

IPN

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
**UNIDAD CULHUACAN**

**TESINA**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE: INGENIERO MECANICO.

NOMBRE DEL SEMINARIO: AUTOMATIZACION INDUSTRIAL Y SUS  
TECNOLOGIAS.

DEBERA DESARROLLAR: BECERRA GARCIA FRANCISCO RENE.  
VARGAS ROJAS JOSE.

NOMBRE DEL TEMA: **AUTOMATIZACION DE PRENSA HIDRAULICA  
“PASTILLADO CON ASPIRINA INTEGRADA”.**

INTRODUCCION:

EN EL PRESENTE TRABAJO SE MUESTRA LA VIABILIDAD DE AUTOMATIZAR  
UNA MAQUINA HIDRAULICA CONVENCIONAL UTILIZANDO ELEMENTOS  
HIDRAULICOS, ELECTRICOS Y ELECTRONICOS A FIN DE HACER MAS  
PRODUCTIVA LA LINEA DE PRODUCCION CON MENOR MANO DE OBRA.

CAPITULADO:

INTRODUCCION.

OBJETIVO

JUSTIFICACION.

MARCO TEORICO.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y DESARROLLO DEL PROYECTO.

DATOS TECNICOS.

DIAGRAMAS HIDRAULICOS Y ELECTRICOS.

ELABORACION DEL PROGRAMA DE AUTOMATIZACION.

MEXICO D.F A 19 DE SEPTIEMBRE DE 2009.

FIRMA DE ASESORES:

ING. SANTILLAN LECHUGA EZEQUIEL

ING. MORALES  
GARCIA FERNANDO.

ING. PERALTA MAGUEY  
ARACELI LETICIA.

**CONTENIDO**

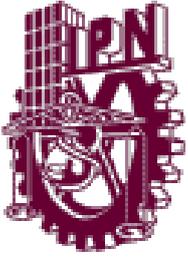
|       | <b>AUTOMATIZACION DE PRENSA HIDRAULICA "PASATILLADO CON ASPIRINA INTEGRADA".</b> | <b>Pagina</b> |
|-------|--|---------------|
| 1     | <b><i>Justificación</i></b>  |               |
| 1.1   | Descripción de la prensa   | 2             |
| 2     | Generalidades  | 2             |
| 2.1   | Objetivo de la operación de pastillado.  | 2             |
| 2.2   | Distribuir y compactación de la mezcla previamente pesada                        | 2             |
| 2.3   | Ubicación de la operación.   | 3             |
| 2.4   | Maquinaria utilizada actualmente.  | 3             |
| 3     | Introducción   | 5             |
| 4     | Marco teórico  | 6             |
| 4.1   | Automatización Industrial.   | 6             |
| 4.2   | Actividades de la automatización.  | 7             |
| 4.3   | Tipos de automatización.   | 7             |
| 4.3.1 | La automatización fija.  | 8             |
| 4.3.2 | La automatización programable  | 8             |
| 4.3.3 | La automatización flexible.  | 8             |
| 5     | PLC  | 8             |
| 5.1   | Controlador Lógico Programable   | 8             |
| 5.2   | Historia del PLC.  | 9             |
| 5.3   | Características del PLC.   | 9             |
| 5.4   | Señales Analógicas y digitales.  | 10            |
| 5.5   | Estructura de un PLC.  | 10            |
| 5.6   | Principales componentes del PLC.   | 11            |
| 6     | Hidráulica.  | 12            |
| 6.1   | Concepto de hidráulica.  | 12            |
| 6.2   | Principio de Pascal.   | 12            |
| 6.3   | Campos de aplicación de la hidráulica y neumática.                               | 13            |
| 6.3.1 | Aplicaciones Móviles.  | 14            |
| 6.3.2 | Aplicaciones Industriales.   | 14            |
| 6.3.3 | Otras aplicaciones de la hidráulica.   | 14            |
| 6.3.4 | Ventajas y desventajas de la hidráulica.   | 15            |
| 6.3.5 | Definiciones.  | 15            |
| 7     | Fluidos Hidráulicos.   | 16            |
| 7.1   | Misión de un fluido en hidráulica.   | 16            |
| 7.2   | Sistema de transmisión de energía Neumática e Hidráulica.                        | 16            |
| 7.3   | Compresibilidad de los fluidos.  | 17            |
| 7.4   | Transmisión de Potencia.   | 17            |
| 7.5   | Transmisión de potencia a través de una tubería.                                 | 18            |
| 7.6   | Presión Hidráulica.  | 18            |
| 8     | Elementos Hidráulicos.   | 20            |
| 8.1   | Válvulas solenoides hidráulicas.   | 20            |
| 8.2   | Válvulas hidráulicas de cuatro vías operadas eléctricamente.                     | 20            |
| 8.3   | Válvulas de centro cerrado.  | 21            |
| 8.4   | Válvulas de centro abierto.  | 22            |
| 8.5   | Válvulas de centro flotante.   | 22            |
| 8.6   | Válvulas de centro Tandem.   | 22            |



|        |  |    |
|--------|--|----|
| 8.7    | Regeneración en circuitos hidráulicos.                                       | 24 |
| 8.8    | Fuerza de empuje   | 24 |
| 8.9    | Válvulas de bola.  | 24 |
| 8.10   | Válvulas reguladoras de flujo o caudal.                                      | 25 |
| 8.11   | Válvula check antiretorno pilotada.  | 25 |
| 8.12   | Válvula reguladora de presión.   | 26 |
| 8.13   | Bombas de desplazamiento positivo.   | 26 |
| 8.14   | Bomba de engranes o engranajes.  | 26 |
| 9      | Sensores   | 28 |
| 9.1    | Sensor de proximidad   | 28 |
| 9.2    | Estados de un sensor Inductivo.  | 29 |
| 9.3    | Histéresis.  | 30 |
| 9.5    | Consideraciones generales.   | 31 |
| 9.6    | Transductores de presión industriales de acero inoxidable Serie PX480A-3K55V | 31 |
| 10     | Planteamiento del problema y desarrollo del proyecto.                        | 32 |
| 10.1   | Factores que influyen en la productividad.                                   | 32 |
| 10.2   | Mejora de la productividad   | 32 |
| 10.3   | Datos Técnicos.  | 34 |
| 11     | Memorias de cálculo.   | 35 |
| 11.1   | Justificación de postes de la prensa.  | 35 |
| 11.2   | Funciones de las unidades de potencia.                                       | 35 |
| 11.3   | Potencia Eléctrica.  | 35 |
| 11.4   | Tracción en los postes   | 37 |
| 11.5   | Resistencia a la tracción.   | 37 |
| 11.6   | Justificación de elementos sometidos a tracción.                             | 39 |
| 11.7   | Piston de acarreo  | 43 |
| 12     | Fuerza de fricción.  | 44 |
| 12.1   | Definición de fuerza de fricción.  | 44 |
| 12.2   | Tipos de rozamiento.   | 44 |
| 12.3   | Rozamiento Estático.   | 45 |
| 12.4   | Rozamiento Dinámico.   | 46 |
| 13     | Esfuerzo de flexión  | 48 |
| 13.1   | Hipótesis de Navier o de secciones planas.                                   | 49 |
| 13.2   | Diagrama de $\epsilon$ y $\sigma$ para una sección de la viga.               | 50 |
| 13.3   | Formula de Navier  | 51 |
| 13.4   | Flexión simple o desviada.   | 51 |
| 14     | Justificación eléctrica, hidráulica y mecánica de la prensa.                 | 52 |
| 14.1   | Justificación de elementos eléctricos.                                       | 52 |
| 14.2   | Diagrama Hidráulico.   | 52 |
| 14.2.1 | Que es un diagrama hidráulico.   | 52 |
| 14.2.3 | Diseño de diagramas eléctricos y de control.                                 | 53 |
| 14.4.4 | Diagrama de situación  | 54 |
| 14.5   | Diagrama de conexión del motor eléctrico.                                    | 55 |
| 14.6   | Diagrama lineal o de escalera  | 55 |
| 14.7   | Entradas discretas o digitales   | 56 |
| 14.8   | Modulo de salidas Discretas de C.A.  | 57 |
| 14.9   | Funcionamiento de la prensa.   | 57 |



|       |  |    |
|-------|--|----|
| 15    | Introducción a la programación               | 60 |
| 15.1  | Tipos de señales.                            | 60 |
| 15.2  | Señal discreta.                              | 60 |
| 15.3  | Señal Analógica                              | 61 |
| 15.4  | Representación de las cantidades binarias    | 61 |
| 15.5  | Bit.   | 61 |
| 15.6  | Byte.  | 62 |
| 15.7  | Palabra.                                     | 62 |
| 15.8  | Direccionamiento de bits.                    | 62 |
| 15.9  | Direccionamiento fijo.                       | 63 |
| 15.10 | Direccionamiento fijo del tipo octal (byte). | 63 |
| 15.11 | Direccionamiento fijo del tipo hexadecimal.  | 63 |
| 16    | Estructura del programa de aplicación        | 63 |
| 16.1  | Programación lineal.                         | 63 |
| 16.2  | Programación estructurada                    | 65 |
| 16.3  | Controlador Micrologyx 1400                  | 67 |
| 17    | Programa de automatización.                  | 69 |
| 17.1  | Entradas.                                    | 69 |
| 17.2  | Salidas.                                     | 73 |
| 18    | Programa de mantenimiento preventivo.        | 75 |
| 18.1  | Lubricación.                                 | 77 |
| 18.2  | Grasas.                                      | 78 |
| 18.3  | Seguridad e higiene.                         | 78 |
|       | Consideraciones finales.                     | 79 |
|       | Anexos.                                      | 80 |
|       | Bibliografía.                                | 81 |



**Instituto Politécnico Nacional**

**Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

***DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE INGENIERIA MECANICA.***

---

---

**SEMINARIO DE TITULACION**

---

---

**CURSO DE ACTUALIZACION CON OPCION A TITULACION:  
AUTOMATIZACION INDUSTRIAL CON SUS TECNOLOGIAS.**

**TITULO: AUTOMATIZACION DE PRENSA HIDRAULICA  
"PASTILLADO CON ASPIRINA INTEGRADA"**

**ALUMNO:**  
**Becerra García Fco. René**  
**Vargas Rojas José**

**No. DE BOLETA**  
**2004350029**  
**2004350535**



## **TITULO.**

### ***AUTOMATIZACION DE PRENSA HIDRAULICA PASATILLADO CON ASPIRINA INTEGRADA”.***

## **JUSTIFICACION.**

### **Descripción de la prensa.**

La máquina en estudio tiene por objeto realizar la operación de pastillado en la balata integral con aspirina integrada en un solo paso. El pastillado consiste en hacer una preforma de mezcla de fricción para garantizar el llenado de los moldes donde se prensara la balata, esto es con la finalidad de mejorar la forma del producto y garantizar el llenado del molde para prevenir poros o cavidades extrañas y mal formaciones en la parte del material de fricción.

Una forma de garantizar el pegado de la parte metálica con la parte de fricción es a lo que se le llama anclaje y consiste en depositar una pequeña porción de mezcla de fricción en forma de aspirina que mejora la adherencia entre ambas partes y a su vez mejora la presentación del producto ya que con este proceso la materia prima excedente llena las cavidades de los anclajes dejándolos al ras del respaldo metálico.

## **2 Generalidades**

### **2.1 OBJETIVO de la operación de pastillado.**

**Garantizar** que la mezcla previamente seleccionada es la indicada para proceder a **pesar, distribuir y compactarla** con la finalidad de obtener una pastilla preformada libre de defectos que cumpla con las especificaciones técnicas del producto y los parámetros del proceso.

La selección de la mezcla es un paso fundamental que consiste a habilitar la mezcla indicada en el contenedor correspondiente de acuerdo con la orden de producción del número de parte a fabricar.

**Ejemplo: Balata Integral Automotriz,**

**Línea metálica P462**



Figura. 1 Deposito de materia prima.

La operación de pesado consiste en dosificar por peso unitario el material de fricción de acuerdo con las especificaciones técnicas del número de parte a fabricar.



Figura.2 Porción de mezcla previamente pesada.

### 2.2 Distribuir y compactación de la mezcla previamente pesada.

La operación de pastillado consiste a distribuir la mezcla en forma pareja antes de someter, a presión controlada, el material de fricción de acuerdo con las especificaciones técnicas del número de parte a fabricar.

**Ejemplo: Balata Integral Automotriz, Línea metálica**



Figura. 3 Cargado de mezcla e inspección de pastilla de forma manual.

### 2.3 Ubicación de la Operación.

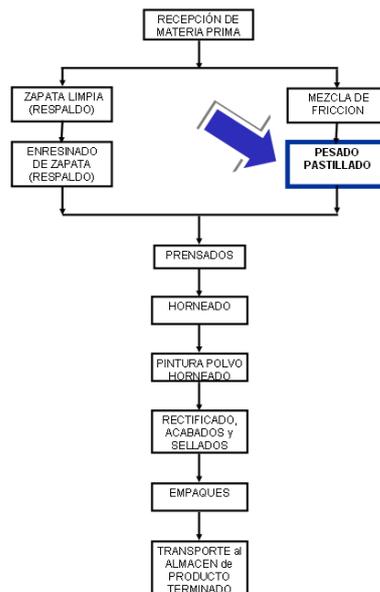




Figura. 3 Organigrama de pastillado.

### Maquinaria utilizada actualmente.

La maquinaria se refiere a las diferentes máquinas de pastillado utilizadas de acuerdo con el número de parte a fabricar, es aquí donde tenemos el área de oportunidad de mejora dado al tipo de maquinas que existen en la compañía, de esta forma desarrollaremos una maquina primera en su tipo en las líneas de producción actuales.



Figura. 4 Maquinas de pastillado en línea.

Al final obtendremos la pastilla que posteriormente se procesara en las prensas calientes.



Figura. 5. Pastillas preformadas.

**Objetivo general:**

*Automatizar una prensa hidráulica para eliminar un paso en el proceso de pastillado-aspirinado.*

**Objetivo específico:**

**Mejorar la productividad de la empresa, reduciendo los costos de producción y mejorando la calidad de la misma.**

**Mejorar las condiciones de trabajo del personal, suprimiendo los trabajos excesivos e incrementando la seguridad en la operación.**

**Realizar las operaciones de forma sistemática para controlar el proceso de forma segura.**

**Simplificar el mantenimiento de forma que el operario no requiera grandes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.**

*Aplicar las técnicas de automatización industrial para modificar y eficientar máquinas convencionales a semiautomáticas.*

**INTRODUCCION:**

Los frenos de disco utilizan exactamente los mismos principios básicos de frenado (fricción y calor), sin embargo, su diseño es muy superior al de los frenos de tambor. En lugar de tener los componentes encerrados en el tambor, los frenos de disco constan de un disco expuesto al aire que es frenado por una mordaza generando fricción y calor. Este sistema de frenos es muy efectivo ya que el calor se disipa fácilmente al tener todos sus elementos expuestos al aire evitando encerrar el calor esto por medio de un plato ventilado en hierro gris ASTM 35.

Esta tecnología fue desarrollada en autos de carreras para permitirles a los pilotos frenar hasta el último momento en las curvas aprovechando las menores distancias de frenado. Con el tiempo esta tecnología llegó a los autos convencionales y actualmente es muy común encontrar frenos de disco en las cuatro ruedas en autos sin intenciones deportivas.

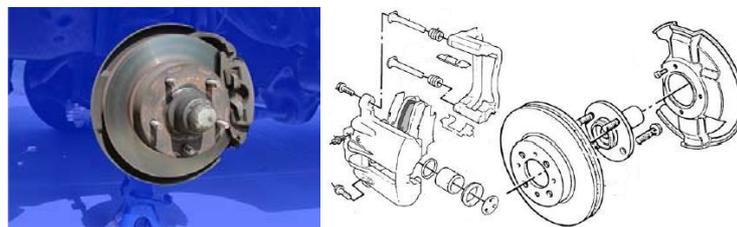


Figura. 6. Sistema de freno de disco.

Los Materiales de Fricción pueden ser de diferentes tipos y fabricados mediante diferentes procesos, lo que permitiría realizar diferentes tipos de clasificaciones dependiendo de sus propiedades, procesos, materias primas empleadas, etc. Sin embargo para el caso de los



Materiales de Fricción elaborados por **FRITEC S.A. de C.V.** se realiza una clasificación con base a una propiedad muy importante como lo es la eficiencia del frenado.

Los frenos de disco proporcionan un elevado rendimiento al convertir la fuerza de la salida del actuador del freno a un par de frenado de la rueda.

La elaboración de compuestos de fricción requiere de materiales de alta calidad, incluyendo resinas, antidegradantes, pigmentos, cargas, polímeros, etc. Los fabricantes de productos de fricción disponen de maquinas que en un principio generan una preforma determinada a los tipos de balatas que existen en la industria automotriz, esto es que la parte de fricción tiene el perfil exacto de la balata para facilitar el conformado del producto de fricción y de esta manera se integran ambas partes para formar la balata a este proceso se le llama pastillado.

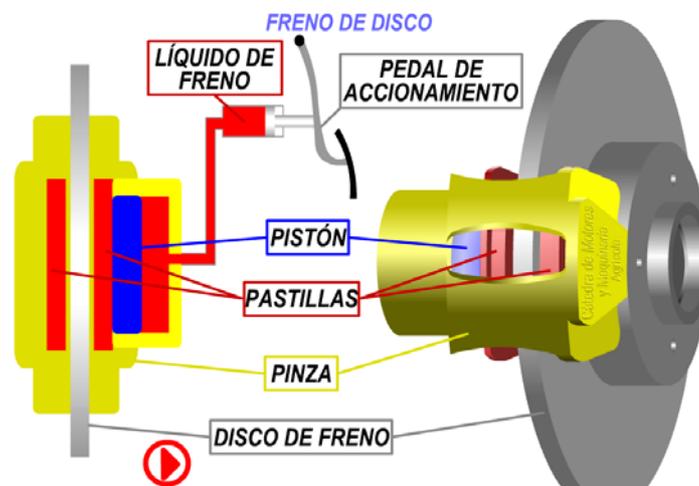


Figura. 7. Partes que integran un sistema de freno de disco.

#### 4 MARCOTEORICO.

##### 4.1 Automatización Industrial

El tema de automatización nos dará una visión muchísimo más amplia de lo que puede ayudar esto a una empresa ya que se va a dar en la misma un proceso de mecanización de las actividades industriales para reducir la mano de obra, simplificar el trabajo para que así se de propiedad a algunas maquinas de realizar las operaciones de manera automática; por lo que indica que se va dar un proceso más rápido y eficiente.

Como dijimos anteriormente al darse una mayor eficiencia en el sector de maquinaria, lograra que la empresa industrial disminuya la producción de piezas defectuosas, y por lo tanto aumente una mayor calidad en los productos que se logran mediante la exactitud de las maquinas automatizadas; todo esto ayudara a que la empresa industrial mediante la utilización de inversiones tecnológicas aumente toda su competitividad en un porcentaje considerable con



respecto a toda su competencia, y si no se hace, la empresa puede sufrir el riesgo de quedarse rezagado.

#### **4.2 Actividades de la automatización.**

El área de automatización desarrolla actividades educativas de investigación y desarrollo y de extensión, en el área de sistemas dinámicos y sus aplicaciones al control automático, teoría de señales, identificación, modelamiento e Instrumentación.

Dentro de las actividades educativas, el área de Automatización desarrolla cursos de pregrado involucrados dentro de los programas académicos de la Facultad de Ingeniería, y un curso de postgrado Itinerante.

En el área de Investigación y desarrollo, del Programe ofrece asesoría y soporte en el desarrollo e implementación de nuevas técnicas en el área de instrumentación, identificación, tratamiento de señales, ajuste y diseño de controladores.

#### **¿Que es un sistema automatizado?**

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

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- Parte de Mando
- Parte Operativa

La Parte Operativa es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera, sensores de proximidad, etc.

La Parte de Mando suele ser un autómata programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómata programable esta en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.

#### **4.3 Tipos de Automatización.**

Existen cinco formas de automatizar en la industria moderna:

- El Control Numérico Computarizado.
- La Automatización Fija
- La automatización programable.



· La Automatización Flexible.

**4.3.1 La automatización fija** se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto se puede justificar económicamente el alto costo del diseño de equipo especializado para procesar el producto, con un rendimiento alto y tasas de producción elevadas. Además de esto, otro inconveniente de la automatización fija es su ciclo de vida que va de acuerdo a la vigencia del producto en el mercado, ejemplo de esto tenemos los tornos automáticos movidos por levas.

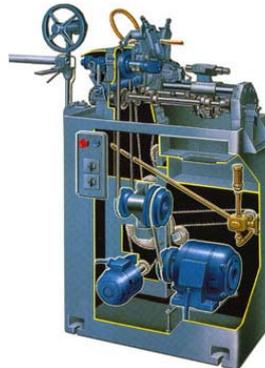


Figura. 8. Torno revolver.

**4.3.2 La automatización programable** se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. En este caso el equipo de producción es diseñado para adaptarse a la variaciones de configuración del producto; ésta adaptación se realiza por medio de un programa (Software).



Figura. 9. Centro de maquinado CNC.

**4.3.3 La Automatización Flexible** consiste en procesos automáticos, reprogramables con mucha agilidad y con cambio muy rápido de herramientas, lo, que permiten procesar en las mismas máquinas diversos productos en tandas de bajo volumen, logrando combinar así los efectos de la economía de escala, la economía de alcance y la flexibilidad de producción.

## 5 PLC

### 5.1 Controlador lógico programable.

Los CLP o PLC (Programmable Logic Controller en sus siglas en inglés) son dispositivos electrónicos muy usados en Automatización Industrial. Hoy en día, los PLC no sólo controlan la lógica de funcionamiento de máquinas, plantas y procesos industriales, sino que también pueden realizar operaciones aritméticas, manejar señales analógicas para realizar estrategias de control, tales como controladores proporcional integral derivativo (PID).



Los PLC actuales pueden comunicarse con otros controladores y computadoras en redes de área local, y son una parte fundamental de los modernos sistemas de control distribuido.

## 5.2 HISTORIA DEL PLC.

Los PLC fueron inventados en respuesta a las necesidades de la industria automotriz norteamericana por el ingeniero japonés Dick Morley. Antes de los PLC, el control, la secuenciación, y la lógica para la manufactura de automóviles era realizada utilizando relés, contadores, y controladores dedicados. El proceso para actualizar dichas instalaciones en la industria año tras año era muy costoso y consumía mucho tiempo, y los sistemas basados en relés tenían que ser recableados por electricistas especializados. En 1968 GM Hydramatic (la división de transmisiones automáticas de General Motors) ofertó un concurso para una propuesta del reemplazo electrónico de los sistemas cableados.

La propuesta ganadora vino de Bedford Associates de Boston, Massachussets. El primer PLC, fue designado 084, debido a que fue el proyecto ochenta y cuatro de Bedford Associates. Bedford Associates creó una nueva compañía dedicada al desarrollo, manufactura, venta y servicio para este nuevo producto: Modicon (MODular Digital CONTroller o Controlador Digital Modular). Una de las personas que trabajó en ese proyecto fue Dick Morley, el que es considerado como "padre" del PLC. La marca Modicon fue vendida en 1977 a Gould Electronics, y posteriormente adquirida por la compañía Alemana AEG y más tarde por Schneider Electric, el actual dueño.

## 5.3 CARACTERISTICAS DEL PLC.

La principal diferencia con otros dispositivos son las conexiones especiales de entrada/salida. Estas conexiones conectan el PLC a sensores y actuadores. Los PLC leen interruptores, indicadores de temperatura y las posiciones de complejos sistemas de posicionamiento. Algunos incluso pueden llegar a utilizar visión artificial. En los actuadores, los PLC pueden operar motores eléctricos y neumáticos, cilindros hidráulicos o diafragmas, relés magnéticos y solenoides. Las conexiones de entrada/salida pueden estar integradas en un solo PLC o el PLC puede tener módulos de entrada/salida unidos a una red de ordenadores que se conecta al PLC.

La funcionalidad de los PLC ha evolucionado a lo largo de los años para incluir control de relés secuencial, control de movimiento, control de procesos, sistemas de control distribuidos y establecimiento de redes. El tratamiento de datos, el almacenaje, la energía del proceso y las capacidades de la comunicación de algún PLC moderno son aproximadamente equivalentes a las computadoras de escritorio. Una programación como la de los PLC combinada con hardware de E/S remota, permite a un ordenador de sobremesa igualar en ciertas aplicaciones a un PLC.



FIGURA 10. Esquema representativo de una aplicación del PLC.

#### 5.4 SEÑALES ANALOGICAS Y DIGITALES.

Las señales digitales o discretas como los interruptores, son simplemente una señal de On/Off (1 ó 0, Verdadero o Falso, respectivamente). Los botones e interruptores son ejemplos de dispositivos que proporcionan una señal discreta. Las señales discretas son enviadas usando la tensión o la intensidad, donde un rango específico corresponderá al On y otro rango al Off. Un PLC puede utilizar 24V de corriente continua en la E/S donde valores superiores a 22V representan un On, y valores inferiores a 2V representan Off. Inicialmente los PLC solo tenían E/S discretas.

Las señales analógicas son como controles de volúmenes, con un rango de valores entre 0 y el tope de escala. Esto es normalmente interpretado con valores enteros por el PLC, con varios rangos de precisión dependiendo del dispositivo o del número de bits disponibles para almacenar los datos. Presión, temperatura, flujo, y peso son normalmente representados por señales analógicas. Las señales analógicas pueden usar tensión o intensidad con una magnitud proporcional al valor de la señal que procesamos. Por ejemplo, una entrada de 4-20 mA o 0-10 V será convertida en enteros comprendidos entre 0-32767.

Las entradas de intensidad son menos sensibles al ruido eléctrico (como por ejemplo el arranque de un motor eléctrico) que las entradas de tensión.

Ejemplo:

Como ejemplo, las necesidades de una instalación que almacena agua en un tanque. El agua llega al tanque desde otro sistema, y como necesidad a nuestro ejemplo, el sistema debe controlar el nivel del agua del tanque.

Usando solo señales digitales, el PLC tiene 2 entradas digitales de dos interruptores del tanque (tanque lleno o tanque vacío). El PLC usa la salida digital para abrir o cerrar una válvula que controla el llenado del tanque.

Si los dos interruptores están apagados o solo el de "tanque vacío" esta encendido, el PLC abrirá la válvula para dejar entrar agua. Si solo el de "tanque lleno" esta encendido, la válvula se cerrará. Si ambos interruptores están encendidos sería una señal de que algo va mal con uno de los dos interruptores, porque el tanque no puede estar lleno y vacío a la vez. El uso de dos interruptores previene situaciones de pánico donde cualquier uso del agua activa la bomba durante un pequeño espacio de tiempo causando que el sistema se desgaste más rápidamente.

