

AUTOMATIZACIÓN Y PRUEBA DE MANIPULADORES INDUSTRIALES
CON CILINDROS NEUMÁTICOS Y VENTOSAS UTILIZANDO CONTROLADOR
LÓGICO PROGRAMABLE

DARIO GALVIS GÓMEZ
JOHN EMIR HERNANDEZ CALA

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN
BUCARAMANGA
2010

AUTOMATIZACIÓN Y PRUEBA DE MANIPULADORES INDUSTRIALES
CON CILINDROS NEUMÁTICOS Y VENTOSAS UTILIZANDO CONTROLADOR
LÓGICO PROGRAMABLE

DARIO GALVIS GÓMEZ
JOHN EMIR HERNANDEZ CALA

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Electrónico

Director del proyecto
ALONSO RETAMOSO LLAMAS
Ingeniero Electricista

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y ADMINISTRACIÓN
BUCARAMANGA
2010

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga, 23 de Marzo de 2010.

Bucaramanga, 23 de Marzo de 2010

A Dios por darme la oportunidad y la fuerza para realizar mis metas.

A mi mamá Lucia Gómez Galvis por brindarme los valores y la educación, para ser una persona mejor, por estar siempre a mi lado apoyándome incondicionalmente.

A mi hermano Sebastián, por estar junto a mí en mis fracasos para apoyarme y en mis triunfos para compartirlos.

A mis profesores, quienes me dieron la oportunidad de aprender de ellos y de crecer como persona.

A todas las personas que de una u otra manera han sido parte de mi crecimiento profesional y personal.

Dario Galvis Gómez.

Bucaramanga, 23 de Marzo de 2010.

A Dios por brindarme salud durante todos estos años, por darme fuerza para no desfallecer en los momentos difíciles y así lograr las metas propuestas.

A mis padres Emiliano Hernández Toloza y Luz Marina Cala Torres por todos los consejos aportados y el apoyo que me dieron para que esta meta se lograra con éxito.

A mi hermano Mauricio Hernández Cala que siempre ha estado a mi lado incondicionalmente.

A mi padrino Rafael Suarez Q.E.P.D. que a lo largo de su vida me aportó valiosos consejos.

A todas aquellas personas que de alguna u otra forma hicieron parte de esta meta.

John Emir Hernández Cala

AGRADECIMIENTOS

A los ingenieros Juan Carlos Villamizar Rincón y Alonso Retamoso Llamas por haber depositado su fe en este proyecto, su incondicional apoyo, gracias por su disposición, colaboración y las ideas aportadas para que este proyecto tuviera éxito.

A Ludwing y al paisa del área de mantenimiento de la Universidad Pontificia Bolivariana, gracias por su ayuda en la realización del proyecto, tanto en la ideas aportadas como en la fabricación de módulo.

Al ingeniero Horacio Burgos Rey en Ferroequipos LTDA por su ilustración en el campo de la neumática.

CONTENIDO

	pág
1. OBJETIVOS.....	19
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	19
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
2. MARCO TEÓRICO.....	20
2.1 AUTOMATIZACIÓN.....	20
2.2 Historia.....	20
2.3 Definición.....	20
2.4 Objetivos de la Automatización.....	20
2.5 Niveles de la Automatización.....	21
2.5.1 Nivel de Entradas y Salidas (Acción/sensado).....	21
2.5.2 Nivel de Control (Nivel de Campo y proceso).....	22
2.5.3 Nivel de Supervisión (Nivel de control).....	22
2.5.4 Nivel de Gestión (nivel de empresa).....	22
2.6 Elementos de una instalación Automatizada.....	22
2.6.1 Máquinas.....	22
2.6.2 Actuadores.....	22
2.6.3 Captadores.....	23
2.6.4 HMI (Interfaz hombre-máquina):	23
2.6.5 Elementos de mando:.....	23
2.7 INSTRUMENTACIÓN.....	23
2.7.1 Definición.....	23
2.7.2 Sensores y Transductores.....	24
2.8 Actuadores.....	25
2.9 Controlador Lógico Programable (PLC).....	37
2.9.1 Estructura Física y Presentación.....	37
2.9.2 Ventajas de la Automatización al utilizar un PLC.....	41

2.10	Sistema SCADA (Control Supervisorio y Adquisición de Datos)	42
2.10.1	Definición	42
2.10.2	Funciones básicas de un sistema SCADA	43
2.10.3	Ventajas de un sistema SCADA	44
2.10.4	Elementos de un sistema SCADA	44
2.10.5	Niveles de un sistema SCADA	45
2.11	Elementos de control	48
2.12	Accesorios neumáticos	54
2.13	El compresor	57
3.	VISTAS DEL MÓDULO	58
3.1	ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL MÓDULO	58
3.1.1	Vista Frontal	58
3.1.2	Vista Posterior	59
3.2	PIEZAS ADICIONALES DEL MÓDULO	60
3.2.1	Caja Acrílica	60
3.2.2	Acondicionadores para los cilindros	60
4.	PLC TELEMECANIQUE TWDLCAE40DRF Y TWIDOSUITE	61
4.1	PLC TWDLCAE40DRF	61
4.1.1	Especificaciones técnicas del PLCs TWDLCAE40DRF	62
4.2	MODULO ETHERNET	64
4.3	CABLE MULTIMAESTRO TSXCUSB485	64
4.3.1	Especificaciones técnicas del Cable Multimaestro TSXCUSB485	65
4.4	TWIDOSUITE	66
4.4.1	Inicio TWIDOSUITE	66
4.4.2	Entorno TWIDOSUITE	68
4.5	VIJEO-DESIGNER	69
4.6	CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN DEL MÓDULO	72
4.6.1	Topología 1	73
4.6.2	Topología 2	81
4.7	SISTEMAS SUPERVISORIO	81

5. PRUEBAS DE DESEMPEÑO	94
6. CONCLUSIONES	94
7. RECOMENDACIONES	96
8. BIBLIOGRAFIA	97
ANEXO A.....	102
ANEXO B.....	114
ANEXO C.....	116
ANEXO D	118

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Historia de la automatización	20
Tabla 2. Colores y funciones comunes de los pulsadores no luminosos	52
Tabla 3. Colores y funciones comunes de los pulsadores luminosos	52
Tabla 4. Especificaciones técnicas del PLCs TWDLCAE40DRF	63
Tabla 5. Funciones cable multimaestro TSXCUSB485.	66
Tabla 6. Polarización cable multimaestro TSXCUSB485	67
Tabla 7. Descripción del entorno gráfico de Vijeo-Designer	72
Tabla 8. Prueba de presión a cilindros neumáticos	90

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Pirámide de la Automatización.....	21
Figura 2. Clases de sensores magnéticos	25
Figura 3. Cilindro simple efecto tipo “dentro”	27
Figura 4. Partes principales de un Cilindro de simple efecto.....	27
Figura 5. Símbolo del Cilindro de simple efecto.....	28
Figura 6. Secuencia de trabajo del Cilindro de simple efecto.....	28
Figura 7. Cilindro de simple efecto tradicional, normalmente cerrado	28
Figura 8. Cilindro de simple efecto con guiado y camisa plana, normalmente afuera.....	29
Figura 9. Cilindros de doble efecto.....	29
Figura 10. Partes principales de un Cilindro de doble efecto	30
Figura 11. Símbolo del Cilindro de doble efecto	30
Figura 12. Secuencia de trabajo del Cilindro de doble efecto	31
Figura 13. Cilindro de doble efecto convencional	31
Figura 14. Cilindro tándem.....	32
Figura 15. Cilindro de impacto.....	32
Figura 16. Cilindro multiposicional	33
Figura 17. Cilindro de amortiguación interna y su símbolo.....	33
Figura 18. Cilindro vástago reforzado y su símbolo.....	34
Figura 19. Válvula distribuidora 3/2 (de mando electromagnético) y su símbolo.....	34
Figura 20. Simbología de las electroválvulas.....	35
Figura 21. Electroválvula 2/2 normalmente cerrada y su símbolo.....	35

Figura 22. Electroválvula 2/2 normalmente abierta y su símbolo	36
Figura 23. Electroválvula 3/2 y su símbolo.....	36
Figura 24. Electroválvula 4/2 y su símbolo.....	37
Figura 25. Estructura compacta de un Telemecanique TWDLCAE40DRF.....	38
Figura 26. Estructura modular de un PLC Telemecanique TWDAMM3HT	38
Figura 27. Estructura Básica del PLC	39
Figura 28. Estructura Interna del PLC.....	40
Figura 29. Sistema SCADA	44
Figura 30. Esquema de los elementos del sistema SCADA.....	46
Figura 31. Niveles del sistema SCADA.....	46
Figura 32. Partes principales del contactor	50
Figura 33. Estructura del pulsador.....	51
Figura 34. Pulsadores luminosos	51
Figura 35. Finales de carrera.....	53
Figura 36. Diagrama interno de un final de carrera	53
Figura 37. Características técnicas de un racor.....	54
Figura 38. Racor en L macho	54
Figura 39. Racor en T	55
Figura 40. Regulador de aire	55
Figura 41. Cabezal de aspiración por depresión o ventosa.....	56
Figura 42. Estructura física de los tipos de manómetros.....	57
Figura 43. Manguera de aire comprimido	57
Figura 44. Compresor.....	58
Figura 45. Vista frontal del modulo.....	58
Figura 46. Dimensiones externas del módulo	59

Figura 47. Dimensiones internas del módulo	59
Figura 48. Vista posterior del módulo	60
Figura 49. Caja Acrílica.....	61
Figura 50. Acoples cilindros neumáticos.....	61
Figura 51. PLC TWDLCAE40DRF acoplado al módulo de entradas/salidas analógicas TWDAMM3HT	62
Figura 52. Panel Frontal del PLC TWDLCAE40DRF	63
Figura 53. Panel posterior del PLC TWDLCAE40DRF	63
Figura 54. Conexión entre el PC y Twido mediante un conmutador/concentrador de red Ethernet	65
Figura 55. Cable multimaestro TSXCUSB485	66
Figura 56. Inicio TWIDOSUITE.....	67
Figura 57. Ventana de inicio TWIDOSUITE	68
Figura 58. Ventana de información de proyecto TWIDOSUITE	68
Figura 59. Ventana de alternativas TWIDOSUITE.....	68
Figura 60. Interfáz gráfica TWIDOSUITE	69
Figura 61. Simluador de TWIDOSUITE.....	70
Figura 62. Inicio de Vijeo-Designer	71
Figura 63. Crear nuevo proyecto en Vijeo-Designer.....	71
Figura 64. Entorno gráfico del Vijeo-Designer	72
Figura 65. Topología 1	74
Figura 66. Secuencia topología 1	75
Figura 67. Secuencia grafica topología 1	75
Figura 68. Puesta en marcha	76
Figura 69. Activación cilindro 2.....	76

Figura 70. Activación ventosa.....	77
Figura 71. Desactivación cilindro 2.....	77
Figura 72. Activación cilindro 1.....	78
Figura 73. Activación cilindro 2.....	78
Figura 74. Desactivación ventosa.....	79
Figura 75. Desactivación cilindro 2.....	79
Figura 76. Desactivación cilindro 1.....	80
Figura 77. Contador de ciclos.....	80
Figura 78. Comparador de variables.....	80
Figura 79. Circuito combinacional.....	80
Figura 80. Salida de potencia para el cilindro 1.....	81
Figura 81. Salida de potencia para el cilindro 2.....	81
Figura 82. Topología 2.....	82
Figura 83. Secuencia topología 2.....	83
Figura 84. Secuencia grafica topología 2.....	83
Figura 85. Puesta en marcha.....	84
Figura 86. Activación cilindros 2 y 3.....	84
Figura 87. Activación de las ventosas.....	85
Figura 88. Desactivación cilindro 2 y 3.....	85
Figura 89. Activación cilindro 1.....	86
Figura 90. Activación cilindros 2 y 3.....	86
Figura 91. Desactivación de las ventosas.....	87
Figura 92. Desactivación cilindros 2 y 3.....	87
Figura 93. Desactivación cilindro 1.....	88

Figura 94. Contador de ciclos	80
Figura 95. Comparador de variables	80
Figura 96. Circuito combinacional	88
Figura 97. Activación de salida para cilindro 1.....	89
Figura 98. Activación de salida para las ventosas	89
Figura 99. Editor de variables.....	89
Figura 100. Configuración de interruptores.....	89
Figura 101. Panel grafico, HMI.....	89
Figura 102. Grafica Presión vs Tiempo.....	89

GLOSARIO

ACRÍLICO: Fibra o material de plástico, que se obtiene por polimerización del ácido acrílico o de sus derivados.

ESTRUCTURA: Conjunto de todos los elementos que transmiten, o ayudan a transmitir, sobre los cimientos, todos los esfuerzos, cargas y sobrecargas resultantes de la misma máquina.

MÁQUINA: Conjunto de mecanismos que ejecutan procesos, transformaciones, traslados, etc. de la materia prima.

MODELO: Representación a escala de alguna cosa.

PROTOTIPO: Representación de cualquier tipo de máquina u objeto diseñado para realizar pruebas en situaciones reales y explorar su uso.

RESUMEN GENERAL DEL TRABAJO DE GRADO

TÍTULO: AUTOMATIZACIÓN Y PRUEBA DE MANIPULADORES INDUSTRIALES CON CILINDROS NEUMÁTICOS Y VENTOSAS UTILIZANDO CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

AUTOR(ES): DARIO GALVIS GOMEZ
JOHN EMIR HERNANDEZ CALA

FACULTAD: FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRONICA

DIRECTOR(A): ALONSO RETAMOSO LLAMAS

RESUMEN

En este proyecto se diseñó, construyó y probó un módulo automatizado para la utilización y prueba de cilindros neumáticos, el cual es una herramienta más para el aprendizaje de la automatización y supervisión de procesos industriales, y nociones de neumática para los estudiantes de ingeniería electrónica y demás pregrados de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga que tengan interés en estos temas.

El proceso consiste en la movilización de piezas acrílicas mediante ventosas neumáticas conectadas a los mencionados cilindros; estos mecanismos son activados para recoger y dejar las piezas y son controlados mediante un PLC compacto de Telemecanique TWDLCAE40DRF.

La automatización se llevó a cabo mediante la implementación de sensores magnéticos, los cuales envían datos digitales y le permiten al PLC conocer y controlar la posición de los cilindros mediante servo válvulas electrónicas, a partir de esto se realiza el proceso de recolección y transporte de las piezas acrílicas. La comunicación entre el PLC y los dispositivos anteriormente nombrados se realiza mediante conexiones eléctricas de los circuitos de potencia y control.

PALABRAS CLAVES: Automatización, controlador, PLC, autómatas, neumática, cilindros, SCADA, Twido, Telemecanique, programación, instrumentación, sensores magnéticos.

GENERAL SUMMARY OF WORK OF DEGREE

TÍTULO: AUTOMATIZACIÓN Y PRUEBA DE MANIPULADORES INDUSTRIALES CON CILINDROS NEUMÁTICOS Y VENTOSAS UTILIZANDO CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

AUTHORS: DARIO GALVIS GOMEZ
JOHN EMIR HERNANDEZ CALA

FACULTY: ELECTRONIC ENGINEERING

DIRECTOR: ALONSO RETAMOSO LLAMAS

ABSTRACT

In this project was designed, built and proved an automated module for the proof and utilization of pneumatic cylinders, which is one more tool to the learning of the industrial processes automation and supervision and pneumatic notions for the electronic engineering and others degrees students that have interest in these topics.

This process consists in the mobilization of acrylic pieces through pneumatic suckers connected to the aforementioned cylinders; these mechanisms are activated to pick up and leave the pieces and are controlled by a compact Telemecanique PLC TWDLCAE40DRF.

The automation was done by the magnetics sensors implementation, sensors that send digital data to the PLC, and allow it to know and control the cylinders position through servo valves activation, from this; the recollection and transport of the pieces are realized. The communication between the PLC and the other mechanisms is done through electric connections of the power and control circuits.

KEYWORDS: Automation, controller, pneumatic, cylinders, SCADA, TWIDO, Telemecanique, transport, recollection, programming, instrumentation, magnetic sensors.

INTRODUCCIÓN

A través del tiempo la tecnología ha sido una herramienta fundamental en la evolución de los procesos fabriles. Desde la revolución industrial, la llegada de las máquinas a las fábricas ha significado el aumento de la producción, la reducción de costos y el mejoramiento de la calidad y del tiempo empleado en la elaboración de las manufacturas.

La automatización industrial es un sistema donde las tareas de producción son transferidas a un conjunto de herramientas tecnológicas, las cuales son operadas por el hombre, y donde dichas tareas pueden ser monitoreadas.

La base de este proyecto es el desarrollo de un módulo donde se trate la automatización industrial apuntada al traslado de piezas de un lugar a otro sin ninguna otra intervención humana que la puesta en marcha del sistema y la monitorización del proceso a través de una computadora. Esta idea incluye temas como la instrumentación, implementación de controladores lógicos programables, actuadores electro-neumáticos y sistema SCADA.

La escases de módulos para la simulación de procesos industriales de la Facultad de Electrónica fue el estímulo principal de este proyecto, ya que es necesario contar con este tipo de prototipos para que los estudiantes puedan acercarse a situaciones reales de su vida profesional; interactuando, manipulando, desarrollando y mejorando este tipo de módulos.

Dado que el interés por la automatización industrial ha ido creciendo en los estudiantes de electrónica, se han venido generando varios proyectos relacionados con el tema. Entre estos proyectos se tienen trabajos de grado como el DISEÑO DEL MODELO A ESCALA DE UNA LAVADORA INDUSTRIAL CONTROLADA CON PLC, elaborado por los estudiantes Germán Chanaga y Álvaro Torres en el año de 1999, AUTOMATIZACIÓN E INSTRUMENTACIÓN DE UNA PLANTA EMBOTELLADORA A ESCALA, Sergio Mora y Jhon Peñaloza en el año en de 2008, proyectos en los cuales se han utilizado controladores lógicos programables, sin embargo proyectos que involucren el control y la neumática solo se ha desarrollado la MAQUINA EMPACADORA INDUSTRIAL, proyecto realizado en el 2009 por Francisco Javier García y Alex Julián González.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Crear un modelo piloto que permita someter a prueba manipuladores neumáticos en ambientes industriales automatizados mediante PLC.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información relacionada con procesos automatizados de recolección y transporte, con el fin de obtener la fundamentación necesaria para la elaboración del módulo.
- Diseñar y elaborar un prototipo para el transporte de materiales sólidos de manera automatizada.
- Realizar e implementar la automatización del proceso de recolección y transporte de materiales sólidos por medio de un controlador lógico programable de la gama TWIDO.
- Implementar software de supervisión para el monitoreo de las variables del proceso.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 AUTOMATIZACIÓN.

2.2 HISTORIA.

Tabla 1. Historia de la Automatización. [1].

AÑO	ACONTECIMIENTO
1745	Máquinas de tejido controlado por tarjetas perforadas.
1750	Revolución industrial
1817-1870	Máquinas especiales para corte de metal.
1863	Primer piano automático, inventado por M. Fourneaux
1856-1890	Sir Joseph Whitworth enfatiza la necesidad de piezas intercambiables.
1870	Primer torno automático, inventado por Christopher Spencer.
1940	Surgen los controles hidráulicos, neumáticos y electrónicos para máquinas de corte automáticas.
1945-1948	John Parsons comienza investigación sobre control numérico.
1960-1972	Se desarrollan técnicas de control numérico directo y manufactura computarizada.

2.3 DEFINICIÓN.

La palabra automatización proviene de la palabra griega autómatas, “semejante a la forma en que la mente trabaja” o actuación propia. La Real Academia Española la define como: *“la disciplina que trata de los métodos y procedimientos cuya finalidad es la sustitución del operador humano por un operador artificial en la ejecución de una tarea física o mental previamente programada”* [2] [3].

Los autómatas son parte de un sistema automático de fabricación. Un sistema automático se define como la sustitución del operador humano, tanto en sus tareas físicas como mentales, por máquinas o dispositivos.

2.4 OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN.

En las últimas décadas se ha logrado automatizar procesos productivos de cualquier tipo, esto se debe gracias al desarrollo y el bajo costo en algunas tecnologías necesarias para dichos procesos.

Los objetivos son:

- Integrar varios aspectos de las operaciones de manufactura.
- Mejorar la calidad y uniformidad del producto
- Minimizar el esfuerzo y los tiempos de producción.
- Mejorar la productividad reduciendo los costos de manufactura mediante un mejor control de la producción.
- Mejorar la calidad mediante procesos repetitivos.
- Reducir la intervención humana, el aburrimiento y la posibilidad del error humano.
- Reducir el daño en las piezas que resultaría del manejo manual.
- Aumentar la seguridad para el personal.
- Ahorrar área en la planta haciendo más eficiente.
- El arreglo de las máquinas
- El flujo de material [1]

2.5 NIVELES DE LA AUTOMATIZACIÓN.

Los niveles de la automatización se pueden observar en la figura 1.

Figura 1. Pirámide de la Automatización. [4]



2.5.1 Nivel de Entradas y Salidas (Acción/sensado)

Es llamado también nivel de Instrumentación. Está formado por los elementos de medida (sensores) y mando (actuadores) distribuidos en una línea de producción.

- Sensores: Termocuplas, tacómetros, detectores de proximidad, etc.
- Actuadores: Motores, electroválvulas, etc.

2.5.2 Nivel de Control (Nivel de Campo y proceso)

Está compuesta por los Automatas Programables (PLCs), y las diferentes clases de interfaces hombre-máquina, para el control de las máquinas industriales. Estos dispositivos hacen que los sensores y actuadores funcionen de forma conjunta para ser capaces de realizar el proceso industrial deseado.

Actualmente, existe una extensa variedad de autómatas Programables de distintos fabricantes, como la SIEMENS, MOELLER, OMRON, ALLEN BRADLEY, TELEMECANIQUE, etc.

2.5.3 Nivel de Supervisión (Nivel de control)

Está compuesto por lo general por ordenadores industriales, para la supervisión y control de maquinaria industrial de forma remota, y que habitualmente están contruidos para computadores o sistemas de visualización tales como pantallas industriales. En este nivel se trabajan los SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).

2.5.4 Nivel de Gestión (nivel de empresa)

En este nivel no es relevante el estado y la supervisión de los procesos de la planta, en cambio, si adquiere importancia toda la información relativa a la producción y su gestión asociada. En este nivel se considera el conjunto de la empresa (gestión, ventas, producción). [4] [5]

2.6 ELEMENTOS DE UNA INSTALACIÓN AUTOMATIZADA.

2.6.1 Máquinas.

Conjunto de mecanismos que ejecutan procesos, transformaciones, traslados, etc. de la materia prima.

2.6.2 Actuadores.

Son componentes que se encuentran ensamblados para el desarrollo de movimientos, calentamientos, son cilindros neumáticos, motores de corriente continua y de corriente alterna. Se pueden seleccionar y definir en tres grupos:

- Actuadores eléctricos:

Utilizan la energía eléctrica como fuente de trabajo entre estos se tienen: las electroválvulas, motores eléctricos de velocidad variable y velocidad fija, resistencias de calentamiento, cabeza de corte por láser.

- Actuadores hidráulicos:

Son aquellos que utilizan agua como fuente de energía y se emplean para controlar velocidades lentas y precisas.

- Actuadores neumáticos:

Instrumentos que emplean el aire comprimido como su fuente de energía, estos accionadores son principalmente cilindros.

- Pre-accionadores:

Son aquellos dispositivos que activan y dirigen a los accionadores. Lo son: electroválvulas, variadores de velocidad, contactores, finales de carrera.

2.6.3 Captadores.

Son los elementos que captan las señales de un proceso para conocer el estado de este, y según su estado decidir sobre su desarrollo futuro. Detectan posición, presión, temperatura, caudal, velocidad, aceleración.

2.6.4 HMI (Interfaz hombre-máquina):

Equipo que permite la interacción entre el hombre y la máquina. Estas se encuentran instaladas en los tableros de control de las máquinas y son: pilotos, pulsadores, teclados, visualizadores.

2.6.5 Elementos de mando:

Dispositivo de cálculo y control que dirige todo el proceso industrial. Estos dispositivos suelen ser los Autómatas Programables u Ordenadores de control Industrial. [6].

2.7 INSTRUMENTACIÓN.

2.7.1 Definición.

La noción de instrumentación industrial se refiere al grupo que sirve para medir, convertir, transmitir, controlar o registrar variables de proceso, con el fin de optimizar los recursos utilizados. Estas variables a medir pueden ser físicas (presión, temperatura, peso, humedad, etc.) o químicas (pH, conductividad eléctrica.). Definiendo sistema de control para estas magnitudes como un sistema que compara el valor de una variable a controlar con un valor deseado o set point, y cuando exista una diferencia entre el valor medido y el valor deseado efectuar una acción que corrija sin la intervención de un operario humano. [7] [8]

La instrumentación entonces, muestra la realidad de lo que está sucediendo con las variables implicadas en el proceso a controlar, para conocer la diferencia entre nuestro set point y el valor real de las variables y de esta manera actuar sobre algunos parámetros del sistema y proceder de forma correctiva para ajustar los valores reales a los valores deseados. [9]

2.7.2 Sensores y Transductores.

Los sensores se definen como dispositivos sensibles al movimiento, calor, luz, presión, energía eléctrica, magnética u otro tipo de energía. La finalidad de un sensor es dar una salida eléctrica que corresponda con una determinada magnitud aplicada a su entrada. [8]

Un transductor es un dispositivo que transforma un tipo de variable física (por ejemplo, fuerza, presión, temperatura, velocidad, etc.) en otra. Un transductor puede incluir un sensor para medir una determinada variable. Los sensores también se conocen como transductores, pero se prefiere la palabra sensor para el dispositivo de medición inicial; debido a que el transductor representa un dispositivo que convierte cualquier forma de señal a otra. Se puede decir que todos los sensores son transductores, pero no todos los transductores son sensores. [8] [10]

Los transductores y los sensores pueden clasificarse en dos tipos básicos, dependiendo de la forma de la señal convertida. Los dos tipos son:

Transductores analógicos: Proporcionan una señal analógica continua, por ejemplo voltaje o corriente eléctrica. Esta señal puede ser tomada como el valor de la variable física que se mide.

Transductores digitales: Producen una señal de salida digital, en la forma de un conjunto de bits de estado en paralelo o formando una serie de pulsaciones que pueden ser contadas. En una u otra forma, las señales digitales representan el valor de la variable medida. Los transductores digitales suelen ofrecer la ventaja de ser más compatibles con las computadoras digitales que los sensores analógicos en la automatización y en el control de procesos. [10]

- Características de los transductores.
 - Exactitud.
 - Precisión.
 - Rango de funcionamiento.
 - Velocidad de respuesta.
 - Calibración.
 - Fiabilidad. [10]

- **Sensor Magnético**

Los sensores magnéticos se basan en la tecnología magnetoresistiva SSEC. Ofrecen una alta sensibilidad. Entre las aplicaciones se incluyen brújulas, control remoto de vehículos, detección de vehículos, realidad virtual, sensores de posición, sistemas de seguridad e instrumentación médica. [11].

Figura 2. Clases de sensores magnéticos. [12].



