



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

Unidad Profesional “Adolfo López Mateos”
Z A C A T E N C O

DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA UNA
COMPACTADORA DE ALUMINIO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

PRESENTAN:

URIBE SOLIS LUIS ANTONIO
HERNANDEZ BAUTISTA MANUEL
MARTINEZ MORALES JUAN FRANCISCO

ASESORES:

M. EN C. RICARDO NAVARRO SOTO
ING. JORGE LUIS GUTIÉRREZ G.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTRICA
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.- MANUEL HERNÁNDEZ BAUTISTA
C.- LUIS ANTONIO URIBE SOLIS
C.- JUAN FRANCISCO MARTÍNEZ MORALES

"DISEÑO DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO PARA UNA COMPACTADORA DE ALUMINIO"

DISEÑAR EL SISTEMA AUTOMÁTICO DE UN COMPACTADOR DE ALUMINIO MEDIANTE SISTEMAS ELECTROHIDRÁULICOS, QUE AYUDEN A INCREMENTAR LA SEGURIDAD EN EL PROCESO Y PRODUCCIÓN DE PACAS DE ALUMINIO POR TURNO CON DIMENSIONES SIMILARES.

- ❖ ANTECEDENTES Y CONCEPTOS GENERALES DE AUTOMATIZACIÓN Y ELECTROHIDRÁULICOS
- ❖ PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DEL ALUMINIO Y ESTADO ACTUAL DE LA COMPACTADORA DE ALUMINIO
- ❖ SELECCIÓN DE MATERIALES E INTEGRACIÓN DE LA AUTOMATIZACIÓN PARA LA COMPACTADORA DE ALUMINIO
- ❖ COSTOS

MÉXICO D.F., 09 DE AGOSTO DE 2011

ASESORES



M. EN C. RICARDO NAVARRO SOTO



DR. JUAN JOSÉ MUÑOZ CÉSAR

JEFE DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO
DE INGENIERÍA EN CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN



IPN
JEFATURA ICA

ÍNDICE GENERAL

Objetivo	i
Objetivos específicos.....	i
Introduccion.....	i

CAPITULO 1 ANTECEDENTES Y CONCEPTOS GENERALES DE AUTOMATIZACIÓN Y ELECTROHIDRÁULICOS

1.1 Antecedentes del compactador	2
1.2 Conceptos eléctricos	6
1.2.1 Sistemas eléctricos	6
1.2.2 Corriente continua	6
1.2.3 Corriente alterna	7
1.3 Sistemas hidráulicos	8
1.3.1 Definición de hidráulica.....	8
1.3.2 Principios de hidráulica	8
1.3.3 Principio de pascal.....	9
1.3.4 Estática de fluidos o hidrostática	10
1.4 Dispositivos hidráulicos	10
1.4.1 Unidades de potencia	10
1.4.2 Bombas.....	11
1.4.2.1 Bombas de engranajes	11
1.4.2.2 Bombas de paletas.....	12
1.4.2.3 Bomba de pistón	13
1.5 Actuadores	13

1.5.1 Cilindros hidráulicos.....	14
1.5.2 Válvulas de control de presión.....	15
1.5.2.1 Válvulas de contrabalance	16
1.5.2.2 Válvula de alivio de accionamiento directo	18
1.5.2.3 Válvula de descarga	19
1.5.3 Control direccional.....	19
1.5.3.1 Tipos de accionamiento.....	20
1.5.4 Válvulas de control de flujo.....	21
1.6 Sistemas electrohidráulicos.....	22
1.6.1 Definición de electrohidráulica	22
1.6.2 Electroválvulas	23
1.7 Sistemas automáticos	23
1.7.1 Sensores	23
1.7.1.1 Sensor fotoeléctrico	26
1.7.2 PLC	27
1.7.3 Programación de plc.....	28
1.7.3.1 Sistema de programación en escalera ladder	30

CAPITULO 2 PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DEL ALUMINIO Y ESTADO ACTUAL DE LA COMPACTADORA DE ALUMINIO

2.1 Descripción del proceso de laminado.....	36
2.1.1 Introducción.....	36
2.1.2 Laminado y troquelado de la lámina de aluminio	37
2.1.2.1 Laminado en frío	37
2.1.2.2 Laminado por colado continuo	39

2.1.3	Poceso de la bobina de aluminio obtenida de la laminacion	40
2.2	Tipos de materiales a compactar	42
2.2.1	Desperdicio de aluminio:.....	43
2.2.2	Viruta de aluminio	43
2.2.3	Procesos que provocan desprendimiento de viruta	44
2.3	Descripción del funcionamiento de la compactadora	45
2.3.1	Descripción del diagrama hidraulico de la compactadora de aluminio.	45
2.3.2	Descripción del funcionamiento de la compactadora de aluminio en condiciones actuales.	47
2.4	Descripción de los elementos que componen la compactadora.....	52

CAPITULO 3 SELECCIÓN DE MATERIALES E INTEGRACION DE LA AUTOMATIZACIÓN PARA LA COMPACTADORA DE ALUMINIO

3.1	Introducción	56
3.2	Selección de material requerido para la automatización.....	56
3.2.1	Selección de sensores	56
3.2.1.1	Características de los sensores fotoeléctricos 42CSS-R9MNB1-D4 y 42CSS-D2MNA1-D4	58
3.2.2	Selección del equipo electrohidráulico	58
3.2.2.1	Distribucion del equipo electro hidraulico seleccionado de la maquina compactadora de aluminio.....	60
3.2.3	Adquisición de señales de entradas	61
3.2.3.1	Selección del controlador lógico programables (PLC)	65
3.3	Propuesta de automatización	68
3.3.1	Descripción de la propuesta del sistema automático	68

3.3.1.1 Distribucion del equipo electrohidraulico seleccionado y sensores seleccionados.....	69
3.3.1.2 Programacion de la secuencia automática.....	70
3.3.2 Descripcion de la programacion del PLC	75
3.3.2.1 Inicio de la secuencia de operación automática	77

CAPITULO 4 COSTOS

4.1 Costos de ingenieria.....	83
-------------------------------	----

CONCLUSIONES	88
---------------------------	-----------

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	90
---	-----------

GLOSARIO	91
-----------------------	-----------

ANEXOS

Anexo A hoja de dato de sensores.....	93
---------------------------------------	----

Anexo B captura de pantalla de las cotizaciones	98
---	----

Anexo C hoja de datos de las valvulas hidraulicas.....	101
--	-----

Anexo D especificaciones del plc	102
--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Esquema de la primera prensa hidráulica de bramah	4
Figura 1.2: a) Diagrama de una enfardadora vertical y b) de un compactador y banda transportadora horizontales.....	5
Figura 1.3 Onda senoidal de la corriente alterna.....	7
Figura 1.4 Formas de onda de corriente alterna	7
Figura 1.5 Explicación del principio de pascal.....	10
Figura 1.6 Bomba de engranes	11
Figura 1.7 Bomba de paletas	12
Figura 1.8 Bomba de pistones.....	13
Figura 1.9 Actuador	14
Figura 1.10 Cilindro de doble vástago.....	15
Figura 1.11 Tipos de válvulas.....	15
Figura 1.12 Válvula de contrabalance.....	16
Figura 1.13 Válvula de alivio	18
Figura 1.14 Válvula de vías.....	20
Figura 1.15 Válvula control de flujo	22
Figura 1.16 Sensor fotoeléctrico de barrera emisor-receptor	26
Figura 1.17 Sensor fotoeléctrico difuso	26
Figura 2.1 Diagrama de bloques de los procesos que se realizan dentro de la empresa almexa.....	36
Figura 2.2 Diagrama de proceso de laminado en frio.....	37
Figura 2.3 Diagrama de proceso del laminado por colado continuo.....	39
Figura 2.4 Diagrama de procesado de la bobina de aluminio	41

Figura 2.5 Desperdicio de aluminio	43
Figura 2.6 Viruta de aluminio.....	44
Figura 2.7 Se Muestra en la parte izquierda una paca de desperdicio de aluminio como láminas o placas, y en la parte derecha una paca de aluminio de viruta.....	45
Figura 2.8 Diagrama hidráulico de la compactadora	46
Figura 2.9 Se muestra el recipiente para recolectar material	48
Figura 2.10 A) Muestra la fosa y el tablero de control de la maquina compactadora	49
Figura 2.10 B) Se muestra el tablero de control desde el cual se manipulan las acciones de la compactadora y la función de cada palanca	49
Figura 2.11 Se muestran las diferentes partes que componen la compactadora .	50
Figura 2.12, En esta figura se pueden ver los pistones que integran la compactadora: el pizonador, el actuador hidráulico principal que es doble y el actuador hidráulico secundario.....	51
Figura: 3.1 Sensor fotoeléctrico.....	57
Figura: 3.2 Sensor de presencia	57
Figura 3.3 Posición del carrete central de la electroválvula	59
Figura 3.4 Esquema de la electroválvula DG5	60
Figura 3.5 Distribución de equipo hidráulico	61
Figura: 3.6 Diagrama E/S.....	62
Figura: 3.7 Distribución de los sensores	63
A) Actuador hidráulico botador y pistan pizonador.....	63
B) Actuador hidráulico del carro de la tapa de la fosa.....	63
C) Actuador hidráulico principal y actuador hidráulico secundario.....	64
Figura 3.8 Esquema para determinar el modelo de plc.....	67
Figura 3.9 PLC micrologix 1000	68

Figura 3.10 Distribución del equipo hidráulico y de los sensores necesarios para la automatización	69
Figura 3.11 Programacion del plc.....	71
Figura 3.12 Adquisicion de entradas	76
Figura 3.13 Arranque y paro del sistema	76
Figura 3.14 Ciclo de la alarma audiovisual	77
Figura 3.15 (A) Lineas de programacion para las salidas al piston pizonador	78
Figura 3.15 (B) Indica las solenoides de la electrovalvula sobre elas que actuan las salidas del plc.....	79
Figura 3.16 Arreglo de contactos para energizar las salidas S7 y S9	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Representación de elementos mas usados en la programación de escalera.....	31
Tabla 2.1 Descripción de los elementos que componen la compactadora.....	52
Tabla 3.1 Funcionamiento de sensores	64
Tabla 3.2 Funcionamiento de las salidas	65
Tabla 3.3 Salidas energizadas hasta la línea 21 de programación	80
Tabla 4.1 Costos por equipo hidráulico	84
Tabla 4.2 Cotización para reparación o compra de equipo hidráulico.....	85
Tabla 4.3 Costos por equipo electrónico	85
Tabla 4.4 Costos por ingeniería	86
Tabla 4.5 Costo total del proyecto.....	87

NOMENCLATURA

F	fuerza [kg · m/s ²]	[N]
m	masa [kg]	
a	aceleración [m/s ²]	
P	presión [N/m ²]	[Pa]
A	área [m ²]	

OBJETIVO:

Diseñar el sistema automático de un compactador de aluminio mediante sistemas electrohidráulicos, que ayuden a incrementar la seguridad en el proceso y producción de pacas de aluminio por turno con dimensiones similares

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Comprender el principio de funcionamiento de la maquina compactadora, así como los conceptos necesarios
- Conocer el funcionamiento de la maquina compactadora en condiciones actuales, para determinar las mejoras que se le realizaran
- Determinar el equipo necesario más adecuado para la realización de la automatización
- Realizar la programación en escalera para el correcto funcionamiento de la maquina compactadora

INTRODUCCION

El presente trabajo de tesis es sobre el diseño de un sistema automático para una compactadora de aluminio, esta compactadora de aluminio se encuentra en ALMEXA S.A. de C.V. ubicada en Tlalnepantla Estado de México, el giro de la empresa es la transformación y venta de aluminio, en el proceso de transformación se llevan varios subprocessos tales como: suministro de materia prima, fundición, formación del bloque de aluminio, corte, calentado del bloque, laminado y el embobinado del aluminio. En el proceso de cortado se obtienen diversas mermas o desperdicios, los cuales entran en un proceso de recuperación o de reciclaje del material y este material se lleva a un proceso de compactado, en esta parte del proceso se va a diseñar un sistema automático para este proceso de compactado. Después de este compactado se obtiene una paca de aluminio

de desperdicio, la paca obtenida de este proceso es transportada de nuevo a las líneas de producción. Cabe mencionar que este proceso de compactado se lleva a cabo con una maquina que tiene un sistema hidráulico que es manual, tiene diversas fallas dentro del funcionamiento de la maquina, como por ejemplo: tiene un actuador hidráulico apisonador que se encuentra fuera de funcionamiento además de otro actuador hidráulico para sacar el material compactado de la fosa de la compactadora de aluminio.

Lo que se busca con este proyecto de tesis es diseñar un sistema para este proceso de compactado que sea, confiable, seguro y que proporcione pacas de dimensiones similares y además que sea automática en donde no se dependa del operador para la secuencia de compactado del material de reciclaje, corrigiendo además las fallas existentes en la maquina actualmente, con las cuales se a perdido diferentes funciones de la maquina compactadora, haciéndola poco eficiente y cada día mas insegura, ya que presenta un cierto riesgo para el operador debido a que en repetidas ocasiones debe ingresar dentro de la fosa del compactador para manipular o acomodar material de desperdicio.

Esta maquina compactadora es una parte importante para la empresa ya que en ella se recicla todo el material de desperdicio, y si no existiera esta maquina dentro de la empresa, tendría que preocuparse por mandar los desperdicios hacia otra sucursal o empresa que se dedique al reciclado de este tipo de material, que además de presentar un gasto mucho mayor hacia la empresa en el reciclado del material, por el transporte y costos de compactado fuera de la empresa. Así también, se perdería el control de la calidad del material ya que este material es manejado por aleaciones, y cada paca de reciclaje contiene material de un solo tipo de aleación, y al mandar el material a una empresa de reciclaje no les asegura la calidad del material en cuanto la aleación, lo cual afectaría a las líneas de producción.

Por esto es importante que esta máquina esté en buen funcionamiento, y que además se pueda tener un mejor control de las dimensiones de la paca, ya que si la paca supera el metro de alto, no entraría a los hornos y la paca tendría que ser reciclada de nuevo. Es por estos motivos que se diseñara un sistema automático el cual satisfaga las necesidades de la empresa.

CAPITULO 1

ANTECEDENTES Y CONCEPTOS GENERALES DE AUTOMATIZACIÓN Y ELECTROHIDRÁULICOS

En este capítulo se describen los antecedentes de la prensa hidráulica, así como los conceptos necesarios para la comprensión de los elementos que son usados a lo largo del desarrollo de esta tesis

1.1 Antecedentes Del Compactador

Las prensas, son conocidas desde la antigüedad, y han sido empleadas prácticamente en todas las ramas industriales, utilizadas para actuar sobre muy distintos materiales, en frío o en caliente, en cualquier operación que requiera una fuerte presión: embalar, exprimir, forjar, comprimir, estampar, embutir, laminar, estirar, etc, su amplísima variedad permite numerosos sistemas de clasificación. Atendiendo a sus elementos activos (prensas de simple, doble o triple efecto), a la forma de aplicar la energía de accionamiento (de palanca, de excéntrica, de fricción, de tornillo, etc.), según la posición en el espacio de las guías (verticales, horizontales, inclinadas), o el agente motor (manuales, de gravedad, de motor), o el accionamiento (mecánicas, hidráulicas, neumáticas). La sola observación de tal cantidad de variantes induce a pensar que el desarrollo de la prensa a lo largo de la historia no sigue una línea recta ni tan sólo una única línea, al contrario, para llegar al estado actual de la tecnología del prensado ha sido necesario aplicar, combinar y desarrollar técnicas muy diversas, fundamentos teóricos y aportaciones individuales numerosas.

Las compactadoras de metales que aparecieron en el siglo XIX se inventaron principalmente para trabajarlas para producir el dinero (moneda), las primeras prensas nombradas de balancín fueron diseñadas por Leonardo de Vinci y fueron concebidas para perfeccionar justamente el acuñado de moneda proceso que anteriormente se realizaba colocando el cospel sobre un cuño, colocado en un yunque. Poniendo encima el otro cuño; se aplicaba un golpe violento de maza o martillo, lográndose grabar las monedas, simultáneamente por las dos caras.

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 como se muestra en la figura 1.1). 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/cm^2), 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 sollicitaciones.

El principio de Pascal, base teórica de la prensa hidráulica, y la aparición de las prensas de fricción y de excéntrica a mediados del siglo XIX son los logros más relevantes en el desarrollo de la moderna tecnología del prensado de metales. A partir de este momento se generalizó la fabricación de diversos tipos de prensas mecánicas aumentando progresivamente su capacidad y versatilidad.

Para principios del siglo XX, las prensas alcanzan un fuerte desarrollo. Se utilizan prensas hidráulicas de gran potencia para embutir las carrocerías de automóvil, prensas de fricción para estampar cubertería, medallas etc. prensas de palanca articulada para acuñación de monedas y prensas mecánicas de excéntrica muy evolucionadas para punzonar^[7].

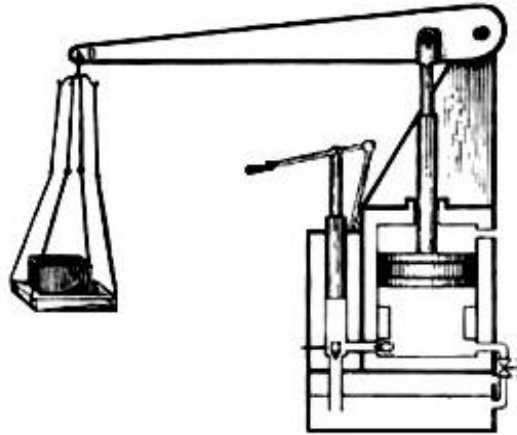


Figura 1.1 Esquema de la primera prensa hidráulica de Bramah

Actualmente las prensas hidráulicas o compactadoras debido el crecimiento de la población y a la gran cantidad de desechos que producen se usan para comprimir y reducir el espacio que ocupan por lo cual reducen grandes cantidades de desperdicios a unidades más manejables por medio de émbolos motorizados.

Estas máquinas son usadas por compañías fabricantes para comprimir 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 (comprimir) 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, como se muestra en la figura 1.2

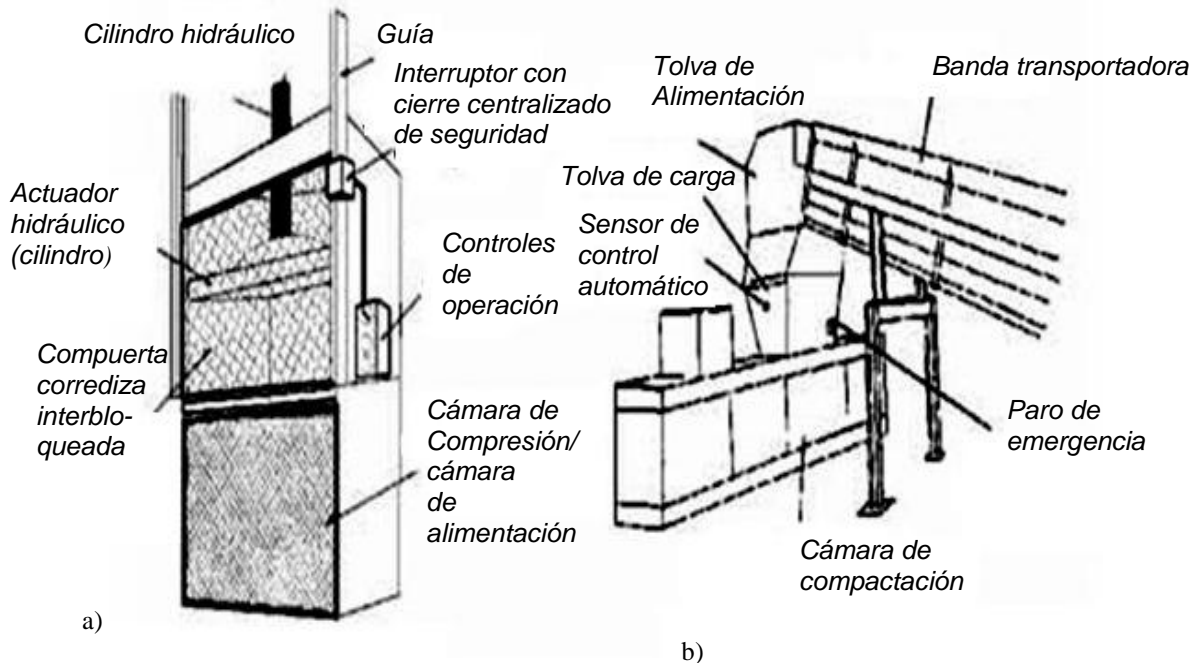


Figura 1.2: Diagrama de una a) enfardadora vertical y de un b) compactador y banda transportadora horizontales.

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.

1.2 Conceptos eléctricos

1.2.1 Sistemas Eléctricos

Se entiende por sistema eléctrico a un conjunto de dispositivos cuya función es proveer la energía necesaria para el arranque y correcto funcionamiento de los accesorios eléctricos tales como luces, electrodomésticos, motores y diversos instrumentos.

El suministro de energía debe llevarse en forma confiable y con calidad puesto que es fundamental; ya que cualquier interrupción en el servicio o la entrega de energía de mala calidad causarán inconvenientes mayores a los usuarios, podrán llevar a situaciones de riesgo y a nivel industrial, ocasionarán severos problemas técnicos y de producción. Invariablemente, en tales circunstancias, la pérdida del suministro repercute en grandes pérdidas económicas.

1.2.2 Corriente Continua

La corriente directa (CD) o corriente continua (CC) es aquella cuyas cargas eléctricas o electrones fluyen siempre en el mismo sentido en un circuito eléctrico cerrado, moviéndose del polo negativo hacia el polo positivo de una fuente de fuerza electromotriz (FEM), tal como ocurre en las baterías, las dinamos o en cualquier otra fuente generadora de ese tipo de corriente eléctrica

La corriente directa se utiliza en casi todos los sistemas electrónicos como la fuente de alimentación. Las cantidades muy grandes de energía continua se utilizan en la producción de aluminio y otros procesos electroquímicos^[5].

1.2.3 Corriente Alterna

La corriente alterna, se llama de este modo por el cambio periódico que tiene en sus valores y polaridad. O sea, de un nivel cero, pasará al máximo de positivo, de manera paulatina. Luego esta corriente alterna, volverá a cero y luego transitará al mínimo negativo. Posteriormente, volverá al nivel cero. Esto ocurrirá, de manera continua con la corriente alterna, debido a la manera en que es generada, Como se muestra en la figura 1.3.

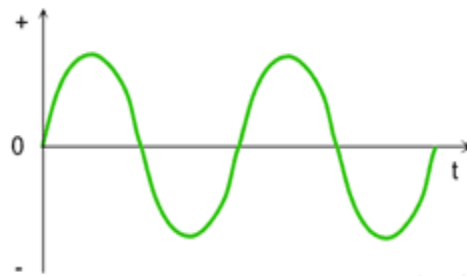


Figura 1.3 Onda Senoidal de la corriente Alterna

La forma de onda de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una onda senoidal, puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía. Sin embargo, en ciertas aplicaciones se utilizan otras formas de onda periódicas, tales como la triangular o la cuadrada como se muestra en la figura 1.4.



Figura 1.4 Formas de Onda de Corriente Alterna

1.3 Sistemas Hidráulicos

1.3.1 Definición de Hidráulica

Hidráulica, aplicación de la mecánica de fluidos en ingeniería, para construir dispositivos que funcionan con líquidos, por lo general agua o aceite. La hidráulica resuelve problemas como el flujo de fluidos por conductos o canales abiertos y el diseño de presas de embalse, bombas y turbinas.

Un sistema hidráulico constituye un método relativamente simple de aplicar grandes fuerzas que se pueden regular y dirigir de la forma más conveniente. Otras de las características de los sistemas hidráulicos son su confiabilidad y su simplicidad. Todo sistema hidráulico consta de unos cuantos componentes relativamente simples y su funcionamiento es fácil de entender.

El estudio de la potencia hidráulica implica la comprensión del mecanismo de transmisión de energía a través de un líquido confinado. El fluido hidráulico bien puede ser considerado como el componente más importante de un sistema hidráulico. Sirve como lubricante, como medio de transferencia de energía y como sellador^[10].

1.3.2 Principios de Hidráulica

Hay dos conceptos que se tienen claros el de fuerza y el de presión:

Fuerza es 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. La presión 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.

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

$$P = F/A \quad (2)$$

1.3.3 Principio de Pascal

El principio más importante de la hidráulica es el de Pascal, el cual enuncia que “Un cambio de presión aplicado a un fluido en reposo dentro de un recipiente se transmite sin alteración a través de todo el fluido y es igual en todas las direcciones ya que actúa mediante fuerzas perpendiculares a las paredes que lo contienen”.

El principio de Pascal fundamenta el funcionamiento de las genéricamente llamadas máquinas hidráulicas: la prensa, el gato, el freno, el ascensor y la grúa, entre otras.

El recipiente lleno de líquido de la figura 1.5 consta de dos cuellos de diferente sección cerrados con tapones ajustados y capaces de resbalar libremente dentro de los tubos (actuador hidráulicos). 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. En particular, la porción de pared representada por el actuador hidráulico grande (A_2) siente una fuerza (F_2) de manera que mientras el actuador hidráulico chico baja, el grande sube. La presión sobre los actuador hidráulicos es la misma, no así la fuerza. Como $P_1 = P_2$ (porque la presión interna es la misma para todos los puntos). Entonces: F_1/A_1 es igual F_2/A_2 por lo que despejando un término se tiene la ecuación 3:

$$F_2 = F_1 (A_2/A_1) \quad (3)$$

Por ejemplo, la superficie del actuador hidráulico grande es el cuádruple de la del chico, entonces el módulo de la fuerza obtenida en él será el cuádruple de la fuerza ejercida en el pequeño.

La prensa hidráulica, al igual que las palancas mecánicas, no multiplica la energía. El volumen de líquido desplazado por el actuador hidráulico pequeño se distribuye en una capa delgada en el actuador hidráulico grande, de modo que el producto de la fuerza por el desplazamiento (el trabajo) es igual en ambas ramas.

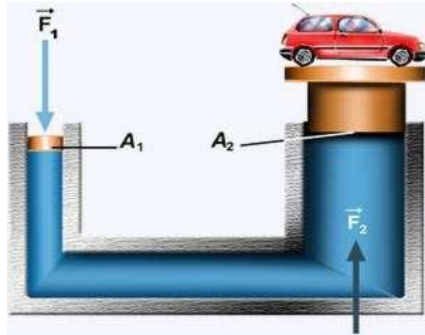


Figura 1.5 Explicación del Principio de Pascal

1.3.4 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 la 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^[3].

1.4 Dispositivos Hidráulicos

1.4.1 Unidades de Potencia

Las unidades de Potencia son sistemas hidráulicos completos integrados en un dispositivo compacto de bajo galonaje. Son utilizadas cuando se quiere levantar, empujar, jalar, voltear o mover un dispositivo mecánico. Las unidades hidráulicas cuentan con un motor 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 uno o dos motores.

