



INSTITUTO SUPERIOR
UNIVERSITARIO

SUCE

**GUÍA GENERAL DE ESTUDIO
DE ELECTRONEUMÁTICA**



Guía General de Estudio de Electroneumática

Edgar Javier Cajas Oña

Esteban Alexander González Quinga

Alex Santiago Guanoquiza Guanoquiza

Rubén Darío Tirira Chulde

2026

Esta publicación ha sido sometida a revisión por pares académicos específicos por:

Óscar Wladimir Gómez Morales
Universidad Estatal Península de Santa Elena

Corrección de estilo:

- Edgar Javier Cajas Oña - Docente – Sucre

Diseño y diagramación:

- Freddy Javier Centeno Martínez - Docente - Sucre

Editorial RIMANA

Primera Edición
Quito – Ecuador

INSTITUTO SUPERIOR UNIVERSITARIO SUCRE

ISBN: 978-9942-590-12-1

Esta publicación está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional.



MISIÓN

Ser una Institución Superior Universitaria con estándares de calidad académica e innovación, reconocida a nivel nacional con proyección internacional.

VISIÓN

Formamos profesionales competentes con espíritu emprendedor, capaces de contribuir al desarrollo integral del país.

Los contenidos de este trabajo están sujetos a una licencia internacional Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 (CC BY-NC-SA 4.0). Usted es libre de Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato. Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material citando la fuente, bajo los siguientes términos: Reconocimiento- debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. No Comercial-no puede hacer uso del material con propósitos comerciales. Compartir igual-Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original. No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



**Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual
4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)**

Usted acepta y acuerda estar obligado por los términos y condiciones de esta Licencia, por lo que, si existe el incumplimiento de algunas de estas condiciones, no se autoriza el uso de ningún contenido.

Índice

Presentación de la asignatura	7
Resultados del aprendizaje	7
UNIDAD 1 ELEMENTOS ELECTRONEUMÁTICOS DE TRABAJO Y DE MANDO. 8	
Sistema neumático	8
Propiedades físicas del aire	8
Magnitudes fundamentales.....	9
Leyes de la Compresión.....	10
Ejercicios – Leyes de compresión	11
Generación del Aire Comprimido	13
Elección de un Compresor	14
Ejercicio – Elección de un compresor.....	14
Actuadores.....	16
Válvulas Neumáticas	17
Accionamientos	17
Cilindro simple efecto controlado por una válvula 3/2	18
Cilindro de doble efecto controlado por una válvula 5/2.....	19
Diagrama tiempo movimiento	19
Electroválvulas	20
UNIDAD 2 DISEÑO DE CIRCUITOS BÁSICOS ELECTRONEUMÁTICOS	22
Circuitos electroneumático	22
Cilindro doble efecto	22
Electroválvula 5/2	22
Manguera neumática azul.....	22
Disyuntor de dos polos (fase y neutro)	23
Pulsadores	23
Relés	23
Temporizadores ON delay.....	24
Fuente alimentación.....	24
Conectores tipo banana macho y hembra.....	24
Prácticas de Laboratorio	25
Objetivo	32
UNIDAD 3: MÉTODO SISTEMÁTICOS PARA DISEÑOS	36

Método Cascada	36
Método Paso a Paso.....	39
Método Grafcet (Gráficas de control de etapas y transiciones)	42
UNIDAD 4: APLICACIONES ELECTRONEUMÁTICAS CON PLC	45
PLC LOGO V8	45
LOGO! Soft Comfort versión 8.4.....	45
HMI Kinco Green Series	45
Software KINCO DTOOLS	46
Simulación del sistema de control electroneumático utilizando PLC LOGO y pantalla HMI “KINCO”	46
Procedimiento	46
PLC DELTA.....	49
Software ISPSOft para programación del PLC Delta.....	49
Software DOPSOft para diseño de la interfaz HMI	49
Simulación del sistema de control electroneumático utilizando PLC y pantalla HMI DELTA.....	50
Procedimiento	50
PLC S7-1200.....	52
Pantalla HMI KTP400	52
TIA Portal V17	53
Simulación del sistema de control electroneumático utilizando PLC y pantalla HMI SIEMENS	53
Procedimiento	53
HMI TOUCH.....	58
Simulación del sistema de control electroneumático utilizando PLC y pantalla HMI TOUCH.....	58
Procedimiento	58
Autoevaluación.....	62
Referencias Bibliográficas	65

Presentación de la asignatura

La asignatura de Electroneumática forma parte importante de la formación técnica en el campo de la automatización industrial, su propósito es integrar los principios de la neumática y la electricidad para el control de sistemas automáticos aplicados en la industria, por ende, los estudiantes adquieren conocimientos sobre circuitos y aplicaciones sobre componentes como válvulas, sensores, actuadores y controladores eléctricos.

Mediante el estudio teórico y la práctica en laboratorio, se desarrollan competencias para diseñar, e implementar circuitos electroneumáticos con el fin de promover la resolución de problemas reales de automatización. La asignatura promueve el aprendizaje basado en la experiencia, la creatividad y el trabajo en equipo, además, impulsa la comprensión de los procesos industriales automatizados y el uso eficiente de la energía; ésta asignatura prepara al futuro profesional para fortalecer su capacidad de diseñar soluciones automatizadas, optimizar procesos industriales y aplicar tecnologías emergentes en sistemas de control neumático y eléctrico.

Resultados del aprendizaje

Analiza los principios básicos de un sistema neumático, sus componentes y aplicaciones industriales.

Aplica los principios de sistemas electroneumáticos en esquemas de control automatizado.

Aplica sistemas electroneumáticos complejos en procesos industriales avanzados.

Diseña aplicaciones electroneumáticas con PLC's en problemas industriales. Aprendizaje transversal.

UNIDAD 1 ELEMENTOS ELECTRONEUMÁTICOS DE TRABAJO Y DE MANDO

Sistema neumático

Son sistemas que emplean aire u otros gases para transmitir señales o potencia; en neumática, la tecnología se centra principalmente en el uso del aire comprimido para automatizar procesos industriales, considerando que los circuitos neumáticos transforman la energía del aire comprimido en movimiento mecánico.

Propiedades físicas del aire

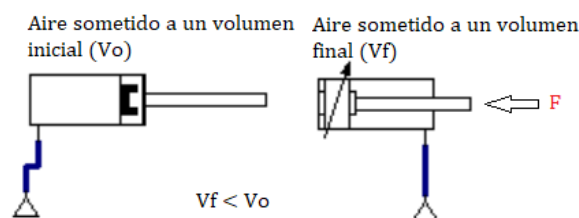
El aire es:

- Insípido: Que tiene poco o ningún sabor.
- Inodoro: No tiene olor.
- Incoloro: No tiene color.

Compresibilidad

El aire permite reducir su volumen cuando está sujeto a la acción de fuerza exterior, ver Figura 1.

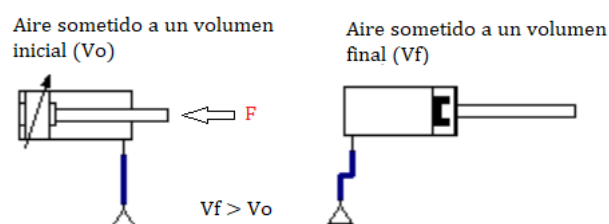
Figura 1 Proceso compresibilidad



Elasticidad

Es la propiedad del aire que le permite recuperar su volumen original cuando deja de actuar la fuerza que lo comprimió, ver Figura 2.

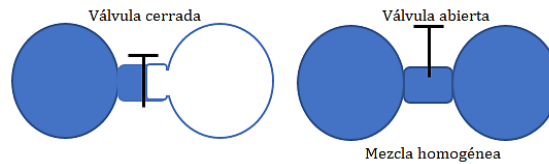
Figura 2 Proceso de Elasticidad



Difusibilidad

Es la propiedad de los gases de dispersarse y mezclarse homogéneamente con otros gases, ver Figura 3.

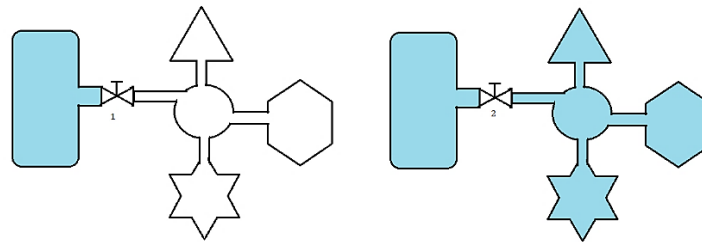
Figura 3 Proceso de Difusibilidad



Expansibilidad

Propiedad del aire que le permite ocupar totalmente el volumen de cualquier recipiente, adquiriendo su forma, ver Figura 4.

Figura 4 Proceso de Expansibilidad



Magnitudes fundamentales

Se considera el caudal y la presión como magnitudes fundamentales de la neumática.

Caudal

Es el volumen de fluido que pasa por una determinada sección transversal de una tubería o conductor por cada unidad de tiempo.

$$Q = v * S$$

Donde:

v = velocidad

S = Sección

Las unidades de medida más usadas son:

$$\frac{m^3}{h}, \frac{l}{min}, CFM(\text{pies cubicos por minut}) 1CFM = 1,699 \frac{m^3}{h}$$

Presión

Es la razón de la fuerza por la superficie que recibe su acción.

$$\text{Presión} = \frac{\text{Fuerza}}{\text{Superficie}}$$

En la Tabla 1 se observa las unidades de presión:

Tabla 1 Unidades de presión

	1atm	1mm Hg	1 Torr	$1 \frac{N}{m^2}$	1 Pascal	1 Bar
1atm	1	760	760	$1,013 \times 10^5$	$1,013 \times 10^5$	1.013
1mm Hg	$1,32 \times 10^{-3}$	1	1	$1,33 \times 10^2$	$1,33 \times 10^2$	$1,33 \times 10^{-3}$
1 Torr	$1,32 \times 10^{-3}$	1	1	$1,33 \times 10^2$	$1,33 \times 10^2$	$1,33 \times 10^{-3}$
$1 \frac{N}{m^2}$	$9,87 \times 10^{-6}$	$7,50 \times 10^{-3}$	$7,50 \times 10^{-3}$	1	1	10^{-5}
1 Pascal	$9,87 \times 10^{-6}$	$7,50 \times 10^{-3}$	$7,50 \times 10^{-3}$	1	1	10^{-5}
1 Bar	$9,87 \times 10^{-1}$	$7,50 \times 10^2$	$7,50 \times 10^2$	$10^5 \frac{N}{m^2}$	$10^5 \frac{N}{m^2}$	1

Presión absoluta

Se mide con respecto al cero absoluto.

$$P_{abs} = P_{ma} + P_{atm}$$

Donde:

$$P_{abs} = \text{presión absoluta}$$

$$P_{ma} = \text{presión manométrica}$$

$$P_{atm} = \text{presión atmosférica} = 1.013 \text{ bar}$$

Presión manométrica o relativa

Se mide con respecto a la presión atmosférica; es decir su valor cero corresponderá al valor de la presión atmosférica absoluta.

Leyes de la Compresión

Ley de Boyle-Mariotte

A temperatura constante, el volumen ocupado por una masa gaseosa está en razón inversa con la presión.

$$P_2 = \frac{P_1 * V_1}{V_2}$$

Ley de Gay Lussac

A volumen constante, menciona que al aumentar la temperatura aumenta la presión de forma proporcional.

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

Ley de Charles

A presión constante, su volumen aumenta proporcionalmente a la temperatura en Kelvin.

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

Ley de los Gases Perfectos

La temperatura, el volumen y la presión se relacionan de la siguiente manera:

$$\frac{P * V}{T} = mR$$

Donde:

P = presión absoluta (atm)

V = volumen (litros)

T = temperatura (°K)

m = masa del gas (Kg)

R = constante universal de gases $0,082 \frac{l*atm}{°K*Kg}$

$$\frac{P_1 * V_1}{T_1} = \frac{P_2 * V_2}{T_2}$$

Ejercicios – Leyes de compresión

Un gas ocupa un volumen constante y ejerce una presión de 800 mmHg cuando se encuentra a 30 °C.

¿A qué temperatura deberá ajustarse el gas para que su presión disminuya a 650 mmHg?

Ley de Gay-Lussac

Datos:

$$P_1 = 800 \text{ mmHg}$$

$$P_2 = 650 \text{ mmHg}$$

$$T_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C} = 30 + 273,15 \text{ }^\circ\text{K} = 303,15 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$T_2 = ?$$

$$\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

$$T_2 = \frac{P_2 * T_1}{P_1}$$

$$T_2 = \frac{(650 \text{ mmHg}) * (303,15 \text{ }^\circ\text{K})}{800 \text{ mmHg}} = 246,30 \text{ }^\circ\text{K}$$

$$T_2 = 246,30 - 273,15 = -26,84 \text{ }^\circ\text{C}$$

Un recipiente completamente sellado contiene aire con una presión manométrica de 5 bar y un volumen inicial de 10 litros. Si el volumen del recipiente disminuye hasta 2,5 litros, manteniendo la temperatura constante, ¿cuál será la nueva presión absoluta y la presión manométrica del gas?

