



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA

INGENIERÍA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

Rehabilitación de Máquina Compactadora.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

PRESENTAN:

Hernández Reyes Víctor Andrés

Vargas Arauz Irving Josué

Vázquez López Ismael

DIRECTORES DE TESIS

M en C. Antonio Obregón Tenorio.

M en C. Torres Rodríguez Ivonne Cecilia.



MÉXICO, D.F.

MAYO 2014

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA
UNIDAD PROFESIONAL "ADOLFO LÓPEZ MATEOS"

TEMA DE TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN TESIS COLECTIVA Y EXAMEN ORAL INDIVIDUAL
DEBERA(N) DESARROLLAR C. VICTOR ANDRÉS HERNÁNDEZ REYES
C. IRVING JOSUÉ VARGAS ARAUZ
C. ISMAEL VÁZQUEZ LÓPEZ

"REHABILITACIÓN DE MÁQUINA COMPACTADORA"

LLEVAR A CABO LA REPARACIÓN Y REHABILITACIÓN DE UNA PRENSA COMPACTADORA ENFARDADORA HORIZONTAL CONTINUA MULTIPRODUCTO, PARA RESIDUOS DE PAPEL, CARTÓN, PLÁSTICOS, PET. EN LAS ÁREAS DE ARRANQUE Y AUTOMATIZACIÓN DE LA MISMA, UTILIZANDO LOS MATERIALES EXISTENTES PARA SU REPARACIÓN; ASÍ COMO IMPLEMENTAR EL SISTEMA HIDRÁULICO Y ELÉCTRICO ADEMÁS DE LA PROGRAMACIÓN DE LA MÁQUINA PARA UN SISTEMA AUTOMÁTICO.

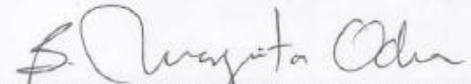
- ANTECEDENTES Y CONCEPTOS GENERALES DE AUTOMATIZACIÓN, ELECTROHIDRÁULICA Y ELÉCTRICA.
- PRENSAS ENFARDADORAS.
- MÁQUINA DE LA RECICLADORA D.L.H.V.S.A.
- SISTEMA DE CONTROL PARA LA MÁQUINA ENFARDADORA.
- ANÁLISIS DE COSTOS Y FACTIBILIDAD DEL PROYECTO.
- RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

MÉXICO D.F., 28 DE MARZO DE 2014.

ASESORES


M. EN C. ANTONIO OBREGÓN TENORIO


M. EN C. IVONE CECILIA TORRES RODRÍGUEZ


DRA. BLANCA MARGARITA OCHOA GALVÁN
JEFE DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO
DE INGENIERÍA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN



DEDICATORIAS

Esta tesis es una pequeña muestra del trabajo que gracias al apoyo, sacrificios, consejos y aliento de muchas personas logran culminar una fase muy importante en mi vida, pero más que nada va dedicada a mi familia, principalmente a mi madre que desde siempre ha sido mi mayor ejemplo, inspiración y razón de la cual nunca me he rendido.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres:

Josefina Hernández Reyes que incondicionalmente siempre ha dado todo por mí, por mi hermano sin pedir nada a cambio para que estemos bien y nunca no falte nada, gracias por todos tus esfuerzos, gracias por todo. Para Cesar Enrique, agradezco que ha estado apoyándome alentándome, motivándome y sobre todo me ha mostrado que para ser padre lo importante es estar ahí.

A mi abuelita:

Margarita Soledad Reyes que es como mi segunda madre uno de mis pilares, agradezco su infinito apoyo, el que nunca nos ha dejado de apoyar a mi hermano, a mi madre ni a mí, sé que sin todas sus enseñanzas consejos y cariño estriamos perdidos.

A mi hermano:

Daniel Ordoñez Hernández agradezco su apoyo, compañía porque pesar de todo siempre ha estado conmigo; espero muy pronto su tesis.

A mis tías y primos:

Agradezco que nunca me ha faltado el apoyo de ninguno de ustedes en especial agradezco Socorro Hernández Reyes ya que sin su ayuda esto no podría ser posible.

A mis amigos y compañeros:

Y al final pero no menos importante un agradecimiento a todos los compañeros y amigos que han estado conmigo apoyándome en las buenas y en las malas, gracias porque en todos estos años he aprendido mucho de ustedes.

Hernández Reyes Víctor Andrés

DEDICATORIAS

Todo el esfuerzo empleado para concluir esta etapa, recae en mis padres por el amor y apoyo que me brindan; en mis hermanos por confiar en mí y alentarme a seguir adelante, en mis amigos que sin interés ni beneficio me otorgan su apoyo y credibilidad.

A estos seres miembros de mi familia solo me queda decirles, esto es por ustedes.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres:

Manuel Vargas y Elsa Arauz, por acompañarme en el camino hasta aquí y por darme el apoyo incondicional que he necesitado, porque a pesar de los retos de la vida me enseñaron que para lograr y triunfar hay que esforzarse. Por cuidar mis pasos y alentarme a dar lo mejor de mí, por su eterno sacrificio y dedicación; gracias por guiarme en mi recorrido y por dejarme a cargo de mis propias decisiones.

A mis hermanos:

José Manuel y Giovanni Vargas, porque además de ser mis hermanos son mis amigos, porque son los principales competidores que hacen que dé, lo mejor día a día. Por su cariño y comprensión que a pesar de los malentendidos siguen a mi lado.

A mis amigos:

Les doy las gracias por creer en mí, por estar a mi lado sin que nada los obligue, por apoyarme y alentarme, por estar a mi lado y hacerme saber lo que valgo. Por quedarse conmigo en las buenas y en las malas, porque cuando los necesito siempre están ahí. Por hacerme parte de su vida y ser parte de la mía.

Vargas Arauz Irving Josué

DEDICATORIAS

A mis padres.
A mis hermanos.
A Ilian Odeth.
A Daniela.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres.

A ustedes les dedico este trabajo como un gran reconocimiento a todo el esfuerzo que me han brindado durante toda mi trayectoria personal y académica, gracias por su paciencia, por sus regaños, por su motivación hacia mí, por nunca perder la fe, pero lo más importante, por haberme apoyado para que terminara una carrera universitaria, los amo, muchas gracias por nunca dejarme solo.

A mis hermanos.

Por estar conmigo en los momentos buenos y malos, por hacerme reír por cualquier tontería con tal de hacer un mal rato más llevadero y por darme consejos incluso en los problemas en los que a pesar de su edad supieron aconsejarme de la mejor manera.

A Daniela.

A pesar de que las cosas no salieron como nos hubiera gustado siempre tendrás mis infinitas gracias por haberme apoyado, por haber creído en mí, por tu paciencia y tu comprensión hacia muchas cosas que se presentaron.

A Ilian Odeth.

Gracias nena de mi vida por ser desde que naciste mi motor para salir adelante y echarle cada día más ganas, todavía eres muy pequeña para entender , pero cuando crezcas un poco más toda la carrera universitaria será una buena historia que estaré muy orgulloso de contarte una y otra vez.

A mis amigos.

Por ser como mí segunda familia durante todos estos años en la universidad, por los buenos y los malos momentos y porque a pesar de que hubo momentos en donde no veíamos el final del semestre siempre lo supimos sacar con una buena sonrisa y con mucha satisfacción.

Vázquez López Ismael

Resumen

Una de las preocupaciones que ha surgido dentro del país y no solo en el nuestro si no en muchos países del mundo es la problemática de la contaminación al medio ambiente por diversos tipos de materiales que desechamos día a día.

Por dicha problemática se ha buscado la manera de reducir estos factores para así ayudar al medio ambiente creando diversos procesos para almacenar, separar, procesar y reutilizar materiales renovables como papel, plástico, cartón, pet , entre otros.

Pero para esto, es necesario cierto tipo de máquinas que ayuden a realizar el proceso de reciclaje en un tiempo menor y con una mayor efectividad.

El hombre a través de los años se dio a la tarea de construir diversas maquinarias con el objetivo de reducir los grandes volúmenes de desperdicios que se generan diariamente, agilizando su almacenamiento y distribución para su posterior reciclaje.

El presente trabajo expone una solución para la rehabilitación de una de estas maquinarias que por causas de un incendio ha quedado prácticamente inservible. Se podrá consultar el análisis, estudio y proceso que se realizó para la reparación del sistema, tanto de control eléctrico e hidráulico de dicha máquina. Además de información del funcionamiento de la misma y los elementos empleados en su rehabilitación.

Planteamiento del problema.

El pasado martes 3 de abril del 2012, se suscitó un incendio, en la recicladora de cartón D.I.H.V.S.A. ubicada en Calzada de la Naranja número 110, en los límites de la delegación Azcapotzalco y el municipio de Naucalpan, Estado de México, .

El suceso se inició alrededor de las 14 horas, en el inmueble con razón social Desperdicios industriales, con un área de 2,500 metros cuadrados, en el que se almacenaban 90 toneladas de cartón y 35 de plástico. Se desconocen las causas del incendio, aunque expertos afirman fue sobrecalentamiento de cables eléctricos cuyo yacimiento brota de la acometida de CFE. Las llamas alcanzaron 15 metros, por lo que bomberos y autoridades tardaron dos horas para sofocar el incendio.

El incidente, dejó a su paso gran cantidad de pérdidas, entre ellas la estructura del edificio, un montacargas, materiales varios y una *máquina compactadora* en la que nos enfocaremos a rehabilitar en este trabajo.

La máquina, sufrió diversos daños por el fuego, especialmente en sus dos tableros, el de arranque y el de control, así como todo su sistema hidráulico y eléctrico. Los daños se resumen a cables y conexiones derretidas, así como el PLC ubicado en el tablero de control, las pastillas y fusibles de la etapa de arranque en el otro tablero y bombas del sistema hidráulico.

La máquina ha quedado inhabilitada por completo por lo que el objetivo de este trabajo es habilitarla a sus mejores condiciones para que pueda estar en marcha de nuevo ya que es de mayor viabilidad repararla que adquirir alguna de marca con un precio elevado al ser un equipo extranjero.

Objetivo general

Llevar a cabo la reparación y rehabilitación de una prensa compactadora enfardadora horizontal continua multiproducto, para residuos de papel, cartón, plásticos y pet. En las áreas de arranque y automatización de la misma, utilizando los materiales existentes para su reparación; así como implementar el sistema hidráulico y eléctrico además de la programación de la máquina para un modo automático.

Objetivos particulares

- Comprender el funcionamiento de la máquina compactadora
- Saber, analizar y aplicar los conocimientos de automatización
- Tener los conocimientos para la programación del PLC.
- Investigar, comprender e implementar el sistema hidráulico.
- Mejorar el funcionamiento de la máquina para implementar un proceso en modo automático

Justificación.

Dentro del sector industrial, la implementación de este proyecto, resulta una alternativa que resolverá los problemas tanto técnicos como económicos para la empresa RECICLADORA DIHVSA ya que resulta más económico llevar a cabo la reparación de una de sus máquinas compactadoras que obteniendo una en el extranjero con precios que van desde los \$80, 000 hasta los \$120, 000 dólares.

Es mucha la materia que se pierde pudiéndose reutilizar para fabricar y reciclar nuevo producto, quizás gran parte de la gente piensa que el papel y el cartón usado ya no sirve y por eso debe tirarse. Pero este material de desperdicio tiene valor comercial y se puede conservar utilizándolo para el reciclaje. Este material cuando es desechado muchas veces ocupa espacio, contamina y da mal aspecto al ambiente que nos rodea. Desde una medida estandarizada se pueden conseguir bloques o fardos de dicho material, para que luego de esta acción se pueda lograr que estos materiales estén organizados, ocupen menos lugar y estén disponibles para su respectivo reciclaje.

La compactación mediante compactadores estáticos y contenedores o mediante auto compactadores permite optimizar la gestión y logística de estos residuos.

El reparar una máquina de esta magnitud representa una gran oportunidad para poner en práctica, conocimientos obtenidos a lo largo de la Ingeniería en Control y Automatización, debido que el equipo a reparar involucra una extensa área de sistema hidráulico, una etapa de potencia y arranque de motor, conexión eléctrica y un sistema de control donde se requiere de la implementación de un PLC para la operación de la misma.

Índice.

Resumen.....	v
Planteamiento del problema.	vi
Objetivo general	vii
Objetivos particulares	vii
Justificación	viii
Índice.....	ix
Índice de tablas y figuras.....	xii
Capítulo I–Antecedentes y conceptos generales de automatización, electrohidráulica y eléctrica.....	1
1.1 Antecedentes del compactador	2
1.2 Conceptos Eléctricos ,	4
1.2.1 Corriente Continua y Corriente Alterna	4
1.3 Conexión en motores eléctricos de inducción trifásica	5
1.3.1 Conexión de motores trifásicos	5
1.3.2 Cantidad de terminales de conexión	6
1.3.3 Marcación de terminales de conexión	7
1.4 Sistema Hidráulico	9
1.4.1 Principios de Hidráulica	10
1.4.2 Principio de Pascal	10
1.4.3 Estática de fluidos o hidrostática	11
1.5 Dispositivos Hidráulicos	11
1.5.1 Bombas	11
1.6 Actuadores	14
1.6.1 Construcción y funcionamiento de un cilindro hidráulico	14
1.6.2 Control de Presión	15
1.7 Arranque a tensión reducida por resistencias reactancias primarias	18
1.8 PLC (Controlador Lógico Programable)	19
1.8.1 Sistema de programación en escalera (Ladder)	20

Capítulo II – Prensas enfardadoras.	22
2.1 Reciclaje de papel y cartón.....	23
2.2 ¿Qué es una máquina enfardadora?	24
2.3 Tipos de máquinas compactadoras y sus características.....	25
2.3.1 Compactadores, Auto compactadores y contenedores.....	25
2.3.2 Compactación inteligente.	25
2.3.3 Alta funcionalidad.....	26
2.3.4 Construcción robusta.	26
2.3.5 Eficacia y seguridad.....	27
2.3.6 Prensas continuas enfardadoras.	27
2.3.7 Potente sistema Hidráulico.....	28
2.3.8 Avanzado sistema de control.	28
2.3.9 Sistema eficaz de atado.	29
2.3.10 Prensas Pulper.	29
2.3.11 Sólida estructura.....	30
2.3.12 Prensas verticales.	30
2.3.13 Compactación inteligente.	31
 Capítulo III – Máquina de la recicladora D.I.H.V.S.A	 32
3.1 Condiciones de la máquina	33
3.2 METODOLOGIA EMPLEADA.....	34
3.3 Sistema eléctrico y de control electromagnético	35
3.4 Características del motor	40
3.5 Sistema hidráulico de la máquina.	42
3.5.1 Localización y función de actuadores.....	46
3.5.2 Mangueras.....	48
3.5.3 Alimentación a sistema hidráulico	49
 Capítulo IV- Sistema de control para la máquina enfardadora.....	 53
4.1 sistema de control.....	54
4.1.1 PLC Master-K120S	54

4.2 Sistema de control de la máquina	56
4.2.1 Condiciones de operación para el PLC.....	57
4.3 Instalación y construcción del tablero de control	59
4.4 Obtención de señales-Entradas y Salidas	62
4.5 Creación de un nuevo proyecto en KGL_WE	63
4.6 Programación de PLC.....	65
Capítulo V-Análisis de costos y factibilidad del proyecto	68
5.1 ¿Por qué Reparar una máquina Enfardadora?	69
5.2 Análisis de costos del proyecto	70
5.3 Resumen de costos y beneficios	72
Capítulo VI- Resultados y Conclusiones.....	73
6.1 Resultados.....	74
6.2 Conclusiones	75
Bibliografías	76
Glosario	77
Anexos	78
Anexo 1 Mantenimiento preventivo para máquina enfardadora	79
Anexo 2 Tabla para la de selección de cables.	106
Anexo 3 Descripción de las mangueras flexibles tipo 100R	107
Anexo 4 Contactor LC!-F115	108

Índice de tablas y figuras.

Capítulo I—Antecedentes y conceptos generales de automatización, electrohidráulica y eléctrica.	1
<i>Tabla 1. 1 Conexión de motores.....</i>	5
<i>Tabla 1. 2 Combinación de conexiones</i>	6
<i>Tabla 1. 3 Terminales de conexión</i>	6
<i>Tabla 1. 4 tipos de conexiones para motor eléctrico.....</i>	7
<i>Tabla 1.5 Elementos usados en la programación escalera</i>	21
<i>Figura 1. 1 Esquema de la primera prensa hidráulica de Bramah (1770)</i>	2
<i>Figura 1. 2 Diagrama de una enfardadora vertical y de un compactador y banda transportadora horizontales.</i>	3
<i>Figura 1. 3 A) Forma de onda de un generador de corriente continua de una sola espira. B) Forma de onda con más de una espira.</i>	4
<i>Figura 1. 4 Formas de onda más comunes para la corriente alterna</i>	4
<i>Figura 1. 5 Prensa hidráulica sencilla.</i>	10
<i>Figura 1. 6 Bomba de engranes</i>	12
<i>Figura 1. 7 Bomba de paletas.....</i>	13
<i>Figura 1. 8 Bomba de pistones</i>	14
<i>Figura 1. 9 cilindro típico</i>	15
<i>Figura 1. 10 Tipos de válvulas.....</i>	16
<i>Figura 1. 11 Bloque de montaje</i>	17
<i>Figura 1. 12 Bloque taladrado lleva pasajes de interconexiones que elimina tuberías entra válvulas.</i>	17
<i>Figura 1. 13 Válvula direccional</i>	18
<i>Figura 1. 14 Arranque por resistencias o reactancia primaria</i>	19
<i>Figura 1. 15 PLC'S De diferentes marcas</i>	20
Capítulo II – Prensas enfardadoras.	22
<i>Figura 2. 1 Fardos de cartón.....</i>	24
<i>Figura 2. 2 Compactadoras y contenedores.</i>	25
<i>Figura 2. 3 Compactadora inteligente.</i>	25
<i>Figura 2. 4 Boca de carga</i>	26
<i>Figura 2. 5 Sistemas robustos.....</i>	26

<i>Figura 2. 6 Cuchillas de corte de los fardos</i>	27
<i>Figura 2. 7 Enfardadora tipo continua</i>	27
<i>Figura 2. 8 Sistema hidráulico de la máquina</i>	28
<i>Figura 2. 9 Tablero de control</i>	28
<i>Figura 2. 10 Balas de atado de los fardos</i>	29
<i>Figura 2. 11 Prensas Pulper</i>	29
<i>Figura 2. 12 Estructura completa de las máquinas</i>	30
<i>Figura 2. 13 Prensas verticales</i>	30
<i>Figura 2. 14 Sistema del compactado automático</i>	31
Capítulo III – Máquina de la recicladora D.I.H.V.S.A	32
Tabla 3.1 Elementos eléctricos	35
Tabla 3.2 Elementos hidráulicos.	42
<i>Figura 3. 1 Circuito de control y fuerza empleado</i>	37
<i>Figura 3. 2 Elementos del tablero de control</i>	38
<i>Figura 3. 3 Conexión pretendida a tensión plena</i>	39
<i>Figura 3. 4 Diagrama de fuerza y control pretendido a tensión reducida</i>	40
<i>Figura 3.5 Motor trifásico de la máquina</i>	40
<i>Figura 3. 6 Conexión a motor</i>	41
<i>Figura 3.7 Diagrama hidráulico</i>	44
<i>Figura 3.8 Acoplamiento de válvulas direccionales</i>	44
<i>Figura 3.9 Válvula direccional para Pistón B</i>	45
<i>Figura 3.10 Válvulas ON/OFF</i>	46
<i>Figura 3. 11 Pistón principal</i>	46
<i>Figura 3.12 Segundo pistón (Pisón)</i>	47
<i>Figura 3. 13 Tercer pistón</i>	47
<i>Figura 3. 14 Máquina Enfardadora</i>	48
<i>Figura 3.15 Mangueras flexibles</i>	48
<i>Figura 3. 16 Coplee de motor y bombas</i>	49
<i>Figura 3. 17 Bomba de doble caudal</i>	49
<i>Figura 3. 18 Bomba de 22 galones</i>	50

Figura 3. 19 Manifold.....	50
Figura 3. 20 Válvula direccional	51
Figura 3. 21 Válvula direccional para pisón	51
Figura 3.22 Válvula check.....	52
Capítulo IV- Sistema de control para la máquina enfardadora	533
Tabla 4.1 Elementos para control de máquina.	600
<i>Figura 4. 1 PLC Master-K120S</i>	544
<i>Figura 4. 2 Esquema de PLC Master-K120S (Económico).....</i>	555
<i>Figura 4. 3 PLC Master-K120s.....</i>	566
<i>Figura 4.4 Esquema de programación</i>	588
<i>Figura 4.5 Esquema de conexión de PLC.....</i>	588
<i>Figura 4. 6 Conexión de PLC</i>	611
<i>Figura 4. 7 Entradas y salidas.....</i>	622
<i>Figura 4.8 Nuevo proyecto.....</i>	633
<i>Figura 4.9 Propiedades del proyecto</i>	633
<i>Figura 4.10 Ventana de programación</i>	644
<i>Figura 4. 11 Control manual</i>	655
<i>Figura 4. 12 Activación de bobinas.....</i>	655
<i>Figura 4. 13 Programación del pistón</i>	666
<i>Figura 4. 14 Control automático.....</i>	666
<i>Figura 4. 15 Condiciones de operación.....</i>	677
<i>Figura 4. 16 Repetición de ciclo</i>	677
Capítulo V-Análisis de costos y factibilidad del proyecto	688
Tabla 5.1 Elementos de máquina.	700
Tabla 5.2 Desarrollo de Ingeniería	722
Tabla 5.3 Relación de costos.	722
<i>Figura 5.1 Relación de costos.....</i>	722

www.maquinariachicago.com

Capítulo I–Antecedentes y conceptos generales de automatización, electrohidráulica y eléctrica.

www.teranmachinery.com

1.1 Antecedentes del compactador.

Hacia 1650, el físico y matemático francés Blaise Pascal (1623-1662) realizó un experimento que sentó las bases del futuro desarrollo de la hidrostática. Pascal comprobó que cuando se aplica una presión a un líquido encerrado y estático, dicha presión es uniformemente transmitida a todas las partículas del fluido y con ello a las paredes del recipiente contenedor. En base a ello, formuló el principio que lleva su nombre en el famoso Tratado del Equilibrio de los Líquidos: la presión ejercida sobre un líquido confinado y en reposo se transmite integralmente a todos los puntos de este.

La prensa hidráulica, desarrollada hacia 1770 por el industrial inglés Joseph Bramah (1749-1814), es una aplicación directa del principio de Pascal. Consiste, en esencia, en dos cilindros de diferente sección comunicados entre sí, y cuyo interior está completamente lleno de un líquido que puede ser agua o aceite. Dos émbolos de secciones diferentes se ajustan, respectivamente, en cada uno de los dos cilindros, de modo que estén en contacto con el líquido. La fuerza que actúa en la superficie del émbolo menor se transmite a través del fluido hacia el otro émbolo, dando lugar a una fuerza mayor que la primera (en la misma proporción que la superficie de ambos émbolos). Esta primera prensa hidráulica conseguía presiones relativamente pequeñas y no era utilizable para la deformación de metales. Fueron los hermanos Perier quienes, algunos años más tarde, desarrollaron la máquina de Bramah permitiendo alcanzar presiones más altas (sobre 70 kg/cm²), haciéndola apta para trabajos más duros, como el acuñado de monedas o la deformación de plomo. Sin embargo, la aplicación de la prensa hidráulica para el trabajo del hierro no se produce hasta mediados del siglo XIX, especialmente tras la aparición del modelo desarrollado por el austriaco Haswell, de mucho mayor tamaño y capacidad de presión. A partir de entonces la prensa hidráulica, gracias a la altísima fuerza resultante conseguida, se generaliza para operaciones de elevadas solicitaciones, como el embutido profundo.

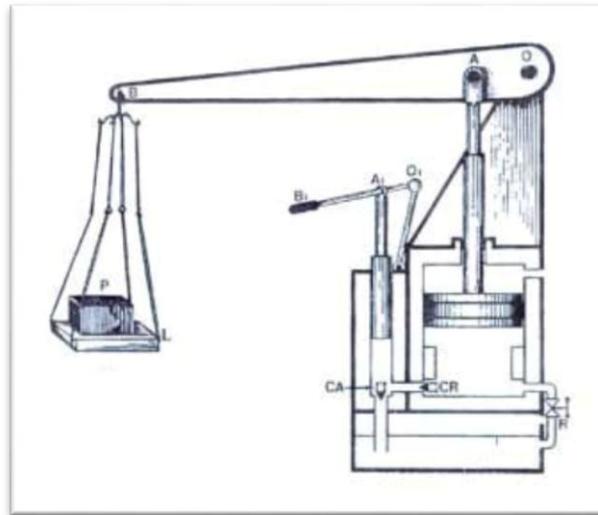


Figura 1. 1 Esquema de la primera prensa hidráulica de Bramah (1770)

Los equipos de compactar y enfardar reducen grandes cantidades de desperdicios a unidades más manejables por medio de émbolos motorizados. Es posible que estas máquinas sean usadas por compañías fabricantes para comprimir y enfardar grandes cantidades de materiales de desecho y chatarra como papel, algodón y metales y por las industrias de ventas al por menor y de servicio para comprimir papel y cajas de cartón. Las compactadoras comprimen los materiales de desecho en contenedores para su transporte. Los equipos de enfardar están diseñados para comprimir materiales y producir fardos o pacas (atados o desatados) que puedan ser manipulados y transportados como una unidad de material.

Los equipos de compactar y enfardar materiales de desecho se encuentran disponibles en muchos tamaños y configuraciones. Estas máquinas pueden tener uno o más émbolos para comprimir materiales o moldear a presión fardos o pacas. Los émbolos pueden moverse vertical u horizontalmente (Figura 1.2).

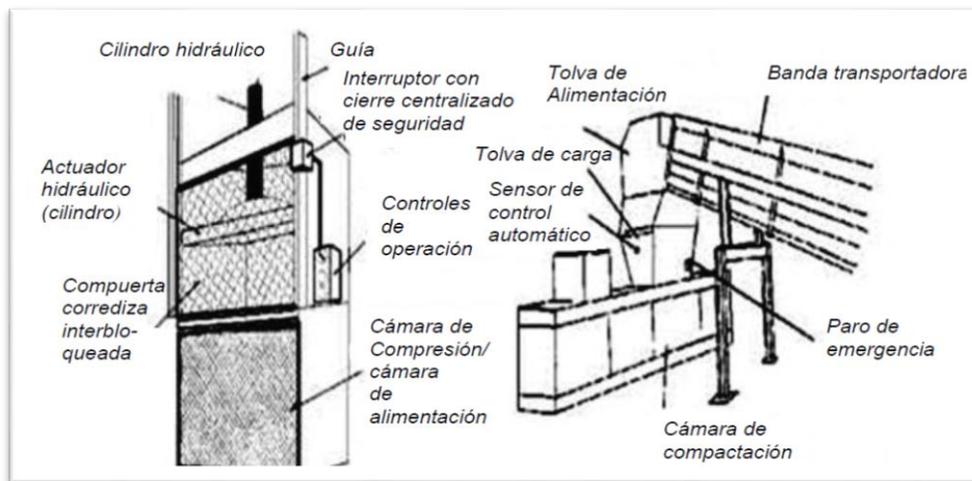


Figura 1. 2 Diagrama de una enfardadora vertical y de un compactador y banda transportadora horizontales.

