

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA



**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE DOS MÓDULOS
DIDÁCTICOS PARA APLICACIONES
ELECTRONEUMÁTICAS**

PRESENTADO POR
**CARLOS GABRIEL BENÍTEZ RIVAS
ELVIS JAVIER HENRIQUEZ PORTILLO
JOSÉ OSMÍN LANDAVERDE MONTANO**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO

CIUDAD UNIVERSITARIA, AGOSTO DE 2007

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTORA

:

DRA. MARÍA ISABEL RODRÍGUEZ

SECRETARIA GENERAL :

LICDA. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

DECANO :

ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

SECRETARIO :

ING. OSCAR EDUARDO MARROQUÍN HERNÁNDEZ

ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR :

ING. JUAN ANTONIO FLORES DIAZ

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:
INGENIERO MECÁNICO

Título

:

**PROYECTO Y CONSTRUCCIÓN DE DOS MÓDULOS
DIDÁCTICOS PARA APLICACIONES
ELECTRONEUMÁTICAS**

Presentado por

:

**CARLOS GABRIEL BENÍTEZ RIVAS
ELVIS JAVIER HENRIQUEZ PORTILLO
JOSÉ OSMÍN LANDAVERDE MONTANO**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores:

**ING. FRANCISCO DE LEÓN TORRES
ING. RIGOBERTO VELÁSQUEZ PAZ**

San Salvador, Agosto de 2007

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Directores:

ING. FRANCISCO DE LEÓN TORRES

ING. RIGOBERTO VELÁSQUEZ PAZ

AGRADECEMOS:

A NUESTROS ASESORES, Ing. Francisco de León Torres e Ing. Rigoberto Velásquez Paz, por sus consejos y recomendaciones durante el desarrollo de nuestro trabajo de graduación. Por el apoyo que nos brindaron.

A TODOS LOS DOCENTES, que a lo largo de nuestra carrera contribuyeron a la formación académica de cada uno de nosotros.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización de este trabajo de graduación.

Carlos Gabriel Benítez Rivas
Elvis Javier Henríquez Portillo
José Osmín Landaverde Montano

AGRADEZCO A:

DIOS: por haberme bendecido, ya que me ha permitido alcanzar todas las metas que me he propuesto y ha puesto en mi camino a un sinnúmero de personas maravillosas que me han brindado la mano.

A MIS PADRES: Pascual y Emelinda, los cuales a costa de muchos sacrificios han sacado adelante a sus hijos, y me han regalado la mejor herencia que cualquier padre puede legar a un hijo, amor, humildad y respeto.

A MIS HERMANOS: a quienes además de quererlos como mis hermanos, los aprecio también porque han sido mis amigos, y siempre han estado y estoy seguro que estarán a mi lado.

A MIS COMPAÑEROS DE TESIS: Osmn y Gabriel, por haberme concedido el honor y el placer de realizar este paso final de la carrera junto con ustedes.

A MI FAMILIA ENTERA: a todos ellos que siempre han estado al pendiente de mi vida, pero especialmente a mis tíos CARLOS Y EDITH, y mi abuela Aminta, quienes han sido un gran soporte en mi vida. Gracias infinitas.

A LA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA: quienes me han formado no solamente como un profesional, sino también me han dotado de herramientas para afrontar los obstáculos que a veces se atraviesan en el camino de la vida. Y en especial a mis asesores de tesis: Ing. Velásquez y Ing. De León, quienes fueron un gran soporte para la realización de este trabajo de graduación.

A LA ASEIM: en donde me enseñaron que una persona sola en la vida no logra nada, pero una persona rodeada de muchos amigos logra todo lo que se propone; y también conocí a mis amigos del alma: Mauricio Polanco, Wilson Ramírez, Mario Flores, Kelvin Peraza, Pedro Chávez, Jaime Arévalo, Carlos Juárez, Andrés Merino, Alex Rivera, Isaac Mejía, Pedro Menjivar, Ivan Martínez; la vieja guardia: Henry, Valeriano, Herberth, Lucas, Edwin, Efraín, Juan Carlos Artiga, William Machado, Moroni, y a los demás miembros de esta asociación, la cual no es la más numerosa sino la más unida.

A MIS AMIGOS: Ramón, Karla, Paty, Jorge, Carlos Hernández, Alexander López. Con quienes he compartido momentos inolvidables.

Elvis Javier Henriquez Portillo

AGRADEZCO A:

A Dios todo poderoso: por las bendiciones recibidas, por iluminarme y permitir culminar con satisfacción este sueño.

A mis padres: Nibia y Osmín, por darme su amor y comprensión, por su esfuerzo y por guiarme por el buen camino, así como por su apoyo incondicional en los momentos en que más los necesite, dándome fortaleza para seguir adelante.

A mis hermanos: Karla, Claudia y Roberto por su apoyo, su cariño y animarme a alcanzar mis metas.

A mi novia: Cecilia por acompañarme en este trayecto tan importante, dándome su amor, apoyo y comprensión, animándome a seguir adelante.

A mis sobrinitos: Alejandro y Valeria, porque con su cariño, risas y juegos me dieron alegría para continuar.

A mis compañeros Elvis y Gabriel por brindarme su amistad y darme la oportunidad de compartir con ellos este triunfo.

A mis amigos: de la ASEIM por brindarme su sincera amistad y confianza, apoyándome en todo momento.

José Osmín Landaverde Montano

AGRADEZCO A:

A Jehová el Dios Todopoderoso,

A mi padre, mi madre y mi hermano,

A mis compañeros de Trabajo de Graduación.

A la Asociación de Estudiantes de Ingeniería Mecánica,

A los dos Docentes Directores de este Trabajo de Graduación,

Carlos Gabriel Benítez Rivas

ÍNDICE

CAPITULO I GENERALIDADES.....	9
1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. ANTECEDENTES.....	10
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
4. OBJETIVOS.....	16
5. ALCANCES.	17
6. JUSTIFICACIÓN.....	17
CAPITULO II: MARCO CONCEPTUAL.....	18
1. AUTOMATIZACIÓN.....	18
1.1 OBJETIVOS DE LA AUTOMATIZACIÓN	18
1.2 TIPOS DE AUTOMATIZACIÓN.....	18
1.3 COMPONENTES	20
1.3.1 PARTE DE MANDO.....	20
1.3.2 PARTE OPERATIVA.....	21
1.3.2.1 ACTUADORES ELÉCTRICOS.....	33
1.3.2.2 ACTUADORES NEUMÁTICOS.....	34
1.3.2.3 ACTUADORES HIDRÁULICOS	44
2. RELES.....	46
2.1 TIPOS DE RELÉS.....	46
2.1.1 RELÉS ELECTROMECAÑICOS	47
2.1.2 RELÉS DE ESTADO SOLIDO.....	49
2.2 VENTAJAS DEL USO DE RELÉS	50
2.3 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.....	51
2.4 APLICACIONES DE LOS RELES	51
3. PLC	52
3.1 DEFINICIÓN DEL CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	52
3.2 ESTRUCTURA DEL PLC.....	52
3.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS PLC' S.....	76
3.4 CLASIFICACIÓN DE PLC.....	78
3.4.1 CLASIFICACIÓN POR CONSTRUCCIÓN.	78

3.4.2 CLASIFICACIÓN POR CAPACIDAD.....	80
3.4.3 CLASIFICACIÓN POR CANTIDAD DE E/S.....	80
3.5 APLICACIONES.....	81
4. SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN.....	82
4.1 APLICACIONES.....	82
4.2 COMPARACIONES.....	84
4.3 EJEMPLOS DE SISTEMAS INDUSTRIALES AUTOMATIZADOS.....	86
4.4 MÓDULOS DIDÁCTICOS.....	87
 CAPITULO III: DISEÑO DE MODULOS.....	 90
1. DISEÑO DE MÓDULO DE RELÉS.....	90
1.1 SELECCIÓN DE COMPONENTES.....	91
1.2 COMPONENTES PARA EL MÓDULO DE RELES.....	96
2. DISEÑO DEL MÓDULO DE PLC.....	97
2.1 SELECCIÓN DE COMPONENTES.....	98
2.2 COMPONENTES PARA EL MÓDULO DE PLC.....	101
3. COSTOS DE CONSTRUCCION DE LOS MODULOS.....	101
4. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LOS MODULOS.....	102
5. PLANOS DE CONSTRUCCION Y DIAGRAMAS ELECTRICOS DE LOS MODULOS	104
 OBSERVACIONES.....	 104
RECOMENDACIONES.....	106
REFERENCIAS.....	107
A N E X O S.....	108

CAPITULO I: GENERALIDADES

1. INTRODUCCIÓN

El aire comprimido es una de las formas de energía más antiguas que el hombre conoce y aprovecha para reforzar sus recursos físicos.

El uso de este ha tomado importancia a través de los años dentro de los procesos industriales; los sistemas de control para operar dichos procesos, también han experimentado un enorme avance, desde los primeros que eran mecánicos, pasando por los componentes eléctricos y los electrónicos. Todo esto se dio en el proceso de búsqueda de hacer mas eficientes los procesos; obteniendo una disminución en tiempos, tamaños de los equipos, etc.

La neumática hoy en día se extiende a diversas aplicaciones en procesos industriales, lo cual ha llevado al desarrollo de equipos neumáticos y electroneumáticos para la enseñanza, tanto en instituciones universitarias, técnicas, etc.

En el presente trabajo de graduación se establece el marco referencial para el diseño y la construcción de dos módulos didácticos para su posterior uso en el entrenamiento de estudiantes de ingeniería mecánica en el área de electroneumática, y se describen los antecedentes del uso industrial del aire comprimido y sus mecanismos de control. Además, se presentan los planos de los módulos construidos y se expone una justificación del proyecto.

2. ANTECEDENTES

A nivel histórico, los recursos físicos de producción eran simples, así la provisión energética era del tipo mecánico.

Estos sistemas tenían dos grandes inconvenientes, uno que todo el sistema poseía gran masa, y por tanto las energías necesarias para poner en marcha y detener estos sistemas era muy elevada al necesitarse grandes fuerzas para vencer su inercia, y el otro que cuando se tenía que cambiar el tipo de movimiento era muy costoso, debido a la construcción del nuevo sistema de mando y control y su montaje, que suponía parar la producción durante cierto período de tiempo.

A finales del siglo XIX y principios del siglo XX, los sistemas clásicos puramente mecánicos pasaron a ser sistemas eléctricos, en donde la provisión energética es del tipo eléctrica (motor eléctrico, electroimanes elevadores, motores eléctricos lineales, etc.), y mediante contactores y relés de mando (sistemas de mando y control) que producían los movimientos requeridos en las diferentes máquinas (trabajo mecánico, movimientos adecuados).

El inconveniente de estos sistemas eléctricos es el bajo par de los motores eléctricos y la costosa transformación de movimientos angulares a movimientos lineales.

Aunque los rasgos básicos de la neumática se cuentan entre los más antiguos conocimientos de la humanidad, no fue sino hasta el siglo pasado cuando empezaron a investigarse sistemáticamente su comportamiento y sus reglas. A partir de la Segunda Guerra Mundial de mediados del siglo pasado, y la necesidad de automatizar la industria para adecuarla a grandes producciones, reaparecen los sistemas neumáticos e hidráulicos que se utilizaron puntualmente a través de la historia.

Por lo tanto, el uso generalizado de la neumática en la industria no se inició, sin embargo, hasta que llegó a hacerse manifiesta la exigencia de una automatización y racionalización en los procesos de trabajo.

En la actualidad, ya no se concibe la moderna explotación industrial sin el aire comprimido. Este es el motivo de que en los ramos industriales más variados se utilicen aparatos neumáticos.

Este sistema se basa en que, a través de una provisión energética, generalmente mecánica, se transforma la energía, en energía de presión de un fluido (aire), este es dirigido a las máquinas, y transforman la energía de presión del fluido en trabajo mecánico a través de unos elementos denominados “actuadores”, y es controlado y comandado por un sistema de válvulas (sistema de mando y control).

Los sistemas neumáticos son muy versátiles, con pares elevados y facilidad de transformación de movimientos, son los sistemas que hoy en día se utilizan esencialmente, añadiéndole toda la versatilidad de los sistemas eléctricos y electrónicos combinados. Con lo que se consigue una significativa automatización de máquinas y procesos.

Dichos sistemas eléctricos y electrónicos tienen características específicas para ser utilizados en el mando neumático, de lo cual se deriva la electroneumática, que representa hoy en día una parte importante de la mecánica industrial.

La electroneumática cuenta con diversos componentes esenciales entre los cuales se destacan los relés, temporizadores y contadores, posteriormente sustituibles por los Controladores Lógicos Programables, (PLC, por sus siglas en inglés).

El desarrollo e introducción de los relés, hace muchos años, fue un paso gigantesco hacia la automatización e incremento de la producción. La aplicación de los relés hizo posible añadir una serie de lógica a la operación de las máquinas y de esa manera reducir la carga de trabajo en el operador, y en algunos casos eliminar la necesidad de operadores humanos.

Por ejemplo, los relés hicieron posible establecer automáticamente una secuencia de operaciones, programar tiempos de retardo, conteo de eventos o hacer un evento dependiente de que ocurrieran otros.

Los relés también tienen sus desventajas. Su naturaleza electromecánica dictamina que después de un tiempo de uso serán inservibles, su parte conductora de corriente puede en un momento quemarse o fundirse, desbaratando la lógica establecida y requiriendo su reemplazo. Tal vez la inconveniencia más importante de la lógica con relés es su naturaleza fija. La lógica de un panel de relés es establecida por los ingenieros de diseño, se implementa entonces colocando relés en el panel y se alambra como se prescribe.

Mientras que la máquina dirigida por el panel de relés continua llevando a cabo los mismos pasos en la misma secuencia, todo está perfecto, pero cuando existe un rediseño en el producto o un cambio de producción en las operaciones de esa máquina o en su secuencia, la lógica del panel debe ser rediseñada. Si el cambio es lo suficientemente grande, una opción más económica puede ser desechar el panel actual y construir uno nuevo.

Este fue el problema encarado por los productores de automóviles a mediados de los setenta. A lo largo de los años se habían incrementado las operaciones automatizadas de producción mediante el uso de los relés. Cada vez que se necesitaba un cambio se invertía en él una gran cantidad de trabajo, tiempo y material, sin tomar en cuenta la gran cantidad de tiempo de producción perdido.

La computadora ya existía en esos tiempos y se les dio la idea a los fabricantes de que la clase de control que ellos necesitaban podría ser llevado a cabo con algo similar a la computadora. Las computadoras en sí mismas, no eran deseables para esta aplicación por un buen número de razones. La comunidad electrónica estaba frente a un gran reto: diseñar un artefacto que, como una computadora, pudiese efectuar el control y pudiese fácilmente ser reprogramada, pero adecuado para el ambiente industrial.

El desarrollo de dicho instrumento de control lógico, comenzó en 1968 en respuesta a una petición de la División Hidromática de General Motors (GM). En ese entonces, GM frecuentemente usaba días o semanas reemplazando sistemas inflexibles de control basados en relé.

En 1969 General Motors instaló el primer Controlador Lógico Programable (PLC), para reemplazar los sistemas inflexibles alambrados usados entonces en sus líneas de producción.

Aun los primeros PLC, que funcionaban como reemplazos de relés, eran más confiables que los sistemas basados en relés. Los PLC proporcionaron ahorros en los costos de material, instalación, localización y corrección de problemas y mano de obra, al reducir el cableado. Además, ocupaban menos lugar que los contadores, temporizadores y otros componentes de control, a los cuales los PLC reemplazaban.

Ya en 1971, los PLC se extendían a otras industrias y, en los ochentas, ya los componentes electrónicos permitieron un conjunto de operaciones en 16 bits, - comparados con los 4 de los 70s -, en un pequeño volumen, lo que los popularizó en todo el mundo.

En los primeros años de los noventas, aparecieron los microprocesadores de 32 bits con posibilidad de operaciones matemáticas complejas, y de comunicaciones entre PLC de diferentes marcas y PCs, los que abrieron la posibilidad de fábricas completamente automatizadas y con comunicación a la Gerencia en "tiempo real".

De manera que con el amplio desarrollo y aplicaciones de estos sistemas, se evidencia la importancia de su conocimiento para todo Ingeniero Mecánico.

Para facilitar la aplicación de los principios teóricos de electroneumática, existen empresas dedicadas a este rubro, las cuales han desarrollado equipos didácticos para el entrenamiento de estudiantes de esta área.

Estas nuevas tecnologías han ido ganando terreno en el sector industrial de El Salvador, a la vez que se han implementado sistemas tanto neumáticos como electroneumáticos en el control de los procesos, de una forma cada vez mas amplia.

La entrada de esta tecnología se propició, principalmente debido a la implementación de esta en el sector de la gran empresa de El Salvador; la cual se ha ido expandiendo cada vez más en el área industrial.

En la actualidad un gran número de empresas han ejecutado procesos de cambio en la tecnología utilizada en el control de sus sistemas de producción, pasando de los sistemas mecánicos a los que cuentan con componentes más complejos y de menor tamaño y ofreciendo una mayor eficiencia.

Como consecuencia en el sector industrial eventualmente se espera que el profesional que se desempeña en el área de instalación y mantenimiento, tenga la capacidad de operar los sistemas de control neumáticos y electroneumáticos mencionados anteriormente.

En la Escuela de Ingeniería Mecánica se reconoce la importancia del área, y con el objetivo de fortalecer las capacidades del ingeniero mecánico, para que sea capaz de desempeñarse adecuadamente en el uso de los sistemas electroneumáticos, se cuenta con un banco para pruebas neumáticas, controlado por un módulo a base de relés para prácticas de electroneumática.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El diseño y construcción de dos módulos didácticos a ser utilizados en el laboratorio de electroneumática, con distintos sistemas de control (uno a base de relés y el otro con PLC), debe cumplir con los siguientes aspectos:

Módulo de Relés:

- Tener por lo menos cinco relés en un solo módulo.
- Cada relé debe poseer por lo menos dos contactos normalmente abiertos y dos normalmente cerrados.
- La tensión de trabajo debe ser de 24V DC.
- Los circuitos de mando deben poder construirse sin herramientas.
- El módulo tiene que ser portátil.
- Los componentes deben estar disponibles en el mercado local.

Módulo de PLC:

- El PLC debe ser programable en diagrama de escalera, en diagrama de bloques o en lista de instrucciones.
- Debe tener por lo menos ocho entradas y seis salidas.
- El módulo debe ser capaz de simular señales de entrada al PLC.
- Se debe proveer una fuente externa de 24 VDC, para controlar las válvulas electroneumáticas del laboratorio.
- Los circuitos de mando deben poder construirse sin herramientas.
- El módulo tiene que ser portátil.

4. OBJETIVOS

Objetivo general:

- Proyectar y construir dos módulos didácticos para el área electroneumática.

Objetivos específicos:

- Documentar con información técnica pertinente los principios teóricos y características de los componentes más importantes de los Sistemas Electroneumáticos, con posibilidad de ser usados en el diseño.
- Diseñar módulos didácticos integrados al equipo existente, de acuerdo a las necesidades de la Escuela de Ingeniería Mecánica.
- Construir los módulos didácticos conforme a las especificaciones de diseño.
- Elaborar manuales de operación y mantenimiento de los módulos didácticos.
- Elaborar los manuales de laboratorio con el fin de facilitar la realización de las prácticas.

5. ALCANCES.

En el presente trabajo se construirán dos módulos de control mediante señales eléctricas, para sistemas neumáticos, uno a base de relés y otro contará con un PLC, acompañados de la documentación concerniente al desarrollo de la automatización por medio de relés y PLC y sus aplicaciones modernas, así como el manual de operación de los módulos didácticos y las guías de laboratorio correspondientes, con los cuales se podrán realizar las prácticas de laboratorio en el área de automatización por parte de los estudiantes de Ingeniería Mecánica de la Universidad de El Salvador.

6. JUSTIFICACIÓN

El estudio de los sistemas electroneumáticos es muy importante en la ingeniería mecánica, debido al amplio y necesario uso de estos sistemas en diversas máquinas y mecanismos para la transmisión de potencia y movimiento.

En la Escuela de Ingeniería Mecánica se han desarrollado algunos esfuerzos para mejorar las competencias del ingeniero mecánico en el área electroneumática. Sin embargo, a pesar de dichos esfuerzos, actualmente no se cuenta con el equipo suficiente para realizar las prácticas de laboratorio, debido a la insuficiencia de recursos económicos para adquisición de equipos comerciales.

CAPITULO II: MARCO CONCEPTUAL

1. AUTOMATIZACIÓN.

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.

1.1 Objetivos de la automatización

- ❖ Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costes de la producción y mejorando la calidad de la misma.
- ❖ Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos penosos e incrementando la seguridad.
- ❖ Realizar las operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- ❖ Mejorar la disponibilidad de los productos, pudiendo proveer las cantidades necesarias en el momento preciso.
- ❖ Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- ❖ Integrar la gestión y producción, con información del proceso productivo obtenida en tiempo real.

1.2 Tipos de Automatización.

Existen tres formas de automatizar en la industria moderna, de modo que se deberá analizar cada situación a fin de decidir correctamente el esquema más adecuado.

Los tipos de automatización son:

- ❖ Automatización Fija.
- ❖ Automatización Programable.
- ❖ La Automatización Flexible.

La Automatización Fija, es aquella asociada al empleo de sistemas lógicos tales como: los sistemas de relés y compuertas lógicas; sin embargo estos sistemas se han ido flexibilizando al introducir algunos elementos de programación como en el caso de los PLC o Controladores Lógicos Programables.

El uso de PLC ha dado paso a la Automatización Programable a través de programas que se pueden elaborar por medio de una computadora. Gracias a las características de programación y a la adaptabilidad resultante del equipo, muchos productos diferentes y únicos en su género pueden obtenerse económicamente en pequeños lotes.

Un mayor nivel de flexibilidad lo poseen las máquinas de control numérico computarizado.

Este tipo de control se ha aplicado con éxito a Máquinas Herramientas de Control Numérico (MHCN). Entre las MHCN podemos mencionar:

- Fresadoras CNC.
- Tornos CNC.
- Máquinas de Electro-erosionado.
- Máquinas de Corte por Hilo, etc.

El mayor grado de flexibilidad en cuanto a automatización se refiere es el de los Robots industriales que en forma más genérica se les denomina como "Celdas de Manufactura Flexible".

Según la importancia de la automatización, se distinguen los siguientes grados:

- Aplicaciones en pequeña escala, como mejorar el funcionamiento de una máquina
- Posibilidad que un hombre trabaje con más de una máquina.

- Controlar o coordinar una serie de operaciones y una serie de magnitudes simultáneamente
- Realizar procesos totalmente continuos por medio de secuencias programadas
- Procesos automáticos en cadena cerrada con posibilidad de autocontrol y autocorrección de desviaciones

1.3 Componentes

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- ❖ Parte de Mando
- ❖ Parte Operativa

1.3.1 Parte de Mando.

Suele ser un controlador programable (tecnología programada), aunque, dependiendo del nivel de automatización, pueden usarse también relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el controlador programable esta en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes del sistema automatizado.

Tecnologías cableadas

Con este tipo de tecnología, el automatismo se realiza interconectando los distintos elementos que lo integran. Su funcionamiento es establecido por los elementos que lo componen y por la forma de conectarlos.

Los dispositivos que se utilizan en las tecnologías cableadas para la realización del automatismo son:

- Relés electromagnéticos.
- Módulos lógicos neumáticos.

-Tarjetas electrónicas.

Tecnologías programadas.

Los avances en el campo de los microprocesadores de los últimos años han favorecido la generalización de las tecnologías programadas.

1.3.2 Parte operativa

Es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los actuadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores, y los captadores como sensores, finales de carrera, etc.

Detectores y Captadores

Los dispositivos encargados de convertir las magnitudes físicas en magnitudes eléctricas se denominan transductores.

Como las personas necesitan de los sentidos para percibir, lo que ocurre en su entorno, los sistemas automatizados precisan de los transductores para adquirir información de:

- La variación de ciertas magnitudes físicas del sistema.
- El estado físico de sus componentes

Los transductores se pueden clasificar en función del tipo de señal que transmiten en:

- ✓ Transductores “todo o nada”: Suministran una señal binaria claramente diferenciada. Los finales de carrera son transductores de este tipo.

- ✓ Transductores numéricos: Transmiten valores numéricos en forma de combinaciones binarias. Los *encoders* (codificadores) son transductores de este tipo.
- ✓ Transductores analógicos: Suministran una señal continua que es fiel reflejo de la variación de la magnitud física medida.

Algunos de los transductores más utilizados son: Final de carrera, pulsadores, *encoders*, etc.

Sensores.

Los sistemas de control industriales tienen la capacidad para relacionarse con el entorno de trabajo y tomar decisiones en tiempo real, adaptando sus movimientos a las circunstancias exteriores. Para conseguir que un sistema de control realice esto, es necesario dotarlo de sensores que retroalimenten continuamente su actuación dándole un cierto grado de inteligencia artificial.

La información mas solicitada es la que hacen referencia a la posición, velocidad, aceleración, fuerzas, pares, dimensiones, contorno de los objetos, temperatura, corriente, color y presión.

Para cuantificar los valores correspondientes a estos parámetros, existen en el mercado sensores del tipo mecánico, óptico, térmico, eléctrico, ultrasónico, etc.

Las funciones de los sensores pueden dividirse en dos categorías principales: Estado interno y estado externo.

Sensores de Estado Interno

Los sensores de estado interno dan la información relacionada con su estado, fundamentalmente la posición de sus articulaciones, mientras que los de estado

externo dan la información referente al estado de su entorno, por medio de variables como: alcance, proximidad y contacto.

A continuación se tratarán algunos de los tipos de sensores internos mas comúnmente empleados.

a. Sensores de Posición.

En el caso de los sensores de posición, estos se encargan de convertir el ángulo de la articulación o la extensión, en una señal eléctrica. Los sensores de posición analógicos son más sencillos de construir, aunque los sensores digitales se utilizan más frecuentemente debido a su mayor precisión.

En el caso de control de una posición angular se emplean fundamentalmente los denominados *Encoders* y *Resolvers*. Para este propósito también podría usarse potenciómetros pero dan respuestas de baja precisión, por lo que no se emplean comúnmente.

b. Sensores de velocidad.

Para un mejor control del comportamiento dinámico de los actuadores, es necesaria la determinación de la velocidad.

La información de velocidad obtenida por el sensor se realimenta normalmente a un bucle de control análogo implementado en el propio accionador del elemento motor. En otras circunstancias de exigencia del manipulador, la velocidad de giro de cada actuador se lleva hasta la unidad de control.

El captador utilizado para determinar la velocidad es un tacogenerador en el que se induce una tensión proporcional a la velocidad de giro de su eje (alrededor de 10 milivoltios por rpm).

Otra forma de determinar la velocidad sería a partir de la información de posición que esta posee.

c. Sensores de Presencia.

Este tipo de sensores se encarga de detectar la presencia de un objeto dentro de un radio de acción determinado.

Existen dos formas de hacer esta detección, con o sin contacto del objeto. En el primer caso, se trata siempre de un interruptor, normalmente abierto o normalmente cerrado según interese, actuando mecánicamente a través de un vástago u otro mecanismo.

En el caso de detección sin contacto, se utilizan diferentes principios físicos para detectar la presencia, dando lugar a diferentes tipos: Los detectores inductivos, detectores capacitivos, detectores de efecto Hall, etc. Otra aplicación de los sensores de presencia es cuando se usan como sensores externos

Sensores de Estado Externo

Para dotar a los manipuladores, de un mayor grado de inteligencia en relación con su ambiente, se usan una serie de sensores incluidos dentro de los sensores de estado externo.

Los sensores de estado externo operan con la detección de variables como: alcance, proximidad y contacto, teniendo como objetivo la guía, manipulación e identificación de objetos. Una de las formas de poder clasificar estos sensores es: en sensores de contacto o no contacto. La primera clase responde al contacto físico, tal como el tacto, deslizamiento y torsión. Los sensores de no contacto se basan en las respuestas de un detector a las variaciones en la radiación electromagnética o acústica.

Es de interés destacar que la detección de alcance y visión suelen proporcionar información de guiado para un manipulador, la de proximidad y el tacto se asocian con fases terminales de agarre del objeto y los sensores de fuerza y torsión para retroalimentar el control, una vez se haya agarrado el objeto, evitando esto último el aplastamiento o el posible deslizamiento del objeto manipulado.

Accionadores y Preaccionadores

a. Válvulas

Las válvulas “son elementos que mandan o regulan la puesta en marcha, el paro y la dirección, así como la presión o el caudal del fluido enviado por una bomba hidráulica o almacenado en un depósito” ¹. En lenguaje internacional, el término "válvula" o "distribuidor" es el término general de todos los tipos tales como válvulas de corredera, de bola, de asiento, grifos, etc.

Para representar las válvulas distribuidoras en los esquemas de circuito se utilizan símbolos (ANEXO 1); éstos no dan ninguna orientación sobre el método constructivo de la válvula; solamente indican su función. Normalmente, se especifican el número de entradas y salidas de la válvula como “puertos”. Una “válvula 3/2”, indicaría:

3 = Número de Puertos

2 = Número de Posiciones

Clasificación de las válvulas

Existen varias formas de clasificar las válvulas, los cuales se detallan a continuación.

Según su función las válvulas se subdividen en 5 grupos:

- | | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| 1. Válvulas de vías o distribuidoras | 4. Válvulas de caudal |
| 2. Válvulas de bloqueo | 5. Válvulas de cierre |
| 3. Válvulas de presión | |

¹ Según la norma DIN/ISO 1219 conforme a una recomendación del CETOP (*Comité Européen des Transmissions Oiéohydrauliques et Pneumatiques*)

Según el tiempo de accionamiento se distingue entre:

- ✓ Accionamiento permanente, señal continua

La válvula es accionada manualmente o por medios mecánicos, neumáticos o eléctricos durante todo el tiempo hasta que tiene lugar el reposicionamiento. Este es manual o mecánico por medio de un resorte.