Ley de Boyle – Mariotte

Datos:

$$P_{man1} = 5 \text{ bar}$$

$$P_{atm} = 1,013 \text{ bar}$$

$$P_{abs1} = 5 + 1,013 = 6,013 \text{ bar}$$

$$V_1 = 10 \text{ L}$$

$$V_2 = 2,5 \text{ L}$$

$$P_{abs2} = ?$$

$$P_{man2} = ?$$

$$P_1 * V_1 = P_2 * V_2$$

$$P_{abs1} * V_1 = P_{abs2} * V_2$$

$$P_{abs2} = \frac{P_{abs1} * V_1}{V_2}$$

$$P_{abs2} = \frac{6,013 \text{ bar} * 10 \text{ L}}{2,5 \text{ L}} = 24,052 \text{ bar}$$

$$P_{man2} = P_{abs2} - P_{atm}$$

$$P_{man2} = 24,052 \text{ bar} - 1,013 \text{ bar} = 23,039 \text{ bar}$$

En un depósito cerrado, una cierta cantidad de gas ocupa inicialmente 15 litros a una temperatura de 300 °C, bajo una presión constante. Si la temperatura del gas desciende hasta 180 °C, ¿qué nuevo volumen ocupará el gas?

Ley de Charles

Datos:

$$V_1 = 15 \text{ L}$$

$$T_1 = 300 \text{ °C} = 300 + 273,15 \text{ °K} = 573,15 \text{ °K}$$

$$T_2 = 180 \text{ °C} = 180 + 273,15 \text{ °K} = 453,15 \text{ °K}$$

$$V_2 = ?$$

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V_2 = \frac{V_1 * T_2}{T_1}$$

$$V_2 = \frac{15 \text{ L} * 453,15 \text{ °K}}{573,15 \text{ °K}} = 11,85 \text{ L}$$

Generación del Aire Comprimido

El elemento principal para el sistema de generación de aire comprimido es el compresor, ver Figura 5.

Figura 5 Compresor



Elección de un Compresor

La utilización de uno u otro tipo de compresor dependerá, en gran medida, de las necesidades de la instalación en cuanto a caudal y presión del aire comprimido, siendo importante también conocer el campo de aplicación de cada tipo de compresor.

$$Q_{consumo} = Cs \sum_{i=1}^n Q_{Esp.i} * Cui$$

$$Q_{compresor} = Cs * Cmf * Cma * CSS * \sum_{i=1}^n Q_{Esp.i} * Cui$$

Donde:

Q Esp: caudal específico

Cu: factor de uso

Cs: factor de simultaneidad

Cma: factor de expansión

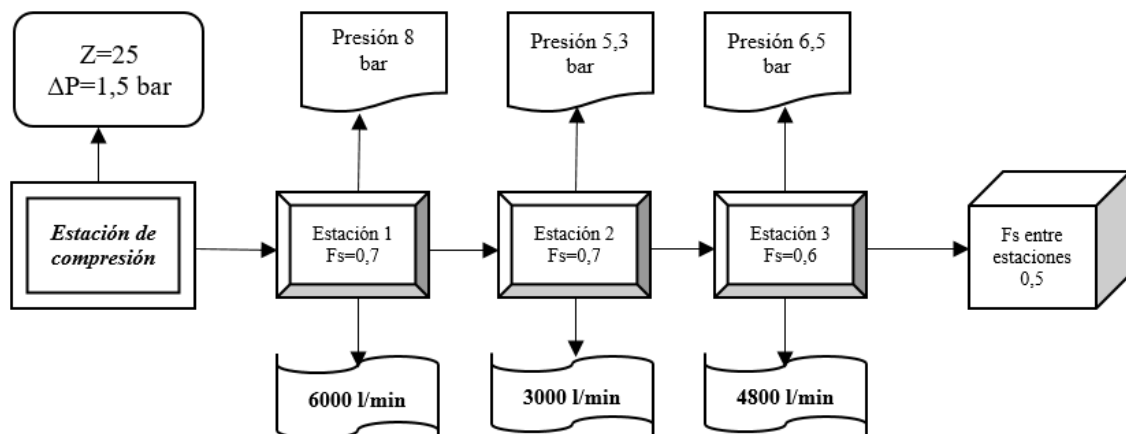
Cmf: factor de fugas

Css: Factor de funcionamiento del compresor

Ejercicio – Elección de un compresor

Para la siguiente aplicación, se requiere determinar el tipo de compresor adecuado, así como su potencia en HP. Además, debe calcularse el volumen necesario del acumulador y sus dimensiones, considerando un coeficiente de seguridad de $C_{ss} = 1,2$, ver Figura 6.

Figura 6 Estación de compresión



Los datos del ejercicio se visualiza en la Tabla 2.

Tabla 2 Datos del ejercicio

Estación	Factor de simultaneidad F_s	Caudal (L/min)	Presión (bar)
1	0,7	6000	8
2	0,7	3000	5,3
3	0,6	4800	6,5

Factor de simultaneidad entre estaciones $F_{stotal} = 0,5$

Factor de seguridad del sistema $C_{ss} = 1,2$

Diferencia de presión en estación de compresión $\Delta P = 1,5 \text{ bar}$

Frecuencia de descarga del acumulador $Z = 25 \left(\frac{1}{h}\right)$

En la Tabla 3 se desarrolla el cálculo del caudal efectivo por estación.

Tabla 3 Caudal efectivo

Estación	Caudal efectivo (L/min)
	$Q_i = \text{Caudal} * F_s$
1	$6000 * 0,7 = 4200$
2	$3000 * 0,7 = 2100$
3	$4800 * 0,6 = 2880$

$$Q_{total} = 4200 + 2100 + 2880 = 9180 \frac{l}{min}$$

$$Q_{ajustado} = Q_{total} * F_{stotal} * C_{ss}$$

$$Q_{ajustado} = 9180 \frac{l}{min} * 0,5 * 1,2 = 5508 \frac{l}{min}$$

$$Q_{ajustado} = \frac{5508}{1000} = 5,508 \frac{m^3}{min}$$

Calcular la potencia:

$$\text{Potencia (KW)} = \frac{P * V}{600}$$

$$P_{prom} = \frac{8 + 5,3 + 6,5}{3} = 6,6 \text{ bar}$$

$$Potencia (KW) = \frac{6,6 \text{ bar} * 5,508 \frac{m^3}{min}}{600} = 60,588 \text{ mW} = 60.588KW$$

$$1KW = 1,341 \text{ HP}$$

$$Potencia (HP) = 60,588 * 1,341 = 81,2485 \text{ HP}$$

Volumen del acumulador:

$$V = \frac{Q * 60}{Z * \Delta P}$$

$$V = \frac{5,508 * 60}{25 * 1,5} = 8,8128 \text{ m}^3$$

Dimensión del acumulador:

$$V = 6\pi r^3$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{V}{6\pi}}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{8,8128 \text{ m}^3}{6\pi}} = 0,7761 \text{ m}$$

$$h = 6r, \text{ altura}$$

$$h = 6 * 0,7761 = 4,6566 \text{ m}$$

$$d = 2r, \text{ diámetro}$$

$$d = 2 * 0,7761 = 1,5 \text{ m}$$

Actuadores

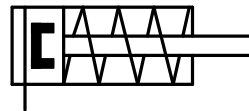
La fuerza producida por los actuadores neumáticos depende directamente de la presión del aire comprimido y del área sobre la cual dicha presión ejerce su acción, estos actuadores pueden ser lineales y rotativos.

$$Fuerza = Presión * Área$$

Cilindro de simple efecto

Se caracteriza por disponer de una sola entrada de trabajo, a través de la cual ingresa y se libera el aire comprimido, mientras que un resorte interno permite el retorno del actuador a su posición inicial, ver Figura 7.

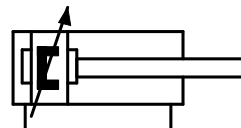
Figura 7 Cilindro de simple efecto



Cilindro de doble efecto

Se caracteriza por incorporar dos puertos de trabajo, mediante los cuales el aire comprimido se suministra y se descarga para controlar el movimiento del actuador, ver Figura 8.

Figura 8 Cilindro de doble efecto

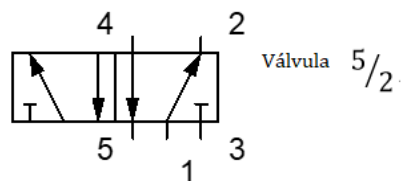


Válvulas Neumáticas

Las válvulas neumáticas son dispositivos que regulan el flujo de aire comprimido dentro de un sistema neumático y se presentan de la siguiente forma: $5/2, 3/2$

Donde, el primer dígito indica el número de vías, sean estos de alimentación, de salidas o de escapes y el segundo dígito indica el número de posiciones de la válvula, ver Figura 9.




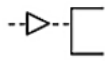




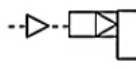









Figura 9 Válvula neumática 5/2



Accionamientos

Un mando o accionamiento es el mecanismo que hace que una válvula cambie de posición, estos pueden ser de cuatro tipos: manuales, mecánicos, neumáticos y eléctricos, ver Tabla 4.

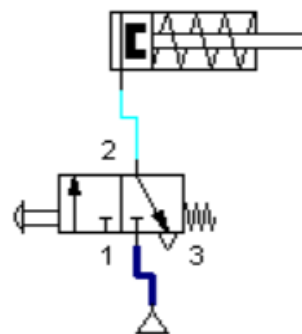
Tabla 4 Accionamientos manuales, mecánicos, neumáticos y eléctricos

Manuales		Mecánicos	Neumáticos	Eléctricos
General	Palanca	Émbolo o vástago	Aire	Solenoide
				
Botón pulsador	Pedal	Resorte	Aire	Solenoide y servopilotaje
				
Pulsador de tracción	Pedal	Rodillo	Aire	
				
Pulsador de empuje-tracción	Botón giratorio	Rodillo	Con anclaje (retención)	
				

Cilindro simple efecto controlado por una válvula 3/2

Una válvula 3/2 posee dos posiciones, abierta o cerrada y se utiliza para controlar un cilindro de doble efecto. En la posición normal la válvula está cerrada mientras que en la posición conmutada la válvula está abierta, por lo tanto, el botón debe estar apretado para que el vástago salga, ver Figura 10.

Figura 10 Cilindro simple efecto controlado por V3/2



Cilindro de doble efecto controlado por una válvula 5/2

Una válvula 5/2 siempre está abierta y se usa para controlar un cilindro de doble efecto, en la posición normal la válvula permite el paso del aire hacia el puerto de salida 2, mientras que en la posición conmutada permite el paso de aire hacia el puerto de salida 4, ver Figura 11.

Figura 11 Cilindro de doble efecto controlado por V5/2

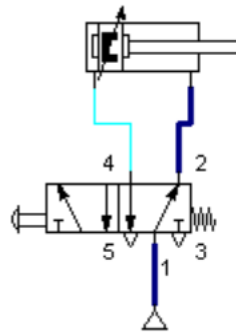
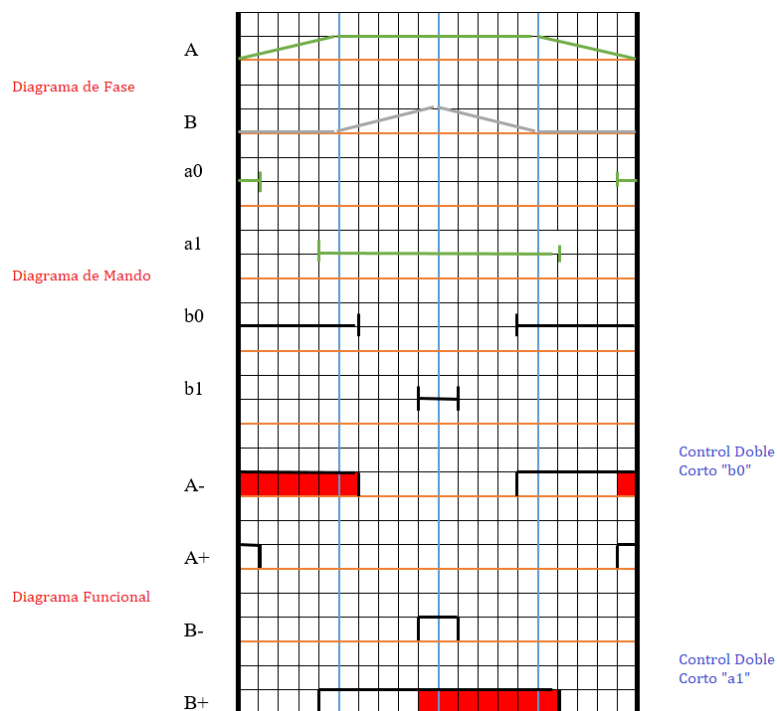


Diagrama tiempo movimiento

Este diagrama nos permite identificar el control doble, el lugar donde la señal se corta y a su vez representa el estado dinámico del circuito de mando, ver Figura 12.