1.4.2 Bombas

Las bomba es una maquina hidráulica que convierten la energía mecánica transmitida desde un motor eléctrico a energía hidráulica, cuyo propósito es suministrar la potencia necesaria a un sistema hidráulico. Existen tres tipos básicos de bombas hidráulicas:

- Bombas de engranajes
- Bombas de paletas
- Bombas de actuador hidráulico

1.4.2.1 Bombas de Engranés

Las bombas de engranes mostrada en la figura 1.6 se componen de dos engranajes, generalmente del mismo tamaño, que se engranan entre si dentro de una carcasa. El engranaje impulsor es una extensión del eje impulsor. Cuando gira, impulsa al segundo engranaje. Cuando ambos engranajes giran, el fluido se introduce a través del orificio de entrada. Este fluido queda atrapado entre la carcasa y los dientes de rotación de los engranajes, se desplaza alrededor de la carcasa y se empuja a través del puerto de salida. La bomba genera flujo y, bajo presión, transfiere energía desde la fuente de entrada, que es mecánica, hasta un actuador de potencia hidráulica.

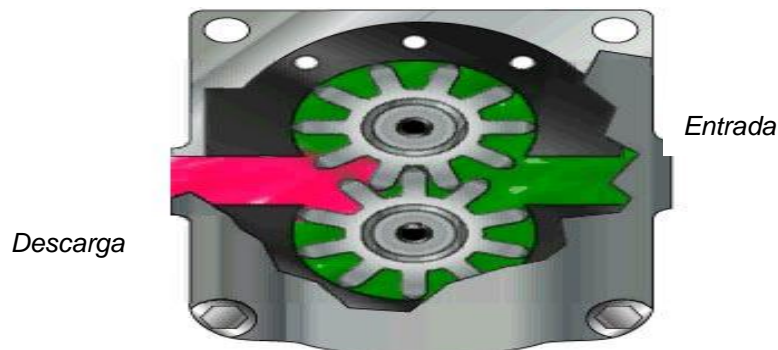


Figura 1.6 Bomba de engranes

1.4.2.2 Bombas de Paletas

La bomba de paletas mostrada en la figura 1.7 está constituida por un rotor que tiene unas ranuras para las paletas, el cual es movido por un eje estriado. Cada ranura contiene una paleta plana, rectangular que se puede desplazar radialmente en su alojamiento. 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 carter en 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

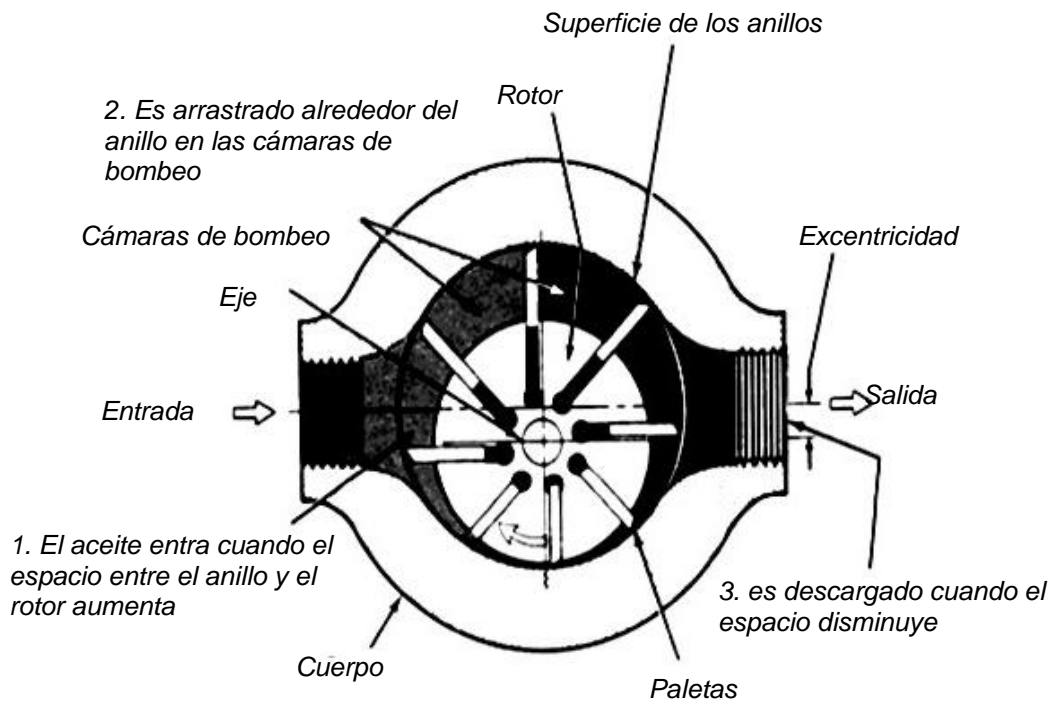


Figura 1.7 Bomba de paletas

1.4.2.3 Bomba de Actuador hidráulicos

Los actuador hidráulicos, que producen el bombeo en su movimiento de vaivén, pueden estar situados en posición radial o, lo que es más común, en posición axial respecto al eje de giro: este último es el representado en la figura 1.8. Los actuador hidráulicos axiales están situados en la dirección del eje de giro, alrededor de él: el eje de accionamiento provoca el giro del bloque de cilindros y de los actuador hidráulicos. En la base de cada actuador hidráulico hay una junta esférica situada en el interior de un patín; el cual se desliza sobre una plataforma inclinada que permanece quieta, provocando que los actuador hidráulicos avancen y retrocedan alternativamente.

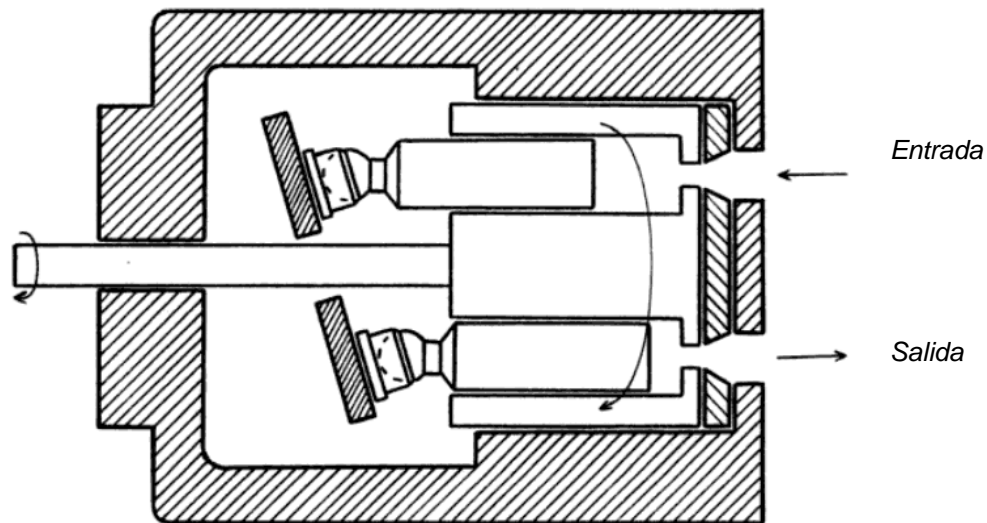


Figura 1.8 Bomba de Actuador hidráulicos

1.5 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.

1.5.1 Cilindros Hidráulicos

Los cilindros 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, como se muestra en la figura 1.9.

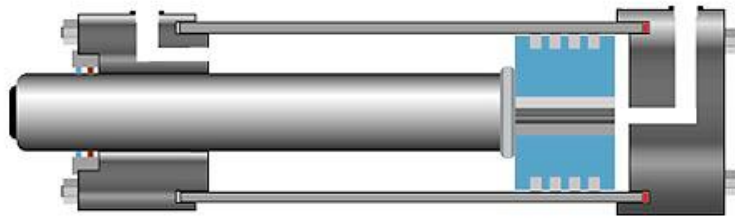


Figura 1.9 Actuador

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.

Un solo cilindro activo se presuriza en un extremo solamente. El extremo opuesto se ventila hacia el depósito o la atmósfera. Han sido diseñados de tal manera que la carga o un dispositivo, como por ejemplo, un resorte interno, hace que se retracten. El cilindro de doble acción es el cilindro más común que se utiliza en la hidráulica industrial. Se puede aplicar presión en cualquiera de los puertos, suministrando potencia en ambas direcciones. Estos cilindros también se clasifican como cilindros diferenciales debido a las áreas de exposición desigual durante las operaciones de extensión y retracción. La diferencia en el área efectiva se debe al área del vástago que reduce el área del actuador hidráulico durante la retracción. La extensión es más lenta que la retracción debido a que se requiere una mayor cantidad de fluido para llenar el lado del actuador hidráulico del cilindro. Sin embargo, se puede generar más fuerza en extensión debido a que el área efectiva es mayor. En retracción, la misma cantidad de flujo de bombeo retracta el

cilindro más rápidamente debido al volumen reducido desplazado por el vástago. Sin embargo, se genera menos fuerza debido a un área efectiva menor.

Un cilindro de doble vástago se considera como un cilindro de tipo no Diferencial. Las áreas en ambos lados del actuador hidráulico son iguales, suministrando de este modo la misma fuerza en ambas direcciones. Este tipo de cilindro se utilizará, por ejemplo, para acoplar una carga a ambos extremos o cuando se necesita una misma velocidad en ambas direcciones, como se muestra en la figura 1.10.

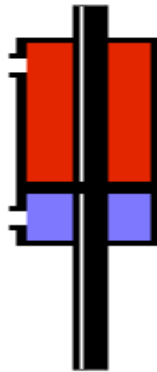


Figura 1.10 Cilindro de doble Vástago

1.5.2 Válvulas Control de Presión

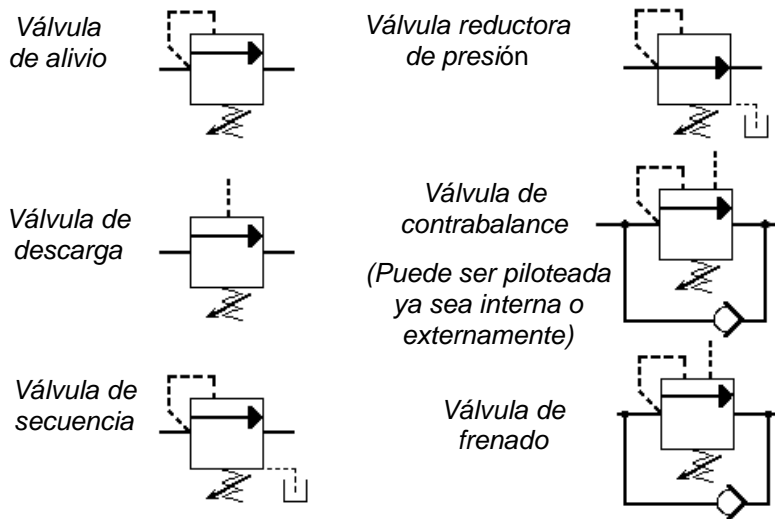


Figura 1.11 Tipos de válvulas

Una cuestión importante en los circuitos de potencia hidráulica es si se debe controlar el caudal de flujo o el nivel de presión. Un concepto erróneo es que la

presión debe controlarse mediante un orificio o dispositivo de control del flujo. Esto nunca se logra hacer con precisión. Para el control preciso de la fuerza, se han desarrollado seis tipos de controles de presión. Estos son: la válvula de alivio, la válvula de descarga, la válvula de secuencia, la válvula reductora de presión, la válvula de contrabalance y la válvula de frenado. Los símbolos de estas válvulas son similares; a menudo sólo su ubicación en el circuito hidráulico determina a qué tipo de válvula de presión pertenecen, como se muestra en la figura 1.11.

1.5.2.1 Válvulas de contrabalance

Estas válvulas que son normalmente cerradas. Son usadas principalmente para mantener un valor de presión establecida, en parte de un circuito, usualmente para soportar o contrabalancear un peso o fuerza externa, o bien para ejercer una contra relación a un peso como el de una platina o prensa y evitar así que caiga.

El puerto principal de la válvula, está conectado al extremo del vástago del cilindro, mientras que el puerto secundario a la válvula de control direccional. La calibración de presión es ligeramente superior a la requerida para evitar que caiga la carga. Ver figura 1.12.

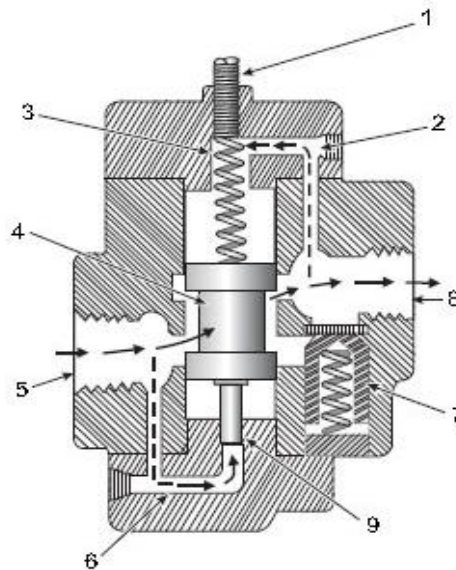


Fig.1.12 Válvula de contrabalance.

Componentes principales de las válvulas de contrabalance

1. tornillo de ajuste
2. drenaje interno
3. resorte
4. carrete
5. entrada de presión o salida de fluido libre reverso
6. pasaje piloto
7. válvula de retención
8. salida de descarga o salida de fluido libre reverso
9. actuador hidráulico

Cuando el aceite a presión fluye a la parte trasera del cilindro, el vástago sale y la presión en el lado de este se incrementa, con lo que el carrete principal se desplaza en la válvula de contrabalance. Esto crea una ruta que permite que aceite fluya a través del puerto secundario a la válvula de control direccional y finalmente al tanque. Conforme la carga es levantada, la válvula check integrada abre, permitiendo que el cilindro se retracte libremente.

Considerando que la operación del sistema requiere de un cilindro dispuesto de forma vertical y que además el extremo del vástago del cilindro sujeta el apisonador de la compactadora cuyo peso tendera a desplomarlo, se determina la necesidad de disponer de una válvula de control que evite que el cilindro se desplome cuando el apisonador se encuentre retraído ya sea durante la operación del sistema o bien cuando la maquina no esté operando.

También este control deberá de permitir el paso libre del fluido hidráulico cuando se invierta la operación del sistema, es decir cuando se desee regresar el embolo del cilindro a su posición máxima superior, todas las funciones antes descritas se satisfacen con la aplicación de una válvula de contrabalance.

1.5.2.2 Válvula de Alivio de Accionamiento Directo

Se puede controlar la presión máxima del sistema mediante una válvula de presión normalmente cerrada. Con el puerto primario de la válvula conectado a un sistema de presión y el puerto secundario conectado al depósito, el cabezal móvil es activado por un nivel de presión predeterminado; al llegar a este punto se conectan los pasajes primario y secundario, y el flujo se desvía al depósito. Este tipo de control de presión se denomina válvula de alivio.

Una válvula de alivio de accionamiento directo es una válvula en la que el cabezal móvil se mantiene cerrado mediante la fuerza directa de un resorte mecánico que es normalmente ajustable. La tensión del resorte se fija mediante una perilla de ajuste, para mantener el cabezal móvil cerrado hasta que la presión del sistema ejercida contra el cabezal móvil alcance la presión de apertura deseada. Cuando la presión del sistema alcance el valor de alivio total, todo el fluido pasa por el cabezal móvil al pasaje del depósito. Las válvulas de flujo elevado requieren resortes mayores para facilitar el montaje de conjuntos de válvulas de mayor tamaño. Los resortes mayores contribuyen a un mando manual de presión mayor en la válvula. El mando manual de presión es la diferencia entre la presión de apertura y la presión de flujo total, como se muestra en la figura 1.13.

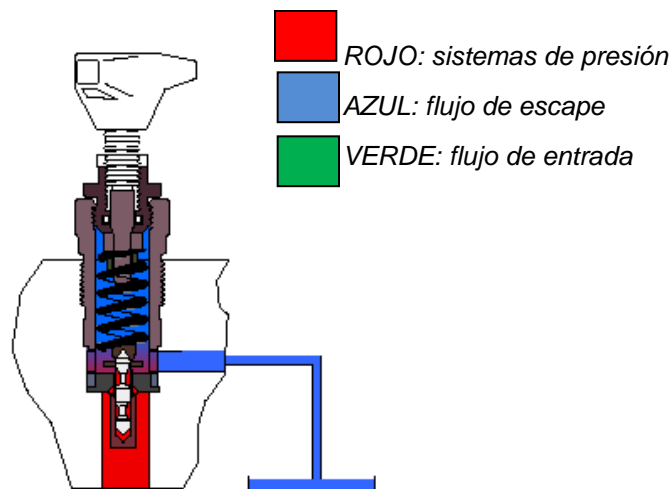


Figura 1.13 Válvula de alivio

1.5.2.3 Válvula de Descarga

Una válvula de descarga es una válvula de control de presión normalmente cerrada pilotada en forma remota que dirige el flujo hacia el depósito cuando la presión en esa ubicación alcanza un nivel predeterminado. Un buen ejemplo de la aplicación de una válvula de descarga sería un sistema alta-baja. Un sistema alta-baja puede componerse de dos bombas: una bomba de alto volumen, y la otra, de volumen bajo. El sistema está diseñado para suministrar un acercamiento o retorno rápido en el cilindro de trabajo. El volumen total de ambas bombas se envía al cilindro de trabajo hasta que se contacta la carga. En este punto la presión del sistema aumenta, lo que hace que se abra la válvula de descarga. El flujo desde la bomba de volumen alto se dirige de vuelta al depósito a una presión mínima. La bomba de volumen bajo sigue enviando flujo para satisfacer el requisito de presión más alta del ciclo de trabajo. Ambas bombas se unen nuevamente para un rápido retorno del cilindro. Esta aplicación permite aplicar menos caballos de potencia de entrada para los requisitos de velocidad y fuerza.

1.5.3 Control Direccional

Las válvulas de control direccional se utilizan para iniciar, detener y cambiar la dirección del fluido que fluye en un sistema hidráulico. De hecho, la válvula de control direccional designa el tipo de diseño del sistema hidráulico, que puede ser abierto o cerrado.

El diseño comprende un cuerpo principal con pasajes internos que se conectan o se sellan mediante una válvula de carrete que se desliza a lo largo del émbolo de la válvula. Las válvulas de carrete direccionales se sellan a lo largo del espacio entre el émbolo del carrete móvil y la carcasa. El grado de sellado depende del espacio, la viscosidad del fluido y la presión. Debido a esta ligera fuga, las válvulas direccionales de tipo de carrete no pueden bloquear hidráulicamente el actuador por sí mismas.

Las válvulas de control direccional se designan en principio según la cantidad de posiciones posibles, vías o conexiones de puerto, y la manera en que se activan o energizan. Por ejemplo, la cantidad de conexiones de puertos se designan como vías o pasos posibles del flujo. Una válvula de cuatro vías debe tener cuatro puertos:

P, T, A y B. Una válvula de tres posiciones se indica mediante tres casillas conectadas. Existen varias maneras de accionar o desplazar la válvula. Estas son: botón de presión, palanca de mano, pedal, mecánica, piloto hidráulico, piloto de aire, solenoide y resorte, como se observa en la figura 1.14.

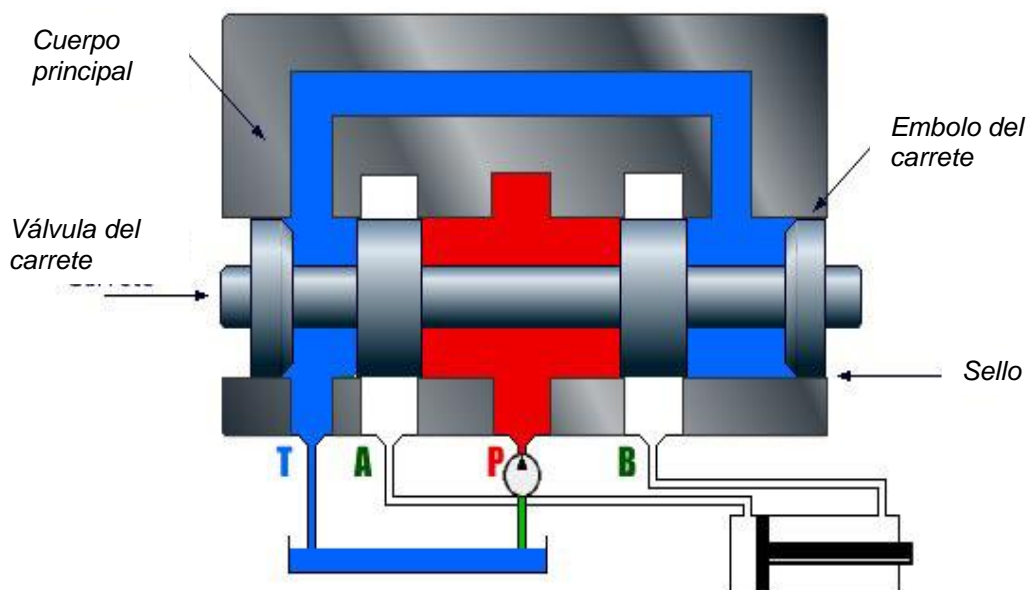


Figura 1.14 Válvula de vías

1.5.3.1 Tipos de Accionamiento

➤ Accionamiento Directo

Una válvula de control direccional de accionamiento directo puede ser manual o accionada por solenoide. La expresión "accionamiento directo" implica que algún

tipo de fuerza se aplica directamente al carrete, haciendo que el carrete se desplace.

➤ **Accionada por Piloto**

Para el control de sistemas que requieren flujos de gran caudal, normalmente de más de 35 galones por minuto, se deben usar las válvulas de control direccional accionadas por piloto, debido a que se necesita más fuerza para desplazar el carrete. La válvula superior, denominada válvula accionada por piloto, se usa para desplazar hidráulicamente la válvula inferior, o válvula principal. Para lograr esto, se manda aceite desde una fuente externa o interna hacia la válvula accionada por piloto. Cuando se energiza la válvula accionada por piloto, se manda aceite a un lado del carrete principal. Esto desplaza el carrete, abriendo el puerto de presión hacia el puerto de trabajo y dirigiendo el flujo de retorno de vuelta al depósito.

A menudo se requiere un accionamiento por piloto externo o enviar fluido a la válvula accionada por piloto desde una fuente externa. Las ventajas del piloto externo son un suministro de presión constante, independiente de otras influencias sobre el sistema principal, y el hecho de que la fuente se puede filtrar por separado para evitar la obstrucción por sedimentos de la válvula accionada por piloto.

1.5.4 Válvulas De Control de Flujo

Las válvulas de control de flujo se utilizan para regular el volumen de aceite aplicado a las distintas áreas de los sistemas hidráulicos.

La función de la válvula de control de flujo es reducir el caudal de flujo en su rama del circuito. La reducción del flujo tiene como resultado una reducción de velocidad en el actuador. Una válvula de control de flujo genera resistencia adicional al circuito, aumentando la presión, lo que da como resultado un desvío parcial del fluido sobre la válvula de alivio y la disminución del desplazamiento de una bomba

compensada por presión. Esto reduce el flujo corriente abajo de la válvula de control de flujo.

Con el control de flujo utilizado en una bomba compensada por presión, no se empuja el fluido sobre la válvula de alivio. A medida que se aproxima al ajuste del Compensador, la bomba empieza a disminuir el recorrido, reduciendo el flujo hacia afuera, como se muestra en la figura 1.15^[2].

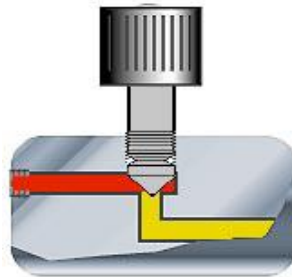


Figura 1.15 Válvula Control de Flujo

1.6 Sistemas Electrohidráulicos

1.6.1 Definición De Electrohidráulica

Es la aplicación donde se combinan dos importantes ramos de la automatización como son la Hidráulica (Manejo de fluidos) y electricidad y/o la electrónica. Esta es muy importante ya que contribuye en la automatización, principalmente a la industria y a la sociedad en unos aspectos importantes como el manejo de diferentes fluidos para el funcionamiento de muchas empresas que usan los equipos automatizados.

La diferencia que existe en el área de diseño de circuitos es poca entre la neumática y la hidráulica. La robustez de los elementos hidráulicos, como es de suponerse, es mayor que en los neumáticos. Dispositivos de seguridad y el empleo de bombas en vez de compresores son algunas de esas diferencias.

1.6.2 Electroválvulas

Siempre que se trata de controlar automáticamente el caudal de los fluidos se utilizan electroválvulas las cuales son auxiliares de mando que liberan, bloquean o desvían el paso de un fluido en función del cierre o apertura de su circuito eléctrico constituido por un electroimán.

Cuando se cierra el circuito eléctrico de la bobina se forma un campo magnético que atrae a un núcleo o armadura hasta topar con la superficie polar del electroimán, al movimiento del núcleo o armadura se le opone la fuerza de un muelle antagonista, cuando se interrumpe el circuito eléctrico de la bobina desaparece el campo magnético y el muelle que está presionando al núcleo o armadura le hace recuperar su posición inicial.

Dentro de los sistemas electrohidráulicos, la válvula solenoide es la unión entre el control electrónico/eléctrico y la parte hidráulica que realiza el trabajo^[1].

1.7 Sistemas automáticos

1.7.1 Sensores

Aunque es un poco complicado realizar una clasificación única, debido a la gran cantidad de sensores que existen actualmente, las siguientes son las clasificaciones más generales y comunes.

- I. Un tipo de clasificación muy básico es diferenciar a los sensores entre PASIVOS o ACTIVOS; los sensores activos generan la señal de salida sin la necesidad de una fuente de alimentación externa, mientras que los pasivos si requieren de esta alimentación para poder efectuar su función.

II. Según el tipo de señal que proveen a la salida:

- Todo o nada, son los sensores que solo poseen dos estados, y que, estos estados, únicamente están separados por un valor umbral de la variable monitoreada.
- Digitales, estos sensores proporcionan una señal codificada en pulsos o sistemas como BCD, binario, etcétera.
- Analógicos, estos sensores proporcionan un valor de tensión o corriente, donde la señal más común utilizada en aplicaciones industriales es un circuito de corriente de 2 hilos y 4-20 mA.

III. Según el tipo de magnitud física a detectar:

a. Medición de temperatura.

Pirómetro óptico

Pirómetro de radiación.

Termistor.

Termopar.

b. Medición de esfuerzos y deformaciones.

Celda de carga

c. Medición de movimiento.

Grandes distancias: Radar, láser, Ultrasónicos, etc.

Distancias pequeñas:

Métodos ópticos.

Métodos inductivos (LDT y VDT).

Métodos resistivos y capacitivos.