- ✓ Accionamiento momentáneo, impulso

La válvula es invertida por una señal breve (impulso) y permanece indefinidamente en esa posición, hasta que otra señal la coloca en su posición anterior.

Características de construcción de válvulas distribuidoras

Las características de construcción de las válvulas determinan su duración, fuerza de accionamiento y tamaño.

Según la construcción, se distinguen los tipos siguientes:

- ✓ Válvulas de asiento esférico.
- ✓ Disco plano.
- ✓ Válvulas de corredera émbolo.
- ✓ Émbolo y cursor.
- ✓ Disco giratorio.

Es muy común en la industria de nuestro país, que las válvulas sean de los primeros tres tipos antes mencionados. En las Válvulas de asiento, las compuertas se abren y cierran por medio de bolas, discos, placas o conos. La estanqueidad se asegura de una manera muy simple, generalmente por juntas elásticas. Los elementos de desgaste son muy pocos y, por tanto, estas válvulas tienen gran duración. Son poco sensibles a la suciedad y muy robustas.

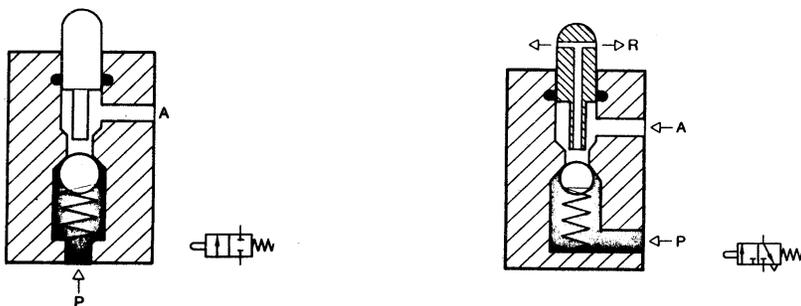
La fuerza de accionamiento es relativamente elevada, puesto que es necesario vencer la resistencia del resorte incorporado de reposicionamiento, si lo posee, y la presión del aire.

a. Válvulas de asiento esférico

Estas válvulas (Fig.1) son de concepción muy simple y, por tanto, muy económicas. Se distinguen por sus dimensiones muy pequeñas.

Un muelle mantiene apretada la bola contra el asiento; el aire comprimido no puede fluir de la compuerta P hacia la tubería de trabajo A. Al accionar la válvula, la bola se separa del asiento. Es necesario vencer al efecto la resistencia del resorte de retorno y la fuerza del aire comprimido. La válvula de la figura 1a es distribuidora 2/2, porque tiene dos posiciones (abierta y cerrada) y dos orificios activos (P y A).

Con escape a través del accionamiento, se utilizan también como válvulas distribuidoras 3/2 (figura 1b). El accionamiento puede ser manual o mecánico.



a) Válvula 2/2.

b) Válvula 3/2

Fig.1. Válvulas de asiento esférico.

b. Válvulas de asiento plano

Las válvulas representadas en la figura 2 tienen una junta simple que asegura la estanqueidad necesaria. El tiempo de respuesta es muy pequeño, puesto que un desplazamiento corto determina un gran caudal de paso, También estas válvulas son insensibles a la suciedad y tienen, por eso, una duración muy larga.

Al accionar la válvula manualmente, en un margen breve se unen los tres empalmes P, A y R. Como consecuencia, en movimientos lentos una cantidad grande de aire comprimido escapa de P hacia R, a la atmósfera, sin haber rendido antes trabajo.

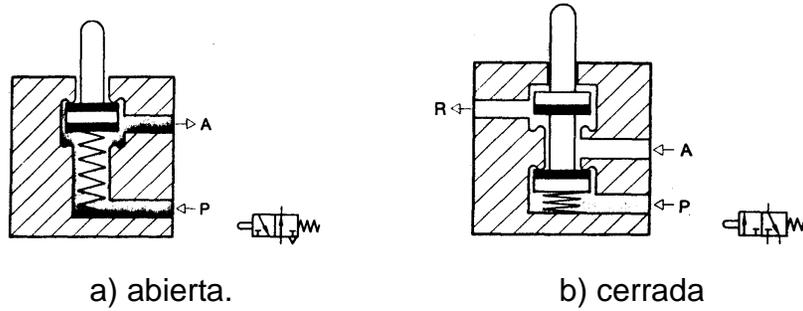


Fig.2. Válvulas distribuidoras 3/2 de asiento plano.

Las válvulas distribuidoras 3/2 se utilizan para mandos con cilindros de simple efecto o para el pilotaje de servoelementos.

c. Válvulas de disco flotante.

La figura 3 muestra una válvula distribuidora 5/2 que trabaja según el principio de las válvulas de disco flotante. Se invierte alternativamente por aire comprimido y permanece en la posición correspondiente hasta que recibe un impulso inverso. Al recibir presión, el émbolo de mando - como en una corredera longitudinal - se desplaza. En el centro de dicho émbolo se encuentra un disco con una junta anular, que une los conductos de trabajo A o B con empalme de presión P o los separa de este. El escape se realiza a través de R ó S.

Una placa de montaje universal, sobre la cual se fijan las válvulas, garantiza una intercambiabilidad rápida de las diversas válvulas.

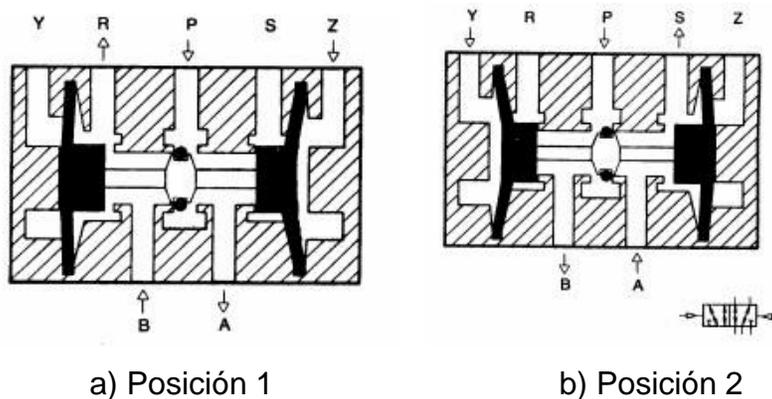


Fig. 3: Válvula distribuidora 5/2 (principio de disco flotante)

- **Electroválvulas (válvulas electromagnéticas)**

Cuando se dice que la señal de mando de la válvula es eléctrica, se está hablando de una electroválvula. Estas válvulas se utilizan, por ejemplo, cuando la señal proviene de un temporizador eléctrico, un final de carrera eléctrico, presostatos u otros mandos electrónicos. También, se debe elegir el accionamiento eléctrico cuando la aplicación implica mandos con distancias extremadamente largas y se necesitan tiempos cortos de conexión.

Las **electroválvulas de un solenoide** necesitan un resorte de reposicionamiento, de manera que cuando desaparece la señal eléctrica, la válvula vuelve a su posición normal.

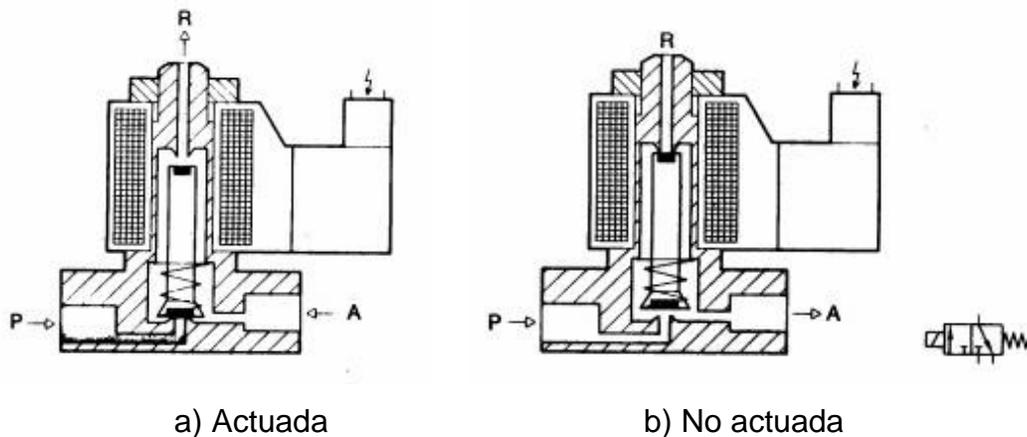


Fig. 4. Válvula distribuidora 3/2 (de mando electromagnético)

En la figura 4 se puede apreciar la ubicación del solenoide que activa la válvula (zona cuadrículada).

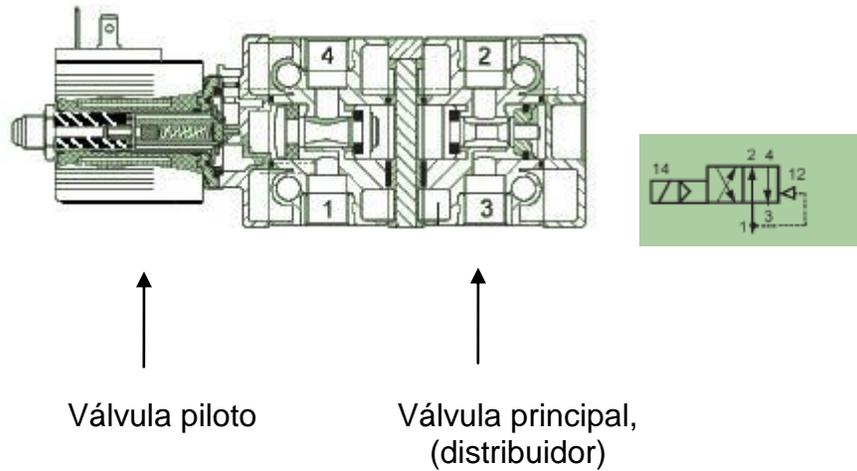


Fig. 5. Válvula distribuidora 4/2 (de mando electromagnético)

En la válvula 4/2 de la figura 5, el flujo de aire que entra por 3, siempre esta conectado a la salida 2, ó a la salida 4.

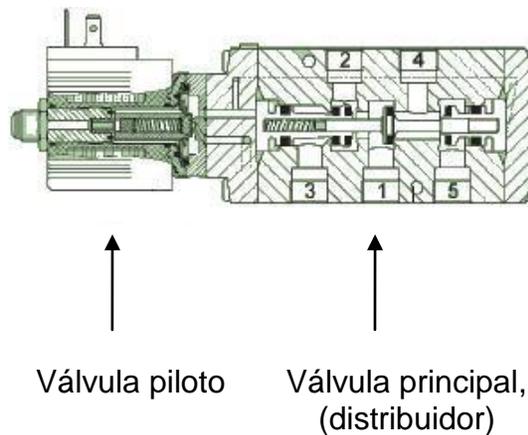


Figura 6. Válvula distribuidora 5/2 (de mando electromagnético)

Una válvula de 5 puertos y 2 posiciones, como la de la figura 6, permite controlar elementos que precisan control doble, tales como cilindros de doble efecto.

En las figuras mostradas anteriormente, los puertos se conmutan, (son conectados o desconectados) mediante el movimiento de una pequeña barra que cierra o sella los puertos desconectados, y permite el paso a través de los puertos abiertos. La barra posee asientos o sellos. Estos sellos son herméticos y permanecen muy apretados durante toda la vida útil de la válvula para evitar cualquier fuga de aire. Los recorridos de la conmutación son pequeños. Las fuerzas electromagnéticas que permiten la conmutación son relativamente bajas.

La mayoría de las electroválvulas tienen un sistema de accionamiento manual con el cual se pueden activar sin necesidad de utilizar señales eléctricas. Esto se hace solamente en labores de mantenimiento, o simplemente para corroborar el buen funcionamiento de la válvula y del cilindro, así como para verificar la existencia del aire a presión.

Existen **Electroválvulas de doble solenoide** es decir, que poseen dos bobinas. Con este sistema, para que la válvula vaya de una posición a la otra basta con aplicar un pequeño pulso eléctrico a la bobina que está en la posición opuesta. Allí permanecerá sin importar que dicha bobina siga energizada y hasta que se aplique un pulso en la bobina contraria. La principal función en estos sistemas es la de "memorizar" una señal sin que el controlador esté obligado a tener permanentemente energizada la bobina.

Válvulas proporcionales: Este tipo de válvulas regula la presión y el caudal a través de un conducto por medio de una señal eléctrica, que puede ser de corriente o de voltaje. Su principal aplicación es el control de posición y de fuerza, ya que los movimientos son proporcionales y de precisión, lo que permite un manejo más exacto del paso de fluidos, en este caso del aire.

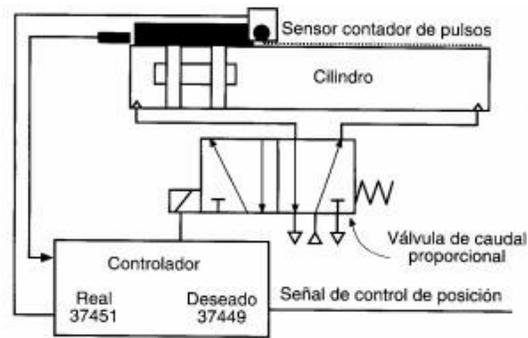


Fig. 7- Control de lazo cerrado con válvulas proporcionales.

Por medio de un dispositivo de procesamiento se puede ubicar un actuador en puntos muy precisos.

Por medio de una válvula proporcional podemos realizar un control de posición de lazo cerrado, figura 7, donde el actuador podría ser un cilindro, el sensor un sistema óptico que envía pulsos de acuerdo a la posición de dicho cilindro, y el controlador un procesador que gobierne el dispositivo en general. El número de impulsos se incrementa a medida que el pistón se desplaza a la derecha y disminuye cuando se mueve a la izquierda.

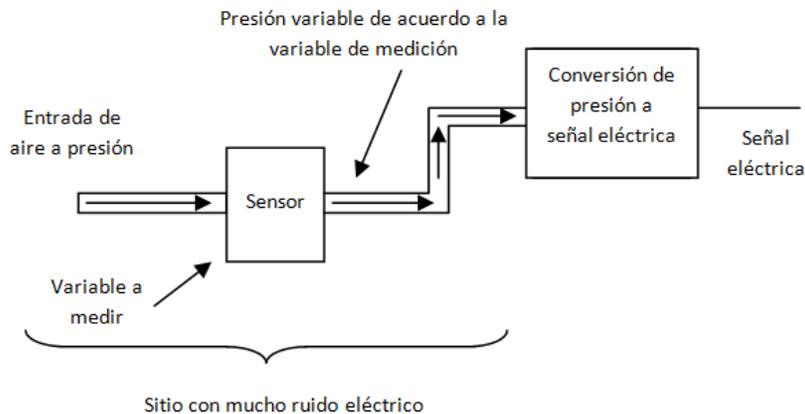


Fig. 8 - Transmisión de señales por medios neumáticos.

Cuando, en el sitio donde se mide la variable física, el ruido eléctrico o el peligro de explosión no permiten el uso de cableado, podemos transmitir señales por medios neumáticos para que sean convertidas al modo eléctrico en lugares distantes.

La señal enviada por el controlador hacia la válvula proporcional depende de la cantidad de pulsos, que a la vez indican la distancia que falta para alcanzar la posición deseada. Cada vez que la presión del aire, la temperatura o cualquier otro parámetro de perturbación ocasionen un cambio de posición, el controlador tendrá la capacidad de hacer pequeños ajustes para lograr la posición exacta del cilindro.

Actuadores

El actuador es el elemento final de control que, en respuesta a la señal de mando que recibe, actúa sobre la variable o elemento final del proceso. Un actuador transforma la energía de salida del automatismo en otra útil para el entorno industrial de trabajo.

Los actuadores pueden ser clasificados en:

- ✓ Eléctricos.
- ✓ Neumáticos.
- ✓ Hidráulicos.

Los actuadores son gobernados por la parte de mando, sin embargo, pueden estar bajo el control directo de la misma o bien requerir algún preaccionamiento para amplificar la señal de mando. Esta preamplificación se traduce en establecer o interrumpir la circulación de energía desde la fuente al actuador.

1.3.2.1 Actuadores Eléctricos

Los actuadores eléctricos son los muy usados en los sistemas de automatización.

Dentro de los actuadores eléctricos pueden distinguirse tres tipos diferentes:

- Motores de corriente continua (DC).
- Motores de corriente alterna (AC)
- Motores paso a paso.

1.3.2.2 Actuadores neumáticos

Para comprimir el aire se tiene que realizar trabajo (medido en Joules), almacenando energía en el proceso. Esta energía es la que se aprovecha para volverla a convertir en trabajo mientras se permite que el aire vuelva a su volumen normal. La energía del aire comprimido se transforma por medio de cilindros en un movimiento lineal de vaivén, y mediante motores neumáticos, en movimiento de giro.

Elementos neumáticos de movimiento rectilíneo (cilindros neumáticos)

El primer sistema de aprovechamiento de la energía potencial del aire comprimido son precisamente los cilindros neumáticos.

Cilindros de simple efecto.

Estos cilindros tienen una sola conexión de aire comprimido. No pueden realizar trabajos más que en un sentido. Se necesita aire sólo para un movimiento de traslación. El vástago retorna por el efecto de un muelle incorporado o de una fuerza externa. El resorte incorporado se calcula de modo que haga regresar el émbolo a su posición inicial a una velocidad suficientemente grande.

En los cilindros de simple efecto con muelle incorporado, la longitud de éste limita la carrera.

Por eso, estos cilindros no sobrepasan una carrera de unos 100 mm. Se utilizan principalmente para sujetar, expulsar, apretar, levantar, alimentar, etc.

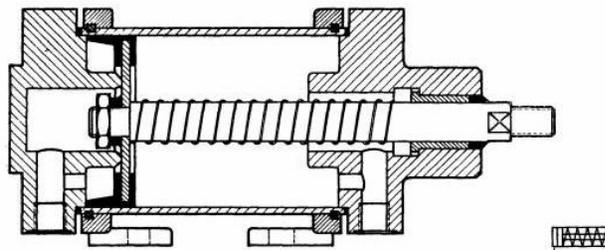


Figura 9: Cilindro de simple efecto.

- **Cilindro de émbolo**

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

En la segunda ejecución, el muelle realiza la carrera de trabajo; el aire comprimido hace retornar el vástago a su posición inicial.

- **Cilindros de membrana**

Una membrana de goma, plástico o metal reemplaza aquí al émbolo. El vástago está fijado en el centro de la membrana. No hay piezas estanqueizantes que se deslicen, se produce un rozamiento únicamente por la dilatación del material. Se emplean en la construcción de dispositivos y herramientas, así como para estampar, remachar y fijar en prensas.

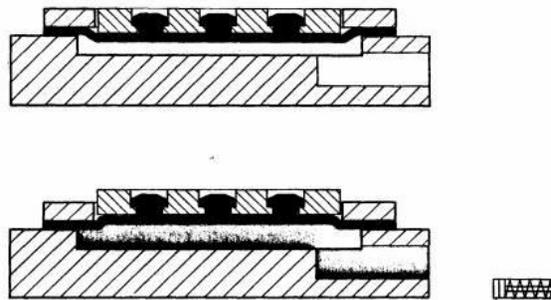


Figura 10: Cilindro de membrana.

- **Cilindros de membrana arrollable**

La construcción de estos cilindros es similar a la de los anteriores. También se emplea una membrana que, cuando está sometida a la presión del aire, se desarrolla a lo largo de la pared interior del cilindro y hace salir el vástago. Las carreras son mucho más largas que en los cilindros de membrana (aprox. 50-80 mm). El rozamiento es mucho menor.

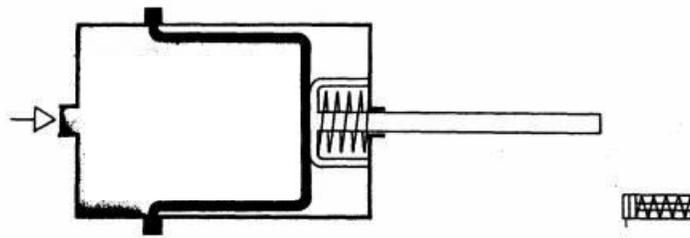


Figura 11: Cilindro de membrana arrollable

Cilindros de doble efecto

La fuerza ejercida por el aire comprimido impulsa al émbolo, en cilindros de doble efecto, a realizar un movimiento de traslación en los dos sentidos. Se dispone de una fuerza útil tanto en la ida como en el retorno. Los cilindros de doble efecto se emplean especialmente en los casos en que el émbolo tiene que realizar trabajo también al retornar a su posición inicial. En principio, la carrera de los cilindros no está limitada, pero hay que tener en cuenta el pandeo y doblado que puede sufrir el vástago extendido.

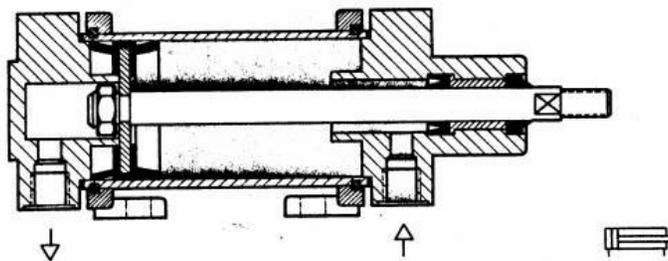


Figura 12: Cilindro de doble efecto.

- Cilindros con amortiguación Interna

Cuando las masas que traslada un cilindro son grandes, al objeto de evitar un choque brusco y daños se utiliza un sistema de amortiguación que entra en acción momentos antes de alcanzar el final 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.

El aire comprimido se comprime más en la última parte de la cámara del cilindro. La sobrepresión producida disminuye con el escape de aire a través de las

válvulas antirretorno de estrangulación montadas (sección de escape pequeña). El émbolo se desliza lentamente hasta su posición final. En el cambio de dirección del émbolo, el aire entra sin obstáculos en la cámara del cilindro por la válvula antirretorno.

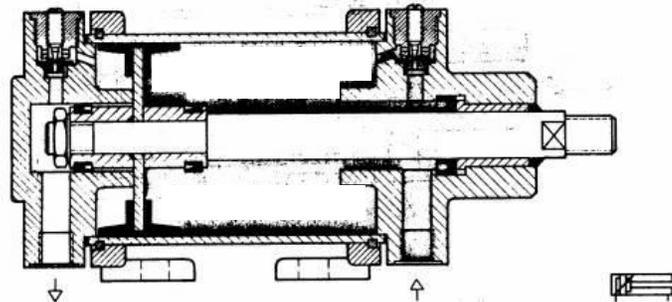


Figura 13: Cilindro con amortiguación interna.

Cilindros de doble vástago

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. La fuerza es igual en los dos sentidos (los superficies del émbolo son iguales).

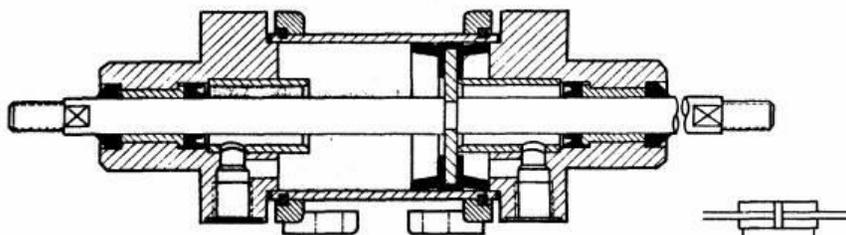


Figura 14: Cilindro de doble vástago.

- Cilindro *tándem*

Está constituido por dos cilindros de doble efecto que forman una unidad. Gracias a esta disposición, al aplicar simultáneamente presión sobre los dos émbolos se obtiene en el vástago una fuerza de casi el doble de la de un cilindro normal del

mismo diámetro. Se utiliza cuando se necesitan fuerzas considerables y se dispone de un espacio determinado, no siendo posible utilizar cilindros de un diámetro mayor.

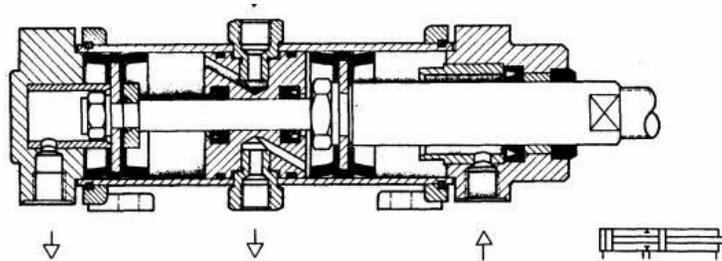


Figura 15: Cilindro tándem.

- **Cilindro multiposicional**

Este cilindro está constituido por dos o más cilindros de doble efecto. Estos elementos están acoplados como muestra el esquema. Según el émbolo al que se aplique presión, actúa uno u otro cilindro. En el caso de dos cilindros de carreras distintas, pueden obtenerse cuatro posiciones.

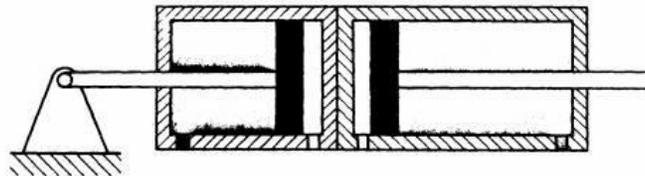


Figura 16: Cilindro multiposicional.

- **Cilindro de Impacto**

Si se utilizan cilindros normales para trabajos de conformado de piezas, las fuerzas disponibles son, a menudo, insuficientes. El cilindro de impacto es conveniente para obtener energía cinética, de valor elevado. Según la fórmula de la energía cinética, se puede obtener una gran energía de impacto elevando la velocidad.

$$E = \frac{m \cdot v^2}{2}, \text{ donde}$$

$$E : \text{Energía en } \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^2} = \text{Nm} = \text{Joule}$$

m : Masa en kg

v : Velocidad en $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

Los cilindros de impacto desarrollan una velocidad comprendida entre 7,5 y 10 m/s (velocidad normal 1 a 2 m/s). Sólo una concepción especial permite obtener estas velocidades.

La energía de estos cilindros se utiliza para prensar, rebordear, remachar, estampar, etc.

La fuerza de impacto es digna de mención en relación con sus dimensiones. En muchos casos, estos cilindros reemplazan a prensas. Según el diámetro del cilindro, pueden obtenerse desde 25 hasta 500 Nm.

Nota:

Cuando las carreras de conformación son grandes, la velocidad disminuye rápidamente y, por consiguiente, también la energía de impacto; por eso, estos cilindros no son apropiados cuando se trata de carreras de conformación grandes.

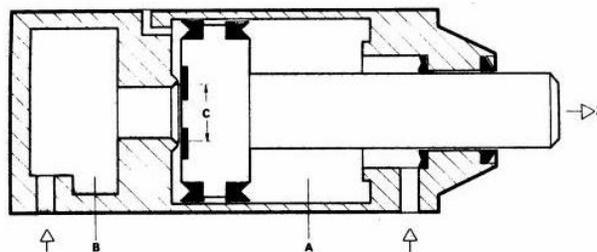


Fig. 17: Cilindro de impacto

Funcionamiento:

La cámara A está sometida a presión. Al accionar una válvula, se forma presión en la cámara B, y la A se purga de aire. Cuando la fuerza que actúa sobre la superficie C es mayor que la que actúa en la superficie anular de la cámara A, el émbolo se mueve en dirección Z. Al mismo tiempo queda libre toda la superficie

del émbolo y la fuerza aumenta. El aire de la cámara *B* puede afluir rápidamente por la sección entonces más grande, y el émbolo sufre una gran aceleración.

- **Cilindro de cable**

Este es un cilindro de doble efecto. Los extremos de un cable, guiado por medio de poleas, están fijados en ambos lados del émbolo. Este cilindro trabaja siempre con tracción. Aplicación: apertura y cierre de puertas; permite obtener carreras largas, teniendo dimensiones reducidas.

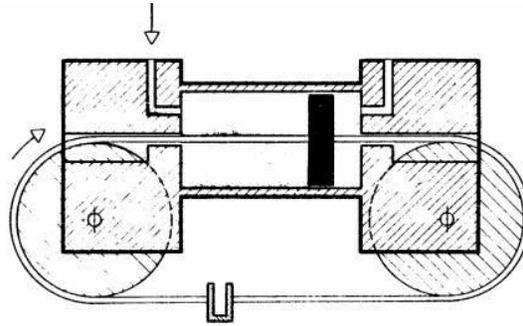


Figura 18: Cilindro de cable

- **Cilindro de giro**

En esta ejecución de cilindro de doble efecto, el vástago es una cremallera que acciona un piñón y transforma el movimiento lineal en un movimiento giratorio hacia la izquierda o hacia la derecha, según el sentido del émbolo. Los ángulos de giro corrientes pueden ser de 45°, 90°, 180°, 290° hasta 720°.

Es posible determinar el margen de giro dentro del margen total por medio de un tornillo de ajuste.

El par de giro es función de la presión, de la superficie del émbolo y de la desmultiplicación. Los accionamientos de giro se emplean para voltear piezas, doblar tubos metálicos, regular acondicionadores de aire, accionar válvulas de cierre, válvulas de tapa, etc.