Algunos tipos de equipos permiten el acceso directo a la cámara de compactación. Otros cuentan con una tolva o vertedor por el que se arrojan los materiales a la máquina. En las empresas en las que el procesamiento de materiales de desecho es una consecuencia de la operación principal (como por ejemplo en las industrias de ventas al por menor o de servicios), las operaciones de carga y compactación pueden hacerse como actividades de trabajo separadas; es decir, materiales que pueden cargarse intermitentemente hasta que la cámara esté llena y luego se compactan. De manera alternativa, en negocios donde la operación principal es compactar materiales de desecho y chatarra o donde se procesan diariamente grandes volúmenes de materiales de desecho, las actividades de carga y compactación son continuas.

Las máquinas pueden funcionar en una modalidad manual, semiautomática o automática. En la modalidad manual, un interruptor operado por un trabajador controla el movimiento del émbolo. En la modalidad semiautomática, un operador inicia la compactación, después de lo cual la máquina completa automáticamente el ciclo. En la modalidad automática, un sensor dentro de la cámara de compactación emite una señal cuando la cámara está llena y activa el ciclo de compactación.^[1]

1.2 Conceptos Eléctricos,

El sistema eléctrico es un conjunto de dispositivos que tienen la tarea de suministrar la energía necesaria para el arranque de los equipos eléctricos, así como su correcto funcionamiento.

El suministro de energía debe ser lo más confiable tanto en rendimiento como en calidad, debido que una interrupción de este servicio provocaría problemas técnicos y de producción en la planta donde se manipule con este sistema.

1.2.1 Corriente Continua y Corriente Alterna

Se denomina corriente continua (CC) o corriente directa (CD) a la corriente con cargas eléctricas que fluyen en un solo sentido del circuito eléctrico, viajando del polo negativo al positivo constantemente de una fuente de fuerza electromotriz. La figura 1.3 muestra el comportamiento que tiene esta corriente.

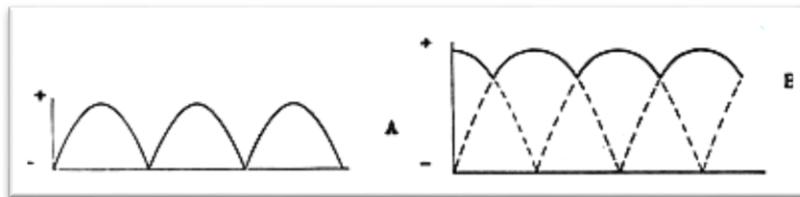


Figura 1.3 A) Forma de onda de un generador de corriente continua de una sola espira.

B) Forma de onda con más de una espira.

La corriente alterna se nombra de este modo por el comportamiento periódico que tiene en sus valores de polaridad, partiendo de cero esta corriente viajara a su nivel máximo positivo y posteriormente se direcciona a su valor máximo negativo pasando por cero, repitiendo el ciclo como se muestra en la figura 1.4.^[2]

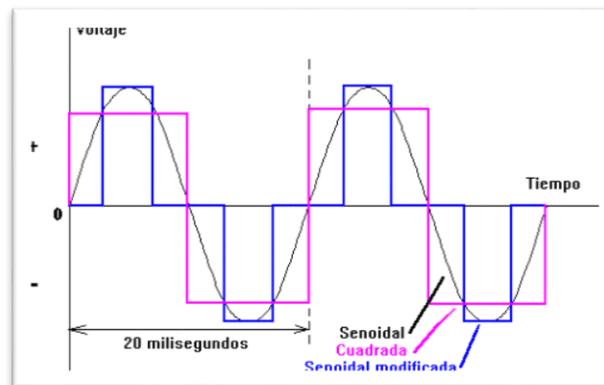


Figura 1.4 Formas de onda más comunes para la corriente alterna

1.3 Conexión en motores eléctricos de inducción trifásica

El instituto encargado de preparar, revisar y analizar las normas técnicas en la fabricación de motores eléctricos a nivel internacional es la Comisión Electrotécnica Internacional (I.E.C.), con sede en Suiza, y en los Estados Unidos de Norte América lo hace la Asociación de Fabricantes Eléctricos Nacionales (NEMA). A nivel mundial los fabricantes de motores adoptan las normas de marcación de terminales de acuerdo con la normalización vigente en su respectivo país, derivadas principalmente de las normativas I.E.C. y NEMA. Destacándose que en los motores fabricados bajo norma NEMA sus cables de conexión son marcados con números desde el 1 al 12 y los fabricados bajo norma IEC tienen una marcación que combina las letras U, V, W y los números desde el 1 hasta el 6. Los diseños incluyen las tensiones a las cuales podrán ser energizados y cada norma en particular realiza su marcación de terminales de conexión. La gran mayoría de fabricantes diseñan los motores con bobinados para operar a dos tensiones de servicio, destacándose que los Motores NEMA tienen una relación de conexionado de 1: 2, es decir que una tensión es el doble de la otra. ^[3]

1.3.1 Conexión de motores trifásicos

En los motores eléctricos trifásicos con rotor Jaula de Ardilla podemos encontrar las conexiones que se ilustran en la tabla 1.1.

Tabla 1.1 CONEXIÓN DE MOTORES

SIMBOLOGIA DE LA CONEXIÓN	DESCRIPCION DE LA CONEXIÓN	OBSERVACIONES
Y	ESTRELLA	Generalmente usado en motores NEMA para la transmisión más alta y en potencias hasta 20 HP, usada en motores IEC para la mayor tensión
YY	ESTRELLA DOBLE O ESTRELLA PARELELA	Generalmente usada en motores NEMA para la menor tensión y potencias hasta 20 HP y en motores IEC para la menor tensión y en potencias hasta 9 HP
Δ	TRIANGULO	En motores IEC usada para la menor tensión en cualquier potencia para motores NEMA usada para la mayor tensión y en potencias mayores que 20 HP
$\Delta\Delta$	TRIANGULO DOBLE O TRIANGULO PARALELO	En motores IEC usada para tensión menor y potencias mayores que 9 HP y en motores NEMA para la menor tensión y potencias mayores que 20 HP

De acuerdo con la tabla No. 1 los fabricantes efectúan combinaciones de estas conexiones para que los motores puedan funcionar con las dos tensiones deservicio a las cuales fueron diseñados, Como se puede observar en la tabla 1.2.

Tabla 1. 2 Combinación de conexiones

SIMBOLOGIA DE LA CONEXIÓN	DESCRIPCION DE LA CONEXIÓN	OBSERVACIONES
Δ	TRIANGULO PARA LA MENOR TENSION ESTRELLA PARA LA MAYOR TENSION	Muy poco usada en motores NEMA y muy frecuente en motores IEC. Posibilita que el motor pueda arrancar en Estrella Triangulo en la menor tensión. También usada en motores de una sola tensión de servicio que arrancan en estrella triangulo.
YY/Y	ESTRELLA DOBLE PARA LA MENOR TENSION ESTRELLA PARA LA MAYOR TENSION	Usada en motores NEMA hasta 20 HP e IEC hasta 9 HP
$\Delta\Delta/\Delta$	TRIANGULO PARA LA MAYOR TENSION TRIANGULO DOBLE PARA LA MENOR TENSION	Usada en motores IEC con potencias mayores que 7.5 HP y motores NEMA con potencias mayores que 20 HP

1.3.2 Cantidad de terminales de conexión

La cantidad de terminales de conexión varía de acuerdo con los diseños específicos realizados por los fabricantes y con las formas en las cuales pueden ser arrancados los motores (directo, estrella, triángulo, entre otros). De conformidad con lo anterior es posible construir la tabla 1.3.

Tabla 1. 3 Terminales de Conexión

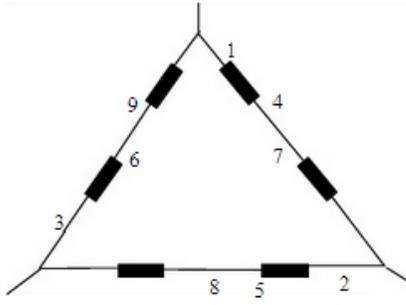
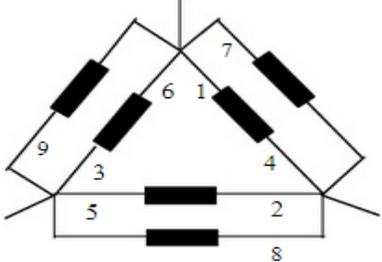
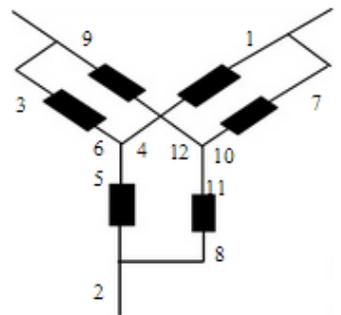
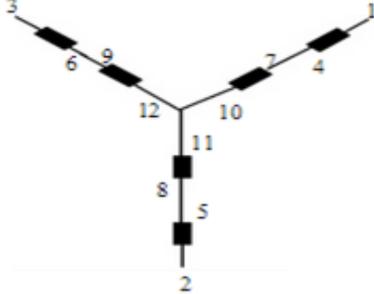
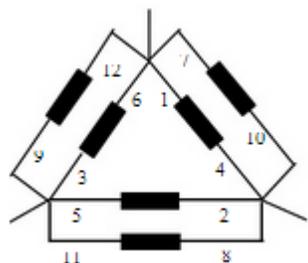
ITEM	CONEXIÓN DE TERMINALES DE CONEXIÓN	CANTIDAD DE TERMINALES DE CONEXIÓN	COMENTARIOS Y OBSERVACIONES
1	INTERIOR	3	Motor para ser energizado únicamente a una sola tensión de servicio. La conexión es interna: Arranque directo
2	Δ	6	Es posible realizar arranque estrella-triangulo. Motor para conectar a un voltaje único
3	Δ/Y	6	El motor puede ser arrancado estrella-triangulo en la menor tensión
4	YY/Y	9	Motor solo para el arranque directo en cualquier voltaje
5	$\Delta\Delta/\Delta$	9	Idem Item No. 4
6	YY/Y	12	Idem Item No. 5
7	$\Delta\Delta\Delta$	12	En la mayoría de casos el motor puede ser arrancado estrella-triangulo en ambas tensiones

1.3.3 Marcación de terminales de conexión

A continuación se ilustran la marcación de terminales según la norma americana NEMA y de acuerdo con la cantidad de terminales de conexión.^[3]

Tabla 1. 4 tipos de conexiones para motor eléctrico.

Tipos de conexiones		
Seis terminales		
Conexión Y : Norma NEMA		<p>Unir 4-5-6 y aislar Conectar L1-L2 Y L3 a las terminales 1-2-3</p>
Conexión Δ: Norma NEMA		<p>Unir 1-6 y alimentar con L1 Unir 2-4 y alimentar con L2 Unir 3-5 y alimentar con L3</p>
Nueve terminales		
Conexión YY: Norma NEMA		<p>Unir 4-5-6 y Aislar Unir 1-7 y alimentar con L1 Unir 2-8 y alimentar con L2 Unir 3-9 y alimentar con L3</p>
Conexión Y: Norma NEMA		<p>Unir 4-6 y Aislar Unir 5-8 y Aislar Unir 6-9 y Aislar Conectar L1, L2 Y L3 a las terminales 1,2 y 3 respectivamente</p>

<p>Conexión Δ: Norma NEMA</p>		<p>Unir 4-7 y Aislar Unir 5-8 y Aislar Unir 6-9 y Aislar Alimentar por 1 con L1 Alimentar por 2 con L2 Alimentar por 3 con L3</p>
<p>Conexión $\Delta\Delta$: Norma NEMA</p>		<p>Unir 1-6-7 y Alimentar con L1 Unir 2-4-8 y Alimentar con L2 Unir 3-5-9 y Alimentar con L3</p>
<p>Doce terminales</p>		
<p>Conexión YY: Norma NEMA</p>		<p>Unir 4-5-6 y Aislar Unir 10-11-12 y Aislar Unir 1-6-7 y Alimentar con L1 Unir 2-4-8 y Alimentar con L2 Unir 3-5-9 y Alimentar con L3</p>
<p>Conexión Y: Norma NEMA</p>		<p>Unir 10-11-12 y Aislar Unir 4-7 y Aislar Unir 5-8 y Aislar Unir 6-9 y Aislar Conectar L1, L2 Y L3 a las terminales 1,3 Y 3</p>
<p>Conexión $\Delta\Delta$: Norma NEMA</p>		<p>Unir 1-6-7-12 y Alimentar con L1 Unir 2-4-8-10 y Alimentar con L2 Unir 3-5-9--11 y Alimentar con L3</p>

Los anteriores diagramas son aplicables a motores que arrancan en forma directa. Para ampliación de conceptos recomendamos consultar las normas internacionales IEC-34-8 y NEMA MG-1, como también leer y analizar en profundidad los manuales e indicaciones de los fabricantes ya que existen conexiones especiales como la de Devanado Partido, conexión Estrella-Triángulo, y las de motores de doble velocidad, las cuales no se encuentran en este documento.

1.4 Sistema Hidráulico

La Hidráulica es la tecnología que emplea un líquido, bien agua o aceite (normalmente aceites especiales), como modo de transmisión de la energía necesaria para mover y hacer funcionar mecanismos. Básicamente consiste en hacer aumentar la presión de este fluido (el aceite) por medio de elementos del circuito hidráulico (compresor) para utilizarla como un trabajo útil, normalmente en un elemento de salida llamado cilindro. El aumento de esta presión se puede ver y estudiar mediante *el principio de Pascal*.

Los cilindros solo tienen recorrido de avance y retroceso en movimiento rectilíneo, es por eso que si queremos otro movimiento deberemos acoplar al cilindro un mecanismo que haga el cambio de movimiento.

En un sistema hidráulico el aceite sustituye al aire comprimido que se usa en neumática. Muchas excavadoras, el camión de la basura, los coches, etc. utilizan sistemas hidráulicos para mover mecanismos que están unidos a un cilindro hidráulico movido por aceite.

Al llamarse hidráulica puede pensarse que solo usa agua, cosa que no es así, es más casi nunca se usa agua solo se usa aceite. En la teoría si se usa aceite debería llamarse Oleo hidráulica, pero no es así. En la práctica cuando hablamos de sistemas por aceite, agua o cualquier fluido líquido usamos la palabra hidráulica.^[4]

Si comparamos un sistema neumático con uno hidráulico podemos apreciar lo siguiente:

- Al funcionar con aceite, admite mucha más presión, con lo que también se puede efectuar más fuerza. Por lo tanto cuando necesitemos un sistema con mucha fuerza usaremos el sistema hidráulico y no el neumático.
- Es más fácil regular la velocidad de avance o retroceso de los cilindros, incluso se puede llegar a detener el cilindro hidráulico.
- En los sistemas hidráulicos el aceite es en circuito cerrado.
- Una de las cosas más importantes de la Hidráulica es auto lubricante. Por supuesto el aceite que usa ya lubrica el mismo los elementos del circuito.
- Para acabar diremos que estos sistemas tienen las **desventajas** de que son más sucios que los neumáticos, el aceite es inflamable y explosivo, que los elementos de los circuitos son más costosos que los neumáticos, el aceite es más sensible a los cambios de la temperatura que el aire, y que hay que cambiar el aceite cada cierto tiempo con el consiguiente gasto añadido.^[5]

1.4.1 Principios de Hidráulica

Dos conceptos relevantes para la hidráulica son la fuerza y la presión. Siendo la primera toda acción capaz de cambiar de posición un objeto, por ejemplo el peso de un cuerpo es la fuerza que ejerce, sobre el suelo, como se muestra en la *ecuación 1*; y la segunda es el resultado de dividir esa fuerza por la superficie que dicho objeto tiene en contacto con el suelo como se muestra en la *ecuación 2*.

$$F = m * a \quad (1)$$

$$P = \frac{F}{A} \quad (2)$$

1.4.2 Principio de Pascal

La rama de la hidráulica que nos interesa empezó a usarse a partir del siglo XVII. Basada en un principio descubierto por el científico Francés Pascal, se refiere al empleo de fluidos confinados para transmitir energía, multiplicando la fuerza y modificando el movimiento.

La ley de Pascal, enunciada sencillamente, dice: La presión aplicada a un fluido confinado se transmite íntegramente en todas las direcciones y ejerce fuerzas iguales sobre áreas iguales, actuando estas fuerzas normalmente a las paredes del recipiente.

El principio de Pascal fundamenta el funcionamiento de las genéricamente llamadas máquinas hidráulicas. En los primeros años de la revolución industrial, un mecánico británico llamado Joseph Bramah utilizó el descubrimiento de Pascal para desarrollar una prensa hidráulica.

Bramah pensó que si una pequeña fuerza, actuando sobre un área pequeña, crea una fuerza proporcionalmente más grande sobre un área mayor, el único límite a la fuerza que puede ejercer una máquina es el área a la cual se aplica la presión.

En la figura 1.5, muestra que si se ejerce una fuerza (F_1), sobre el actuador hidráulico pequeño, la presión ejercida se transmite, tal como lo observó Pascal, a todos los puntos del fluido dentro del recinto y produce fuerzas perpendiculares a las paredes. El área (A_2), representada por el actuador hidráulico grande, siente una fuerza (F_2) de manera que mientras el actuador hidráulico chico baja, el grande sube. ^[5]

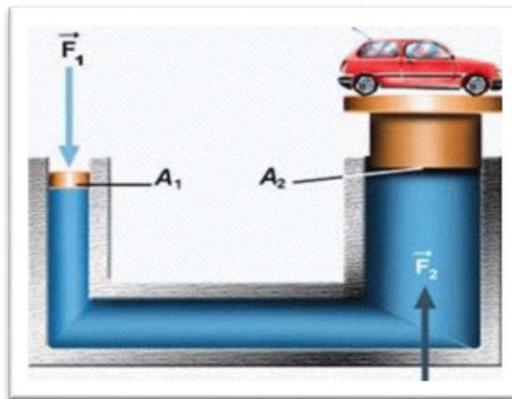


Figura 1. 5 Prensa hidráulica sencilla.

La presión sobre los actuadores hidráulicos es la misma pero la fuerza no. Como $P_1=P_2$ (porque la presión interna es la misma para todos los puntos), por esto F_1/A_1 es igual a F_2/A_2 por lo que despejando un término tenemos:

$$F_2 = F_1 \left(\frac{A_2}{A_1} \right) \quad (3)$$

1.4.3 Estática de fluidos o hidrostática

Una característica fundamental de cualquier fluido en reposo es que la fuerza ejercida sobre cualquier partícula del fluido es la misma en todas direcciones. Si las fuerzas fueran desiguales, la partícula se desplazaría en dirección de la fuerza resultante, de ello se deduce que la fuerza por unidad de superficie (la presión) que el fluido ejerce contra las paredes del recipiente que lo contiene, sea cual sea su forma, es perpendicular a la pared en cada punto. Si la presión no fuera perpendicular, la fuerza tendría una componente tangencial no equilibrada y el fluido se movería a lo largo de la pared.^[5]

1.5 Dispositivos Hidráulicos

Las unidades de potencia son sistemas hidráulicos complejos 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 eléctrico, una bomba, válvulas de control hidráulico, un tanque, entre otros dispositivos y están listas para ser conectadas a uno o dos cilindros o también hacia unos o dos motores.^[5]

1.5.1 Bombas

En un sistema hidráulico, la bomba convierte la energía mecánica de rotación en energía hidráulica (potencia hidráulica) impulsando fluido al sistema.

Todas las bombas funcionan según el mismo principio, generando un volumen que va aumentando en el lado de entrada y disminuyendo en el lado de salida; pero los distintos tipos de bombas varían mucho en método y en sofisticación. Para determinar la potencia hidráulica en CV se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia Hidráulica (HP)} = GPM * PSI + 0,00583 \quad (4)$$

$$\text{Potencia Hidráulica (Kilowatts)} = LPM * BAR / 600 \quad (5)$$

Estudiaremos los tres tipos de bombas más conocidos de bombas: bombas de engranes, de paletas y de pistones.^[5]

1.5.1.1 Bombas de Engranés

Una bomba de engranes figura 1.6 suministra un caudal, transportando el fluido entre los dientes de dos engranes bien acoplados. Uno de los engranes es accionado por el eje de la bomba y hace girar el otro. Las cámaras de bombeo formadas entre los dientes de los engranes están cerradas por el cuerpo de la bomba y por placas laterales (llamadas frecuentemente placas de presión o de desgaste).

Las bombas de engranes no están equilibradas hidráulicamente debido a que la alta presión en el orificio de salida impone una carga no equilibrada sobre los engranes y cojinetes. Cojinetes grandes incorporados en este diseño equilibran estas cargas, estas bombas pueden trabajar a presiones de hasta 3600 PSI (248.18 BAR) con una compensación adecuada de las cargas axiales.^[5]

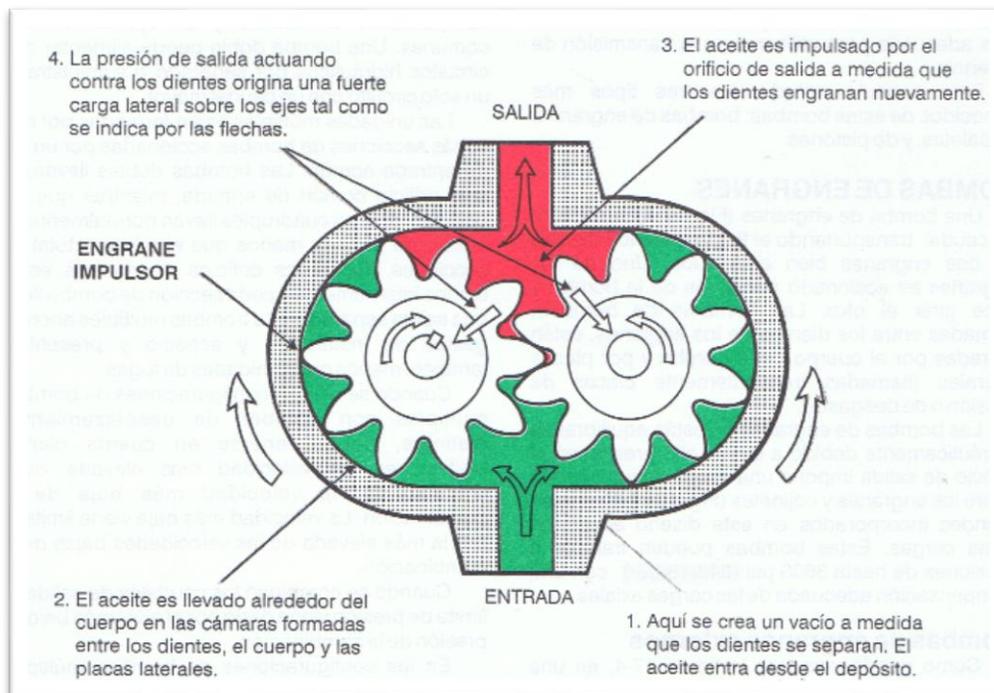


Figura 1. 6 Bomba de Engranés

1.5.1.2 Bombas de Paletas

El principio de funcionamiento de una bomba de paletas está ilustrado en la figura 1.7. Un rotor ranurado está acoplado al eje de accionamiento y gira dentro de un anillo ovalado. Dentro de las ranuras del rotor están colocadas las paletas, que siguen la superficie interna del anillo cuando el rotor gira.

El rotor y las paletas funcionan dentro de una carcasa cuyo perfil interior es excéntrico con respecto al eje del árbol de comando. Cuando el rotor gira la fuerza centrífuga empuja las paletas

contra la superficie interior de la carcasa, siendo obligadas a seguir un perfil. De esta manera, las paletas dividen el espacio comprendido entre el rotor y el cárter de una serie de cámaras.

La aspiración de la bomba está situada en el lado en el que debido al sentido de rotación, las cámaras aumentan de volumen creándose así un vacío en este punto. Este vacío es ocupado por el aceite hidráulico procedente del tanque. El aceite retenido entre las paletas es transportado hasta el lado de la boca de presión de la bomba. ^[5]

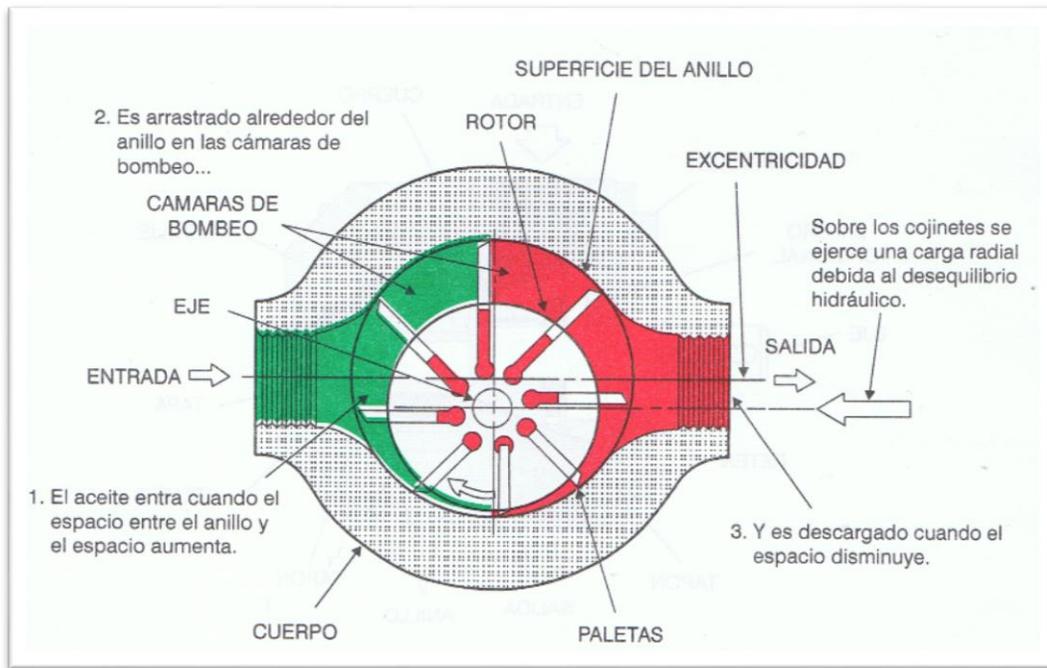


Figura 1. 7 Bomba de Paletas

1.5.1.3 Bombas de Pistones

Todas las bombas de pistones funcionan según el principio de que un pistón, moviéndose alternativamente dentro de un orificio, aspira fluido al retraerse y lo expulsa en su carrera hacia adelante.