2.8 Actuadores.

Se considera, en general, que es todo “dispositivo que convierte una magnitud eléctrica en una salida, generalmente mecánica, que puede provocar un efecto sobre el proceso automatizado”. [13]

Tipos de accionamientos más comunes en la industria:

- Eléctricos
- Hidráulicos
- Neumáticos

2.8.1.1 Actuadores Eléctricos.

- Motor de corriente continua.
- Motor de corriente alterna (asíncrono, jaula de ardilla).
- Motor de corriente alterna (rotor bobinado).
- Motor paso a paso.
- Servomotores.
 - Servomotor sin escobillas DC
 - Servomotor sin escobillas AC [13]

2.8.1.2 Actuadores Hidráulicos.

- Bombas hidráulicas
- Acumuladores
- Actuadores hidráulicos
- Válvulas hidráulicas [13]

2.8.1.3 Actuadores Neumáticos.

Los actuadores neumáticos transforman la energía en trabajo. Se tienen pocos actuadores neumáticos pero estos son de gran utilidad cuando solo se cuenta con cilindros y motores. Se pueden tener cilindros hidráulicos de simple efecto, doble efecto y algunos cilindros especiales. La utilización de cilindros neumáticos en vez de usar motores eléctricos es que los primeros generan movimientos rectilíneos mientras que los segundos generan movimientos circulares y a su vez no son confiables para recorridos pequeños. Si se quiere generar un movimiento rectilíneo en un motor eléctrico se necesitan un reductor de velocidad y cambiador de movimiento rotatorio a lineal como un tornillo de cadenas, cremalleras o cables. Estos son poco prácticos si los recorridos que se hacen son cortos. La energía del aire o aceite comprimido se transforma, por medio de cilindros, en un movimiento lineal de vaivén, y mediante motores neumáticos, en movimiento de giro. Los elementos de control son las electroválvulas que de acuerdo a un electroimán y el estado mecánico de una válvula pueden mover los cilindros neumáticos y así cambiar el estado de una máquina para doblar, empujar, subir etc. [14]

- **Cilindros Neumáticos.**

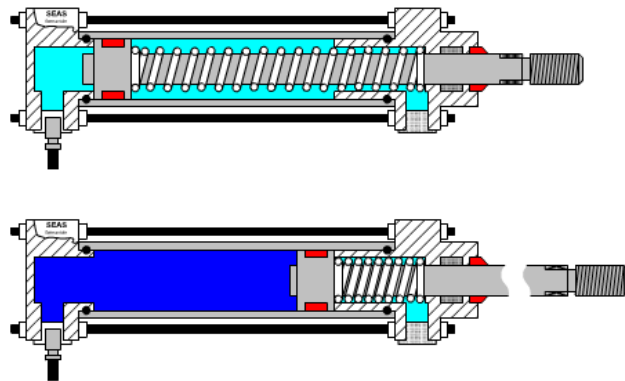
El cilindro de aire comprimido es por lo general el elemento productor de trabajo en un equipo neumático. Estos son actuadores lineales neumáticos que transforman la energía estática en un trabajo mecánico. Su misión es generar un movimiento rectilíneo, subdividido en carrera de avance y retroceso. Estos cilindros se accionan por medio de una electroválvula (si esta no se activa el cilindro no trabaja). El cilindro también puede ejercer misiones de regulación y mando dentro de sus funciones de trabajo, pudiendo realizar ambas de manera simultánea según su aplicación. Existen dos tipos fundamentales de los cuales se derivan construcciones especiales. [15]

- **Cilindros de Simple Efecto.**

Los cilindros de émbolo son más utilizados en la neumática que los cilindros de membrana y su funcionamiento es equivalente a los cilindros de pistón.

Un cilindro de simple efecto desarrolla un trabajo en un solo sentido. El émbolo se hace regresar por medio de un resorte interno o por algún otro medio externo como cargas, movimientos mecánicos, etc. Puede ser de tipo “normalmente adentro” o “normalmente afuera” (ver figura 3). [15]

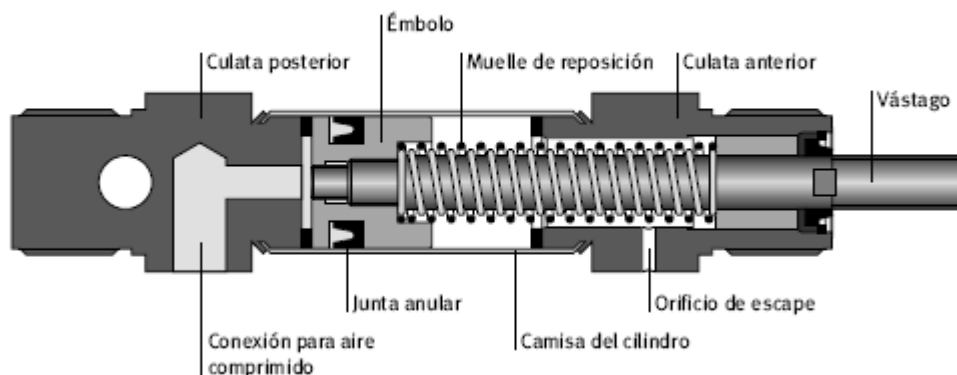
Figura 3. Cilindro simple efecto tipo “adentro”. [15]



Cada cilindro está constituido por los siguientes elementos básicos: tubo de cilindro, tapas de cierre anterior y posterior, émbolo y vástago (ver figura 4). El cilindro se fabrica por lo general con tubos de acero sin soldadura, y las superficies interiores de deslizamiento se les dan un acabado de precisión o rectificado. Para las tapas de sellado se las fabrica de fundición, normalmente de aluminio o hierro maleable.

Los componentes individuales son en su composición muy semejantes, pero presentan alguna diferencia según el fabricante de los mismos. También puede fabricarse un cilindro de simple efecto por fundición, formando entonces la cubierta de cierre posterior una unidad con el tubo cilíndrico. [14]

Figura 4. Partes principales de un Cilindro simple efecto. [16]



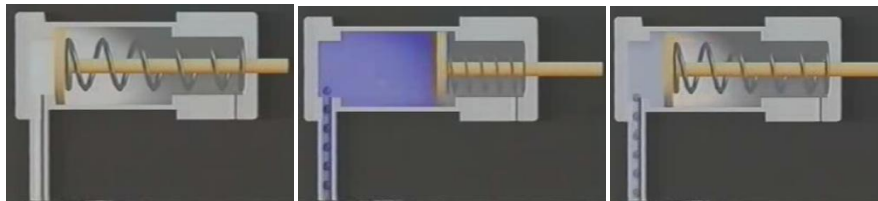
El cilindro de simple efecto se representa por su símbolo I S O (observar figura 5), en el cual se observa que el cilindro tiene una sola entrada de aire y un muelle de retroceso. Cuando se aplica aire comprimido a la conexión de entrada del cilindro, el aire empuja al émbolo. Si la fuerza generada por la presión es mayor que la

fuerza del muelle, el émbolo se desplaza comprimiendo el muelle y haciendo avanzar el vástago del cilindro. Cuando se libera la presión, el muelle devuelve al émbolo a su posición inicial haciendo retroceder el vástago. La fuerza del muelle, la presión del aire y la superficie del émbolo determinan la capacidad de trabajo del cilindro. Este funcionamiento se puede observar en la figura 6. [17]

Figura 5. Símbolo del Cilindro de simple efecto. [16]



Figura 6. Secuencia de trabajo del Cilindro de simple efecto. [17]



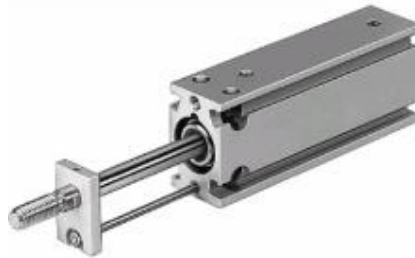
Los cilindros de simple efecto se utilizan para sujetar, marcar, expulsar, etc. Tienen un consumo de aire un poco más bajo que los cilindros de doble efecto de igual tamaño. Sin embargo hay una reducción de fuerza contraria del resorte, así que se hace necesario un diámetro interno un poco más grande para conseguir la misma fuerza. También la adecuación tiene como consecuencia una longitud global más larga y una longitud de carrera limitada, debido a un espacio muerto. [15]

Las figuras 7 y 8 muestran algunos ejemplos de cilindros de simple efecto que se consiguen en la industria.

Figura 7. Cilindro simple efecto tradicional, normalmente comprimido. [15]



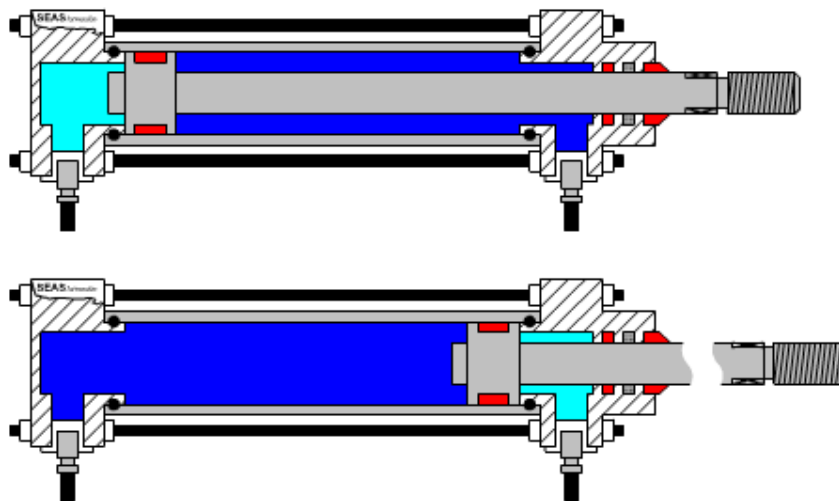
Figura 8. Cilindro simple efecto con guiado y camisa plana, normalmente fuera.[15]



- Cilindro de Doble Efecto.

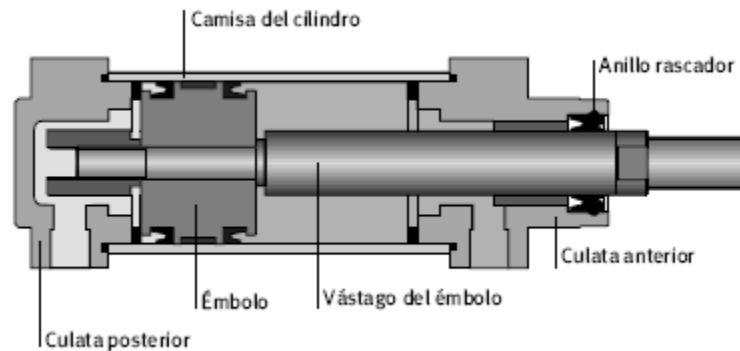
Son aquellos que realizan su carrera de avance como de retroceso por acción del aire comprimido. Su denominación se debe a que emplean las dos caras del émbolo (aire en ambas cámaras), por lo que estos componentes si pueden realizar trabajos en ambos sentidos (ver figura 9). [15]

Figura 9. Cilindros de doble efecto. [15]



Sus componentes internos son prácticamente iguales a los de simple efecto, con pequeñas variaciones en su construcción. El cilindro de aire comprimido de doble efecto se construye siempre en forma de émbolo, posee dos tomas de aire comprimido, situadas en ambos lados del émbolo. El tubo del cilindro se fabrica por lo general de acero sin soldadura, que en casos particulares puede ser de latón o bronce especial. Para evitar una intensa vibración del émbolo elástico, a la superficie deslizante del cilindro se le da un acabado de precisión o un rectificado, y para las aplicaciones especiales recibe un cromado duro complementario. El fondo y la cubierta son con preferencia piezas de fundición (ver figura 10). [15]

Figura 10. Partes principales de un Cilindro de doble efecto. [16]



El cilindro de doble efecto se representa por su símbolo I S O (observar figura 11). El cilindro de doble efecto posee doble entrada de aire y no tiene muelle de retroceso. En este cilindro la fuerza ejercida por el aire comprimido puede dirigirse a uno u otro lado del émbolo, esto permite realizar trabajos en ambos sentidos. El área ocupada por el vástago reduce la fuerza generada en la carrera de retroceso. Así mismo y debido al volumen ocupado por el vástago el retroceso consume menos aire que el avance. Cuando se selecciona un cilindro para determinada función debe tenerse en cuenta lo siguiente: longitud de la carrera, fuerza al avance, fuerza al retroceso y velocidad del ciclo. Este funcionamiento se puede observar en la figura 12. [17]

Figura 11. Símbolo del Cilindro de doble efecto. [16]

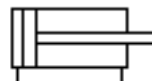
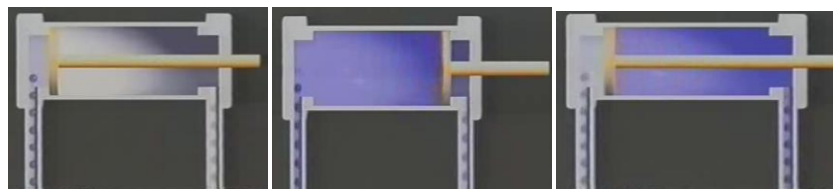


Figura 12. Secuencia de trabajo del Cilindro de doble efecto. [17]



El campo de aplicación de los cilindros de doble efecto es más extenso que el de simple efecto. Esto es debido a que, por norma general, los cilindros de doble efecto siempre contienen aire en una de sus cámaras, con lo que se asegura el posicionamiento.

Al utilizar estos actuadores se tiene grandes ventajas como:

- La posibilidad de realizar trabajo en ambos sentidos (avance y retroceso).
- No pierden fuerza en el accionamiento debido a la inexistencia de muelle en oposición
- Para una misma longitud de cilindro, la carrera en doble efecto es mayor que en el de simple efecto, al no existir volumen de alojamiento. [15]
- Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar una misión también al regresar a su posición inicial. [14]

La figura 13 muestra un ejemplo de cilindro de doble efecto que se consigue en la industria.

Figura 13. Cilindro de doble efecto convencional. [15]



- Cilindros especiales.

En la industria existen ejecuciones especiales de los cilindros normales y cilindros específicos, que tienen denominación propia de acuerdo con su función. Relacionados con los cilindros de doble efecto pueden considerarse como ejecuciones especiales los siguientes cilindros (de estos tipos de cilindros no se hablará profundamente, ya que no fueron utilizados en el proyecto y se derivan de los Cilindros de doble efecto y simple efecto. Sin embargo se dará una breve definición): [18]

– Cilindro tándem.

Se reúnen en un mismo tubo dos cilindros de doble efecto colocados en serie de tal modo que se suman las fuerzas producidas por ambos (ver figura 14). Se utilizan en aquellos casos en que se precisa un diámetro pequeño y una fuerza superior a la de su diámetro correspondiente. [18]

Figura 14. Cilindro tándem. [14]



– Cilindro de impacto.

Su nombre se debe a su elevada velocidad de avance, que se produce porque en el cilindro existe una precámara en la que el aire se acumula hasta una determinada presión; al alcanzarse esta actúa bruscamente sobre la parte posterior del émbolo, estando la anterior al valor atmosférico. Este impacto solo actúa en un solo sentido y la carrera de retroceso trabaja como en los cilindros normales (ver figura 15). [18]

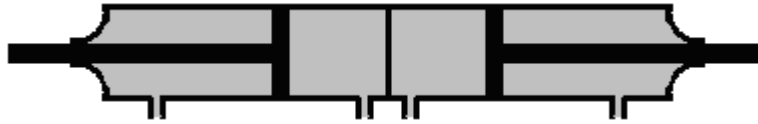
Figura 15. Cilindro de impacto. [19]



– Cilindro multiposicional.

Es una combinación de al menos dos cilindros neumáticos de doble efecto, dispuestos con las tapas posteriores encaradas, obteniéndose así un cilindro de cuatro posiciones. Se caracteriza por que tiene dos o más de dos posiciones definidas de maniobra (ver figura 16). [18]

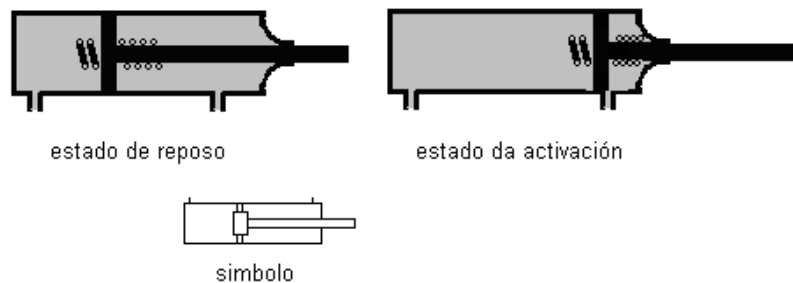
Figura 16. Cilindro multiposicional [14]



– Cilindro de amortiguación interna.

Cuando las masas que traslada un cilindro son grandes, con el objeto de evitar un choque brusco y daños, se utiliza un sistema de amortiguación que entra en acción momentos antes de alcanzar el tope de la carrera. Antes de alcanzar la posición final, un émbolo amortiguador corta la salida directa del aire al exterior. En cambio, se dispone de una sección de escape muy pequeña, a menudo ajustable (ver figura 17). [14]

Figura 17. Cilindro de amortiguación interna y su símbolo [14]



– Con vástago reforzado

Este tipo de cilindros tiene un vástago corrido hacia ambos lados. La guía del vástago es mejor, porque dispone de dos cojinetes y la distancia entre éstos permanece constante. Por eso, este cilindro puede absorber también cargas pequeñas laterales. Los elementos señalizadores pueden disponerse en el lado libre del vástago. La fuerza es igual en los dos sentidos (las superficies del émbolo son iguales) (ver figura 18). [14]

Figura 18. Cilindro vástago reforzado y su símbolo. [14]

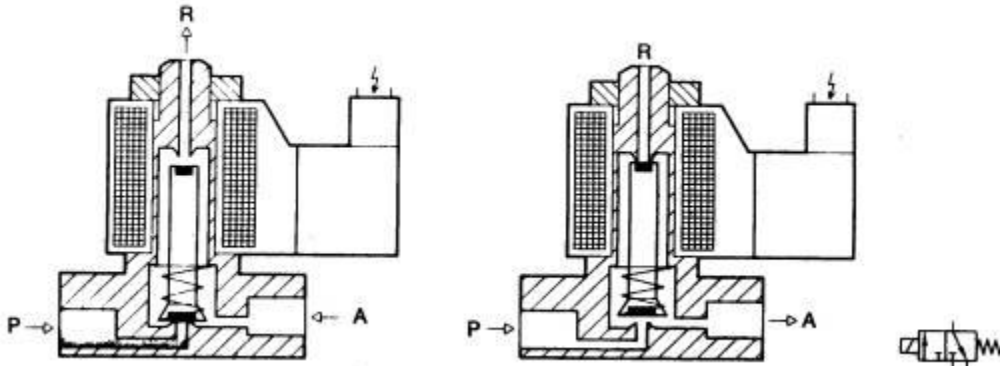


- Electroválvulas:

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas son elementos que mandan o regulan la activación, desactivación y la dirección de presión o el caudal del fluido enviado por una bomba hidráulica o por un motor compresor. Estas válvulas se utilizan cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos o mandos electrónicos. A su vez son elegidas para mandos de accionamientos eléctricos con distancias extremadamente largas y cortos tiempos de desconexión. [20]

Las válvulas de control neumático son sistemas que bloquean, liberan o desvían el flujo de aire de un sistema neumático por medio de una señal que generalmente es de tipo eléctrico, razón por la cual también son denominadas electroválvulas, ver figura 19. [14]

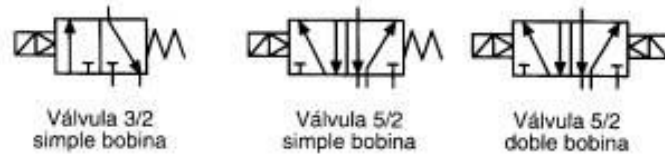
Figura 19. Válvula distribuidora 2/1 (de mando electromagnético) y su símbolo [14]



El funcionamiento de todas las electroválvulas se basa en el principio de inducción magnética. Consiste en un núcleo de hierro arrollado por una bobina que al recibir una tensión por sus terminales hace que este se desplace. El núcleo lleva una hoja que permanece continuamente cerrada en su asiento por la acción de un muelle contenedor, al recibir tensión por medio de sus terminales crea un campo magnético que se induce sobre la espiga levantándose de su asiento. El conducto de alimentación P de la válvula principal tiene una derivación interna hacia el asiento de la válvula de mando indirecto. Un muelle empuja el núcleo contra el asiento de esta válvula. Al excitar el electroimán, el núcleo es atraído, y el aire fluye hacia el émbolo de mando de la válvula principal, empujándolo hacia abajo y levantando los discos de válvula de su asiento. Primeramente se cierra la unión entre P y R (la válvula no tiene solapo). Entonces, el aire puede fluir de P hacia A y escapar de B hacia R. Al desconectar el electroimán, el muelle empuja el núcleo hasta su asiento y corta el paso del aire de mando. Los émbolos de mando en la válvula principal son empujados a su posición inicial por los muelles. [21] [22] [29]

Para entender mejor el funcionamiento de las válvulas eléctricas es necesario conocer los símbolos que se utilizan para representar los diferentes tipos de electroválvulas que hay (ver figura 20).

Figura 20. Simbología de las electroválvulas. [14]

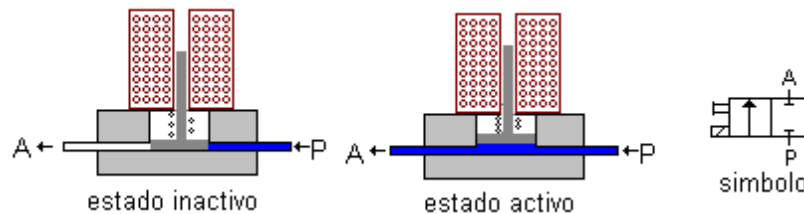


A continuación se explica el significado de las letras utilizadas en los esquemas:
 P (Presión). Puerto de alimentación de aire
 R, S, etc. Puertos para evacuación del aire
 A, B, C, etc. Puertos de trabajo
 Z, X, Y, etc. Puertos de monitoreo y control

Las válvulas electromagnéticas se clasifican según la cantidad de entradas o salidas de aire, su estado y la cantidad de posiciones de control que poseen.

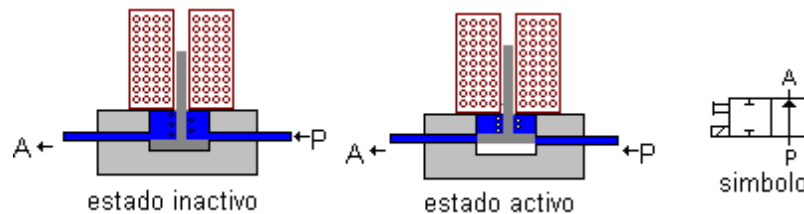
- Electroválvula 2/2 normalmente cerrada. (figura 21).

Figura 21. Electroválvula 2/2 normalmente cerrada y su símbolo. [14]



- Electroválvula 2/2 normalmente abierta. (figura 22).

Figura 12. Electroválvula 2/2 normalmente abierta y su símbolo. [14]

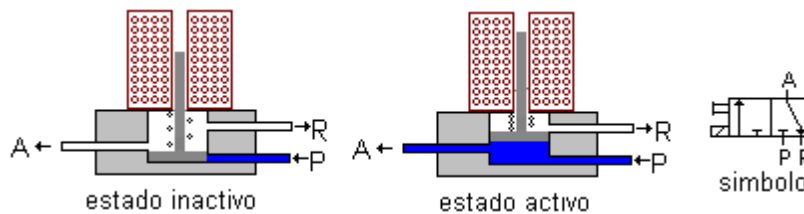


- Electroválvula 3/2. (ver figura 23).

La electroválvula 3/2 tiene tres terminales de conexión, uno para la entrada de presión P, uno para la salida al cilindro A y otro terminal para la recuperar el fluido R. Este terminal se puede dejar al aire para que el aire salga o se puede conectar a un tanque donde haya fluido sin presión (tanque de almacenamiento). Cuando la bobina está desactivada, la presión P se encuentra bloqueada por el émbolo, y el terminal A se encuentra conectado al tanque de almacenamiento. En este caso el cilindro no se encuentra trabajando.

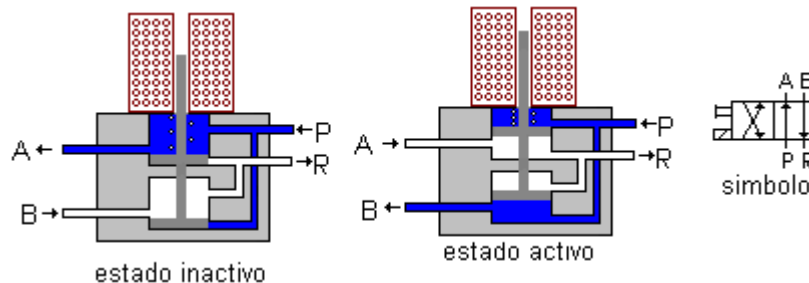
Cuando se activa la bobina, el émbolo sube, y el terminal A se encuentra conectado al terminal P. Haciendo que el cilindro esté expuesto a una presión y él hace trabajo. Cuando la bobina se desactiva, el resorte hace bajar el émbolo nuevamente, la presión P queda bloqueada y el terminal A queda conectado al R o al tanque de almacenamiento, lo que permite que el cilindro vuelva a su estado de reposo. [14]

Figura 23. Electroválvula 3/2 y su símbolo. [14]



- Electroválvula 4/2. (ver figura 24).

Figura 24. Electroválvula 4/2 y su símbolo. [14]



2.9 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC).

Las empresas de hoy, que piensan en el futuro, se encuentran provistas de modernos dispositivos electrónicos en sus máquinas y procesos de control. Hoy las fábricas automatizadas deben proporcionar en sus sistemas, alta confiabilidad, gran eficiencia y flexibilidad. Una de las bases principales de tales fábricas es un dispositivo electrónico llamado Controlador Lógico Programable. Este dispositivo fue inicialmente introducido en 1970 y se ha sido refinando con nuevos componentes electrónicos, tales como Microprocesadores de alta velocidad, agregándole funciones especiales para el control de proceso más complejos.

Un controlador lógico programable o PLC es un dispositivo electrónico programable utilizado para reemplazar los circuitos secuenciales de relevadores utilizados para el control en tiempo real de procesos industriales como fabricación, control de instalaciones, el cual puede trabajar en ambientes industriales soportando condiciones adversas de vibración mecánica, temperatura, ruido ambiente o eléctrico, polvo, etc; lo que lo hace mucho más confiable que otros dispositivos que son implementados para estos fines.

El PLC, también conocido como autómeta programable, cuenta con una memoria interna programable en la cual se almacenan las instrucciones que conforman las secuencias de control, tales como: funciones lógicas booleanas, de registro, temporización y conteo entre otras, las cuales cuentan con entradas y/o salidas digitales (ON/OFF) o analógicas, donde el PLC gobierna las señales de salida según el programa; previamente almacenado en su memoria; de acuerdo al estado de las señales de entrada. Dichas señales de entrada están representadas por dispositivos como sensores, finales de carrera, detectores de proximidad, interruptores o pulsadores entre otros. Por su parte, las señales de salida tienen como finalidad el control de dispositivos como electroválvulas, contactores, variadores de velocidad y alarmas entre otros.

El manejo y programación de un autómeta es digital y se puede realizarse mediante diferentes lenguajes programáticos como Ladder Logic, booleano, simbólico y palabras, los cuales son de fácil manejo para el personal eléctrico o electrónico.

2.9.1 Estructura Física y Presentación.

La estructura física o estructura externa de un PLC se refiere al aspecto físico del mismo o elementos en que está dividido. Actualmente, son dos las estructuras más significativas que existen en el mercado:

- Estructura Compacta

Este tipo de autómatas se distingue por presentar en un solo bloque todos sus elementos, esto es, fuente de alimentación, CPU, memorias, entradas/salidas, etc. Son los autómatas de gama baja o nanoautómatas los que suelen tener una estructura compacta. Su potencia de proceso suele ser muy limitada dedicándose a controlar máquinas muy pequeñas o cuadros de mando. [5] [23]

Figura 252. Estructura compacta de un PLC Telemecanique TWDLCAE40DRF. [24]



- Estructura Modular:

Su característica principal es que existe un módulo para cada uno de los diferentes elementos que componen el autómata como puede ser una fuente de alimentación, CPU, E/S, etc. La sujeción de los mismos se hace por carril DIN, placa perforada o sobre RACK, en donde va alojado el BUS externo de unión de los distintos módulos que lo componen.

Son los autómatas de gama alta los que suelen tener una estructura modular, que permiten una gran flexibilidad en su constitución. [23]

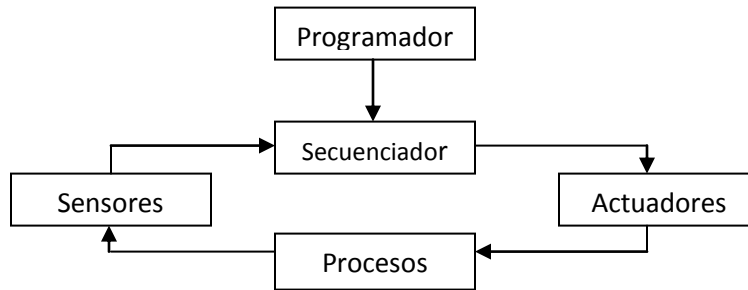
Figura 26. Estructura modular de un PLC Telemecanique TWDAMM3HT. [35]



- Estructura del PLC:

La estructura básica se puede representar por medio del diagrama de bloques que se muestra en la figura 27.

