



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

ARAGÓN

“PROYECTOS DE AUTOMATIZACION Y CONTROL”

(Puerta Automática, Escalera Eléctrica y Portón Corredizo)

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

ÁREA: INGENIERÍA MECÁNICA

PRESENTA:

ALEJANDRO ORTIZ NICOLÁS

DIRECTOR DE TESIS:

ING. DÁMASO VELÁZQUEZ VELÁZQUEZ

MÉXICO

2008



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CONTENIDO		
Agradecimientos		
Dedicatorias		
Introducción		
		Página
AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL	CAPITULO I	1
1.1 Breve Historia de la Automatización y Control		
1.2 La Automatización y Control		
CONTROL ELÉCTRICO	CAPITULO II	11
2.1 Automatismos Eléctricos		
2.2 Elementos Eléctricos y Simbología		
2.3 Relés y Contactores con Simbología		
2.4 Arranque de un Motor Eléctrico		
2.5 Protección de Motores eléctricos		
2.6 Normalización, Distintivos de Protección de Maquinas Eléctricas		
2.7 Sistemas de Detección		
2.8 Sistemas de Medición		
2.9 Sistemas de Control		
2.10 Código de Colores para Tuberías		
2.11 Normas Eléctricas		
NEUMÁTICA	CAPITULO III	33
3.1 Simbología Neumática		
3.2 Aparatos Neumáticos con Simbología		
3.3 Cilindros o Actuadores Neumáticos		
3.4 Distribuidores o Válvulas Neumáticas		
3.5 Fluidos Neumáticos		
3.6 Calculo de Tuberías para Circuitos Neumáticos		
3.7 Compresores de Aire.		
HIDRÁULICA	CAPITULO IV	54
4.1 Simbología Hidráulica		
4.1.1 Distribuidores o Válvulas Hidráulicas		
4.1.2 Centrales Hidráulicas		
4.1.3 Bombas Hidráulicas		
4.1.4 Caudal en las Tuberías		
4.2 Física Aplicada a la Hidráulica		
4.2.1 Física aplicada a Fluidos		
4.2.2 Viscosidad		
4.2.3 Medición de Densidades en los líquidos		

- 4.2.4 Ph del Agua
- 4.3 Transporte y Manipulación de Fluidos
 - 4.3.1 Simbología de Tuberías
 - 4.3.2 Clases de Tuberías
 - 4.3.3 Diámetro de tuberías
 - 4.3.4 Elementos de Anclaje y Fijación
 - 4.3.5 Rosca Iso para Tubos

	CAPITULO V	79
PLC'S		
5.1 Antecedentes históricos		
5.2 Características Principales		
5.3 Principios de Operación		
5.4 Áreas de Aplicación		
5.5 Programación		

	CAPITULO VI	99
PROYECTOS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL		
6.1 Breve introducción al programa Automation Studio 5.0		
6.2 Puerta automática para entrada y salida de clientes		
6.3 Escalera eléctrica de subida		
6.4 Portón corredizo para la entrada y salida de automóviles		
6.5 Breve introducción al programa Zelio-Soft		
6.6 Puerta automática para entrada y salida de clientes		
6.7 Escalera eléctrica de subida		
6.8 Portón corredizo para la entrada y salida de automóviles		
Conclusión		
Bibliografía		

Introducción

El presente trabajo forma parte de una extensa investigación acerca de la automatización y control en especial del PLC.

Esta tesis tiene como objetivo controlar y automatizar una puerta automática para la entrada y salida de clientes, un portón corredizo para la entrada y salida de vehículos y una escalera eléctrica de subida

La razón por la cual elijo realizar esta tesis es debido a la importancia que ha tomado el papel de la automatización y control en las últimas tres décadas en México, así como el interés que tengo sobre esta rama de la ingeniería y poner en práctica lo aprendido durante mi estancia en esta institución.

El documento está estructurado por seis capítulos (Automatización y Control, Control Eléctrico, Neumática, Hidráulica, PLC's y Proyectos de Automatización y Control).

En lo que se refiere al capítulo I, se puede explicar que a lo largo de la historia de la automatización y control esta a experimentado profundos cambios, desde la aparición de las primeras maquinas que producían un movimiento, hasta los modernos PLC's que hoy en día controlan grandes, complicados y sorprendentes procesos industriales de automatización y control en todo mundo.

Con el estudio del control eléctrico (Capitulo II) que forma parte de esta tesis sabemos que está totalmente ligado a la automatización, ya que con él, se pueden realizar tareas como: encender, apagar, abrir, cerrar, regular mecanismos y dispositivos que forman parte de un proceso o están conectados a alguna instalación.

En lo referente a la Neumática que es el tercer capítulo, es de suma importancia conocer los sistemas de control neumático ya que es muy interesante saber el uso que se le da al aire comprimido en estos días para hacer funcionar dispositivos que actualmente tiene un gran uso en los sistemas de producción.

En la Hidráulica (capítulo IV), sabemos que hay una enorme cantidad de dispositivos, que utilizan los sistemas hidráulicos y es muy importante conocer esta rama de la física y la ingeniería.

En el capitulo V se hace referencia al PLC, la General Motor Company fue la primera en utilizarlo en su línea de producción, dándole un gran impulso al utilizarlo como dispositivo de control en sus procesos de producción y debidos a su gran aceptación como dispositivo de control electrónico ha sido introducido en el sector industrial y domestico.

Los PLC's están presentes en todas partes en el hogar, edificios, centros comerciales, en el transporte, control de procesos, visualización de instalaciones, pequeñas, medianas y grandes industrias, en gran medida en el sector productivo etc., los hay de reducidas dimensiones, compacto, modulares, sencillos de usar, de fácil programación, se pueden programar desde una computadora personal y después transferirlo al PLC o por un

programador manual, debe ser universal es decir disponible a las opciones de hardware actuales para que se puedan conectar al PLC (Control Lógico Programable) una gran variedad de dispositivos como sensores, arrancadores para motores eléctricos, pulsadores, contactos, lámparas electroválvulas etc.

Para introducirnos en el fascinante mundo del PLC, es importante comenzar por comprender que hace, en lugar que entender que es, básicamente el PLC está compuesto por los elementos básicos como un CPU, el programa de aplicación que puede estar elaborado en uno de los cinco lenguajes de programación como Ladder, Bloques de Funciones, Graficet, Listado de Instrucciones y texto estructurado que son los más utilizados en la actualidad, entradas y salidas, LEDs indicadores de estado, fuente de alimentación y puerto de comunicación con PC.

En estos tiempos los PLC, s están tan extendidos que en el mercado existe un gran número de fabricantes como: Siemens, Allen Bradley, Square-D, Texas Instrumentes, General Electric, Festo, Omron, Mitsubishi, solo por mencionara a algunos.

El capítulo VI, el corazón de esta tesis titulada "Proyectos de Automatización y Control", describiremos tres proyectos que tratan de la simulación de una puerta automática para la entrada y salida de clientes, una escalera eléctrica de subida y un portón eléctrico corredizo para la entrada y salida de automóviles, para lo cual se utilizara dos programas para llevar a cabo la simulación de los proyectos anteriores.

Los programas que se usaran para la simulación, es una aplicación exclusiva para correr diagramas en lenguaje Ladder, para poder llevar acabo esos proyectos nos apoyaremos en el programa Automation Studio 5.0 así como en Zelio-Soft, el primero es un software de diseño, simulación y documentación de proyectos, está dirigido para la formación de ingenieros en la rama de la automatización.

El programa Zelio-Soft, al igual que el anterior, nos permitirá la simulación de los tres proyectos solo que con la diferencia que la simulación se realiza como si fuera que se llevara a cabo en un PLC, ya que consta de un modulo programador donde se introduce el diagrama correspondiente previamente realizado en el editor libre del programa.

Con toda la información recopilada para la elaboración de este trabajo y la simulación que se presenta en los tres proyectos, les sea de gran ayuda para todos aquellos que desean introducirse en el maravilloso mundo de la automatización y control.

Capítulo I

Automatización y Control

La historia del desarrollo de la automatización y control, es resultado de la destreza humana que ha dado como resultado la invención de distintos dispositivos como barcos, aviones, robots, vehículos espaciales y muchos otros artefactos físicos y mecanizados que hoy en día se conocen.

A través de los siglos el ser humano a hecho máquinas que imitan el movimiento y las partes del cuerpo humano, las primeras máquinas eran simples, que sustituían una forma de esfuerzo en otra forma que fueran manejadas y controladas por el hombre, así como levantar un objeto pesado a través de un sistema de poleas o de una palanca.

Hoy en día se conocen máquinas que datan posiblemente desde el año 300 a.c., estas máquinas eran capaces de realizar tareas diarias y comunes, o bien para facilitar las labores cotidianas, otras solo servían para entretener a sus dueños, no hacían nada más que realizar movimientos repetitivos o emitir algún sonido. Los antiguos egipcios unieron brazos mecánicos a las estatuas de sus dioses, en cambio los griegos las construyeron y operaban con sistemas hidráulicos.

A los dispositivos que tienen alguna forma de automatización y control que eran controlados por mecanismos de relojería o algún dispositivo similar, usando alguna forma de poder artificial, tal vez algún resorte, un flujo de agua o vapor canalizado con el fin de producir acciones simples y repetitivas creando de este modo figuras con movimiento, producción de música o juegos, a estos dispositivos que caracterizaban a figuras humanas animadas, hoy en día se le conocen como máquinas autómatas y la historia los registra aproximadamente desde el año 300 a.c.

Los primeros autómatas que aparecen en la historia son ingeniosos complejos mecánicos. Los primeros ejemplos de autómatas del cual se tiene registro es en el año 1500 a.c, en la antigua Etiopía, donde se construye una estatua del rey Memos que al amanecer cuando los rayos del sol iluminan la estatua emite un sonido, en China en el año 500 a.c, se inventa una urraca voladora de madera y bambú.

En el año 62 a.c. Herón de Alejandría describe en su libro autómatas, mecanismos como el molino de viento para accionar un órgano que es precursor de la turbina de vapor, al igual que describe mecanismos como una máquina de fuego que habría puertas o altares mágicos, la cultura árabe difundió los conocimientos griegos, construyendo mecanismos que le dieron una aplicación práctica como sistemas automáticos para beber agua o lavarse.

En Europa durante los siglos XVII y XVIII se crearon muñecos mecánicos muy ingeniosos que tenían algunas características de los robots actuales. En estos siglos también se crearon otras invenciones mecánicas que durante la revolución industrial, muchas de las cuales estaban orientadas al sector de la producción textil, como hiladoras mecánicas giratorias, telares mecánicos, igual que relojes, carillones y figuras animadas automatizadas, cajas de música, instrumentos de cuerda, silbatos, etc.

También en esta época se empezó a aplicar las tarjetas perforadas como soporte de un programa de trabajo donde estas tarjetas definían el tipo de tejido que se desea realizar, en estas máquinas se constituyen los primeros precedentes históricos de las máquinas de control numérico, más adelante se incorporaran los automatismos en la industria minera y metalúrgica.

Con la aparición de la máquina de vapor de James Watt (1782), se convirtió en el motor primordial de la revolución industrial ya que esta máquina aplicaba el vapor como fuente nueva de energía que para producirlo se requería de carbón. La introducción de máquinas automáticas accionadas por la fuerza expansiva del vapor provocó un gran avance en la modernización de la industria textil.

La fuerza del vapor también produjo grandes avances en el transporte, dando origen al ferrocarril, el barco de vapor y el desarrollo siderúrgico. El ferrocarril permitió el transporte de materia prima con una rapidez nunca antes imaginada disminuyendo el tiempo de transporte y permitiendo el comercio interior y multiplicando el volumen de intercambios de productos.

La aparición del ferrocarril y el barco de vapor estimuló mayormente la demanda de producción de hierro, la fabricación de vías, locomotoras, vagones y barcos, los cuales hicieron que se disparara la industria siderúrgica, las innovaciones introducidas a lo largo del siglo XVIII se realizaron para la mejora del carbón y mayor calidad en el producto terminado del hierro.

El avance de la tecnología permitió el desarrollo de la automatización y control donde se incluyen las computadoras, los actuadores de control retroalimentados, transmisión de potencia a través de engranes y la tecnología de los sensores, han flexibilizado los mecanismos automáticos para desempeñar casi cualquier tarea dentro de la rama industrial.

Aunque muchos de los dispositivos automáticos de hoy en día, son precedidos por otros anteriores, con la aparición del control automático y el control de procesos que han tenido un verdadero salto que impacta de manera significativa en la sociedad, así como el desarrollo económico del mundo en el siglo XX acompañado de la automatización, originó la capacidad del hombre para controlar automáticamente barcos, aviones, describir radares de seguimiento entre otras tantas máquinas controladas a control remoto y tener casi el control total de los procesos industriales de hoy en día.

Sin embargo, en el campo de la industria, los primeros sistemas de control estaban basados casi exclusivamente de componentes mecánicos y electromecánicos como palancas, engranajes, relés interconectados entre si y pequeños motores. Más tarde, con la aparición de los circuitos integrados, se fueron abandonando los esquemas basados en relés, estos sistemas funcionan en base a una lógica cableada que dependen de los componentes que lo integran y de la forma que están interconectados, además, la única forma de modificar su función de control es modificando sus componentes o la forma de interconexión.

Con la invención de la computadora digital moderna que ha permitido el impulso y posibilidad de la automatización de la industria de manufactura, ya que la computadora digital es capaz de realizar cualquier tarea, combinada ésta con la potencia requerida de poder de procesamiento de datos, velocidad, tamaño, una gran cantidad de controladores electrónicos más precisos en cuanto a la ejecución de cálculos más seguros, en confiabilidad y seguridad y bajo precio, permiten el manejo de casi todos los procesos industriales del presente. Al

igual con la aparición de las computadoras especializadas llamadas Controlador Lógico Programable (PLC) que son utilizados para controlar las acciones precisas que permiten un control preciso de cualquier proceso industrial automatizado.

1.2. Automatización y control

La historia de la automatización está caracterizada por periodos de constantes innovaciones tecnológicas, esto es debido a las técnicas de automatización que están muy ligadas a los sucesos económicos mundiales.

Actualmente la automatización está estableciendo conceptos más sencillos y mejor definidos que permitan a la automatización alcanzar objetivos esenciales de flexibilidad, universalidad e integración.

Los avances que realiza la automatización industrial toca diferentes aspectos como control basado en PC, comunicación industrial, seguridad de datos, tecnología web, Windows CE y java para automatización, estos aspectos se utilizan hoy en día logrando enormes resultados con un aumento considerable en la producción del producto. Sin embargo, la integración es el semblante más importante en los procesos de automatización moderna.

La integración horizontal en la cadena de producción, junto a la integración vertical son las columnas principales de la realización técnica en los procesos de automatización moderna, así una automatización total alcanza a llevar a cabo el control completo de los procesos industriales en una planta moderna mediante el proceso continuo de datos generados por las diferentes áreas de producción.

Ahora describiremos brevemente los diferentes aspectos arriba mencionados.

Control Basado en PC

La utilización de automatización basada en la PC ha abierto un enorme campo de aplicaciones, aumentando las posibilidades de automatización en la industria, los nuevos sistemas y componentes ya son 100% compatibles en determinado estándar industrial, reduciendo los costos de energía y de las herramientas empleadas.

Comunicación Industrial

El sistema de comunicación en la automatización de la industria moderna deben ser de gran fiabilidad y estabilidad que permita trabajar a través de una red a las industrias (Networking) y la más utilizada es la Ethernet red local LAN (Local Área Network), ya que este sistema de comunicación permite ejecutar y controlar los procesos de automatización a alta velocidad al igual que permite enviar y recibir datos que haga más fácil el monitoreo, medición y diagnóstico de un proceso a través de equipos informáticos.

Seguridad de Datos

Una de las prioridades en las empresas actuales en el mundo, es la seguridad de la transferencia de datos a distancia que se debe de proteger de sabotaje, piratas informáticos, espionaje, entre muchas otras más y llevar a cabo la transmisión de datos mediante sistemas más seguros, las empresas están implementando sistemas de seguridad muy confiables y eficientes, empleo de redes privadas (VPN), sistemas de encriptamiento y el uso de Firewall (Paredes de fuego).

Tecnología Web

En el presente, la Web Browser es el medio donde se ejecutan la mayoría de las aplicaciones SCADA usando el dynamic HTML por donde se le presenta al usuario información sobre diversos temas bajo diferentes medios gráficos, de animación, incluyendo audio y video.

Los controles active X, ya se usan con mayor frecuencia en la Internet y están usados como estándar. El OPC y XML son dos estándares que son adaptables y provén un intercambio confiable de datos entre numerosas aplicaciones.

Windows CE

Es la plataforma operativa que se está utilizando para el control y monitoreo de sistemas automáticos, además, tiene la capacidad para modularizar sus componentes e integrarlos a aplicaciones que se van a implementar, sus funciones principales amigabilidad, flexibilidad y comunicación de Windows NT, 95 y 98.

Java para automatización

Es un lenguaje de programación, que tiene varias ventajas y tiene aceptación en el mundo de la informática, gracias a la implementación de controladores (driver) se abre la posibilidad de usar Java en automatización a través de JFPC (Java For Preces Control).

El término automatización se refiere a una amplia variedad de sistemas y procesos que operan con mínima o sin intervención del ser humano. En los sistemas más modernos de automatización, el control de las máquinas se realiza por ellas mismas, gracias a los sensores de control que le permiten percibir los cambios que se realizan en su alrededor bajo ciertas condiciones, como temperatura, volumen y fluidez de la corriente eléctrica y otros sensores que le permiten a la máquina automática realizar los ajustes necesarios para compensar los cambios que se presenten y la gran mayoría de las operaciones industriales que hoy se realizan son hechas por enormes máquinas de este tipo.

Un sistema automatizado ajusta sus operaciones en respuesta a los cambios en las condiciones externas en tres etapas que son; medición, evaluación y control.

Medición

Un sistema automatizado para que responda ante los cambios en su entorno debe ser apto para medir todos aquellos cambios físicos que suceden.

En una máquina, si cambia la fluidez de la corriente eléctrica, entonces, una medición se tiene que llevar a cabo para determinar cuál fue ese cambio, estas medidas se llevan a cabo suministrando al sistema un ingreso de corriente eléctrica que proporciona la información necesaria para realizar el control que produjo el cambio.

Evaluación

La información que se obtiene de la medición se evalúa para poder determinar si una acción se debe de llevar a cabo o no es necesaria.

Como ejemplo; si un vehículo espacial en su trayectoria se encuentra fuera de curso, la función de evaluación determina y corrige el curso y qué dirección se debe dirigir para que el vehículo espacial tome el curso correcto.

Control

Es la acción resultante de las operaciones de medición y evaluación respectivamente. En muchos sistemas de automatización, estas operaciones son muy difíciles de identificar, un sistema puede involucrar la interacción de más de una vuelta de control (Control loop) que se le llama al proceso de obtener la información necesaria desde el sistema de salida de una máquina y llevarla al sistema de ingreso de la misma, además, todos los sistemas automatizados incluyen estas tres operaciones.

En un contexto industrial la automatización se entiende como una tecnología que está relacionada con el empleo de sistemas mecánicos y eléctricos que se basan en computadoras para la operación y control de la producción.

Para entender la automatización es necesario comprender el concepto de automatización (Automatización; del griego antiguo-guiado por uno mismo).

Una forma de definir la automatización es una forma de organizar o controlar los procesos de producción para lograr el uso óptimo de todos los recursos de la producción, así sean mecánicos, materiales y humanos.

En este concepto de automatización implica las expectativas hacia la producción como un sistema completo e integro, con el uso de sistemas o elementos computarizados para controlar máquinas y procesos industriales substituyendo a los operadores humanos.

En la siguiente tabla se muestran los dos tipos de variables para distintos sistemas físicos, que controlan y los tipos de sistemas que pueden ser controlados por dispositivos automáticos, como las variables tipo flujo, conocida como variables tipo T y las variables tipo diferencia, conocidas como variables tipo A.

Sistema	Variable Tipo T	Variable Tipo A
Electrónico	Corriente	Voltaje
Hidráulico	Caudal	Presión
Neumático	Flujo de Vacío	Presión
Mecánico	Fuerza	Velocidad

Esta categoría, sobre los tipos de sistemas y los tipos de variables que pueden ser posibles de controlar, permite a los matemáticos modelarlos mediante la teoría de grafos, con el cual se pueden llegar a presentar mediante elementos, nodos aristas para de esta manera hacer más fácil su estudio y comprensión. Esta teoría es muy usada en el diseño de sistemas automáticos, ya que permite representar modelos complejos, mediante modelos matemáticos, para después seguir con la etapa de la construcción de sistema análogo electrónico para su simulación, al igual que la construcción de software para su simulación virtual.

Cuando un proceso se realiza sin la intervención de la mano del hombre estamos hablando que se trata de un proceso automatizado, además, permite la eliminación total o parcial de la intervención humana.

Hay tres clases de automatización muy amplias, automatización fija, programable y flexible.

Automatización fija

Ésta se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, donde el costo del diseño del equipo especializado es muy alto, uno de sus inconvenientes de esta clase de automatización es el ciclo de vida que va de acuerdo con la vigencia del producto en el mercado.

Automatización Flexible

Se emplea cuando hay una diversidad de productos a obtener y la producción es relativamente baja, el equipo que se maneja para la producción es diseñado para adaptarse a los cambios de configuración del producto.

Automatización Programable

En el rango de producción media, es la más adecuada, ya que posee características de la automatización fija y la programable, además están constituidos por una serie de estaciones de trabajo conectados entre si por sistemas de almacenamiento y manejos de materiales que son controlados en conjunto por una computadora.

Tipos de Automatización

- ✓ Eléctricos: Son aquellos que funcionan mediante el flujo de corriente eléctrica.
- ✓ Hidráulicos. Éstos son los que se transmiten a través de líquidos cuando se les ejerce una presión.
- ✓ Neumáticos. Éstos funcionan mediante la fuerza del aire comprimido.

Automatización de Procesos. Se refiere al manejo de procesos caracterizados por diversos cambios generalmente químicos y físicos e intervienen diferentes máquinas para obtener un fin común, como ejemplos tenemos el proceso de envasados y la refinación del petróleo.

Sistemas de Automatismos Programables. Son el grado más alto de la automatización y en ellos intervienen equipos informáticos y robotizados.

Ventajas de la automatización.

- ✓ Reduce los gastos directos en la mano de obra de acuerdo al grado de automatización.
- ✓ Se fabrican productos más competitivos y mejores.
- ✓ Aumentan los beneficios del consumidor al obtener un producto de mayor calidad y reduce costos, se fabrican más barato y las ventas aumentan.
- ✓ Hay una mayor capacidad de producción utilizando la automatización.
- ✓ La calidad de los productos aumenta, ya que las máquinas automáticas son más rápidas y precisas.
- ✓ Se mejora el control de la producción con la introducción de máquinas automáticas de verificación.
- ✓ Permite programar la producción.
- ✓ A mediano y largo plazo se garantizan plazos de entrega más fiables.
- ✓ Se reducen los accidentes laborales, puesto que las máquinas automatizadas realizan las labores que pueden ser perjudiciales para la integridad del hombre.

Desventajas de la automatización

- ✓ Se requiere de un gran capital.
- ✓ Decremento severo en la flexibilidad.
- ✓ Mayor mantenimiento y reparación de los equipos automáticos.
- ✓ Desempleo debido a la automatización industrial.
- ✓ Estructura de funcionamiento.

Hay tres fases en el funcionamiento de los automatismos.

- ✓ Entrada de datos u órdenes.
- ✓ Control de datos.
- ✓ Realización de tareas concretas.

Una serie de dispositivos de entrada envían señales a la unidad de control de procesos (CPU) y ésta pone en marcha y controla los dispositivos de salida las cuales realizan las tareas concretas.

Periféricos de Entrada

Son aquellos dispositivos que proporcionan a la unidad de control del automatismo la información que necesita para activar, desactivar o regular el funcionamiento de los periféricos de salida, ya que éstos transmiten información mediante señales que pueden ser de diferente naturaleza.

- ✓ Luz
- ✓ Eléctrica interruptor
- ✓ Neumática. Botón Neumático
- ✓ Magnético.

Todos los botones de encendido que intervienen en la puesta en marcha y los mandos a distancia son dispositivos de entrada, además, también hay periféricos de entrada que son capaces de detectar la variación de magnitudes diferentes como la presión, la temperatura, el volumen, etc., y comunicarla a la unidad de control del automatismo y son llamados sensores.

Control de Automatismos

Los dispositivos de control de automatismos reciben las señales que proporcionan los periféricos de entrada, en función de estas señales las utilizan los periféricos de salida o actuadores para realizar las tareas para las cuales se les fue encomendada, los controles pueden ser manuales, automáticos, programables e informáticos.

Control Manual: Su función es controlar en forma manual los dispositivos de un automatismo cuando existen variaciones de trabajo.

Control Automático: Funciona continuamente de la misma manera, sin tener en cuenta las variaciones que se puedan llegar a producir en su entorno de trabajo.

Controles Programables: Estos dispositivos modifican los programas de funcionamiento de sus periféricos de salida de acuerdo a las variaciones que se puedan llegar a producir en las condiciones de su entorno de trabajo, estas variaciones se detectan a partir de la información que se reciben a través de sensores que tiene conectados.

Controles Informáticos: Estos utilizan una unidad informática que analiza los datos que reciben los periféricos de entrada para dirigir y controlar los periféricos de salida.

Periféricos de Salida

Los periféricos o actuadores de un automatismo son dispositivos que realizan las tareas y funciones concretas que reciben del sistema de control.

Actuadores Mecánicos: Son aquellos dispositivos que utilizan energía mecánica para su funcionamiento y en función de la energía que utilizan pueden ser neumáticos o hidráulicos.

Actuadores Neumáticos: Funcionan con energía mecánica que les proporciona el aire comprimido, éstos los utilizan para transmitir pequeños esfuerzos a altas velocidades.

Tipos de Procesos Industriales

En función de su evolución los procesos industriales se clasifican en:

- ✓ Procesos continuos.
- ✓ Procesos discretos.
- ✓ Procesos por lotes o discontinuos.

Procesos Continuos

Éste se caracteriza porque en un extremo del sistema está entrando la materia prima, mientras que por el otro, se obtiene el producto terminado de forma continua. Como ejemplo tenemos un sistema de calefacción en una industria para mantener una temperatura constante en ella.

Procesos Discretos

En estos procesos la materia prima es normalmente un elemento discreto que trabaja de forma individual, el producto terminado a la salida se tiene por una serie de operaciones donde muchas de ellas son de gran semejanza entre si.

Un ejemplo de este proceso es la elaboración de una pieza mecánica rectangular con dos taladros. El proceso se puede descomponer en una serie de estados que se realizan de forma secuencial, es decir, para que se realice un estado determinado es necesario que los anteriores se hayan realizado de forma correcta. Cada uno de estos estados presume una serie de activaciones y desactivaciones de los actuadores (motores y cilindros neumáticos) que se producirán en función de:

- ✓ Los sensores (sensores de posición que se encuentran situados sobre la cámara de los cilindros y contactos auxiliares ubicados en los contactos que activan los motores eléctricos).
- ✓ Variable que indica que se ha realizado el estado anterior.

Procesos por lotes o discontinuos

A la entrada del proceso se reciben las cantidades de las piezas diferentes discretas que se necesitan para realizar el proceso. En este conjunto se llevan acabo las operaciones necesarias para elaborar un producto terminado o intermedio, listo para procesamiento posterior.

Componentes de la Automatización Industrial

Los elementos principales de un sistema automatizado son:

- ✓ Potencia para ejecutar los procesos y operar el sistema.
- ✓ Un programa con las instrucciones para dirigir los procesos
- ✓ Un sistema de control para llevar acabo las instrucciones.

En la siguiente gráfica se describen los elementos que componen la automatización de procesos industriales.

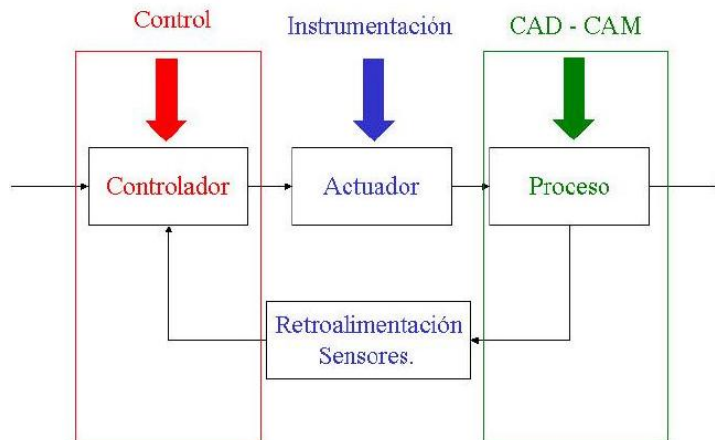


Figura 1.2.1 Componentes de la Automatización Industrial^{*15}

Control de Procesos

La finalidad del control de procesos es mantener dentro de un preestablecido una determinada variable dentro de un proceso industrial. Los sistemas de control deben de estar diseñados para arrancar, regular y detener el proceso como respuesta a la medición de variables que se monitorean dentro del proceso, con el fin de obtener la salida adecuada, así el sistema de control ideal es aquel en donde los procesos responden de forma instantánea a los cambios en los requerimientos de entada.

En la siguiente figura se muestran los niveles de aplicación determinada de la automatización industrial.

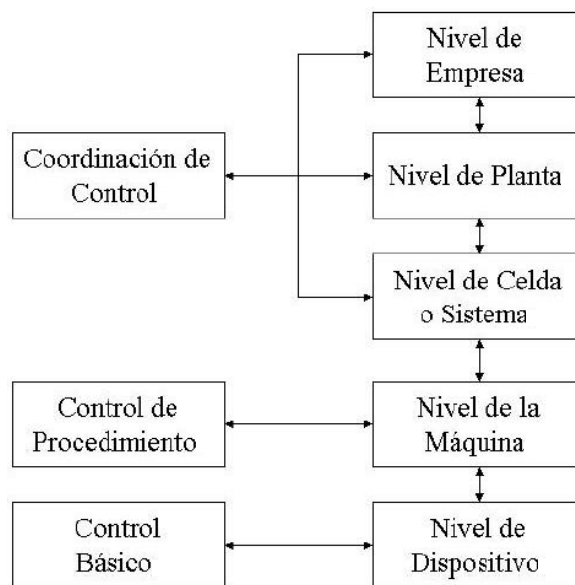


Figura 1.2.2 Niveles de aplicación de la automatización industrial y el control de procesos^{*15}

Capítulo II

Control Eléctrico

Este capítulo tiene una gran valor ya que en él, se trata la importancia que tiene el control eléctrico en lo que se refiere a los proyectos que abordaremos más adelante como son la Puerta Automática, la Escalera Eléctrica y el Portón Corredizo que serán escritos en programa Ladder, y que se analizaran en los dos últimos capítulos de esta Tesis.

El control eléctrico va totalmente ligado a la automatización ya que con ambos se permite de una forma centralizada o remota encender, apagar, abrir, cerrar, regular mecanismos y dispositivos que forman parte de un proceso o están conectados a alguna instalación.

Con el control eléctrico podemos operar una gran variedad de dispositivos tales como; puertas, luminarias, climatización (aire acondicionado), persianas, toldos de automóviles, ventanas, cerraduras, sistemas de riego, electrodomésticos, suministros de agua si como de gas y de electricidad, accionar un motor, activar un ventilador, una alarma etc.

Los sistemas de Automatización y Control están formados por varios elementos y se puede hacer la siguiente clasificación de los dispositivos que interviene en estos sistemas:

- ✓ Controlador: En él reside toda la inteligencia del proceso a controlar y/o dispositivo a controlar, casi siempre consta de interfaces de usuario, necesarios para presentar la información a este (pantalla, teclado, monitor, etc.).
- ✓ Actuador: es el dispositivo de salida capaz de recibir una orden del controlador y realizar una acción (encendido/apagado, de motores eléctricos, iluminación, subida/bajada, apertura/cierre de puertas automáticas, de electroválvula, etc.).
- ✓ Sensor: es el dispositivo que está, en forma permanente, monitorizando el entorno con objeto de generar un evento que será procesado por el controlador, como ejemplos, activación de un interruptor, los sensores son de luz, temperatura, viento, humedad, humo, escape de agua, de gas, de proximidad etc.

Actualmente hay dispositivos (equipos) que hacen las tres funciones principales de los sistemas de automatización y control, como es la función de controladores/sensores/actuadores simultáneamente, un único equipo dispone de toda la inteligencia artificial necesaria a para medir una variable física, procesarla y actuar en consecuencia (como ejemplo, un termostato). Pero la mayoría de las soluciones, se construyen diferenciando los sensores de los actuadores con objeto de aportar mayor flexibilidad y escalabilidad.

2.1 Automatismos Eléctricos

Los aparatos o componentes eléctricos y electrónicos son muy importantes en el mando, control y maniobra de circuitos neumáticos, hidráulicos y mixtos, por esta razón es muy importante el telemando eléctrico ya que es un elemento imprescindible en la maniobra.

Todo conjunto de una maniobra que forma parte del automatismo dependerá directamente de las funciones que tenga que desarrollar para la ejecución de una maniobra determinada, secuencia o programa.

Tipos de Automatismos

La primera clasificación de un automatismo se debe al hecho de que éste sea capaz de recordar o memorizar estados, según este criterio, los automatismos los podemos clasificar en:

Combinacionales. Son aquellos que son capaces de memorizar el estado actual, con lo que, al desaparecer las entradas, desaparecen también las salidas.

Secuenciales. Son capaces de recordar el estado actual, por lo tanto, las salidas dependerán de las entradas al igual que del estado en el que se encuentre el automatismo.

Por su Naturaleza

- ✓ Mecánicos: Poleas, levas, ruedas dentadas, cremalleras.
- ✓ Neumáticos: Válvulas, cilindros.
- ✓ Hidráulicos: Válvulas, cilindros.
- ✓ Eléctricos: Contactores.
- ✓ Electrónicos: Procesadores.

Por su Sistema de Control

- ✓ Lazo abierto: La salida no influye en la entrada.
- ✓ Lazo Cerrado: La salida interfiere en la entrada.

Por el Tipo de Información

- ✓ Analógicos: De regulación automática.
- ✓ Digitales: Cableado (automatismo), Programado (automatización).

Características de los Automatismos.

Criterio	Eléctrico	Neumático	Hidráulico
Fuerza lineal	Mal rendimiento	Máximo 4000 Kp	Grandes fuerzas
Fuerza Rotativa	Bajo par en reposo	Alto par en reposo, sin consumo	Alto par en reposo, con alto consumo
Movimiento lineal	Complicado y caro	Fácil generación, difícil regulación	Fácil generación, buena regulación
Movimiento rotativo	Buen rendimiento	Mal rendimiento	Buen rendimiento Bajas revoluciones
Regulabilidad	Grandes limitaciones	Fácil regulación, fuerza y velocidad	Fácil regulación incluso a baja velocidad
Acumulación y Transporte de Energía	Muy fácil transporte Difícil acumulación	Fácil transporte Acumulación limitada	Muy limitado transporte y acumulación
Influencias ambientales	Insensible temperatura Peligro en ambientes explosivos	Insensible temperatura No peligro, ambientes explosivos	Sensible temperatura Posibles fugas
Costo	Bajo costo energético	Alto costo energético	Alto costo energético
Manejo	Por personal técnico	Personal	Personal técnico por las altas presiones
Sobrecargas	No admite sobrecarga	Admite sobrecargas	Admite sobrecargas

Por su Sistema de Control

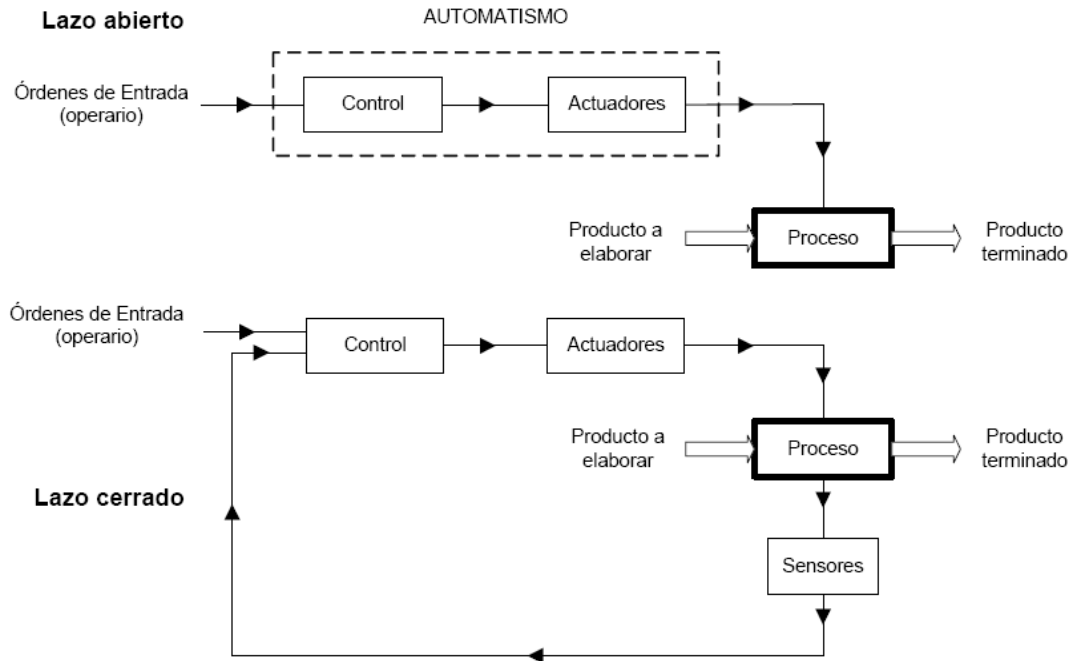
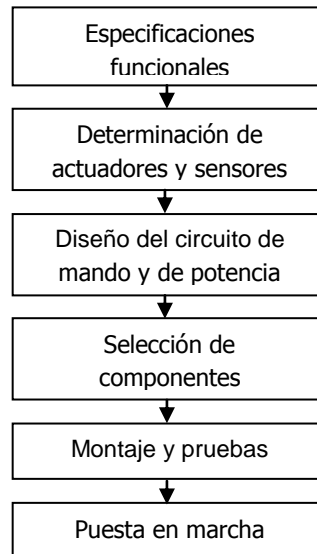


Fig. 2.1.1 Sistema de control de lazo abierto y cerrado^{*10}

Fases del desarrollo de un automatismo



Elementos básicos de un automatismo.