Posición lineal o angular:

Codificadores incrementales.

Codificadores absolutos.

Transductores capacitivos.

d. Sensores de Presencia o Proximidad.

Inductivos.

Capacitivos.

Fotoeléctricos.

De efecto Hall.

Radiación.

Infrarrojos.

e. Sistemas de visión artificial.

Cámaras CCD.

f. Sensores de humedad y punto de rocío.

Humedad en aire – gases.

Humedad en sólidos.

Punto de rocío.

g. Sensores de caudal.

De sólidos, líquidos o gases.

Presión diferencial.

Medidores magnéticos.

Medidores por fuerzas de Coriolis.

Medidores de área variable.

Medidores de desplazamiento positivo.

h. Sensores de nivel.

De líquidos y sólidos.

i. Sensores de presión.

j. Sensores de intensidad lumínica.

k. Sensores de aceleración.

l. Sensores de velocidad lineal o angular.

m. Sensores táctiles.

Matriz piezoeléctrica, óptica o capacitiva.

Matriz de contactos.

Como se puede apreciar, existen sensores para satisfacer cualquier necesidad, por lo que simplemente se pondrá especial atención al sensor fotoeléctrico que es para nuestro fin, el que utilizaremos en el desarrollo de esta propuesta^[11].

1.7.1.1 Sensor fotoeléctrico

Un sensor fotoeléctrico es un dispositivo electrónico que responde al cambio en la intensidad de la luz. Estos sensores requieren de un componente emisor que genera un haz de luz, y un componente receptor que capte la luz generada por el emisor. Estos elementos pueden estar instalados en el mismo dispositivo o estar separados, o necesitar de algún elemento reflejante.

Configuración Barrera

Este sensor como se muestra en la figura 1.16 tiene el emisor y receptor de manera independiente. El objeto a detectar bloquea el haz de luz existente entre el emisor y receptor. El circuito sensor reconoce entonces un cambio que genera una señal que conmuta la salida de estado sólido a la posición “ON” (Encendido) y “OFF” (Apagado).



Figura 1.16 Sensor fotoeléctrico de barrera

Sensor difuso:

Al igual que los sensores de barrera reflectiva, el emisor y receptor se encuentra en un mismo dispositivo, sin embargo el elemento reflejante será el mismo a detectar, utilizando su propiedad reflectiva, como se muestra en la figura 1.17.



Figura 1.17 sensor fotoeléctrico difuso

Los sensores fotoeléctricos están diseñados especialmente para la detección, clasificación y posicionado de objetos; la detección de formas, colores y diferencias de superficie, incluso bajo condiciones ambientales extremas.

1.7.2 PLC (Controlador Lógico Programable)

De sus iniciales en inglés: Programmable Logic Controller, es decir Controlador Lógico Programable. Básicamente es un dispositivo provisto de cierta cantidad de entradas y salidas, entre las cuales se halla un procesador que a través de una lista de instrucciones dada por el usuario decide qué relación existirá entre ellas.

Los componentes que integran un PLC son:

- Unidad de central de proceso o de control.
- Memorias internas
- Memoria de programa
- Interfaces de entrada y salida
- Fuente de alimentación

La unidad de control consulta los estados de las entradas y recoge de la memoria de programa la secuencia de instrucciones a ejecutar, elaborando a partir de ella las señales de salida u órdenes que serán enviadas al proceso.

La memoria del autómata contiene todos los datos e instrucciones que necesita para ejecutar la tarea de control.

La memoria interna es la encargada de almacenar datos intermedios de cálculos y variables internas que no aparecen directamente sobre las salidas.

La memoria del programa contiene la secuencia de operaciones que deben realizarse sobre las señales de entrada para obtener las señales de salida, así como los parámetros de configuración del autómata.

Las interfaces de entrada y salida establecen la comunicación del autómata con la planta. La interfaz se encarga de adaptar las señales que se manejan en el proceso a las utilizadas internamente por la máquina.

La fuente de alimentación proporciona a partir de una tensión exterior, las tensiones necesarias para el buen funcionamiento de los distintos circuitos electrónicos del sistema.

1.7.3 PROGRAMACIÓN DE PLC

❖ NEMÓNICOS (Lista de instrucciones AWL)

Son instrucciones del tipo Booleanas, utilizando para su representación letras y números.

Dado que se usan abreviaturas nemotécnicas, no se requiere gran memoria para tareas de automatización.

La desventaja radica en la magnitud del trabajo que es necesario para su programación, especialmente si el programa consta de unos cientos de instrucciones.

❖ DIAGRAMA DE ESCALERA

Consiste en una línea vertical a la izquierda que se llama barra de bus y de líneas paralelas que parten de ella denominadas líneas de instrucción. En las líneas de instrucción se colocan los relés ó contactos, que pueden corresponder con estados del sistema ó con condiciones de ejecución. Las combinaciones lógicas

de estos contactos determinan cuándo y cómo se ejecutan las instrucciones del esquema, situadas al final de las líneas de instrucción.

❖ PLANO DE FUNCIONES O BLOQUES

Es una representación gráfica orientada a las puertas lógicas AND, OR y sus combinaciones. Las funciones individuales se representan con un símbolo, donde su lado izquierdo se ubica las entradas y en el derecho las salidas. Los símbolos usados son iguales o semejantes a los que se utilizan en los esquemas de bloques en electrónica digital.

❖ GRAFCET

Es un diagrama funcional que describe la evolución del proceso que se quiere automatizar. Está definido por unos elementos gráficos y unas reglas de evolución que reflejan la dinámica del comportamiento del sistema.

Todo automatismo secuencial o concurrente se puede estructurar en una serie de etapas que representan estados o sub-estados del sistema en los cuales se realiza una o más acciones, así como transiciones, que son las condiciones que deben darse para pasar de una etapa a otra.

❖ DIAGRAMA DE FLUJO

Un diagrama de flujo es una representación gráfica de un algoritmo o de una parte del mismo. Los diagramas de flujo ayudan en la comprensión de la operación de las estructuras de control (*Si, Mientras*).

La ventaja de utilizar un algoritmo es que se lo puede construir independiente mente de un lenguaje de programación, pues al momento de llevarlo a código se lo puede hacer en cualquier lenguaje.

Dichos diagramas se construyen utilizando ciertos símbolos de uso especial como son rectángulos, diamantes, óvalos, y pequeños círculos, estos símbolos están conectados entre sí por flechas, conocidas como *líneas de flujo*.

1.7.3.1 Sistema de Programación de Escalera (Ladder)

El nombre de este método de programación (que 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.

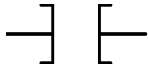




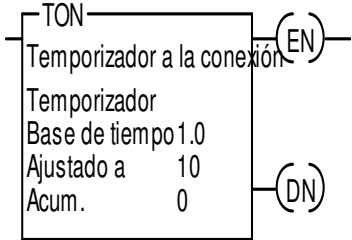
En programa de escalera se debe realizar en forma secuencial, siguiendo el orden en el que los escalones fueron escritos, y que a diferencia de los relés y contactos reales (cuyo número está determinado por la implementación física de estos elementos), en el PLC podemos considerar que existen demasiados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

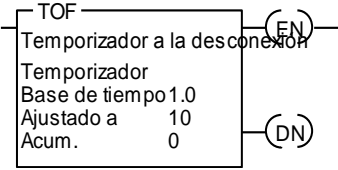
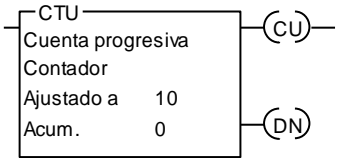
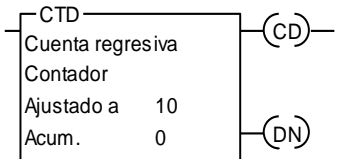
Además, todo PLC cumple con un determinado ciclo de operaciones que consiste en leer las entradas, ejecutar todo el programa una vez, y actualizar las salidas tal como hayan resultado de la ejecución del programa.

La tabla 1.1 nos muestra los elementos que son normalmente usados en la programación de escalera y que se describen a continuación:

Los elementos a evaluar para decidir si activar o no las salidas en determinado escalón, son variables lógicas o binarias, que pueden tomar solo dos estados: presente o ausente, abierto o cerrado, 1 ó 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.

Consideremos 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 a las salidas que el equipo provee físicamente hacia el exterior, sino también las que se conocen como "Relés Internos"^[4].

Tabla 1.1 Representación de elementos más usados es la programación de escalera	
Nombre	Símbolo
Contacto Normalmente abierto NA	
Contacto Normalmente cerrado NC	
Bobina de salida	
Bobina enclavada	
Bobina desenclavada	
Temporizador de retardo a la conexión TON	

<p>Temporizador de retardo a la desconexión TON</p>	
<p>Contador Ascendente CTU</p>	
<p>Contador Descendente CTD</p>	

Existen dos formas básicas de activar o desactivar las salidas: con retención y sin retención. La forma más común es la de salida no retenida, lo que significa que la salida es activada si se cumplen las condiciones del escalón en el que está programada y se desactiva inmediatamente cuando las condiciones dejan de cumplirse.

Las salidas retenidas, por el contrario, se activan y desactivan en escalones diferentes y por instrucciones diferentes. Cuando se cumple el escalón en el que la salida debe activarse, ésta lo hace y permanece así, aún cuando la condición de activación deje de cumplirse. El único modo de apagar o desactivar la salida retenida es programar un escalón con la correspondiente instrucción de apagado de la salida en cuestión. Las instrucciones de retención y liberación de salidas se usan siempre por pares.

Los Timers son otro elemento de los programas de escalera tomado de los sistemas eléctricos, los más comunes en la programación de PLC son el TON (temporizador con retardo a la conexión) y el TOF (temporizador con retardo a la

desconexión). Cuando se energiza el timer TON su bit de estado permanece en su estado normal y esta cambiara solo hasta que haya transcurrido el tiempo predeterminado de conexión, cuando el timer se desactiva, su bit de estado regresa a su estado normal inmediatamente, sin embargo cuando el timer TOF se energiza su salida se activa inmediatamente y al desenergizar el temporizador, su bit de estado permanece activada hasta que transcurra el tiempo predeterminado de desconexión.

Los contadores, todos los contadores tienen una entrada de pulsos a contar, un bit de entrada de reset, que cuando es activada lleva al contador a su estado inicial y un bit de estado que se activa cuando la cuenta llega a su valor final. El tipo más común de contador es el ascendente, en el que el estado inicial es: cuenta cero con la salida desactivada. Al ir recibiendo pulsos en la entrada de conteo, la cuenta aumenta siempre manteniendo el bit de estado desactivada, hasta el momento en que la cuenta llega al valor preestablecido en el programa y el contador deja de contar. Podemos encontrarnos también con contadores descendentes, en los que se programa un valor inicial distinto de cero y la salida se activa cuando luego de realizar un conteo descendente la cuenta llega a cero.

Como hemos visto hasta ahora, el Flujo del programa, es decir la secuencia en la que todas las instrucciones del programa son ejecutadas es simple: se comienza por la primera instrucción del programa y se continúa con la segunda, tercera, etc. hasta la última instrucción y se retoma la ejecución de la primera otra vez, repitiéndose el ciclo indefinidamente.

Existen casos en los que esto no es lo más deseable. Por ejemplo: si queremos que determinada parte del programa no se ejecute salvo que el usuario así lo pida; o nos encontramos con que dos actividades son mutuamente excluyentes, o simplemente queremos controlar el mismo sistema con dos programas diferentes. También podemos desear que no se haga nada hasta que no se reciba

confirmación de una acción que acabamos de tomar (con un fin de carrera, por ejemplo).

Todos estos casos nos muestran que puede ser conveniente tener la posibilidad de modificar el flujo de ejecución que normalmente sigue el PLC. Las formas más comunes de hacer esto son dos: con saltos controlados y relés de control maestro. El salto controlado consiste en hacer que la próxima instrucción en ejecutarse no sea necesariamente la siguiente en el programa. Algo similar sucede con el relé de control maestro, que desconecta las entradas al programa forzando a éste a no activar ninguna salida, lo que resulta equivalente a no ejecutarlo.

CAPITULO 2

Proceso De Transformación Del Aluminio y Estado Actual De La Compactadora De Aluminio

En este capítulo se describirán los procesos que realiza la empresa para la transformación del aluminio y obtención de sus productos finales, además se da a conocer como se encuentra operando la maquina compactadora y de donde se obtiene el material a compactar

2.1 Descripción del proceso de laminado

2.1.1 Introducción

La empresa Almexa está ubicada en avenida vía Gustavo Baz numero 4874 San Pedro Barrientos en el municipio de Tlalne pantla en el estado de México.

Es una empresa que tiene como giro la transformación y venta de aluminio y como su principal actividad esta la fundición, laminación, refinación o estiraje de aluminio.

También realizan un proceso de troquelado del aluminio de donde obtienen circunferencias de aluminio que posteriormente son enviadas a otra empresa dedicada a la elaboración de cacerolas de aluminio, el diagrama de bloques de los procesos de la empresa se muestra en la figura 2.1.

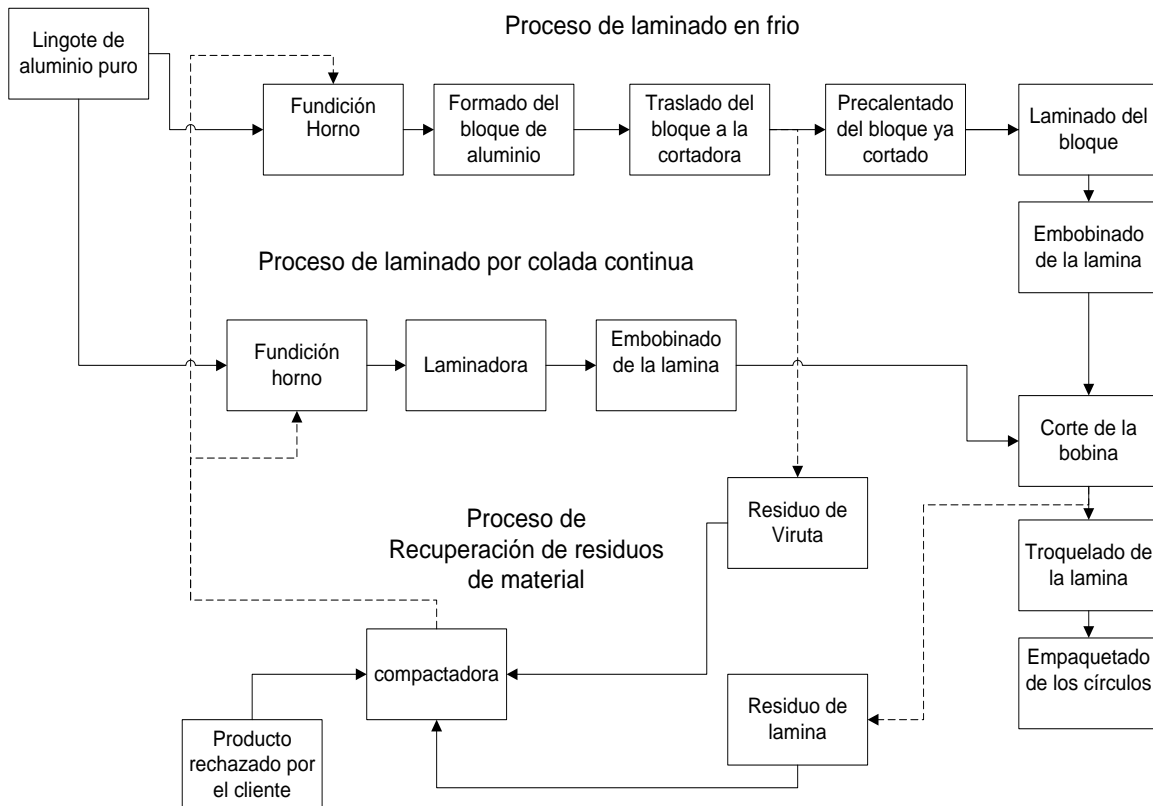


Figura 2.1 diagrama de bloques de los procesos que se realizan dentro de la empresa Almexa

2.1.2 Laminado y troquelado de la lámina de aluminio

2.1.2.1 Laminado en frio

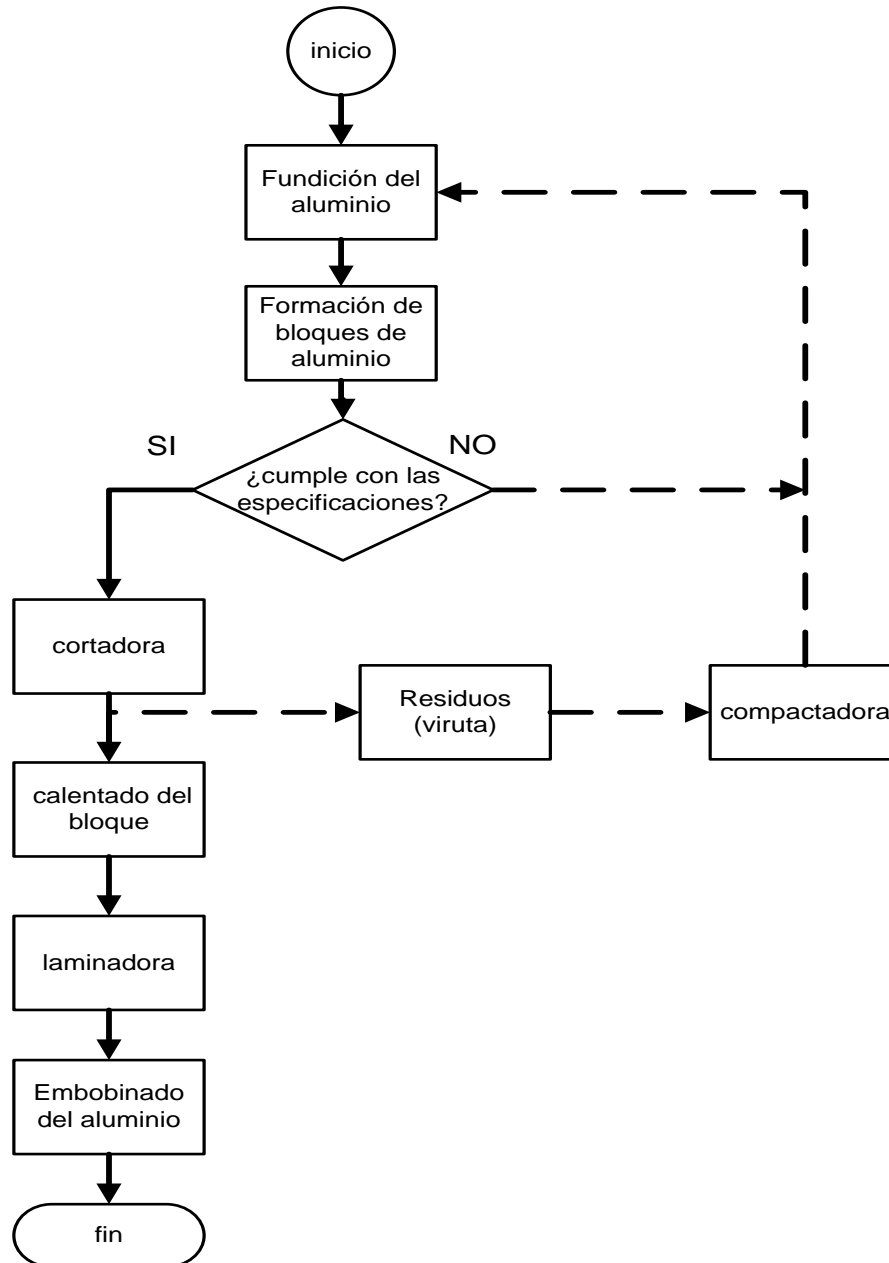


Figura 2.2 diagrama de proceso de laminado en frio

En la figura 2.2 se muestran las etapas del laminado en frio, que se explican a continuación:

- Fundición

Este proceso comienza con la fundición del material en donde se mezcla un lingote de aluminio con una pureza del 100% y desperdicio de aluminio que se genera de los procesos de corte en la empresa.

➤ **Formación del bloque de aluminio**

El material que se encuentra en su punto de ebullición se vierte en moldes rectangulares de 9 pulgadas de ancho X 22 pulgadas de largo, los moldes se encuentran en posición vertical los cuales se van llenando con el aluminio líquido y al mismo tiempo se va enfriando con agua para obtener un bloque de las dimensiones antes mencionadas y con una longitud de 400 pulgadas, si el bloque no cumple con las especificaciones requeridas es enviado al horno para repetir el proceso de fundición.

➤ **Proceso de corte**

Si cumple con las especificaciones es trasladado por medio de una grúa aérea (polipasto) a una máquina cortadora, esta se encarga de cortar el bloque de aluminio en tres partes iguales. Al realizar los cortes se genera un residuo de aluminio (viruta), esta viruta es recogida y trasladada a la compactadora donde, más tarde será transformada en una paca para tener un manejo fácil al introducirla en el horno donde será fundida.

➤ **Calentado del bloque de aluminio**

Ya que se tienen los bloques a la medida pasan por un horno, que solo calienta el bloque de aluminio para posteriormente laminarlo en un proceso en frío.

➤ Laminado del bloque

El bloque sale del horno por una banda transportadora que lo dirige a la máquina de laminado la cual consta de 2 rodillos los cuales por medio de presión van reduciendo el espesor del bloque de aluminio hasta un espesor del bloque de aproximadamente ½ pulgada.

➤ Embobinado del aluminio

Cuando se termina el proceso de laminado la lámina es colocada en una bobina por un trabajador de forma manual para su enrollado.

2.1.2.2 Laminado por colado continuo

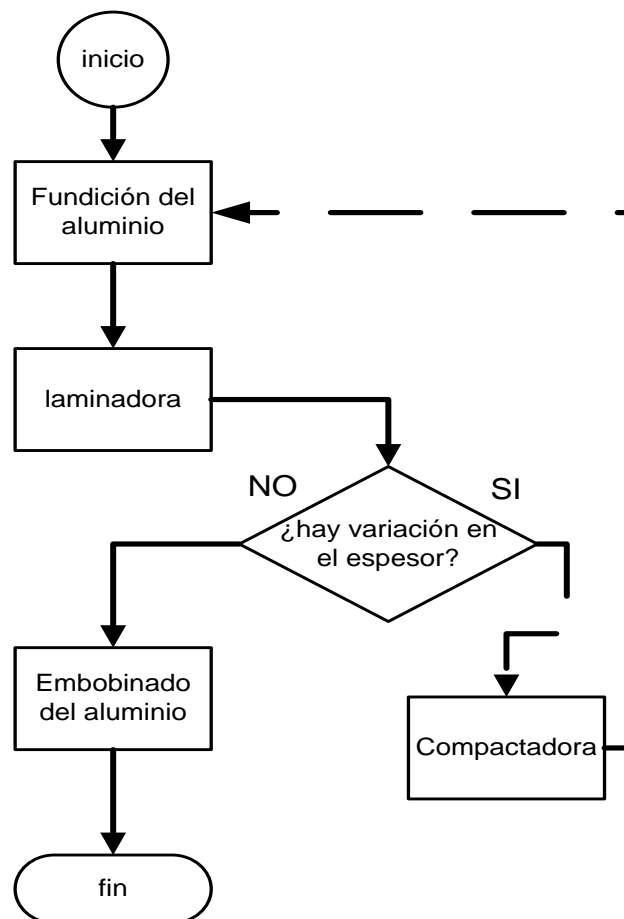


Figura 2.3 diagrama de proceso del laminado por colado continuo

En la figura 2.3 se muestran las etapas del laminado por colado continuo que se describen a continuación

➤ **Fundición**

De igual manera que en el primer horno el proceso comienza con la fundición del material en donde se mezcla un lingote de aluminio con una pureza del 100% y desperdicio de aluminio que se genera de los procesos de corte en la empresa.

➤ **Laminadora**

Después el material que se encuentra en su punto de ebullición se hace pasar por una maquina laminadora automática que tiene unos rodillos los cuales laminan el aluminio hasta formar una lamina de aproximadamente ½ pulgada de espesor y de 22 pulgadas de ancho, al mismo tiempo pasa por el proceso de enfriado de la lamina que se realiza por medio de agua. Esta máquina laminadora es muy precisa ya que la lamina no puede salir con variaciones en su espesor, si esto ocurre la lamina formada es enviada al horno donde empieza el proceso nuevamente.

➤ **Embobinado de la lámina de aluminio**

A la salida de esta laminadora se encuentra una bobina donde la lámina es enrollada de forma automática

2.1.3 Procesado de la bobina de aluminio obtenida de la laminación

En la figura 2.4 se muestran el procesado de la bobina de aluminio que sean explicados a continuación:

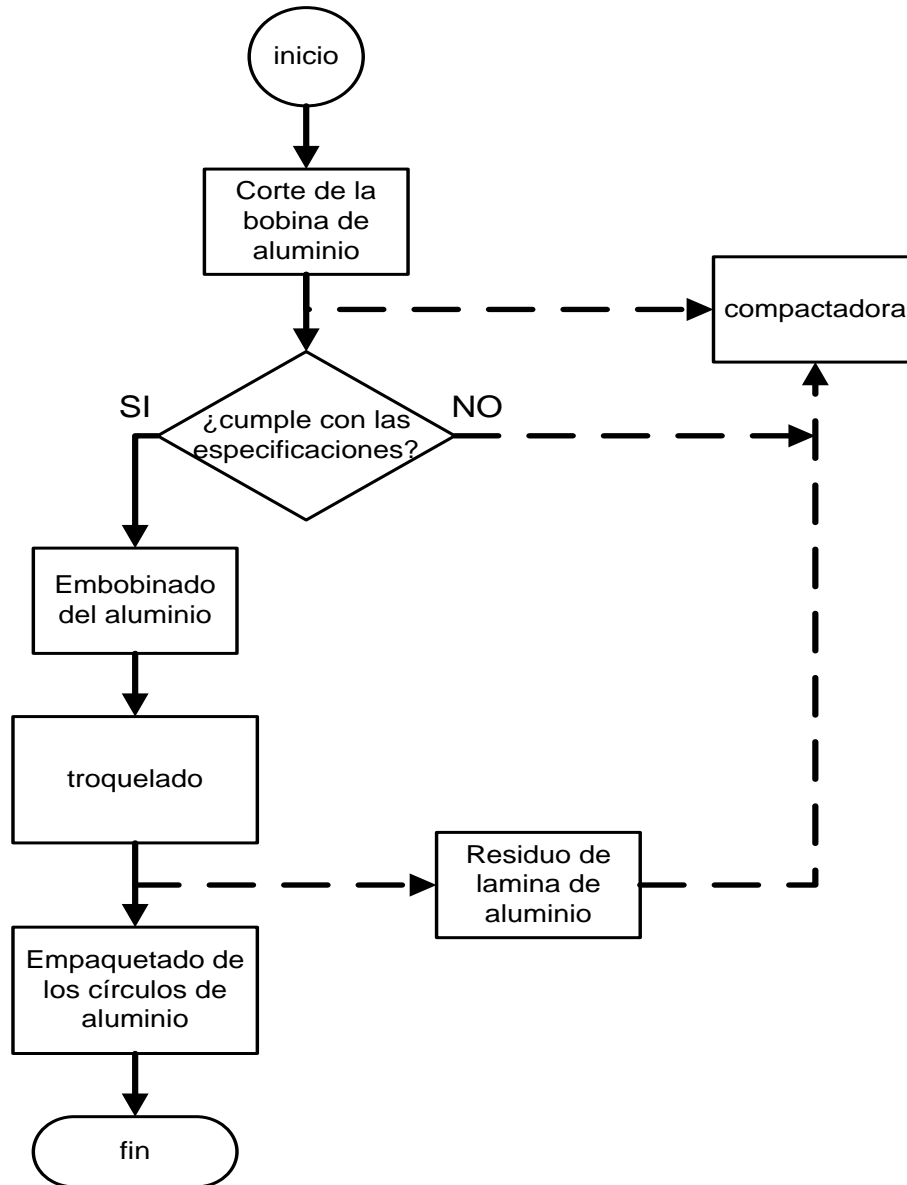


Figura 2.4 diagrama de procesado de la bobina de aluminio

➤ Corte de la lámina de aluminio

La bobina de aluminio obtenida de los dos procesos anteriores de laminado es colocada en una maquina cortadora que corta la lamina de aluminio a lo largo dependiendo de la circunferencia que se quiera obtener regularmente la lamina se corta en 3 partes. Y los residuos de lámina generados son recogidos y enviados a la compactadora para posteriormente fundirlos.