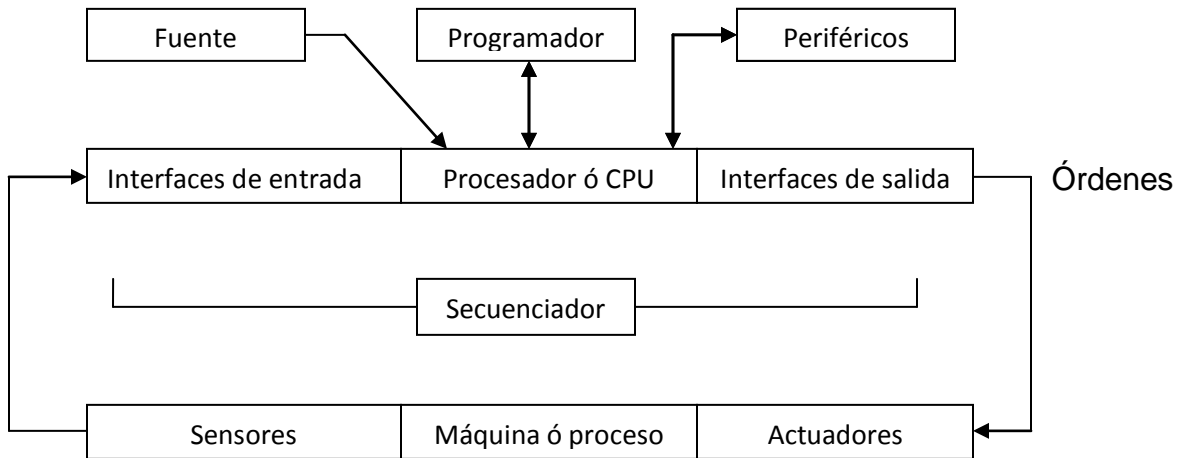
Figura 27. Estructura Básica del PLC. [25] [29]



- Estructura Interna del PLC:

La estructura interna se puede representar por medio del diagrama de bloques que se ilustra en la figura 28.

Figura 28. Estructura Interna del PLC. [25] [29]



A continuación se definirán cada una de las partes internas del PLC.

- Fuente de Alimentación:

La función de la fuente de alimentación DC en un controlador es convertir la tensión de la red, 220v AC, a baja tensión DC, a su vez suministrar la energía ala

CPU y demás tarjetas según la configuración del PLC, para que este pueda trabajar correctamente. [5]

+5V para alimentar a todas las tarjetas.

+5.2 V para alimentar al programador.

+ 24 V para los canales de lazo de corriente 20 mA. [26] [27]

- Interfaces de Entradas y Salidas I/O.

- Entradas:

Son circuitos mediante los cuales el sistema puede comunicarse con el mundo exterior y se toma la información de los captadores, interruptores, sensores, etc. Evitan el rebote de contactos, acoplan los niveles de tensión, y acondicionan la señal para reducir el efecto de señales de ruido e interferencia. [27]

Las entradas son fácilmente identificables, ya que se caracterizan físicamente por sus bornes para acoplar los dispositivos de entrada o captadores, por su numeración, y por su identificación INPUT o ENTRADA. En cuanto a su tensión, las entradas pueden ser de tres tipos:

- Libres de tensión.
- A corriente continua.
- A corriente alterna. [26] [27]

- Salidas:

Las salidas son circuitos mediante los cuales el sistema puede comunicarse con el mundo exterior realizando la activación de los actuadores. Estas salidas permiten adecuar las señales de salida lógica para el funcionamiento correcto de los actuadores, que son los que van a modificar las condiciones del proceso de acuerdo a una acción de control predeterminada. Acoplan el mundo de la lógica interna con el de la carga.

La identificación de las salidas se realiza igual que en las entradas, figurando en este caso la indicación de OUTPUT o SALIDA. Son tres los tipos de salidas que se pueden dar:

- A relé.
- A triac.
- A transistor. [27]

- Memoria:

Las memorias son dispositivos que contienen en forma binaria las instrucciones que constituyen el programa y los datos que deberían utilizarse durante la ejecución del mismo. [26]

- Unidad central de proceso, CPU:

Lleva a cabo la mayoría de los procesos del sistema, su desempeño depende de una lista de ejecución que se provee, denominada programa. Los programas que se ejecutan son dos, el primero de autoconfiguración cuando el sistema arranca y el segundo de usuario, diseñado para una aplicación específica. Por lo general la CPU viene integrada en un chip semi-conductor caso en el cual recibe el nombre de micro-procesador. [5]

Los principales componentes funcionales de la CPU son:

- Unidad Lógica y Aritmética – ALU.
- Unidad de control
- Lenguaje de máquina
- Buses
- Banco de registros. [28]

- Programador:

Es el medio material que tiene el usuario para programar y controlar el controlador. Contiene un teclado con comandos lógicos y de servicio además de una pantalla; a su vez los nuevos autómatas programables cuentan con softwares de programación para computadores y cables de conexión PLC-PC para poder realizar la programación desde un PC. Las nuevas tecnologías también permiten programar los autómatas desde grandes distancias o sin cables de conexión PLC-PC a través de Internet. [26]

- Periféricos

Los periféricos no intervienen directamente en el funcionamiento del autómata, pero sin embargo facilitan la labor del operario. Los más utilizados son:

- Grabadoras a cassettes.
- Impresoras.
- Cartuchos de memoria EEPROM.
- Visualizadores y paneles de operación OP. [27]

2.9.2 Ventajas de la Automatización al utilizar un PLC.

Los Controladores Lógicos Programables, PLC como ellos son comúnmente llamados, ofrecen muchas ventajas sobre otros dispositivos de control tales como relevadores, temporizadores electrónicos, contadores y controles mecánicos como del tipo tambor. Algunas ventajas que proporciona un PLC. [5]

- Menor tiempo empleado en la elaboración de proyectos.

Esto se debe a que no es necesario dibujar el esquema de contactos, no se simplifican las ecuaciones lógicas y la lista de materiales queda reducida.

- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos; esto hace que sea más fácil realizar cambios en el desarrollo del proceso.
- Mínimo espacio de ocupación, esto se debe a sus tamaños diferentes en los que se adquiere, además de esto se puede instalar en cualquier tipo de ambiente. El PLC es diseñado para la aplicación industrial y puede estar sometido a influencias físicas, eléctricas y químicas, ruidos, cortes de energía, contaminantes ambientales como el polvo, etc.
- Emplea menor tiempo de realización y menor coste de mano de obra de instalación.
- Economía de mantenimiento. Además de aumentar la facilidad del sistema, al eliminar contactos móviles, los mismos PLC pueden detectar e indicar averías. Esto hace que aumente la confiabilidad en ellos.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con un mismo Autómata. También facilita la implementación de sistemas de control distribuido ó de control jerárquico.
- Menor tiempo para la puesta en funcionamiento del proceso al quedar reducido el tiempo de cableado.
- Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el PLC sigue siendo útil para otra máquina o sistema de producción. [27] [29]

2.10 SISTEMA SCADA (CONTROL SUPERVISORIO Y ADQUISICIÓN DE DATOS).

2.10.1 Definición.

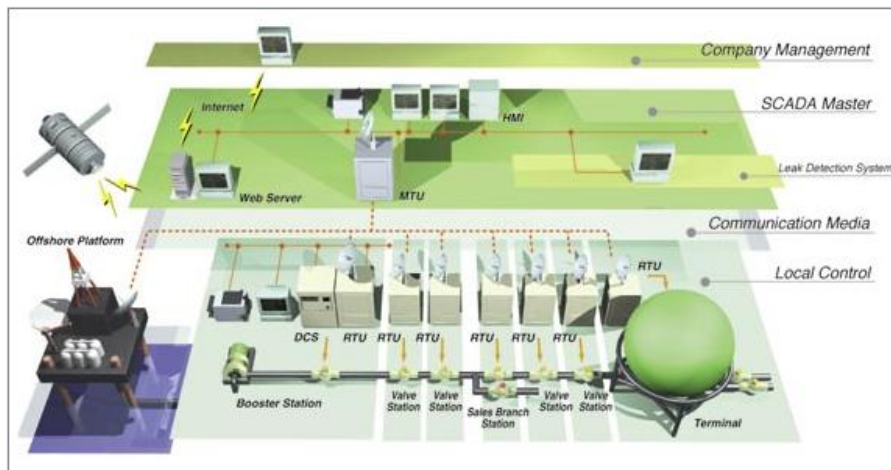
Los sistemas SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) son aplicaciones de software, diseñadas con la finalidad de controlar y supervisar procesos a distancia. Se basan en la adquisición de datos de los procesos remotos.

Se trata de una aplicación de software, especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde una computadora. Además, envía la información generada en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como hacia otros supervisores dentro de la

empresa, es decir, que permite la participación de otras áreas como por ejemplo: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

Estos sistemas actúan sobre los dispositivos instalados en la planta, como son los controladores, autómatas, sensores, actuadores, registradores, etc. Además permiten controlar el proceso desde una estación remota, para ello el software brinda una interfaz gráfica que muestra el comportamiento del proceso en tiempo real. Generalmente se vincula el software al uso de una computadora o de un PLC, la acción de control es realizada por los controladores de campo, pero la comunicación del sistema con el operador es necesariamente vía computadora. Sin embargo el operador puede gobernar el proceso en un momento dado si es necesario. [30]

Figura 29. Sistema SCADA. [31]



2.10.2 Funciones básicas de un sistema SCADA.

- Supervisión remota de instalaciones y equipos: Permite al operador conocer el estado de desempeño de las instalaciones y los equipos alojados en la planta, lo que permite dirigir las tareas de mantenimiento y estadística de fallas.
- Control remoto de instalaciones y equipos: Mediante el sistema se puede activar o desactivar los equipos remotamente (por ejemplo abrir válvulas, activar Interruptores, encender motores, etc.), de manera automática y también manual. Además es posible ajustar parámetros, valores de referencia, algoritmos de control, etc.
- Procesamiento de datos: El conjunto de datos adquiridos conforman la información que alimenta el sistema, esta información es procesada, analizada, y comparada con datos anteriores, y con datos de otros puntos de referencia, dando como resultado una información confiable y veraz.

- Visualización gráfica dinámica: El sistema es capaz de brindar imágenes en movimiento que representen el comportamiento del proceso, dándole al operador la impresión de estar presente dentro de una planta real. Estos gráficos también pueden corresponder a curvas de las señales analizadas en el tiempo.
- Generación de reportes: El sistema permite generar informes con datos estadísticos del proceso en un tiempo determinado por el operador.
- Representación de señales de alarma: A través de las señales de alarma se logra alertar al operador frente a una falla o la presencia de una condición perjudicial o fuera de lo aceptable. Estas señales pueden ser tanto visuales como sonoras. [30]

2.10.3 Ventajas de un sistema SCADA.

- Reporte en tiempo real de las variables físicas del sistema.
- Control de contingencias.
- Almacenamiento de datos históricos.
- Planeamiento de la operación.
- Análisis de instrumentos.
- Eficiencia y seguridad de la operación.
- Confiabilidad en la medición.
- Facilidad de mantenimiento. [30]

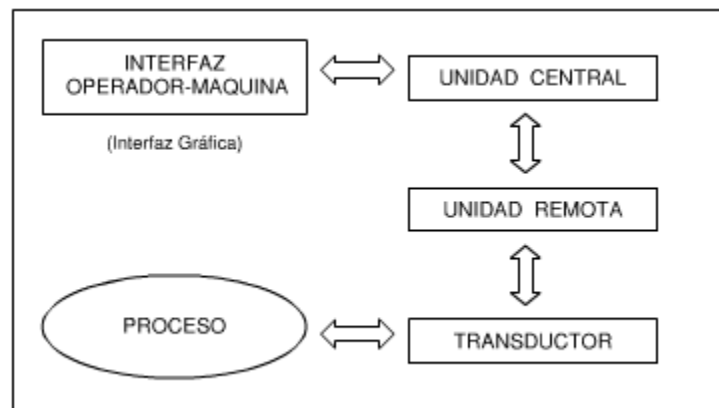
2.10.4 Elementos de un sistema SCADA.

- Interfaz Operador Máquinas: Es el entorno visual que brinda el sistema para que el operador se adapte al proceso desarrollado por la planta. Permite la interacción del ser humano con los medios tecnológicos implementados.
- Unidad Central (MTU): Conocido como Unidad Maestra. Ejecuta las acciones de mando (programadas) con base en los valores actuales de las variables medidas. La programación se realiza por medio de bloques de programa en lenguaje de alto nivel (como C, Basic, etc.). También se encarga del almacenamiento y procesamiento ordenado de los datos, de forma que otra aplicación o dispositivo pueda tener acceso a ellos.
- Unidad Remota (RTU): Lo constituye todo elemento que envía algún tipo de información a la unidad central. Es parte del proceso productivo y necesariamente se encuentra ubicada en la planta.

- Sistema de Comunicaciones: Se encarga de la transferencia de información del punto donde se realizan las operaciones, hasta el punto donde se supervisa y controla el proceso. Lo conforman los transmisores, receptores y medios de comunicación.
- Transductores: Son los elementos que permiten la conversión de una señal física en una señal eléctrica (y viceversa). Su calibración es muy importante para que no haya problema con la confusión de valores de los datos. [30]

Estos elementos del sistema SCADA se pueden observar en la figura 30.

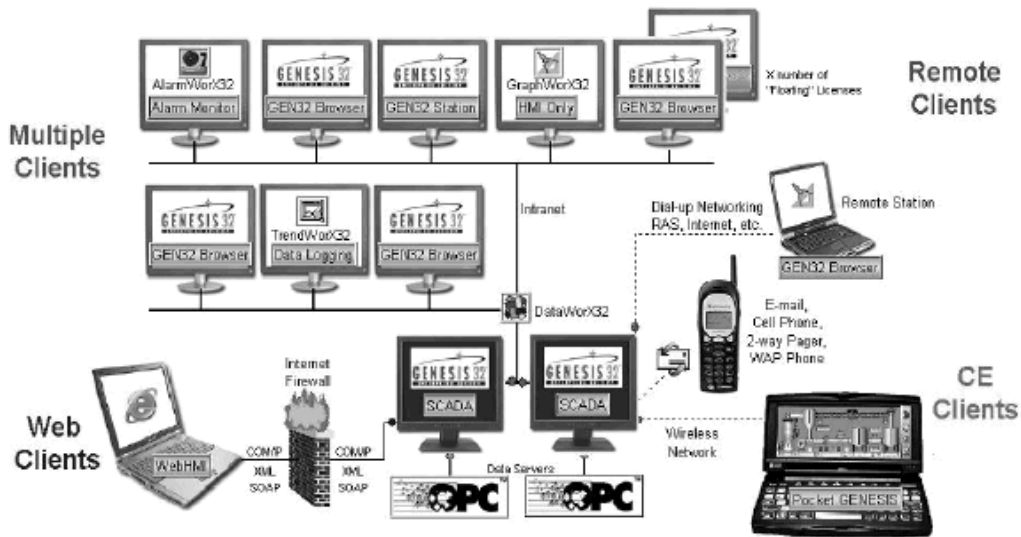
Figura 30. Esquema de los elementos del sistema SCADA. [30]



2.10.5 Niveles de un sistema SCADA.

Debido a la gran cantidad de información que maneja un sistema SCADA que es indispensable para el sistema de control, este se encuentra compuesto por elementos de hardware y software organizados en cinco niveles: Instrumentación, Unidad Terminal Remota (RTU), Comunicaciones, Centro de Control y Aplicaciones Avanzadas.

Figura 31. Niveles del sistema SCADA. [34]



2.10.5.1 Nivel de Instrumentación.

Constituido por los instrumentos de medición y control que permiten el mantenimiento y regulación de las variables de proceso, tales como la temperatura, la presión, el nivel, el caudal, la humedad, el pH, la velocidad, etc. [32]

2.10.5.2 Nivel de RTU.

“Unidad Terminal Remota” “Controlador Lógico Programable” Dispositivo inteligente microprocesado, encargado de recoger, entregar, almacenar, controlar y procesar la información del nivel de instrumentación; manteniendo o no comunicación permanente con el nivel centro de control, desde donde puede ser monitoreado y programada cada una de sus acciones.

La RTU es un sistema que cuenta con un microprocesador e interfaces de entrada y salida tanto analógicas como digitales que permiten tomar la información del proceso provista por los dispositivos de instrumentación y control en una localidad remota y, utilizando técnicas de transmisión de datos, enviarla al sistema central. Un sistema puede contener varios RTUs; siendo capaz de captar un mensaje direccionado hacia él, decodificando o actuando, respondiendo si es necesario, y esperar por un nuevo mensaje. [32]

Las RTU´s están conformadas por tres partes:

- Tarjetas de Entrada/Salida de señales de instrumentación: existen diferentes tarjetas o módulos para cada tipo de salida o entrada, con señalización estándar de instrumentación.
- Entrada Analógica: Señal de 4-20 mA. Ejemplo transmisor de presión.
- Entrada Digital: Contacto seco. Interruptor de parada de emergencia.
- Salida Analógica: Señal de 4-20 mA. Ejemplo válvula proporcional.
- Salida Digital: Contacto seco. Ejemplo válvula ON/OFF. [33]

2.10.5.3 Nivel de Comunicaciones.

Transporta la información vía cualquier medio de comunicación (alámbrico o inalámbrico), entre los niveles de Instrumentación, RTU, Centro de Control y Aplicaciones Avanzadas. El sistema de comunicaciones maneja tanto voz, como datos.

Los medios más usados son:

- Línea telefónica.
 - Radio de Comunicaciones.
 - Microondas.
 - Sistema Satelital. [32]
- OPC (El OLE para el Control de Procesos).

Corresponde a un conjunto de especificaciones basadas en los estándares de Microsoft (COM, DCOM, OLE Automatización y ActiveX) que cubren los requerimientos de comunicación industrial entre aplicaciones y dispositivos, especialmente en lo que se refiere a la atención al tiempo real.

2.10.5.4 Nivel de Centro de Control.

Estaciones de trabajo constituidas por tableros de control y PC`s en red, con software de control, software de supervisión, software administrador de históricos, servidores OPC (OLE para el control de procesos), periféricos para el control, supervisión y administración centralizada del proceso en un DCS (Sistema de Control Distribuido).

En este nivel básicamente se desarrollan las estrategias de control y los sistemas de supervisión del proceso, almacenando los históricos de cada una de las variables, es decir, se administra el proceso con la finalidad única de garantizar su óptimo desempeño.

El desarrollo de las estrategias de control y los sistemas de supervisión del proceso, así como la generación de históricos de cada una de las variables, es importante que obedezcan a un modelo básico de ingeniería, con el objeto de

garantizar su óptimo desempeño, estandarizando así todos sus procesos de implementación.

- **GRAF CET** (Gráfica de Control de Etapas de Transición): Es un gráfico de mando de modelado de sistemas, basado en automatismos de carácter secuencial.
- **GEMMA** (Guía de Estudio de Modos de marchas y Paradas): Representación gráfica–sintética de los procedimientos de funcionamiento, parada y fallo de un automatismo. Su utilización en la fase de diseño debe plantearse partiendo de una concepción del macrofuncionamiento del sistema, reservando el GRAF CET para cada uno de los macro-estados resultantes del GEMMA. [32]

- DCS (Distributed Control System / Sistema de Control Distribuido).

Son sistemas de control que están conformados por sub-sistemas controlados uno o más controladores donde están conectados entre sí por redes de comunicación y monitoreo.

- Dispositivos muy dependientes del fabricante.
- Utilización en sectores de la industria del proceso continuo.
- Arquitecturas hardware propietarias.
- Programación dependiente del fabricante.
- Dispone de interfaz para operador.
- Tendencia a utilizar hardware de PLCs.

2.10.5.5 Nivel de Aplicaciones Avanzadas.

Permiten optimizar el Sistema SCADA desarrollando funciones tales como: modelamiento de procesos, simulación de procesos, control con redes neuronales, control avanzado, control difuso, sintonización automática de lazos de control.

HYSYS: Software para la simulación de Procesos químicos.

EXPERT TUNNING: Software para la auto sintonización de lazos de control controlados con PID's. [32]

2.11 ELEMENTOS DE CONTROL.

- El contactor.

Un contactor es un dispositivo con capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación con la posibilidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento: una estable o de reposo, cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando, y otra inestable, cuando actúa dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de "todo o nada". [35]

Los contactores utilizados normalmente en la industria son accionados mediante la energía magnética proporcionada por una bobina, son llamados contactores electromagnéticos. [14]

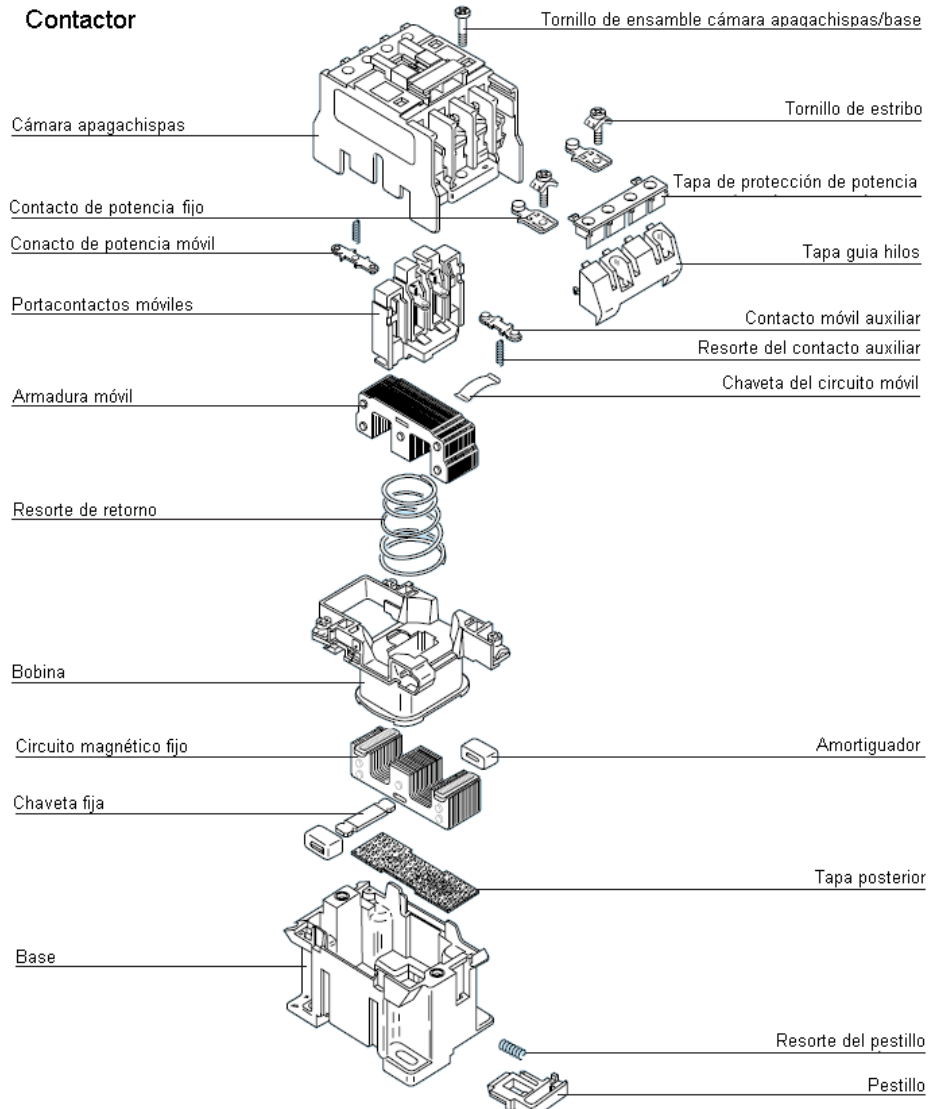
Cuando la bobina del electroimán está bajo tensión, el contactor se cierra, estableciendo a través de los polos un circuito entre la red de alimentación y el receptor. El desplazamiento de la parte móvil del electroimán que arrastra las partes móviles de los polos y de los contactos auxiliares o, en determinados casos, del dispositivo de control de éstos. [14]

- Funcionamiento del contactor.

Cuando la bobina es recorrida por la corriente eléctrica, genera un campo magnético intenso, de manera que el núcleo atrae un imán con un movimiento muy rápido. Al producirse este movimiento, todos los contactos del contactor (tanto principales como auxiliares) cambian de posición al mismo tiempo: Los contactos cerrados se abren y los abiertos se cierran.

Para regresar los contactos a su posición inicial de reposo basta con desenergizar la bobina. Durante esta desenergización o desconexión de la bobina (carga inductiva) se producen sobre-tensiones de alta frecuencia, que pueden producir interferencias en los aparatos electrónicos. [36]

Figura 32. Partes principales del contactor. [14].



- Pulsador

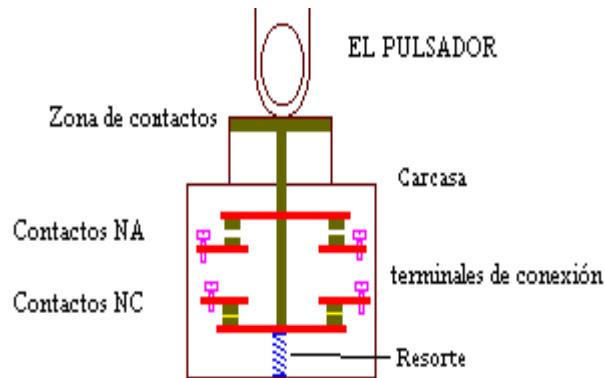
Es la interfáz hombre máquina más sencilla que se pueda obtener. Los pulsadores tienen una parte externa donde el usuario las puede accionar y una parte interna donde se alojan interruptores normalmente abiertos o cerrados.

Su estado cambia cuando hay una fuerza externa que lo accione, una vez ésta desaparezca, los contactos vuelven a su estado de reposo. Como se puede ver en la (figura 33) al presionarse la carátula externa se están accionando

simultáneamente los dos contactos y ambos cambian de estado a la vez, es decir, entre los contactos hay un acople mecánico.

Un pulsador sirve para ingresar comandos a un circuito de control y sólo sirve para una acción, por ejemplo, parar un motor, arrancarlo, etc. [14]

Figura 3. Estructura del pulsador. [14].



En la industria existen pulsadores luminosos y no luminosos (ver figura 34), los cuales poseen en su parte interna un contactor normalmente abierto y normalmente cerrado. Se encuentran generalmente en forma circular, en diferentes colores (según la función que desempeñen) y su funcionamiento es similar. La diferencia entre estos pulsadores, es que los luminosos cuentan con una lámpara de filamento o de neón en su parte interna, para indicar que se encuentran presionados o realizando una acción.

Figura 34. Pulsadores luminosos. [38].



En las siguientes tablas se describe la función que ejerce cada pulsador dependiendo de su color.

Tabla 2. Colores y funciones comunes de los pulsadores no luminosos. [14].

COLOR	SERVICIO	UTILIZACIÓN
ROJO	Parada.	Parada general de ciclo o maniobra. Parada de emergencia. Desconexión por exceso de temperatura. Desenclavamiento de relés protectores.
VERDE O NEGRO	Marcha.	Arranque de un ciclo o maniobra.
AMARILLO		Retroceso de la maniobra. Anulación de la maniobra anteriormente seleccionada.
BLANCO O AZUL CLARO	Para funciones que no se comprenden en los otros colores.	

Tabla 3. Colores y funciones comunes de los pulsadores luminosos. [14].

COLOR	SERVICIO
ROJO	No utilizar.
AMARILLO	Atención o Precaución.
VERDE	Permiso de arranque por centelleo del pulsador.
BLANCO	Confirmación que el circuito se encuentra bajo tensión y que ha sido seleccionado preseleccionado para una función o movimiento.
AZUL	Indica otras funciones que no están comprendidas en otros colores.

- Finales de carrera.