#### 5.5 Estructura de un PLC.

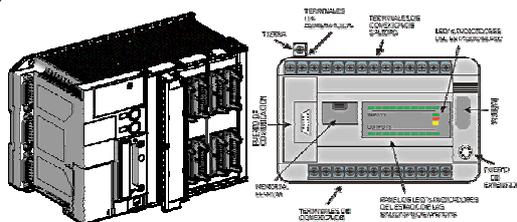


FIGURA 11. Estructura del PLC.

Para explicar el funcionamiento del PLC, se pueden distinguir las siguientes partes:

Interfaces de entradas y salidas.

CPU (Unidad Central de Proceso).

Memoria.

Dispositivos de Programación.

El usuario ingresa el programa a través del dispositivo adecuado (un cargador de programa o PC) y éste es almacenado en la memoria de la CPU.

La CPU, que es el "cerebro" del PLC, procesa la información que recibe del exterior a través de la interfaz de entrada y de acuerdo con el programa, activa una salida a través de la correspondiente interfaz de salida.

Evidentemente, las interfaces de entrada y salida se encargan de adaptar las señales internas a niveles del CPU. Por ejemplo, cuando el CPU ordena la activación de una salida, la interfaz adapta la señal y acciona un componente (transistor, relé, etc.)

Pero, ¿Cómo funciona el CPU?

Al comenzar el ciclo, el CPU lee el estado de las entradas. A continuación ejecuta la aplicación empleando el último estado leído. Una vez completado el programa, el CPU ejecuta tareas internas de diagnóstico y comunicación. Al final del ciclo se actualizan las salidas. El tiempo de ciclo depende del tamaño del programa, del número de E/S y de la cantidad de comunicación requerida.

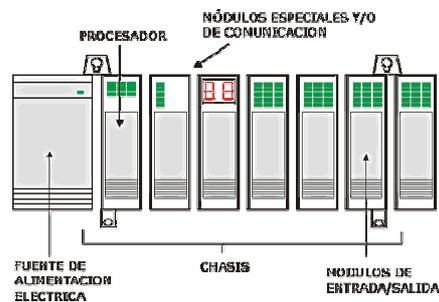


FIGURA 12. Esquema de partes del PLC.

## 5.6 PRINCIPALES COMPONENTES DEL PLC.

El autómata programable consta de los siguientes componentes:

- Unidad central de procesamiento (CPU), que constituye el "cerebro" del sistema y toma decisiones en base a la aplicación programada.
- Módulos para señales digitales y analógicas (I/O)
- Procesadores de comunicación (CP) para facilitar la comunicación entre el hombre y la máquina o entre máquinas. Se tiene procesadores de comunicación para conexión a redes y para conexión punto a punto.



- Módulos de función (FM) para operaciones de cálculo rápido.

Existen otros componentes que se adaptan a los requerimientos de los usuarios:

- Módulos de suministro de energía
- Módulos de interfaces para conexión de racks múltiples en configuración multi-hilera

En los módulos de entrada pueden ser conectados:

- Sensores inductivos, capacitivos, ópticos
- Interruptores
- Pulsadores
- Llaves
- Finales de carrera
- Detectores de proximidad

En los módulos de salida pueden ser conectados:

- Contactores
- Electroválvulas
- Variadores de velocidad
- Alarmas

## 6 Hidráulica

### 6.1 Concepto de hidráulica.

La palabra "Hidráulica" proviene del griego "hydor" que significa "agua". Hoy el término hidráulica se emplea para referirse a la transmisión y control de fuerzas y movimientos por medio de líquidos, es decir, se utilizan los líquidos para la transmisión de energía, en la mayoría de los casos se trata de aceites minerales pero también pueden emplearse otros fluidos, como líquidos sintéticos, agua o una emulsión agua-aceite.

Hidráulica, aplicación de la mecánica de fluidos en ingeniería, para construir dispositivos que funcionan con líquidos, por lo general agua o aceite. La hidráulica resuelve problemas como el flujo de fluidos por conductos que a su vez transforman la energía del fluido a fuerza que transmite movimiento a elementos de trabajo como actuadores lineales o rotativos para realizar un trabajo.

### 6.2 Principio de Pascal.

Su fundamento es el principio de Pascal, que establece que la presión aplicada en un punto de un fluido se transmite con la misma intensidad a cada punto del mismo.

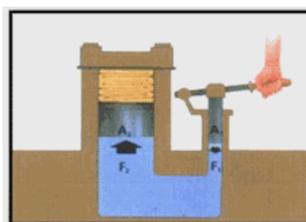


Figura. 13. Principio del gato hidráulico.

El filósofo y científico Blaise Pascal formuló en 1647 el principio que lleva su nombre, con aplicaciones muy importantes en hidráulica.



Enciclopedia Encarta, Hulton Deutsch

Figura. 14. Blaise Pascal

***"La presión existente en un líquido confinado actúa igualmente en todas direcciones, y lo hace formando ángulos rectos con la superficie del recipiente".***

La presión en un líquido sólo depende de la profundidad, cualquier incremento de presión en la superficie debe transmitirse a cada punto en el fluido. Esto lo reconoció por primera vez el científico francés Blaise Pascal y se conoce como **Ley de Pascal**. La figura 1-2 ilustra la Ley de Pascal. El fluido confinado en la sección de una tubería ejerce igual fuerza en todas direcciones, y perpendicularmente a las paredes. La figura 1-3 muestra la sección transversal de un recipiente de forma irregular, que tiene paredes rígidas. El fluido confinado en él ejerce la misma presión en todas las direcciones, tal como lo indican las flechas.

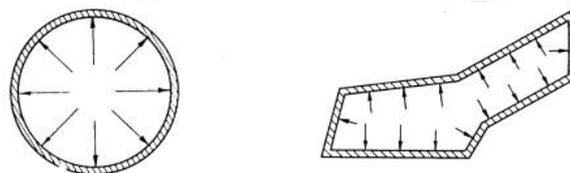


Figura. 15. La presión hidráulica es la misma en todo el cuerpo.

### **6.3 CAMPOS DE APLICACIÓN DE LA HIDRAÚLICA Y NEUMÁTICA.**

En la actualidad las aplicaciones de la hidráulica y neumática son muy variadas, esta amplitud en los usos se debe principalmente al diseño y fabricación de elementos de mayor precisión y con materiales de mejor calidad, acompañado además de estudios más acabados de las materias y principios que rigen la hidráulica y neumática. Todo lo anterior se ha visto reflejado en equipos que permiten trabajos cada vez con mayor precisión y con mayores niveles de energía, lo que sin duda ha permitido un creciente desarrollo de la industria en general.

Dentro de las aplicaciones se pueden distinguir dos, móviles e industriales:

### 6.3.1 Aplicaciones Móviles:

El empleo de la energía proporcionada por el aire y aceite a presión, puede aplicarse para transportar, excavar, levantar, perforar, manipular materiales, controlar e impulsar vehículos móviles tales como:

- Tractores
- Grúas
- Retroexcavadoras
- Camiones recolectores de basura
- Cargadores frontales
- Frenos y suspensiones de camiones
- Vehículos para la construcción y mantención de carreteras
- Etc.



Figura. 16. Maquinas hidráulicas móviles.

### 6.3.2 Aplicaciones Industriales:

En la industria, es de primera importancia contar con maquinaria especializada para controlar, impulsar, posicionar y mecanizar elementos o materiales propios de la línea de producción, para estos efectos se utiliza con regularidad la energía proporcionada por fluidos comprimidos. Se tiene entre otros:

- Maquinaria para la industria plástica.
- Máquinas herramientas.
- Maquinaria para la elaboración de alimentos.
- Equipamiento para robótica y manipulación automatizada.
- Equipo para montaje industrial.
- Maquinaria para la minería.
- Maquinaria para la industria siderúrgica.



Etc. Figura. 17. Maquinas hidráulicas industriales.

### 6.3.3 Otras aplicaciones de la hidráulica.

Se pueden dar en sistemas propios de vehículos automotores, como automóviles, aplicaciones aeroespaciales y aplicaciones navales, por otro lado se pueden tener aplicaciones en el campo de la



medicina y en general en todas aquellas áreas en que se requiere movimientos muy controlados y de alta precisión, así se tiene:

**Aplicación automotriz:** suspensión, frenos, dirección, refrigeración, etc.

Aplicación Aeronáutica: timones, alerones, trenes de aterrizaje, frenos, simuladores, equipos de mantenimiento aeronáutico, etc.

**Aplicación Naval:** timón, mecanismos de transmisión, sistemas de mandos, sistemas especializados de embarcaciones o buques militares

Medicina: Instrumental quirúrgico, mesas de operaciones, camas de hospital, sillas e instrumental odontológico, etc.

La hidráulica y neumática tienen aplicaciones tan variadas, que pueden ser empleadas incluso en controles escénicos (teatro), cinematografía, parques de entretenimientos, represas, puentes levadizos, plataformas de perforación submarina, ascensores, mesas de levante de automóviles, etc. La Reducción en el costo es un factor vital a la hora de asegurar la competitividad de un país industrial.

La tecnología moderna debe ser rentable y la respuesta se encuentra en los sistemas hidráulicos y neumáticos. Entre otros ejemplos, cabe citar el uso generalizado de estos sistemas en la industria de carretillas elevadoras controladas hidráulicamente, las máquinas herramientas de alta tecnología, así como los equipos de fabricación para procesos de producción automatizada, las modernas excavadoras, las máquinas de construcción y obras públicas y la maquinaria agrícola. Con respecto a la manipulación de materiales y para citar unos ejemplos, los sistemas hidráulicos permiten que una sola persona pueda trasladar, fácil y rápidamente, grandes cantidades de arena o de carbón.

#### **6.3.4 Ventajas y desventajas de la hidráulica.**

##### **Ventajas de la hidráulica.**

- Permite trabajar con elevados niveles de fuerza o momentos de giro
- El aceite empleado en el sistema es fácilmente recuperable
- Velocidad de actuación fácilmente controlable
- Instalaciones compactas
- Protección simple contra sobrecargas
- Cambios rápidos de sentido

##### **Desventajas de la hidráulica.**

- El fluido es más caro
- Perdidas de carga
- Personal especializado para la mantención
- Fluido muy sensible a la contaminación.

#### **6.3.5 Definiciones:**



Fluido: Elemento en estado líquido o gaseoso, en estas páginas utilizaremos en los sistemas neumáticos "aire comprimido y en los sistemas hidráulicos "aceites derivados de petróleo".

## **7 Fluidos Hidráulicos:**

### **7.1 Misión de un fluido en hidráulica;**

Transmitir potencia

Lubricar

Minimizar fugas

Minimizar pérdidas de carga

Fluidos empleados

Aceites minerales procedentes de la destilación del petróleo

Agua – glicol

Fluidos sintéticos

Emulsiones agua – aceite

El aceite en sistemas hidráulicos desempeña la doble función de lubricar y transmitir potencia.

Constituye un factor vital en un sistema hidráulico, y por lo tanto, debe hacerse una selección cuidadosa del aceite con la asistencia de un proveedor técnicamente bien capacitado.

Una selección adecuada del aceite asegura una vida y funcionamiento satisfactorios de los componentes del sistema, principalmente de las bombas y motores hidráulicos y en general de los actuadores.

Algunos de los factores especialmente importantes en la selección del aceite para el uso en un sistema hidráulico industrial, son los siguientes:

1. El aceite debe contener aditivos que permitan asegurar una buena característica anti desgaste.

***No todos los aceites presentan estas características de manera notoria.***

2. El aceite debe tener una viscosidad adecuada para mantener las características de lubricante y limitante de fugas a la temperatura esperada de trabajo del sistema hidráulico.

3. El aceite debe ser inhibidor de oxidación y corrosión.

4. El aceite debe presentar características antiespumantes.

Para obtener una óptima vida de funcionamiento, tanto del aceite como del sistema hidráulico; se recomienda una temperatura máxima de trabajo de 65°C.

### **7.2 Sistema de transmisión de energía Neumática e Hidráulica.**



Es un sistema en el cual se genera, transmite y controla la aplicación de potencia a través del aire comprimido y la circulación de aceite en un circuito. El sistema puede dividirse en tres grandes grupos que observamos en el diagrama de bloques de la figura 18.

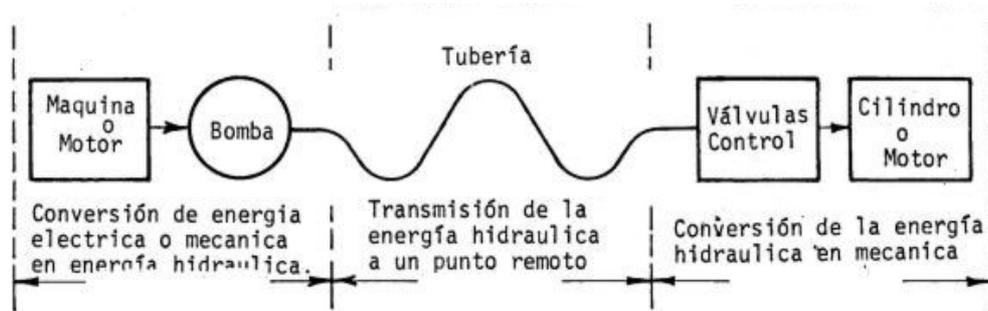


Figura. 18. Bloque de transmisión de potencia hidráulica.

### 7.3 Compresibilidad de los Fluidos.

Todos los materiales en estado gaseoso, líquido o sólido son compresibles en mayor o menor grado. Para las aplicaciones hidráulicas usuales el aceite hidráulico es considerado incompresible, si bien cuando una fuerza es aplicada la reducción de volumen será de 1/2 % por cada 70 Kg/cm<sup>2</sup> de presión interna en el seno del fluido. De la misma forma que los diseñadores de estructuras deben tener en cuenta el comportamiento del acero a la compresión y elongación, el diseño hidráulico en muchas instancias debe tener en cuenta la compresibilidad de los líquidos, podemos citar como ejemplo, la rigidez en un servomecanismo, o el calculo del volumen de descompresión de una prensa hidráulica para prevenir el golpe de ariete.

### 7.4 Transmisión de Potencia

La figura 19 muestra el principio en el cual esta basada la transmisión de potencia en los sistemas neumáticos e hidráulicos. Una fuerza mecánica, trabajo o potencia es aplicada en el pistón A. La presión interna desarrollada en el fluido ejerciendo una fuerza de empuje en el pistón B. Según la ley de Pascal la presión desarrollada en el fluido es igual en todos los puntos por la que la fuerza desarrollada en el pistón B es igual a la fuerza ejercida en el fluido por el pistón A, asumiendo que los diámetros de A y B son iguales.

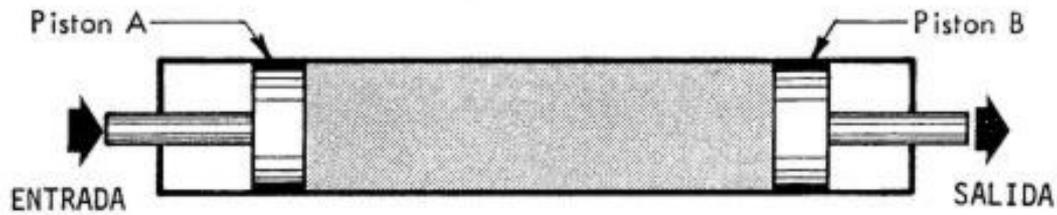


Figura. 19. La fuerza de entrada es igual al de salida.

### 7.5 Transmisión de Potencia a través de una tubería.

El largo cilindro de la figura 19, puede ser dividido en dos cilindros individuales del mismo diámetro y colocados a distancia uno de otro conectados entre sí por una cañería. El mismo principio de transmisión de la fuerza puede ser aplicado, y la fuerza desarrollada en el pistón B va ser igual a la fuerza ejercida por el pistón A.

La ley de Pascal no requiere que los dos pistones de la figura 20 sean iguales.

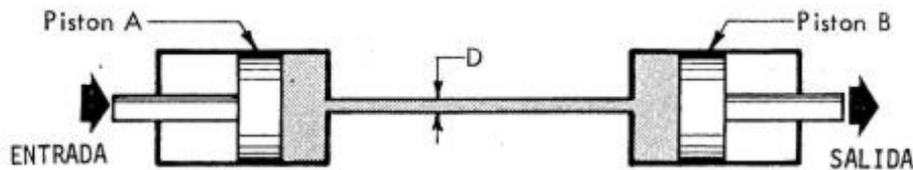


Figura. 20. la presión contenida en el pistón A y B no tienen que ser iguales.

La figura 21 ilustra la versatilidad de los sistemas hidráulicos y/o neumáticos al poder ubicarse los componentes aislantes uno de otro, y transmitir las fuerzas en forma inmediata a través de distancias considerables con escasas pérdidas. Las transmisiones pueden llevarse a cualquier posición aun doblando esquinas, pueden transmitirse a través de tuberías relativamente pequeñas con pequeñas pérdidas de potencia.

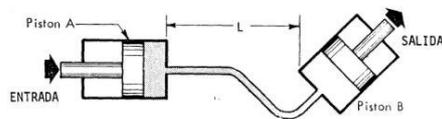


Figura. 21 Pistón A Y B conectados con figuras irregulares.

La distancia L que separa la generación, pistón A, del punto de utilización pistón B, es usualmente de 1,5 a 6 metros en los sistemas hidráulicos, y de 30 a 60 metros en aire comprimido. Distancias mayores son superadas con sistemas especialmente diseñados.



## 7.6 Presión Hidráulica.

La presión ejercida por un fluido es medida en unidades de presión. Las unidades comúnmente utilizadas son:

La libra por pulgada cuadrada = PSI

El Kilogramo por centímetro cuadrado = Kg/cm<sup>2</sup>

El Kilogramo fuerza por centímetro cuadrado = Kp/cm<sup>2</sup>

El bar = bar

Existiendo la siguiente relación aproximada:

$$\text{Kg /cm}^2 \sim \text{Kp/cm}^2 \sim \text{bar}$$

En la figura 22 se muestra que la fuerza total aplicada al vástago de un pistón se distribuye sobre toda la superficie de este. Por ello para encontrar la presión que se desarrollará en el seno de un fluido deberemos dividir el empuje total por la superficie del pistón

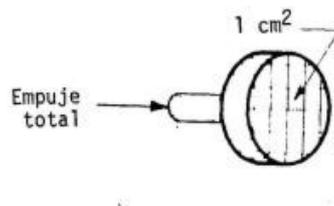


Figura. 22. Sección de empuje del pistón.

La figura 23, una fuerza de 2200 Kg. ejercida en el extremo del vástago es distribuida sobre 200 cm<sup>2</sup> por lo que la fuerza por cm<sup>2</sup> será de 10 Kg. y esto lo indica el manómetro

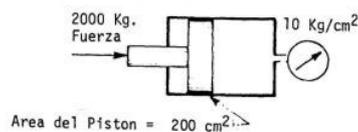


Figura. 23. Fuerza de empuje del pistón medida en un manómetro.

Este principio tiene carácter reversible, en la figura 24 la presión interna del fluido actuando sobre el área del pistón produce una fuerza de empuje en el extremo del vástago.

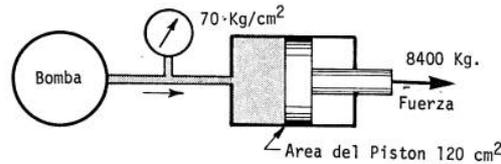


Figura. 24. Sección de empuje del pistón aplicado ala salida por el vástago.

La presión interna indicada por el manómetro 70Kg/cm<sup>2</sup> actúa sobre 120 cm<sup>2</sup> de área de pistón produciendo un empuje de 8400 Kg.

No olvidemos que para hallar la superficie de un pistón debemos aplicar la formula:

$$A = \pi r^2$$

## 8 ELEMENTOS HIDRAULICOS.

### 8.1 VÁLVULAS SOLENOIDES HIDRÁULICAS

Las necesidades crecientes que se presentaron y que se siguen presentando en el campo de la automatización industrial en cuanto hace a la fabricación de maquinarias, dispositivos y diversos elementos accionados hidráulicamente, y la extrema sencillez con que se pueden diseñar circuitos eléctricos que funcionan automáticamente comandados desde sencillos micro contactos fin de carreras, micro contactos temporizadores, hasta los modernos programadores lógicos programables (PLCs) han hecho pensar a los Ingenieros lo útil que resultaría comandar circuitos hidráulicos vía automatizaciones eléctricas.

Ello determinó en su momento la creación de la válvula de control direccional accionada por solenoides y/o electroimanes, y actualmente, este tipo de válvulas es el elemento indispensable para comandar cualquier máquina hidráulica, automática a no, por medio de cualquier tipo de accionamiento eléctrico y/o electrónico.

### 8.2 VÁLVULAS HIDRÁULICAS DE CUATRO VÍAS OPERADAS ELÉCTRICAMENTE.

En la Fig. 25 izq. vemos una válvula directamente accionada por solenoide, que es aquella en la cual el elemento motriz para accionar la corredera deslizante es únicamente un electroimán o un solenoide. La acción de este, cuando se encuentra energizado, se traduce en un empuje o una tracción de la corredera. En dicha figura tenemos una válvula de cuatro vías, dos posiciones, de retorno por la acción de un resorte antagonista, y accionada por el electroimán dibujado al costado derecho de la válvula. Cuando se energiza el solenoide la corredera es empujada por la acción de este hacia la izquierda, conectando la presión a la cara 2 del cilindro mientras que la cara 1 queda drenada al tanque. La corriente eléctrica debe ser mantenida sobre el solenoide para que este a su vez mantenga a la corredera empujada totalmente hacia la izquierda.

Cuando se corta la corriente y el solenoide se desenergiza, el resorte empuja enérgicamente a su vez a la corredera hacia la derecha conectándose entonces las puertas del cuerpo de la válvula de la manera demostrada en la figura.

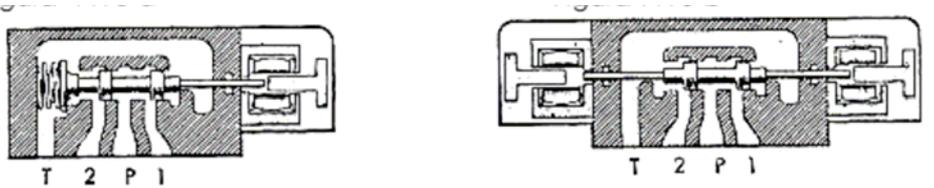


Figura. 25 Izq./Der. Ilustración de un carrete del electro válvula.

Fig. 25 Der. Refiriéndonos a la válvula de cuatro vías, dos posiciones accionada por un solo solenoide y retornada por resorte, era necesario mantener la corriente eléctrica sobre el mismo durante todo el tiempo que la válvula debía estar actuando. Algunas veces suele suceder, que la válvula es operada por un breve impulso eléctrico y al cesar este, debe seguir la corredera permaneciendo en el lugar a la cual aquel la llevó, evidentemente en este caso no puede tolerarse la acción del resorte antagonista por tal motivo se reemplaza a este por otra solenoide, de manera que la corredera es movida hacia un extremo o el otro de la válvula por la acción del empuje de uno u otro solenoide.



Figura. 26. Ilustración de una electro válvula 2/2 vías.

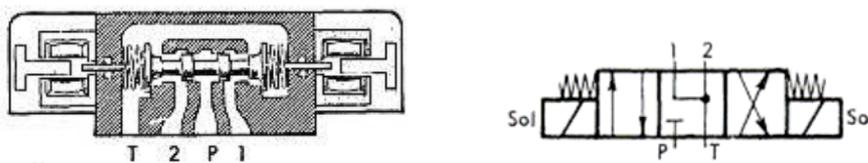


Fig. 26 En los casos vistos anteriormente, las válvulas eran de 2 posiciones, pero si a la válvula accionada por doble solenoide mediante dispositivos adecuados, le colocamos dos resortes exactamente iguales en ambos extremos de la corredera, la misma, cuando ningún solenoide está energizado, se auto centrará por la acción del equilibrado provocado por ambos resortes en la posición central de la válvulas, tenemos así una válvula de cuatro vías, tres posiciones, auto centrada por resortes.



De la forma como la corredera está construidas tendremos.

### 8.3 Válvulas de centro cerrado.

Se emplea cuando la bomba debe permanecer suministrando presión a otras partes del circuito con el cilindro detenidos. En este caso la descarga de la bomba se opera a través de otros medios que veremos más adelante.

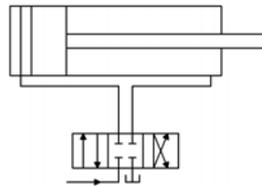


Figura. 27. Ilustración de electro válvula centro cerrado.

### 8.4 Válvulas de centro abierto.

Con la corredera de la válvula en su posición central, todas las puertas del cuerpo de la válvula P, T, A y B, quedan intercomunicadas y si no hay ninguna restricción después de la válvula en su descarga al tanque la bomba descargará libremente sin ninguna contrapresión. En este caso ambas caras del pistón se descargarán al tanque a presión cero conjuntamente con la bomba.

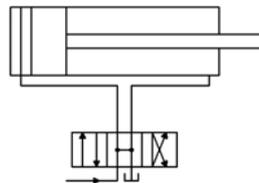


Figura. 28. Ilustración de electro válvula centro abierto.

### 8.5 Válvulas de centro flotante.

Permite que el cilindro quede flotando en el caso de que la válvula tenga su corredera en posición central, de manera que ya sea a mano, si el cilindro es pequeño, o si la fricción de sus empaquetaduras y guarniciones lo permitieran; o bien moviendo los órganos de la máquina que él accione, el pistón, pueda moverse.

Tal cosa es posible, pues la corredera en posición central, ambas caras del cilindro quedan totalmente descargadas al tanque, mientras que la entrada de presión ha sido bloqueada.

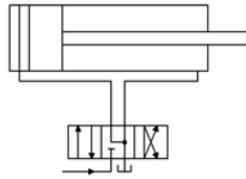


Figura. 29. Ilustración de electro válvula centro flotante.

### 8.6 Válvulas de centro tandem.

Descarga automáticamente la bomba hidráulica (by pass) cuando el pistón del cilindro está detenido, con la corredera de la válvula d en posición central o "neutral". El pistón puede detenerse en cualquier punto intermedio de su carrera tanto de avance como de retorno, con descarga libre de bomba. Ambas caras del pistón quedan completamente bloqueadas

Deben tomarse especiales cuidados que nunca ambos solenoides queden energizados simultáneamente.

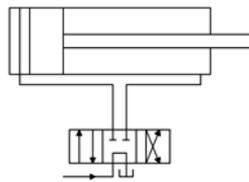


Figura. 30. Ilustración de electro válvula centro tandem.

