y también desactiva el relé KA1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 2, conmutando la posición de la electroválvula 5/2 que permite el retroceso del vástago del cilindro 1.0.

Práctica 9:Doblado del borde de chapas (Utilización de Logo! Siemens)		
Nombre:	Fecha:	Código:

Fase 3-4

Al accionar el final de carrera 2.2 (I2), se activa el circuito eléctrico del relé KA3 y se desactiva el circuito eléctrico del relé KA2. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 3, cambiando de posición la electroválvula 3/2, que permite el avance hacia la posición delantera del cilindro 2.0.

Fase 4-5

Se activa el final de carrera 2.3 (I5), que desactiva el circuito eléctrico del relé KA3 y permite el retroceso del vástago del cilindro 2.0, debido al muelle interior incorporado. Dando así fin a la secuencia.

10.- Preguntas para afianzar conocimientos.

A.-¿ Qué se debe realizar en el circuito para obtener un funcionamiento automático y no un funcionamiento semiautomático como se plantea?

B.- ¿Si se activa el detector de posición 2.3 que ocasiona en el funcionamiento del circuito? Explique.

Práctica 10: Elevación y transporte de paquetes (Utilización de Logo!)		
Nombre:	Fecha:	Código:

1. **Tema:** Elevación y transporte de paquetes (Utilización de Logo! Siemens)

2. **Objetivo didáctico**

Accionamiento electroneumático de dos cilindros para cumplir la secuencia

A+/B+/A-B-

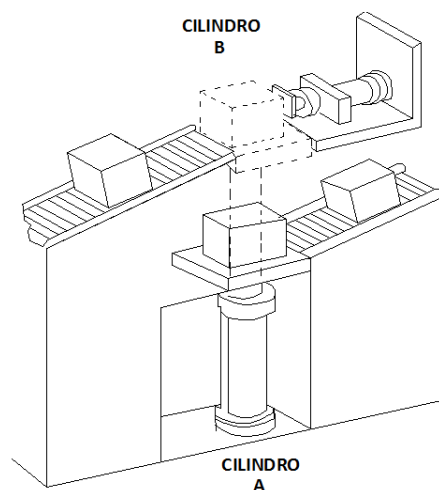
Utilizar el autómata programable LOGO! SIEMENS

3. **Planteamiento del ejercicio**

Los paquetes enviados por un transportador son elevados por un cilindro neumático (**A**) cuando se posiciona la pieza sobre él, luego son empujados sobre otro transportador por un cilindro (**B**). Existe la condición de que los dos cilindros realicen su Carrera de retorno simultáneamente.

4. **Esquema de la situación**

Figura 119. Elevación y transporte de paquetes (utilización Logo! Siemens)


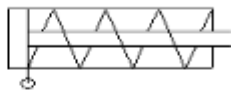

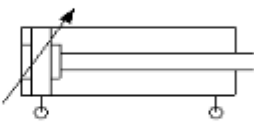

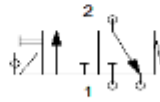

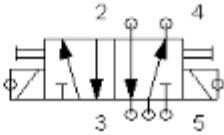

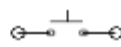


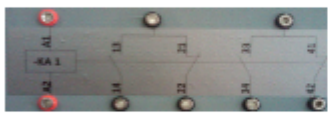
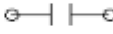


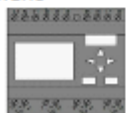
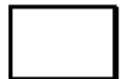


Fuente: Autores

Práctica 10: Elevación y transporte de paquetes (Utilización de Logo!)		
Nombre:	Fecha:	Código:





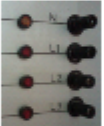


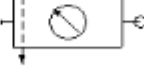


5. Componentes

Tabla 30. Componentes práctica 10

DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	ID. DIDÁCTICA
Cilindro simple efecto 		2.0
Cilindro doble efecto 		1.0
Electrovalvula 3x2 monoestable 		2.1
Electrovalvula 5x2 biestable 		1.1
Pulsador 		S5
Relé 		KA1, KA2, KA3
Contactor 		KA1, KA2, KA3
Solenoide 		SOL1, SOL2, SOL3
Logo! Siemens 		-

Práctica 10: Elevación y transporte de paquetes (Utilización de Logo!)		
Nombre:	Fecha:	Código:

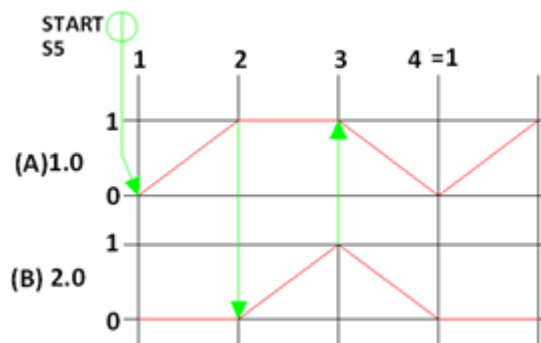
Tabla 30 (Continuación)

<p>Detector de posición de avance</p> 		1.2, 1.4, 2.2
<p>Detector de posición de retroceso</p> 		1.3/2.3
<p>Alimentación de Tensión</p> 		-
<p>FRL</p> 		0.1
<p>Alimentación Neumática</p> 		-