Entrada (contactos)

- Interruptores
- Pulsadores
- Finales de carrera

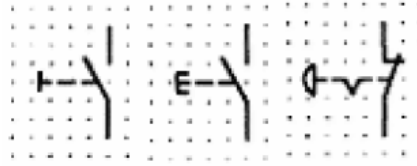


Fig. 2.1.2 Elementos básicos de un automatismo entradas^{*10}

Salida (receptores)

- Motores
- Lámparas
- Contactores y relés

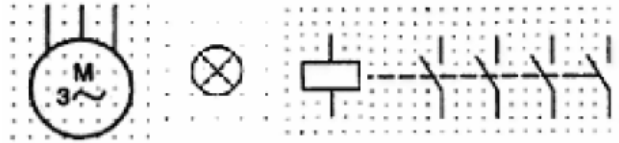
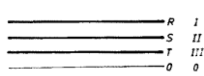


Fig. 2.1.3 Elementos básicos de un automatismo salidas^{*10}

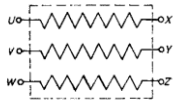
2.2 Elementos Eléctricos y Simbología.

En este tema se explicará en forma breve los elementos eléctricos más utilizados en la ingeniería de automatización.



Redes de Distribución

Las líneas de distribución son trifásicas, alterna a una frecuencia de 50 Hz o ciclos por segundo.

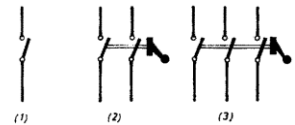


La diferencia de potencial entre fases o fases y neutro se da en voltios
 Las fases se denominan R-S-T o I-II-III y para el neutro 0.

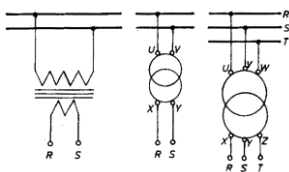
Los principios de un bobinado (de un motor) se distinguen con las siguientes letras: U-V, W y las finales con X-Y-Z.

Interruptores

Los interruptores son elementos eléctricos con los que se abre o se cierra un circuito. Son de accionamiento manual, cuando se accionan por medio de un electroimán se les llama relés o contactores.



Transformadores



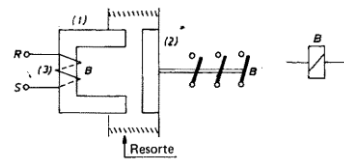
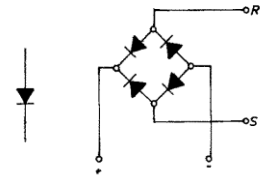
Cuando se trabaja con tensiones de 110V, 48V, 24V en redes de distribución, los transformadores tienen la función de aumentar o reducir la tensión eléctrica de la red.

Los transformadores eléctricos están formados básicamente de un

primario, que se conecta a la red, un núcleo magnético y un secundario donde se toma la corriente que se utiliza.

Rectificadores

Son elementos eléctricos que convierten una corriente alterna, dos sentidos, en corriente continua, un solo sentido, estos pueden rectificar corrientes monofásicas, bifásicas y trifásicas, existen varios tipos de conexión como es: la de puente, push-pull y semionda.



Bobinas

La bobina es un electroimán que está formado por circuito magnético (parte fija 1 y parte móvil 2 y resortes que separan la parte fija de la móvil y la bobina 3).

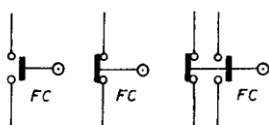
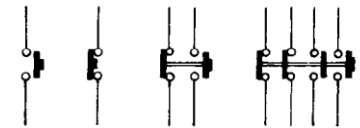


Al encenderse la bobina, el núcleo atrae a la parte móvil, arrastrando a los contactores donde los abiertos se cierran y los cerrados se abren y moviéndolos de posición.

Para distinguir, las bobinas de electroimanes y relés o contactores de los temporizadores o electroválvulas se simbolizan con un círculo, como se distingue en el esquema.

Pulsadores

Son elementos auxiliares que se utilizan en maniobras de marcha y paradas de circuitos eléctricos, hay una gran variedad de pulsadores, los de marcha y parada, pueden ser mixtos y múltiples.

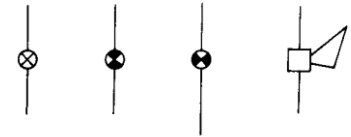


Finales de carrera

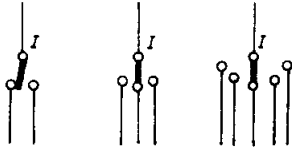
Son pulsadores de marcha y parada accionados por dispositivos mecánicos móviles. Hay una gran gama de fines de carrera, dependiendo de su forma, construcción y accionamiento del circuito mecánico y eléctrico al que se aplique.

Señalización

En el estado de un circuito, para la señalización se utilizan señales luminosas como lámparas y acústicas (utiliza el sonido



como timbres), claxon, sirenas, etc.

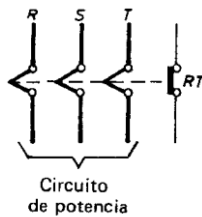
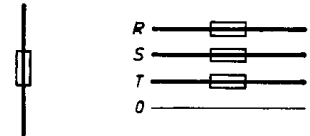


Conmutadores

Estos permiten seleccionar uno de los varios circuitos posibles, los hay simples y múltiples.

Fusibles

Es el inicio de todo circuito eléctrico además es de gran importancia su función (es de proteger la intensidad producida por cortos circuitos) y todo fusible debe ser adecuado a la corriente que protege.



Relés Térmicos

Este elemento eléctrico protege al circuito de las sobre intensidades que se originan por el consumo excesivo que se prolonga un tiempo y puede ser perjudicial para los elementos que forman el circuito. También hay relés magnéticos, diferenciales, de intensidad y de tensión etc.

2.3 Relés, Contactores y Simbología

1.- Se entiende como un relé y contactor a un interruptor de uno o más contactos, abiertos o cerrados, mandados por un electroimán, el relé se utiliza como auxiliar en los circuitos de maniobra, mientras que el conector se utiliza en circuitos de potencia.

- 1.- Contactos abiertos
- 2.- Contactos cerrados
- 3.- Electroimán con la bobina B

2.- Al pasar corriente a través del interruptor a la bobina R el electroimán mueve los contactos y los cambia de posición, el relé permanece en la nueva posición mientras el circuito no se abra. Mientras la bobina deje de tener tensión vuelven a la posición de reposo.

3.- Se aprecia cómo los contactos vuelven a la posición inicial o de reposo, cuando se quita la tensión de la bobina B.

4.- Un relé o contactor se puede controlar de formas diferentes, en la figura se observa con un pulsador.

Cuando se pulsa, la bobina los contactos cambian de posición y en el momento que se deje de pulsar la bobina, los contactos vuelven a su estado de reposo.

5.- Control de un relé por un pulsador de marcha y parada.

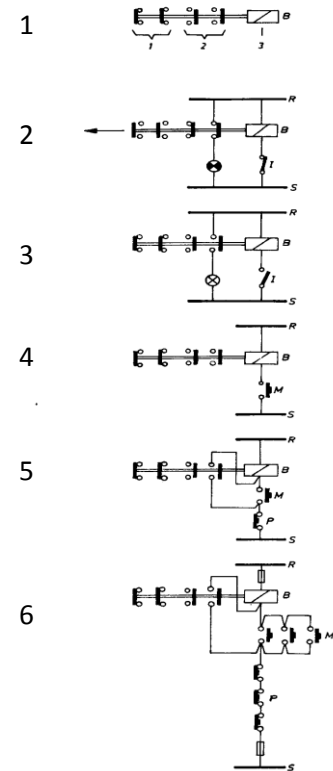


Fig. 2.3.1 Elementos básicos de un automatismo entradas¹

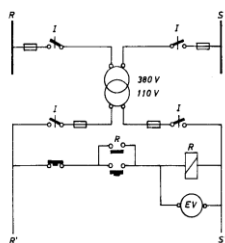
Para excitar la bobina al que encender M

Cuando se deja de pulsar la bobina, esta se sigue realimentando a través de un contacto auxiliar del mismo relé.

Para desconectar la bobina, solo se necesita pulsar p y se interrumpe la alimentación a B

6.- Control de un relé desde varios puntos de marcha y paro.

Se conectan en serie todos los pulsadores de paro y los de marcha en derivación a paralelo.

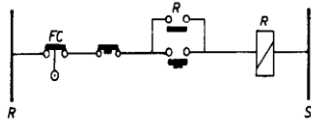
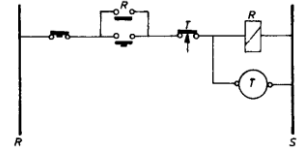


Control de un relé que tiene conectada una electroválvula, con una caja de pulsadores de marcha y paro.

La electroválvula trabaja a una tensión 110V y la red de suministro a 380V, es necesario usar un transformador que reduzca la tensión a 110V, hay que proteger con fusibles los circuitos de 380V y los de 110V.

La figura muestra maniobras el inicio de una instalación para maniobras neumáticas e hidráulicas.

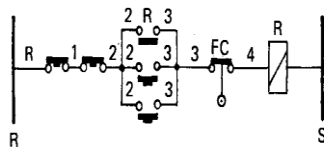
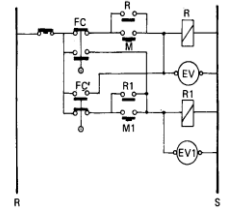
Control de un relé desde una caja de pulsadores de marcha y paro, con desconexión por temporizador. Cuando se inicia la marcha se activa el R relé y T temporizador, después de cierto tiempo de la conexión, T acciona su contacto abriendo el circuito y se desconectan R y T



Control de un relé desde una caja de pulsadores de marcha y paro con desconexión por final de carrera. El final de carrera puede cumplir con la función de seguridad.

Control de dos relés que están conectadas a electroválvulas por medio de pulsadores finales de carrera, que desconectan un circuito y conectan el otro.

Pulsando M o M1, se pone en marcha R y se conecta EV, al accionarse FC' jala la maniobra anterior y conecta R1 y EV1, al ser accionado FC de forma mecánica, desconecta R1 y EV, para conectar R y EV y así sucesivamente se puede continuar por tiempo indefinido y en cualquier fase de la maniobra se puede realizar el paro.

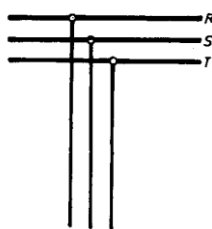


Control de un relé desde varios puntos de marcha y parada, con final de carrera FC en serie.

El circuito se encuentra numerado ya que así se facilita el montaje y el cableado y las reparaciones cuando se presentan averías.

2.4 Arranque de un Motor Eléctrico

Por la importancia para los ingenieros en mecánica, aquí explicamos la composición del circuito de alimentación a un motor eléctrico.



Línea de alimentación al motor III

Mediante la siguiente formula se calcula la sección del conductor, ya que esta depende de la potencia del motor.

$$s = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi}{V_{\text{c}}}$$

S = sección del conductor mm²

ρ = coeficiente de resistividad del material

L = Longitud de la línea en metros

I = intensidad por fase en amperios

$\cos \varphi$ = Factor de potencia ~ 0.866

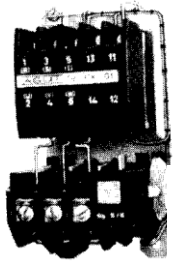
V_{c} = caída de tensión en Voltios $\sim 2\%$



Fusibles

Estos corresponden a la intensidad nominal (I_n) del motor, éste puede ser de efecto lento, medio y rápido.

Casi siempre se ocupan fusibles de efecto lento y medio, los de efecto rápido se funden a $\sim 2.5 I_n$



Contactador

La dimensión del contactor será de acuerdo con la intensidad que absorbe el motor, además el contactor es un interruptor que se puede accionar desde uno o varios puntos.

Relé térmico

El fusible protege al circuito contra cortocircuito
 El relé térmico protege al circuito contra intensidades altas.
 El tamaño del relé térmico es de acuerdo con la intensidad nominal del motor
 Circuito de maniobra.



Este facilita la maniobra de marcha y paro del motor, que se hace por medio de un interruptor, por una caja de pulsadores o varias.

En la conexión del motor, se debe de observar su placa de características, donde se deducirá su tipo de conexión.

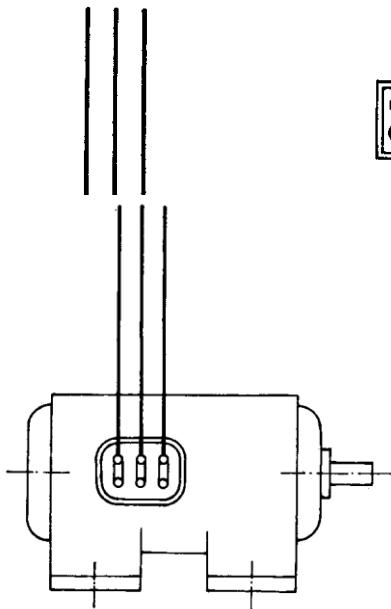


Fig. 2.4.1 Arranque de un motor eléctrico^{*1}

Si es una placa de 220/320V
 Una red de 220V

La placa de bornes se conecta en triángulo
 $V_f = v = 220V$

Con red de 320V

La placa de bornes se conecta en estrella.

$$V_f = \frac{V}{\sqrt{3}} = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220V$$

La Tabla 2.4.1 * muestra datos para motores eléctricos: potencia, rendimiento, factor de potencia e intensidad para motores de corriente alterna y continua.

Potencia útil		Rendimiento η	cos φ	c.a. trifásica a 50 Hz			c.a. bifásica 220 V	c.a. monofásica		corriente continua			
CV	KW			220 V	380 V	500 V		110 V	220 V	110 V	220 V	440 V	500 V
0,5	0,37	0,74	0,75	1,74	1,10	0,77	1,51	6,02	3,01	4,52	2,26	1,13	1,00
0,75	0,55	0,76	0,77	2,48	1,44	1,09	2,15	8,57	4,29	6,60	3,30	1,65	1,46
1	0,74	0,78	0,80	3,10	1,79	1,37	2,58	10,8	5,36	8,58	4,29	2,15	1,89
1,5	1,10	0,79	0,82	4,47	2,59	1,97	3,87	15,5	7,75	12,7	6,35	3,18	2,80
2	1,47	0,81	0,83	5,74	3,32	2,53	4,97	19,9	9,95	16,5	8,25	4,13	3,64
2,5	1,64	0,81	0,83	7,17	4,15	3,16	6,23	24,9	12,5	20,7	10,4	5,16	4,56
3	2,21	0,82	0,84	8,52	4,93	3,75	7,36	29,6	14,8	24,5	12,3	6,13	5,40
4	2,95	0,83	0,85	11,1	6,40	4,89	9,60	38,4	19,2	32,3	16,2	8,16	7,10
5	3,68	0,85	0,87	13,4	7,80	5,90	11,6	46,3	23,2	39,4	19,7	9,84	8,66
6	4,42	0,86	0,87	15,5	9,00	6,90	13,4	53,7	26,9	46,7	23,4	11,7	10,3
7	5,15	0,86	0,87	18,2	10,5	8,00	15,7	62,6	31,4	54,5	27,3	13,7	12,0
8	5,89	0,87	0,87	20,4	11,8	9,00	17,7	70,7	35,4	61,5	30,8	15,4	13,6
9	6,62	0,87	0,87	23,0	13,3	10,1	19,9	79,6	39,8	69,2	34,6	17,3	15,3
10	7,40	0,87	0,88	25,3	14,6	11,1	21,8	87,4	43,7	76,8	38,4	19,2	17,0
11	8,10	0,87	0,88	27,8	16,1	12,3	24,1	96,0	48,0	84,5	42,3	21,2	18,6
12	8,83	0,87	0,88	30,3	17,5	13,3	26,2	105	52,5	92,0	46,0	23,0	20,4
13	9,57	0,87	0,88	32,8	19,5	14,5	28,4	114	56,8	100	50,0	25,0	22,0
14	10,3	0,87	0,88	35,4	20,5	15,6	30,6	122	61,1	108	53,8	26,9	23,8
15	11,0	0,88	0,88	37,4	21,7	16,5	32,8	130	64,8	114	57,0	28,5	25,2
16	11,8	0,88	0,88	40,0	23,2	17,8	35,0	138	69,0	124	61,8	30,4	26,8
17	12,5	0,88	0,88	42,5	24,6	18,7	37,2	147	73,4	130	64,6	32,3	28,4
18	13,2	0,88	0,89	44,5	25,8	19,8	38,4	154	76,9	137	68,5	34,2	30,2
19	14,0	0,88	0,89	46,9	27,2	20,7	40,6	162	81,0	145	72,2	36,1	31,8
20	14,7	0,88	0,89	49,4	28,6	21,8	42,7	170	85,0	152	76,0	38,0	33,6
21	15,5	0,89	0,89	51,2	29,7	22,6	44,4	178	88,7	158	79	39,5	34,8
22	16,2	0,89	0,89	53,6	31,1	23,6	46,5	186	93,0	166	82,7	41,4	36,4
23	16,9	0,89	0,89	56,1	32,5	24,7	48,5	195	97,2	173	86,4	43,2	38,0
24	17,7	0,89	0,89	58,5	33,9	25,8	50,7	203	102	181	90,2	45,1	39,8
25	18,4	0,89	0,89	61,0	35,3	26,9	52,7	212	106	188	94,0	47,0	41,4
30	22,1	0,89	0,90	72,4	41,9	31,9	62,7	251	126	226	113	56,4	49,6
40	29,5	0,89	0,90	96,6	55,9	42,5	83,6	334	167	300	150	75,1	66,2
50	36,8	0,90	0,91	118	68,3	52,0	102	408	204	372	186	93,0	81,8
60	44,2	0,91	0,92	139	80,2	61,0	120	480	240	441	221	111	97,0
70	51,5	0,91	0,92	162	93,5	71,0	140	560	280	515	258	129	114
80	58,9	0,91	0,92	184	107	81,1	160	640	320	588	294	147	130
90	66,2	0,91	0,92	208	120	91,2	180	719	360	662	331	166	146
100	73,6	0,92	0,93	226	131	99,3	196	782	391	727	364	182	160
125	92	0,93	0,93	279	162	123	242	967	484	900	450	225	198
150	110	0,93	0,93	335	194	148	290	1160	580	1080	540	270	238
200	147	0,93	0,93	446	259	197	387	1545	773	1440	720	360	317

La Tabla 2.4.2^{*1} muestra la relación entre la polaridad y velocidad para motores III a 50Hz y 60nHz

2 p	p	40 Hz	50 Hz	60 Hz
2	1	2.400	3.000	3.600
4	2	1.200	1.500	1.800
6	3	800	1.000	1.200
8	4	600	750	900
10	5	480	600	720
12	6	400	500	600
14	7	342	425	514
16	8	300	375	425
18	9	266	322	400
20	10	240	300	360

En donde:

$$n = \frac{60 \cdot F}{P}$$

n = núm. de rpm

F = frecuencia en Hz

P = pares de polos de motor

Se debe de tener en cuenta que un par de polos se forma por: 2 polos (1 N + 1S); por tanto, P = 2 polos

2.5 Protección de Motores Eléctricos

La importancia fundamental que presentan los fusibles y relés térmicos en la protección de motores y de cualquier máquina, los estudiaremos por su función de protección en forma más detallada en este subcapítulo.

En un motor eléctrico todo circuito tiene que llevar como mínimo las siguientes dos protecciones.

- ✓ El fusible para proteger al circuito de intensidades de cortocircuito (I_{cc}) $I = V/R = \alpha$.
- ✓ El relé térmico que tiene la función de proteger de sobre intensidades que son ligeramente más altas a la nominal (I_n) del motor en plena carga.

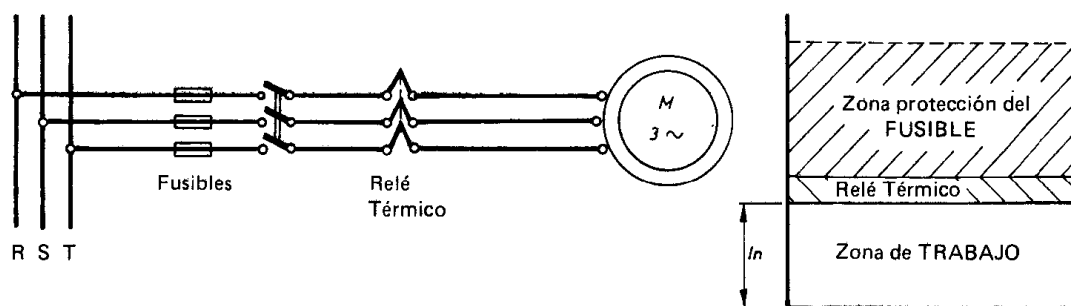


Fig. 2.5.1 Protección de un motor eléctrico^{*1}

La Tabla 2.5.1^{*} indica los valores de potencia, intensidades y fusibles para motores trifásicos a 220 V y 1500 rpm en arranque directo estrella-triángulo. ($\lambda - \Delta$)

Potencia del motor		Factor de potencia	Rendimiento	Intensidad	Fusibles para arranque			
					DIRECTO		$\lambda - \Delta$	
CV	KW	$\cos \varphi$	η	Amp.	Rápido	Lento	Rápido	Lento
					Amp.	Amp.	Amp.	Amp.
0,17	0,125	0,70	67,5	0,68	4	4	—	—
0,27	0,20	0,73	72,5	1	4	4	—	—
0,47	0,33	0,76	74,5	1,5	6	4	—	—
0,70	0,5	0,79	76,5	2,2	10	4	6	4
1,10	0,8	0,80	79,5	3,3	10	6	10	4
1,50	1,1	0,80	79,5	4,3	15	6	10	6
2	1,5	0,82	80,5	6,2	20	10	10	6
3	2,2	0,82	81,5	8,75	25	15	15	10
4	3	0,83	82	11,6	35	20	15	15
5,5	4	0,84	83,5	15	35	25	25	20
6,5	4,8	0,84	84	17,8	50	35	25	25
7,5	5,5	0,84	84,5	20,5	50	35	25	25
8,5	6,25	0,84	85	27,2	60	35	35	30
10	7,5	0,84	85	27,2	60	35	35	35
15	11	0,84	87	38,4	80	60	50	50
20	15	0,845	88	50,5	100	80	60	60
25	18,5	0,85	88	62	125	100	80	80
30	22	0,85	88,5	74,5	125	100	80	80
35	25,8	0,85	88,5	89,5	160	100	100	100
41	30	0,85	88,5	107	160	100	100	100
46	34	0,85	89	120	200	125	125	125
50	37	0,86	89	129	200	160	160	160
54	40	0,86	89	138	200	160	160	160
60	44,5	0,865	89	154	200	160	160	160

En la Tabla 2.5.2^{*} presenta las secciones de conductores y fusibles en derivaciones cortas para motores trifásicos.

Potencia		220 V			380 V		
CV	KW	Intensidad por fase (aproxim.)	Sección en mm ²	Corriente nominal fusib. Amp.	Intensidad por fase (aproxim.)	Sección en mm ²	Corriente nominal fusib. Amp.
0,33	0,25	1,4	3 x 1	3	0,85	3 x 1	2
0,6	0,45	2,25	3 x 1,5	3	1,3	3 x 1	3
1	0,75	3,5	3 x 2,5	6	2	3 x 1,5	3
1,5	1,1	5	3 x 2,5	8	3	3 x 2,5	6
2	1,5	6,5	3 x 2,5	8	4	3 x 2,5	6
3	2,2	9	3 x 2,5	15	5	3 x 2,5	8
5	3,7	15	3 x 4	20	9	3 x 2,5	15
7,5	5,5	22	3 x 6	30	13	3 x 4	20
10	7,5	26	3 x 10	35	15	3 x 4	20
15	11	39	3 x 16	50	23	3 x 10	30
20	15	53	3 x 25	70	31	3 x 10	40
25	18,5	62	3 x 25	80	36	3 x 16	45
30	22	75	3 x 35	100	44	3 x 16	60
40	29,5	105	3 x 50	175	64	3 x 26	80
50	37	125	3 x 50	175	73	3 x 35	100
60	44,2	150	3 x 95	250	87	3 x 50	110
75	55,2	185	3 x 95	250	108	3 x 95	175

La Tabla 2.5.3³ que a continuación se muestra indica la regulación de relés térmicos de protección para motores trifásicos.

Potencia útil		220 V			380 V		
CV	KW	Intensidad Amp.	Regulación		Intensidad Amp.	Regulación	
			Mín	Máx.		Mín.	Máx.
0,5	0,37	1,74	1,7	2,4	1,10	1,2	1,7
0,75	0,55	2,48	2,4	3,5	1,44	1,2	1,7
1	0,74	3,10	2,4	3,5	1,79	1,7	2,4
1,5	1,10	4,47	3,5	5,2	2,59	2,4	3,5
2	1,47	5,74	5,2	7,5	3,32	3,5	5,2
2,5	1,84	7,17	7,5	11	4,15	3,5	5,2
3	2,21	8,52	7,5	11	4,93	5,2	7,5
4	2,95	11,1	11	16	6,40	5,2	7,5
5	3,68	13,4	11	16	7,80	7,5	11
6	4,42	15,5	12,5	20	9,00	7,5	11
7	5,15	18,2	17	26	10,5	11	16
8	5,89	20,4	17	26	11,8	11	16
9	6,62	23,0	23	35	13,3	11	16
10	7,40	25,3	23	35	14,6	12,5	20
11	8,10	27,8	23	35	16,1	12,5	20
12	8,83	30,3	30	48	17,5	17	26
13	9,57	32,8	30	48	19,0	17	26
14	10,3	35,4	30	48	20,5	17	26
15	11,0	37,4	30	48	21,7	17	26
16	11,8	40,0	30	48	23,2	23	35
17	12,5	42,5	43	65	24,6	23	35
18	13,2	44,5	43	65	25,8	23	35
19	14,0	46,9	43	65	27,2	23	35
20	14,7	49,4	43	65	28,6	23	35
21	15,5	51,2	43	65	29,7	23	35
22	16,2	53,6	43	65	31,1	30	48
23	16,9	56,1	56	90	32,5	30	48
24	17,7	58,5	56	90	33,9	30	48
25	18,4	61,0	56	90	35,3	30	48
30	22,1	72,4	56	90	41,9	30	48
40	29,5	96,6	80	135	55,9	43	65
50	36,8	118	80	135	68,3	56	90
60	44,2	139	110	170	80,2	80	135
70	51,5	162	160	250	93,5	80	135
80	58,9	184	160	250	107	80	135
90	66,2	208	160	250	120	110	170
100	73,6	226	160	250	131	110	170
125	92	279	250	400	162	160	250
150	110	335	250	400	194	160	250
200	147	446	400	650	259	250	400

Equivalencias

- 1CV = 736W
- 1KW = 1000W
- 1KW = 1.36CV

La potencia que se da en la tabla es de mucha utilidad y se calculan con la siguiente fórmula.

$$P = \frac{\sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi}{736 \cdot \eta} \text{ en CV}$$

Donde: η = rendimiento mecánico

En el siguiente tema se explicará los esquemas de potencia y maniobra de un inversor de giro para motor trifásico y el arranque de un motor trifásico en conexión estrella-triángulo. ($\lambda - \Delta$)

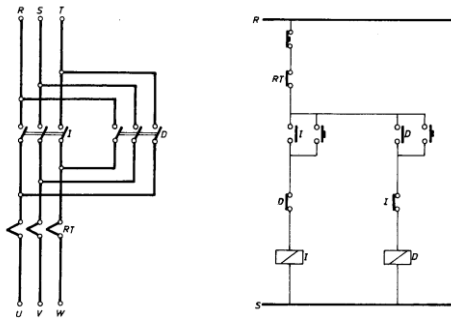


Fig. 2.5.2 Esquema de mando de inversor de giro para un motor trifásico ^{*1}

En este esquema de inversor de giro para motor trifásico, se puede seleccionar en forma indistinta apretando el botón correspondiente, la marcha izquierda (I) o derecha (D) del motor.

Para cambiar el giro que pare totalmente la maniobra y después apretar el botón correspondiente para cambiar el sentido del giro

Este método de arranque tiene como fin reducir la intensidad que absorbe el motor durante el tiempo de arranque

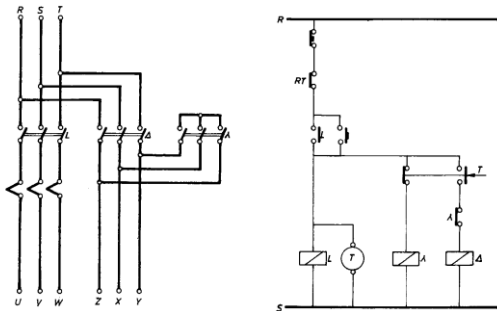


Fig. 2.5.3 Esquema de mando de arranque de un motor trifásico en estrella-triángulo ^{*1}

Si el arranque se hace en forma directa absorbería 5 o 7 veces la intensidad nominal, si el arranque se hace por conexión $\lambda - \Delta$, la intensidad absorbida se reduce a 1.6 de 2.3 veces la intensidad nominal en el tiempo de arranque.

Al poner en marcha el motor, éste arranca en conexión estrella, donde la tensión que soportan las bobinas es de $V_f = VL / \sqrt{3}$, en el momento en que el motor alcanza la velocidad nominal se pasa por medio de un temporizador que está reglado a la conexión triángulo, donde la tensión de las bobinas es $V_f = VL$

2.6 Normalización. Distintivos de Protección en Máquinas Eléctricas

Dentro de la denominación en el tipo de protección en máquinas eléctricas corresponde poniendo una de las letras IP, unos números cuyo significado se da a continuación.

Protección para conectores y la penetración de cuerpos sólidos, de acuerdo a la IEC, NFC, DIN

Primera cifra característica

segunda característica

Protegido	0
Protegido contra sólidos superiores a 50 mm	1
Protegido contra sólidos superiores a 12 mm	2
Protegido contra sólidos superiores a 25 mm	3
Protegido contra sólidos superiores a 1 mm	4
Protegido contra polvo	5
Totalmente protegido contra el polvo	6

No Protegido	0
Protegido contra las caídas verticales de gotas de agua	1
Protegido contra las caídas de agua verticales ángulo max 15°	2
Protegido contra el agua de lluvia	3
Protegido contra las proyecciones de agua	4
Protegido contra el lanzamiento de agua	5
Protegido contra los golpes de mar	6
Protegido contra los defectos de inmersión	7
Protegido contra la inmersión prolongada	8

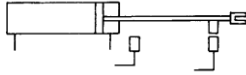
2.7 Sistemas de Detección

Los sistemas de detección son de gran utilidad, como los detectores inductivos, los de fluidos, el contador electrónico, los de presión en tuberías y en recipientes, los indicadores de movimiento los de presencia o vibraciones y los de niveles.

Detector de presencia

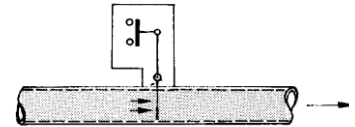


El esquema representa un detector de tipo indicativo, donde un cilindro se tiene que conocer cuando el vástago está adentro o afuera.

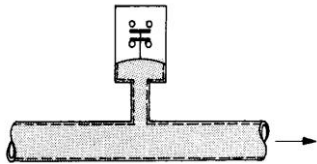


Detector de paso de fluido

Cuando pasa un fluido éste choca contra la pared de la lámina y la empuja en forma perpendicular a la misma, el movimiento que se transmite a través de la lámina se ocupa para cerrar un contacto, cuando éste está cerrado hay paso de fluido y si está abierto no hay paso de fluido.



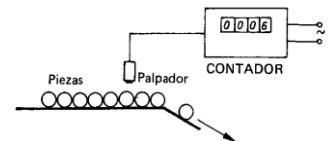
Presostato



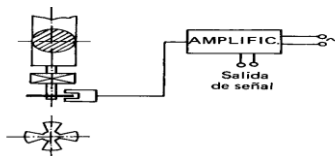
Su función es de detectar una determinada presión en tuberías o recipientes de presión, cuando la presión rebasa la determinada en el presostato, los contactos cambian de posición, señal que proviene del circuito de maniobra.

Contador electrónico

Tiene variadas funciones en la industria, cada vez que el palpador detecta señal de variación la envía al contador que la acusa y la visualiza en forma numérica luminosa o mecánica.



Indicador de giro

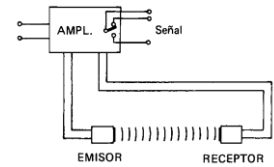


En el momento que se detecta una señal de movimiento en el cilindro, lo hace enviando señales constantes de 1-0-1-0-1.....

Y cuando el amplificador encuentra señales intermitentes acusa giro del cilindro y, cuando llega de forma continua, la señal es de 1 o 0, es decir, no hay giro.

Detector de presencia

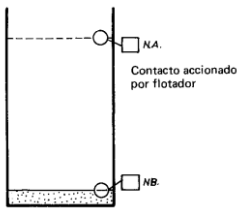
El emisor transmite vibraciones que son captadas por el receptor y cuando se interrumpe la recepción de vibraciones, esto significa que se interpone un objeto entre el emisor y el receptor.



2.8 Sistema de Medición

Al igual que los sistemas de detención, también existen una gran variedad de sistemas de medición que veremos a continuación.

Detención de niveles

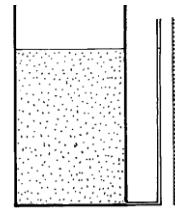


La señal del circuito se ocupa de acuerdo a la maniobra del circuito.

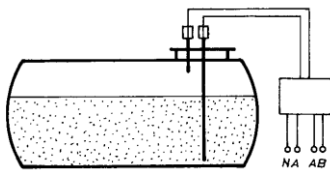
En la figura se muestra la medición, utilizando contactos de nivel por flotador, haciendo la medición de nivel alto (N.A.) y nivel bajo (N.B.)

Medición de capacidad

En esta figura la medición de nivel es directa, se lleva a cabo con una regla graduada en donde a cierta altura le corresponde un determinado nivel.



Detección de nivel en un depósito.



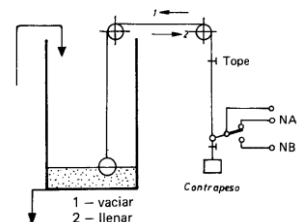
En este sistema se ocupan barras de detección de nivel al igual que sirve para detectar nivel alto y bajo.

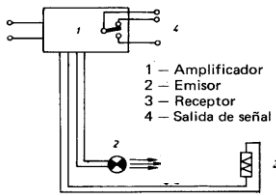
Si el líquido no tiene contacto con la superficie, el telemando aprovecha para realizar la tarea programada.

Detector de nivel para líquidos

Este detector está formado por una boya que flota en la superficie del fluido, este se une con un cable a un contrapeso donde se juntan dos topes, uno para nivel alto y el otro para nivel bajo.

Si el circuito es para que se llene, si el depósito hace la función de nivel bajo se enciende el motor (NB) y si es para nivel alto se para el motor (NA).



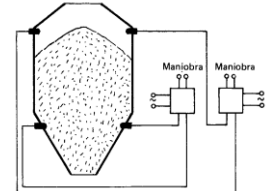


Célula fotoeléctrica

Es de uso muy común en la industria en general, cuando en 2 se interrumpe la señal, en 3, el relé 4 cambia la posición de su contacto y esta señal se aprovecha en muchas aplicaciones.

Medidor de nivel en sólidos

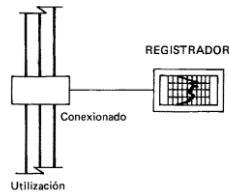
La señal de bajo y alto nivel se aprovecha por el automatismo para coordinar la maniobra de la instalación.



2.9 Sistemas de Control

En este subcapítulo veremos algunos sistemas de control que son muy importantes en ingeniería mecánica.

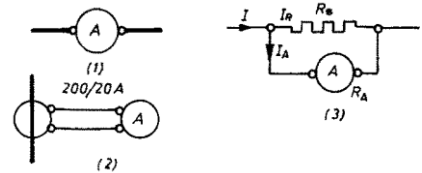
Registro de potencia eléctrica



La conexión del registrador de potencia se puede hacer en forma directa para potencias pequeñas y para grandes potencias se hace a través de transformadores de medida.

Amperímetro

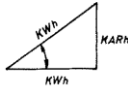
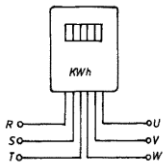
Con el amperímetro se puede realizar mediciones directas de corriente eléctrica al igual que mediciones colocando el amperímetro en paralelo a una resistencia llamada shunt



$$R_s = \frac{RA}{m-1}; m = \frac{I}{I_A}$$

También se puede hacer medición directa mediante transformador de intensidad.

Contador de energía



Con este contador se puede medir tres clases de energía:
 Activa kilovatio-hora (KWh)

Reactiva kilovatio-amperio-recativo (KVARh)
 Aparente kilovatio-amperio- hora (KVACh)

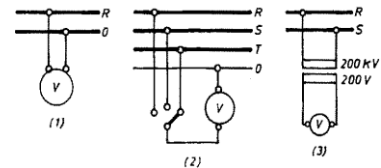
La energía en redes se puede medir:

Monofásicas entre fase y neutro, trifásicas entre fases y trifásicas con neutro.

Si la potencia es elevada, se pueden medir por transformadores de medida, energía activa y reactiva se pueden realizar directamente por el contador de energía mientras que la energía, aparente se realiza por cálculo.

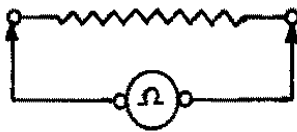
Voltímetro

Con el voltímetro se puede medir la tensión directa o diferencia de potencia (ddp) entre dos conductores.



Mediante un conmutador se puede medir la tensión entre fases y neutro. Utilizando transformador de tensión se miden grandes tensiones.

Ohmímetro



Con este medidor se puede medir la resistencia de un conductor, en ohmios. La medición de la resistencia se calcula mediante la fórmula siguiente.

$$R = p \frac{L}{S}$$

2.10 Código de Colores para Tuberías.

Es muy importante conocer el código de colores para tuberías y conductores de fluidos a nivel industrial, al igual que los colores distintivos que se les asignan a los conductores eléctricos.

La siguiente tabla muestra el código de colores usados actualmente para diferentes fluidos.

Fluido	Color
Agua potable	Verde
Agua Caliente	Verde con banda blanca
Agua condensada	Verde con banda
Agua de alimentación	Verde con banda roja
Agua de purga	Verde con banda negra
Vapor saturado	Rojo
Vapor sobrecalentado	Rojo con banda blanca
Vapor de escape	Rojo con banda verde
Combustibles gaseosos	Amarillo
Combustibles líquidos Pesados Ligeros	Marrón con banda negra Marrón con banda amarilla
Vacío	Gris
Ácidos	Naranja
Lejía	Lila
Aire	azul

El esquema siguiente muestra el marcaje de colores en tuberías y conductores de fluidos

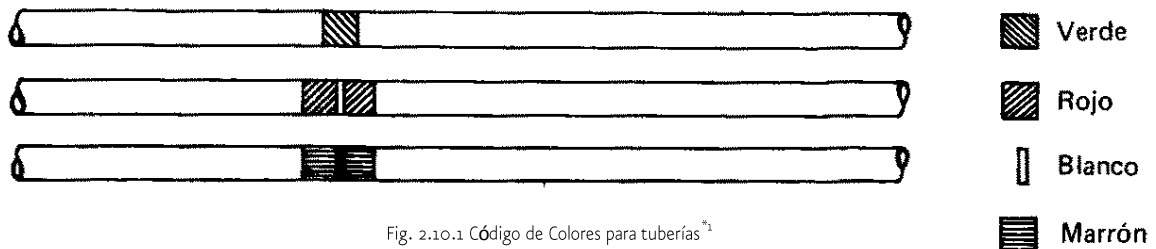


Fig. 2.10.1 Código de Colores para tuberías¹

En esta tabla, se muestran los colores que se emplean en los conductores eléctricos.