La corriente eléctrica debe ser mantenida sobre el solenoide respectivo todo el tiempo deseado para mantener la corredera en uno de sus extremos, Si el solenoide se energiza, permaneciendo el otro solenoide desenergizando, los resortes automáticamente llevan a la corredera a su posición central, Esta válvula puede ser montada en cualquier posición.

Al respecto cabe destacar algo muy importante: Cuando en la descarga de la válvula al tanque existe algún tipo de restricción, aparece una contrapresión, cuyo valor actúa sobre ambas caras del pistón, al mismo tiempo que la bomba descarga a presión cero, sino al valor mismo de esa con. Es fácil ver entonces, que teniendo el pistón en un área diferencial, el cilindro avanzará lentamente hacia arriba. Por ejemplo supongamos que una restricción ha sido puesta en línea de descarga de la válvula de cuatro vías de centro abierta, y que la contrapresión ha sido regulada a un valor de 50 libras pulg.<sup>2</sup>, que será leída en un manómetro. La misma presión actuará sobre ambas caras del pistón y desarrollara empujes opuestos respectivamente sobre cada cara del pistón como vemos en la Fig. 7.11.



En este ejemplo, si el diámetro interno del cilindro es tal que la superficie sea igual a 4 pulg.<sup>2</sup> el empuje sobre la cara ciega será de 200 libras. Si la contra cara anular del pistón tiene una superficie neta de 3.3 pulg.<sup>2</sup> el contra empuje será igual a 150 libras. El empuje resultante que hará avanzar el cilindro, sería la diferencia de ambos empujes, o sean 50 libras, si este valor supera el rozamiento de las empaquetaduras.

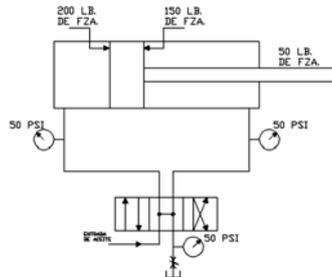


Figura. 31. Comportamiento de la fuerza al empuje y retroceso.

## 8.7 REGENERACIÓN EN CIRCUITOS HIDRÁULICOS.

Cuando un cilindro de doble efecto está conectado de tal manera que la cara ciega del pistón está conectada a la presión de bomba a través de algún tipo de válvula de control direccional, mientras que la contra cara anular está conectada directamente al circuito, de manera que cuando el cilindro está avanzando, esta al mismo tiempo venciendo una contrapresión que está actuando sobre la cara anular, se dice que el cilindro está conectado a contrapresión si el volumen desalojado va directamente drenado al tanque, pero si este volumen desalojado se une nuevamente al caudal de bomba que entra a la puerta de presión P de la válvula de mando, entonces a la cara ciega del pistón está llegando en ese momento el caudal de la bomba mas el caudal adicional proveniente del volumen desalojado por el cilindro en su movimiento de avance. Dicho volumen está también presurizado, y al sumarse al volumen suministrado por el caudal de la bomba que está entrando a la cara ciega del cilindro la suma de ambas dará como consecuencia un volumen mayor. Esto ocasiona que el cilindro desarrolle su carrera de avance a una mayor velocidad. El volumen desalojado por el cilindro en su movimiento de avance se ha regenerado como un volumen de fluido capaz de suministrar un trabajo mecánico. TAL CIRCUITO ENTONCES ES UN CIRCUITO REGENERATIVO.

## 8.8 FUERZA DE EMPUJE DEL CILINDRO

Dado que la misma presión de circuito está actuando sobre ambas caras del pistón, o sea sobre la cara ciega y sobre la cara anular, es evidente que el producto de esta presión por las respectivas superficies de ambas caras del pistón darán fuerzas resultantes de sentidos opuestos, cuya diferencia será el empuje total resultante (thrust) bajo el cual actuará el cilindro en su carrera de trabajo. El empuje resultante será igual al producto de la presión por la superficie correspondiente a la sección del vástago

## 8.9 VALVULAS DE BOLA.

El cuerpo de la válvula tiene una cavidad interna esférica que alberga un obturador en forma de esfera o de bola. La válvula tiene un corte adecuado que fija la curva característica de la válvula, y gira transversalmente accionada por un servomotor exterior.

El cierre hermético se logra mediante un aro de teflón incorporado al cuerpo contra el cual asienta la bola cuando la válvula esta cerrada. En posición de apertura total, la válvula equivale aproximadamente en tamaño a 75% del tamaño de la tubería. La válvula de bola se emplea principalmente en control de caudal de fluidos negros, o bien en fluidos con gran porcentaje de sólidos en suspensión.

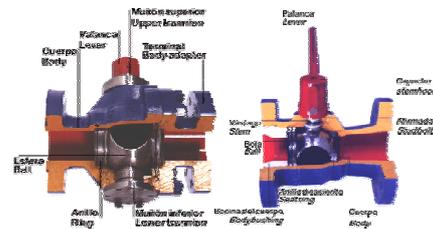
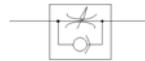


Figura. 32. Diagrama esquemático de una válvula de bola.



## 8.10 Válvulas reguladoras de flujo o caudal.

Las válvulas reguladoras de caudal se utilizan para regular la velocidad de un cilindro hidráulico o de un motor hidráulico. Válvulas reguladoras de flujo o caudal: Son válvulas que ajustan el caudal circulante a un valor fijo o variable.

Existen dos tipos de válvulas de flujo:

Válvula estranguladora.- Actúan sobre el caudal en cualquiera de los dos sentidos de flujo.

Válvula estranguladora unidireccional.- Actúa sobre el caudal en un solo sentido de flujo.



Figura. 33. Ilustración de una válvula reguladora de flujo.

## 8.11 Válvula check antirretorno pilotada.

Una válvula antirretorno pilotada se usa para mantener una parte del sistema libre de fugas internas, por ejemplo un cilindro hidráulico ó un motor. Un muy buen ejemplo es la aplicación de



la válvula antirretorno pilotada en el cilindro apoyo de una grúa. El cilindro está conectado al puerto B de la válvula antirretorno. Cuando se entrega aceite al puerto A, el aceite puede fluir libremente hacia el puerto B y al cilindro. Cuando el patín tiene que ser retraído, se suministra aceite hacia la cámara del vástago del cilindro. La presión en el lado del vástago es usada como presión piloto en el puerto Z para abrir la válvula antiretorno. Ahora el aceite puede fluir de vuelta desde B hacia A.

La presión en el puerto Z necesaria para abrir la válvula antiretorno contra la presión del cilindro detrás de la válvula principal es de aproximadamente 1/3 a 1/10 de la presión del cilindro (llamado rango de apertura).

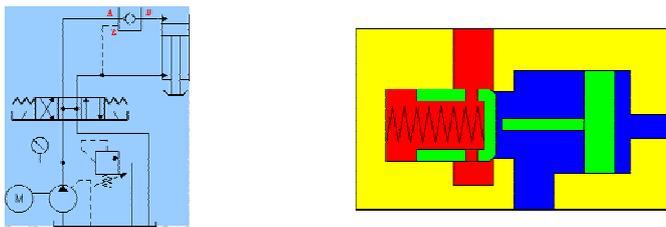


Figura. 34. Diagrama esquemático de una válvula check pilotada.

### 8.12 Válvulas reguladoras de presión

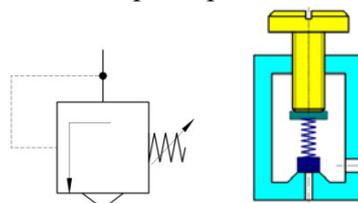
La función de estas válvulas es la de controlar la presión del aire y/o aceite desde un valor nulo hasta el valor máximo de alimentación.

Las válvulas reguladoras de presión se pueden clasificar en:

- Válvulas limitadoras de presión o de seguridad
- Válvulas de secuencia
- Válvulas reguladoras de presión o reductoras

Hace que la presión en el circuito de aplicación no sea superior a la que previamente se ha fijado manualmente mediante la actuación sobre un tornillo. Cuando la presión es superior a la presión máxima de regulación, la válvula permite la salida del aire a la atmósfera o al tanque según sea el caso, esto provoca la reducción de la presión con lo cual se vuelve a cerrar la salida del aire o aceite a la atmósfera o al tanque.

En las figuras adjuntas se puede observar el principio de funcionamiento y su símbolo.





### 8.13 BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO.

Estas bombas guían al fluido que se desplaza a lo largo de toda su trayectoria, el cual siempre está contenido entre el elemento impulsor, que puede ser un embolo, un diente de engranaje, un aspa, un tornillo, etc., y la carcasa o el cilindro. "El movimiento del desplazamiento positivo" consiste en el movimiento de un fluido causado por la disminución del volumen de una cámara. Por consiguiente, en una máquina de desplazamiento positivo, el elemento que origina el intercambio de energía no tiene necesariamente movimiento alternativo (émbolo), sino que puede tener movimiento rotatorio (rotor).

Sin embargo, en las máquinas de desplazamiento positivo, tanto reciprocantes como rotatorias, siempre hay una cámara que aumenta de volumen (succión) y disminuye volumen (impulsión), por esto a éstas máquinas también se les denomina Volumétricas.

### 8.14 bomba de engranes o engranajes.

Esta es una de los tipos más populares de bombas de caudal constante, Sobre todo si es de engranajes exteriores. En su forma más común, se componen de dos piñones dentados acoplados que dan vueltas, con un cierto juego, dentro de un cuerpo estanco. El piñón motriz esta enchavetado sobre el árbol de arrastre accionando generalmente por un motor eléctrico. Las tuberías de aspiración y de salida van conectadas cada una por un lado, sobre el cuerpo de la bomba.

En la figura 2.28 se ve el corte de una bomba común de dos engranajes.



Figura. 36. Ilustración de bombas de engranes industriales.

Los dientes de los piñones al entrar en contacto por el lado de salida expulsa el aceite contenido en los huecos, en tanto que el vacío que se genera a la salida de los dientes del engranaje provoca la aspiración del aceite en los mismos huecos.

Las bombas corrientes de engranajes son de construcción simple, pero tienen el defecto de tener un caudal con pulsaciones.

Los piñones dentados se fabrican con acero Cr-Ni de cementación cementado, templado y rectificado (profundidad de cementación 1 mm).

Los ejes de ambos engranajes están soportados por sendos cojinetes de rodillos ubicados en cada extremo. El engranaje propulsor se encuentra acuñado a su eje. Como se dijo, el aceite es atrapado en los espacios entre los dientes y la caja de función que los contiene y es transportado alrededor de ambos engranajes desde la lumbrera de aspiración hasta la descarga.

Lógicamente el aceite no puede retornar al lado de admisión a través del punto de engrane.



Los engranajes de este tipo de bomba generalmente son rectos, pero también se emplean engranajes helicoidales, simples o dobles, cuya ventaja principal es el funcionamiento silencioso a altas velocidades.

Cabe destacar un hecho al cual hay que poner preferente atención: deben tomarse precauciones contra el desarrollo de presiones excesivas que pueden presentarse por quedar aceite atrapado entre las sucesivas líneas de contacto de los dientes, como puede verse en el detalle de la Fig. 5.1. Para evitar este inconveniente, se ejecuta en las platinas laterales un pequeño fresado lateral que permite el escape del aceite comprimido, ya sea hacia la salida o hacia la aspiración.

Cuando los dientes atraviesan la línea de centros se inicia el desengrase. Se crea así un vacío en la cámara "B" que es inmediatamente llenado por el aceite que llega por el lado aspiración por los canales "D", la cavidad "M" y el canal "Q". Esta acción particular asegura a la bomba "Barnes" una gran suavidad de funcionamiento.

En las bombas de engranajes de construcción corriente el aceite ejerce una presión radial considerable sobre los piñones lo que provoca la deformación de los árboles el aumento disimétrico del juego y por consiguiente el aumento de las fugas.

Por otra parte, los refuerzos radiales elevados necesitan rodamientos o cojinetes de grandes dimensiones, todo lo cual hace aumentar el peso de la bomba.

Para equilibrar los piñones de las bombas de engranajes desde el punto de vista hidráulico, existen dos modos diferentes que permiten resolver esta cuestión. Por un lado, se realizan en los piñones dentados (que a este efecto deben tener números pares de dientes) pequeños agujeros diametrales que atacan los vacíos de los dientes. Estos agujeros se cruzan, pero no se cortan.

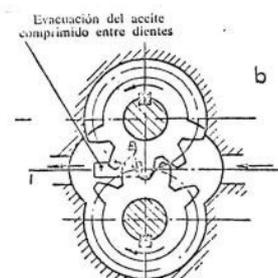


Figura 37 Evacuación del aceite Comprimido entre los dientes.

## 9 SENSORES.

### 9.1 Sensor de proximidad.

El sensor de proximidad es un transductor que detecta objetos o señales que se encuentran cerca del elemento sensor.

Existen varios tipos de sensores de proximidad según el principio físico que utilizan. Los más comunes son los interruptores de posición, los detectores capacitivos, los inductivos y los fotoeléctricos, como el de infrarrojos, sin embargo solo mencionaremos los capacitivos por la aplicación que tenemos en la prensa hidráulica.

Los sensores inductivos son una clase especial de sensores que sirven para detectar materiales metálicos ferrosos. Son de gran utilización en la industria, tanto para aplicaciones de posicionamiento como para detectar la presencia de objetos metálicos en un determinado contexto (control de presencia o de ausencia, detección de paso, de atasco, de posicionamiento, de codificación y de conteo).



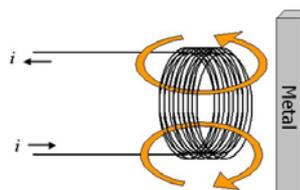
Figura. 38. Diferentes tipos de sensores.

El sistema de detección típico está formado por una sonda, un oscilador, un rectificador, un filtro y un circuito de salida. Cuando un objeto "metálico" (se usa también para otro tipo de materiales) se aproxima al sensor la sonda aumenta su capacitancia y activa el oscilador provocando que éste dispare el circuito de salida. Generalmente este tipo de sensores funcionan como interruptores abiertos o cerrados y la sonda está casi siempre calibrada según el rango de la variable física de entrada. Este detector se utiliza comúnmente para detectar material no metálico: papel, plástico, madera, etc. ya que funciona como un capacitor.



Figura. 39. Ilustración del funcionamiento de sonda que activa al oscilador.

Los sensores de proximidad inductivos contienen un devanado interno. Cuando una corriente circula por el mismo, un campo magnético es generado, que tiene la dirección de las flechas naranjas. Cuando un metal es acercado al campo magnético generado por el sensor de proximidad, éste es detectado.





## 9.2 Estados de un sensor inductivo.

1.- Objeto a detectar ausente.

Amplitud de oscilación al máximo, sobre el nivel de operación.  
La salida se mantiene inactiva (OFF)

2.- Objeto a detectar acercándose a la zona de detección.

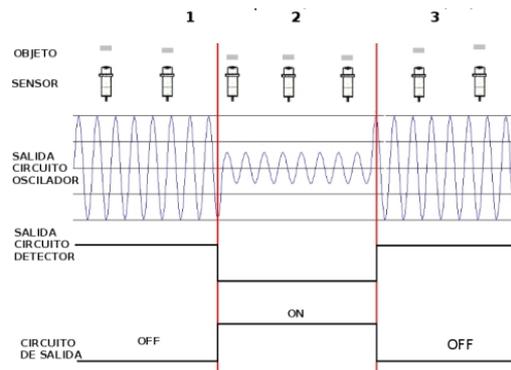
Se producen corrientes de Foucault -> "Transferencia de energía".  
El circuito de detección detecta una disminución de la amplitud, la cual cae por debajo del nivel de operación.

La salida es activada (ON)

3.- Objeto a detectar se retira de la zona de detección.

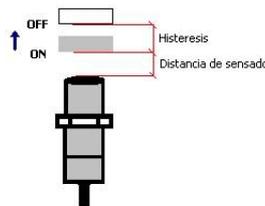
Eliminación de corrientes de Foucault.

El circuito de detección detecta el incremento de la amplitud de oscilación.  
Como la salida alcanza el nivel de operación, la misma se desactiva (OFF).



## 9.3 Histéresis.

Se denomina histéresis a la diferencia entre la distancia de activación y desactivación. Cuando un objeto metálico se acerca al sensor inductivo, éste lo detecta a la "distancia de detección" o "distancia de sensado". Cuando el mismo objeto es alejado, el sensor no lo deja de detectar inmediatamente, si no cuando alcanza la "distancia de reset", que es igual a la "distancia de detección" más la histéresis propia del sensor.





#### 9.4 Distancia de sensado.

La distancia de sensado ( $S_n$ ) especificada en la hoja de datos de un sensor inductivo está basada en un objeto de estándar con medidas de 1"x1" de acero dulce. Este valor variará sensiblemente si se quiere detectar otros tipos de metales, aún materiales ferrosos como el acero inoxidable (SS) no ferrosos, como el aluminio, pueden ser detectados, pero a menores distancias.

En el siguiente gráfico se puede ver como varía la distancia de detección en función del material a detectar y el tamaño del mismo.

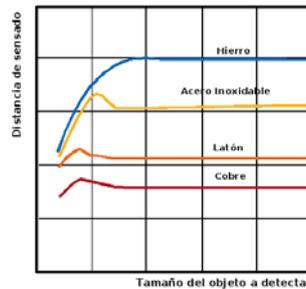


Figura. 40. Ilustración de la distancia de sensado.

#### 9.5 Consideraciones generales.

La superficie del objeto a detectar no debe ser menor que el diámetro del sensor de proximidad (preferentemente 2 veces más grande que el tamaño o diámetro del sensor). Si fuera menor que el 50% del diámetro del sensor, la distancia de detección disminuye sustancialmente.

Debido a las limitaciones de los campos magnéticos, los sensores inductivos tienen una distancia de detección pequeña comparados con otros tipos de sensores. Esta distancia puede variar, en función del tipo de sensor inductivo, desde fracciones de milímetros hasta 40 mm en promedio. Para compensar el limitado rango de detección, existe una extensa variedad de formatos de sensores inductivos: Cilíndricos, Chatos, Rectangulares, etc.

Los sensores inductivos cilíndricos son los más usuales en las aplicaciones presentes en la industria.

Posibilidad de montar los sensores tanto enrasados como no enrasados.

Gracias a no poseer partes móviles los sensores de proximidad no sufren en exceso el desgaste. Gracias a las especiales consideraciones en el diseño, y al grado de protección IP67, muchos sensores inductivos pueden trabajar en ambientes adversos, con fluidos corrosivos, aceites, etc, sin perder performance.

#### 9.6 Transductores de presión industriales de acero inoxidable Serie PX480A-3K55V.

Estilo OEM Transductores de presión SS humedecido las partes, el puente de salida 100 mV. OMEGA PX480A la Serie transductores, diseñados para la industria en general y las necesidades comerciales, ofrecen un rendimiento excelente en una amplia gama de aplicaciones. Están



basados en micro-maquinados tecnología de silicio, proporcionando una alta fiabilidad, estabilidad a largo plazo y bajo costo. Son extremadamente precisos con menos de 0,3% FS de precisión de referencia. Humedecido partes están hechas de acero inoxidable 316L para una amplia gama de compatibilidad de los medios de comunicación.

#### ESPECIFICACIONES:

Excitación: 10 Vcc (regulada).

Salida: 0 a 50 mV por 0-1 psi modelo, todos los demás rangos de 0 a 100 mVdc.

Resistencia de carga: 50.000 ohmios mínimo.

Precisión: 0,3% BFSL máximo (incluye la linealidad, histéresis y repetibilidad).

Temperatura de funcionamiento: -40 a 80 ° C (-40 a 176 ° F).

Compensado de temperatura: -25 a 75 ° C (-13 a 167 ° F).

Proceso de temperatura: de -40 a 100 ° C (-40 a 212 ° F).

Cero Efecto térmico: 2% FS máximo rango de temperatura más compensado.

Envergadura Efecto térmico: 2% FS máximo rango de temperatura más compensado.

1 Año de Estabilidad: <0,25% FS.

Prueba de Presión: 2x FS.

Presión de ruptura: 3x FS.

Humedecido partes: acero inoxidable 316L.

Vibración: 10 G, 55 a 2000 Hz.

Choque: 30 G.

Proceso de conexión: 1 / 4- NPT macho.

Conexión eléctrica: 0,4 m (18 ") 24 medidor de cable.



Figura. 40. Ilustración del transductor de presión.

## 10 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y DESARROLLO DEL PROYECTO.

La productividad, es genéricamente entendida como la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema.

### 10.1 Factores que influyen en la productividad.

Además de la relación de cantidad producida por recursos utilizados, en la productividad entran a juego otros aspectos muy importantes como:



Calidad: La calidad del producto y del proceso se refiere a que un producto se debe fabricar con la mejor calidad posible según su precio y se debe fabricar bien a la primera, o sea, sin reproceso.  
Productividad = Salida/ Entradas. Es la relación de eficiencia del sistema, ya sea de la mano de obra o de los materiales.

Entradas: Mano de Obra, Materia prima, Maquinaria, Energía, Capital, Capacidad técnica.

Salidas: Productos o servicios.

Misma entrada, salida más grande.

Entrada más pequeña misma salida.

Incrementar salida disminuir entrada.

Incrementar salida en mayor proporción que la entrada.

Disminuir la salida en forma menor que la entrada.

## 10.2 Mejora de la productividad.

La mejora de la productividad se obtiene innovando en:

Tecnología.

Organización.

Recursos humanos.

Relaciones laborales.

Condiciones de trabajo.

Calidad.

Uno de los retos que existen dentro de las compañías es producir mas en el menor tiempo posible de manera que los equipos que existen dentro de las líneas de producción deben ser mas eficientes pese a que pueden ser maquinas convencionales, los métodos y tecnologías nos Permiten modificar las maquinas y equipos para que sean mas rápidos, por otro lado que el operador trabaje menos y las jornadas de trabajo sean menos extenuantes.



Figura. 41. Ilustración de maquina rastilladora convencional.

Como hemos dicho anteriormente vamos a mencionar el proceso de fabricación de pastilla para entender un poco a cerca de las prensas que anteceden a la maquina de estudio, la cual es manual esto hace que la fabricación de las pastillas sea un tanto lento, de manera que este hecho queda puntualizado de la siguiente manera:

El primer paso para la elaboración de pastilla es el cargado y la distribución de la mezcla de fricción en un molde con la forma de la balata, esta acción es precedida por un pesaje previo de dicha mezcla, garantizando que el área contenida en el molde será cubierta en cada punto por la mezcla para obtener un a forma definida.



Figura. 42. Ilustración de la forma de cargado convencional.

Una vez pesada y distribuida la mezcla se deposita el punzón sobre la cavidad del molde y se posiciona en el centro del pistón hidráulico para su compactación.



Figura. 43. Avance y centrado del molde de pastillado.

Una vez en el centro se aplica una presión controlada por un tiempo establecido y se procede a retirar el molde del centro para su extracción.



Figura. 44. Aplicación de presión y retroceso del molde.

La extracción de la pastilla es una acción manual completamente este hecho es lo que motiva a tener una maquina que haga estos movimientos de forma automática, para que el tiempo del operador sea aprovechado en otra cosa ya sea la preparación de la nueva pastilla o para habilitar el siguiente ciclo.



Figura. 45. Ilustración de la extracción de la pastilla de forma manual.

El proceso de aspirinado es algo muy similar solo que se realiza en otra maquina con otro molde de manera que esto requiere de mas personal, mas energía, otro espacio de trabajo, transporte, etc. Para lograr que estas dos operaciones sean más prácticas y con mayor rapidez, podemos establecer la unificación en un solo paso, para ello desarrollaremos una prensa hidráulica en cuya logística será integrada una serie de elementos de trabajo, de control, que cumpla con los requerimientos de las líneas de producción, reduzca los tiempos de fabricación y aproveche el recurso humano.

### 10.3 DATOS TECNICOS.

Diámetro del pistón de compactación de pastilla = 12"

Diámetro del pistón de compactación de aspirina = 8"

Diámetro del pistón de acarreo = 1.1/2"

Diámetro del pistón de descarga = 1.1/2"

Presión máxima de línea:

Presión máxima de desmoldeo y acarreo.

Área efectiva de trabajo:

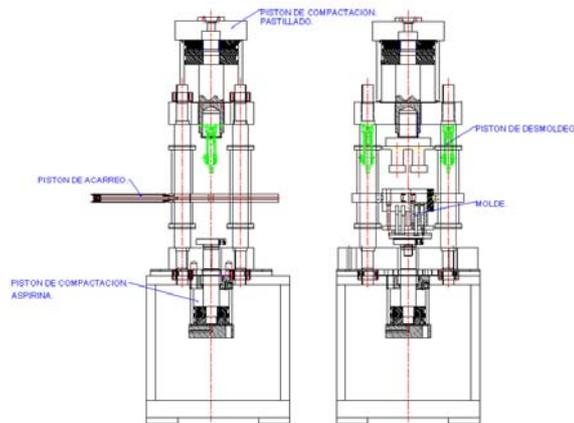


Figura. 46. Ilustración de la prensa en estudio.

## 11 Memorias de cálculo.

### 11.1 Justificación de Postes de la prensa:

Las unidades de Potencia son sistemas hidráulicos completos integrados en un dispositivo compacto de bajo galonaje. Son utilizadas cuando se quiere levantar, empujar, jalar, voltear o mover un dispositivo mecánico. Las unidades hidráulicas cuentan con un motor, una bomba, válvulas de control hidráulico, un tanque y están listas para ser conectadas a uno o dos cilindros.

### 11.2 Funciones de las Unidades de Potencia.

El control de la presión en los procesos industriales da condiciones de operación seguras. Cualquier recipiente o tubería posee cierta presión máxima de operación y de seguridad variando este, de acuerdo con el material y la construcción.

Las presiones excesivas no solo pueden provocar la destrucción del equipo, si no también puede provocar la destrucción del equipo adyacente y ponen al personal en situaciones peligrosas, particularmente cuando están implícitas, fluidos inflamables o corrosivos. Para tales aplicaciones,



las lecturas absolutas de gran precisión con frecuencia son tan importantes como lo es la seguridad extrema.

Las unidades hidráulicas tienen funciones diferentes dependiendo del tipo de modelo que se utilice. Los funcionamientos de las unidades son: controlar un cilindro de simple acción, un cilindro de doble acción, dos cilindros de simple acción o dos cilindros de doble acción. Las unidades hidráulicas logran este funcionamiento por medio de la o las válvulas con las que viene integrada el sistema.

El tipo de operación de una unidad hidráulica puede ser manual o solenoide. Las unidades manuales son accionadas por una palanca que se mueve con la mano. Las unidades con solenoide son accionadas eléctricamente por medio de un botón o un switch.