Fuente: Autores

6. Diagrama de fases

Figura 120. Diagrama de fases práctica 10

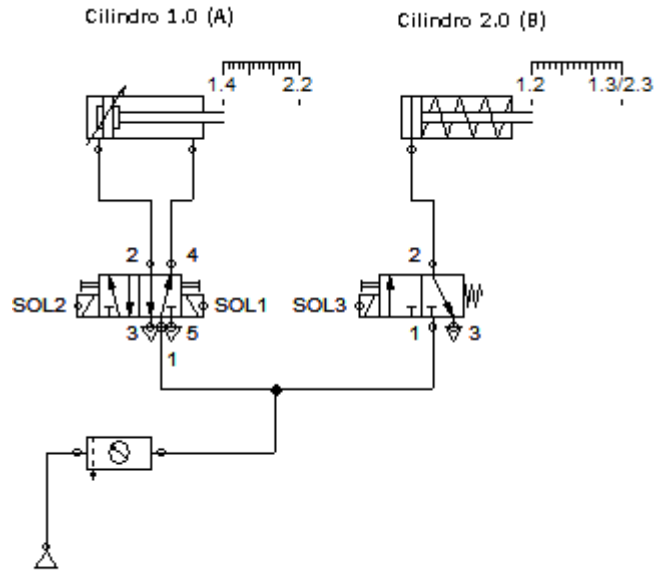


Fuente: Autores

Práctica 10: Elevación y transporte de paquetes (Utilización de Logo!)		
Nombre:	Fecha:	Código:

7. Esquema neumático.

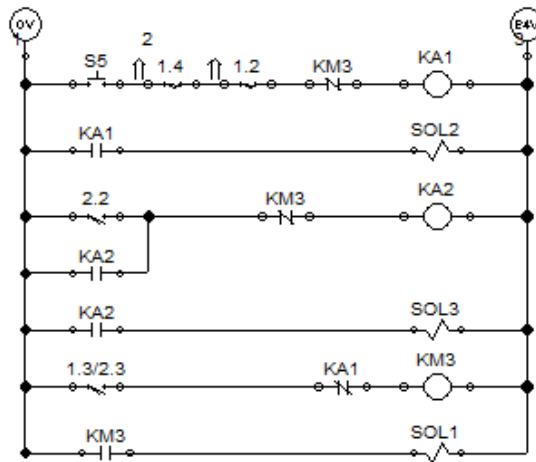
Figura 121. Esquema neumático práctica 10



Fuente: Programa fluidsims 4.2


8. Esquema eléctrico


Figura 122. Esquema eléctrico práctica 10



Fuente: Programa fluidsims 4.2

Práctica 10: Elevación y transporte de paquetes (Utilización de Logo!)		
Nombre:	Fecha:	Código:

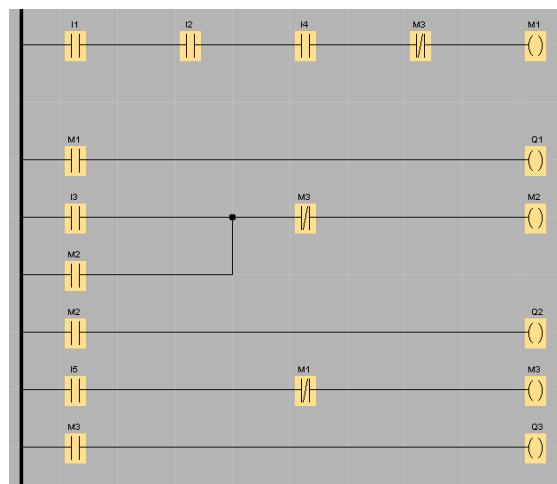
Para realizar la simulación de la aplicación en el programa FLUIDSIM, abrir el archivo: **PRÁCTICA 10: Elevación y transporte de paquetes (utilización Logo!Siemens)**, ubicado en el disco local D, dentro de la carpeta: **prácticas de laboratorio fluidsim**. Una vez abierto el archivo dar click en el icono , que está ubicado en la barra de herramientas.

Para dar inicio a la secuencia activar el pulsador  del esquema eléctrico.

9. Esquema electrónico

Figura 123. Esquema electrónico práctica 10

Entradas	Salidas	Auxiliares
I1 = S5	Q1 = Sol 2	M1 = KA1
I2 = 1.4	Q2 = Sol 3	M2 = KA2
I3 = 2.2	Q3 = Sol 1	M3 = KA3
I4 = 1.2		
I5 = 1.3/2.3		



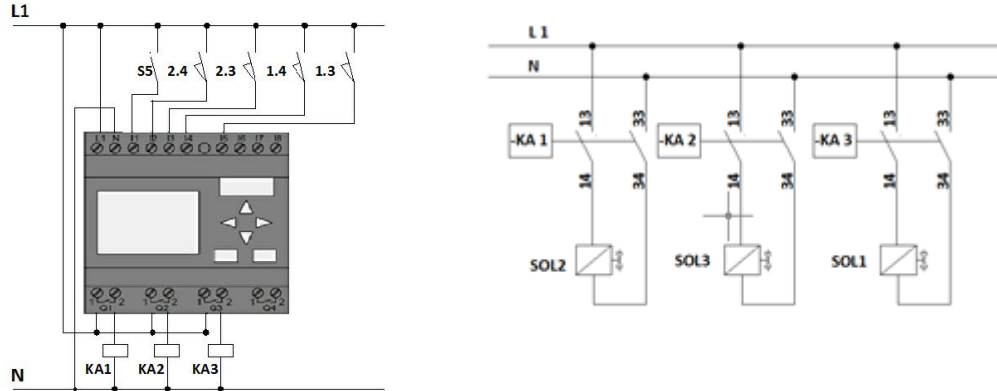
Fuente: Logo!Soft comfort V6.0

Para realizar la simulación de la aplicación en el programa Logo!Soft Comfort V6.0, abrir el archivo: **PRÁCTICA 10: Elevación y transporte de paquetes (utilización Logo! Siemens)**, ubicado en el disco local D, dentro de la carpeta: **prácticas de laboratorio Logo!Soft Comfort V6.0**.