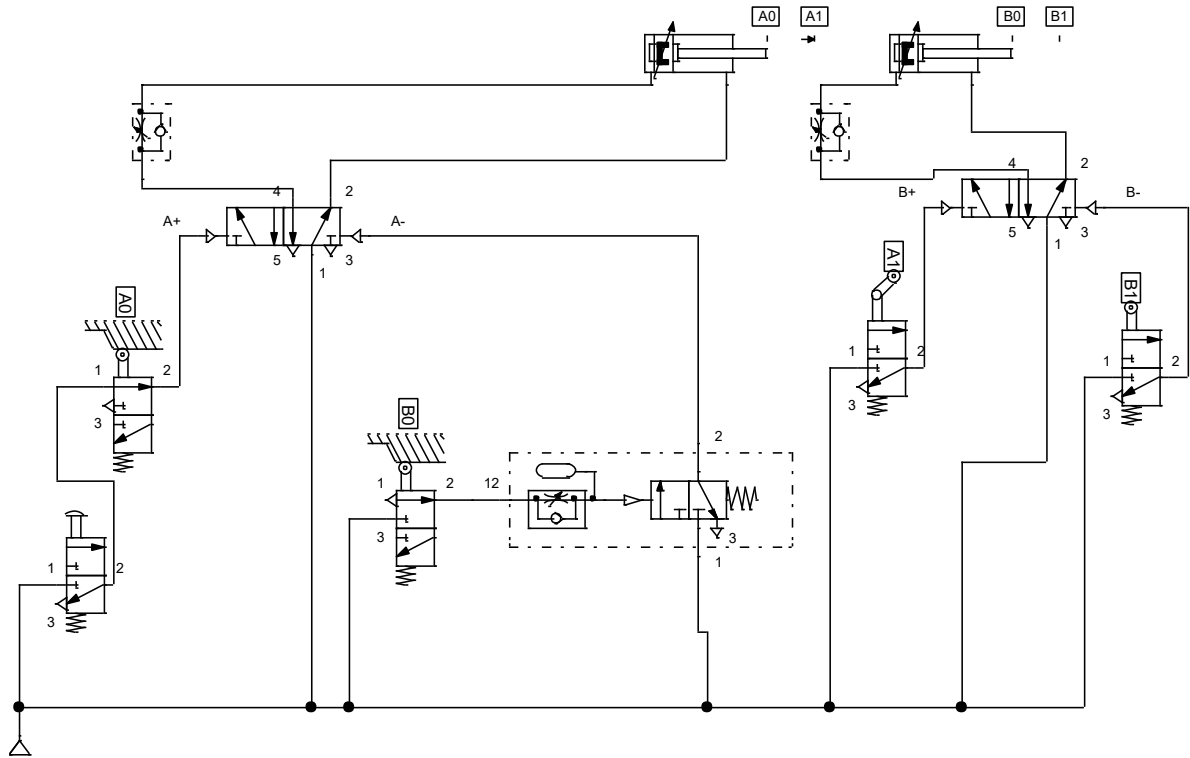
Secuencia: A+ B+ B- A-

Figura 12 Diagrama tiempo movimiento



Como norma: si las señales a cortar son a0, b0, c0 ... se utiliza temporizadores y si las señales a cortar son a1, b1, c1... se utiliza abatibles, ver Figura 13.

Figura 13 Circuito neumático



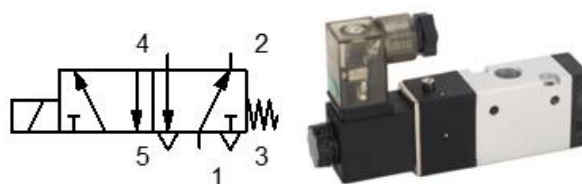
Electroválvulas

Es una válvula que funciona con electricidad para abrir o cerrar el paso de un líquido o gas dentro de una tubería, esta válvula se controla mediante una corriente eléctrica que activa una bobina llamada solenoide.

Electroválvula monoestable

Estas electroválvulas tienen una sola bobina también llamada solenoide, y se reposicionan automáticamente mediante muelle en el momento que deja de actuar eléctricamente sobre el solenoide, ver Figura 14.

Figura 14 Diagrama electroválvula monoestable



Electroválvula biestable

Las electroválvulas biestables disponen dos bobinas, una a cada lado; cuando se deja de actuar sobre una de ellas la válvula queda en la misma posición, siendo necesaria la actuación sobre la bobina contraria para que la válvula se invierta.

Figura 15 Diagrama electroválvula biestable



UNIDAD 2 DISEÑO DE CIRCUITOS BÁSICOS ELECTRONEUMÁTICOS

Circuitos electroneumático

Los circuitos electroneumático combina el control eléctrico y la acción neumática para automatizar movimientos lineales, bajo este criterio se controla un cilindro de doble efecto mediante una electroválvula 5/2 vías con una bobina eléctrica (1Y).

Cilindro doble efecto

Es un actuador neumático que transforma la energía del aire comprimiendo en movimiento lineal, tiene dos entradas de aire, una para extender el vástago y otra para retraerlo, ver Figura 16.

Figura 16 Cilindro doble efecto



Electroválvula 5/2

Es una válvula neumática con 5 vías y 2 posiciones que controla el sentido del aire comprimido, permitiendo invertir el movimiento de un actuador de doble efecto mediante una señal eléctrica, ver Figura 17.

Figura 17 Electroválvula 5/2



Manguera neumática azul

Se utiliza para la conducción de aire comprimido en sistemas neumáticos, ver Figura 18.

Figura 18 Manguera neumática



Disyuntor de dos polos (fase y neutro)

Es un interruptor automático que protege simultáneamente dos conductores (fase y neutro o dos fases) contra sobrecargas y cortocircuitos, interrumpiendo el circuito cuando detecta una falla, ver Figura 19.

Figura 19 Disyuntor



Pulsadores

Son los elementos de mando del circuito eléctrico y pueden ser pulsador normalmente abierto y pulsador normalmente cerrado, ver Figura 20.

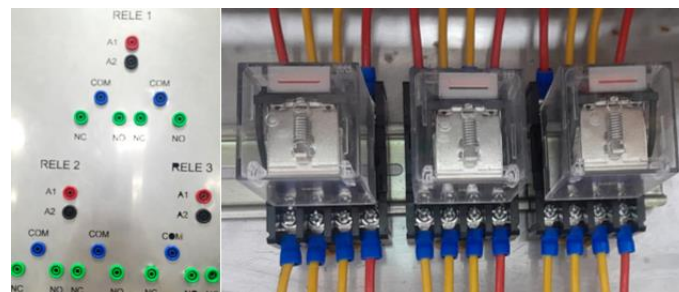
Figura 20 Pulsadores



Relés

Es un interruptor eléctrico accionado por un electroimán que utiliza un voltaje de 24V para controlar otro circuito eléctrico, ver Figura 21.

Figura 21 Relés



Temporizadores ON delay

Dispositivo que retrasa la conexión de un circuito durante un tiempo preestablecido después de que se activa una señal de control, ver Figura 22.

Figura 22 Temporizador ON delay



Fuente alimentación

Proporciona la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento de la bobina de la electroválvula y los dispositivos de control, ver Figura 23.

Figura 23 Fuente DC 24V



Conectores tipo banana macho y hembra

Los conectores tipo banana facilitan uniones fiables y temporales entre partes eléctricas en entornos de laboratorio, son empleados frecuentemente debido a su sencillez para conectar bajo posible riesgo de cortocircuito, ver Figura 24.

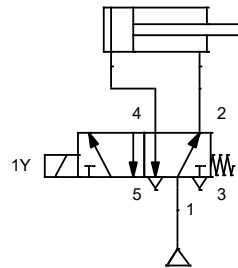
Figura 24 Conectores



Prácticas de Laboratorio

Para el desarrollo de las prácticas se utilizará un cilindro de doble efecto como se observa en la Figura 25, debido a su capacidad de realizar movimientos controlados sea en avance como en el retroceso.

Figura 25 Cilindro de doble efecto



Práctica N° 1: Circuito Básico con Cilindro de doble Efecto

Objetivo

Analizar el principio de funcionamiento del cilindro de doble efecto y su comportamiento durante las fases de extensión y retracción del vástago.

Procedimiento

Al accionar el P1 el contacto 3 – 4 se cierra aplicando tensión en la bobina 1Y, por ende, el vástago del cilindro A sale, mientras al dejar de accionar el P1 abre su contacto y se corta la tensión en 1Y, por lo tanto, el vástago entra.

Materiales

A: Cilindro de doble efecto, 1Y: Electroválvula 5/2, P1: Pulsador momentáneo NA (3–4).

Las Figura 26 y Figura 27 muestran el correcto funcionamiento del sistema y la secuencia de control aplicada.

Figura 26 Circuito de control

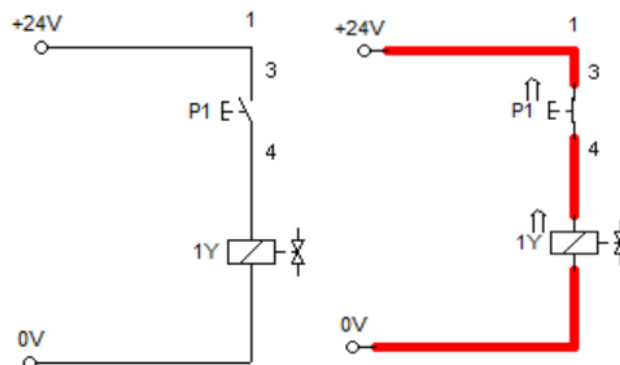
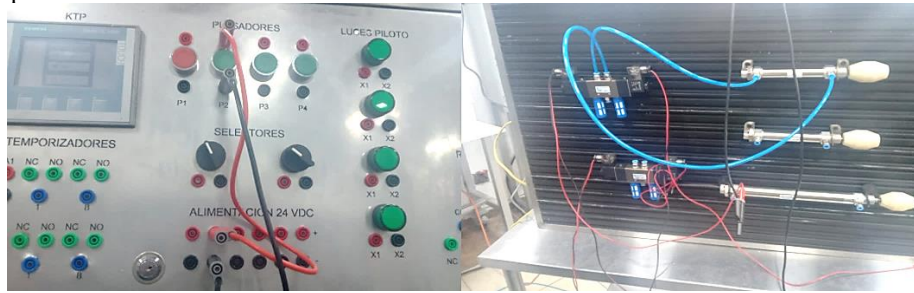


Figura 27 Implementación de la Práctica



Práctica N° 2: Salida y entrada del bastado del cilindro de doble efecto mediante dos pulsadores en paralelo

Objetivo

Comprobar el funcionamiento del circuito electroneumático que permite controlar la salida y entrada del vástago de un cilindro de doble efecto mediante el uso de dos pulsadores en paralelo.

Procedimiento

Al accionar cualquier pulsador P1 o P2 el contacto 3-4 se cierra aplicando tensión a la bobina 1Y, por lo tanto, el bastado del cilindro A sale.

Materiales

A: Cilindro de doble efecto, Electroválvula 5/2 con una bobina 1Y, P1: Pulsador 1, P2: Pulsador 2

Las Figura 28 y Figura 29 se observa el correcto funcionamiento del sistema y la secuencia de control aplicada.

Figura 28 Circuito de control

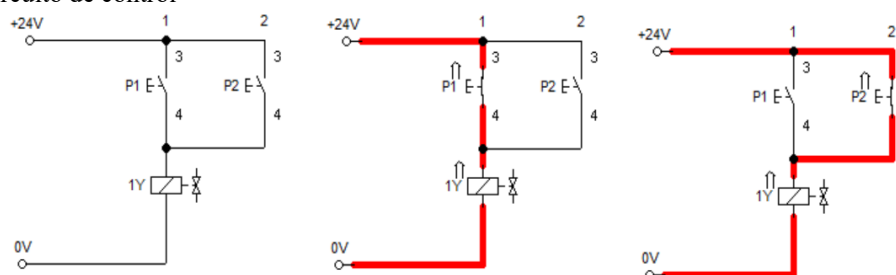


Figura 29 Implementación de la Práctica



Práctica N° 4: Salida y entrada del vástago de un cilindro de doble efecto accionando dos pulsadores a la vez desde dos puntos distintos

Objetivo

Verificar el funcionamiento de un circuito neumático que permita controlar la salida y entrada del vástago de un cilindro de doble efecto mediante la activación simultánea de dos pulsadores ubicados en diferentes puntos.

Procedimiento

Al accionar ambos pulsadores P1 y P2 o P3 y P4 el contacto 3–4 se cierra aplicando tensión en la bobina 1Y, haciendo que el vástago del cilindro A salga, mientras que al dejar de accionar P1 y P2 o P3 y P4 el contacto se abre y se corta la tensión en la bobina 1Y con el fin de que el vástago entre.

Materiales

A: Cilindro de doble efecto, Electroválvula 5/2 con una bobina 1Y, P1: Pulsador 1, P2: Pulsador 2, P3: Pulsador 3, P4: Pulsador 4.

Se observa en la Figura 32 y Figura 33 el correcto funcionamiento del sistema y la secuencia de control aplicada.

Figura 32 Circuito de control

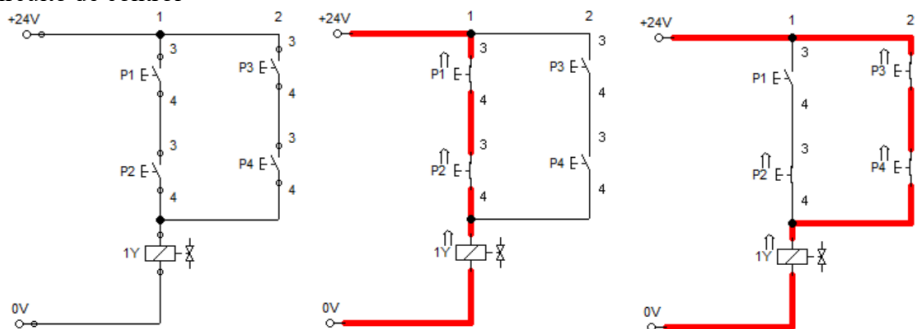


Figura 33 Implementación de la Práctica



Práctica N° 5: Salida y entrada del vástago de un cilindro de doble efecto accionando a través de dos pulsadores en paralelo y a su vez conectado en serie con un tercer pulsador

Objetivo

Implementar un circuito electroneumático y su lógica de mando que permita la salida y entrada del vástago de un cilindro de doble efecto accionado mediante dos pulsadores en paralelo conectados en serie con un tercer pulsador, cumpliendo la secuencia requerida.