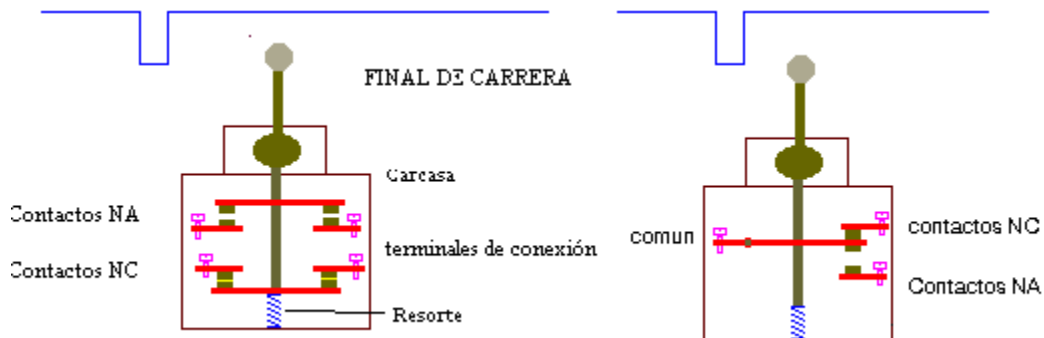
También se les llama Interruptores de posición. Son aparatos destinados a informar y controlar la posición de una máquina o parte de ella. Su funcionamiento es similar a la de un pulsador, cuando una parte mecánica toca la cabeza activadora, una excéntrica hace mover los contactos NA y NC para cerrarlos o abrirlos, este se mantiene siempre y cuando la fuerza de activación persista. Cuando esta fuerza no existe un resorte lleva los contactos a la posición de reposo (ver figura 35). [23]

Figura 35. Finales de carrera. [37].



Existen interruptores de posición, en los cuales el contacto NC está completamente separado del contacto NA, por lo cual tienen cuatro bornes de conexión (dos entradas y dos salidas), como se observa en la izquierda de la figura 36. Hay otros con un contacto común y dos contactos, uno NA y otro NC como se ve en la derecha de la figura 36.

Figura 36. Diagrama interno de un final de carrera. [14].



Los interruptores de posición se emplean especialmente en operaciones automáticas, en las cuales es necesario interrumpir (detener) o invertir el desplazamiento de una parte de la máquina (apertura y cierre de puertas, montacargas, rectificadoras, ascensores, compactadoras, prensas, etc.). [23]

2.12 ACCESORIOS NEUMÁTICOS.

- Racores Instantáneos.

Se encargan de conectar y desconectar las vías de aire a presión entre los componentes neumáticos (ver figura 37).

Su fácil empleo a la hora de conectar y desconectar mangueras, la gran variedad de formas que existen (Rectos, T, L, Y, con rosca macho, con rosca hembra, dobles, triples, etc.), su larga vida útil y bajo precio hacen que esta opción de conexión entre válvulas y cilindros neumáticos no tenga complejidad.

La forma básica que poseen estos racores, sus partes, su disponibilidad y sus características técnicas se detallan a continuación: [39]

Figura 37. Características técnicas de un racor. [39]



- Tipos de racores.

Dentro de los racores se pueden encontrar racores en L machos, los cuales son comunes dentro de los cilindros neumáticos. Observar la figura 38.

Figura 38. Racor en L macho. [40]



También se encuentran racores en T, los cuales funcionan típicamente como mecanismo para generar 2 vías de presión a partir de una sola. Observar la figura 39.

Figura 39. Racor en T. [40]



- Regulador de presión de aire.

Los reguladores de presión se utilizan para la regulación o control de la presión de aire ejercida sobre componentes de regulación, control y medición neumáticos (ver figura 40).

Su función se puede dar de igual forma como mecanismo de seguridad para la entrada de aire comprimido en los equipos y así evitar posibles daños sobre estos o sobre cualquier otro objeto en el cual recaiga la presión ejercida por un mecanismo neumático (ejemplo. Cilindro neumático).

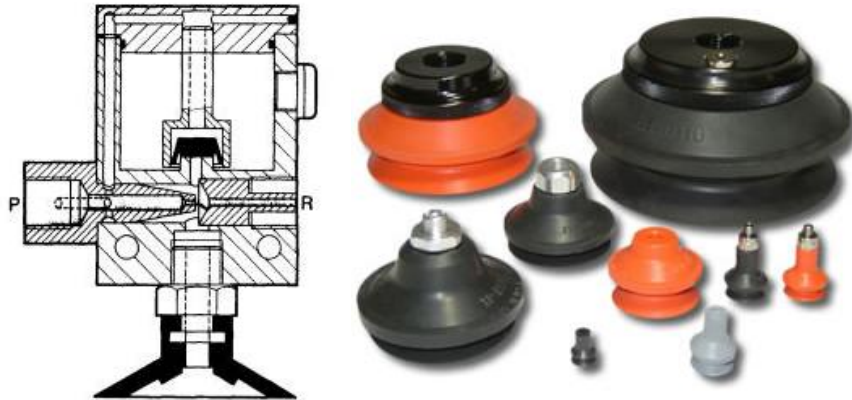
Figura 4. Regulador de aire. [40]



- Cabezal de aspiración por depresión o ventosa.

Su funcionamiento se basa en el principio de *Venturi*. La presión de alimentación se aplica a la entrada P, llenando el depósito de succión. Por el estrechamiento de la sección, la velocidad del aire hacia R aumenta produciendo el efecto de succión en la ventosa. Al quitar la presión de alimentación, el aire atrapado en el depósito se libera a través de la válvula de escape, haciendo que el efecto de succión finalice.

Figura 41. Cabezal de aspiración por depresión o ventosa. [41]



- Manómetro.

El manómetro es un instrumento utilizado para la medición de la presión en los fluidos, generalmente determinando la diferencia de la presión entre el fluido y la presión atmosférica.

En la mecánica la presión se define como la fuerza por unidad de superficie que ejerce un líquido o un gas perpendicularmente a dicha superficie. [42]

Figura 42. Tipos de manómetros. [43].



- Manguera

Son tubos flexibles que se utilizan para el transporte de fluidos, los cuales pueden ser líquidos, sólidos y gaseosos (ver figura 43).

Figura 43. Manguera de aire comprimido. [44].



2.13 EL COMPRESOR

Un compresor es una máquina de fluido que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como lo son los gases y los vapores. Esto se realiza a través de un intercambio de energía entre la máquina y el fluido en el cual el trabajo ejercido por el compresor es transferido a la sustancia que pasa por él convirtiéndose en energía de flujo, aumentando su presión y energía cinética impulsándola a fluir.

Al igual que las bombas, los compresores también desplazan fluidos, pero a diferencia de las primeras que son máquinas hidráulicas, éstos son máquinas térmicas, ya que su fluido de trabajo es compresible, sufre un cambio apreciable de densidad y, generalmente, también de temperatura; a diferencia de los ventiladores y los sopladores, los cuales impulsan fluidos compresibles, pero no aumentan su presión, densidad o temperatura de manera considerable. [46]

Figura 44. Compresor. [45].



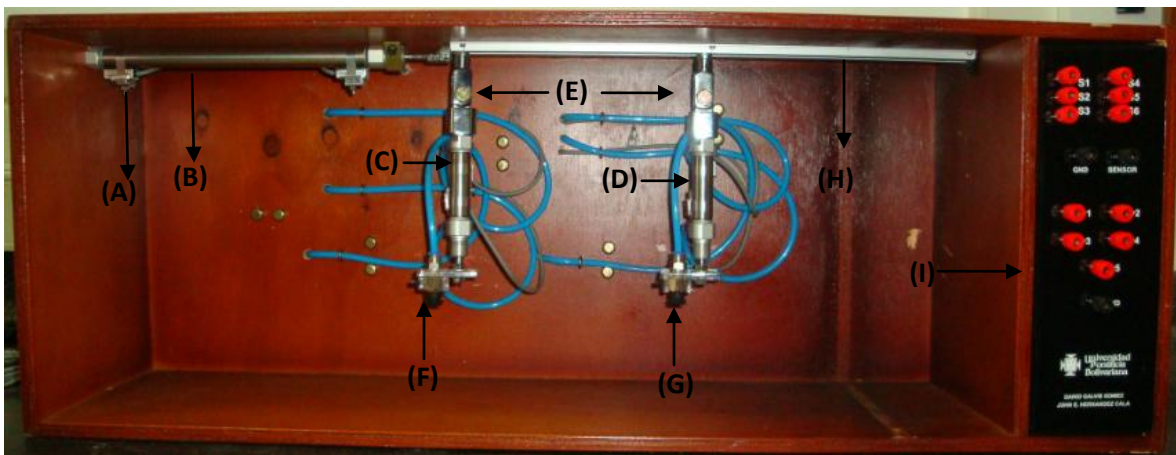
3. VISTAS DEL MÓDULO

3.1 ESTRUCTURA PRINCIPAL DEL MÓDULO.

El módulo se fabricó en madera triplex, ya que este tipo de madera tiene unas propiedades aptas para este tipo de mecanismos (resistencia, dureza e inmunización).

3.1.1 Vista Frontal.

Figura 45. Vista Frontal. (A) Sensor magnético; (B) Cilindro 1; (C) Cilindro 2; (D) Cilindro 3; (E) Acoples para los cilindros 2 y 3; (F) Ventosa 1; (G) Ventosa 2; (H) Eje de desplazamiento para el cilindro 1; (I) Caja acrílica para los conectores. Fuente autor.



La estructura posee las siguientes dimensiones de 88 cm. de ancho, 32 cm. de largo y 21cm. de profundidad, vista externa (ver figura 46).

Figura 46. Dimensiones externas del módulo. Fuente autor.



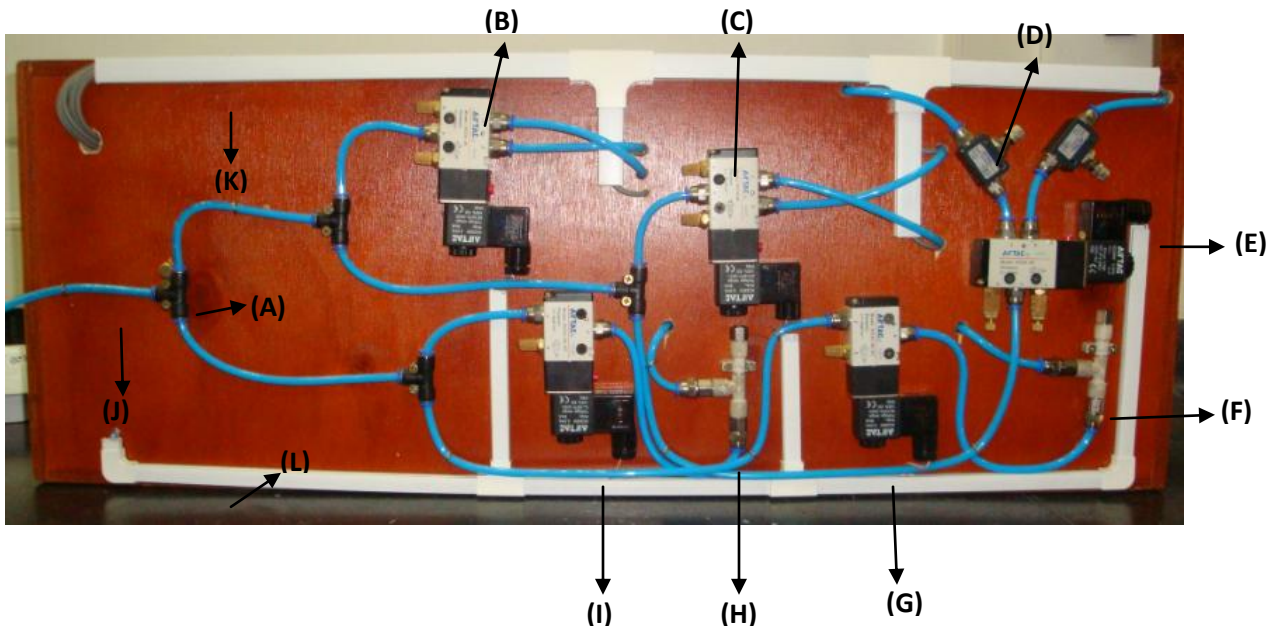
En su vista interna tiene una división en lo ancho, en donde en un lado va ir el proceso y en el otro va estar la caja acrílica donde se encuentran los conectores del módulo, dichas medidas son 74,5 cm. (proceso) y 10 cm. (caja acrílica); las otras dimensiones son 30 cm. de largo y 20 cm. de profundidad, (ver figura 47).

Figura 47. Dimensiones internas del módulo. Fuente autor.



3.1.2 Vista Posterior.

Figura 48. Vista Posterior. (A)Racor en TEE; (B) Electroválvula 2 (cilindro 3); (C) Electroválvula 3 (cilindro 2); (D): Reguladores de Aire (cilindro 1); (E) Electroválvula 5 (cilindro 1); (F) Eyector de vacío (ventosa 1); (G) Electroválvula 1(ventosa 1); (H) Eyector de vacío (ventosa 2); (I) Electroválvula 4 (ventosa 2); (J) Entrada de Aire; (K) Canaleta para los cables de los sensores; (L) Canaleta para los cables de las electroválvulas. Fuente autor.



3.2 PIEZAS ADICIONALES DEL MÓDULO.

3.2.1 Caja Acrílica.

En esta caja están todos los conectores que van a las entradas y salidas del PLC Telemecanique TWDLCAE40DRF. Estos conectores corresponden a los sensores y las electroválvulas que se utilizaron en la automatización, (ver figura 49).

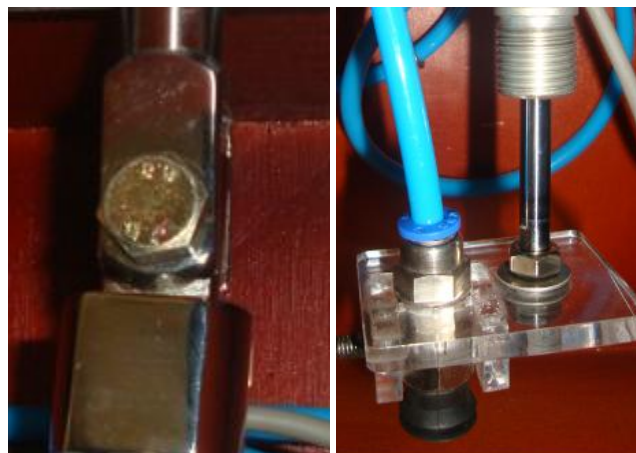
Figura 49. Caja Acrílica. Fuente autor.



3.2.2 Acondicionadores para los cilindros.

Estos acoples se implementaron para darles mayor dureza y estabilidad a los cilindros y ventosas durante el proceso debido a que se maneja presiones altas, (ver figura 50).

Figura 50. Acoples cilindros neumáticos. Fuente autor.



4. PLC TELEMECANIQUE TWDLCAE40DRF Y TWIDOSUITE

Para la realización del control de los procesos del módulo se implementó el PLC TWDLCAE40DRF ya que este cuenta con muchas características y a su vez que en el laboratorio de máquinas eléctricas hay gran disponibilidad de este PLC. Para este año la Universidad Pontificia Bolivariana cuenta con la licencia del software TWIDOSUITE, software que permite programar los PLCs de la gama TWIDO de Telemecanique.

Figura 51. PLC TWDLCAE40DRF acoplado al modulo de entradas/salidas análogas TWDAMM3HT. Fuente autor.



4.1 PLC TWDLCAE40DRF.

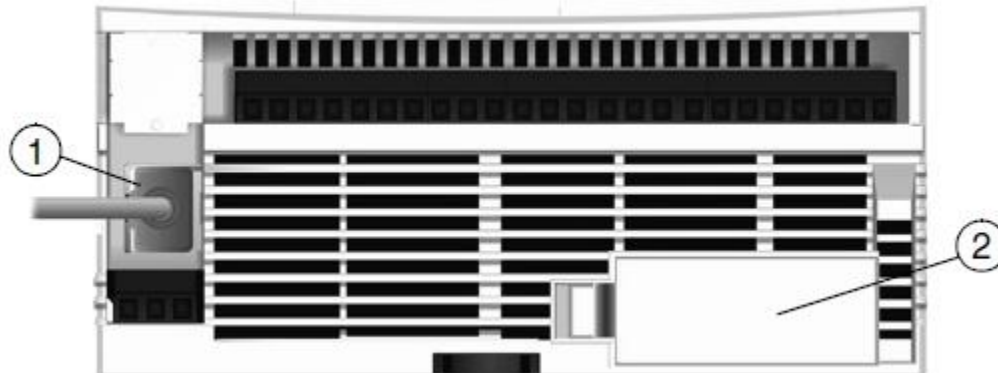
El PLC TWDLCAE40DRF es un modelo de Telemecanique el cual brinda funciones integradas avanzadas tales como:

- Puerto de red Ethernet 100Base-TX integrado.
- Reloj de tiempo real (RTC) integrado.
- Un contador rápido (FC).
- Soporte de batería externa. [47]

Figura 52. Panel Frontal del PLC TWDLCAE40DRF. Fuente autor.



Figura 53. Panel posterior del PLC TWDLCAE40DRF. (1) Puerto Ethernet RJ45 100Base-TX; (2) Compartimiento de batería externa reemplazable por el usuario. [48].



4.1.1 Especificaciones técnicas del PLCs TWDLCAE40DRF.

Tabla 4. Especificaciones técnicas del PLCs TWDLCAE40DRF. [47]

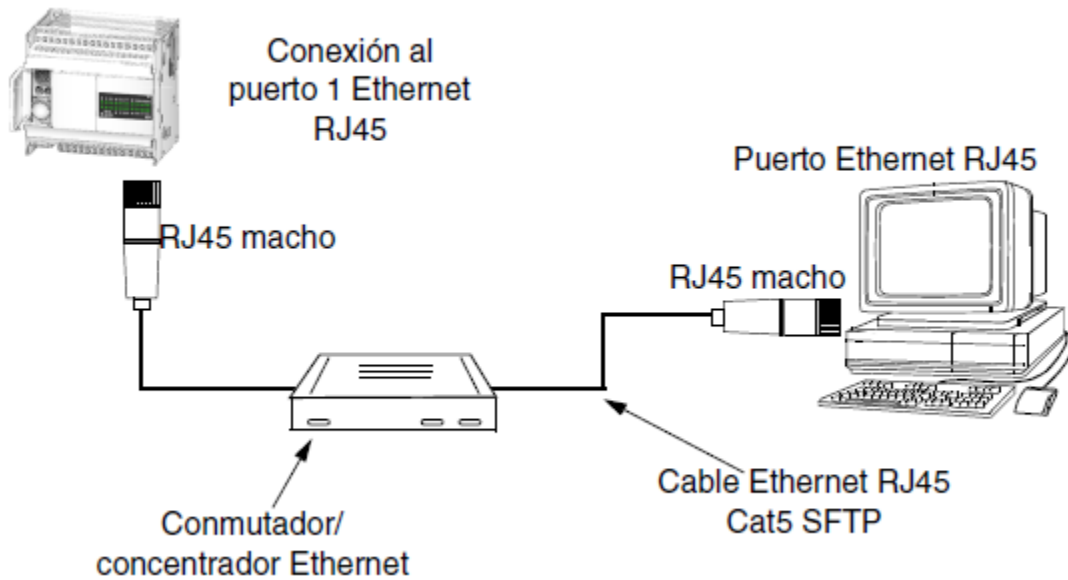
PLCs TWDLCAE40DRF	
Características del PLC.	
Entradas	24
Salidas	16

Tipo de entrada/salida	24 VCC Relé X 14 Transistores X 2 Puerto Ethernet
Fuente de alimentación	100/240 VCA
Configuraciones máximas de hardware.	
Puertos serie	2
Puerto Ethernet	1
Slots del cartucho	1
Tamaño máximo de aplicación/copia de seguridad (KB).	64
Cartucho de memoria opcional (KB).	32 ó 64
Cartucho RTC opcional	RTC integrado
Pantalla de operación opcional	Si
2º puerto serie opcional	Si
Módulo de interfase Ethernet opcional.	No
Aplicaciones de E/S binarias.	
Entradas binarias estándar	24
Salidas binarias estándar	16 (14 relés + 2 salidas de transistor).
Número máximo de módulos de ampliación de E/S (analógicas o binarias).	7
Máximo de entradas binarias(E/S del controlador + E/S de ampliación).	$24+(7 \times 32)=248$
Máximo de salidas binarias (E/S del controlador + E/S de ampliación).	$16 + (7 \times 32) = 240$
Número máximo de E/S digitales (E/S del controlador + E/S de ampliación).	$40 + (7 \times 32) = 264$
Número máximo de salidas de relé	14 (base) + 96 (ampliación).
Potenciómetros	2
Aplicaciones de E/S analógicas.	
Entradas analógicas integradas	0
Número máximo de E/S analógicas (E/S del controlador + E/S de ampl.)	56 de entrada/14 de salida
Módulos de comunicación.	
Número máximo de módulos de interfase del bus AS-Interface	2
Número máximo de E/S con módulos AS-Interface (7 E/S por slave).	$20 + (2 \times 62 \times 7) = 908$
Número máximo de módulos de interfase del bus CANopen	1
Número máximo de PDO de T/R con dispositivos CANopen	16 TPDO, 16 RPDO.
Controladores remotos	7

4.2 MODULO ETHERNET.

El PLC TWDLCAE40DRF dispone de un conector RJ45 para conectarlo a la red 100 BASE-TX de Ethernet con autonegociación. Funciona con velocidades de red de 100 Mbps y 10 Mbps

Figura 54. Conexión entre el PC y Twido mediante un conmutador/concentrador de red Ethernet. [49]



Aunque se admite la conexión directa de cable (mediante un cable cruzado para Ethernet) entre el dispositivo TWDLCAE40DRF Twido y el PC que ejecuta el software de programación TwidoSuite, no es lo recomendado. Por lo tanto, siempre se debería favorecer una conexión mediante un conmutador/concentrador de red Ethernet. El PC que ejecute la aplicación TwidoSuite deberá estar habilitado para Ethernet. [49]

4.3 CABLE MULTIMAESTRO TSXCUSB485.

El convertidor TSXCUSB485 es un dispositivo de comunicación multifunción que convierte señales serie, a través de una conexión USB, en señales RS485. Proporciona la conexión entre un PC equipado con un puerto USB de tipo A y varios dispositivos distintos. [50]

Figura 55. Cable multimaestro TSXCUSB485. Fuente autor.



Cada convertidor tiene un único número de serie que activa el controlador para gestionar hasta cuatro interfaces. Así que cuando se sustituye un convertidor TSX CUSB485 por otro, el controlador detecta un nuevo número de serie y se establece automáticamente. [50]

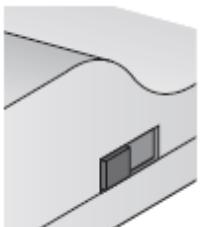
4.3.1 Especificaciones técnicas del Cable Multimaestro TSXCUSB485.

Tabla 5. Funciones cable multimaestro. [50]

	Posición	Función – Tipo de conexión	NDE	PMC
	0	TER MULTI - Modalidad multipunto	Sin utilizar	NC
	1	OTROS MULTI - Modalidad multipunto	Sin utilizar	0 V
	2	TER DIRECT - Modalidad punto a punto.	Utilizado	NC
	3	OTROS DIRECT - Modalidad punto a punto. Otros tipos de comunicación (por ejemplo: Modbus, ASCII)	Utilizado	0 V

Este convertidor puede proporcionar una polarización de línea para Modbus. Esta polarización debe implementarse en una sola ubicación de todo el bus serie (Generalmente en el dispositivo maestro).

Tabla 6. Polarización cable multimaestro TSXCUSB485. [50]

	Posición	Descripción
	DES	Debe elegirse esta posición: - Si la línea Serial Modbus ya se ha polarizado mediante otro dispositivo - Para la comunicación Uni-Telway
	CON	El convertidor polariza el bus Serial Modbus (560 Ohmios).

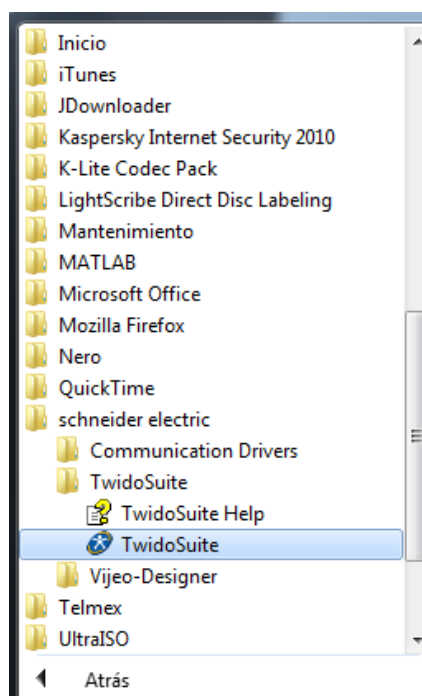
4.4 TWIDOSUITE.

El software de programación TWIDOSUITE se utiliza para construir la estrategia de programación de la aplicación realizada con la arquitectura de control Twido. Incluye un soporte de los elementos de programación que posee, con el fin de facilitar el uso de sus herramientas.

4.4.1 Inicio TWIDOSUITE.

Para iniciar TWIDOSUITE, se debe hacer doble clic en el icono de TWIDOSUITE en el escritorio ó elegir los comandos Inicio > Todos los programa > Schneider Electric > TWIDOSUITE > TwidoSuite (ver figura 56).

Figura 56. Inicio TWIDOSUITE. Fuente autor.

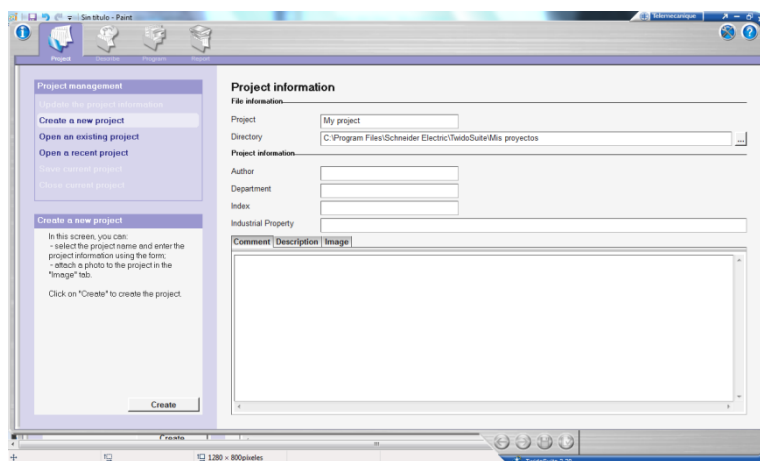


Seguidamente aparecerá una ventana (ver figura 57), en donde se elige la opción "Programming" Mode, la cual abre otra ventana la cual permite escoger diferentes opciones (crear nuevo proyecto, abrir un proyecto existente ó abrir un proyecto reciente. Al escoger la opción crear nuevo programa, el software solicita el nombre, ubicación y autor del mismo. (ver figura 58).

Figura 57. Ventana de inicio TWIDOSUITE. Fuente autor.

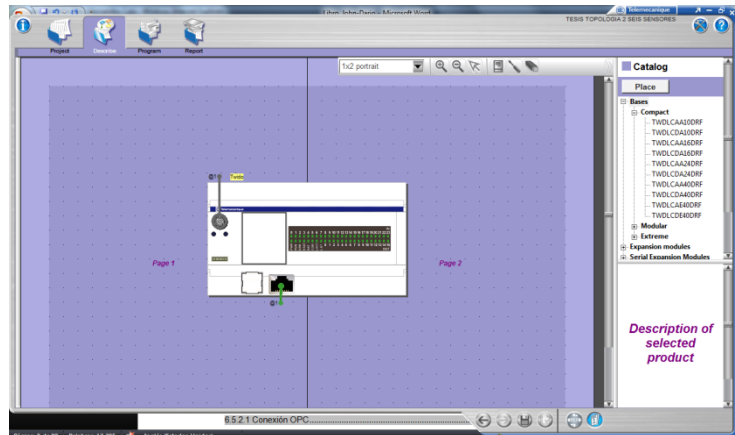


Figura 58. Ventana de información de proyecto TWIDOSUITE. Fuente autor.



Después de haber creado un nuevo proyecto, el software TwidoSuite pedirá que se elija la base compacta que se utilizará en el proyecto.