Práctica 10: Elevación y transporte de paquetes (Utilización de Logo!)		
Nombre:	Fecha:	Código:

10. Esquema de conexión en el Logo! Siemens

Figura 124. Esquema de conexión Logo! Siemens



Fuente: Autores

11. Descripción de la solución

Fase 1-2

Mediante la activación del pulsador S5 (I1), se activa el circuito eléctrico del relé KA1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 2 y cambia de posición la electroválvula 5/2. Consecuentemente, el vástago del cilindro 1.0, avanza hacia su posición delantera.

Fase 2-3

Se acciona el final de carrera 2.2 (I3); el mismo que activa el circuito eléctrico del relé KA2 y también desactiva el relé KA1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 3, conmutando la posición de la electroválvula 3/2 que permite la salida del vástago del cilindro 2.0.

Fase 3-4

Al accionar el final de carrera 1.3/2.3 (I5), se activa el circuito eléctrico del relé KA3 y se desactiva el circuito eléctrico del relé KA2. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 1, cambiando de posición la electroválvula 3/2; al mismo tiempo,

Práctica 10: Elevación y transporte de paquetes (Utilización de Logo!)		
Nombre:	Fecha:	Código:

debido a que se desactiva el relé KA2, se abre el circuito de la bobina magnética SOL3, lo que provoca el retroceso simultáneo de los vástagos de los cilindros 1.0 y 2.0 a la posición inicial.

10.- Preguntas para afianzar conocimientos.

A.- ¿ Qué consideraciones se debe tomar en cuenta en el proceso de transferir el programa realizado en el software Logo! Soft Comfort V6.0. al Logo! SIEMENS 230RC?

B.- ¿ Por qué se debe tener cuidado en la conexión de las señales de entradas y salidas del Logo! SIEMENS 230RC?

Práctica 11:Funcionamiento automático de un cilindro doble ef. (Utilización Logo!Siemens)		
Nombre:	Fecha:	Código:

1. **Tema:** Funcionamiento automático de un cilindro de doble efecto (Utilización Logo! Siemens).

2. **Objetivo didáctico**

Accionar electroneumáticamente un cilindro de doble efecto de forma automática.

Utilizar el autómeta programable LOGO! SIEMENS

3.- **Planteamiento del ejercicio**

Al accionar el pulsador ON(S5) se desea que inicie el funcionamiento del cilindro de doble efecto (2.0) cumpliendo la secuencia A+/A-; es decir que el vástago del cilindro avance a su posición delantera, luego retorne a su posición trasera y nuevamente efectúe la secuencia automáticamente hasta accionar el pulsador OFF(S3), dando fin a la secuencia.


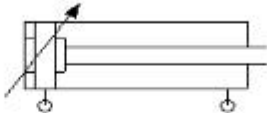

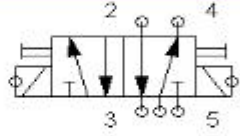







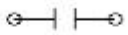

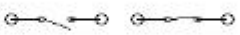




Nombre:

Fecha:

Código:

3. Componentes

Tabla 31. Componentes práctica 11



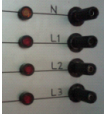


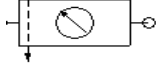
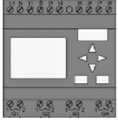

DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	ID. DIDÁCTICA
<p>Cilindro doble efecto</p> 		1.0
<p>Electrovalvula 5x2 biestable</p> 		1.1
<p>Pulsador</p> 		S5
<p>Pulsador</p> 		S3
<p>Relé</p> 		KA1, KA2,KA3
<p>Contactor</p> 		KA1, KA2,KA3
<p>Detector de posición de avance</p> 		1.2
<p>Solenoide</p> 		SOL1,SOL2
<p>Detector de posición de retroceso</p> 		1.3

Nombre:

Fecha:

Código:

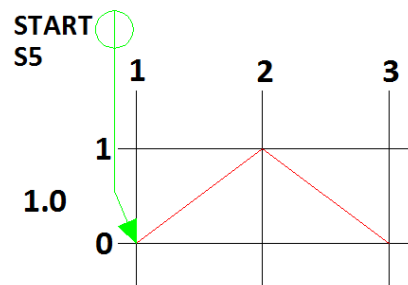
Tabla 31 (Continuación)

<p>Alimentación Neumática</p> 		<p>-</p>
<p>Alimentación de Tensión</p> 		<p>-</p>
<p>FRL</p> 		<p>0.1</p>
<p>Logo! Siemens</p> 		<p>-</p>

Fuente: Autores

4. Diagrama de fases

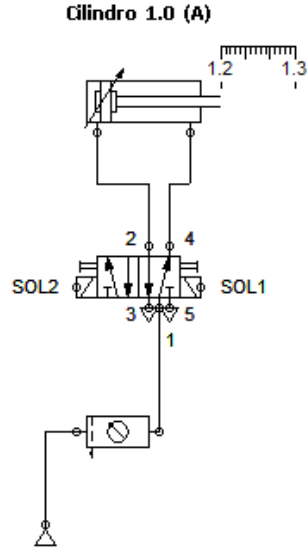
Figura 125. Diagrama de fases práctica 11