Se cuenta con una bomba Bosch de 5 GPM y un motor de 7.5 HP, para calcular la **presión máxima** que nos puede generar dicha unidad de potencia tenemos:

### 11.3 Potencia eléctrica

$$P_e = FV$$

Donde  $P_e$  es la potencia eléctrica.

$F$  es la fuerza aplicada.

$V$  es la velocidad del fluido.

De lo que se puede determinar

$$\Rightarrow F = \frac{P_e}{V}$$

De la ecuación de caudal

$$Q = AV$$

Donde  $Q$  es la cantidad de fluido que circula en la tubería (gasto).

$A$  es el área del actuador mayor.

Tenemos lo siguiente:

$$\Rightarrow V = \frac{Q}{A}$$

$$A = \frac{\pi}{4} D^2 = 0.7854 * 0.3048^2 = 0.073 m^2$$

$$Q = \frac{5 * 3.81}{1000 * 60} = 3.175 * 10^{-4} m^3 / seg.$$

$$V = \frac{3.175 * 10^{-4} m^3 / seg}{0.073 m^2} = 4.35 * 10^{-3} m / seg$$

Retomando la ecuación de potencia eléctrica tenemos:



$$F = \frac{P * 746}{V} = \frac{7.5 * 746w}{4.35 * 10^{-3} m/s} = 1286206.9N$$

$$F = 131111.81Kg$$

$$F = 288446Lb$$

La presión puede definirse como una fuerza por unidad de área o superficie, en donde para la mayoría de los casos se mide directamente por su equilibrio directamente con otra fuerza, conocidas que puede ser la de una columna líquida un resorte, un embolo cargado con un peso o un diafragma cargado con un resorte o cualquier otro elemento que puede sufrir una deformación cualitativa cuando se le aplica la presión.

$$P = \frac{F}{A} = \frac{288446Lb}{0.7854 * 12^2 in} = 2550PSI$$

Esto con un factor de potencia de 1, sin embargo para fines prácticos, tendríamos que considerar un factor de 0.85, por lo que la potencia real o efectiva es;

$$Pr = 2550 * 0.85 = 2168PSI$$

$$\approx 2200PSI$$

Una segunda forma de calcular la potencia requerida del motor de la unidad de potencia es la ecuación formulada por The Hydraulic Vickers Company, la cual queda de la siguiente manera:

$$Pe = \frac{Pr Q}{n \eta}$$

Donde:

Pe es la potencia eléctrica en Hp.

Pr es la presión real de línea PSI.

Q es el caudal de la bomba GPM.

n es el número de revoluciones del motor eléctrico.

$\eta$  Es el rendimiento del motor, generalmente se considera el 0.85

$$\Rightarrow Pr = \frac{Pe \eta n}{Q} = \frac{7.5Hp * 0.85 * 1750RPM}{5GPM} = 2231.25PSI$$

De lo que se puede concluir que tanto en la ecuación práctica como en la teórica los valores son muy parecidos.

Si consideramos la presión de 2200 psi máxima que nos puede generar la bomba con un motor de 7.5 HP y un actuador de Ø12", podemos calcular la carga en kilogramos máxima;

$$Pr = \frac{F}{A} \Rightarrow F = Pr A$$

$$F = 2200 \frac{lb}{in^2} * (0.7854 * 12in^2) = 248814.72lb.$$



Esto en kilogramos es:

113097.6 Kg.

≈113 Ton.

#### **11.4 Tracción en los postes.**

En el cálculo de estructuras e ingeniería se denomina tracción al esfuerzo a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.

Se considera que las tensiones que tienen cualquier sección perpendicular a dichas fuerzas: son normales a esa sección, son de sentidos opuestos a las fuerzas que intentan alargar el cuerpo.

Deformaciones.

Todo cuerpo sometido a un esfuerzo sufre deformaciones por efecto de su aplicación. La tracción produce un alargamiento sobre el eje "X" produce a su vez una disminución sobre los ejes "Y" y "Z". Esto se conoce como módulo de Poisson. Cuando se trata de cuerpos sólidos, las deformaciones pueden ser permanentes: en este caso, el cuerpo ha superado su punto de fluencia y se comporta de forma plástica, de modo que tras cesar el esfuerzo de tracción se mantiene el alargamiento; si las deformaciones no son permanentes se dice que el cuerpo es elástico, de manera que, cuando desaparece el esfuerzo de tracción, aquél recupera su primitiva longitud. Realmente siempre queda cierta deformación remanente que en el caso de sólidos elásticos se considera despreciable.

La relación entre la tracción que actúa sobre un cuerpo y las deformaciones que produce se suele representar gráficamente mediante un diagrama de ejes cartesianos que ilustra el proceso y ofrece información sobre el comportamiento del cuerpo de que se trate.

#### **11.5 Resistencia a la tracción.**

Como valor comparativo de la resistencia característica de muchos materiales, como el acero o la madera, se utiliza el valor de la tensión de fallo, o agotamiento por tracción, esto es, el cociente entre la carga máxima que ha provocado el fallo elástico del material por tracción y la superficie de la sección transversal inicial del mismo.

Comportamiento de los materiales.

Son muchos los materiales que se ven sometidos a tracción en los diversos procesos mecánicos. Especial interés tienen los que se utilizan en obras de arquitectura o de ingeniería, tales como las rocas, la madera, el hormigón, el acero, varios metales, etc.

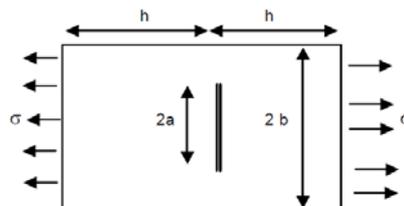


Figura. 47. Diagrama esquemático del comportamiento de la fuerza de tensión.



Cada material posee cualidades propias que definen su comportamiento ante la tracción. Algunas de ellas son:

Elasticidad (módulo de elasticidad); El módulo de elasticidad o módulo de Young es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza.

Plasticidad; La plasticidad es la propiedad mecánica de un material, biológico o de otro tipo, de deformarse permanentemente e irreversiblemente cuando se encuentra sometido a tensiones por encima de su rango elástico, es decir, por encima de su límite elástico.

Ductilidad; La ductilidad es una propiedad que presentan algunos materiales, como las aleaciones metálicas o materiales asfálticos, los cuales bajo la acción de una fuerza, pueden deformarse ostensiblemente sin romperse permitiendo obtener alambres o hilos de dicho material.

Fragilidad; La fragilidad intuitivamente se relaciona con la cualidad de los objetos y materiales de romperse con facilidad. Técnicamente la fragilidad se define como la capacidad de un material de fracturarse con escasa deformación, a diferencia de los materiales dúctiles que se rompen tras sufrir acusadas deformaciones plásticas.

Si observamos con atención la prensa hidráulica podemos establecer que la estructura, los cilindros hidráulicos están sometidos a un esfuerzo de tracción ya que la potencia generada en el interior de los elementos hidráulicos genera presión internamente y a su vez una fuerza en las caras y paredes que provoca un movimiento en direcciones contrarias.



Fig. 48. Prensa hidráulica en su etapa inicial.

La concentración de esfuerzos se define como un pico en la intensidad del esfuerzo que ocurre en un punto de discontinuidad geométrica de un elemento sometido a carga. Ejemplos de tales discontinuidades geométricas son: entallas, taladros, roscas, reducciones de espesor, etc.

Los efectos de la concentración de esfuerzos dependen de la intensidad y tipo de carga (estática o cíclica), material, geometría del elemento y geometría de la discontinuidad. Se define el factor de concentración de esfuerzos  $k$  como la relación entre el esfuerzo máximo o pico y el esfuerzo nominal en la sección neta, ambos en el rango elástico de carga.

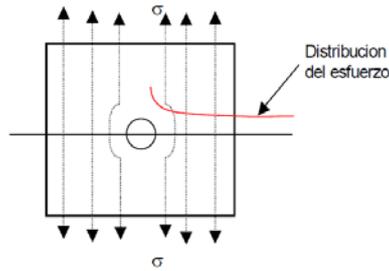


Figura. 49. Diagrama esquemático de la distribución de esfuerzos.

Este factor k es aplicado al esfuerzo nominal presente en el elemento para obtener el esfuerzo máximo de entalla, que será el que nos dé finalmente el Factor de Seguridad en el elemento.

Una rosca está formada por el enrollamiento helicoidal de un prisma llamado vulgarmente filete, ejecutado en el exterior o interior de una superficie de revolución, generalmente cilíndrica, que le sirve de núcleo.

Por esa razón el cálculo de la resistencia del poste la consideraremos el área de núcleo por ser el menor diámetro y donde el elemento puede ceder, por esta razón en primera instancia determinaremos los datos de la rosca, como sigue:

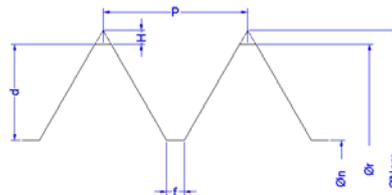


Figura. 50. Diagrama esquemático de las dimensiones de la rosca.

### 11.6 Justificación de elementos sometidos a TRACCION.

Datos de la rosca:

**Ø2.1/4"**

**NH=14**

Donde el paso es:

$$P = \frac{1}{NH} = \frac{1}{14} = 0.071"$$

$$= 1.8mm$$

Para calcular el diámetro real de la rosca tenemos que determinar primero el achatamiento de la rosca:

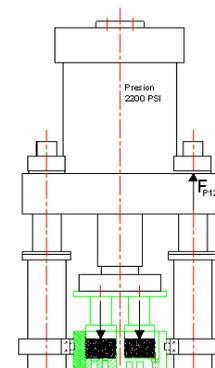
$$H = 0.108P = 0.108 * 1.8mm = 0.2$$

$$f = 0.125P = 0.125 * 1.8 = 0.22mm$$

$$d = 0.6495P = 0.6495 * 1.8 = 1.17mm$$

El diámetro real de la rosca:

$$\text{Ø}r = \text{Ø}Nom - 2(H) = 57.15 - 2(0.2) = 56.77mm$$





El diámetro de núcleo de la rosca:

$$\varnothing_n = \varnothing_r - 2(d + H) = 56.77 - 2(1.17 + 0.2) = 54.05mm$$

Consideremos el material de los postes un acero 1018 para fines de cálculo el cual se someterá a un esfuerzo de tracción con los siguientes datos:

Rosca del poste  $\varnothing 2.1/4-14$  hilos.

$$\varnothing_n = 54.05mm$$

$\sigma_{adm} = 33 \text{ Kg/mm}^2$  según tablas de Carpenter.

La resistencia del poste nos queda de la siguiente manera:

$$\sigma_t = 0.6\sigma_{adm} = 33 * 0.6 = 19.8 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \Rightarrow F = \sigma An = 19.8 \text{ Kg/mm}^2 * \langle 0.7854 * 54.02^2 \rangle = 45430.5 \text{ Kg}$$

El valor de 45430.5 Kg es la carga que soporta un solo poste, pero tenemos 4 postes que forman parte de la estructura por lo tanto la resistencia total por postes es:

$$F_t = 4 * F = 4 * 45430.5 \text{ Kg} = 181722 \text{ Kg}$$

$$= 399788.4 \text{ lb}$$

La presión máxima que la prensa hidráulica soportaría por postes es:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{399788.4 \text{ lb}}{113.097 \text{ in}^2} = 3535 \text{ lb/in}^2$$

**Los datos del tirante del pistón de  $\varnothing 12$ " son los siguientes:**

$\varnothing 1$ "

NH=14

Paso:

$$P = \frac{1}{NH} = \frac{1}{14} = 0.071"$$

$$= 1.8mm$$

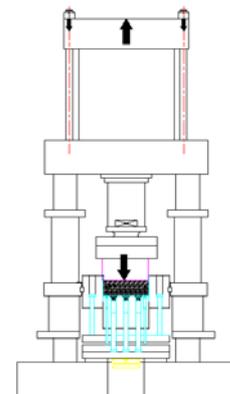


Figura. 52 Disposición de esfuerzo a la tracción en los tirantes del pistón de  $\varnothing 12$ .

Para calcular el diámetro real de la rosca tenemos que determinar primero el achatamiento de la rosca:

$$H = 0.108P = 0.108 * 1.8mm = 0.2$$

$$f = 0.125P = 0.125 * 1.8 = 0.22mm$$

$$d = 0.6495P = 0.6495 * 1.8 = 1.17mm$$

El diámetro real de la rosca:

$$\varnothing_r = \varnothing_{Nom} - 2(H) = 25.4 - 2(0.2) = 25mm$$



El diámetro de núcleo de la rosca:

$$\varnothing_n = \varnothing_r - 2(d + H) = 25 - 2(1.17 + 0.2) = 22.26mm$$

Consideremos el material de los tirantes un acero 1018 para fines de cálculo el cual se someterá a un esfuerzo de tracción con los siguientes datos:

Rosca del poste Ø1-14 hilos.

$$\varnothing_n = 22.26mm$$

$\sigma_{adm} = 33 \text{ Kg/mm}^2$  según tablas de Carpenter.

La resistencia del poste nos queda de la siguiente manera:

$$\sigma_t = 0.6\sigma_{adm} = 33 * 0.6 = 19.8 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \Rightarrow F = \sigma An = 19.8 \text{ Kg/mm}^2 * (0.7854 * 22.26^2) = 7705.6 \text{ Kg}$$

El valor de 7705.6Kg es la carga que soporta un solo tirante, pero tenemos 16 tirantes que forman parte de la estructura del actuador por lo tanto la resistencia total por postes es:

$$F_t = 16 * F = 16 * 7705.6 \text{ Kg} = 123289.6 \text{ Kg}$$

$$= 271237.1 \text{ lb}$$

La presión máxima que la prensa hidráulica soportaría por tirantes del **pistón de Ø12 es:**

$$P = \frac{F}{A} = \frac{271237.1 \text{ lb}}{0.7854 * 12^2 \text{ in}^2} = 2398.2 \text{ lb/in}^2$$

**Los datos del tirante del pistón de Ø8" son los siguientes:**

Ø1.1/4"

NH=14

Paso:

$$P = \frac{1}{NH} = \frac{1}{14} = 0.071"$$

$$= 1.8 \text{ mm}$$

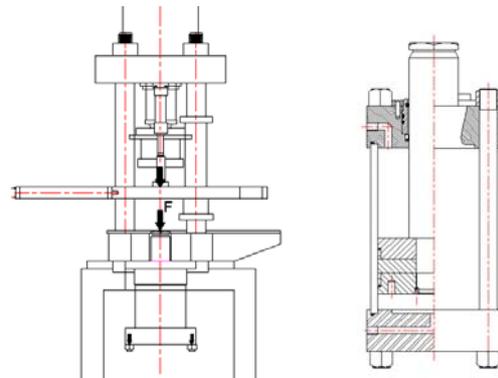


Figura. 53 Disposición de esfuerzo a la tracción en los tirantes del pistón de Ø8.

Para calcular el diámetro real de la rosca tenemos que determinar primero el achatamiento de la rosca:

$$H = 0.108P = 0.108 * 1.8 \text{ mm} = 0.2$$

$$f = 0.125P = 0.125 * 1.8 = 0.22 \text{ mm}$$

$$d = 0.6495P = 0.6495 * 1.8 = 1.17 \text{ mm}$$

El diámetro real de la rosca:

$$\varnothing_r = \varnothing_{Nom} - 2(H) = 31.75 - 2(0.2) = 31.35 \text{ mm}$$



El diámetro de núcleo de la rosca:

$$\varnothing_n = \varnothing_r - 2(d + H) = 31.35 - 2(1.17 + 0.2) = 28.61mm$$

Consideremos el material de los tirantes un acero 1018 para fines de cálculo el cual se someterá a un esfuerzo de tracción con los siguientes datos:

Rosca del poste  $\varnothing 1.1/4$ -14 hilos.

$$\varnothing_n = 28.61mm$$

$\sigma_{adm} = 33 \text{ Kg/mm}^2$  según tablas de Carpenter.

La resistencia del poste nos queda de la siguiente manera:

$$\sigma_t = 0.6\sigma_{adm} = 33 * 0.6 = 19.8 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \Rightarrow F = \sigma An = 19.8 \text{ Kg/mm}^2 * \langle 0.7854 * 28.61^2 \rangle = 12728.9 \text{ Kg}$$

El valor de 12728.9Kg es la carga que soporta un solo tirante, pero tenemos 4 tirantes que forman parte de la estructura del actuador por lo tanto la resistencia total por postes es:

$$F_t = 4 * F = 4 * 12728.9 \text{ Kg} = 50915.7 \text{ Kg} \\ = 112014.5 \text{ lb}$$

La presión máxima que la prensa hidráulica soportaría por tirantes del **pistón de  $\varnothing 8$**  es:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{112014.3 \text{ lb}}{0.7854 * 8^2 \text{ in}^2} = 2280 \text{ lb/in}^2$$

*Una vez concluida la determinación de la presión máxima por actuadores hidráulicos sometidos a esfuerzo y por postes estructurales de la maquina, concluimos que podemos trabajar la maquina con la presión máxima que nos genera la unidad de potencia hidráulica (por motor), es importante mencionar que este equipo lo hemos considerado con una protección o un factor de seguridad para no alcanzar la capacidad máxima de ninguno de sus componentes y con este hecho aumentar la vida útil de todas las partes consumibles o refacciones.*

### 11.7 Pistón de acarreo.

En este tema justificaremos los datos del actuador de acarreo de nuestra prensa.

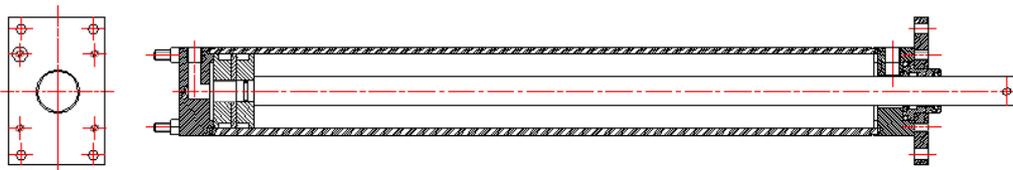


Figura. 54. Actuador de acarreo del molde.



Datos de la rosca:

$$\text{Ø}3/8''$$

$$\text{NH}=24$$

Donde el paso es:

$$P = \frac{1}{NH} = \frac{1}{24} = 0.0416''$$

$$= 1.05\text{mm}$$

Para calcular el diámetro real de la rosca tenemos que determinar primero el achatamiento de la rosca:

$$H = 0.108P = 0.108 * 1.05\text{mm} = 0.11\text{mm}$$

$$f = 0.125P = 0.125 * 1.05 = 0.13\text{mm}$$

$$d = 0.6495P = 0.6495 * 1.05 = 0.68\text{mm}$$

El diámetro real de la rosca:

$$\text{Ø}r = \text{Ø}Nom - 2(H) = 9.5 - 2(0.11) = 9.28\text{mm}$$

El diámetro de núcleo de la rosca:

$$\text{Ø}n = \text{Ø}r - 2d = 9.28 - 2(0.68) = 8.1\text{mm}$$

Consideremos el material de los tirantes un acero 1018 para fines de cálculo el cual se someterá a un esfuerzo de tracción con los siguientes datos:

Rosca del poste Ø3/8-24 hilos.

$$\text{Ø}n = 8.1\text{mm}$$

$\sigma_{adm} = 33 \text{ Kg/mm}^2$  según tablas de Carpenter.

La resistencia del poste nos queda de la siguiente manera:

$$\sigma_t = 0.6\sigma_{adm} = 33 * 0.6 = 19.8 \text{ Kg/mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A_n} \Rightarrow F = \sigma A_n = 19.8 \text{ Kg/mm}^2 * (0.7854 * 8.1\text{mm}^2) = 1020.3 \text{ Kg}$$

El valor de 1020.3 Kg es la carga que soporta un solo tirante, pero tenemos 4 tirantes que forman parte de la estructura por lo tanto la resistencia total por postes es:

$$F_t = 4 * F = 4 * 1020.3 \text{ Kg} = 4081.2 \text{ Kg}$$
$$= 8978.64 \text{ lb}$$

La presión máxima que el actuador de acarreo soportaría por tirantes es:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{8978.64 \text{ lb}}{(0.7854 * 2.5)\text{in}^2} = 1829.1 \text{ lb/in}^2$$



## 12 Fuerza de Fricción.

### 12.1 Definición de fuerza de fricción.

Se define como **fuerza de rozamiento o fuerza de fricción** entre dos superficies en contacto a la fuerza que se opone al movimiento de una superficie sobre la otra (fuerza de fricción dinámica) o a la fuerza que se opone al inicio del movimiento (fuerza de fricción estática). Se genera debido a las imperfecciones, especialmente microscópicas, entre las superficies en contacto. Estas imperfecciones hacen que la fuerza entre ambas superficies no sea perfectamente perpendicular a éstas, sino que forma un ángulo  $\phi$  con la normal (el ángulo de rozamiento). Por tanto, esta fuerza resultante se compone de la fuerza normal (perpendicular a las superficies en contacto) y de la fuerza de rozamiento, paralela a las superficies en contacto.

### 12.2 Tipos de rozamiento.

Existen dos tipos de rozamiento o fricción, la fricción estática (FE) y la fricción dinámica (FD). El primero es una resistencia, la cual se debe superar para poner movimiento un cuerpo con respecto a otro que se encuentra en contacto. El segundo, es una fuerza de magnitud constante que se opone al movimiento una vez que éste ya comenzó. En resumen, lo que diferencia a un roce con el otro es que el estático actúa cuando el cuerpo está en reposo y el dinámico cuando está en movimiento.

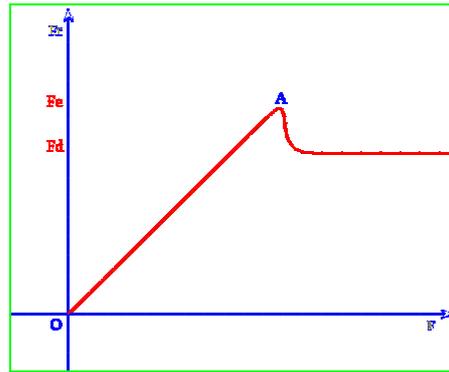
El roce estático es siempre menor o igual al coeficiente de rozamiento entre los dos objetos (número que se mide experimentalmente y está tabulado) multiplicado por la fuerza normal. El roce cinético, en cambio, es igual al coeficiente de rozamiento, denotado por la letra griega  $\mu$ , por la normal en todo instante.

Un ejemplo bastante simple de fricción dinámica es la ocurrida con los neumáticos de un auto al frenar.

Como comprobación de lo anterior, realicemos el siguiente ensayo, sobre una superficie horizontal colocamos un cuerpo, y le aplicamos un fuerza horizontal  $F$ , muy pequeña en un principio, podemos ver que el cuerpo no se desplaza, la fuerza de rozamiento iguala a la fuerza aplicada y permanece en reposo, en la gráfica representamos en el eje horizontal la fuerza  $F$  aplicada, y en el eje vertical la fuerza de rozamiento  $F_r$ .

Entre los puntos O y A, ambas fuerzas son iguales y el cuerpo permanece estático, al sobrepasar el punto A el cuerpo súbitamente se comienza a desplazar, la fuerza ejercida en A es la máxima que el cuerpo puede soportar sin deslizarse la llamaremos  $F_e$ , fuerza estática, la fuerza necesaria para mantener el cuerpo en movimiento una vez iniciado el desplazamiento  $F_d$ , fuerza dinámica, es menor que la que fue necesaria para iniciarlo,  $F_e$ . La fuerza dinámica permanece constante.

Si la fuerza de rozamiento  $F_r$  es proporcional a la normal  $N$ , y la constante de proporcionalidad la llamamos  $\mu$ :



$$F_r = \mu N$$

Figura. 55. Comportamiento de la fuerza inicial de empuje.

Y permaneciendo la fuerza normal constante, podemos calcular dos coeficientes de rozamiento el estático y el dinámico:

$$\mu_e = \frac{F_e}{N}, \quad \mu_d = \frac{F_d}{N}$$

donde  $\mu_e$  el coeficiente de rozamiento estático corresponde a la mayor fuerza que el cuerpo puede soportar antes de iniciar el movimiento y el coeficiente de rozamiento dinámico  $\mu_d$  es el que corresponde a la fuerza necesaria para mantener el cuerpo en movimiento una vez iniciado.

### 12.3 Rozamiento estático.

Sobre un cuerpo en reposo al que aplicamos una fuerza horizontal F, intervienen cuatro fuerzas:

F: la fuerza aplicada.

Fr: la fuerza de rozamiento entre la superficie de apoyo y el cuerpo, y que se opone al movimiento.

P: el peso del propio cuerpo, igual a su masa por la aceleración de la gravedad.

N: la fuerza normal, que la superficie hace sobre el cuerpo sosteniéndolo.

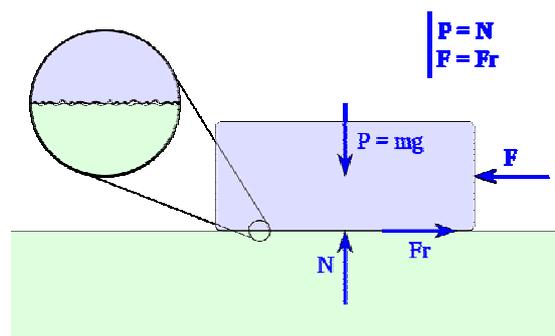


Figura. 56. Ilustración de la disposición de componentes de fuerzas estáticas.

Dado que el cuerpo está en reposo la fuerza aplicada y la fuerza de rozamiento son iguales, y el peso del cuerpo y la normal:

$$P = N$$



$$F = F_r$$

Sabemos que el peso del cuerpo P es el producto de su masa por la gravedad, y que la fuerza de rozamiento es el coeficiente estático por la normal:

$$P = N = mg$$

$$F = F_r = \mu_e N$$

Esto es:

$$F = F_r = \mu_e mg$$

La fuerza horizontal  $F$  máxima que podemos aplicar a un cuerpo en reposo es igual al coeficiente de rozamiento estático por su masa y por la aceleración de la gravedad.

#### 12.4 Rozamiento dinámico.

Dado un cuerpo en movimiento sobre una superficie horizontal, deben considerarse las siguientes fuerzas:

$F$ : la fuerza aplicada.

$F_r$ : la fuerza de rozamiento entre la superficie de apoyo y el cuerpo, y que se opone al movimiento.

$F_i$ : fuerza de inercia, que se opone a la aceleración de cuerpo, y que es igual a la masa del cuerpo  $m$  por la aceleración que sufre  $a$ .

$P$ : el peso del propio cuerpo, igual a su masa por la aceleración de la gravedad.

$N$ : la fuerza normal, que la superficie hace sobre el cuerpo sosteniéndolo.