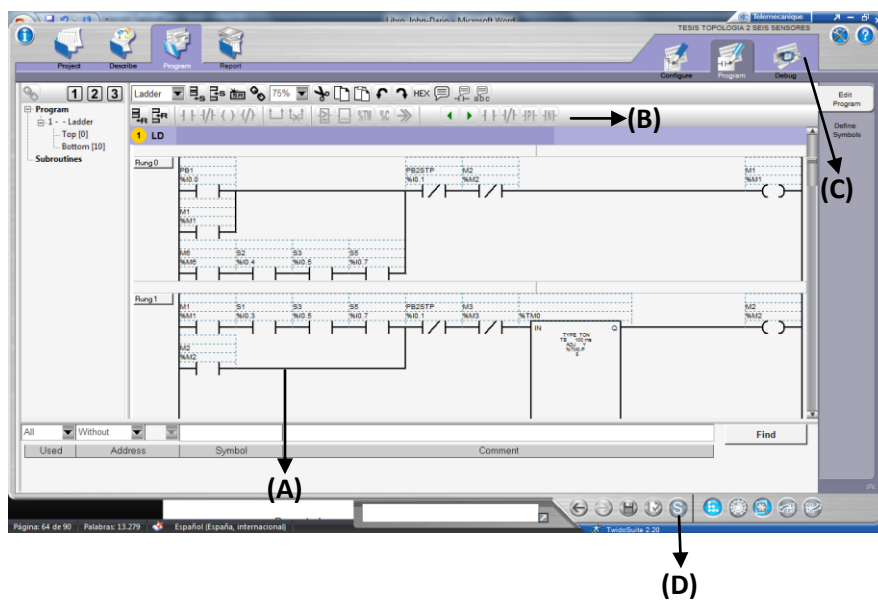
Figura 59. Ventana de alternativas TWIDOSUITE. Fuente autor.



4.4.2 Entorno TWIDOSUITE.

TWIDOSUITE es un software que brinda una interfaz gráfica muy fácil para el desarrollo la programación. En la siguiente figura se observan algunas partes importantes de esta interfaz.

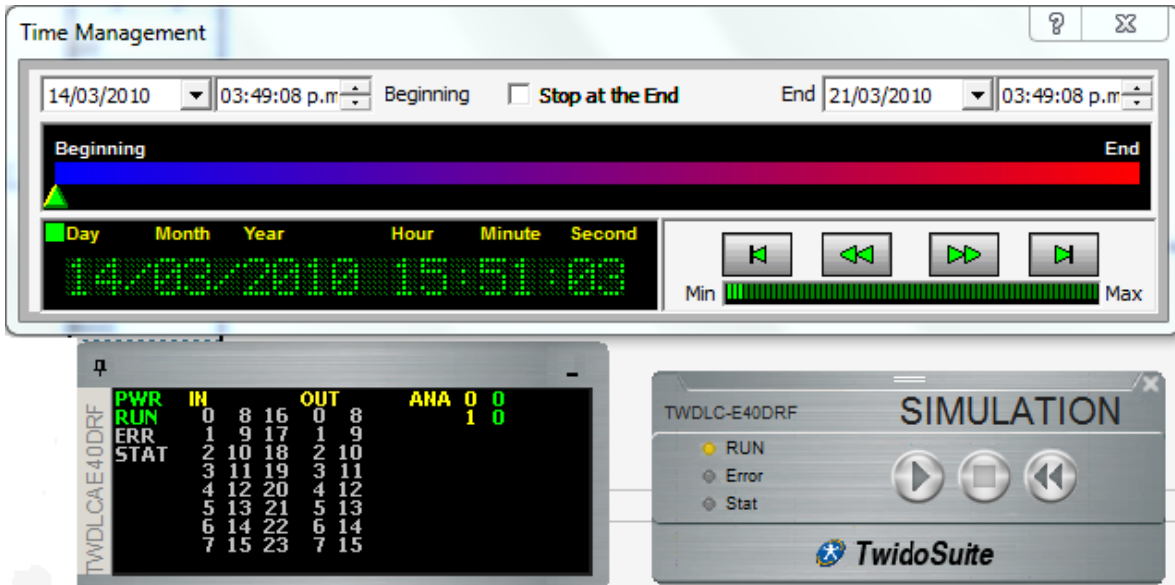
Figura 60. Interfaz gráfica TWIDOSUITE. (A) Editor de programa; (B) Barra de herramientas; (C) Panel de comunicación PLC/PC ó PC/PLC; (D) Simulador de Twido. Fuente autor.



4.4.2.1 Simulador TWIDOSUITE.

El TWIDOSUITE brinda una herramienta de gran ayuda, el simulador, ya que a partir de este se puede evaluar la eficacia de la secuencia programada teniendo información de las entradas y salidas utilizadas en tiempo real.

Figura 61. Simulador de TWIDOSUITE. Fuente autor.



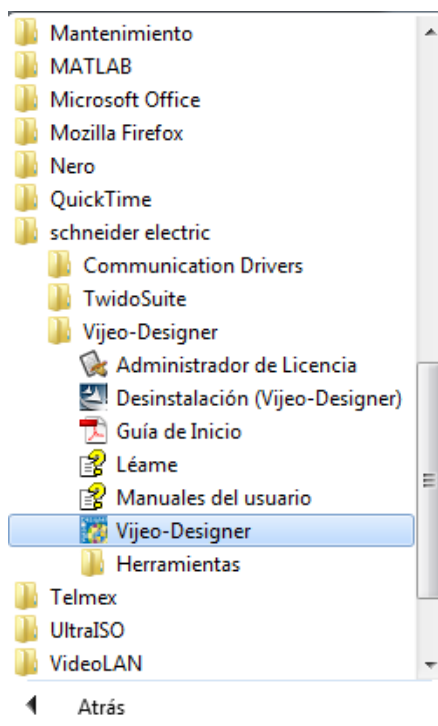
4.5 VIJE-DESIGNER.

Vije-Designer es una aplicación de software de última generación con la que el usuario puede crear paneles de operadores y configurar parámetros operativos para dispositivos de la interfaz usuario-máquina HMI (Human Machine interface) para Windows, el cual proporciona todas las funcionalidades necesarias de un sistema SCADA para la supervisión y adquisición de datos en los procesos industriales. Vije-Designer es un software desarrollado por el grupo Schneider Electric. Estas pantallas diálogo Hombre-Máquina desempeñan funciones de diálogo, tales como:

- Visualizar datos provenientes del automatismo.
- Modificar parámetros del automatismo.
- Mandar el automatismo mediante comandos todo o nada, empleando las teclas. [51]
- Inicio de Vije-Designer.

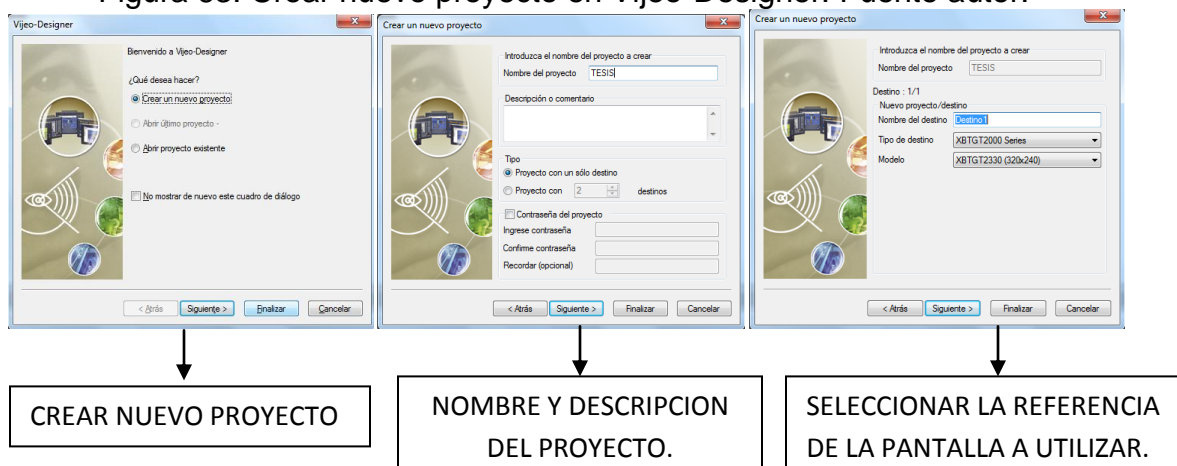
Para iniciar Vije-Designer, se debe hacer doble clic en el icono de Vije-Designer en el escritorio ó elija los comandos Inicio > Todos los programa > Schneider Electric > Vije-Designer > Vije-Designer (ver figura 61).

Figura 62. Inicio de Vijeo-Designer. Fuente autor.



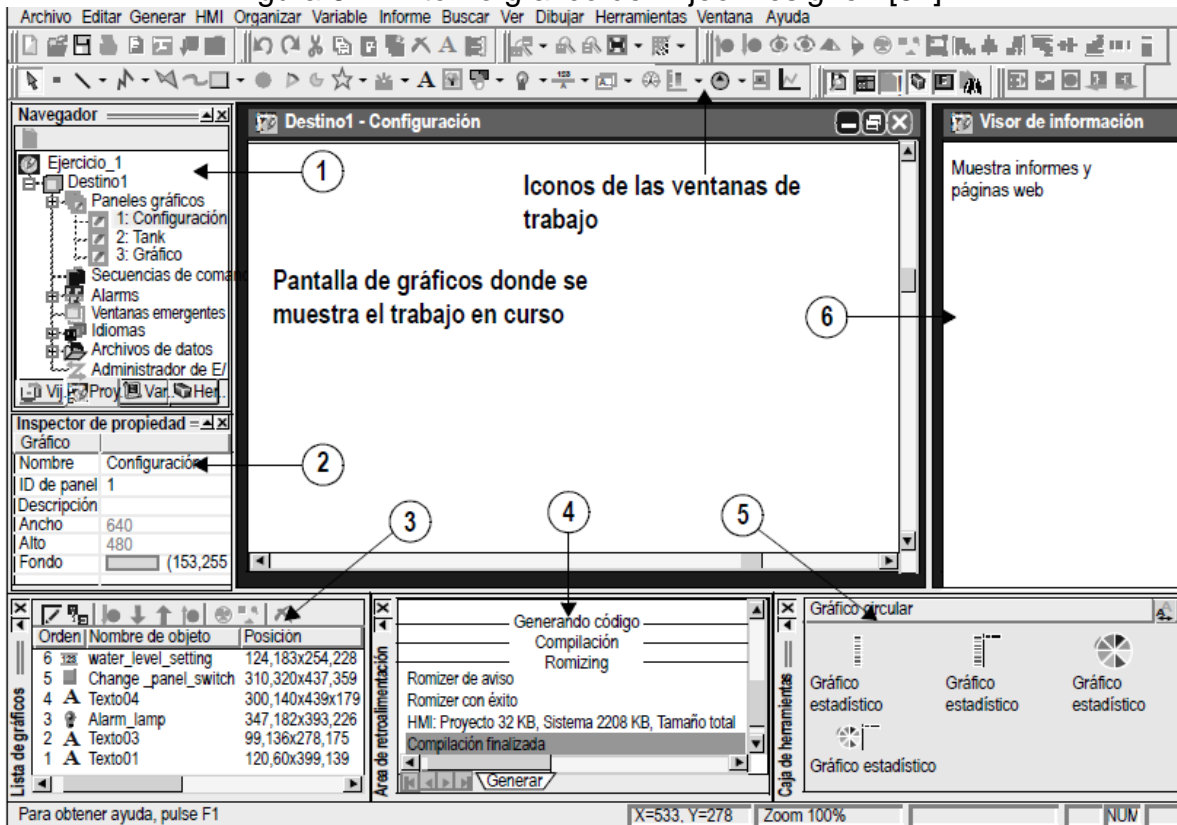
El software Vijeo-Designer facilita la configuración de proyectos, en la siguiente figura se mostrarán los pasos a seguir para la creación de un proyecto nuevo.

Figura 63. Crear nuevo proyecto en Vijeo-Designer. Fuente autor.



- Entorno gráfico del Viejo-Designer.

Figura 64. Entorno grafico del Vijeo-Designer. [51].



Los iconos de las ventanas de herramientas (que puede localizar en la figura anterior mediante los números del 1 al 6) hacen de conmutadores para visualizar u ocultar las ventanas de trabajo:

Tabla 7. Descripción del entorno grafico de Vijeo-Designer. [51].

Elemento	Nombre de la pantalla.	Descripción
1	Navegador	Utilizado para crear aplicaciones. La información relativa a cada proyecto se ordena de forma jerárquica en un explorador de documentos.
2	Inspector de propiedad	Muestra los parámetros del objeto seleccionado. Cuando se selecciona más de un objeto, sólo se muestran aquellos parámetros que son comunes a todos los objetos.
3	Lista de gráficos	Ofrece una lista con todos los objetos que figuran en la sinopsis e indica: <ul style="list-style-type: none"> ✓ El orden de creación ✓ El nombre

		<ul style="list-style-type: none"> ✓ La posición ✓ Las animaciones ✓ Otras variables asociadas <p>El objeto que aparece resaltado en la lista se selecciona en la sinopsis. La información se muestra de manera similar (esto es, orden, nombre y posición) para un grupo de objetos. Para visualizar la lista de objetos de un grupo, haga clic en +. Es posible seleccionar cada objeto de forma individual.</p>
4	Área de retroalimentación	<p>Muestra la progresión y los resultados de la comprobación de los errores, de la compilación y de la carga.</p> <p>Si se produce un error, el sistema muestra un mensaje de error o un mensaje de alerta.</p> <p>Para ver dónde se encuentra el error, haga doble clic en el mensaje de error.</p>
5	Caja de herramientas	<p>Biblioteca de componentes (gráfico de barras, cronómetros, etc.) que suministra el fabricante y/o que usted ha creado con anterioridad. Para colocar un componente en la sinopsis, selecciónelo en la Caja de herramientas y arrástrelo hacia la sinopsis. Puede exportar o importar sus propios componentes.</p>
6	Visor de Información.	<p>Muestra la ayuda en línea o el contenido de los informes.</p>

4.6 CÓDIGO DE PROGRAMACIÓN DEL MÓDULO.

- Circuito Repetitivo

En cada uno de estos peldaños se tienen en cuenta las posiciones de los cilindros las cuales son reconocidas por el autómatas gracias a las entradas, provenientes de los sensores capacitivos. De acuerdo a estas posiciones el programa cerrará o no el circuito descrito en el peldaño, permitiendo la activación y desactivación de bobinas auxiliares, las cuales son etiquetadas en el código por la letra M. Para este caso, en el circuito repetitivo, tanto de la topología como de la topología 2, se incluyo un botón parada en la entrada I0.1 etiquetado como STOP, que al ser oprimido suspende de inmediato la secuencia dejando los cilindros neumáticos en su posición inicial.

- Circuito combinacional.

En cada uno de los peldaños que conforman el circuito combinacional, se energizan las salidas de los cilindros y la ventosa las cuales se encuentran relacionadas a la activación de las bobinas auxiliares cuya lógica de activación y desactivación es descrita en el circuito repetitivo.

4.6.1 Topología 1.

En esta topología se utilizarán dos cilindros, en la cual el cilindro N°2 se encargará de la recolección y transporte de los objetos; dicho transporte se realiza gracias a la activación de una ventosa ubicada en el extremo del cilindro, la cual succiona el objeto. El cilindro N°1 será el encargado de desplazar al cilindro N°2, el cual dejará el objeto en un punto específico al desactivar la ventosa. Los cilindros se encuentran ubicados ortogonalmente uno con respecto al otro (Ver Figura 61). La clase de cilindros que se utilizan para esta topología son de doble efecto. (Ver Figura 15).

Figura 65. Topología 1. Fuente autor.

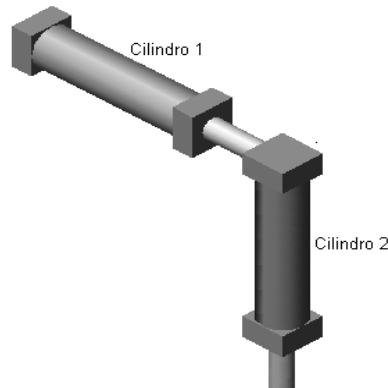
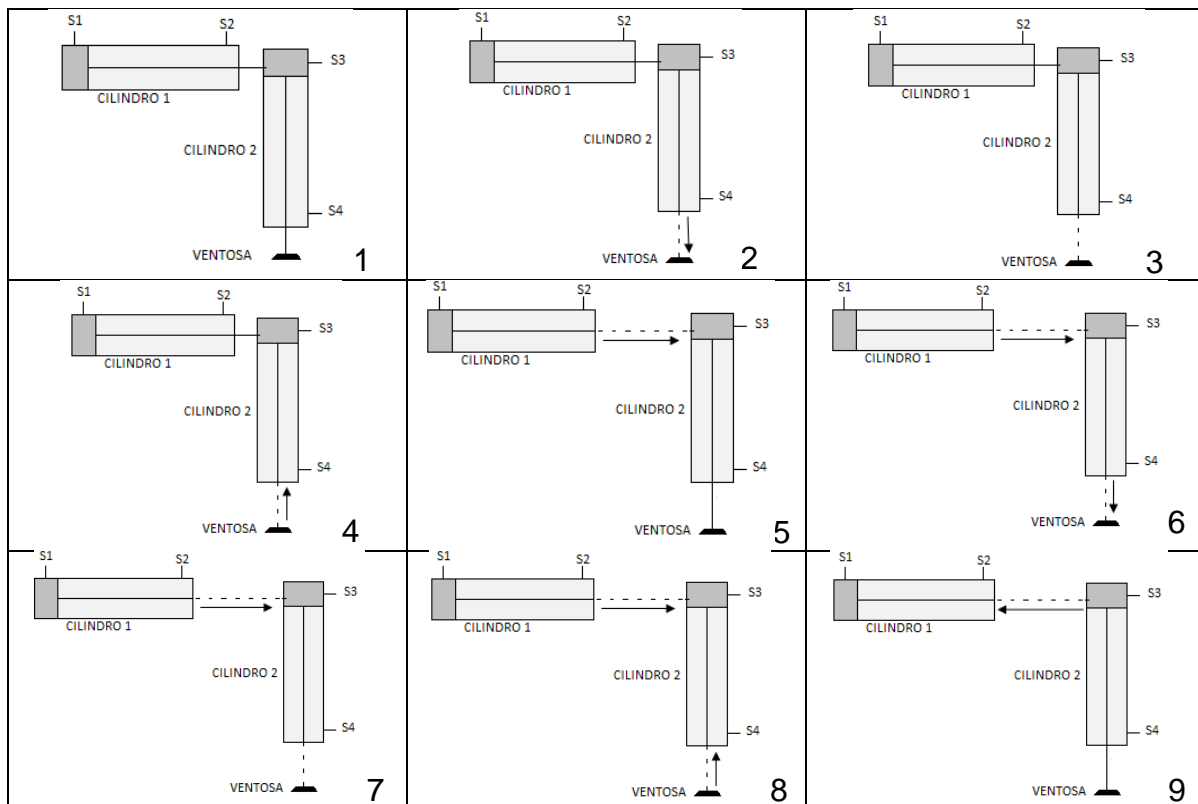


Figura 66. Secuencia topología 1. Fuente autor.

TOPOLOGIA 1										
Cilindro 1 Inactivo	s1	X	X	X	X					X
Cilindro 1 Activo	s2					X	X	X	X	
Cilindro 2 Activo	s3		X	X			X	X		
Cilindro 2 Inactivo	s4	X			X	X			X	X
CILINDRO 1	y1					X	X	X	X	
CILINDRO 2	y3		X	X			X	X		
CHUPA 1	y5			X	X	X	X			
ETAPA										

Figura 67. Secuencia grafica topología 1. Fuente autor.

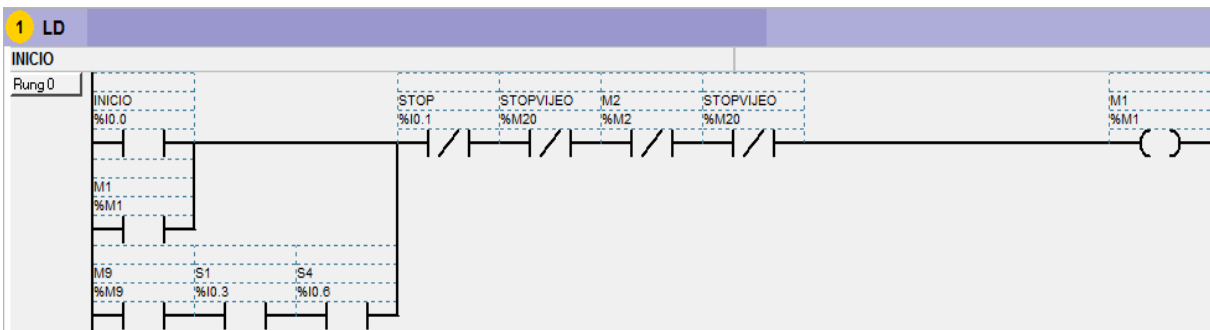


4.6.1.1 Circuito Repetitivo

- Peldaño 0

En esta parte del programa se inicia la secuencia del programa oprimiendo un pulsador ubicado en el tablero eléctrico el cual energiza la bobina auxiliar M1. Al terminar el ciclo de secuencias, al encontrarse los cilindros en su posición inicial y energizada la bobina auxiliar M9, la cual es activada en el último peldaño del circuito repetitivo, el programa iniciará nuevamente el ciclo sin necesidad de que el botón de inicio sea oprimido.

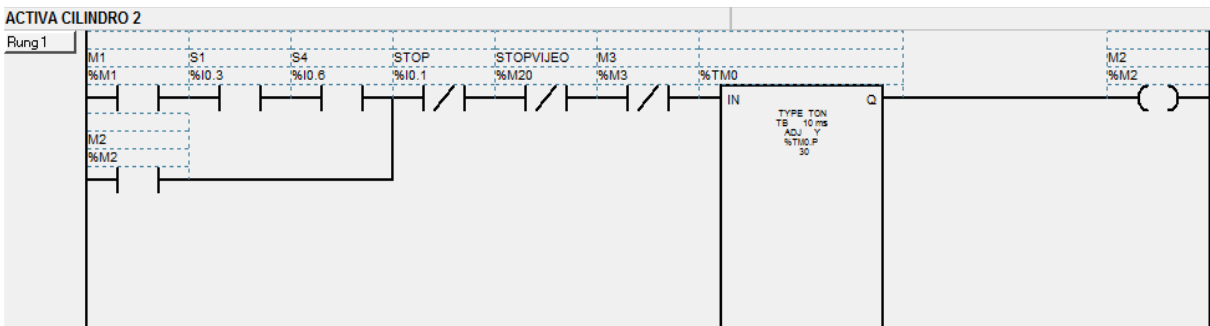
Figura 68. Puesta en marcha. Fuente autor.



- Peldaño 1

En este peldaño se activa el cilindro 2, activando la bobina auxiliar M2, para poder acercar la ventosa, ubicada al extremo de este, a la pieza acrílica.

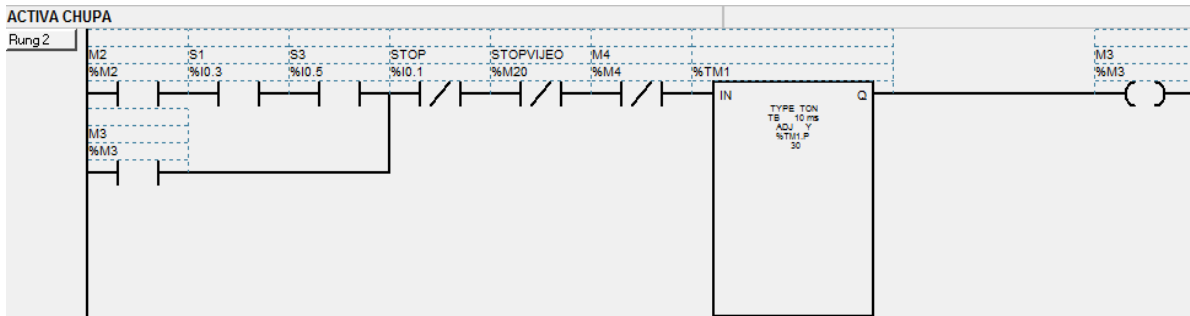
Figura 69. Activación cilindro 2. Fuente autor.



- Peldaño 2

La ventosa neumática es activada, al ser energizada la bobina M3, para que la pieza acrílica se adhiera a ella mediante el principio de succión.

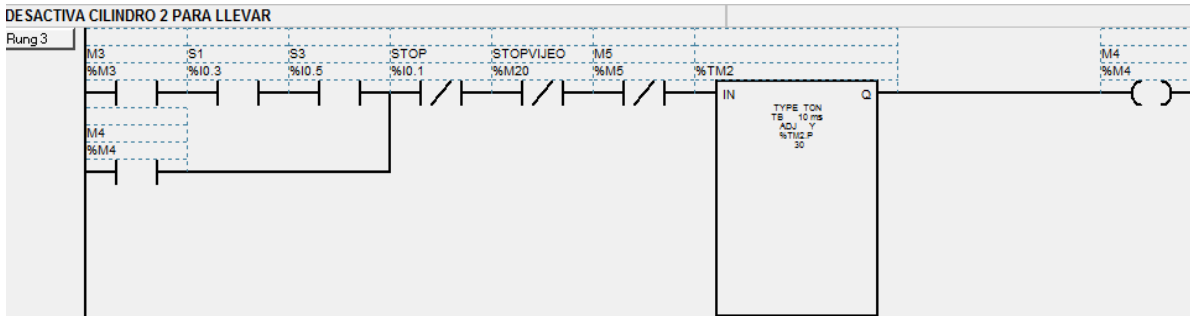
Figura 70. Activación ventosa. Fuente autor.



- Peldaño 3

Al energizar la bobina auxiliar M4, se desactiva el cilindro 2, el cual vuelve a su estado de reposo mientras la ventosa sostiene la pieza acrílica.

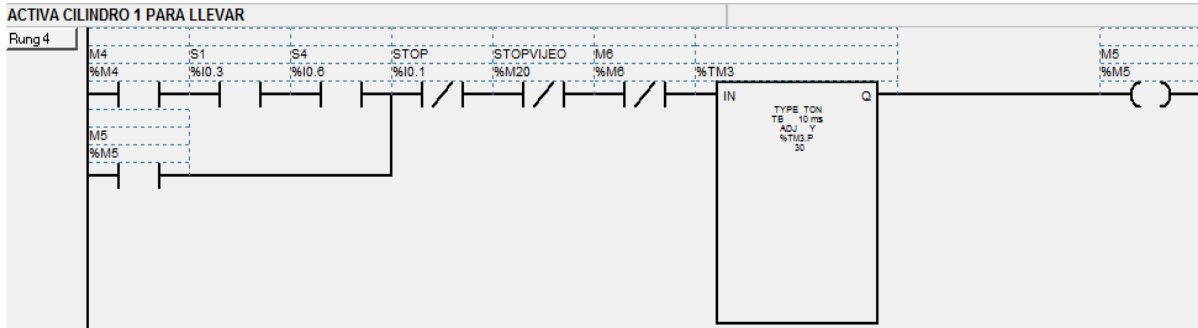
Figura 71. Desactivación cilindro 2. Fuente autor.



- Peldaño 4

Se activa el cilindro 1 a través de la bobina auxiliar M4, para que el cilindro 2 sea desplazado horizontalmente mientras la ventosa continua activa cargando consigo la pieza acrílica.

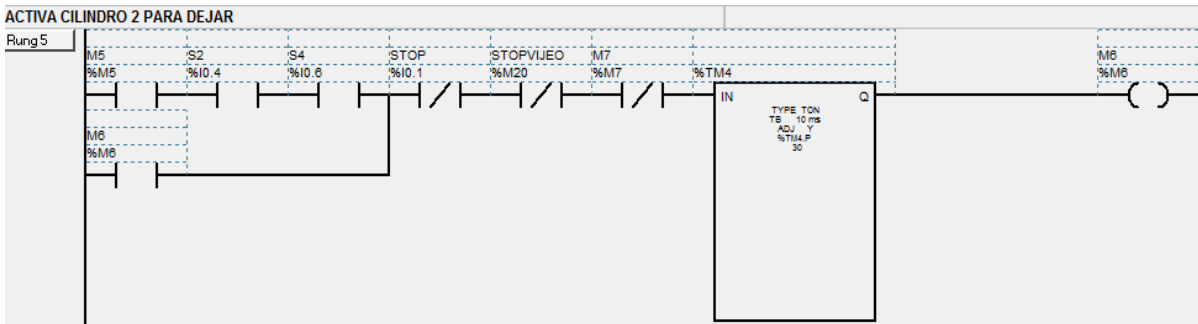
Figura 72. Activación cilindro 1. Fuente autor.



- Peldaño 5

Se activa nuevamente el cilindro 2, esta vez mediante M6, para acercar la pieza acrílica a su lugar de destino.