Fuente: Autores

5. Esquema neumático

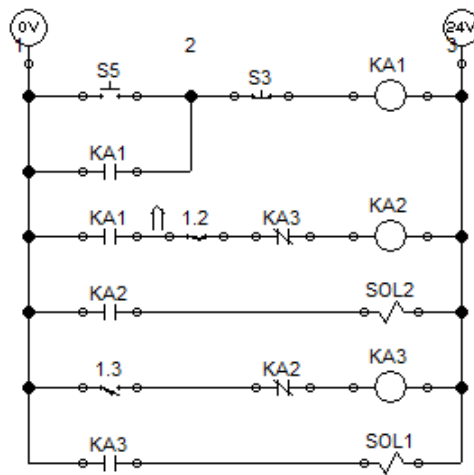
Figura 126. Esquema neumático práctica 11



Fuente: Programa Fluidsim

6. Esquema eléctrico


Figura 127. Esquema eléctrico práctica 11



Fuente: Programa Fluidsim.

Práctica 11:Funcionamiento automático de un cilindro doble ef. (Utilización Logo!Siemens)		
Nombre:	Fecha:	Código:

Para realizar la simulación de la aplicación en el programa FLUIDSIM, abrir el archivo: **PRÁCTICA 11: Funcionamiento automático de un cilindro doble efecto (utilización Logo!Siemens)**, ubicado en el disco local D, dentro de la carpeta: **prácticas de laboratorio fluidsims**.

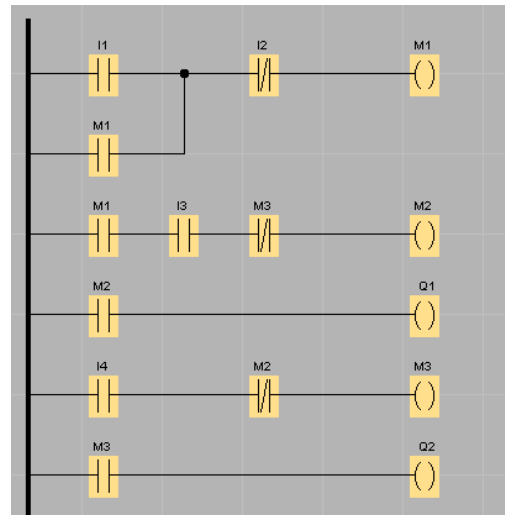
Una vez abierto el archivo dar click en el icono  , que está ubicado en la barra de herramientas.

Para dar inicio a la secuencia activar el pulsador  del esquema eléctrico.

7. Esquema electrónico

Figura 128. Esquema electrónico práctica 11

Entradas	Salidas	Auxiliares
I1 = S5	Q1 = Sol 2	M1 = KA1
I2 = S3	Q2 = Sol 1	M2 = KA2
I3 = 1.2		M3 = KA3
I4 = 1.3		

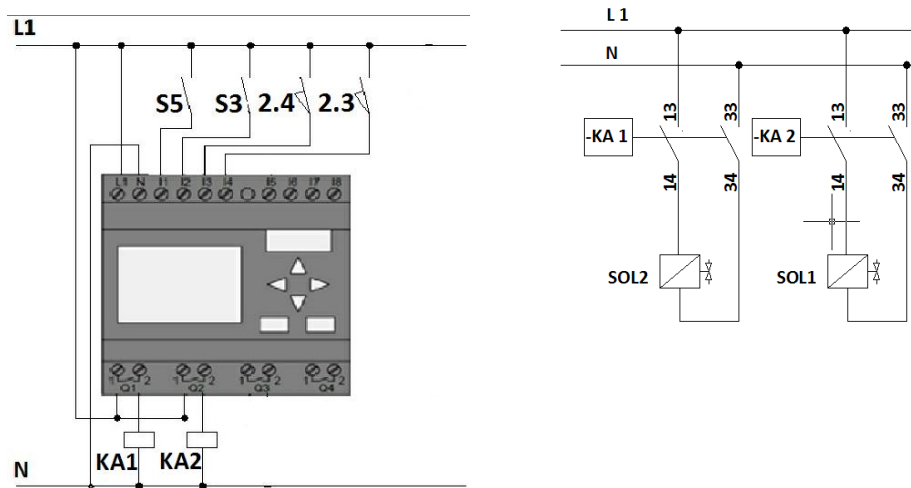


Fuente: Logo!Softcomfort V6.0

Para realizar la simulación de la aplicación en el programa Logo!Soft comfort V6.0, abrir el archivo: **PRÁCTICA 11: Funcionamiento automático de un cilindro doble efecto (utilización Logo! Siemens)**, ubicado en el disco local D, dentro de la carpeta: **prácticas de laboratorio Logo!Soft Comfort V6.0**.

8. Esquema de conexión en el Logo! Siemens

Figura 129. Esquema de conexión Logo! Siemens práctica 11



Fuente: Autores

9. Descripción de la solución

Fase 1-2

Mediante la activación del pulsador S5 (I1), se activa el circuito eléctrico del relé KA1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 2 y cambia de posición la electroválvula 5/2. Consecuentemente, el vástago del cilindro 1.0, avanza hacia su posición delantera.

Fase 2-3

Se acciona el final de carrera 1.3 (I4); el mismo que activa el circuito eléctrico del relé KA3 y también desactiva el relé KA1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 1, conmutando la posición de la electroválvula 5/2 que permite el retroceso del vástago del cilindro 1.0.