En corriente continua. (c.c.)

Polo positivo (+) rojo
 Polo negativo (-) Azul

Corriente alterna (cía.)

R, 1ª fase verde
 S, 2ª fase amarillo
 T, 3ª fase violeta
 O, Neutro aislado gris
 O, Neutro a tierra gris
 I, masa o tierra negro

El esquema muestra el marcaje de colores que se utilizan en tuberías eléctricas.

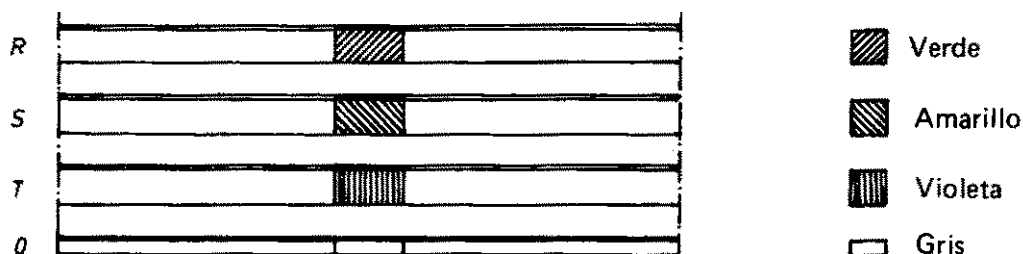


Fig. 2.10.2 Código de colores para tuberías eléctricas³¹

En la importancia que tiene la protección de los mecanismos que se manejan y llevan alimentación eléctrica es esencial conocer los símbolos que indican protección con que se han fabricado los elementos eléctricos que son utilizados en una instalación o una máquina.

Además es importante tomar en cuenta la protección que representa la simbología y su significado que se presenta a continuación en la siguiente tabla.

Simbología de estanqueidad³¹

	Ningún signo. Ninguna protección particular. Locales secos y sin excesivo polvo.
	1 gota Protección contra una saturación húmeda del aire y gotas de agua en caída vertical. Para locales húmedos y húmedos calientes.
	1 gota dentro de un cuadro. Protección contra gotas de agua cayendo oblicuamente, 30° sobre la horizontal. Locales al aire libre.
	1 gota dentro de un triángulo. Protección contra gotas de agua en todas direcciones. Para locales húmedos y calientes. Lugares al aire libre.
	2 gotas dentro de dos triángulos. Protegido contra chorro de agua en todas direcciones. Para locales mojados y embebidos de agua, donde se trabaja con chorro de agua.
	2 gotas Estanco al agua. Protección contra infiltraciones de agua sin presión bajo el agua. Para locales mojados de agua. Bajo el agua sin presión.
	2 gotas con indicación de la sobrepresión. Protección contra infiltraciones de agua bajo presión. Estanco al agua bajo presión. Para lavados de agua a alta presión.
	Rejilla Protección contra infiltraciones de polvo sin presión. Locales con polvo ininflamable.
	Rejilla encuadrada. Estanco al polvo. Protección contra infiltraciones a presión. Locales con polvo inflamable.
	Dos cuadros concéntricos. Protección contra contactos fortuitos de las piezas bajo tensión. Para aparatos que deben manipularse bajo tensión para limpieza, accionamiento, traslado, etc.

2.11 Normas Eléctricas

Ahora veremos un poco en qué consiste la normalización sobre tensiones eléctricas.

	Valor eficaz en c.a en Voltios	Valor medio
Pequeña tensión	≤50	≤75
Tensión usual	de 50 a 500	de 75 a 750
Tensión especial	de 500 a 1500	de 750 a 2250

Las tensiones nominales se normalizan en los siguientes valores.

C. continua	C. monofásica	C. trifásica
110 V	110 V	127 V entre fase y neutro
220 V	220 V	220 V entre fase y neutro
		220 V entre fases
		380 V entre fases
		440 V entre fases

La distancia mínima de una persona, a las zonas de alta tensión.

Tensión en voltios	Distancia
75 a 3500	0.3 m
3500 a 10000	0.6 m
10000 a 50000	1 m
50000 a 100000	1.5 m
100000 a 250000	3.5 m
250000 a 500000	4.5 m
500000 a 1000000	7.5 m

Marcaje de bornes en aparatos eléctricos

En motores trifásicos.

U – V – W Entrada para bobinados estáticos a (alimentación al motor).

X – Y – Z Salida de bobinado estático.

En motores monofásicos

U – V fase principal

W – Z Fase auxiliar

R – T línea

Líneas eléctricas de transporte.

R I 1 1ª fase

R II 2 2ª fase

T III 3 3ª fase

0 0 0 Neutro

En transformaciones.

U – V – W para bornes de alta tensión

U – V – W para bornes de baja tensión

R – S – T Línea

Capítulo III

Neumática

En la industria moderna la neumática constituye una herramienta fundamental dentro del control automático, aunque la neumática se encuentra entre los conocimientos más antiguos de la humanidad, la palabra Neumática proviene del griego Pneuma y significa los movimientos y procesos del aire, como ejemplo el griego Ktesibios fue uno de los primeros en ocupar la Neumática como elemento de trabajo, se sabe que hace más de dos mil años construyó una catapulta que ya usaba aire comprimido.

El aire comprimido constituye una de las formas de energía más antigua que conoce el hombre y la aprovecha para reforzar sus recursos físicos. Solo hasta mitad del siglo XX se puede decir que empezó una verdadera aplicación de la neumática a nivel industrial en los procesos de fabricación, tiene como fin el diseño y mantenimiento de circuitos e instalaciones de air comprimido, esta tecnología está presente en el sector industrial, gasolinera, de salud, comercial, financiero.

En la actualidad el uso de la técnica del aire comprimido en los procesos de automatización es fundamental, por eso las distintas ramas industriales usan los más variados aparatos neumáticos, como ejemplo de uso de esta técnica tenemos: la apertura de las puertas de autobuses que se asocian al aire comprimido, para la industria se usan sistemas neumáticos por que proporcionan movimiento lineal y desarrollan grandes fuerzas que se usan para levantar grandes cargas, procesos de etiquetado o embalaje, en cadenas de montajes automatizadas etc.

En cualquier sistema neumático se tienen cuatro elementos principales que se distinguen.

1. Elementos generadores de energía: Compresores ya que estos comprimen el aire aumentando su presión y reduciendo su volumen, al igual que pueden emplear depósito, manómetro y termómetro. (ver simbología Neumática)
2. Elementos de tratamientos de aire: Está formado por la unidad de mantenimiento, filtro, regulador de presión y un lubricador, la tarea de estos elementos mantener el aire comprimido libre de humedad, polvo, mantener lubricadas las válvulas y actuadores por la que circula, mantener la presión regulada.
3. Elementos de mando y control: Esta formada por la tubería y las válvulas que conducen de forma adecuada el aire.
4. Elementos actuadores: Pueden ser cilindros, de movimiento alternativo, o motores, de movimiento rotativo, su función transforman la energía de presión del aire en energía mecánica.

Dentro de las ventajas de usar la neumática tenemos:

- ✓ El aire es de fácil captación.
- ✓ Abunda en la tierra y es gratuito.
- ✓ No posee explosivas.
- ✓ Los actuadores trabajan a velocidades altas y fácilmente regulables.
- ✓ El aire no daña los componentes de los circuitos.
- ✓ Las sobrecargas no constituyen ningún peligro.
- ✓ No daña los equipos de forma permanente.
- ✓ El cambio en la temperatura no afecta en forma significativa.
- ✓ Es energía limpia.
- ✓ Cambios instantáneos de sentido.

Desventajas.

- ✓ En circuitos extensos se producen pérdidas de cargas considerables.
- ✓ Requiere de instalaciones especiales para recuperar el aire empleado.
- ✓ Las presiones a las que trabaja no permite aplicar grandes fuerzas.
- ✓ Genera altos niveles de ruido.

Dentro de las propiedades más importantes del aire comprimido en neumática se encuentran las siguientes:

Abundante: Se encuentra disponible en todo el mundo.

Transporte: Se puede transportar fácilmente por tuberías.

Almacenable: El aire comprimido es fácil de almacenar en depósitos y se puede transportar en recipientes y botellas.

Temperatura: Es insensible a las variaciones de temperatura y garantiza un trabajo seguro.

Antideflagrante: No presenta ningún riesgo de explosión ni de incendio.

Limpio: No produce ensuciamiento.

Constitución de elementos: La concepción de los elementos es simple y el precio es económico.

Velocidad. Permite velocidades de trabajo elevadas, por ser un medio de trabajo muy rápido.

A prueba de sobrecargas: No presenta riesgo de sobrecarga alguna.

Propiedades Adversas

Preparación: El aire comprimido se debe de preparar, se deben de eliminar impurezas y humedad antes de utilizarse.

Compresible: Con el aire comprimido no se puede obtener velocidades constantes para émbolos.

Fuerza: El aire comprimido es económico.

Escape: Produce mucho ruido.

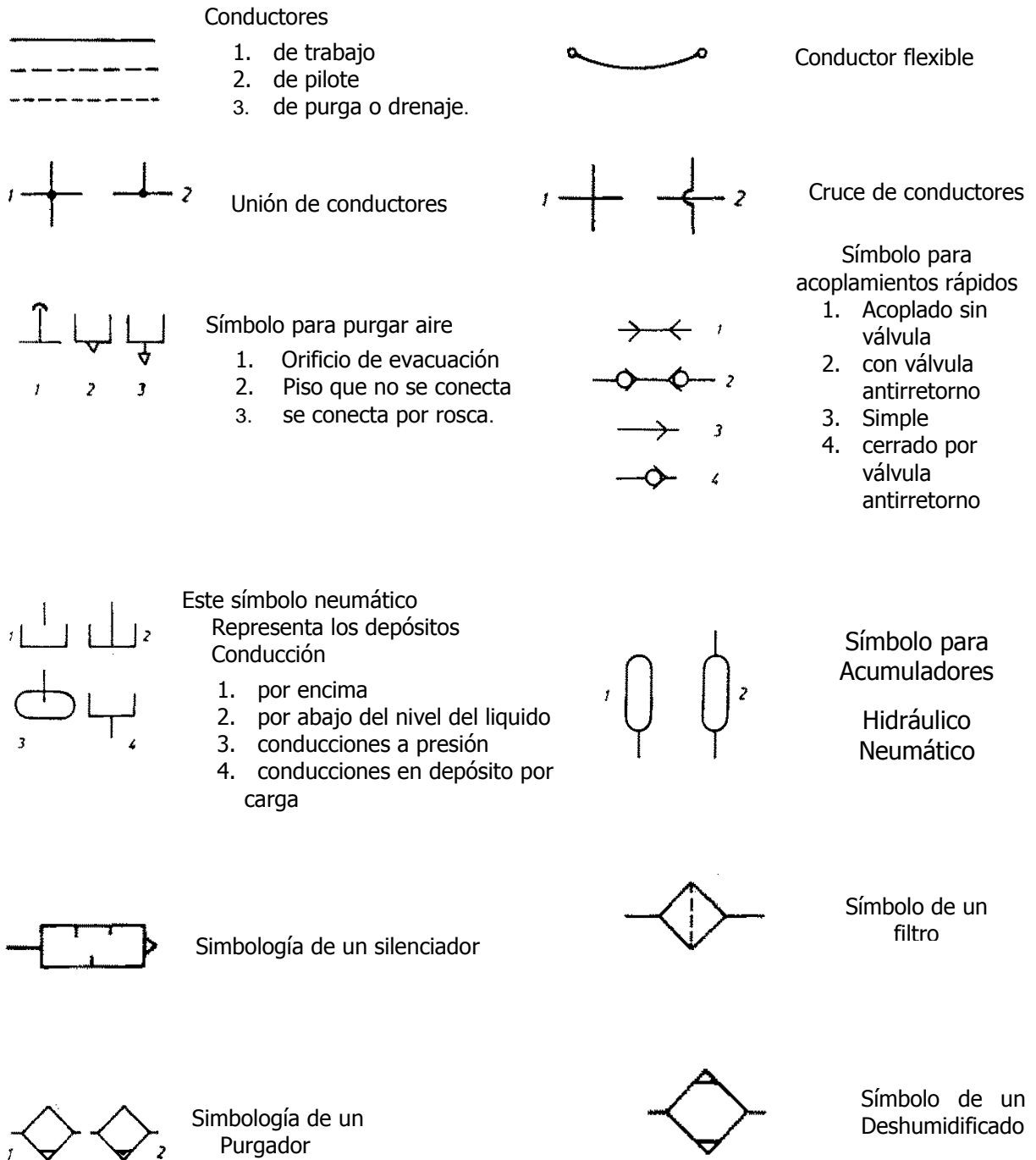
Costos: Es una fuerza de energía relativamente cara.

Para el proceso de la información y mecanismos de mando es necesario emplear aparatos que controlen y dirijan el flujo de forma preestablecida, lo que obliga a disponer de una serie de

elementos que efectúen las funciones deseadas relativas al control y dirección del flujo del aire comprimido o aceite.

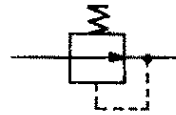
3.1 Simbología Neumática

Ahora vamos a ver toda una colección de símbolos Neumáticos de figura que son muy útiles para mostrar la interconexión de los componentes con fines industriales y educativos.





Símbolo de un
Lubricador



Símbolo de un
reductor de presión



Indicador de presión.
Manómetro



Símbolo de un
termómetro, su
función principal es
medir la
temperatura

La evolución de la neumática y la hidráulica han hecho, a su vez, evolucionar los procesos para el tratamiento y amplificación de señales y, por tanto, hoy en día se dispone de una gama muy extensa de válvulas y distribuidores que nos permiten elegir el sistema que mejor se adapte a las necesidades.

En términos generales, las válvulas tienen las siguientes funciones:

Distribuir el fluido, Regular el caudal y Regular la presión.



Símbolo general
De una válvula



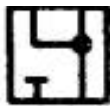
Mediante un cuadro se
representa las
posiciones de las
válvulas distribuidoras



La cantidad de cuadros
que se ponen indica la
cantidad de posiciones
de la válvula
distribuidora



En el interior del cuadro
se representa el
funcionamiento de
forma esquemática.



En este esquema las
líneas representan
tuberías o conductos,
las flechas el sentido de
la circulación del fluido.



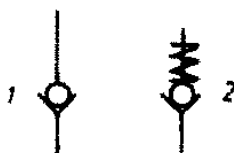
Las posiciones de cierre
dentro de la casilla se
representan por líneas
transversales y la unión de
tuberías o conductos
mediante un punto.



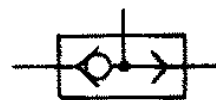
Válvula directa
neumática



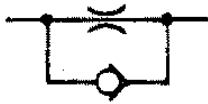
Válvula inversa,
normalmente



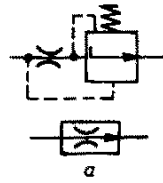
Válvula
antirretorno
1. Regulada
2. No Regulada



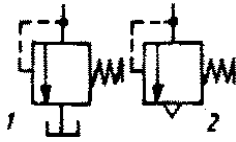
Selector de
circuitos



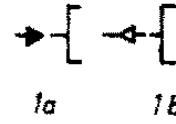
Símbolo de un regulador de caudal en un solo sentido.



Símbolo de un regulador de Caudal
 a) Simplificado



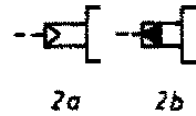
Símbolo de un limitador de Presión.



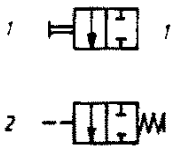
Mando de distribuidores
 1. Mando por fluido directo
 1a por presión
 1b por depresión



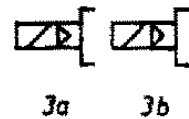
Reductor diferencial de presión



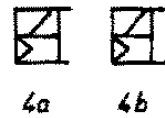
2. por fluido directo
 2a por presión
 2b por depresión



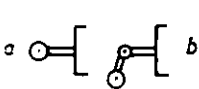
Distribuidores 2p, 2 v
 Accionamiento manual
 Accionamiento neumático con



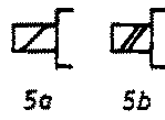
3. Mando Combinado
 3a por electroimán y distribuidor piloto.



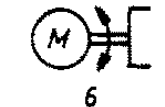
3b por electroimán o distribuidor piloto
 4a es equivalente a 3a
 4b es equivalente a 3b



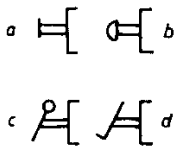
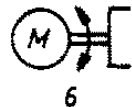
Mando mecánico
 a) por rodillo
 b) por rodillo abatible



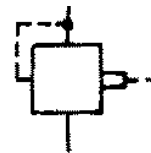
5. Mando eléctrico



5a por electroimán (un arrollamiento)
 5b por electroimán (dos arrollamientos)
 5c por motor eléctrico



Mando manual
 a- símbolo general
 b- por pulsador
 c- por palanca
 d- por pedal



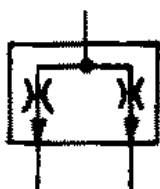
Limitador proporcional de presión



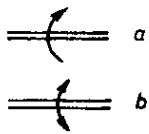
Mecanismos articulados
 a- simple
 b- por palanca
 c- con punto fijo



Válvula de estrangulamiento
 a) Simplificada



Divisor de Caudal



Ejes rotativos
 1- solo un sentido de rotación
 2- con dos sentidos de rotación



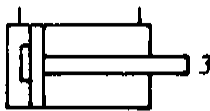
Símbolo de mantenimiento de posición



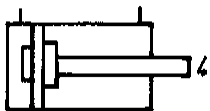
Cilindros
 1- de doble efecto



2- doble efecto con doble vástago



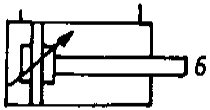
3- doble efecto con amortiguador de retorno



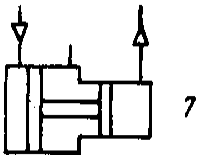
4- doble efecto con amortiguador de ida y retorno



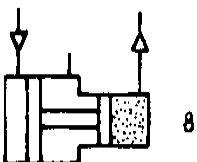
5- doble efecto con amortiguador regulable al retorno



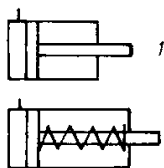
6- doble efecto con amortiguador regulable a la ida y retorno



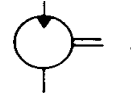
7- Multiplicador de presión



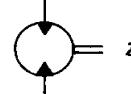
8- Multiplicador de presión con fluido de diferente naturaleza



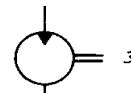
Símbolo de cilindros
 1- simple efecto
 2- simple efecto con retorno por



1- motor hidráulico, de caudal constante



2- Motor de caudal constante, hidráulico reversible



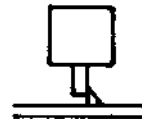
3- Motor neumático no reversible de caudal constante



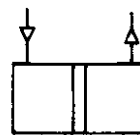
4- Motor de caudal variable no reversible



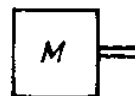
5- Motor de caudal variable reversible.



Símbolo de enclavamiento



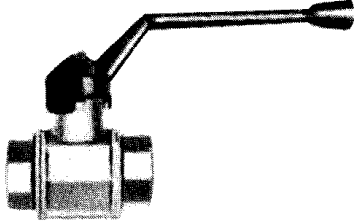

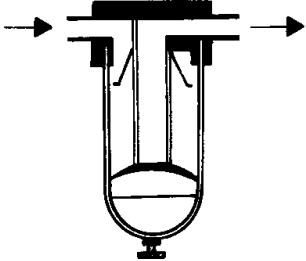

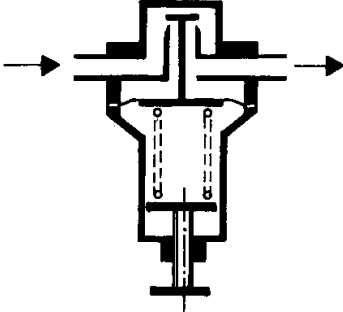
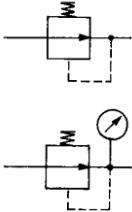
Símbolo de convertidor de presión de aceite.

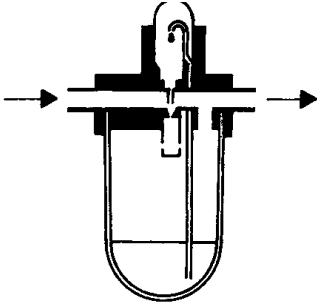
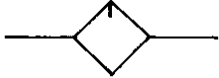
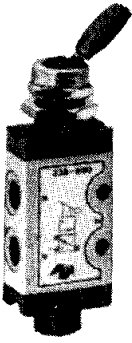
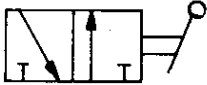
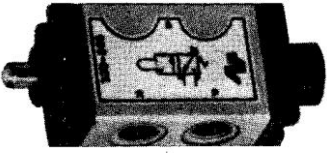

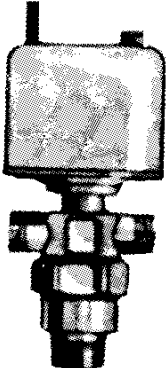



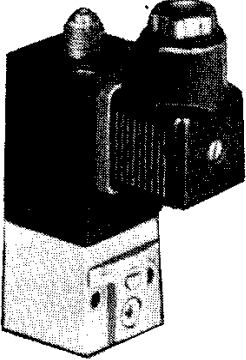
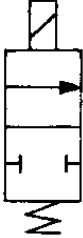
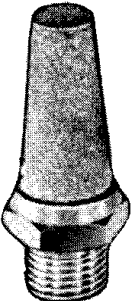

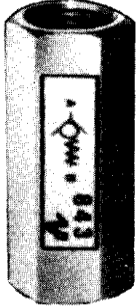

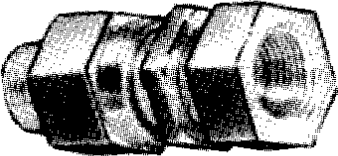


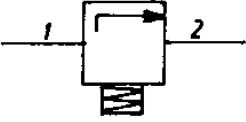
Símbolo de un motor térmico.

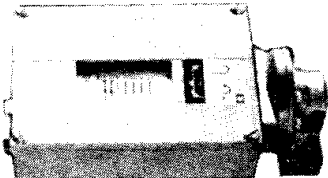

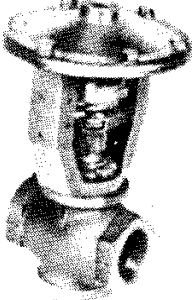
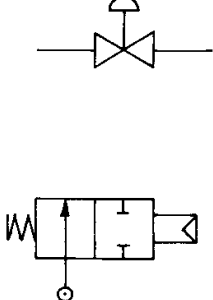
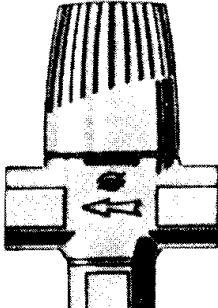
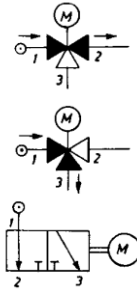
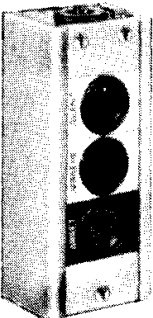
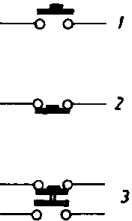
3.2 Aparatos Neumáticos con simbología.

Dentro de la gran gama de aparatos neumáticos vamos a encontrar una gran variedad, tal como Válvulas, filtros, manorreductores, engrasadores, distribuidores, electroválvulas, selectores de caudal, temporizadores, presostatos, cilindros y entre muchos aparatos neumáticos más.

Aparato	Símbolo	Descripción
		<p>Válvula manual</p> <p>Existen de diversas formas y tamaños de cierre tales como de mariposa, compuerta, esfera, etc., tiene como tarea alisar circuitos</p>
		<p>Filtro</p> <p>El filtro siempre se coloca al principio de una instalación, tiene la función de retener las impurezas que lleva el aire y los que provienen del circuito, ya que las impurezas dificultan el funcionamiento de las partes móviles de los aparatos que hay en el circuito.</p>
		<p>Monorreductor.</p> <p>Tiene la tarea de regular la presión a la que debe trabajar un circuito, ya que este aparato ajusta las presiones de acuerdo a las necesidades</p> <p>Con un manómetro se mide la presión y se señala la presión.</p>

Aparato	Símbolo	Descripción
		<p>Engrasador</p> <p>Tiene el fin de engrasar el aire y evitar la oxidación de los elementos de la instalación para que las partes móviles tengan un movimiento adecuado y fácil.</p>
		<p>Distribuidor</p> <p>Este es un distribuidor de dos posiciones y 3 vías de accionamiento manual.</p> <p>Cuando se pone el distribuidor en cierta posición permanecerá en esa posición mientras no se cambie la misma ya sea de forma mecánica o manual.</p>
		<p>Distribuidor</p> <p>Este distribuidor es de 2 posiciones y 3 vías</p> <p>Al oprimir el pulsador cambia la posición del distribuidor y, al dejarlo de pulsar, regresa y vuelve a su posición inicial.</p>
		<p>Electroválvula</p> <p>Se utiliza generalmente en los circuitos con fluido líquido y en circuitos neumáticos se usa para grandes caudales.</p>

Aparato	Símbolo	Descripción
		<p>Electroválvula</p> <p>En esta electroválvula en una posición hay paso de fluido, mientras que en la otra posición, se cierra, es decir no hay paso.</p>
		<p>Silenciador.</p> <p>Tiene la función de silenciar el ruido que produce el aire que se encuentra comprimido a cierta presión.</p>
		<p>Antirretorno.</p> <p>Su misión es proteger al circuito de una sobrepresión por el retroceso del fluido que es empujado por las partes móviles del circuito.</p>
		<p>Regulador de caudal.</p> <p>Se utiliza para controlar el flujo de fluido que pasa en cierto tiempo.</p>
		<p>Temporizador.</p> <p>Tiene la función de maniobrar en circuitos neumáticos Cuando pasa presión por 1no hay paso hasta después de un tiempo.</p>

Aparato	Símbolo	Descripción
		<p>Presostato</p> <p>Éste es un interruptor eléctrico que se acciona mediante presión y tiene la función de medir y controlar presiones.</p>
		<p>Válvula directa</p> <p>No tiene piloto neumático, deja pasar el flujo de fluido. Con piloto neumático, ésta corta el flujo de fluido.</p>
		<p>Válvula de 3 vías y 2 posiciones</p> <p>En una de sus posiciones el fluido llega por 1 y sale por 2. En la otra, entra por y sale por 3. El último esquema presenta una válvula por medio de un distribuidor.</p>
		<p>Pulsadores Eléctricos</p> <p>Son aparatos para poner en marcha o detener un circuito. 1- pulsador de marcha 2- pulsador de paro 3- pulsador doble (conexión-desconexión)</p>

3.3 Cilindros o Actuadores Neumáticos

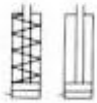
El cilindro neumático es un elemento que es utilizado para transformar la energía del aire comprimido en movimiento lineal. Es responsable, dentro del ámbito industrial y en otras instalaciones, de por lo menos, una de las tres operaciones básicas: dar movimiento, retener o componer alguna pieza.

Se mueve (avanzando y retrocediendo el conjunto vástago-pistón) mediante el aire comprimido que es inyectado en sus cámaras delantera y trasera, por medio de válvulas direccionales o de elementos de control.

La fuerza ejercida por el cilindro neumático es el producto del área (calculada por el diámetro interno) por la presión de trabajo utilizado. Hoy en día existe una gran gama de cilindros neumáticos, los hay de muchos tipos y clases, su elección depende de la función que debe desempeñar en el circuito.

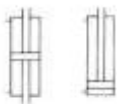
Los hay de simple efecto, de doble efecto, cilindros de membrana, de amortiguación interna, cilindros de tándem y multiposicional y cilindros de giro entre otros.

Cilindros de simple efecto: Tienen una sola conexión de aire comprimido, solo realiza trabajos en un solo sentido, mientras que el aire solo se necesita para un movimiento de translación.



Símbolo de un cilindro de simple efecto, donde la presión solo tiene efecto en un solo sentido

Cilindros de doble efecto: Tiene un movimiento de translación en los dos sentidos, disponen de una fuerza útil en la ida como en el retorno, éstos se emplean en los casos en que el embolo tenga que regresar a su posición inicial



Símbolo de un cilindro de doble efecto, donde la presión tiene efecto en un o en ambos sentidos a voluntad, avance y retroceso.

Cilindro de membrana: Éstos poseen una membrana de goma, plástico o metal y el vástago se encuentra fijo en el centro, se emplea en la construcción de dispositivos y herramienta.

En el siguiente esquema se muestra un cilindro y sus partes.

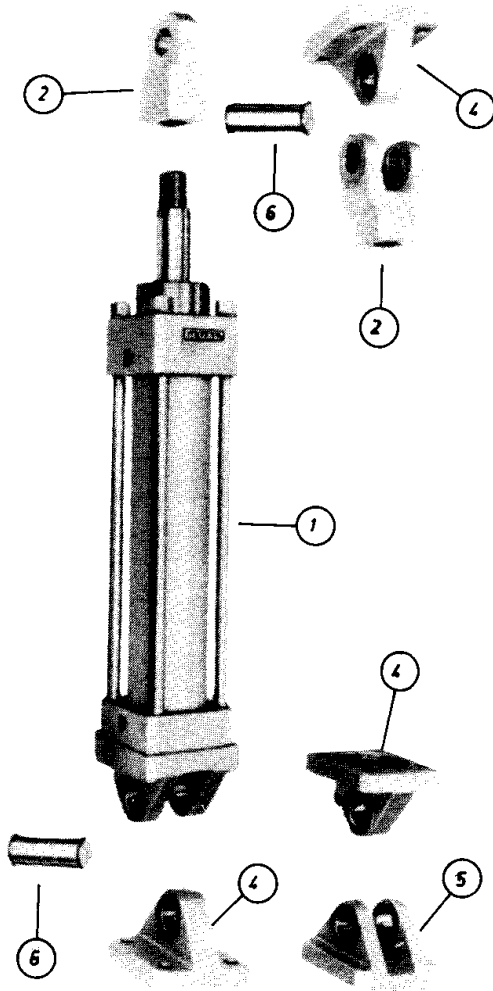


Fig. 3.3.1¹ Cilindro y sus partes.

1. Cilindro
2. brida
3. vástago
4. guías de la brida superior
5. guías de la brida inferior
6. anillos de sellado

3.4 Distribuidores o Válvulas Neumáticas

Las válvulas neumáticas son dispositivos que controlan, regulan la marcha, el paro, la dirección, la presión y el caudal de un fluido enviado por una bomba hidráulica o almacenada en un depósito, las válvulas son dispositivos de varios orificios (Vías), pueden ser de dos, tres, cuatro y cinco vías y están en función de las operaciones que deben realizar, en el lenguaje normal, el término válvula o distribuidor, es termino general de todos los tipos de válvulas como de corredera, de bola, de grifo, de asiento etc.

De acuerdo a la función que desempeñan las válvulas o distribuidores se pueden dividir 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 | |

3.5 Fluidos Neumáticos

Válvula distribuidora: Estas válvulas o distribuidores son los dispositivos que determinan la dirección que debe de tomar la corriente de aire, principalmente en la puesta en marcha y paro (Start-Stop).

Representación esquemática de las válvulas.

En los esquemas de circuito para representar a las válvulas distribuidoras se utilizan símbolos que indican el funcionamiento de la misma. Las posiciones de las válvulas distribuidoras se representan por medio de cuadrados.

- | | | | |
|--|--|--|---|
| | La cantidad de cuadrados indica la cantidad de posiciones de la válvula distribuidora. | | El funcionamiento se representa en el interior de las casillas (cuadros). |
| | Las líneas representan tuberías o conductos. Las flechas, el sentido de circulación del fluido. | | Las posiciones de cierre dentro de las casillas se representan mediante líneas transversales. |
| | Las conexiones (entradas y salidas) se representan por medio de trazos unidos a la casilla donde esquematiza la posición de reposo o inicial. | | La otra posición se observa desplazando lateralmente los cuadrados, hasta que las conexiones coincidan. |
| | Las posiciones se observan al distinguirse por medio de letras minúsculas a, b, c... y 0. | | Válvula de 3 posiciones. Posición intermedia e igual a Posición de reposo. |
| | La posición inicial es la que tienen las piezas móviles de la válvula después del montaje de ésta, estableciendo la presión y, en caso dado conexión de la tensión eléctrica. Es la posición por medio de la cual comienza el programa preestablecido. | | |
| | Conductos de escape con empalme de tubo (aire evacuado a un punto de reunión). Triángulo ligeramente separado del símbolo. | | |

Distribuidor de 2p y 5v, con pilotaje neumático para ambos casos por presión normal o diferencial.

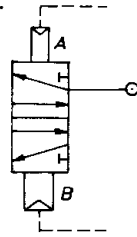
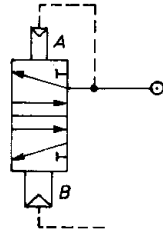


Fig. 1 Croquis que representa al distribuidor.

Fig. 2 Símbolo neumático que representa al distribuidor con tres posibilidades de maniobra.



- a) Pilotaje por (A)
- b) Pilotaje por (B)
- c) Pilotaje por (A) y (B) al mismo tiempo. En este caso, por presión diferencial, es como si estuviera pilotado por (B).

Fig. 3 Símbolo neumático que representa al distribuidor con dos posibilidades de maniobra.

- a) Pilotaje permanente por (A). Equivale a resorte.
- b) Pilotaje por (B) y permanente por (A). Por presión diferencial, domina (B).

Fig. 3.5.1 Distribuidor con pilotaje automático^{*1}

Tipos de válvulas

- 1- De compuerta
- 2- De asiento
- 3- De mariposa
- 4- De esfera
- 5- Antiretorno
- 6- Directa pilotada neumáticamente
- 7- Inversa pilotada neumáticamente

Si no hay pilotaje el fluido entra directo

Con pilotaje se cierra.

Cada válvula se usa de acuerdo al fluido a controlar. Las válvulas se pueden acoplar en tuberías o algún otro elemento de la instalación

Además vienen marcadas por un diámetro en pulgadas o milímetros y la presión máxima a la que debe trabajar.

Su construcción es de acuerdo a la utilización que se le va dar.

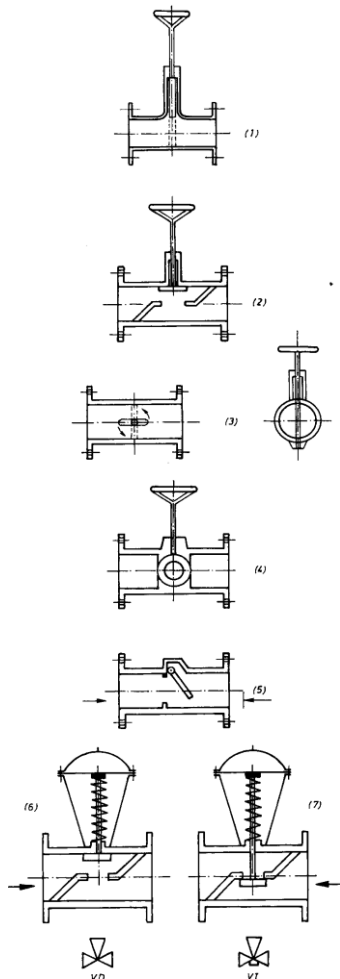


Fig. 3.5.2 Tipos de válvulas^{*1}

Un fluido es cualquier sustancia que se puede derramar si no está en un recipiente, a menos que sea lo suficientemente grande para estar unido por la fuerza de gravedad, pero tenemos diferentes fluidos como el agua el aire, el aceite y el gas. Tomando un poco de mecánica de fluidos que es parte de la física que se encarga del estudio de la acción de los fluidos en reposo y en movimiento, también de sus aplicaciones y los mecanismos en ingeniería que utilizan fluidos.

La mecánica de fluidos puede dividirse en dos grandes campos como son: la estática de fluidos, que se ocupa del estudio de los fluidos en reposo y la dinámica de fluidos que trata del estudio de los fluidos en movimiento.

Con lo que respecta a la hidrodinámica, se aplica al flujo de los gases a baja velocidad, de donde se entiende que el gas es incompresible, la aerodinámica de los gases trata del comportamiento de los gases cuando los cambios de velocidad y presión son lo suficientemente grandes, en las aplicaciones se encuentran la propulsión a chorro, las turbinas, los compresores y las bombas.

Dentro de las propiedades físicas que caracterizan y cuantifican el comportamiento de los fluidos y además permite distinguirlo de otros materiales se tiene la viscosidad, la tensión superficial, la presión del vapor estas son las principales características en los líquidos y los gases, las siguientes se le atribuyen a cualquier materia, la masa específica, el peso específico y la densidad.

Las siguientes ecuaciones se especifican para calcular fluidos.

Cálculo del espesor de un tubo de cobre en función de su diámetro

$$e = \frac{p \cdot d}{400} + 1.5$$

Donde:

e = espesor, (mm).

p = presión en atmósfera.

d = diámetro del tubo (mm).

Diámetro de un tubo que transporta agua.

$$D = 0.019 \sqrt{Q/V}$$

Donde:

D = diámetro. (mm).

Q = volumen. (m³/h), cuando pasa por una tubería.

Diámetro de un tubo que conduce gas.

$$D = \sqrt{\frac{P}{116 * p^{0.87}}}$$

Donde:

D = Diámetro. (m).

P = peso del vapor. (Kg/s).

p = presión en atmósferas.

Litros de aire que contiene una botella, émbolo, pistón, etc., a presión atmosférica.

$$L = p * v$$

Donde:

L = litros de aire a presión normal.
 P = presión, en atmósferas.
 V = volumen, (litros).

Peso del aire almacenado en un recipiente.

$$P = L * d$$

Donde:

P = peso, (gramos).
 L = litros de aire a presión normal.
 d = densidad (gr/litros), a presión normal.

Ecuación de Poiseuille

Gasto de un líquido que pasa por un tubo.

$$G = \frac{\pi r^4 (p_1 - p_2)}{8 L \cdot \eta}$$

Donde:

G = gasto (l/s) litros/segundo.
 r = radio del tubo, (mm).
 p1 = presión al inicio, (N/m2).
 p2 = presión al final, (N/m2).
 L = longitud del tubo, (m)
 n = coeficiente de viscosidad, (Kg/m3).