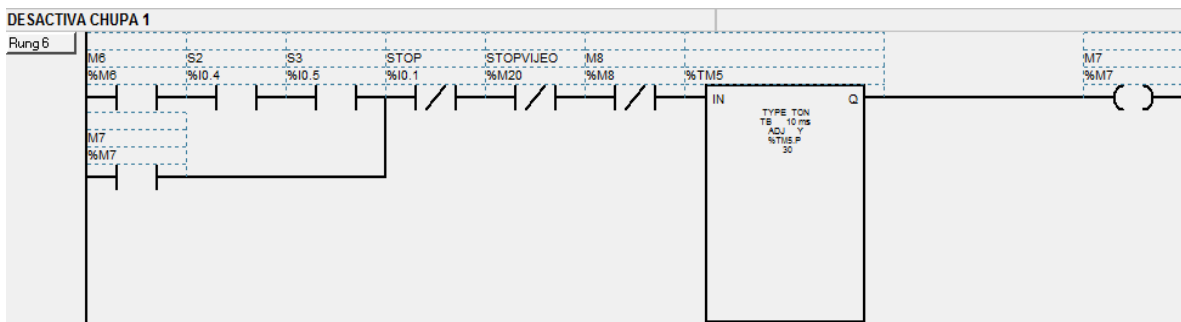
Figura 73. Activación cilindro 2. Fuente autor.



- Peldaño 6

Se desactiva la ventosa al energizar M7, para liberar la pieza acrílica y que esta sea depositada en su lugar de destino.

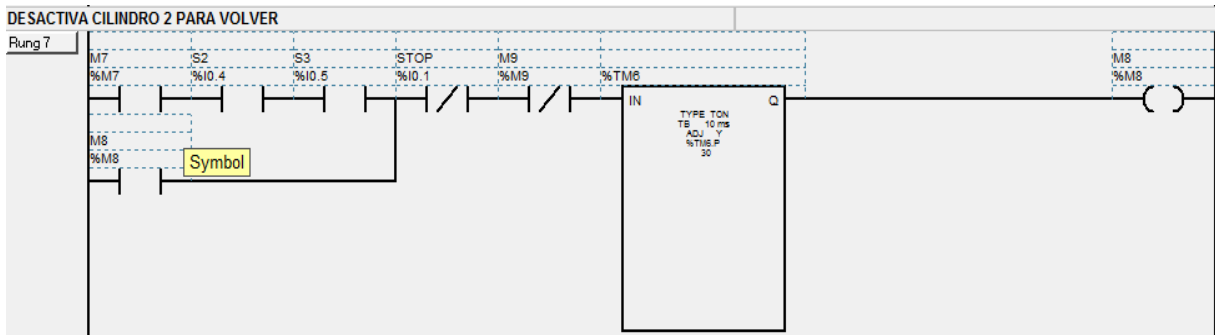
Figura 74. Desactivación ventosa. Fuente autor.



- Peldaño 7

Al activar la bobina auxiliar M8, se desactiva el cilindro 2 para que este regrese a su posición de reposo.

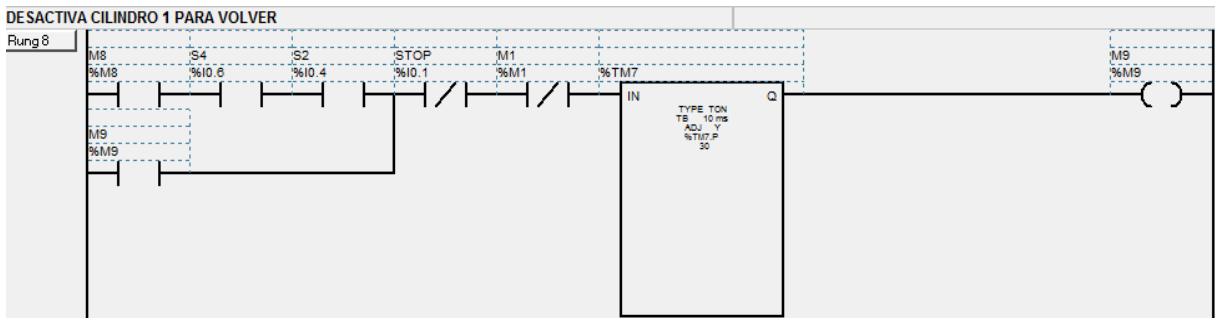
Figura 75. Desactivación cilindro 2. Fuente autor.



- Peldaño 8

El cilindro 1 vuelve a su estado original de reposo al ser activada la bobina auxiliar M9.

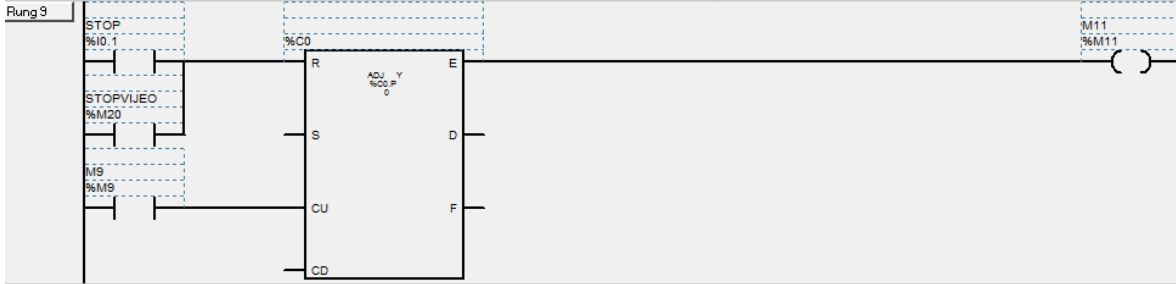
Figura 76. Desactivación cilindro 1. Fuente autor.



- Peldaño 9

El contador nos visualizara el número de ciclos realizados por la máquina.

Figura 77. Contador de ciclos. Fuente autor.



- Peldaño 10

Se compara la variable %CO.V del twidosuite con la variable %MW30 del vijeo designer.

Figura 78. Comparador de variables. Fuente autor.

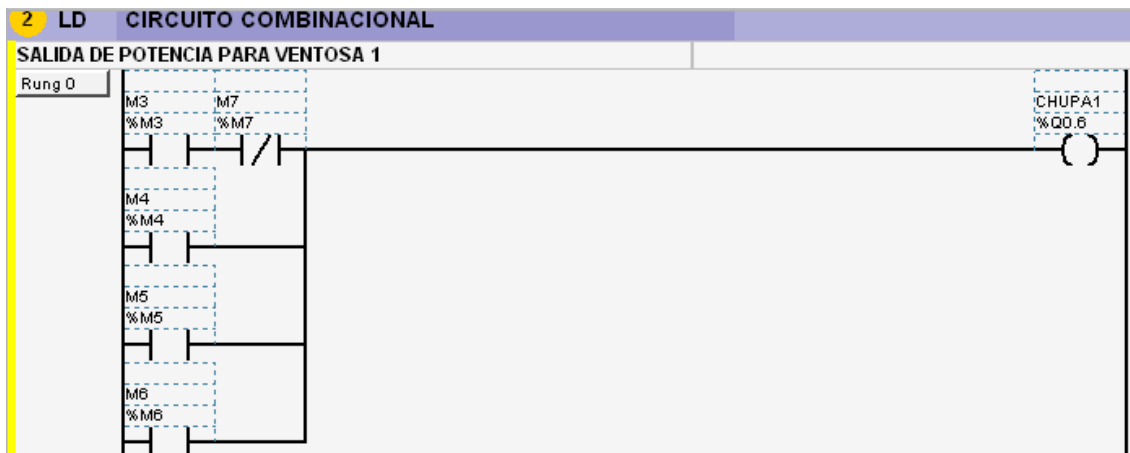


4.6.1.2 Circuito Combinacional

- Peldaño 0

En este peldaño se relacionan las secuencias en las que la ventosa es activada y desactivada mediante las bobinas auxiliares M3, M4, M5 y M6 las cuales accionan la ventosa, esto indica que la ventosa estará succionando en los peldaños correspondientes a la activación de estas bobinas.

Figura 79. Circuito combinacional. Fuente autor.



- Peldaño 1

Se relaciona la activación y desactivación del cilindro 1 con las bobinas auxiliares M5, M6, M7 y M8.

Figura 80. Salida de potencia para el cilindro 1. Fuente autor.



- Peldaño 2

Se relaciona la activación y desactivación del cilindro 2 con las bobinas auxiliares M2, M3, M6 y M7.

Figura 81. Salida de potencia para el cilindro 2. Fuente autor.



4.6.2 Topología 2

En esta topología se utilizarán tres cilindros, en la cual el cilindro N°2 y N°3 se encargarán de la recolección y transporte de los objetos; dicho transporte se realizará gracias a la activación de una ventosa, ubicada en el extremo de cada cilindro, la cual succiona el objeto. El cilindro N°1 será el encargado de desplazar a los cilindros N°2 y N°3 mediante un acople con una varilla el cual dejará el objeto en un punto específico. El cilindro N°1 se encuentra ubicado ortogonalmente con respecto a los otros cilindros (Ver Figura 77). La clase de cilindros que se utilizan para esta topología son de doble efecto. (Ver Figura 15).

Figura 82. Topología 2. Fuente autor.

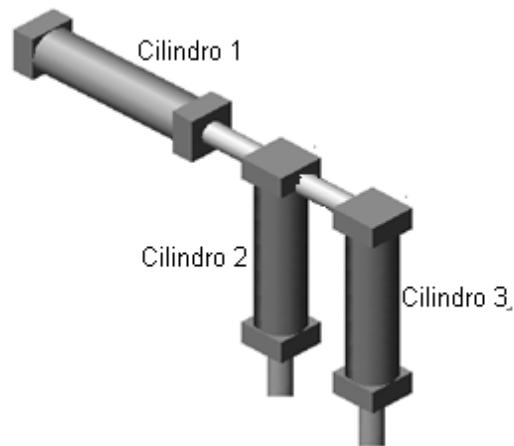
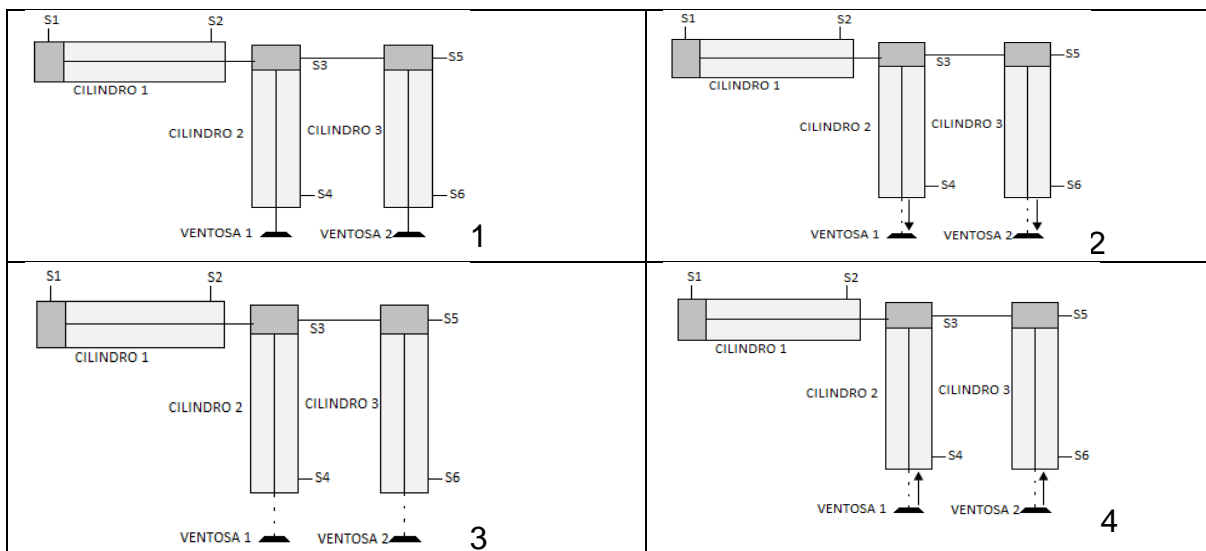
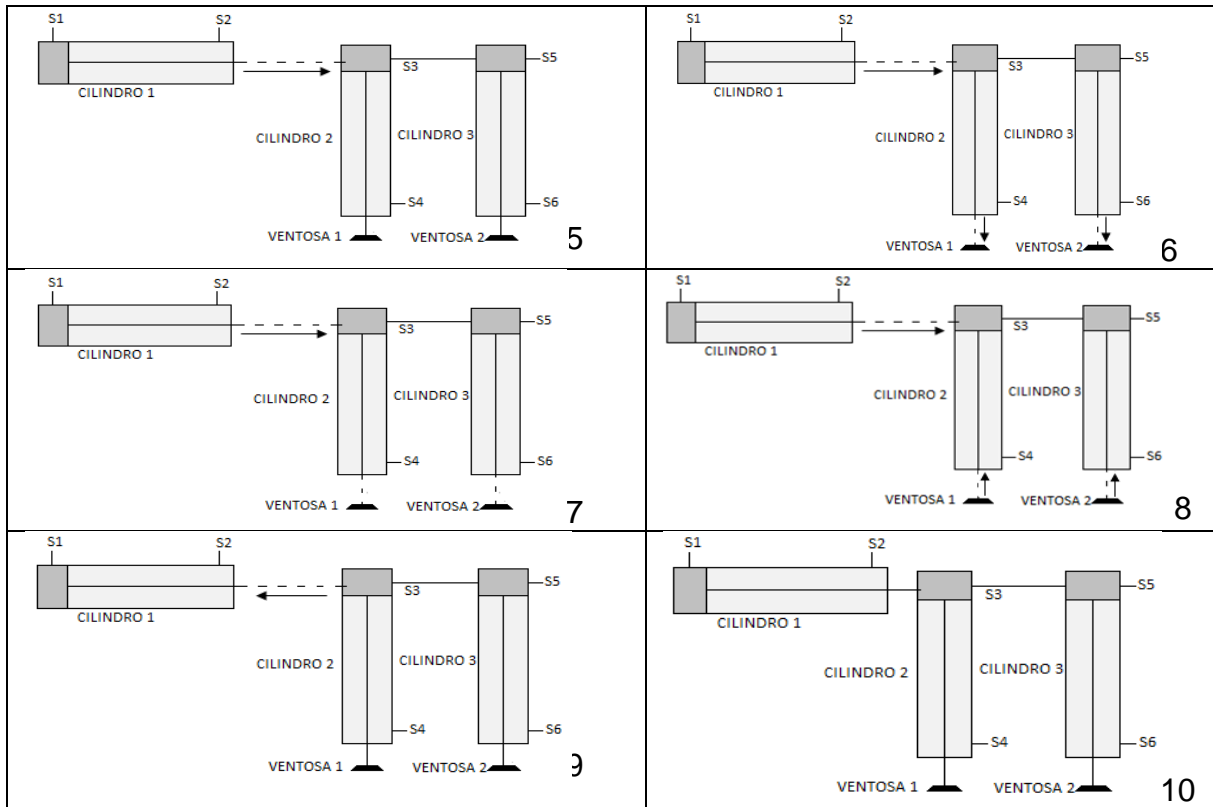


Figura 83. Secuencia topología 2. Fuente autor.

TOPOLOGIA 2										
Cilindro 1 Inactivo	s1	X	X	X	X					X
Cilindro 1 Activo	s2					X	X	X	X	
Cilindro 2 Activo	s3		X	X			X	X		
Cilindro 2 Inactivo	s4	X			X	X			X	X
Cilindro 3 Activo	s5		X	X			X	X		
Cilindro 3 inactivo	s6	X			X	X			X	X
CILINDRO 1	y1					X	X	X	X	
CHUPA 2	y2			X	X	X	X			
CILINDRO 2	y3		X	X	X	X	X	X		
CILINDRO 3	y4		X	X	X	X	X	X		
CHUPA 1	y5			X	X	X	X			
ETAPA										

Figura 84. Secuencia grafica topología 2. Fuente autor.



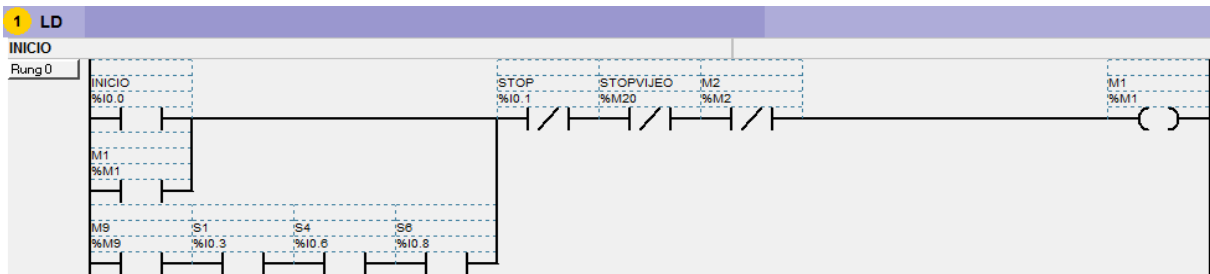


4.6.2.1 Circuito Repetitivo

- Peldaño 0

Al igual que en la topología 1, esta secuencia se inicia al oprimir un pulsador ubicado en el tablero eléctrico, el cual energiza la bobina auxiliar M1. Al terminar el ciclo de secuencias, encontrándose los cilindros en su posición inicial y energizada la bobina auxiliar M9, el programa iniciará nuevamente el ciclo sin necesidad de que el botón de inicio sea oprimido.

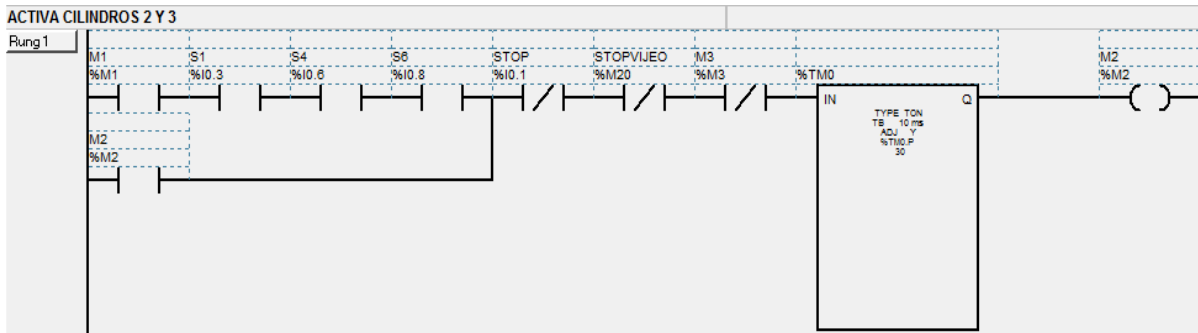
Figura 85. Puesta en marcha. Fuente autor.



- Peldaño 1

En este peldaño se activan el cilindro 2 y 3, al energizar la bobina auxiliar M2, para de esta manera acercar las ventosas, ubicada al extremo de los cilindros, a las piezas acrílicas.

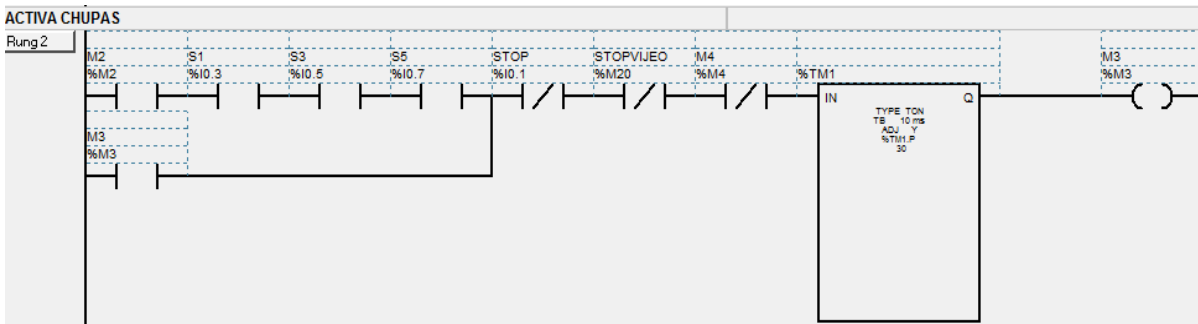
Figura 86. Activación cilindros 2 y 3. Fuente autor.



- Peldaño 2

Al energizar M3, cada una de las ventosas neumáticas es activada, para que las piezas acrílicas puedan ser transportadas gracias a la succión que las ventosas ejercen sobre ellas.

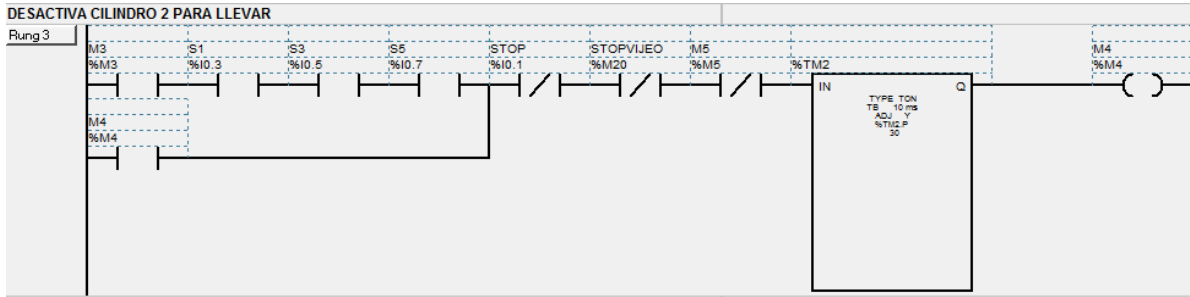
Figura 87. Activación de las ventosas. Fuente autor.



- Peldaño 3

Al energizar la bobina auxiliar M4 se desactivan los cilindros verticales 2 y 3, para que así vuelvan a su estado de reposo mientras las ventosas sostienen la pieza acrílica.

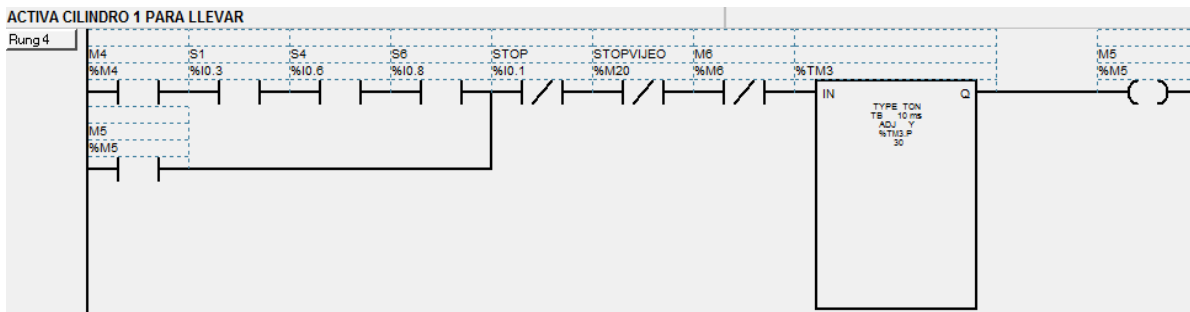
Figura 88. Desactivación cilindros 2 y 3. Fuente autor.



- Peldaño 4

Se activa el cilindro 1 a través de la bobina auxiliar M4, para que los cilindros 2 y 3 sean desplazados horizontalmente mientras las ventosas 1 y 2 continúan activas, cargando consigo las piezas acrílicas.

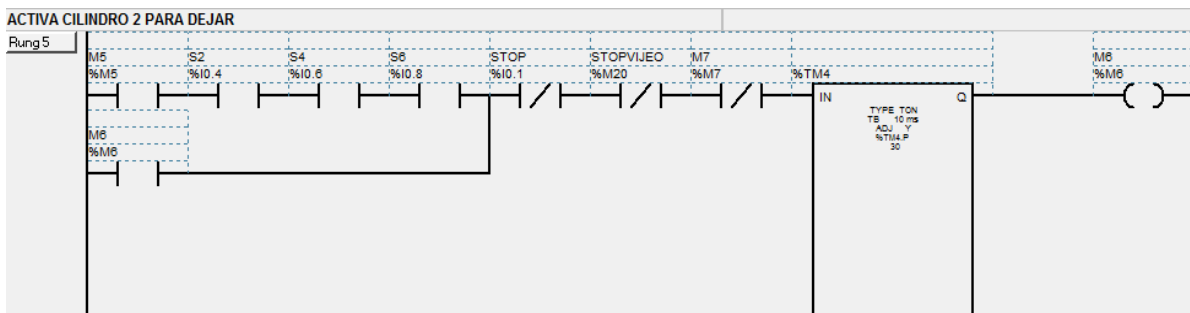
Figura 89. Activación cilindro 1. Fuente autor.



- Peldaño 5

Se activan nuevamente los cilindros 2 y 3, esta vez mediante M6, para acercar las piezas acrílicas a su lugar de destino.

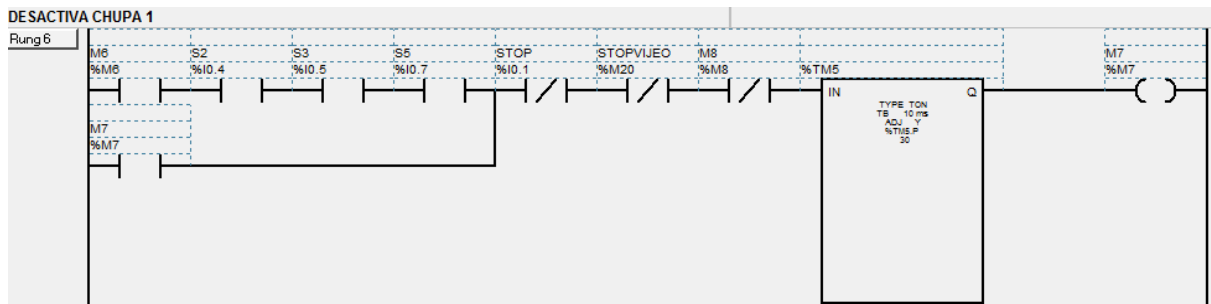
Figura 90. Activación cilindros 2 y 3. Fuente autor.



- Peldaño 6

Se desactiva la ventosa al energizar M7, para liberar la pieza acrílica y que esta sea depositada en su lugar de destino.

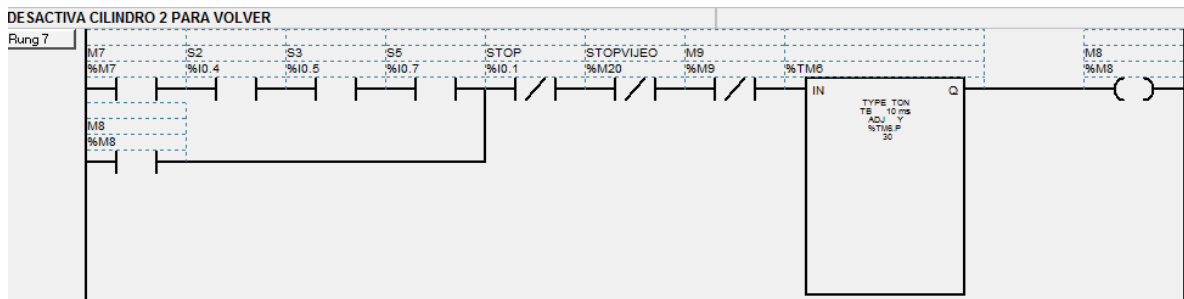
Figura 91. Desactivación de las ventosas. Fuente autor.



- Peldaño 7

Al activar la bobina auxiliar M8, se desactivan los cilindros 2 y 3 para que estos vuelvan a su posición inicial.

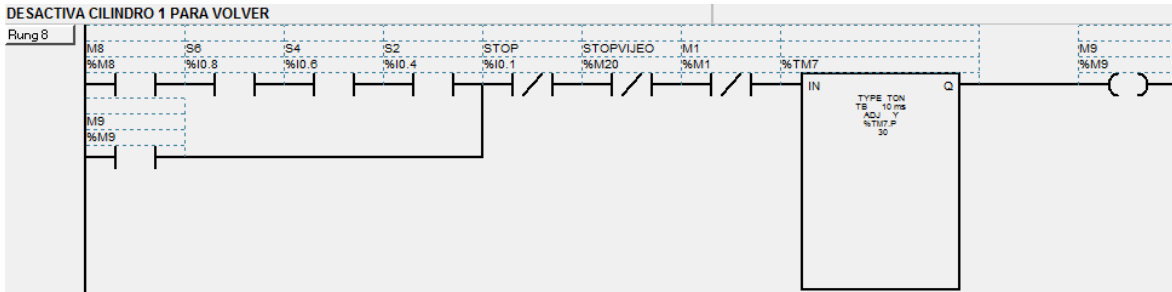
Figura 92. Desactivación cilindros 2 y 3. Fuente autor.