Los dos diseños básicos son radial y axial; ambos están disponibles con desplazamiento fijo o variable. Una bomba radial tiene los pistones dispuestos radialmente en un bloque de cilindros o barrilete (figura 1.8), mientras que en las unidades axiales los pistones son paralelos entre sí y con el eje de barrilete. Existen dos versiones para este último tipo: en línea (con una placa inclinada) y en ángulo. ^[5]

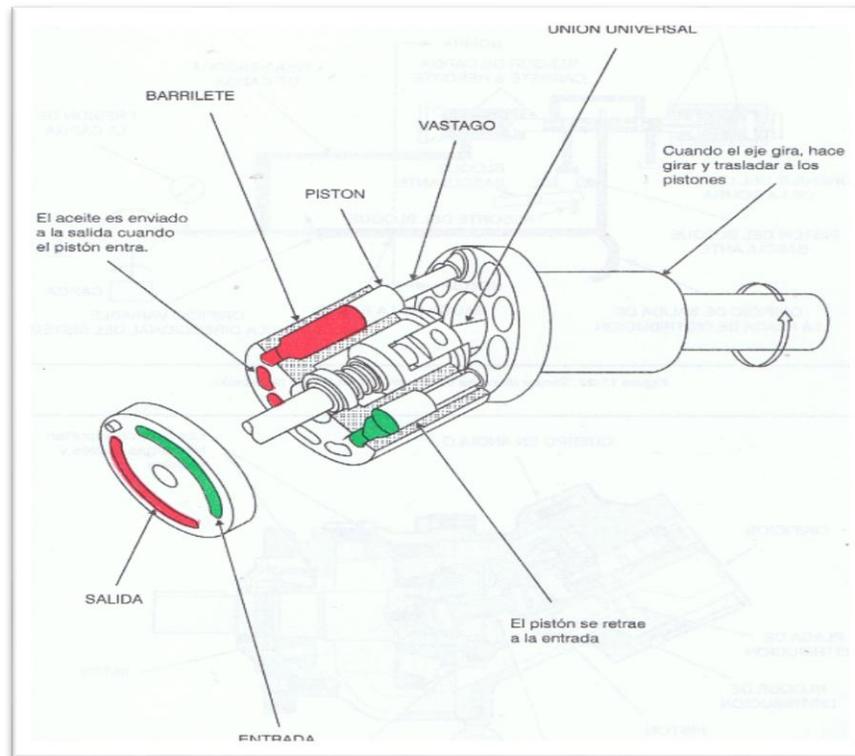


Figura 1. 8 Bomba de Pistones

1.6 Actuadores

El actuador es el componente de interfaz que convierte la potencia hidráulica en potencia mecánica. Un actuador puede ser un cilindro que produce un movimiento lineal o un motor hidráulico que produce un movimiento rotativo. [5]

1.6.1 Construcción y funcionamiento de un cilindro hidráulico

Los cilindros hidráulicos son actuadores lineales. Su fuerza de salida o movimiento, se produce en línea recta. Su función es convertir la potencia hidráulica en potencia lineal mecánica. Entre sus aplicaciones de trabajo se incluyen empujar, arrastrar, inclinar y ejercer presión. El tipo y el diseño del cilindro dependen de las aplicaciones específicas.

El actuador hidráulico es quizás el más simple de los actuadores. Tiene una sola cámara de fluido y ejerce fuerza en una sola dirección. Se utiliza en aplicaciones en las que se necesita estabilidad sobre cargas pesadas.

La figura 1.9 muestra la sección recta de un cilindro hidráulico industrial típico. El vástago del pistón de acero cromado y el conjunto del pistón son las piezas móviles. Se añaden al conjunto un casquillo o un émbolo, amortiguador cuando se desea amortiguar. El conjunto que contiene la presión se constituye con una tapa de acero o una cabeza ciega, un cuerpo de acero rectificado a medida, una tapa final del vástago y el cojinete de este. [5]

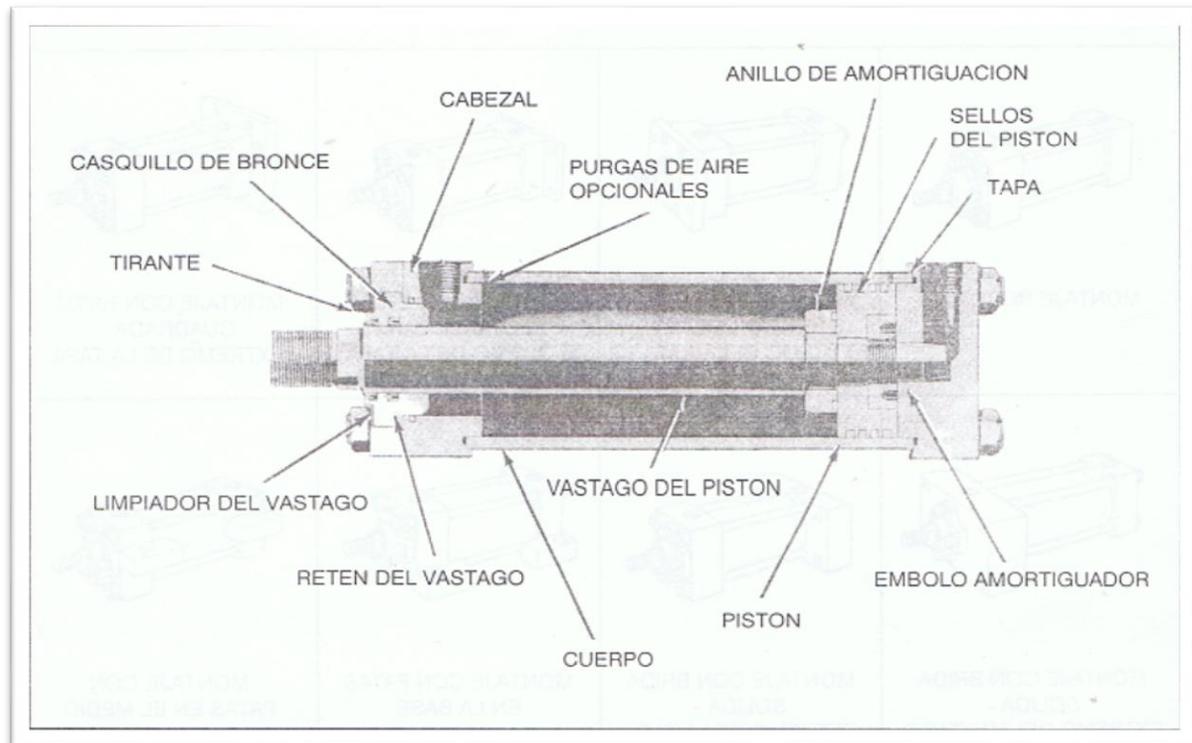


Figura 1. 9 cilindro típico

Se utilizan varillas y tuercas (o tapas con cuerda) para mantener juntas las tapas y el cuerpo. Las juntas estáticas mantienen sellada la presión. El cojinete se retiene normalmente mediante una placa y tornillos para un recambio rápido. Se suministra un retén que impide que la materia foránea pueda penetrar entre el área del cojinete y de la junta.

Se consigue el sellado de las superficies móviles para la junta del vástago que impide que el fluido fugue a lo largo del vástago, y por las juntas del pistón que impide que el fluido derive por este.

El fluido entra y sale del cilindro a través de orificios en cada una de las tapas.

El vástago del cilindro entra cuando hay presión en el orificio del extremo del vástago y el otro orificio está conectado al drenaje. Para que el vástago salga, hay que presurizar el orificio del extremo de la tapa y conectar el orificio del vástago a drenaje. ^[5]

1.6.2 Control de Presión

Las válvulas de presión realizan funciones tales como limitar la presión máxima de un sistema o regular la presión reducida en ciertas partes de un circuito y otras actividades que implican cambios en la presión de trabajo. Su funcionamiento se basa en un equilibrio entre la presión y la fuerza de un resorte. La mayoría son de infinitas posiciones, es decir, que las válvulas pueden ocupar varias posiciones entre completamente cerradas y completamente abiertas, según el caudal y la diferencia de presiones.

Los controles de presión se denominan generalmente según su función primaria, ver, válvulas de alivio, válvulas de secuencia, válvulas de frenado, etc. *Figura 1.10*. Se clasifican según el tipo de conexiones, tamaño y gama de presiones de funcionamiento. ^[5]

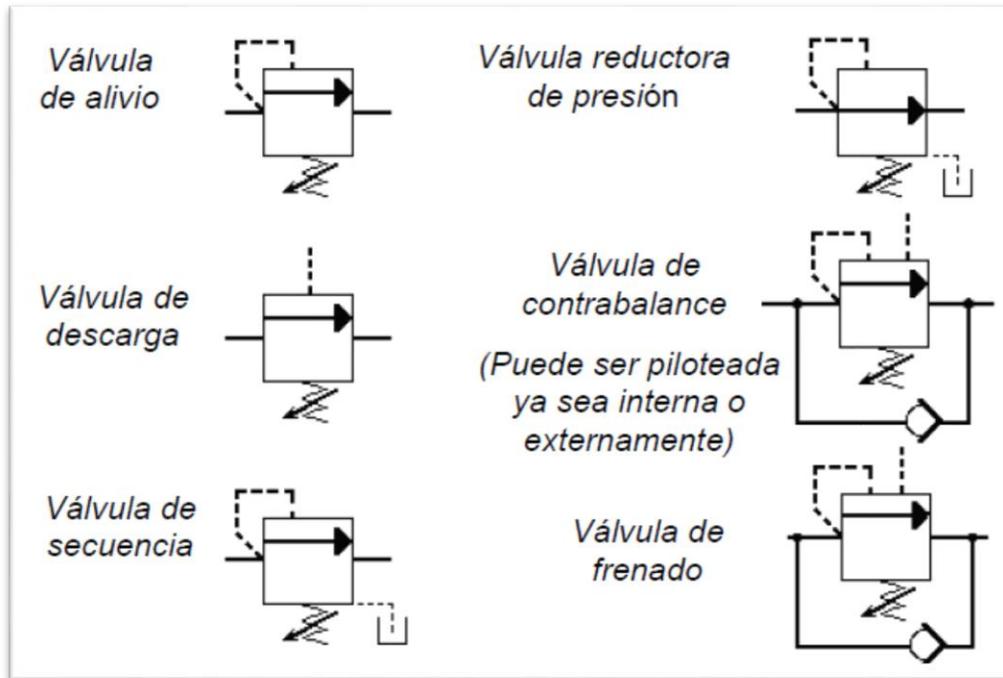


Figura 1. 10 Tipos de válvulas

1.6.2.1 Válvulas de Alivio

Las válvulas de alivio se hallan prácticamente en todos los sistemas hidráulicos. Es una válvula normalmente conectada entre la línea de presión (salida de la bomba) y el depósito. Su objeto es limitar la presión del sistema hasta un valor máximo predeterminado mediante la derivación de parte a de todo el caudal de la bomba al tanque, cuando se alcanza el ajuste de presión de la válvula.

Un actuador hidráulico, puede quedar bloqueado al estar sobrecargado. Durante el bloqueo, la válvula de alivio simplemente dirige el caudal de la bomba al depósito, una vez desalojado el actuador arranca automáticamente.

En todo sistema en que se emplean bombas de desplazamiento positivo debe utilizarse una válvula de alivio u otro sistema que limite la presión. Sin esta válvula no habría ningún límite de incremento de presión, provocando que algo se rompa o que la bomba bloqueara el motor que la acciona. ^[5]

1.6.2.2 Distribuidores (Diseños para impedir fugas) (manifolds)

Los diseños que utilizan roscas cilíndricas y bridas soldadas son menos susceptibles a las fugas que las conexiones para tubos. La instalación de las válvulas con montaje por debajo y con tuberías conectadas permanentemente a los bloques de montaje, ha supuesto una mejora notable para evitar fugas así como para facilitar el mantenimiento de las válvulas *figura 1.11*.

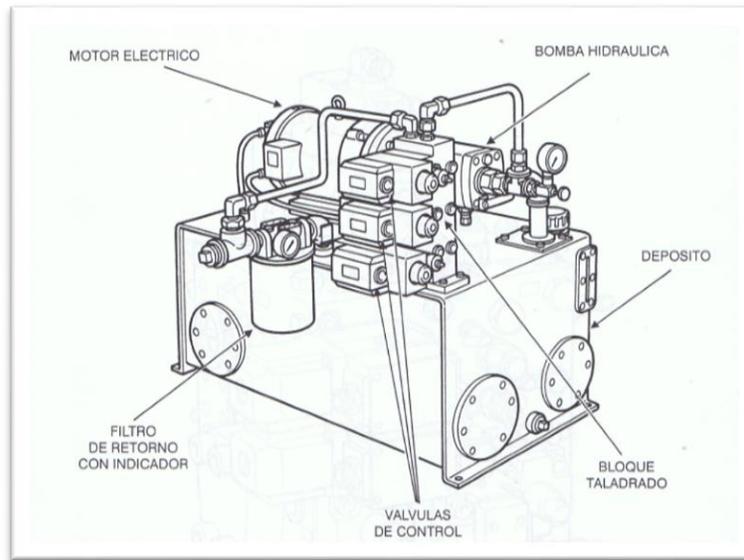


Figura 1. 11 Bloque de montaje

Otro progreso posterior ha sido el empleo de módulos *figura 1.12*. Algunos están taladrados y otros combinan placas de montaje con placas intermedias (montadas formando un módulo, unas encima de otras) con interconexiones entre las válvulas, eliminándose así muchas conexiones externas. ^[5]

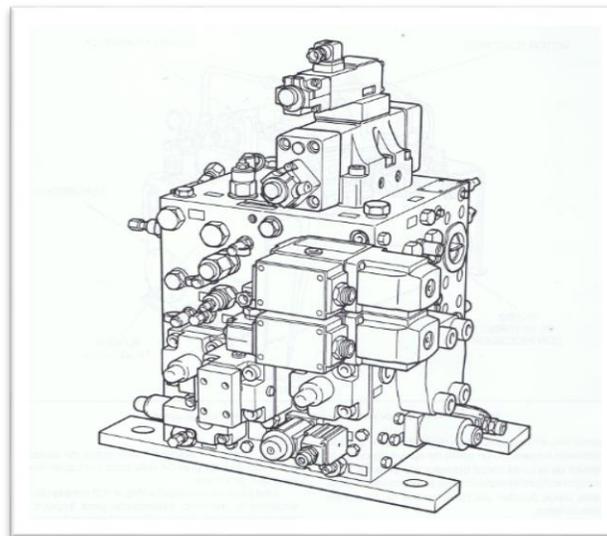


Figura 1. 12 Bloque taladrado lleva pasajes de interconexiones que elimina tuberías entra válvulas.

1.6.2.3 Válvula direccional.

Válvula solenoide, dispositivo operado eléctricamente variando la corriente que circula a través de un solenoide (conductor ubicado alrededor de un émbolo, en forma de bobina) y es utilizado para controlar el flujo de líquidos o gases en posición completamente abierta o completamente cerrada. Al circular la corriente por el solenoide genera un campo magnético que atrae el émbolo móvil, al finalizar el efecto del campo magnético, el émbolo vuelve a su posición por efecto de la gravedad, un resorte o por presión del fluido a controlar. ^[5]

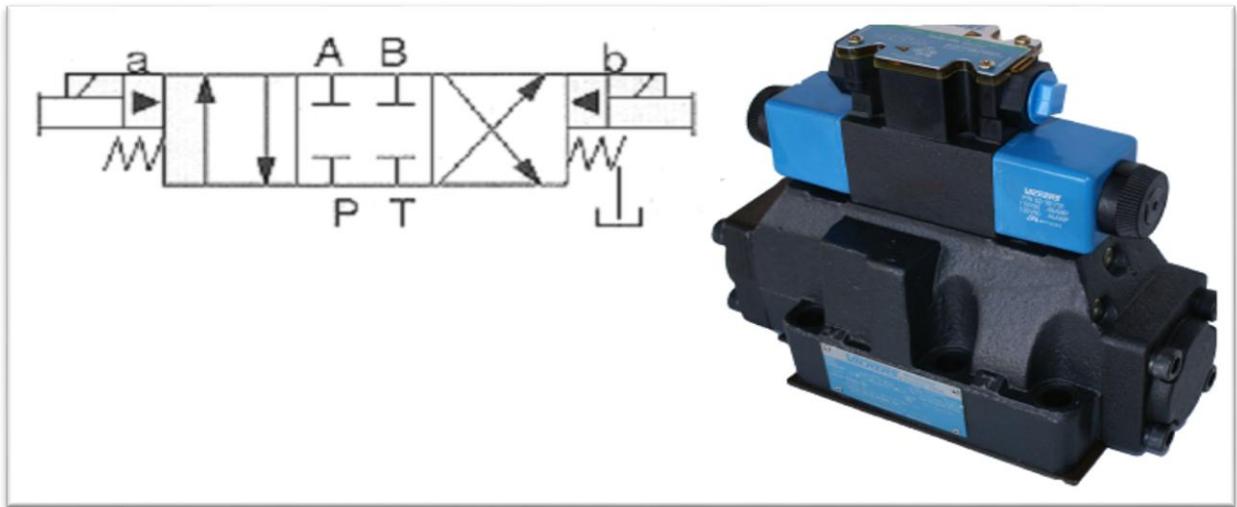


Figura 1. 13 Válvula direccional

1.7 Arranque a tensión reducida por resistencias reactancias primarias.

Si en serie con cada una de las conexiones del estator o del primario se intercala una resistencia o una reactancia, la elevada corriente de arranque produce una inmediata reducción de la tensión en las terminales del estor. El par motor disminuye proporcionalmente al cuadrado de la tensión aplicada a los terminales del estator, pero la corriente de línea disminuye solamente en proporción la disminución de la tensión. En la figura 14 (a), puede verse un circuito de este tipo, en el momento del arranque, pueden utilizarse o bien resistencias o bien bobinas de reactancia.

Este método de arranque se denomina a veces (aceleración de la impedancia del primario) y su efecto se indica en la figura 14 (b). Se indica la curva par-deslizamiento del motor a plena tensión. Utilizando ya sea resistencia primaria o reactancia primaria una reducción de la tensión del estator en el momento del arranque produce la reducción del par indicada. Si esta tensión (y la corriente del primario) fuesen constantes, la curva del rotor se guaría la línea discontinua indicada en la figura. Sin embargo, al acelerar el motor la tensión ente las terminales del estator aumenta debido a reducción de la corriente en línea (menor caída de tensión en la impedancia en serie) y el par aumenta según el cuadrado de la elevación de tensión. El arranque a tensión reducida mediante una resistencia en serie en el estator mejorara el factor de potencia en el arranque, pero se producen perdidas algo mayores y el par máximo no será tan grande para la

misma impedancia en serie que el obtenido utilizando una reactancia equivalente. Pero, como se indica en la *figura 1.14*, para la misma impedancia, la corriente y el par de arranque en el momento del arranque son iguales en el arranque por resistencia y por reactancia.

Las ventajas por el arranque por reactancia en la reducción de las pérdidas así como en el momento del par máximo están algo contrarrestadas por el costo superior por la reactancia. Por esta razón el arranque por reactancias se reserva a los motores de inducción de gran potencia. [7]

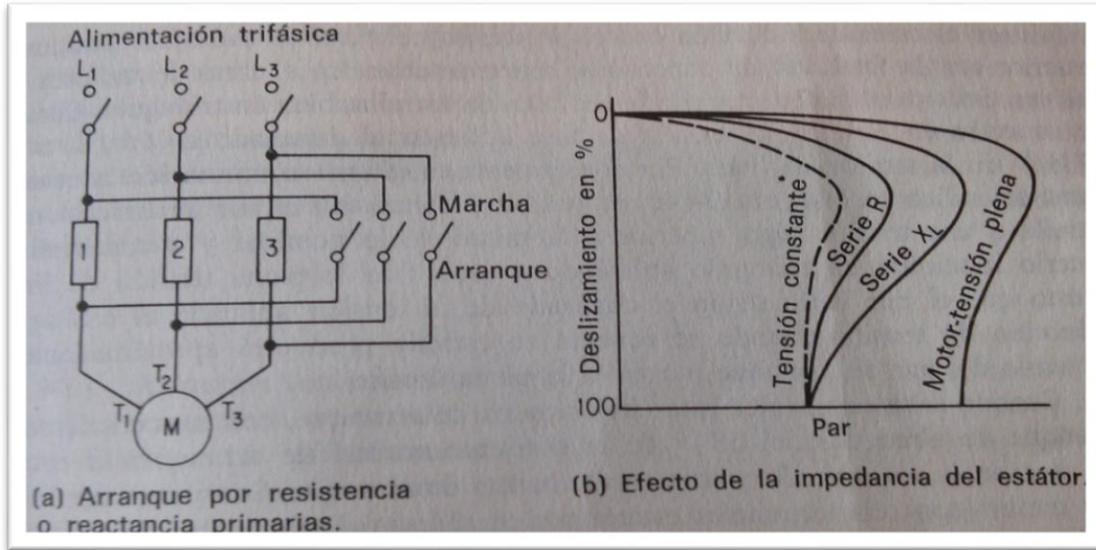


Figura 1. 14 Arranque por resistencias o reactancia primaria

1.8 PLC (Controlador Lógico Programable)

Un contador lógico programable se define como un dispositivo electrónico digital que tiene una memoria programable para guardar instrucciones y llevar a cabo funciones lógicas de configuración de secuencia, de sincronización, de conteo y aritméticas, para el control de maquinaria y procesos. Los PLC tienen la gran ventaja de que permiten modificar un sistema de control sin tener que volver a alambrear las conexiones de los dispositivos de entrada y salida; basta con que el operador digite en un teclado las instrucciones correspondientes. Los PLC cuentan con características específicas que los diferencian de las computadoras y micro controladores:

- Son robustos y están diseñados para resistir vibraciones, temperaturas, humedad y ruido.
- La interfaz para las entradas y las salidas está dentro del controlador.
- Es muy sencilla tanto la programación como el entendimiento del lenguaje de programación que implementan, el cual se basa en operaciones de lógica y conmutación. [7]



Figura 1. 15 PLC'S De diferentes marcas

1.8.1 Sistema de programación en escalera (Ladder)

El nombre de este método de programación (significa escalera en inglés) proviene de su semejanza con el diagrama del mismo nombre que se utiliza para la documentación de circuitos eléctricos de máquinas. Cabe mencionar que en estos diagramas las líneas verticales representan la alimentación del circuito.

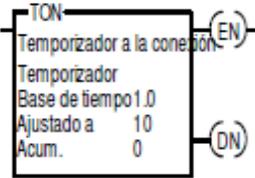
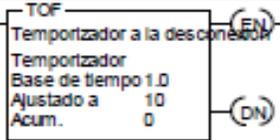
El programa de escalera se debe de realizar en forma secuencial, siguiendo el orden en el que los escalones fueron escritos, y que a diferencia de los relés y contactos reales (cuyo número está determinado por la implementación física de estos elementos), en el PLC podemos considerar que existen demasiados contactos auxiliares para cada entrada, salida, relé auxiliar o interno etc.

Además, todo PLC cumple con un determinado ciclo de operaciones que consiste en leer las entradas, ejecutando todo el programa una vez, y actualizadas las salidas tal como hayan resultado de la ejecución del programa. La tabla 6 nos muestra los elementos que son normalmente usados en la programación de escalera y que se describen a continuación.

Los elementos a valorar para decidir si activar o no las salidas en determinado escalón, son variables lógicas y binarias, que pueden tomar solo dos estados: presente o ausente, abierto o cerrado, 1 o 0, y que provienen de entradas al PLC o relés internos del mismo. En la programación de escalera, estas variables se representan por contactos, que justamente pueden estar en solo dos estados, abierto o cerrado.

Consideraremos ahora las salidas. Las salidas de un programa ladder son equivalentes a las cargas (bobinas de relés, lámparas, etc.) en un circuito eléctrico. Como indica esta analogía, dos o más salidas pueden programarse en paralelo siempre que queramos activarlas y desactivarlas a la vez. Como salidas en el programa del PLC tomamos no solo las salidas que el equipo provee físicamente hacia el exterior, sino también las que se conocen como “Relés internos”.

Tabla 1.5 Elementos usados en la programación escalera

Representación de elementos más usados en la programación de escalera		
Nombre	Símbolo	Descripción
Contacto Normalmente Abiertos NA		Este tipo de contactos permanecen abiertos hasta que una señal los cambie de estado
Contacto Normalmente Cerrados NC		Existen también los contactos NC que funcionan inversamente a los ya antes mencionado, una vez que reciben una señal, estos tienden a abrir y dejar de pasar una señal
Bobina de salida		
Bobina enclavada		LATCH: Esta función al ser activada pone en estado activado (1) al bit que se le asigne haciendo que esta se enclave y permaneciendo hasta que otra función (UNLATCH) entre.
Bobina desenclavada		UNLATCH: Al contrario de la función Latch está al ser activada cambia su función a estado desactivado (0) al bit que se le asigne haciendo que si una función Latch este enclavada esta la desenclave.
Temporizador de retardo a la conexión TON		TON: Al igual que en el control electromagnético los PLC tienen funciones TON que funcionan de la misma forma, al ser activadas no entran en operación sino hasta que la función llegue al tiempo programado permaneciendo activadas una vez que llegaron al tiempo antes mencionado.
Temporizador con retardo a la desconexión TOF		TOF: La función TOF funciona de la misma forma que los TOF en el control electromagnético al ser activadas cambian su estado de operación pero no empiezan a contar sino hasta que su estado cambia a la desconexión.
Contador Ascendente CTU		Esta instrucción es utilizada para incrementar ascendentemente una cuenta en cada transición de cierto o verdadero
Contador descendente CTD		Al contrario del contador Ascendente, el CTD realiza una cuenta de manera gradual y descendente en cada transición



Capítulo II – Prensas enfardadoras.

2.1 Reciclaje de papel y cartón

Son innumerables los objetos de consumo que se empaquetan con papel o cartón, de forma que estos materiales representan el 20% del peso y un tercio del volumen de la bolsa de basura. Además, el sobre empaquetado da lugar a gran cantidad de envoltorios elaborados con estos y otros materiales.

Aunque son de fácil reciclaje, y de hecho se reciclan en buena parte, la demanda creciente de papel y cartón obliga a fabricar más pasta de celulosa, lo que provoca la tala de millones de árboles, las plantaciones de especies de crecimiento rápido como el eucalipto o el pino, en detrimento de los bosques autóctonos y la elevada contaminación asociada a la industria papelera.

Además, no todo el papel puede ser reciclado, los plastificados, los adhesivos, los encerados, los de fax o los autocopiativos no son aptos para su posterior reciclaje.

Periódico: En los centros de acopio el periódico será recibido siempre y cuando no vaya mojado, o muy sucio como por ejemplo con alimentos, pintura, tierra, que se haya utilizado para limpiar algo, etc., y también que no vaya revuelto con propaganda que viene adjunta en el periódico.

Cartón: El cartón se clasifica en distintas clases como el cartón corrugado, este es el que contiene un color café y el cual lo puede identificar porque si lo ve desde un lado se ven tres capas de papel, lisas las de los extremos y ondulada la de en medio. Generalmente es el que se ocupa para cajas de empaque. Únicamente debe de ir el cartón sin llevar hojas, periódico, propaganda, etc.

Cartoncillo (caple): Este es el cartoncillo gris, el cual se utiliza para las cajas de medicina, las cajas de cereal, de galletas, las pastas de los directorios telefónicos, es fácil de reconocer porque rompes un pedacito de cartoncillo y se ve gris de en medio.