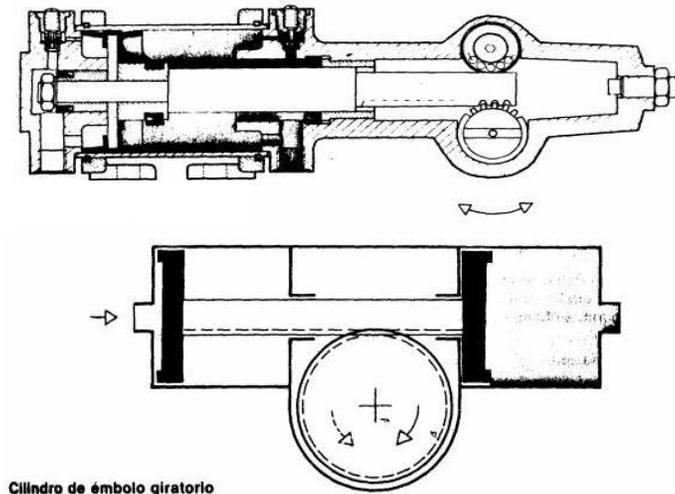


Fig. 19: Cilindro de giro

Como los cilindros de giro, éste también puede realizar un movimiento angular limitado, que rara vez sobrepasa los 300° . La estanqueización presenta dificultades y el diámetro o el ancho permiten a menudo obtener sólo pares de fuerza pequeños. Estos cilindros no se utilizan mucho en neumática, pero en hidráulica se ven con frecuencia.

- **Motores Neumáticos**

Su ángulo de giro no está limitado y hoy es uno de los elementos de trabajo más empleados que trabajan con aire comprimido.

a) Motores de émbolo

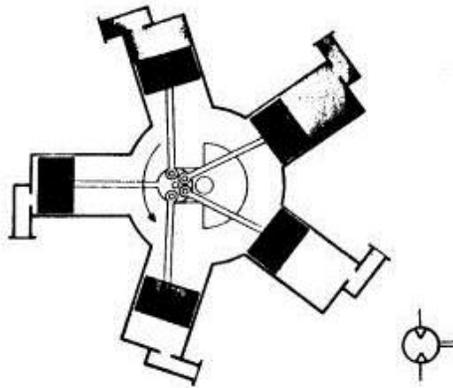
Este tipo se subdivide además en motores de émbolo axial y de émbolo radial. Por medio de cilindros de movimiento alternativo, el aire comprimido acciona, a través de una biela, el cigüeñal del motor. Se necesitan varios cilindros al objeto de asegurar un funcionamiento libre de sacudidas. La potencia de los motores depende de la presión de entrada, del número de émbolos y de la superficie y velocidad de éstos.

El funcionamiento del motor de émbolos axiales es idéntico al de émbolos radiales. En cinco cilindros dispuestos axialmente, la fuerza se transforma por

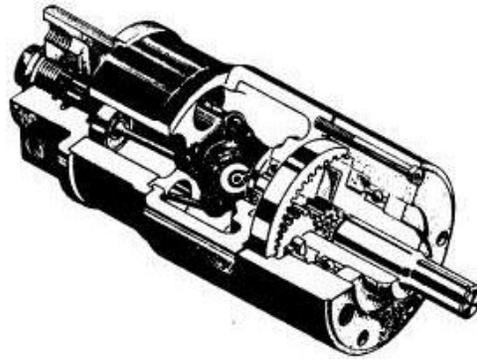
medio de un plato oscilante en un movimiento rotativo. Dos cilindros reciben cada vez aire comprimido simultáneamente al objeto de equilibrar el par y obtener un funcionamiento tranquilo.

Estos motores de aire comprimido se ofrecen para giro a derechas y giro a izquierdas.

La velocidad máxima es de unas 5000 rev/min , y la potencia a presión normal, varía entre 1,5 y 19 kW (2-25 CV).



Motor Radial



Motor Axial

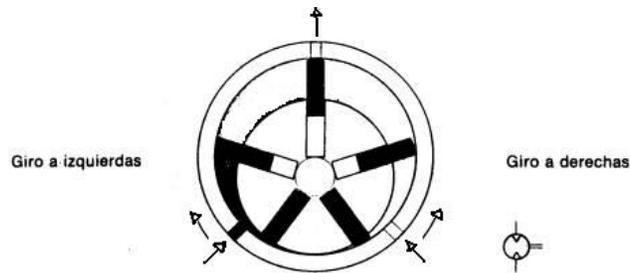
b) Motores de aletas

Por su construcción sencilla y peso reducido, los motores de aire comprimido generalmente se fabrican como máquinas de rotación. Constituyen entonces, en su principio, la inversión del compresor multicelular (compresor rotativo).

Un rotor excéntrico dotado de ranuras gira en una cámara cilíndrica. En las ranuras se deslizan aletas, que son empujadas contra la pared interior del cilindro por el efecto de la fuerza centrífuga, garantizando así la estanqueidad de las diversas cámaras. Bastan pequeñas cantidades de aire para empujar las aletas contra la pared interior del cilindro, en parte antes de poner en marcha el motor.

En otros tipos de motores, las aletas son empujadas por la fuerza de resortes. Por regla general estos motores tienen de 3 a 10 aletas, que forman las cámaras en el interior del motor. En dichas cámaras puede actuar el aire en función de la superficie de ataque de las aletas. El aire entra en la cámara más pequeña y se dilata a medida que el volumen de la cámara aumenta,

La velocidad del motor varía entre 3.000 y 8.500 rpm . También de este motor hay unidades de giro a derechas y de giro a izquierdas, así como de potencias conmutables de 0,1 a 17 kW (0,1 a 24 CV).



Motor de aletas.

c) Motor de engranajes

En este tipo de motor, el par de rotación es engendrado por la presión que ejerce el aire sobre los flancos de los dientes de piñones engranados. Uno de los piñones es solidario con el eje del motor.

Estos motores de engranaje sirven de máquinas propulsoras de gran potencia 44 kW (60 CV).

El sentido de rotación de estos motores, equipados con dentado recto o helicoidal, es reversible.

d) Turbomotores

Pueden utilizarse únicamente para potencias pequeñas, pero su velocidad es muy alta (tornos neumáticos del dentista de hasta 500.000 rpm) . Su principio de funcionamiento es inverso al de los turbocompresores.

Características de los motores Neumáticos:

- Regulación sin escalones de la velocidad de rotación y del par motor
- Gran selección de velocidades de rotación
- Pequeñas dimensiones (y reducido peso)
- Gran fiabilidad, seguros contra sobrecarga
- Insensibilidad al polvo, agua, calor y frío
- Ausencia de peligro de explosión
- Reducido mantenimiento
- Sentido de rotación fácilmente reversible

1.3.2.3 Actuadores hidráulicos

Los actuadores hidráulicos no se diferencian funcionalmente de los descritos anteriormente en los actuadores neumáticos. Las condiciones en que trabajan estos son de presiones entre los 50 y 100 bar., llegando en ocasiones a superar los 300 bar.

Existen dos tipos de actuadores, los cilindros y los del tipo de motor; estos llevan a cabo funciones opuestas a los compresores y bombas respectivamente, reconvirtiendo la energía hidráulica en mecánica.

Dentro de los tipos de cilindro se tienen: cilindros de simple efecto retornados por resorte y cilindros de doble efecto.

La mayor diferencia cuando se comparan los actuadores hidráulicos y neumáticos, la caracteriza el fluido, ya que en el caso del aceite hidráulico su grado de compresibilidad es considerablemente inferior al aire, por lo que la precisión obtenida en este caso es mayor, pudiendo realizar un control continuo. Además, las elevadas presiones de trabajo, diez veces superiores a la de los actuadores neumáticos, permite el desarrollo de elevadas fuerzas y pares.

Otras ventajas que presentan los actuadores hidráulicos son: la capacidad de soportar carga estáticas, sin aporte de energía, solo con el hecho de bloquear alguna válvula, la relación potencia-peso, su auto lubricación y robustez.

Frente a estas ventajas existen también inconvenientes, por ejemplo: las elevadas presiones a las que trabaja propician fugas de aceite, así mismo, esta instalación es más complicada que las neumáticas o eléctricas, necesitando equipos de filtrado, eliminación de aire, sistema de refrigeración y unidades de control de distribución.

2. RELÉS.

Conmutador eléctrico especializado que permite controlar un dispositivo de gran potencia mediante un dispositivo de potencia mucho menor. Un relé está formado por un electroimán y unos contactos conmutadores mecánicos que son impulsados por el electroimán. Éste requiere una corriente de sólo unos cientos de miliamperios generada por una tensión de sólo unos voltios, mientras que los contactos pueden estar sometidos a una tensión de cientos de voltios y soportar el paso de decenas de amperios. Por tanto, el conmutador permite que una corriente y tensión pequeñas controlen una corriente y tensión mayores. Técnicamente un relé es un aparato electromecánico capaz de accionar uno o varios interruptores cuando es excitado por una corriente eléctrica.

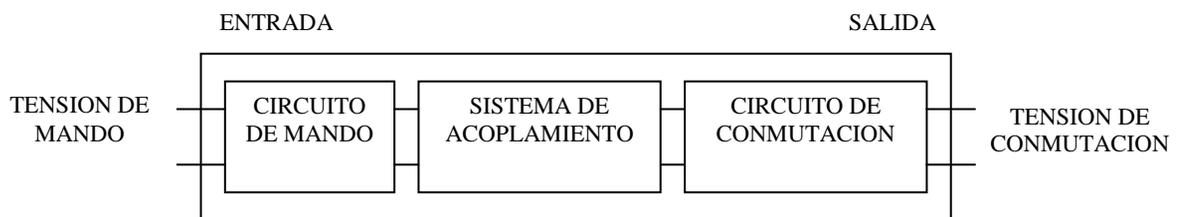


Fig.20. Estructura de un relé.

2.1 Tipos de relés

- **Relés electromecánicos**
- **Relés de estado sólido.**

2.1.1 Relés electromecánicos

Están formados por una bobina y varios contactos, los cuales pueden conmutar corriente continua o bien corriente alterna. A continuación se exponen a ver los diferentes tipos de relés electromecánicos.

- Relés de tipo armadura

Son los más antiguos y también los más utilizados. El esquema siguiente nos explica prácticamente su constitución y funcionamiento. El electroimán hace vascular la armadura cuando esta es excitada, cerrando o abriendo el contacto dependiendo de si este es N.O ó N.C (normalmente abierto o normalmente cerrado).

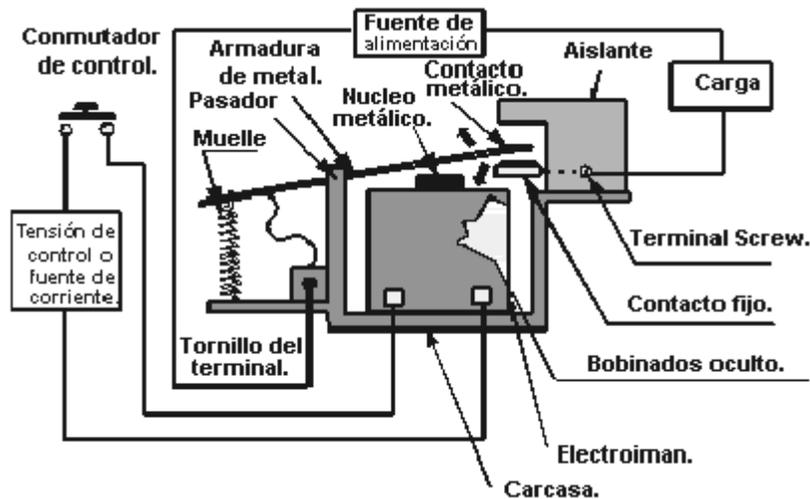


Fig.21. Relé de tipo armadura.

- Relés de Núcleo Móvil

Estos tienen un émbolo en lugar de la armadura anterior (Fig.22). Se utiliza un solenoide para cerrar sus contactos, debido a su mayor fuerza atractiva (por ello es útil para manejar altas corrientes).

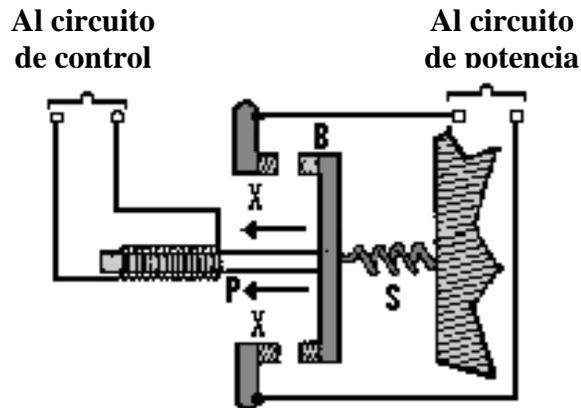


Fig.22. Relé de núcleo móvil.

- **Relé tipo Reed o de Lengüeta**

Formados por una ampolla de vidrio, en cuyo interior están situados los contactos (pueden ser múltiples) montados sobre delgadas láminas metálicas. Dichos contactos se cierran por medio de la excitación de una bobina, que está situada alrededor de dicha ampolla; ver figura 23.

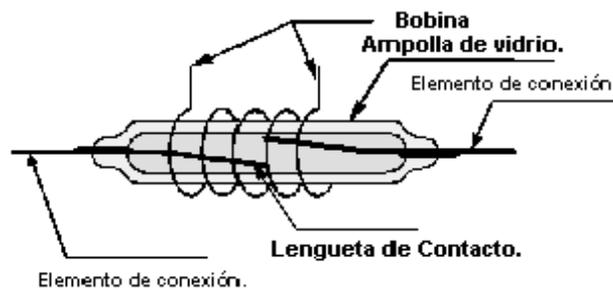


Fig.23. Relé tipo reed.

- **Relés Polarizados**

Llevan una pequeña armadura, solidaria a un imán permanente. El extremo inferior puede girar dentro de los polos de un electroimán y el otro lleva una cabeza de contacto. Si se excita al electroimán, se mueve la armadura y cierra los

contactos. Si la polaridad es la opuesta girará en sentido contrario, abriendo los contactos ó cerrando otro circuito (ó varios)

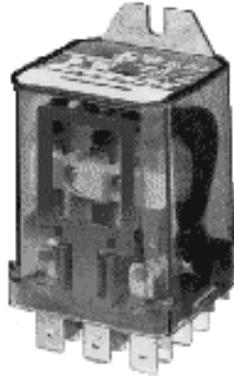


Fig. 24. Relé polarizado.

2.1.2 Relés de estado sólido

Un relé de estado sólido SSR (Solid State Relay), es un circuito electrónico que contiene en su interior un circuito disparado por nivel, acoplado a un interruptor semiconductor, un transistor o un tiristor. Por SSR se entenderá un producto construido y comprobado en una fábrica, no un dispositivo formado por componentes independientes que se han montado sobre una placa de circuito impreso.

Estructura del SSR:

- Circuito de Entrada o de Control.

Control por tensión continua: el circuito de entrada suele ser un LED (Fotodiodo), solo o con una resistencia en serie, también podemos encontrarlo con un diodo en antiparalelo para evitar la inversión de la polaridad por accidente. Los niveles de entrada son compatibles con TTL, CMOS, y otros valores normalizados (12V, 24V, etc.).

- Control por tensión Alterna.

El circuito de entrada suele ser como el anterior incorporando un puente rectificador integrado y una fuente de corriente continua para polarizar el diodo LED.

- Acoplamiento.

El acoplamiento con el circuito se realiza por medio de un optoacoplador o por medio de un transformador que se encuentra acoplado de forma magnética con el circuito de disparo del Triac.

- Circuito de Conmutación o de salida.

El circuito de salida contiene los dispositivos semiconductores de potencia con su correspondiente circuito excitador. Este circuito será diferente según queramos conmutar CC, CA.

2.2 Ventajas de utilizar relés

La gran ventaja de los relés es la completa separación eléctrica entre la corriente de accionamiento (la que circula por la bobina del electroimán) y los circuitos controlados por los contactos, lo que hace que se puedan manejar altos voltajes o elevadas potencias con pequeñas tensiones de control.

También, se tiene la posibilidad de controlar un dispositivo a distancia mediante el uso de señales de control de bajo voltaje.

Con una sola señal de control, se pueden controlar varios relés a la vez y por tanto distintos elementos.

2.3 Características técnicas

Parte electromagnética

- ✓ Corriente de excitación.- Intensidad, que circula por la bobina, necesaria para activar el relé.
- ✓ Tensión nominal.- Tensión de trabajo para la cual el relé se activa.
- ✓ Tensión de trabajo.- Margen entre la tensión mínima y máxima, garantizando el funcionamiento correcto del dispositivo.
- ✓ Consumo nominal de la bobina.- Potencia que consume la bobina cuando el relé está excitado con la tensión nominal a 20°C.

Contactos o Parte mecánica

- ✓ Tensión de conexión.- Tensión entre contactos antes de cerrar o después de abrir.
- ✓ Intensidad de conexión.- Intensidad máxima que un relé puede conectar o desconectarlo.
- ✓ Intensidad máxima de trabajo.- Intensidad máxima que puede circular por los contactos cuando se han cerrado.

Los materiales con los que se fabrican los contactos son: plata y aleaciones de plata que pueden ser con cobre, níquel u óxido de cadmio. El uso del material que se elija en su fabricación dependerá de su aplicación y vida útil necesaria de los mismos.

2.4 Aplicaciones de los relés

Las aplicaciones de este tipo de componentes son múltiples: en electricidad, en automatismos eléctricos, control de motores industriales, control de sistemas hidráulicos y neumáticos; en electrónica: sirven básicamente para manejar tensiones y corrientes superiores a los del circuito propiamente dicho, se utilizan como interfaces para PC, en interruptores crepusculares, en alarmas, en amplificadores.

3. PLC

3.1 Definición Del Controlador Lógico Programable

De acuerdo con la definición de la NEMA (National Electrical Manufacturers Association) un controlador programable es: "Un aparato electrónico operado digitalmente, que usa una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones para implementar funciones específicas, tales como lógica, secuenciación, registro y control de tiempos, conteo y operaciones aritméticas para controlar, a través de módulos de entrada/salida digitales (ON/OFF) o analógicos (1 5 VDC, 4 20 mA, etc.), varios tipos de máquinas o procesos.

Un controlador lógico programable está constituido por un conjunto de tarjetas o circuitos impresos, sobre los cuales están ubicados componentes electrónicos.

3.2 Estructura del PLC

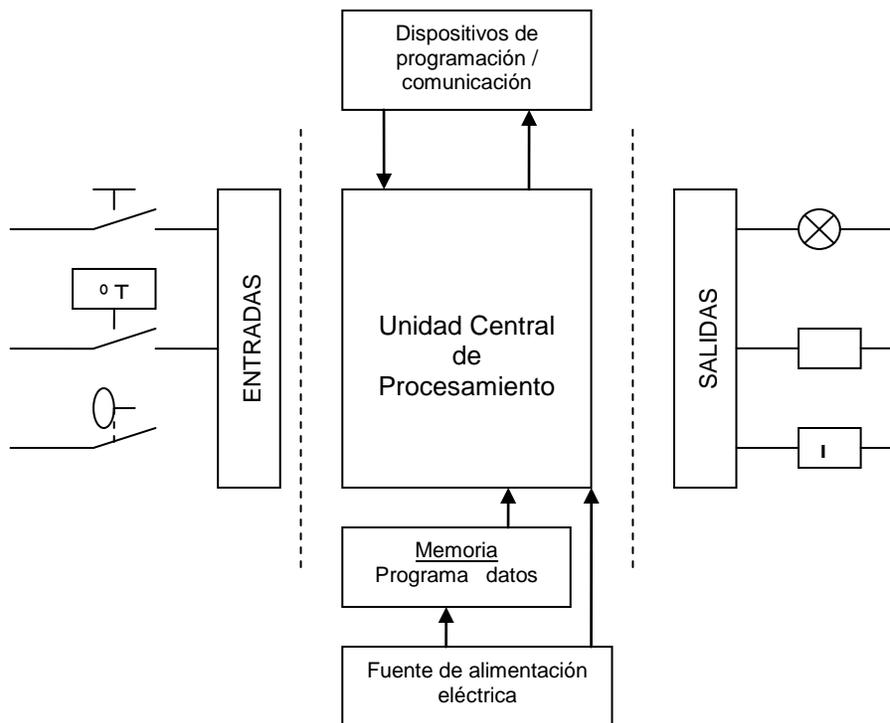


Fig.25. Estructura del PLC.

En la Figura 25 se muestran las tres partes fundamentales: la CPU, las entradas y las salidas.

La CPU es el cerebro del PLC, responsable de la ejecución del programa desarrollado por el usuario. Estrictamente, la CPU está formada por uno o varios procesadores; en la práctica, puede abarcar también a la memoria, compuertas de comunicaciones, circuitos de diagnóstico, fuentes de alimentación, etc.

Las entradas (interfases o adaptadores de entrada) se encargan de adaptar señales provenientes de la planta a niveles que la CPU pueda interpretar como información. En efecto, las señales de planta pueden implicar niveles y tipos de señal eléctrica diferentes a los que maneja la CPU. En forma similar, las salidas (interfases o adaptadores de salida) comandan dispositivos de planta en función de la información enviada por la CPU.

La CPU se comunica con las interfases de entrada por medio de un bus paralelo. De esta forma se cuenta con un bus de datos y un bus de direcciones. Adicionalmente, un bus de alimentación provee alimentación eléctrica a las interfaces de entrada.

A las entradas se conectan elementos, que pueden ser:

- Pulsadores
- Llaves
- Termostatos
- Presostatos
- Interruptores de final de carrera
- Sensores de proximidad
- Otros elementos que generan señales binarias (ON-OFF)

Las salidas comandan distintos equipos, por ejemplo:

- Lámparas
- Sirenas y bocinas
- Contactores de mando de motores
- Válvulas solenoide
- Otros elementos comandados por señales binarias

Cuando los contactos de un sensor conectado a una entrada se cierra, permite que aparezca entre los terminales de esa entrada una tensión, por ejemplo: 24 Vcc. Esta tensión es adaptada por la interfase de entrada al nivel y tipo de tensión que la CPU puede leer a través del bus de datos. Cuando la CPU lee este nivel de tensión, recibe la información de que dicha entrada está en el estado activo, o sea en el estado lógico 1.

Cada entrada es reconocida por la CPU mediante una identificación. Si la entrada activada se denomina X1, podemos decir que X1 está en estado lógico 1 ($X1=1$). Cuando el sensor conectado a la terminal de entrada se abra, X1 estará en estado 0 ($X1=0$).

En forma similar, cuando la CPU desea que una salida se active (pase a estado lógico 1), modifica los niveles de tensión en el bus de datos. La tarjeta de salida, que está conectada al bus de datos, cierra entonces el circuito de conexión, energizando el dispositivo de planta.

Cada salida está identificada, por ejemplo una salida podría denominarse Y2. Podemos decir entonces que salida Y2 está energizada ($Y2=1$) o desenergizada ($Y2=0$).

La identificación que la CPU utiliza para cada conexión de entrada/salida en la memoria se conoce como direccionamiento de la entrada/salida.

La convención por la cual un "1" indica la presencia de señal, mientras que un "0" indica su ausencia; se denomina lógica positiva. En forma inversa, la lógica negativa utiliza un "0" para indicar la presencia de señal, y un "1" para indicar su ausencia.

Las interfases de entrada/salida presentadas pueden tomar solo uno de los dos estados: "1" ó "0".

Otras interfases pueden tener como entrada o salida a variables analógicas, las que se caracterizan por tomar valores intermedios en forma continua entre dos límites. Un ejemplo de variable analógica puede ser la presión de un reactor, que varía en forma continua entre 0 y 10 kg/cm² (g). Dado que la naturaleza de una señal de presión no es eléctrica, se requiere un transductor de presión. Este convierte la presión medida en una señal eléctrica, que puede ser de 4 a 20 mA, 0 a 10 Vcc, etc.

La interfase de entrada analógica convierte una señal analógica eléctrica en un número binario, cuya cantidad de dígitos depende de la resolución de la interfase de entrada/salida (por ejemplo, un rango de 00000000 a 11111111, con un resolución de 8 bits). Es evidente que la interfase maneja en realidad valores digitales, pese a lo cual se las denomina interfases de entrada/salidas analógicas. El conjunto de entradas y salidas se denomina a veces "estructura de entradas/salidas", o también "periferia de entradas/salidas", aunque es más frecuente que se lo abrevie como E/S, o I/O por su sigla en inglés (input/output). Cada entrada o salida se denomina canal o conexión de E/S.

CPU

La CPU está compuesta por dos partes fundamentales: el procesador y la memoria. Puede contener también otros elementos, como compuertas de comunicación, o incluso la fuente de alimentación.

- Procesador

El procesador tiene como tarea principal ejecutar el programa de aplicación escrito por el usuario. También cumple con otras tareas importantes, como son la de administrar las tareas de comunicación y ejecutar programas de autodiagnóstico.

Los PLC más sencillos poseen un solo procesador, pero en la medida que su capacidad de control aumenta pueden tener varios procesadores dedicados a tareas específicas como resolución de lazos, comunicaciones, diagnóstico, etc. Para poder gobernar todo el sistema, el procesador necesita de un programa escrito por el fabricante (el mismo contiene el conjunto de instrucciones utilizado para ejecutar el programa de aplicación, una rutina de autodiagnóstico y el sistema básico de interacción con los periféricos: tarjetas de E/S, compuertas de comunicaciones, etc.). A este programa se lo denomina programa ejecutivo o sistema operativo. El sistema operativo no es accesible al usuario y se encuentra almacenado en la memoria no volátil que forma parte de la CPU. Las tareas asignadas al procesador son ejecutadas por éste en forma secuencial incesantemente mientras el equipo está conectado a la alimentación. Esta secuencia se denomina barrido o scan.

Una secuencia típica de barrido o scan consistiría en:

- Consultar el estado de las entradas y almacenar estos valores en la memoria.
- Resolver el programa de aplicación.
- Atender las comunicaciones con módulos inteligentes.
- Atender las comunicaciones de las compuertas de la CPU.
- Ejecutar un autodiagnóstico.
- Actualizar las salidas a partir de los resultados almacenados en la memoria.
- Volver a empezar el ciclo.

El tiempo que necesita el procesador para llevar al cabo el ciclo se denomina tiempo de barrido. Los fabricantes en general informan un tiempo promedio necesario para ejecutar un programa de aplicación que contiene 1K (1024) instrucciones de lógica booleana. Los PLC más rápidos tienen un tiempo de barrido de menos de medio milisegundo para 1K de instrucciones.

Sin embargo, la comparación de distintos PLC en función del tiempo de barrido indicado en la especificación puede ser engañosa. Esto se debe a que no está normalizado el tipo de instrucciones a utilizar en este ensayo, y a que los distintos PLC pueden tener distinta rapidez en la resolución de una determinada instrucción. Algunos PLC que parecen muy rápidos dejan de serlo cuando deben ejecutar operaciones aritméticas o instrucciones complejas.

Por otra parte, los PLC de mayor capacidad suelen tener tiempos de barrido más rápidos por K de instrucciones, pero son también los que deben ejecutar programas de mayor volumen. La determinación exacta del tiempo real de barrido de un programa de aplicación requiere al cálculo del tiempo que ocupa el procesador en la ejecución de cada una de las instrucciones utilizadas, así como el tiempo ocupado por las demás funciones que ejecuta la CPU.

Con frecuencia se asocia un corto tiempo de barrido a una rápida ejecución de una aplicación. Esto es incorrecto, ya que otros factores suman su influencia.

El tiempo total que todas estas tareas utilizan se denomina tiempo total de respuesta. La Figura muestra la distribución del tiempo total de respuesta para una aplicación de pequeña magnitud, con E/S discretas en corriente alterna.

Se puede apreciar que una mejora en el tiempo de barrido (aún cuando ésta sea importante) no mejorará demasiado la respuesta total del sistema. Concentrarse en el tiempo utilizado por la planta puede ser, a veces, más importante.

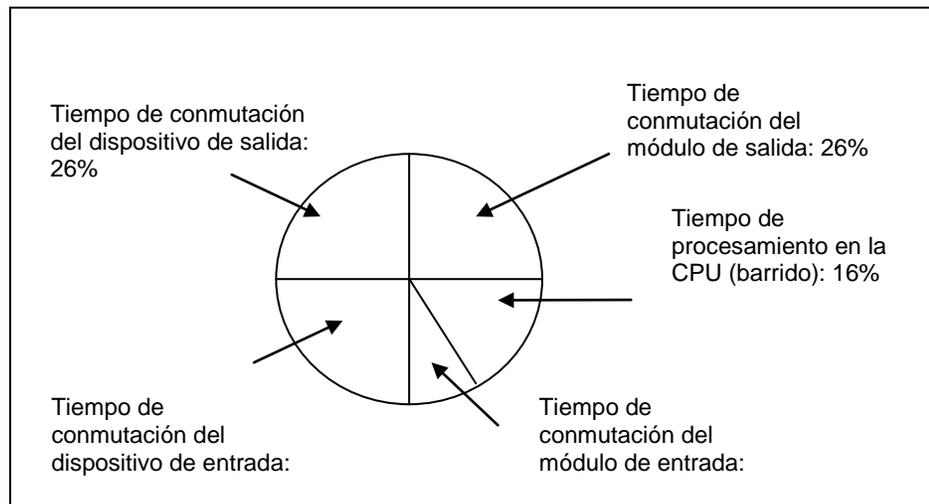


Fig.26. Tiempo de respuesta del sistema.

- **Memoria**

El sistema operativo, el programa de aplicación, las tablas de estado de las E/S y los registros internos (variables no asociadas a E/S) pueden estar en memorias. Todos los datos que el PLC maneja, su sistema operativo, el programa de aplicación, la tabla de estado de las E/S, etc., se almacenan en la memoria. En realidad se debería decir las memorias, porque son varias. En efecto, separadas y de distintos tipo.

Según el tipo y capacidad del PLC, éste puede manejar mayor o menor cantidad de datos, y a su vez datos con formato más o menos extenso.