- Peldaño 8

El cilindro 1 vuelve a su estado original de reposo al ser activada la bobina auxiliar M9.

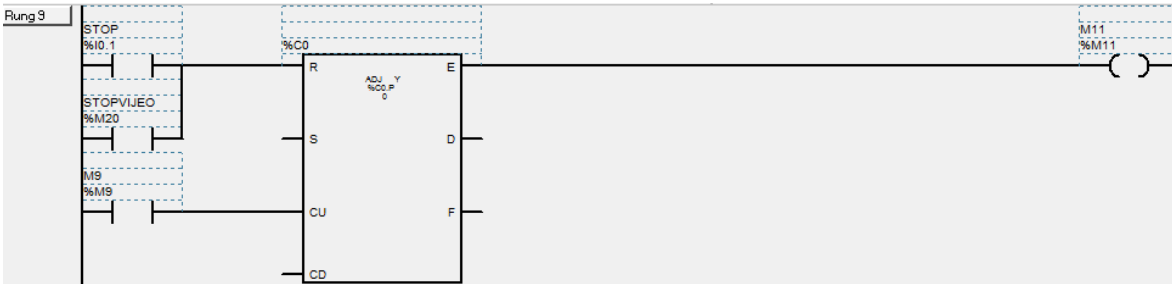
Figura 93. Desactivación cilindro 1. Fuente autor.



- Peldaño 9

El contador nos visualizara el número de ciclos realizados por la máquina.

Figura 94. Contador de ciclos. Fuente autor.



- Peldaño 10

Se compara la variable %CO.V del twidosuite con la variable %MW30 del vijeo designer.

Figura 95. Comparador de variables. Fuente autor.

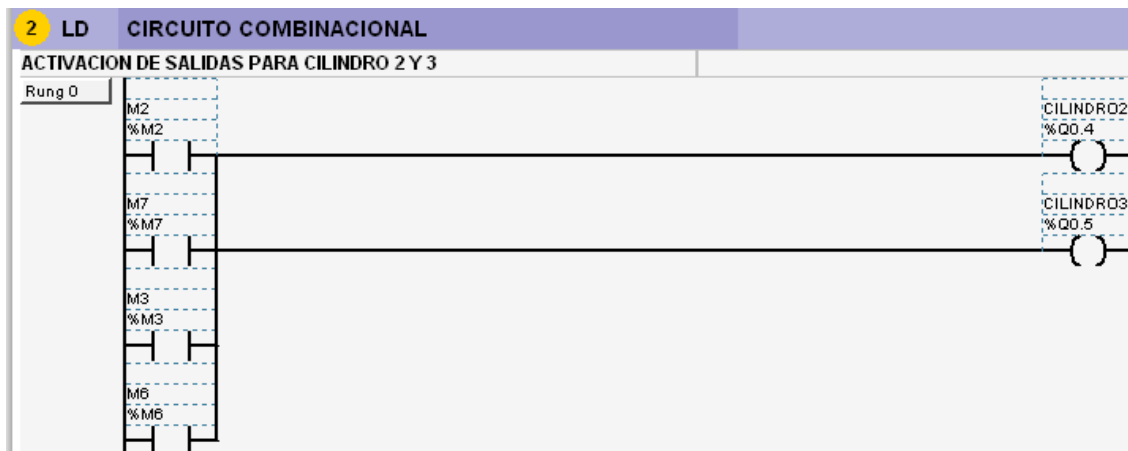


4.6.2.2 Circuito Combinacional

- Peldaño 0

En este peldaño se relacionan las secuencias en las que los cilindros 2 y 3 son activados y desactivados mediante las bobinas auxiliares M2, M3, M6 y M7, las cuales, al estar energizadas accionan las servo-válvulas haciendo que los cilindros cambien de estado al igual que los sensores S3, S4, S5 y S6.

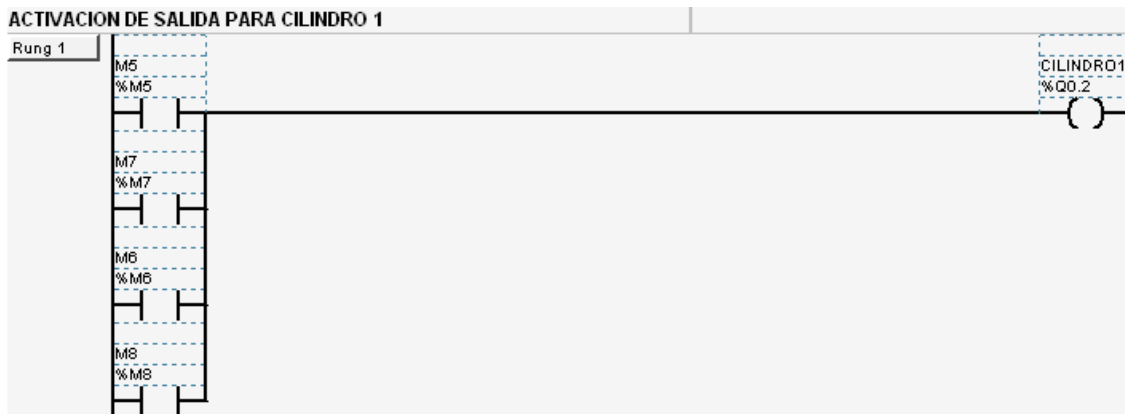
Figura 96. Circuito combinacional. Fuente autor.



- Peldaño 1

Se relaciona la activación y desactivación del cilindro 1 con las bobinas auxiliares M5, M6, M7 y M8.

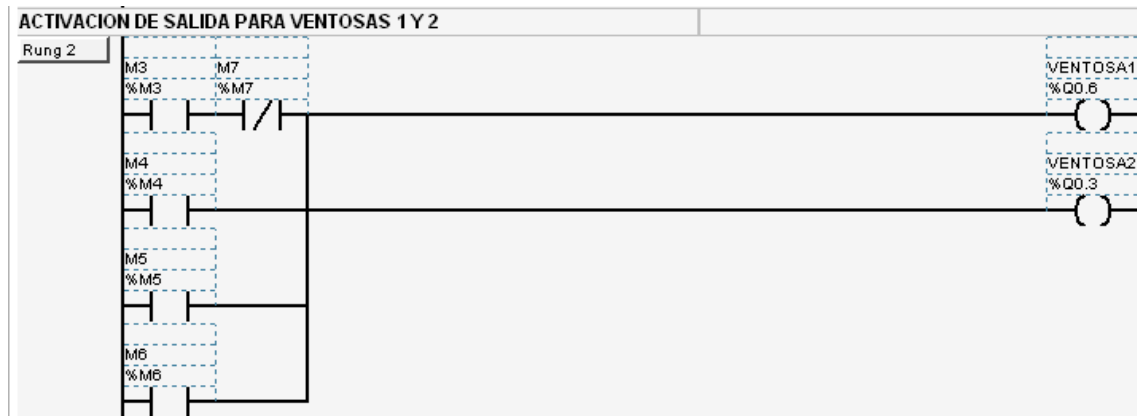
Figura 97. Activación de salida para cilindro 1. Fuente autor.



- Peldaño 2

Se relaciona la activación y desactivación de las ventosas 1 y 2 con las bobinas auxiliares M3, M4, M5, M6 y M7.

Figura 98. Activación de salida para las ventosas. Fuente autor.



4.7 SOFTWARE SUPERVISORIO

Dado que la aplicación de SCADA está orientada hacia el inicio y parada de la secuencia del proceso y la contabilización de ciclos que se lleven acabó, utilizaremos tres variables que fueron agregadas al programa en el TWIDO SUITE con este propósito. Estas variables se etiquetaron como las bobinas auxiliares M1 y M20, los cuales son contactos virtuales que están almacenados en la memoria, de la misma manera, se utilizó un contador referenciado como MW30 el cual se incrementa cada vez que la bobina auxiliar M9 cambie de estado bajo a alto, y así poder llevar un conteo de los ciclos completados por el modulo. Dada la compatibilidad entre el modelo de PLC utilizado y el VIJEO DESIGNER podemos manipular y conocer el estado de estas variables.

Para el manejo de estas variables en el entorno VIJEO, debemos referenciarlas con la misma etiqueta que utilizamos en el TWIDO SUITE incrementado en 1 el número designado para su espacio en la memoria del PLC; es decir; para la bobina auxiliar que en el TWIDO etiquetamos como M20, en el VIJEO la referenciamos como M21.

El primer paso en el desarrollo SCADA es escoger el tipo de pantalla táctil que se utilizara. Después se empieza a crear el entorno grafico de la aplicación

arrastrando desde la caja de herramientas elementos tales como botones, indicadores, mensajes de texto, ejes xy entre otros. Ver figura 64.

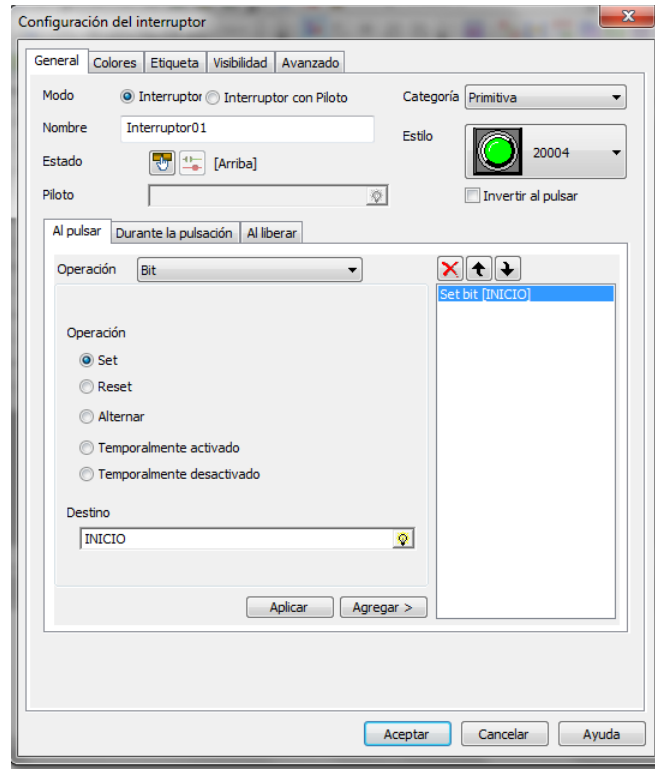
Para relacionar las variables manejadas en el PLC con el entorno gráfico de nuestra aplicación se debe hacer clic sobre el icono de variables; el cual está ubicado dentro del navegador (Ver figura 64). Habiéndose ubicado en esta sección conocida como editor de variables se pueden agregar o remover variables, definir el tipo de datos que manejan, el tipo de origen, que puede ser externo o interno, y la etiqueta con la que se referenciarán. Ver figura 99.

Figura 99. Editor de Variables. Fuente autor

	Nombre	Tipo de datos	Origen de datos	Grupo de escan...	Dirección de di...	Grupo de alarm...	Grupo de regist..
1	CONTADOR	Entero	Externo	EquipoModbus01	%MW31	Desactivado	Ninguno
2	INICIO	Discreto	Externo	EquipoModbus01	%M2	Desactivado	Ninguno
3	PARADA	Discreto	Externo	EquipoModbus01	%M21	Desactivado	Ninguno

En el diseño del entorno gráfico de la aplicación al hacer doble clic sobre los elementos se verá su configuración, donde se puede configurar la acción de dicho elemento, relacionándola con una o más variables anteriormente definidas. Allí mismo, se tiene la opción de editar algunas propiedades del elemento como la etiqueta, color y visibilidad entre otras. A continuación se muestra la configuración del interruptor de inicio, el cual está relacionado con la variable W1 descrita en el TWIDOSUITE y que en el VIJEO toma la referencia de W2 y es etiquetada como inicio. La acción que realiza este pulsador es la pasar de bajo a alto el estado de su variable relacionada, la cual es de tipo discreto.

Figura 100. Configuración de interruptor. Fuente autor.



Una vez creado el entorno gráfico y relacionado correctamente las variables necesarias para la creación del SCADA solo queda probar nuestro desarrollo. Para esto realizamos la conexión Ethernet PC-PLC y de esta manera realizamos la comunicación entre el SCADA y el PLC.

Ya configurada nuestra conexión queda habilitar el programa para que sea probado y verificar el comportamiento del SCADA y de las variables que son controladas y monitoreadas a través de la HMI.

Figura 101. Panel Grafico, HMI. Fuente autor.



5. PRUEBAS DE DESEMPEÑO

Una vez el sistema estuviera funcionando correctamente se decidió someterlo a prueba variando la presión de alimentación para evaluar su desempeño.

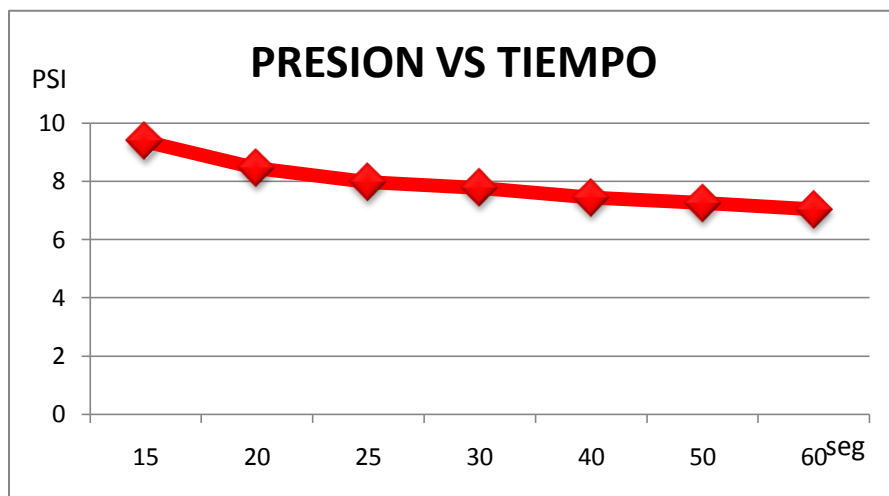
Se tomaron varias veces los tiempos en los que moduló realizaba 2 ciclos completos a presiones nominales y se promediaron. Para estas pruebas utilizamos un regulador de presión. Los datos obtenidos fueron los siguientes:

Tabla 8. Prueba de presión a cilindros neumáticos. Fuente Autor.

PRUEBA DE PRESIÓN A CILINDROS NEUMÁTICOS							
PRESION [PSI]	15	20	25	30	40	50	60
TIEMPO DE 2 CICLOS [SEG]	9,29	8,35	7,82	7,69	7,49	7,3	6,89
	9,5	8,56	7,89	7,8	7,41	7,24	7
	9,24	8,47	8,07	7,9	7,46	7,33	7,17
	9,41	8,41	8,08	7,71	7,38	7,15	7,07
PROMEDIO TIEMPOS	9,36	8,4475	7,965	7,775	7,435	7,255	7,0325

Tabulando estos resultados tenemos la siguiente gráfica:

Figura 102. Gráfica de Presión vs Tiempo. Fuente autor.



De esta grafica se puede inferir que el tiempo empleado por en moduló en realizar un ciclo tiene a estabilizarse, lo cual es de esperarse ya que este tiempo está ligado a los ciclos de máquina que maneja el PLC y la configuración que se le da a los temporizadores utilizados en la programación realizada en el TWIDOSUITE.

CONCLUSIONES

- La creación del módulo mecánico se convierte en una herramienta útil para la enseñanza de la automatización industrial, ya que no está ligado a ninguna marca específica y puede ser controlado utilizando cualquier tipo de PLC que cuente con las entradas y salidas suficientes para su funcionamiento y aún con otro tipo de elementos controladores como DSPICS, haciendo las adecuaciones de señales necesarias.
- En los sistemas de control, donde es muy frecuente el uso de instrumentos electrónicos y mecánicos, una herramienta como el PLC es un dispositivo ideal para actuar como organismo controlador, dada su adaptabilidad, capacidad de trabajo en ambientes industriales y herramientas periféricas como los softwares de SCADA asociados a las diferentes marcas y la versatilidad de los PLC's en cuanto a comunicaciones en estructuras de control centralizadas.
- Durante las pruebas realizadas en el desarrollo del proyecto se corrigieron errores mecánicos y de programación, dando como resultado final el correcto funcionamiento autónomo de un módulo de recolección y transporte de piezas acrílicas.
- El software TwidoSuite cuenta con un ambiente agradable que facilita el trabajo del programador. Permite etiquetar las entradas, salidas y líneas secuenciales, además de agregar comentarios en los peldaños para un mejor entendimiento del programa o en su defecto para una fácil corrección.
- El software TwidoSuite posee una herramienta muy útil como es el simulador ya que permite simular el programa y verificar antes de pasar a la vida real el comportamiento de la rutina programada. Esto facilita ya que se cuenta con una idea aproximada, no real, de lo que puede llegar a ser el programa mismo.
- El aprendizaje del lenguaje Grafcet, brinda la posibilidad de trabajar con las diversas marcas de PLC que existen en el mercado, ya que aunque el software de programación varía de una marca a otra, la forma en que se programa es muy similar.

- Este proyecto permitió la familiarización con el software de programación TwidoSuite, con el PLC, la interfaz gráfica de Vijeo-Designer y con el hardware (cilindros neumáticos, electroválvulas y demás).

RECOMENDACIONES

Se recomienda la implementación del módulo como herramienta didáctica de trabajo, para que los estudiantes de especialización, ingeniería electrónica e ingeniería industrial puedan tener un acercamiento a la automatización industrial mucha más práctico.

El modulo es controlado por un tablero de control que se encuentra en el laboratorio de maquinas eléctricas de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, si se desea utilizar el módulo en el campo industrial se debe implementar un tablero de control el cual tenga contactores, pulsadores y el controlador lógico programable (PLC).

Se aconseja modificar el sistema de alimentación de las piezas acrílicas ya que este proceso en el proyecto se hace manualmente. Se sugiere implementar una banda transportadora la cual tenga sensores que detecten una nueva pieza acrílica.

Antes de todo funcionamiento o puesta en marcha de la máquina, se recomienda la lectura previa del manual de operación del controlador y la familiarización con tableros eléctricos para seguridad del operador y de los dispositivos implementados en este proyecto.

Se espera que la Universidad Pontificia Bolivariana apoye mas este tipo de proyectos ya que se puede interactuar a escala de lo que son los procesos industriales y ayuda a entender mas los conceptos vistos en la parte teórica.

BIBLIOGRAFIA

- [1] AUTOMATIZACION. Historia y objetivos de la automatización. [en línea] http://academic.uprm.edu/lrosario/page/4055_clases/automatico.htm [Consulta: 2010-27-02].
- [2] MECATRONICA PORTAL. Definición de automatización. [en línea] <http://www.mecatronica-portal.com/2009/04/129-definicion-de-automatizacion/> [Consulta: 2010-27-02].
- [3] KENTRON. Automatizar. [en línea] http://www.kentron.com.ve/novedades/automatizar_todo.htm [Consulta: 2010-27-02].
- [4] UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR. Automatización Industrial. [en línea] http://ingenieria.url.edu.gt/boletin/URL_10_MEC01.pdf [Consulta: 2010-28-02].
- [5] AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL. Principios y Aplicaciones del PLC. Luis B. Gómez Flores. 7p
- [6] ITESCAM. Elementos de una instalación automatizada. [en línea] <http://74.125.47.132/search?q=cache:Hd3USZuU3AMJ:www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r14059.DOC+historia+automatismos+industriales&cd=4&hl=es&ct=clnk&gl=co> [Consulta: 2010-01-03].
- [7] MARTELL. Definición de instrumentación. [en línea] <http://definicion.de/instrumentacion/> [Consulta: 2010-01-03].
- [8] HARPER ENRIQUEZ, Gilberto. El ABC de la instrumentación en el control de procesos industriales. [en línea] <http://books.google.com.co/books?id=кта4crf5K8sC&pg=PA21&dq=definicion+de+instrumentacion+industrial&lr=#PPP1,M1> [Consulta: 2010-02-03].
- [9] INSTRUMENTACION INDUSTRIA. [en línea] http://www.sapiensman.com/control_automatico/control_automatico7.htm [Consulta: 2010-02-03].
- [10] GESTIOPOLIS. Sensores y actuadores. [en línea] <http://www.gestiopolis.com/recursos6/Docs/Ger/transduc.htm> [Consulta: 2010-02-03].

- [11] SENSORES Y TRANSDUCOTRES. Tipos de sensores. [en línea] http://www.profesormolina.com.ar/tecnologia/sens_transduct/tipos.htm [Consulta: 2010-02-03].
- [12] SENSORES MAGNETICOS. [en línea] <http://www.interempresas.net/FotosArtProductos/P33644.jpg> [Consulta: 2010-02-03].
- [13] SENSORES Y ACTUADORES INDUSTRIALES. Actuadores Industriales. Actuadores Eléctricos e Hidráulicos. http://tv.uvigo.es/uploads/material/Video/1709/ISAD_Tema7_2.pdf [Consulta: 2010-05-03].
- [14] Villamizar R. Juan C. Control de Procesos Industriales. Primera Edición. Editorial Diagrama, impresión y encuadernación (Sic) editorial Ltda. Bucaramanga, Julio, 2004. 152p.
- [15] FUNDACION SAN VALERO. Centro de formación abierta SEAS. Neumática. Actuadores Neumáticos. [en línea] <http://www.scribd.com/doc/2684435/ACTUADORES-NEUMATICOS> [Consulta: 2010-05-03].
- [16] FESTO. Automatización Industrial en Colombia. Fundamentos de Electro neumática. [en línea] http://www.festo-didactic.com/ov3/media/customers/1100/095246_leseprobe_es.pdf [Consulta: 2010-05-03].
- [17] FESTO. Automatización Industrial en Colombia. Actuadores Neumático Lineales. [en línea] <http://www.youtube.com/watch?v=pwFBxBEV1Xs&NR=1> [Consulta: 2010-01-03].
- [18] Deppert, W y Stoll, K. Dispositivos Neumáticos: introducción y fundamentos. Editorial Marcombo Boixareu Editores. Barcelona, 1994. 188p
- [19] DAGSA. Cilindro de impacto [en línea] <http://www.dagsa.com/cilnor.gif> [Consulta: 2010-26-02].
- [20] NEUMATICA. [Página de internet]. En: <http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica16.htm> [Consulta: 2010-04-03].
- [21] ELECTROVALVULAS. [en línea] http://www.youtube.com/watch?v=lpFI1DkNV0I&feature=Playlist&p=F790733EA32897BE&playnext=1&playnext_from=PL&index=10 [Consulta: 2010-04-03].
- [22] ESCALONA Iván, Electroválvulas en Sistema de control [en línea] <http://www.monografias.com/trabajos13/valvu/valvu.shtml#in> [Consulta: 2010-05-03].

[23] ESTRUCTURA EXTERNA PLC. Estructura Compacta. [en línea] http://www.sc.ehu.es/sbweb/webcentro/automatica/WebCQMH1/PAGINA%20PRINCIPAL/PLC/ESTRUCTURAS/ESTRUCTURA%20EXTERNA/estructura_externa.htm [Consulta: 2010-06-03].

[24] ESTRUCTURA PLC TELEMECANIQUE TWDLCAE40DRF. Estructura Compacta. [en línea] [http://www.electrodorrego.com.ar/Schneider3_archivos/PLC%201\)%20Tvido.pdf](http://www.electrodorrego.com.ar/Schneider3_archivos/PLC%201)%20Tvido.pdf) [Consulta: 2010-06-03].

[25] VALENCIA G, Hernán. Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Controladores Lógicos Programables. Colombia, Primera edición, 1992, Universidad Pontificia Bolivariana.

[26] CURSO CONTROLADORES LOGISTICOS PROGRAMABLES. Cap. 1 Estructura básica de un PCL [en línea] <http://www.mailxmail.com/curso-controladores-logicos-programables/estructura-basica-plc> [Consulta: 2010-06-03].

[27] WIKICIENCIA. Electrónica. Los PLC (Controladores Lógicos Programables) [en línea] <http://www.wikiciencia.org/electronica/electricidad/plc/index.php> [Consulta: 2010-06-03].

[28] INTERDACES DE ENTRADA/SALIDA. Unidad central de proceso. Curso de PLC, Guía 2, Sena.

[29] GONZALES, Alex Julián, GARCIA, Francisco Javier, Elaboración y Automatización de una máquina empacadora industrial a escala, Bucaramanga, 2009. Tesis de grado (Ingeniería Electrónica) Universidad Pontificia Bolivariana.

[30] SISTEMA SCADA, [en línea] <http://www.galeon.com/hamd/pdf/scada.pdf> [Consulta: 2010-08-03].

[31] Veesta means science and technology. Scada system. [en línea] http://images.google.com.co/imgres?imgurl=http://www.veesta-world.com/images/img_scada.jpg&imgrefurl=http://www.veesta-world.com/pages/services_scada_page.htm&usq=fktqUdGZQG8ayzjlrC-nFesrU=&h=300&w=573&sz=37&hl=es&start=15&um=1&tbnid=Ww8qEkqN-rHCoM:&tbnh=70&tbnw=134&prev=/images%3Fq%3Dscada%26ndsp%3D18%26hl%3Des%26sa%3DN%26um%3D1 [Consulta: 2010-03-03].

[32] NIVELES DEL SISTEMA SCADA. Guías de clase INSTRUMENTACION ELECTRONICA, Bucaramanga, 2009. (Ingeniería Electrónica) Universidad Pontificia Bolivariana.

[33] CUPABAN GOMEZ, José Fernando, FIERRO VITOLA, Karem Juliana. Diseño e implementación de un sistema scada en la planta de producción de aceites y grasas lubricantes de la compañía Kroil S.A. Bucaramanga, 2006. Tesis de grado (Ingeniera Electrónica) Universidad Pontificia Bolivariana

[34] NIVELES DEL SISTEMA SCADA. [en línea] <http://www.scielo.org.ve/img/fbpe/uct/v9n36/art08.23.gif> [Consulta: 2010-08-03].

[35] CONTACTOR. [en línea] <http://personal.redestb.es/jorgecd/contactor.html> [Consulta: 2010-08-03].

[36] ELECTRONICA FACIL. Funcionamiento de un contactor. [en línea] <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/Contactor.php> [Consulta: 2010-08-03].

[37] QUIMINET. Finales de carrera. [en línea] <http://www.quiminet.com/imagen/lovato1.jpg> [Consulta: 2010-05-03].

[38] DIRECT INDUSTRY. Pulsador luminoso. [en línea] http://images.google.com.co/imgres?imgurl=http://img.directindustry.es/images_di/photo-g/boton-pulsador-luminoso-191654.jpg&imgrefurl=http://www.directindustry.es/prod/rafi/boton-pulsador-luminoso-5441-191654.html&usq=__baRbKJEalQ4l4bpAFo-oCOE9xvM=&h=375&w=601&sz=35&hl=es&start=1&um=1&itbs=1&tbnid=E5AKQVnDZ-0m_M:&tbnh=84&tbnw=135&prev=/images%3Fq%3Dpulsadores%2Bluminosos%26um%3D1%26hl%3Des%26tbs%3Disch:1

[39] ROTONDA L., Mario. Neumática Rotonda C.A. Tipos de roscas [en línea] http://www.neumaticarotonda.com/2006/tips_racores_rosca.htm [Consulta: 2010-05-03].

[40] INDUSTRIAS ASOCIADAS. Accesorios Neumáticos. [en línea] <http://www.industriasasociadas.com/> [Consulta: 2010-05-03].

[41] FERRONEUMATICA INSTRUMENTACION INDUSTRIAL. [en línea]. <http://www.ferroneumatica.com.co/2009/01/19/actuadores-neumaticos/> [Consulta: 2010-06-03].

[42] MANOMETRO. Definición de Manómetro. [en línea]. <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulosos/medidores/manometro/manometro.html> [Consulta: 2010-06-03].

[43] MAQUINARIAPRO. Tipos de Manómetros. [en línea] <http://www.maquinariapro.com/maquinas/manometro.html> [Consulta: 2010-06-03].

[44] MANGUERAS NEUMATICAS. [en línea] <http://neumatica-es.timmer-pneumatik.de/artikel/artbild/maxi/h-s2-blau.jpg> [Consulta: 2009-11-08].

[45] MUNDO ANUNCIO, Compresor. [en línea] <http://sapiscinaiesjardi.com/shop/images/compresor.jpg> [Consulta: 2010-10-03].