➤ **Embobinado del aluminio**

Posteriormente las tres tiras obtenidas del corte son enviadas a una bobina donde se procede a su enrollado de cada tira de aluminio, si por alguna razón el corte es inadecuado el material es enviado a la compactadora para posteriormente volver a procesarlo.

➤ **Troquelado de las láminas**

Ya que se obtienen las tres bobinas una de estas es montada en una maquina de troquelado que se encarga de cortar la circunferencia de la medida que se desee. Y los residuos de lámina que se generan al cortar la circunferencia son recogidos y trasladados a la compactadora para formar pacas que después serán fundidas.

➤ **Empaquetado de los círculos de aluminio**

Posteriormente los círculos formados del proceso anterior son empaquetados para su distribución a las diferentes empresas que se dedican al desarrollo de cacerolas de aluminio.

2.2 Tipos de materiales a compactar

El proceso de compactado es necesario ya que en los procesos de laminación y troquelado se obtienen residuos de aluminio tales como la viruta que se genera del corte de bloque de aluminio y el residuo de lamina que se genera del troquelado, los residuos (viruta y lamina) son recogidos y llevados a la compactadora donde un operador manualmente activa la compactadora para obtener una paca de aproximadamente 0.3 m de ancho X 0.5 m de largo X 1 m de alto. Para más tarde ser llevados al horno para su fundición

Los residuos de material para el proceso de compactación de aluminio son los siguientes:

- **Desperdicio de aluminio**

- Viruta de aluminio

2.2.1 Desperdicio de aluminio:

Dentro de los procesos de producción de la empresa se llevan a cabo distintos tipos de corte a la lámina de aluminio, tales como cortes circulares a la lamina de aluminio para después mandarlos a una empresa donde forjan ollas, corte de la orilla de la lámina de aluminio para darle una dimensión exacta a la lamina, lamina defectuosa, entre otros.

Todo este desperdicio de lámina en gran parte es obtenida en largas tiras de desperdicio de diferentes dimensiones o en placas que son desperdicio de aluminio pero de mayores dimensiones de espesor, se considera placa a partir del calibre de $\frac{1}{4}$ de pulgada como se muestra en la figura 2.5.



Figura 2.5 Desperdicio de aluminio

2.2.2 Viruta de aluminio

La viruta es un fragmento de residuo de material de aluminio con forma de pequeña lámina curvada o espiral que es extraído mediante un cepillo u otras herramientas, tales como brocas, al realizar trabajos de cepillado, desbastado o perforación como se muestra en la figura 2.6.

La mayoría de la viruta de aluminio que obtenemos para la compactación es obtenida de la máquina de corte de las barras de aluminio, donde se cortan las grandes barras de aluminio en pequeñas barras para después proceder a la laminación, todo este desperdicio obtenido del corte es la viruta.



Figura 2.6 Viruta de aluminio

2.2.3 Procesos que provocan desprendimiento de viruta

El tipo A una viruta discontinua o fragmentada, representa una condición en el que el metal se fractura en partes considerablemente pequeñas de las herramientas cortantes.

Un tipo ideal de viruta desde el punto de vista de la duración de la herramienta y el acabado, es la del tipo B continua simple, que se obtiene en el corte de todos los materiales dúctiles que tienen un bajo coeficiente de fricción. En este caso el metal se forma continuamente y se desliza sobre la cara de la herramienta sin fracturarse. Las virutas de este tipo se obtienen a altas velocidades de corte y son muy comunes cuando en corte se hace con herramientas de carburo. Debido a su

simplicidad se puede analizar fácilmente desde el punto de vista de las fuerzas involucradas

La viruta del tipo C es característica de aquellos maquinados de materiales dúctiles que tienen un coeficiente de fricción considerablemente alto.

A continuación se puede observar como resultan las diferentes pacas de material al ser compactadas como se muestra en la Figura 2.7.



Figura 2.7 Se muestra en la parte izquierda una paca de desperdicio de aluminio como láminas o placas, y en la parte derecha una paca de aluminio de viruta

2.3 Descripción del funcionamiento de la compactadora

2.3.1 Descripción del Diagrama Hidráulico de la compactadora de aluminio

El circuito de la figura 2.8 es usado para el control del funcionamiento manual de una maquina compactadora de aluminio, la cual consta de los siguientes elementos:

- Diez válvulas reguladoras de caudal
- Una válvula de descarga pilotada
- Una válvula de alivio
- Una válvula de contrabalance
- Cuatro válvulas check
- Cinco válvulas 4/3 con accionamiento de palanca y retorno de muelle
- Seis pistones de doble efecto
- Una unidad de potencia (1 Motor Eléctrico, 1 Bomba doble y 1 bomba de paletas Hidráulica, Filtro, Tanque)

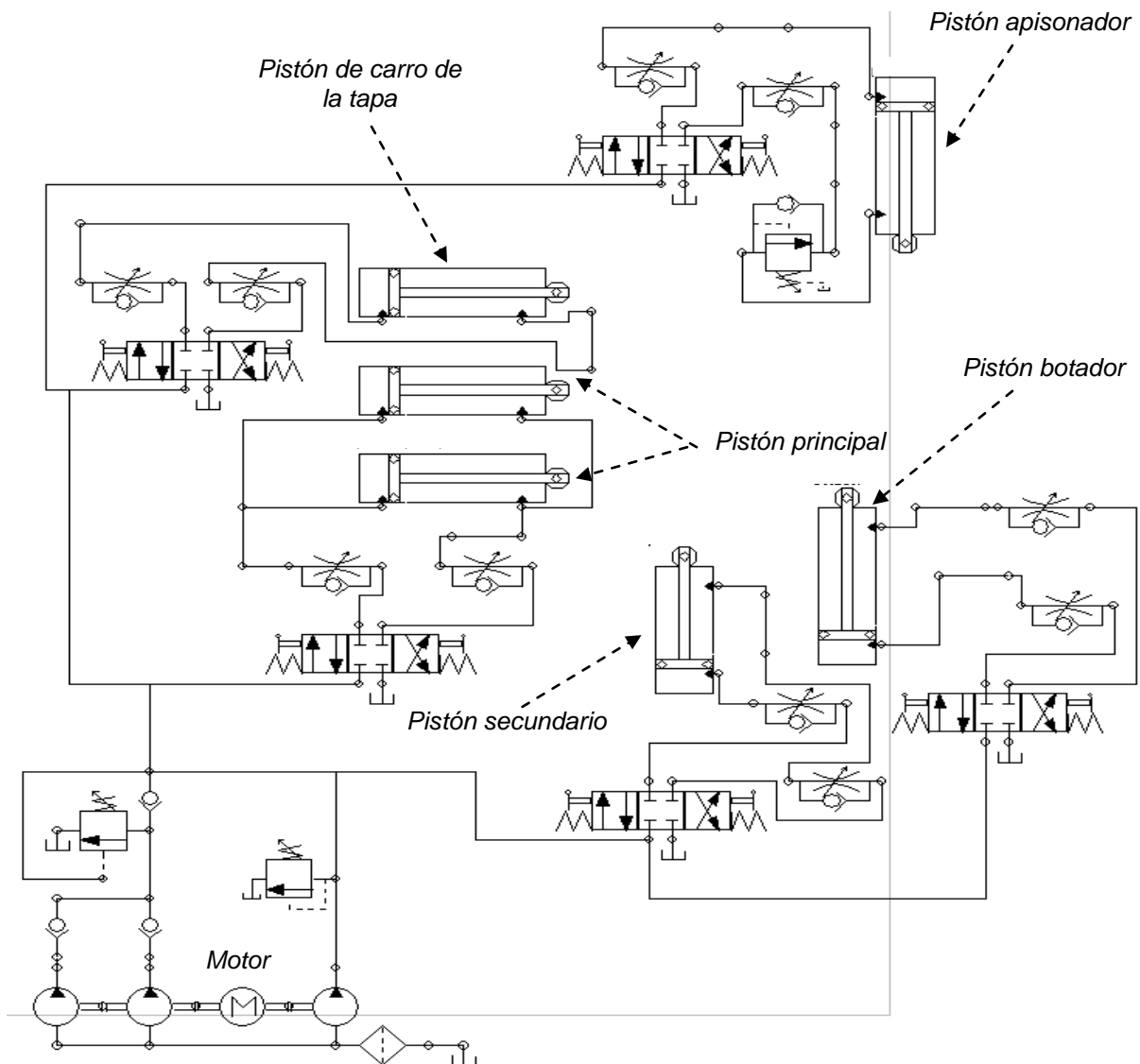


Figura 2.8 Diagrama Hidráulico de la Compactadora

El sistema comienza su ciclo cuando se pone en funcionamiento a través del Interruptor de encendido del motor eléctrico, el cual transmite el movimiento mecánico a las bombas hidráulicas que proporciona el fluido necesario para el sistemas, todas las válvulas direccionales están desactivadas inicialmente por lo tanto los pistones se encuentran fuera de funcionamiento al comenzar el ciclo, hasta que son accionadas las válvulas por el operador con ayuda de los accionamientos mecánicos (las palancas).

Una vez accionado el encendido, la secuencia de la maquina compactadora de aluminio es el siguiente:

1. Se activa el ciclo del apisonador (baja y sube).
2. Sale pistón del carro de la tapa
3. Salen pistones principales
4. Sale pistón secundario
5. Regresa pistón secundario
6. Regresan pistones principales
7. Regresa pistón del carro de la tapa
8. Sale pistón botador
9. Regresa pistón botador

2.3.2 Descripción del funcionamiento de la compactadora de aluminio en condiciones actuales.

El operador junta el residuo de aluminio con un montacargas y un recipiente como se muestra en la figura 2.9, cuando el recipiente se lleno, lo transporta hasta la fosa de la compactadora y es vaciado.



Figura 2.9 Se muestra el recipiente para recolectar material

Después el operador se baja del montacargas y se dirige hacia el tablero de control que se encuentra atrás de la fosa y puede ver y tiene un panorama adecuado de todos los componentes de la compactadora como se muestra en la figura 2.10, así como de lo que está alrededor de la fosa, sirve para saber si el apisonador está trabajando adecuadamente, pero por cuestiones de un mal programa de mantenimiento llevado por la empresa esta parte de la compactadora actualmente se encuentra descompuesta, por lo que el operador tiene que acomodar el material introducido en la fosa de manera manual arriesgándose a sufrir algún accidente que ponga en peligro su integridad, con mayor razón cuando es lamina la cual le puede cortar o lastimar, esta acción involucra pérdida de tiempo, el cual podría ser aprovechado para generar más pacas de compactado, pues debe de asegurarse que el material que se introduce quede totalmente dentro de los limites para que la fosa cierre en su totalidad y como ya se menciono genera escenarios de riesgo



Figura 2.10 a) Muestra la fosa y el tablero de control de la maquina compactadora

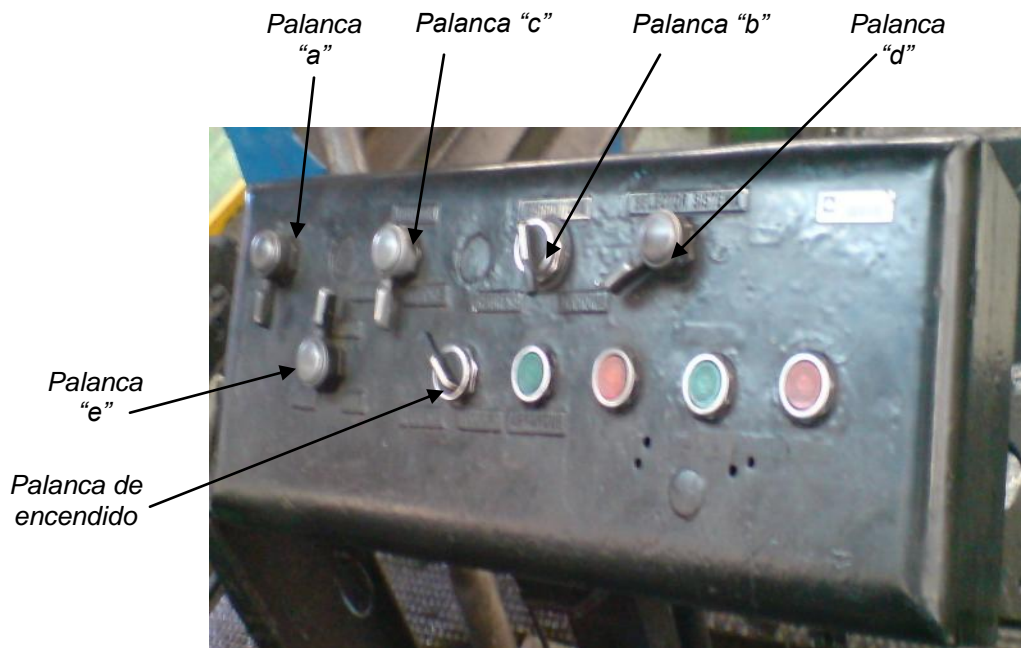


Figura 2.10 b) Se muestra el tablero de control desde el cual se manipulan las acciones de la compactadora y la función de cada palanca

El siguiente paso es el de iniciar el proceso por medio de un botón de encendido y apagado de la bomba que va a suministra el fluido necesario a todos los

elementos de trabajo, que se encuentran desactivados esperando a que el operador las active manualmente por medio de las palancas.

Después el operador acciona la palanca “a”, que activa la válvula direccional A, y da paso al fluido para que se accione el actuador hidráulico apisonador, que tiene la función de esparcir y compactar un poco el aluminio en forma vertical de tal manera que dé el espacio suficiente para que la siguiente acción (cierre de la tapa) se pueda realizar; el proceso del apisonador es repetido por el operador dos o tres veces o hasta que sea necesario dependiendo de su criterio, cuando observe que ha sido compactado lo suficiente, desactiva el pistón del apisonador regresando la palanca “a” a su posición inicial, lo descrito anteriormente sería la forma ideal, pero por las razones ya explicadas en los párrafos anteriores, esto se realiza por el momento de manera manual, en la figura 2.11, se pueden apreciar cada uno de los pistones que componen la compactadora.



Figura 2.11 Se muestran las diferentes partes que componen la compactadora

Una vez que el pistón del apisonador está en su posición inicial, el operador procede a activar la palanca “b” que activa la válvula direccional B cuya función es activar el actuador hidráulico del carro de la tapa, que aísla el material que se

encuentra dentro de la fosa, y da pie para que se realice el compactado del material.

Posteriormente el operador activa la palanca “c”, que tiene por función activar la válvula C, que a su vez activa el pistón principal, que está compuesto por dos pistones en paralelo y de las mismas características como se muestra en la figura 2.12, para lograr el objetivo que es un mejor y optimo compactado del material, este actuador hidráulico corre en forma horizontal a lo largo de la fosa, cuando el operador detecta por intuición o por experiencia que el actuador hidráulico ha llegado a su fin de carrera, procede al siguiente paso.

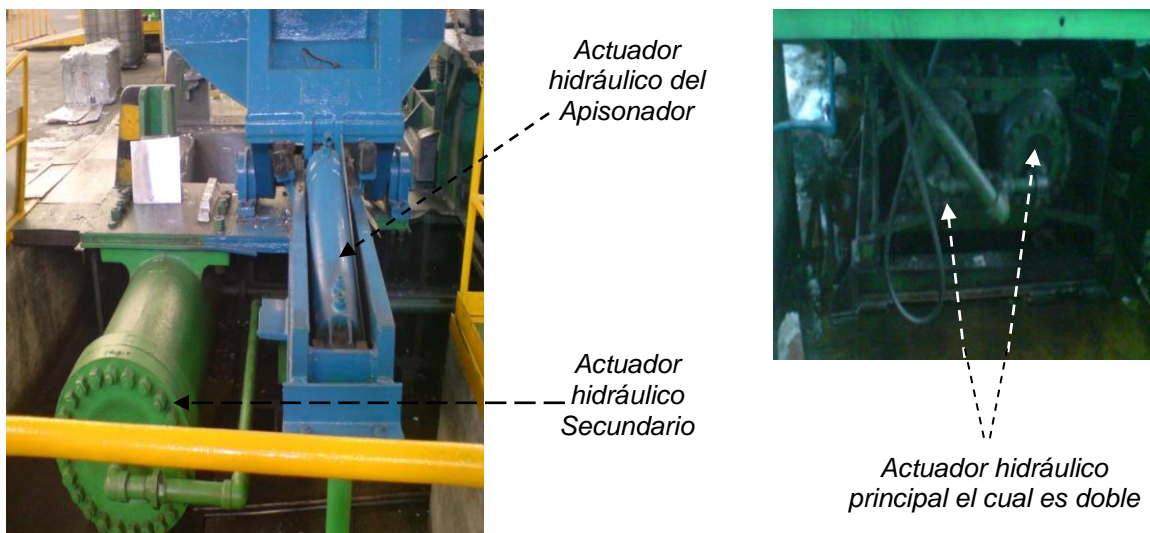


Figura 2.12, en esta figura se pueden ver los pistones que integran la compactadora: el apisonador, el pistón principal que es doble y el pistón secundario

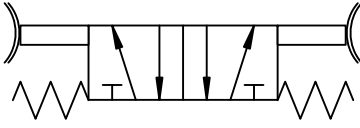
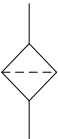
Cuando el pistón principal ha llegado a su fin de carrera, el operador acciona la palanca “d” activando la válvula D que da paso al fluido para que este active el pistón secundario que se muestra en la figura 2.12, el cual recorre la fosa en forma horizontal y a lo ancho de ella, para así dejar el material bien compactado, el operador nuevamente por intuición sabe cuando el material está bien compactado y regresa a su posición inicial a la palanca “d”, para así desactivar la válvula D y regresar el pistón secundario a su posición inicial.

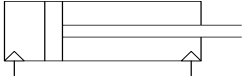
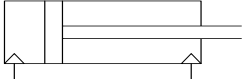
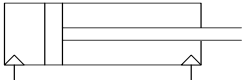
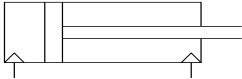
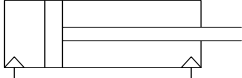
Después regresa a su posición inicial la palanca “c”, desactivando la válvula C y con ello el pistón principal regresa a su posición original, después procede a abrir la tapa, regresando la palanca “b” a su posición inicial.

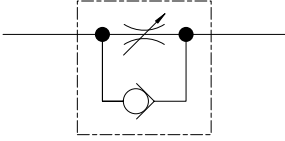
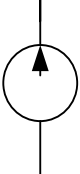
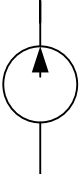
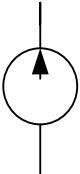
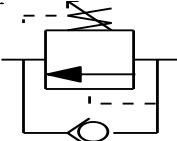
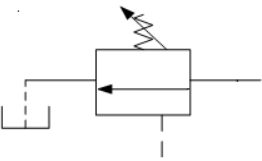
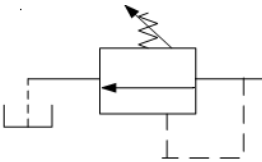
Por último para sacar el compactado, el operador acciona la palanca “e”, que activa un pistón llamado botador, por medio del cual el compactado queda a nivel del suelo y usando un montacargas el operador procede a llevar la paca a el horno al cual será introducida, lo que se acaba de mencionar seria en condiciones ideales pero lamentablemente este pistón al igual que el apisonador no funciona motivo por el cual nuevamente se encuentran pérdidas de tiempo y situaciones de riesgo para el operador, ya que para sacar el compactado se instalo una grúa aérea que tiene unas tenazas para tomar el compactado y sacarlo de la fosa

2.4 Descripción de los elementos que componen la compactadora

En la tabla 2.1 se describen los elementos con lo que cuenta actualmente la maquina compactadora, y su simbología correspondiente

Tabla 2.1 Descripción de los elementos de la compactadora		
No de elementos	Elemento	Descripción
5		Válvula 4-3 con accionamiento de palanca y retorno por muelle
1		Filtro de succión con malla de 100 micras

1	<p>Pistón apisonador</p> 	<p>Actuador hidráulico de 10 pulgadas de diámetro, y 43 pulgadas de carrera de vástago</p>
1	<p>Piston del carro de la tapa</p> 	<p>Actuador hidráulico de 8 pulgadas de diámetro, y 98 pulgadas de carrera de vástago</p>
2	<p>Piston principal</p> 	<p>Actuador hidráulico de 25 pulgadas de diámetro, y 63 pulgadas de carrera de vástago</p>
1	<p>Piston secundario</p> 	<p>Actuador hidráulico de 45 pulgadas de diámetro, y 40 pulgadas de carrera de vástago</p>
1	<p>Piston botador</p> 	<p>Actuador hidráulico de 10 pulgadas de diámetro, y 38 pulgadas de carrera de vástago</p>

10		Válvula estranguladora de presión de caudal
1		Bomba de caudal fijo de 60
1		Bomba de caudal fijo de 38
1		Bomba de caudal fijo de 50
1		Válvula de contrabalance
1		Válvula de descarga
1		Válvula de alivio

CAPITULO 3

Selección De Materiales e Integración De La Automatización Para La Compactadora De Aluminio

En este capítulo se describe los criterios de selección y descripción de los equipos que van a ser utilizados para poder llevar a cabo la automatización del sistema de compactado, además de la programación y diagramas requeridos

3.1 Introducción

En la empresa Almexa, donde se encuentra instalada la compactadora de aluminio se le realizara la automatización de esta, la cual consiste en: desarrollar un sistema automático, logrando de esta manera que la intervención del operador sea mínima, únicamente al alimentar la maquina compactadora y dar el inicio de la secuencia, con la función de supervisar el funcionamiento correcto del sistema, anexando dispositivos electrónicos (sensores, PLC) y equipo hidráulicos (electroválvulas).

Dentro de las propuestas para la mejora y automatización del sistema se han observado los siguientes puntos a desarrollar de forma específica:

- Selección de elementos finales de control hidráulicos (electroválvulas).
- Selección de sensores y Selección del controlador lógico programable, a partir del listado de Entradas/Salidas, características del proceso, características y capacidades del PLC.
- Realización de secuencia de pistones y electroválvulas, mediante el diseño de automatización para la compactadora de aluminio.

3.2 Selección de material requerido para la automatización

A continuación se realiza el listado de selección de materiales:

3.2.1 Selección de sensores

- Fin de Carrera

Para la selección del sensor de fin de carrera se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Que no ocupen demasiado espacio dentro del área de compactado

- Que manejen salida digitales.
- Que sea de uso rudo

Tomando en cuenta estos criterios se pudo observar mediante la búsqueda en los manuales de los fabricantes que la familia de sensores fotoeléctricos 42CSS que son sensores que se utilizan en procesos industriales de condiciones extremas, los cuales tienen gran resistencia y no son fácilmente dañables, por lo que el sensor que elegimos para nuestra automatización es el sensor fotoeléctrico marca Rockwell modelo 42CSS-R9MNB1-D4, mostrado en la figura 3.1



Figura: 3.1 Sensor fotoeléctrico

➤ Presencia:

Al igual que los sensores de fin de carrera, estos deben de ser de uso rudo para funcionar bajo las condiciones de la maquina compactadora, por lo cual se pretende utilizar un sensor con las mismas características que el anterior con la diferencia de que su configuración sea difusa, para que este detecte la existencia de material dentro de la fosa. Por lo cual el sensor queda definido por el siguiente número de catalogo: 42CSS-D2MNA1-D4 y en la figura 3.2 se puede observar una imagen de este sensor



Figura 3.2 Sensor de Presencia

3.2.1.1 Características de los sensores fotoeléctricos 42CSS-R9MNB1-D4 y 42CSS-D2MNA1-D4

Este tipo de sensores cumplen con la norma IP69K, la cual indica que el sensor está protegido contra, penetración de aceite, y agua, además de que soporta altas presiones y temperaturas, La estructura resistente a los golpes no se daña fácilmente ya que cuenta con una chaqueta de acero inoxidable lo que hace a su estructura resistente a los golpes, con lo cual el sensor no se daña fácilmente en caso de haberse enganchado o golpeado alguna herramienta, lo cual lo hace indicado para nuestro proceso ya que el sensor en el transcurso de la secuencia de compactado estará en constante contacto con material de aluminio el cual podría golpearlo o dañarlo^[8].

3.2.2 Selección del equipo electrohidráulico

Respecto a las válvulas ya instaladas en la maquina compactadora de aluminio se buscaran válvulas de iguales dimensiones y características similares, pero con accionamiento por medio de solenoide.

De acuerdo al catalogo mostrado en los anexos de electroválvulas marca Vickers, para accionar el carro de la tapa y apisonador el Modelo es DG5S82CTMB640 cuyo significado de las siglas se muestra a continuación:

D= válvula de control direccional

G= montaje sobre placa

5= controlado por solenoide y operado por piloto

S= carrete deslizante, la presión nominal 210 bar (3000 psi)

8 = Tamaño de la Electroválvula

2= tiene cerrados todos los puertos en posición central, como se muestra en la figura 3.3.