Papel: El papel se clasifica como son las revistas, los insertos de propaganda que trae el periódico, cuadernos viejos sin pastas ni arillos, libros viejos, archivo muerto, virutas de papel, padecería de papel, papel de propaganda, folletos, etc. El papel blanco también se clasifica por separado.

Reciclaje de papel y cartón: México corta medio millón de árboles diariamente para obtener la pulpa virgen. Al mismo tiempo, se tiran 10 millones de periódicos a la basura al finalizar el día. Anualmente se tiran 22 millones de toneladas de papel en nuestro país. Si todos recicláramos el papel y el cartón, salvaríamos 33% de la energía que se necesita para producirlos. Además, por cada tonelada, ahorraríamos 28 mil litros de agua y 17 árboles. El papel y el cartón se consideran entre los desperdicios mejor cotizados.

2.2 ¿Qué es una máquina enfardadora?

Una máquina compactadora enfardadora, es aquel dispositivo, capaz de reducir el volumen de la materia, dando al material un mejor manejo, traslado y almacenamiento.

La máquina compactadora hidráulica fue desarrollada para reducir el volumen de los desechos sólidos con el fin de poder manejar más fácilmente estos residuos. Con la reducción del volumen de los desechos sólidos se hace una importante labor ecológica, ayudando a conservar el medio ambiente. Además el principal beneficio de esta máquina es la reducción en los costos de recolección de materiales, y cabe destacar que todo este tipo de máquinas comprimen los materiales sacándolos en forma de fardos o bultos cúbicos como se puede ver en la *figura 2.1*.



Figura 2. 1 Fardos de cartón.

Existen muchos tipos de enfardadoras para, papel, cartón, plásticos, aluminio, basura, botellas pet. Hay maquinarias donde la producción es continua y discontinua, siendo de distintos tamaños y características.

Al igual de estilos existen gran variedad de marcas en su mayoría extranjeras, entre las más destacadas es IMABE que proporciona gran variedad de estilos según necesidades de la planta donde la máquina operará.

2.3 Tipos de máquinas compactadoras y sus características.

2.3.1 Compactadores, Auto compactadores y contenedores.

La compactación mediante compactadores estáticos y contenedores, como los mostrados en la *Figura 2.2*, permite optimizar el almacenamiento y el movimiento de los residuos sólidos obtenidos. ^[8]



Figura 2. 2 Compactadoras y contenedores.

2.3.2 Compactación inteligente.

El diseño y construcción del conjunto formado por el carro de prensado, cilindro y el sistema hidráulico permite aplicar una gran fuerza de compactación. El carro de prensado está ajustado milimétricamente para impedir el retorno de suciedad hacia la parte trasera y baja del cilindro. Las guías y chapas de acero anti desgaste son fácilmente recambiables. El diseño de los brazos de amarre con una efectividad completa y con un control de PLC con números de ciclos regulables. Arranque y parada automática por sondas de nivel con aviso al operador y cierre de la boca del contenedor mediante cilindros hidráulicos. Todas estas funciones hacen que estas máquinas sean llamadas inteligentes, como la mostrada en la *Figura 2.3*, ya que poseen características que facilitan su operación y efectividad. ^[8]



Figura 2. 3 Compactadora inteligente.

2.3.3 Alta funcionalidad.

Amplia boca de carga, capacidad y dimensiones a gusto del consumidor. En el caso de residuos sólidos orgánicos, la construcción interior y las juntas de goma en todas las puertas garantizan la estanqueidad total de líquidos y olores. En las auto compactadoras la central hidráulica y el cuadro eléctrico forman un mono bloque fácilmente extraíble e intercambiable. El sistema de apertura y cierre de la puerta, como la mostrada en la *Figura 2.4*, es de accionamiento lateral desde el suelo y el pestillo permite que el operario use las dos manos para accionar el trinquete sin tener que sujetar la puerta. ^[8]



Figura 2. 4 Boca de carga

2.3.4 Construcción robusta.

Para garantizar una larga vida útil de los equipos, los equipos son construidos con un robusto bastidor, como el mostrado en la *Figura 2.5*, que es por donde los fardos de los desperdicios irán saliendo poco a poco y se les presta mucha importancia a los elementos más vulnerables como son: ganchos de elevación, rodillos de apoyo, en las bisagras y en el cierre de las puertas. ^[8]



Figura 2. 5 Sistemas robustos

2.3.5 Eficacia y seguridad.

En todos los equipos de corte la seguridad es lo primero. Por ello la cuchilla sólo desciende si el operario mantiene pulsado a la vez los dos pulsadores integrados. Además la cuchilla está protegida a ambos lados por unos paneles o alas que impiden el acceso a la cuchilla y que detienen su descenso si son levantadas, igualmente un sistema de seguridad impide que la cuchilla descienda en caso de rotura o fuga en un circuito hidráulico y en lugar de tener solo una cuchilla se colocan varias idénticas para facilitar y abaratar los recambios por desgaste o roturas. En la *Figura 2.6* se muestran ejemplos de cuchillas en este tipo de máquinas. ^[8]

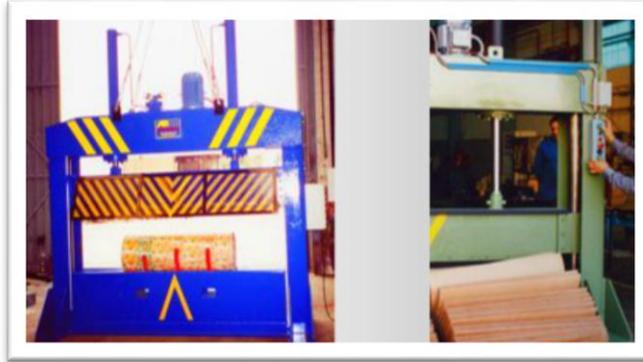


Figura 2. 6 Cuchillas de corte de los fardos

2.3.6 Prensas continuas enfardadoras.

Desde el modelo más pequeño al más grande, la estructura de la prensa se diseña y construye para garantizar la mayor vida útil con los menores desgates y por tanto con los menores costes posibles de mantenimiento y repuestos. Para esto se construyen los bastidores más pesados y robustos con los aceros más resistentes y con piezas de acero anti desgaste necesarias, las ruedas y las guías del carro se ajustan milimétricamente para evitar desequilibrios y por lo tanto desgaste innecesarios y se emplea un diseño especial de cuchillas que concentra la potencia de corte reduciendo el consumo de energía y evitando el uso del sistema de pre-prensado hidráulico, en la *Figura 2.7* se muestra una máquina enfardadora tipo continua. ^[8]



Figura 2. 7 Enfardadora tipo continua

2.3.7 Potente sistema Hidráulico.

El sistema hidráulico se diseña para obtener la mayor producción con el menor consumo energético y ruido posible. Para esto se emplean los cilindros con mayor diámetro para garantizar la más alta presión específica sin necesidad de alcanzar presiones de trabajo perjudiciales para el circuito hidráulico y se emplean de igual forma bombas de caudal variable, como las mostradas en la *Figura 2.8*. Todo el circuito se diseña y construye con los mejores materiales para garantizar su funcionamiento y duración a las más altas presiones. ^[8]



Figura 2. 8 Sistema hidráulico de la máquina

2.3.8 Avanzado sistema de control.

El cuadro de maniobra y control informa permanentemente al operador mediante pantalla gráfica e indicadores luminosos y acústicos de los principales parámetros de funcionamiento, como el mostrado en la *Figura 2.9*. El operador puede operar en modo manual o fijar las condiciones de funcionamiento en modo automático mediante los pulsadores y selectores adecuados. A seguridad es lo primero y por ello el sistema controla todos los cierres de seguridad en registros, tolvas y protecciones así como los pulsadores de paro de emergencia distribuidos por toda la máquina. ^[8]



Figura 2. 9 Tablero de control

2.3.9 Sistema eficaz de atado.

En estas prensas el atado se realiza mientras la bala, como la mostrada en *la Figura 2.10*, que se encuentra sometida a la presión interior del túnel, garantizando así unas balas más densas y sin deformaciones. El atado puede ser vertical, lateral o doble y por lo tanto los sistemas se diseñan para trabajar en un ambiente de suciedad. ^[8]



Figura 2. 10 Balas de atado de los fardos

2.3.10 Prensas Pulper.

Son prensas continuas automáticas diseñadas para el tratamiento de los residuos del pulper de la industria papelera, esta máquina es la que seca y retirará todo líquido contenido dentro de los trozos de cartón para asegurar que este éste completamente seco. Son aptas para la extracción de líquidos de cualquier residuo sólido de granulometría media con alta humedad, en *la Figura 2.11* se muestra una máquina pulper. ^[8]



Figura 2. 11Prensas Pulper

2.3.11 Sólida estructura.

La tolva de carga, la cámara de carga y el túnel de compactación están contruidos con chapas perforadoras debidamente reforzadas para aguantar la presión de compactación del carro de prensado. Todo el conjunto está diseñado y construido para trabajar en un ambiente de alta humedad y corrosión.

En la imagen 2.12 se puede observar la estructura y robustez con que están contruidas estas máquinas para trabajar a altas presiones y con una mayor efectividad ^[8]



Figura 2. 12 Estructura completa de las máquinas

2.3.12 Prensas verticales.

Son prensas de reducidas dimensiones en comparación con las de tipo horizontales vistas ya anteriormente, con alimentación manual y fácil uso para la reducción de volumen y enfiardado de papel, plásticos, cartón, cajas vacías, etc. Véase figura 2.14. ^[8]



Figura 2. 13 Prensas verticales

2.3.13 Compactación inteligente.

El uso del equipo es muy sencillo ya que todo el ciclo de compactación se efectúa automáticamente pulsando una vez el botón pulsador. La seguridad es lo primero y para esto todos los elementos están debidamente protegidos y señalizados y diversos sensores detienen el funcionamiento en caso de apertura de la puerta. Además el equipo incorpora paros de emergencia por pulsador. La propia placa de compactación realiza automáticamente la extracción de la bala una vez realizado el atado manual como el visto en la *Figura 2.14*.^[8]



Figura 2. 134 Sistema del compactado automático



3.1 Condiciones de la máquina

Las condiciones en que se encontraba la máquina, eran las menos deseables ya que, después de encontrarse inmersa entre llamas por un periodo prolongado de tiempo; la mayoría de sus componentes perecieron, dejando un esqueleto metálico en la espera de su rehabilitación.

Encontrando cableado, mangueras, tableros, bombas, empaques y motor, destrozados, la empresa propietaria retiró todo lo inservible, dejando los equipos que posiblemente podrían reutilizarse después de un mantenimiento constructivo. Cabe mencionar que la limpieza y pintado de la máquina así como la habilitación de cilindros y el motor fue responsabilidad de los directivos de la recicladora.

En una entrevista con el propietario, conocimos la labor desempeñada por esta máquina, conociendo un poco del proceso que se lleva a cabo en esta empresa; se solicitó la reparación de esta máquina a sus mejores condiciones con el anexo de dejarla con una opción de automático, pues en un futuro se pretende agregar al proceso una banda transportadora que trabaje alimentando esta máquina compactadora eliminando la presencia de un operador con el mismo cargo.

Con la información proporcionada y con las peticiones del propietario se dio a la tarea de investigar e implementar las conexiones y sistemas necesarios para el funcionamiento de esta máquina.

Arrancando en su mayoría desde cero, presentamos a continuación la conexión eléctrica para el arranque de la máquina y la alimentación del PLC. Además el sistema hidráulico rehabilitado para el movimiento de cilindros que dan sentido a la compactación.

3.2 METODOLOGIA EMPLEADA.

Todo el cableado eléctrico de la máquina, los componentes del tablero eléctrico, los elementos del tablero de control y las mangueras del sistema hidráulico se perdieron durante el incendio, lo único que se rescató después del accidente fueron los tres pistones de la máquina, el motor, el manifold, las válvulas direccionales y las bombas del sistema hidráulico.

Los tres pistones se mandaron a limpiar y se les colocaron o'rings nuevos, el motor se mandó a rebobinar para que volviera a funcionar a 65 Hp y las bombas del sistema hidráulico se llevaron a la empresa Vickers (que es la marca originaria de estas) donde personal especializado les dio su mantenimiento a cada una para que estuvieran de nuevo en óptimas condiciones de funcionamiento, todos estos procedimientos fueron pagados y supervisados por la misma empresa antes de nuestra llegada. La empresa al ver la pérdida total del PLC nos proporcionó el Master-K120S modelo K7M-DR14UE de la marca LG.

Primeramente se hizo una inspección general de la máquina con la finalidad de saber con ayuda de los técnicos operarios donde se encontraban localizados los elementos dañados por el incendio, a la vez se revisó el estado general de la carcasa de la máquina principalmente el estado del depósito de aceite esto para asegurarse de que no hubiera ningún tipo de ruptura por donde el líquido pudiera fugarse.

Una vez identificados estos elementos, los operarios explicaron el funcionamiento de la misma con la finalidad de entender como operaba antes del incidente, explicaron el funcionamiento del sistema hidráulico principalmente para entender por donde pasaban los flujos del aceite, en la parte del control por medio del PLC, nos explicaron la función que este realizaba junto con los interruptores de límite para el control del avance y el retroceso del pistón principal.

Pasos a seguir para la rehabilitación eléctrica

Identificados los componentes de la máquina, sabiendo el funcionamiento que esta realizaba y junto con el equipo que la empresa nos proporcionó comenzamos con el armado del tablero eléctrico basándonos en la NOM-001-SEDE-2012 con la finalidad de seleccionar el calibre del cable para la instalación del tablero eléctrico, siendo el calibre 8 el escogido.

Pasos a seguir para la rehabilitación hidráulica.

En la parte hidráulica se procederá a realizar un diagrama hidráulico, la programación y simulación en el programa automation studio para ver el funcionamiento de la compactadora y para darnos una idea de la posición y colocación de las mangueras de las bombas hidráulicas, se revisará también una parte importante del sistema hidráulico, el manifold, que es el distribuidor principal del aceite hacia los diferentes pistones de la máquina.

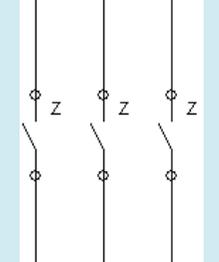
Pasos a seguir para la rehabilitación del tablero de control.

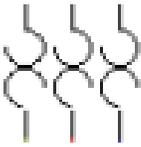
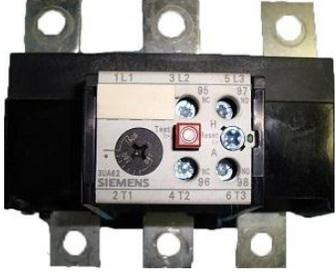
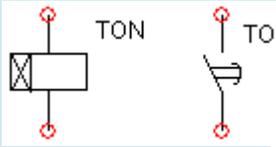
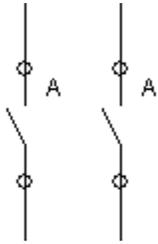
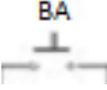
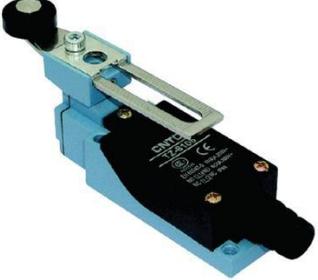
Teniendo el PLC que la empresa nos proporcionó para la parte de control, en este caso el PLC Master-K120S de LG se investigará a fondo sus especificaciones técnicas para saber a su alimentación, sus números de entrada y de salida, de igual manera se investigara su plataforma de programación para incluir el modo de control automático.

3.3 Sistema eléctrico y de control electromagnético

Los elementos con los que contaba la empresa y que proporcionó para el sistema eléctrico y de control se enlistan en la siguiente tabla.

Tabla 3.1 Elementos Eléctricos

Elementos Eléctricos		
		<p>Contactor LC1 FG 43 Telemecanique alimentación: 127V Corriente 200A</p>
		<p>Contactor LC1F115 telemecanique alimentación 220v Corriente: 115 a 780 A</p>
		<p>Interruptor termomagnético LAL36300 Square D / Schneider Electric Tipo LAL Corriente: 300A 3 Polos Tensión 600V</p>

		<p>Relevador de sobrecarga Siemens 3ua62 Tensión de aislamiento asignada 1000 V Corriente de servicio asignada 55 a 180 A Temperatura ambiente admisible -25 °C a +55 °C</p>
		<p>Temporizador de retardo On Delay LADR2 complemento para el Contactor LC1F115 1 contacto NA 1 contacto NC</p>
		<p>Interruptor SIEMENS 5SX1 2 • Elevada capacidad de corte de hasta 15.000 A según la norma EN 60898 y 25 kA según la norma EN 60947-2</p>
		
		
		<p>Interruptor de limite AH-8108 Corriente de trabajo máxima 5ª Tensión de trabajo máxima 250V</p>

A continuación se presenta el diagrama de fuerza y control del tablero del de la máquina enfardadora, comenzando desde la acometida de CFE, llegando al tablero de encendido eléctrico de la máquina y finalizando con el encendido y apagado del motor el cual esta acoplado a las bombas hidráulicas.

Toda la conexión se realizó Basada en la Subsecretaría de Electricidad
Comité Consultivo Nacional de Normalización de Instalaciones Eléctricas

NOM-001-SEDE-2012

Artículo 240 Para protección contra sobre corriente

Artículo 250 Puesta en tierra

Artículo 310 Para condiciones de alambrado en general

Artículo 312 Para gabinetes de conexión

Artículo 409 Para tableros de control industrial

Artículo 430 Motores, circuito de motores y controladores

Artículo 670 Maquinaria industrial

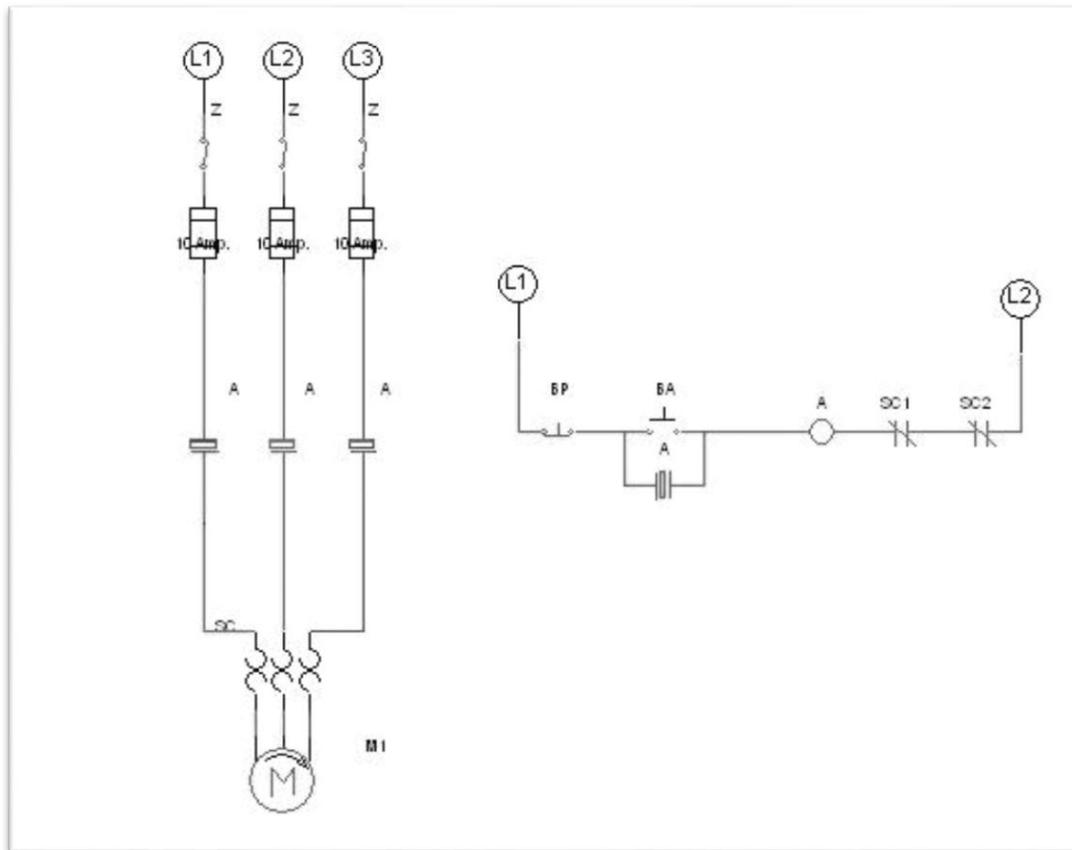


Figura 3. 1 Circuito de control y fuerza empleado

En la figura 3.1 se aprecia el circuito con el que está actualmente en el arranque del motor, pero ya que el motor es de 65 Hp se pensó que lo más adecuado sería un arranque a tensión reducida usando el método de resistencias primarias. Así con este arranque al energizar el motor su

arranque es suave desgastando menos el equipo, pero ya que por causas de presupuesto aún no se ha llevado a cabo dicho ajuste quedando con un paro y arranque manual a tensión plena

Al presionar el botón de arranque la bobina “A” queda enclavada hasta el momento que el operario detiene manualmente el sistema oprimiendo el botón de paro.

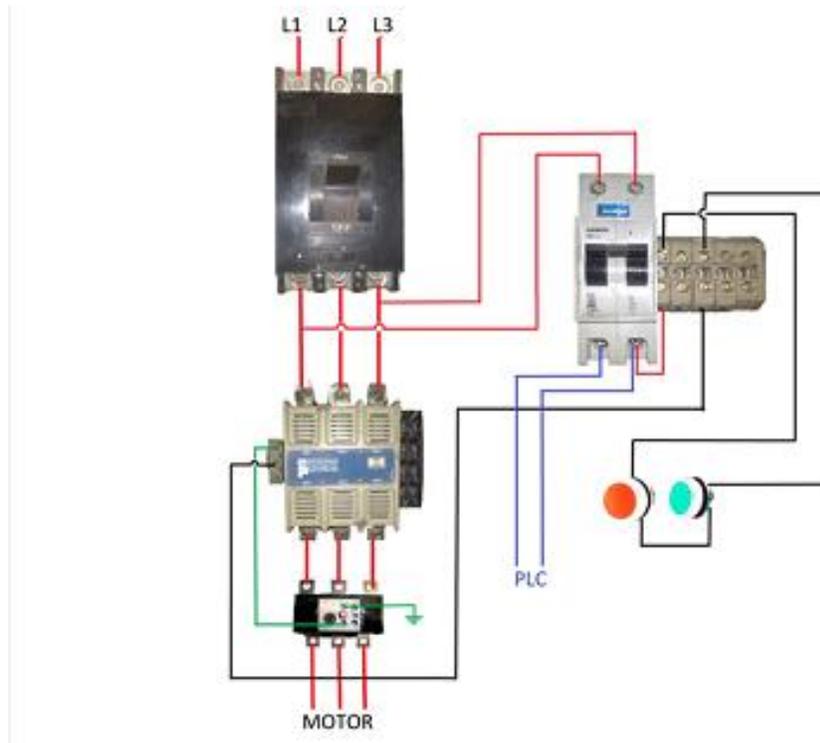


Figura 3. 2 Elementos del tablero de control

En la figura 3.2 solo se muestran los elementos que se ocuparon físicamente para el arranque de la enfardadora, empezando con un interruptor termo magnético que se usa como protección contra sobrecargas o cortos circuitos, proporcionara la alimentación para los arrancadores, y el PLC.

Se usaron contactores marca *Telemecanique modelo LC1FG43* que trabajando en conjunto con los relevadores contra sobrecargas *SIEMENS 3UA62* forman un arrancador el cual se utilizó de la forma ya antes mencionada.

Para mayor seguridad se adecuaron *Interruptores SIEMES 5SX1 2* que protegen a los arrancadores y al PLC.

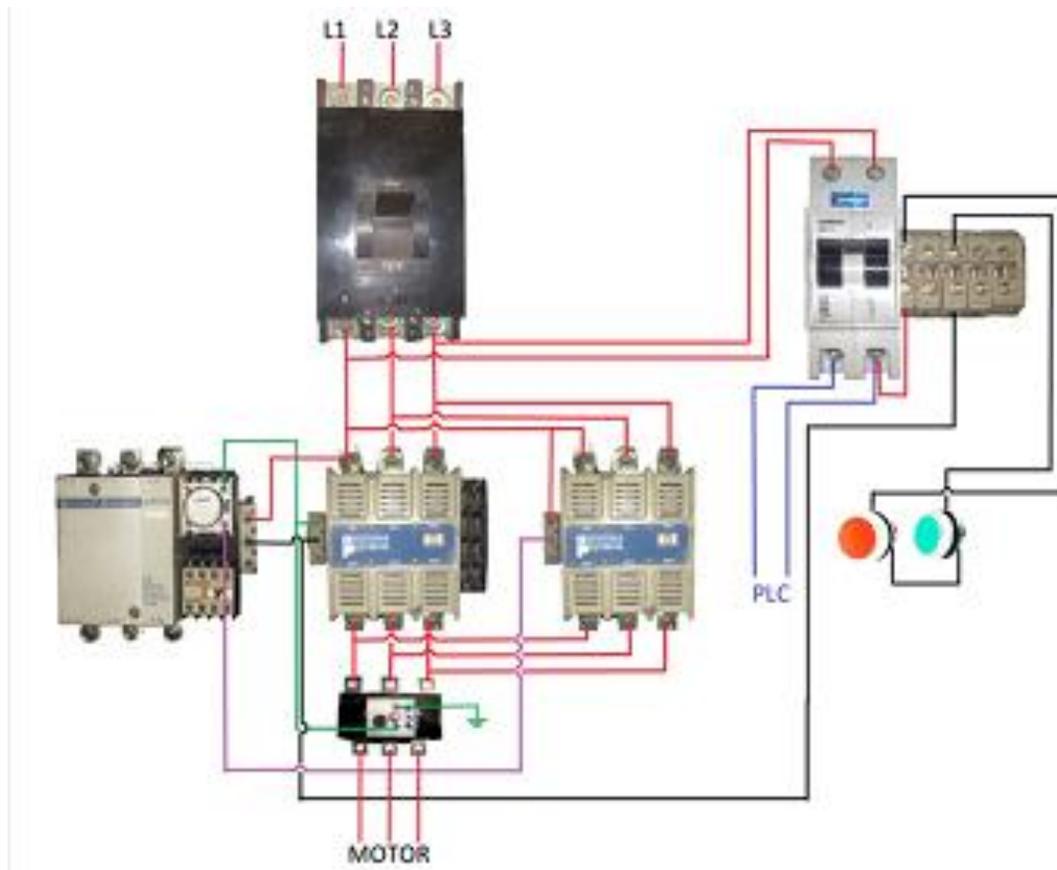


Figura 3. 3 Conexión pretendida a tensión plena

Como ya se mencionó se pretendía establecer un sistema a tensión reducida quedando como se muestra en la figura 3.3, así al momento de presionar el botón de arranque se energiza el arrancador “A” que es el que tiene las resistencias primarias, haciendo que la tensión inicial en el motor se reduzca, realizando un esfuerzo menor.

Así también al energizar el arrancador A, se energiza un Timer (tipo TON) que al recibir corriente en su bobina principal empieza un conteo que activara el segundo arrancador B después del tiempo establecido, así que cuando ya tenga cierta velocidad gracias a el primer arrancador, el segundo lo complementara funcionando a la máxima potencia.