Para concluir con la secuencia, accionar el pulsador S3(I2).

Práctica 11:Funcionamiento automático de un cilindro doble ef. (Utilización Logo!Siemens)		
Nombre:	Fecha:	Código:

11.- Preguntas para afianzar conocimientos.

A.- ¿Se puede dar inicio a la secuencia, si los detectores de posición 2.4 y 1.4 tienen abiertos sus contactos? Por qué?

B.- ¿Sin activar el pulsador de inicio de la secuencia puede existir algún movimiento imprevisto en los cilindros, si accidentalmente se cierra el contacto del detector de posición 1.3? Por qué?

Práctica 12: Estampadora (Utilización Logo! Siemens)		
Nombre:	Fecha:	Código:

1. **Tema:** Estampadora (Utilización Logo! Siemens)

2. **Objetivo didáctico**

Accionamiento electroneumático de dos cilindros para cumplir la secuencia

A+/PAUSA/A-B+/PAUSA/B-

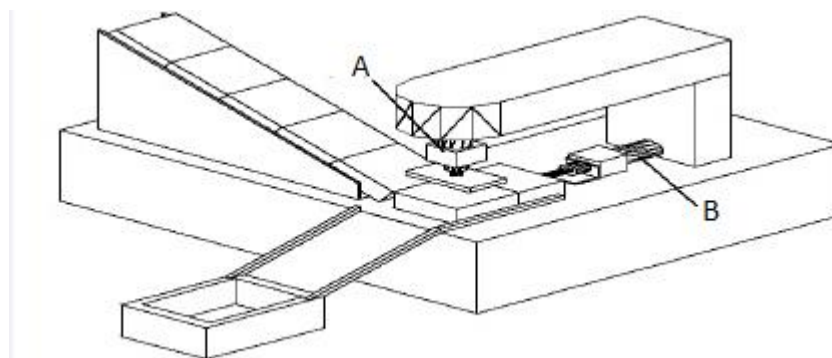
Utilizar el autómata programable LOGO! SIEMENS

3. **Planteamiento del ejercicio**

Sobre una máquina se estampa piezas. La alimentación se produce por medio de una rampa. El equipo de estampado avanza, permanece un tiempo presionado y retrocede mediante el cilindro A. La expulsión de la pieza se realiza mediante el cilindro B, el mismo que espera un tiempo para su retroceso, hasta que en la siguiente pieza llegue desde la rampa.

4. **Esquema de la situación**

Figura 130. Estampadora (Utilización Logo! Siemens)


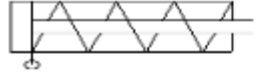



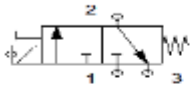
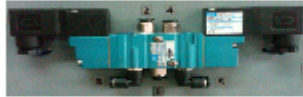
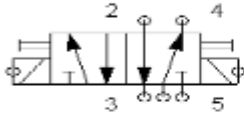

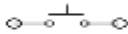













Fuente: GOMEZ, L. Automatización industrial principios y aplicaciones. PAG 198

Práctica 12: Estampadora (Utilización Logo! Siemens)		
Nombre:	Fecha:	Código:

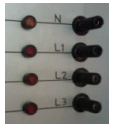


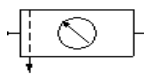


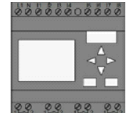

5. Componentes

Tabla 32. Componentes práctica 12

DENOMINACIÓN	SÍMBOLO	ID. DIDÁCTICA
Cilindro simple efecto 		1.0
Cilindro doble efecto 		2.0
Electrovalvula 3x2 monoestable 		1.1
Electrovalvula 5x2 biestable 		2.1
Pulsador 		55
Relé Relé temporizador  		KA1, KA4,KA5
Contactor 		KA1, KA4,KA5
Solenoide 		SOL1,SOL2,SOL3
Detector de posición de avance 		1.2, 1.4
Detector de posición de retroceso 		1.3/2.2, 2.3

Práctica 12: Estampadora (Utilización Logo! Siemens)		
Nombre:	Fecha:	Código:

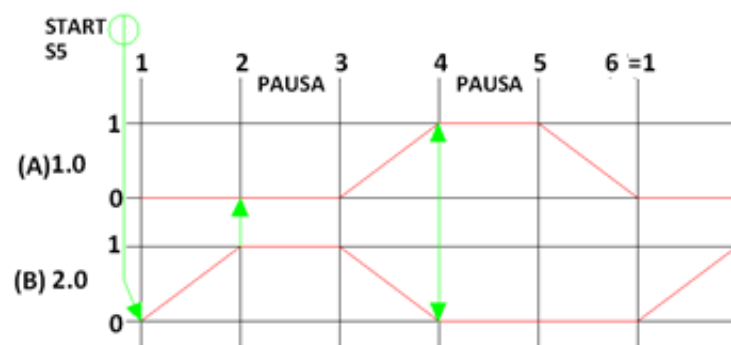
Tabla 32 (Continuación)

Alimentación de Tensión 		-
FRL 		0.1
Alimentación Neumática 		-
Logo! Siemens 		-