C= centrada por resorte

T= drenado por piloto interno

M= características eléctricas

B= 110V AC 50 Hz/120V AC 60 Hz

6= presión de trabajo 6 – 210 bar (3000 psi)

40= numero de diseño DG4V3-60

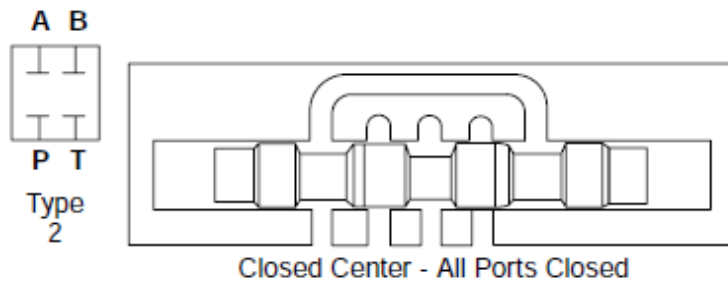


Figura 3.3 Posición del carrete central de la electroválvula

Así mismo para el pistón principal, pistón secundario, botador, se tiene la electroválvula marca Vickers Modelo DG5S4102CMTFWV6100 con las siguientes características:

D= válvula de control direccional

G= montaje sobre placa

5= controlado por solenoide y operado por piloto

S= carrete deslizante, la presión nominal 210 bar (3000 psi)

4 = Tamaño de la Electroválvula

10= Tamaño de la válvula 1-1/4 "válvula de tamaño NFPA - D10 (ISO-4401-10)

interfaz de montaje.0= centrada por resorte

2= tiene cerrados todos los puertos en posición central

C= centrada por resorte

M= características eléctricas

T= drenado por piloto interno

6= presión de trabajo 6 – 210 bar (3000 psi)

100= numero de diseño

La figura 3.4 muestra un esquema de una electroválvula de tipo DG5, que es usada en el accionamiento de todos los pistones para la secuencia de compactación de aluminio, solo variara el tamaño, dependiendo del pistón que accionara^[6].

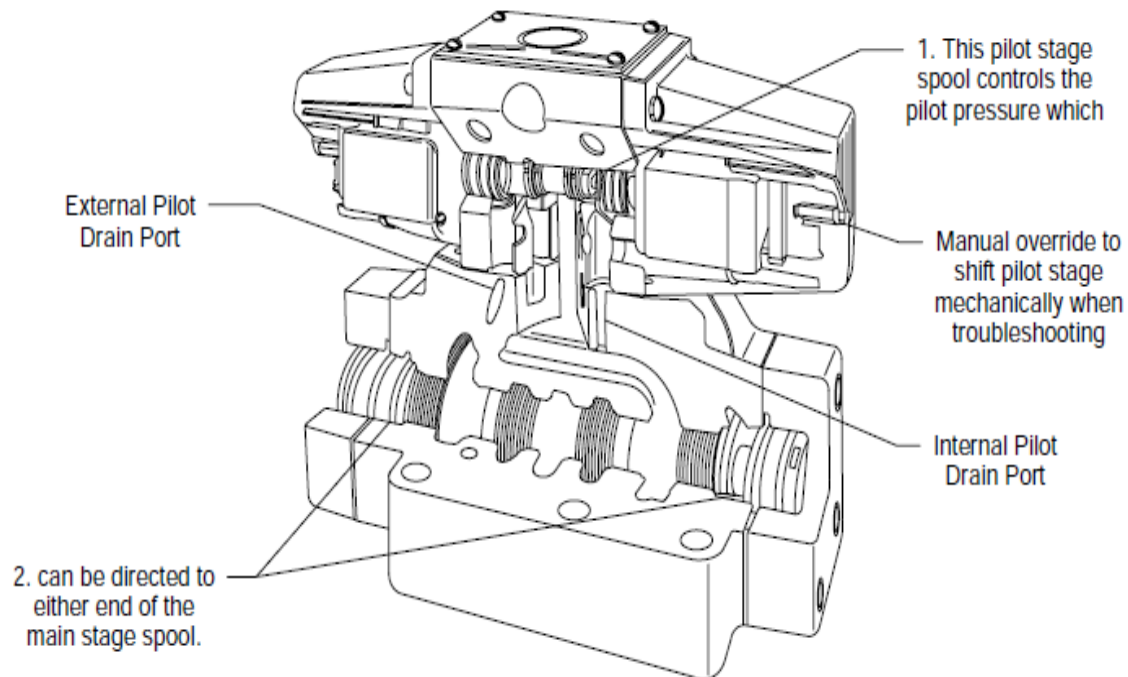


Figura 3.4 esquema de la electroválvula DG5

3.2.2.1 Distribución del equipo electro hidráulico seleccionado de la maquina compactadora de aluminio

Una vez llevada a cabo la selección de los elementos electrohidráulicos (electroválvulas), se debe proceder a su montaje, el cual estará distribuido de la misma manera en la que se encontraban instaladas las válvulas direccionales de tipo manual, ya que lo único que cambiara en la válvula es el tipo de accionamiento, por lo que su funcionamiento será el mismo, con la diferencia que su accionamiento será proporcionado por una señal eléctrica, que es suministrada por medio de solenoides con las que cuentan las electroválvulas, la instalación del equipo hidráulico seleccionado se muestra en la figura 3.5

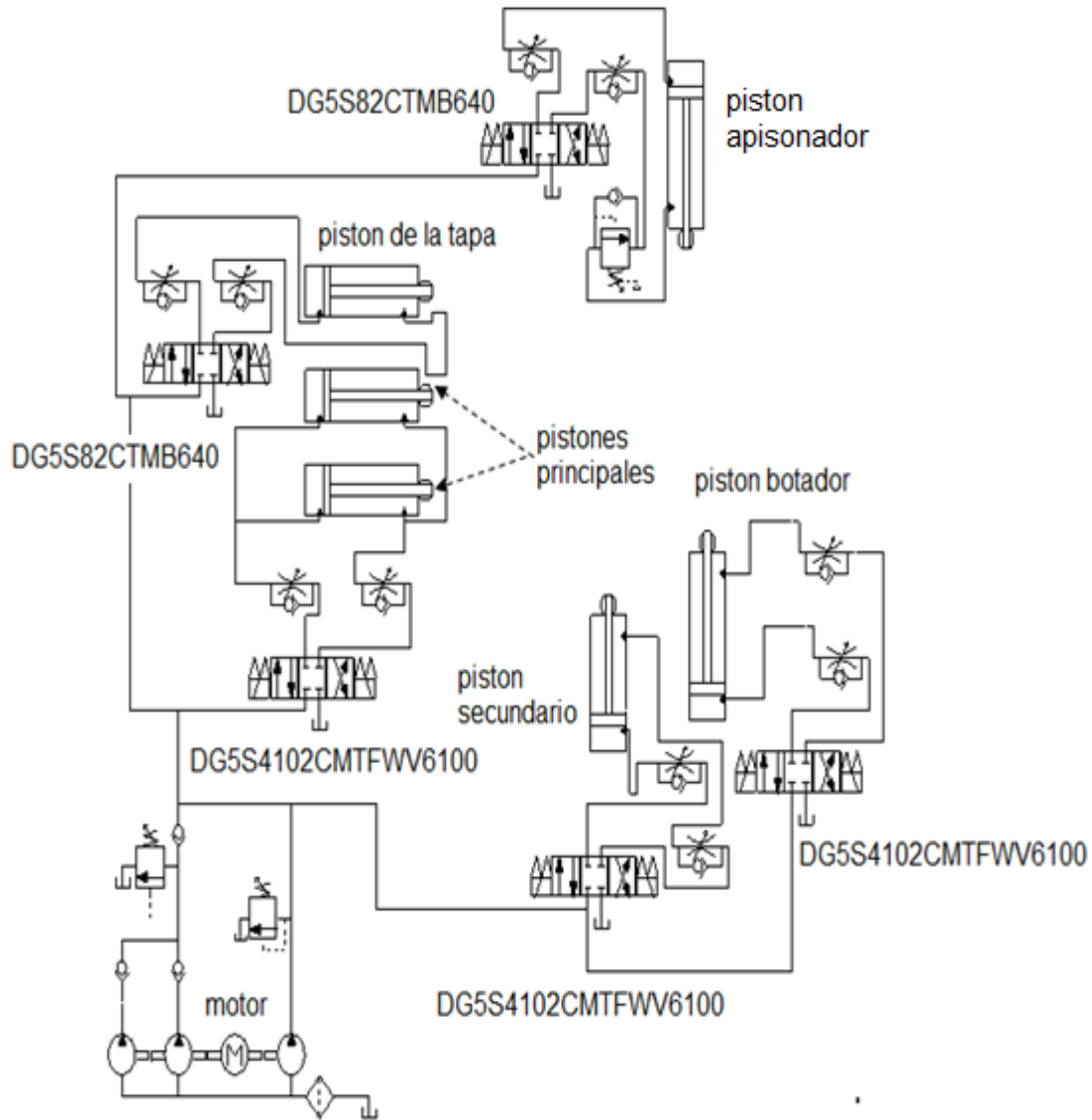


Figura 3.5 Distribución de equipo hidráulico

3.2.3 Adquisición de señales de entradas y de salidas

Se tienen 11 señales de entrada hacia el PLC como se muestra en la figura 3.6, donde se tiene un botón de arranque (I0:0/1) que es manipulado por el operador para dar el inicio del funcionamiento de la maquina compactadora, arrancando el motor del sistema hidráulico y a su vez por medio de un indicador señala la puesta en operación de esta.

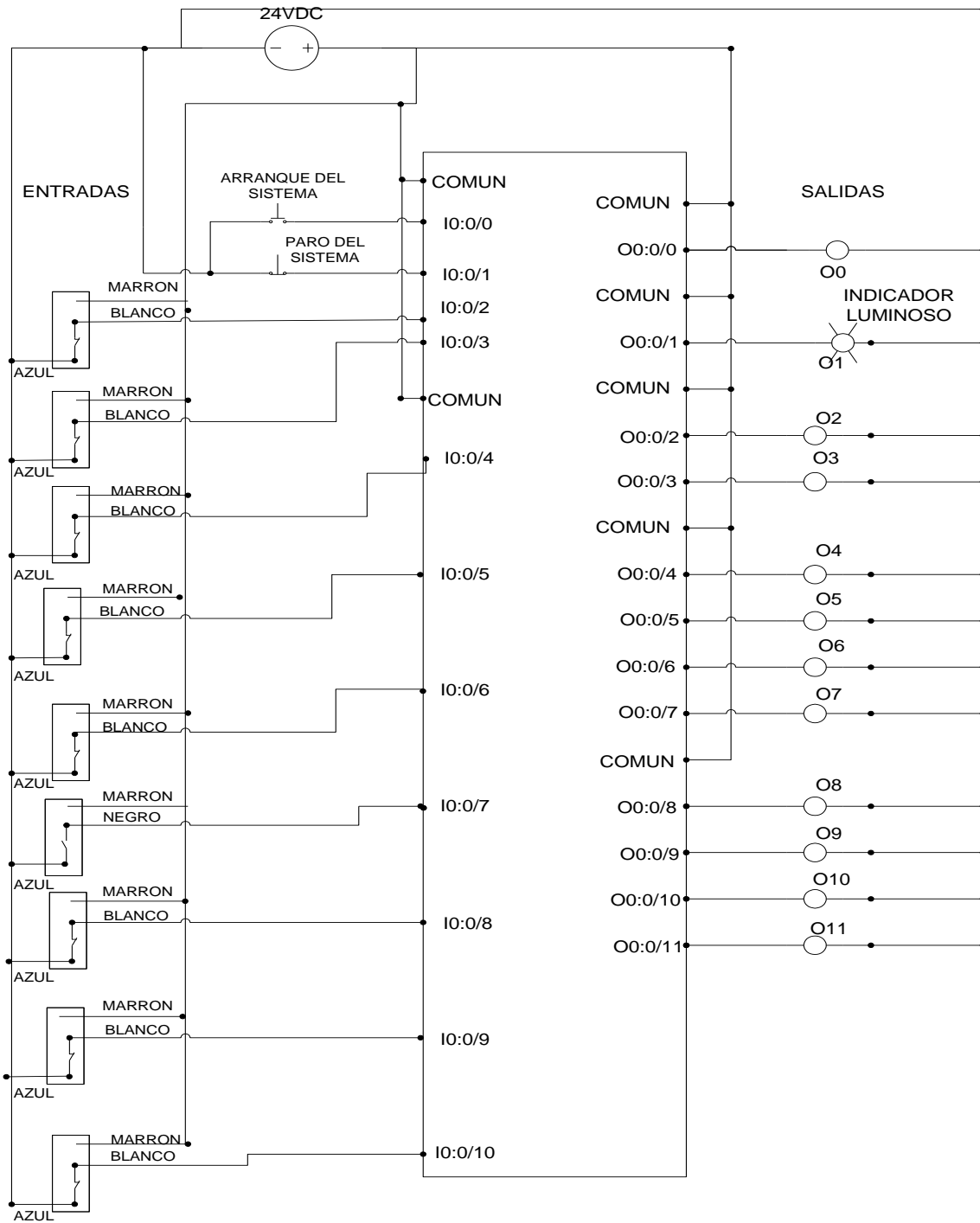
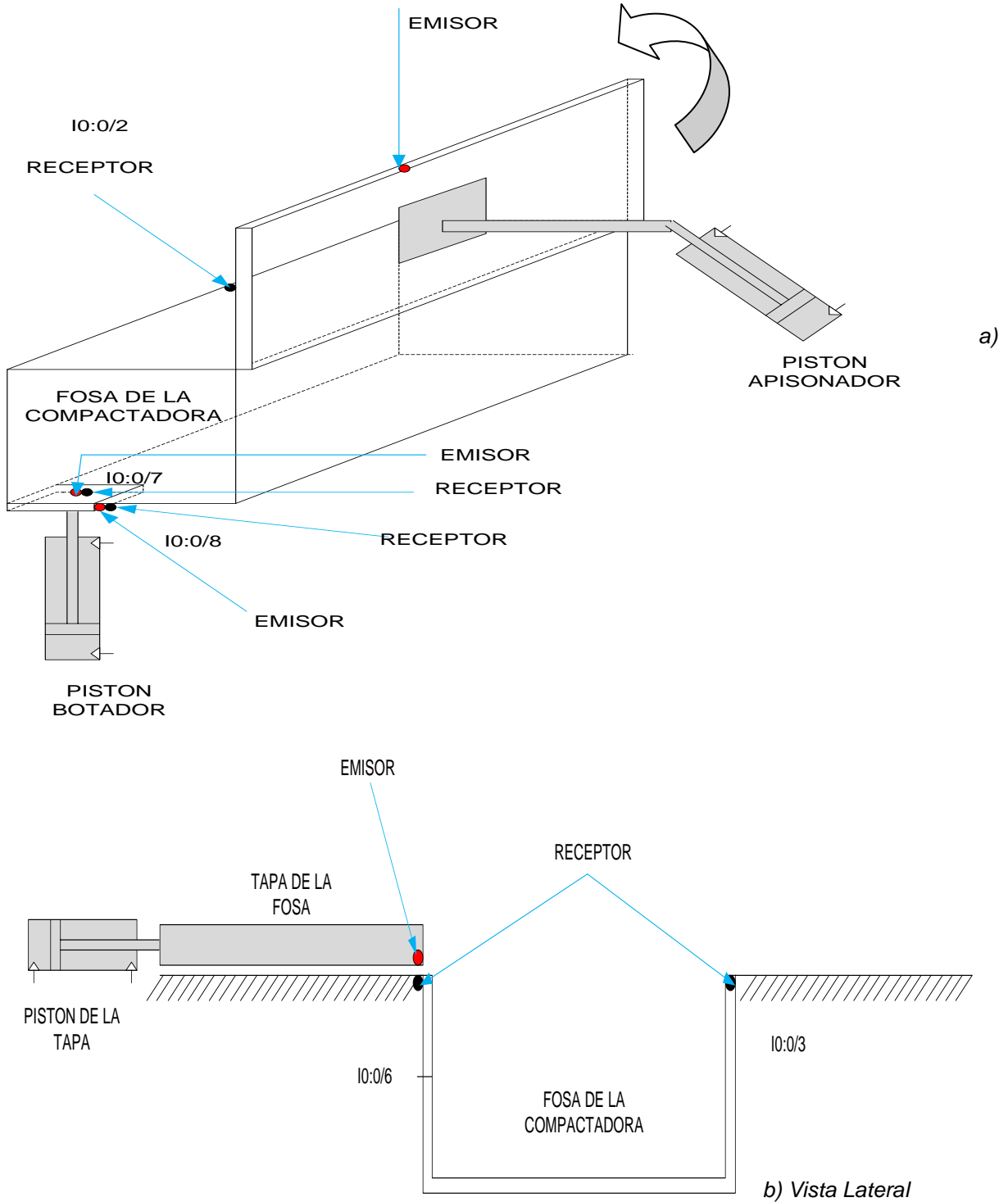


Figura: 3.6 Diagrama E/S

Así mismo se tendrá un botón de paro (I0:0/0) que tiene la función detener el sistema en cualquier momento que se requiera como en casos de emergencia.

Se tienen 9 sensores fotoeléctricos que se encuentran distribuidos estratégicamente dentro de la fosa, como se muestra en la figura 3.7 a), b) y c).



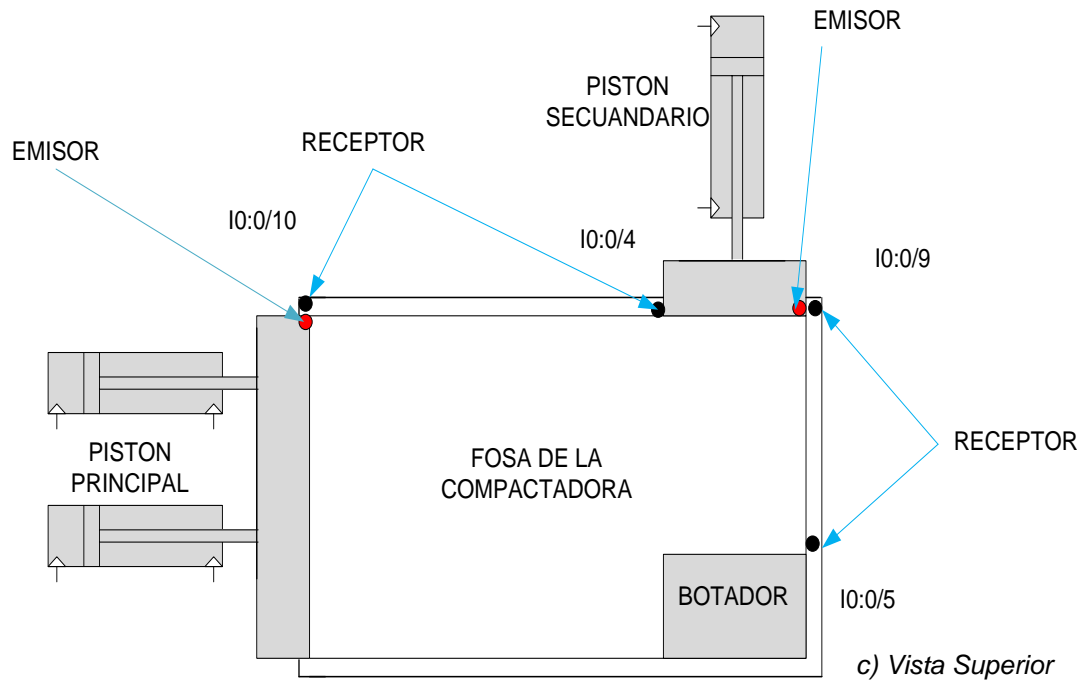


Figura: 3.7 Distribución de los sensores

- Pistón botador y pistón apisonador
- Pistón del carro de la tapa de la fosa
- Pistón principal y pistón secundario

La tabla 3.1 describe el uso de los sensores, así como su respectiva entrada al PLC:

Tabla 3.1 Funcionamiento de sensores	
Etiquetas	Descripción
10:0/2	Indica que el pistón apisonador a llegado a su punto máximo de carrera de vástago (A+)
10:0/3	Indica que el pistón de la tapa a llegado a su punto máximo de carrera de vástago (B+)
10:0/4	Indica que el pistón principal a llegado a su punto máximo de carrera de vástago (C+)
10:0/5	Indica que el pistón secundario a llegado a su punto máximo de

	carrera de vástago (D+)
I0:0/6	Indica que el pistón de la tapa a retornado a su punto inicial (A-)
I0:0/7	Indica la existencia de material dentro de la fosa
I0:0/8	Indica que el pistón botador a retornado a su punto inicial (E-)
I0:0/9	Indica que el pistón secundario retornado a su punto inicial (D-)
I0:0/10	Indica que el pistón principal a retornado a su punto inicial (C-)

La tabla 3.2 describe la función de cada una de las salidas del PLC así como su elemento a controlar:

Tabla 3.2 Funcionamiento de las salidas	
O0:0/0	Controla el accionamiento de un relevador para el funcionamiento accionamiento del motor eléctrico trifásico, el cual le suministra energía mecánica a las bombas para su funcionamiento.
O0:0/1	controla el accionamiento de una alarma audiovisual
O0:0/2	Salida hacia S2
O0:0/3	Salida hacia S3
O0:0/4	Salida hacia S4
O0:0/5	Salida hacia S5
O0:0/6	Salida hacia S6
O0:0/7	Salida hacia S7
O0:0/8	Salida hacia S8
O0:0/9	Salida hacia S9
O0:0/10	Salida hacia S10
O0:0/11	Salida hacia S11

3.2.3.1 Selección del controlador lógico programables (PLC)

Los controladores MicroLogix de la familia 1000 cuentan con un puerto de comunicación RS-232C que es configurable para conexión directa a un dispositivo programador o interface de operador.

Pueden ser programados estos controladores con el siguiente software:

- MicroLogix 1000 A.I. Series Software®
- PLC 500 A. I. Series Programming Software
- RSLogix 500™ Windows Programming Software
- MicroLogix Hand-Held Programmer (1761-HHP-B30)

Las principales características de estos controladores son:

- Modelos con diferentes número de entradas y salidas
- Su Tamaño compacto, le permite al controlador ser ubicado en espacios reducidos.
- Canal de comunicación RS-232, permite conectar directamente el controlador a tu dispositivo de programación o MODEM telefónico.
- Diversas configuraciones eléctricas:
 - Entradas 24 VDC y salidas tipo rele con una fuente de alimentación 120/240 VAC
 - Entradas 120 VAC y salidas tipo rele con una fuente de alimentación 120/240 VAC
 - Entradas de 24 VDC y salidas tipo rele con una fuente de alimentación de 24 VDC
 - Entradas de 24 VDC y FET de 24 VDC y salidas tipo rele con una fuente de alimentación de 24 VDC
 - Entradas de 120 VAC y salidas tipo rele y Triacs con una fuente de alimentación de 120/240 VAC.

Para la selección del controlador lógico programable se necesita que tengan las siguientes características:

- Número de entradas y salidas
 - Entradas 11
 - Salidas 12
- Salidas Digitales tipo Rele

- Tensión de Alimentación 120 ó 220 VCA
- Tensión de Señales de entrada 24VCC
- Tensión de Señales de salida 24VCC

La selección del PLC se realiza mediante el esquema que se muestra en la figura 3.8 que es proporcionada por el fabricante:

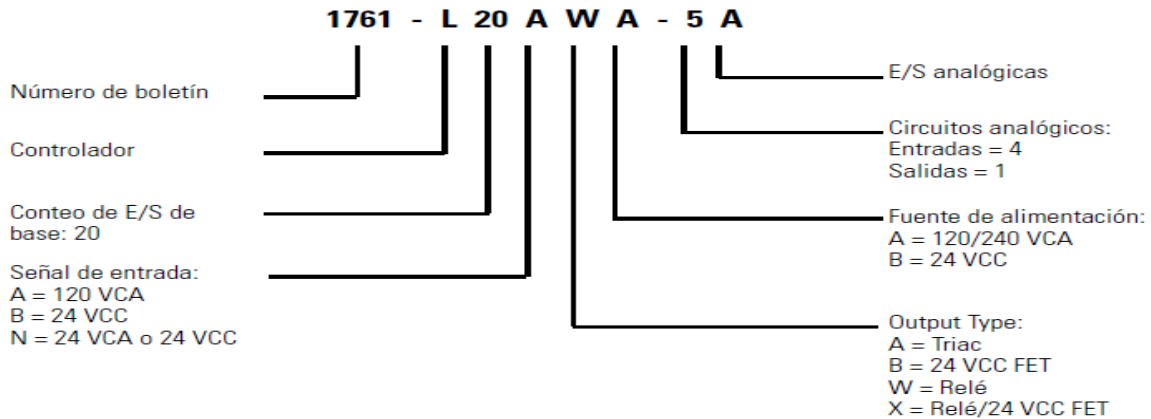


Figura 3.8 esquema para determinar el Modelo de PLC

De acuerdo a la figura 3.8 el PLC que más se adecua a las necesidades queda definido por el siguiente número de catálogo 1761-L20BWA, el cual tiene una alimentación 120/240 de CA y cuenta con 20 entradas digitales a 24 VDC y 12 salidas tipo relé^[8].

Se selecciono el PLC de La Familia MicroLogix 1000 ya que estos cumplen con los requerimientos necesarios de entradas y salidas que son necesarias para la automatización del proceso de la compactadora de aluminio y además de que su programación es sencilla mediante diagramas de escalera el cual ocupa el software Rslogix 500, estos PLC son los controladores programables más pequeños y económicos de la familia Allen Bradley, a continuación en la figura 3.9 se muestra una ilustración de este PLC.



Figura 3.9 PLC MicroLogix 1000

3.3 Propuesta de automatización

La principal finalidad de la automatización de la maquina compactadora de aluminio es incrementar la producción de pacas evitando así que haya un acumulamiento de desperdicios dentro de la empresa, y que puedan ser recirculados lo más pronto posible a las líneas de proceso.

Para esta propuesta de automatización se necesita que las pacas cumplan con el siguiente requisito:

- Dimensión de pacas no superior a 98cm de alto sin importar largo y ancho, para que las pacas no tengan problemas al ser colocadas a los hornos.

3.3.1 Descripción de la propuesta del sistema automático

A continuación se hace la descripción del sistema automático el cual está dividido en dos partes que son:

1. Distribución del equipo electro hidráulico seleccionado de la maquina compactadora de aluminio, así como de los sensores ya seleccionados.
2. Programación de la secuencia para la maquina compactadora de aluminio, tomando en cuenta los siguientes elementos.