El diagrama de control y fuerza de este tipo de arranque que se pretendía se muestra en la figura 3.4

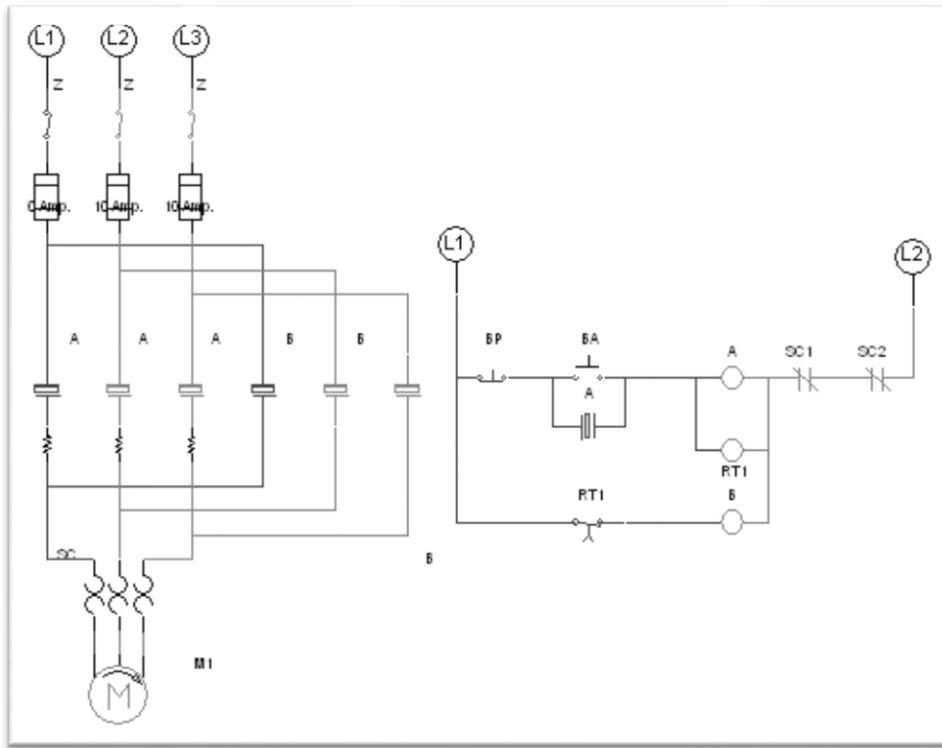


Figura 3. 4 Diagrama de fuerza y control pretendido a tensión reducida

3.4 Características del motor



- Exceden los niveles de eficiencia requeridos.
- Totalmente cerrados con ventilación exterior
- Montaje horizontal
- Caja de conexiones lateral (F1)
- Aislamiento clase F
- Diseño eléctrico NEMA B
- Doble sello "V-Ring" en la flecha
- Rodamiento de bolas
- Servicio continuo
- Factor de servicio 1.25
- Voltaje: 208-230 / 460 V @ 60 Hz

Figura 3.5 Motor trifásico de la máquina



Figura 3. 6 Conexión a motor

En la figura 3.6 se muestra la conexión que viene desde el panel de control hasta el motor, siendo esta la conexión a dos estrellas, por la alta capacidad del equipo.

Hay que considerar que los brazos de la estrella están a 120° cada una; son vectores que parten del centro a cada 120° .

La primera estrella se numera con 1, 2 y 3, iniciando con el 1 en cualquiera de los brazos y sigues en sentido horario con los otros brazos con 2 y 3. El centro de esta estrella ya se tiene conectado inicialmente de fábrica.

Los otros brazos de la segunda estrella están en paralelo con los primeros, pero tienen sus extremos sin conectar, para identificarlos se inicia con el que esta paralelo al brazo 1, su extremo interno será el # 4, el brazo que sigue (también en sentido horario) paralelo al 2 será el # 5, el brazo que sigue será el # 6. Los extremos externos serán para el # 4 tendrá el # 7, para el # 5 será el # 8 y para el # 6 será el # 9.

Industrialmente el voltaje que se tiene en sistemas trifásicos es de 220 o 440 V.

Para conectar a 220 V (doble estrella) se unen los extremos internos 4, 5 y 6 para formar el centro de la segunda estrella, y se unen los externos de la primera y segunda estrella 1 con 7, 2 con 8, 3 con 9. El voltaje de alimentación trifásico se conecta en cada una de estas uniones 1-7, 2-8, 3-9, correspondiendo a las fases 1, 2 y 3 respectivamente.

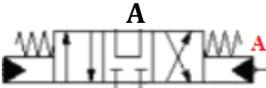
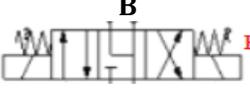
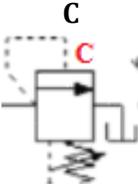
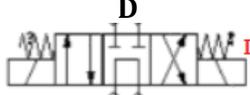
Para voltaje de 440 V, se unen los extremos de la primera estrella con los extremos internos de lo que sería la segunda estrella (en este caso no hay dos estrellas sino una sola pero más grande) 1 con 4, 2 con 5, 3 con 6, Quedan libres los extremos 7, 8, 9, en estos se conectan las fases de alimentación 1, 2 y 3 respectivamente.

3.5 Sistema hidráulico de la máquina.

La máquina compactadora tiene un amplio sistema hidráulico pues prácticamente es el 50 % de la composición de ésta, debido que cuenta con tres pistones y un sistema de bombas y válvulas que los accionan conforme el operador dispone.

A continuación se presentan los elementos que se utilizaron al encontrarse en condiciones de operación.

Tabla 3.2 Elementos Hidráulicos.

Elemento	EQUIPO HIDRÁULICO	
		<p>Sperry Vickers DG354-1086-53-9236 Directional Control Valve DG3541086539236 Válvula 4 vías</p>
		<p>Vickers DG4V-3S-2N-M-FW-B5-60 5075PSI 10gpm 1/2" NPT Directional Control Valve 110v-120v Válvula de 4 vías</p>
		<p>VICKERS RG 10 F4 30 HYDRAULIC PRESSURE CONTROL VALVE 475-2000PSI 59786</p>
		<p>VICKERS DOUBLE A QF 5M C 10A3 DIRECTIONAL CONTROL VALVE 1000PSI 54908</p>

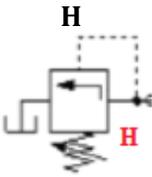
		<p>Válvula de alivio SUN DCC 9G06</p>
		<p>Válvula ON OFF 3/8</p>
		<p>Válvula ON OFF 3/8</p>
		<p>Válvula CHEC SUN CED 9EX6</p>



Figura 3.8 Acoplamiento de Válvulas direccionales

El elemento D (Electroválvula) es alimentado por el flujo de 7 GPM que emana de la bomba de doble flujo, ésta es controlada por señal de PLC y alimenta el Pistón B.

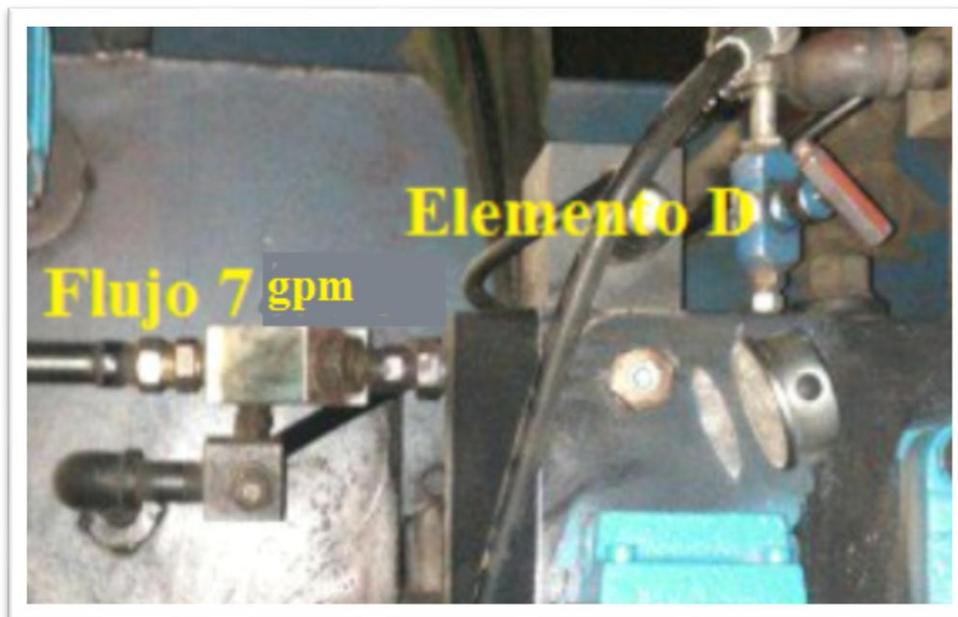


Figura 3.9 Válvula direccional para Pistón B

Por último los elementos E, G y F manipulan el movimiento del Pistón C, esto consiste en el abre y cierre de válvulas que permiten el llenado o dren del pistón.

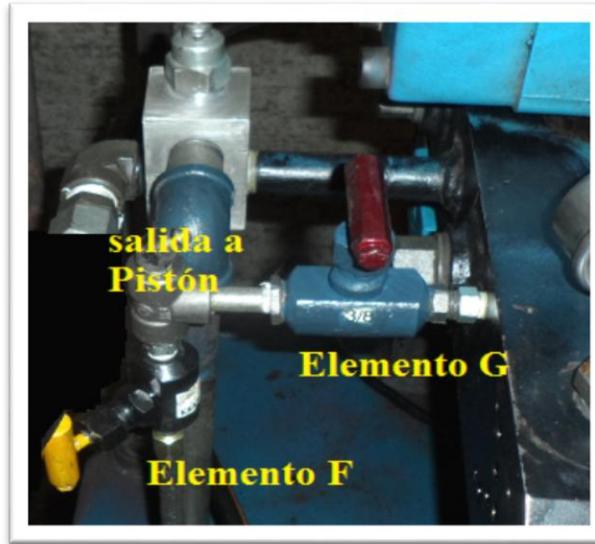


Figura 3.10 Válvulas ON/OFF

3.5.1 Localización y función de actuadores.

El sistema hidráulico de esta máquina consiste en manipular el flujo de aceite que da movimiento a tres pistones, que ayudan en la compactación de los materiales.

Sabiendo que el pistón principal es el de empuje del material que entra por la tolva de la máquina, requiere de un movimiento de avance-retroceso. Para lograr este movimiento nos ayudamos de una válvula direccional, que en conjunto con el flujo que arrojan las bombas proporcionan el movimiento de este cilindro, como se muestra en la figura 3.11 esta válvula manda el flujo ya sea al empuje del pistón o al retroceso del mismo.



Figura 3. 11 Pistón principal

El segundo cilindro funge como un pistón que libera el material atrapado en las cuchillas que cortan el exceso de material que forma el fardo figura 3.12, siendo su movimiento de la misma manera que el pistón de empuje, es decir controlado por una válvula direccional pero de dimensiones menores, pues el flujo controlado para este pistón es mucho menor.



Figura 3.12 Segundo pistón (Pisón)

El tercer y último cilindro figura 3.13, es el encargado en obstruir y modificar la salida del fardo a través del túnel de la máquina para lograr la presión ideal para la compactación del mismo material, de lo contrario el material solo entraría y con el movimiento del primer pistón, el material saldría sin ser compactado. Este cilindro es de una sola acción, es decir solo tiene una entrada de fluido y por la misma se drena; el movimiento de este cilindro es causado por una válvula simple de abre - cierre que está conectada a la presión del flujo que manda la bomba que alimenta al pistón uno.



Figura 3.13 Tercer pistón

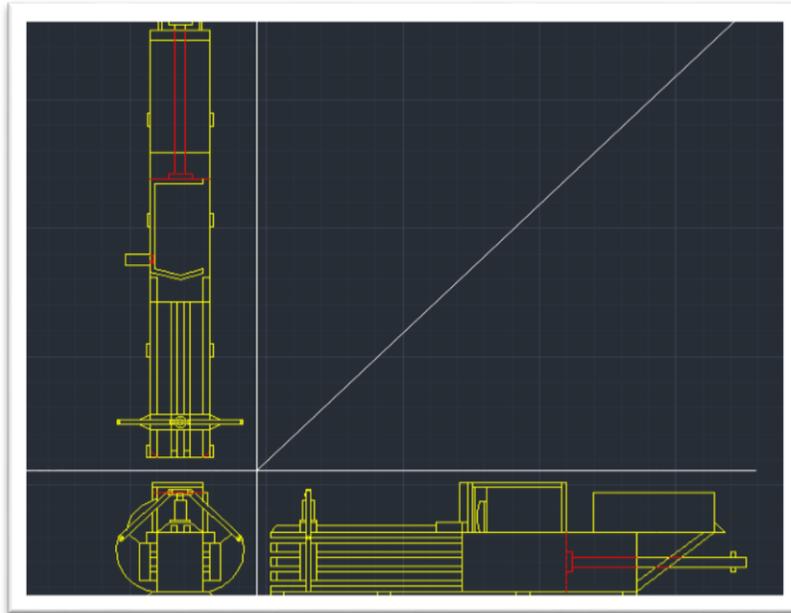


Figura 3. 14 Máquina Enfardadora

3.5.2 Mangueras

Para conectar todos los elementos hidráulicos del sistema se requiere de mangueras especiales en estructura, longitud y diámetro, para esto se consultó el manual de Vickers con especificaciones sobre estas.

Muchas veces se utilizan mangueras flexibles cuando las líneas hidráulicas están sometidas a movimiento, flexiones y/o vibraciones figura 3.15. La norma para la mayoría de estas mangueras es la SAE J5 17. Esta norma contiene números 100R que controlan los requerimientos de construcción, dimensiones, presión, compatibilidad con los fluidos y temperaturas. Estos números están descritos brevemente en el Anexo 3. En el apéndice C puede verse una tabla que muestra las presiones máximas de funcionamiento para diversos tamaños. El consentimiento con esta norma es voluntario.

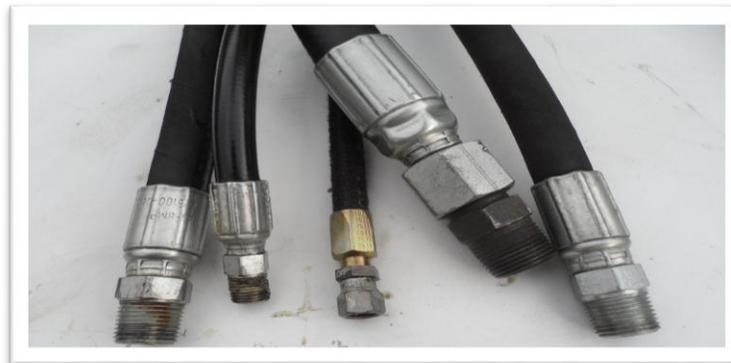


Figura 3.15 Mangueras Flexibles

3.5.3 Alimentación a sistema hidráulico

Contamos con un motor trifásico de doble flecha de 65 HP donde las bombas que alimentan a los pistones están debidamente acopladas. En la figura 3.16 se muestra el motor utilizado acoplado a su derecha una bomba de doble flujo, y a su izquierda una bomba de flujo único.



Figura 3. 16 Coplee de motor y b bombas

Tomando como referencia el frente del motor donde está la conexión, tenemos que la bomba a la derecha es de dos flujos uno mayor de 24 galones y uno menor de 7 galones figura 3.17, los cuales alimentan el regreso del pistón principal y el movimiento del pistón con el trabajo de pisón.



Figura 3. 17 Bomba de doble caudal

Del lado izquierdo se encuentra acoplada una bomba de menor caudal (22 galones) figura 3.18 la cual tiene mayor presión y fuerza por lo que sirve para hacer avanzar al pistón principal, que es el encargado de empujar la carga de material.

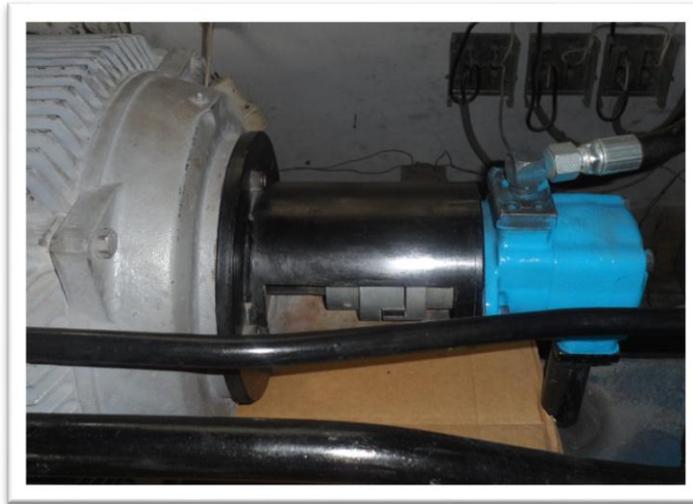


Figura 3. 18 Bomba de 22 galones

Las salidas de cada bomba están conectadas a un sistema que nos elimina el exceso de tuberías, denominado manifold figura 3.19 (un bloque taladrado donde direcciona el flujo del aceite a cada uno de los pistones).



Figura 3. 19 Manifold

El manifold es como el corazón de la máquina pues es el encargado de direccionar el flujo de aceite a todo el cuerpo de la máquina, en él se encuentran conectadas las bombas que alimentan los pistones de la misma.

Para el avance y retroceso del carro de empuje de material (pistón principal) necesitamos controlar los flujos de la bombas más grandes pues para el avance del carro necesitamos presión y fuerza utilizamos de las dos bombas la más pequeña, y en el momento del regreso del carro entra en acción la bomba más grande que nos da velocidad aunque con menos fuerza, sistema adecuado debido que en el regreso ya no se requiere presión.

Para el control de estos flujos se utilizó dos válvulas solenoides una con acción eléctrico y la otra de acción hidráulico. La válvula de acción eléctrica esta acoplada a la válvula de acción hidráulica. Dominando la eléctrica sobre la hidráulica. Esta válvula está montada sobre el manifold convirtiéndose en la válvula principal del sistema. Tal como se muestra en la figura 3.20.



Figura 3. 20 Válvula direccional

Para el control del segundo pistón, encontramos en el manifold una segunda válvula direccional que trabaja con el flujo de la bomba doble de 7 galones. Esta funciona direccionando el flujo al pistón para su movimiento, este se activa manualmente en caso de obstrucción de material a la entrada del túnel de la máquina.



Figura 3. 21 Válvula direccional para pistón

Para el tercer pistón, encontramos en el manifold un sistema muy sencillo pues al ser de una sola acción este pistón, basta con abrir una válvula para incrementar su presión y una segunda válvula para disminuirla. Como nos encontramos con el problema de que no siempre está en movimiento este pistón, a diferencia de las bombas que nunca dejan de bombear aceite, requerimos de instalar a la entrada de las válvulas, una tercera válvula tipo check que direcciona el flujo al tanque cuanto no está en uso. Tal cual se visualiza en la figura 3.22



Figura 3.22 Válvula check

Dentro del manifold hay una serie de túneles los cuales deben conectarse correctamente para aprovechar todos los flujos de aceite, sin estropear ningún elemento, para esto nos encontramos con válvulas check para controlar estos flujos, y con la ayuda de las señales provenientes del plc que manipulan a las dos válvulas direccionales encargadas del movimiento de los pistones uno y dos.



Capítulo IV- Sistema de control para la máquina enfardadora

4.1 sistema de control

El sistema de control de la máquina enfardadora en realidad es muy sencillo pero por fines de practica el empleo de un plc abarca muy bien las tareas que realizara esta máquina, siendo una de ellas manejar de forma manual dos pistones, a criterio del operador, y la segunda tarea será de modo automático donde se elimina la presencia del operador.

El empleo de un plc facilita estas tareas, así como da seguridad y confiabilidad; (el plc empleado para esta máquina fue proporcionado por la empresa propietaria del producto. Sin embargo a continuación se muestran algunos otros con características similares con el fin de mostrar la gran variedad y marcas encontradas en el mercado.

4.1.1 PLC Master-K120S

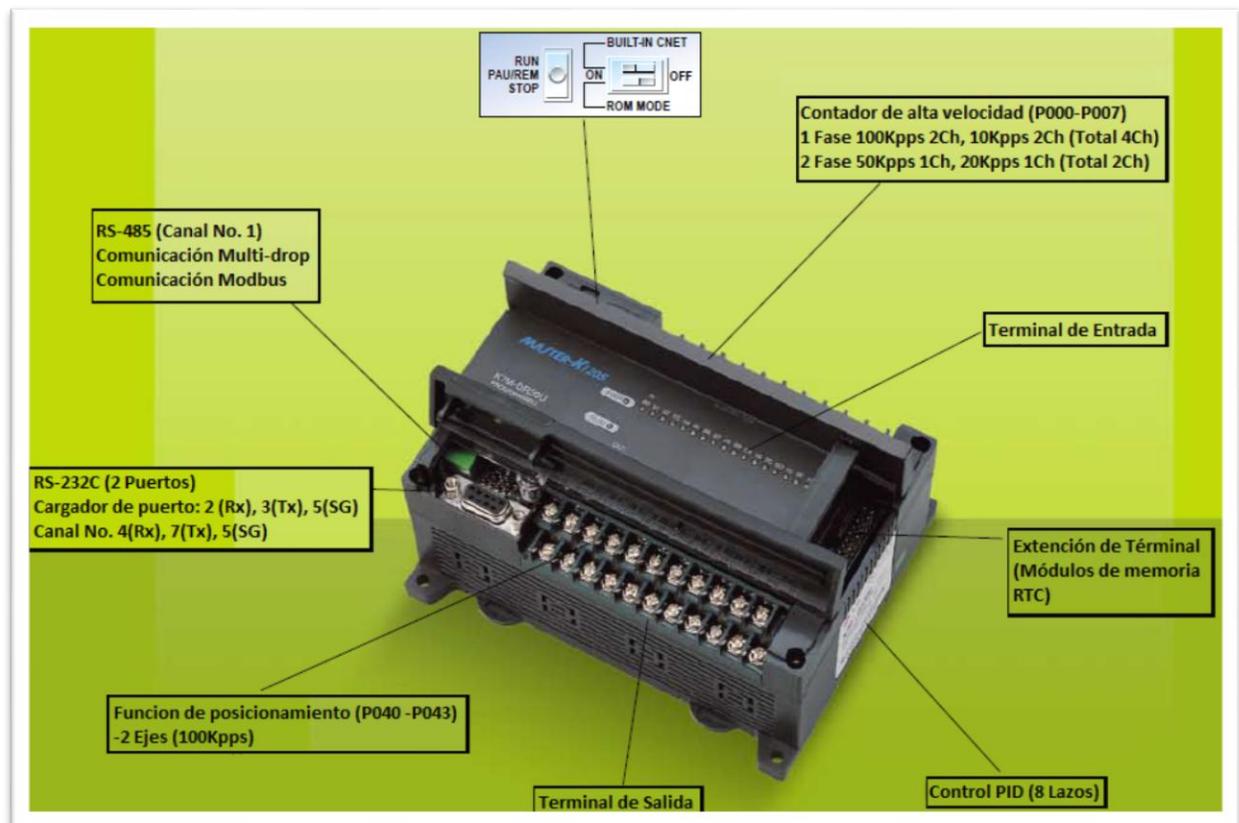


Figura 4. 1 PLC Master-K120S

Puntos de entradas y salidas y Fuente de alimentación:

8 entradas de CD (24 VCD)

6 salidas a relé

85-264 (VCA)

Construido en función de:

- Capacidad del programa: 2 k pasos
- Expansión máxima: 2 módulos
- Captura de impulso: anchura de pulso 50 μ s 4 puntos,
- Contador de alta velocidad:
Fase 1: 2 canales 10 kHz.
Fase 2: 5 kHz 1 canal.
- Alarma Externa :: 50 μ s 4 puntos
- Filtro de entrada: 0 ~ 1000ms (puede ser designado con los grupos)
- Comunicación RS-232C
- RS-485 (sólo K7M-DR10/14UE)
- Temporizador incorporado analógica (sólo K7M-DR10/14UE)

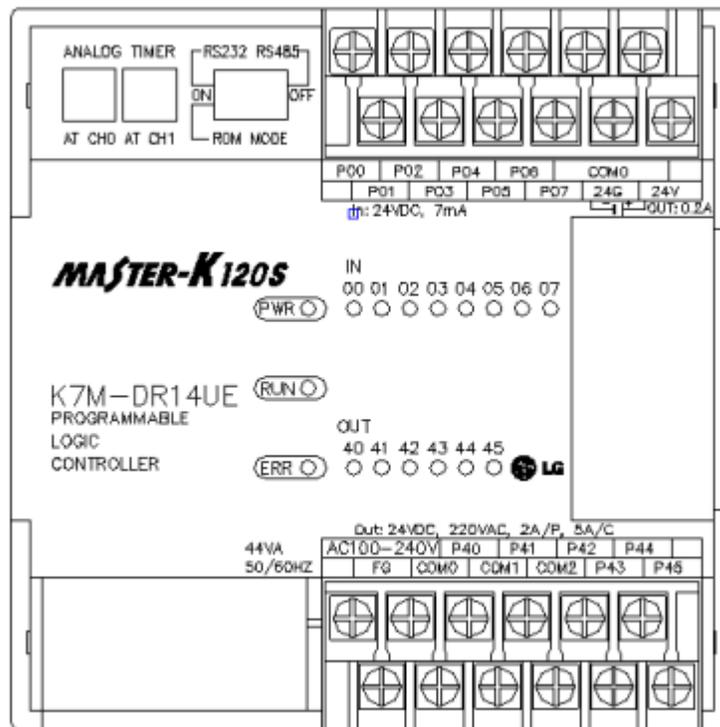


Figura 4. 2 Esquema de PLC Master-K120S (Económico)

El PLC puede considerarse como un dispositivo modular y como todos los de su género presenta la posibilidad de ser expandido según sean los requerimientos necesarios del sistema:

Datos técnicos generales:

Entradas: 12 Digitales

Salidas: 8 a relevador

Temperatura de trabajo: 0^oc a 55^oc

Temperatura de almacenamiento: -25^oc a 70^oc

Humedad ambiente de operación y de almacenaje: 5% a 95%

Vibraciones de operación que soporta: 57 Hz a 150 Hz

La unidad principal del controlador está compuesto por:

Unidad de procesamiento central (CPU)

Terminales de entrada y salida (I/O)

LED indicadores de las entradas y las salidas

Conector RS-485 para la comunicación

Conector estándar de LG para permitir la expansión del controlador

Interruptor para la selección del módulo de operación

4.2 Sistema de control de la máquina

Para el sistema de control se utilizó el PLC Master-K120 de LG Industrial Systems por disposición de la empresa.



Figura 4. 3 PLC Master-K120s

4.2.1 Condiciones de operación para el PLC

Dentro de la programación del PLC de la compactadora se requiere el arranque y paro del pistón principal, de igual manera se requiere que el programa incluya un modo de selección automática y otro modo de selección manual para comodidad de trabajo del usuario o en el caso de que llegara a surgir alguna falla inesperada, al momento de que el carro del pistón comience a iniciar su trayectoria para compactar el cartón y llegue a su recorrido final este vuelva a retroceder llegando de nuevo a su estado original de reposo, esta acción se repetirá un total de tres veces y una vez que se cumplan estas condiciones y el pistón este retraído se activará el pisón lateral de la tolva de llenado para empujar cualquier pedazo de cartón que se pudiera haber quedado atorado durante el proceso de compactación, con la restricción de que mientras el pistón este fuera de su lugar de reposo el pisón no pueda activarse para que así no llegue a dañar al mismo pistón.