Fórmula para pasar volumen normal (L) litros de gas a presión (P) y temperatura (T).

$$V_0 = \frac{P \cdot v}{P_0 (1 + \alpha t)}$$

Donde:

V0 = volumen a presión normal (760 cm de Hg a 0°).
 P = presión del gas, en cm de Hg
 V = volumen a presión P.
 P0 = presión normal (760 cm de Hg a 0°).
 α = coeficiente de dilatación cúbica
 T = temperatura.

Tipos de flujos.

Flujo laminar: Se entiende como flujo laminar al movimiento de un fluido cuando se mueve en perfecto orden, de manera que se mueva en forma de láminas paralelas.

Flujo turbulento: Es el flujo que se mueve de forma caótica o desordenada y su trayectoria se encuentra formando pequeños remolinos.

Pérdidas de energía por fricción

- a) Longitud de la tubería
- b) Rugosidad de la tubería
- c) Números de codos y curvas
- d) Diámetro de la tubería
- e) Velocidad del líquido

$$Re = \frac{v \cdot d_h}{\nu}$$

$$d_h = \frac{4 S}{P}$$

Número de Reynolds

Re = Núm. de Reynolds

V = velocidad del flujo m/s

dn = diámetro hidráulico

s = sección

P = perímetro

ν = velocidad cinemática
 m^2/s

Pérdidas de presión en tuberías rectas

$$P_p = \lambda \frac{l \cdot \delta \cdot v^2 \cdot 10}{2 \cdot d}$$

Donde:

P_p = Pérdida de presión, en bar, (flujo laminar y turbulento).

λ = coeficiente de rozamiento.

l = longitud de la tubería (m).

δ = densidad (Kg/dm³).

v = velocidad del líquido en la tubería (m/s).

d = diámetro de la tubería (mm).

Diámetro de tubería de vapor que tiene el extremo con salida libre.

$$d = \sqrt{\frac{Q}{116 \cdot p^{0,97}}}$$

Donde:

d = diámetro de la tubería mm

Q = caudal del vapor Kg/s

P = presión del vapor en atmósferas

3.6 Cálculo de Tuberías para Circuitos Neumáticos

Tabla 3.6.1 Aquí se muestra el caudal máximo recomendado en tuberías de aire a presión para longitudes que

El caudal máximo que se mantiene no debe rebasar del 75% y para longitudes superiores a 15 metros se toman diámetros superiores.

Presión inicial kg/cm ²	DIÁMETRO NOMINAL EN ROSCAS GAS DE LAS TUBERÍAS STANDARD								
	1/8"	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
	CAUDAL MÁXIMO RECOMENDAD (Litro minuto de aire libre)								
0,7	14	65	156	340	708	1133	2548	3539	7079
1,4	25	108	255	566	1133	1840	4247	5946	12743
2,1	34	142	340	849	1557	2831	5663	9061	16990
2,8	42	198	453	1048	1982	3539	7079	10619	21238
3,5	57	241	566	1274	2407	4248	9203	12742	25483
4,2	65	269	651	1557	2831	4814	9911	15574	29783
4,9	76	325	765	1699	3398	5380	12743	18406	32564
5,6	85	368	849	1840	3681	6513	13450	19822	36812
6,3	93	396	963	1982	4247	7079	14158	22653	42475
7,-	105	425	1048	2124	4814	8495	15854	25845	50970
8,7	119	510	1274	2973	5663	9911	20388	28317	59465
10,5	142	651	1416	3398	6513	11326	24069	31148	67960
12,3	173	708	1699	3828	7362	12742	26901	36812	76456
14,0	190	793	1982	4247	9061	14442	29732	42475	84950
18	232	1098	2664	5814	11651	20388	33495	58252	116504
20	256	1300	3000	6460	12960	23100	37400	66600	132540
25	317	1725	3850	8075	16250	28875	47000	85125	169500

Tabla 3.6.1 La tabla muestra las pérdidas por rozamiento en elementos utilizados en tuberías *1

Elemento de la instalación	DIÁMETRO DE LA TUBERIA							
	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"
Válvula de compuesta	0,009	0,009	0,010	0,013	0,017	0,022	0,026	0,033
Válvula en ángulo	0,240	0,240	0,286	0,352	0,450	0,590	0,690	0,880
Válvula cónica	0,427	0,427	0,568	0,706	0,900	0,875	1,380	1,795
Codo a 45°	0,015	0,015	0,023	0,029	0,037	0,048	0,057	0,073
Codo a 90°	0,042	0,042	0,051	0,064	0,079	0,107	0,125	0,158
Te (recta en el interior)	0,015	0,015	0,021	0,033	0,046	0,055	0,067	0,090
Te (salida lateral)	0,076	0,096	0,100	0,128	0,162	0,214	0,246	0,317

Tabla 3.6.2 Muestra la pérdida de carga y diámetro de tuberías en función de la presión de trabajo y caudal de aire libre.

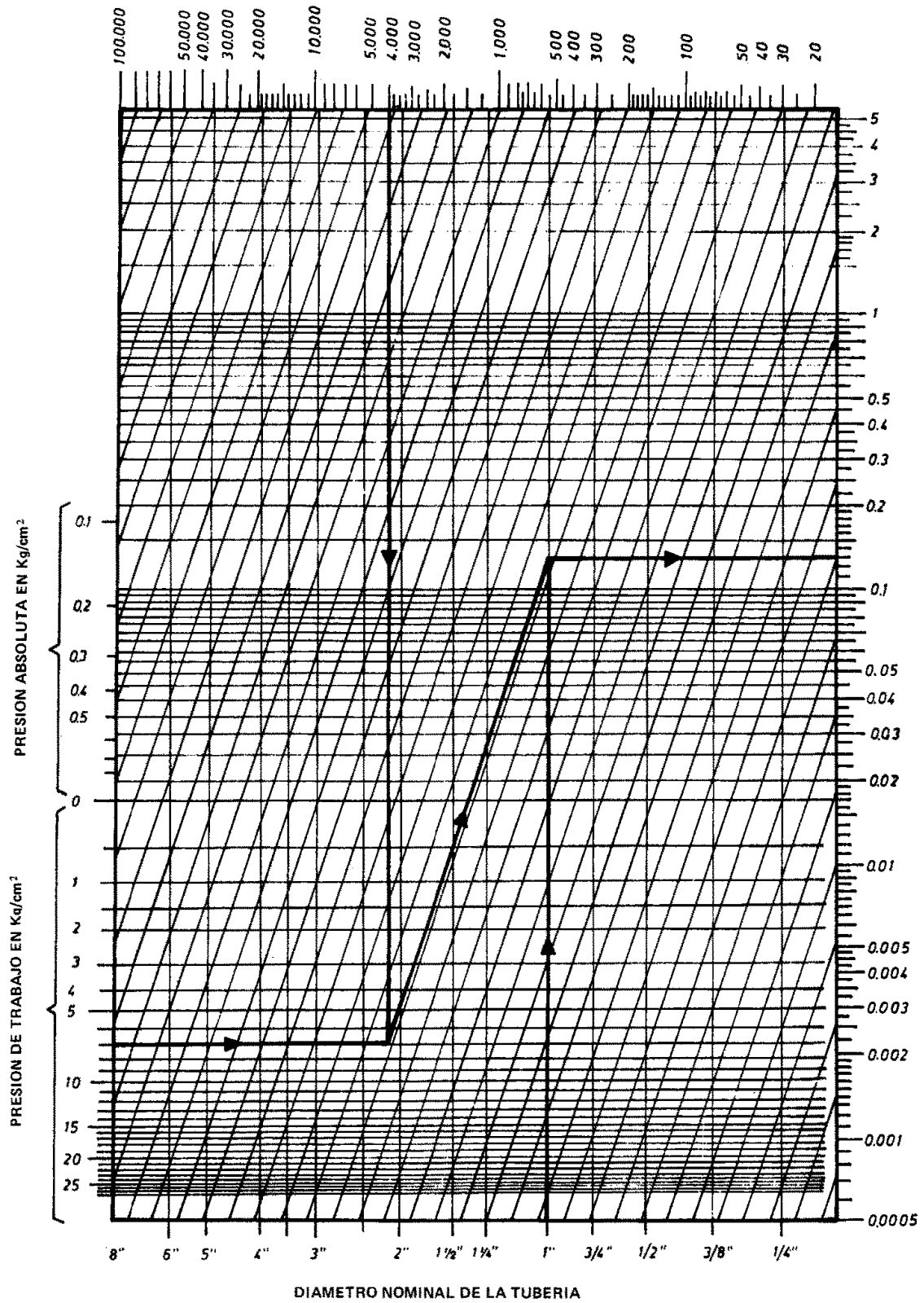


Fig. 3.6.3 Perdida de carga en Kg/cm^2 por cada 10 m de tubería¹³

Conversión de aire a presión en litros de aire a presión en litros de aire libre.

$$Q = Q_1 \left(\frac{P + 1,033}{1,033} \right)$$

Donde:

Q1 = litros de aire comprimido a presión, (P).

Q = Litros de aire libre.

P = presión del aire comprimido, (Kg/cm²).

Gastos en cilindros neumáticos

$$Q = \left(\frac{0,0000471 \cdot D^2 \cdot L}{t} \right) \cdot \left(\frac{P_1 + 1,033}{1,033} \right)$$

Donde:

Q = litros de aire libre, (l/mm).

D = diámetro del émbolo, (mm).

L = carrera del cilindro, (mm).

P = presión del aire, (Kg/cm²).

t = tiempo en realizarse la carrera.

3.7 Compresores de Aire

Un compresor de aire es una máquina que reduce el volumen ocupado por un gas (aire) a través de cierta presión ejercida sobre él, esta presión se obtiene mediante un trabajo mecánico que reciben las partes o elementos que componen el compresor, de esta manera se da cumplimiento a su funcionamiento.

Actualmente existen dos grandes divisiones de compresores dentro de los cuales se encuentran los de desplazamiento y los dinámicos.

Compresores Dinámicos:

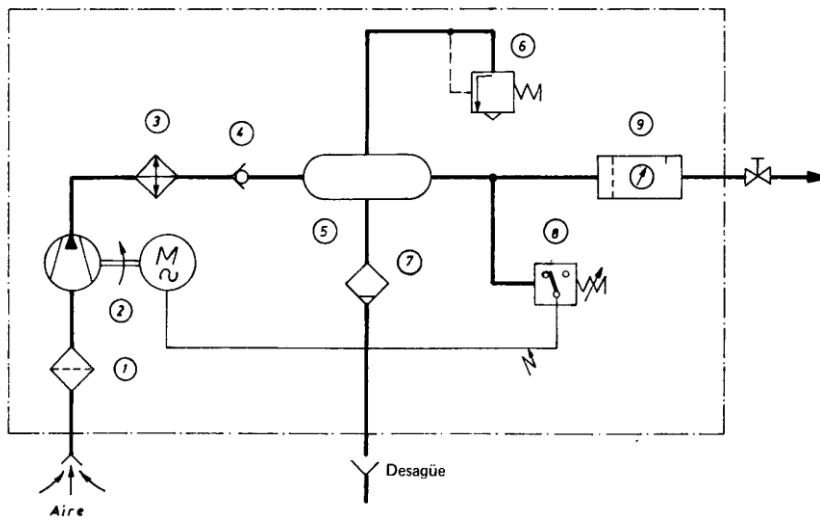
- ✓ Compresores Centrífugos
- ✓ Compresores Axiales

En estos tipos de compresores, cuando aumenta la presión se obtiene un flujo de aire, a cierta velocidad o energía cinética que se convierte en presión al reducir el gas cuando éste pasa a través de un difusor.

Los compresores desplazamiento se dividen en:

- ✓ Alternativos
- ✓ Rotativo

En el esquema siguiente se muestra los elementos principales de un compresor de aire.



- 1.- Filtro de aire.
- 2.- Grupo motocompresor
- 3.- Refrigerador.
- 4- Válvula antirretorno.
- 5.- Acumulador de aire.
- 6.- Válvula de seguridad.
- 7.-Purgador normal.
- 8.- Presostato, (cuando el depósito alcanza la presión máxima).
- 9.- Conjunto de Filtro, indicador de presión y engrasador.

Fig. 3.6.4 Elementos principales de un compresor de aire¹

Capítulo IV

Hidráulica

Hoy en día, en mayor o menor medida todas las maquinas de movimiento de tierra, utilizan los sistemas hidráulicos para su funcionamiento, esta es la importancia que se tiene en la configuración de los equipos y para su operación.

La palabra hidráulica viene del griego (hydraulikos) que significa agua, es la rama de la física y la ingeniería que se encarga del estudio de los fluidos, en especial del agua.

En general los fluidos desde el punto de vista de la mecánica presentan las siguientes propiedades:

- ✓ Viscosidad. Es la resistencia que presenta los fluidos a cortarse o deformarse.
- ✓ Compresibilidad. Es la propiedad en la cual los fluidos disminuyen su volumen al ser sometidos a presión, es importante saber que un líquido la disminución de su volumen es poca por lo cual son poco compresibles.
- ✓ Movilidad. Es la propiedad donde se entiende que un líquido no tiene movilidad propia, y tiende a tomar la forma del recipiente que lo contiene.
- ✓ Isotropía. Son las sustancias donde sus propiedades son iguales en cualquier dirección.

Las sustancias que poseen las propiedades de compresibilidad, movilidad, isotropía y no son viscosos se les conoce como líquidos perfectos y no existen en la naturaleza, es decir un fluido no se considera perfecto por que tiene una importante propiedad que es la viscosidad, para entenderlo mejor condiremos el siguiente ejemplo un avión o un submarino que se mueven con esfuerzo por que han de deformar aire o agua por el medio donde se mueven.

Actualmente el término hidráulica consiste en la utilización de un líquido para la transmisión y control de fuerzas de un punto a otro, así como para la transmisión de energía y para esto casi siempre se usan aceites minerales, al igual que otros fluidos como líquidos sintéticos, agua o una emulsión de agua-aceite.

Hoy en día las aplicaciones de la hidráulica son muy variadas y el campo de uso es principalmente al diseño y fabricación de elementos con mejor precisión y construidos con materiales de mayor calidad, además con estudios más detallados de los materiales y principios que rigen la hidráulica y la neumática, todo esto con el fin de crear equipos que trabajen con mayor rapidez y precisión así como con mayores cantidades de energía.

Dentro del campo de aplicación se puede clasificar en dos, las móviles y las industriales.

Aplicación móvil.

El uso de la energía que proporciona el aire y el aceite a presión, se aplica hoy en día para excavar, transportar, levantar, perforar, manejo de materiales y controlar vehículos móviles como, tractores, grúas, retroexcavadoras, camiones recolectores de basura, cargadores frontales, fresnos y suspensiones de transporte, vehículos para la construcción, mantención de carreteras etc.

Aplicación Industrial.

Para la industria, es de gran importancia tener en sus instalaciones maquinaria especializada para controlar, impulsar, posicionar, y mecanizar materiales de la línea de producción y para esto se utiliza regularmente la energía que proporciona los fluidos comprimidos, dentro de la maquinaria industrial se tiene.

- ✓ Maquinaria para la industria del plástico
- ✓ Maquinas herramientas
- ✓ Maquinas para la elaboración de alimentos
- ✓ Equipo para robótica
- ✓ Equipo para automatización
- ✓ Equipo para montaje industrial
- ✓ Maquinaria para minería
- ✓ Maquinaria para la industria siderúrgica
- ✓ Etc.

Además hay otras aplicaciones que se dan en sistemas hidráulicos como las de los vehículos automotores, aeroespaciales, navales, en el campo de la medicina y en general todas aquellas que requieren movimiento controlados y de alta precisión y así tenemos las aplicaciones siguientes:

- ✓ Automotriz. Suspensión, frenos, dirección, refrigeración, aire acondicionado, etc.
- ✓ Aeronáutica. Timones, alerones, trenes de aterrizaje, frenos, simuladores, equipos para mantenimiento aeronáutico.
- ✓ Naval. Timón, mecanismos de transmisión, controles de mando, buques militares.
- ✓ Medicina. Instrumental quirúrgico, mesas de operaciones, camas de hospital, sillas e instrumental odontológico.

Ventajas de la hidráulica

Los sistemas de transmisión de energía hidráulica es una garantía de seguridad, calidad y fiabilidad además que reduce costos.

- ✓ Se puede trabajar con grandes cantidades de fuerza o momentos de giro
- ✓ El aceite que se emplea es fácilmente recuperable
- ✓ Velocidad de trabajo de fácil control
- ✓ Protección sencilla contra sobrecargas
- ✓ Cambios rápidos de dirección.

Desventajas de la hidráulica.

- ✓ El fluido es caro
- ✓ Perdida de carga
- ✓ Personal especializado para el manejo
- ✓ Fluido sensible a la contaminación.

Sistema hidráulico.

Un sistema hidráulico es un método simple de aplicar grandes fuerzas que se puede dirigir y regular de la forma más deseada, son confiables al igual que simples, además constan de unos pocos componentes que son sencillos y su funcionamiento es fácil de entender.

Para comprender algunos principios de funcionamiento, también algunos de sus componentes y como se combinan para formar un circuito hidráulico es necesario comprender lo siguiente.

- ✓ Fuerza. Es toda acción capaz de mover o cambiar de posición un objeto.
- ✓ Presión. Es la fuerza que se ejerce sobre una superficie.

De la fuerza y la presión se tiene que la se obtiene la siguiente formula $P = \frac{F}{A}$; Presión = fuerza/Área
 Y se entiende que $F = \frac{P}{A}$ y $A = \frac{F}{P}$ Y se mide en k/cm²

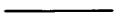





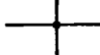

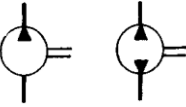
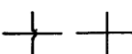
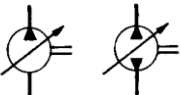

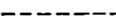
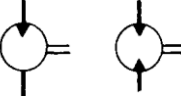
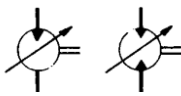


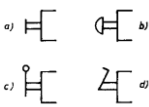
Además los fluidos tienen características que los hacen ideales como son las siguientes

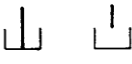
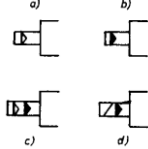
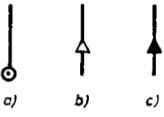




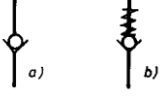
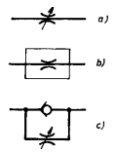

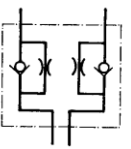
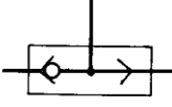
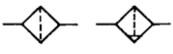

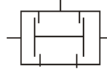
Incompresibilidad. Esta característica nos dice que los líquidos no se pueden comprimir.

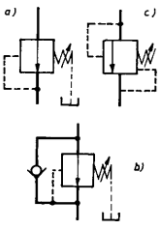
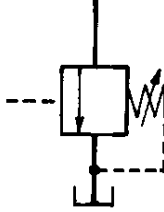
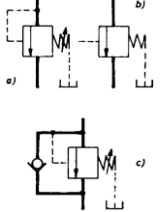
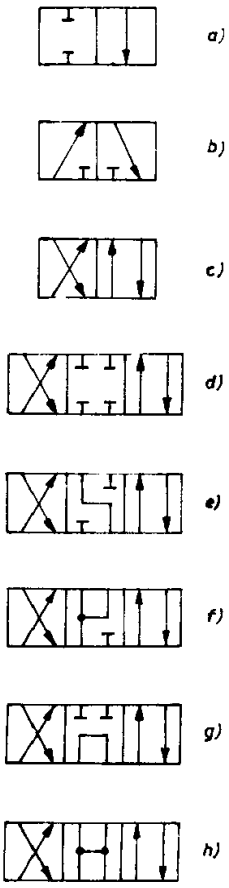
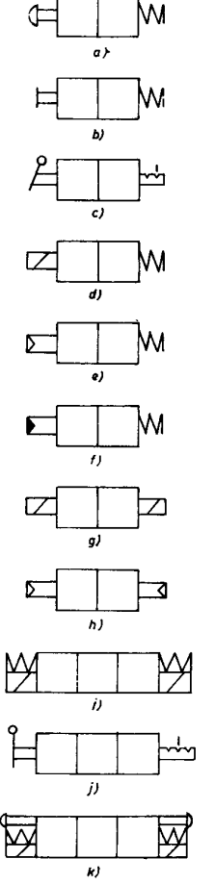
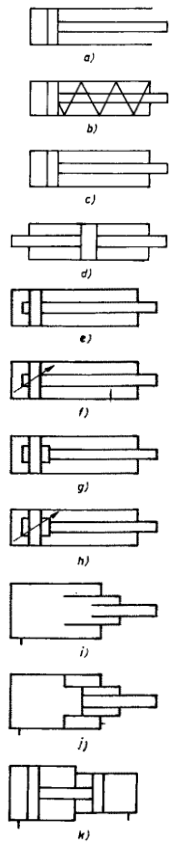
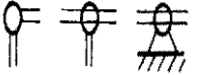


Movimiento libre de sus moléculas. Los líquidos se adaptan a cualquier superficie o contenedor que los contenga.

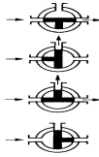


4.1 Simbología Hidráulica.

La simbología que utiliza la hidráulica es muy semejante a la simbología neumática que vimos anteriormente, de acuerdo a lo que recomienda el Sistema internacional de Unidades.

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Tubería de carga rígida		alentador		Presostato
	Tubería Flexible		Motor monofásico de corriente alterna		Motor trifásico de corriente alterna
	Cruce de tuberías		Motor térmico		Bomba de caudal constante, uno y doble sentido
	Cruce de tuberías sin unión		Bomba de caudal variable, uno y doble sentido de flujo		Bomba manual
	Tubería de maniobra (pilotaje)		Motor hidráulico		Motor hidráulico variable
	Llave de paso		Derivación tapada		Accionamientos a) Mecánico, b) Pulsador, c) Leva d) Pedal

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Recipiente para líquido o fluido hidráulico		Accionamiento a) Neumático, b) Hidráulico, c) Neumático-Hidráulico d) Electro-hidráulico		Instalación hidráulica a) Inicio b) No hay flujo c) Hay flujo
	Recipiente para fluido hidráulico a presión		Caudalímetro		Accionamiento motorizado en dos sentidos
	Escape al aire		Válvulas a) antirretorno b) antirretorno con apertura Piloteada.		Válvulas a) Reguladora de caudal variable b) Reguladora en un sentido c) Conjunto regulador mas antirretorno
	Acumulador		Válvula de doble control y regulación de caudal hidráulica		Selector de circuitos
	Símbolo general del filtro		Toma de aire		Válvula simultaneidad

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Válvula reductora de presión a) Reductora b) Reductora con retención c) Reductora diferencial con drenaje		Válvula de exclusión		Válvula de secuencia a) Pilotaje interno b) Pilotaje externo c) Con retención Permite el paso de caudal entre dos puntos de un circuito
	Válvulas distribuidoras a) 2 posiciones (2p) 2 vías (2v) b) 2p-3v c) 2p-4v d) 3p-4v e) 3p-4v f) 3p-4v g) 3p-4v h) 3p-4v		Válvulas distribuidoras de acondicionamiento a) por pulsador en un sentido y retorno por resorte b) accionamiento mecánico c) palanca manual y enclavamiento mecánico d) electroimán y retorno por resorte e) fluido hidráulico y retorno por resorte f) electroimán para dos posiciones, si falta pilotaje regresa al centro g) por aire para dos posiciones h) electroimán para dos posiciones extremas i) falta de pilotaje regresa al centro j) en palanca en posición centro k) por electroimán y manualmente		Cilindros Hidráulicos a) De simple efecto b) Simple efecto retorno por defecto c) De doble efecto d) de doble efecto con doble vástago e) con freno al lado izquierdo f) doble efecto y freno regulable al lado izquierdo g) simple efecto y freno regulable en ambas carreras h) doble efecto y freno regulable en ambas carreras i) telescópicos de simple efecto j) telescópicos de doble efecto k) multiplicador de presión
	Mecanismos Articulados		Conexiones rotativas De 2 y 3 vías		Dispositivo de paro busco

Símbolo	Significado	Símbolo	Significado	Símbolo	Significado
	Válvulas en T 3 vías		Válvulas en L De 3 Vías		Termómetro

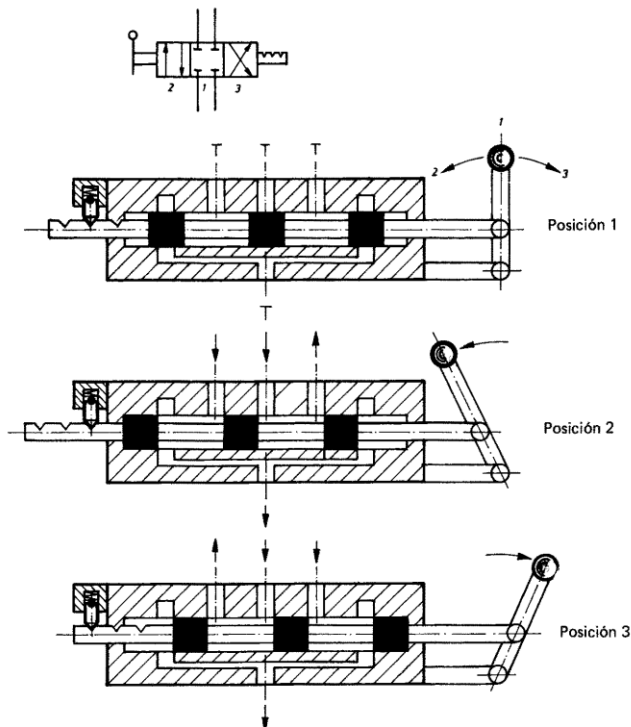
4.1.1 Distribuidores o válvulas hidráulicas.

Un distribuidor o válvula es un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación de un fluido, sean estos líquidos o gases por medio de una pieza móvil que abre, cierra o regula el paso de un fluido.

Debido a su diseño y materiales las válvulas pueden abrir, cerrar, conectar, desconectar, regular, modular o aislar una gran serie de fluidos, desde los mas simples hasta los mas toxico y corrosivos.

Hay una gran variedad de tamaños de válvulas, desde aproximadamente fracciones de pulgadas hasta 9 m o mas de diámetro, trabajan con presiones que van desde el vacio hasta 140 Mpa, las temperaturas a las que llegan a trabajar son desde temperaturas criogénicas hasta aproximadamente 850 °C o mas.

Debido a los diferentes usos, no hay una válvula universal, actualmente hay 9 categorías básicas, donde recaen todos los tipos de válvulas como son: válvulas de compuerta, de globo, de bola, de mariposa, de apriete, de diafragma, de macho, de retención y de alivio. En este esquema se presenta un distribuidor de 3 posiciones y 3 vías con accionamiento manual y con enclavamiento para las tres posiciones.



Posiciones

- 1) Es la posición intermedia en donde todas las vías están cerradas
- 2) El aire tiene entrada al circuito al igual que se le da escape al fluido bajo presión que tiene una parte del circuito.
- 3) Es una situación a la anterior pero conmutando salida por entrada y entrada por salida.

Fig. 4.1.2.1 Valvula de 3p,3v con accionamiento manual¹

4.1.2 Centrales Hidráulicas

A continuación se menciona las generalidades importantes sobre las centrales hidráulicas

Presión nominal pequeña 0 a 50 bar
 Presión media 50 a 150 bar
 Presión alta 150 a 250 bar

Características principales

Volumen de depósito Q_c = caudal de la bomba por minuto
 $V = 3 * Q_c$ en litros

Presión nominal a suministrar
 Potencia del motor

$$P = \frac{P * Q_c}{450 * \eta} \text{ CV}$$

Donde:

P = presión (bar)

Q_c = caudal (l/m)

η = rendimiento (motor-bomba),
 0.8

Filtros de salida (aspiración) 160 Micras Buscar símbolo
 Filtro de llegada (retorno) 1500 a 2000 Micras

Válvula de seguridad

$P_a = p * 1.1$ donde p = presión de servicio

Otros elementos hidráulicos

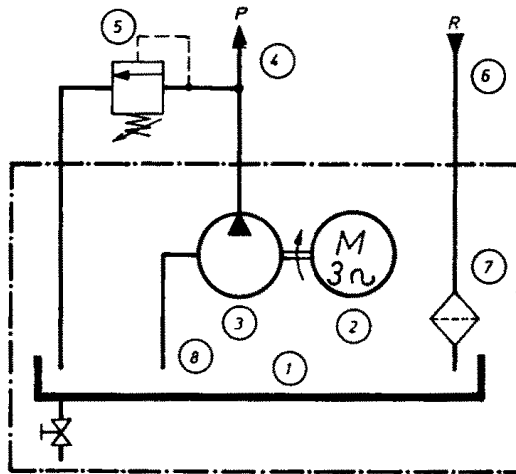
Manómetro indicador de presión.

Sonda de temperatura

Es muy importante que la temperatura del aceite en la tubería o en el depósito no sobrepase 65° a 70°C.

Al fabricante se explicara todas las indicaciones necesarias posibles a fin de que el suministro se apegue a las necesidades reales.

Una central hidráulica esta compuesta de los siguientes elementos como se muestra en la siguiente figura.



Partes de una central Hidráulica

- 1.- Recipiente
- 2.- Motor eléctrico
- 3.- Bomba
- 4.- Salida de aceite con presión
- 5.- válvula de seguridad
- 6.- Retorno de aceite
- 7.- Filtro de aceite (llegada)
- 8.3- filtro de aceite (salida)

Fig.4.1.3.1 Partes de una central hidráulica¹

Con lo que se refiere a los líquidos se tiene lo siguiente, hay tres clases de líquidos hidráulicos:

A base de agua

Es un aceite mineral en agua, un 15% es aceite y 85 % es agua

Trabaja a una temperatura de + 10° y +70°C

Agua en aceite mineral

Es una mezcla de entre 50 y 60 % de aceite y lo demás agua

Mezcla de agua con glicerina.

La mezcla va desde 50 y 60 % de aceite

Temperatura de trabajo. -45° y + 65 °C

Mezcla de glicol-agua

La mezcla tiene una proporción de 35% a 60% de agua y lo demás alcohol

Trabaja a una temperatura de -15°C y +60°C

Sintéticos

Aceites minerales y vegetales.

Esteres fosfatados. Trabajan a una temperatura de -55°C y + 150°C.

Silicona. Tiene una temperatura de trabajo de entre -70 y + 300°C.

Aceites minerales.

Tiene una temperatura de trabajo de entre +10 °C y +100°C además tiene el inconveniente de que se degradan con la temperatura.

Es muy importante tener en cuenta que a los líquidos hidráulicos se les agregan aditivos que tienen la función de conservar, mejorar y dar propiedades especiales a los líquidos hidráulicos tales como aditivos:

- ✓ Viscosos: aumente la viscosidad
- ✓ Anticongelantes: Mejora la fluidez a bajas temperaturas.
- ✓ Adherentes: Mejora la adherencia en las paredes de los elementos metálicos del circuito.
- ✓ Antiespumantes: Recuece la espuma (La silicona es la mas utilizada)
- ✓ Antioxidantes.

4.1.3 Bombas Hidráulicas.

Una bomba hidráulica es un dispositivo mecánico o electro-mecánico, que puede llegar a formar parte de un sistema hidráulico o hídrico, el cual aprovecha la energía mecánica que recibe de una fuerza exterior y la transforma en energía de presión que se transmite de un lugar a otro en un sistema hidráulico, cuyas monóculas están sometidas a esa presión.

Las bombas son los elementos que se encargan de impulsar el aceite o líquido hidráulico, y transforma la energía mecánica rotatoria en energía hidráulica, además también se pueden utilizar para contrarrestar la fuerza de gravedad y en donde las cañerías tienen pendientes y son muy largas y horizontales.

Es muy importante saber que en hidráulica se ocupan las bombas de desplazamiento positivo y se entiende que estas bombas impulsan el líquido hidráulico hacia el circuito y si durante el impulso del líquido hidráulico se encuentra con una interrupción a la salida del aceite, la energía del líquido sube en el circuito al igual que la presión, y si no hay algún dispositivo que regule la presión como una válvula de alivio, entonces la bomba podría sufrir algún daño como ruptura, en general una bomba de desplazamiento positivo crea caudal, pero a alta presión.

Una bomba de desplazamiento positivo esta formada por:

- ✓ Una carcasa
- ✓ Un parte móvil (embolo).
- ✓ Un eje que se conecta maquina de potencia motriz capaz de producir movimiento alternativo.
- ✓ Dos puertos una de entrada y otro de salida
- ✓ Una bola, que permite que el líquido fluya en un solo sentido en la carcasa.

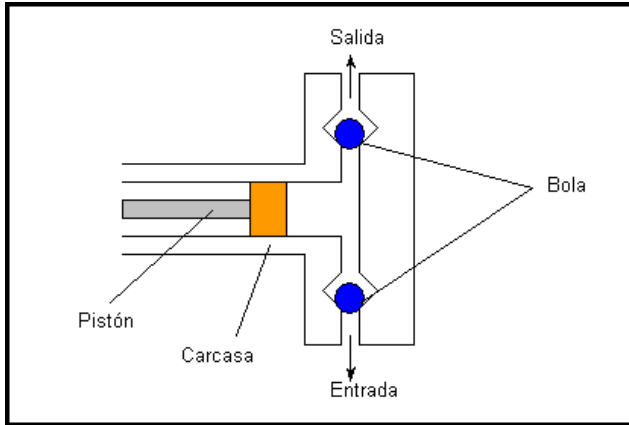
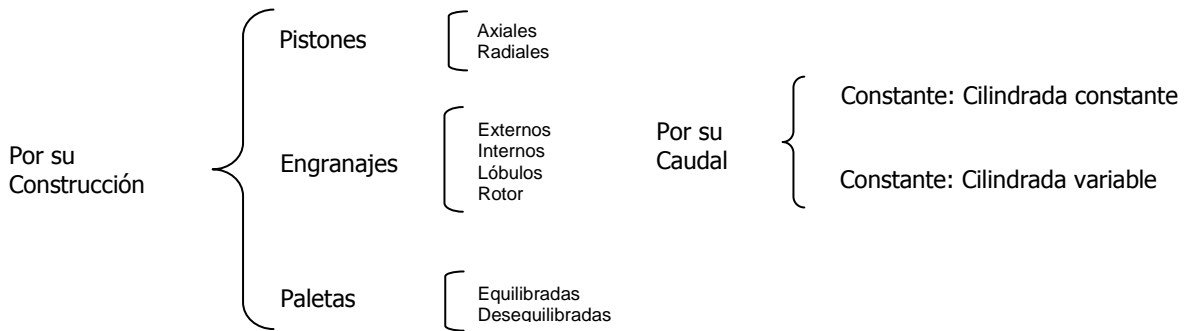


Fig.4.1.4.1
 La figura muestra las partes de una bomba de desplazamiento positivo²⁷

Ahora veremos la clasificación de las bombas de accionamiento positivo.



La cilindrada es el volumen de aceite que en cada revolución puede entregar la bomba.

$$C = \pi * \frac{(D^2 - d^2)}{4} * I \text{ cm}^3/\text{rev}$$

Donde:

- D = Diámetro del engranaje mayor
- d = Diámetro menor del engranaje
- I = ancho del engranaje

Caudal teórico:

Es el caudal que debe entregar la bomba (caudal ideal) es de acuerdo al diseño de la misma.

$$Q_T = C * N$$

Donde:

Q_T Caudal teórico

C = Cilindrada

(cm^3/rev)

N = rpm (1/rev)

$$\eta_V = \frac{Q_R}{Q_T} * 100$$

Donde:

η_V = Rendimiento volumétrico

Q_T Caudal teórico

Q_R = Caudal real

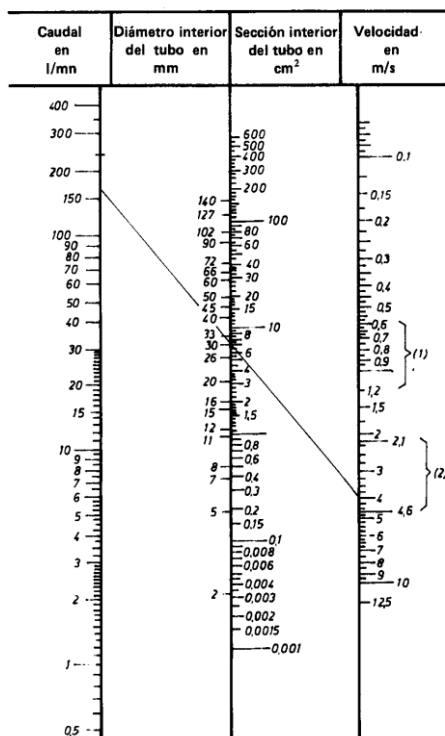
4.1.4 Caudal en tuberías

Ahora veremos el caudal de flujo hidráulico que pasa por un determinado diámetro de una tubería y para esto se mostrara un esquema para determinar el caudal mas adelante, en este momento vamos a definir lo siguiente.

El flujo expresa el movimiento de un fluido, es decir la cantidad total de un fluido que pasa por una sección determinada de un conducto.

El caudal es la cantidad de flujo que circula por una sección determinada de una tubería o conducto, es decir expresa el flujo por unidad de tiempo.

En la siguiente figura 4.5.1.1 se muestra una forma para determinar el caudal hidráulico que pasa por una tubería en un determinado diámetro, en función de su velocidad.



- (1) Velocidad recomendada en tuberías de aspiración
- (2) Velocidad recomendada en líneas de presión

La figura es valida para aceites con viscosidad máxima de 9°C o 38°C , circulando a una temperatura de 20° y 68°C .

Fig. 4.5.1.1^{*1}

4.2 Física aplicada a la hidráulica.

Como ya se definió anteriormente el concepto de hidráulica, hay una gran variedad de leyes físicas relativas al comportamiento de los fluidos y muchas son ocupadas con fines científicos y de experimentación al igual que las propiedades de los fluidos hidráulicos.

Las propiedades que se usan en la física aplicada a la hidráulica tenemos los siguientes fluidos: Densidad, Viscosidad, Cavitación, Fluididad, Compresibilidad, régimen de flujo (laminar y turbulento), presión de vapor, punto de ebullición, resistencia a la oxidación, capacidad de lubricación.

Densidad: Es la cantidad de masa que hay en una unidad de volumen, y se puede utilizar en términos de absoluta y relativa. (Densidad = masa/Volumen) (Kg/cm³).

Viscosidad: Es la oposición que presentan las moléculas a desplazarse unas sobre otras, es decir es la resistencia que presenta un fluido a su movimiento.

Cavitación: Es un fenómeno donde el fluido forma una bolsa de vapor de él mismo y se vuelve a condensar, ocasionando que las partes metálicas que están a su alrededor se erosionen, al ser sometidas a grandes presiones.