Fuente: Autores

6. Diagrama de fases

Figura 131. Diagrama de fases práctica 12

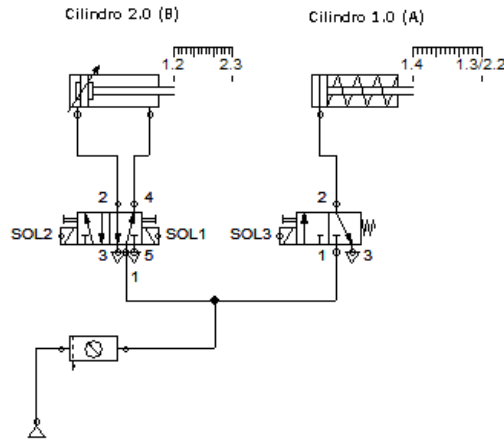


Fuente: Autores

Práctica 12: Estampadora (Utilización Logo! Siemens)		
Nombre:	Fecha:	Código:

7. Esquema neumático

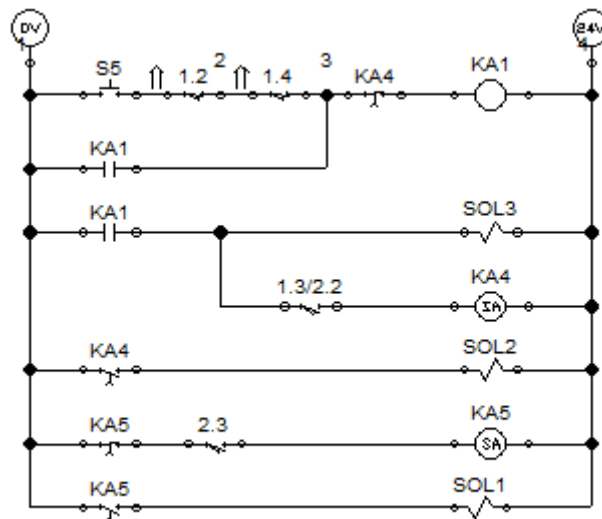
Figura 132. Esquema neumático práctica 12



Fuente: Programa Fluidsim

8. Esquema eléctrico


Figura 133. Esquema eléctrico práctica 12




Fuente: Programa Fluidsim.

Práctica 12: Estampadora (Utilización Logo! Siemens)		
Nombre:	Fecha:	Código:

Para realizar la simulación de la aplicación en el programa FLUIDSIM, abrir el archivo: **PRÁCTICA 12: Estampadora (utilización Logo! Siemens)**, ubicado en el disco local D, dentro de la carpeta: **prácticas de laboratorio fluidsims**.

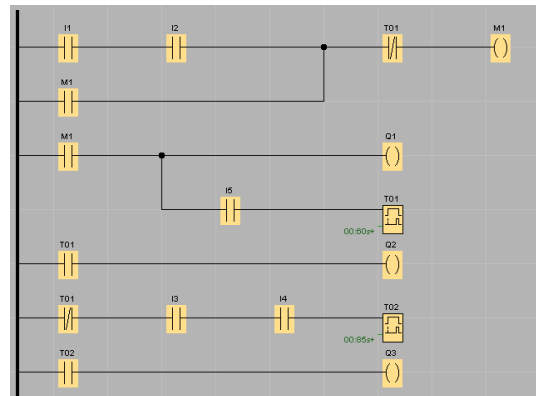
Una vez abierto el archivo dar click en el icono , que está ubicado en la barra de herramientas.

Para dar inicio a la secuencia activar el pulsador  del esquema eléctrico

9. Esquema electrónico

Figura 134. Esquema electrónico práctica 12

Entradas	Salidas	Auxiliares
I1 = S5	Q1 = Sol 3	M1 = KA1
I2 = 1.2	Q2 = Sol 2	TO1 = KA4
I3 = 2.3	Q3 = Sol 1	TO2 = KA5
I4 = 1.4		
I5 = 1.3/2.2		



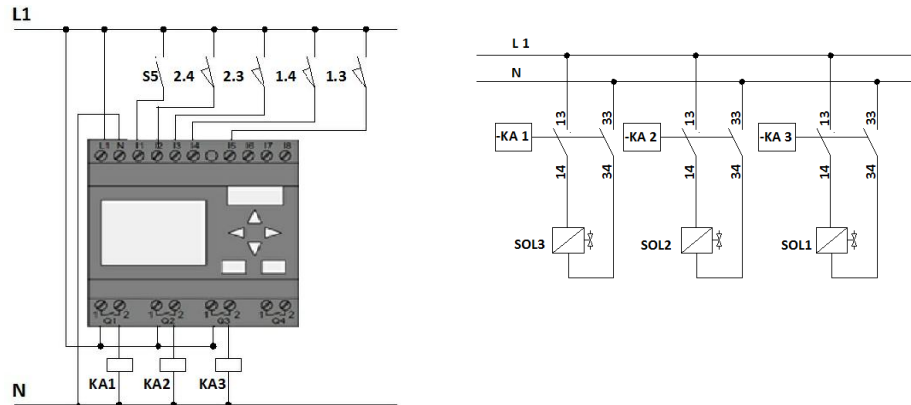
Fuente:Logo!Softcomfort V6.0

Para realizar la simulación de la aplicación en el programa Logo!Soft comfort V6.0, abrir el archivo: **PRÁCTICA 12: Estampadora (utilización Logo! Siemens)**, ubicado en el disco local D, dentro de la carpeta: **prácticas de laboratorio Logo!Soft Comfort V6.0**.

Práctica 12: Estampadora (Utilización Logo! Siemens)		
Nombre:	Fecha:	Código:

10. Esquema de conexión en el Logo! Siemens

Figura 135. Esquema de conexión Logo! Siemens práctica 12



Fuente: Autores

11. Descripción de la solución

Fase 1-2

Mediante la activación del pulsador S5 (I1), se activa el circuito eléctrico del relé KA1. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 3 y cambia de posición la electroválvula 3/2. Consecuentemente, el vástago del cilindro 1.0 avanza hacia su posición delantera.