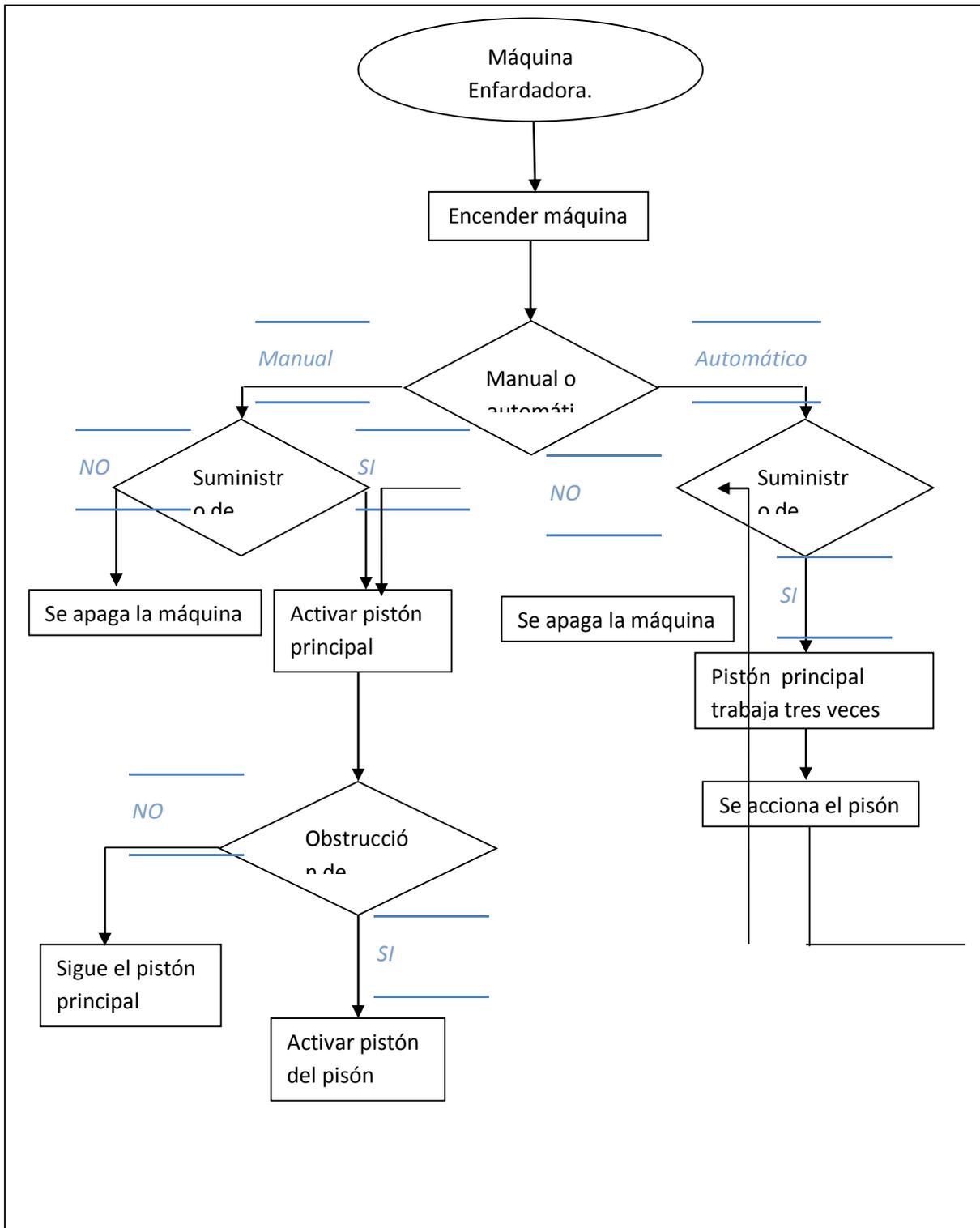


Figura 4.4 Esquema de Programación

4.3 Instalación y construcción del tablero de control

Al término de la rehabilitación del equipo físico de la máquina, nos disponemos a la construcción del tablero de control que permitirá al operador la manipulación de la máquina, para esto se debe realizar como antecedentes, el conteo de entradas y salidas a operar para el control adecuado de la máquina.

Sabiendo que solo manipulamos dos actuadores para la compactación con ayuda de válvulas direccionales, entendemos que serán 4 las bobinas que tenemos como salidas.

Con esto, calculamos el número de entradas que requeriremos para el control de estos, teniendo dos botones por cada pistón, y adicionando un botón de paro por emergencia podríamos decir que son 5 los botones de operación.

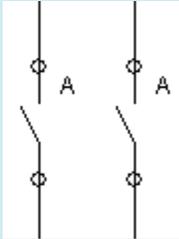
Pero el tablero aún requiere de un elemento más para poder comenzar su construcción, este es una perilla que pondrá a la máquina en modo manual o en su defecto, modo automático.

Pues a petición del propietario, se pide que el equipo cuente con un sistema automático para agilizar la operación de la máquina para una mejor producción de fardos y un mayor rendimiento del operador.

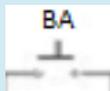
Como entradas al tablero tenemos la alimentación eléctrica del PLC, y los cables que conectan las cuatro bobinas al mismo.

Tabla 4.1 Elementos para control de máquina.

Material para elaboración de tablero de control



Interruptor SIEMENS 5SX1 2
• Elevada capacidad de corte de hasta 15.000 A según la norma EN 60898 y 25 kA según la norma EN 60947-2



PLC MASTER K120S



INDUSTRIAL
CONTROL TRANSFORMER
9T58K0042G44

Montando el PLC dentro del tablero se realiza la conexión adecuada, de las entradas (botones) y las salidas (bobinas) para su posterior manipulación, tal como se muestra en la figura 4.5

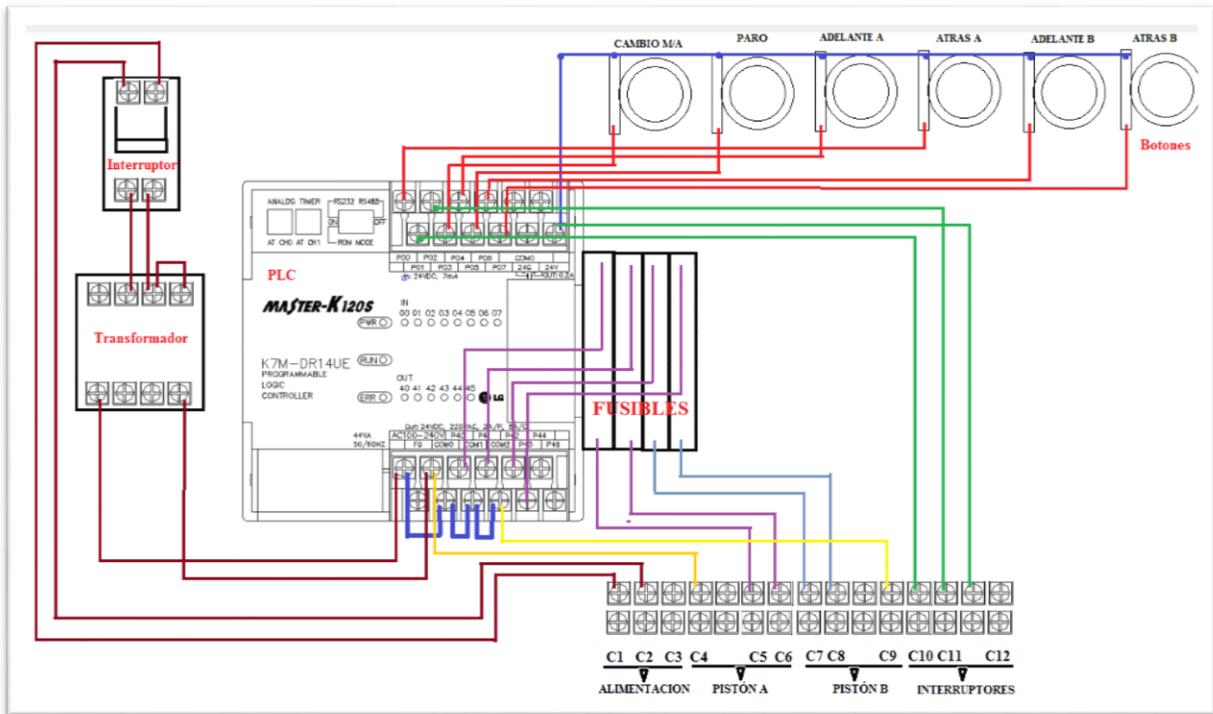


Figura 4. 5 Esquema de conexión de PLC

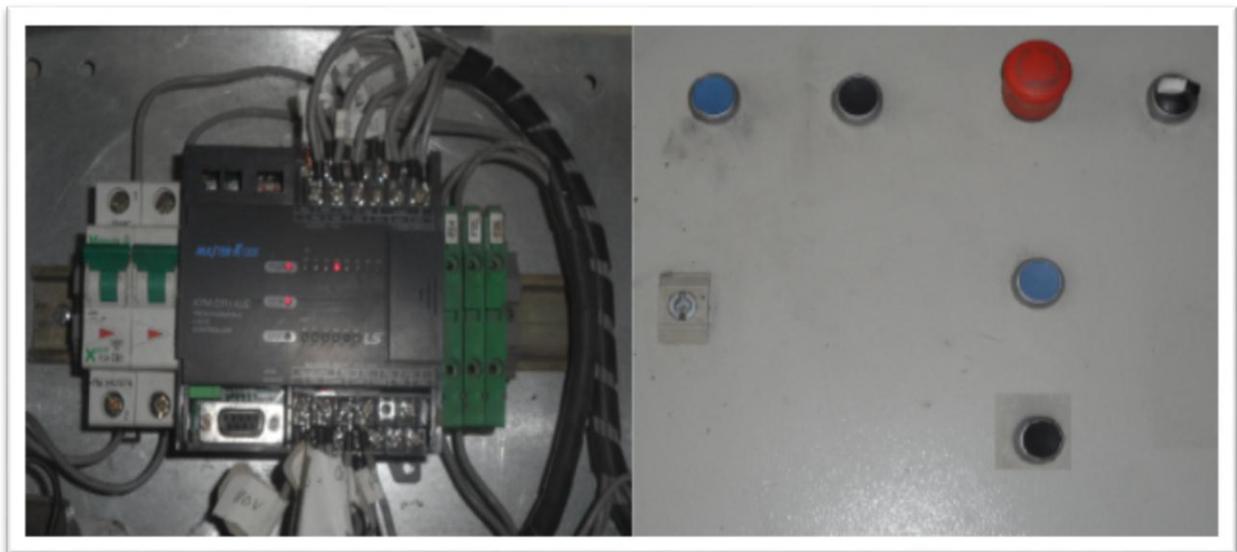


Figura 4. 6 Conexión de PLC

Al igual que en tablero de arranque, en este se agrega un interruptor para el PLC, para su mejor operación en caso de desmonte o como un interruptor en caso de que no esté en operación.

4.4 Obtención de señales-Entradas y Salidas

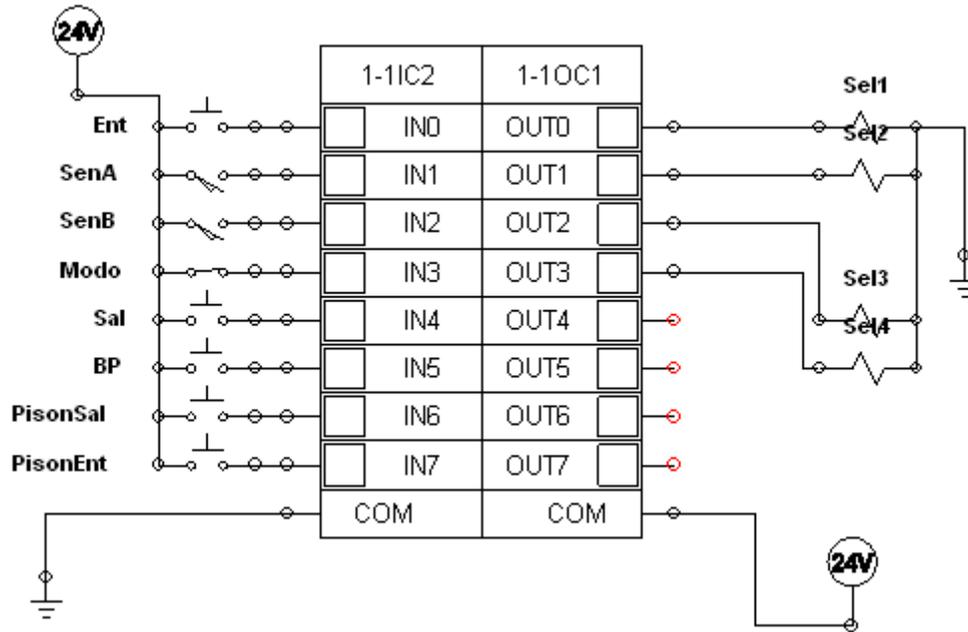


Figura 4. 7 Entradas y Salidas

1-1IC2	OutPut	1-1OC1	IntPut
<input type="checkbox"/> IN0	P0000-Ent Pistón A	<input type="checkbox"/> OUT0	P0040-Bobina A1
<input type="checkbox"/> IN1	P0001-Int A	<input type="checkbox"/> OUT1	P0041-Bobina A2
<input type="checkbox"/> IN2	P0002-Int B	<input type="checkbox"/> OUT2	P0042-Bobina B1
<input type="checkbox"/> IN3	P0003-Modo M/A	<input type="checkbox"/> OUT3	P0043-Bobina B2
<input type="checkbox"/> IN4	P0004-Sal Pistón A	<input type="checkbox"/> OUT4	
<input type="checkbox"/> IN5	P0005-B Paro	<input type="checkbox"/> OUT5	
<input type="checkbox"/> IN6	P0006-Sal Pistón B	<input type="checkbox"/> OUT6	
<input type="checkbox"/> IN7	P0007-Ent Pistón B	<input type="checkbox"/> OUT7	
COM		COM	

4.5 Creación de un nuevo proyecto en KGL_WE

Para iniciar una serie de pasos de configuración del controlador que se está utilizando es necesario primeramente conocer de qué manera podemos generar un proyecto desde sus inicios. Para ello debemos iniciar el software KGL_Win y seleccionar la opción de Nuevo Proyecto. En ese momento tendremos una ventana que brinda la opción de crear nuevo proyecto. Figura 4.8.

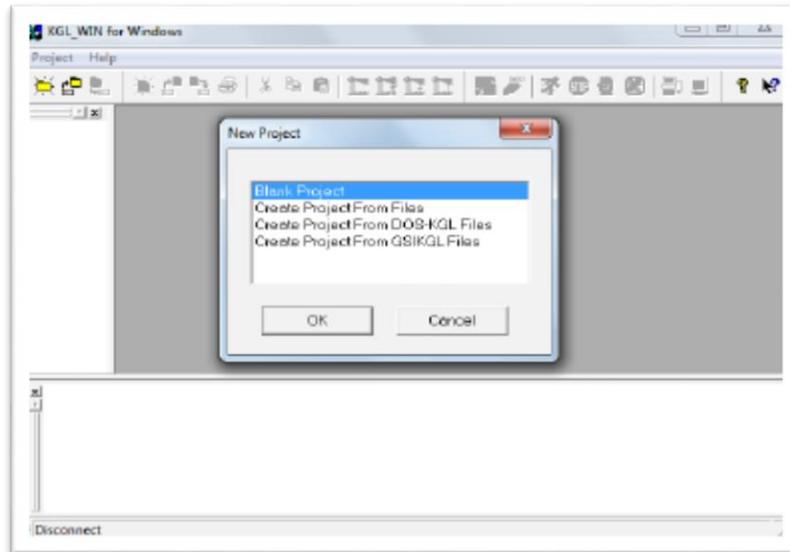


Figura 4.8 Nuevo Proyecto

Una vez seleccionada la opción que se desee se muestra una ventana que permite escoger las propiedades del proyecto aquí se debe seleccionar el controlador de la gama LG MASTER-K que se va a utilizar y también se debe seleccionar el lenguaje en el que se va a programar. Figura 4.9

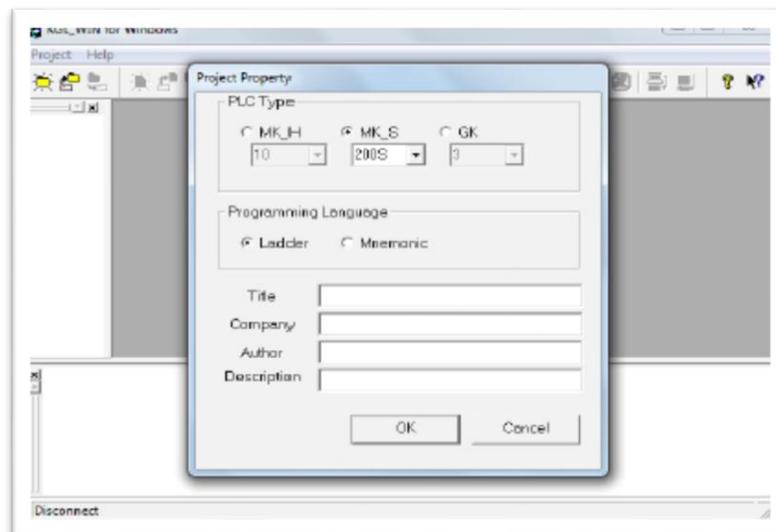


Figura 4.9 Propiedades del Proyecto

Al finalizar la selección de opciones del software se pasa a otra ventana en la cual se procede a la programación de la secuencia del PLC. Desde esta ventana también se procede a la configuración de los boques y funciones que se utilizarán. Figura 4.10

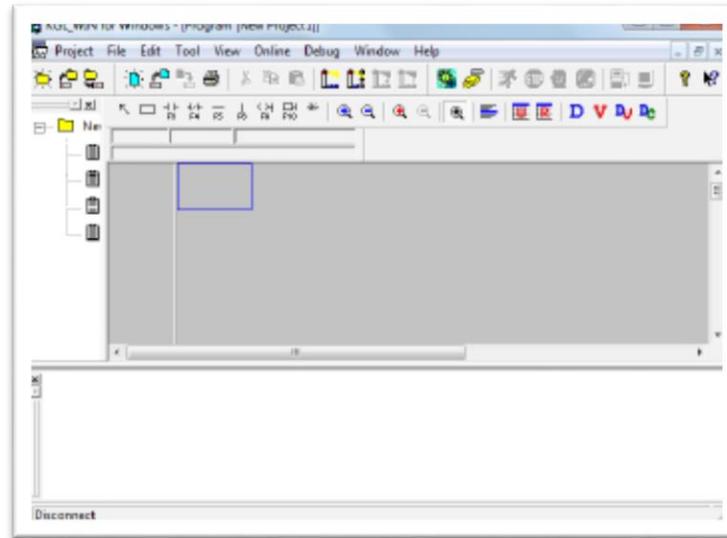


Figura 4.10 Ventana de Programación

4.6 Programación de PLC

Modo manual.

Las primeras líneas corresponden al control manual de la máquina. Mediante la activación de un interruptor de posición decidimos si queremos controlar la máquina manual o automáticamente. Al poner el interruptor en la primera posición activamos la entrada I: 1/0 que hará que las primeras nueve líneas del programa se a activen.

Cuando se oprime el botón para comprimir, la entrada P0004 es activada haciendo que la bobina P0040 que corresponden a la bobina 1 (P0040) se energice y quede enclavada gracias al contacto en paralelo que se le puso a dicho botón. De esta manera se logra que el pistón se retraiga hasta que es detenida por el botón de paro (P0005) o si se llega a accionar el interruptor B (P0002). Los dos contactos que están en paralelo del interruptor B se colocaron para el caso de que el pistón quede detenido en medio sin tocar ningún sensor y de esa forma se pueda continuar el funcionamiento. Véase figura 4.11.

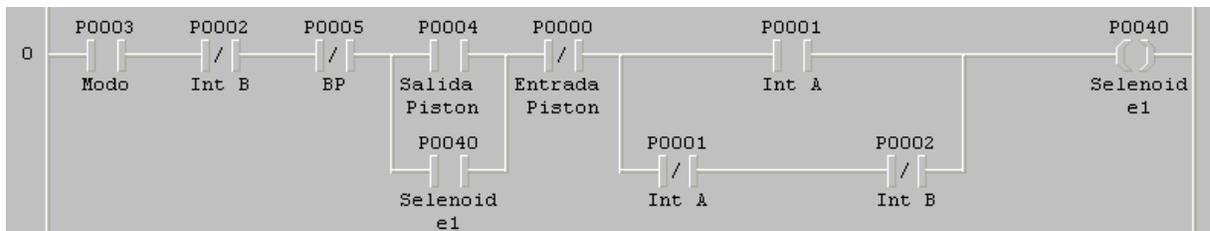


Figura 4. 11 Control Manual

Para que el pistón se retraiga en necesario activar la bobina P0041 que será activada mediante el botón que tiene asignada la entrada P0000 que realizara la función de dejar enclavada dicha salida, hasta que sea desenclavada mediante la activación del sensor A (P0001) o del botón de paro (P0005)

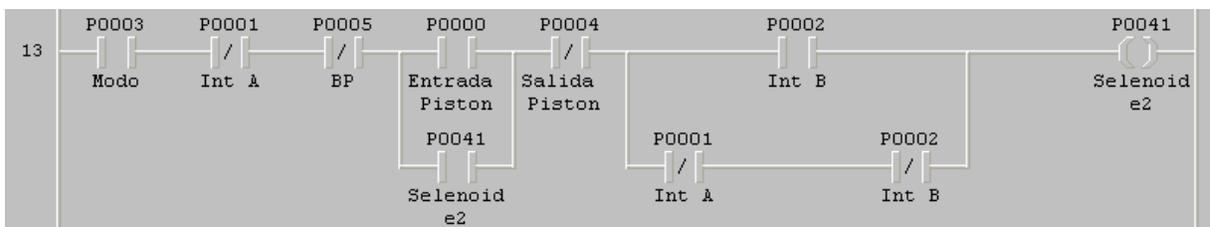


Figura 4. 12 Activación de Bobinas

Para proteger el sistema y que no ocurra una falla por energizar las bobinas al mismo tiempo, se han colocado contactos cerrados antes de activar las válvulas solenoides, quedando con prioridad al paro si por error se llegan a presionar los dos botones de arranque.



Figura 4. 13 Programación del pistón

En la figura 4.13 se observa la programación que se hizo para el pistón, mediante la activación de la salida P0042 el pison baja mientras se presione el boton con la entrada P0006, una vez que se suelta dicho boton el pison se detiene. Para que el pison entre se activa la salida P0043.

Modo Automático

Como ya se había mencionado, para el modo automático lo que se busca es que la máquina realice un trabajo continuo, que el pistón se extienda y se retraiga el número de veces que el usuario requiera, por ejemplo en esta configuración se programó para que el pistón se extienda y se retraiga tres veces y que baje el pistón después de esto, repitiendo el ciclo hasta que el usuario lo detenga.

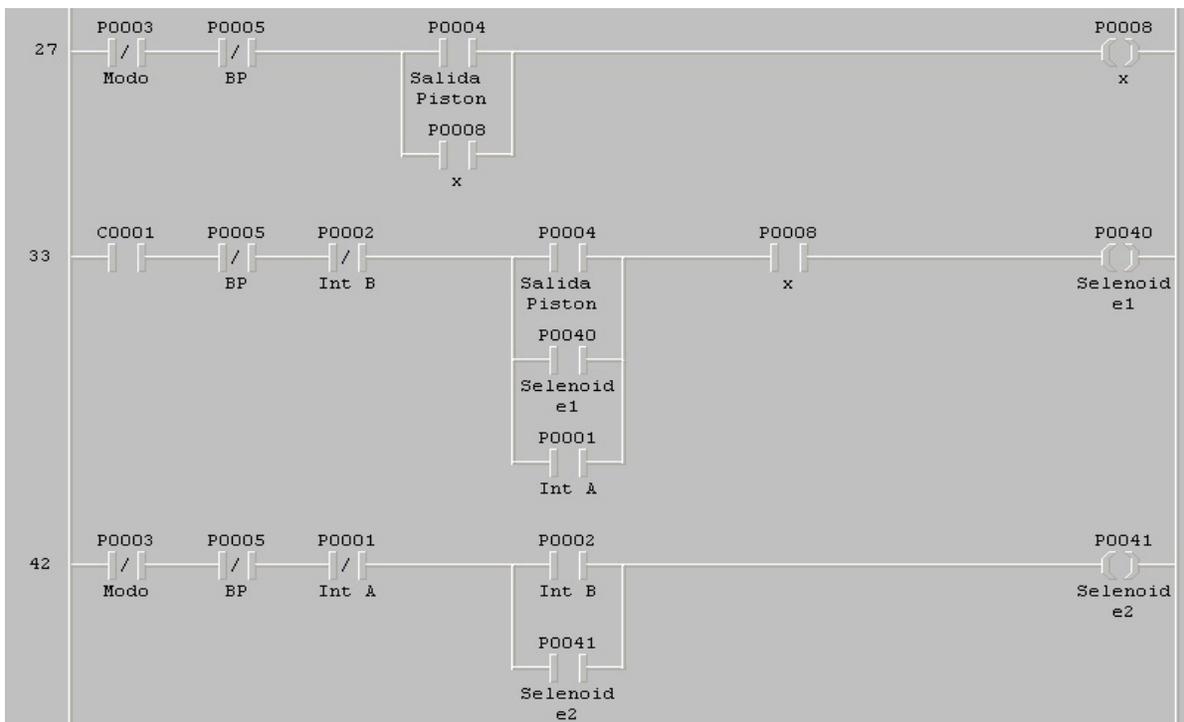


Figura 4. 14 Control Automático

En la figura 4.14 se muestra el inicio de la programación de modo automático. Al Mover el interruptor de posición al modo automático se abre el contacto P0003 haciendo que el resto del programa se active. Una vez que se ha puesto el interruptor de posición en el modo automático para que empiece a trabajar se tiene que presionar el botón de salida (P0004) activando está a la salida P0008 que quedara enclavada hasta que se presione el botón de paro.