Procedimiento

La salida del vástago del cilindro A solo es posible al momento de pulsar P1 y P2 o P1 y P3, mientras que cuando se deja de pulsar el vástago entra.

Materiales

A: Cilindro de doble efecto, Electroválvula 5/2 con una bobina 1Y, P1: Pulsador 1, P2: Pulsador 2, P3: Pulsador 3.

El correcto funcionamiento del sistema y la secuencia de control aplicada se muestra en Figura 34 y Figura 35.

Figura 34 Circuito de control

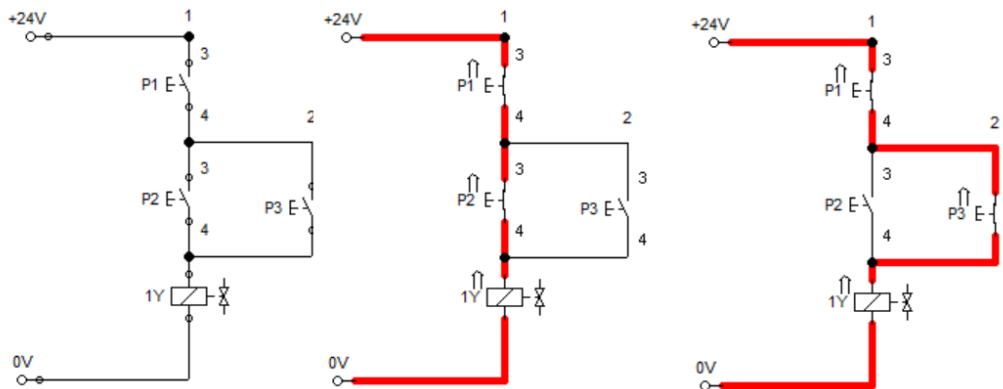


Figura 35 Implementación de la Práctica



Práctica N° 6: Salida y entrada del vástago de un cilindro de doble efecto accionando por impulso momentáneo considerando como prioridad un pulsador de paro sobre el pulsador de marcha

Objetivo

Implementar un circuito electroneumático y su lógica de mando por impulso momentáneo para controlar la salida y entrada del vástago de un cilindro de doble efecto, empleando pulsadores de marcha y paro.

Procedimiento

Al accionar momentáneamente el pulsador de marcha PM cierra el contacto 3-4 aplicando una tensión en la bobina del contacto auxiliar K1 que se autoalimenta por su contacto 3-4. El cierre del contacto 3-4 de K1 aplica tensión a la bobina 1Y con el fin de que el vástago del cilindro A salga, mientras que un impulso momentáneo sobre el pulsador de paro PP devuelve al reposo a K1 y 1Y lo que permite que el vástago entre.

Materiales

A: Cilindro de doble efecto, Electroválvula 5/2 con una bobina 1Y, PM: Pulsador de marcha, PP: Pulsador de paro, K1: contacto auxiliar.

Las Figura 36 y Figura 37 muestran el correcto funcionamiento del sistema y la secuencia de control aplicada.

Figura 36 Circuito de control

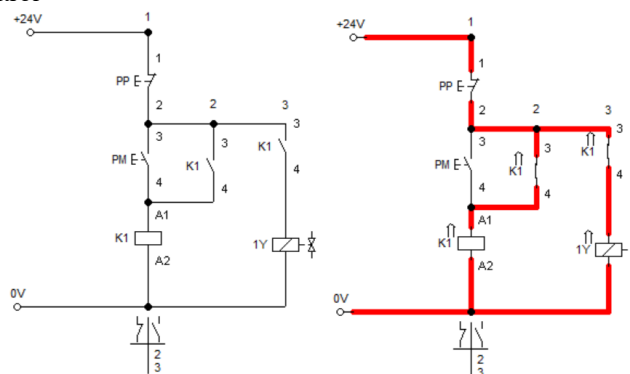


Figura 37 Implementación de la Práctica



Práctica N° 7: Salida y entrada del vástago de un cilindro de doble efecto accionando por impulso momentáneo considerando como prioridad un pulsador de marcha sobre el pulsador de paro

Objetivo

Implementar un circuito electroneumático y su lógica de mando por impulso momentáneo para controlar la salida y entrada del vástago de un cilindro de doble efecto, donde el pulsador de marcha tenga prioridad sobre el pulsador de paro.

Procedimiento

Al accionar momentáneamente el pulsador para salir PS cierra el contacto 3-4 aplicando una tensión en la bobina del contacto auxiliar KA1 que se autoalimenta por su contacto 3-4. El cierre del contacto 3-4 de KA1 aplica tensión a la bobina 1Y con el fin de que el vástago del cilindro A salga, mientras que un impulso momentáneo sobre el pulsador para entrar PE devuelve al reposo a KA1 y 1Y lo que permite que el vástago entre, siempre que el pulsador para salir PS no este accionado al dar la orden de entrada por el pulsador PE.

Materiales

A: Cilindro de doble efecto, Electroválvula 5/2 con una bobina 1Y, PS: Pulsador para salir, PE: Pulsador para entrar, KA1: contacto auxiliar.

El circuito de control y la implementación de la práctica se visualiza en la Figura 38 y Figura 39.

Figura 38 Circuito de control

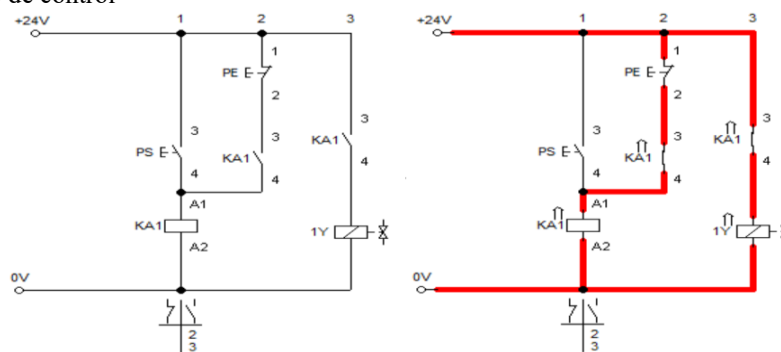
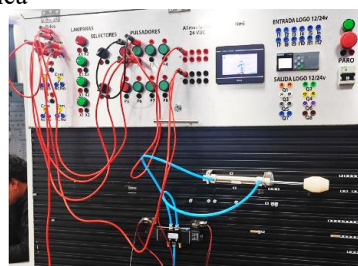


Figura 39 Implementación de la Práctica



Práctica N° 8: Salida y entrada del vástago de un cilindro de doble efecto accionando por dos pulsadores

Objetivo

Implementar un circuito electroneumático y su lógica de mando que permita la salida y entrada del vástago de un cilindro de doble efecto accionado mediante dos pulsadores.

Procedimiento

En posición de reposo está conectado KA1 y autoalimentado por 3-4/KA1 y 1-2/KA2. Al pulsar P1 y P2 conecta KA2 por 3-4/P1 y 3-4/P2 y 3-4/KA2 que se encuentra cerrado. La desconexión de KA1 por apertura de contacto 21-22/KA2 y autoalimentado de KA2 por cierre de su contacto 3-, mientras que la conexión de 1Y por cierre 3-4/KA2. El vástago del cilindro A sale y para que vuelva a entrar se debe soltar P1 y P2, ver Figura 40 y Figura 41.

Materiales

A: Cilindro de doble efecto, Electroválvula 5/2 con una bobina 1Y, P1: Pulsador 1, P2: Pulsador 2, KA1 y KA2: Contactos auxiliares.

Figura 40 Circuito de control

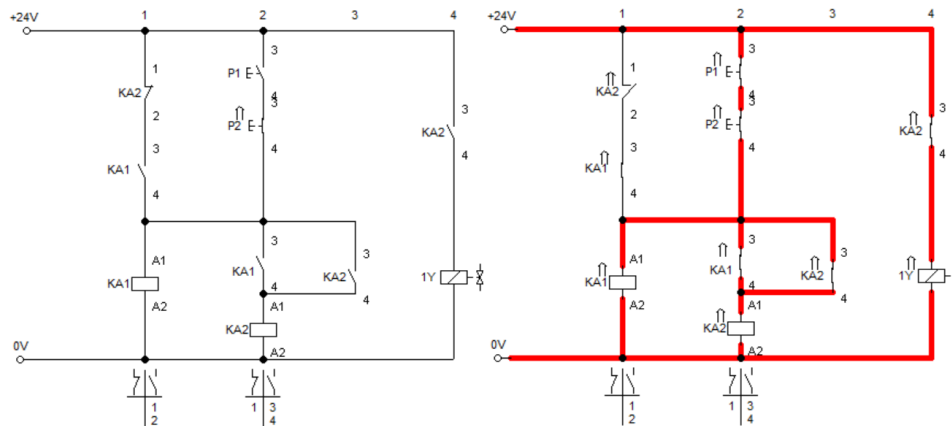


Figura 41 Implementación de la Práctica



Práctica N° 9: Salida y entrada del vástago de un cilindro de doble efecto accionando a dos manos cumpliendo condiciones de simultaneidad y sincronismo, considerando que la actuación de la una mano respecto a la otra no difiera en más de 0,5 segundos

Objetivo

Implementar un circuito electroneumático y su lógica de mando a dos manos que permita la salida y entrada del vástago de un cilindro de doble efecto, asegurando simultaneidad y sincronismo en las acciones.

Procedimiento

Al accionar P1 y P2 conecta KT1 y KT2, pero si la actuación de sobre ambos no difiere en más de 0,5 segundos, los dos temporizadores quedan autoalimentados por el cierre de sus contactos 3-4. El cierre de los contactos 3-4 de KT1 y KT2 conecta 1Y por ende el vástago sale. Si la acción sobre P1 y P2 no tiene lugar en un tiempo menos o igual al ajustado en KT1 y KT2 se produce la apertura de su contacto 1-2 impidiendo la conexión y auto alimentación de KT1 y KT2, con lo que no cierra su contacto 3-4 que impide la conexión de 1Y y la salida del vástago del cilindro A.

Materiales

A: Cilindro de doble efecto, Electroválvula 5/2 con una bobina 1Y, P1: Pulsador 1, P2: Pulsador 2, KT1 y KT2: Contactos auxiliares temporizados a la excitación.

El circuito de control y la implementación práctica realizada en el laboratorio se presentan en la Figura 42 y Figura 43, donde se observa la correcta integración de los componentes del sistema.

Figura 42 Circuito de control

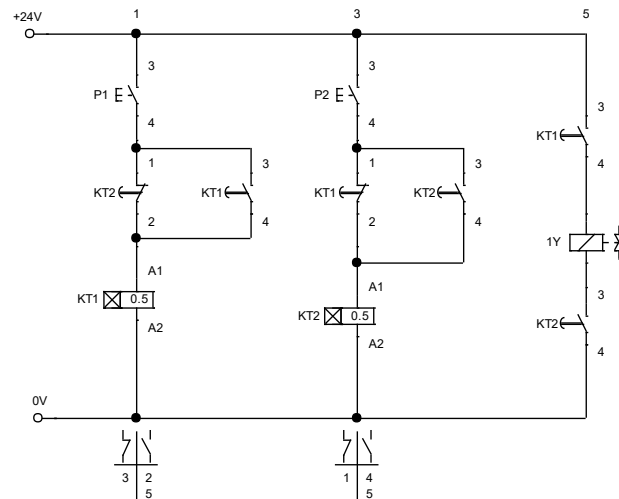


Figura 43 Implementación de la Práctica



Práctica N° 10: Accionamiento y retorno del vástago de un cilindro de doble efecto utilizando una válvula 5/2 con control eléctrico y retardo de tiempo en el avance

Objetivo

Implementar un circuito electropneumático y su lógica de mando con una válvula 5/2 de control eléctrico para el accionamiento y retorno del vástago de un cilindro de doble efecto, incorporando un retardo de tiempo en el avance.

Procedimiento

Cuando se presionan los dos pulsadores (P1 y P2) al mismo tiempo, ambos cierran sus contactos y permiten el paso de corriente hacia el relé temporizado KA1. Al activarse, KA1 mantiene su contacto auxiliar cerrado (3-4), energizando la electroválvula 1Y, que produce el avance del vástago del cilindro de doble efecto; sin embargo, dicho avance no ocurre inmediatamente, porque el circuito incorpora un retardo de tiempo en la activación de 1Y, lo que genera un avance temporizado del cilindro. Una vez transcurrido el tiempo ajustado en el temporizador, 1Y se activa y el cilindro extiende su vástago. Al soltar los pulsadores, el relé KA1 se desenergiza, interrumpe la alimentación de 1Y y activa la electroválvula 2Y, provocando el retorno del vástago por medio de un pulsador P3.