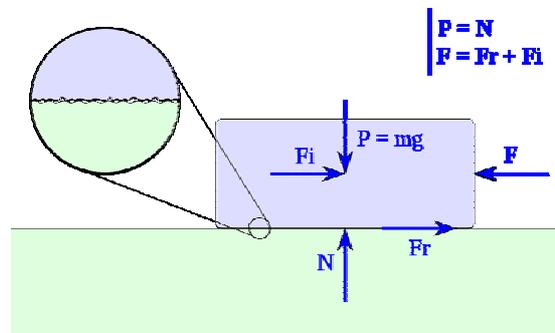


Figura. 57. Ilustración de la disposición de componentes de fuerzas dinámicas.

Como equilibrio dinámico, podemos establecer que:

$$\begin{cases} P = N \\ F = F_r + F_i \end{cases}$$

Sabiendo que:

$$\begin{aligned} P &= N = mg \\ F_r &= \mu_d N \end{aligned}$$



$$F_i = ma$$

Podemos reescribir la segunda ecuación de equilibrio dinámico como:

$$F = \mu_d mg + ma$$

Es decir, la fuerza resultante  $F$  aplicada a un cuerpo es igual a la fuerza de rozamiento  $F_r$  más la fuerza de inercia  $F_i$  que el cuerpo opone a ser acelerado. De lo que también podemos deducir:

$$F = m(\mu_d g + a)$$

$$\frac{F}{m} = \mu_d g + a$$

$$a = \frac{F}{m} - \mu_d g$$

Con lo que tenemos la aceleración  $a$  que sufre el cuerpo, al aplicarle una fuerza  $F$  mayor que la fuerza de rozamiento  $F_r$  con la superficie sobre la que se apoya.

Para nuestro problema en particular utilizaremos la teoría del rozamiento estático ya que el molde de nuestra maquina esta en paro total y es movido por un actuador lineal hidráulico.

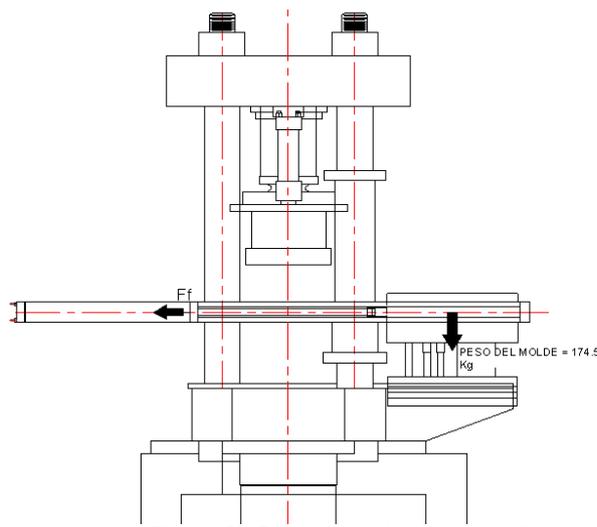


Figura. 58. Peso del molde sobre las guías.

De manera que la fuerza necesaria para mover el molde es:

$$F = F_r = \mu_e mg =$$

$$F = 0.15 \times 174.5 \text{ Kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 =$$

$$F = 256.77 \text{ N} =$$

$$F = 26.17 \text{ Kg} =$$

$$F = 57.58 \text{ Lb}$$

La presión necesaria para mover el molde es:

$$P = \frac{F}{A} = \frac{57 \text{ lb}}{(0.7854 \times 2.5) \text{ in}^2} = 11.61 \text{ lb/in}^2$$



Conclusión:

$11.61 < 1829.1 \text{ lb/in}^2$  sin ningún problema se puede trabajar el molde.

### 13 Esfuerzo de flexión.

Continuaremos estudiando las vigas para poder aplicarlo directamente a la maquina hidráulica de pastillado, para determinar como se relacionan las resultantes de esfuerzos, el momento flexionante  $M(x)$ , y la fuerza cortante transversal  $V(x)$ , con el esfuerzo normal y el esfuerzo cortante en la sección  $x$ . Las cargas, que son fuerzas transversales o pares que se aplican en una viga, hacen que se flexione lateralmente como se puede observar en la figura.

Esta deflexión lateral, o flexión, cambia al eje longitudinal de la viga, que inicialmente era recto, en una curva que se llama curva de deflexión, curva de flexión o curva elástica, que se indica con línea discontinua.

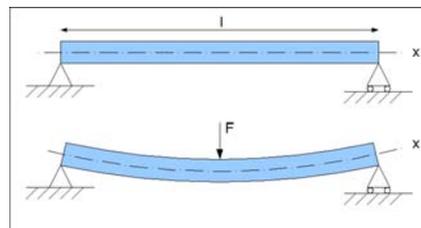
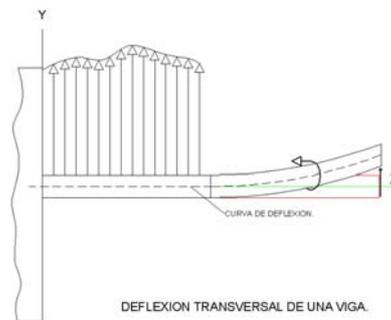


Figura. 59. Viga empotrada en 2 puntos.

Sea la viga de la figura, los diagramas de sollicitaciones son los que se muestran a continuación:

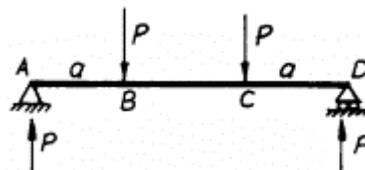


Figura. 58. Ilustración de la disposición de componentes de fuerzas en la viga.

Un trozo de viga se dice que trabaja a flexión pura cuando en cualquier sección de ese trozo solo existe momento flector.

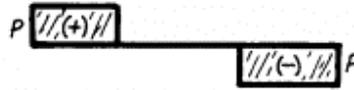


Figura. 60. Ilustración de momentos flectores negativos y positivos.

Un trozo de viga se dice que trabaja a flexión simple cuando en cualquier sección de ese trozo existe momento flector y esfuerzo cortante.

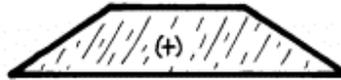


Figura. 61. Sección de viga.

Un trozo de viga se dice que trabaja a flexión compuesta cuando en cualquier sección de ese trozo existe momento flector, esfuerzo cortante y esfuerzo normal.

### 13.1 Hipótesis de NAVIER o de SECCIONES PLANAS.

Para el estudio de la flexión pura, vamos a plantear la siguiente hipótesis de Navier: "Las secciones planas y perpendiculares al eje de la viga antes de la deformación, siguen siendo planas y perpendiculares al eje de la viga después de la deformación".

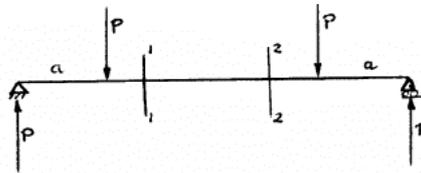


Figura. 62. Ilustración de la disposición de componentes de fuerzas.

Planteada esta hipótesis, vamos a ver como se deforma el trozo de viga comprendido entre las secciones 1-1 y 2-2.

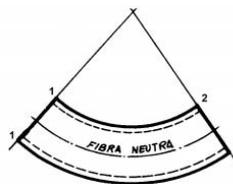


Figura. 63. Ilustración fibra neutra.

Se observa que hay fibras tales como las de arriba que se acortan y otras tales como las de abajo que se alargan. También existen un conjunto de fibras que ni se acortan ni se alargan. A éstas se las llama fibras neutras. Todas las fibras neutras forman la superficie neutra de la viga.

Tomemos un trozo de viga que antes de deformarse mida la unidad. Después de la deformación solo la fibra neutra continuará midiendo la unidad.

Una fibra situada a una distancia  $y$ , por debajo de la fibra neutra, medirá más de la unidad, puesto que está traccionada, y su alargamiento será el alargamiento unitario  $\epsilon$ .

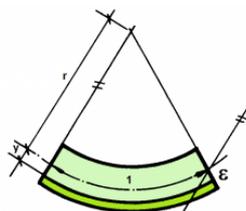


Figura. 64. Ilustración fibra neutra.

En la figura:

$$\frac{r}{y} = \frac{1}{\varepsilon} \quad \text{de donde:} \quad \varepsilon = \frac{y}{r}$$

### 13.2 Diagrama de $\varepsilon$ y $\sigma$ para una sección de la viga.

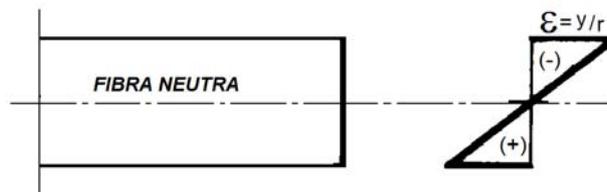


Figura. 65. Diagrama de cortantes.

El diagrama de  $\varepsilon$  es triangular siempre que se cumplan las hipótesis de secciones planas. Si se cumple la ley de Hooke, el diagrama de  $\sigma$  será triangular como el de  $\varepsilon$ , dado a que se obtiene a partir del diagrama de  $\varepsilon$ , ya que  $\varepsilon = \sigma / E$ .

### 13.3 Fórmula de NAVIER.



Supongamos que el material sigue las hipótesis de Navier y la ley de Hooke. Entonces el diagrama de  $\sigma$  es triangular.

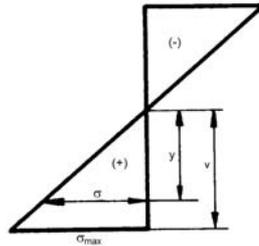


Figura. 66. Diagrama de cortantes en x,y.

### 13.4 Flexión simple no desviada.

Cuando una pieza prismática está siendo deflectada por un momento flector que coincide vectorialmente en dirección con uno de los ejes principales de inercia se dice que está sometido a flexión no desviada, si además no existe esfuerzo axial la flexión se dice simple, y si además la sección tiene un plano de simetría perpendicular al momento, situación que sucede típicamente en las estructuras convencionales, la tensión normal en cualquier punto se produce en una viga o un elemento deflectado al aplicar un momento deflector se puede aproximar por la fórmula de Navier:

$$\sigma(x, y) = -\frac{M_f(x)y}{I_f}$$

Donde  $M_f$  es el momento aplicado,  $y$  es la distancia desde el baricentro (centro de gravedad de la sección) a la fibra considerada, e  $I_f$  es el segundo momento de inercia de la sección con respecto al eje de flexión. Para mayor practicidad, suele utilizarse el momento resistente, calculado como:

$$W_c = \frac{I_f}{y_c}$$

Donde  $y_c$  es la distancia máxima del baricentro al cordón superior o al cordón inferior, según se quiera calcular compresiones o tracciones máximas.

Para piezas simétricas respecto del baricentro, cargadas sólo con fuerzas contenidas en el plano de simetría que pasa por el baricentro, el cálculo de la tensión máxima en valor absoluto se reduce al cálculo del cociente:

$$\sigma_{max} = \frac{M_f}{W_{min}}$$

## 14 Justificación eléctrica, hidráulica y mecánica de la prensa.



## 14.1 Justificación de elementos eléctricos:

Para un motor de 7.5 Hp (5.595 Kw), 220 VCA trifásico tenemos que:

$$P = EI\sqrt{3}\eta\phi \Rightarrow$$
$$I = \frac{P}{E\sqrt{3}\eta\phi} = \frac{5595w}{220 \cdot \sqrt{3} \cdot 0.85 \cdot .85} = 20.62A$$

Para este caso proponemos un contactor tripolar sirius **3RT1034-1AJ16 de 32 A** y un relevador de sobrecarga **3RU1136-4DB0 de 18-25 A** ya que un motor al arranque puede consumir de 2-7 veces el amperaje nominal del motor.

Por otro lado proponemos un calibre de cable del no. 8 de un polo ya que puede conducir 30 A CA.

Para toda la instalación de control recomendamos un cable calibre 18 por no tener que conducir un amperaje menor.

## 14.2 Diagrama hidráulico.

### 14.2.1 Que es un diagrama hidráulico.

Un diagrama hidráulico es un dibujo a base de trazos lineales sencillos y símbolos hidráulicos que nos indica el tipo de componentes de los que consta el sistema hidráulico y la forma en la que están interconectados entre si. Que es lo que hace valioso a un diagrama hidráulico.

Un diagrama hidráulico es un "mapa" que nos guía por el sistema hidráulico que estamos analizando y para un técnico capacitado en la lectura e interpretación de los símbolos hidráulicos, es una herramienta muy valiosa para identificar posibles causas de algún problema, ahorrándose enorme cantidad de tiempo y dinero, al momento de atacar y solucionar una falla en un sistema hidráulico.

Si el diagrama hidráulico no se encuentra disponible, el técnico tendrá que rastrear el sistema hidráulico e identificar uno por uno a los componentes del mismo, con objeto de saber su función y poder así aislar las posibles causas del problema. Este procedimiento puede llevarse bastante tiempo, dependiendo de lo complejo del sistema. Peor aun, si el sistema hidráulico incluye uno o varios blocks manifold, estos tendrán que ser desmontados del sistema y desmantelados, con objeto de analizar lo que esta sucediendo en el interior de los mismos.

Por otra parte, muchos de los componentes en maquinaria con varios años de servicio, no tienen identificación, por lo que resulta difícil saber que tipo de válvula es, aun en el caso de que se disponga de catálogos del fabricante de los equipos hidráulicos.

Si se desconoce la función de un componente en un sistema hidráulico, será muy difícil si no es que imposible, descartarlo como posible causa del problema que estamos tratando de resolver.

Por el contrario, si se dispone de aquel "sencillo símbolo hidráulico" nos evitaremos la necesidad de realizar un procedimiento de "ingeniería inversa" al circuito hidráulico, para poder comprenderlo y resolver sus problemas.

El siguiente diagrama nos muestra la forma de cómo esta conectada la parte hidráulica de la prensa, esto como ya vimos nos facilitara la forma de conexión y detección de fallas en este sistema.

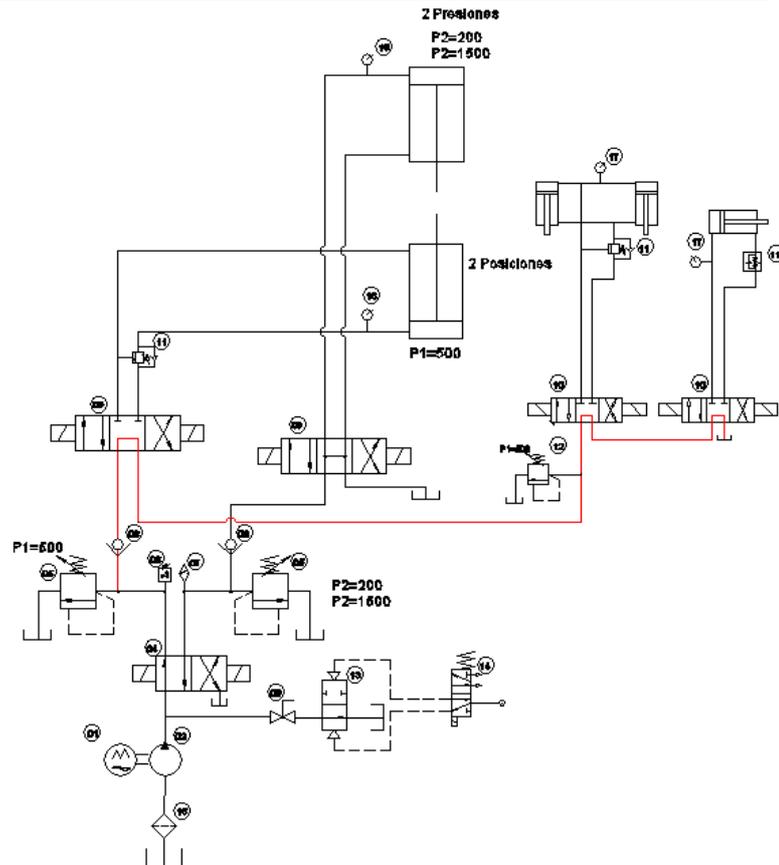


Figura. 67. Diagrama hidráulico.

### 14.3 Diseño de diagramas eléctricos y de control.

Un Diagrama Electrónico, también conocido como un esquema eléctrico o esquemático es una representación pictórica de un circuito eléctrico. Muestra los diferentes componentes del circuito de manera simple y con pictogramas uniformes de acuerdo a normas, y las conexiones de poder y de señales entre los dispositivos. El arreglo de los componentes e interconexiones en el esquema generalmente no corresponde a sus ubicaciones físicas en el dispositivo terminado.

En este apartado ilustramos la forma de cómo se debe conectar los motores y la forma de cómo controlar su funcionamiento, de una forma sencilla.

### 14.4 Diagrama de situación.



El diagrama de situación nos da una idea muy general de cómo están ubicados los componentes de trabajo y de control de la maquina, de esta manera podemos encontrar e identificar de una forma rápida y fácil las entradas y salidas de nuestro programa de control.

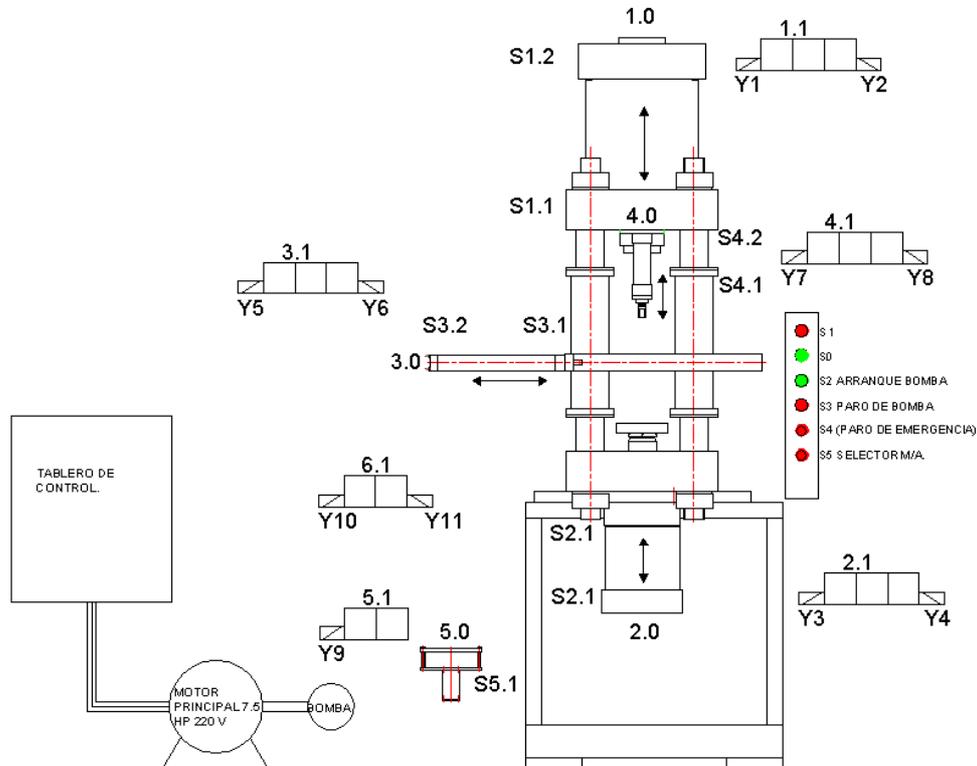


Figura. 68 Diagrama de situación.

### 14.5 Diagrama de conexión del motor eléctrico.

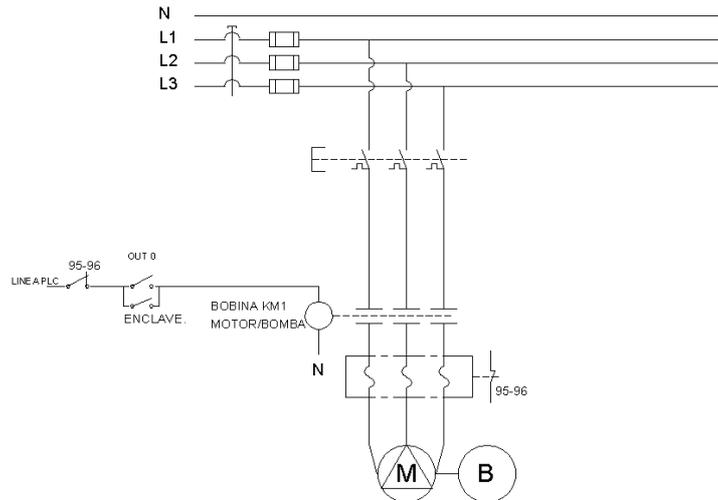


Figura. 69 Diagrama de conexión del motor.

### 14.6 DIAGRAMA LINEAL O DE ESCALERA.

Estos diagramas consisten de una serie de símbolos interconectados por medio de líneas, para indicar el flujo de corriente a través de los distintos dispositivos. El diagrama lineal muestra básicamente dos aspectos importantes:

1. La fuente de alimentación.
2. Como fluye la corriente a través de las distintas partes del circuito.

Estos diagramas muestran la lógica de un circuito de control en su forma más simple, también muestra la localización de cada componente y su relación con las otras componentes del circuito, son comúnmente usados para diseñar, modificarlo o expandir circuitos. Por otra parte podemos relacionar la forma de conexión al PLC con sus diferentes ubicaciones.

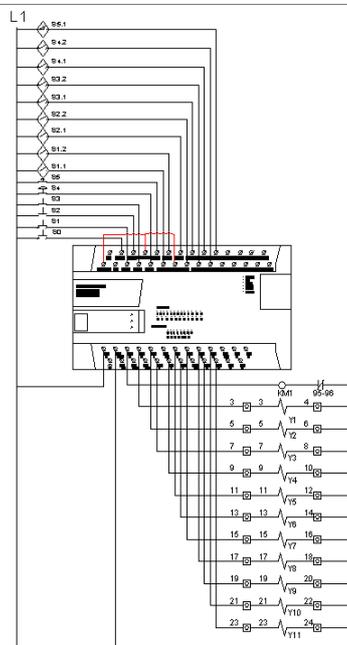


Figura. 70 Diagrama de escalera.



### 14.7 Entradas Discretas o Digitales.

Estos módulos son usualmente de 8, 16 o 32 entradas para niveles de voltaje de 0 a 24VCD que es el rango de voltajes típico a la salida de los sensores comerciales, aunque también existen módulos que soportan voltajes superiores. La etapa de entrada de los módulos están aisladas del bus interno del PLC mediante opto aisladores que convierten los niveles de 0 a 24 VCD a niveles TTL o inferiores. En algunas ocasiones las entradas de un mismo módulo se conectan en dos grupos con nodo común independiente, de modo se tenga una mayor versatilidad. Si deseamos usar un módulo así para 16 entradas usando un mismo nodo común, solo debemos cortocircuitar las terminales comunes de ambos grupos. Los elementos que usualmente se conectan a estas entradas discretas son sensores, interruptores, botones y relevadores.

Podemos ver claramente que los sensores, botones, relevadores, etc. funcionan como interruptores conectados en serie con las entradas del PLC.

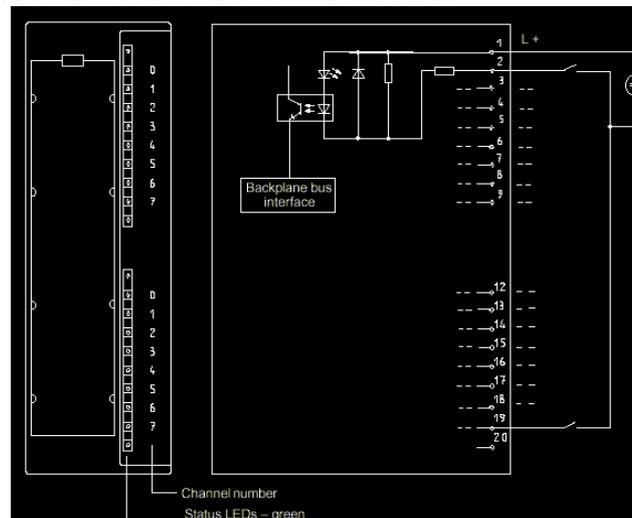


Figura. 71 Diagrama de entradas discretas.

Disposición de entradas del PLC.

DIRECCION DE ENTRADAS.

| DIRECCION PLC. | DIRECCION PROGRAMA | DESCRIPCION                               | SEÑAL   | E/S |
|----------------|--------------------|---|---------|-----|
| IN 0           | S 0                | BOTON DE ARRANQUE DE CICLO                | 110 VCA | ED  |
| IN 1           | S 1                | BOTON DE PARO DE CICLO                    | 110 VCA | ED  |
| IN 2           | S 2                | ARRANQUE DE BOMBA.                        | 110 VCA | ED  |
| IN 3           | S 3                | PARO DE BOMBA.                            | 110 VCA | ED  |
| IN 4           | S 4                | PARO DE EMERGENCIA.                       | 110 VCA | ED  |
| IN 5           | S 5                | SELECTOR MANUAL/AUTOMATICO                | 110 VCA | ED  |
| IN 6           | S1.1               | FIN DE CARRERA PISTON DE COMPACTACION.    | 110 VCA | ED  |
| IN 7           | S1.2               | INICIO DE CARRERA PISTON DE COMPACTACION. | 110 VCA | ED  |
| IN 8           | S2.1               | FIN DE CARRERA PISTON DE ASPIRINA         | 110 VCA | ED  |
| IN 9           | S2.2               | INICIO DE CARRERA PISTON DE ASPIRINA      | 110 VCA | ED  |
| IN 10          | S3.1               | FIN DE CARRERA PISTON DE ACARREO          | 110 VCA | ED  |
| IN 11          | S3.2               | INICIO DE CARRERA PISTON DE ACARREO       | 110 VCA | ED  |
| IN 12          | S 4.1              | FIN DE CARRERA PISTON DE DESMOLDEO        | 110 VCA | ED  |
| IN 13          | S 4.2              | INICIO DE CARRERA PISTON DE DESMOLDEO     | 110 VCA | ED  |
| IN 14          | S 5.1              | TRANSDUCTOR DE PRESION SOSTENIDA          | 110 VCA | ED  |
| IN 15          |                    |   |         |     |

### 14.8 Módulos de Salidas Discretas de C.A.



La etapa de salida de estos módulos se implementan acoplando un opto aislador al bus del PLC y conectando la salida del opto aislador a la compuerta de un TRIAC a través de una etapa de potencia. Un TRIAC es un dispositivo semiconductor que funciona como un circuito abierto cuando su compuerta no está energizada y como circuito cerrado cuando su compuerta sí está energizada.

De este modo, las salidas del PLC funcionan como interruptores conectados en serie con los actuadores.