Una vez que la función automática es activada el pistón se extenderá y automáticamente al tocar el sensor B se contraerá repitiendo esta función de manera continua hasta que haga las repeticiones que se le programo

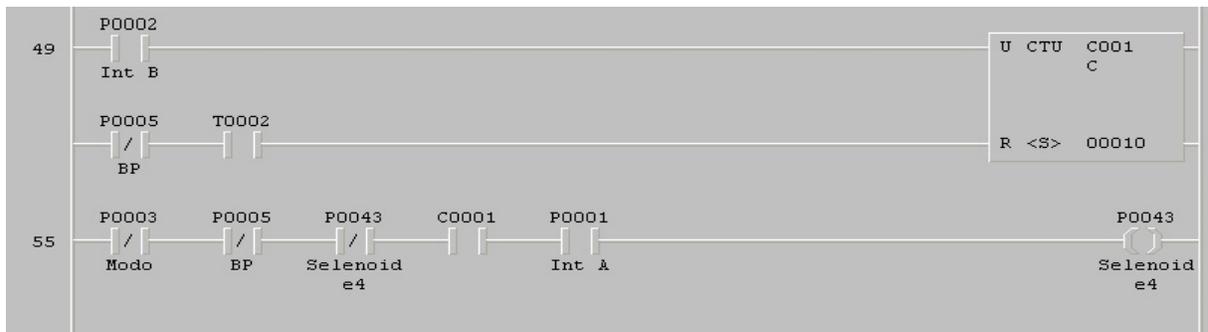


Figura 4.15 Condiciones de Operación

En la figura 4.15 vemos la programación en la que se le indica al pistón cuantas veces se extenderá y se retraerá mediante un contador.

Una vez que el acumulado del contador ha igualado su Preset cierra un contacto del mismo y ya que el pistón toca el sensor A (posición contraída) automáticamente el pistón bajará ya que la salida P0043 se activara, así también esta salida activara un timer que controlara cuanto tiempo se queda abajo el pistón, posteriormente automáticamente sube y vuelve a repetir el ciclo.

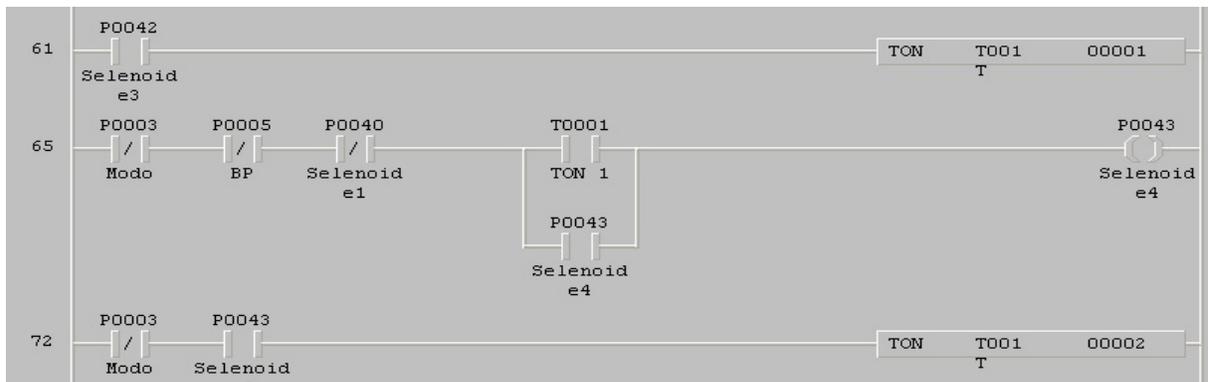


Figura 4.16 Repetición de ciclo

Se usó un TON para que resetee el contador una vez que el pistón haya cumplido su función, y así de esta forma se hizo cíclico el funcionamiento de la máquina hasta que el usuario presione el botón de paro P0005



Capítulo V-Análisis de costos y factibilidad del proyecto

En todas las empresas se generan residuos. Estos residuos suelen ser retirados por un Gestor de Residuos Autorizado por Medio Ambiente.

El primer problema que encuentra el gestor que retira los residuos de las empresas, son los numerosos costes asociados al transporte de estos residuos.

La empresa busca reducir de forma significativa sus costes de transporte de residuos buscando algún producto de compactación de residuos.

El paso es obvio: el residuo se puede compactar y los costes de la gestión de residuos están asociados al peso y volumen de éstos. Si reducimos volumen reducimos costes.

5.1 ¿Por qué Reparar una máquina Enfardadora?

Experiencia: La producción de residuos en el país es constante y de volúmenes incalculables; una máquina enfardadora reduce gradualmente los espacios que ocupa la materia bruta.

Precios: El adquirir un quipo nuevo excede los costos de reparar un existente.

En este capítulo se proporciona información del gasto económico requerido para determinar la viabilidad de realizar este proyecto; los precios se cotizaron según listas de proveedores vigentes y los costos de ingeniería se establecieron de acuerdo a ley federal del trabajo

El valor de las refacciones utilizadas y equipo es proporcionado por:

Parker Solutions

Ing. Salvador A. Gallegos Arteaga
Ingeniero de Aplicaciones

(Néstor Basilio Hernández)
Distribuidor Autorizado Parker Hannifin de México

Girasol No. 61
Col. Las Conchitas CP 54757
Cauatlán Izcalli Edo. de Méx.
Cel. 044 55 54 01 20 45
Tels. 24 51 88 28 y 58 93 57 35
Fax. 24 51 88 29
Pagina Web www.parkersolution.mex.tl

5.2 Análisis de costos del proyecto

Para el desarrollo de este proyecto se realizó un análisis de todo el equipo y materiales para la elaboración del mismo, así como las ventajas ante otros productos que satisfacen la misma necesidad dentro del trabajo.

En la tabla 5.1 se muestra el análisis de costos general del proyecto, el cual permite apreciar los costos de equipo, así como los costos finales de instalación y desarrollo de ingeniería.

Tabla 5.1 Elementos de máquina.

EQUIPO HIDRÁULICO		
1		<p>Sperry Vickers DG354-1086-53-9236 Directional Control Valve DG3541086539236</p> <p>\$20,250.00</p>
1		<p>Vickers DG4V-3S-2N-M-FW-B5-60 5075PSI 10GPM 1/2" NPT Directional Control Valve</p> <p>\$5,063.00</p>
1		<p>VICKERS RG 10 F4 30 HYDRAULIC PRESSURE CONTROL VALVE 475-2000PSI 59786</p> <p>\$10,125.00</p>

1		<p>VICKERS RCG-06-A1-30 PRESSURE CONTROL VALVE</p> <p>\$15,188.00</p>	
1		<p>VICKERS DOUBLE A QF 5M C 10A3 DIRECTIONAL CONTROL VALVE 1000PSI 54908</p> <p>\$9,867.00</p>	
1		<p>Válvula de alivio SUN DCC 9G06</p> <p>\$14,560.00</p>	
2		<p>Válvula ON OFF 3/8</p> <p>\$467.00</p>	
2		<p>Válvula CHEC SUN CED 9EX6</p> <p>\$4,568.00</p>	
Total			\$85,123

En la tabla 5.2 se observar los costos del desarrollo de la *ingeniería*.

Tabla 5.2 Desarrollo de Ingeniería

HORAS-HOMBRE DEL DESARROLLO DEL PROYECTO			
Personal	Sueldo por hora	Sueldo por día	Duración del proyecto: 4 meses
Ingeniero/ Técnico		\$1,000.00	\$120,000
Programador de PLC	\$4,500.00		2 horas \$9,000.00
Mecánico de ingeniería		\$300	\$36,000.00
TOTAL			\$165,000.00

Con la información anterior se calcula el costo neto de reparar esta máquina con respecto a adquirir un equipo nuevo del mercado Tabla 5.3.

Tabla 5.3 Relación de costos.

EQUIPO NUEVO		GASTOS POR REPARACION	
MÁQUINA EXIS	PRECIO	MATERIAL	\$85,123
Imabe Iberica	\$ 1 470.000	PERSONAL	\$165,000.00
		TOTAL	\$250,123.00

Observamos que el precio que da solución a la problemática establecida, es menor y de mayor aceptación al reparar el equipo existente.

5.3 Resumen de costos y beneficios

Costo de material + Costo de Desarrollo de ingeniería = Costo total

Costo de material	85,123 pesos
Costo de mano de obra	165,000 pesos
Costo total	250,123 pesos

Máquina nueva – Máquina existente = Ahorro total

Máquina nueva	1, 470,000 pesos
Reparación máquina	250,123 pesos
Ahorro total	1 219,877 pesos

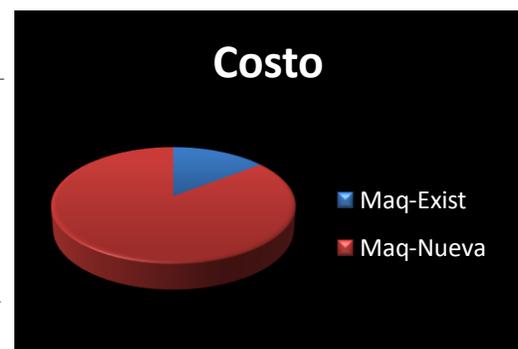


Figura 5.1 Relación de costos.



Capítulo VI- Resultados y Conclusiones

6.1 Resultados

Resultado 1: Arranque y paro del motor eléctrico con el sistema a tensión plena.

Resultado 2: Acoplamiento de los elementos del sistema hidráulico verificando correcta conexión y evitando fugas.

Resultado 3: Alimentación eléctrica del PLC y conexiones a los dispositivos de salida

Resultado 4: Las bombas no alimentaban a los pistones. Se solucionó con la purga de estas.

Resultado 5: No se encuentran fugas en el sistema hidráulico.

Resultado 6: Al encontrar la máquina en condiciones de operación, se realizó un fardo de archivo blanco, obteniendo un producto de características aceptables.

Nota: Solo se realizaron pruebas con archivo blanco.

Resultado 7: Se percibió un ligero rechinar de la máquina, el cual disminuyó con la operación constante de la misma.

Resultado 8: La máquina quedó rehabilitada.

6.2 Conclusiones

Se logró entender el funcionamiento de la máquina enfardadora, gracias a la empresa que facilitó información de operación de la misma, dando el punto de partida para la reingeniería establecida; además que proporciono equipo, herramienta y piezas necesarias para cumplir con el objetivo planteado.

Podemos ver que gracias a la colaboración y al el apoyo de D.I.H.V.S.A la reparación de la máquina se llevó a cabo con éxito, ya que se tuvo toda la disposición en la compra de refacciones, herramientas y materiales para la restauración de la misma.

En la parte del sistema hidráulico, la recicladora costeó con un proveedor externo la reparación y corrección de las partes afectadas en bombas, pistones y válvulas; en el sistema eléctrico y de control se realizó la reparación y sustitución de los elementos dañados como fueron el motor, arrancadores, relevadores, sistemas de protección, botoneras, PLC y cables eléctricos.

Para la parte de la programación del PLC se comprobó que, el funcionamiento de entradas, salidas, interruptores de límite y válvulas eléctricas, fuera el correcto para la operación y manipulación de la enfardadora, así también se verifico la programación mediante la simulación de ésta, antes de ser cargada y ejecutada en el PLC.

Con dichos arreglos la empresa se vio beneficiada ya que volvió a tener su compactadora funcionando de forma eficiente, lo cual consiste en que su equipo crea fardos de 500 kg aproximadamente, adecuados para la producción de la empresa.

Conforme el proyecto avanzaba, se presentaron las oportunidades de experimentar el cumplimiento de los objetivos particulares los cuales marcaron el camino a la meta prescrita; con la colaboración del equipo de tesis, el personal de la recicladora D.I.H.V.S.A y con el mejor desempeño y disposición de ambas partes, se cumple con el objetivo general quedando satisfechos los involucrados.

Bibliografías

[1] **Deformación y chapa (2003) / Historia del prensado. Recuperado de <http://www.interempresas.net/Deformacion-y-chapa/Articulos/10544-La-larga-historia-del-prensado-de-metales.html>**

Equipos de compactar y enfardar. Recuperado de http://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2003-124_sp/antecedentes.html

[2] **Corriente Alterna y Corriente Directa recuperado de <http://www.sapiensman.com/electrotecnia/problemas21B.htm>**

[3] **Conexión de motores. Recuperado de <http://www.reparatumismo.org/documentos/FOT2009/CONEXIONADO%20DE%20MOTORES%20INDUCCION.pdf>**

[4] **Concepto de Hidráulica. Recuperado de <http://www.areatecnologia.com/que-es-hidraulica.htm>**

[5] **Vycmex “Manual de hidráulica”**

[6] **2010 “Diseño de un sistema automático para una compactadora de aluminio”. Tesis para obtener Título de Ingeniero. Instituto Politécnico Nacional. México.**

[7] **Maloney, Timothy “Electrónica Industrial Moderna 5ta Edición” Pearson Educación, México**

[8] **Estilos de maquinaria recuperada de <http://imabeiberica.com.mx>**

Glosario

Actuador: Dispositivo que convierte la energía hidráulica en energía mecánica. (Motor o Cilindro).

Archivo: Hojas de papel.

Arranque: Puesta en marcha de los elementos eléctricos (Motor).

Circuito: Una disposición de componentes interconectados para realizar una función específica dentro de un sistema.

Control: Dispositivo utilizado para regular el funcionamiento de una unidad.

Controlador Lógico Programable (PLC): Un dispositivo programable de estado sólido que proporciona el control de una máquina o proceso basándose en las condiciones de entrada y salida.

Corriente alterna: Una corriente cuya magnitud varía continuamente, producida por una fuente de alimentación (generador, alternador).

Corriente directa: Una corriente eléctrica constante producida por una fuente de alimentación (batería, par termoeléctrico), que pasa en una sola dirección de un circuito.

Enfardar: Compactar, comprimir.

Fardo: Bloque de material, normalmente prensado.

Hidráulica: Ciencia que trata de las presiones y caudales de los líquidos.

Manifold: Un bloque taladrado donde direcciona el flujo del aceite a cada uno de los pistones

Manómetro: Escala de presión que no tiene en cuenta la presión atmosférica y el punto cero es 1 kp/cm² absoluto.

O-ring: Son uno de los sellos más comunes utilizados en el diseño de máquinas, ya que son baratos, fáciles de hacer, fiable, y tienen requisitos de montaje sencillos.

Pistón: Pieza de forma cilíndrica que se ajusta dentro de un cilindro y transmite o recibe un movimiento mediante un vástago conectado a la misma.

Purga: Suministrar aceite al sistema hidráulico para eliminar el aire encontrado dentro del mismo.

Presión: Es la fuerza por unidad de área. Se expresa normalmente en bar; kilo Pascal o psi.

Válvula: Dispositivo que controla la dirección, presión o caudal de un fluido.

Válvula de alivio: Válvula accionada por presión que desvía el caudal procedente de la bomba a tanque, limitando la presión del sistema a un valor máximo predeterminado.





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Unidad Zacatenco



INGENIERÍA EN CONTROL Y AUTOMATIZACION

PLANEACION E INGENIERIA DE MANTENIMIENTO

“MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA MÁQUINA ENFARDADORA”

D.I.H.V.S.A

NOMBRE:

HERNANDEZ REYES VICTOR ANDRES	2009300574
VARGAS ARAUZ IRVING JOSUE	2009302291
VAZQUEZ LOPEZ ISMAEL	2009301039



2013, MEXICO D. F.

Contenido

Secciones	Página
1.- Introducción	3
2.- Resumen Ejecutivo	4
3.- Propósito	5
4.- Información importante de seguridad	5
5.- Precauciones de seguridad	7
6.- Simbología de seguridad	8
7.- Identificación de los componentes de la máquina	9
8.- Seguridad	13
9.- Descripción general de funcionamiento	14
10.- Mantenimiento eléctrico	15
➤ 10.1.- Selección del personal	16
➤ 10.2.- Contactos eléctricos directos	17
➤ 10.3.- Contactos eléctricos indirectos	18
11.-Mantenimiento hidráulico	19
➤ 11.1.- Mantenimiento parcial	19
➤ 11.2.- Mantenimiento completo	19
➤ 11.3.- Principio de diagnóstico y prueba	20
12.- Mantenimiento de la etapa de control	23

Introducción.

En el siguiente trabajo se presenta el manual de mantenimiento de la máquina enfardadora D.I.H.V.S.A, esta máquina tiene tres partes principales, la parte eléctrica, la parte hidráulica y la parte de control.

El equipo de seguridad necesario para darle el mantenimiento adecuado a cada parte de la máquina está especificado en cada sección correspondiente del manual así como la previa capacitación que deberá tener el personal antes y durante la operación de la misma.

También el manual incluye diagramas de la máquina donde muestra los tres pistones principales para el mantenimiento hidráulico que es el área donde el mantenimiento se tendrá que realizar más constantemente ya que es la que más desgaste tiene durante la operación.

	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 4 de 27

Resumen Ejecutivo

Con el paso de los años la demanda de este tipo de máquinas ha ido en aumento debido a los grandes volúmenes de desperdicios que se van generando debido al enorme crecimiento de las poblaciones a nivel mundial.

Esta máquina conocida mejor como Máquina enfardadora es un dispositivo utilizado dentro de la industria del reciclaje, sus usos industriales abarcan desde el reciclaje de botellas de plástico (PET), bolsas de plástico y de cartón o cartoncillo.

La ventaja de trabajar con este tipo de máquinas es que de los grandes desperdicios obtenidos diariamente de los residuos de los materiales anteriormente mencionados se logran obtener volúmenes reducidos de los mismos, lo que logra que sean más fáciles de transportar para su posterior reciclaje.



	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 5 de 27

1.- Propósito

El objetivo del presente documento es establecer la metodología de pasos a seguir en el proceso de mantenimiento de la máquina enfardadora **D.I.H.V.S.A**

2.- Responsables

Jefe Administrativo de Planta
 Jefes de Mantenimiento
 Personal de Mantenimiento (técnicos)

Información Importante de seguridad.

Esta máquina, está constituida de cuatro áreas principales, parte mecánica, hidráulica, eléctrica y electrónica, cada una de estas requiere un mantenimiento y monitoreo contra fallas muy especial, pues si una de estas áreas llegara a tener algún error, toda la máquina dejaría de operar, pues son partes muy fundamentales de la misma.

El área mecánica es lo que da cuerpo a la máquina la cual no funciona sin el área hidráulica, ya que esta se encarga del movimiento de cada mecanismo de la máquina para su funcionamiento, por contar con un sistema electrónico para el control de esta máquina también es necesario el suministro eléctrico lo cual nos permite el arranque y paro de este proceso.

Este manual contiene instrucciones de operación, mantenimiento y cuidado en general sobre cada parte importante de la máquina (más adelante se describirán a detalle cada una de estas partes). Este manual debe guardarse para futuras referencias en caso de alguna falla o avería de alguna pieza interna de la máquina.

	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 6 de 27



**¡Lea el manual antes de trabajar con la máquina
enfardadora!**

La máquina enfardadora **D.I.H.V.S.A** esta disponible en dos modos de operación: Manual y Automática, este manual describe los pasos a seguir para proporcionarle al equipo un correcto mantenimiento a sus cuatro áreas principales las cuales son: Mecánica, Eléctrica, Electrónica e Hidráulica.

Especificaciones:

- **Fuerza del Pistón principal:** 3,500 lbs
- **Tipo de Sistema de Presión:** Aceite
- **Requisitos de Aceite:** 6 a 7 BAR (90 a 100 PSI)
- **Altura del equipo:** 193 cm (73.5")
- **Ancho del equipo:** 92 cm (36")
- **Peso de la máquina:** 1200 kg
- **Cantidad de corriente requerida:** 220 VCA, 60 Hz
- **Temperatura Ambiental soportada:** 32°F a 104°F (0°C a 40°C)

	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 7 de 27

Identificación y localización de los componentes principales de la máquina enfardadora.

Estructura externa de la máquina compactadora

Es la sección principal o la carcasa de la máquina y está fabricada de acero sólido con componentes soldados que constituyen la base y las demás secciones de apoyo.

Pistones

➤ **Pistón principal**

La fuerza de pistón de la máquina es producida por un cilindro hidráulico denominado Cilindro Principal. Esta directamente montado en el interior de la máquina, este está cubierto por el carro de movimiento que es el que se encarga de compactar todo el cartón que la máquina recibe.

➤ **Pisón**

Este es un pistón auxiliar que se encuentra localizado en la parte izquierda de la compactadora, su tamaño es más pequeño que el pistón principal y tiene la función de desatascar cualquier pedazo de cartón que se llegue a atorar en la tolva principal de la compactadora.

➤ **Cangrejo**

Este último pistón tiene la función de mantener las pacas de cartón fijas para que no se deshagan durante la trayectoria de expulsado donde finalmente el montacargas de la empresa tomará paca por paca para acomodarlas en el almacén donde se transportarán hacia el lugar de reciclaje.

Motor eléctrico

Este es un motor trifásico de 65 HP alimentado con 220 Volts de C.D, este motor hace funcionar las dos bombas que llenan y vacían el pistón principal de la máquina así como las bombas correspondientes al pisón y al cangrejo.

	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 8 de 27

Tablero eléctrico

En este gabinete se encuentra el Switch de encendido y apagado principal de la máquina, a esta le llega una tensión de 220 Volts de Corriente Directa dentro también hay interruptores termo magnéticos y relevadores por cuestión de protección contra sobrecargas o cortos circuitos. También se encuentran los botones de encendido y apagado del motor eléctrico.

***Nota:** El gabinete se mantendrá cerrado con llave durante el tiempo de operación de la máquina, al momento de realizar cualquier inspección de mantenimiento se tendrá que requerir la llave para tener acceso a los componentes de dicho tablero.*

Tablero de Control

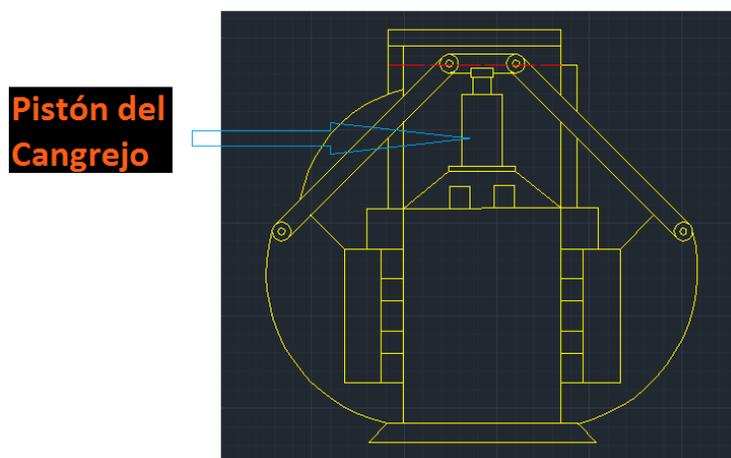
En este gabinete se encuentra el PLC (Master-K120S) de la máquina enfardadora, dentro del mismo gabinete se encuentran...

Interruptores de Límite.

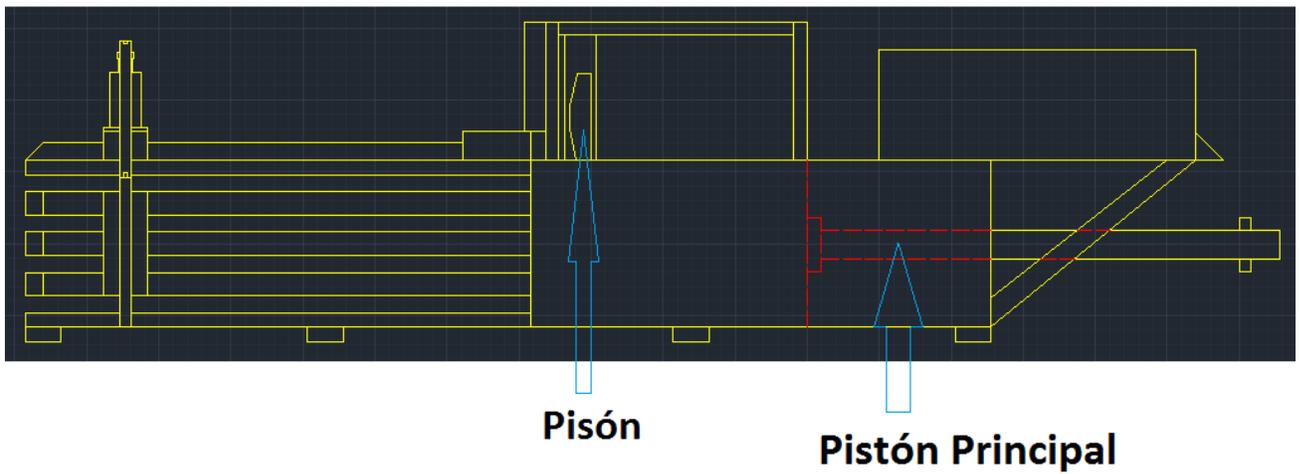
Estos se encuentran localizados en la parte derecha de la máquina abajo del tablero de control, están localizados en la parte inicial y final del recorrido del pistón principal para detenerlo una vez que llegue a sus límites.

Ubicación de los Pistones

Vista Frontal



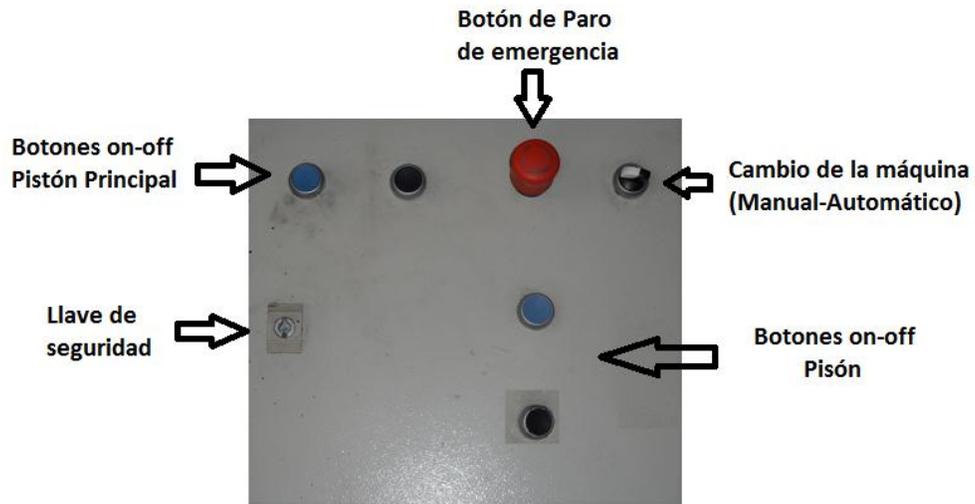
Vista Lateral



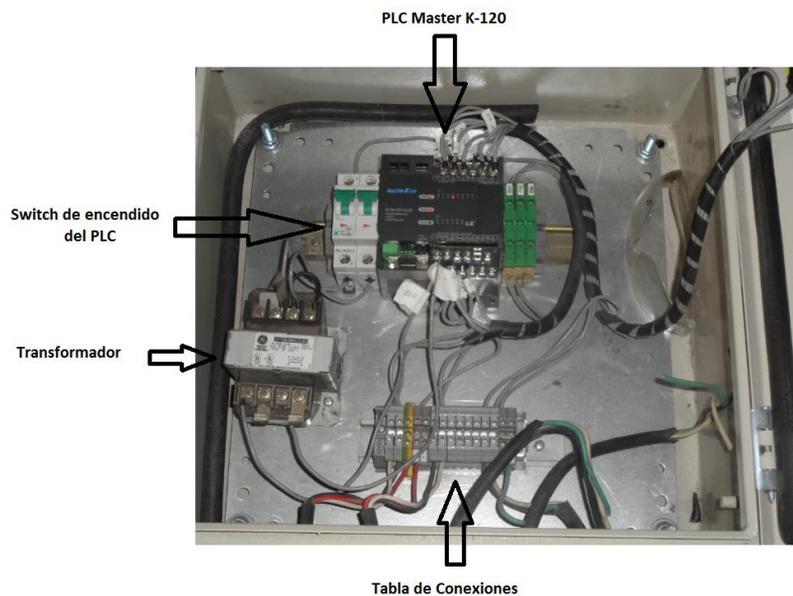
Botones del tablero eléctrico



Botones del tablero de control



Interior del Tablero de Control



	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 11 de 27

Seguridad.