Materiales

A: Cilindro de doble efecto, Electroválvula 5/2 con una bobina 1Y, P1: Pulsador 1, P2: Pulsador 2, KT1: Contactos auxiliares temporizados a la excitación.

En la figura se muestra el circuito de control junto con la implementación práctica desarrollada en el laboratorio.

Figura 44 Circuito de control

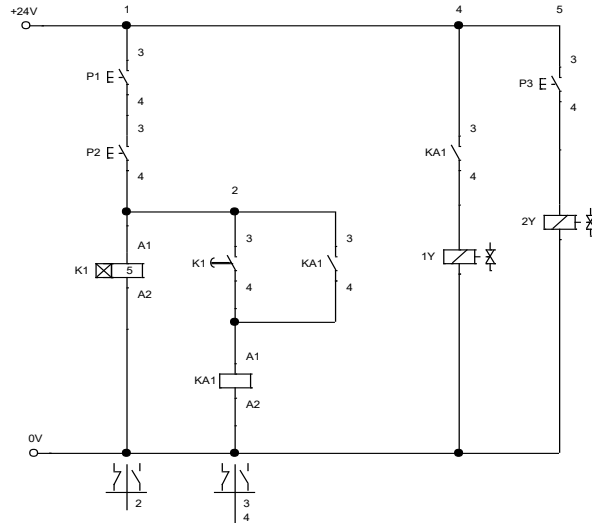


Figura 45 Implementación de la Práctica



UNIDAD 3: MÉTODO SISTEMÁTICOS PARA DISEÑOS

Método Cascada

Técnica de diseño de circuitos para resolver secuencias de automatización, dividiendo la secuencia en grupos de movimientos donde un cilindro no se repite.

Este método simplifica los circuitos complejos utilizando relés para controlar grupos de movimientos, utilizando menos válvulas y relés que el método paso a paso.

Se basa en la lógica de control de grupos y control de secuencias, donde los finales de carrera se encargan de activar el siguiente grupo.

División de grupos

Se divide la secuencia de movimientos de los cilindros en tantos grupos como sea necesario, asegurando que ningún cilindro repita su movimiento dentro del mismo grupo.

Uso de relés

Cada grupo se controla mediante un relé, los relés se activan de forma secuencial, de modo que solo un grupo está activo a la vez.

Líneas de corriente

El método utiliza "líneas de corriente" o "ramas" para organizar los movimientos, cada línea corresponde a un grupo.

Control de grupo

Se utilizan finales de carrera para activar la siguiente línea de corriente (y, por lo tanto, el siguiente grupo) cuando termina el movimiento del grupo actual.

Control de secuencia

Los solenoides controlan las válvulas direccionales que activan los actuadores (cilindros) dentro de cada grupo.

Ejercicio

Utilizando el método en cascada resolver la siguiente secuencia electropneumática A+A-B+B-.

En la **Figura 46** se tiene 3 grupos y para realizar la secuencia se debe conocer quien activa, siempre será el grupo y el final de carrera anterior, mientras que quien desactiva siempre va hacer el grupo siguiente, ver Tabla 5.

Figura 46 Grupos de la Secuencia

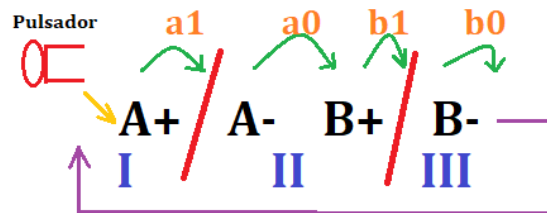





Tabla 5 Secuencia de activación y desactivación

Grupo	¿Quién activa?	¿Quién desactiva?
I	Pulsador +II+b0	II
II	I+a1	III
III	II+b1	I


En la Tabla 6,a la primera columna se le asigna a las bobinas.

Tabla 6 Asignación de bobinas

Grupo	Símbolo
I	 k1
II	 k2
III	 k3


En función a la Tabla 7, la segunda columna a los grupos ya no se les asignan a las bobinas sino van hacer contactos abiertos, ver Tabla 8.

Tabla 8 Asignación de contactos abiertos

¿Quién activa?	Símbolo
Pulsador +II+b0	
I+a1	
II+b1	

Para la tercera columna de la Tabla 5 se asignan contactos cerrados, ver Tabla 9.

Tabla 9 Asignación de contactos cerrados

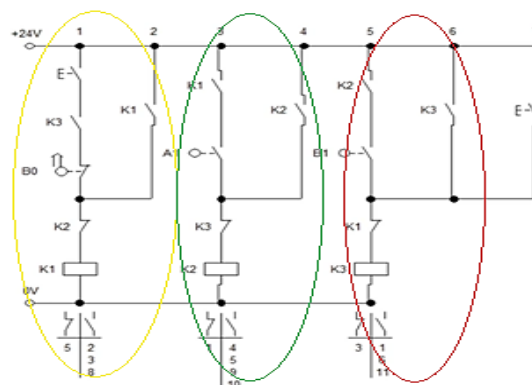
¿Quién desactiva?	Símbolo
I	
II	
III	

En base a la Tabla 10, cada fila es una columna del circuito de control, ver Figura 47.

Tabla 10 Desarrollo del circuito de control

Grupo	¿Quién activa?	¿Quién desactiva?
I	Pulsador +II+b0	II
II	I+a1	III
III	II+b1	I

Figura 47 Circuito de control



En la siguiente Tabla 11 se tiene la asignación de los solenoides y en la Figura 48 se tiene el circuito de control de la activación de los solenoides, mientras que en la Figura 49 se tiene el circuito electroneumático.

Tabla 11 Circuito de control solenoides

Solenoide	¿Quién activa?
A+	I
A-	II
B+	II+a0
B-	III

Figura 48 Circuito de control de la activación de los solenoides

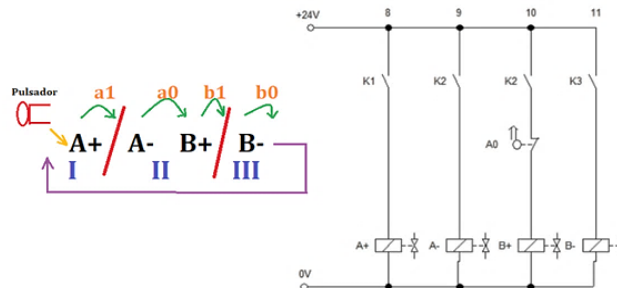
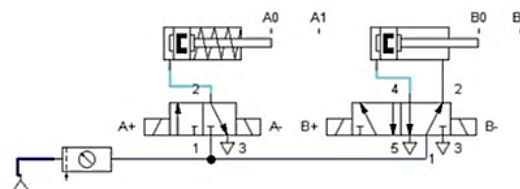


Figura 49 Circuito electroneumático



Método Paso a Paso

El método paso a paso en electroneumática descompone una secuencia de movimiento en etapas individuales, utilizando relés para cada fase y asegurando que cada etapa se complete antes de iniciar la siguiente, a diferencia del método de cascada que agrupa movimientos.

Diseño del método paso a paso

Escribir la secuencia de movimiento.

Separar movimientos simultáneos en etapas.

Definir la condición de activación para cada etapa con pulsadores o finales de carrera.

Asignar un relé a cada etapa.

Conectar los relés en serie y en paralelo para la alimentación (24V) y control de las electroválvulas biestables que activan los movimientos.

Ejercicio

Para resolver el ejercicio electroneumático A+A-B+B- se llena la siguiente Tabla 12 en función a:

¿Quién activa?: es la fase anterior y a su vez el final de carrera anterior.

¿Quién desactiva?: es la fase siguiente, ver Figura 50.

Figura 50 Secuencia electroneumática

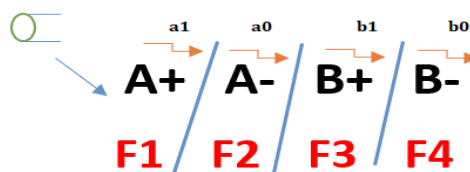


Tabla 12 Activación y desactivación de la secuencia electroneumática

Fase	¿Quién activa?	¿Quién desactiva?
F1	Pulsador +F4+b0	F2
F2	F1+a1	F3
F3	F2+a0	F4
F4	F3+b1	F1


La primera columna de la Tabla 12 representan las bobinas como se puede visualizar en la Tabla 13.

Tabla 13 Representación de las bobinas

Fase	Símbolo
F1	
F2	
F3	
F4	

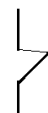
La segunda columna de la Tabla 12 representa los contactos abiertos y sus finales de carrera, ver Tabla 14.

Tabla 14 Asignación de contactos abiertos

¿Quién activa?	Símbolo
Pulsador +F4+b0	
F1+a1	
F2+a0	
F3+b1	

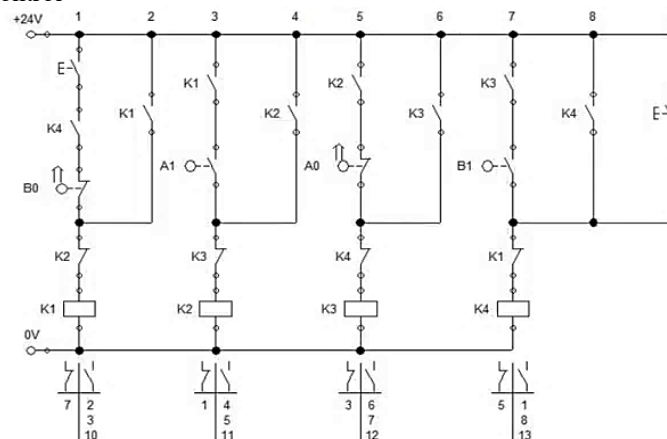
La tercera columna de la Tabla 12 representa los contactos cerrados, ver Tabla 15.

Tabla 15 Asignación de contactos cerrados

¿Quién desactiva?	Símbolo
F2	
F3	
F4	
F1	

Para la secuencia electroneumática planteada se desarrolla el siguiente circuito de control que se observa en Figura 51.

Figura 51 Circuito de control



Realizamos la tabla para los solenoides, considerando que la columna de la Tabla 16 de fases representa los contactos abiertos y en función a estos datos se realiza el circuito de control y electropneumático, ver Figura 52 y Figura 53.

Tabla 16 Asignación de solenoides

Solenoide	¿Quién activa?
A+	F1
A-	F2
B+	F3
B-	F4

Figura 52 Circuito de control para solenoides

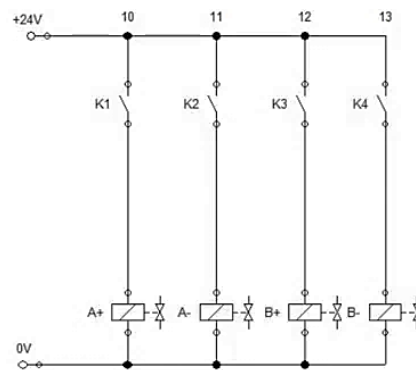
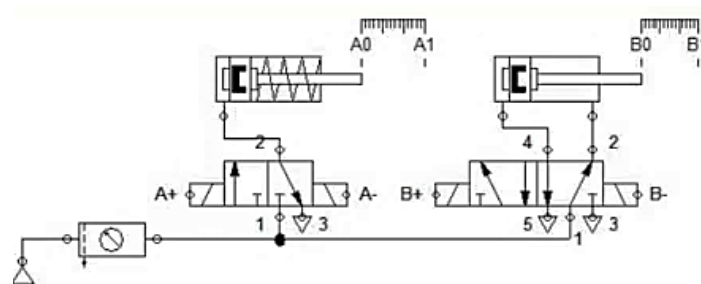


Figura 53 Circuito electropneumático



Método Grafcet (Gráficas de control de etapas y transiciones)

Es un diagrama funcional que describe los procesos a automatizar, teniendo en cuenta las acciones a realizar, y los procesos intermedios que provocan estas acciones.






Reglas de GRAFCET

Etapas: define un estado en el que se encuentra el automatismo. Las etapas de inicio se marcan con un doble cuadrado.

Acción Asociada: define la acción que va a realizar la etapa, por ejemplo, conectar un contactor, desconectar una bobina, etc.

Transición: es la condición o condiciones que, conjuntamente con la etapa anterior, hacen evolucionar el GRAFCET de una etapa a la siguiente, por ejemplo, un pulsador, un detector, un temporizador, ver Tabla 17.