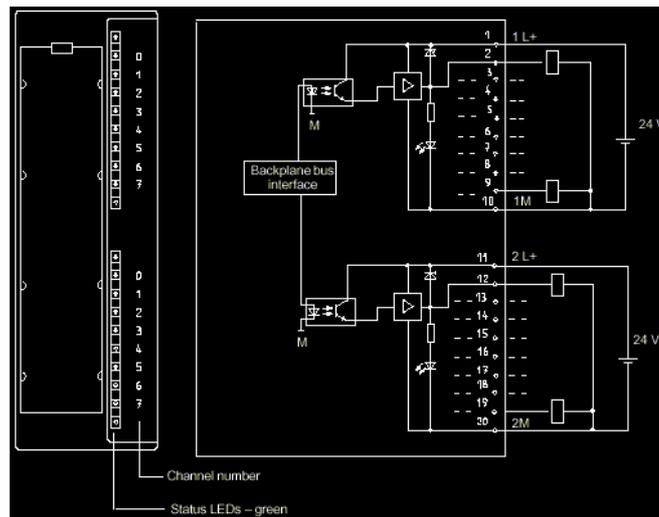


Figura. 72 Diagrama de salidas discretas.

Disposición de salidas del PLC.

DIRECCION DE SALIDAS.

| DIRECCION PLC. | DIRECCION PROGRAMA | DESCRIPCION  | SEÑAL   | E/S |
|----------------|--------------------|--|---------|-----|
| OUT 0          | KM1                | BOBINA DEL CONTACTOR DE LA BOMBA.                    | 110 VCA | SD  |
| OUT 1          | Y1                 | BOBINA DE ELECTROVALVULA 1.1 COMPACTADO              | 110 VCA | SD  |
| OUT 2          | Y2                 | BOBINA DE ELECTROVALVULA 1.1 COMPACTADO              | 110 VCA | SD  |
| OUT 3          | Y3                 | BOBINA DE ELECTROVALVULA 2.1 ASPIRINA                | 110 VCA | SD  |
| OUT 4          | Y4                 | BOBINA DE ELECTROVALVULA 2.1 ASPIRINA                | 110 VCA | SD  |
| OUT 5          | Y5                 | BOBINA DE ELECTROVALVULA 3.1 ACARREO                 | 110 VCA | SD  |
| OUT 6          | Y6                 | BOBINA DE ELECTROVALVULA 3.1 ACARREO                 | 110 VCA | SD  |
| OUT 7          | Y7                 | BOBINA DE ELECTROVALVULA 4.1 DESCARGA                | 110 VCA | SD  |
| OUT 8          | Y8                 | BOBINA DE ELECTROVALVULA 4.1 DESCARGA                | 110 VCA | SD  |
| OUT 9          | Y9                 | BOBINA DE ELECTROVALVULA 5.1 PILOTAGE VALV. 2/2 VIAS | 110 VCA | SD  |
| OUT 10         | Y10                | BOBINA DE ELECTROVALVULA 6.1 SELECTOR DE PRESION     | 110 VCA | SD  |
| OUT 11         | Y11                | BOBINA DE ELECTROVALVULA 6.1 SELECTOR DE PRESION     | 110 VCA | SD  |
| OUT 12         |                    |  |         |     |
| OUT 13         |                    |  |         |     |
| OUT 14         |                    |  |         |     |
| OUT 15         |                    |  |         |     |

### 14.9 Funcionamiento de la prensa.

En este apartado daremos un a explicación e ilustraremos la forma de cómo opera la prensa hidráulica de forma practica.



Como vimos en capítulos pasados, el primer paso es la alimentación de la mezcla en el molde previamente pesada y controlada según el procedimiento de producción, en este caso la mezcla se distribuye de forma homogénea y a su vez se acciona el botón de arranque para el siguiente paso.

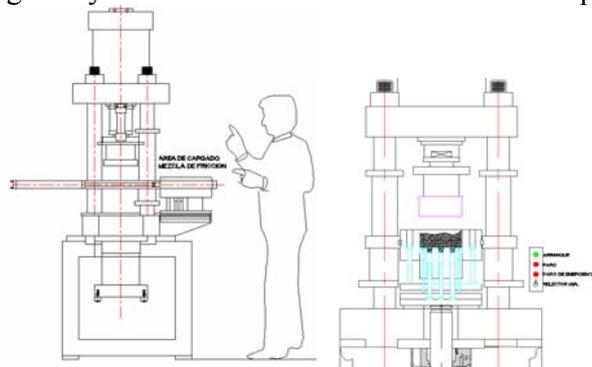


Figura. 73. Inicio de ciclo.

Una vez que el ciclo inicia el actuador de acarreo arrastra el molde del punto de inicio a la parte central de la prensa o al área de compactación donde esta ubicado un sensor el cual acciona una válvula para que el actuador de compactación avance y genere una carga hidráulica que crea una precompactación para alimentar por gravedad una pequeña porción de mezcla que después se convertirá en la aspirina, esto hasta alcanzar una presión controlada menor de la que se requiere para la compactación final de la pastilla.

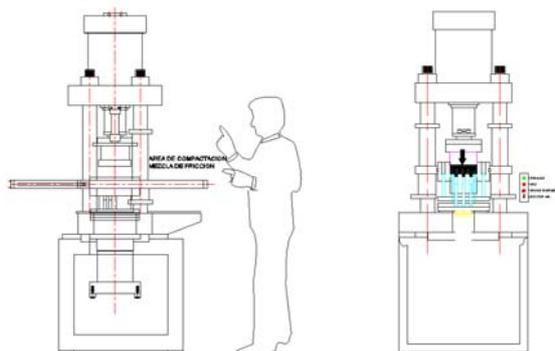


Figura. 74. Centrado y primera compactación.

La prensa hidráulica cuenta con un transductor de presión el cual tiene la función de controlar la presión y generar una señal que nos permita pasar al siguiente bloque, de manera que el actuador de compactación de aspirina genera la fuerza necesaria para compactar esta parte de la pastilla y es controlada por un presostato (interruptor de presión) que hace que corte el ciclo para pasar al siguiente movimiento.

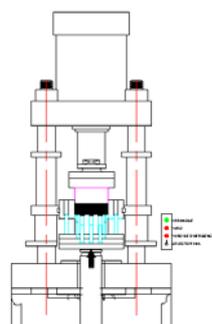


Figura. 75. Compactación de aspirina.

Cabe mencionar que la presión a la que trabaja la prensa en este bloque puede ser variada según la formulación de la mezcla y de alguna manera esto tiene que ser regulado por el proceso, una vez terminada la instrucción, el actuador de compactación de pastilla vuelve a aplicar una presión final para dar las características necesarias a la pastilla, esta presión también esta regulada para evitar problemas de adhesión en la pastilla, al termino de la aplicación de la carga el actuador de compactación regresa a su posición inicial.

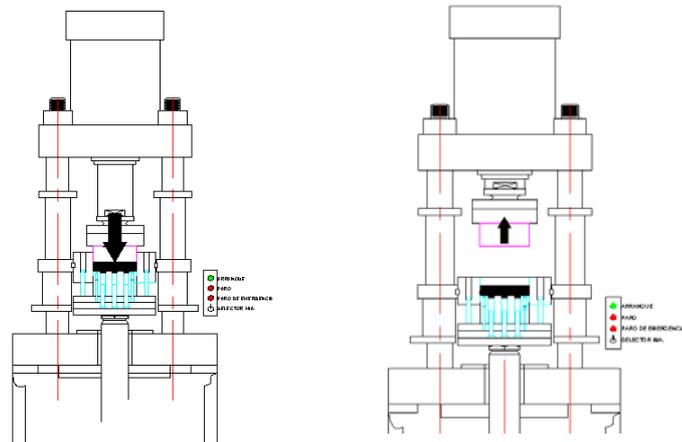


Figura. 76. Compactación final de pastilla.

El termino de la presión de compactación en la pastilla dala pauta para que los actuadores de descarga apliquen una carga para desmoldar la pastilla y regresan a su estado normal pero con la pastilla en su parte superior.

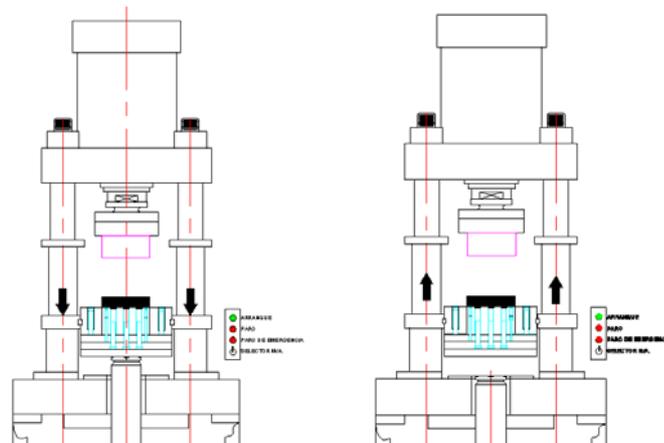


Figura. 77. Desmoldeo y descarga de pastilla.



El final del ciclo se presenta cuando el actuador de acarreo regresa a su estado inicial para esperar la nueva carga de material de fricción.

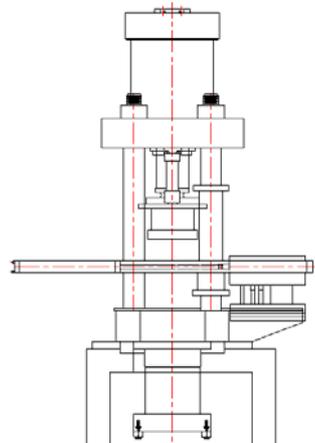


Figura. 78. Punto de inicio.

## 15 INTRODUCCION A LA PROGRAMACION

Antes de empezar con la programación propiamente dicha, es necesario definir algunos conceptos que proporcionen al lector las bases suficientes para comprender de la manera más clara, el desarrollo de los temas que se tocarán más adelante en lo referente a la programación básica y avanzada, así por ejemplo, el lector deberá estar en condiciones de diferenciar una señal discreta de una analógica, representar las cantidades binarias, estructurar una instrucción de mando, tener presente las reglas básicas para las diferentes representaciones de los lenguajes de programación, etc.

Por consiguiente, el éxito que se tenga en lo sucesivo dependerá de lo aprendido en esta parte introductoria.

### 15.1 TIPOS DE SEÑALES

Existen dos tipos de señales bien definidas que un PLC puede procesar, estos son:

#### 15.2 SEÑAL DISCRETA.

Este tipo de señal es conocido también con los siguientes nombres

- Señal binaria
- Señal digital
- Señal lógica
- Señal todo o nada (TON)

Se caracteriza porque sólo pueden adoptar uno de dos posibles estados o niveles. A estos dos estados posibles se le asocia para efectos del procesamiento el estado de señal "0" y el estado de señal "1". Así mismo, estos estados cuando se relaciona de acuerdo a su condición eléctrica se dice: no existe tensión y, existe tensión, la magnitud de la tensión no interesa ya que dependerá del diseño del componente electrónico que pueda asumir esta tensión nominal.

**Entrada**

- Pulsador
- Interruptor deposición
- Interruptor fotoeléctrico, etc.

**Salida**

- Contactor.
- Lámpara indicadora, etc.

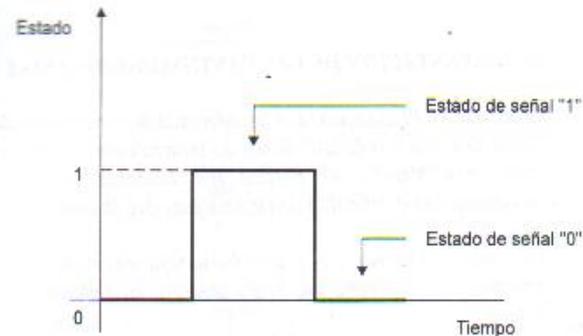


Figura. 79. comportamiento de la señal discreta.

**15.3 SEÑAL ANALOGA.**

Se conoce como señal analoga, aquella cuyo valor varía con el tiempo y en forma continua, pudiendo asumir un número infinito de valores entre sus límites mínimos y máximos.

A continuación se citan algunos parámetros físicos muy utilizados en los procesos industriales, tal que, en forma de señal analoga pueden ser controlados y medidos.

- Temperatura.
- Velocidad.
- Presión.
- Flujo.
- Nivel, etc.

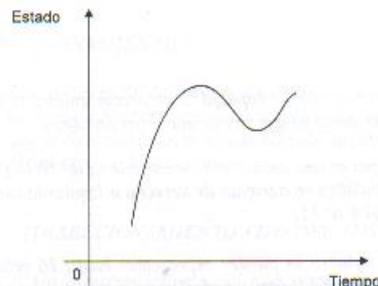


Figura. 80. Grafica del estado con respecto al tiempo.

**15.4 REPRESENTACION DE LAS CANTIDADES BINARIAS**

Dado que el PLC recibe la información proveniente del proceso ya sea en forma discreta o analoga, donde la información se almacena en forma de una agrupación binaria, es preciso por lo tanto, disponer de un medio de representación que facilite su manejo y mejore la capacidad de procesamiento.

Para ello se emplean con mayor frecuencia tres tipos de representación para la información, éstos son: bit, byte y palabra, en algunos casos se utilizan la doble palabra.

**15.5 BIT**

El bit es la unidad elemental de información donde sólo puede tomar dos valores un "1" ó un "0", es decir, un bit es suficiente para representar una señal binaria.



### 15.6 BYTE

El byte es una unidad compuesta por una agrupación ordenada de 8 bits, es decir, ocho dígitos binarios. Los bits se agrupan de derecha a izquierda tomando como número de bit del 0 al 7. En un byte se puede representar el estado de hasta ocho señales binarias, puede usarse para almacenar un número cuya magnitud como máximo sería:

$$\text{Número máximo de un byte} = 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1\ 1 = 2^8 - 1 = 255$$

### 15.7 PALABRA

Para obtener mayor capacidad de procesamiento a veces se agrupan los bytes formando lo que se denomina las palabras.

La palabra es una unidad mayor compuesta de 16 bits = 2 bytes. Los bits de una palabra se agrupan de derecha a izquierda tomando como número de bit del 0 al 15.

En una palabra se pueden representar hasta 16 señales binarias, puede usarse para almacenar un número cuya magnitud como máximo sería:

$$\text{Número máximo en una Palabra} = 2^{16} - 1 = 65535$$

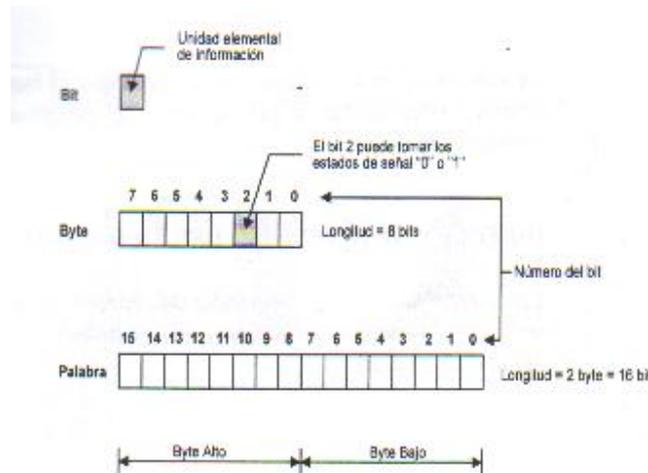


Figura. 81 Palabra formada en PLC.

### 15.8 DIRECCIONAMIENTO DE BITS.

Cuando se elabora un programa de control, se van indicando las diferentes instrucciones de mando donde en cada instrucción se indica que operación se debe ejecutar, también figura la dirección exacta del módulo y canal o terminal de conexión de las señales de E/S involucradas en el proceso.

El direccionamiento puede realizarse de dos formas:

- Direccionamiento Fijo.
- Direccionamiento Variable.

## 15.9 DIRECCIONAMIENTO FIJO

Cuando la dirección de las señales de E/S queda determinada por la posición o puesto de enchufe en que están ubicados los módulos de E/S respecto a la CPU, se dice que el direccionamiento es fijo. Además, un direccionamiento fijo puede ser del tipo Octal (byte) o hexadecimal.

## 15.10 DIRECCIONAMIENTO FIJO DEL TIPO OCTAL (BYTE).

Un direccionamiento del tipo octal queda determinado cuando a cada módulo de E/S se le agrupa los terminales por bytes, es decir, en grupos de 8 bits del (0 al 7).

En este caso, en la dirección se especificará el byte correspondiente al terminal seleccionado y que pertenece al puesto de enchufe según la posición que ocupa.

## 15.11 DIRECCIONAMIENTO FIJO DEL TIPO HEXADECIMAL.

Este direccionamiento se diferencia del anterior en el agrupamiento de los terminales, siendo para este caso del tipo hexadecimal, ósea en grupos de 16 bits del (0 al F).

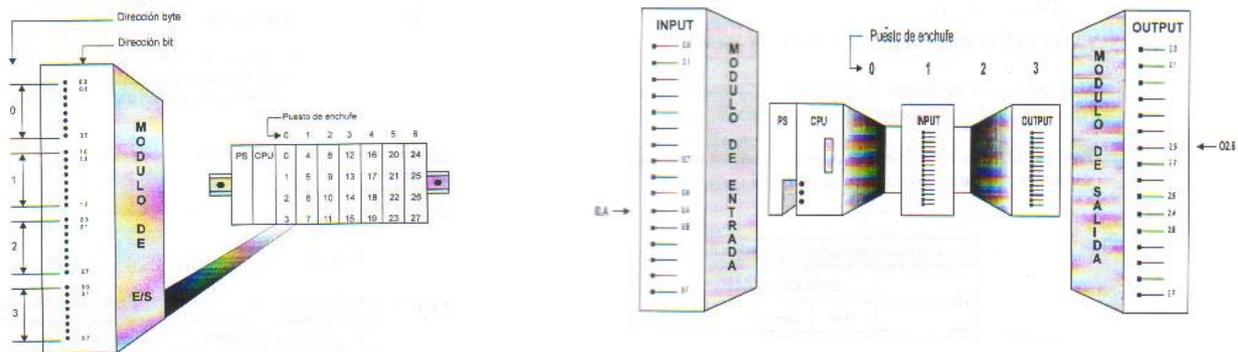


Figura. 82. Módulos del PLC.

## 16 ESTRUCTURA DEL PROGRAMA DE APLICACIÓN.

Los Programas de aplicación se estructuran de acuerdo al modo como se procesan los programas (tareas), éstas pueden ser de dos tipos:

### 16.1 PROGRAMACION LINEAL.

Se emplea para aplicaciones simples de automatización, su procesamiento es cíclico o secuencial y es suficiente programar las diferentes instrucciones en un solo bloque o sección de programación.



Un procesamiento cíclico o secuencial, consiste en la lectura, interpretación y ejecución de instrucción por instrucción, respetando el orden en que se han programado, salvo las instrucciones de salto. Para ejecutar las instrucciones se utilizan informaciones procedentes de la imagen de proceso de entradas (IPE), memorias internas, memorias intermedias, así como los datos actuales de los temporizadores y contadores. Los resultados se escriben en la imagen de proceso de salidas (IPS).

Después de la ejecución del programa se corre un ciclo de datos, esto significa el proceso durante el cual los datos de la IPS se transfieren a los módulos de salida, y simultáneamente, se transfieren a la IPE los datos actuales de los módulos de entrada. Con esta IPE actualizada, vuelve a lanzarse la ejecución del programa, lo que significa repetir todo el proceso desde el inicio.

Los PLCs que realizan solamente este tipo de procesamiento, están diseñados con microprocesadores del tipo (Intel 8086/8088) que se caracterizan por su limitada capacidad para ejecutar un solo programa a la vez.

Estos tipos de PLCs son denominados también PLCs secuenciales, con capacidad además de ejecutar tareas de regulación, de comunicación, etc.

Sin embargo, esta forma de procesamiento dificulta notablemente el trabajo cuando se tiene que procesar diferentes funciones a la vez, y en algunos casos es casi imposible estructurar los programas debido a las siguientes desventajas:

- Incremento del tiempo de barrido, que es proporcional a la complejidad del programa.
  - En extensos programas es muy tedioso su diagnóstico. Modificación y puesta a punto.
  - Dificultad para la concepción del programa resultando complejo y difícil interpretarlo y actualizarlo.
- En muchos casos es indispensable el cumplimiento en tiempo real defunciones avanzadas tales como:
- \* Medición analógica y regulación.
  - \* Servoposicionamiento.
  - \* Comunicación para el diálogo operador y control.
  - \* Funciones de monitoreo, etc.

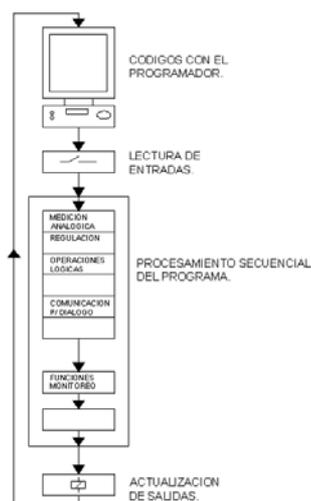


Figura. 83. Diagrama de funcionamiento.



## 16.2 PROGRAMACION ESTRUCTURADA.

Cuando se desea programar tareas de automatización muy complejas donde utilizar una programación lineal resulta demasiado laborioso, es conveniente en este caso dividir el problema en partes, de tal forma, que interpretándolo y resolviéndolo en forma parcial mediante bloques y al final unir este conjunto de programas en uno solo, resulta significativamente más fácil para el usuario.

A esta filosofía de programación se le conoce con el nombre de Programación Estructurada, que consiste en la división del programa de aplicación en bloques que se caracterizan por una independencia funcional, donde cada bloque del programa realiza una tarea específica claramente definida.

La programación estructurada optimiza el tiempo de escaneo ya que no se ejecutan todos los bloques en cada ciclo de barrido, ejecutándose sólo los que están en actividad en el momento dado.

Las ventajas que se obtienen programando en forma estructurada son:

La comprensión, solución, simulación y pruebas es mucho más fácil cuando un problema muy complejo es tratado por partes.

El diagnóstico de fallas y por ende su solución es también más fácil, dado que una vez identificado el bloque del programa donde se encuentra la falla, su corrección resulta más rápido que si se afrontara el programa global.

Los programas parciales pueden ejecutarse independientemente por equipos de programadores, cada grupo elaborando bloques individuales; además se pueden usar reiteradamente durante el escaneo del programa, o formar parte de otro programa de aplicación.

Se emplea mejor la capacidad de la memoria dado que pueden llamarse los bloques de programas las veces que se requiera sin que se tenga que programar repetidas veces.

Optimización del tiempo de barrido.

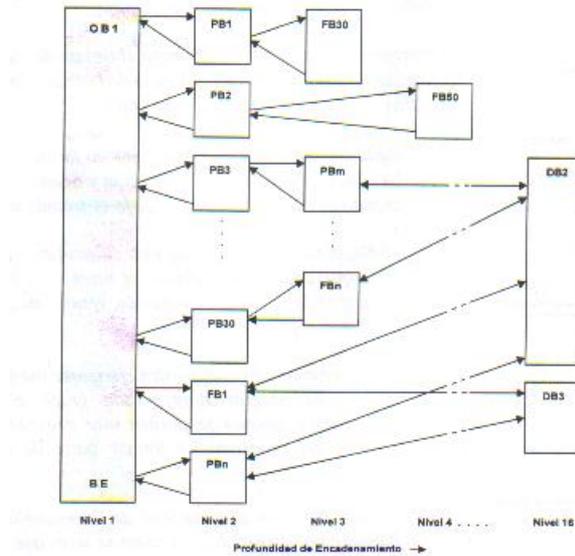
Por otro lado, dependiendo del tipo de procesador que disponga el PLC la programación estructurada puede aprovecharse con menor o mayor Eficiencia.

Este es el caso, como se mencionó anteriormente de los PLC diseñados en base a microprocesadores del tipo mono tarea, donde la programación estructurada compuesta por una serie de bloques de programación, se ejecuta en base al procesamiento secuencial o lineal de un bloque matriz, que viene hacer el núcleo de la estructura.

A continuación se puede ver un ejemplo de una programación estructurada cuya distancia medida por el número de bloques a los que "salta", se le conoce como Profundidad de Encadenamiento o Anidado.



Con este tipo de microprocesador no se puede realizar en forma simultánea otras tareas como diálogo hombre-máquina, procesamiento analógico, etc.



**OB: Módulo de Organización**

**PB Módulo de Programa**

**FB Módulo Funcional**

**DE3 Módulo de Datos**

Sin embargo, hoy en día se cuenta con procesadores de mayor velocidad de procesamiento, mayor memoria y características adicionales que le permiten ejecutar a los PLCs programas más rápidamente, estos son los procesadores multifunción (286, 386, 486, etc.), con capacidad de ejecutar varios programas en forma simultánea tales como tareas de posicionamiento, medición analógica, tratamiento secuencial, diálogo, etc.

En la siguiente figura se muestra la estructura de la multitarea, donde el conjunto de programas o tareas son totalmente independientes, un supervisor gobierna la ejecución de las diferentes tareas.

Así también, en estos procesadores la concepción del tratamiento secuencial es en base a la división en bloques de programas, algo así como subrutinas, que es básicamente el concepto de la programación estructurada.

En conclusión, la diferencia en el procesamiento de estos dos tipos de programas estructurados radica en que el primero funcionando con microprocesadores mono tarea, ejecutan los diversos módulos o bloques de programación según un procesamiento secuencial, es decir, uno a continuación del otro, mientras que el procesador multifunción además del procesamiento secuencial, puede ejecutar el programa estructurado independientemente si se ejecutó el bloque anterior. Esto significa, que si en algún momento durante el proceso de barrido del programa en el sistema de control se origina una contingencia, puede ejecutarse una tarea de interrupción sin tener que esperar el barrido total del programa.

Programación estructurada con procesador multifunción (diagrama de bloques según lenguaje de programación PL7-3 de Telemecanique).

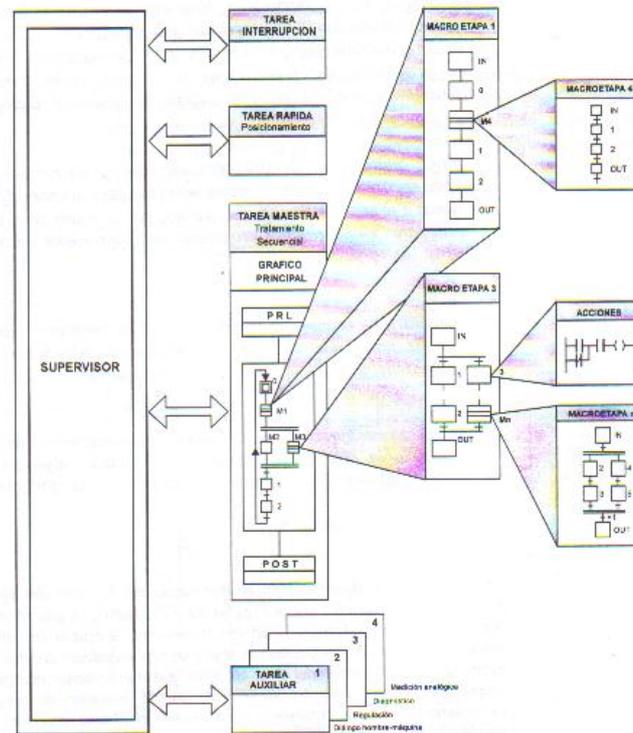


Figura. 84. Diagrama de tareas.