Fase 2-3

Se acciona el final de carrera 1.3/2.2 (I5); el mismo que manda una señal al relé temporizador interno TO1, el cual comienza el conteo del tiempo seteado para la activación de su circuito eléctrico.

Fase 3-4

Transcurrido el tiempo seteado en el relé temporizador interno TO1, activa sus contactos. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 2 y cambia de posición la

Práctica 12: Estampadora (Utilización Logo! Siemens)		
Nombre:	Fecha:	Código:

electroválvula 5/2; simultáneamente se desactiva el circuito eléctrico del relé KA1, consecuentemente, el vástago del cilindro 2.0 avanza hacia su posición delantera y el vástago del cilindro 1.0 retrocede a su posición inicial.

Fase 4-5

Se acciona el final de carrera 2.3 (I3); el mismo que manda una señal al relé temporizador interno TO2, el cual comienza el conteo del tiempo seteado para la activación de su circuito eléctrico.

Fase 5-6

Transcurrido el tiempo seteado en el relé temporizador interno T02, activa sus contactos. Se cierra el circuito de la bobina magnética SOL 1 y cambia de posición la electroválvula 5/2. Consecuentemente, el vástago del cilindro 2.0 retrocede a su posición inicial.

12.- Preguntas para afianzar conocimientos.

A.- ¿Qué ocurre si conectamos la señal de entrada I1 en la entrada I5 y viceversa e iniciamos la secuencia? Explique

B.- ¿Qué ocurre si no se coloca el contacto cerrado del temporizador KA5 antes del detector de posición 1.3? Explique.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El banco de laboratorio para fundamentos de control secuencial tiene un diseño de fácil maniobrabilidad con lo cual brinda al estudiante la capacidad de realizar circuitos electro neumáticos de manera eficiente y rápida, permitiéndole analizar el funcionamiento, montaje, cableado, programación mediante el software LOGO!Soft Comfort V6.0. y la simulación de la aplicación mediante el software FluidSIM 4.2.

Su diseño es compacto, didáctico de fácil ilustración, manejo y funcionamiento que es de fácil uso y manejo, que permite reconocer a los equipos eléctricos y neumáticos de forma física y simbólica.

El banco de laboratorio permite simular circuitos de aplicaciones reales con una total versatilidad y fidelidad, además que cada aplicación cuenta con su respectivo tutorial.

Los tutoriales de las aplicaciones seleccionadas permiten que el docente o instructor imparta las clases didácticas y comprensivas de manera clara y sencilla, mejorando el aprendizaje del estudiante.

El banco de laboratorio es de alta versatilidad, debido a su diseño por módulos, todo módulo y todo elemento incorporado puede ser montado o sustituido con facilidad.

El banco de laboratorio nos permite simular aplicaciones con el software FluidSIM 4.2 de manera sencilla evitando desarrollarlos directamente en instalaciones verdaderas, corrigiendo deficiencias e incoherencias en el diseño de los circuitos, permitiéndonos la creación de alternativas para una instalación electro neumática.

El banco de laboratorio permite la programación mediante el software LOGO!Soft Comfort V6.0 de las distintas aplicaciones reales y posteriormente el control de las mismas mediante el Logo! Siemens 230 RC., determinado las ventajas de un control netamente eléctrico y un control por medio de un Autómata programable.

6.2 Recomendaciones

Es necesario comprobar los parámetros de funcionalidad como voltaje (120VAC-60Hz), presión (45-50 psi), conexiones eléctricas y neumáticas, antes de iniciar una simulación de una práctica específica.

Se recomienda únicamente conectar el aire comprimido después de haber montado y fijado correctamente todas las mangueras.

Desacoplar la manguera presionando el anillo del racor mientras no se halle bajo presión.

Se recomienda que el uso y manejo del banco de laboratorio sea con mucha responsabilidad, ya que el mal uso puede causar un accidente o daños a los elementos incorporados en el banco.

Deberán utilizarse únicamente cables con conectores de seguridad ya que todos los componentes están dotados de conectores de seguridad.

Deberán conectarse y desconectarse sin tensión las conexiones eléctricas.

Se recomienda el impulso de nuevos proyectos para obtener nuevos bancos de laboratorio ya que la neumática y la electroneumática son un pequeño campo de la automatización puesto que en conjunto con la hidráulica, electrónica, controladores lógicos programables llevaría en la formación técnica del estudiante, de una manera sencilla y pedagógica, permitiéndole tener un amplio conocimiento de los procesos industriales existentes en el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <http://materias.fi.uba.ar/6653/material/02Introduccion.pdf>
- [2] http://www.sapiensman.com/control_automatico/control_automatico6.htm
- [3] <http://www.buenastareas.com/ensayos/Ventajas-y-Desventajas-De-La-Automatizaci%C3%B3n/179169.html>
- [4] <http://merinosanjuan.net/mauricio/Control/apuntes%20de%20automatismos.pdf>
- [5] EMAPAL. Diseño y construcción Control Automático de caudal de agua en EMAPAL. Capitulo1
- [6] Sistemas de control secuencial (Universidad de Oviedo)
- [7] http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/hernandez_s_f/capitulo5.pdf
- [8] Catálogo Parker Hannifin Latin America Group. Cia Ltda.
- [9] http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/hernandez_s_f/capitulo5.pdf
- [10] GUZMAN,G. Villavicencio,S Diseño y construcción de un panel didáctico multifuncional electroneumático utilizando elementos de última generación y desarrollo de una guía para prácticas de capacitación para la empresa Ecuainsetec (Tesis)
- [11] GUTIERREZ, M.Electroneumática CIM.
- [12] Elementos de electroneumática y mando electroneumático. Unidad 7 SCS.
- [13] TOMÁS, F. VALIENTE. Apuntes de electroneumática básica, Centro: I.E.S.
- [14] Acosta, R.Neumática y Electroneumática.
- [15] <http://www.pedrolo.com/index.php/bonsai/42-bonsai/101-logo-230rc-de-siemens>.
- [16] Manual LOGO! SIEMENS 2003
- [17] Documentación del usuario SIEMENS LOGO!Soft Comfort versión1pag 38.