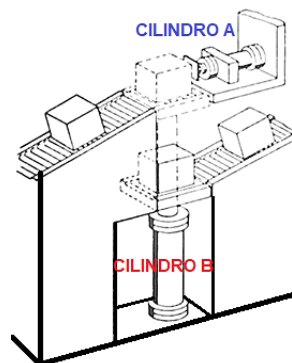
Tabla 17 Símbolos de Grafcet

Descripción	Símbolo
Etapas iniciales	
Etapas normales	
Transiciones	
Uniones orientadas	
Acciones	

Ejercicio

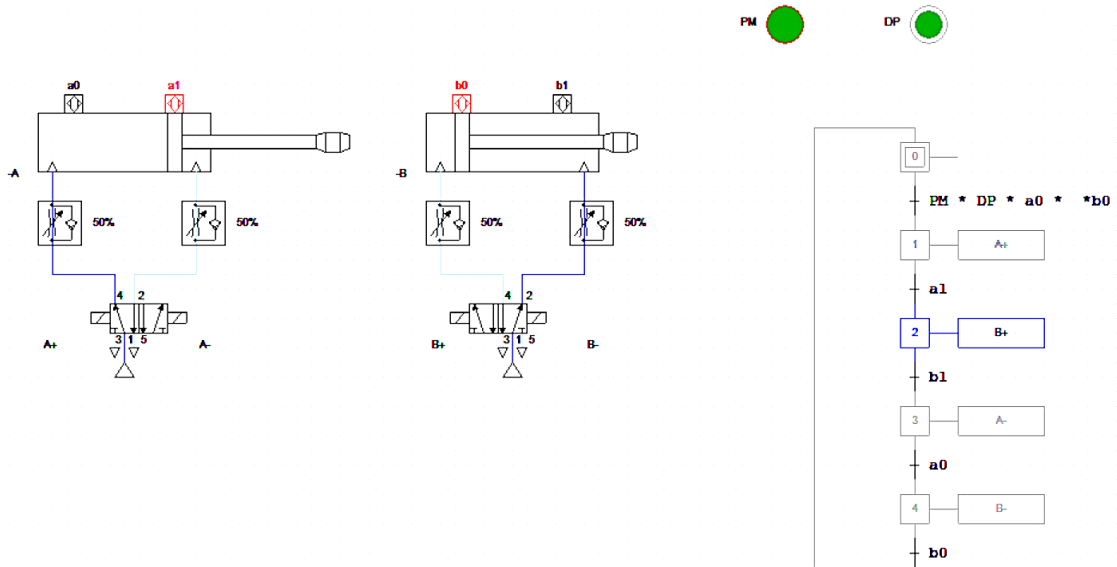
Para la siguiente secuencia A+B+A-B- en función a la Figura 54 realizar el circuito electroneumático y el diagrama Grafcet, considerando un pulsador de marcha (PM) y un detector de pieza (DP).

Figura 54 Funcionamiento de la secuencia



En la Figura 56 se puede observar el circuito electropneumático y el diagrama grafcet de la secuencia planteada en la Figura 55.

Figura 56 Circuito electropneumático y diagrama Grafcet



UNIDAD 4: APLICACIONES ELECTRONEUMÁTICAS CON PLC

PLC LOGO V8

Es un dispositivo electrónico industrial diseñado para automatizar procesos mediante la ejecución de instrucciones lógicas, secuenciales y temporizadas. El PLC reemplaza a los antiguos sistemas cableados basados en relés, permitiendo modificaciones rápidas sin necesidad de realizar cambios físicos en el cableado, ver Figura 57.

Figura 57 PLC LOGO V8



LOGO! Soft Comfort versión 8.4

El software LOGO! Soft Comfort es un entorno de programación desarrollado por Siemens para la configuración, diseño y simulación de aplicaciones de control mediante controladores lógicos programables LOGO!, este software permite crear programas utilizando lenguajes gráficos como diagrama de contactos (Ladder) y bloques de funciones (FBD), facilitando la comprensión y el desarrollo de la lógica de control en sistemas automatizados, ver Figura 58.

Figura 58 Software LOGO! Soft Comfort



HMI Kinco Green Series

Es un dispositivo de interfaz hombre - máquina diseñada para la supervisión y el control de procesos automatizados, estas pantallas permiten la interacción directa entre el operador y el sistema de control mediante interfaces gráficas intuitivas, facilitando la visualización de variables, estados del proceso y el envío de comandos de operación (Kinco, 2008), ver Figura 59.

Figura 59 HMI KINCO Green Series



Software KINCO DTOOLS

Es un entorno de desarrollo utilizado para el diseño y configuración de interfaces hombre - máquina de la marca Kinco, la cual se caracteriza por su interfaz intuitiva y por permitir la vinculación de las variables de la HMI con los controladores lógicos programables, ver Figura 60.

Figura 60 Software de programación Kinco DTOOLS V4.4 .0

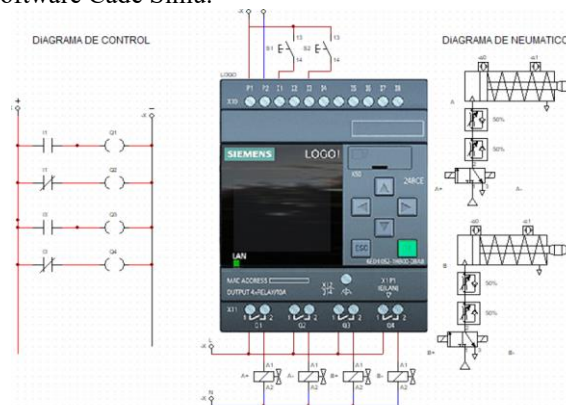


Simulación del sistema de control electroneumático utilizando PLC LOGO y pantalla HMI “KINCO”

Procedimiento

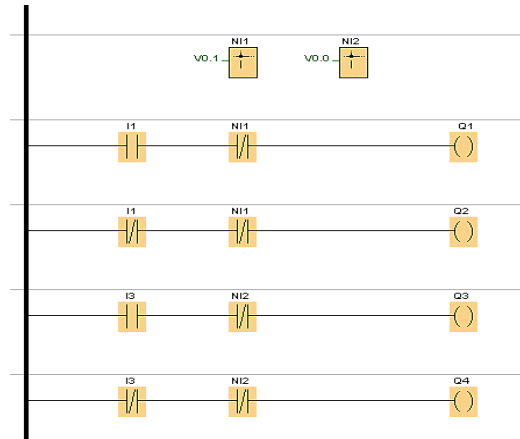
Se desarrolló la simulación del sistema electroneumático utilizando el software CadeSIMU, con el fin de verificar el funcionamiento básico de los cilindros neumáticos y el accionamiento mediante interruptores, ver Figura 61.

Figura 61 Simulación en el software Cade Simu.



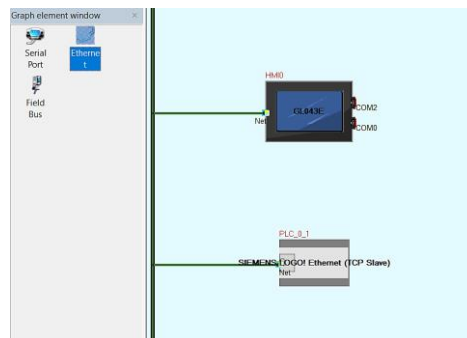
Luego se procedió a realizar la programación del controlador lógico programable mediante el software LOGO! Soft Comfort, ver Figura 62.

Figura 62 Programación Ladder en LOGO! Soft Comfort.



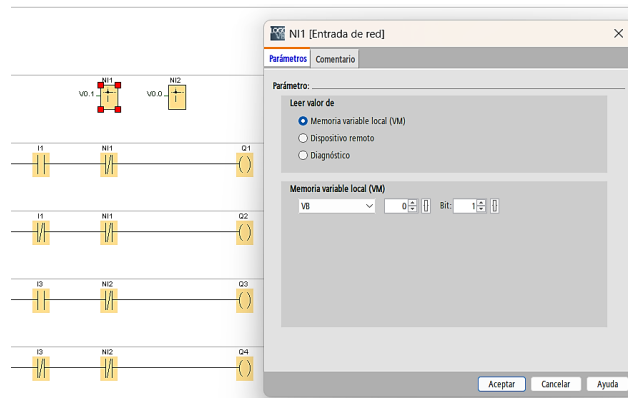
En la Figura 63, se muestra la comunicación entre la HMI Kinco y el PLC LOGO! se configura en el software Kinco DTools mediante el protocolo Ethernet TCP/IP, donde el PLC funciona como TCP Slave. Para ello, se asigna la dirección IP del PLC y se verifica que ambos dispositivos se encuentren dentro de la misma red. Las variables de control utilizadas en la HMI se enlazan directamente con las entradas y salidas de red del PLC LOGO!, previamente definidas en LOGO! Soft Comfort.

Figura 63 Comunicación entre la pantalla HMI y PLC LOGO



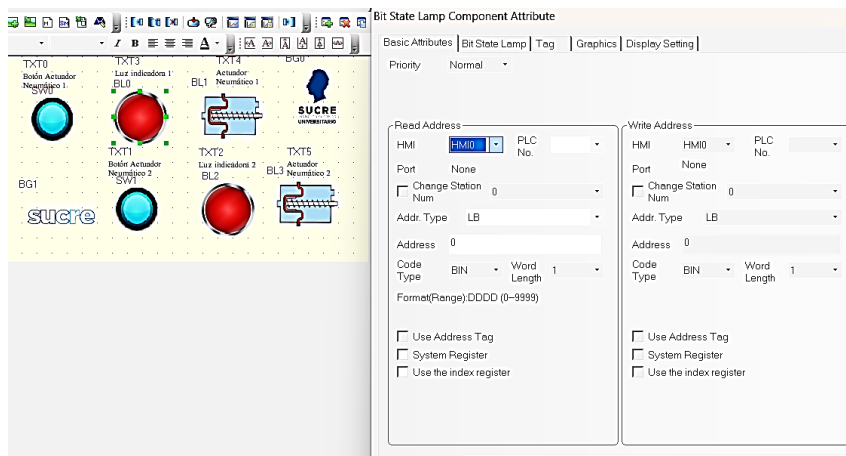
En el PLC LOGO!, la comunicación con la HMI se realiza utilizando entradas y salidas de red, las cuales permiten el intercambio de datos con dispositivos externos. Estas entradas y salidas de red se asignan durante la programación en LOGO! Soft Comfort y funcionan como variables accesibles para la HMI, ver Figura 64.

Figura 64 Configuración de entradas y salidas de red en PLC LOGO



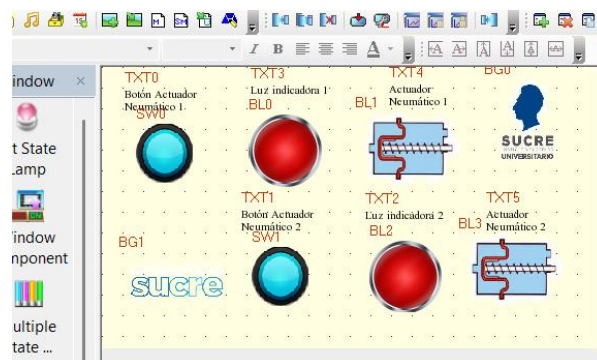
Una vez definidas las variables, dichas direcciones de red son configuradas en Kinco DTools, donde se vinculan a los objetos gráficos de la HMI, como botones e indicadores como se visualiza en la Figura 65.

Figura 65 Configuración de entradas y salidas de red en la pantalla HMI



En la Figura 11, se realizó el diseño de la interfaz hombre-máquina utilizando el software Kinco DTools, donde se implementaron los interruptores de mando y los elementos gráficos necesarios para la visualización del estado del sistema.

Figura 66 Diseño de pantalla HMI



PLC DELTA

El controlador lógico programable (PLC) es un sistema de control que permite procedimientos de almacenamiento, funciones de control secuenciales o posición, contaje, temporizado y control de entradas / salidas, ver Figura 67.

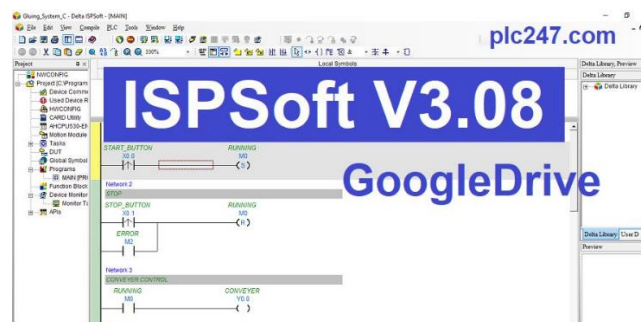
Figura 67 PLC DELTA



Software ISPSOft para programación del PLC Delta

Es la herramienta oficial que te permite desarrollar, configurar y gestionar programas lógicos para automatización industrial usando PLC Delta (como las series DVP, AS y AH), ver Figura 68.

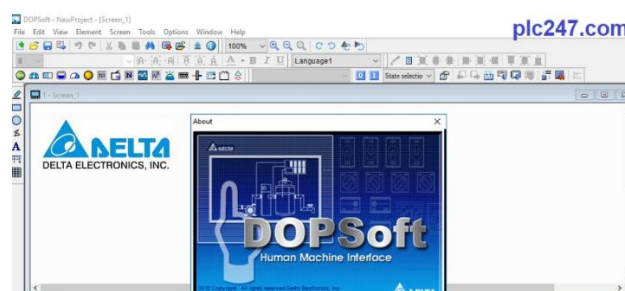
Figura 68 Software ISPSOft



Software DOPSOft para diseño de la interfaz HMI

Es un software especializado para diseñar y programar las interfaces gráficas de usuario (GUI) que se muestran en los paneles HMI de Delta, ver Figura 69.