### 16.3 Controlador MicroLogix 1400

El miembro más nuevo de la familia de controladores programables MicroLogix de Allen-Bradley, es el adecuado para aplicación de la maquina pastilladora con aspirina integrada ya que el controlador MicroLogix 1200, nos proporciona mayor recuento de E/S, un contador de alta velocidad más rápido y salida de tren de impulsos (PTO), así como capacidades de red mejoradas.

El controlador MicroLogix 1400 extiende las características del controlador MicroLogix 1100, edición en línea, EtherNet/IP y una pantalla LCD incorporada, a la vez que proporciona al operador mejoras adicionales como poder visualizar los tiempos y ciclos de prensado. Esta nueva familia de controladores está disponible con un contador incorporado de hasta 38 E/S, y puede aceptar hasta siete módulos de E/S adicionales para un máximo de 144 puntos de E/S discretas.

Un puerto Ethernet incorporado y dos puertos en serie incorporados con protocolos de comunicación avanzados proporcionarán al cliente una solución valiosa en muchas aplicaciones. Otras características incluyen hasta seis contadores de alta velocidad de 100 kHz incorporados y bloques de terminales extraíbles. Los controladores MicroLogix 1400 pueden aceptar hasta 10.000 palabras de programa y 10.000 palabras para datos, así como un módulo de memoria para copia de seguridad y transporte de programas, y registro de datos o almacenamiento de recetas.



El controlador es ideal para aplicaciones de maquinaria industrial, automatización de construcción y HVAC, máquinas usadas en la fabricación de alimentos y bebidas, y productos farmacéuticos, maquinaria comercial y aplicaciones que usan control supervisor y adquisición de datos (SCADA).

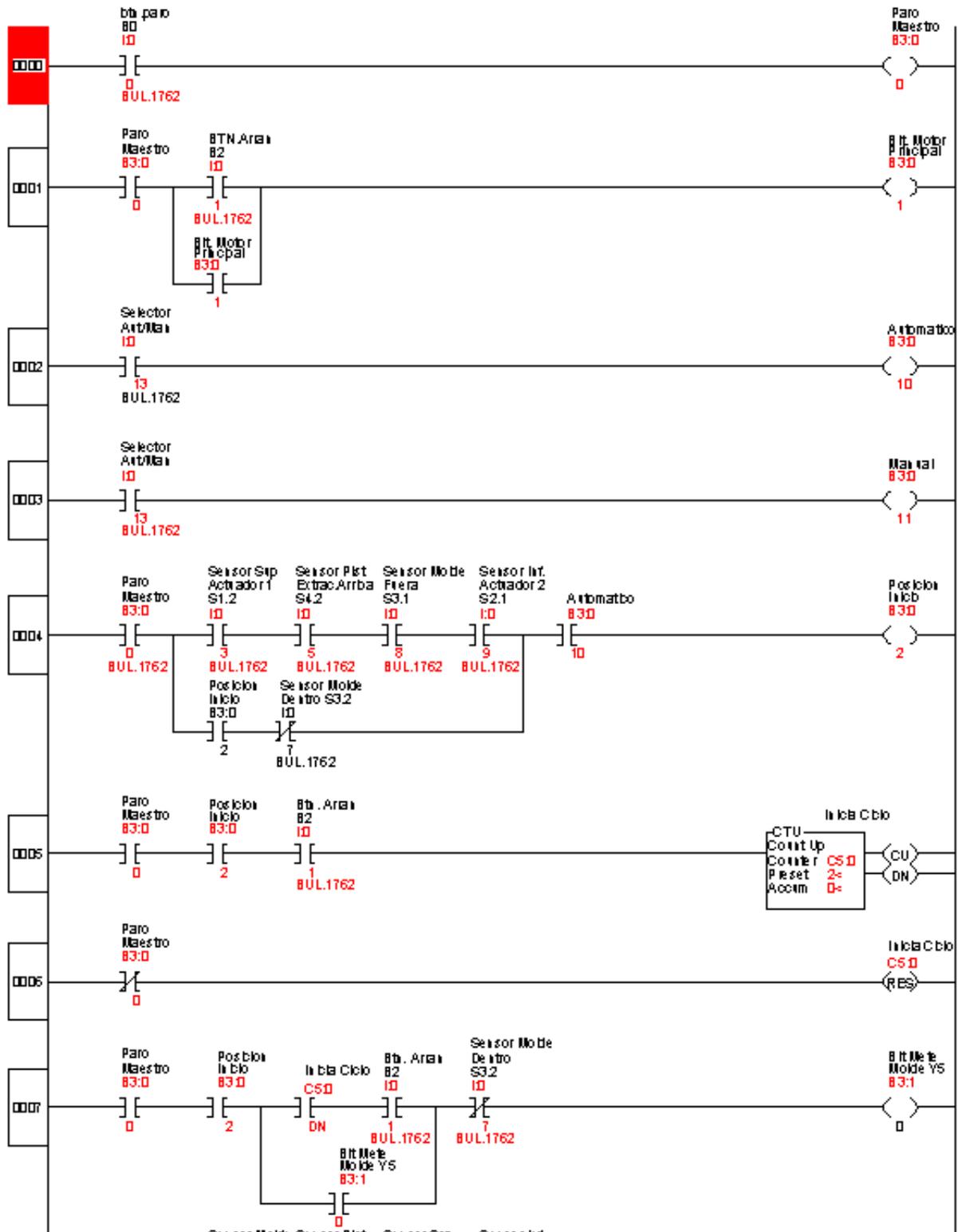
Los controladores vienen en seis variaciones: tres con E/S analógicas incorporadas y tres variaciones con seis E/S analógicas incorporadas, esto lo hace el componente ideal para el trabajo que desarrollara dentro de la prensa.

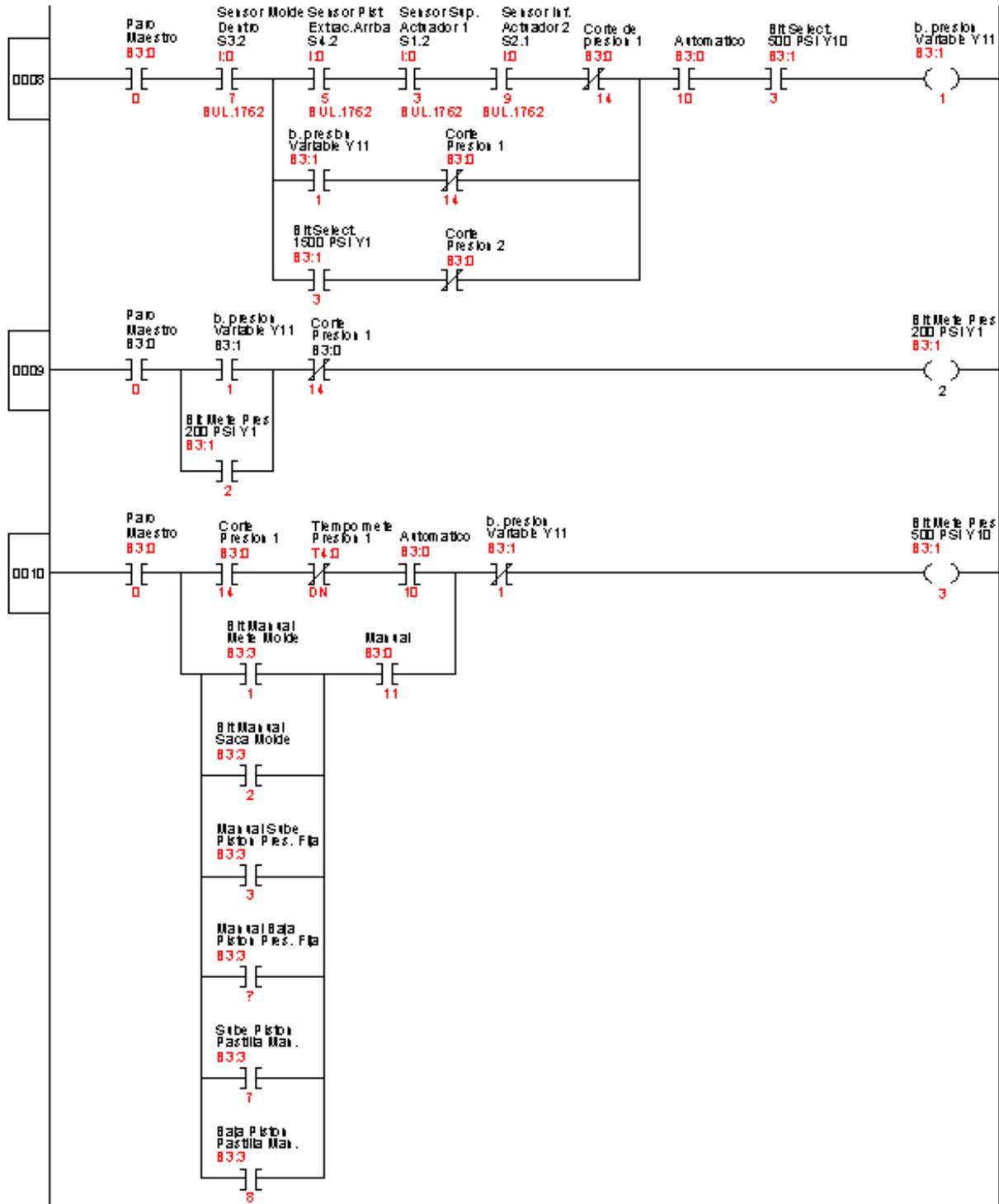


Figura. 85 PLC Micrologyx 1400.



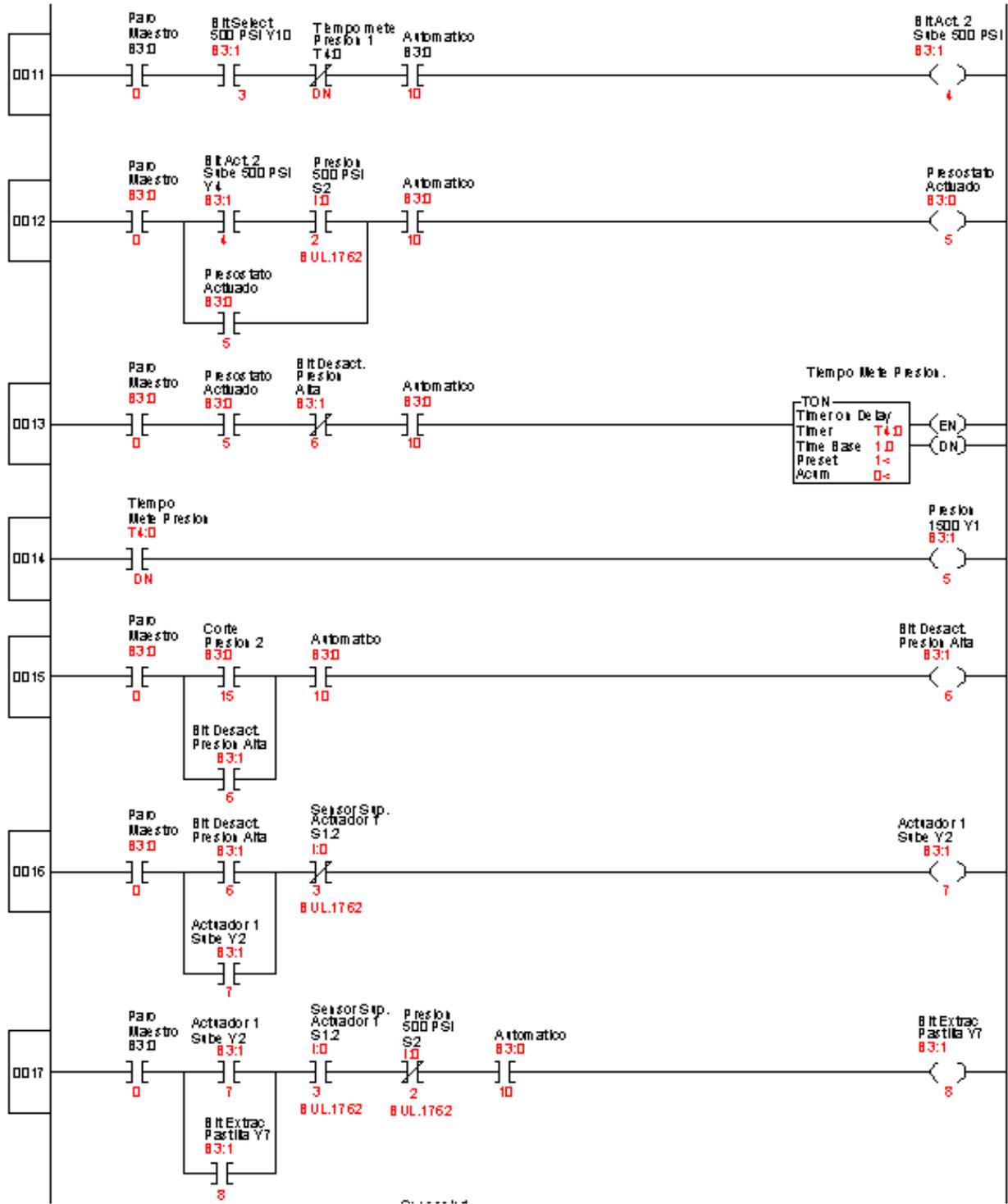
### 17 Programa de Automatización. 17.1 Entradas:





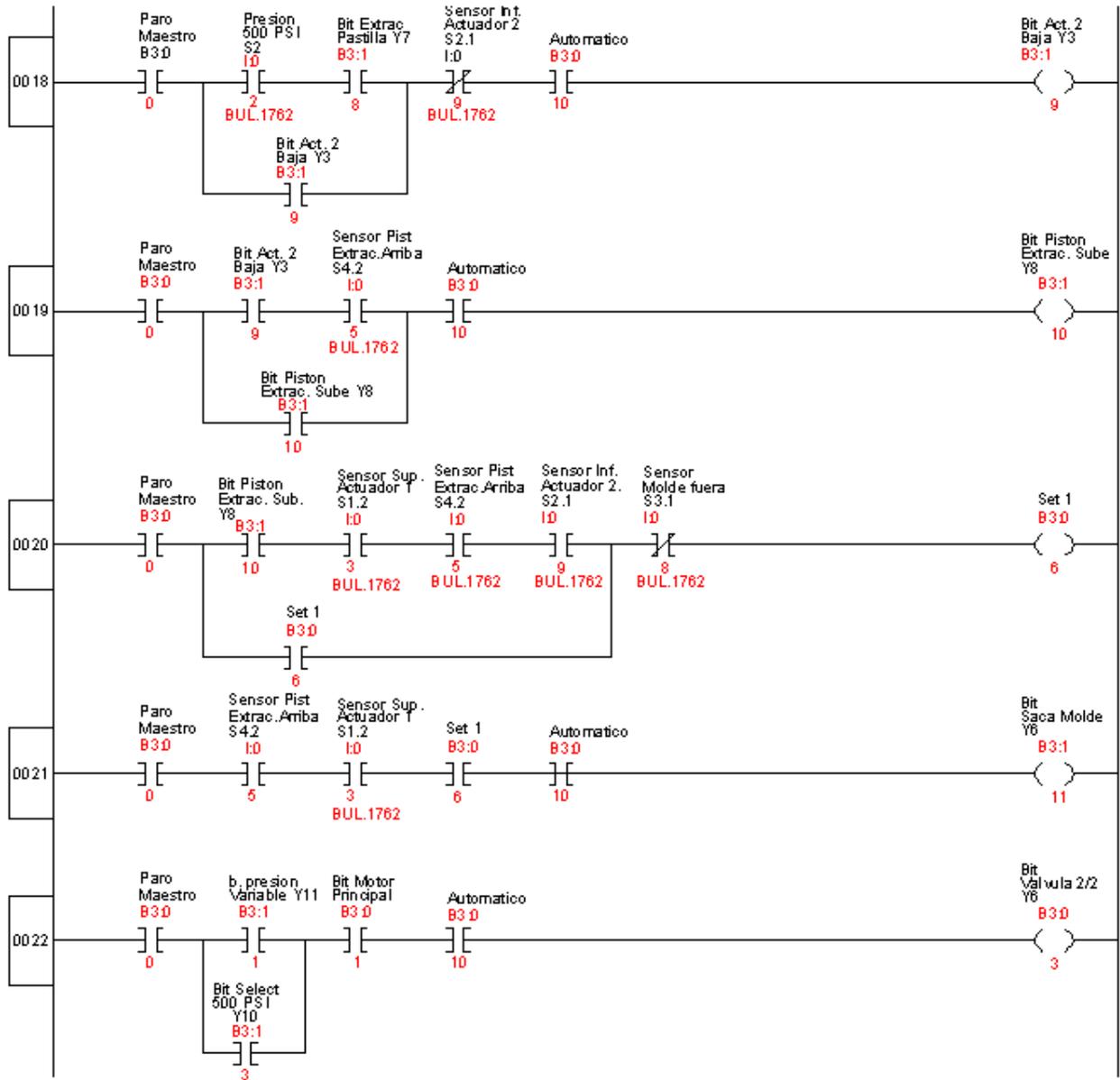


AUTOMATIZACION DE PRENSA HIDRAULICA "PASTILLADO CON ASPIRINA INTEGRADA"



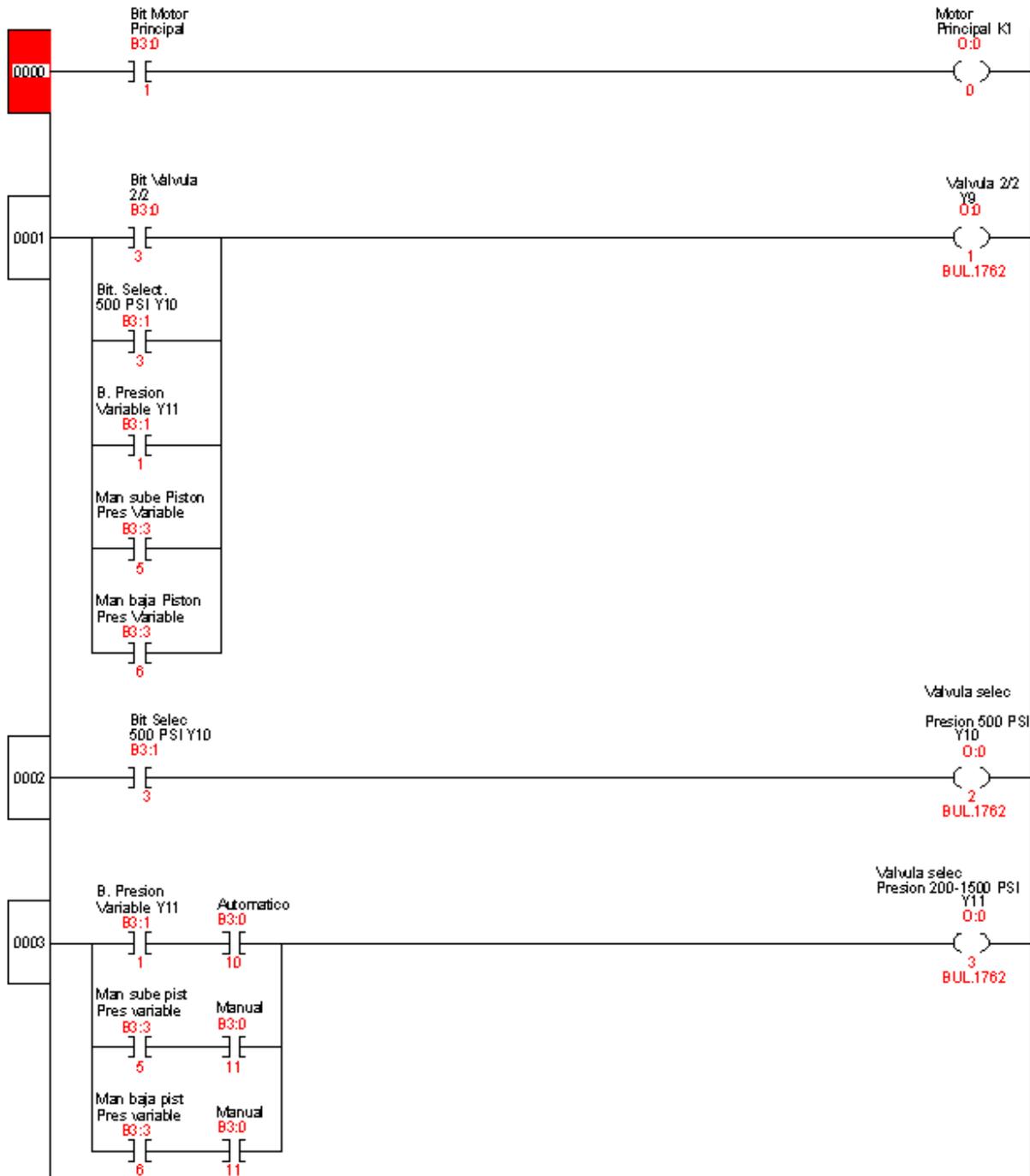


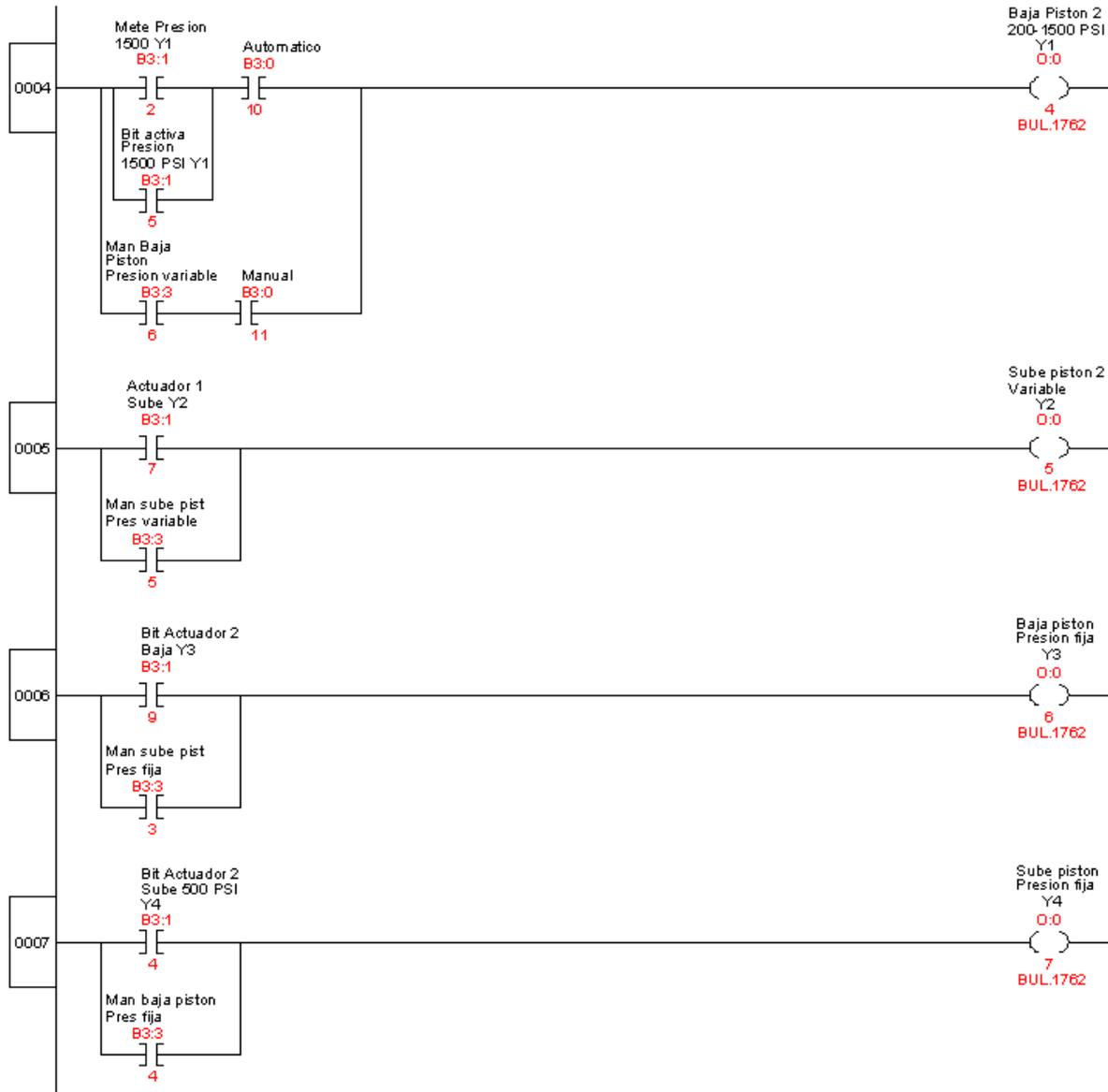
AUTOMATIZACION DE PRESA HIDRAULICA "PASTILLADO CON ASPIRINA INTEGRADA"

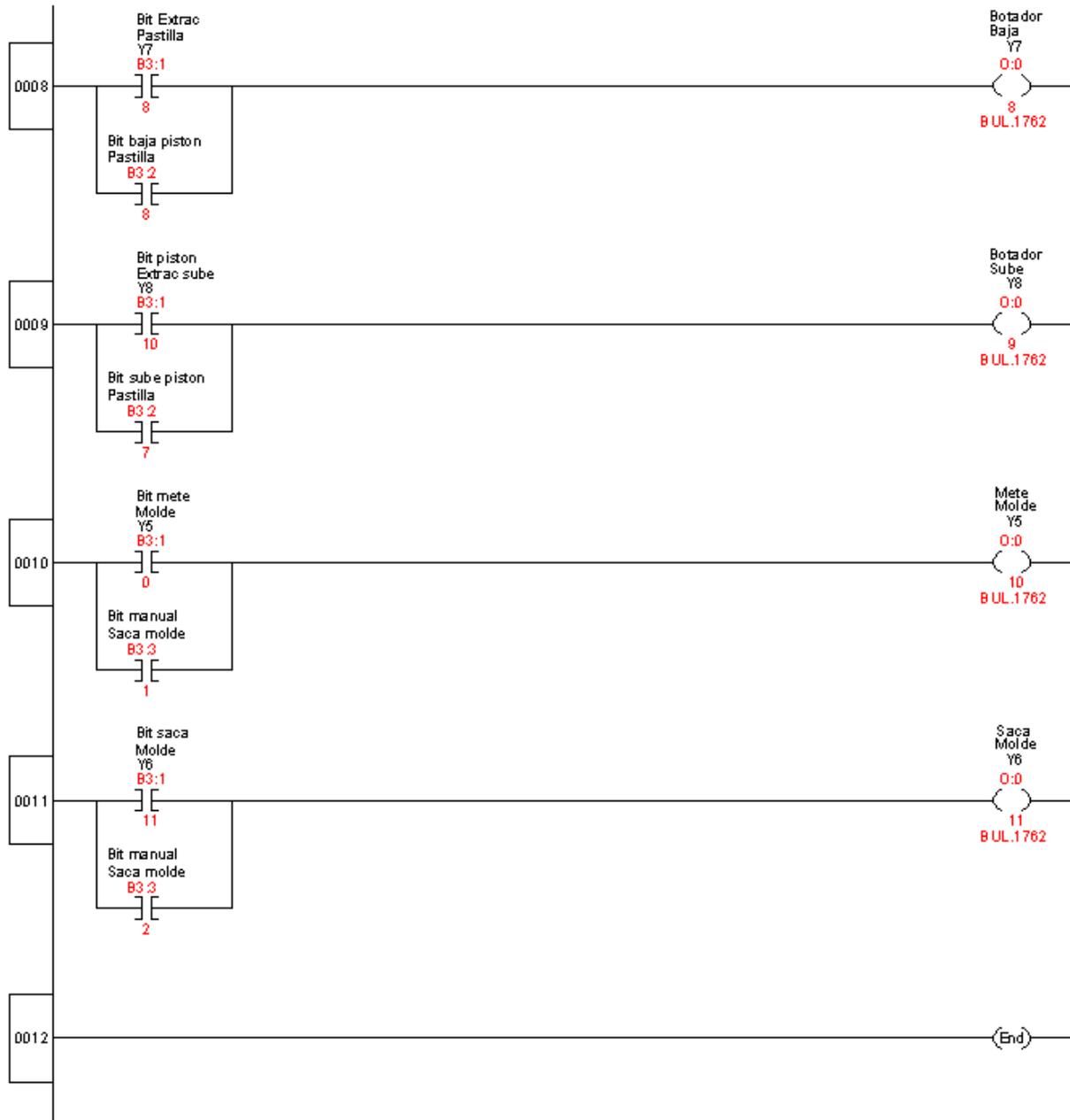




### 17.2 Salidas:







### 18 Programa de mantenimiento preventivo.

El mantenimiento preventivo es una actividad programada de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido. El propósito es prever averías o desperfectos en su estado inicial y corregirlas para mantener la instalación en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

El mantenimiento preventivo permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costes de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas.