Fluididad: Es la facilidad que encuentra un fluido a fluir.

Compresibilidad: Todos los elementos en estado gaseoso, líquido o sólido son compresibles en mayor o menor grado, esta propiedad varía en los líquidos la compresión es poca, mientras que en los gases es mayor, es importante mencionar que para las aplicaciones hidráulicas usuales el aceite hidráulico se considera incompresible.

Régimen de flujo: Es el orden con que circula el flujo en un conducto ya sea en régimen laminar o turbulento, esto es importante ya que determina las pérdidas de carga que se producen en un fluido cuando circula por un conducto.

Pérdida de carga.

Todo fluido presenta pérdida de carga al circular por un conducto cuando encuentra dificultad en su trayectoria y esta pérdida es de dos tipos.

- ✓ Resistencia en el conducto local, la pérdida se presenta cuando el fluido se encuentra con obstáculos como curvas, codos, tubos, válvulas, uniones, recortes y más.
- ✓ Resistencia distribuidas, estas se presentan por frotamiento en el conducto.

Las pérdidas de carga se deben principalmente a:

- ✓ El caudal (Q) que pasa por el circuito.
- ✓ Longitud del circuito
- ✓ Régimen del flujo
- ✓ Viscosidad del fluido
- ✓ Diámetro del conducto

Régimen Laminar: Este se produce cuando un fluido se conduce en forma ordenada adentro de un conducto.

Régimen turbulento: Se presenta cuando un fluido se desplaza dentro de un conducto en forma desordenada.

Presión de vapor: Es la presión que ejercen las moléculas de un líquido a vaporizarse en la superficie del líquido y la presión depende de la temperatura.

Punto de fluidez: Es un fenómeno que se caracteriza por la temperatura más baja a la que puede fluir un líquido.

Resistencia a la oxidación: Los aceites no sintéticos, reaccionan fácilmente con el oxígeno atmosférico, degradando de forma considerable al aceite.

Capacidad de lubricación: Es la película que forma el aceite en las partes móviles de una máquina impidiendo el rozamiento entre ellas, alargando la vida útil de las piezas móviles.

Principios físicos:

Ley de Pascal.

La ley más importante y elemental que hace referencia en la hidráulica es la de Pascal donde se explica:

La presión existente, que se aplica a un fluido confinado se transmite en todas las direcciones y ejerce fuerzas iguales sobre áreas iguales y actuando estas fuerzas sobre las paredes del recipiente que lo contiene.

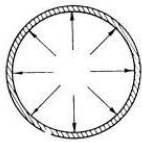


Fig. 4.2.1³⁰

En una sección de tubería el fluido confinado ejerce fuerza igual en todas direcciones y en forma perpendicular a las paredes.

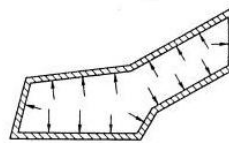


Fig. 4.2.2³⁰

Se muestra la sección transversal de un recipiente de forma irregular de paredes rígidas, el fluido ejerce la misma presión en todas direcciones.

Como ejemplo aplicado a la hidráulica.

Si llenamos un tubo de agua y colocamos dos cilindros hidráulicos del mismo tamaño en los extremos, si empujamos uno de ellos con una fuerza determinada el otro se moverá en sentido contrario con la misma fuerza ejercida.

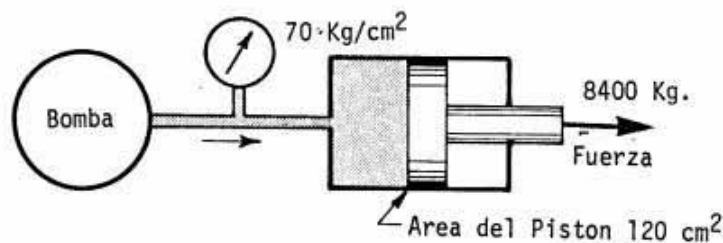
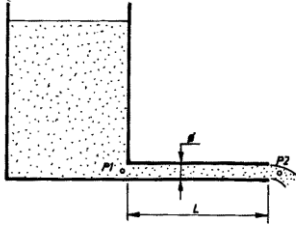


Fig.4.2.3 Ejemplo aplicado a la hidráulica³⁰

Ley de Poiseuille.

El gasto de salida de un líquido por un tubo es directamente proporcionalmente a la cuarta potencia del radio del tubo y a la diferencia de presiones entre los extremos del mismo, e inversamente proporcional a la longitud del tubo y a coeficiente de viscosidad.



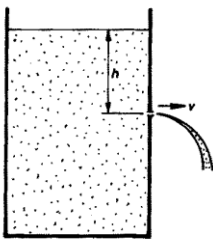
$$G = \frac{\pi r^2 (p_1 - p_2)}{81 \mu}$$

Donde:

- G = gasto (l/s)
- r = radio del tubo (dm)
- l = longitud del tubo (dm)
- p1 = presión mayor (N/m²)
- p2 = presión menor (N/m²)
- μ = viscosidad (Kg*m⁻¹ *s⁻¹) (decapoise)

Teorema de Torricelli

En un recipiente la velocidad de salida de un líquido por un orificio pequeño, es igual a la de un cuerpo que alcanzaría libremente desde una altura igual a la diferencia de nivel entre la superficie del líquido y el orificio de salida.



Velocidad teórica (vt)

$$v_t = \sqrt{2gh}$$

Velocidad real (vr)

$$v_r = \alpha \cdot k \cdot \sqrt{2gh}$$

g = gravedad (9.81 m/s²)

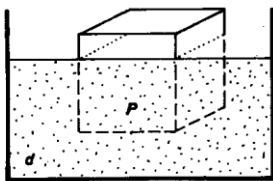
h = altura

α = coeficiente del líquido (0.61)

K = coeficiente de velocidad (0.85 ÷ 0.90)

Principio de Arquímedes

Este principio no es tan difícil de entender ya que indica que todos los cuerpos que se sumergen en un líquido en reposo, desplaza hacia arriba, igual al peso del líquido desalojado.



Donde:

$$E = (V \cdot d) - p$$

E = empuje

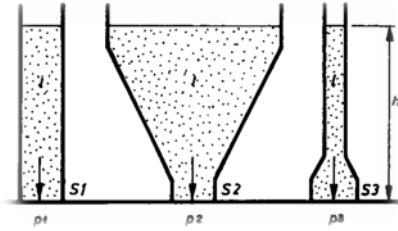
v = volumen del cuerpo

d = densidad del líquido

p = peso del cuerpo

Presión Hidrostática.

Es la presión en la superficie que ejerce la columna de un líquido como resultado de su propio peso.



La presión esta en función de la altura de la columna del liquido (h), la densidad y la gravedad

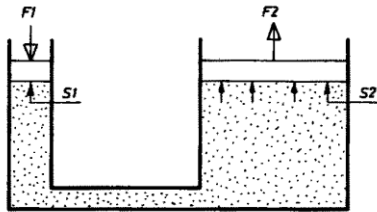
$$p = h \cdot d \cdot g$$

Si la presión que se ejerce en el fondo en diferentes recipientes con la misma sección, con diferentes fondos y con alturas iguales la presión es la misma. Entonces.

$p_1=p_2=p_3$ y $s_1=s_2=s_3$ con la misma altura de liquido en los tres recipientes.

Transmisión de hidráulica de fuerzas.

La transmisión de fuerzas hidráulicas se aplica a la prensa hidráulica.



La presión que ejerce la F1 esta dada por la siguiente ecuación:

$$p_1 = \frac{F_1}{S_1}$$

Esto da como resultado la fuerza (F2)

$$F_2 = p_1 \cdot S_2$$

4.2.1 Viscosidad

Debido a la importancia que tiene esta propiedad de los fluidos, se estudia en este tema a la viscosidad con mayor profundidad e importancia.

Como vamos a tratar del aceite hidráulico, se tiene que la principal característica de los aceites lubricantes es la viscosidad, es decir es la medida que presenta la fluidez a determinada temperatura.

- ✓ Para los líquidos a mayor temperatura, la viscosidad es menor
- ✓ En el aire mayor viscosidad a mayor temperatura.

Ahora si la viscosidad es demasiado baja el film lubricante no soporta la carga entre las piezas y desaparece sin cumplir el objetivo de evitar el contacto metal y metal, y sin en cambio sí la viscosidad es muy alta será necesario una mayor fuerza para mover el lubricante

Es muy importante saber que la viscosidad es una propiedad que depende de la presión y temperatura, definiéndose como el cociente que resulta de la división de la tensión de cizallamiento por el gradiente de velocidad.

$$\mu = \tau / D$$

Donde:

μ = Viscosidad

τ = tensión de cizallamiento

D = Gradiente de velocidad

Siendo la viscosidad en flujo lineal, a presión, velocidad y temperatura constante, afecta la generación de calor entre superficies giratorias, además tiene que ver con el efecto sellante del aceite y también determina la facilidad con que la maquinaria arranca de condiciones de baja temperatura ambiente.

La viscosidad se mide en dos sistemas de unidades el saybolt (SUS) y el sistema métrico centistokes (CST)

- ✓ Poise = 1dina * s/cm² = 0.01019 Kg/m²
- ✓ Stoke = 1dina/poise = 1cm²/s = 0.0001 m²/s

Índice de viscosidad.es el valor numérico que indica la variación de la viscosidad con respecto de la temperatura, cuando más alto es el índice más estable es el lubricante.

4.2.2 Medición de densidades en los líquidos.

La densidad es una característica de las sustancias de la lo que están compuesta la misma, además es una magnitud intensiva es decir no depende de la cantidad de materia que compone el cuerpo, sino solo de su composición, la densidad es la masa de un cuerpo por unidad de volumen y cuando se habla de densidad relativa se entiende que es la densidad de un cuerpo y la densidad del agua a 4°C.

Como cada sustancia pura tiene una densidad que la caracteriza, esta propiedad es muy útil para saber de forma precisa y rápida de que esta hecho el objeto.

La densidad puede obtenerse de formas diferentes, como ejemplo para objetos macizos de densidades mayores que el agua, se calcula primero su masa en una balanza y después su volumen, esto se puede calcular sumergiendo el objeto en un recipiente calibrado con agua y observando la diferencia de altura que alcanza el agua.

Para comprender bien la medición de densidades de las sustancias es muy importante conocer el principio de Arquímedes que a continuación se anuncia:

Todo cuerpo sumergido en un liquido sufre un desplazamiento hacia a arriba igual a la masa de liquido desalojado.

Este principio nos explica porque flotan los objetos como el corcho, barcos globos y porque es más fácil levantar una persona dentro de una piscina llena de agua que fuera de ella.

Este principio se aplica la mayoría de las veces a los comportamientos de los objetos en agua y explica porque los objetos flotan y se hunden y por que parecen ser más ligeros en este medio.

Y de acuerdo a este principio esta el densímetro que utiliza el principio de Arquímedes que es un instrumento de metal graduado que se utiliza para medir la densidad de un líquido, el densímetro tiene en su parte inferior una ampolla llena de mercurio o de plomo y flota por si mismo en la solución a medir, cuando algo se sumerge una varilla graduada se levanta para dar la lectura de la escala.

Los aerómetros son aparatos que miden la densidad de los líquidos en forma directa, y se distinguen dos casos, los líquidos con densidad mayor que el agua y los líquidos con densidad menor que el agua inferior que corresponde al agua pura.

4.2.3 Ph del agua

El agua es la sustancia mas abundante solo tres cuartas partes de ella cubren la tierra, se puede encontrar prácticamente en cualquier lugar, en los tres estados de la materia solido, liquido y gaseoso, su composición química esta formada por dos átomos de hidrogeno y uno de oxigeno, dentro de sus característica físicas, no tiene sabor, es insípida y no presenta color, solo en grandes cantidades presenta un color azulado, tiene un punto de ebullición de 100 °C a la presión atmosférica, su punto de congelación es de 0 °C, su densidad máximo en estado liquido es de 1 g/cm³, no conduce la electricidad en estado puro, presenta tensión superficial es decir una pequeña capa que presenta cierta resistencia, tiene la propiedad de capilaridad que es el ascenso y descenso que presenta dentro de un tubo capilar, su capacidad calorífica es mayor que la de cualquier otro liquido y es un gran regulador del clima de la tierra, además es considerado el solvente universal ya que es liquida y puede disolver casi todo.

La abreviatura pH es una abreviatura pondius hydrogenium que significa el peso del hidrogeno, el pH es un indicador del número de iones de hidrógeno, no tiene unidades se representa solo por un numero, si una solución es neutra el numero de protones es igual al numero de iones hidroxilo, si el numero de iones hidroxilo es mayor la sustancia es básica, y sin en cambio, sí el número de protones es mayor la sustancia es acida.

El Ph es en realidad un indicador de la acidez de una sustancia y esta determinado por la consideración de el número de protones (iones H⁺) y el número de iones hidroxilo (OH⁻), de una sustancia, es un factor muy importante ya que determinados procesos químicos solo se pueden llevar acabo a un determinado Ph, y también sirve como un indicador que compara algunos de los iones mas solubles en el agua.

El Ph del agua viaria entre 0 y 14, cuando mas se aleje el ph por encima o abajo de 7, mas básica o acida será la solución, y el término que se utiliza para referirse al ph es la alcalinidad.

Hoy en día se utilizan varios métodos para medir el ph del agua, uno de ellos es el método del calorímetro, que consiste en usar un trozo de papel que indica el ph de la sustancia, se introduce un trozo de papel tornasol en una solución y por el color que toma el papel, se sabe si la sustancia es acido, base o neutra aunque no se puede conocer el grado de acidez que le corresponde ya que es un método no muy preciso, es por esto que ahora en la actualidad existen tiras de test disponibles que miden el ph en valores de 3.5 a 8.5

Código de colores que se usan en el papel tornasol.

Rojo Acido
 No modificado Neutro
 Azul Base

	Temperatura	Ph
A	0 °C	7.47 Base
	21 °C	7.07 Base
	25 °C	7 Neutro
	220 °C	5.68 acido

La tabla 4.2.3.1 muestra el ph del agua a una determinada temperatura

El método del potenciómetro es un método preciso, para medir el ph del agua, se mide el cambio de color en un experimento químico de laboratorio ya que con este se pueden medir valores de ph, tales como 2.03 y 5.07.

La tabla siguiente muestra algunos ejemplos de algunas sustancias

pH	Sustancia
14	Hidróxido de sodio
13	lejía
12.4	lyme
11	amoníaco
10.5	manganeso
8.3	levadura en polvo
7.4	sangre humana
7.0	gua pura
6.6	leche
4.5	tomates
4.0	vino
3.0	manzanas
2.0	zumó de limón
0	ácido clorhídrico





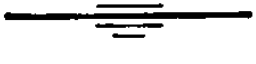

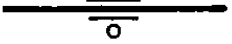

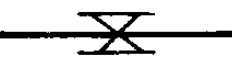

Tabla 4.2.3.2

4.3 Transporte y Manipulación de Fluidos

El transporte de un fluido por una tubería queda establecido en el momento cuando las capas de fluido se mueven de forma paralela una contra la otra es decir en flujo laminar, es necesario dimensionar las tuberías de acuerdo al caudal que va a pasar por ellas, una tubería con diámetro pequeño provocará rápidas velocidades de circulación y como consecuencia de las elevadas velocidades traerá consigo elevadas pérdidas por fricción, en cambio una tubería de gran diámetro resultara costosa y difícil de instalar.

4.3.1 Simbología de tuberías

La siguiente tabla muestra las formas diversas de sujeción de tuberías y su representación por símbolos.

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Soporte con fricción del tubo		Soporte por fricción del tubo por guía
	Tubo suspendido		Tubo de pie
	Soporte de fricción del tubo sobre rodillos		Suspensión elástica
	Soporte con fricción del tubo sobre bolas		Tubería con apoyo elástico
	Punto fijo de fijación		Tubo con apoyo de compensación

La siguiente tabla muestra las formas diversas de sujeción de tuberías y su representación por símbolos.

Formas diferentes de unión de tuberías, según la norma DIN 2 429

Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Unión de bridas		Unión roscada
	Unión de bridas con disco de agujero ciego		Acoplamiento
	Brida ciega		Unión soldada
	Unión de manguito		Cordón de manguito
	Manguito esférico		Manguito esférico roscada
	Manguito de enchufe		Manguito de enchufe soldado
	Unión de grapas		Accesorio soldado
Símbolos de circuitos de tuberías, aparatos y elementos			
Símbolo	Denominación	Símbolo	Denominación
	Válvulas de paso recto con flotador y a bridas		Válvula angular con flotador y a bridas
	Grifos de tres pasos con bridas		Sombbrero para lluvia
	Válvula de compuerta a brida		Sifón
	Grifo de paso recto con bridas		Junta de dilatación en forma de lira
	Manómetro		Termómetro
	Separador de agua		Separador de aceite

4.3.2 Clases de tuberías.

En función del material con que están construidas las tuberías y tubos se puede distinguir las siguientes clases, pero antes de clasificarlas, analizaremos el significado de tuberías y tubos.
 Tubo: Pieza en forma cilíndrica y hueca, abierta por ambos extremos que se utilizan en diversas aplicaciones.

Tubería: Las tuberías son tubos que están fabricados de acuerdo a los tamaños normalizados.

De acuerdo al material con que están construidas las tuberías se clasifican en dos grupos principalmente las metálicas y las no metálicas.

Tuberías Metálicas

Tuberías de acero

Dentro de las tuberías más utilizadas son las tuberías fabricadas en acero al carbón, se fabrican en una gran variedad de tamaños y formas para facilitar su obtención. Son muy usadas para diversas clases de fluidos, son utilizadas en pequeños y medianos diámetros, se unen por soldadura manguitos y bridas

Tuberías por fundición

Son construidas en diámetros de hasta 600 mm, se instalan con mucha frecuencia bajo tierra y se emplean principalmente para transportar agua subterránea de presiones de hasta 20 Kg/cm², al igual que transporta aguas negras, agua y gas, también se utilizan para vapor a baja presión, su unión son del tipo de bridas, tipo campana y espigo.

Tuberías de plomo

Este tipo de tuberías de plomo prácticamente ya casi no se utiliza, se emplean en transporte de fluidos de baja presión, no se usa para transportar fluidos calientes y se unen por soldadura blanda.

Tuberías de cobre.

Se utilizan en instalaciones sanitarias y de calefacción donde se toma en cuenta las vibraciones y el deslizamiento en factores de diseño, como por ejemplo en diseño automotriz, hidráulico y neumático así en diversos transportes de fluidos. Se fabrican en tamaños que van desde 6 y 100 mm, con espesor que van desde 0.75 y 2.5 mm.

Diámetros más utilizados en tuberías de cobre.

8 x 10 mm	20 x 22 mm	51 x 54
10 x 12 "	25 x 28 "	59 x 63
13 x 15 "	32 x 35 "	76 x 90
16 x 18 "	39 x 42 "	96 x 100

Tuberías no metálicas

Las tuberías no metálicas que son utilizadas en procesos industriales están construidas de diversos materiales dentro de las más importantes tenemos las siguientes:

Tuberías de cloruro de polivinilo (PVC)

Tiene una alta resistencia al esfuerzo y al moldeo, se fabrican en diámetros de hasta 250 mm para presiones máximas de 16 Kg/cm², es barato, ligero y con una multitud de accesorios y piezas especiales que facilita un rápido y fácil montaje dando lugar a excelentes y seguras instalaciones.

Tuberías de plástico tipo rilsan

Se emplea en transporte de aire de circuitos neumáticos con presiones de hasta 8 Kg/m² en diámetros pequeños.

Tuberías de goma

Se ocupan en transporte se agua y aire, se construyen con diámetros y espesores según sea su aplicación.

Tuberías de fibrocemento

Se emplean en transporte de distribución de agua y desagües, están contruidos de cemento o silicato de calcio formado por una reacción química de un material de sílice con otro calcáreo que se refuerza con fibra.

4.3.3 Diámetro de tuberías

Para conocer el diámetro que se necesita en un determinado momento es necesario conocer la longitud de la tubería, las propiedades del fluido como el caudal, perdida de carga que se desea a lo largo de la tubería y la rugosidad.

Designacion				Espesor	Peso del tubo Kg/m	Volumen del agua l/m	Sección Interior cm ²	Seccion del Metal cm ²
Diametros								
Nominal		Exterior	Interior					
In	mm							
3/8	10	17.2	12.2	2.35	0.852	0.123	1.23	1.09
	10	17.2	13.6	1.8	0.688	0.145	1.45	0.87
1/2	15	20	16	2	0.890	0.201	2.01	1.13
	15	21.3	16	2.65	1.220	0.201	2.01	1.55
	15	21.3	17.3	2	0.962	0.201	2.35	1.21
3/4	20	25	21	2	1.130	0.346	3.46	1.45
	20	26.9	21.6	2.65	1.580	0.366	3.66	2.02
	20	26.9	22.3	2	1.410	0.391	3.91	1.77
1	25	30	24.8	2.6	1.770	0.483	4.83	2.24
	25	31.8	26.6	2.6	1.880	0.556	5.56	2.38
	25	33.7	27.2	3.25	2.440	0.581	5.81	3.11
	25	35	29.8	2.6	2.077	0.697	6.97	2.65
1 1/4	32	38	32.8	2.6	2.290	0.845	8.45	2.89
	32	42.4	35.9	3.25	3.140	1.012	10.12	4.00
	32	42.4	37.2	2.6	2.570	1.087	10.87	3.25
1 1/2	40	44.5	39.3	2.6	2.700	1.213	12.13	3.42
	40	48.3	41.8	3.25	3.610	1.372	13.72	4.60
	40	48.3	43.3	2.6	2.950	1.459	14.59	3.73
	40	51	45.8	2.6	3.120	1.647	16.47	3.96
2	50	54	48.8	2.6	3.180	1.870	18.70	4.20
	50	57	51.2	2.9	3.900	2.059	20.59	4.93
	50	60.3	53	3.65	5.100	2.208	22.06	6.50
	50	60.3	54.5	2.9	4.140	2.333	23.33	5.23
2 1/2	65	70	64.2	2.9	4.830	3.237	32.37	6.11
	65	76.1	68.2	3.65	6.519	3.718	37.18	8.30
	65	76.1	70.3	2.9	5.280	3.882	38.82	6.66
	65	92.5	76.1	3.2	6.310	4.548	45.48	8.08
3	80	88.9	80.8	4.05	8.470	5.128	52.28	10.79
	80	88.9	82.5	3.2	6.810	5.346	53.46	8.61
	80	95	87.8	3.6	7.900	6.055	60.55	10.33
3 1/2	90	101.6	93.5	4.05	9.700	6.866	68.66	12.41
	90	101.6	94.4	3.6	8.760	6.999	59.99	11.08
4	100	108.0	100.8	3.6	9.350	7.980	79.80	11.81
	100	114.3	105.3	4.5	12.100	8.709	87.09	15.51
	100	114.3	107.1	3.6	9.900	9.009	90.09	12.51
5	125	133	125.0	4	12.800	12.272	122.72	16.21
	125	139.7	130	4.85	16.200	13.273	132.73	20.55
	125	139.7	131.7	4	13.500	13.622	136.22	17.06
	125	152.4	143.4	4.5	16.400	16.151	161.51	20.90
6	150	159	150	4.5	17.100	17.671	176.71	21.86
	150	165.1	155.4	4.85	19.200	18.967	189.67	24.41
	150	165.1	158.1	4.5	17.800	19.138	191.38	22.70
	150	168.3	159.3	4.5	18.100	19.931	199.31	23.15
7	175	191.2	180.5	5.35	24.000	25.585	255.82	30.64
8	200	215	204	5.5	31.100	32.685	326.85	39.59
9	225	241	228.5	6.25	38.100	41.007	410.07	46.10
10	250	267	254	6.5	41.500	50.671	506.71	53.10

La siguiente figura muestra la utilización de un ábaco para calcular el diámetro de tubería que se quiere conocer.

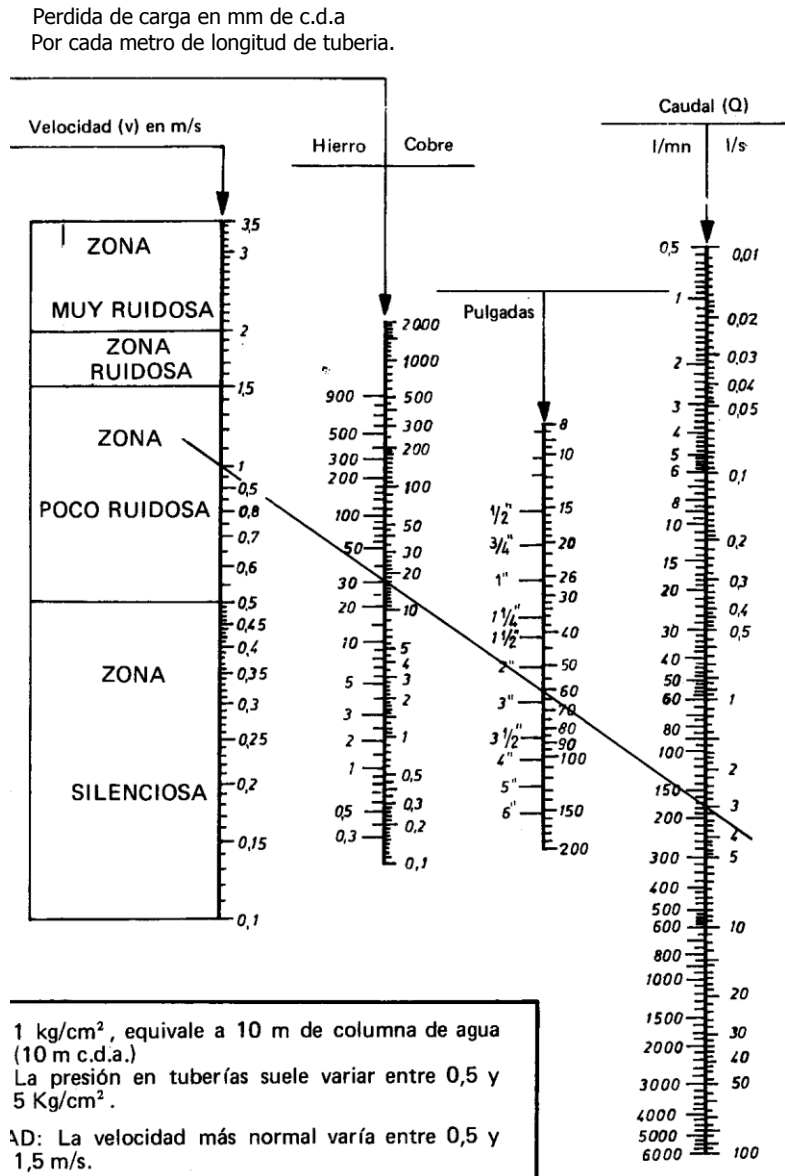


Fig. 4-3-3.1 Abaco para calcular diámetros de tuberías¹

Como ejemplo de utilización del Abaco dado el caudal en l/s o l/mn y la velocidad para el flujo, se puede determinar el diámetro de la tubería y la pérdida de carga, trazando una línea como la que se muestra en el Abaco.


Caudal = 3 l/s, velocidad 1 m/s, $\varnothing = 60 \text{ mm}$, pérdida de carga en el tubo de Fe = 30 mm.

4.3.4 Elementos de Anclaje y Fijación


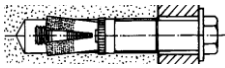
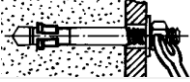

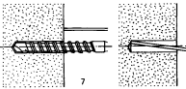
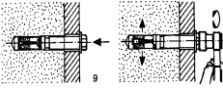
En este apartado mostraremos la abundancia de elementos de anclaje y fijación que se encuentre hoy en día en el mercado.

Con lo que respecta a los elementos de anclaje, su posición final depende de la flexibilidad de la tubería y de la estructura metálica del lugar donde se pretende fijar los anclajes.

A continuación se muestra un catalogo de elementos de fijación mas utilizados comercialmente.

Elemento	Nombre	Elemento	Nombre
	Abrazadera		Uña (Abrazadera)
	Taquete de plástico		Tornillo Tornillo de cabeza roscada
	Abrazadera para tubos y cables con pequeño diámetro		Soporte para tubos anclados a la pared
	Abrazadera adaptable		Pistola para clavar tornillos y clavos
	Tornillo para pistola Clavo para pistola percutor		

Catalogo de elementos de anclaje.

Elemento	Nombre	Elemento	Nombre
	Pistola especial de fijación de piezas sobre paredes de pequeño espesor		Bulón de expansión montado y apretado
	Variante de bulón de expansión		Bulón de expansión
	Diversas fases en la colocación de un bulón de expansión Taladro Limpieza		Diversas fases en la colocación de un bulón de expansión Introducción de bulón Apriete de bulón

4.3.5 Roscas Iso para tubos

El diámetro nominal que se indica en las rocas para tubos son las pulgadas y el perfil de rosca es cilíndrica sin estanqueidad y cónica con estanqueidad, se tiene que tener en cuenta que no siempre el diámetro exterior del tubo coincide con el interior por que depende del tipo de tubo que puede ser ligero, medio o fuerte, para un tubo de 1 in de diámetro exterior (33.7mm), su diámetro interior puede ser 27.9, 27.2 o 25.6 mm de acuerdo al tipo de tubo que se este ocupando.

La siguiente Tabla 4.3.5.1 muestra las dimensiones para tubos.

Denominación Usual		Diámetro exterior	Diámetro interior	Espesor		
In	mm	mm	mm	Serie ligera	Serie media	Serie fuerte
1/8	5x10	10.2	6	1.8	2	2.65
¼	8x13	13.5	8	2	2.35	2.90
3/8	12x17	17.2	10	2	2.35	2.90
½	15x21	21.3	15	2.35	2.65	3.25
¾	20x27	26.9	20	2.35	2.65	3.25
1	26x34	33.7	25	2.9	3.25	4.05
1 1/4	33x42	42.4	32	2.9	3.25	4.05
1 1/2	40x49	48.3	40	2.9	3.25	4.05
2	50x60	60.3	50	3.35	3.65	4.50
2 1/2	66x76	76.1	65	3.25	3.65	4.50
3	80x90	88.9	80	3.25	4.05	4.85
3 1/2	90x102	101.6	90	3.65	4.05	4.85
4	102x114	114.3	100	3.65	4.50	5.40
5	127x140	139.7	125	-	4.50	5.40
6	152x165	165.1	150	-	4.50	5.40

Capítulo V

PLC

En este capítulo se pretende dar a conocer al PLC como la base principal de la automatización industrial, en él se especifican sus funciones básicas, los elementos que lo forman, el funcionamiento interno, los lenguajes de programación que se usan actualmente en su operación, con esto se pretende dar a conocer la gran versatilidad de sus componentes y la gran gama de aplicaciones que posee, algunas pueden muy extrañas, quien pensaría que con un PLC, regaría el jardín cuando saliera de vacaciones, movimiento de guías, controlar semáforos, hasta llega a los más complejos procesos industriales, que hoy en día se conocen para fabricar productos terminados a bajo costo.



Fig. 5.1 Sistema de control para soplado de plástico^{*5}

5.1 Antecedentes Históricos

Con el avance de la tecnología en los actuales sistemas de automatización industrial, a los que se les puede considerar como los herederos de los autómatas mecánicos del pasado, que los cuales nos a permitido mejorar los dispositivos de automatización y control de procesos industriales, domésticos etc., es bueno recordar que un autómata es una máquina que imita la figura y los movimientos de un ser animado.

El desarrollo de los autómatas depende del continuo avance de la ciencia y la tecnología, desarrollando grandes avances como en la tecnología cableada, la neumática, circuitos de relés electromagnéticos y tarjetas electrónicas, con la aparición de la electrónica moderna aparece la lógica programada, los automatismos más conocidos que trabajan con la lógica programada son las computadoras y los PLC, el Control Lógico Programable PLC es un dispositivo de fabricación electrónica, la diferencia entre ellos, es que la computadora utiliza lenguajes informáticos y es utilizada para múltiples tareas, mientras que los segundos usan lenguajes específicos y se usan primordialmente en los procesos industriales actuales

Con la introducción aproximadamente en 1960 del PLC (Control Lógico Programable) en la industria, con el fin de sustituir a los complejos sistemas de relés y contactores, se busco la forma de utilizar los sistemas que se basaban en sistemas de electrónica de semiconductores

además que fueran capaces de trabajar en ambientes industriales y se pudieran adaptar a diversos tipos de aplicaciones.

El problema principal de los relés, eran que cuando cambiaban las líneas de producción, lo hacía también el sistema de control, sabiendo que los relés son dispositivos mecánicos y tienen una vida limitada se requería un esfuerzo planificado para su manutención y mantenimiento a nivel industrial.

La industria automotriz, en específico la General Motors fue la primera en utilizar los PLC y les dio un gran impulso al introducirlo como dispositivos de control en los sistemas de control industrial, debido a su gran aceptación como operador de controles de secuencias de motores eléctricos, cilindros neumáticos e hidráulicos entre otras funciones ha sido muy bien aceptado en el sector industrial incorporándolos a sus líneas de producción.

Los primeros PLC funcionaban con un procesador hecho por un grupo de circuitos integrados interconectados y empleaba memoria de ferrita, su aplicación es esencialmente en procesos secuenciales, de esta forma aparece el Modicon 084, que es el primer PLC que se empezó a fabricar en el mundo de manera comercial.

En la primera mitad de los años 70, la tecnología de los PLC, eran dispositivos de estado secuencial y el CPU que se basaban en desplazamiento de bit, los nuevos controladores de los PLC debían ser de fácil programación, el tiempo de vida tenía que ser largo, los cambios en el programa se deberían de realizar de forma sencilla, al igual que debían de trabajar sin mayor problema en ambientes industriales desfavorables, para esto se utilizó programación familiar y cambiar los relés mecánicos por relés de estado sólido, con la aparición del bus Modicon que es el primer PLC que podía interactuar con otros PLC, y ahora con la habilidad de poderse comunicar entre ellos podían estar apartados de las máquinas y procesos que controlaban. Solo que tenían un inconveniente en la comunicación de los PLC ya que hace falta un estándar en sistemas físicos y protocolos que sean compatibles entre sí.

Para los años 80 se hace el intento de estandarizar las comunicaciones, al igual que las dimensiones del PLC disminuyeron, la programación se hace simbólica a través de computadoras personales.

En la década de los años 90, se ha reducido de forma progresiva el número de nuevos protocolos y se empezó a cambiar las capas físicas de algunos protocolos de los 80, uno de los últimos estándares que intenta unificar el sistema de programación internacional único de todos los PLC es el IEC 1131-3.

Actualmente se dispone de PLC's que se puede programar en diagramas de bloque, listas de instrucciones y texto estructurado al mismo tiempo, se han desarrollado PLC más rápidos, con mayor capacidad de almacenamientos de datos, se le incluyen una mayor cantidad de entradas, además se incluye el control analógico, al igual que se añade un sistema de intercomunicación con el usuario, se crean nuevos y mejores software, hay mejoras en la expansión de la memoria para un mejor funcionamiento del programa y del PLC.

Hoy en día los equipos de cómputo en algunas aplicaciones están empezando a reemplazar a los PLC, muchas compañías están empezando a utilizar el control asistido por computadora, que cada vez es más potentes, más económicas y con programas fáciles de usar y a las muchas posibilidades que la PC puede proporcionar. No sería extraño que en un futuro el PLC sea reemplazado por un ordenador informático.

5.2 Características Principales

El Control Lógico Programable (PLC) es un equipo electrónico programable que permite almacenar una secuencia de ordenes (programa) en su interior y ejecutarlo de forma cíclica con el fin de realizar una tarea, tiene como fin controlar aplicaciones de automatización en el ámbito industrial productivo, como son maquinas o procesos lógicos y secuenciales, la secuencia de las acciones se lleva acabo sobre las salidas de trabajo del PLC a partir del estado de las señales de entradas.

Son de bajo precio, tamaño compacto, están dotados de instrucciones para solucionar principalmente problemas de control eléctrico, neumático e hidráulico, el PLC es programado básicamente con comandos en lenguajes específicos que requieren los más rigurosos requerimientos de control

La estructura Externa del PLC, generalmente tiene las siguientes dos presentaciones:

Modular.

- ✓ Estructura americana (En esta presentación se separan los elementos de E/S del resto del PLC)
- ✓ Estructura europea. (Cada módulo tiene una función, CPU, E/S, fuente de alimentación etc.).

Compacta. Todos los dispositivos están en un solo bloque.

Normalmente se utiliza un PLC para lo siguiente:

- ✓ Reemplazar la lógica de los relés.
- ✓ Menor tiempo en la elaboración de proyectos
- ✓ Actuar como interface entre una PC y el proceso de fabricación.
- ✓ Reemplazar contactores y temporizadores electromecánicos.
- ✓ Efectuar diagnostico de fallas y alarmas.
- ✓ Posibilidad de agregar modificaciones.
- ✓ Controlar tareas peligrosas y repetitivas.
- ✓ Regular desde un punto dispositivos remotos.
- ✓ Gobernar varias maquinas con el mismo PLC.

Las siguientes son algunas características principales de un PLC:

- ✓ De dimensiones reducidas.(Hay desde medidas de 160X80X62 mm)
- ✓ Fácil de usar, la programación debe de ser desde un programador manual o una PC.
- ✓ Universal. Debe de ser flexible para las opciones de hardware que se tienen en la actualidad.
- ✓ Mantenimiento económico.
- ✓ Menor costo de mano de obra

Desventajas del PLC.

- ✓ Adiestramiento de personal.
- ✓ Costo elevado.

Componentes principales del PLC

Hardware. Es lo referente a los grupos de circuitos electrónicos, que de forma interna procesa la información y las operaciones que recibe el PLC de los dispositivos de entrada y que servirán de referencia para activar los actuadores.

En el siguiente diagrama de bloques, se presentan las partes principales de un PLC, como son el procesador, la memoria, la fuente de alimentación, interfaces de E/S y el bus interno, en conjunto trabajan con la inteligencia necesaria para controlar la información de entrada que provienen de los diversos elementos como son pulsadores, medidores de presión, de temperatura, sensores inductivos etc. y ejecuta programa que se encuentra almacenado en la memoria y envía los comandos para controlar los dispositivos de trabajo

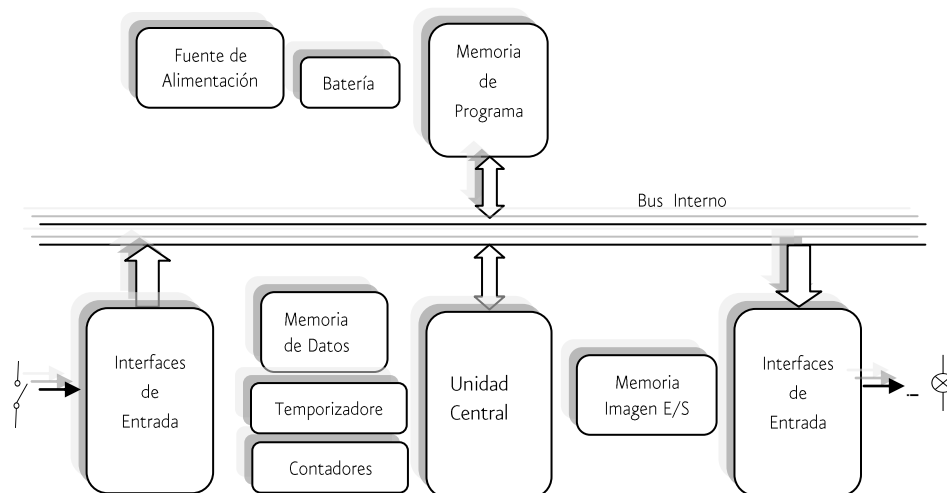


Figura 5.2.1 Diagrama de bloques de un PLC³¹

Unidad Central de Proceso (CPU), es la parte principal del hardware del PLC, está formada por el CPU y la interface de entradas y salidas.