Figura 69 Software DOPSOft

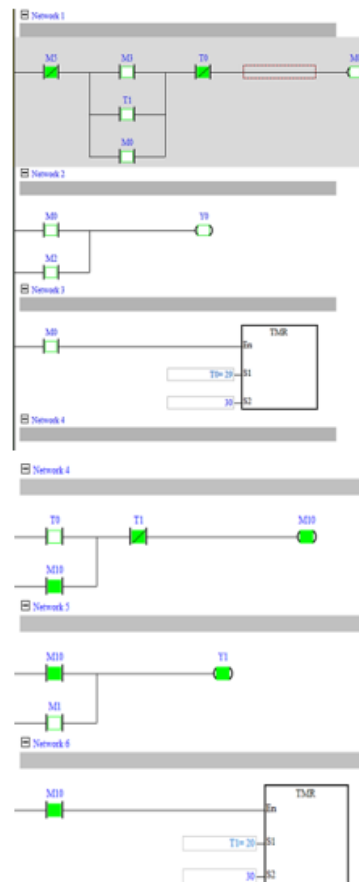


Simulación del sistema de control electroneumático utilizando PLC y pantalla HMI DELTA

Procedimiento

Se inició el desarrollo del sistema mediante la programación del PLC Delta utilizando el software ISPSOft. Se creó la lógica de control en lenguaje Ladder para gestionar el funcionamiento del sistema electroneumático simulado, considerando los modos de operación manual y automático, así como la función de paro del sistema, ver **Figura 70**.

Figura 70 Ladder Software ISPSOft



Posteriormente, se asignaron las salidas del PLC a los elementos del sistema electroneumático simulado. La salida correspondiente al avance del cilindro se vinculó a la activación de la electroválvula direccional, mientras que otra salida fue destinada al retroceso del actuador, representando de forma virtual el funcionamiento de una válvula solenoide direccional 5/2, ver Figura 71 y Figura 72.

Figura 71 Avance Simulación HMI offline

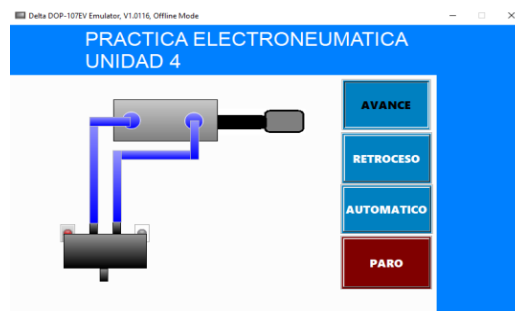
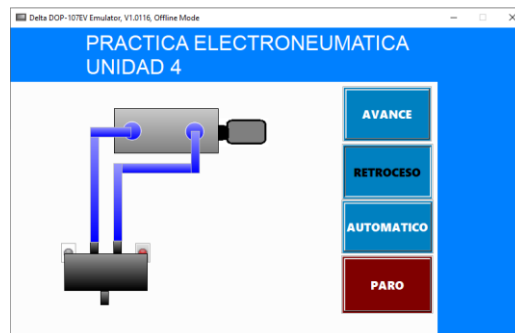
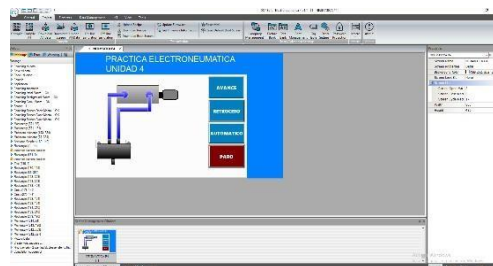


Figura 72 Retroceso Simulación HMI offline



Una vez finalizada la programación del PLC, se procedió al diseño de la interfaz gráfica HMI utilizando el software DOPSoft. En esta interfaz se implementaron botones virtuales para el control manual del avance y retroceso del cilindro, un botón para la activación del modo automático y un botón de paro del sistema, ver

Figura 73 Software DOPSoft



Para ello se procedió a dibujar los botones y editarlos para que el diseño de la interfaz sea amigable con el usuario, se dibujó rectángulos los cuales posteriormente serían los botones de tipo **set on**, quienes ejecutan una acción al ser activados también se editó para cambiar de color y añadir texto

correspondiente a los botones, para finalizar se le configura a cada botón la dirección correspondiente del programa Ladder previamente realizado en el programa IPsoft, ver Tabla 18.

Tabla 18 Asignación de botones Y su dirección en el programa Ladder

Dirección Ladder	Interfaz HMI
Y0	Electroválvula avance
Y1	Electroválvula retroceso
M1	Botón Retroceso
M2	Botón Avance
M3	Botón Automático
M5	Botón Paro

PLC S7-1200

Es un controlador lógico programable (PLC) compacto diseñado para tareas de automatización de maquinaria y procesos, Ofrece entradas y salidas digitales y analógicas integradas en modelos según la configuración, también incluye comunicación Ethernet/PROFINET y se programa principalmente con el software TIA Portal (STEP 7) de Siemens (Siemens, 2019), ver Figura 74.

Figura 74 PLC S7-1200



Pantalla HMI KTP400

Es una interfaz hombre - máquina compacta y básica que permite al operador ver información del proceso y controlar máquinas directamente desde una pantalla con toque y teclas de función, ver Figura 75.

Figura 75 HMI KTP400



TIA Portal V17

Es el software para el entorno de ingeniería integral de Siemens utilizado para configurar, programar, parametrizar y diagnosticar sistemas de automatización industrial desde una sola plataforma, ver Figura 76.

Figura 76 Software TIA PORTAL V17

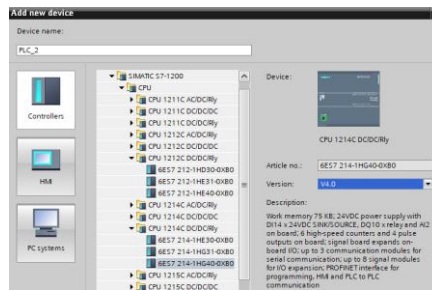


Simulación del sistema de control electroneumático utilizando PLC y pantalla HMI SIEMENS

Procedimiento

Se inicia el proceso con la descarga e instalación del software TIA Portal versión V17, junto con el simulador SIMATIC PLCSIM, con el fin de permitir la simulación correcta del ciclo neumático sin la necesidad de hardware físico. Posteriormente, se procede a la selección y configuración de un controlador lógico programable (PLC) Siemens dentro del entorno TIA Portal, con el propósito de desarrollar y ejecutar la programación del sistema, ver Figura 77.

Figura 77 Selección de CPU SIMATIC S7-1200 en entorno TIA Portal



Se desarrolla el diagrama de programación en lenguaje Ladder, con el objetivo de iniciar la simulación del sistema y definir claramente las entradas, salidas y memorias empleadas en el control del proceso, ver Figura 78 y Figura 79.

Figura 78 Lógica de control para el accionamiento del Cilindro 1

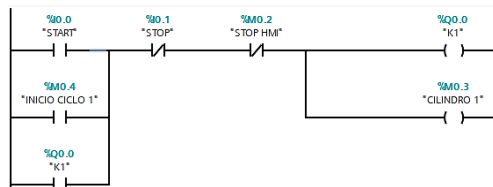
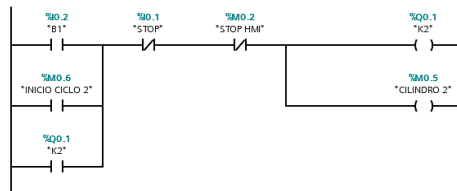
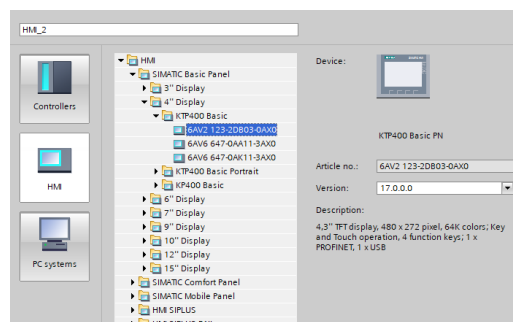


Figura 79 Segmento de control para el accionamiento del Cilindro 2



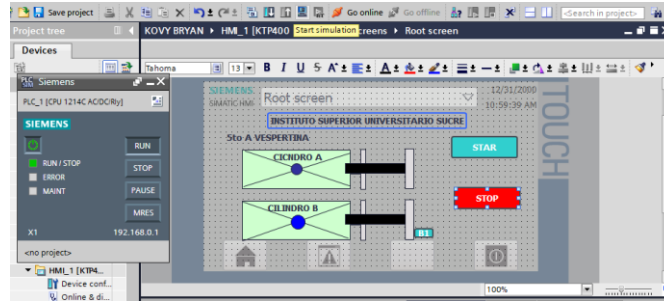
Configuración del dispositivo KTP400 Basic PN, considerando que el panel cuenta con una pantalla TFT de 4.3 pulgadas, ver Figura 80.

Figura 80 Selección de panel de operador HMI en TIA Portal



Se procede al diseño manual de los cilindros neumáticos, necesarios para la ejecución y visualización de la secuencia del sistema, ver Figura 81.

Figura 81 Creación de cilindros A, B y pulsadores



Se asignaron las variables correspondientes a los botones de inicio y reinicio (Start y Reset), con el fin de permitir el retorno de la secuencia a su posición inicial, considerando que el valor lógico “1” representa el avance y “0” el retroceso de los actuadores, ver Figura 82 y Figura 83.

Figura 82 Activación de cilindro A en Inicio

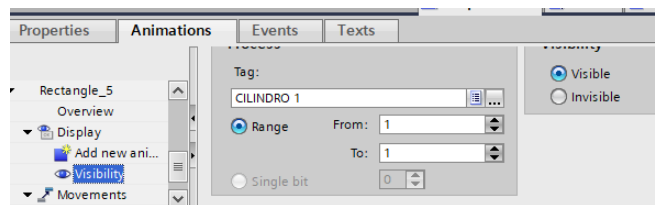
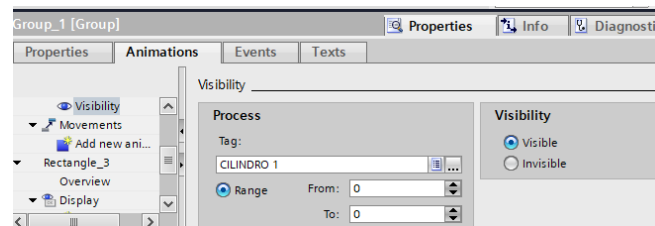


Figura 83 Activación del cilindro A en stop



Posteriormente, se cargó el programa en el PLC, verificando previamente que no existieran errores de compilación o configuración durante el proceso de descarga, ver Figura 84, Figura 85 y Figura 86.

Figura 84 Entorno de simulación S7-PLCSIM y verificación de certificados

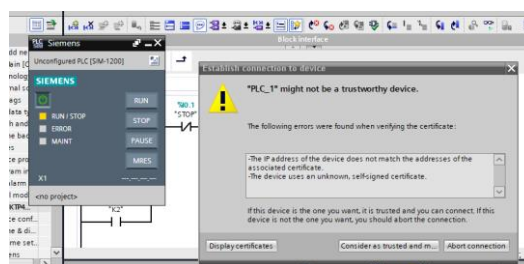


Figura 85 Proceso de carga de software al PLC virtual (S7-PLCSIM)

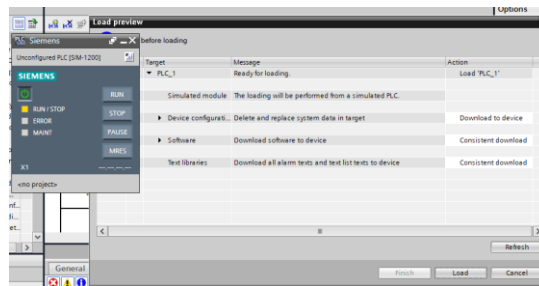
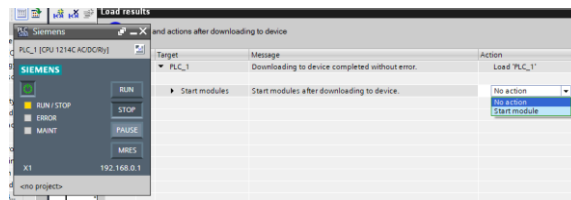
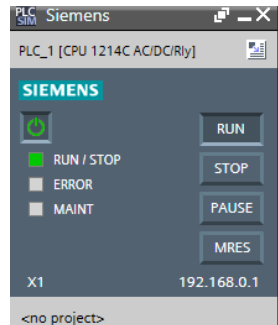


Figura 86 Finalización de carga y arranque del módulo virtual



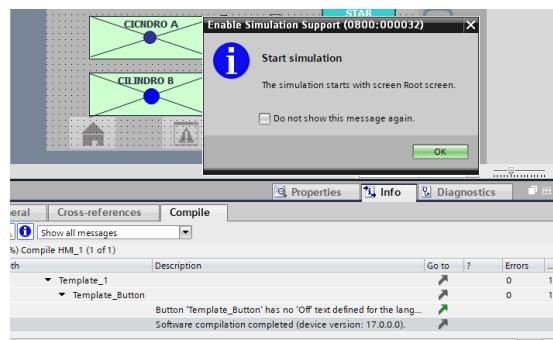
Una vez transferido correctamente el programa, el sistema mostró la interfaz de estado del PLC, indicando su correcto funcionamiento en modo RUN mediante una señal visual de color verde, ver Figura 87.