- ❖ Adquisición de señales de entradas hacia el PLC (sensores e Interruptores)
- ❖ Arranque y paro del sistema
- ❖ Desarrollo de la secuencia

3.3.1.1 Distribución del equipo electrohidráulico y sensores seleccionados

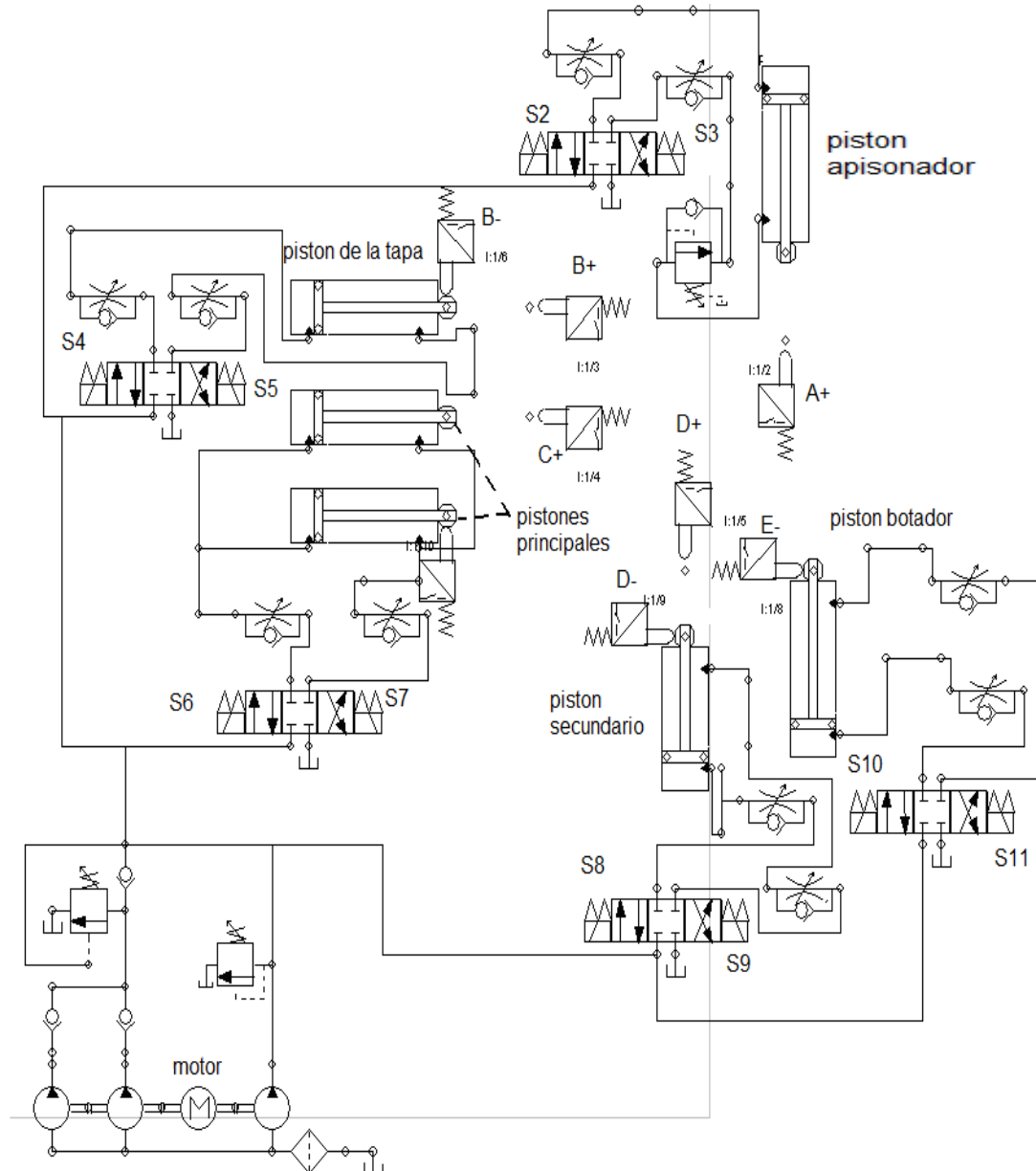


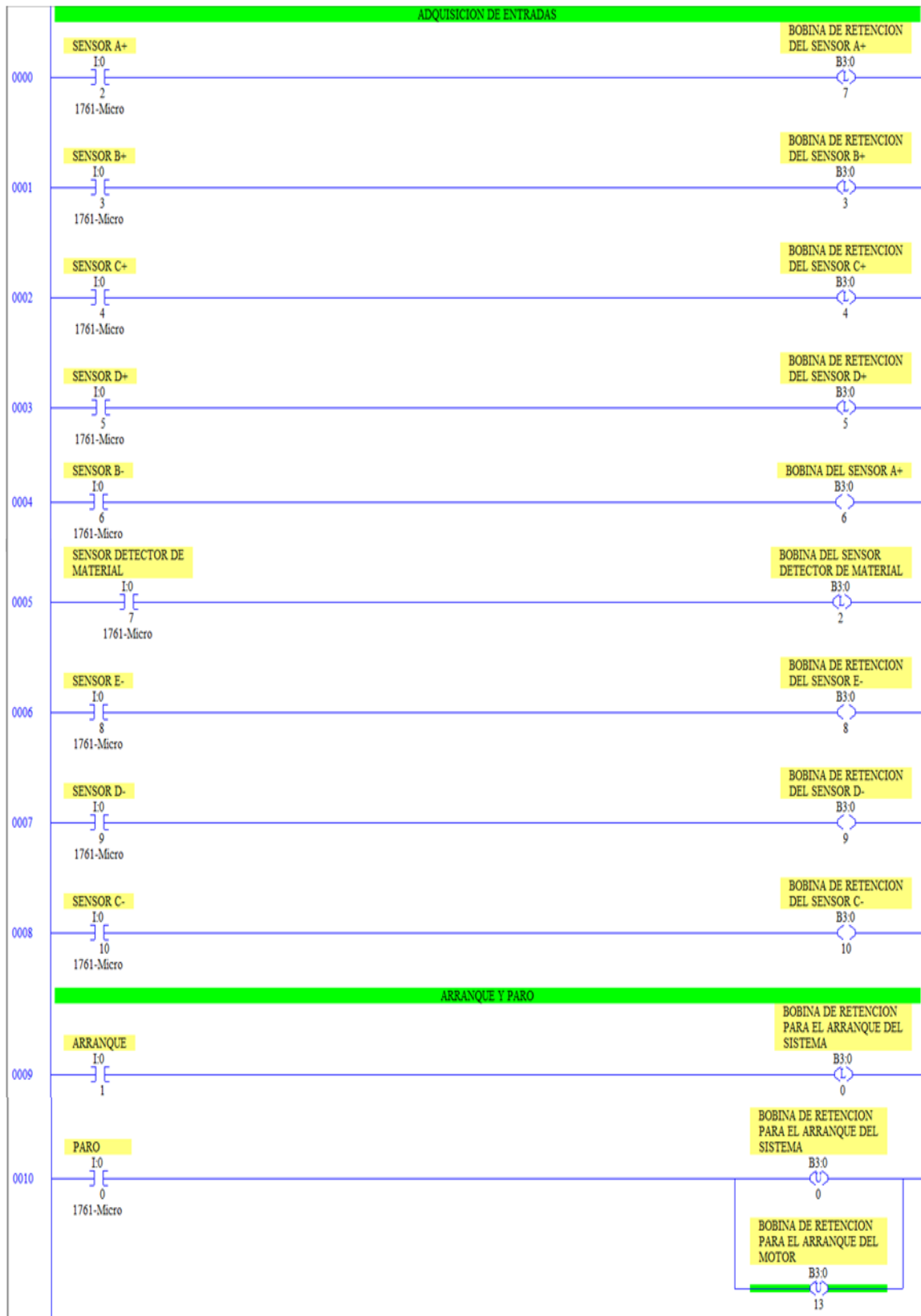
Figura 3.10 Distribución del equipo hidráulico y de sensores necesarios para la automatización

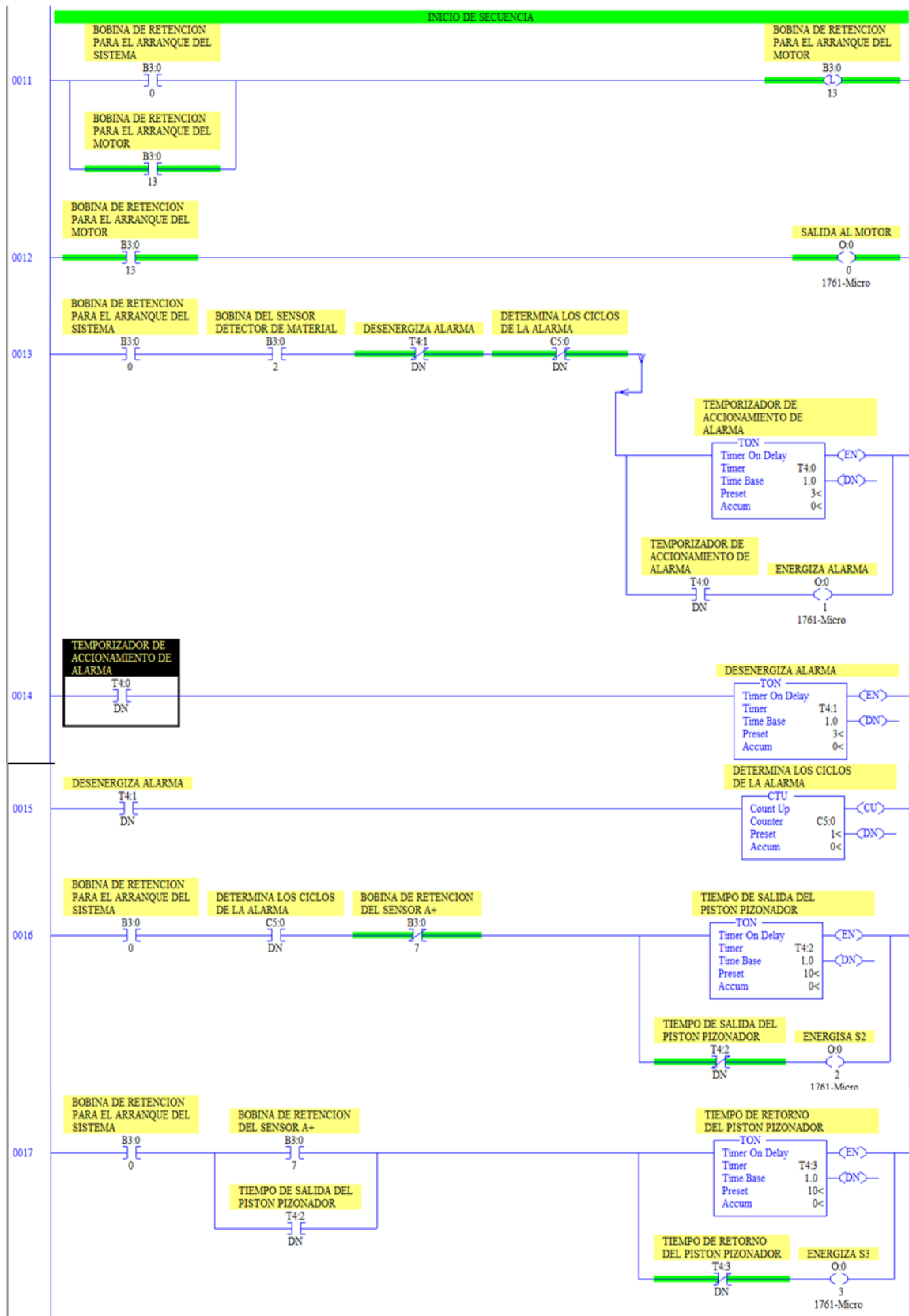
La figura 3.10, muestra como queda distribuido nuestro sistema hidráulico en conjunción con los sensores fotoeléctricos que mandaran la señal de entrada hacia nuestro PLC, cabe mencionar que los sensores utilizados en la imagen no son sensores fotoeléctricos, se utilizaron sensores de límite para simular el funcionamiento del sistema debido a que no existen el tipo de sensores propuestos dentro del programa de simulación Automation Studio.

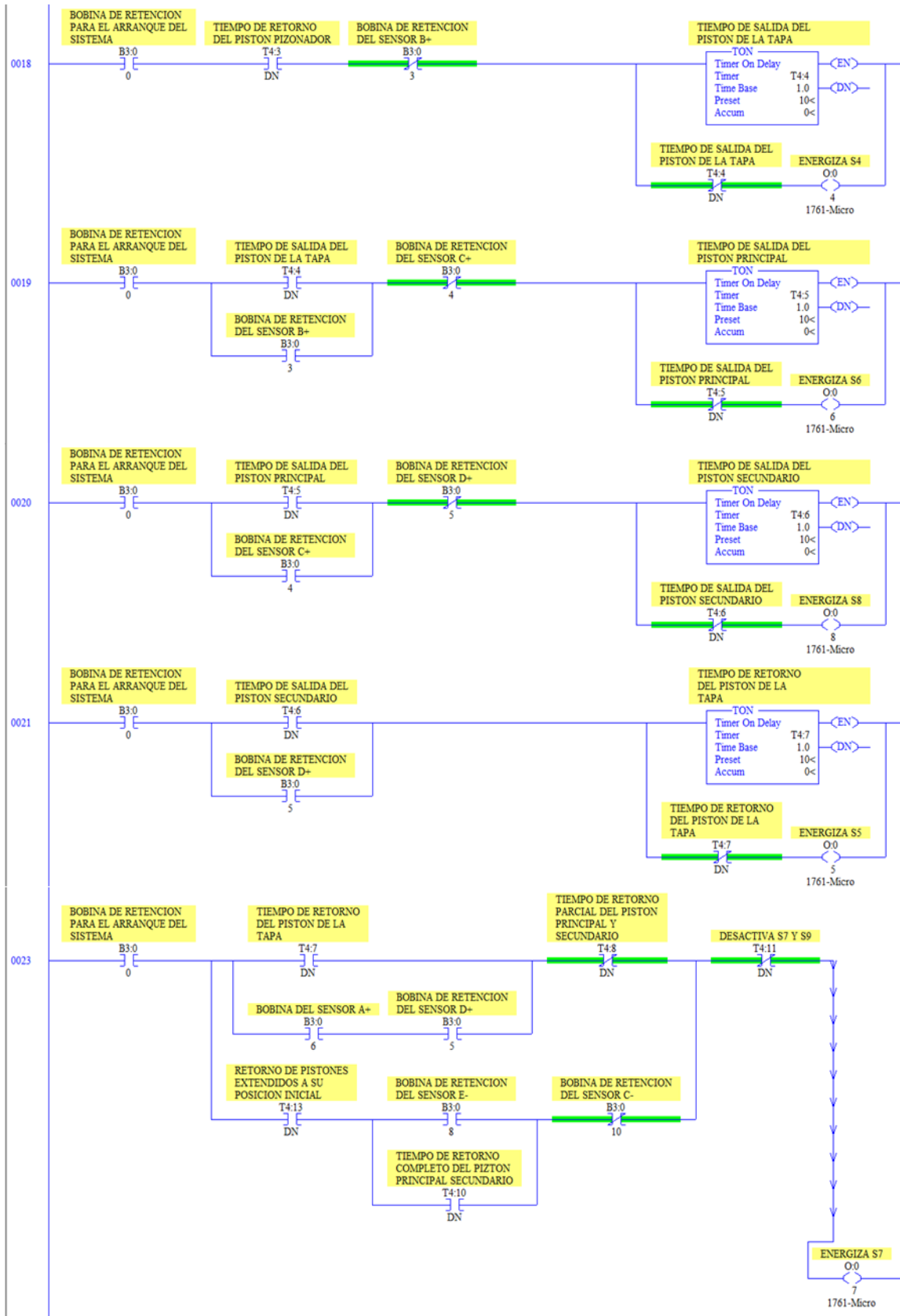
3.3.1.2 Programación de la secuencia automática

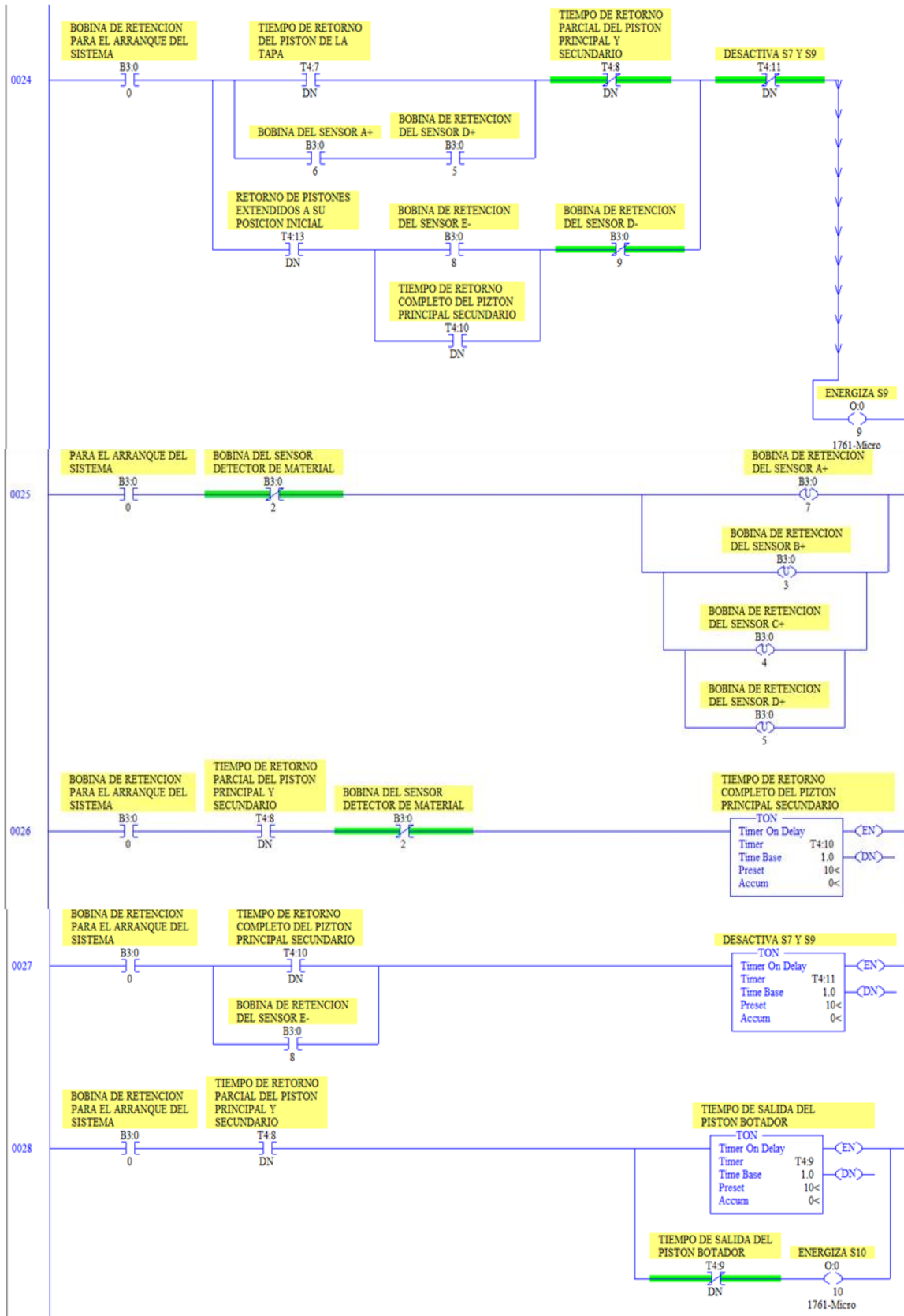
La programación que se muestra a continuación toma en cuenta la seguridad de todas las personas que están involucradas dentro del proceso del compactado y en general de la empresa, puesto que si el sistema falla puede ocurrir un desastre de gran magnitud, por eso en esta programación y propuesta de automatización se propuso que el sistema realice su función en base a dos criterios como son tiempo y fin de carrera, y con esto evitar que al mal funcionamiento de los sensores exista un incremento en la presión del sistema, lo cual como se menciono puede ocasionar daños de gran magnitud.

El sistema propuesto debe operar primero en función de sensores de fin de carrera, para asegurar que los pistones realicen su recorrido en forma adecuada y procurar que las pacas compactadas tengan las mismas dimensiones, si alguno de los sensores llegara a fallar se propone un arreglo basado en temporizadores que sustituyan las funciones del sensor en base al tiempo que empleen los pistones para realizar sus recorrido, por si en determinadas circunstancias llegara a fallar alguno de los pistones y no los sensores de fin de carrera, existe una protección basada en un arreglo hidráulico^[9] contra alta presión, el cual manda el caudal de aceite al tanque, por lo cual el sistema de compactado deja de operar hasta que se repare la avería. La programación fue realizada tomando en cuenta los criterios anteriormente descritos y el resultado se puede observar en la figura 3.11









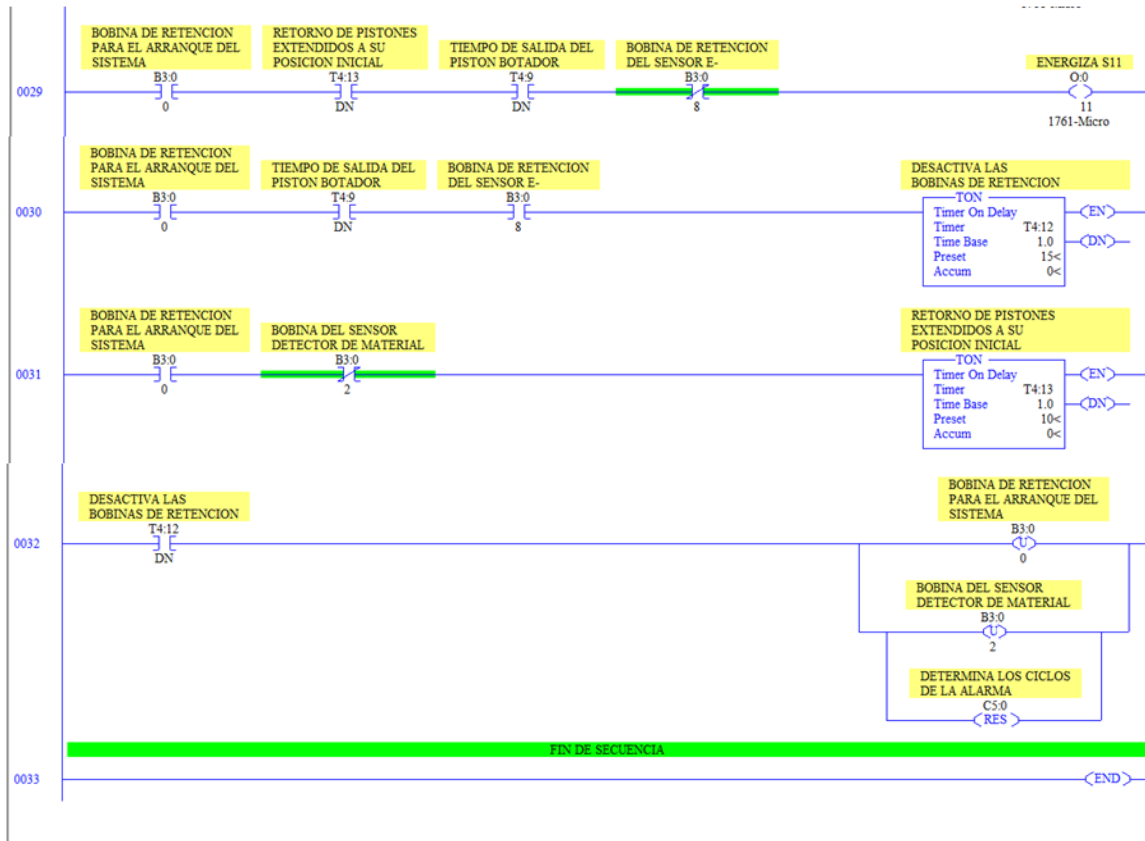


Figura 3.11 Programacion del PLC

3.3.2 Descripción de la programación en el PLC

Para comenzar la secuencia de automatización se establecen juntas todas las entradas del sistema como lo son todos los sensores de fin de carrera, sensores de presencia, y los botones de arranque y paro, esto es para que la persona encargada del proceso identifique rápidamente si es que alguna señal de entrada está fallando, y si es así pueda modificar de manera sencilla la etiqueta sin alterar las líneas de programación siempre y cuando sea personal calificado, dichas entradas energizan a bobinas internas las cuales se usaran a lo largo de la programación, como se muestra en la figura 3.12.



Figura 3.12 Adquisición de entradas

En la línea de programación 9 tenemos el botón de arranque del proceso el cual energiza una bobina de tipo latch que energiza cada una de las líneas de programación, siempre y cuando el sensor de presencia detecte la existencia de material dentro de la fosa, posteriormente se tiene el botón de paro el cual mediante una bobina de tipo unlatch desenergiza la bobina de retención latch energizada por el botón de arranque, este botón de paro será accionado al fin de la jornada de trabajo de compactación de aluminio o en casos de emergencia. Como se muestra en la figura 3.13

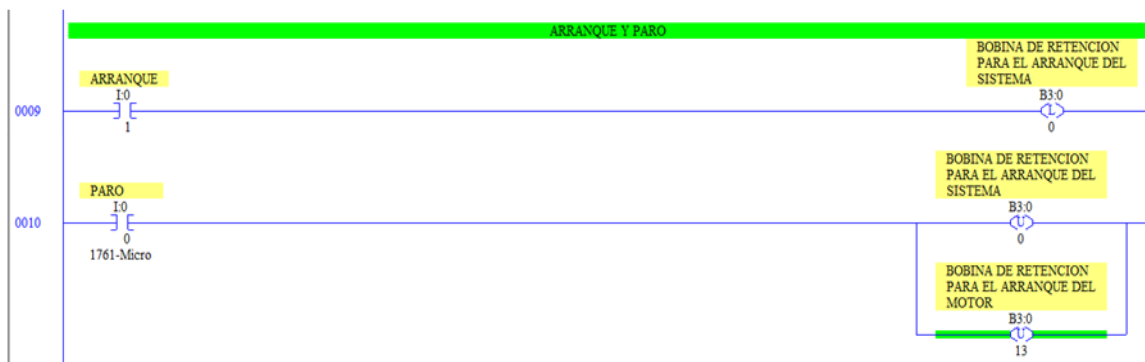


Figura 3.13 Arranque y Paro del Sistema

3.3.2.1 Inicio de la Secuencia de Operación Automática

Posteriormente a las líneas de programación de arranque y paro se tiene una línea de programación en la cual se hace un arreglo para que el motor siga en funcionamiento a pesar de cada termino de secuencia de compactado, ya que al arrancar y parar el motor cada inicio y termino de la secuencia implica un gasto muy grande para la empresa ya que cada que se arranca un motor de esta magnitud (75 HP) se tiene un consumo muy grande de corriente por este motivo se hizo un arreglo de bobinas internas del PLC, las cuales energizan una salida hacia el motor en la siguiente línea de programación.