El formato con que se agrupan los datos puede ser en grupos de 8 bits llamados bytes, o en grupos de 16 bits llamados generalmente palabra (word).

La memoria total de un equipo tiene distintas zonas en las que se almacenan datos:

- Área de programas de aplicación o memoria de usuario
- Registro de E/S discretas
- Registro de E/S analógicas

- Registro de temporizadores y contadores
- Registro de variables
- Área auxiliar
- Sistema operativo

Los fabricantes en general especifican la cantidad de memoria disponible para el programa de aplicación y la cantidad de memoria disponible para datos (o la cantidad disponible de cada tipo de registro).

No obstante, es necesario tomar ciertas precauciones al comparar PLC porque las instrucciones del programa de aplicación pueden ocupar distinta cantidad de memoria en distintas marcas. Esta situación es similar a la que se da desde el punto de vista de la velocidad de procesamiento del programa de aplicación.

El sistema operativo es una parte fija integrante del PLC. Debe permanecer inalterable a través del tiempo y ante una falla de alimentación del equipo; además debe ser inmune a cambios accidentales generados por el operador o programador, por lo tanto necesita una memoria con capacidad de almacenamiento permanente, como son las memorias ROM, EPROM o EEPROM.

En cambio, el programa de aplicación debe permanecer estable durante el funcionamiento del equipo, pero también debe poder ser alterado fácilmente para la eliminación de errores de un programa o para reprogramar el controlador en una nueva aplicación. Se utilizan entonces memorias RAM o EEPROM.

Para las áreas de datos se requiere otra condición: las memorias deben permitir una lectura y escritura rápida. La velocidad de estas operaciones de ingreso y consulta de datos juega un rol fundamental en la velocidad de operación del PLC. Por otra parte, no se requiere permanencia de los datos luego de una caída en la alimentación. Por ello, se utilizan memorias RAM.

Entradas y salidas

Las entradas y salidas son los elementos del PLC que lo vinculan a la planta. En el caso de las entradas, adaptan las señales de los sensores para que la CPU las reconozca. En el caso de las salidas, activan un circuito de conexión ante una orden de la CPU.

No todas las señales que vienen o van hacia la planta son iguales, ni tampoco responden al tipo de nivel y señal que la CPU puede leer o escribir. Por ello existen Interfaces de entrada y salida adecuadas para los tipos de señales más comunes.

Por supuesto, para un PLC todas esas señales deben ser eléctricas, para lo cual se utilizan transductores de diversos tipos: Presostatos, interruptores de posición, transductores de corriente a presión para comandos de válvulas con actuador neumático, etc. También son necesarios transductores cuando se desea medir una variable eléctrica como tensión o corriente, en niveles incompatibles con los que maneja la interfase de entrada.

Clasificación de entradas y salidas:

- Discretas: También llamadas lógicas, binarias u "ON-OFF", pueden tomar solo dos estados.
- Analógicas: Pueden tomar una cantidad de valores intermedios dentro de un cierto límite, dependiendo de su resolución. Por ejemplo: 0 a 10 Vcc, 4 a 20 mAcc, etc.
- Especiales: Son variantes de las analógicas, como las entradas de pulsos de alta velocidad, termocuplas, RTDs, etc.

- Inteligentes: Son módulos con procesador propio y un alto grado de flexibilidad para su programación. Durante su operación intercambian datos con la CPU.

Un término comúnmente utilizado en los PLC modulares es el de densidad de la tarjeta de E/S. La densidad define la cantidad de conexiones de entrada/salida que contiene un mismo módulo. Según el fabricante, el modelo del PLC y el tipo de tarjeta, se puede disponer de tarjetas de 4, 8, 16, o 32 conexiones de E/S en un mismo módulo. Se suele denominar como de alta densidad a los módulos de 32 conexiones.

Para poder acomodar los componentes de un módulo de alta densidad en el espacio disponible en la tarjeta, es usual que los canales compartan algunos componentes. Por ejemplo, en un módulo de 16 entradas discretas, éstas se pueden distribuir en dos grupos de ocho. Cada grupo dispone de una sola conexión de tensión de referencia o común. Esto obliga a que todos los canales de un mismo grupo utilicen el mismo tipo y nivel de tensión, obtenido de la misma fuente.

En forma similar, en las tarjetas de salida discreta, el fusible de protección puede ser compartido por todos los canales de un grupo. Esto significa que, si el fusible se funde, todo el grupo sale de servicio.

La ventaja que ofrecen los módulos de alta densidad es que reduce el tamaño del equipo, y se pueden colocar más conexiones en un mismo chasis; por ende, el costo por conexión se reduce.

En algunos PLC's integrales, el bloque de conexión para los cables que traen o llevan la señal de la planta forman parte del gabinete del equipo. En caso que deba ser reemplazado el PLC, será necesario desmontarlo. Para ello se deben desconectar previamente todos los cables del equipo, reemplazarlo o repararlo, y

volver a conectar todos los cables del equipo. Es evidente que en este proceso pueden ocurrir errores debido a un error en la conexión.

En los PLC's modulares, este trabajo es más sencillo. El bloque de conexión es un bloque que se conecta directamente al bloque de E/S a este bloque se conectan los cables de la planta. Este bloque se denomina bloque de conexiones o bloque terminal. En caso de que sea necesario reemplazar una tarjeta, se extrae el bloque de conexiones, se reemplaza el módulo defectuoso y se instala en el nuevo módulo el bloque de conexiones existente. Se sustituyó así la tarjeta sin que se haya desconectado del bloque de conexiones un solo cable de la planta, evitando el riesgo de errores en la desconexión y conexión de cables.

Un aspecto que debe considerarse en los módulos de alta densidad es el espacio que ocupa el bloque de conexiones. En algunos casos, el espacio requerido por las conexiones es superior al espacio disponible en la tarjeta, por lo que se debe recurrir a una solución alternativa. Esta solución consiste en el uso de bloques de conexiones separadas del módulo de E/S, y conectadas al mismo por medio de un cable prearmado y un conector especial.

Para evitar que un módulo distinto sea insertado en el chasis, muchos PLC disponen de una llave mecánica que impide la inserción de un módulo distinto al inicialmente previsto en esa posición del chasis. También se puede encontrar este concepto de llave mecánica en el bloque de conexiones de la tarjeta.

El uso de chasis de expansión tiene dos posibilidades: una conocida como local y otra como remota.

La expansión local consiste en la interconexión de los buses paralelos que corren en la parte posterior del chasis, por medio de cables apropiados. Esta aplicación está severamente limitada por la distancia, que en el mejor de los casos no puede

superar algunas decenas de metros. También puede estar limitada por la cantidad de tarjetas que se pueden conectar al bus local.

La expansión remota utiliza procesadores de comunicaciones especiales, uno en el chasis principal y uno en cada chasis de expansión. Entre ambos procesadores se produce una comunicación que típicamente tiene las siguientes características: Serie, propiedades de alta velocidad y con procedimientos de chequeo para asegurar la calidad de la información transmitida.

Los medios físicos más usuales son cable coaxial, par de conductores trenzados con malla, o fibra óptica. La distancia que se puede abarcar usando chasis remotos llega en algunos casos a más de 5 km. Con este concepto de E/S remotas se logran importantes ahorros de cableado en instalación.

Usualmente se asocia el uso de chasis remotos a la distribución geográfica de las tarjetas de E/S. Sin embargo, éstos también se utilizan en los casos en los que se requieran más módulos de E/S que los soportados por chasis locales. En este caso se instalan chasis remotos vecinos al chasis principal.

Un aspecto que aumenta la vulnerabilidad del sistema que utiliza chasis remotos es que todas las señales "viajan" por un solo par de conductores. La rotura de éstos conductores provoca la falla de todo el sistema. Es por ello que algunos PLC ofrecen la posibilidad de que las comunicaciones entre los chasis sean redundantes, es decir, se hagan sobre dos pares de conductores y no sobre uno solo. Esto permite cablear cada par de conductores por caminos distintos, evitando que un inconveniente en una zona de la planta inhabilite el sistema.

Entradas discretas:

Los fabricantes ofrecen una gran cantidad de alternativas para estos módulos. Así es que se puede optar por módulos con distinta cantidad de entradas y para

distintas tensiones; las más comunes son: 24Vcc, 24Vca, TTL (5Vcc), 110Vca, 220Vca, etc.

La estructura típica de una entrada discreta puede separarse en varios bloques por donde pasará la señal, hasta convertirse en un 0 o un 1 para la CPU.

Estos bloques son:

- Rectificador: En el caso de una entrada de CA, convierte la señal en continua. En el caso de una señal de CC, limita o impide daños por inversión de polaridad.
- Acondicionador de señal: Elimina ruidos eléctricos, detecta los niveles de señal para los que conmuta el estado lógico, y lleva la tensión al nivel manejado por la CPU.
- Indicador de estados: En general, se dispone de un indicador luminoso por canal, que está encendido mientras exista tensión de entrada. Un indicador adicional señala el correcto funcionamiento de la tarjeta, que permanece encendido si la tarjeta y la CPU trabajan sin falla alguna.
- Aislamiento: Las entradas de la mayor parte de los PLC son optoaisladas para que, en caso de sobretensiones externas, el daño causado no afecte más que a esa conexión, sin perjudicar al resto de la tarjeta ni propagarse al resto del PLC.
- Circuito lógico de entrada: Es el encargado de informar a la CPU el estado de la entrada cuando ésta la interroga.

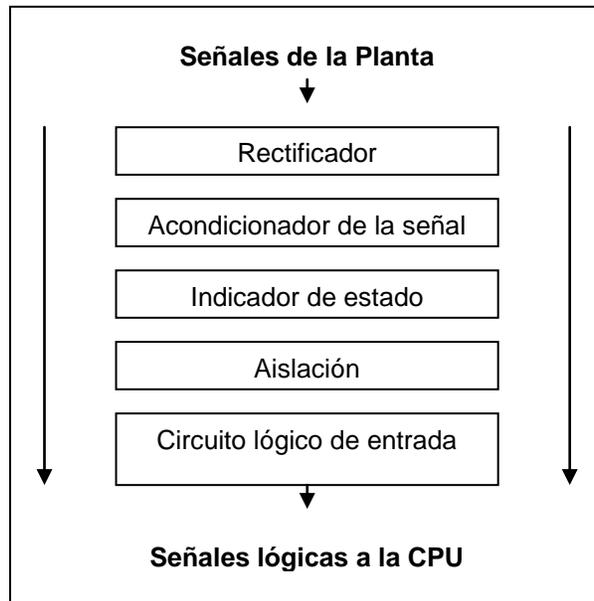


Fig. Estructura típica de una entrada discreta

El paso de la señal por todos esos bloques utiliza un tiempo que se conoce como tiempo de respuesta de entrada. Este tiempo debe tenerse en cuenta en el diseño del sistema. Un aspecto a analizar es el mínimo tiempo de permanencia o ausencia de una señal requerida para que el PLC la interprete como un 0 o un 1.

Si una variable de proceso pasa al estado lógico 1, y vuelve al estado 0 en un tiempo menor al de respuesta de la entrada, es posible que el PLC no llegue a leerla. Por ejemplo: si una tarjeta tuviera un tiempo de respuesta de 10mseg, no será capaz de identificar una señal que presentó un pulso de menos de 10mseg. Para aquellos casos que se produzca ésta situación, se requieren tarjetas con capacidad de retención, en las que el estado lógico es sostenido por un período mayor que el pulso de la señal.

Como referencia, podemos indicar que el tiempo de respuesta en la lectura de un contacto que no se abre puede no ser el mismo que el tiempo de respuesta en la lectura de un contacto que se cierra. En general, el tiempo de respuesta de una tarjeta discreta de entradas no es superior a los 20mseg, pudiendo ser de unos pocos milisegundos.

Salidas discretas:

La estructura de una salida discreta típica es la siguiente:

- **Circuito lógico de salida:** Es el receptor de la información enviada por la CPU
- **Aislamiento:** Cumple una función análoga a la de la aislamiento de una tarjeta de entradas.
- **Indicador de estados:** Se utiliza uno por canal, que enciende sólo cuando la salida está cerrada. Un indicador adicional indica el correcto funcionamiento de la tarjeta, permaneciendo encendido si la tarjeta y la CPU se comunican sin falla alguna.
- **Circuito de conexión:** Es el elemento de salida a la planta, que maneja la carga conectada por el usuario. Se dispone de tres opciones de circuitos de conexión: transistor, triac y relé.
- **Protección:** Puede consistir en un fusible en serie con los contactos de salida, una protección electrónica por sobrecarga, o circuitos RC para eliminar picos generados por la naturaleza de la carga, en caso de que ésta sea inductiva y la alimentación sea en CC. Un aspecto a considerar es que, dependiendo del modelo de módulo utilizado, se puede disponer de un fusible por módulo o por grupos de conexiones de un módulo. En este caso las conexiones de un módulo no están protegidas individualmente, por lo que en caso que actúe la protección de fallas en una conexión, quedarán inhabilitadas todas las salidas del grupo.

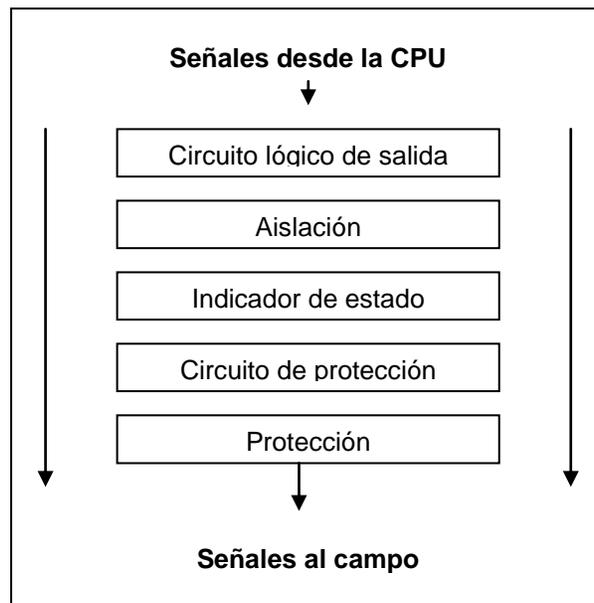


Fig. Estructura de una salida discreta

En forma similar a las entradas, se denomina tiempo de respuesta de salida al tiempo que necesita una señal para pasar por todos los bloques. Las alternativas de selección para la conexión del circuito son tres: salidas por relé, por triac, o por transistor.

Las salidas de relé pueden utilizarse en cargas de CA o CC, las del transistor en CC, y las del triac sólo en CA. En todos los casos debe verificarse que la potencia sea compatible con el circuito elegido.

Las salidas por triac o transistor se prefieren a las de relés en los casos que requieren mayor velocidad de operación. El tiempo típico de respuesta para un transistor es de 1mseg tanto para conexión como para desconexión, mientras que la salida del triac se aproxima a los 10mseg. Adicionalmente, los módulos de salida a triac o transistor suelen ser de mayor densidad que los de salida a relé, redundando en diseños más económicos.

Los módulos con salida por relé tienen mayor flexibilidad, en cuanto a que manejan CA o CC indistintamente. Además, pueden manejar cargas mayores que

un módulo con salida por triac o transistor. Como desventajas, los relés son elementos mecánicos sujetos a desgastes, son más lentos (tiempo de conexión y desconexión = 20 mseg), y tienen un mayor consumo, por lo que pueden requerir fuentes de alimentación adicionales.

Una consideración sobre el diseño de los módulos de salida discreta es la simultaneidad de las cargas. En general, la tarjeta tiene una capacidad máxima de una conexión multiplicada por la cantidad de conexiones del grupo.

Una cuestión importante en la instalación son los protectores cuando se conectan cargas inductivas en CC, para limitar los picos producidos por éstas. Estos picos pueden dañar la salida, por lo que deben ser evitados. Para ello se utiliza un diodo conectado entre los terminales de conexión de la carga.

Entradas analógicas:

El PLC fue originalmente diseñado para el control de estados lógicos y es un equipo de tecnología digital. Por lo tanto la única manera de trabajar que tiene con valores analógicos es que éstos se representen internamente por medio de números binarios.

La principal tarea de una tarjeta de entrada analógica es la de convertir un valor análogo en formato binario, por medio de un conversor A/D.

Las entradas analógicas convierten una señal analógica en un número binario. Una entrada analógica con un conversor de 8 bits puede dividir un rango de 4 a 20 mA en 256 valores.

El componente más caro de una entrada analógica es el conversor A/D, y éste resulta más caro cuando mayor resolución tiene. Por ello, los PLC más pequeños usan conversores de 8 bits, mientras que los medianos y grandes llevan de 10 a 16 bits.

Una forma de eliminar costos es utilizar un solo conversor A/D que convierte todas las señales de entrada del módulo, una a la vez, y las almacena en una memoria temporaria (buffer) alojada en el mismo módulo, desde donde la CPU lee los valores. Para ello se requiere un circuito que seleccione un canal por vez, enviando su señal al conversor A/D. Este circuito se denomina multiplexor.

En la estructura de una entrada analógica podemos distinguir las siguientes partes básicas:

- Protección: impide daños al módulo y al resto del PLC por conexión con polaridad invertida o fuera del rango permitido.
- Filtro analógico: Elimina posibles ruidos que ingresen por la instalación. Básicamente consiste en un filtro pasabajos, que permite que las señales de baja frecuencia lleguen al conversor A/D, evitando el paso de señales de alta frecuencia. Este filtro es necesario, ya que en caso contrario podrían aparecer señales de alta frecuencia enmascaradas como señales de baja frecuencia.
- Multiplexado: Esta etapa consiste en un selector que envía un canal de entrada por vez al conversor A/D.
- Conversor A/D: Es el encargado de transformar la señal analógica en un número binario interpretable por la CPU.
- Aislamiento: En algunos equipos se dispone de optoaisladores luego del conversor A/D, para separar la CPU de la planta.
- Buffer: memorias donde se almacenan los valores que vienen del conversor, mientras éste opera sobre los demás canales. Aquí es donde la CPU lee los valores convertidos.

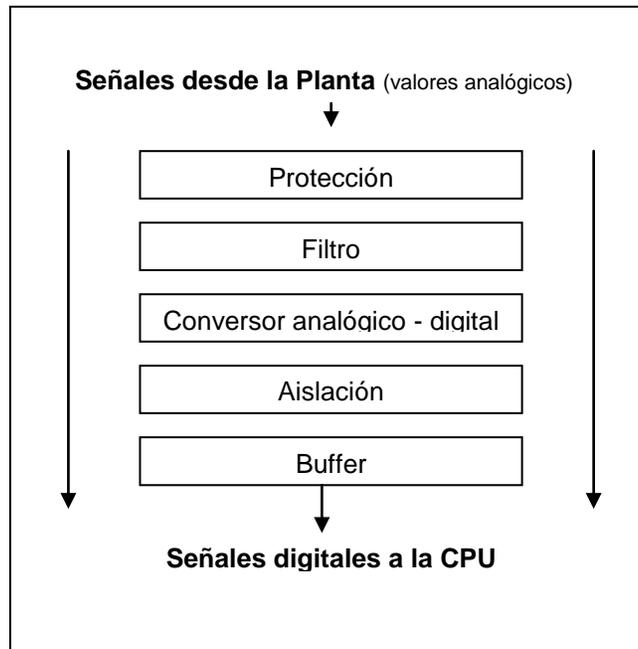


Fig. Estructura de una entrada analógica

Los fabricantes ofrecen en su mayoría módulos con intensidades de 2, 4, 8 o 16 canales de entrada analógica.

Evidentemente el hecho de que varios canales de una tarjeta utilicen un mismo conversor A/D lleva a un mayor tiempo de respuesta de la entrada. Este tiempo está relacionado con la cantidad de conexiones de la tarjeta, y el tiempo que le consume al conversor A/D, a los opto aisladores y a otros componentes leer un conexión. El tiempo de respuesta en algunos módulos puede estar en el orden de 100 mseg por conexión, con lo que la actualización se disminuye a menos de 1 mseg por canal. Para la selección de la tarjeta apropiada se debe considerar el tiempo de actualización requerido por el proceso.

Las señales de entrada pueden ser por tensión o por corriente; en éste último se utiliza una resistencia calibrada donde se mide la caída de tensión. Los valores más comunes de señal son 4 a 20 mAcc, 1 a 5 Vcc, -5 a +5 Vcc ó 0 10 Vcc.

Salidas analógicas:

El concepto básico de funcionamiento es inverso al de una entrada analógica. Aquí la CPU emite un número binario a través del bus de datos, que debe convertirse en una señal analógica de corriente o tensión.

Para las salidas analógicas valen las mismas consideraciones sobre resolución y exactitud explicadas para las entradas analógicas.

A diferencia del módulo de entradas analógicas, es frecuente que en de salida analógica se disponga de un conversor D/A por canal.

Los módulos de salida analógica ofrecen 2, 4 ú 8 canales, en tensión o corriente.

La composición en bloques de un módulo de salidas analógicas incluye:

- Buffer: memoria donde la CPU escribe los valores binarios a convertir por el conversor, mientras éste opera sobre los demás canales.
- Aislación: Optoaislación para separar la CPU de la planta.
- Conversor D/A: Es el encargado de transformar el número binario enviado por la CPU en una señal analógica.
- Protección: Se encarga de impedir daños al módulo por conexión con polaridad invertida o fuera del rango permitido.

Entradas / Salida de palabras:

Muchos PLC pueden interpretar como números BCD (binary coded decimal) las señales presentes en grupos de entradas discretas, o decodificar valores numéricos desde la CPU y convertirlos en números BCD en salidas discretas.

En la codificación BCD, cada cifra del sistema decimal es representada por un número binario de cuatro cifras, desde el 0000, hasta el 1001.

Esto permite conectar al PLC dispositivos tales como llaves BCD, teclados de ingresos de datos y displays que utilicen ésta codificación.

Para la implementación de E/S de tipo BCD pueden utilizarse módulos de E/S discreta, con una adecuada programación, o módulos especiales diseñados para este fin.

El multiplexado hace posible conectar varias llaves BCD a un mismo módulo. Las líneas de datos de todas las llaves se conectan a la misma conexión y el común de cada llave a una conexión en particular para cada una.

El circuito del multiplexado se encarga de enviar tensión a cada llave de a una por vez, y guardar su valor en una memoria buffer.

Entradas / Salidas especiales:

Dentro del sistema de E/S de un PLC se pueden instalar módulos dedicados a tareas especiales que no pueden ser resueltas eficientemente por la CPU.

Así que podemos encontrar algunos módulos denominados especiales, como los siguientes:

- Entrada de termocupla: Incluye un microprocesador para linealización de la señal de entrada, y una junta fría para compensación.
- Entradas de RTD: Incluye un microprocesador para linealización de entrada.

- Entrada de pulsos de alta velocidad: El tiempo que invierte la CPU en resolver el programa del usuario hace que ésta no pueda leer pulsos de alta velocidad.

Estos módulos poseen un procesador dedicado a ésta función y pueden dar señales a la planta y a la CPU al alcanzar valores prefijados. Las frecuencias que puedan leer van desde 100 Khz. y sirven para conectar encoders, caudalímetros a turbina, etc. En muchos casos, la entrada puede discriminar el sentido de giro y efectuar conteos ascendentes y descendentes. Generalmente, éste módulo cuenta con algunas entradas de pulsos, entradas discretas para la habilitación y vuelta a cero del contador (reset), y salidas discretas comandadas por éste módulo, accionadas cuando el total alcanza un valor prefijado.

Todos estos módulos son desarrollos especiales de los de E/S discreta y analógicas convencionales.

Si bien estos módulos tienen procesador propio, se diferencian de los módulos inteligentes en que están diseñados para una función específica, definida por el tipo de módulo., Mientras que los módulos inteligentes tienen mayor flexibilidad.

Desde el punto de vista de la CPU, el direccionamiento de las E/S no cambia, ya que no depende del tipo de módulo.

- *Módulos inteligentes:*

Con el objeto de descargar a la CPU de tareas que consumen un tiempo que no es aceptable, o para las que no está preparada, se dispone de módulos inteligentes. Algunos de estos módulos cuentan con sus propias E/S, mientras que los otros aprovechan la estructura de E/S que ofrece el PLC. Una característica de éstos módulos es que su funcionamiento es independiente de la CPU, por lo que, en caso de falla de ésta, los módulos siguen operando.

Los módulos inteligentes poseen un procesador propio que funciona en forma asincrónica con el de la CPU. Ambos procesadores intercambian datos a través de la capacidad del módulo inteligente de leer y escribir ciertas posiciones de la de la

memoria de la CPU principal. En algunos casos, la cantidad de datos que un módulo inteligente puede intercambiar con la CPU principal está limitada por el diseño del módulo.

Algunos de estos módulos inteligentes son:

- **Módulo BASIC:**

Programable en lenguaje BASIC, posee una o varias compuertas de comunicación RS232 ó RS422. Se puede utilizar para resolver ecuaciones complejas, para estadísticas, para adquisición de datos, como ingreso de datos desde lectores de código de barras, para ingreso de datos manuales, para almacenamiento de recetas, impresión de reportes, etc. También se utilizan para la implementación de protocolos de comunicaciones que permiten la comunicación del PLC con los otros equipos digitales. Esta aplicación es útil en aquellos casos en que el PLC no disponga del software de aplicaciones, ya que resulta en una implementación razonablemente económica. En estos casos se programa el protocolo en este módulo utilizando el lenguaje BASIC, En general, este módulo no cuenta con canales de E/S propios, excepto las compuertas de comunicaciones. Por otra parte, en algunos casos este módulo incluye un módem o módem-fax para comunicarse con otros equipos digitales remotos.

- **Módulo PID:**

Este módulo resuelve uno o varios lazos PID en forma separada de la CPU principal. La configuración de los lazos se efectúa desde la CPU principal, o directamente a través de un puerto RS232 ó RS422 que el módulo posee.

A este puerto se conecta una PC con el software adecuado, permitiendo la configuración con independencia de la CPU principal. Este módulo descarga a la CPU principal del cálculo del algoritmo PID, que invierte un tiempo importante, haciendo más lento el tiempo de barrido de la CPU. Adicionalmente, la distribución de varios lazos PID en varios módulos disminuye la posibilidad de falla de varios

lazos. Algunos módulos cuentan con canales de E/S analógicos y discretos propios, haciéndolo totalmente independiente del resto del PLC.

Otros módulos PID utilizan la estructura de E/S del PLC.

- Módulo ASCII:

Almacena mensajes que pueden emitirse a través de sus compuertas de comunicaciones por orden del programa de la CPU principal. Ante determinados eventos como alarmas o simplemente a requerimiento del usuario, el programa de la CPU principal le ordena a este módulo emitir uno de los mensajes prealmacenados en su memoria. Estos mensajes pueden contener texto fijo, datos variables tomados de la memoria de la CPU, hora y fecha, etc., y pueden emitirse en desplegables alfanuméricos, impresoras, terminales, etc.

- Módulo de posicionamiento:

Es una combinación de un módulo contador de alta velocidad con salidas para motores. Se utilizan para resolver lazos de posicionamiento en aplicaciones de control numérico o robótica.

- Módulo Computador Integrado:

Son verdaderas computadoras, con teclado, pantalla, impresora, conexión en red y almacenamiento masivo (en discos rígidos o en discos RAM que emulan un disco rígido utilizando memoria RAM). Pueden correr prácticamente cualquier programa que corra en computadoras comerciales. Existen casos en que utilizan sistema operativo DOS, VMS o variantes de UNIX.

- Módulos de comunicaciones:

Son módulos inteligentes especialmente dedicados a tareas de comunicaciones. Distinguiremos tres casos típicos de módulos de comunicaciones:

- De propósito general:

Para conectar computadoras, con fines de programación, su previsión, adquisición de datos, etc. Son de tipo RS232 ó RS422. Utilizan protocolos relativamente

sencillos, de baja velocidad y de tipo maestro-esclavo. En general, el protocolo para acceso a los datos contenidos en la CPU es abierto (su especificación está disponible a cualquiera que la desee). No ocurre lo mismo con el protocolo de programación, que ni siempre es abierto. Este tipo de comunicación se incluye en muchos casos en la CPU. Ejemplo: ModBus de Modicon.

- Peer to peer:

Estos protocolos son de mayor velocidad y sofisticación que los anteriores. Permiten el intercambio de datos, la programación remota de CPU's y otras funciones. Las estaciones tienen todas las mismas jerarquías, no existiendo una estación que concentre funciones especiales desde el punto de vista de las comunicaciones. Este aspecto es una clara diferencia respecto de los protocolos de propósito general, que suelen ser de tipo maestro-esclavo. Utilizan protocolos propietarios. Ejemplos: ModBus Plus de Modicon y Data Highway II de Allen Bradley.

- Redes abiertas:

Permiten la integración de PLC, computadoras y equipos especiales distintos proveedores por medio de un protocolo abierto. Por el momento, las redes abiertas tienen mucho de expresión de deseo y poco de realidad, aún cuando existen esfuerzos para generar una permita este nivel de conectividad. Ejemplos: MAP, ProfiBus, ISP.

3.3 Ventajas y desventajas de los PLC' S

Ventajas

Las condiciones favorables son las siguientes:

1. Confiabilidad: El hecho de que se disminuye el cableado contribuye a aumentar la confiabilidad del circuito elaborado para el sistema de control

2. Flexibilidad: El programa entero puede modificarse de forma relativamente rápida a través de la computadora, o puede cargarse inmediatamente un programa elaborado con anterioridad.
3. Capacidad de utilizar funciones avanzadas
4. Comunicación con otros equipos de mando.
5. Posibilidad de gobernar varias máquinas simultáneamente.
6. Alta velocidad de procesamiento.
7. Capacidad de localización y corrección de problemas.
8. Economía de mantenimiento.
9. Posibilidad de gobernar varias máquinas simultáneamente.
10. Menor tiempo para la puesta de funcionamiento del proceso.
11. Si por alguna razón la máquina queda fuera de servicio, el PLC puede ser útil para otra máquina o sistema de producción.