ADVERTENCIAS - Para evitar accidentes:

- 1.- Apague la potencia eléctrica siempre en la desconexión de seguridad antes de rendir servicio a esta máquina.
- 2.- El mantenimiento, reparación, montaje u operación de este equipo sólo debe ser realizado por personal autorizado y capacitado.
- 3.- Emplee siempre protecciones oculares de calzado y en las manos mientras trabaje o realice mantenimiento.

Distintivos del Sistema de Seguridad

- 1.- El apagado de la potencia eléctrica será con el pulsador "OFF" (Botón rojo), el interruptor de encendido ON (Botón verde) estarán en el tablero eléctrico, el arranque y paro de emergencia del pistón principal estará en el tablero de control así como el botón del regreso del mismo, también dentro del tablero de control se encontrarán los botes de paro y arranque del pistón y del cangrejo.
- 2.- La puerta del tablero eléctrico y del tablero de control estará cerrada con llave para desalentar el acceso desautorizado.

	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 12 de 27

PRUEBAS Y OPERACIÓN

Durante la operación normal de la máquina se debe asegurar que solo personal autorizado y calificado se encuentre cerca de las partes móviles eléctricas y de control para evitar accidentes.

Medidas de seguridad.



Precauciones de seguridad.

Para llevar a cabo el arranque del sistema es necesario tomar medidas de seguridad para garantizar la integridad tanto del personal involucrado, equipo y herramientas y del sistema en general, por este motivo es indispensable seguir las siguientes recomendaciones.

- Todo el personal deberá contar con su equipo de seguridad completo, el cual está compuesto por casco y botas con casquillo tipo industrial, gafas claras, tapones, guantes de algodón con bolitas de polietileno.
- Cuando se realicen pruebas y mantenimiento en áreas de alta tensión es necesario emplear botas tipo dieléctricas.
- Durante el apriete se debe verificar el buen estado de la herramienta mecánica a emplear.
- Siempre desconecte el suministro eléctrico de la máquina enfardadora cuando esta no esté en operación
- Antes de trabajar con la máquina, asegúrese de que hay un dispositivo de desconexión del aceite y que éste está en zona accesible de forma que el aceite pueda ser desconectado rápidamente en caso de emergencia.
- Compruebe regularmente el desgaste de los motores, pistones y mangueras.
- Emplee solo piezas idénticas para reparaciones o mantenimiento.
- Fije de forma fiable las conexiones de aceite.
- No interfiera o contacte con las partes móviles de la máquina.
- No lleve nunca colgantes, ropa holgada o nada que pudiera ser trabado por las partes móviles de la máquina.
- No emplee la máquina más que para aquello para lo que ha sido diseñada.
- No modifique de ninguna forma esta máquina.

	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 13 de 27

Simbología de seguridad

Etiqueta	Definición
	Etiqueta de Precaución General – Hay piezas que requieren atención especial. Están especificadas en el manual del operario.
	Protección de pies – Debe llevarse calzado de protección industrial cuando se trabaja con la máquina enfardadora.
	Protección ocular – Debe llevarse protección ocular cuando se trabaja con la máquina enfardadora.
	Etiqueta de superficie caliente – Superficie Caliente. No tocar.
	Etiqueta de punto de golpeo – Mantenga las manos alejadas.

	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 14 de 27

Desarrollo.

Pruebas de funcionamiento de la caja de fusibles

Asegurarse con la ayuda de un multímetro, que al subir las cuchillas de la caja de fusibles circule una diferencia de potencial entre líneas de 220volts, en caso de que en alguna línea no presente medición, revisar que los fusibles estén en buen estado, de lo contrario replácelos y vuelva a realizar la prueba.

Pruebas de continuidad y etiquetado del tablero de control y conexiones a PLC

Primero que nada se debe asegurar que todos los cables estén etiquetados con el servicio para el cual son requeridos.

Con la ayuda del multímetro revisar la continuidad de cables conectados para asegurarnos de cualquier anomalía en los conductores eléctricos, en caso de mostrar problemas con alguno replazar dicho conductor, asegurarse de etiquetar y realizar una vez más la prueba de continuidad para este.

Una vez que se realizó y se aseguró no había problemas de continuidad se deberá accionar el interruptor termomagnético LAL36300 Square D en el tablero de control para el energizado de las líneas del motor, interruptores de límite e instrumentos de control.

Posteriormente al PLC se le suministrará alimentación eléctrica con el interruptor SIEMENS 5SX1 2.

Prueba de entradas y salidas digitales del PLC

Revisar que cada señal esté respondiendo correctamente, para esto se deberá activar cada señal de entrada recibida que son el botón de entrada y salida del pistón principal, botón de entrada y salida del pistón, botón de paro, el selector de tres posiciones y los interruptores de límite y asegurarse que al ser activadas dichas señales el led indicador del PLC encienda al ser activada.

	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 15 de 27

Prueba de sistema hidráulico

Se debe verificar que el tanque almacenador de aceite este lo suficientemente lleno para el bombeo del fluido, así también se debe realizar las purgas correspondientes para evitar problemas con burbujas de aire. Unas ves realizadas dichas pruebas se verificara que el pistón principal se extienda o se retraiga al oprimir cada botón programado así también con el pisón.

Pruebas a motor eléctrico

Lo primero es revisar que el acoplamiento del motor con las bombas, comprobando que la alineación entre ellos sea la correcta para evitar vibraciones.

Comprobar el sentido de giro del motor mediante un interruptor, accionándolo y revisar que el giro vaya en el sentido deseado, en el caso que el sentido del giro sea opuesto al requerido, invertir dos líneas y realizar de nuevo la prueba.

Descripción general del funcionamiento.

Antes de encender la máquina enfardadora.

Asegúrese de llenar a un 80 % la capacidad del tanque de aceite principal de la máquina, esto es porque al momento de que los diferentes pistones se llenan y se drenan absorben y regresan el mismo aceite a la máquina, este es un ciclo de trabajo continuo y el llenado al 80 % sirve para que al momento del regreso del aceite este no llene de más el tanque y el aceite no se llegue a desbordar.

Encendido general de la máquina.

Dentro del tablero eléctrico se encuentra el Switch de energizado general, este se muestran en la siguiente figura, al mover al On el Switch se suministran los 220 Volts de CD al motor principal de la máquina



GUIA DE PROBLEMAS-SOLUCIÓN

A continuación se presenta una guía rápida de solución de problemas en operación de cada uno de los componentes la máquina.

Síntoma	Causa Posible	Solución
Ningún tablero parece recibir alimentación eléctrica	Falla en la caja de cuchillas	Reemplazar fusibles
El PLC no enciende pero el tablero de control si tiene energía eléctrica	El interruptor SIEMENS 5SX1 2. Esta cortando la alimentación eléctrica	Activar interruptor SIEMENS 5SX1 2.
Entrada digital no registrada	Error en cableado	Revisar cable de elemento botón selector o interruptor a PLC
	Averiaron de elemento de entrada (botones, selector o interruptor)	Revisar y/o ustituir elemento
Salida digital no registrada	Error en cableado	Revisar cables desde las salidas del PLC a bobinas de válvulas
	Error en programación	Llamar al ingeniero programador
Sentido de motor inverso	Mala conexión	Invertir líneas de alimentación

	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 17 de 27

Mantenimiento

Selección del personal

El personal que labora en el departamento de mantenimiento eléctrico debe poseer los conocimientos necesarios para desempeñar esta labor, además de ser un personal de confianza. Un aspecto muy importante es la capacitación constante del personal, esta capacitación debe consistir en asegurar:

- Que el departamento de mantenimiento eléctrico disponga de una reserva suficiente de personal calificado para cada una de las actividades técnicas.
- Que cada empleado comprenda la finalidad de su cometido concreto.
- Que los jefes técnicos produzcan unos datos analíticos de precisión conocida que sean significativos y contribuyan al logro de los objetivos del departamento.
- Los trabajadores de mantenimiento eléctrico solo realizarán las actividades para las cuales están calificados.



	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 18 de 27

Mantenimiento eléctrico.

FUNCIONES PRIMARIAS:

- Mantener, reparar y revisar los equipos.
- Modificar, instalar, remover equipos defectuosos.
- Desarrollar programas de mantenimiento preventivo y en tiempos programados.
- Selección y entrenamiento del personal.

FUNCIONES SECUNDARIAS:

- Asesorar la compra de los nuevos equipos.
- Hacer pedidos de repuestos y herramientas.
- Mantener los equipos de seguridad y demás sistemas de protección.
- Llevar la contabilidad e inventario de los equipos.

Etapas para la organización y ejecución del Mantenimiento Eléctrico

Para poder garantizar la disponibilidad operacional de equipos eléctricos, el mantenimiento debe ser ejecutado de manera continua y permanente a través de planes y objetivos precisos y claramente definidos. Teniendo en cuenta los siguientes términos:

- **Acciones:** Las acciones más importantes de mantenimiento eléctrico son: planificación, programación, ejecución, supervisión y control.

Estas pueden ser:

- **Continúas:** Que duran o se hacen sin interrupciones.
- **Permanentes:** Con una duración constante.
- **Predecir:** Conocer, deducir lo que ha de suceder.
- **Asegurar:** Establecer, fijar sólidamente, preservar de daños a las personas y equipos.
- **Funcionamiento:** velar por el buen funcionamiento de los equipos.

	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 19 de 27

Mantenimiento de motor.

Mantenimiento predictivo

Limpieza

El motor debe de limpio, exentos de polvo, residuos y aceites. Para limpiarlos se debe de utilizar escoba y trapos limpios de algodón. Si el polvo no es abrasivo, se debe de emplear un soplete de aire comprimido y eliminar la suciedad de la tapa deflectora y el polvo acumulado en las aletas del ventilador y en las aletas de refrigeración.

Inspección visual

- Verificara que todos los componentes se encuentren en buen estado, completos y en posición correctas.
- Detección de ruidos generales.

Ruidos más comunes

- Ruido uniforme; puede considerarse como un ruido normal debido al giro del motor.
- Ruido de rechinos; indica que hay superficies metálicas que está en contacto directo, como en el caso de un ventilador rozando con la guarda, flecha rozando contra la caja de rodamiento, etc.
- Ruidos secos o golpeteo; indica que los rodamientos esta dañados y que requieren cambio inmediato.
- Ruidos magnéticos; indican rotor abierto o por la ausencia de una fase en la alimentación eléctrica.
- Ruidos por otras fuentes; como en el caso de los que son transmitidos por la carga.

Mantenimiento preventivo.

Limpieza del sistema de ventilación externo. Revisión de caja de conexiones

- Revisión mecánica de la caja de conexiones (tornillería, tuerca unión y empaque).

	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 20 de 27

- Revisar el estado del sello en la salida de terminales del devanado hacia la caja de conexiones.

Lubricación.

- Los rodamientos deben ser lubricados para evitar el contacto metálico entre los cuerpos además de proteger los mismos contra oxidación y desgaste.
- Es importante que se haga una lubricación adecuada y aplicar la grasa correcta en cantidad indicada por el fabricante ya que el exceso ocasiona aumento de temperatura debido a la gran resistencia que ofrece al movimiento de las partes rotativas. Por consecuencia provoca la penetración de grasa en el interior del motor depositándose sobre las bobinas.
- Para lubricar se debe de inyectar la mitad de la cantidad total de grasa y se pone a girar el motor durante un minuto
- Se para el motor y se inyecta el resto de la grasa, ya que si se inyecta toda la grasa con el motor parado puede provocar una penetración de grasa al interior del motor a través de la caja del rodamiento.

Relubricación.

- Retirar la tapa del dren.
- Limpiar con trapo de algodón las proximidades de los orificios de las graseras.
- Con el motor funcionando, adicionar la grasa por medio de la pistola engrasadora hasta que la grasa comience a salir por el dren o hasta haber sido introducida la cantidad de grasa recomendada por el fabricante.
- Dejar el motor funcionando por un periodo suficiente para que se drene todo el exceso de grasa.

	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 21 de 27

Contactos eléctricos directos

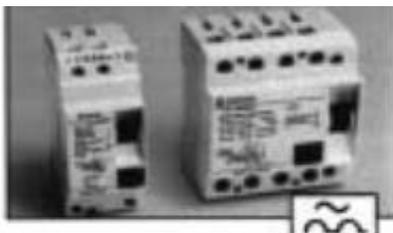
Cuando se entra en contacto con una parte en tensión desnuda.

Causas

Trabajar en equipos conectados a la fuente de alimentación o con acumulación de energía

Utilizar herramientas no adecuadas para trabajos eléctricos, carentes de aislamiento o con éste insuficiente

Utilización de herramientas manuales eléctricas con conductores o conexiones en mal estado



Medidas preventivas

Realizar descargos de los equipos

Las herramientas serán aislantes y adecuadas a las características del trabajo a realizar, el aislamiento deberá cubrir la totalidad de la herramienta excepto la parte operativa de la misma

Las herramientas manuales eléctricas, equipos de trabajo y elementos auxiliares, se revisarán periódicamente dejando constancia documental de dichas revisiones



	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 22 de 27

Contactos eléctricos indirectos

Contacto con partes de que se encuentran accidentalmente bajo tensión.

Causas

Fallos en aislamiento de conductores Derivaciones en equipos y defectos en la instalación de puesta a tierra o ausencia de la misma

Medidas preventivas

Cuando se trabaje en recintos conductores se adoptará alguna de las medidas de protección recogidas en la normativa vigente, tales como utilización de tensiones de seguridad o transformador de separación de circuitos Las masas metálicas de los equipos tales como carcasas, bancadas... se pondrán a tierra

La instalación de alimentación dispondrá de diferenciales asociados a toma de tierra cuando no se hayan adoptado otras medidas de acuerdo con el Reglamento electrotécnico de baja tensión

Las herramientas eléctricas manuales serán de doble aislamiento. En la placa de características vendrá indicado mediante un cuadrado en el interior de otro.

Para la máquina en cuestión, el monitoreo de su conexión eléctrica así como el equipo eléctrico que maneja, es de vital importancia para evitar calentamientos por algún cable sin apretar o por el afloje común que ocasiona el vibrar del equipo. Por esto hay que revisar conexiones para evitar que algún cable este mal conectado y pueda ocasionar un corto circuito.

Para el chequeo de este tablero es indispensable la des-energización de la máquina directo del tablero en la empresa alimentado por la acometida de CFE.

	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 23 de 27

Mantenimiento Hidráulico

Solamente con la planificación y realización de actividades de mantenimiento de rutina se podrían evitar muchos problemas del sistema hidráulico. La prevención empieza con el conocimiento del daño causado por la contaminación. Problemas por Partículas contaminantes: Abrasión, Fatiga, Obstrucción.

Mantenimiento parcial

Comprobación el nivel de fluido hidráulico.

Comprobación que no hay pérdidas en las bombas y cilindros hidráulicos.

Comprobación de posibles pérdidas en las mangueras y líneas hidráulicas y en la zona del depósito hidráulico.

Comprobación del estado de las conexiones en todas las líneas hidráulicas.
Cambio del filtro hidráulico.

Comprobación que los tornillos de los soportes y bombas hidráulicas no están flojos o se han perdido.

Mantenimiento completo

Cambio del aceite hidráulico y lave las rejillas de la boca de llenado

Cambio de piezas desgastadas o en mal estado Todos los circuitos hidráulicos siguen una secuencia de operaciones lógica determinada por el tipo de componentes dentro del circuito y de cómo están interconectados entre sí.

Cuando un circuito no funciona apropiadamente, hay una razón lógica para ese mal funcionamiento. El diagnostico paso a paso y la prueba del circuito lo llevara al problema en el tiempo más corto.

Una consideración final, que tiene un mayor impacto en la reducción de tiempo de inactividad es el mantenimiento preventivo. Basta con reparar o

	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 24 de 27

reemplazar los componentes es un gran esfuerzo sólo un momento aislado de los cuales no habrá ninguna enseñanza si no se van a tomar medidas para prevenir la recurrencia de ese fracaso. Un buen programa de mantenimiento preventivo es una parte esencial de cualquier departamento de servicio. Pero estando en la situación de tener una máquina parada, tras una serie de sencillos pasos dará lugar a una solución rápida y segura.

Técnica para un correcto mantenimiento.

1. Consiga toda la información sobre el problema.
2. Examine esa información.
3. Saque conclusiones.
4. Por último, pruebe esas conclusiones hasta que el problema sea resuelto.

PRINCIPIOS DEL DIAGNOSTICO Y PRUEBA

1. Compruebe que es seguro meterse en la máquina.
2. Piense antes de actuar, hable con el operador de la máquina.
3. Mire el manual (planos hidráulico eléctrico, etc.) infórmese.
4. Visualmente inspeccione la máquina.
5. Opere la máquina.
6. Verifique las entradas de potencia (220 v, vapor, acumuladores).
7. Aislé líneas del circuito hidráulico.
8. Identifique problemas:
 - Actuadores que no se mueven.
 - Movimiento errático, lento de cilindros y motores.
9. Conecte el problema con la causa:
 - Baja presión.
 - Bajo flujo.
 - Operación errática de componente.
10. Llegue a conclusiones.
11. Pruebe sus conclusiones.
12. Reporte sus logros.
13. Repare o reemplace los componentes que tengan problema



Manual de Mantenimiento

Procedimiento

Área: Mantenimiento

Fecha: 26/Abril/2013

Revisión: 1

Pág. 25 de 27

La máquina en cuestión requiere de un complejo y completo sistema hidráulico para su operación, por lo que un mantenimiento a dicho sistema es de mayor prioridad para evitar fallas al equipo.

Para el funcionamiento y accionamiento de los actuadores se requiere de válvulas y bombas hidráulicas lo que indica que se trabaja con altas presiones y altas temperaturas, lo que ocasiona fugas en este sistema.

Debido a las altas presiones y temperaturas el aceite tiende a disminuir su densidad por lo que le es más fácil encontrar salida ante alguna conexión floja.

Ante este problema, lo ideal es realizar las conexiones entre mangueras, válvulas y equipo hidráulico, con el aislante correcto que ayude a sellar de manera hermética para contrarrestar las fugas de aceite.

Apretar bridas y tornillos con la mejor precisión para evitar fugas por apriete incorrecto; utilizar empaques adecuados que sellen las conexiones utilizadas en el proceso.





Manual de Mantenimiento

Procedimiento

Área: Mantenimiento

Fecha: 26/Abril/2013

Revisión: 1

Pág. 26 de 27

Mantener limpio el equipo y superficies hidráulicas así como todo material en contacto con los fluidos para evitar accidentes laborales, y una mejor visualización de la máquina para localizar prontas fallas y fugas en el sistema.



	Manual de Mantenimiento	Procedimiento	
		Área: Mantenimiento	
		Fecha: 26/Abril/2013	
		Revisión: 1	Pág. 27 de 27

Mantenimiento para la etapa de control

Como cualquier otra máquina, los PLC necesita de un mantenimiento preventivo o inspección periódica; esta inspección ha de tener una periodicidad tanto más corta cuanto más complejo sea el sistema, y puede variar desde semanalmente hasta anualmente.

Aunque la fiabilidad de estos sistemas es alta, las consecuencias derivadas de sus averías originan un alto coste, por lo que es necesario reducir esta posibilidad al mínimo.

Para el control de la máquina cuenta con un sistema electrónico, que consta básicamente de un PLC y de las bobinas que este activara para la manipulación de las válvulas direccionales, al ser un complejo sistema este solo puede recibir mantenimiento por personal de grado técnico - ingeniero.

Sin embargo el operador de la máquina puede y debe asegurarse que este sistema se encuentre en un sitio libre de humedad, golpes y de vibraciones.



Anexo 2 Tabla para la de selección de cables.

Tabla 310-60(c)(79).- Ampacidad de tres conductores de cobre aislados, alambrados dentro de una cubierta general (cable de tres conductores) en ductos eléctricos subterráneos (un cable por ducto eléctrico), con base en una temperatura ambiente de la tierra de 20 °C, el montaje de los ductos eléctricos según se indica en la Figura 310-60, factor de carga del 100 por ciento, resistencia térmica (RHO) de 90, temperaturas del conductor de 90 °C y 105 °C

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la Tabla 310-104(c)]			
mm ²	AWG o kcmil	Ampacidad para 2 001-5 000 volts		Ampacidad para 5 001-35 000 volts	
		Temperatura de los conductores de media tensión en °C			
		90	105	90	105
Un circuito (Véase la Figura 310-60, Detalle 1)					
8.37	8	59	64	—	—
13.3	6	78	84	88	95
21.2	4	100	110	115	125
33.6	2	135	145	150	160
42.4	1	155	165	170	185
53.5	1/0	175	190	195	210
67.4	2/0	200	220	220	235
85.0	3/0	230	250	250	270
107	4/0	265	285	285	305
127	250	290	315	310	335
177	350	355	380	375	400
253	500	430	460	450	485
380	750	530	570	545	585
507	1000	600	645	615	660
Tres circuitos (Véase la Figura 310-60, Detalle 2)					
8.37	8	53	57	—	—
13.3	6	69	74	75	81
21.2	4	89	96	97	105
33.6	2	115	125	125	135
42.4	1	135	145	140	155
53.5	1/0	150	165	160	175
67.4	2/0	170	185	185	195

Tabla 2

Tabla 310-106(a).- Tamaño o designación mínimo de los conductores

Tensión nominal del conductor (volts)	Cobre		Aluminio o aluminio recubierto de cobre	
	Tamaño o designación			
	mm ²	AWG	mm ²	AWG
0-2 000	2.08	14	13.3	6
2 001-5 000	8.37	8	13.3	6
5 001-8 000	13.3	6	13.3	6
8 001-15 000	33.6	2	33.6	2
15 001-28 000	42.4	1	42.4	1
28 001-35 000	53.5	1/0	53.5	1/0

Anexo 3 Descripción de las mangueras flexibles tipo 100R

SAE 100R1.

Tipo A - Esta manguera está formada por un tubo interior de caucho sintético resistente al aceite, un refuerzo de alambre trenzado de una sola capa, y de una capa exterior de caucho sintético resistente al aceite y a las condiciones ambientales. Puede utilizarse un pliegue o trenza de material adecuado del tubo interior y/o encima del refuerzo de alambre para atirantar el caucho sintético al alambre.

Tipo AT - Está construida igual que el tipo A, exceptuando que lleva una capa exterior diseñada para montarla con racores que no requieran sacarla total o parcialmente.



SAE 100R2.

Está formada por un tubo interior de caucho sintético resistente al aceite, un refuerzo de alambre de acero según el tipo de manguera como se especifica a continuación, y de una capa exterior de caucho sintético resistente al aceite y a las condiciones ambientales. Puede utilizarse un pliegue a trenza de material adecuado encima del tubo interior y/o encima del refuerzo de alambre para atirantar el caucho sintético al alambre.

Tipo A - Debe llevar dos refuerzos de alambre trenzado.

Tipo B - Debe llevar dos pliegues espirales.

Tipo AT - Debe construirse lo mismo que la A, exceptuando que debe llevar una capa exterior diseñada para instalarla con racores que no requieran sacarla total o parcialmente.

Tipo BT - Está construida lo mismo que la B, exceptuando que debe llevar una tapa exterior diseñada para instalarla con racores que no requieran sacarla total o parcialmente.



SAE 100R3.

Está formada por un tubo interior de caucho sintético resistente al aceite, dos capas de tejido trenzado adecuado, y de una capa exterior de caucho sintético resistente al aceite y a las condiciones atmosféricas.



SAE 100R4.

Debe estar formada por un tubo interior de caucho sintético resistente al aceite, un refuerzo formado por un pliegue o pliegues de tejido textil trenzado con alambre espiral, y de una capa exterior de caucho sintético resistente al aceite y a las condiciones atmosféricas.



SAE 100R6.

Debe estar formada por un tubo interior de caucho sintético resistente al aceite, un pliegue trenzado de hilo textil adecuado, y una capa exterior de caucho sintético resistente al aceite y a las condiciones ambientales.



SAE 100R5.

Debe estar formada por un tubo interior de caucho sintético resistente al aceite, y por dos capas de tejido trenzado separadas por una capa de alambre de acero muy elástico. Todas las capas deben impregnarse con aceite y con un compuesto de caucho sintético resistente al moho.



SAE 100R7.

Debe estar formada por un tubo interior de termoplástico resistente a los fluidos hidráulicos con un refuerzo de fibra sintética adecuada y capa exterior termoplástica resistente al fluido hidráulico y a las condiciones ambientales.



SAE 100R8.

Debe estar formada por un tubo interior de termoplástico resistente a los fluidos hidráulicos con un refuerzo de fibra sintética adecuada y una capa exterior termoplástica resistente al fluido hidráulico y a las condiciones ambientales.



SAE 100R9

Tipo A - Debe estar formada por un tubo interior de caucho sintético resistente al aceite, 4 pliegues de espiral de alambre enrollados en direcciones alternas, y una capa exterior de caucho sintético resistente al aceite y a las condiciones ambientales. Puede utilizarse un pliegue a trenzado de material adecuado encima del tubo interior y/o sobre el refuerzo de alambre para atirantar el caucho sintético al alambre.

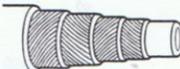
Tipo AT - Está construida igual que el tipo A, exceptuando que lleva una capa exterior diseñada para instalarla con racores que no requieran sacarla total o parcialmente.



SAE 100R10

Tipo A - Debe estar formada por un tubo interior de caucho sintético resistente al aceite, 4 pliegues de espiral de alambre grueso enrollado en direcciones alternas, y una capa exterior de caucho sintético resistente al aceite y a las condiciones atmosféricas. Puede utilizarse un pliegue o trenzado de material adecuado encima del tubo interior y/o encima del refuerzo de alambre para atirantar el caucho sintético al alambre.

Tipo AT - Debe construirse igual que el tipo A, exceptuando que lleva una capa exterior diseñada para instalarla con racores que no requieran sacarla total o parcialmente.



SAE 100R11

Está formada por un tubo interior de caucho sintético resistente al aceite, 6 pliegues espirales de alambre grueso enrollados en direcciones alternas y una capa exterior de caucho sintético resistente al aceite y a las condiciones atmosféricas. Debe utilizarse un pliegue a trenzado de material adecuado encima del tubo interior y/o encima del refuerzo de alambre para atirantar el caucho sintético al alambre.



SAE 100R12

Está formada por un tubo interior de caucho sintético resistente al aceite, 4 pliegues espirales de alambre grueso enrollados en direcciones alternas y una capa exterior de caucho sintético resistente al aceite y a las condiciones atmosféricas. Puede utilizarse un pliegue o trenzado de material adecuado sobre o dentro el tubo interior y/o sobre el refuerzo de alambre para atirantar el caucho sintético al alambre.



Anexo 4 Contactor LC!-F115