Entre la línea 13 y 15 de programación se tiene un conjunto de temporizadores y un contador que dan el funcionamiento a la alarma visual, como se muestra

En la figura 3.14

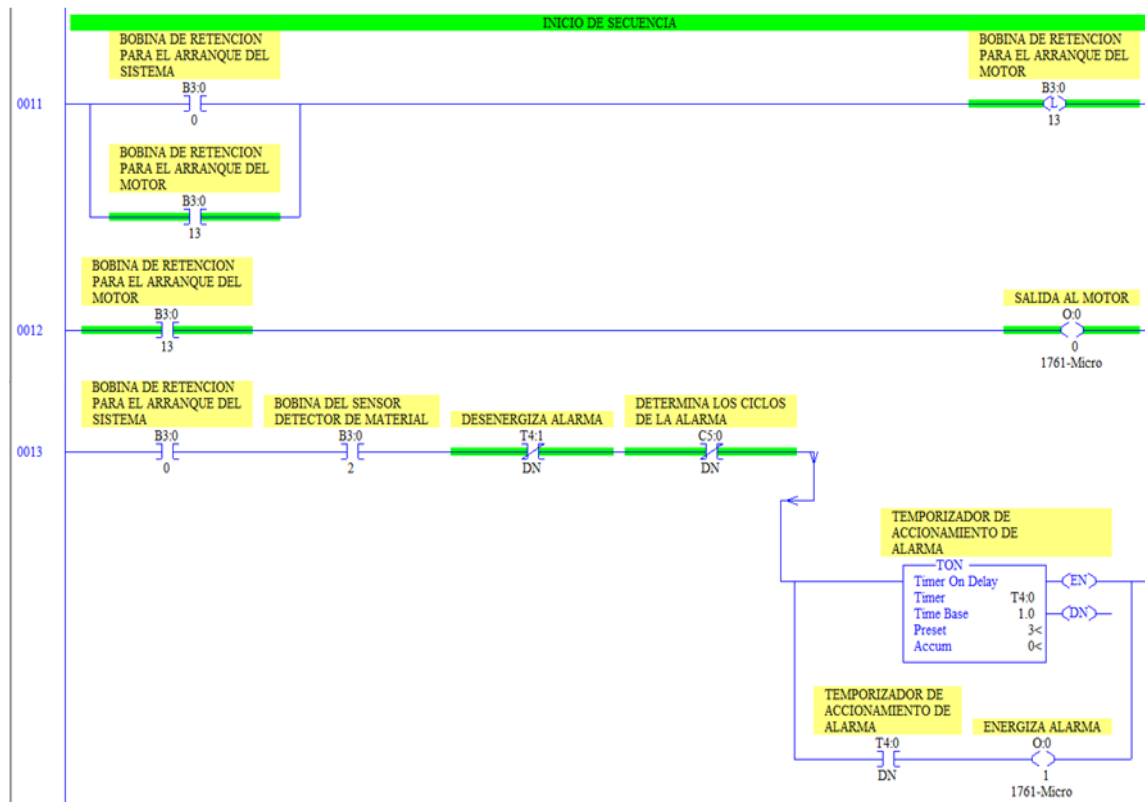
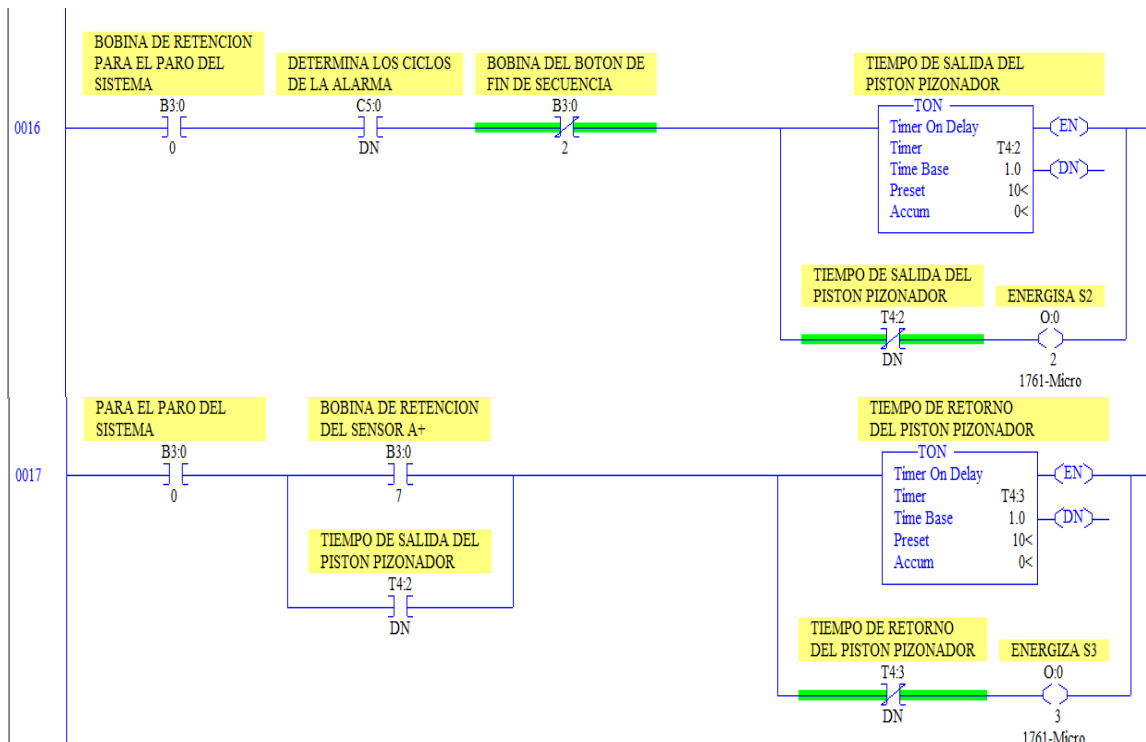


Figura 3.14. Ciclo de la alarma visual

En la cual se puede determinar el número de ciclos de avisos que debe dar la alarma, una vez cumplido este número de ciclos por medio de la salida del contador de ciclos se manda cerrar un contacto en la siguiente línea de programación que energizara la salida S2 que por medio de la electroválvulas proporcionara el caudal necesario al primer pistón para que entre en secuencia, pistón apisonador el cual cuando llega a su fin de carrera A+ indicara que el material se encuentra en nivel dentro de la fosa para su compactación esto es detectado por el sensor fotoeléctrico I0:0/2 energizando una bobina que a su vez manipula un contacto normalmente cerrado, abriéndolo para así desenergizar S2, así mismo existe un temporizador auxiliar en dado caso que el sensor fotoeléctrico no cumpla con su función, alguno de estos dos elementos permitirá seguir con la secuencia en la siguiente línea energizando la salida S3 dando como resultado que el pistón apisonador regrese a su posición inicial. Como se muestra en la figura 3.15



a) Programación de salidas del apisonador

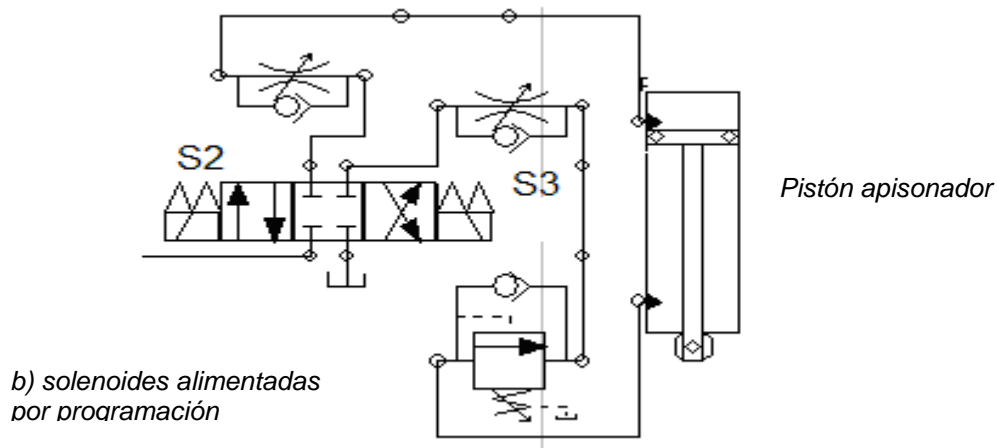


Figura 3.15 a) Líneas de programación para las salidas al pistón apisonador

b) Indica las solenoides de la electroválvula sobre las que actúan las Salidas del PLC

El resto del programa se vuelve repetitivo hasta la línea 21 con la utilización de los elementos de entrada y de salida, al igual que en lo descrito anteriormente utilizando sensores fotoeléctricos como el elemento encargado de proporcionar los cambios de secuencias, así como temporizadores como auxiliares, que energizaran las salidas realizando las secuencias 3-6 mostradas en la tabla 3.3.

Tabla 3.3 salidas energizadas hasta la línea 21 de programación		
Orden de secuencia	salida	Descripción de secuencia
1	S2	Acciona el pistón apisonador
2	S3	Retorna el pistón apisonador
3	S4	Acciona el pistón de la tapa Cerrándola
4	S6	Acciona el pistón principal compactando horizontalmente
5	S8	Acciona el pistón secundario compactando lateralmente
6	S5	Retornando el pistón de la tapa a su posición inicial

Posteriormente se tiene un temporizador que se utilizara en el par de líneas siguientes 23 y 24 en el que se hace un arreglo con contactos, lo cual permitirá el

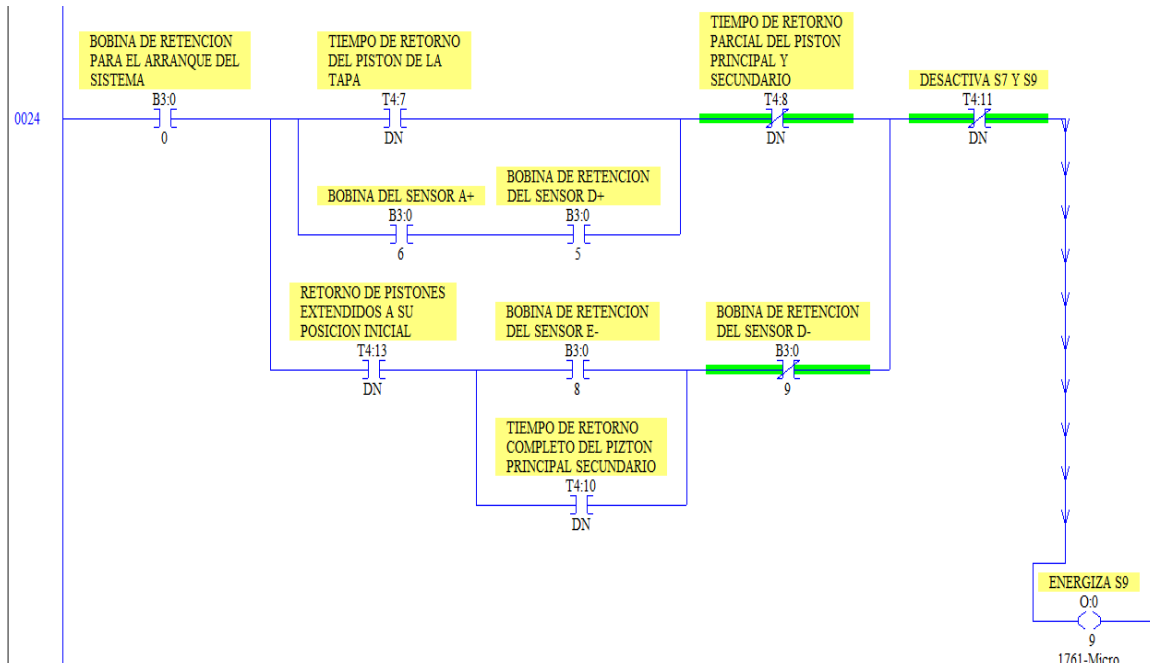


Figura 3.16 Arreglo de contactos para energizar las salidas S7 y S9

El funcionamiento de la programación fue comprobado con el simulador Automation Studio para corroborar el buen funcionamiento de este, el cual se puede apreciar en los anexos del presente trabajo.

CAPITULO 4

COSTOS

En este capítulo se mencionan los costos del proyecto como son costos por ingeniería, costos por equipo electrónico e hidráulico, cuya suma nos dará el total de la inversión final que se debe de realizar, al final se explican unas seria de ventajas que la empresa puede obtener al implementar esta propuesta de automatización

4.1 Costos de ingeniería

Para poder establecer los costos del proyecto realizado, hay que tener en cuenta los siguientes conceptos:

Costos:

Es un pago monetario que se recupera con beneficios ó una cantidad que se da o se paga por una cosa

Proyecto:

Es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema a resolver

Inversión

Es el desembolso de recursos financieros para adquirir bienes durables o instrumentos de producción que la empresa utilizará durante varios años para cumplir su objeto social

Proyecto de inversión:

Se puede describir como un plan que si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos podría producir un bien o servicio útil al ser humano o la sociedad en general. Deben de contemplarse conceptos como son los costos, costos directos e indirectos.

Los costos de inversión generalmente consisten en desembolsos correspondientes a la adquisición de activos fijos. Los principales costos de inversión típicamente se concentran en los primeros períodos del proyecto, estos costos por adquisición de activos fijos pueden ser la compra de equipo, maquinaria y obras de Instalación y apoyo.

Uno de los costos de inversión que se harán, son los costos por equipo, que ocupan la mayoría de la inversión total, éstos se organizaron en, costo de equipo electrónico, costo de equipo hidráulico, costo de software y accesorios.

Como es un diseño, debe de tomarse en cuenta algunos aspectos para los costos de ingeniería como son:

- Compra de equipo hidráulico
- Reparación del equipo hidráulico
- Compra de equipo electrónico
- Ingeniería

La cotización del equipo hidráulico fue realizada en su mayoría de acuerdo a la empresa Vickers de México (VYCMEX S.A)

Ya que la selección de los elementos hidráulicos se realizaron en base a los productos que este proveedor nos ofrece y las especificaciones que obtuvimos de cada uno en su catalogo de productos Vickers. Los productos que nos ofrece Vickers se cotizan en dólares y se muestran en la tabla 4.1 y 4.2

En la tabla 4.1 se muestran los costos de las electroválvulas empleadas con base a los catálogos de Vickers

Tabla 4.1 Costos por equipo hidráulico			
Cantidad	Elemento	Precio unitario	Precio total
2	Electroválvulas DG5S8	\$ 1012 USD	\$ 2024 USD
3	Electroválvulas DG5S4	\$4000 USD	\$ 12000 USD
Total			\$ 14024 USD

En la tabla 4.2 se muestran la cotización de equipo hidráulico dañado para comparar la viabilidad de reemplazar el equipo o repararlo.

Tabla 4.2 Cotización para reparación o compra de equipo hidráulico			
Cantidad	Elemento	Equipo nuevo	Reparación del equipo
1	Pistón de 10 pulgadas de diámetro, y 43 pulgadas de carrera de vástago	\$ 8000 USD	\$ 5000 USD
1	Pistón de 10 pulgadas de diámetro, y 38 pulgadas de carrera de vástago	\$ 8000 USD	\$ 5000 USD
TOTAL		\$ 16000 USD	\$ 10000 USD

Se puede observar que en la tabla 4.2 es más económico reparar el equipo ya instalado, pues de esta forma se puede reducir los gastos de inversión y además Vickers nos garantiza que el equipo reparado funcionara correctamente por un largo tiempo, aunque si se le da el mantenimiento correcto puede durar muchos años más.

En la tabla 4.3 se muestran los costos de los equipos empleados en base a la cotización realizada en los catálogos de los fabricantes

Tabla 4.3 Costos por equipo electrónico			
Cantidad	Elemento	Precio unitario	Precio total
1	PLC Micrologix 1000 20 entradas a 24 VDC y 12 salidas	\$ 454 USD + \$ 87 USD + \$ 4610 USD	\$ 5151USD

	tipo rele + Interfaz + Software (<i>RSLogix</i> 500)		
8	Sensores Fotoeléctricos 42CSS-E1EZB1- D4	\$ 77 USD	\$ 616 USD
1	Sensor fotoeléctrico 42CSS-B2MNA1- D4	\$155 USD	\$155 USD
Total			\$ 5922 USD

En la tabla 4.4 se muestran el costo por hora estimadas de trabajo de cada uno de los profesionistas que participan en el proyecto

Diseño	Personal	Horas	Precio por hora en pesos	Precio total
	Ing. De diseño	30	\$ 800	\$ 24000
	Dibujante técnico	4	\$ 250	\$ 1000
Montaje	Ingeniero de planta	20	\$ 800	\$ 16000
	Técnico	30	\$ 500	\$ 15000
Implementación	Programador	10	\$ 600	\$ 6000
Total en pesos				\$ 62000
Total en dólares				\$ 5041 USD

El costo total de la inversión se muestra en la tabla 4.5, que es el resultado de la suma de los totales de las diferentes tablas antes mencionadas.

Tabla 4.5 Costo total del proyecto		
Equipo hidráulico		
	Electroválvulas	\$ 14024 USD
	Cilindros hidráulicos	\$ 10000 USD
Electrónico		\$ 5922 USD
Costos indirectos		\$ 1200 USD
Costo por ingeniería		\$ 5041 USD
total		\$36187 USD

Este costo se podría ver reflejado debido a que a la empresa le conviene mantener su máquina compactadora en buen estado, debido a que si esta llegara a tener problema de operación dicha empresa tendría que invertir en costos de transporte de los residuos de los procesos que llevan a cabo, además de compactado de aluminio reciclado en otra empresa, por otro lado no se tendría un control de calidad requerida por los clientes, ya que el material que se adquiere podría tener diferentes aleaciones de aluminio, por lo tanto realizando esta inversión; además de un buen funcionamiento garantiza que todos sus compactados tengan dimensiones similares y no tengan problemas de alimentación de material en los diferentes hornos, tomando en cuenta la seguridad del personal operativo.

CONCLUSIONES:

Debido a que en las empresas es de suma importancia realizar sus procesos con mayor rapidez, seguridad y con mayor calidad debido a la competencia existente en el mercado, es altamente recomendado que estas se actualicen y cubran las necesidades del mercado al realizar sus procesos con mayor exactitud y sin errores.

Debemos de tener en cuenta que al automatizar algunos procesos se debe de invertir una suma de dinero la cual se verá reflejada de manera cuantitativa o cualitativa, puesto que esto debe de ofrecerle a los inversionistas algunas razones para invertir y realizar las mejoras necesarias que el proceso requiera.

Es por esto que por medio de esta propuesta de automatización no solo la empresa Almexa Aluminios puede verse beneficiada, puesto que este sistema lo pueden adoptar más empresas que cuenten con un sistema de compactación similar, las ventajas de automatizar esta máquina se pueden enumerar de la siguiente manera:

1. La empresa obtiene una maquina compactadora totalmente funcional, que cubrirá con sus necesidades, debido a que se repararan o cambiaran elementos defectuosos.
2. Mayor seguridad para el personal involucrado dentro de la empresa.
3. Se garantiza que el tamaño de los compactados realizados sea el adecuado para ser introducidos al horno.
4. Ahorra en pagar transporte del material de aluminio desprendido de sus diferentes procesos a un centro de reciclaje
5. Evita la compra de material que podría no cumplir con los estándares de calidad que sus clientes le requieran.

-
6. La empresa tiene el control sobre los residuos desprendidos de los procesos de compactación.
 7. Ahorra tiempo a los trabajadores para la operación de la maquina con lo que estos pueden utilizar ese tiempo para realizar algunas otras actividades, como lo son la recolección de material, para agilizar la producción de compactados de aluminio.

Lo anterior se pudo lograr gracias a la colaboración que tuvieron los operadores de la maquina con nosotros, pues gracias a ello se pudo establecer las condiciones bajo las cuales esta máquina debería de trabajar, pues su experiencia dentro de este proceso fue de vital importancia para el buen logro de este trabajo.

Para esta realización primero se determino las condiciones actuales del sistema como se encuentran descritas en el capítulo 2, después gracias a la información de los operadores se pudo determinar cuál podría ser la mejor solución a dicho problema, que fue propuesto desde determinar cuál es el equipo más adecuado para el proceso hasta llegar a la solución con ayuda de un PLC, el que llevara a cabo toda la secuencia de accionamiento requeridos para que el sistema funcione correctamente como se puede observar en el capítulo 3, ya en el capítulo 4 se puede observar cual es el monto que se debe de invertir para poder obtener los beneficios ya mencionados, por lo cual se determina la viabilidad de este proyecto ya que la empresa gana muchas ventajas cuantitativas, pero a largo plazo le puede dejar beneficios económicos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Vicent Llanodosa “Circuitos básicos de electro neumática” editorial Marcombo
- [2] Vycmex “Manual De Hidráulica Industrial”
- [3] Andrew L. Simon, Carlos Alberto García Ferrer, Sergio Tirado Ledesma “Hidráulica Básica” Limusa, 1983
- [4] Maloney, Timothy “Electronica Industrial Moderna 5ta Edición” Pearson Educacion, Mexico

PAGINAS WEB

- [5] <http://www.mitecnologico.com/Main/CorrienteDirecta>
- [6] <http://www.eaton.com/EatonCom/Markets/Hydraulics/index.htm?wtredirect=www.eaton.com/hydraulics>
- [7] <http://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/10544-La-larga-historia-del-prensado-de-metales.html>
- [8] <http://www.ab.com/>

OTROS

- [9] Hidráulica Básica 3.0 Capacitación de la potencia hidráulica manual obtenido de: www.fluidpowerzone.com
- [10] http://www.absaweb.com.mx/boletines/B_Sep_2006/archivos/filefundamentos_de_sensado.pdf
- [11] http://proton.ucting.udg.mx/materias/ET201/modulo_11/2009A/Sistema_para_Alarma.pdf

GLOSARIO

Acuñado: Proceso mediante el cual se imprime y sella una pieza de metal.

Balancín: Es una pieza oscilante que abre las válvulas transmitiendo el movimiento de la leva por medio de una varilla de empuje.

Cospel: Disco de metal para recibir la acuñación de la moneda

Cuño: Troquel generalmente de acero con que se sellaban las monedas

Embalar: Sirve principalmente para agrupar unidades de un producto pensando en su manipulación, transporte y almacenaje

Embolo: Pieza móvil que se encuentra dentro del cuerpo de una bomba y que al moverse alternativamente cambia la presión de un fluido

Enfardar: Comprimir

Estriado: Que presenta pequeños surcos longitudinales

Extrusión: La extrusión es un proceso usado para crear objetos con sección transversal definida y fija. El material se empuja o se extrae a través de un troquel de una sección transversal deseada.

Fardos: Se denomina fardo a un bloque de material, normalmente prensado

FET: El transistor de efecto campo (*Field-Effect Transistor* o *FET*, en inglés) es en realidad una familia de transistores que se basan en el campo eléctrico para controlar la conductividad de un "canal" en un material semiconductor.

Forjar: Dar forma a un metal, golpeándolo con martillos con los que se estira o comprime hasta darle la silueta que se desea

Fricción: Roce de dos cuerpos en contacto

Laminado: Es un proceso industrial en el que el material es pasado entre unos rodillos para darle forma de planchas finas como hojas

Punzonar: Es un esfuerzo producido por tracciones en una pieza debidas a los esfuerzos tangenciales originados por una carga localizada en una superficie pequeña de un elemento bidireccional de hormigón, alrededor de su soporte.

TRIAC: Triodo para Corriente Alterna es un dispositivo semiconductor, de la familia de los transistores. La diferencia con un tiristor convencional es que éste es

Troquelado: Dar forma con un molde metálico para realizar operaciones de acuñado o estampado o bien cuchillas para cortar, en una prensa adecuada, piezas de distintas formas.

Yunque: Es una herramienta de herrería que está hecha de un bloque macizo de piedra o metal que se usa como soporte para forjar metales como hierro o acero unidireccional y el TRIAC es bidireccional. De forma coloquial podría decirse que el TRIAC es un interruptor capaz de conmutar la corriente alterna

“ANEXO A” HOJAS DE DATOS DE SENSORES

En las figuras siguientes se muestran las características de los sensores marca Rockwell de la familia 42CS

PHOTOSWITCH® Photoelectric Sensors
42CS Cylindrical
 Food and Beverage



Description

The 42CS family of sensors offers a wide range of sensing modes in a smooth 316L stainless steel housing, ideal for food, beverage and pharmaceutical applications.

The innovative ferromagnetic teach feature makes the sensor easy to setup by simply placing a ferromagnetic metal object on a section of the sensor's housing to initiate the teach process. Its smooth and clean design minimizes the collection and accumulation of undesired particles allowing for a fast and easy clean up. There are also 18 mm threaded models available.

Features

- Patented ferromagnetic teach for easy sensor programming
- Smooth barrel design minimizes the accumulation of undesired particles and allows for fast and easy clean up.
- Extended temperature operating range
- 18 mm stainless steel 316L enclosure with laser etched markings
- Background suppression models for improved detection of shiny objects
- Two teach modes: standard and precision
- Teach lockout feature prevents unauthorized users from changing the settings
- Input to disable light source on transmitted beam emitter
- IP69K, ECOLAB and Johnson Diversey rated

Specifications

Certifications	eULus and CE marked for all applicable directives
Environmental	
Operating Environment	IP69K rated, ECOLAB and Johnson Diversey certified
Operating Temperature [C (F)]	-25...+85° (-13...185°)
Vibration	10...50Hz, 1 mm amplitude; meets or exceeds IEC 60947-5-2
Shock	30 g with 11 ms pulse duration, meets or exceeds IEC 60947-5-2
Relative Humidity	5...95% (noncondensing)
Ambient Light Immunity	5000 Lux (Incandescent light) and 100000 Lux (Sunlight)
Optical	
Sensing Modes	Diffuse, background suppression, polarized retroreflective, clear object, and transmitted beam
Sensing Range	See product selection table
Light Source	Visible red (660 nm) or infrared (880 nm)
LED indicators	See user interface
Sensitivity Adjustments	Ferromagnetic teach
Electrical	
Voltage	10...30V DC
Current Consumption	35 mA max
Sensor Protection	Short circuit, transient noise, reverse polarity and overload
Outputs	
Response Time	1 ms (diffuse, polarized retroreflective, clear object), 1.25 ms (background suppression), 2 ms (transmitted beam)
Output Type	PNP or NPN by cat. no.
Output Mode	Complementary light and dark operate
Output Current	100 mA
Output Leakage Current	10 µA max.
Mechanical	
Housing Material	Stainless steel 316L
Lens Material	PMMA
Connector Material	PPS (polyimide)
Connection Types	4-pin DC micro (M12) QD
Supplied Accessories	Stainless steel teach rod, mounting nuts (threaded models only)
Optional Accessories	Mounting brackets, cordsets, reflectors

User Interface

LED Status

Green	OFF	Teach function is locked
	ON	Teach function is enabled
	Flashing (8 Hz)	Short Circuit
Yellow	OFF	Output de-energized
	ON	Output energized Ⓢ
	Flashing (3 Hz)	Output energized (Margin < 2) Ⓢ

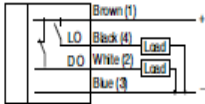
Ⓢ Pin 4 of Micro (M12) QD. LO for diffuse, background suppression. D.O for polarized retroreflective and transmitted beam

Wiring Diagrams

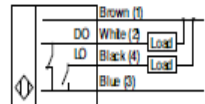
Pin numbers correspond to an M12 male connector on the sensor connected to an 889DS-F4AC-x cordset (featuring a stainless steel coupling nut).