Inconvenientes

En primer lugar, obliga a adiestrar al personal en su uso.

Pero hay otro factor importante como el costo inicial que puede o no ser un inconveniente, según las características del automatismo en cuestión. Dado que el PLC cubre ventajosamente en amplio espacio entre la lógica cableada y el microprocesador es preciso que el proyectista lo conozca tanto en su actitud como en sus limitaciones. Por tanto, aunque el coste inicial debe ser tenido en cuenta a la hora de decidir por uno u otro sistema, conviene analizar todos los demás factores para asegurar una decisión acertada.

3.4 Clasificación de los PLC.

Si deseamos establecer una clasificación de PLC, podemos considerar distintos aspectos:

- Por su construcción:
 - ✓ Integral
 - ✓ Modular

- Por su capacidad:
 - ✓ Nivel 1: Control de variables discretas y pocas analógicas, operaciones aritméticas y capacidad de comunicación elementales.
 - ✓ Nivel 2: Control de variables discretas y analógicas. Matemáticas de punto flotante. E/S inteligentes. Conexión en red. Gran capacidad de manejo de datos analógicos y discretos.

- Por cantidad de E/S:
 - ✓ Micro PLC (hasta 64 E/S)
 - ✓ PLC pequeño (hasta 256 E/S)
 - ✓ PLC mediano (hasta 1024 E/S)
 - ✓ PLC grande (más de 1024 E/S)

3.4.1 Clasificación por construcción.

La clasificación por construcción distingue a los PLC que integran todas sus partes (E/S, CPU, fuentes, compuertas de comunicaciones, etc.) en una misma caja o gabinete, de los que están formados por módulos.

El PLC integral es aquel que integre todas sus partes una misma caja o gabinete. Se suele utilizar también la denominación de compacto, pero la aparición

de PLC modulares de tamaño pequeño hace que éste resulte inadecuado. El PLC integral suele tener muy pocas E/S, clasificándose en general como micro PLC. Tiene como ventajas un bajo costo y un pequeño tamaño. Una desventaja es la imposibilidad de expandir un equipo en forma gradual. En general se parte de un equipo básico que puede ampliarse mediante el agregado de unas pocas unidades de expansión con cantidad y tipo de E/S. Otra desventaja es la escasa variedad disponible de tipos de E/S, ya que, al estar éstas integradas en un gabinete, es imposible cubrir una amplia gama de opciones.

Un PLC modular, como su nombre lo indica, está formado por módulos. El equipo se arma sobre un bastidor o base de montaje (también llamada chasis o rack) sobre el cual se instalan la CPU, los módulos de entrada, los módulos de salida y otros periféricos. El chasis contiene en su parte posterior los buses de datos, direcciones y alimentación del PLC, con conectores apropiados a los que se conectan los distintos módulos.

Por la forma que tienen estos módulos, es usual que se los denomine tarjeta. Es así que es muy frecuente encontrar la frase tarjeta de entrada/salida en referencia a los módulos de entrada/salida.

La principal ventaja que un PLC modular frente a uno integral es evidente, el usuario puede componer su equipo con la cantidad y tipo de entradas y salidas que necesite, y luego puede ampliarlo agregando los módulos necesarios

La desventaja, en equipos pequeños, es su mayor costo. En general, este mayor costo tiene dos razones; mayor cantidad y costo de los componentes utilizados en la fabricación y ensamblado del equipo (conectores, chasis, plaquetas, etc.), y la mayor capacidad que suele tener un PLC modular. Esta mayor capacidad se evidencia en un lenguaje de programación más potente y con instrucciones para aplicaciones más complejas, mayor capacidad de comunicaciones, etc.

3.4.2 Clasificación por capacidad.

La clasificación por capacidad distingue dos niveles, en función de la complejidad de las instrucciones que el PLC puede manejar. El nivel 1 identifica a un PLC con construcciones sencillas y no muy potentes, mientras que el nivel 2 identifica a los PLC con funciones de mayor complejidad.

Algunas de las instrucciones que podemos encontrar en un PLC de nivel 2, y que en general no estarán en un PLC de nivel 1 son: raíz cuadrada, logaritmo, antilogaritmo, aritmética de doble precisión y de punto flotante, funciones trigonométricas, diferenciación e integración lazos PID, etc. Es usual que a mayor cantidad de E/S corresponda mayor capacidad del PLC.

3.4.3 Clasificación por cantidad de E/S

La clasificación por cantidad de E/S es arbitraria. A pesar de ello, este parámetro es el indicador que habitualmente define un PLC. Los fabricantes ofrecen características tales como la capacidad de memoria, operaciones aritméticas, etc., en directa relación a la cantidad de entradas y salidas que el controlador puede manejar.

Así, por ejemplo, suele haber una directa relación entre la clasificación de PLC como integrales y los clasificados como micro PLC por la cantidad de E/S. Más aún, este PLC clasificado como integral por su construcción y como micro PLC por su cantidad de E/S, probablemente deba ser clasificado como de nivel 1 en cuanto a su capacidad.

3.5 Aplicaciones.

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

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

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

- Maniobra de máquinas
- Maquinaria industrial de plástico
- Maquinaria de embalajes
- Maniobra de instalaciones:
 - Instalación de aire acondicionado, calefacción.
 - Instalaciones de seguridad
- Señalización y control:
 - Chequeo de programas
 - Señalización del estado de procesos

4. SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN

4.1 Aplicaciones.

En un proceso productivo no siempre se justifica la implementación de sistemas de automatización, pero existen ciertas señales indicadoras que justifican y hacen necesaria la implementación de estos sistemas, los indicadores principales son los siguientes:

- ✓ Requerimientos de un aumento en la producción
- ✓ Requerimientos de una mejora en la calidad de los productos
- ✓ Necesidad de bajar los costos de producción
- ✓ Escasez de energía
- ✓ Encarecimiento de la materia prima
- ✓ Necesidad de protección ambiental
- ✓ Necesidad de brindar seguridad al personal
- ✓ Desarrollo de nuevas tecnologías

La automatización solo es viable si al evaluar los beneficios económicos y sociales de las mejoras que se podrían obtener al automatizar, estas son mayores a los costos de operación y mantenimiento del sistema.

La automatización de un proceso frente al control manual del mismo proceso, brinda ciertas ventajas y beneficios de orden económico, social, y tecnológico, pudiéndose resaltar las siguientes:

- ✓ Se asegura una mejora en la calidad del trabajo del operador y en el desarrollo del proceso, esta dependerá de la eficiencia del sistema implementado.
- ✓ Se obtiene una reducción de costos, puesto que se racionaliza el trabajo, se reduce el tiempo y dinero dedicado al mantenimiento.

- ✓ Existe una reducción en los tiempos de procesamiento de información.
- ✓ Flexibilidad para adaptarse a nuevos productos (fabricación flexible y multifabricación).
- ✓ Se obtiene un conocimiento más detallado del proceso, mediante la recopilación de información y datos estadísticos del proceso.
- ✓ Se obtiene un mejor conocimiento del funcionamiento y rendimiento de los equipos y máquinas que intervienen en el proceso.
- ✓ Factibilidad técnica en procesos y en operación de equipos.
- ✓ Factibilidad para la implementación de funciones de análisis, optimización y autodiagnóstico.
- ✓ Aumento en el rendimiento de los equipos y facilidad para incorporar nuevos equipos y sistemas de información.
- ✓ Disminución de la contaminación y daño ambiental.
- ✓ Racionalización y uso eficiente de la energía y la materia prima.
- ✓ Aumento en la seguridad de las instalaciones y la protección a los trabajadores.

Existen ciertos requisitos de suma importancia que debe cumplirse al automatizar, de no cumplirse con estos se estaría afectando las ventajas de la automatización, y por tanto no se podría obtener todos los beneficios que esta brinda, estos requisitos son los siguientes:

- ✓ *Compatibilidad electromagnética:* Debe existir la capacidad para operar en un ambiente con ruido electromagnético producido por motores y máquina de revolución. Para solucionar este problema generalmente se hace uso de pozos a tierra para los instrumentos (menor a 5Ω), estabilizadores ferro-resonantes para las líneas de energía, en algunos equipos ubicados a distancias grandes del tablero de alimentación (>40m) se hace uso de celdas apantalladas.

- ✓ *Expansibilidad y escalabilidad:* Es una característica del sistema que le permite crecer para atender las ampliaciones futuras de la planta, o para atender las operaciones no tomadas en cuenta al inicio de la automatización. Se analiza bajo el criterio de análisis costo-beneficio, típicamente suele dejarse una reserva en capacidad instalada ociosa alrededor de 10% a 25%.

- ✓ *Mantenimiento:* Se refiere a tener disponible por parte del proveedor, un grupo de personal técnico capacitado dentro del país, que brinde el soporte técnico adecuado cuando se necesite de manera rápida y confiable. Además implica que el proveedor cuente con repuestos en caso sean necesarios.

- ✓ *Sistema abierto:* Los sistemas deben cumplir los estándares y especificaciones internacionales. Esto garantiza la interconectabilidad y compatibilidad de los equipos a través de interfaces y protocolos, también facilita la interoperabilidad de las aplicaciones y el traslado de un lugar a otro.

4.2 Comparaciones.

Actualmente, pequeñas automatizaciones, cuadros de mando, circuitos marcha/paro se siguen realizando con tecnologías cableadas, como pueden ser los circuitos de relés y contactores. Pero en la mayor parte de los sistemas industriales Automatizados, la "tecnología del control aplicada" es una tecnología programada.

Las herramientas cableadas se caracterizan por una realización que requiere única, pero necesariamente, el establecimiento de uniones materiales (cableado) según un esquema provisto por la teoría o por la experiencia.

Las limitaciones de las tecnologías cableadas son:

- Ocupan relativamente un alto volumen y alto consumo energético.
- Falta de flexibilidad y poca expansión a futuro.
- El tiempo invertido en la búsqueda de averías es relativamente alto y, por lo tanto, también en la reparación.
- A partir de unos 5 relés es más conveniente aplicar un pequeño controlador programable.
- Tiene nula posibilidad de comunicación a distancia.

Las tecnologías que permiten hacer automatismos cableados son:

- Relés electromagnéticos:

Compuesto de contactores accionados por una bobina electromagnética. La puesta en tensión de la bobina hace que los contactores conmuten debido a la fuerza electromagnética creada.

- Módulos lógicos neumáticos:

El fluido utilizado es aire comprimido, que actúa sobre las membranas que accionan las mariposas de conmutación.

Estas tecnologías se usaban en el tratamiento y toma de decisiones del sistema automatizado. En la actualidad el tratamiento y el control lo ejercen los autómatas programables o computadores industriales, habiendo reemplazado en gran cantidad de aplicaciones al cableado.

Sin embargo, la acción directa sobre las máquinas sigue siendo efectuada mediante elementos de tecnología cableada. Los contactores eléctricos dan alimentación a los actuadores eléctricos tales como motores, resistencias de calentamiento, etc. Los relés eléctricos siguen siendo utilizados aún, en las salidas digitales, relevando al autómata, en potencia.

4.3 Ejemplos de sistemas industriales automatizados.

A continuación se describen algunos de los sistemas automatizados mas comunes que se pueden encontrar hoy en día en la industria.

- Fabricación de vehículos, donde el PLC cumple múltiples funciones, entre otras:

- ✓ Transporte de piezas.
- ✓ Control de temperatura para diversos procesos.
- ✓ Manejo de brazos robots para diversas aplicaciones.
- ✓ Selección de componentes, etc.

- Líneas de embotellado:

- ✓ Llenado
- ✓ Etiquetado
- ✓ Encapsulado
- ✓ Almacenaje, etc.

- Fabricación de muebles:

- ✓ Medida.
- ✓ Trazado.
- ✓ Corte.
- ✓ Encolado.
- ✓ Ensamblado, etc.

- Fabricación de pavimentos:

- ✓ Regulación y control de la temperatura de los hornos.
- ✓ Trazado.
- ✓ Cortado.
- ✓ Pulido.
- ✓ Empaquetado, etc.

- Semáforos

- ✓ Control de velocidad.
- ✓ Tiempo de cruce peatonal.
- ✓ Tiempo de habilitación de acceso vehículos.
- ✓ Interconexión de diferentes vías, etc.

4.4 Módulos Didácticos.

La Automatización Neumática permite configurar soluciones para necesidades cuya complejidad puede variar ampliamente. La preparación en esta área requiere de materiales didácticos y cursos de especialización, así como procedimientos de enseñanza específicamente estructurados, soportados por software de última generación para aprendizaje y simulación.

Los módulos didácticos son diseñados para que el estudiante obtenga un conocimiento gradual y profundo de los temas más relevantes del área de electroneumática. Dichos módulos deben poseer las siguientes características:

- ✓ Fácil de usar
- ✓ Compacto
- ✓ Los circuitos deben armarse sin herramientas
- ✓ Conexiones fáciles y rápidas
- ✓ Usar componentes comerciales
- ✓ Poseer la documentación necesaria para su uso

Los equipos didácticos cubren las necesidades inherentes a la formación del personal de las áreas de producción, mantenimiento e ingeniería de las más diversas industrias por medio de su diseño y conceptos didácticos, enseñan y forman a los estudiantes en lo que a la técnica electroneumática se refiere.

El estudiante adquiere un conocimiento sobre los aspectos físicos y científicos de la electroneumática de una manera ágil y eficaz, entre los cuales se destacan:

- ✓ Armar y probar circuitos electroneumáticos.
- ✓ Conocer físicamente algunos elementos utilizados en electroneumática.
- ✓ Determinar el funcionamiento de cada uno de los componentes en las distintas prácticas a realizar.

Cada módulo está formado por diferentes elementos que facilitan la comprensión y asimilación de los conceptos teóricos impartidos con anterioridad en el curso respectivo.

Los módulos didácticos se integran con componentes industriales reales: Actuadores (Cilindros de simple y doble efecto, de acción rectilínea y / o rotativa), Válvulas (Direccionales, de Presión, de Caudal, de Bloqueo y de Cierre),

Las Guías de laboratorio explican la estructura de los Módulos: los objetivos básicos, la realización de actividades y de trabajos prácticos.

El sistema de enseñanza desarrollado por medio de módulos otorga conocimientos teórico – prácticos en cuanto al diseño, el montaje, la puesta en marcha, la detección de fallas y el mantenimiento de sistemas industriales automatizados, empleando los mismos componentes que se encuentran en las líneas de producción.

Cuanto más complejidad tiene un proceso automatizado más importante es lograr una comunicación "hombre-máquina" adecuada al mismo, y mucho más importante el conocimiento por parte de la persona que lo opera. De ahí la importancia de los módulos de entrenamiento en los distintos sistemas de control.

Existen algunos modelos de módulos de entrenamiento fabricados comercialmente, diseñados para contribuir a la formación de profesionales en el área de automatización en neumática. Algunos de los modelos disponibles en el mercado se describen brevemente en el ANEXO 2.

CAPITULO III: DISEÑO DE MODULOS

1. DISEÑO DE MÓDULO DE RELÉS

Parámetros de diseño.

Para el diseño del módulo de relés toman en cuenta los siguientes requerimientos básicos que debe cumplir, dicho módulo.

- Ser capaz de controlar la mayor parte de componentes con los que se cuenta en el laboratorio de electroneumática actualmente.
- Debe poseer los componentes básicos de todo elemento de mando para los sistemas electroneumáticos (a base de relés). Y que estos sean de fácil conexión y desconexión.
- Proporcionar al usuario la facilidad de ser transportado de un lugar a otro para su uso.
- Trabajar bajo las condiciones a las cuales operan los demás componentes, 24 voltios.

A continuación se presenta un esquema del módulo que tiene como componente principal los RELÉS.

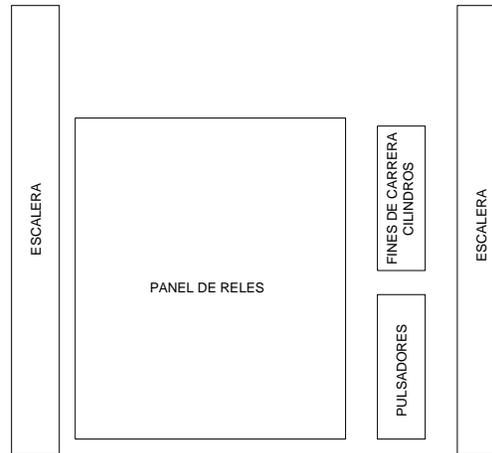


Fig. 27 Esquema general del módulo de relés.

1.1 Selección de componentes

Ya que la mayoría de los componentes con los que cuenta el módulo son electrónicos o eléctricos, se requiere en la mayoría de los casos la simple selección de estos, con la finalidad de brindar el máximo rendimiento posible.

- 1. Relés

Los relés constituyen la parte operativa principal de este módulo. Para fines didácticos se trabaja con un voltaje de 24 voltios DC, por lo cual se contará con relés que operen a este voltaje, contando el módulo con un total de 5 relés, con cuatro contactos por relé.

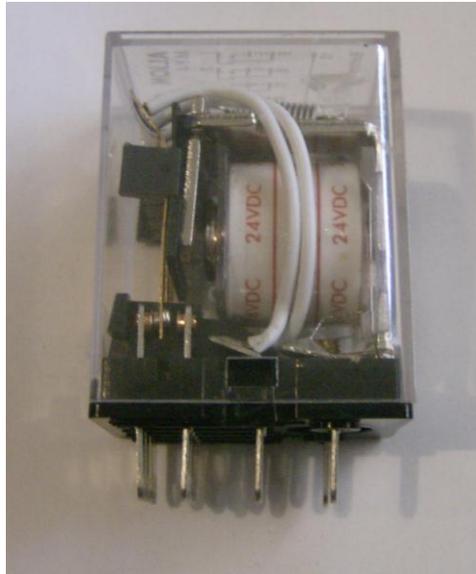


Fig. 28: Relé electromecánico

- 2. PULSADORES

El módulo contara con 6 pulsadores para operar algún componente que se agregue al módulo en cuestión, para lo cual se instalaran cuatro pulsadores normalmente abiertos y dos normalmente cerrados.

A continuación se muestran algunas alternativas:

Tabla 1: Diferentes tipos de pulsadores

	<p>Pulsador 1 circuito (6x3 mm) C/I</p>
	<p>Pulsador 1 circuito (6x6 mm longitud del botón 1mm) C/I</p>
	<p>Pulsador 1 circuito (6x6 mm longitud del botón 3mm) C/I</p>
	<p>Pulsador 1 circuito (6x6 mm longitud del botón 6mm) C/I</p>

	Pulsador 1 circuito VERTICAL (6x6 mm longitud del pulsador 1mm) C/I
	Pulsador 1 circuito (12x12 mm longitud del pulsador 1 mm) C/I
	Pulsador 2 circuitos 2 posiciones para CI (paso de pines contactos 2,54 mm) tamaño del pulsador 8x8x8 mm longitud botón 5 mm
	Botón para pulsador negro 12x6 mm
	Botón para pulsador rojo 12x6 mm
	Pulsador redondo 1 circuito (diámetro 11 mm) largo 30mm
	Pulsador chasis pequeño 1 circuito 7x15 mm
	Pulsador 1 circuito para C/I (10x10 mm altura del botón 5mm, separación entre pines de contacto 5 mm) en colores

- 3. CONECTORES.

Estos *Jack Banana* tienen la función de crear la conexión entre el módulo y los demás componentes con que se cuenta, por lo cual se requieren para energizar tanto los contactos y las bobinas de cada relé, también se necesitan para la construcción de la escalera para la construcción de los circuitos, la cual será de 32 contactos, procurando la capacidad para energizar todos los relés; además se precisan dichos conectores para los contactos de los pulsadores antes detallados y los cilindros con los que se cuenta en el laboratorio, lo cual hace un total de 200 Jack Banana.

Tabla 2: Diferentes tipos de Conectores

	<p>Hembrilla paso 2 mm 10x15mm roja o negra</p>
	<p>Bananas roja, negra o azul paso 2 mm</p>
	<p>Hembrilla paso 4 mm 10x15mm</p>
	<p>Bananas diversos colores con agujero en el cuerpo para salida auxiliar paso 4 mm</p>

Se utilizaran los conectores bananas de cuatro milímetros con agujero para salida auxiliar. Con su respectivo conector hembra de 4mm.



Fig. 29: Conectores usados para la construcción de los módulos

- 4. LEDS

Estos tienen como función la indicación de la activación o no de los fines de carrera de los cilindros con los que se cuenta para las prácticas de laboratorio, los cuales son tres, por lo tanto se precisan seis indicadores.

En el siguiente cuadro se muestran algunas alternativas de leds:

Tabla 3: Diferentes tipos de LEDS.

					
3mm	5 mm	10 mm	bicolor y tricolor 5mm	2x5 rectangular	5x5 cuadrado

Se utilizara el indicador de 10mm para el módulo, en cuanto al cambio e tamaño de un componente a otro, procurando que no haya un cambio considerable en la notoriedad de los componentes

- 5. BOTON DE ENCENDIDO.

Este componente será el encargado de activar el módulo de relés por completo, esto se refiere a energizar la escalera de contactos, y así permitir el funcionamiento de los demás componentes.

1.2 Componentes para el Módulo de Relés.

Los elementos necesarios para conformar el módulo de relés son:

Tabla 4: Componentes del Módulo de Relés.

Cantidad	Elemento
5	RELES de 24 VDC y 4 contactos
214	Jack Banana
1	Switch con luz de 12 V.
6	Leds de 10mm.
4	Pulsadores NA
2	Pulsadores NC
1	Fuente de 24 V y 3.8 amp.
7	Resistencias de 1.2 kΩ y 1/4
1	Juego de cables con conectores bananas 20cm, 30cm y 40cm.

2. DISEÑO DEL MÓDULO DE PLC.

PARÁMETROS DE DISEÑO

Para este módulo se toman en cuenta los siguientes parámetros:

- Debe contar con un programador lógico programable, con un número de entradas y salidas considerables, para la construcción que sean rápidos de construir y de fácil análisis por parte de los usuarios.
- Contener lo elementos, que permitan la conexión y desconexión rápida de los elementos con los cuales se armaran los circuitos.
- Permitir la fácil movilización.

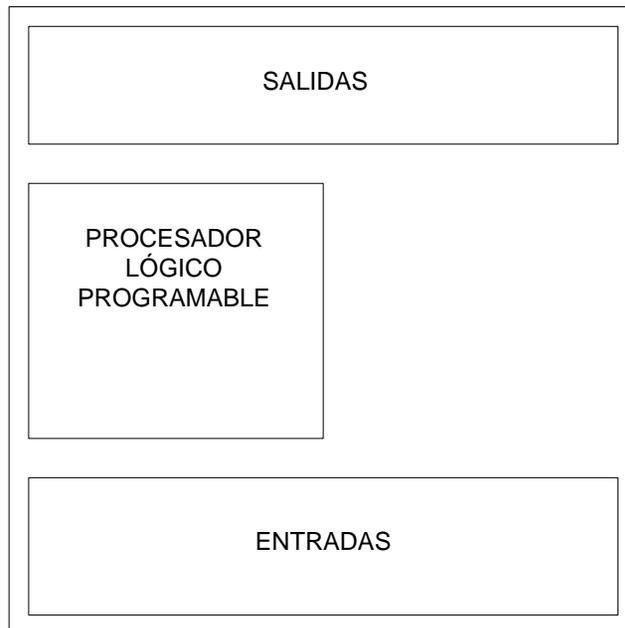


Fig. 30: Bosquejo general de distribución del Módulo de PLC

2.1 Selección de componentes.

Como se menciona anteriormente el diseño del módulo de PLC en este caso se limita principalmente a la selección de los componentes que formaran parte de dicho módulo.

PLC.

Las opciones en cuanto al componente principal del módulo . Provistas por la empresa SIEMENS en cuanto a los PLC son las siguientes:

- ✓ PLC SIMATIC S7-200 224XP
 - ALIMENTACION 24VDC
 - 14 ENTRADAS 24VDC, 10 SALIDAS TRANSISTORIZADAS
 - 2 ENTRADAS 0-10V/0-20MA, 1 SALIDA 0-10V/0-20MA
 - CABLE DE COMUNICACION MULTIMAESTRO PC-PPI
 - LICENCIA DE SOFTWARE STEP7 MICROWIN
 - MANUALES DEL SISTEMA EN CD

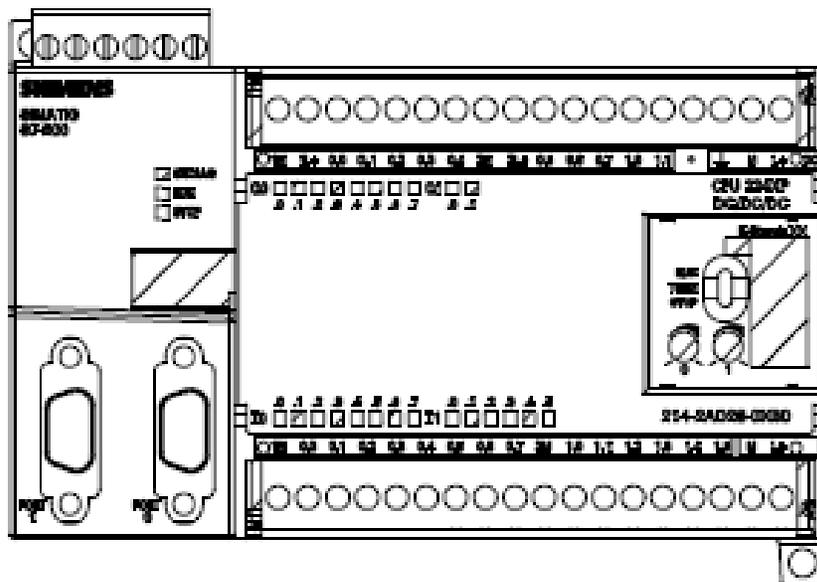


Fig. 31: PLC S7_200 CPU 224XP DC/DC/DC

- ✓ SIMATIC S7-200, TRUE POWER BOX
 - CPU222 110/220VAC, 8ED, 6SD
 - CABLE DE COMUNICACION MULTIMAESTRO PC-PPI
 - LICENCIA DE SOFTWARE MICROWIN
 - MANUAL DEL SISTEMA (INGLES)
 - SIMULADOR DE ENTRADAS
 - SIMULADOR DE MOTOR DC
 - DESARMADOR 7MM
 - CAJA SYSTAINER®

PLC S7_200 CPU 222 AC/DC/RELE

Al evaluar ambas alternativas se valoraron dos aspectos como primordiales, los cuales comprenden las especificaciones técnicas, en cuanto al número de entradas y salidas; y por otro lado el costo de cada componente.

Ambas alternativas cumplen con la primera condición por lo que se decide la elección en base a la segunda condicionante, la cual es el precio, por lo cual se escoge la segunda opción.

PULSADORES.

El módulo contara con 8 entradas de acuerdo a las especificaciones del PLC seleccionado, además de 4 entradas extra para su posterior expansión. Haciendo un total de 12 entradas.

Los pulsadores serán utilizados en la parte de entrada para la operación del módulo en cuestión, ya que se contara con dos opciones, contar con una señal

externa, la cual no será indispensable, y la generación por el propio operario por medio de los pulsadores.

En cuanto a la señal generada por el usuario se dispondrá de dos tipos:

- Pulsador
- Interruptor con enclavamiento *on/off*

Se utilizara para ambos un botón redondo de 11mm de diámetro tanto para el pulsador como para el interruptor.

LEDS.

Su función dentro del módulo es simplemente la señalización de tanto las entradas como las salidas que se encuentran energizadas o activadas, para lo cual se contarán con los diodos emisores de luz, (LED, por sus siglas en inglés)

Se elige el *LED* de 10mm tomando en cuenta el tamaño, por la notoriedad necesaria en cuanto a la activación de las entradas y/o salidas.

De acuerdo con el diseño del módulo se requieren 22 *LEDs*.

CONECTORES.

Estos dispositivos son los encargados de la recepción y envío de señales en el módulo. Para lo cual se contará con un conector por cada entrada y salida con que cuenta el PLC y para las ampliaciones que se puedan realizar posteriormente. Logrando un total de 22 conectores.

2.2 Componentes para el Módulo de PLC.

Los elementos necesarios para conformar el módulo de PLC son:

Tabla 5: Componentes del Módulo de PLC.

Cantidad	Elemento
1	PLC S7-200 CPU 222
1	Módulo de expansión
32	Jack Banana
22	Leds
22	Resistencias de 1.2 k Ω y ¼ watts
24	Pulsadores
1	Extensión Trifilar
1	Socket para extensión de tres pines

3. COSTOS DE CONSTRUCCION DE LOS MODULOS

Tabla 6: Costos de construcción de Módulos

PLC	\$396,11
Módulo de expansión de PLC	\$230,00
Cable	\$20,40
Relés	\$32,14
Led's	\$17,76
Switch y pulsadores	\$29,26
Bananas	\$157,25
Contenedores	\$96,56
Otros	\$12,58
Fuente 24V	\$47,42
Total	\$1039,47

4. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LOS MODULOS

La función de esta estructura será la de soportar los componentes antes mencionados para ambos módulos.

Para lo cual se contempla las siguientes opciones de diseño en cuanto a los materiales tomando en cuenta las condiciones técnicas como del medio en el que operara el módulo.