Figura 87 Interfaz del simulador S7-PLCSIM en modo RUN



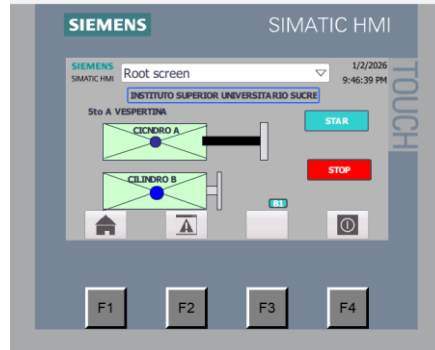
Se realiza la simulación del circuito para comprobar la correcta operación y efectividad del sistema a través de la interfaz HMI, ver Figura 88.

Figura 88 Inicialización de la simulación de interfaz HMI



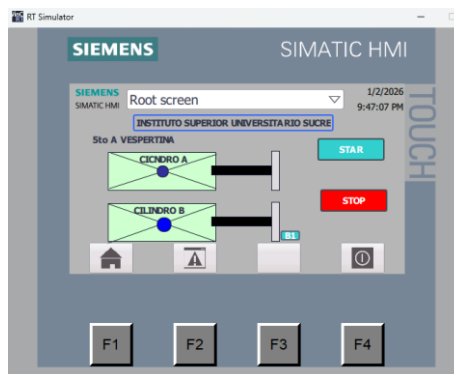
Se verifica el funcionamiento del sistema desde la interfaz HMI, iniciando la secuencia mediante la activación del botón Start, ver Figura 89.

Figura 89 HMI para el control y monitoreo del ciclo neumático cilindro A



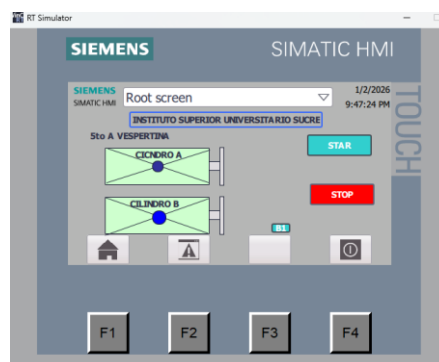
Al accionar el pulsador B1, se produjo la activación del cilindro neumático, provocando el desplazamiento del vástago en sentido de avance, ver Figura 90.

Figura 90 HMI para el control y monitoreo del ciclo neumático cilindro B



Finalmente, al presionar el botón Stop, el cilindro retornó a su posición inicial, garantizando el correcto reinicio del sistema, ver Figura 91.

Figura 91 Monitoreo del ciclo neumático y estado de desactivación de los cilindros



HMI TOUCH

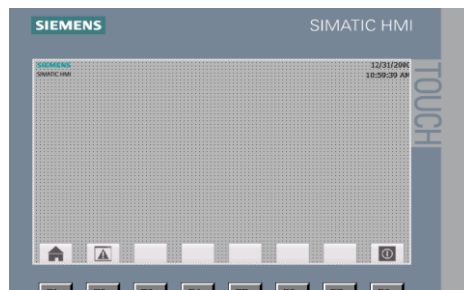
Es un dispositivo de interfaz gráfica que permite al operador interactuar directamente con una máquina o proceso industrial mediante una pantalla táctil, sin necesidad de teclado o mouse (Siemens, 2014), ver Figura 92.

Figura 92 Pantalla HMI Touch



El KTP700 Basic PN es un panel operador HMI (Interfaz Hombre Máquina) de Siemens diseñado para aplicaciones industriales, su función principal es visualizar y controlar procesos a nivel de máquina mediante una interfaz gráfica intuitiva. Para integrar fácilmente con PLC Siemens (S7-1200/S7-1500) y otros controladores mediante PROFINET se programa desde TIA Portal usando WinCC Basic, como se puede apreciar en la siguiente Figura 93.

Figura 93 HMI KTP 700 Basic PN

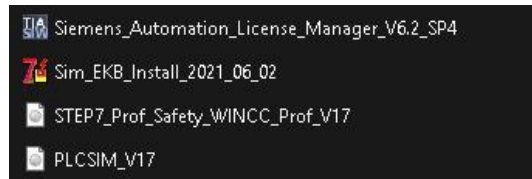


Simulación del sistema de control electroneumático utilizando PLC y pantalla HMI TOUCH

Procedimiento

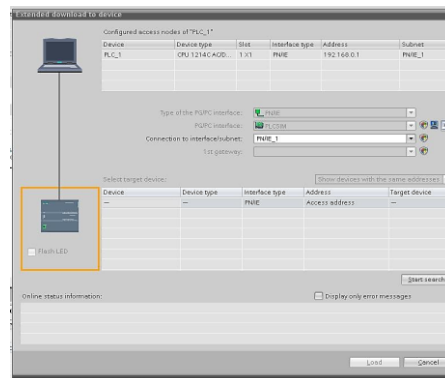
Descargue e instala el programa TIA Portal con los siguientes elementos que ayudan al desarrollo de la simulación, ver Figura 94.

Figura 94 Elementos para la Instalación de TIA Portal V17



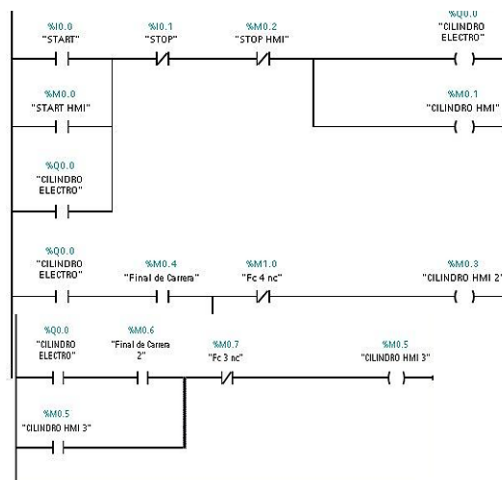
Por consiguiente, se procede a crear un nuevo proyecto en el que se integran los distintos elementos del sistema y se establece la comunicación entre ellos, ver Figura 94. Como dispositivo principal se configura el PLC Siemens S7-1200, CPU 1214 AC/DC, asimismo, se incorpora la pantalla HMI KTP700 Basic PN, tal como se observa en la Figura 95.

Figura 95 Comunicación HMI y CPU



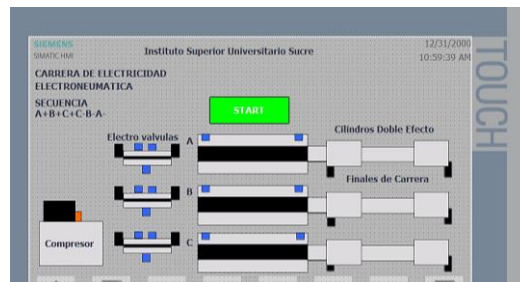
Se realiza la programación en Ladder de la siguiente secuencia A+B+C+A-B-C-, ver Figura 96.

Figura 96 Programación Ladder



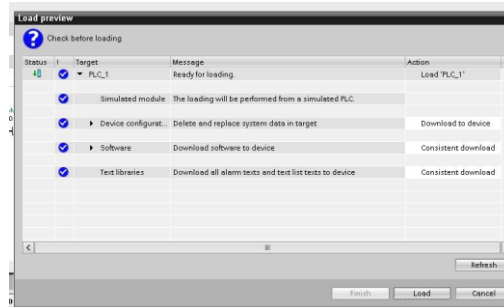
A continuación, se realiza la configuración de la pantalla HMI en función a la animación de los cilindros electroneumáticos como se evidencia en la Figura 97.

Figura 97 Pantalla HMI con sus elementos



Una vez todo listo se procede a la recopilación del programa y se vuelve a realizar la comunicación entre la CPU y la HMI y la verificación de que todas las condiciones se cumplan para la simulación, ver Figura 98.

Figura 98 Condiciones para la simulación



Para identificar que la simulación esté funcionando correctamente se abrirá una ventana emergente donde se muestre el estado del PLC donde el indicador es la luz verde, ver Figura 99.

Figura 99 Ventana emergente del PLC funcionando



Por consiguiente, se debe realizar el mismo proceso en la parte de la configuración de la pantalla HMI en el apartado de Root Screen, ver Figura 100.

Figura 100 Simulación pantalla HMI

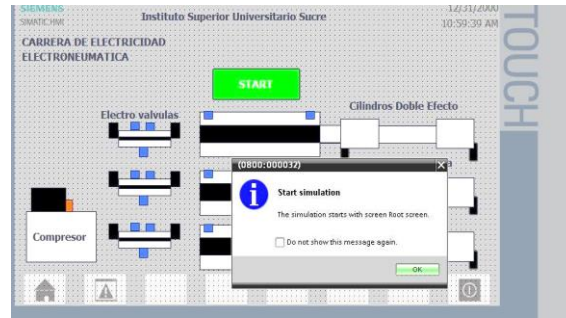
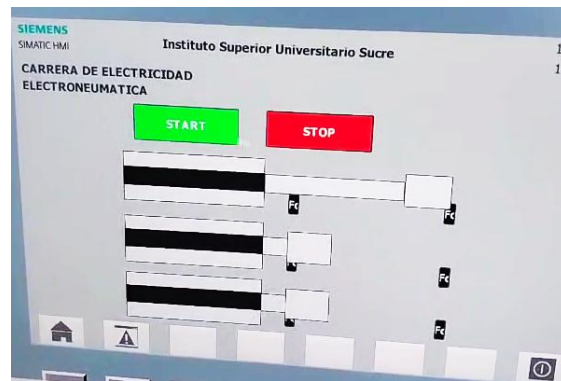


Figura 101 Funcionamiento de la secuencia electro neumática



Autoevaluación

Reactivos de opción múltiple:

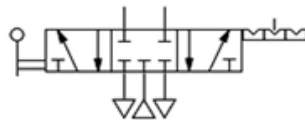
1. Propiedad del aire que le permite mezclarse homogéneamente con cualquier medio gaseoso que no esté saturado.

- a) Difusibilidad
- b) Elasticidad
- c) Compresibilidad
- d) Expansibilidad

2. Un litro de aire, a 0°C y al nivel del mar, pesa:

- a) $1,93 * 10^{-2} \text{Kgf}$
- b) $1,293 * 10^{-3} \text{Kgf}$
- c) $1,23 * 10^{-4} \text{Kgf}$
- d) $1 * 10^{-1} \text{Kgf}$

3. En función a la siguiente figura (válvula) seleccione la respuesta correcta.



- a) Válvula 5/2
- a) Válvula 3/2
- b) Válvula 4/2
- c) Válvula 5/3

4. En función a la siguiente figura (válvula) seleccione la respuesta correcta.



- a) Válvula 5/2
- b) Válvula 3/2

- c) Válvula 4/2
- d) Válvula 5/3

5. Las electroválvulas se controla mediante que activa una bobina llamada solenoide.

- a) Corriente eléctrica
- b) Voltaje
- c) Resistencia
- d) Capacitor

6. ¿Cuál es el principal objetivo del método Cascada en el diseño de circuitos de control secuencial electroneumático?

- a) Simplificar el diagrama de movimientos.
- b) Evitar la superposición de señales o cortocircuitos eléctricos en los grupos de trabajo.
- c) Reducir el número de cilindros utilizados.
- d) Determinar la presión de aire necesaria.

7. ¿Cuál es la regla fundamental para la división de grupos en el método Cascada?

- a) Nunca se debe repetir el movimiento opuesto de un mismo cilindro (avance y retroceso) dentro del mismo grupo.
- b) Cada grupo debe tener la misma cantidad de movimientos.
- c) El grupo no puede tener más de tres movimientos.
- d) Solo puede haber un cilindro por grupo.

8. Si la secuencia es $A+B+B-A-$, ¿cuántos grupos se necesitan como mínimo siguiendo el método Cascada?

- a) Un grupo.
- b) Tres grupos: (A+), (B+), y (B-A-).
- c) Dos grupos: (A+B+) y (B-A-).
- d) Cuatro grupos.

9. ¿Qué representa un 'paso' (o etapa) en un diagrama Grafset (Sn)?

- a) La condición inicial de un circuito.

- b) La señal de inicio del proceso.
- c) Un estado estable donde se definen las acciones a realizar (actuaciones).
- d) El estado del cilindro al final de la secuencia.

10. El Método Paso a Paso (o Contador de Pasos) es una alternativa al método Cascada que también busca evitar la superposición de señales. ¿Qué elemento central se utiliza para contabilizar y seleccionar la etapa actual del circuito?

- a) Un contador binario o un distribuidor secuencial (Step-Counter) implementado con relés.
- b) Un temporizador de retardo a la conexión.
- c) Un sensor de temperatura.
- d) Un PLC (Controlador Lógico Programable).

11. En la implementación del método Paso a Paso con relés, si estamos en el paso K_n , ¿qué elementos deben estar energizados para que las acciones correspondientes a este paso se ejecuten?

- a) Solo el relé de inicio (K_{Inicio}).
- b) Todos los relés de todos los pasos.
- c) El relé del paso actual (K_n) Y la señal de acción correspondiente.
- d) Solo el relé del último paso ($K_{último}$).

Referencias Bibliográficas

Kinco. (2008). Kinco Kinco DTools User Manual.

Siemens. (2014). S7 Controlador programable S7-1200.

Siemens. (2019). LOGO 8.

SUCRE



ISBN: 978-9942-590-12-1



 SUCREInstitutooficial  @SUCREInstituto  @SUCREInstituto