Diffuse and Background Suppression

PNP Models with Complementary Outputs

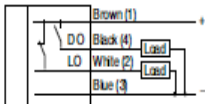


NPN Models with Complementary Outputs

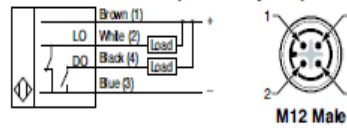


Polarized Retroreflective, Clear Object and Transmitted Beam Receiver

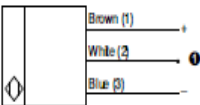
PNP Models with Complementary Outputs



NPN Models with Complementary Outputs



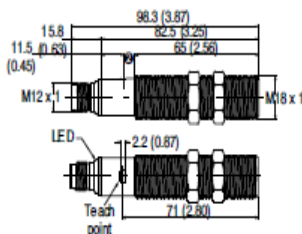
Transmitted Beam Emitter



- For normal operation, white wire (pin 2) needs no connection. To disable light source, connect white wire (pin 2) to +V.

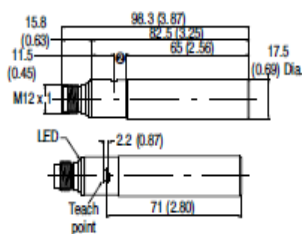
Approximate Dimensions [mm (in.)]

Threaded Barrel Models



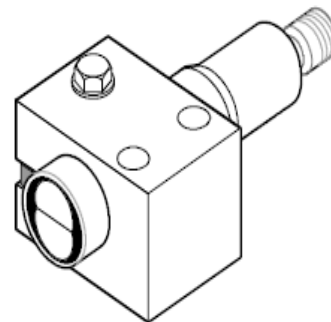
- 6 (0.24)

Smooth Barrel Models



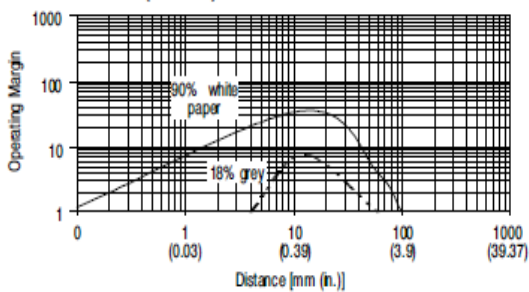
Accessories

60-BCS-18B—Smooth Mounting Bracket

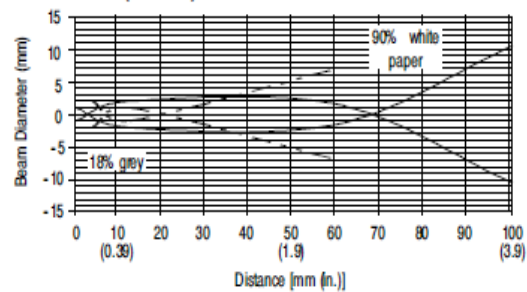


Typical Response Curves

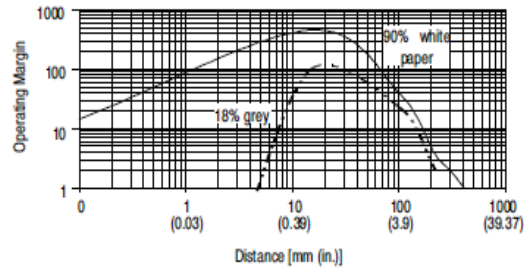
Standard Diffuse (100 mm)



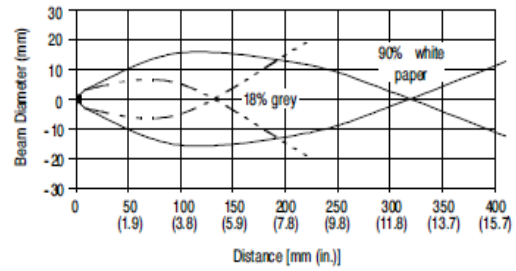
Beam Pattern (100 mm)



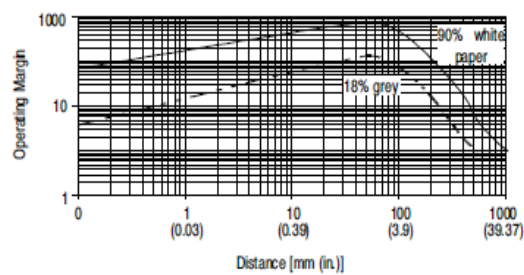
Standard Diffuse (400 mm)



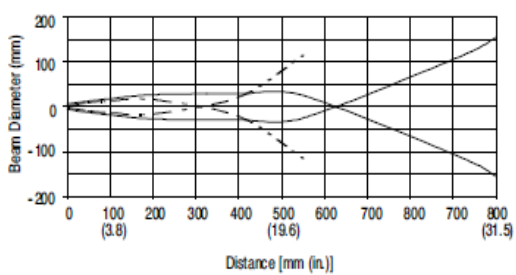
Beam Pattern (400 mm)



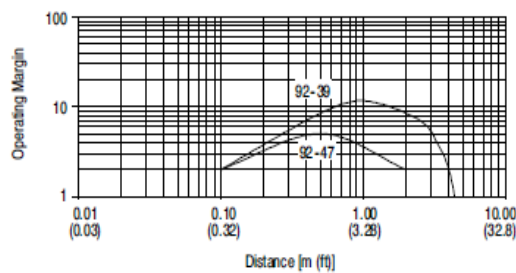
Standard Diffuse (800 mm)



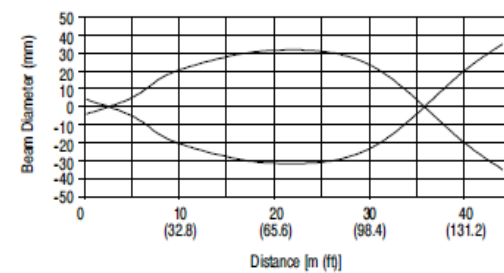
Beam Pattern (800 mm)



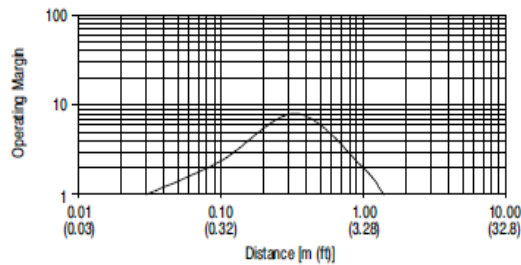
Polarized Retroreflective (4 m)



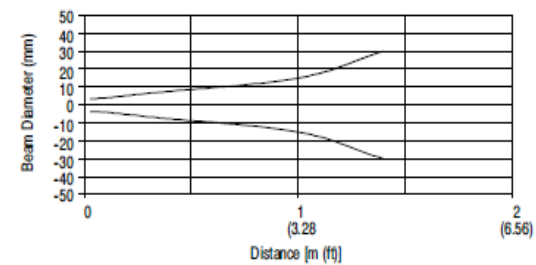
Beam Pattern (4 m)



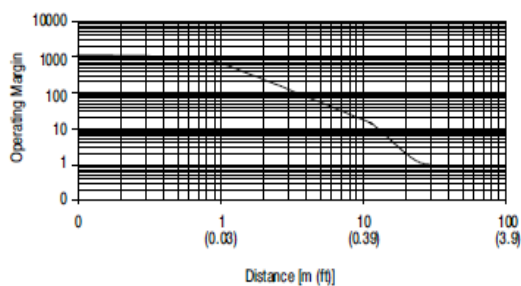
Clear Object (1 m)



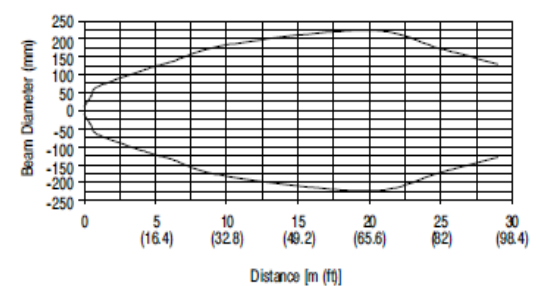
Beam Pattern (1 m)



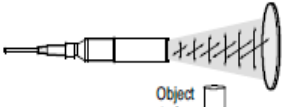
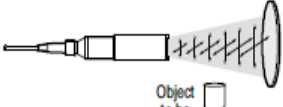
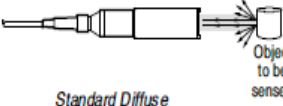
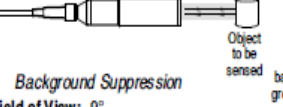
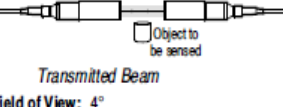
Transmitted Beam (20 m)



Beam Pattern (20 m)



Product Selection

Sensing Mode (max. range)	Sensing Distance	Output Energized	Output Type Capacity	Sensitivity Adjustment	Cat. No. ①
 <p>Polarized Retroreflective Field of View: 3° Emitter LED: Visible red 660 nm</p>	4 m (13.1 ft)	Complementary light and dark operate	NPN	No adjustment	42CSS-P2MNB1-D4
			PNP		42CSS-P2MPB1-D4
 <p>Clear Object Detection Field of View: 3° Emitter LED: Visible red 660 nm</p>	1 m (3.2 ft)	Complementary light and dark operate	NPN	Ferromagnetic Teach	42CSS-C2MNA1-D4
			PNP		42CSS-C2MPA1-D4
 <p>Standard Diffuse Field of View: 6° for 100 and 400 mm 8° for 800 mm Emitter LED: Visible red 660 nm</p>	100 mm (3.9 in.)	Complementary light and dark operate	NPN	Ferromagnetic Teach	42CSS-D2MNA1-D4
	400 mm (15.8 in.)		PNP		42CSS-D2MPA1-D4
	400 mm (15.8 in.)	Complementary light and dark operate	NPN	Ferromagnetic Teach	42CSS-D1MNA2-D4
			PNP		42CSS-D1MPA2-D4
	800 mm (31.5 in.)	Complementary light and dark operate	NPN	Ferromagnetic Teach	42CSS-D1MPNA3-D4
			PNP		42CSS-D1MPA3-D4
 <p>Background Suppression Field of View: 9° Emitter LED: Visible red 660 nm</p>	60...100 mm (2.4...3.9 in.)	Complementary light and dark operate	NPN	Ferromagnetic Teach	42CSS-B2MNA1-D4
			PNP		42CSS-B2MPA1-D4
 <p>Transmitted Beam Field of View: 4° Emitter LED: Infrared 880 nm</p>	20 m (65.6 ft)	NA Light Source	NA	No adjustment	42CSS-E1EZB1-D4
		Complementary light and dark operate	NPN		42CSS-R9MNB1-D4
			PNP		42CSS-R9MPB1-D4

Note: All sensor models are rated for 10...30V DC and can drive loads requiring up to 100 mA.

① The prefix 42CSS denotes smooth enclosure. For threaded models replace the 42CSS with 42CST (e.g., 42CST-P2MPB1-D4).

Cordsets and Accessories

Cordset/Patchcords		Accessories					
Description	Cat. No.	Description	Cat. No.	Description	Cat. No.	Description	Cat. No.
DC Micro (M12) OD Cordset, 4-pin	889DS-F4AC-②	Block Mounting Bracket for Smooth Barrel Housing	60-BCS-18B	Right Angle Mounting Bracket for Threaded Models	60-2657	Reflector, 76 mm (3 in.) dia. with center mount hole	92-39
DC Micro (M12) OD Patchcord, 4-pin	889D-F4ACDM-③	Straight Mounting Bracket for Threaded Models	60-2656	Stainless Steel Right Angle Mounting Bracket	871A-BRS18	Reflector, 32 mm (1.5 in.) dia.	92-47
						Reflector, 76 mm (3 in.) dia. for clear object sensors	92-90

② Replace symbol with 2 (2 m), 5 (5 m), or 10 (10 m) for standard cable lengths.

③ Replace symbol with 0M3 (1 ft), 1 (1 m), 2 (2 m), 5 (5 m), or 10 (10 m) for standard cable lengths.

En la siguiente imagen se puede observar cual es el significado de la norma ip69k

THE FACTS BEHIND THE PX'S PERFORMANCE

SENSOR HEAD

IP68g/IP69K [NEMA Type 4x/6P/13] rated sensor head

IP 6 8 g

IP 6 9 K

[NEMA Type 4x/6P/13]

FACT. 1

Backfilled structure

The case is completely backfilled under vacuum with transparent epoxy resin. This ensures maximum adhesion with the cable and lens, and prohibits liquid entry.

FACT. 2

Stainless-steel housing is approx. 1.9 mm* thick

The thick walls of the sensor permit higher levels of installation torque, preventing release due to vibration or shock.

* PX-H72(G) only. The cases of other models are 1.5 mm in thickness.

FACT. 3

Glass lens

The tough, scratch-resistant, optical glass lens can be used in the harshest environments.

FACT. 4

Ultra high-Intensity LED

Incredible power by combining infrared or 4-element red LED with an optical quality glass lens.

FACT. 5

Plastic Inner sleeve

The plastic inner sleeve has low water absorbing properties and excellent oil-resistance. It prevents water or oil from penetrating the case.

IP 6 8 g / IP 6 9 K

[NEMA Type 4x/6P/13]

SENSOR HEAD

CHARACTERISTICS

ENCLOSURE RATING IP68g

IP 6 8 g

Oil droplets cannot penetrate inside from any direction.

Water cannot penetrate under a specified pressure within a specified time.

Dust cannot penetrate inside.

The protective structure complies with JEM (Japan Electrical Manufacturers' Association) standards. IP68g does not ensure safe usage when a product is soaked in oil.

IP 6 9 K

- An enclosure rating that is determined by DIN40050, part9.
- A structure that is not affected when it is repeatedly sprayed by a steam jet . 8000 to 10000kPa temperature 90°C, 5°C, at 0°, 30°, 60° and 90° for 30 seconds.

The IP tests are conducted under a specified conditions within a specified time and do not ensure the performance for extended periods of time.

NEMA TYPE REFERENCE

- 4X Indoor or outdoor use primarily to provide a degree of protection against corrosion, windblown dust and rain, splashing water, hose-directed water and damage from external ice formation.
- 6P Indoor or outdoor use primarily to provide a degree of protection against hose-directed water, the entry of water during prolonged submersion at a limited depth and damage from external ice formations.
- 13 Indoor use primarily to provide a degree of protection against dust, spraying of water, oil, and noncorrosive coolant.

TORSIONAL MOMENT

Model	Screw sizes	Torque
PX-H71/H71G	M8	12 N·m (120 kgf·cm)
PX-H71TZ	M8	12 N·m (120 kgf·cm)
PX-H72/H72G	M12	35 N·m (350 kgf·cm)
PX-H61/H61G	M12	35 N·m (350 kgf·cm)

For installation, be sure not to exceed the torque in the above table.

“ANEXO B” CAPTURA DE PANTALLA DE LAS COTIZACIONES

En la captura de pantalla siguiente se muestra la selección del PLC la cual se realizo de acuerdo a la información de la página de AB

1761 MicroLogix 1000 System
Product Configuration Assistant

Enter the order code for the desired 1761 MicroLogix 1000 System...

OR, make the selections for the product that you need using the interactive selection chart.

Accept Validate Cancel Reset Undo Redo

Controllers	Communication Interfaces	Accessory Products
0		1761-L16NWA MicroLogix 1000, 120/240V ac power, (10) 24V ac or dc digital inputs, (6) relay outputs
0		1761-L16NWB MicroLogix 1000, 24V dc power, (10) 24V ac or dc digital inputs, (6) relay outputs
0		1761-L20AWA-5A MicroLogix 1000, 120/240V ac power, (12) 24V dc digital inputs, (4) analog inputs, (8) relay outputs, (1) analog output
0		1761-L20BWA-5A MicroLogix 1000, 120/240V ac power, (12) 24V dc digital inputs, (4) analog inputs, (8) relay outputs, (1) analog output
0		1761-L20BWB-5A MicroLogix 1000, 24V dc power, (12) 24V dc digital inputs, (4) analog inputs, (8) relay outputs, (1) analog output
0		1761-L32AAA MicroLogix 1000, 120/240V ac power, (20) 120V ac digital inputs, (10) Triac outputs, (2) relay outputs
0		1761-L32AWA MicroLogix 1000, 120/240V ac power, (20) 120V ac digital inputs, (12) relay outputs
0		1761-L32BBB MicroLogix 1000, 24V dc power, (20) 24V dc digital inputs, (10) MOSFET sourcing outputs, (2) relay outputs
0		1761-L32BWA MicroLogix 1000, 120/240V ac power, (20) 24V dc digital inputs, (12) relay outputs
1		1761-L32BWB MicroLogix 1000, 24V dc power, (20) 24V dc digital inputs, (12) relay outputs

Selection Summary

En la captura de pantalla siguiente se muestra la cotización del PLC realizada en la página de AB

Rockwell Automation LISTEN. THINK. SOLVE.®

Configuration Results

Product: 1761-L32BWB
Description: MicroLogix 1000, 24V dc power, (20) 24V dc digital inputs, (12) relay outputs

Selected Components Drawings

Selected Components

Catalog Number	Qty	Product Description	Unit Price (US\$)	Supplementary Documents
1761-L32BWB	1	MicroLogix 1000, 24V dc power, (20) 24V dc digital inputs, (12) relay outputs	\$ 454.00	<ul style="list-style-type: none">Product Details and CertificationsInstallation InstructionsSelection GuideWiring DiagramWiring Diagram (DWG)
Total Price			\$ 454.00	

Modify Cancel

Tools & Resources | Logical | Contact Us | Site Map | Legal Notices
Copyright © 2010 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

En la captura de pantalla siguiente se muestra la cotización del sensor de fin de carrera fotoeléctrico de la página de AB

Rockwell Automation LISTEN. THINK. SOLVE.®

Configuration Results

Product: 42CSS-R9MNB1-D4
Description: PHOTOSWITCH Photoelectric Sensor, 20m (65.6ft), Transmitted Beam Receiver, Sink (NPN), 4-pin DC Micro QD

Selected Components

Catalog Number	Qty	Product Description	Unit Price (US\$)	Supplementary Documents
42CSS-R9MNB1-D4	1	PHOTOSWITCH Photoelectric Sensor, 20m (65.6ft), Transmitted Beam Receiver, Sink (NPN), 4-pin DC Micro QD	\$ 89.00	<ul style="list-style-type: none"> Product Details and Certifications
Total Price			\$ 89.00	

[Modify](#) [Cancel](#)


Tools & Resources | Locations | Contact Us | Site Map | Legal Notices
 Copyright © 2010 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

En la captura de pantalla siguiente se muestra la cotización del sensor de presencia fotoeléctrico de la página de AB

Rockwell Automation LISTEN. THINK. SOLVE.®

Configuration Results

Product: 42CSS-B2MNA1-D4
Description: PHOTOSWITCH Photoelectric Sensor, 60...100mm(2.4...3.9in.), Background Suppression, Sink (NPN), 4-pin DC Micro QD



Representative Photo Only (actual product may vary based on configuration selections)

Selected Components

Catalog Number	Qty	Product Description	Unit Price (US\$)	Supplementary Documents
42CSS-B2MNA1-D4	1	PHOTOSWITCH Photoelectric Sensor, 60...100mm(2.4...3.9in.), Background Suppression, Sink (NPN), 4-pin DC Micro QD	\$ 155.00	<ul style="list-style-type: none"> Product Details and Certifications Photo Dimension Drawing (DXF) Dimension Drawing (3D STEP format)
Total Price			\$ 155.00	

[Modify](#) [Cancel](#)

En la captura de pantalla siguiente se muestra la cotización del cable para el controlador MicroLogix 1000 para computadora personal

Rockwell Automation
LISTEN. THINK. SOLVE.®

Configuration Results

Product: 1761-CBL-PM02
Description: Cable: MicroLogix 1000 To Personal Computer

Selected Components

Catalog Number	Qty	Product Description	Unit Price (US\$)	Supplementary Documents
1761-CBL-PM02	1	Cable: MicroLogix 1000 To Personal Computer	\$ 68.60	<ul style="list-style-type: none"> Product Details and Certifications Selection Guide
Total Price			\$ 68.60	

[Modify](#) [Cancel](#)

Tools & Resources | Locations | Contact Us | Site Map | Legal Notices
Copyright © 2010 Rockwell Automation, Inc. All Rights Reserved.

En la captura de pantalla siguiente se muestra cotización del software para el controlador seleccionado

Google traductor: <http://www.rockwellautomation.com/services/training/ordering.html>

Traducir de: Traducir a:

Categoría	Descripción	Código	Precio
Hidráulica	RSTrainer de Hidráulica	9393-RSTHYD	\$ 616
	RSTrainer Enterprise Edition para el sistema hidráulico	9393-RSTHYDENF	\$ 3.080
RSLinx	RSTrainer para el software RSLinx	9393-RSTLX5	\$ 616
	RSTrainer Enterprise Edition para el software RSLinx	9393-RSTLX5ENF	\$ 3.080
RSLogix 5	RSTrainer para RSLogix 5 Software	9393-RSTLX5	\$ 616
	RSTrainer Enterprise Edition para el software RSLogix 5	9393-RSTLX5ENF	\$ 3.080
RSLogix 500	RSTrainer para el software RSLogix 500 - Programación sin conexión	9393-RST500OFENE	\$ 375
	RSTrainer Enterprise Edition para RSLogix 500 Software - Programación sin conexión	9393-RST500OFENF	\$ 1.875
	ESPAÑOL: RSTrainer de RSLogix 500 Software - Programación sin conexión	9393-RST500OFESE	\$ 375
	ESPAÑOL: RSTrainer Enterprise Edition para RSLogix 500 Software - Programación sin conexión	9393-RST500OFESF	\$ 1.875
	RSTrainer de software RSLogix 500 - Seguimiento en línea	9393-RST500ONENE	\$ 375
	RSTrainer Enterprise Edition para el software RSLogix 500 - Seguimiento en línea	9393-RST500ONENF	\$ 1.875
	RSTrainer de RSLogix 500 Software - Documentación y búsqueda	9393-RST500DSENE	\$ 375
	RSTrainer Enterprise Edition para el software RSLogix 500 - La documentación y búsqueda	9393-RST500DSENF	\$ 1.875
	RSTrainer de paquete de software RSLogix 500 (Incluye todos los RSLogix 3 500 títulos)	9393-RST500ALENE	\$ 922
	Enterprise Edition RSTrainer para el software RSLogix 500 Bundle (Incluye todos los RSLogix 3 500 títulos)	9393-RST500ALENF	\$ 4.610
RSLogix 5000	RSTrainer de software RSLogix 5000 - Configuración del proyecto	9393-RSTLX5KPRJ	\$ 375
	RSTrainer Enterprise Edition para el software RSLogix 5000 - Configuración del proyecto	9393-RSTLX5KPRJENF	\$ 1.875
	RSTrainer de software RSLogix 5000 - Programación sin conexión	9393-RSTLX5KOFF	\$ 375

“ANEXO D” ESPECIFICACIONES DE PLC

Especificaciones para la selección del modelo del Micrologix 1000 de Rockwell

Especificaciones de los controladores

Las siguientes tablas resumen las especificaciones de los controladores MicroLogix 1000.

Tabla 1 Especificaciones generales de los controladores

Especificación	Todos los controladores 1761
Tamaño y tipo de memoria	1 K EEPROM (aproximadamente 737 palabras de instrucciones, 437 palabras de datos)
Elementos de datos	512 bits internos, 40 temporizadores, 32 contadores, 16 archivos de control, 105 archivos de enteros, 33 estados de diagnóstico
Rendimiento efectivo	1.5 ms (para un programa típico de 500 instrucciones) ⁽¹⁾

(1) Un programa típico tiene 360 contactos, 125 bobinas, 7 temporizadores, 3 contadores y 5 instrucciones de comparación.

Figura 2 Detalle de número de catálogo

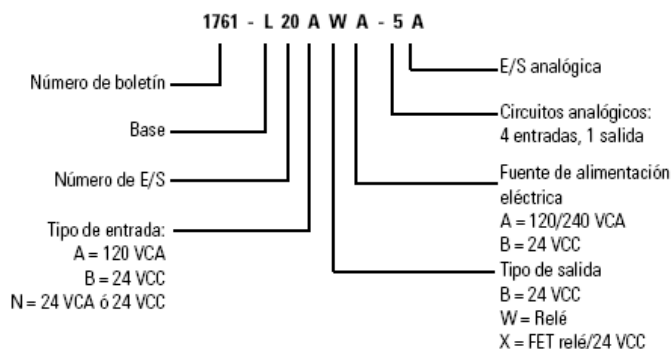


Tabla 3 Alimentación eléctrica y configuración de E/S del controlador

Alimentación de línea	Entradas	Salidas	E/S de alta velocidad	Número de catálogo
120/240 VCA	(10) 120 VCA	(6) relé	n/a	1761-L16AWA
120/240 VCA	(20) 120 VCA	(12) relé	n/a	1761-L32AWA
120/240 VCA	(12) 120 VCA, (4) analógicas	(8) relé, (1) analógica	n/a	1761-L20AWA-5A
120/240 VCA	(6) 24 VCC	(4) relé	(1) entrada de 6.6 kHz	1761-L10BWA
120/240 VCA	(10) 24 VCC	(6) relé	(1) entrada de 6.6 kHz	1761-L16BWA
120/240 VCA	(12) 24 VCC, (4) analógicas	(8) relé, (1) analógica	(1) entrada de 6.6 kHz	1761-L20BWA-5A
120/240 VCA	(20) 24 VCC	(12) relé	(1) entrada de 6.6 kHz	1761-L32BWA
120/240 VCA	(20) 120 VCA	(10) triac, (2) relé ⁽¹⁾	n/a	1761-L32AAA
120/240 VCA	(10) 24 VCA o CC	(6) relé	n/a	1761-L16NWA
24 VCC	(6) 24 VCC	(4) relé	(1) entrada de 6.6 kHz	1761-L10BWB
24 VCC	(10) 24 VCC	(6) relé	(1) entrada de 6.6 kHz	1761-L16BWB
24 VCC	(12) 24 VCC	(8) relé	(1) entrada de 6.6 kHz	1761-L20BWB-5A
24 VCC	(20) 24 VCC	(12) relé	(1) entrada de 6.6 kHz	1761-L32BWB
24 VCC	(6) 24 VCC	(2) MOSFET surtidor, (2) relé ⁽¹⁾	(1) entrada de 6.6 kHz	1761-L10BWB
24 VCC	(10) 24 VCC	(4) MOSFET surtidor, (2) relé ⁽¹⁾	(1) entrada de 6.6 kHz	1761-L16BWB
24 VCC	(20) 24 VCC	(10) MOSFET surtidor, (2) relé ⁽¹⁾	(1) entrada de 6.6 kHz	1761-L32BWB
24 VCC	(10) 24 VCA o CC	(6) relé	n/a	1761-L16NWB

(1) Dos relés aislados por unidad.