A continuación se plantea un bosquejo general de la forma del contenedor:

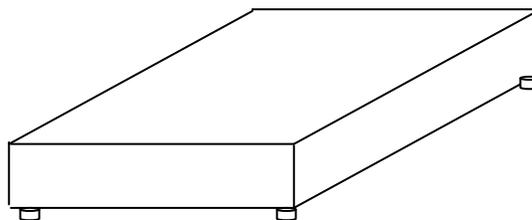


Fig. 32: Forma de contenedor de los Módulos

Como se muestra en la figura anterior, el contenedor tendrá una forma básica rectangular cuyas superficies están ligadas a las dimensiones o espacio cubierto por los relés y el PLC respectivamente. (Ver planos)

La parte preponderante respecto al contenedor es la selección del material, ya que no se estará sometido a ningún tipo de esfuerzo, desgaste, etc.; salvo la corrosión por el contacto con el ambiente circundante, además del peso de los módulos, con el objetivo de ser fácil de movilizar por el o los usuarios.

Los materiales a considerar para la elección son los siguientes:

- ✓ Lamina de acero inoxidable.
- ✓ Lamina de aluminio
- ✓ Lamina de acero al carbono.
- ✓ Material no metálico

Ya que se trabajara con elementos eléctricos, es requerido el aislamiento del contenedor, por lo tanto se vuelve de mayor confiabilidad el contar con un material no conductor de energía eléctrica, por lo cual se trabajara con un material no metálico.

Para lo cual se construirá de *sylvatex* de 1/8" de espesor.

Se requerirá de una estructura interior para darle mayor soporte al material del cual estarán hechos los módulos, la cual se construirá de reglas cuadradas de 1.5 cm por lado cuyo material será de madera.

5. PLANOS DE CONSTRUCCION Y DIAGRAMAS ELECTRICOS DE LOS MODULOS

OBSERVACIONES

- Los módulos didácticos a construir, serán de utilidad en las prácticas de laboratorio de los estudiantes que cursan la carrera de Ingeniería Mecánica en la Universidad de El Salvador, para la aplicación de los principios teóricos de asignaturas tales como Electroneumática y otras relacionadas con el área de automatización.
- El modulo que cuenta con el PLC, esta construido de tal manera, que permite su ampliación en cuanto a añadir un modulo de expansión, logrando así un numero mayor de entradas y salidas, lo cual permitirá construir circuitos mas complejos.
- Los módulos cuentan con los componentes básicos, necesarios para la construcción de circuitos electroneumáticos, los cuales pueden ser de gran ayuda en la elaboración de sistemas de automatización, como los usados actualmente en la industria.
- Los módulos didácticos utilizan componentes estándares y disponibles comercialmente. Esto facilita la actualización y mantenimiento de los equipos.
- Los lenguajes de programación del PLC están regidos por normas internacionales que regulan dichos lenguajes. De esta forma se facilita la programación y comunicación con otros equipos, ya que el mismo lenguaje es aplicable a diversos dispositivos.

RECOMENDACIONES

- Es necesario contar con la mayor cantidad de información disponible acerca de los diversos equipos de automatización que se utilizan en la industria actual y sus técnicas de programación, ya que esta información puede ser de mucho beneficio para la formación de las futuras generaciones de ingenieros mecánicos.
- El uso de los módulos didácticos ayudan como complemento a los cursos teóricos relacionadas con el área, y esto permite a los estudiantes una mejor comprensión de los equipos de automatización.
- En vista de la diversidad de fabricantes de controladores lógicos programables, y debido a que usualmente cada fabricante utiliza su propio lenguaje de programación; debe tratarse en la manera de lo posible, que el estudiante conozca y llegue a familiarizarse con ellos.
- Es importante el constante monitoreo de los componentes utilizados en los sistemas electroneumáticos, en cuanto al desfase que pudieran sufrir, los componentes con los que cuentan los módulos, con la finalidad de mantener dichos instrumentos acorde con las exigencias que se demandan por las industrias.
- Es necesario cumplir con las Instrucciones de Uso incluidas en este documento, de esta manera se podrá obtener un buen rendimiento del equipo durante toda la vida útil de este.

REFERENCIAS

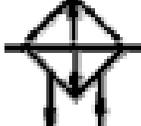
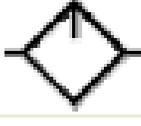
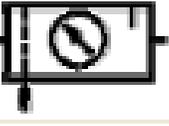
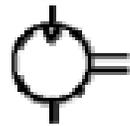
- “Programmable Controller S7-200 - System Manual” SIEMENS, edición 2005
- “One Hour Primer with S7-200,” SIEMENS, edición 2002
- “Two Hour Primer with S7-200,” SIEMENS, edición 2002
- Descripción y Aplicación de los Microcontroladores Programables,” Allen Bradley, edición 2002
- J. Hyde, J. Regue, A. Cuspinera, “Control Electroneumático y Electrónico”, Alfaomega, edición 1998
- www.festo-didactic.com
- www.siemens.com

A N E X O S

ANEXO 1

Simbología sobre Elementos de Sistemas Neumáticos (Norma ISO 1219-1)

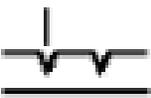
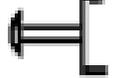
A-1: Unidades de Tratamiento del Aire

Símbolo:	Descripción:
	Filtro con purga de agua manual.
	Filtro con purga de agua automática.
	Filtro en general.
	Refrigerador.
	Secador.
	Lubricador.
	Unidad de acondicionamiento.
	Compresor.
	Generador de vacío.

Unidades de Tratamiento del Aire (continuación)

	Termómetro.
	Manómetro.
	Llenador.
	Tanque.

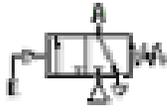
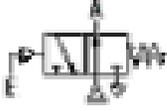
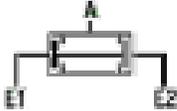
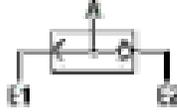
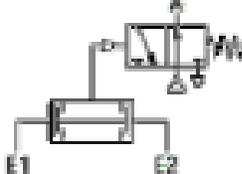
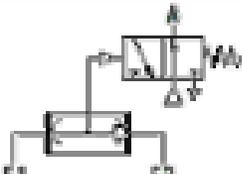
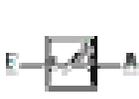
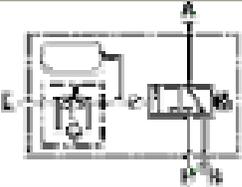
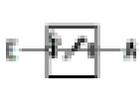
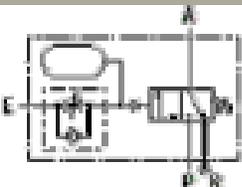
A-2: Accionamientos

Símbolo:	Descripción:
	Enganche con enclavamiento.
	Pulsador de emergencia. Seta.
	Pulsador en general.
	Tirador.
	Accionamiento por leva.
	Accionamiento por rodillo.
	Accionamiento por presión.

A-2: Accionamientos (continuación)

	<p>Accionamiento por rodillo telescópico.</p>
	<p>Electroválvula.</p>
	<p>Accionamiento por Motor eléctrico.</p>
	<p>Accionamiento por Palanca.</p>
	<p>Accionamiento por Pedal</p>
	<p>Retorno por muelle.</p>
	<p>Electroválvula servopilotada.</p>
	<p>Electroválvula servopilotada gobernable manualmente.</p>
	<p>Detector neumático.</p>
	<p>Final de carrera accionado.</p>

A-3: Lógica neumática

Símbolo:	Descripción:
	 <p>Función igualdad.</p>
	 <p>Función negación.</p>
	 <p>Función AND.</p>
	 <p>Función OR.</p>
	 <p>Función NAND.</p>
	 <p>Función NOR.</p>
	 <p>Temporizador a la conexión.</p>
	 <p>Temporizador a la desconexión.</p>

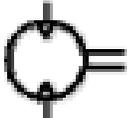
A-3: Lógica neumática (continuación)

		<p>Electable. Memoria S-R.</p>
--	--	------------------------------------

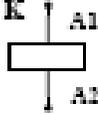
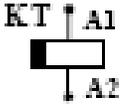
A-4: Cilindros

Símbolo:	Descripción:
	<p>De simple efecto. Retorno por muelle.</p>
	<p>De simple efecto. Retorno por fuerza externa.</p>
	<p>De doble efecto.</p>
	<p>De doble efecto con amortiguador.</p>
	<p>De doble efecto con doble vástago.</p>
	<p>De simple efecto telescópico.</p>
	<p>Lineal sin vástago.</p>
	<p>Accionador angular.</p>

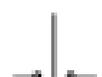
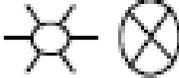
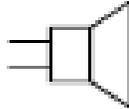
A-4: Cilindros (continuación)

	<p>Motor neumático de dos sentidos de giro.</p>
	<p>Motor neumático de un solo sentido de giro.</p>

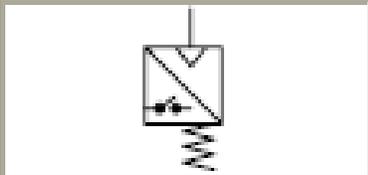
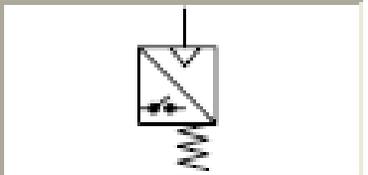
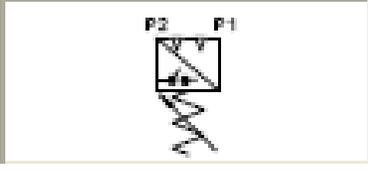
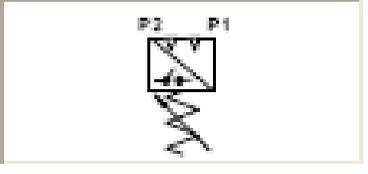
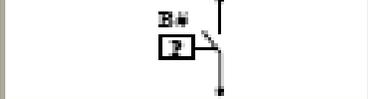
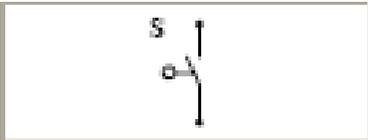
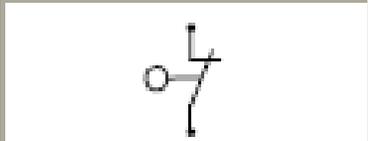
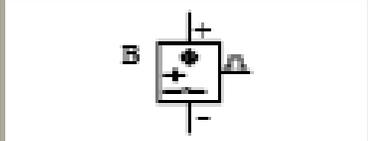
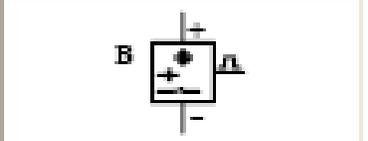
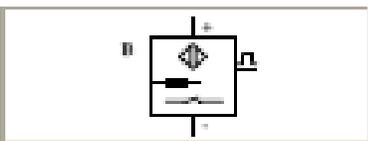
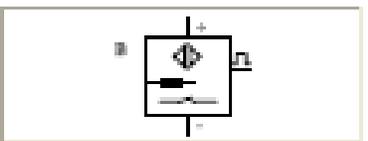
A-5: Símbolos DIN y ANSI más utilizados en esquemas basados en lógica de contactos.

Símbolo:		DESCRIPCION
DIN	ANSI	
		<p>Relé</p>
		<p>Contactos de relé N/O</p>
		<p>Contactos de relé N/C</p>
		<p>Relé con temporizado a la desconexión</p>
		<p>Contactos de relé temporizado a la desconexión N/O</p>
		<p>Contactos de relé temporizado a la desconexión N/C</p>

A-5: Símbolos DIN y ANSI más utilizados en esquemas basados en lógica de contactos.
(continuación)

		<p>Relé con temporizado a la conexión</p>
		<p>Contactos de relé temporizado a la conexión N/O</p>
		<p>Contactos de relé temporizado a la conexión N/C</p>
		<p>Solenoides (Electroválvula)</p>
		<p>Pulsador N/O</p>
		<p>Pulsador N/C</p>
		<p>Interruptor con enclavamiento mecánico N/O</p>
		<p>Interruptor con enclavamiento mecánico N/C</p>
		<p>Luz piloto o indicador luminoso</p>
		<p>Sirena, buzzer o indicador acústico</p>

A-5: Símbolos DIN y ANSI más utilizados en esquemas basados en lógica de contactos.
 (continuación)

		Presostato
		Presostato diferencial P1-P2>Referencia
		Contactos del presostato N/O
		Límit Switch o final de carrera N/O
		Límit Switch o final de carrera N/C
		Fuente de tensión
		Línea de cero voltios
		Sensor capacitivo
		Sensor inductivo

A-5: Símbolos DIN y ANSI utilizados (continuación)

		<p>Sensor óptico</p>
		<p>Redes o sensor magnético no activado</p>
		<p>Redes o sensor magnético activado</p>

ANEXO 2

DIFERENTES MODELOS DE ENTRENADORES DIDACTICOS

✓ **S7 EduTrainer® Compact**

El S7 EduTrainer® Compact está equipado con una versión compacta de la serie de entrenadores anteriores fabricados por FESTO Didactic con Entradas/Salidas analógicas y digitales integradas.

El S7 está conectado al dispositivo de programación o a la computadora y se programa utilizando STEP 7.



Fig.: S7 EduTrainer®

Ventajas del S7 EduTrainer® Compact:

Ideal tanto para aplicaciones industriales como educacionales.

- El PLC está integrado en una caja, por lo tanto, puede instalarse en casi todos los sistemas de mobiliario de laboratorio. También puede utilizarse como dispositivo de sobremesa o montado en una placa perfilada
- Se ajusta en los bastidores de montaje ER y DIN A4, los cuales son estándares en muchos sistemas de laboratorio.

- Los sensores y actuadores se conectan a las Entradas/Salidas del PLC por medio de clavijas de seguridad de 4 mm.
- Las entradas pueden simularse con interruptores y potenciómetros
- Se utiliza como puerto de interfase para Entradas/Salidas la Unidad de conexión universal digital (SysLink), el cual se utiliza en todos los equipos de Festo Didactic

Características de software:

- El suministro incluye un CD-ROM con ejemplos para formación con STEP 7, Interface AS-i y Profibus-DP así como diapositivas Power Point sobre AS-Interface, automatización distribuida con Profibus-DP y terminales de válvulas (DE)).
- Paquete de entrenamiento para programación en STEP 7.

Documentación.

Manual de operación del S7 EduTrainer® Compact
Fundamentos de programación en STEP 7

Características de hardware:

- Alimentación de sobremesa o fuente de alimentación para bastidor de montaje
- Cable adaptador PC /RS232
- Cable adaptador PC /USB
- Micro Memory Card, que contiene datos de programación de STEP 7

Interfaces:

- 2 puertos SysLink según IEEE 488 cada uno para 8 entradas/salidas digitales
- Conector Sub-D de 15 pines para entradas/salidas analógicas
- Puertos de seguridad de 4 mm para tensión de 24 V

- Interface MPI o interface adicional Profibus-DP para CPU
- Puerto de conexión AS-interface (reservado para ASi)
- Función de PARO DE EMERGENCIA

Para procesamiento digital:

- Unidad de conexión universal digital (SysLink)
- Cable de datos (SysLink)

Para procesamiento analógico:

- Unidad de conexión analógica
- Cable de datos I/O analógico

✓ PLC Training Station PTS E10

Esta unidad de entrenamiento es útil tanto para programadores experimentados así como para principiantes, pues permite desarrollar aplicaciones específicas en cuestión de unos minutos. PLC Training Station PTS E10 se programa a través del software TRiLOGI.

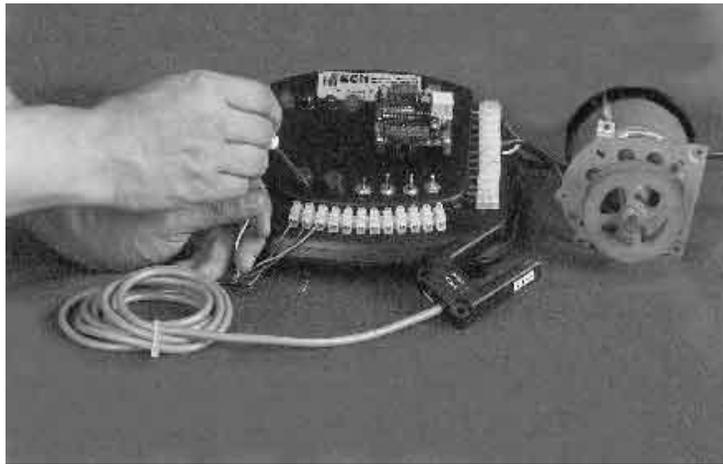


Fig. : PLC Training Station PTS E10

Ventajas de PLC Training Station PTS E10

- Pequeño tamaño
- Bajo costo
- Portátil
- Fácil uso
- Aplicable tanto para uso industrial o educacional

Características de Software

- Software de programación TRiLOGI.
- Programa de simulación en computadora que incluye otros modelos de PLC's.
- Monitoreo en tiempo real del desempeño del PLC.

Documentación:

- Manual de operación de la unidad de entrenamiento PLC Training Station PTS E10.
- Fundamentos de programación en TRiLOGI.

Características de hardware:

- PLC con 6 entradas / 4 salidas
- 90 pasos de programación
- 4 Temporizadores
- 4 Contadores
- 1 Secuenciador de 32 pasos
- 8 Relés internos.
- 2 Salidas internas.
- Protección con contraseña
- 4 Jumbo Indicating LEDs
- 2 Push buttons
- 4 Interruptores
- Fusible de protección.
- Cubierta de fibra de vidrio
- Conexión de 110 V AC.

✓ S7 EduTrainer® Start

Este procesador es el más pequeño de la familia S7-300, con 10 entradas y 6 salidas. El EduTrainer® es por lo tanto especialmente adecuado para una introducción a la tecnología de PLC y al accionamiento de pequeñas aplicaciones con un pequeño número de entradas y salidas digitales.



Fig.: S7 EduTrainer® Start

Ventajas de S7 EduTrainer® Start:

- Ideal para uso didáctico.
- Portátil
- Utiliza interfaces de conexión estándares en los sistemas FESTO Didactic.
- La programación del PLC incluye la mayoría de funciones que utilizan los sistemas industriales tales como operaciones lógicas, conteo, temporizador, etc.

Características de software:

- Paquete de entrenamiento para programación en STEP 7.
- Programa de simulación de circuitos y monitoreo del PLC.

Documentación:

- Fundamentos de STEP 7
- Fundamentos de ET 200S
- Manual de operación de S7 EduTrainer® Start /STEP 7

Características de hardware:

- Alimentación de sobremesa o fuente de alimentación para bastidor de montaje
- Cable adaptador PC /RS232
- Cable adaptador PC /USB
- Unidad de conexión universal, digital (SysLink)
- Cable de datos I/O (SysLink)

Interfaces:

- Puertos de seguridad de 4 mm para conexión directa de componentes desde los equipos de Electroneumática y el equipo de PLC.
- Clavija terminal roscada Phoenix para conexión de sensores y actuadores sin clavijas de 4 mm.
- Puertos SysLink según IEEE 488 cada uno para 8 entradas y salidas para conexión a una caja de simulación, y un puerto de conexión fácil (EasyPort) simulación de procesos o para un proceso.

✓ LOGO! EduTrainer® TP

Un entrenador compacto con tecnología de conexión integrada para conectores de laboratorio de 4 mm. 8 entradas digitales y 4 salidas por relé, facilitan la realización de ejercicios sencillos de electroneumática y permite a principiantes introducirse en el procesamiento de señales lógicas en un minicontrolador.



Fig.: LOGO! EduTrainer® TP

Ventajas de LOGO! EduTrainer® TP

- Panel indicador integrado.
- Panel de control con pulsadores integrado.
- Protección por contraseña.
- Conectores de 4mm estándares.

Características de software:

- LOGO! Software de programación Soft Comfort

Documentación:

- Manual de operación LOGO! EduTrainer® TP

Características de hardware:

- Salidas por relé de máximo 10 A.
- Alimentación de sobremesa o fuente de alimentación para bastidor de montaje
- Cable de programación LOGO!

Para procesamiento digital:

- Unidad de conexión universal digital (SysLink)
- Cable de datos (SysLink)

Para procesamiento analógico:

- Unidad de conexión analógica
- Cable de datos I/O analógico

GUÍAS DE LABORATORIO

INSTRUCCIONES PARA UTILIZAR EL MODULO DE RELES.

1. Antes de utilizar los módulos, el estudiante debe tener los conocimientos teóricos básicos acerca de neumática, y sistemas de control electroneumáticos.
2. Al construir un circuito electroneumático, debe tenerse mucho cuidado, ya que una conexión que provoque cortocircuito podría dañar la fuente y provocar serias interferencias con el PLC.
3. En ningún caso se debe utilizar el módulo para controlar electroválvulas a 110 V. En la actualidad, el equipo de prácticas de laboratorio de electroneumática de la Escuela de Ingeniería Mecánica funciona a 24 V en su totalidad.
4. Los módulos han sido diseñados para configurar circuitos de control para uso didáctico, como herramienta de aprendizaje de los principios de funcionamiento de los circuitos neumáticos y electroneumáticos. Estos circuitos didácticos deben ser alimentados con corriente directa a 24V. Esto es con el objetivo de reducir el peligro de descargas eléctricas severas sobre el personal que realice las prácticas.
5. La fuente de 24 V que acompaña a los módulos, tiene una capacidad máxima de 3.8 A/24V DC, por lo tanto, asegúrese de la carga conectada a la fuente nunca exceda dicha capacidad.
6. Asegúrese de mantener el modulo libre de humedad, suciedad y polvo. No lo opere en condiciones contaminadas por líquidos inflamables, gases o polvo.
7. El área de trabajo debe estar limpia, despejada y bien iluminada. Las mesas desordenadas y con objetos inútiles invitan a que se produzcan accidentes.
8. Nunca utilice el cordón de alimentación eléctrica para llevar los accesorios ni para sacar el enchufe del tomacorriente. Mantenga el cordón alejado del calor, aceite, bordes afilados o piezas en movimiento. Cambie los cordones si están dañados inmediatamente.
9. Desconecte siempre el modulo cuando no se estén utilizando.

10. Los relés están diseñados para su uso industrial, sin embargo, es necesario remover regularmente el polvo acumulado, y asegurarse de que las conexiones eléctricas internas de estén en buen estado. **IMPORTANTE:** el mantenimiento preventivo realizado por personas no autorizadas puede dar lugar a la colocación incorrecta de cables y componentes internos que podrían resultar en mal funcionamiento.
11. Antes de utilizar los módulos, el estudiante debe tener los conocimientos teóricos básicos acerca de neumática, y sistemas de control electroneumáticos.
12. Se debe tomar en cuenta que en la actualidad, el equipo de prácticas de laboratorio de electroneumática de la Escuela de Ingeniería Mecánica funciona a 24 V en su totalidad.
13. Los módulos han sido diseñados para configurar circuitos de control para uso didáctico, como herramienta de aprendizaje de los principios de funcionamiento de los circuitos neumáticos y electroneumáticos. Estos circuitos didácticos deben ser alimentados con corriente directa a 24V. Esto es con el objetivo de reducir el peligro de descargas eléctricas severas sobre el personal que realice las prácticas.
14. La fuente de 24 V que acompaña a los módulos, tiene una capacidad máxima de 3.8 A / 24 V DC, por lo tanto, asegúrese de la carga conectada a la fuente nunca exceda dicha capacidad.

PRACTICA No. 1

Circuito para accionamiento de un cilindro neumático de doble efecto.

- Utilizando cualquiera de dos botones pulsadores, función “OR”

OBJETIVOS:

- Construir un circuito de control de un cilindro que pueda ser activado indistintamente por dos pulsadores.

EQUIPO:

- 1 Banco neumático.
- 1 Módulo didáctico de relés.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de mangueras.
- 1 F.R.L.
- 1 Distribuidor neumático.
- 6 Tapones para distribuidor.
- 1 Juego de cables banana.
- 1 Cilindro de doble efecto.
- 1 Válvula de 5/2 vías, direccional, impulso por solenoide.
- 2 Interruptores de fin de carrera.
- 2 Botones Pulsadores (Push Button) normalmente abiertos.

PLANTEAMIENTO:

Se requiere un circuito de control que active un cilindro de doble efecto al pulsar cualquiera de dos botones pulsadores.

La secuencia deseada es: PB1 → A+ → A-

ó PB2 → A+ → A-

PROCEDIMIENTO:

1. Seleccione los elementos necesarios para la construcción del circuito neumático mostrado en el esquema.
2. Diseñe el circuito de control que realice la secuencia deseada.
3. Construya el circuito de control según la solución previamente diseñada.
4. Energice el banco siguiendo el procedimiento descrito en la guía de laboratorio No. 1.
5. Opere el circuito. Pulse el botón de mando del sistema.
6. Desenergice el sistema siguiendo las instrucciones descritas en la práctica No. 1.

PRACTICA No. 2

Circuito para accionamiento de un cilindro neumático de doble efecto.

- Utilizando al mismo tiempo dos botones pulsadores (función “AND”)

OBJETIVOS:

- Construir un circuito de control de un cilindro que sea activado por dos pulsadores operados simultáneamente.

EQUIPO:

- 1 Banco neumático.
- 1 Módulo didáctico de relés.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de mangueras.
- 1 F.R.L.
- 1 Distribuidor neumático.
- 6 Tapones para distribuidor.
- 1 Juego de cables banana.
- 1 Cilindro de doble efecto.
- 1 Válvula de 5/2 vías, direccional, impulso por solenoide.
- 2 Interruptores de fin de carrera.
- 2 Botones Pulsadores (Push Button) normalmente abiertos.

PLANTEAMIENTO:

Se requiere un circuito de control que active un cilindro de doble efecto al pulsar cualquiera de dos botones pulsadores.

La secuencia deseada es: PB1 y PB2 → A+ → A-

PROCEDIMIENTO:

1. Seleccione los elementos necesarios para la construcción del circuito neumático mostrado en el esquema.

2. Diseñe el circuito de control que realice la secuencia deseada.
3. Construya el circuito de control según la solución previamente diseñada.
4. Energice el banco siguiendo el procedimiento descrito en la guía de laboratorio No. 1.
5. Opere el circuito. Pulse el botón de mando del sistema.
6. Desenergice el sistema siguiendo las instrucciones descritas en la práctica No. 1.

PRACTICA No. 3

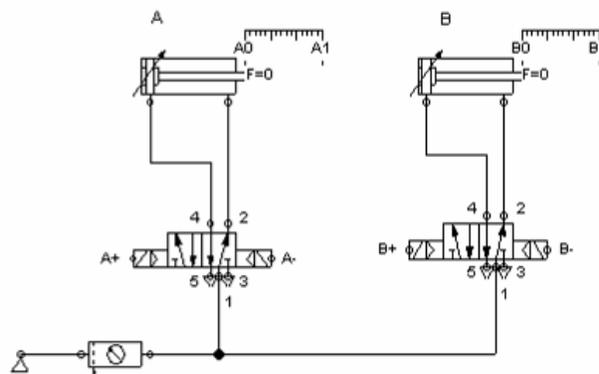
Circuito para accionamiento intermedio de dos cilindros de doble efecto.

OBJETIVOS:

- Analizar el funcionamiento de un circuito que controle de manera dos cilindros neumáticos de doble efecto, en el cual uno de ellos se expande y retrae a mitad del ciclo.
- Construir un circuito de control de dos cilindros neumáticos con accionamiento intermedio de uno de ellos.

EQUIPO:

- 1 Banco neumático.
- 1 Módulo didáctico de relés.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de mangueras.
- 1 F.R.L.
- 1 Distribuidor neumático.
- 6 Tapones para distribuidor.
- 1 Juego de cables banana.
- 2 Cilindros de doble efecto.
- 2 Válvula de 5/2 vías, direccional, impulso por solenoide.
- 4 Rodillos interruptores de fin de carrera.
- 1 Botón Pulsador (Push Button) normalmente abierto.



ESQUEMA NEUMÁTICO

PLANTEAMIENTO:

Se requiere un circuito de control que active dos cilindros de doble efecto en secuencia, al pulsar un botón. Sin embargo, el cilindro B debe expandirse y retraerse antes de que se retraiga el cilindro A.

La secuencia deseada es: PB1 → A+ → B+ → B- → A-

PROCEDIMIENTO:

1. Seleccione los elementos necesarios para la construcción del circuito neumático mostrado en el esquema.
2. Diseñe el circuito de control que realice la secuencia deseada.
3. Construya el circuito de control según la solución previamente diseñada.
4. Energice el banco siguiendo el procedimiento descrito en la guía de laboratorio No. 1.
5. Opere el circuito. Pulse el botón de mando del sistema.
6. Desenergice el sistema siguiendo las instrucciones descritas en la práctica No. 1.

TAREAS Y PREGUNTAS:

1. Construya el diagrama de pasos del circuito.
2. Describa el funcionamiento del circuito de acuerdo con el esquema de distribución.
3. ¿Considera necesario el uso de relés en este circuito?
4. ¿Cómo se debería modificar el circuito, si se desea incluir un segundo pulsador que permita continuar el ciclo después de que el cilindro B se ha expandido?
5. ¿Se puede utilizar en este circuito una válvula tipo 3/2 con retorno por resorte?

ESQUEMA NEUMÁTICO

PLANTEAMIENTO:

Se requiere un circuito de control que active dos cilindros de doble efecto en secuencia, al pulsar un botón. Sin embargo, el cilindro B debe expandirse y retraerse antes de que se retraiga el cilindro A.

La secuencia deseada es: PB1 → A+ → B+ → B- → A-

PROCEDIMIENTO:

1. Seleccione los elementos necesarios para la construcción del circuito neumático mostrado en el esquema.
2. Diseñe el circuito de control que realice la secuencia deseada.
3. Construya el circuito de control según la solución previamente diseñada.
4. Energice el banco siguiendo el procedimiento descrito en la guía de laboratorio No. 1.
5. Opere el circuito. Pulse el botón de mando del sistema.
6. Desenergice el sistema siguiendo las instrucciones descritas en la práctica No. 1.