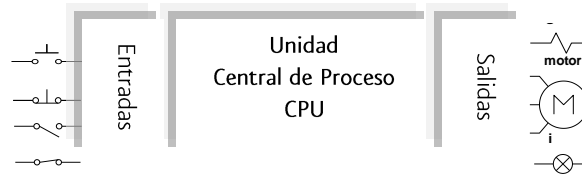


Figura 5.2.2 Se muestra la unidad central de proceso y las interfaces de entrada y salida.

El CPU es el cerebro del sistema se encarga de consultar el estado de las entradas y obtiene la secuencia de instrucciones que residen en la memoria del programa por medio de la consola de programación, durante la ejecución del programa las instrucciones son procesadas en serie una tras otra para dar respuesta de salida, normalmente realiza las tareas de control, operación correcta del equipo, intercambio de información con las demás partes del PLC, para realizar todo esto, se dispone de memoria, registro e instrucciones de programas y de funciones avanzadas que se encuentran integradas al CPU.

Procesador: Está formado por varios circuitos integrados, se divide básicamente de acuerdo a sus funciones en dos partes que es la unidad de comando y la de tratamiento, la primera administra y da las órdenes a todos los componentes, mientras que la segunda ejecuta los cálculos y las operaciones lógicas y aritméticas.

Memoria: La memoria es el componente donde el PLC guarda todo lo necesita para ejecutar la tarea de control, se divide en dos partes que son muy diferenciadas la que corresponde a los datos del proceso que son las señales de planta, entradas y salidas, variables internas y datos alfanuméricos y constantes.

La segunda es la que corresponde al programa, en ella se encuentran todas las instrucciones del programa y los datos a emplear en el cumplimiento de sus funciones, en general las memorias electrónicas de los PLC se clasifican en:

- ✓ RAM. Memoria para el almacenamiento de programas, es la memoria de lectura y escritura, se puede leer, escribir y borrar por el programa fácilmente.
- ✓ ROM. Memoria de solo lectura, se usa para almacenar el programa del sistema, no se puede reprogramar, ya que es programada de fábrica.
- ✓ PROM. No se puede borrar, es aquella que se puede programar en cualquier momento, pero solo se puede programar una sola vez.
- ✓ EPROM. Memoria de solo lectura reprogramable, se utiliza para almacenar el programa de usuario solo cuando es totalmente depurada, para borrar su contenido se usa luz ultravioleta que penetra en el chip a través de una ventana de cuarzo.
- ✓ EEPROM. Memoria reprogramables y se pueden borrar eléctricamente.

- ✓ EAPROM. Memoria que se puede alterar electrónicamente, es la única que se puede modificar parte del contenido sin llegar a borrarla completamente.

Bus Interno. Es el conjunto de conexiones y líneas que permiten la unión de forma eléctrica entre los elementos internos del PLC, (CPU, memorias y las interfaces de E/S).

El bus interno este se divide en las siguientes partes:

- ✓ Bus de datos. Es donde se lleva la transferencia de datos.
- ✓ Bus de direcciones. Es aquí donde se direcciona la memoria y los periféricos.
- ✓ Bus de control. Es donde se manobra las órdenes que se enviaran al proceso.

El Software: Son programas que el fabricante elaboran en forma exclusiva para el control del PLC, se instala en la memoria del hardware, el programa es creado con base en códigos o comandos, que son diferentes a los que son utilizados en la programación de otros tipo de dispositivos electrónicos, además se tiene que tener en cuenta que cada fabricante de software diseña su propio programa que instala en su propia marca, de ahí la diferencia de cada uno de PLC que existen en el mercado comercial actual.

Entradas y Salidas (E/S). Estas establecen la comunicación del PLC con el proceso y se dividen en analógicas y digitales.

- ✓ Digitales. Las E/S se basan en el principio de On-Of (todo y nada), son las señales de entrada que poseen el máximo nivel de tensión, o no tiene tensión.
- ✓ Analógicas. Se basan en conversores A/D y D/A aislados del CPU, poseen valores dentro de un rango determinado que el fabricante especifica

Puntos de entrada. También conocidas como tarjetas de entrada, son todos los puntos del PLC que permiten comunicar al PLC con el proceso que controla y con el operador, además las tarjetas de entrada están destinadas para la conexión de los diferentes dispositivos que enviaran la función 0 o 1, activado o desactivado conocidas como funciones de estado, estas funciones son enviadas por los sensores que se encuentran de forma externa del PLC y están ubicados en los lugares correctos y cercanos a la maquina que se automatiza.

Normalmente se utiliza un PLC para implementar un sistema de control que se lleva acabo mediante sensores que obtienen la información necesaria de las maquinas y mediante actuadores se logra el comportamiento programado de la misma, a esta información que se recibe en todo el proceso se le denomina entradas.

En los módulos de entrada, es donde se obtiene la información del proceso, aquí es donde se unen eléctricamente los sensores como los interruptores, pulsadores, finales de carrera, sensores de temperatura, inductivos, capacitivos, inductivos, ópticos, magnéticos, microswitches, caudalímetros, medidores de peso o interferencias etc, la información que se recibe en el modulo se envía al CPU y es procesada con el programa residente en el PLC.

Sensores. Un sensor es un convertidor que transforma una variable física en otra diferente generalmente en una señal eléctrica que es más fácil de evaluar, dentro de la automatización es muy importante la utilización de componentes que sean capaces de obtener y transmitir información relacionada con el proceso o la maquina que están controlando, y los dispositivos que cumplen con estos requerimientos son los sensores ya que estos proporcionan información al control en forma de variables individuales del proceso, las variables que manejan generalmente son:

- ✓ Presión.
- ✓ Temperatura.
- ✓ Fuerza.
- ✓ Nivel.
- ✓ Longitud.
- ✓ Angulo de giro.
- ✓ Caudal, etc.

Las principales características de los sensores son:

- ✓ Los sensores pueden funcionar tanto por medio de contacto físico.
- ✓ Finales de carrera.
- ✓ Sensores de fuerza.
- ✓ Como o sin contacto físico.
- ✓ Barreras fotoeléctricas.
- ✓ Barreras de aire.
- ✓ Detectores de infrarrojos.
- ✓ Sensores ultrasónicos.
- ✓ Sensores magnéticos, etc.
- ✓ Detección precisa y automática de posiciones.
- ✓ Detección sin contacto de objetos y procesos.
- ✓ Características de conmutación rápidas.
- ✓ Resistencia al desgaste.
- ✓ Número ilimitado de ciclos de conmutación.
- ✓ Versiones disponibles para utilización en ambientes peligrosos.

Los sensores más usados en los PLC son:

Detectores de proximidad. Estos sensores pueden ser Interruptores, pulsadores, conmutadores, etc.

Indicadores. Son sensores inductivos o capacitivos, emiten señales 1 y 0 cuando un objeto se les aproxima y reaccionan ante la presencia de metales.

Barreras Fotoeléctricas. Son dispositivos electrónicos que emiten una barrera de luz y cuando se interrumpe esta cambian de estado de contacto que pueden emitir pulsaciones eléctricas si son acondicionados para realizar dicha operación.

Sensores térmicos. Están diseñados para reaccionar en valores preestablecidos de temperatura.

Puntos de Salida. Se conocen también como tarjetas de salida, son todos los puntos que se ajustan a la salida del PLC, estos son los actuadores que se activan cada vez que el programa lo determina con base en disposiciones de los sensores o captadores a la entrada del PLC.

En lo que respecta a los actuadores, son los dispositivos que se conectan a las tarjetas de salida del PLC, y los dispositivos más comunes que se conectan a la salida son:

Dispositivos de Indicación. Pueden ser actuadores visuales o auditivos como timbres, alarmas, campanas, zumbadores, sirenas, luminarias luces piloto etc.

Cilindros Hidráulicos. De simple o doble efecto.

Electromotores. De corriente alterna monofásicos o trifásicos, o de corriente directa.

Cilindros Neumáticos. De simple o doble efecto, con sistema de válvulas.

Equipo Programador. Es el medio por el cual se introduce el programa al PLC y puede ser mediante programación manual o por medio de una computadora, el primero es introducirlo por medio de códigos clave en un lenguaje llamado Listado de instrucciones (AWL), diagrama de funciones (FUP) o diagrama de contactos (KOP), y en cambio con el uso de la computadora, el PLC convierte los pulsos a través de los interruptores.

Con la Computadora personal se introducen mediante programas específicos para la marca y modelo del PLC, el programa que utiliza la computadora son los mismos que para el programador manual, una gran ventaja del introducir el programa al PLC mediante una computadora, es que amplía el monitoreo de las funciones, forzado de entradas y salidas entre otras muchas otras que el programador manual difícilmente llegaría a lograr.

Fuente de alimentación: Se encarga de administrar todas las tensiones eléctricas necesarias que se encuentra en la red para una óptima operación del CPU y de los demás componentes que integran el PLC, necesitan por lo menos dos fuentes de alimentación, una para la alimentación del PLC y otra para la emisión de señales y de los actuadores de salida.

Otros componentes indispensables que un PLC incluye:

- ✓ Conector de cableado para puntos de salida y alimentación.
- ✓ Conector de cableado para puntos de entrada.
- ✓ Fuente de alimentación de entrada.
- ✓ LED (Diodos emisores de luz) indicadores de estado.
- ✓ Puerto de comunicación para computadora personal.

5.3 Principios de Operación

En la actualidad la automatización es una realidad, ya que cada vez más industrias cambian sus sistemas de producción por un PLC para dirigir las operaciones de fabricación y control.

El Control Lógico programable PLC es un dispositivo que responde a la lógica del lenguaje binario (0 y 1), está diseñado principalmente para controlar maquinas instaladas en procesos industriales que requieren manejo rápido y control eficiente, el autómeta opera revisando sus entradas dependiendo de estas, maniobra el estado de sus salidas, encendiéndolas y apagándolas, cuando el usuario ingresar el programa correspondiente por medio de un software, el PLC lo ejecuta instrucción por instrucción y en el orden que se determino, como ya se reviso el estado de las entradas el programa puede tomar las decisiones apropiadas para alcanzar el resultado esperado en un tiempo de respuesta adecuado, que al final este tiempo de respuesta total es el que más se considera a la hora de comprar un equipo, ya que el PLC le toma cierto tiempo para reaccionar ante los cambios.

Para entender mejor el tiempo de respuesta, el PLC considera el tiempo necesario hasta la salida de la señal, dejando de lado la consideración del tiempo que toman los actuadores para realizar la acción encomendada por la señal. Esto es muy importante y no se debe olvidar a la hora de determinar el tiempo de respuesta por un PLC.

Desde el punto de vista del PLC, existe una división de las acciones que consumen tiempo que se menciona a continuación:

$$\begin{array}{l}
 \text{TIEMPO DE RESPUESTA} \\
 \text{A LA ENTRADA} \\
 + \\
 \text{TIEMPO DE EJECUCION} \\
 \text{DEL PROGRAMA} \\
 + \\
 \text{TIEMPO DE RESPUESTA} \\
 \text{A LA SALIDA}
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{TIEMPO DE RESPUESTA} \\ \text{A LA ENTRADA} \\ + \\ \text{TIEMPO DE EJECUCION} \\ \text{DEL PROGRAMA} \\ + \\ \text{TIEMPO DE RESPUESTA} \\ \text{A LA SALIDA} \end{array}} \right\} = \text{TIEMPO DE} \\
 \text{RESPUESTA TOTAL}$$

Cuando un PLC controla a una maquina, esta regularmente se diseña con los siguientes elementos:

Dispositivos de entrada, son aquellos que emiten las señales de entrada "si o no" o de encendido y apagado.

Dispositivo de salida, son aquellos dispositivos que son activados o desactivados por el PLC

Sección lógica, contiene todo el procedimiento de la información, esta sección se divide en tres partes, módulos de entrada, módulos de salida y el programador, las dos primeras conocidas como INPUT y OUTPUT, son los módulos donde se encuentran los bornes donde se conectan los dispositivos de E/S, los elementos de entrada también llamados sensores emiten señales de voltaje a los puntos de entrada y estos a su vez emiten señales de eléctricas a los puntos de salida para que los elementos actuadores funcionen, estos módulos de E/S son los que permiten al PLC la comunicación con el proceso y la maquina que están controlando.

El programador permite al usuario tener la comunicación con el controlador, en si el controlador es donde se toman las decisiones para mantener el proceso o la maquina bajo control basado en la lógica que se ha programado en la memoria y en el estado de las entradas y salidas del PLC.

Los elementos de entrada como los señores, transmiten señales simples de encendido y son de dos tipos:

- ✓ Discretos. Solo transmiten señales de encendido y apagado (0 ó 1).
- ✓ Análogos. La señal de entrada que envía varía según el valor que se está censando.

Los elementos de salida reciben señales simples de "si" o "no" y las convierten en apagado o encendido mediante la lógica de programación.

Ya que el PLC es un dispositivo especializado que se destina para uso industrial, sea grande o pequeño está facultado para interpretar varias señales de encendido y apagado así como decisiones complejas para el correcto funcionamiento y control del proceso, lo lleva acabo bajo ciertas reglas de la lógica y esta razón son los lenguajes de programación como el AWL Listado de instrucciones, el KOP diagrama de contactos y el FUP que es diagrama de funciones, que son instalados en los PLC.

El siguiente diagrama simplificado, se muestra indica los pasos simples de programar tareas en un PLC.

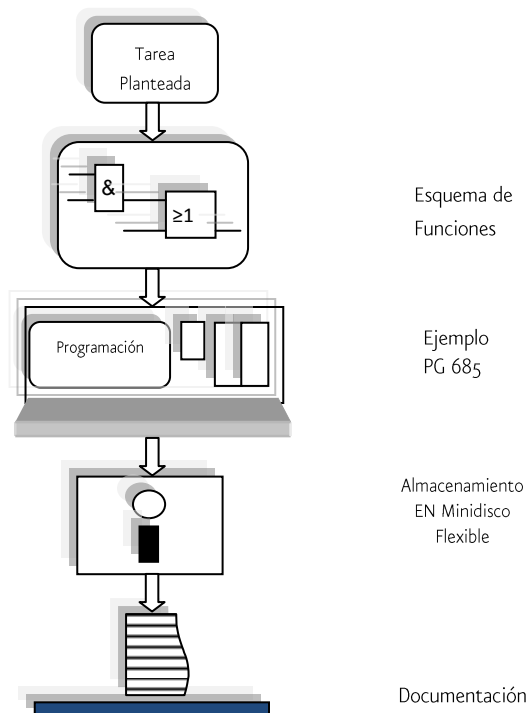


Fig.5.3.3 El diagrama muestra los pasos simples para programar en un PLC ³¹*

5.4 Áreas de Aplicación

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un amplio y muy extenso campo de aplicación, la continua innovación tecnológica amplía más este campo para realizar las tareas que se le encomienda y se detecta al PLC.

El uso del PLC es fundamental en aquellas instalaciones donde es necesario un proceso de control, maniobra y señalización, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo hasta transformaciones industriales control de instalaciones etc.

Sus reducidas dimensiones, la facilidad de montaje, posibilidad de almacenar, modificar o alterar programas para su rápida utilización hacen que su eficacia sea muy notoria en variados procesos como los siguientes:

Espacio reducido

- ✓ Procesos de producción periódicamente cambiantes
- ✓ Procesos secuenciales
- ✓ Maquinaria de procesos variables
- ✓ Instalaciones de procesos complejos y amplios
- ✓ Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso

El uso del PLC está muy extendido que se utiliza para tareas como las que se mencionan a continuación.

Transportes de productos en línea de producción. Contar productos con indicadores luminosos y auditivos para señalar que se ha alcanzado cierta cifra del producto.

Controles de entrada y salida. Para un estacionamiento levantando o bajando la barrera protectora al detectar un vehículo.

En sistemas de elevación. Para controlar motores eléctricos y las secuencias de niveles.

Control de proceso. En bandas transportadoras sobre la cual se transportan piezas, que se seleccionan por su tamaño, marcadas y contadas y empaquetadas.

Visualización de máquinas. Para controlar el uso de maquinaria controlando la temperatura, velocidad, flujo y de líquidos, presión.

Control de Máquinas CNC. Para ajustes de herramienta que se realizara automáticamente.

Otras aplicaciones.

Líneas de ensamblaje, líneas de embalaje, máquinas expendedoras, control de bombas, equipo de tratamiento y manipulación de materiales etc.

Todos los usos que tiene el PLC para llevar a cabo un proceso o control de cualquier sistema automatizado solo son posibles mediante la introducción de un programa para realizar tal fin.

Con el avance en los microprocesadores para PLC que permite mayor flexibilidad e inteligencia artificial para realizar las siguientes operaciones:

Ahorro de energía	Generadores	Anunciadores	Grúas
Armado de cajas	Juntas	Pruebas de motores	Malteo
Auto inserción	Maquinado de químicos	Bandas transportadoras	Moldeo por compresión
Batido	Calefacción	Mallas	Calendarización
Manipulación de datos	Calibración	Inyección	Campos de gas
Molido	Campos de petróleo	Montado de películas	Cargadores
Motores, navegación	Cocinado	Oleoductos	Compresores
Operaciones mineras	Comprobación eléctrica	Polarizadoras	Comunicación con PC
Perforación	Comunicación ferroviaria	Pintura	Elaboración de neumáticos
Interface con operador un aritmético	Construcción de tubería	Plantas geotérmicas	Contorneado
Plantas nucleares	Control de combustión	Precipitaderos de gas	Control de inundaciones
Prensado	Control de tráfico	Producción de hormigón	Coronado
Pulido	Corte	Ranurado	Costura
Reactores	Craque	Rellenado	Curtiduría
Revestimientos	Diagnósticos de maquinas	Robots	Dibujo
Rolado	Digestores	Sellado	Elevadores
Señalamientos	Embalaje	Sistemas de seguridad	Embobinados de carretes
Soldadura	Embobinado de motores	Soplado	Embolsado
Sorteo	Encolado	Taladrado	Energía solar
Tejidos	Enfriamiento	Tratamientos de agua	Ensamble mecánico
Triturado	Estirado	Tratamiento de drenajes	Extrusión
Tratamiento térmico	Fijación	Tratamiento	Fileteado (corte de roscas)
Tuberías	Forjado	Inundación de pozos	Función
Maquinas de descarga	inmersores		

Tabla 5.4.1 Operaciones que realiza un PLC

5.5 Programación

Cuando aparecieron los PLC, lo hicieron con el fin de controlar maquinas y procesos automatizados industriales, al igual que para sustituir los grandes sistemas de maniobra construidos por relés y contactores, para llevar acabo el control se basan en programas que son introducidos al PLC.

Con el programador de usuario, que depende del fabricante se logra adaptar las diferentes condiciones del proceso, todos los PLC, en general tienen unos comandos para el manejo del programa de usuario y se divide en dos grupos que son:

- ✓ comandos lógicos.
- ✓ comandos de servicio.

Comandos de lógicos.

STR. Inicio de una rama con un contacto NO. 	STR NOT. Inicio de una rama con un contacto NC. 	AND TMR. 	AND NOT TMR.
AND. Conexión en serie con un contacto NO. 	AND NOT. Conexión en serie de un contacto NC. 	>0 < 6 =. Comparación de los estados lógicos entre dos variables. 	CNT. Identificación de un contador. Hay 3 tipos OUT CNT o CNT. AND CNT. AND NOT CNT.
OR. Conexión en paralelo de un contacto NO. 	OR NOT. Conexión en paralelo de un contacto NC. 	OUT CNT o CNT C: conteo R: reposición 	AND CNT.
XOR: Operación or exclusiva. Implica la simultaneidad de las entradas (Conexión en paralelo) en estado 1	OUT: conexión de una salida sobre una línea. 	AND NOT CNT 	OUT SFR o SR. Identificación de un registro. C: reloj ("clock") R: reposición D: datos
TMR: Identificación de un temporizador. Hay tres tipos OUT TMR o TMR AND TMR AND NOT TMR.	OUT TMR o TMR 	AND STR. Conexión en serie de dos ramas. 	OR STR. Conexión en paralelo de dos ramas.
		MCS. ("Master Control set") derivación de un circuito para el control de un grupo. 	MCR. ("Master Control Reset") fin de un grupo de salidas controladas por un MCS.

Importante.

Cada símbolo del programa debe estar referenciado por medio de direcciones, que equivalen a una posición de memoria que representan las entradas o salidas (Físicas o Lógicas), las entradas se identifican con I y las salidas con O



Fig. 5.5.1 Comandos lógicos⁹

Comandos de servicio.

NEXT o STEP. Salta paso a paso en línea del programa	PRV o STEP. Salta paso a paso en retroceso una línea de programa.
MON. Monitorea los estados lógicos de las variables de entrada o salida.	SCH o STC. Encuentra rápidamente una instrucción de programa específica
CLR. Limpia el contenido de una línea en el display	DEL. Borra instrucciones de programa en la memoria
ENT. Entra y valida una instrucciones de programa	INS. Inserta una instrucción de programa en la memoria
SET o RES. Fuerza el estado lógico de entrada y salida y relés internos.	SHF. Habilita el teclado que define una doble información
STEP SEP. Instrucciones para buscar información en una línea de instrucción deseada	F. Realiza funciones aritméticas.
R. Introduce constantes o parámetros en los registros de datos.	READ. Pasa el contenido de información a la memoria desde cualquier medio extraíble.
WRITE. Maneja periféricos	CHEK. Verifica la transferencia adecuada del programa de periféricos.

La programación del PLC, consiste en el establecimiento de una sucesión ordenada de instrucciones, escritas en un lenguaje de programación determinado, hoy en día existen diferentes formas de llevar acabo la programación en un autómatas, en este apartado

describiremos cinco lenguajes posibles de programación que entran en el estándar de la IEC (International Electrotechnical Commission), esta comisión creó este estándar mundial IEC-1131-3 con el fin de estandarizar los lenguajes de programación ya que los programas variaban de un fabricante a otro, y los lenguajes que describiremos a continuación son los siguientes: Listado de Instrucciones (AWL ó), Diagrama de contactos (KOP,ladder LD), Diagrama de funciones (FUP,FBD), Grafset y texto estructurado.

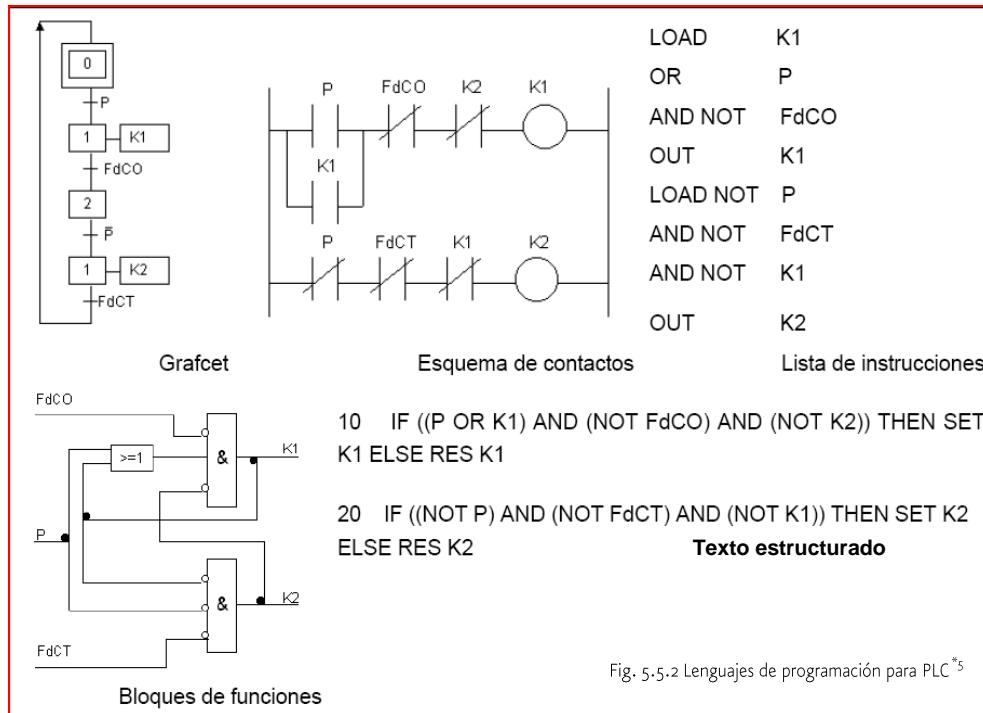


Fig. 5.5.2 Lenguajes de programación para PLC⁵

Estos cinco lenguajes de programación tienen los siguientes elementos en común:

- ✓ Identificadores y comentarios.
- ✓ Variables (elementos sencillos, multielementos, inicialización, declaración, asignación de tipo, valor inicial).
- ✓ Constantes (numéricas, cadena de caracteres, duración, tiempo).
- ✓ Tipos básicos y derivados de datos (elementales, genéricos, derivados, declaración, inicialización, defecto).

De todos los lenguajes de programación mencionados, los más utilizados en la actualidad son los siguientes:




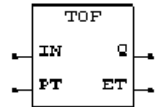
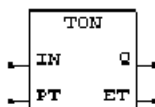
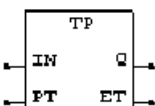
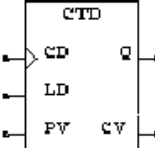
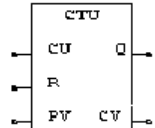
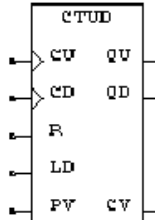
- ✓ Esquema de Contactos, ladder o lógica de escalera (LD).
- ✓ Bloque de funciones. (FBD)

Para llevar a cabo nuestros proyectos de automatización y control solo ocuparemos el Lenguaje Ladder.

Diagrama de Contactos. (Ladder o lógica de escalera LD)

El diagrama de contactos, es un lenguaje gráfico que mediante símbolos de contactos (N.A y N.C, temporizadores, contadores, registros de desplazamiento, solenoides, etc), permite representar gráficamente el circuito de control de un proceso dado, este lenguaje puede realizarse desde una PC con el programa para ladder adecuado y después descargarlo al PLC, en este tipo de programa cada símbolo representa una variable lógica cuyo estado puede ser falso o verdadero.

Los elementos básicos que configuran la función se representan entre dos líneas verticales que simbolizan las líneas de alimentación y los símbolos más utilizados en la elaboración de diagramas ladder, se describen a continuación.

INPUT		Representa una entrada normalmente abierta y puede ser una entrada física o lógica asociada.
NC-INPUT		Representa una entrada normalmente cerrada, puede ser una entrada física o lógica asociada.
OUTPUT		Representa un dispositivo genérico de salida y puede estar asociado a una salida física o una lógica asociada como una bobina, un relé interno del PLC
TOF		Representa un temporizador con retardo a la desconexión
TON		Representa un temporizador con retardo a la conexión
TP		Representa un temporizador de tiempo programado, no se detendrá hasta que termine el tiempo programado.
CTD (Count-down)		Representa un contador descendente
CTU (Count-up)		Representa un contador ascendente, un flanco ascendente en la entrada CU incrementará la cuenta en 1, cuando la cuenta actual alcance el valor fijado en la entrada PV, la salida Q se activará.
CTUD		Representa un contador programable ascendente/descendente, si coloca un flanco ascendente en la entrada CU incrementará al contador en 1, y si se coloca un flanco ascendente en la entrada CD lo decrementará en 1.

La ventaja principal del lenguaje ladder es que todos símbolos que utiliza están normalizados por la norma NEMA (National Electrical Manufactures Association) y son empleados por todos los fabricantes de PLC.

El diagrama de contactos lo constituye una serie de ramas de contacto y una rama está compuesta de contactos conectados en serie o en paralelo que originan una salida que puede ser un motor, una bobina o algún otro dispositivo, es importante mencionar que una bobina no puede ir conectada directamente a la barra de inicio, sino que es necesario poner un contacto, en el siguiente esquema la señal fluye de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.



Fig. 5.5.2 Esquema de una rama^{*5}

Listado de Instrucciones (IL o AWL). A este lenguaje de programación también se le conoce como lenguaje literal, mnemónico o booleano, es una agrupación de instrucciones literales que define cada órgano receptor, es decir se trata de elaborar una lista de instrucciones o mnemónicas que se relacionan a los símbolos y se combinan en un circuito eléctrico a contactos. Este lenguaje permite realizar operaciones aritméticas, manejar datos, contar eventos, generar retardos de tiempo etc, este lenguaje es de bajo nivel y es adecuado para pequeñas aplicaciones así como para optimizar partes de la aplicación.

La Tabla 5.5.2 muestra instrucciones representativas de este lenguaje de programación.

Instrucción	Descripción	Instrucción	
LD	Primera variable de una función lógica	DIV	Variable constante. División
LD NOT	Complemento de la anterior	CMP	Comparación de variables numéricas
ADN	Función lógica Y	MOV	Transferir datos entre registros
AND NOT	Función lógica Y con la variable inversa	SFT	Desplazar la información en un registro
OR	Función lógica O	BIN	Convertir BCD a binario
OR NOT	Función lógica O con la variable inversa	BCD	Convertir binario a BCD
AND LD	Función lógica Y con la condición previa	JMP	Salto condicional
OR LD	Función lógica O con la condición previa	JME	Fin de salto
OUT	Variable de salida (Interna o externa)	END	Fin de programa
TIM	Temporizador	LOAD	Variable constante, operando de carga
CNT	Contador	SET	Variable booleana, pone el operando a cierto
KEEP	Biestable	RES	Variable booleana, pone el operando a falso
ADD	Suma	Call	Bloque de función, llama a un bloque de función
SUB	Resta		
MUL	Multiplicación		

Grafcet. (Gráfico Secuencial de Funciones SFC). Es un lenguaje de programación gráfico que proporciona una representación en forma de diagrama de las secuencias del programa y está diseñado para procesos secuenciales, un proceso secuencial es aquel en el que las salidas en cada momento del proceso no dependen solo de las entradas en el instante, sino igual depende de los estados anteriores y de su evolución.

Este sistema de programación tiene elementos gráficos básicos como son las etapas y las transiciones.

Etapas.

Las acciones que realiza las etapas se representan por un símbolo rectangular conectado a la etapa la cual se realiza hasta que se activan, que por lo general las etapas van identificadas

con un numero y representan cada uno de los estados del sistema, puede haber tantas etapas como se requiera en el diagrama, la etapa inicial se diferencia de las otras porque es representada por medio de un cuadrado dentro de otro cuadrado y es frecuente identificarlo con el número cero.

Las líneas de evolución unen a las etapas e indica las conexiones entre ellas y si no se indica lo contrario el movimiento entre las líneas de evolución siempre será de arriba hacia abajo.

Transiciones.

Son trazos pequeños de líneas rectas que cortan en forma perpendicular a cada línea de evolución y representa el paso de una etapa a otra, es importante saber que en el lenguaje grafcet se tiene el siguiente principio, "A TODA ETAPA LE SIGUE UNA NUEVA TRANSICION Y A CADA TRANSICION LE SIGUE UNA NUEVA ETAPA", Es decir que al recorrer el grafico de grafcet, siguiendo las líneas de evolución se debe respetar el orden de Etapa-Transición-Etapa-Transición, etc.

También es importante saber que si el diagrama de proceso tiene un comportamiento cíclico, se usan los reenvíos que son líneas orientadas que muestran la evolución del proceso en sentido contrario, es decir nos muestran el paso del proceso de una etapa avanzada a una que le precedía

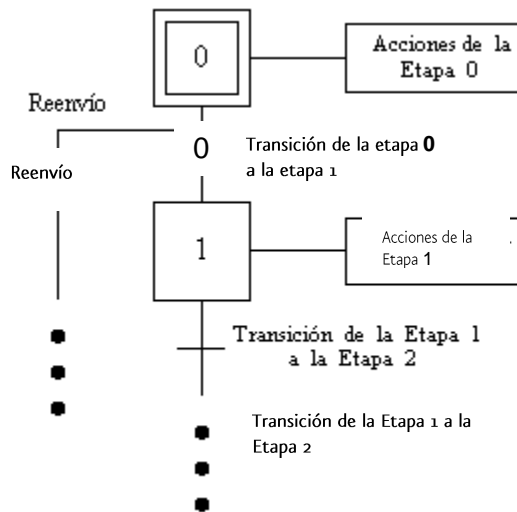


Fig. 5.5.3 Esquema del diagrama de grafcet ³¹

El direccionamiento condicional, es una elección entre varias secuencias posibles que puede presentar un PLC lógico en función de datos del operador o del proceso.

El gráfico de programación grafcet, es lineal cuando cumple con las siguientes condiciones:

- ✓ En cualquier momento, el sistema podrá encontrarse en una sola de sus etapas.
- ✓ Si el sistema se encuentra en cierta etapa, cuando se cumpla la transición involucrada, entonces el sistema sólo podrá pasar a la etapa n+1.
- ✓ La activación de una etapa implica la desactivación de la precedente.

Diagrama de funciones (FUP). También como Esquema Básico de Funciones EBF o Function Block Diagram FBD, al igual que el anterior es un lenguaje gráfico, permite programar en bloques cableados entre sí de forma análoga al esquema del circuito.

Los bloques del diagrama de funciones son estándar y ejecutan algoritmos como reguladores PID, el IEC asegura que los bloques del esquema básico de funciones sean definidos empleando una metodología estándar, además expresa el comportamiento de las funciones, bloques de funciones y programas con un grupo de bloques gráficos de los circuitos electrónicos.

Elementos del diagrama de funciones.

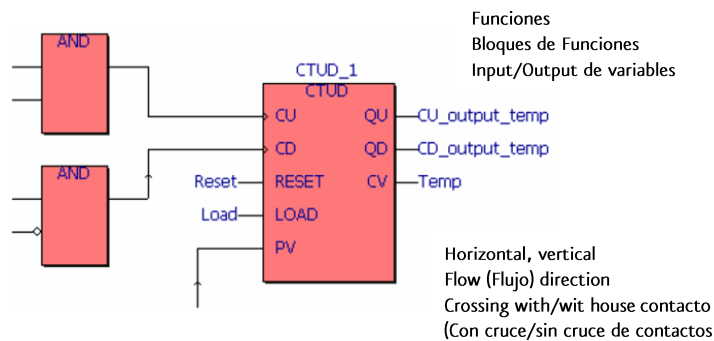


Fig.5.5.4 Muestra los principales elementos del diagrama de funciones⁷

Forma de ejecución del diagrama de funciones.

- ✓ Se ejecuta el bloque cuando todas sus entradas han sido valoradas
- ✓ El bloque de funciones se valora por completo cuando se han calculado todas sus salidas.
- ✓ La valoración de un conjunto de bloques acaba cuando se calculan todas y cada una de las salidas.

Texto estructurado. Junto al lenguaje de listado de instrucciones, es un lenguaje de alto nivel, diseñado para programar procesos de automatización, se usa principalmente para implementar procedimientos complejos, que son difíciles de expresar en programación gráfica.

Declaraciones básicas del texto estructurado.

- ✓ Asignación (variable: = expresión;
- ✓ Selección (IF, THEN, ELSE, CASE,..)
- ✓ Iteración (FOR, WHILE, REPEAT.)
- ✓ Control con funciones y bloques de funciones.
- ✓ Control (RETURN, EXIT).

Operadores del texto estructurado.

*	Multiply	A := B; asignación
/	Divide	
MOD	Modulo	Datatype to Datatype
+	Add	INT to INT
-	Subtract	or
< , > , <= , >=	Comparison	Analog_Channel_Configuration to Analog_Channel_Configuration
=	Equality	
<>	Inequality	CV := CV+1; C := SIN(X);
IF .. THEN .. ELSE		
CASE		
FOR		&, AND Boolean AND
WHILE ...		OR Boolean OR
REPEAT UNTIL		XOR Boolean xclusive OR

Fig.5.5.5 Principales operadores del lenguaje del texto estructurado. *7

Capítulo VI

Proyectos de Automatización y Control

En este capítulo estudiaremos los proyectos de automatización y control, los cuales se hace referencia un poco más adelante, para lo cual nos apoyaremos en los programas de Automation Studio 5.0, Zelio-Soft y una computadora para llevar a cabo la simulación de la puerta automática, la escalera eléctrica y el portón corredizo.

6.1 Breve introducción al programa Automation Studio 5.0.

El programa Automation Studio 5.0, es un software para el diseño, la simulación así como para la documentación de proyectos, tiene como fin específico la ingeniería, la formación y la utilización en la rama de la automatización.

El programa se divide en tres partes principales que son el editor de esquemas, el explorador de proyectos y el explorador de bibliotecas.

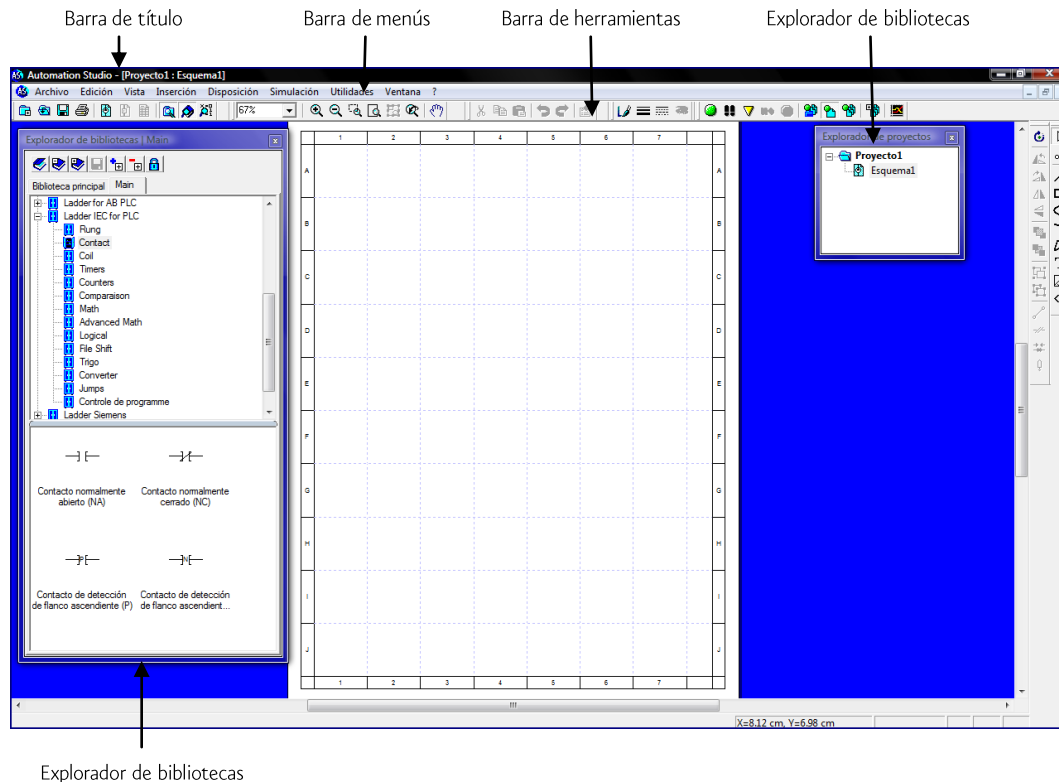


Fig. 6.1 Editor de esquemas

La primera utilidad permite realizar esquemas para simulación y los informes correspondientes, la segunda otorga la administración de todos los informes del proyecto, mientras que la tercera ofrece una biblioteca de símbolos que se utilizan para realizar las representaciones de los proyectos.