[46] COMPRESOR. Definición de compresor. [en línea] [http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_\(m%C3%A1quina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Compresor_(m%C3%A1quina))

[47] TELEMECANIQUE. Guía de hardware. Septiembre, 2007. 15p

[48] TELEMECANIQUE. Guía de hardware. Septiembre, 2007. 90p

[49] TELEMECANIQUE. Guía de hardware. Septiembre, 2007. 30p

[50] CABLE MULTIMAESTRO. [en línea] <http://translate.google.com.co/translate?hl=es&sl=en&tl=es&u=http%3A%2F%2Fwww.download.schneider-electric.com%2F85256E540060851A%2Fall%2FC125713F005265E2C1257228004A39EA%3FOpenDocument%26L%3DEN> [Consulta: 2010-14-03].

[51] VIJEO-DESIGNER. [en línea] [http://www.download.schneider-electric.com/412570CA005D76A3/all/C1256EDE0038AFB2C1256FB90042D3F1/\\$File/35007041_k01_000_04.pdf](http://www.download.schneider-electric.com/412570CA005D76A3/all/C1256EDE0038AFB2C1256FB90042D3F1/$File/35007041_k01_000_04.pdf) [Consulta: 2010-16-03].

ANEXO A

- Electroválvula AIRTAC 3V210-06-NC

VALVULAS SOLENOIDES - 3/2 VIAS



SERIE 3V



Especificaciones Técnicas

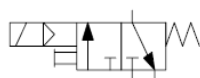
Especificaciones Técnicas	
Operación	Piloto interno
Posición	Normalmente cerradas
Lubricación	No requiere lubricación
Presión de operación	1,5 ~ 8 Kg./cm ² (21 ~ 114 PSI)
Máxima presión	10 Kg./cm ² (150 PSI)
Temperatura	5 ~ 60 °C (41 ~ 140 °F)
Corriente Alterna	50/60 Hz
Variación del voltaje	± 10 %
Consumo de potencia	AC: 4,5VA DC: 3W
Aislamiento de la bobina	Clase F
Protección bobina	IP65 (DIN40050)
Conector	Tipo DIN
Máxima frecuencia	10 Ciclos / seg.
Tiempo de respuesta	0,05 Seg.

Código	Rosca	Vías	Operador de la Válvula	Referencia - Voltaje	mm ² (CV)
A11100	1/8"	3/2	Solenoides / Regreso resorte	3V110-06-NC-DC12V	14 (0,78)
A11105	1/8"	3/2	Solenoides / Regreso resorte	3V110-06-NC-DC24V	14 (0,78)
A11110	1/8"	3/2	Solenoides / Regreso resorte	3V110-06-NC-AC110V	14 (0,78)
A11115	1/8"	3/2	Solenoides / Regreso resorte	3V110-06-NC-AC220V	14 (0,78)
A11120	1/4"	3/2	Solenoides / Regreso resorte	3V210-08-NC-DC12V	16 (0,78)
A11125	1/4"	3/2	Solenoides / Regreso resorte	3V210-08-NC-DC24V	16 (0,78)
A11130	1/4"	3/2	Solenoides / Regreso resorte	3V210-08-NC-AC110V	16 (0,78)
A11135	1/4"	3/2	Solenoides / Regreso resorte	3V210-08-NC-AC220V	16 (0,78)
A11140	3/8"	3/2	Solenoides / Regreso resorte	3V310-10-NC-DC12V	30 (1,68)
A11145	3/8"	3/2	Solenoides / Regreso resorte	3V310-10-NC-DC24V	30 (1,68)
A11150	3/8"	3/2	Solenoides / Regreso resorte	3V310-10-NC-AC110V	30 (1,68)
A11155	3/8"	3/2	Solenoides / Regreso resorte	3V310-10-NC-AC220V	30 (1,68)

Nota: Las válvulas de 1/4" y 3/8" vienen con LED indicador como equipo Standard.

VALVULAS SOLENOIDES - 3/2 VIAS

SERIE 3V

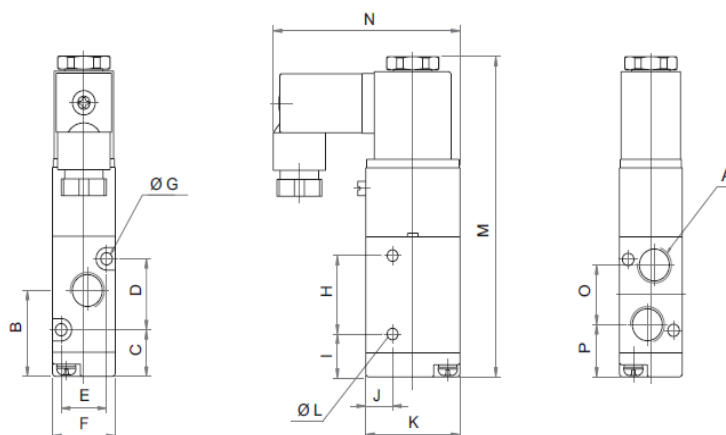


Componentes	Materiales
Cuerpo	Aluminio
Carrete	Aluminio
Resorte de la válvula	Acero Inoxidable
Empaques	NBR
Cuerpo del operador	PBT + Fibra de vidrio
Base del operador	Acero (Niquelado)

Código	Bobina para (1/8")
A13300	DC12V
A13305	DC24V
A13310	AC24V
A13315	AC110V
A13320	AC220V

Código	Bobina para (1/4" y 3/8")
A 16300	DC12V
A 16305	DC24V
A 16310	AC24V
A 16315	AC110V
A 16320	AC220V

Solenoides / regreso resorte



Serie	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
3V-1	1/8"	23	12,5	19	13	18	3,3	21	11,5	7,7	27	3,3	85,5	53,5	16	14
3V-2	1/4"	27,5	12,5	30	17	22	3,2	25	15	8	35	4,3	108	66,5	22,5	16
3V-3	3/8"	32,5	15	35	20	27	4,3	30	17,5	10,5	40	4,3	119	69	24	20,5

- Electroválvula 5/2 4V210 – 06

VALVULAS SOLENOIDES - 5/2 - 5/3 VIAS

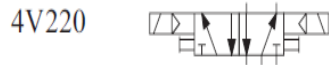
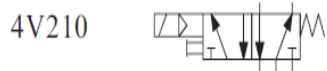


SERIE 4V2 - 1/4"



Código	Rosca	Vías	Operador de la Válvula	Referencia - Voltaje
A14005	1/4"	5/2	Simple solenoide / regreso resorte	4V210-08-DC12V
A14010	1/4"	5/2	Simple solenoide / regreso resorte	4V210-08-DC24V
A14015	1/4"	5/2	Simple solenoide / regreso resorte	4V210-08-AC110V
A14020	1/4"	5/2	Simple solenoide / regreso resorte	4V210-08-AC220V
A14025	1/4"	5/2	Doble solenoide	4V220-08-DC12V
A14030	1/4"	5/2	Doble solenoide	4V220-08-DC24V
A14035	1/4"	5/2	Doble solenoide	4V220-08-AC110V
A14040	1/4"	5/2	Doble solenoide	4V220-08-AC220V
A14045	1/4"	5/3	Doble solenoide / centros cerrados	4V230C-08-DC12V
A14050	1/4"	5/3	Doble solenoide / centros cerrados	4V230C-08-DC24V
A14055	1/4"	5/3	Doble solenoide / centros cerrados	4V230C-08-AC110V
A14060	1/4"	5/3	Doble solenoide / centros cerrados	4V230C-08-AC220V
A14065	1/4"	5/3	Doble solenoide / centros abiertos	4V230E-08-DC12V
A14070	1/4"	5/3	Doble solenoide / centros abiertos	4V230E-08-DC24V
A14075	1/4"	5/3	Doble solenoide / centros abiertos	4V230E-08-AC110V
A14080	1/4"	5/3	Doble solenoide / centros abiertos	4V230E-08-AC220V

Nota: Estas válvulas vienen con LED indicador como equipo standard



Especificaciones Técnicas

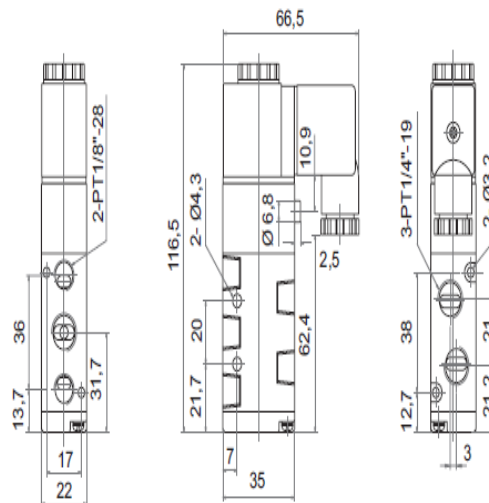
Operación	Piloto intemo
Area del orificio (CV)	16mm ² (0,78)
Lubricación	No requiere lubricación
Presión de operación	1,5 ~ 8 Kg./cm ² (21 ~ 114 PSI)
Máxima presión	10,5 Kg./cm ² (150 PSI)
Temperatura	5 ~ 60 °C (41 ~ 140 °F)
Corriente Alterna	50/60 Hz
Variación del voltaje	± 10 %
Consumo de potencia	AC: 4,5V A DC: 3W
Aislamiento de la bobina	Clase F
Protección bobina	IP65 (DIN40050)
Conector	Tipo DIN
Máxima frecuencia	5 Ciclos / seg.
Tiempo de respuesta	0,05 Seg.

VALVULAS SOLENOIDES - 5/2 - 5/3 VIAS



SERIE 4V2 - 1/4"

5/2 Simple Solenoide
4V210



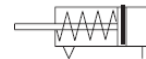
- Cilindro neumático AIRTAC simple efecto MASL 20X75-S

CILINDROS DE SIMPLE EFECTO - MAL SERIE MSAL

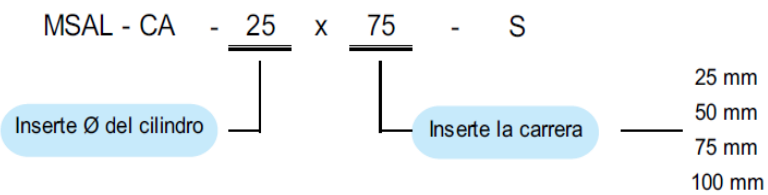
AIRTAC



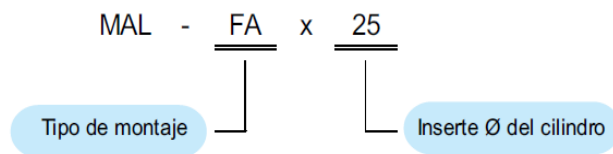
- Cilindros de simple efecto regreso por resorte
- Fabricados en Aluminio
- No requieren lubricación
- Anillo magnético Standard



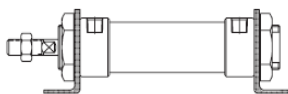
Como ordenar su cilindro de simple efecto MSAL



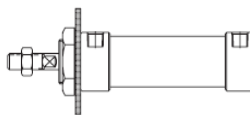
Como ordenar el montaje de su cilindro MSAL



LB: Pies



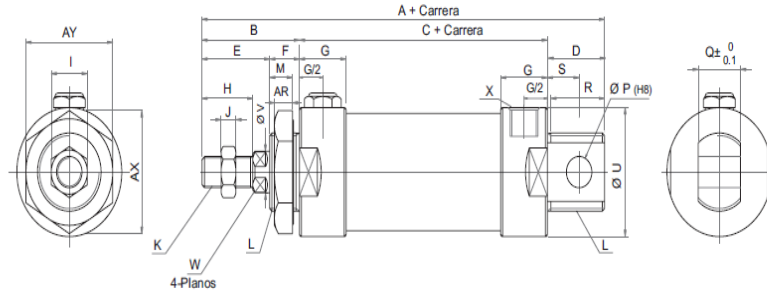
FA: Flanche



SDB: Pivote



CILINDROS DE SIMPLE EFECTO - MAL SERIE MSAL



Diam.	A		B	C		D	E	F	G	H
	0~50	51~100		0~50	51~100					
20 mm	131	156	40	70	95	21	28	12	16	20
25 mm	135	160	44	70	95	21	30	14	16	22
32 mm	141	166	44	70	95	27	30	14	16	22
40 mm	165	190	46	92	117	27	32	14	22	24

Diam.	I	J	K	L	M	P	Q	R
20 mm	12	6	M8 x 1,25	M22x1,5	10	8	16	19
25 mm	17	6	M10 x 1,25	M22x1,5	12	8	16	19
32 mm	17	6	M10 x 1,25	M24x2,0	12	10	16	25
40 mm	17	7	M12 x 1,25	M30x2,0	12	12	20	25

Diam.	S	U	V	W	X	AR	AX	AY
20 mm	12	29	8	6	G1/8"	7	33	29
25 mm	12	34	10	8	G1/8"	7	35	29
32 mm	15	39,5	12	10	G1/8"	8	40	32
40 mm	15	49,5	16	14	G1/4"	9	47	41

Nota: Ver accesorios y sensor magnético en las Págs. 42-44
Ver dimensiones de los montajes en la Pág. 40

- Cilindro neumático AIRTAC doble Efecto

CILINDROS EN ALUMINIO



Características

- Fabricados en Aluminio
- Previenen la oxidación
- Anillo magnético estándar para control de posición
- Se suministra con tuerca de fijación y contratuerca del vástago
- No requieren lubricación

Datos técnicos

- Fluido: Aire comprimido Filtrado, lubricado o no lubricado
- Presión de Trabajo:
 - Doble efecto : 1 a 9 Bar ~ 14 a 130 PSI
 - Simple efecto : 2 a 9 Bar ~ 28 a 130 PSI
- Temperatura de Trabajo:
 - -5°C a 70°C ~ 23°F a 158°F
- Amortiguación: Elástica

Materiales

- Camisa: Aleación de Aluminio
- Cabezas: Aluminio inyectado
- Vástago: Acero al carbón con 20μ de superficie cromo endurecida
- Empaques: Goma nitrílica

CILINDROS EN ECERO INOXIDABLE



Características

- Camisa en Acero Inoxidable
- Resistentes a la oxidación
- Anillo magnético estándar para control de posición
- Se suministra con tuerca de fijación y contratuerca del vástago
- No requieren lubricación

Datos técnicos

- Fluido: Aire comprimido Filtrado, lubricado o no lubricado.
- Presión de Trabajo:
 - Doble efecto :
1 a 9 Bar ~ 14 a 130 PSI
 - Simple efecto :
2 a 9 Bar ~ 28 a 130 PSI
- Temperatura de Trabajo:
 - 0°C a 70°C ~ 32°F a 158°F
- Amortiguación: Elástica

Materiales

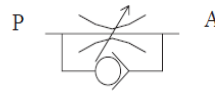
- Camisa: Aleación de Aluminio
- Cabezas: Aluminio inyectado
- Vástago: Acero al carbón con 20 μ de superficie cromo endurecida
- Empaques: Goma nitrílica

- Regulador de flujo AIRTAC ASC-100-06

CONTROL DE FLUJO EN LINEA

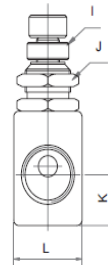
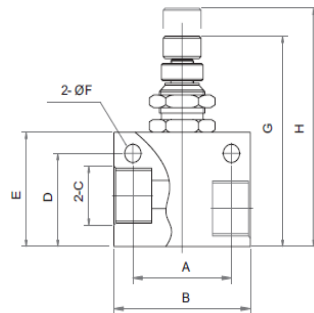
SERIE ASC

AirTAC



Código	Rosca	Referencia
A31010	1/8"	ASC-06
A31015	1/4"	ASC-08
A31020	3/8"	ASC-10
A31025	1/2"	ASC-15

Especificaciones Técnicas	
Presión de Operación	0 ~ 9,5 Kg./cm ² (0 ~ 140 PSI)
Máxima presión	15 Kg./cm ² (220 PSI)
Temperatura	5 ~ 60 °C (11 ~ 140 °F)
Cuerpo	Aluminio



Serie	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
ASC-06	22	32	1/8"	18	23	4,3	45,7	52,3	M6 x 0,5	M12 x 0,75	10	18
ASC-08	26	36	1/4"	22	27	4,3	49,7	56,3	M6 x 0,5	M12 x 0,75	12	18
ASC-10	30	40	3/8"	24	29	4,3	51,7	58,3	M6 x 0,5	M12 x 0,75	13	22
ASC-15	-	56	1/2"	-	25,5	-	54,7	63,3	M7 x 0,8	M18 x 0,9	13	25,5

- Racores instantáneos AIRTAC

RACORES INSTANTANEOS

SERIE P - EN PULGADAS



Código	Referencia	Rosca PT	Manguera OD
A50105	PC 1/4-U10	10/32"	1/4"
A50110	PC 1/4-N01	1/8"	1/4"
A50115	PC 5/16-N01	1/8"	5/16"
A50120	PC 1/4-N02	1/4"	1/4"
A50125	PC 5/16-N02	1/4"	5/16"
A50130	PC 3/8-N02	1/4"	3/8"
A50135	PC 1/4-N03	3/8"	1/4"
A50140	PC 3/8-N03	3/8"	3/8"
A50145	PC 1/2-N03	3/8"	1/2"
A50150	PC 3/8-N04	1/2"	3/8"
A50155	PC 1/2-N04	1/2"	1/2"

Código	Referencia	Rosca PT	Manguera OD
A51105	PL 1/4-U10	10/32"	1/4"
A51110	PL 1/4-N01	1/8"	1/4"
A51115	PL 5/16-N01	1/8"	5/16"
A51120	PL 1/4-N02	1/4"	1/4"
A51125	PL 5/16-N02	1/4"	5/16"
A51130	PL 3/8-N02	1/4"	3/8"
A51135	PL 1/4-N03	3/8"	1/4"
A51140	PL 3/8-N03	3/8"	3/8"
A51145	PL 1/2-N03	3/8"	1/2"
A51150	PL 3/8-N04	1/2"	3/8"
A51155	PL 1/2-N04	1/2"	1/2"



Código	Referencia	Manguera OD
A55310	PUT 1/4	1/4"
A55315	PUT 5/16	5/16"
A55320	PUT 3/8	3/8"
A55325	PUT 1/2	1/2"

- Silenciadores

SILENCIADORES Y CONTROL DE FLUJO

SERIE SL / MSC

AirTAC

SILENCIADORES

Se instalan en los escapes de las válvulas para reducir el nivel de ruido y evitar la entrada de polvo



Código	Referencia	Rosca
A 32005	SL-M5	M5
A 32010	SL-01	1/8"
A 32015	SL-02	1/4"
A 32020	SL-03	3/8"
A 32025	SL-04	1/2"
A 32030	SL-06	3/4"
A 32035	SL-08	1"



Materiales

- Cuerpo: Bronce
- Empaques: NBR

Características

- Reducen el nivel de ruido
- Controlan la velocidad de un cilindro regulando el caudal de aire
- Protegen los equipos de la contaminación externa
- Diseño compacto

Datos técnicos

- Fluido: Aire comprimido
- Presión de Trabajo: 0 a 10 Bar ~ 0 a 142 PSI
- Temperatura de Trabajo: 0°C a 70°C ~ 32°F a 158°F

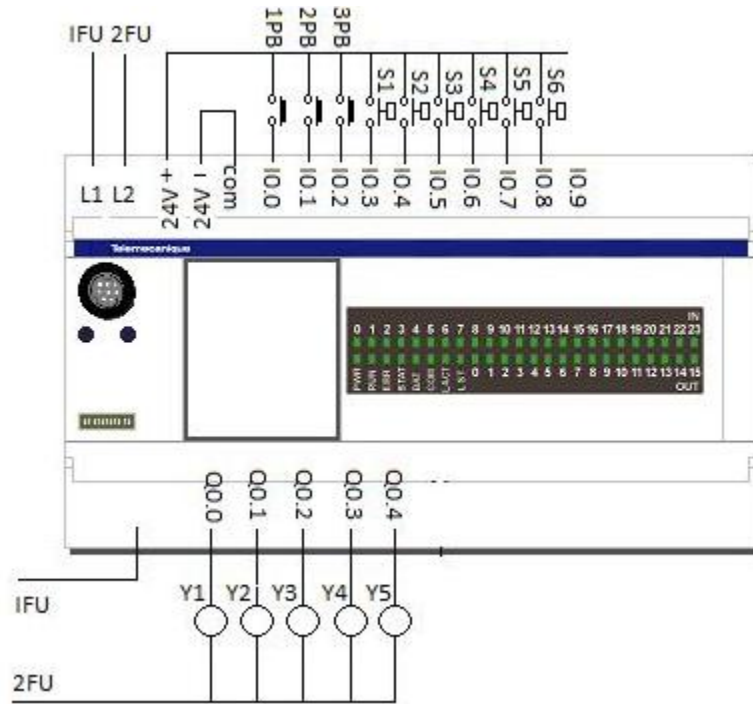
- Motor Compresor EVANS

Datos del compresor	
Presión máxima	125 PSI
Capacidad	48 Lts
@ 40 PSI	2.6 CFM
@ 90 PSI	1.8 CFM

	Caballos de fuerza	Revoluciones por minuto	Frecuencia de trabajo	Voltaje de entrada	Corriente que soporta
Datos del motor	½ HP	1720 RPM	60 HZ	127 V A.C	7.6 Amperios
				220 V A.C	4 Amperios

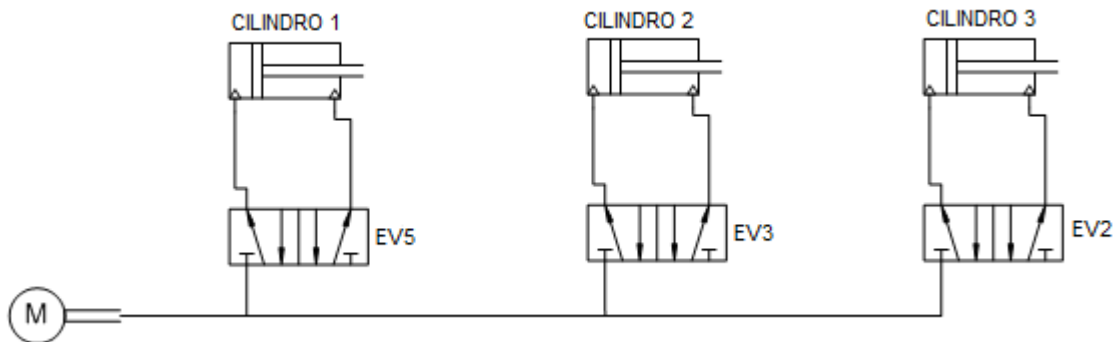
ANEXO B

- CONEXIONES BASICAS DEL PLC

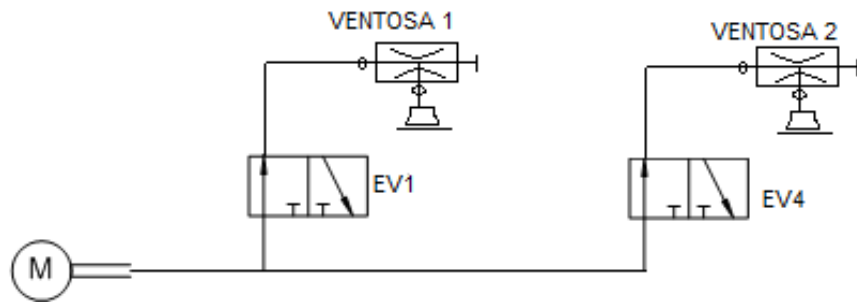


Conexiones básicas del PLC

- CIRCUITO NEUMATICO



Circuito neumático de los cilindros.



Circuito neumático de las ventosas.

ANEXO C

- RELACIÓN DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC (Topología 1)

- Relación de entradas

ENTRADAS	COMENTARIO
I0.0	Encendido del sistema.
I0.1	Parada de emergencia.
I0.2	Sensor 1, indica la posición de estado inactivo del cilindro neumático 1.
I0.3	Sensor 2, indica la posición de estado activo del cilindro neumático 1.
I0.4	Sensor 3, indica la posición de estado inactivo del cilindro neumático 2.
I0.5	Sensor 4, indica la posición de estado activo del cilindro neumático 2.

- Relación de salidas

SALIDAS	COMENTARIO
Q0.2	Electroválvula 1. Cilindro 1.
Q0.4	Electroválvula 3. Cilindro 2.
Q0.6	Electroválvula 5. Ventosa 1

- RELACIÓN DE LAS MEMORIAS AUXILIARES, TEMPORIZADORES Y CONTADORES UTILIZADOS

- Relación de las memorias auxiliares

MEMORIAS AUXILIARES	COMENTARIO
M0.3, M0.4, M0.5 y M0.6	Accionan la ventosa.
M0.5, M0.6 y M0.8.	Activa cilindro 1.
M0.2, M0.3 y M0.6.	Activa cilindro 2.
M0.7	Desactiva cilindros 1 y 2.

- Relación de los temporizadores

TEMPORIZADORES	COMENTARIO
TM0	Tiempo establecido para la activación del cilindro 2 la cual recoge la pieza acrílica.
TM1	Tiempo establecido para la activación la ventosa 1.
TM2	Tiempo establecido para la desactivación del cilindro 2
TM3	Tiempo establecido para la activación la cilindro 1la cual

	nos trasporta la pieza acrílica al otro extremo del modulo.
TM4	Tiempo establecido para la activación del cilindro 2 la cual nos deja la pieza acrílica.
TM5	Tiempo establecido para la desactivación la ventosa 1.
TM6	Tiempo establecido para la desactivación del cilindro 2 y volver al estado inicial.
TM7	Tiempo establecido para la desactivación del cilindro 1 y volver al estado inicial.

– Relación de los contadores

CONTADORES	COMENTARIO
C0	Realiza el conteo de las galletas.
C1	Realiza el conteo del número de galletas que se desean introducir dentro de un empaque.
C2	Realiza el número de empaques que se producen.
C3	Realiza conteo auxiliar del bit de entrada del sensor capacitivo, de determina el tamaño del empaque.

ANEXO D

- RELACIÓN DE LAS ENTRADAS Y SALIDAS DEL PLC (Topología 2 y 3)

- Relación de entradas

ENTRADAS	COMENTARIO
I0.0	Encendido del sistema.
I0.1	Parada de emergencia.
I0.2	Sensor 1, indica la posición de estado inactivo del cilindro neumático 1.
I0.3	Sensor 2, indica la posición de estado activo del cilindro neumático 1.
I0.4	Sensor 3, indica la posición de estado inactivo del cilindro neumático 2.
I0.5	Sensor 4, indica la posición de estado activo del cilindro neumático 2.
I0.6	Sensor 5, indica la posición de estado inactivo del cilindro neumático 3.
I0.7	Sensor 6, indica la posición de estado activo del cilindro neumático 3.

- Relación de salidas.

SALIDAS	COMENTARIO
Q0.2	Electroválvula 1. Cilindro 1.
Q0.3	Electroválvula 2. Ventosa 2
Q0.4	Electroválvula 3. Cilindro 2.
Q0.5	Electroválvula 4. Cilindro 3.
Q0.6	Electroválvula 5. Ventosa 1

- RELACIÓN DE LAS MEMORIAS AUXILIARES, TEMPORIZADORES Y CONTADORES UTILIZADOS

- Relación de las memorias auxiliares

MEMORIAS AUXILIARES	COMENTARIO
M0.3, M0.4, M0.5 y M0.6	Accionan la ventosa.
M0.5, M0.6 y M0.8.	Activa cilindro 1.
M0.2, M0.3 y M0.6.	Activa cilindro 2 Y 3.
M0.7	Desactiva cilindros 1, 2 y 3.

– Relación de los temporizadores

TEMPORIZADORES	COMENTARIO
TM0	Tiempo establecido para la activación del cilindro 2 y 3, la cual recoge la pieza acrílica.
TM1	Tiempo establecido para la activación la ventosa 1 y 2.
TM2	Tiempo establecido para la desactivación del cilindro 2 y3
TM3	Tiempo establecido para la activación la cilindro, la cual nos trasporta la pieza acrílica al otro extremo del modulo.
TM4	Tiempo establecido para la activación del cilindro 2 y 3, la cual nos deja la pieza acrílica.
TM5	Tiempo establecido para la desactivación la ventosa 1 y 2.
TM6	Tiempo establecido para la desactivación del cilindro 2 y 3 y volver al estado inicial.
TM7	Tiempo establecido para la desactivación del cilindro 1 y volver al estado inicial.