TAREAS Y PREGUNTAS:

1. Construya el diagrama de pasos del circuito.
2. Describa el funcionamiento del circuito de acuerdo con el esquema de distribución.
3. Comente los cambios necesarios para reemplazar válvulas 5/2 por válvulas 3/2.

PRACTICA No 5

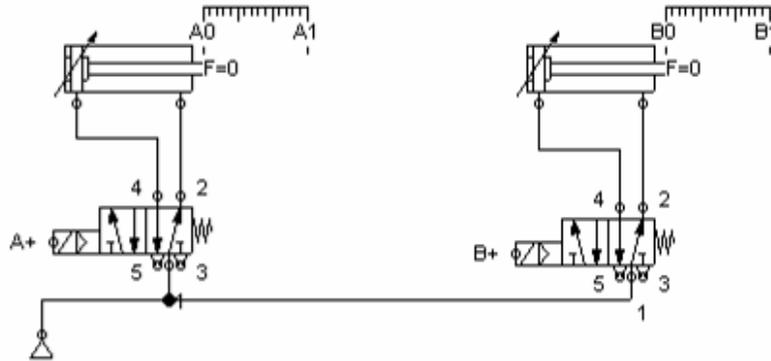
Circuito para ciclo infinito de dos cilindros de doble efecto. Utilizando válvulas 5/2, retorno por resorte.

OBJETIVOS:

- Analizar el funcionamiento de un circuito que realice ciclo infinito con dos cilindros neumáticos de doble efecto, utilizando válvulas 5/2. Debe contar con un botón STOP.

EQUIPO:

- 1 Banco neumático.
- 1 Módulo didáctico de relés.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de mangueras.
- 1 F.R.L.
- 1 Distribuidor neumático.
- 6 Tapones para distribuidor.
- 1 Juego de cables banana.
- 2 Cilindro de doble efecto.
- 2 Válvula de 5/2 vías, direccional, impulso por solenoide.
- 4 Interruptores de fin de carrera.
- 1 Botón Pulsador (Push Button) normalmente abierto.
- 1 Botón Pulsador (Push Button) normalmente cerrado.
-



ESQUEMA NEUMÁTICO

PLANTEAMIENTO:

Se requiere un circuito de control que active dos cilindros de doble efecto en secuencia, y que este ciclo se repita de forma infinita. Cuando se presiona PB2, debe realizarse el último ciclo.

La secuencia deseada es: PB1 → A+ → B+ → B- → A- → A+ → ... PB2

PROCEDIMIENTO:

1. Seleccione los elementos necesarios para la construcción del circuito neumático mostrado en el esquema.
2. Diseñe el circuito de control que realice la secuencia deseada.
3. Construya el circuito de control según la solución previamente diseñada.
4. Energice el banco siguiendo el procedimiento descrito en la guía de laboratorio No. 1.
5. Opere el circuito. Pulse el botón de mando del sistema.
6. Desenergice el sistema siguiendo las instrucciones descritas en la práctica No. 1.

TAREAS Y PREGUNTAS:

1. Construya el diagrama de pasos del circuito.
2. Comente sobre la manera más eficiente de realizar un ciclo infinito con válvulas 3/2.

3. Describa el funcionamiento del circuito de acuerdo con el esquema de distribución.
4. ¿Se puede utilizar en este circuito un cilindro de simple efecto?

PRACTICA No. 6

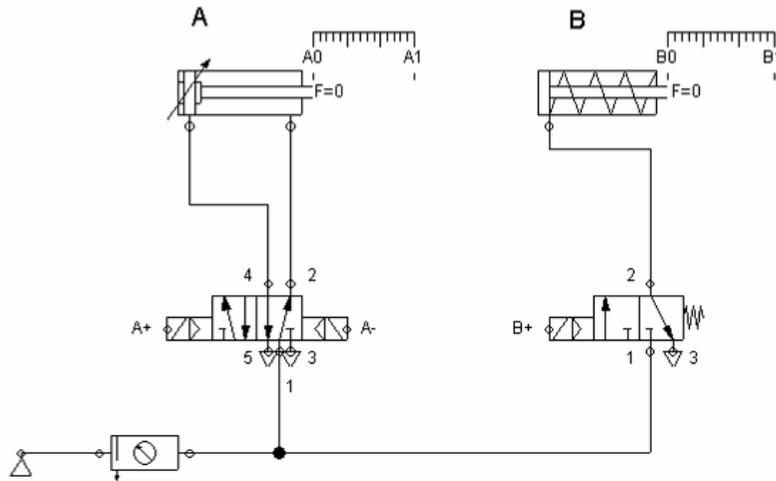
Circuito para accionamiento de un cilindro de doble efecto con accionamiento intermedio de un cilindro de simple efecto.

OBJETIVOS:

- Construir y operar un circuito de control de un cilindro de doble efecto, con accionamiento intermedio de un cilindro de simple efecto, utilizando una válvula 3 vías y 2 posiciones.

EQUIPO:

- 1 Banco neumático.
- 1 Módulo didáctico de relés.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de mangueras.
- 1 F.R.L.
- 1 Distribuidor neumático.
- 6 Tapones para distribuidor.
- 1 Juego de cables banana.
- 1 Cilindro de doble efecto.
- 1 Cilindro de simple efecto
- 1 Válvula de 5/2 vías, direccional, impulso por solenoide.
- 1 Válvula de 3/vías, solenoide y retorno por resorte.
- 4 Rodillos interruptores de fin de carrera.
- 1 Botón Pulsador (Push Button) normalmente abierto.



ESQUEMA NEUMÁTICO

PLANTEAMIENTO:

Una prensa accionada por un cilindro neumático, sujeta un rollo de papel blanco de 32 Kg, y luego una guillotina pequeña corta la porción de papel extendida. La prensa debe liberar el rollo para que este pueda seguir desenrollándose.

Se requiere un circuito de control que active dos cilindros neumáticos en secuencia, al pulsar un botón. El cilindro de la guillotina, B, debe expandirse y retraerse antes de que se retraiga el cilindro de la prensa, A. El cilindro B es un cilindro con retorno por resorte, y se utiliza una válvula 3/2 con retorno por resorte.

La secuencia deseada es: PB1 → A+ → B+ → B- → A-

PROCEDIMIENTO:

1. Seleccione los elementos necesarios para la construcción del circuito neumático mostrado en el esquema.
2. Diseñe el circuito de control que realice la secuencia deseada.
3. Construya el circuito de control según la solución previamente diseñada.
4. Energice el banco siguiendo el procedimiento descrito en la guía de laboratorio No. 1.
5. Opere el circuito.
 - a. Pulse el botón de mando del sistema.

- b. Haga una segunda prueba, manteniendo presionado el pulsador de mando.
6. Desenergice el sistema siguiendo las instrucciones descritas en la práctica No. 1.

TAREAS Y PREGUNTAS:

1. Construya el diagrama de pasos del circuito.
2. Describa el funcionamiento del circuito de acuerdo con el esquema de distribución.
3. Comente las ventajas y desventajas de sustituir un circuito con un cilindro de doble efecto, con uno de simple efecto.
4. ¿Por qué se vuelve apropiado utilizar una válvula 3/2, retorno por resorte?
5. ¿Cómo se puede disminuir la velocidad de retracción de un cilindro de retorno por resorte?
6. ¿Cuál es la ventaja de analizar el funcionamiento del circuito utilizando un programa informático de simulación de circuitos neumáticos?

PRACTICA No. 7

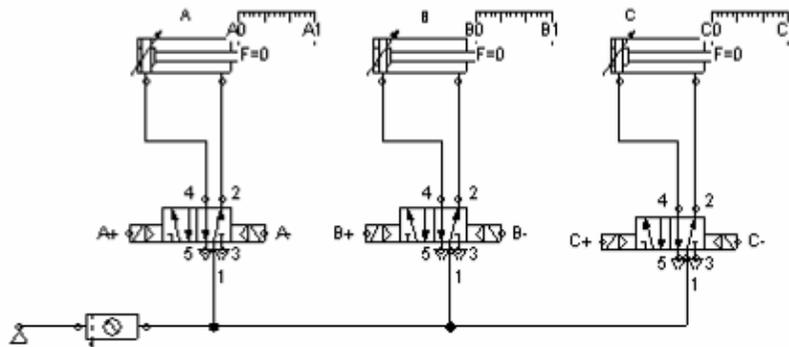
Circuito para operar 3 cilindros de doble efecto, con accionamiento secuencial.

OBJETIVOS:

- Desarrollar la capacidad de construir y operar un circuito que controle de manera secuencial tres cilindros neumáticos de doble efecto.

EQUIPO:

- 1 Banco neumático.
- 1 Módulo didáctico de relés.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de mangueras.
- 1 F.R.L.
- 1 Distribuidor neumático.
- 6 Tapones para distribuidor.
- 1 Juego de cables banana.
- 2 Cilindros de doble efecto.
- 3 Válvula de 5/2 vías, direccional, impulso por solenoide.
- 4 Rodillos interruptores de fin de carrera.
- 2 Contactos tipo REED.
- 1 Botón Pulsador (Push Button) normalmente abierto.



ESQUEMA NEUMÁTICO

PLANTEAMIENTO:

Se requiere un circuito electroneumático que controle tres cilindros de doble efecto en secuencia.

La secuencia deseada es:

PB1 → A+ → B+ → B- → C+ → C- → A-

PROCEDIMIENTO:

1. Seleccione los elementos necesarios para la construcción del circuito neumático mostrado en el esquema.
2. Diseñe el circuito de control que realice la secuencia deseada.
3. Construya el circuito de control según la solución previamente diseñada.
4. Energice el banco siguiendo el procedimiento descrito en la guía de laboratorio No. 1.
5. Opere el circuito.
 - a. Inicialice un ciclo pulsando el botón de mando.
6. Desenergice el sistema siguiendo las instrucciones descritas en la práctica No. 1.

TAREAS Y PREGUNTAS:

1. Construya el diagrama de pasos del circuito.
2. Describa el funcionamiento del circuito de acuerdo con el esquema de distribución.
3. Modifique el circuito de manera que exista un ciclo continuo, el cual se interrumpe al pulsar un segundo botón.
4. Modifique la secuencia, de manera que el cilindro C, se extienda justo antes de que se retraiga B.
5. Realice de nuevo una modificación a la secuencia, para que los cilindros B y C se retraigan simultáneamente.

PRACTICA No. 8

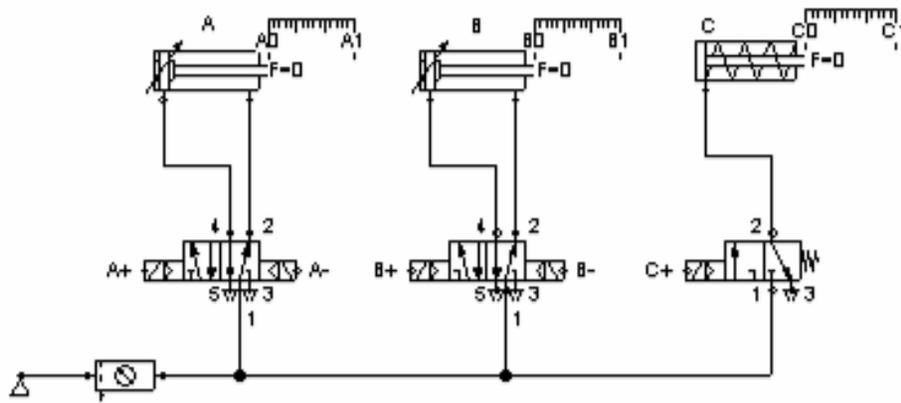
Variación de la práctica No. 7, utilizando dos cilindros de doble efecto y uno de simple efecto. Incluir un botón pulsador para paro de emergencia (RESET)

OBJETIVOS:

- Desarrollar la capacidad de operar cilindros neumáticos de simple efecto, con retorno por resorte.
- Diseñar una solución que incluya un paro de emergencia que vuelva todos los cilindros a su posición original.
- Construir un circuito de control de tres cilindros neumáticos con accionamiento secuencial.

EQUIPO:

- 1 Banco neumático.
- 1 Módulo didáctico de relés.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de mangueras.
- 1 F.R.L.
- 1 Distribuidor neumático.
- 6 Tapones para distribuidor.
- 1 Juego de cables banana.
- 2 Cilindros de doble efecto.
- 1 Cilindro de simple efecto, retorno por resorte.
- 2 Válvula de 5/2 vías, direccional, impulso por solenoide.
- 1 Válvula de 3/2 vías, retorno por resorte.
- 2 Pulsadores (Push button) normalmente abiertos.
- 6 Rodillos interruptores de fin de carrera.



ESQUEMA DE DISTRIBUCION

PLANTEAMIENTO:

Se requiere un circuito de control que active tres cilindros en secuencia, al pulsar un botón. Uno de los cilindros es de simple efecto.

La secuencia deseada es:

PB1 → A+ → B+ → B- → C+ → C- → A-

PROCEDIMIENTO:

1. Seleccione los elementos necesarios para la construcción del circuito neumático mostrado en el esquema.
2. Diseñe el circuito de control que realice la secuencia deseada.
3. Construya el circuito de control según la solución previamente diseñada.
4. Energice el banco siguiendo el procedimiento descrito en la guía de laboratorio No. 1.
5. Opere el circuito. Pulse el botón de mando del sistema.
6. Observe el comportamiento del sistema y evalúe posibles errores en la configuración del circuito.
7. Desenergice el sistema siguiendo las instrucciones descritas en la práctica No. 1.

TAREAS Y PREGUNTAS:

1. Construya el diagrama de pasos del circuito.
2. Describa el funcionamiento del circuito de acuerdo con el esquema de distribución.
3. ¿En que consiste un paro de emergencia, y porqué es importante?
4. Comente sobre si es posible, con el equipo utilizado en esta práctica, instalar un paro de emergencia que mantenga los cilindros exactamente en la posición que estaban al presionar el botón de paro de emergencia.
5. ¿Cómo se debería modificar el circuito, si se desea incluir un segundo pulsador que permita continuar el ciclo después de que el cilindro A se ha expandido?

PRACTICA No. 9

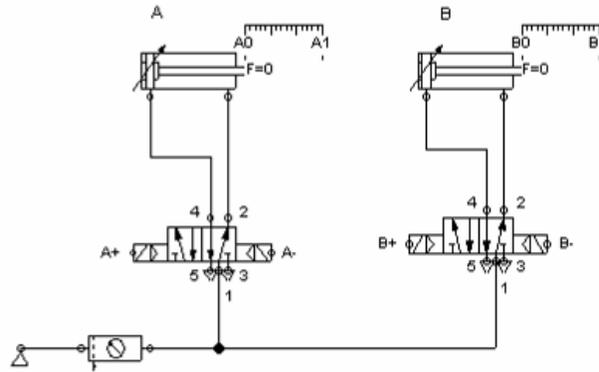
Circuito de accionamiento intermedio de dos cilindros de doble efecto, con temporizador.

OBJETIVOS:

- Conocer el funcionamiento de un circuito que controle de manera secuencial dos cilindros neumáticos de doble efecto, utilizando un temporizador intermedio.
- Construir un circuito de control de dos cilindros neumáticos con temporizador.

EQUIPO:

- 1 Banco neumático.
- 1 Módulo didáctico de relés, con temporizador (timer)
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de mangueras.
- 1 F.R.L.
- 1 Distribuidor neumático.
- 6 Tapones para distribuidor.
- 1 Juego de cables banana.
- 2 Cilindros de doble efecto.
- 2 Válvula de 5/2 vías, direccional, impulso por solenoide.
- 4 Rodillos interruptores de fin de carrera.
- 2 Botones Pulsadores (Push Button) normalmente abiertos.



ESQUEMA DE DISTRIBUCION

PLANTEAMIENTO:

Se requiere un circuito de control que active dos cilindros neumáticos en secuencia, al pulsar un botón. Debe haber una pausa de 10 segundos después de que el cilindro B se ha expandido. Cuando este cilindro se retrae, debe pulsarse un segundo botón para continuar el ciclo con la retracción de A.

La secuencia deseada es:

PB1 → A+ → B+ ... 10 seg ... → B- ... PB2 ... → A-

PROCEDIMIENTO:

1. Seleccione los elementos necesarios para la construcción del circuito neumático mostrado en el esquema.
2. Diseñe el circuito de control que realice la secuencia deseada.
3. Construya el circuito de control según la solución previamente diseñada.
4. Energice el banco siguiendo el procedimiento descrito en la guía de laboratorio No. 1.
5. Recuerde programar el temporizador según la pausa de tiempo que se desee.
6. Opere el circuito.
 - a. Pulse el botón de mando del sistema.
 - b. Espere el tiempo de retardo del temporizador.

- c. Continúe el ciclo pulsando el segundo botón de mando.
7. Desenergice el sistema siguiendo las instrucciones descritas en la práctica No. 1.

TAREAS Y PREGUNTAS:

1. Construya el diagrama de pasos del circuito.
2. Describa el funcionamiento del circuito de acuerdo con el esquema de distribución.
3. Familiarícese con el uso del relé temporizador (timer), para programar el tiempo de retardo a la conexión.
4. ¿Qué otras aplicaciones necesitan un timer?
5. Haga otra solución del circuito en la que el segundo botón pulsador deba presionarse para que el cilindro B se extienda.

PRACTICA No. 10

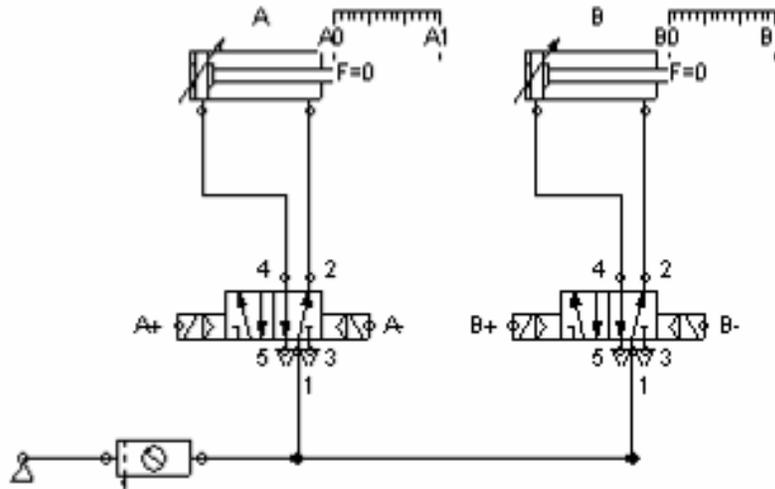
Circuito para ciclo infinito de accionamiento secuencial de dos cilindros de doble efecto.

OBJETIVOS:

- Construir y operar un circuito de control de dos cilindros de doble efecto, que realice un ciclo infinito.

EQUIPO:

- 1 Banco neumático.
- 1 Módulo didáctico de relés.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de mangueras.
- 1 F.R.L.
- 1 Distribuidor neumático.
- 6 Tapones para distribuidor.
- 1 Juego de cables banana.
- 2 Cilindros de doble efecto.
- 1 Válvula de 5/2 vías, direccional, impulso por solenoide.
- 4 Rodillos interruptores de fin de carrera.
- 1 Botón Pulsador (Push Button) normalmente abierto.
- 1 Botón Pulsador (Push Button) normalmente cerrado.



ESQUEMA DE DISTRIBUCION

PLANTEAMIENTO:

Se requiere un circuito de control que active dos cilindros neumáticos en secuencia, al pulsar un botón. El ciclo debe ser infinito, hasta que se interrumpa por el accionamiento de un segundo pulsador, que permita terminar el ciclo.

La secuencia deseada es:

PB1 → A+ → B+ → B- → A- ... → PB2

PROCEDIMIENTO:

1. Seleccione los elementos necesarios para la construcción del circuito neumático mostrado en el esquema.
2. Diseñe el circuito de control que realice la secuencia deseada.
3. Construya el circuito de control según la solución previamente diseñada.
4. Energice el banco siguiendo el procedimiento descrito en la guía de laboratorio No. 1.
5. Opere el circuito.
 - a. Pulse el botón de mando del sistema.
 - b. Termine el ciclo infinito pulsando el segundo botón.

6. Desenergice el sistema siguiendo las instrucciones descritas en la práctica No. 1.

TAREAS Y PREGUNTAS:

1. Construya el diagrama de pasos del circuito.
2. Describa el funcionamiento del circuito de acuerdo con el esquema de distribución.
3. ¿En que casos es útil realizar un ciclo infinito?
4. ¿Cómo se puede instalar un paro de emergencia en este circuito, que vuelva los cilindros a su posición original sin terminar el último ciclo?
5. ¿Cómo se puede aumentar el tiempo en el que se realiza el ciclo?

INSTRUCCIONES PARA UTILIZAR EL MODULO DE PLC.

15. Antes de utilizar el modulo de PLC, el estudiante debe tener los conocimientos básicos acerca de neumática, sistemas de control electroneumáticos y programación de Controladores Logicos Programables.
16. Al construir un circuito electroneumático, debe tenerse mucho cuidado, ya que una conexión que provoque cortocircuito podría dañar la fuente y provocar serias interferencias con el PLC.
17. En ningún caso se debe utilizar el módulo para controlar electroválvulas a 110 V. En la actualidad, el equipo de prácticas de laboratorio de electroneumática de la Escuela de Ingeniería Mecánica funciona a 24 V en su totalidad.
18. Los módulos han sido diseñados para configurar circuitos de control para uso didáctico, como herramienta de aprendizaje de los principios de funcionamiento de los circuitos neumáticos y electroneumáticos. Estos circuitos didácticos deben ser alimentados con corriente directa a 24V. Esto es con el objetivo de reducir el peligro de descargas eléctricas severas sobre el personal que realice las prácticas.
19. La fuente de 24 V externa al modulo de PLC, tiene una capacidad máxima de 3.8 A/24V DC, por lo tanto, asegúrese de la carga conectada a la fuente nunca exceda dicha capacidad.
20. El PLC S7 200 CPU 222, AC/DC/RLY trae una fuente interna de 24V. Se han diseñado los módulos de tal manera que no necesitan corriente de esta fuente. Esta fuente interna nunca debe ser conectada en paralelo con la fuente que acompaña a los módulos, ya que ambas fuentes tratarán de establecer su propio nivel de tensión, resultando en mal funcionamiento o daño de una o ambas fuentes (para más detalles al respecto, véanse los diagramas eléctricos de los módulos en ANEXOS, y las páginas 20 y 21 del manual de usuario del PLC S7 200)

21. El área de trabajo debe estar limpia, despejada y bien iluminada. Las mesas desordenadas y con objetos inútiles invitan a que se produzcan accidentes.
22. Asegúrese de mantener el modulo libre de humedad, suciedad y polvo. No opere el modulo en condiciones contaminadas por líquidos inflamables, gases o polvo.
23. Nunca utilice el cordón de alimentación eléctrica para llevar los accesorios ni para sacar el enchufe del tomacorriente. Mantenga el cordón alejado del calor, aceite, bordes afilados o piezas en movimiento. Cambie los cordones si están dañados inmediatamente.
24. Desconecte el modulo de PLC cuando no se esté utilizando.
25. El PLC están diseñados para su uso en la industria, sin embargo, es necesario remover regularmente el polvo acumulado, y asegurarse de que las conexiones eléctricas internas de los módulos estén en buen estado. **IMPORTANTE:** el mantenimiento preventivo realizado por personas no autorizadas puede dar lugar a la colocación incorrecta de cables y componentes internos que podrían resultar en mal funcionamiento.

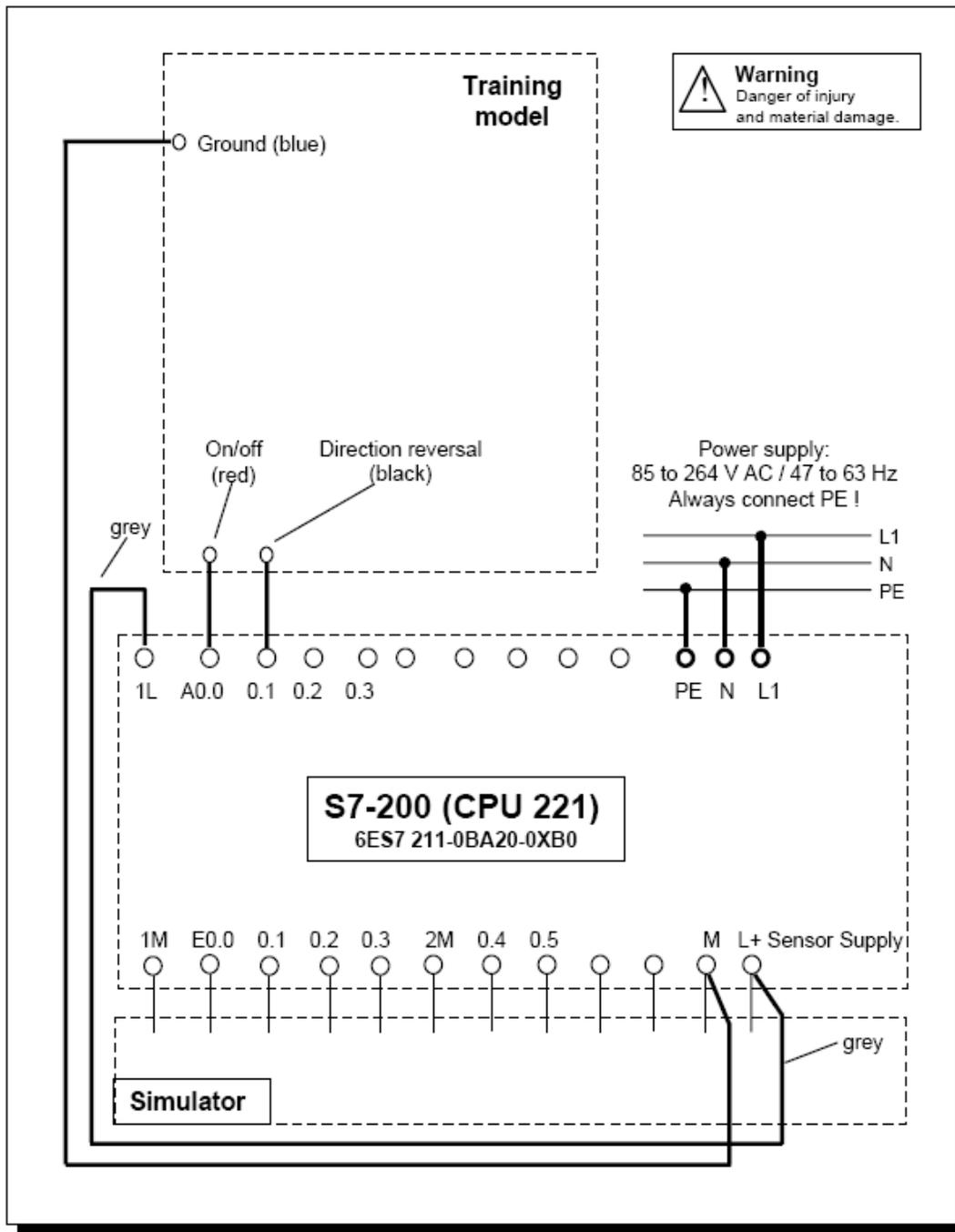
Diagrama de cableado del PLC y el motor DC 24V.

Cable azul: línea de retorno (0V),

Cable rojo: señal de 24V del PLC que alimenta el motor

Cable negro: activa el cambio de polaridad, para invertir el giro del motor.

El cable gris no es necesario conectarlo, ya que los relés de salida del PLC ya están conectados a la fuente externa de 24 V.



PRACTICA No. 1

Circuito de control de encendido/apagado de un motor DC.

OBJETIVOS:

- Diseñar un circuito sencillo para encender/apagar un motor DC utilizando un interruptor.
- Elaborar un programa para PLC S7-200, que realice la función de encendido/apagado de un motor DC.

EQUIPO:

- 1 Módulo didáctico de PLC, que incluya motor DC 24V.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de cables banana.

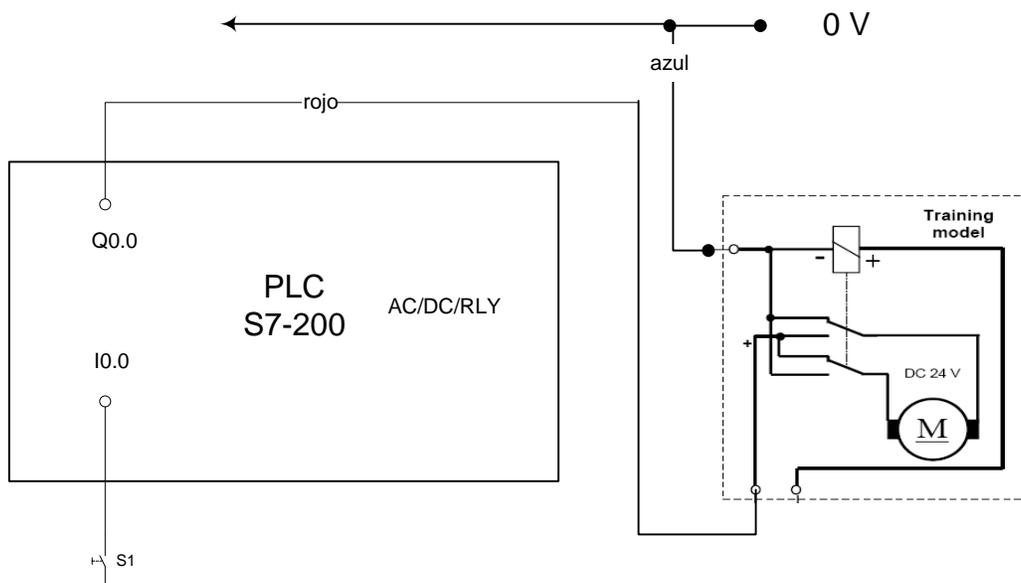


DIAGRAMA DE CONEXIÓN ELECTRICA

PROCEDIMIENTO:

Al activar el interruptor S1, el motor debe comenzar a girar.