En base a este programa realizaremos la simulación de tres proyectos siguientes, simulación para una puerta automática para entrada y salida de clientes, escalera eléctrica de subida y un portón corredizo para le entrada y salida de vehículos.

6.2 Puerta automática para entrada y salida de clientes.

El siguiente esquema muestra el proyecto de la puerta automática para la entrada y salida de clientes en el se muestran el diagrama ladder, la fases de control, de potencia y los componentes que forman el diagrama.

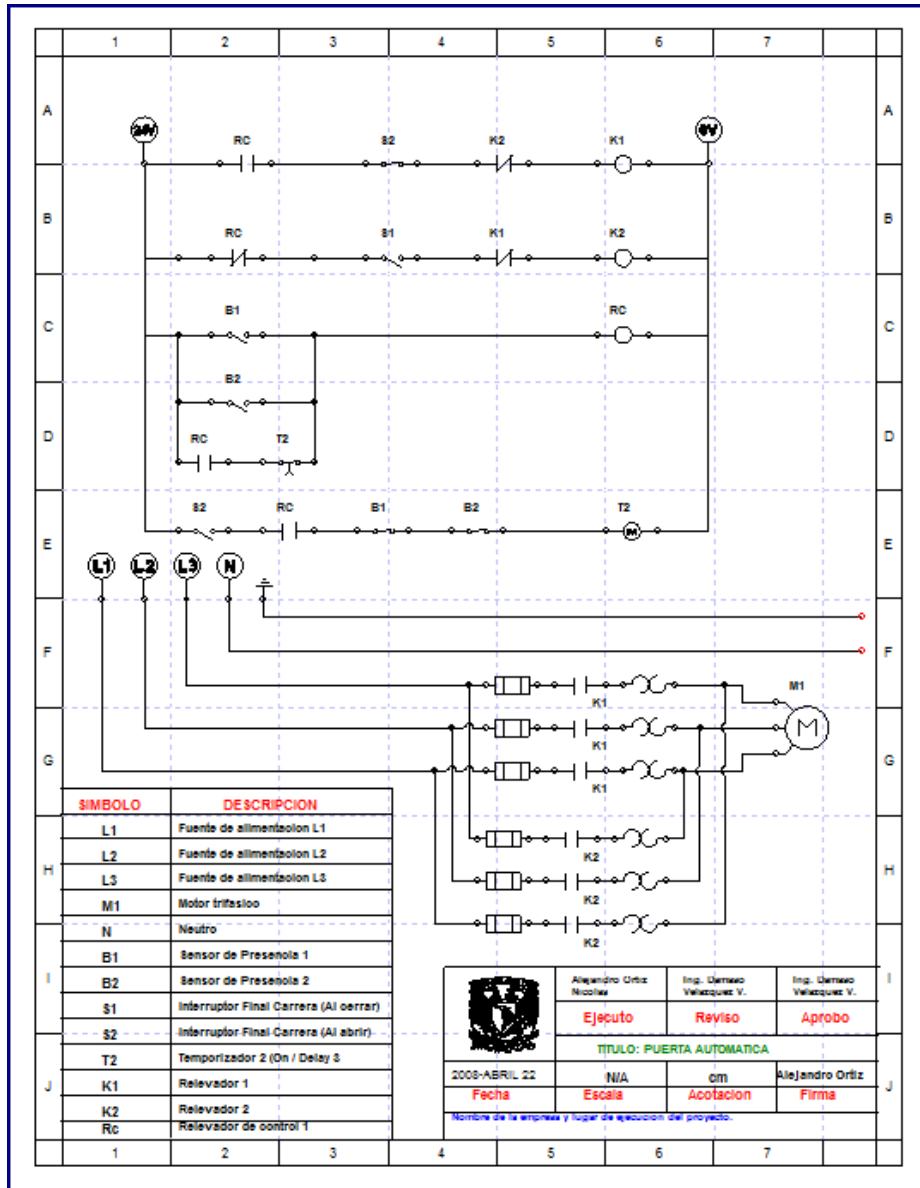


Fig.6.2.1 Esquema de la puerta automática en programa ladder.

En la figura siguiente, se muestra el esquema completo integrado, de la puerta automática tal como se representa en un PLC, que se simulara más adelante en el programa Automation Studio 5.0, en él se visualiza, los actuadores, el circuito eléctrico, el programa en ladder, la fase de potencia y los elementos que componen el esquema, los pasos mostrados para llevar a cabo la simulación y la captura de los diferentes estados del proceso se muestran en las siguientes figuras más adelante.

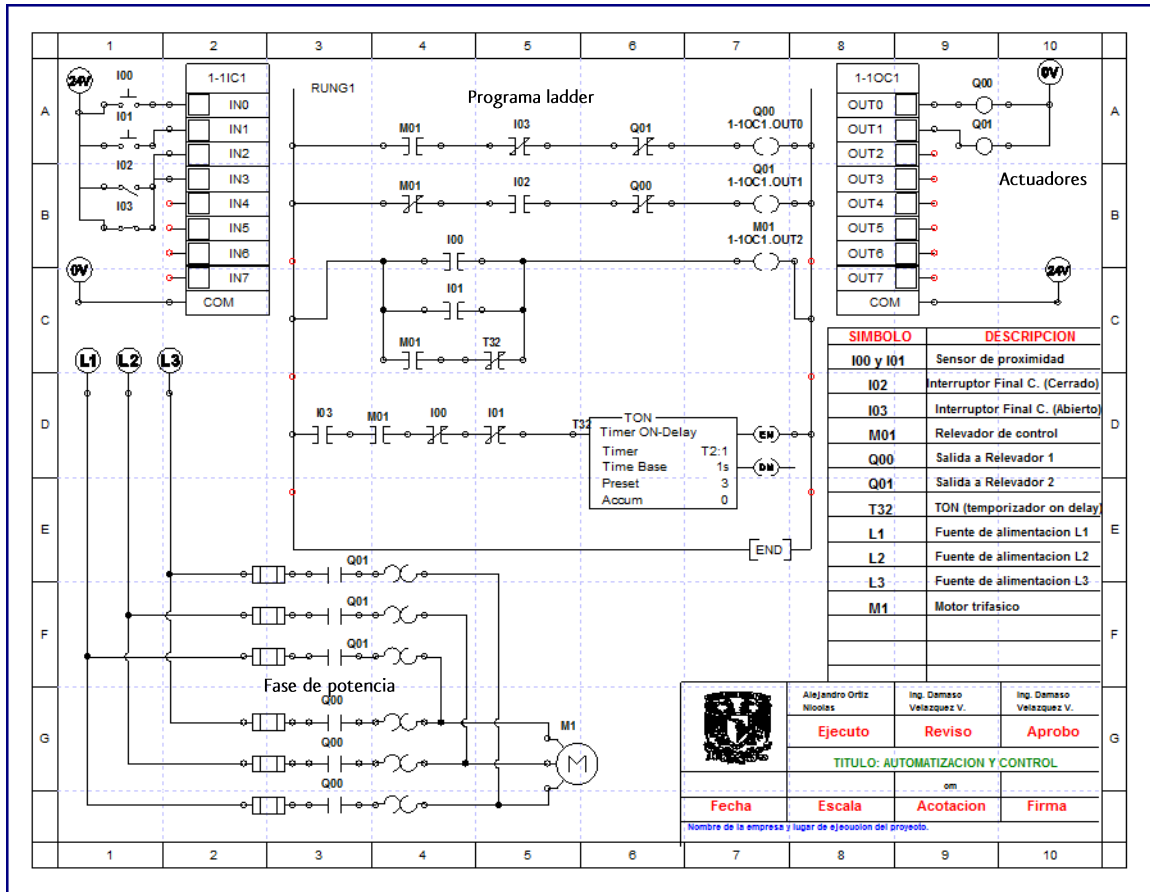


Fig.6.2.2 Esquema completo de la puerta Automática.

A continuación se mostraran los pasos para simular la operación de la puerta automática en el programa Automation Studio 5.0

Para iniciar la simulación en el programa se da un clic en el botón verde de simulación normal que aparece en la barra de herramientas como se muestra a continuación.



Botón de simulación

Fig. 6.2.3 Botón de simulación

Y se muestra la siguiente ventana lista para comenzar la simulación de la puerta automática.

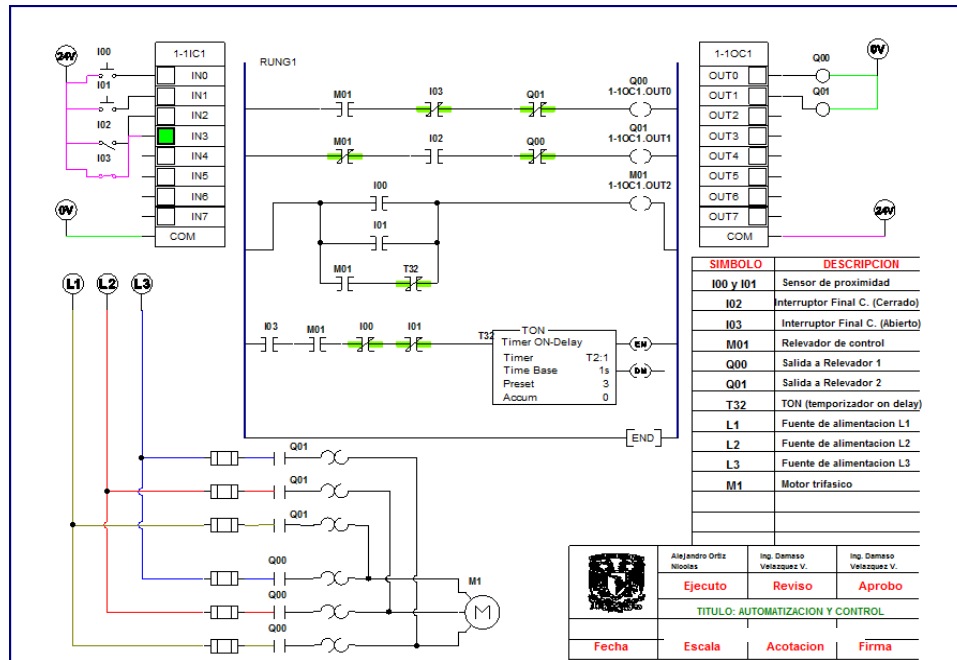


Fig. 6.2.4 Esquema para comenzar la simulación de la puerta automática

Explicación.

Cuando se activa 100 o 101 (sensor de proximidad) cierra el contacto M01 (normalmente abierto), activando Q00 (Relay) abriéndose la puerta, se observa que el motor M1, en la fase de potencia comienza a girar en el sentido opuesto a las manecillas del reloj, al enclavarse Q00 se garantiza que la puerta se abrirá completamente y se activa 102 (interruptor final de carrera al cerrar).

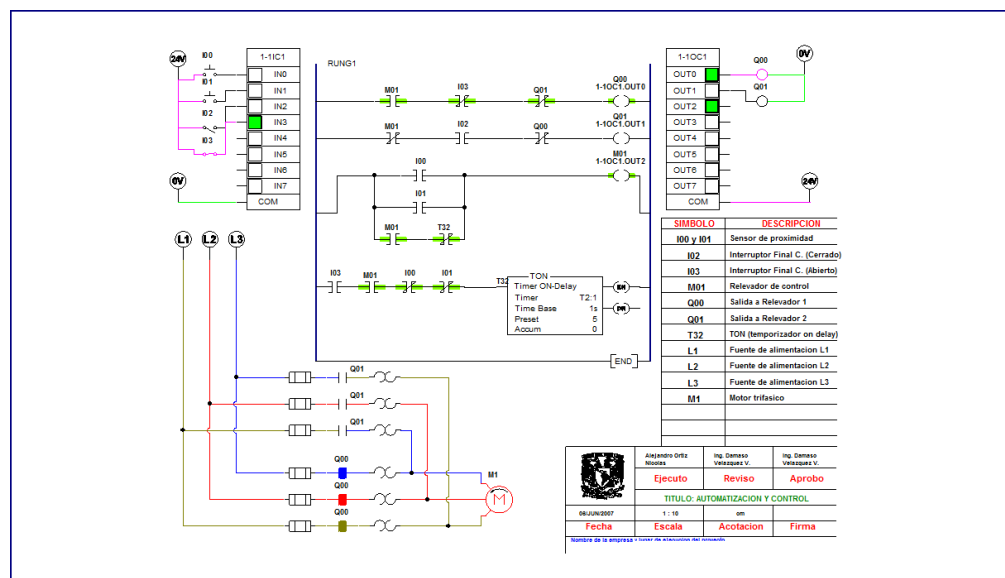


Fig. 6.2.5 Esquema completo de la puerta automática al comenzar a abrirse

Al momento en que la perta está totalmente abierta cambia de estado 103 (interruptor Final de Carrera abrir), y se para el motor.

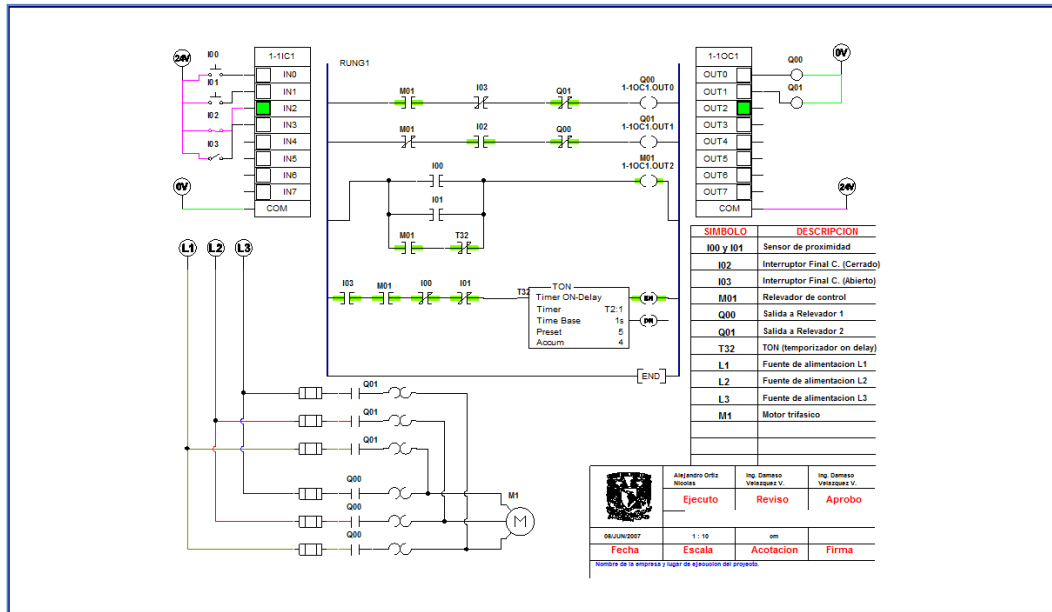


Fig. 6.2.6 Esquema de completo de la puerta automática totalmente abierta.

Al estar la puerta abierta totalmente, Q00 (Relevador) ya esta desactivado, comenzando un conteo de aproximadamente 5 segundos en el temporizador, activando Q01 (Relevador) comenzando a cerrar la puerta e inmediatamente 102 (Interruptor Final de Carrera al Abrir) cambia de estado, en la fase de potencia el motor M1, se observa que ahora gira en sentido a las manecillas del reloj.

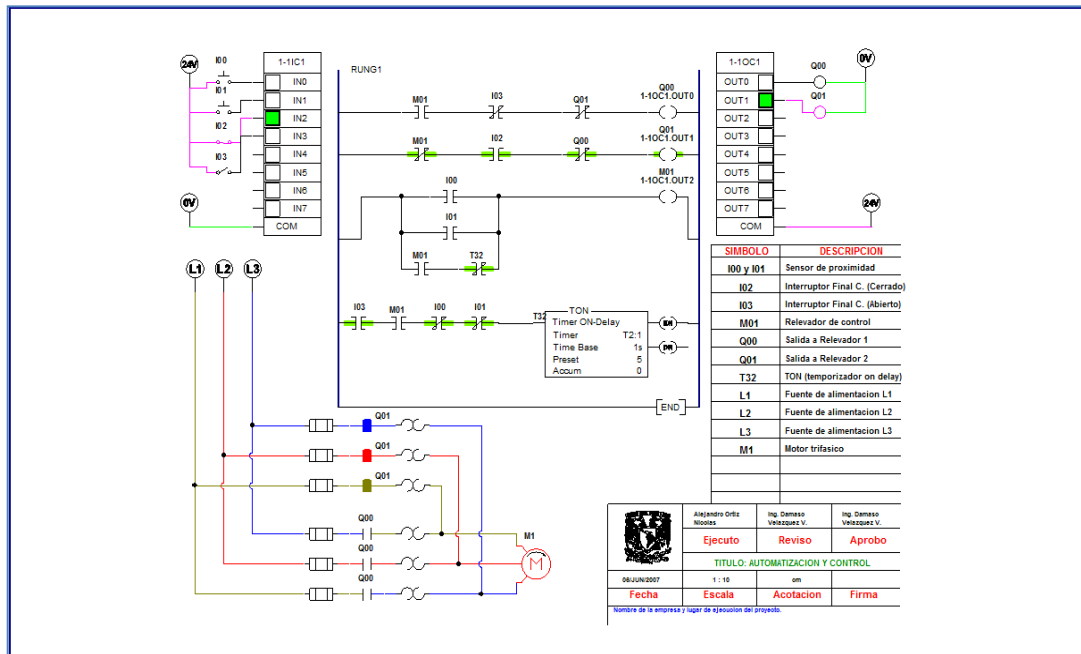


Fig. 6.2.7 Esquema de control y potencia de la puerta automática cuando comienza a cerrarse.

Si el sensor de Proximidad (I00,I01) ya no detecta la presencia de otra persona que entra, I02 (Interruptor Final de Carrera al Cerrar) cambia de estado y se para el motor en puerta cerrada, quedando lista para comenzar otra vez todo el proceso anterior.

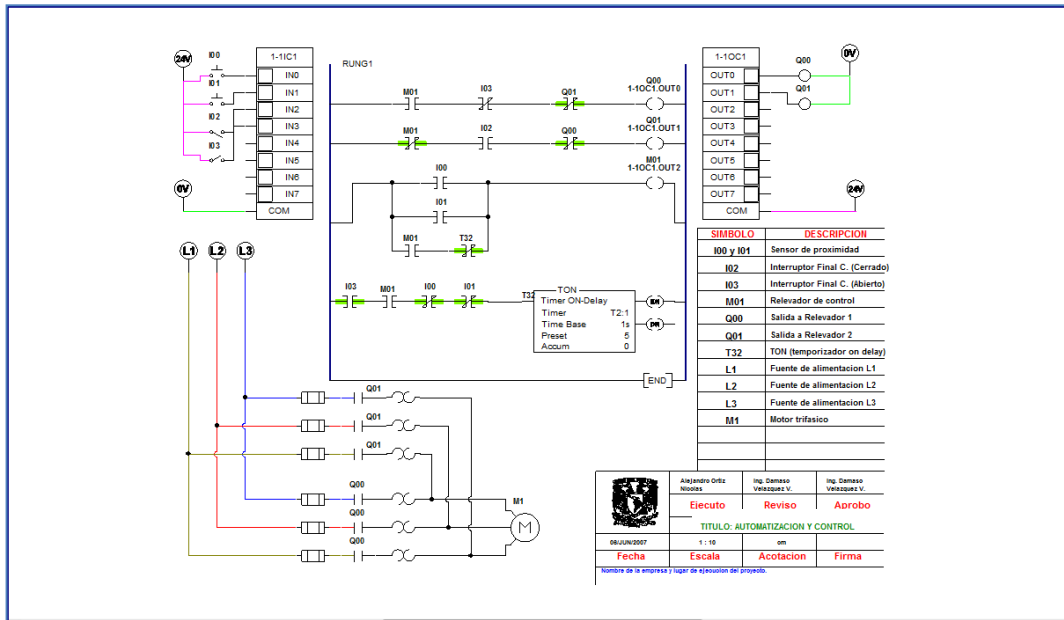


Fig. 6.2.8 Esquema de control y potencia de la puerta automática, en puerta cerrada totalmente

6.3 Escalera eléctrica de subida.

En el siguiente proyecto que a continuación se presenta describiremos los pasos del proceso de accionamiento de una escalera eléctrica de subida, en el esquema se presenta el programa ladder, la fase de potencia y los elementos que forman el proyecto.

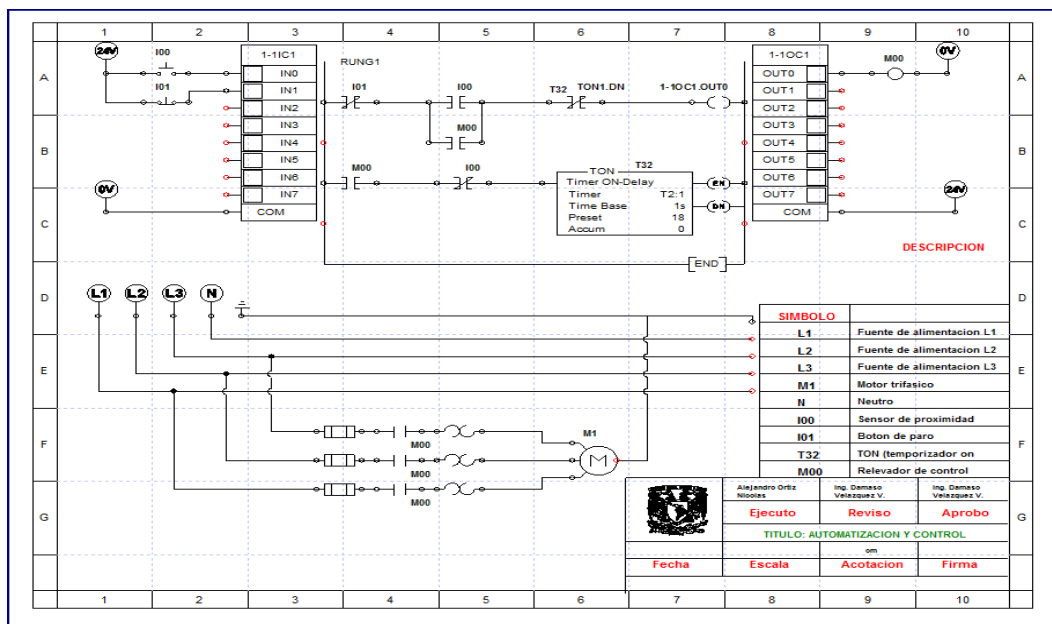


Fig. 6.3.1 Esquema completo de la escalera eléctrica de subida

Esta simulación es sencilla ya que solo se necesita un sensor de proximidad para comenzar a funcionar la escalera eléctrica, un temporizador y una paro de emergencia por si sucede un imprevisto.

Explicación.

Cuando va a subir por la escalera se activa I00 (sensor de proximidad), cierra el contacto I00 (Contacto normalmente abierto), activando la salida y el actuador hace funcionar el motor y la escalera comienza a subir.

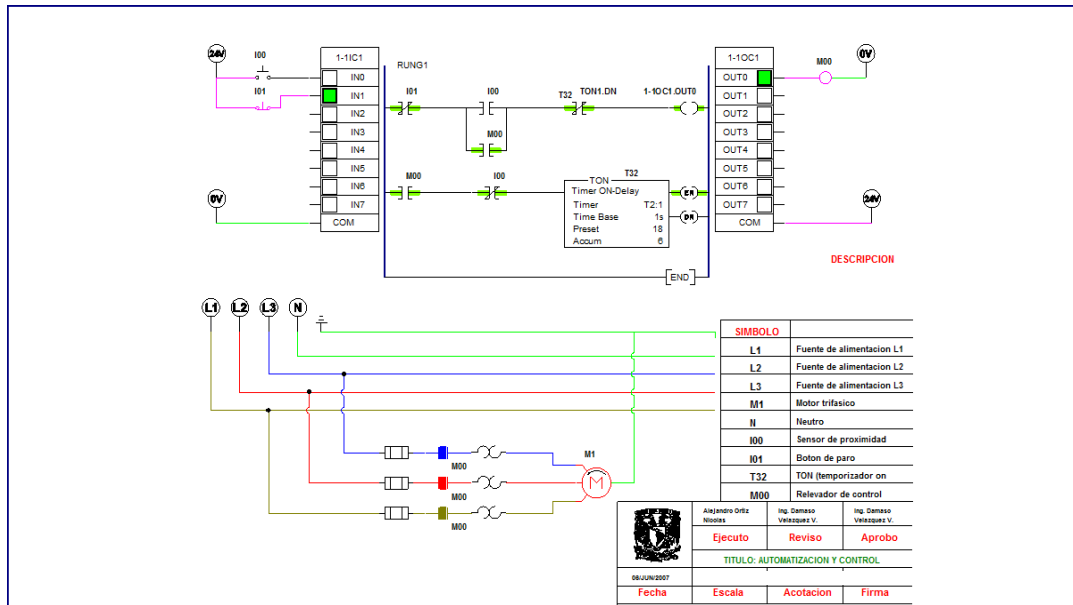


Fig.6.3.2 Esquema en programa ladder de la escaleta eléctrica comenzando al subir.

En la segunda línea de arriba hacia abajo del programa LADDER se observa que también el relevador de control (M00) cambio de estado y activa el temporizador para que este comience un conteo (18 segundos) que devolverá una señal para desactivar la conexión y parar el motor, indicando que la escalera termino su recorrido hacia arriba, el botón de paro de emergencia solo se activa cuando suceda un incidente en el ascenso de una persona al subir y detenga la escalera en alto total.

Es importante saber que un temporizador es un dispositivo para conectar o desconectar un circuito o un elemento con base en un retardo de tiempo.

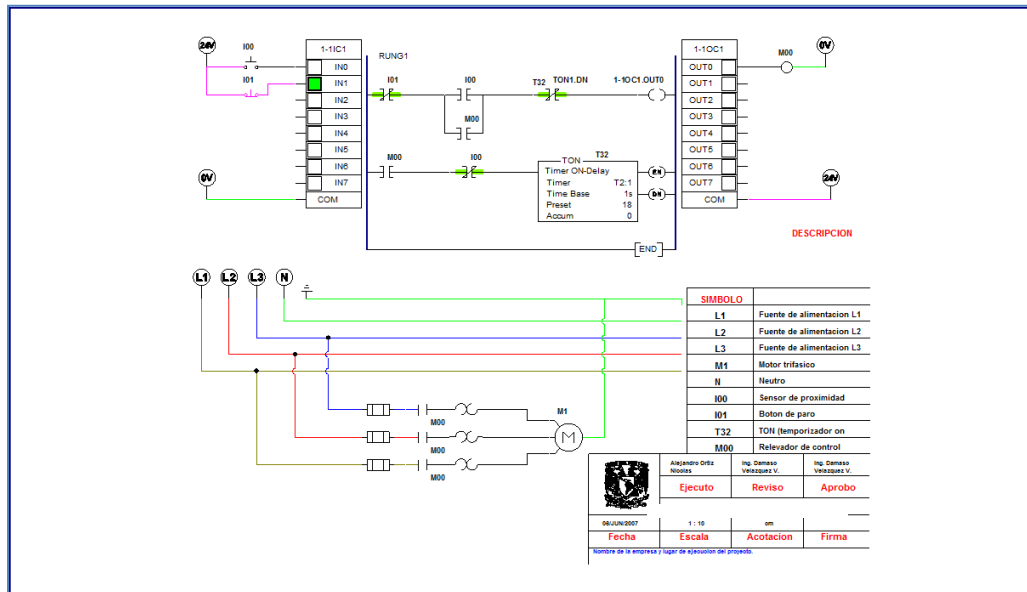


Fig.6.3-3 Esquema de la escaleta eléctrica en alto total.

6.4 Portón corredizo para la entrada y salida de automóviles

Para simular este proyecto se hará solo en el esquema que a continuación se presenta, donde se muestre el programa ladder, la fase de potencia y los elementos que componen el proyecto, no se mostraran las entradas, las salidas como se hizo en los dos anteriores proyectos ya que con esto les quiero mostrar el lenguaje ladder como se realiza en el programa estudiado, en la simulación no se utilizan sensores de proximidad, sino que todo el proceso tiene que ser realizado por una persona que este lista para operar de manera correcta el portón corredizo.

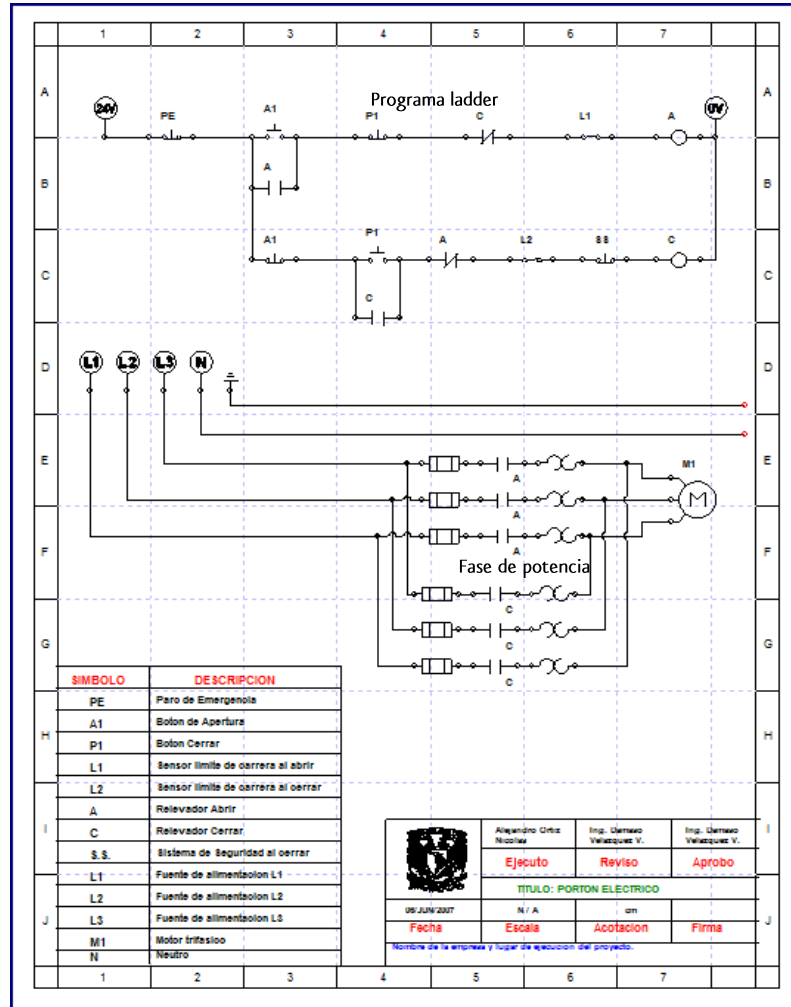


Fig.6.4.1 Esquema de la escaleta eléctrica en alto total.

Al presionamos A1 (pulsador normalmente abierto), cierra el contacto A y activa A (Relevador) abriéndose el portón eléctrico como se observa en la siguiente figura.

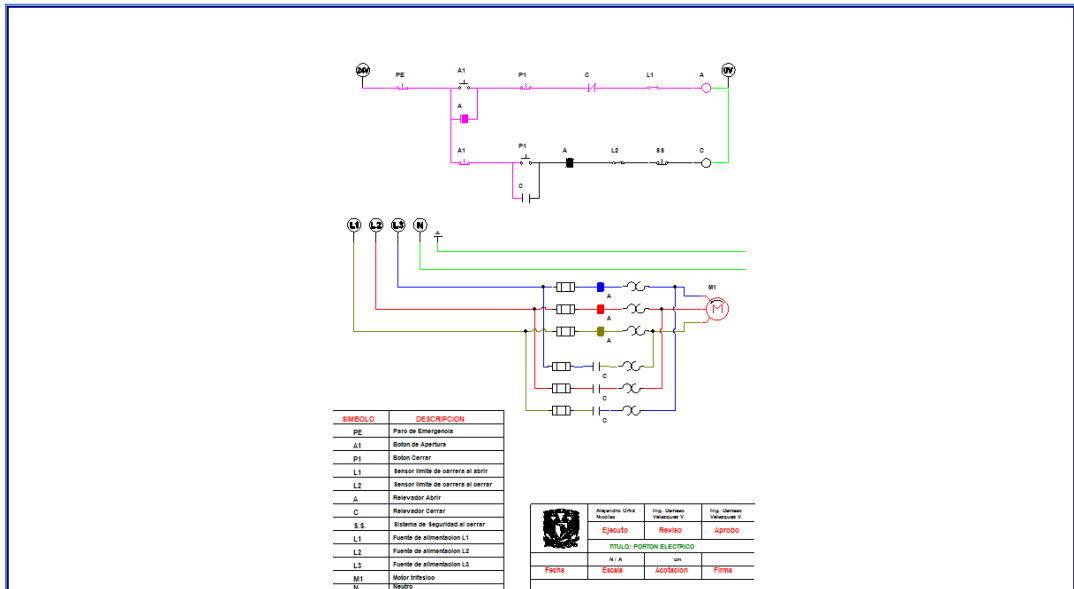


Fig.6.4.2 Esquema del portón eléctrico, al abrirse la puerta.

Cuando se activa L1 (Limite de carrera al abrir), la puerta se abre totalmente y se para el motor, como se muestra en la siguiente figura.

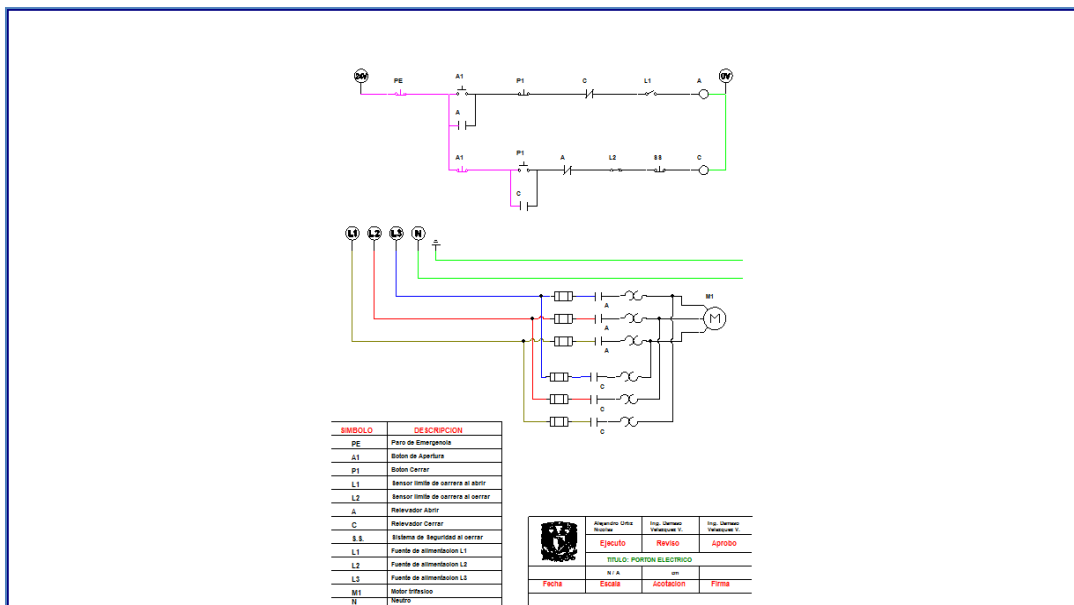


Fig.6.4.3 Esquema del portón eléctrico, al abrirse totalmente.

Al presionar P1 (Botón de cerrar), cierra el contacto C normalmente abierto y activa C (Relevador al cerrar) comenzando a cerrar la puerta, se observa como el motor M1 gira hacia la derecha como se ve en la figura siguiente.

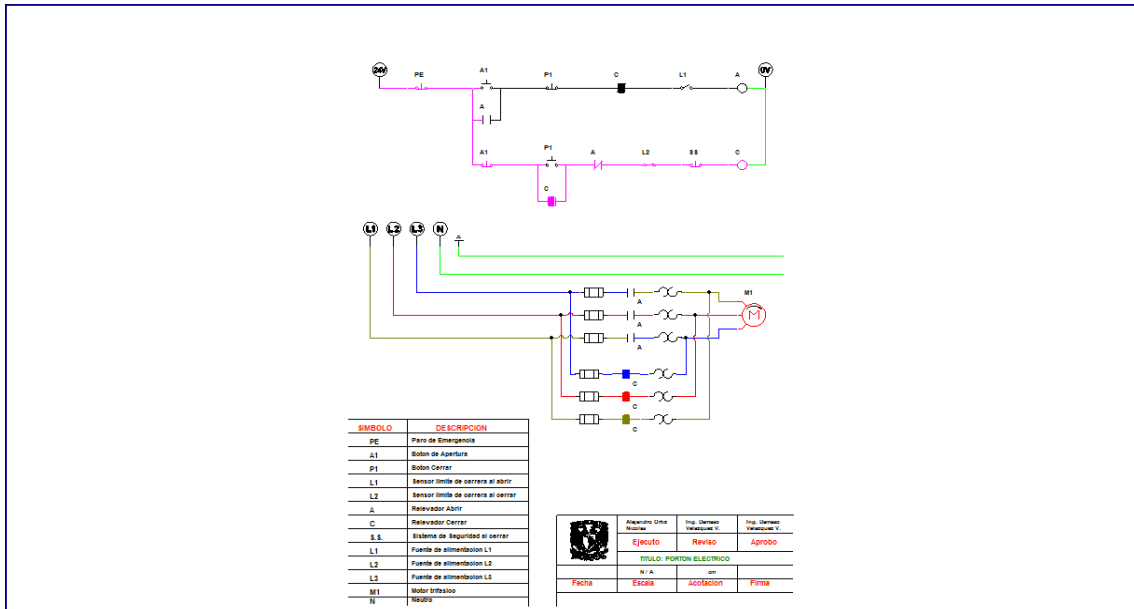


Fig.6.4.3 Esquema del portón eléctrico, al cerrarse.