- [18] ULRICH, Karl T. Diseño y desarrollo de productos. 3 ed. México: McGraw Hill, 2004.
- [19] TERRAZAS, ALENCASTRE, Perú 2007
- [20] Catalog PCC-4/USA. PneumaticLogic&Controls.
- [21] <http://www.slideshare.net/n.ando/mecnica-de-los-fludospresion>.
- [22] <http://www.tpcpneumatics.com/data/catalog/pc2.pdf>
- [23] <http://www.conekfit.com/en-p1-1.htm>
- [24] <http://www.intor.com.ar/images/productos/producto9.pdf>
- [25] http://www.unitech.com.ec/modelos/2008-08-181219091844E_PG.pdf

BIBLIOGRAFÍA

- BOLZERN, P. Fundamentos de Control Automático.3ra.ed. España: Mc Graw Hill, 2009.
- FESTO. Equipo TP 201 – Nivel básico Formación básica en Electroneumática - Equipos de Prácticas - Neumática - Equipos de prácticas - Productos - Festo Didactic_files, 2003.(Catálogo)
- GUZMAN G, VILLAVICENCIO S. Diseño y construcción de un panel didáctico multifuncional Electro Neumático utilizando elementos de última generación y desarrollo de una guía para prácticas de capacitación para la empresa ECUAINSETEC. EPN. Quito, 2010. (Tesis)
- MILLAN, S. Automatización, neumática y electroneumática. España: Marcombo Terrasa, 1995.
- OGATA, K. Ingeniería de Control Moderna.4ta. ed. México: Prentice - Hall: 2005.
- PARKER. Hannifin Latin America Group. Cia Ltda: AcademicPress, 2010.(Catálogo)
- RODRIGUEZ, M. Desarrollo de Sistemas Secuenciales. España: Paraninfo, 2000.
- .

LINKOGRAFÍA

FUNDAMENTOS DE CONTROL AUTOMÁTICO

<http://pastranamoreno.files.wordpress.com/2011/03/tema-2-leer-antes-de-la-clase.pdf>

http://www.sapiensman.com/control_automatizado/control_automatizado6.htm

Fecha: 2012-12-20

CONTROL SECUENCIAL

<http://www.isa.uniovi.es/~idiaz/SA/Teoria/SA.Tema1.pdf>

<http://www.isa.cie.uva.es/~maria/automatas.pdf>

<http://merinosanjuan.net/mauricio/Control/apuntes%20de%20automatismos.pdf>

Fecha: 2012-11-27

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

http://es.wikipedia.org/wiki/Automatizaci%C3%B3n_industrial

http://www.rocatek.com/forum_automatizacion_industrial.php

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Ventajas-y-Desventajas-De-La-Automatizaci%C3%B3n/179169.html>

Fecha: 2013-01-11

ELECTRONEUMÁTICA CATÁLOGOS

<http://www.iestomasvaliente.edurioja.org/webtecnodocumentos/4automatismos/2-apunteselectroneumatica.pdf>

<http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/00065533001134644153.pdf>

http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/542506_leseprobe.pdf

Fecha: 2013-01-20

FESTO DIDACTIC

<http://www.festo-didactic.com/es-es/productos/equipos-de-practicas/neumatica/equipos-de-practicas/equipo-tp-201-nivel-basico-formacion-basica-en-electroneumatica.htm>

Fecha: 2013-01-20

CATÁLOGO MANÓMETRO

http://www.viaindustrial.com.ec/catalogos_pdf/NEUMATICA/272603.pdf

Fecha: 2013-02-11

ELECTRONEUMÁTICA (TEORÍA)

<http://tecnoautoma.blogspot.com/2008/05/electroneumatica.html>

<http://es.scribd.com/doc/76719554/Electroneumatica-CIM>

<http://www.micro-ingenieria.cl/pdf/021.pdf>

http://formacion.plcmadrid.es/descargas/docs/neumatica/Numatica_Industrial_Parker.pdf

Fecha: 2012-11-30

SIMBOLOGÍA NEUMÁTICA

<http://es.scribd.com/doc/7192936/Simbolos-y-Diagramas>

Fecha: 2013-02-20

SIMBOLOGÍA ELÉCTRICA

www.moeller.es/descarga.php?file=public/37/...Contactores...reles...

Fecha: 2013-02-20

COMPONENTES DE UN SISTEMA NEUMÁTICO

http://galia.fc.uaslp.mx/~cantocar/automatas/PRESENTACIONES_PLC_PDF_S/29_NEUMATICA1.PDF

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

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/hernandez_s_f/capitulo5.pdf

Fecha: 2012-12-26