Conectar S1 a I0.0

S2 a I0.1

Cable azul a retorno 0V

Cable rojo a Q0.0

ACCION	REACCIONES		
Activar S1	LED I0.0 ilumina	LED Q0.0 ilumina	Motor gira

PRACTICA No. 2

Circuito de control de encendido/apagado de un motor DC utilizando cualquiera de dos interruptores (función “OR”)

OBJETIVOS:

- Elaborar un programa para PLC S7-200, para encender/apagar un motor DC utilizando dos interruptores de manera alternativa.

EQUIPO:

- 1 Módulo didáctico de PLC, que incluya motor DC 24V.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de cables banana.

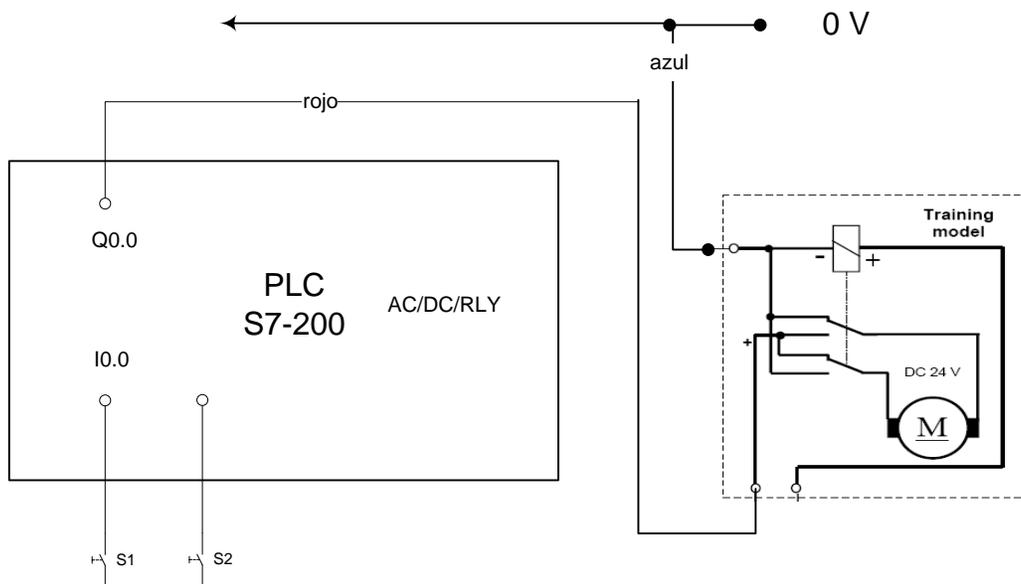


DIAGRAMA DE CONEXIÓN ELECTRICA

PROCEDIMIENTO:

Al activar los interruptores S1 ó S2 el motor debe comenzar a girar.

Conectar S1 a I0.0

S2 a I0.1

Cable azul a retorno 0V

Cable rojo a Q0.0

ACCION	REACCIONES		
Activar S1	LED I0.0 ilumina	LED Q0.0 ilumina	Motor gira
Activar S2	LED I0.1 ilumina	LED Q0.0 ilumina	Motor gira

PRACTICA No. 3

Circuito de control de encendido/apagado de un motor DC utilizando simultáneamente dos interruptores (función “AND”).

Incluir un tercer interruptor que sirva para cambiar el giro del motor.

OBJETIVOS:

- Elaborar un programa para PLC S7-200, para controlar un motor DC utilizando dos interruptores simultáneamente.

EQUIPO:

- 1 Módulo didáctico de PLC, que incluya motor DC 24V.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de cables banana.

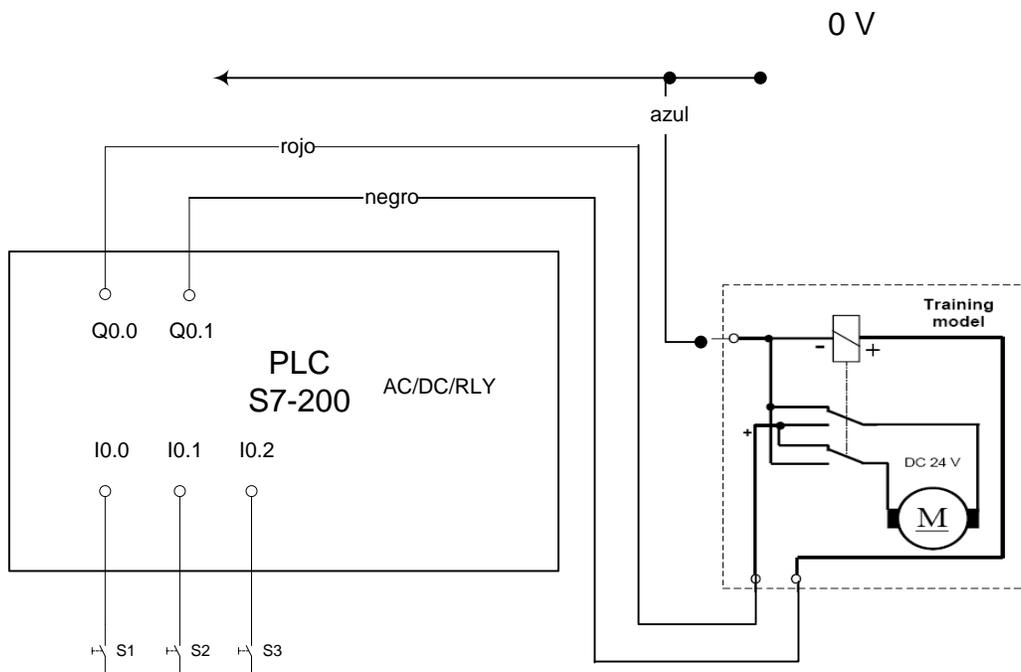


DIAGRAMA DE CONEXIÓN ELECTRICA

PROCEDIMIENTO:

Al activar los interruptores S1 y S2 simultáneamente, el motor debe comenzar a girar. Si se activa también S3, el motor cambia su sentido de giro.

Conectar S1 a I0.0
S2 a I0.1
S3 a I0.2
Cable azul a línea de retorno 0V
Cable rojo a Q0.0
Cable negro a Q0.1

ACCION	REACCIONES		
Activar S1	LED I0.0 ilumina	-	-
Activar S2	LED I0.1 ilumina	-	-
Activar S1 y S2	LEDs I0.0, I0.1 iluminan	LED Q0.0 ilumina	Motor gira
Activar S3	LES I0.2 ilumina	LED Q0.1 ilumina	Cambio de giro

PRACTICA No. 4

Circuito de control de un cilindro de doble efecto utilizando la función “contador”.

OBJETIVOS:

- Elaborar un programa para PLC S7-200, que extienda y retraiga un cilindro de doble efecto tres veces.

EQUIPO:

- 1 Módulo didáctico de PLC, que incluya motor DC 24V.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de cables banana.
- 1 Juego de mangueras.
- 1 F.R.L.
- 1 Distribuidor neumático.
- 6 Tapones para distribuidor.
- 1 Cilindro de doble efecto
- 2 Contactos detectores de fin de carrera.

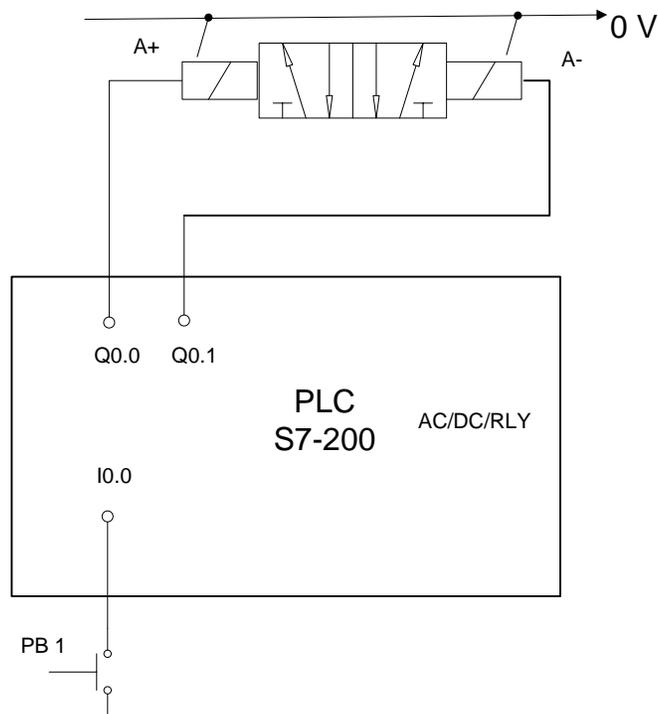


DIAGRAMA DE CONEXIÓN ELECTRICA

PROCEDIMIENTO:

Al pulsar PB1, el cilindro A debe expandirse y retraerse 3 veces.

Conectar PB1 a I0.0

Q0.0 a solenoide que activa la expansión de A (A+)

Q0.1 a solenoide que activa la retracción de A (A-)

ACCION	REACCIONES
Activar PB1	A+ A- (3 veces)

PRACTICA No. 5

Circuito de control de dos cilindros de doble efecto utilizando la función “temporizador”.

OBJETIVOS:

- Elaborar un programa para PLC S7-200, para controlar dos cilindros de doble efecto, con un retardo intermedio de 5 segundos.

EQUIPO:

- 1 Módulo didáctico de PLC, que incluya motor DC 24V.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de cables banana.
- 1 Juego de mangueras.
- 1 F.R.L.
- 1 Distribuidor neumático.
- 6 Tapones para distribuidor.
- 2 Cilindros de doble efecto
- 4 Contactos detectores de fin de carrera.

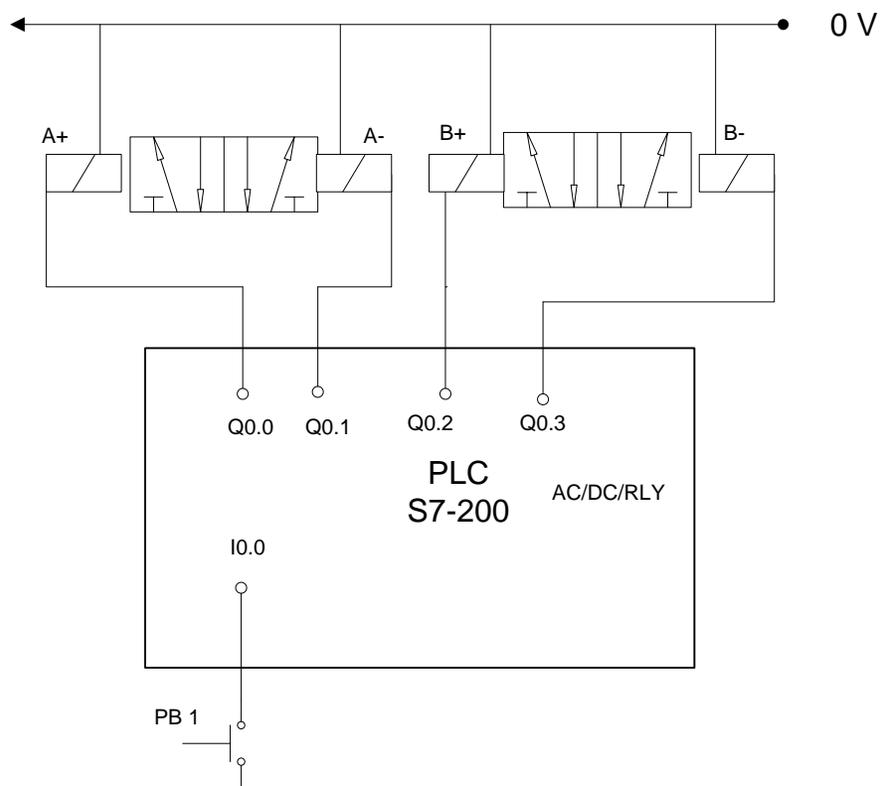


DIAGRAMA DE CONEXIÓN ELECTRICA

PROCEDIMIENTO:

Al pulsar PB1, el cilindro A debe expandirse y retraerse, y luego de 5 segundos, el cilindro B debe efectuar el mismo ciclo.

- Conectar
- PB1 a I0.0
 - Q0.0 a solenoide que activa A+.
 - Q0.1 a solenoide que activa A-.
 - Q0.2 a solenoide que activa B+.
 - Q0.3 a solenoide que activa B-.

ACCION	REACCIONES	
Activar PB1	LED I0.0 ilumina	A+ A-, (5 segundos), B+ B-

PRACTICA No. 6

Circuito de control de un cilindro de doble efecto y de un cilindro de simple efecto.

OBJETIVOS:

- Elaborar un programa para PLC S7-200, para controlar un cilindro de doble efecto y uno de simple efecto con un boton de inicio de secuencia.

EQUIPO:

- 1 Módulo didáctico de PLC.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de cables banana.
- 1 Juego de mangueras.
- 1 F.R.L.
- 1 Distribuidor neumático.
- 6 Tapones para distribuidor.
- 1 Cilindro de doble efecto
- 1 Cilindro de simple efecto
- 4 Contactos detectores de fin de carrera.

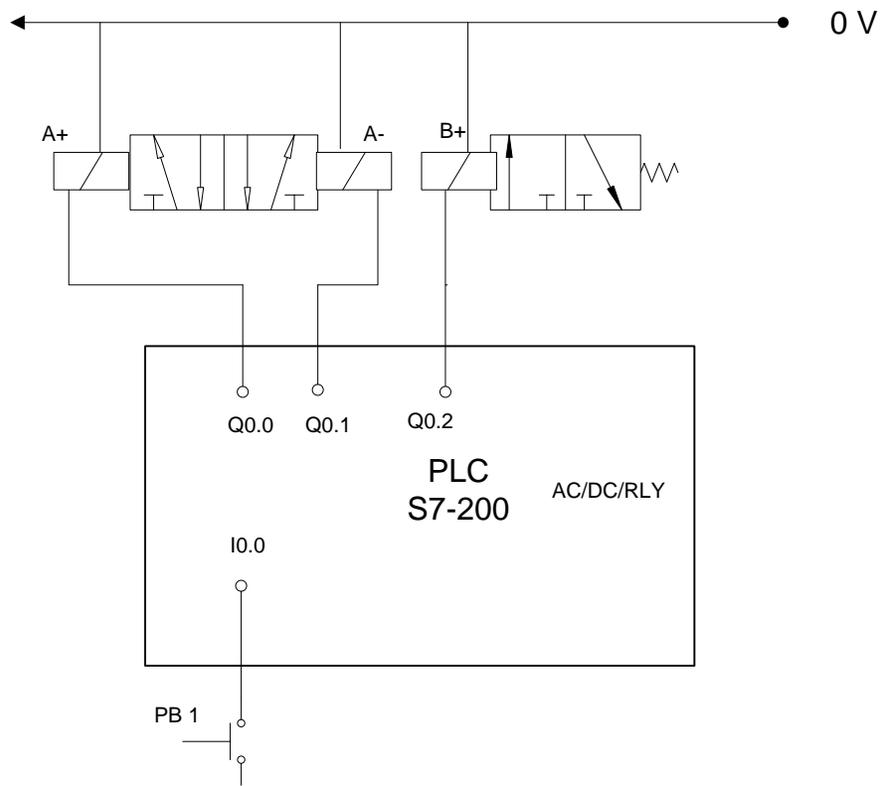


DIAGRAMA DE CONEXIÓN ELECTRICA

PROCEDIMIENTO:

- Conectar PB1 a I0.0
- Q0.0 a solenoide que activa A+.
- Q0.1 a solenoide que activa A-.
- Q0.2 a solenoide que activa B+.

ACCION	REACCIONES	
Activar PB1	LED I0.0 ilumina	A+ B+ B- A-

PRACTICA No. 7

Circuito de control de tres cilindros de doble efecto.

OBJETIVOS:

- Elaborar un programa para PLC S7-200, para que realice un ciclo completo con tres cilindros de doble efecto, pulsando un interruptor.

EQUIPO:

- 1 Módulo didáctico de PLC.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de cables banana.
- 1 Juego de mangueras.
- 1 F.R.L.
- 1 Distribuidor neumático.
- 6 Tapones para distribuidor.
- 3 Cilindro de doble efecto
- 6 Contactos detectores de fin de carrera.

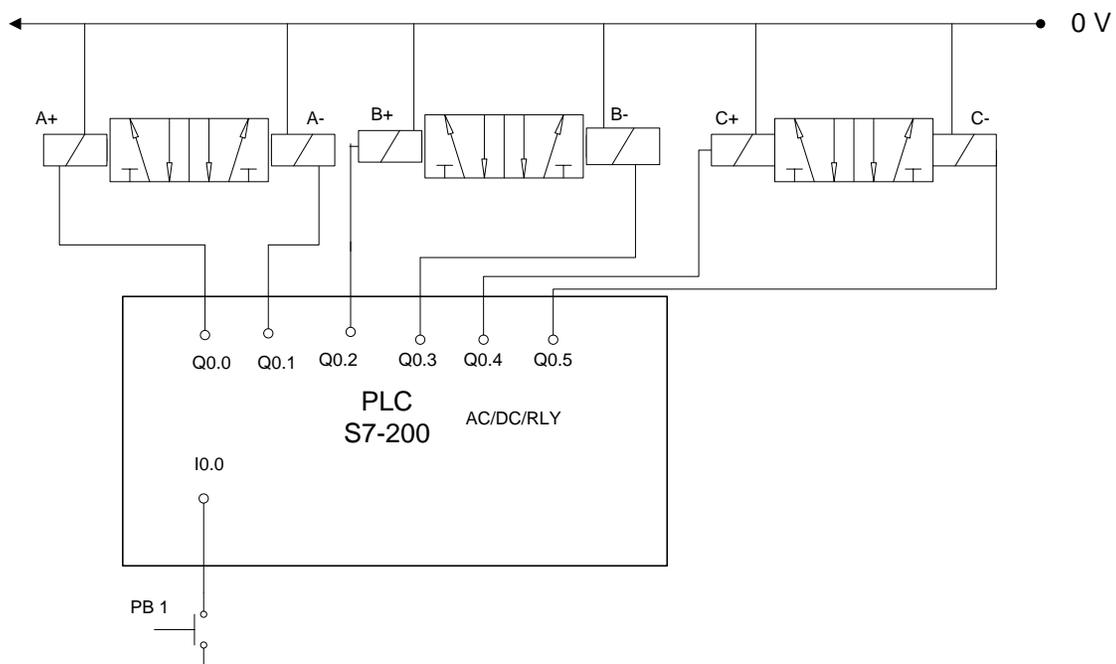


DIAGRAMA DE CONEXIÓN ELECTRICA

PROCEDIMIENTO:

- Conectar PB1 a I0.0
Q0.0 a solenoide que activa A+.
Q0.1 a solenoide que activa A-.
Q0.2 a solenoide que activa B+.
Q0.3 a solenoide que activa B-.
Q0.4 a solenoide que activa C+.
Q0.5 a solenoide que activa C-.

ACCION	REACCIONES	
Activar PB1	LED I0.0 ilumina	A+ B+ C+ B- A- C-

PRACTICA No. 8

Circuito de control de tres cilindros de doble efecto con RESET.

OBJETIVOS:

- Elaborar un programa para PLC S7-200, para que realice un ciclo completo con tres cilindros de doble efecto, pulsando un interruptor. El circuito debe poseer un segundo interruptor que funcione como RESET.

EQUIPO:

- 1 Módulo didáctico de PLC.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de cables banana.
- 1 Juego de mangueras.
- 1 F.R.L.
- 1 Distribuidor neumático.
- 6 Tapones para distribuidor.
- 3 Cilindros neumáticos de doble efecto.
- 6 Contactos detectores de fin de carrera.

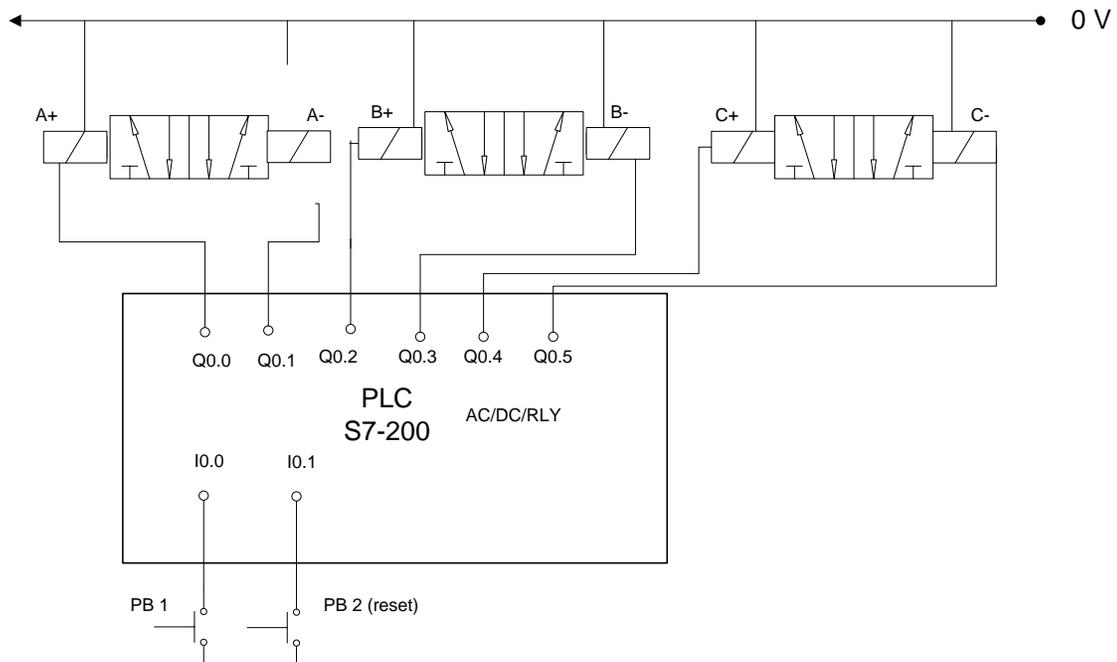


DIAGRAMA DE CONEXIÓN ELECTRICA

PROCEDIMIENTO:

Al pulsar PB1 se debe realizar la siguiente secuencia A+ B+ C+ B- A- C-. Debe existir un paro de emergencia (RESET)

- Conectar PB1 a I0.0
- PB2 a I0.1
- Q0.0 a solenoide que activa A+.
- Q0.1 a solenoide que activa A-.
- Q0.2 a solenoide que activa B+.
- Q0.3 a solenoide que activa B-.
- Q0.4 a solenoide que activa C+.
- Q0.5 a solenoide que activa C-.

ACCION	REACCIONES	
Activar PB1	LED I0.0 ilumina	A+ B+ C+ B- A- C-
Activar paro PB2	LED I0.1 ilumina	A- B- C-

PRACTICA No. 9

Circuito de encendido de un motor DC, utilizando la función “temporizador” para realizar un ciclo automático que incluya un cambio de giro.

OBJETIVOS:

- Conocer el uso de los temporizadores al programar un PLC S7-200.

EQUIPO:

- 1 Módulo didáctico de PLC, que incluya motor DC 24V.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de cables banana.

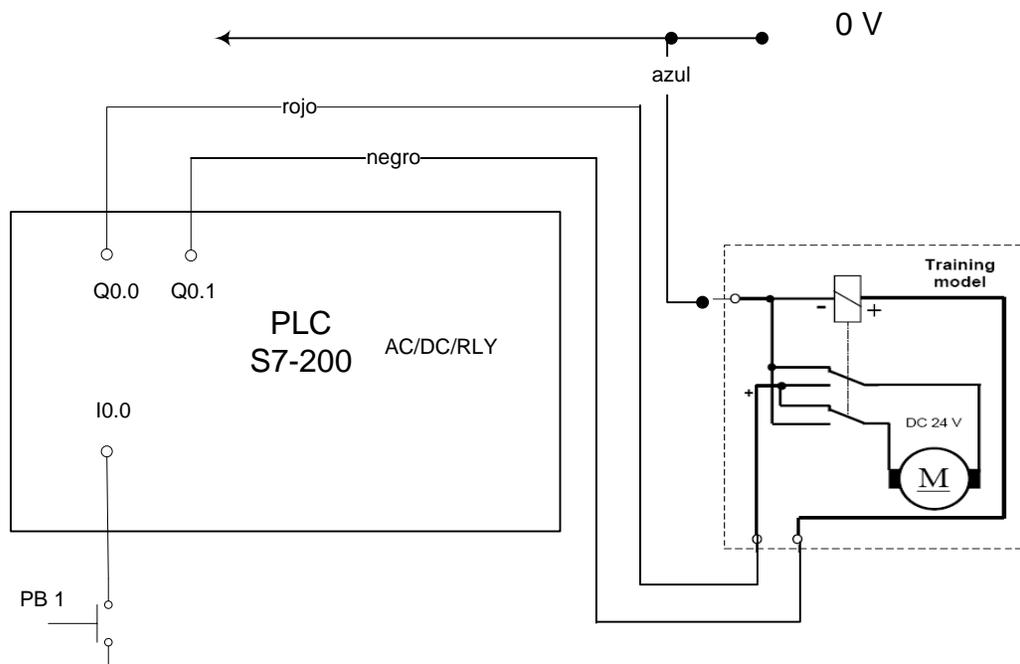


DIAGRAMA DE CONEXIÓN ELECTRICA

PROCEDIMIENTO:

El motor DC de una banda transportadora se enciende con un pulsador PB1, trabaja por 18 segundos, luego debe cambiar su sentido de giro, y 5 segundos después, se detiene.

Conectar PB1 a I0.0
Cable azul a línea de retorno 0V
Cable rojo a Q0.0
Cable negro a Q0.1

ACCION	REACCIONES	
Pulsar PB1	LED I0.0 ilumina	M+, 18 seg, Cambio de giro, 5 seg, M-

PRACTICA No. 10

Circuito de control de un motor DC, y un cilindro de doble efecto.

OBJETIVOS:

- Conocer el uso de los temporizadores al programar un PLC S7-200.

EQUIPO:

- 1 Módulo didáctico de PLC, que incluya motor DC 24V.
- 1 Fuente de 24 V.
- 1 Juego de cables banana.

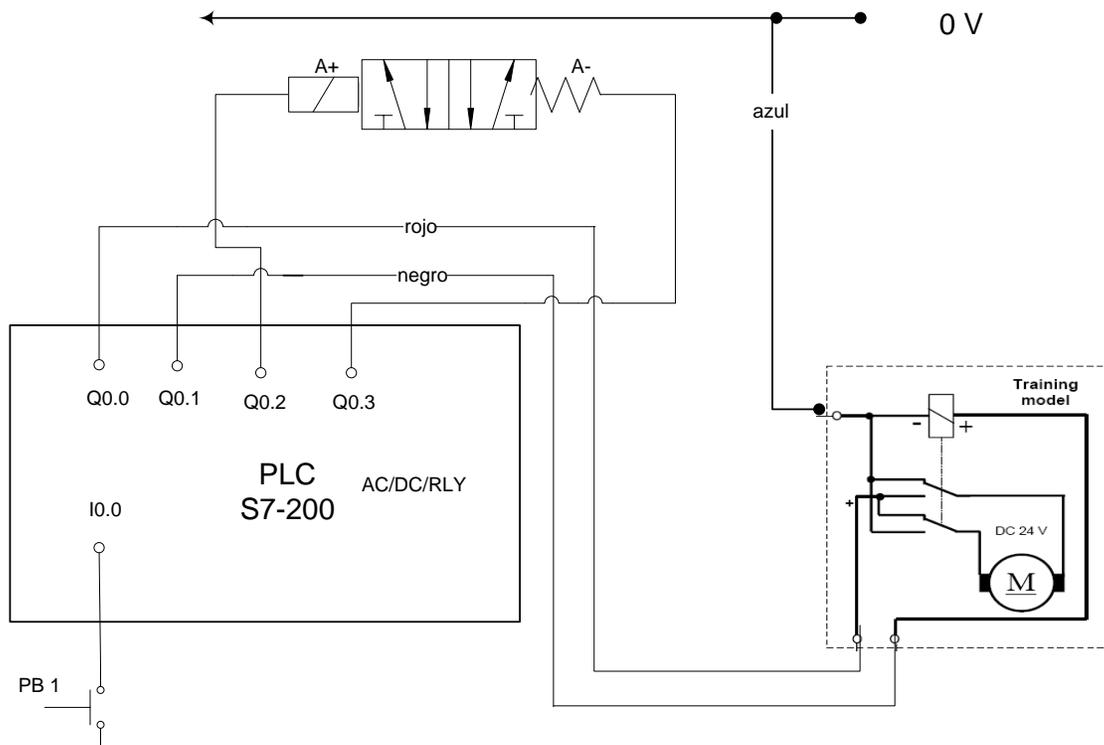


DIAGRAMA DE CONEXIÓN ELECTRICA

PROCEDIMIENTO:

El pulsador PB1 controla el ciclo de un taladro que se encuentra sostenido por un cilindro neumático. Al pulsar PB1, se debe encender el taladro, y extender el cilindro que sostiene el motor. Luego de 10 segundos el taladro debe cambiar de giro y debe retraerse el cilindro. El taladro debe dejar de girar luego de 7 segundos.

Conectar PB1 a I0.0
Cable azul a línea de retorno 0V
Cable rojo a Q0.0
Cable negro a Q0.1
Q0.2 a solenoide que activa A+

ACCION	REACCIONES	
Pulsar PB1	LED I0.0 ilumina	Inicio: M+ y A+, +10 seg: Cambio de giro y A-, +7 seg: M-