Además debemos agregar que el mantenimiento preventivo en general se ocupa en la determinación de condiciones operativas, de durabilidad y de confiabilidad de un equipo en mención este tipo de mantenimiento nos ayuda en reducir los tiempos que pueden generarse por mantenimiento correctivo.

Aunque el mantenimiento preventivo es considerado valioso para las organizaciones, existen una serie de riesgos como fallos de la maquinaria o errores humanos a la hora de realizar estos procesos de mantenimiento. El mantenimiento preventivo planificado y la sustitución planificada son dos de las tres políticas disponibles para los ingenieros de mantenimiento.

Algunos de los métodos más habituales para determinar que procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo son las recomendaciones de los fabricantes, la legislación vigente, las recomendaciones de expertos y las acciones llevadas a cabo sobre activos similares.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de los fallos del equipo, logrando prevenir las incidencias antes de que estas ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas, cambios de aceites y lubricantes, etc. El mantenimiento preventivo debe evitar los fallos en el equipo antes de que estos ocurran.

En las siguiente tabla proponemos las rutinas, actividades y frecuencias que se debe aplicar a la maquina pastilladora con aspirina integrada.

| DESCRIPCION DEL SERVICIO  | FRECUENCIA EN DIAS |
|---|--------------------|
| LIMPIEZA DE CONTROL PLC   | 30                 |
| LIMPIEZA DEL TABLERO DE CONTROL Y DE PLATINOS DEL CONTACTOR.          |                    |
| REVISAR EL ESTADO DE LOS FUSIBLES                                     |                    |
| REVISAR APRIETE DE TODAS LAS CONEXIONES DEL TABLERO DE CONTROL        |                    |
| REVISAR FIJACION DE BOTON DE PARO DE EMERGENCIA                       |                    |
| REVISAR EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE BOTONES, SELECTORES Y LUCES DEL TAB |                    |
| REVISAR EL ESTADO DEL CABLE DE INSTALACION ELECTRICA                  |                    |
| REVISAR AISLAMIENTO DE LINEAS ELECTRICAS                              |                    |
| REVISAR FUGAS DE ACEITE EN TUBERIA Y SUS CONECCIONES                  |                    |
| REVISAR FUGAS DE ACEITE EN PISTON PRINCIPAL                           |                    |
| REVISAR FUGAS DE ACEITE EN PISTONES AUXILIARES                        |                    |
| REVISAR EL BUEN FUNCIONAMIENTO DEL TRANSDUCTOR DE PRESION.            |                    |
| REVISAR EL APRIETE DE PLATINAS Y LUBRICAR GUIAS DE MOLDE.             |                    |
| REVISAR EL COPLE DE ALUMINIO O CATARINA DE MOTORES                    |                    |
| REVISAR EL COPLE DE HULE ESTRELLA O CADENA DE MOTORES                 |                    |
| REVISAR Y REPONER EL NIVEL DE ACEITE EN LA UNIDAD HIDRAULICA          |                    |
| REVISAR SOPORTERIA DE TUBERIA DE INTERCONEXION MECANICA}              |                    |
| REVISAR TOLVA DE PROTECCION DE MOTORES Y ALINEACION.                  |                    |
| REVISAR TORNILLO DE SUJECION DE PLATINAS                              |                    |
| REVIZAR CONDICIONES DE GUIA SUFRIDERA                                 |                    |
| REVISAR ESTADO DE LAS ROSCAS EN VASTAGOS DE PISTONES HIDRAULICOS.     | 60                 |
| REVISAR APRIETE DE LAS ROSCAS EN VASTAGOS DE PISTONES HIDRAULICOS.    |                    |



| DESCRIPCION DEL SERVICIO  | FRECUENCIA EN DIAS |
|---|--------------------|
| LIMPIEZA DEL FILTRO DE ACEITE DE LA UNIDAD HIDRAULICA                   |                    |
| CAMBIO DEL FILTRO DE ACEITE DE LA UNIDAD HIDRAULICA (SI LO REQUIERE)    |                    |
| LIMPIEZA DEL ACEITE HIDRAULICO (RECIRCULARLO EN LA BOMBA-FILTRO).       |                    |
| CAMBIO DEL ACEITE EN LA UNIDAD HIDRAULICA (SI LO REQUIERE).             |                    |
| LIMPIEZA DE LA VALVULA REGULADORA DE PRESION                            |                    |
| REVISAR EL ESTADO DEL RETEN DE LA(S) BOMBA(S).                          |                    |
| CAMBIO DE EMPACADURA DE LA VALVULA DE 2/2 VIAS.                         | 365                |
| CAMBIO DE FILTRO DE AIRE (SI LO REQUIERE)                               |                    |
| LIMPIEZA INTERNA DEL MOTOR ELECTRICO.                                   |                    |
| CAMBIO DE BALEROS AL MOTOR (SI LO REQUIERE)                             |                    |
| REVISAR EL ESTADO DEL VENTILADOR DE AIRE.                               |                    |
| REVISAR EL ESTADO DE LOS DEVANADOS DEL MOTOR ELECTRICO.                 |                    |
| REVISAR EL ESTADO DE LAS TAPAS FRONTAL Y POSTERIOR DEL MOTOR ELECTRICO. |                    |
| CAMBIO DE LA CUÑA DE LA FLECHA DEL MOTOR (SI LO REQUIERE).              |                    |
| LIMPIEZA DE ELECTROVALVULA (SOLENOIDE)                                  |                    |
| REVISAR APRIETE DE TUERCAS DE POSTES                                    |                    |

### 18.1 Lubricación.

En todo proceso de lubricación la presencia de un elemento que evite el contacto entre las superficies es necesaria. Este elemento, que bien puede ser un gas, un líquido o un sólido, se coloca entre ambas superficies, permitiendo que resbalen y se reduzca la fricción y el desgaste de ellas. Denominaremos "película" a la porción del elemento lubricante que facilitará el movimiento de los componentes; los cuales, generalmente son metálicos.

Para esta aplicación proponemos la grasa EP1, para las guías de la platina móvil, y la EP2 para el desplazamiento del molde.



Figura. 86. Prensa hidráulica.



## 18.2 Grasas

Descripción de producto.

Los productos Mobilux EP 1, 2, y 3 son una familia de alto rendimiento de cinco grasas industriales multiuso y dos grasas semi-fluidas de servicio especial. Estas grasas de hidroxiesterato están formuladas para proporcionar una protección extra contra el desgaste, la herrumbre y el lavado por agua. Están disponibles en el rango de grados NLGI desde 00 a 3, con viscosidades del aceite base ISO VG 150, 320 y 460.

Las grasas Mobilux EP 1, 2, y 3 están recomendadas para la mayoría de las aplicaciones industriales incluyendo aplicaciones de servicio pesado donde están presentes altas presiones y cargas de choque. Estas grasas proporcionan una excelente protección contra la herrumbre y la corrosión y resiste el lavado con agua, lo que las hace particularmente adecuadas para equipos donde son comunes las condiciones húmedas o mojadas. Mobilux EP 0 y 1 son adecuadas para sistemas centralizados. Mobilux EP 2 y 3 son grasas multiuso y Mobilux EP 460 se utiliza en aplicaciones de industria pesada como en la parte húmeda de las máquinas de papel el rango de temperaturas de operación recomendado es desde -20oC a 130oC (0oC a 130oC para Mobilux EP 460) pero pueden usarse a temperaturas más altas si la frecuencia de lubricación también se aumenta de forma coherente.

Propiedades y Beneficios

Las grasas Mobilux EP han demostrado a lo largo de la historia su buen rendimiento frente a los productos de la competencia en lo relativo a protección de la corrosión, bombeabilidad a bajas temperaturas y servicio a altas temperaturas.

- Reducción del desgaste bajo cargas de choque o elevadas y vibración, resultando en una buena fiabilidad y disponibilidad del equipo.
- Protección contra la herrumbre y la corrosión y resistencia al lavado por agua, consiguiendo protección y lubricación del equipo, incluso en presencia de agua.
- Mayor vida potencial de los cojinetes en ambientes húmedos, reduciendo los costes asociados a los cojinetes y las averías.
- Buena bombeabilidad en sistemas centralizados (Mobilux EP 0 y 1).
- Efectivo control de las fugas (Mobilux EP 004 y Mobilux EP 023).

Mobilux EP 0 y EP 1 ofrecen buena bombeabilidad a bajas temperaturas y son adecuadas para sistemas centralizados de lubricación y otras aplicaciones donde se trabaja a temperatura baja.

- Mobilux EP 2 está recomendada para aplicaciones multiuso en cojinetes, rodamientos bajo condiciones normales de operación.

## 18.3 Seguridad e Higiene.

Basado en información disponible, no es de esperar que este producto cause efectos adversos en la salud mientras se utilice en las aplicaciones a las que está destinado y se sigan las recomendaciones de la Ficha de Datos de Seguridad (FDS). Las Fichas de Datos de Seguridad están disponibles a través del Centro de Atención al Cliente. Este producto no debe utilizarse para otros propósitos distintos a los recomendados. Al deshacerse del producto usado, tenga cuidado para así proteger el medio ambiente.



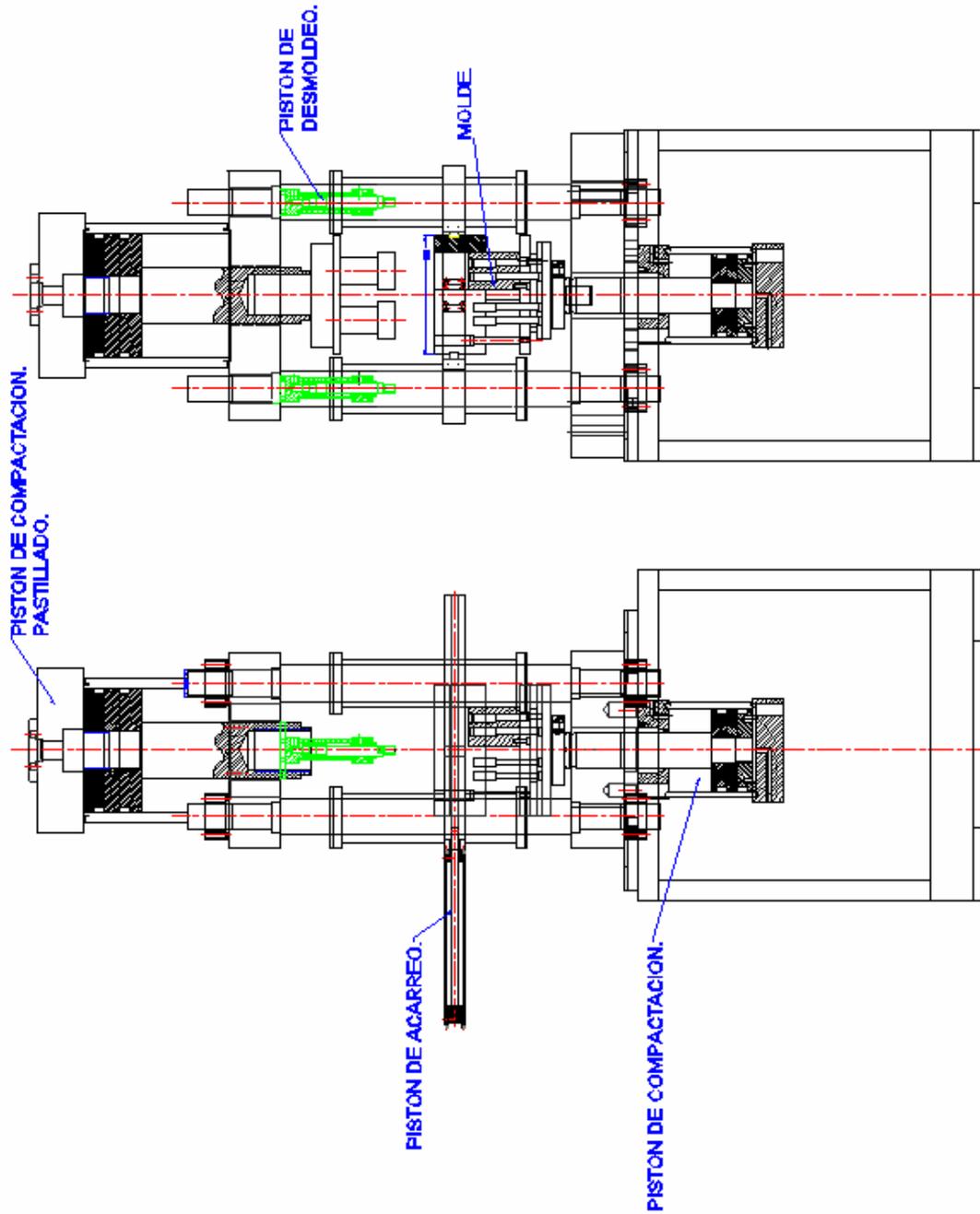
### Consideraciones finales.

En general, la automatización industrial pretende incrementar la competitividad de la industria, esta involucra ciertas desventajas, las cuales habrá que sopesar, junto con sus ventajas, a la hora de decidir si resulta conveniente embarcarse en un proceso de modernización o quedarse con lo tradicional, entrar en la globalización o quedarse fuera, en fin lo que nos resta a nosotros como ingenieros y profesionistas es innovar nuevas técnicas para aplicarlas en maquinas que sean mas productivas y seguras, revisar también la parte de los costos para que los proyectos sean viables y se amorticen en el menos tiempo posible sin olvidar cuidar nuestro ambiente para subsistir en este planeta.

**PRODUCCION  
CON CALIDAD  
Y SEGURIDAD**



# *ANEXOS*

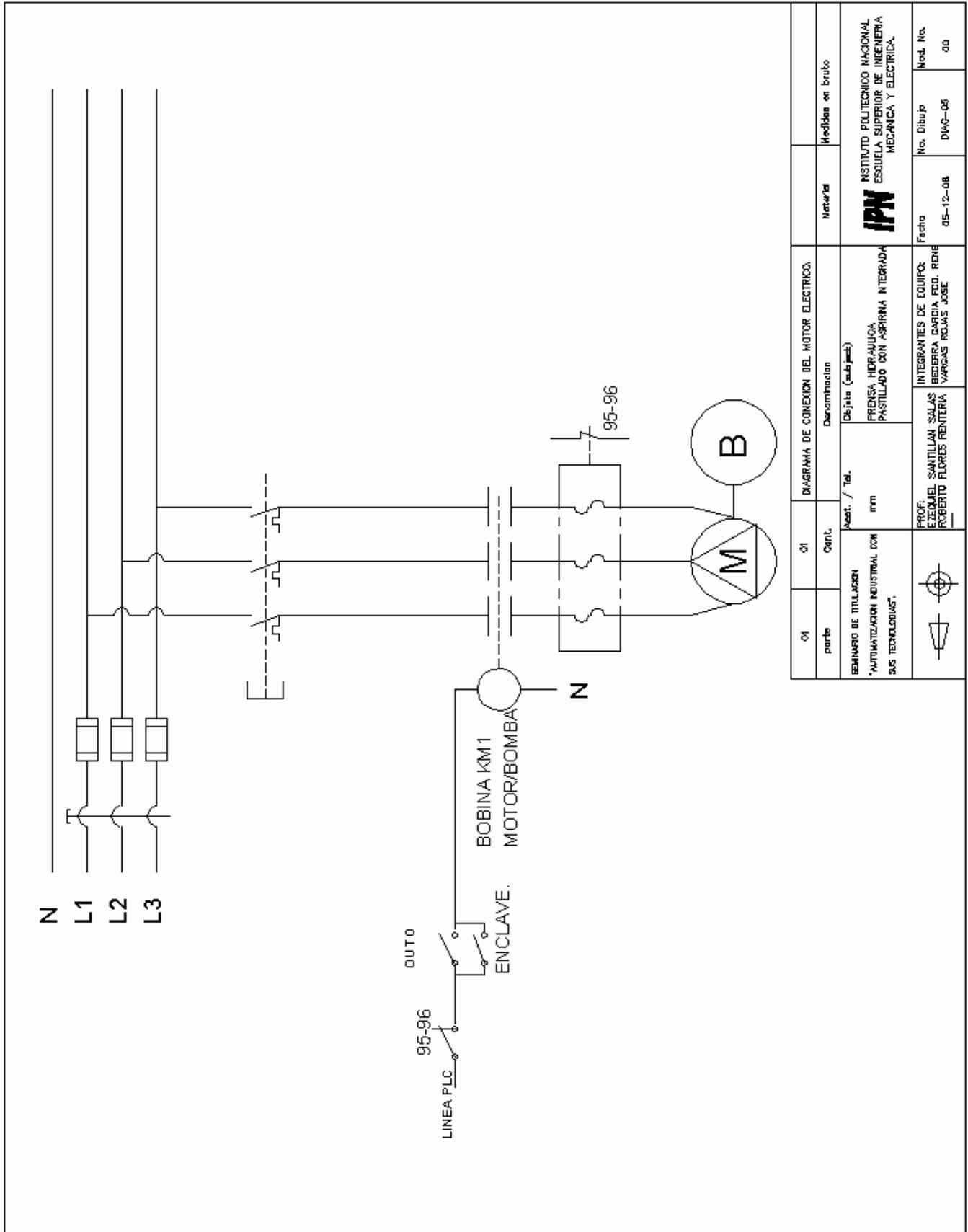


| Cl   | Dr     | DIAGRAMA EXISTENTE.  | Material  | Medida en bruto   |
|--|--------|--|---|-------------------|
| IPN  | Dr. A. | Diagrama   | IPN   | Medida en bruto   |
| SEMINARIO DE TITULACION<br>AUTOMATIZACION INDUSTRIAL CON<br>SUS TECNOLOGIAS. |        | Dibujo (sujetos)<br>PISTON DE COMPACTACION<br>PASTILLADO CON ASPIRINA INTEGRADA. | INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL<br>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA<br>MECANICA Y ELECTRICIDAD | Usos No.<br>01-01 |
| PROF. DR. A. GARCIA GONZALEZ<br>INGENIERO EN ELECTRICIDAD                    |        | INTERVANTES DE EQUIPO:<br>INGENIERO EN ELECTRICIDAD<br>INGENIERO EN ELECTRICIDAD | Fecha<br>05-10-10   | Usos No.<br>01    |

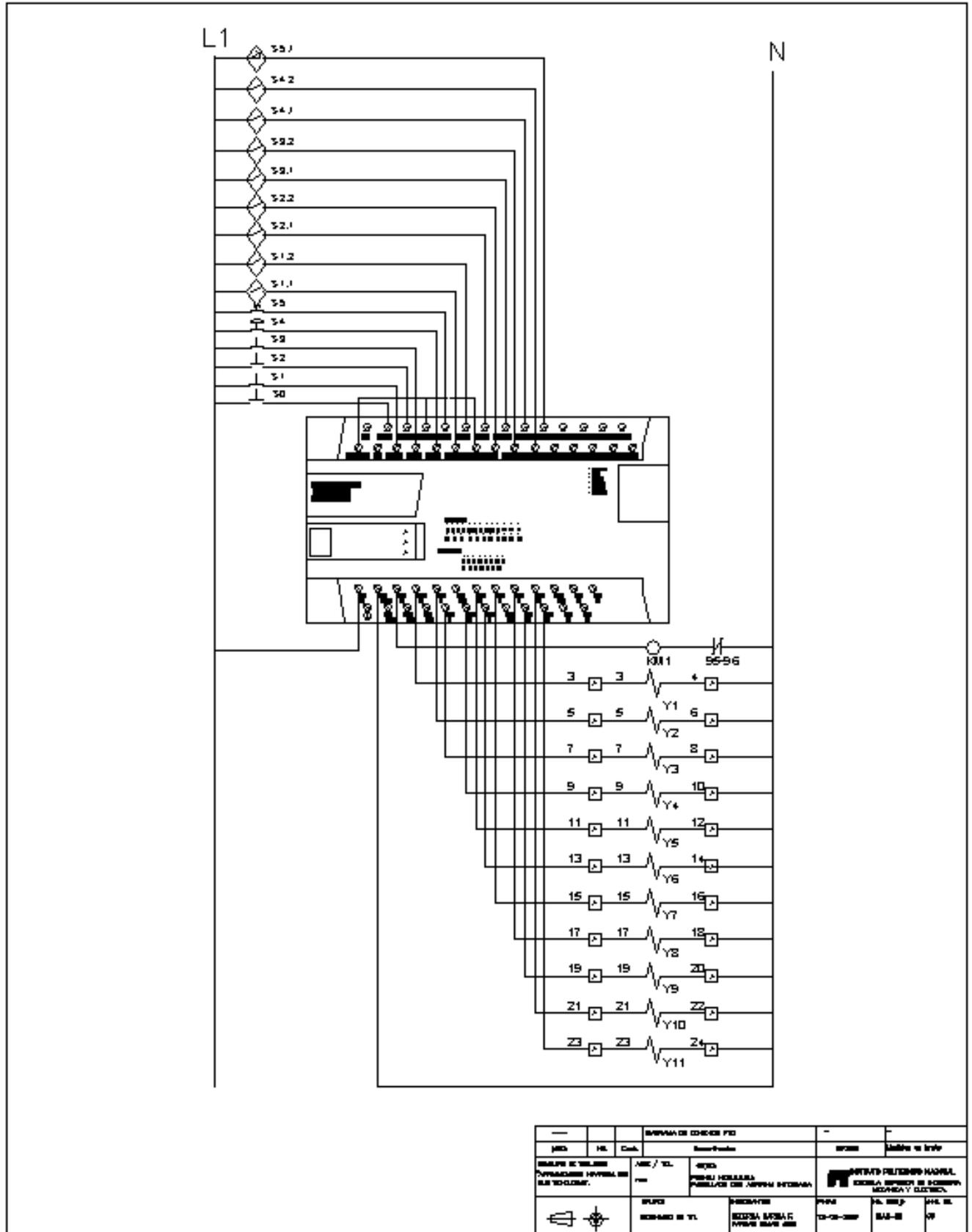








| 01  | 01   | 01           | 01   | 01  | 01                   |
|---|--|--------------|--|---|----------------------|
| parte   | Cent.  | Acot. / Tol. | Descripción  | Materia   | Medida en bruto      |
| SEMINARIO DE TITULACION<br>"AUTOMATIZACION INDUSTRIAL CON<br>SUS TECNOLOGIAS" |  | mm           | (Dejato (sub part))<br>PRESA HIDRAULICA<br>PASTILLADO CON ASPIRINA INTEGRADA | <b>IPN</b><br>INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL<br>ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA<br>MECANICA Y ELECTRICA. |                      |
|   | PROF.<br>EDUARDO SANTILLAN SALAS<br>BEBERRIA GARCIA FCO. RENE<br>ROBERTO FLORES RENTERIA |              | INTEGRANTES DE EQUIPO:<br>BEBERRIA GARCIA FCO. RENE<br>VARGAS ROJAS JOSE     | Fecha<br>05-12-08   | No. Dibujo<br>DIA-06 |
|   |  |              |  |   | Mod. No.<br>00       |







## **Bibliografía.**

Administración de operaciones.

Autor: Roger G. Schroeder.

Editorial: McGraw Hill.

Admón. Una perspectiva global.

Autor: Harold Koontz, Heinz Weilrich.

Editorial: McGraw Hill.

Mecánica de Materiales.

Autor: Robert W. Fitzgerald.

Editorial: Alfaomega.

Mecánica de Materiales.

Autor: Roy R. Craig, Jr.

Editorial: CECSA.

ANGULO,

José M. Micro controladores PIC,

Diseño práctico de aplicaciones.

Segunda edición. McGraw Hill, 1999.

Manual de hidráulica Industrial

Viccars.

Maquinas Eléctricas

Autor: Enríquez Harper

Editorial: Noriega Limusa.

Fundamentos de control de motores

Eléctricos en la industria.

Autor: Enríquez Harper

Editorial: Noriega Limusa.

Diseño de maquinaria.

Autor: Robert L. Norton

Editorial: McGraw Hill.

Diseño de elementos de maquinas.

Autor: Robert L. Mott.

Editorial: Prentice Hall.

Cuarta Edicion.