Cuando la puerta está cerrada totalmente se activa L2 (límite de carrera al abrir) es entonces cuando se para el motor con la puerta cerrada, y los L1 y L2 cambian a su estado original para comenzar un nuevo proceso.

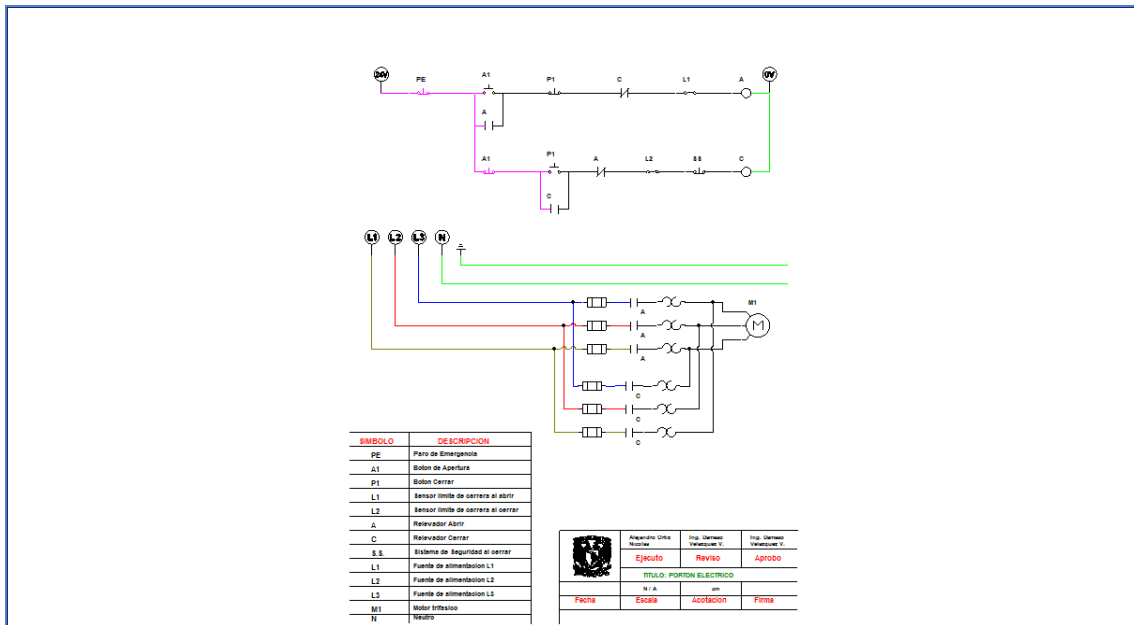


Fig.6.4.3 Esquema del portón eléctrico, totalmente cerrado, con L1 y L2 en su posición original al comienzo del proceso.

6.5 Breve introducción al programa Zelio-Soft

Para la simulación de los proyectos de automatización antes mencionados, en este programa también se usará el programa Ladder, solo que con la diferencia que estaremos simulando dentro de un módulo de simulación programable, como se llevaría a cabo en un PLC, es importante señalar que este programa cuenta con un módulo de programación que no es muy complicado de poner en marcha, solo se tiene que crear el diagrama de control en programación ladder en el editor libre que viene con el programa Zelio-Soft.

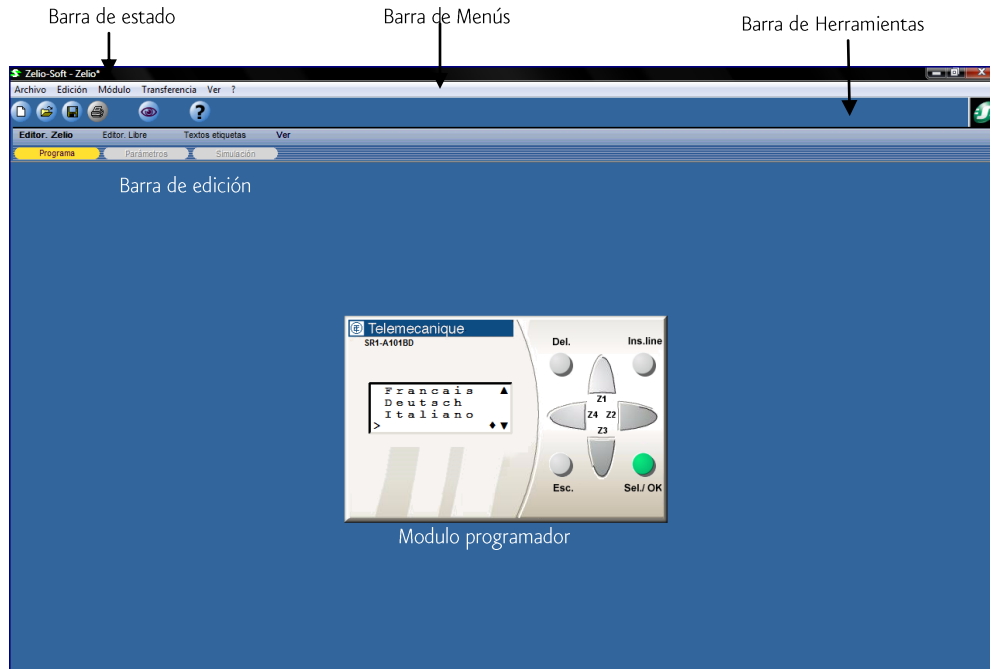


Fig.6.5.1 Ventana principal del programa Zelio-Soft

El programa de aplicación está compuesto con los elementos necesarios para llevar a cabo los proyectos de automatización y control, se pueden realizar con varias líneas de esquema, cada línea está compuesta por 3 contactos como máximo, bloques de funciones y sus bobinas correspondientes, el programa permite realizar las aplicaciones en símbolos Zelio, Ladder y Eléctricos

6.6 Puerta automática para entrada y salida de clientes

Con esta breve introducción, ahora veremos la simulación de la puerta automática para entrada y salida de clientes en el Modulo de Zelio-Soft, para poder realizar la simulación primero se realiza el programa de la puerta automática en el editor libre de la aplicación en símbolos Zelio.

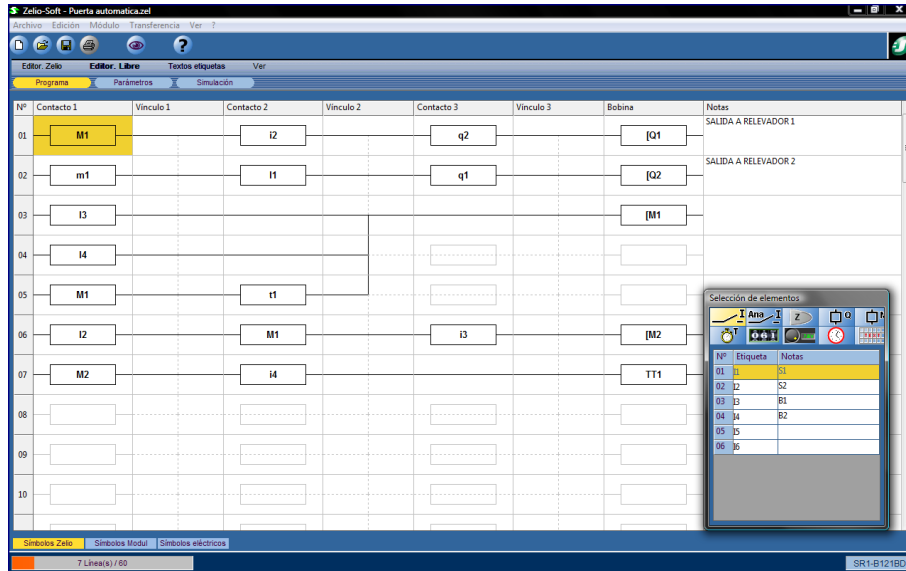


Fig. 6.6.1 Programa de la puerta automática en símbolos Zelio-Soft

Para ver la simulación en el modulo del Zelio-Soft, agregamos programa que se a realizado de la puerta automática al modulo como se muestra en al siguiente figura.

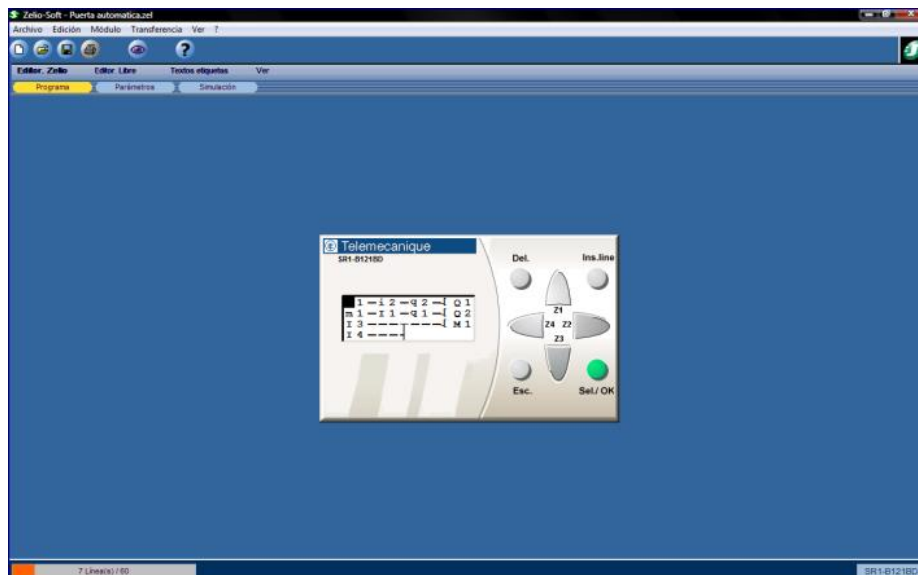


Fig. 6.6.2 Programa de la puerta automática en el modulo Zelio-Soft

La siguiente figura muestra el esquema de mando de la puerta automática en diagrama eléctrico y en lenguaje Ladder.

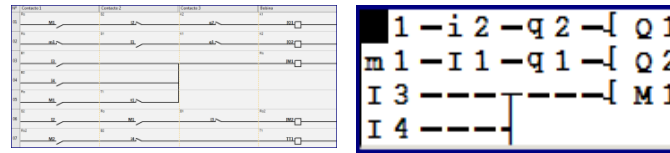


Fig. 6.6.3 Esquema del mando de control de la puerta automática

Para comenzar a simular la puerta automática, en la fig. 6.5.3 presionamos en la ficha "Simulación" apareciendo el siguiente esquema con todos los elementos (modulo con el programa ladder, las entradas, las salidas y el bloque de funciones) que intervienen, y para que la simulación funcione se da clic en el icono "Run", se ajusta el modulo para que muestre la el esquema de mando de la puerta automática.

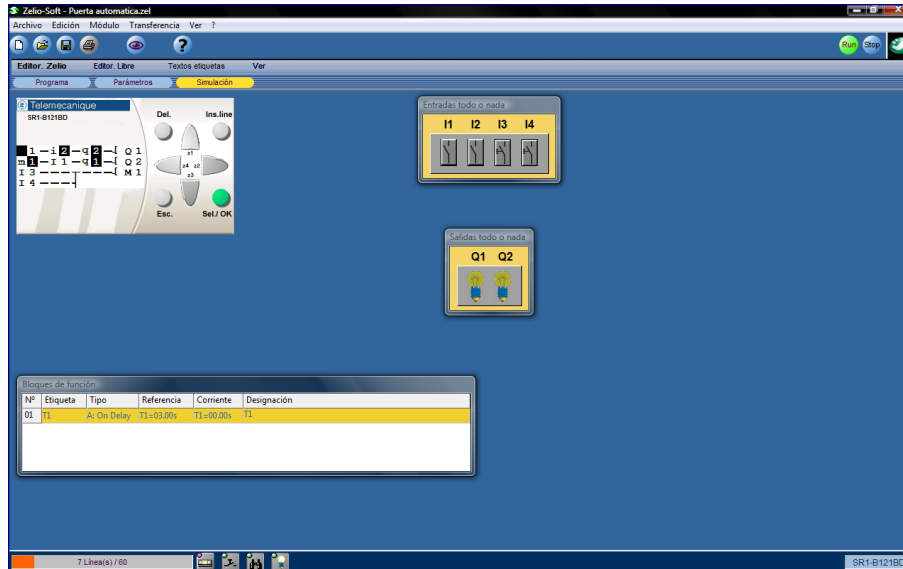


Fig. 6.6.4 Esquema de la puerta automática lista para simular

Cuando se activa I3, I4 son los sensores de proximidad (Entradas todo o nada), se activa Q1 (salida todo o nada) permitiendo a la puerta comenzar a abrirse, se observa como Q1 cambia de estado indicando la apertura de la puerta, en ese momento I1 (limite de carrera al cerrar) cambia de estado.

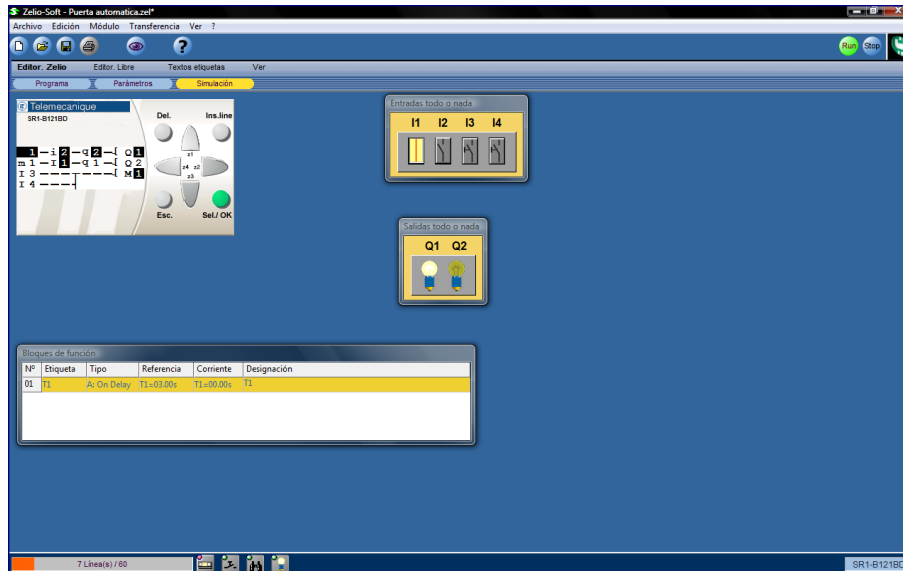


Fig. 6.6.5 Esquema de la puerta automática al abrirse con I1 activado

Cuando I2 (Limite de carrera al abrir) cambia de estado, señala que la puerta está abierta totalmente, comenzando en el temporizador un conteo de 5 segundos para que la puerta se comience a cerrar, cuando el conteo llaga a su fin se activa Q2 y la puerta se comienza a cerrar, I2 vuelve a cambiar de estado.

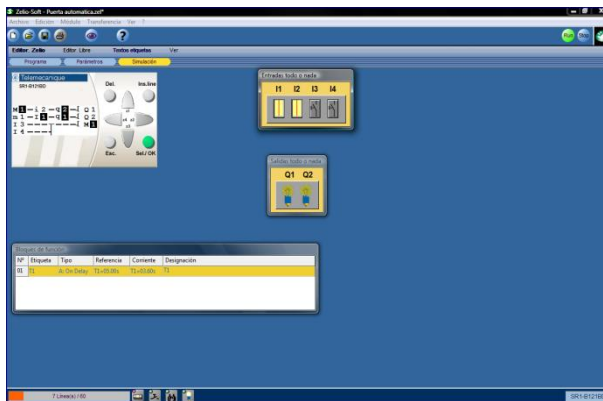


Fig. 6.6.6 Esquema de la puerta automática al abrirse completamente con I2 activado

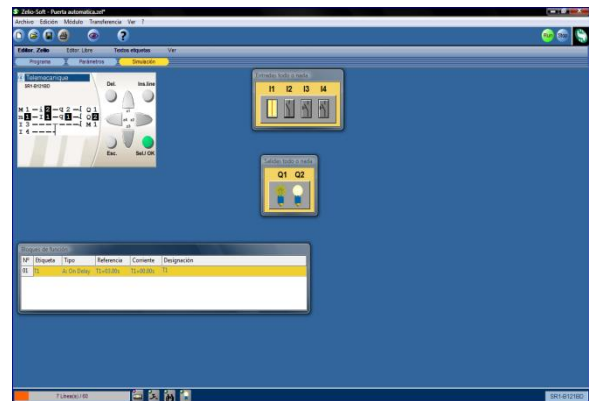


Fig. 6.6.7 Esquema de la puerta automática al cerrarse con I2 en estado original

Si I3, I4 ya no censan I1 cambian de estado y se para el motor en puerta cerrada, como se observa en la Fig. 6.6.4 regresando al inicio de la simulación.

6.7 Escalera eléctrica de subida

Al igual que en la simulación de la escalera en el programa Aumation Studio 5.0, los pasos que se describen son iguales solo que aquí lo que cambia es el programa y la forma de simular el proyecto

En la siguiente figura se muestra el programa en símbolos Zelio para la escalera eléctrica de subida.

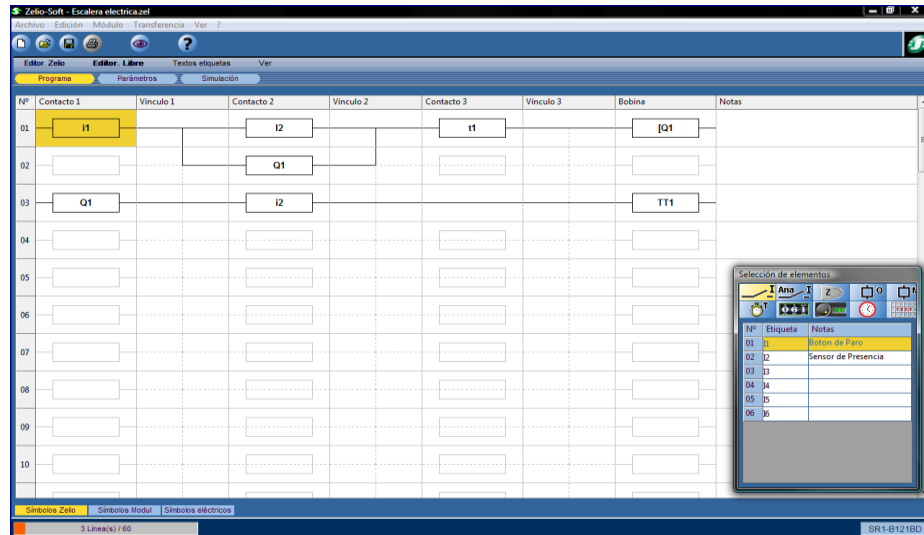


Fig. 6.7.1 Esquema de la escalera eléctrica en símbolos Zelio

Para comenzar la simulación se carga el programa en el modulo de simulación Zelio, se presiona en la ficha de "simulación", y se da un clic en el icono de Run para empezar a correr el proyecto y se muestra todos los elementos que intervienen en la simulación de la escalera eléctrica.

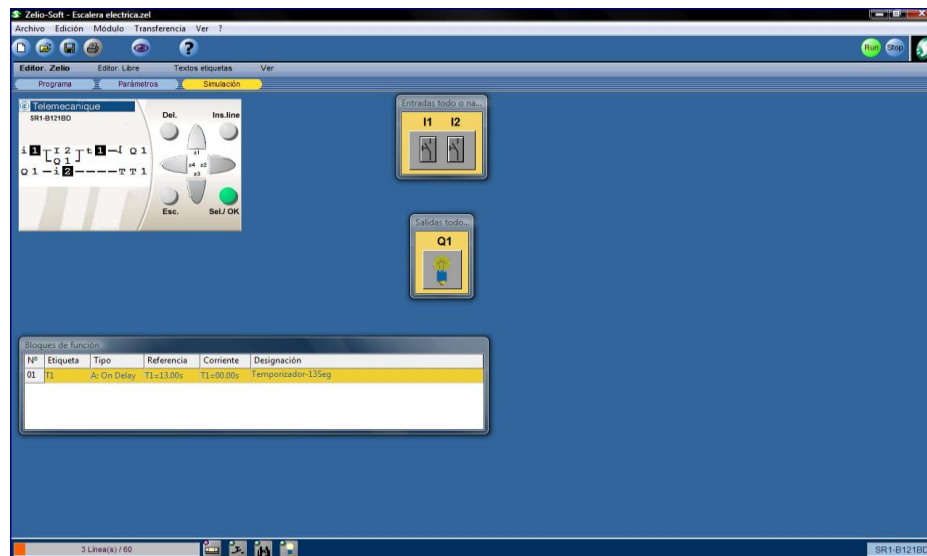


Fig. 6.7.2 Esquema de la escalera eléctrica lista para correr la simulación

Explicación.

Cuando una persona se aproxima a la escalera se activa la entrada I2, y cierra el contacto Q2, comenzando la escalera a subir, se debe de observar como la salida Q1 cambia de estado, como el temporizador también es activado comienza un conteo de 15 segundos para que la escalera se pare, en dado caso de que suceda una emergencia se presiona el botón de paro para detener la escalera en alto total y regresa la simulación a su estado original al comienzo de la simulación al inicio como se muestra en la fig. 6.7.2.

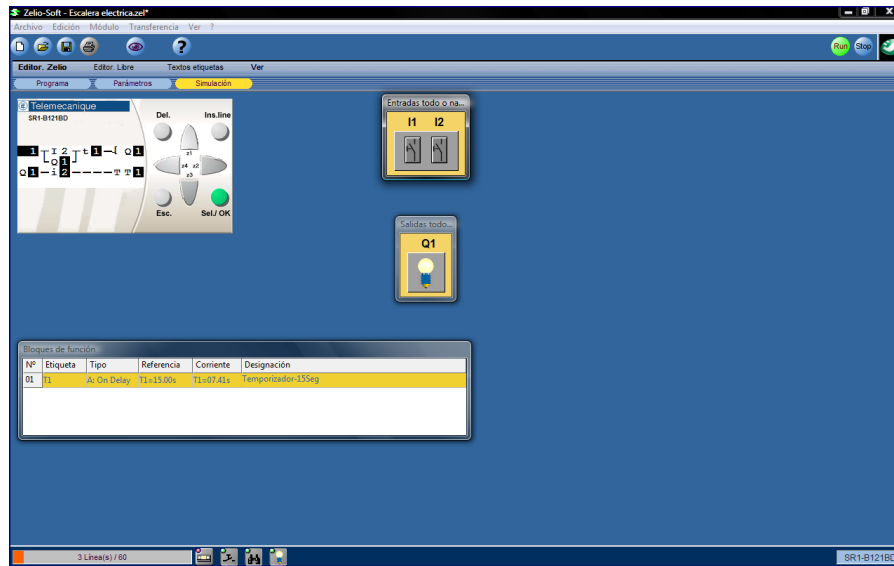


Fig. 6.7.3 Esquema de la escalera eléctrica al subir

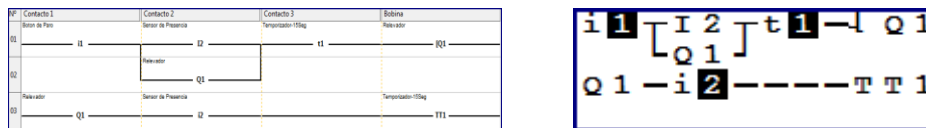


Fig. 6.7.4 Esquema de mando de la escalera eléctrica en diagrama eléctrico y lenguaje Ladder

6.8 Portón corredizo para la entrada y salida de automóviles

Cuando se está listo para operar el portón eléctrico, ya que la operación del mismo es manual, se tiene que tener a un operador que está preparado para hacer funcionar el portón en su fase abrir y cerrar.

A continuación se muestra el diagrama del portón corredizo para la entrada y salida de automóviles en símbolos Zelio.

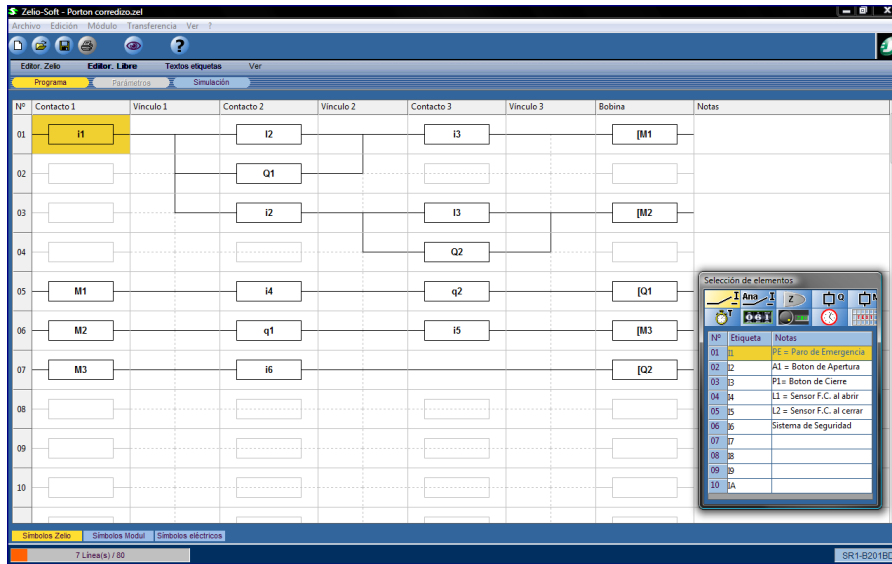


Fig. 6.8.1 Diagrama del portón corredizo en símbolos Zelio

Para comenzar la simulación damos clic en icono de "Run", y nos muestre la ventana siguiente, para correr el programa del portón corredizo en lenguaje ladder.

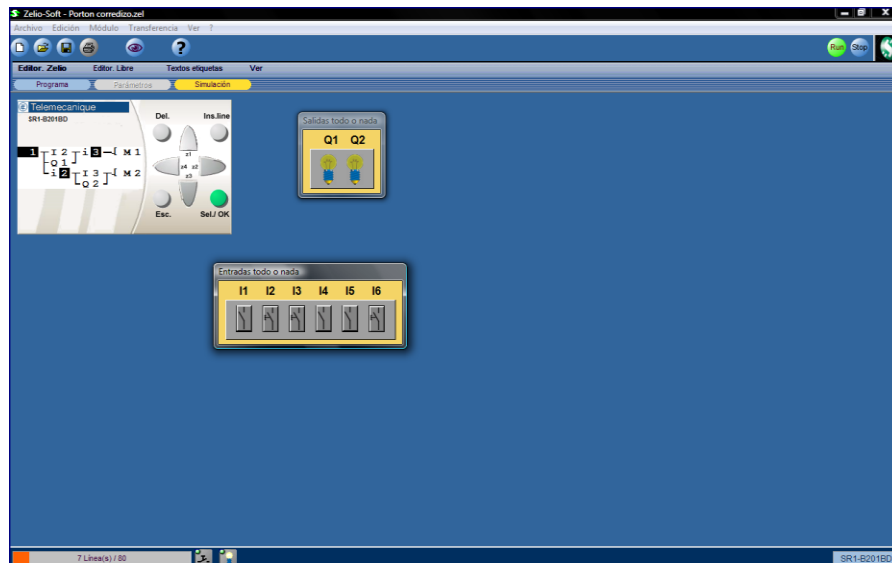
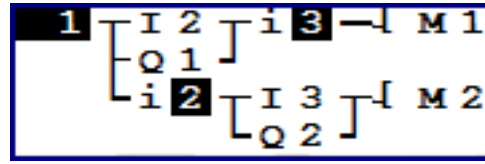
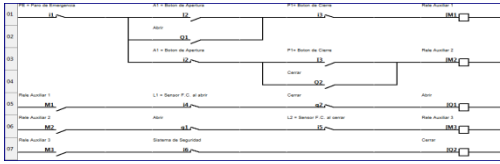


Fig. 6.8.2 Diagrama del portón corredizo para comenzar la simulación.

La siguiente figura muestra el esquema de mando del portón corredizo en diagrama eléctrico y lenguaje ladder.



Explicación.

A presionar I2 (botón de apertura), la salida Q1 se activa y el comienza a abrirse el portón, al cambiar de estado I4 (limite de carrera al abrir) se para el motor, obsérvese en la figura de la derecha, como las salidas (Q1 y Q2) están desactivadas indicando que la puerta está abierta.

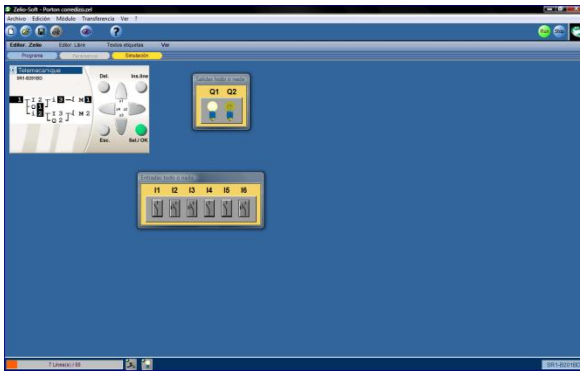


Fig. 6.8.3 Esquema del portón corredizo al comenzar a abrirse.

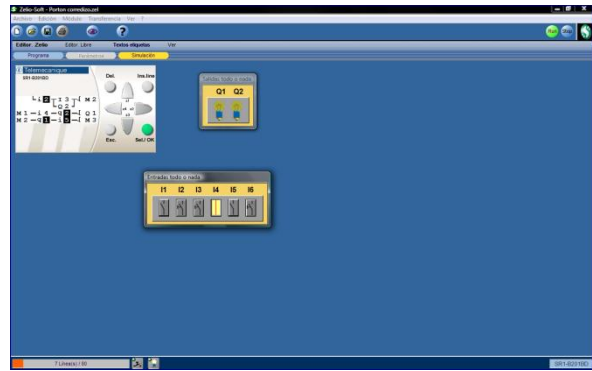


Fig. 6.8.4 Esquema del portón corredizo al estar la puerta totalmente abierta.

Cuando se presiona el botón I3 (Botón de cierre), el portón comienza a cerrarse e I4 cambia de estado.

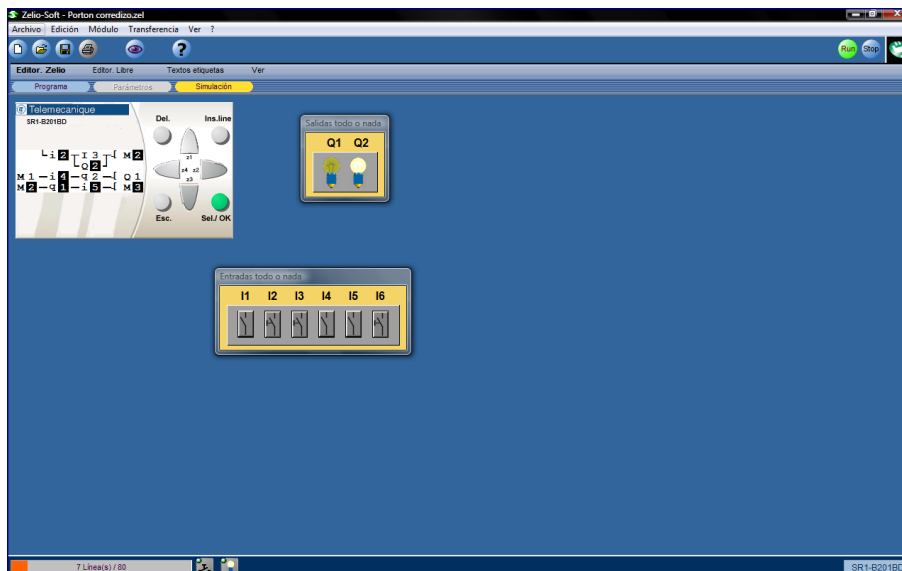


Fig. 6.8.5 Esquema del portón corredizo al comenzar a cerrarse.

Cuando I5 (limite de carrera al cerrar) se activa para el motor en puerta cerrada volviendo a cambiar de estado y todo el proceso regresa a su estado inicial. Al que hacer notar que I6 (sistema de seguridad) se activa automáticamente en el programa de mando del PLC cuando el portón aprisiona un objeto.

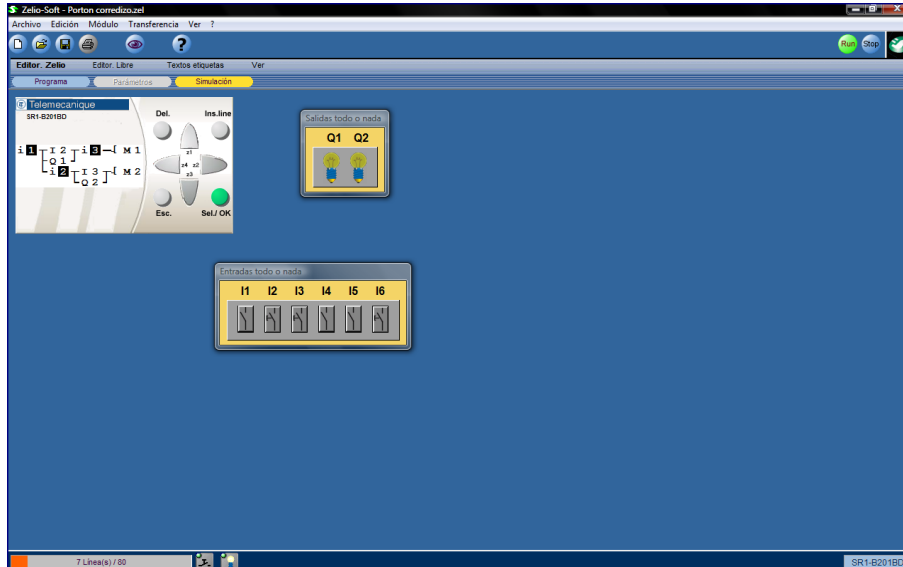


Fig. 6.8.6 Esquema del portón corredizo al término del proceso de abrir y cerrar la puerta.

Conclusión

Con este trabajo de investigación ahora concluido, su contenido así como la terminología aquí descrita están destinados a proporcionar una explicación general de los fundamentos de Control Automático, Automatización, PLC y sus aplicaciones en los procesos de producción, que utilicen sistemas eléctricos, neumáticos o hidráulicos, incluyendo una vista lo más completa posible de las características de los dispositivos relacionados en la Automatización y control, en este caso particular aplicado al control de una puerta automática, una escalera eléctrica y un portón corredizo para la entrada y salida de vehículos.

Ahora comprendo mucho mejor que con la introducción del PLC, se plantea soluciones a las diferentes alternativas de automatización y control existentes actualmente en el ámbito industrial y domestico, no solo influye en el terreno tecnológico, sino que también en el económico, en la actualidad es una tecnología solida muy bien aceptado en todos los niveles del sector industrial, con su introducción en las líneas de producción tiene un efecto positivo ya que con él se pueden controlar procesos de elaboración muy complejos de elaboración de productos terminados, control de maquinas, elementos hidráulicos, neumáticos entre muchos otros.

En el sector doméstico también tiene gran aceptación ya que con el se puede regar el jardín, encender las luces de un hogar a cierta hora, con el simple hecho de contar con un PLC y programarlo de forma correcta.

Sobre el futuro del PLC, aun no ésta bien definido, ya que la tecnología avanza rápidamente día con día y uno de sus principales competidores de la actualidad es la computadora, ya que desde ella se puede hacer infinidad de cosas y cada vez es más poderosa no debe de caer extraño que algún día esta poderosa máquina reemplace al PLC.

Con la utilización del programa Automation Studio 5.0 y el Zelio Soft se simula como opera un PLC, con la creación adecuada de los diagramas de control del proceso que se controla, es muy interesante ya que con la simulación se aprende mucho más acerca del funcionamiento del PLC.

Para finalizar, considero que lo plasmado en este documento, es información de valor incalculable y está dirigido para todas aquellas personas que gusten de los adelantos tecnológicos de punta, en especial el de los PLC's.

BIBLIOGRAFÍA

1. **Neumática, Hidráulica y Electricidad Aplicada**
José Roldan Villoría.
Editorial: Paraninfo
1991
 2. **Sistemas de Control en Ingeniería.**
Paul H. Lewis, Chang Yang
Editorial: Prentice Hall
1995
 3. **Autómatas Programables**
Alberto Mayoli Badía
Editorial: Marcambo
1989
 4. **Manual de PLC**
Marco Antonio Ríos Medina
CECATI
2006
 5. **Manual de PLC**
Elena Gutiérrez Brero
2004
PFC
 6. **Manual Festo PLC'S**
Editorial Festo Didactic
2002
 7. **Manual de PLC Open (PDF)**
Standardization in Industrial Control Programming
Dpto. de Sistemas Electrónicos y de Control
2003
 8. **Manual de Área Informática (PDF)**
Universidad Tecnológica de Chile
Instituto Profesional Centro de Formación Técnica
2001
 9. **Introducción a los PLC (PDF)**
Jaime Tamirez Blandón
2004
 10. **Automatismos Industriales (PDF)**
Temprado
2006
 11. **Automatismos con Contactores**
JGC
2002
 12. **Breve Manual de Automation Studio 5.0**
Felipe Arévalo, Mauricio Ruiz
Abril 2007
-

13. **Breve Manual de Lenguaje Ladder (PDF)**
Editorial Festo Didactic
2002
 14. **Breve Manual de PLC (PDF)**
Editorial Festo Didactic
2001
 15. **Automatización PLC (PDF)**
Editorial Festo Didactic
2002
 16. **Automatización Industrial Sensores (PDF)**
Gerardo Orozco Villegas
Junio 2007
 17. **Automatización parte I y II (PDF)**
Andrés Olivares
 18. **Manual de Hidráulica**
Editorial Festo Didactic
2002
 19. **Válvulas**
Iván Escalona Moreno
 20. **Introducción a la Neumática**
Antonio Guillen Salvador
Alfaomega
2003
 21. **Principios de Hidráulica y Neumática**
Tecnología Industrial
Editorial Hidrapi
2001
 22. **Hidráulica**
Jesús López Perales
Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica de Ciudad Real.
2003
 23. **Centrales Hidráulicas (PDF)**
Armando Contreras Solano
2000
-

Fuentes en la Web

24. http://automata.cps.unizar.es/Historia/Webs/referencias_históricas.htm
 25. <http://es.wikipedia.org/wiki/Automatizaci%C3%B3n>
 26. <http://www.monografias.com>
 27. http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica6.htm
 28. <http://www.educared.net/concurso2003/335/CIRCUITOS/neumatic/PNEUSIM.HTM>
 29. <http://www.construible.es/noticiasDetalle.aspx?c=50&m=61&idm=61&pat=59&n2=59>
 30. <http://members.fortunecity.es/100pies/mecanica/hidraulicaprincipios.htm>
 31. http://www.ing.uc.edu.ve/~emescobar/automat_I/contenido_menu/Unidad_IV/Contenido/pagina2/pagina2.htm
-