

CAPITULO I

INTRODUCCION A LAS INYECTORAS

DEFINICIONES GENERALES

FUNDICIÓN

El proceso para producir piezas u objetos con metal fundido se le conoce como “proceso de fundición”. Este proceso se ha practicado desde el año 2000 ac, consiste en vaciar metal fundido en un recipiente con la forma de la pieza u objeto que se desea fabricar y esperar a que se endurezca al enfriarse.

La figura 1.1 muestra la interrelación entre cada una de las etapas que intervienen para la obtención de piezas fundidas.

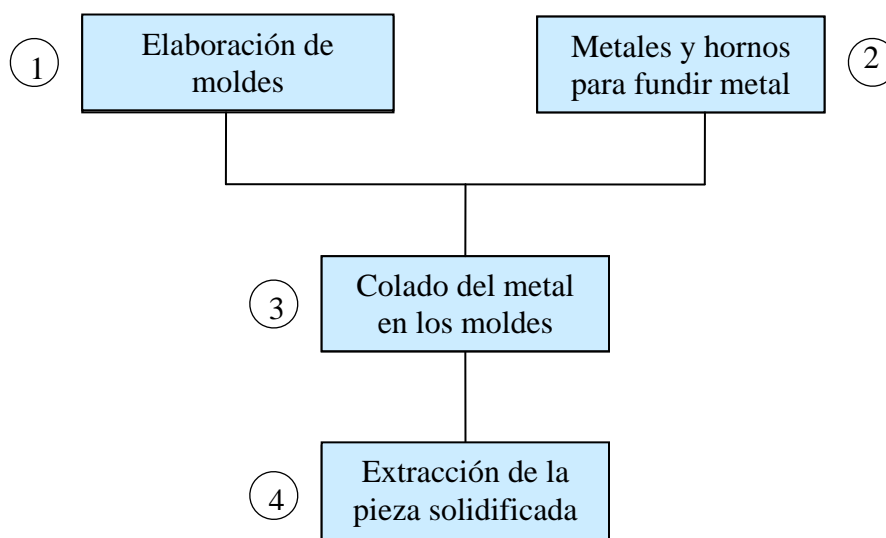


Fig. 1.1: Secuencia para la obtención de piezas fundidas.

1.1 ELABORACION DE MOLDES

Los moldes son elementos que se fabrican a partir de modelos, en los casos en que el número de piezas fundidas van a ser limitadas, el modelo suele ser de madera barnizada, pero cuando el número es elevado, puede ser de plástico, hierro colado, acero, aluminio u otro metal.

La mejor forma de comprender el proceso de fabricación del molde es elaborando uno, por ejemplo se va a fabricar un molde para elaborar un tubo con pestañas en

un extremo, como el que aparece en la figura 1.2A. El modelo con el que se construirá el molde de la pieza se indica en la figura 1.2B. La mayoría de los moldes se preparan empleando dos cajas de madera sin fondo ni tapa dotadas de salientes u otros sistemas que hacen que ambas cajas coincidan al unirlas como se observa en la figura 1.2C.

Al hacer el molde, la parte plana de una mitad del modelo se coloca sobre una superficie plana y la caja inferior se sitúa encima luego se vierte arena de moldeado en ella y se comprime hasta que se llena toda, luego se le da vuelta y se pone en su lugar la otra mitad del modelo, el resultado de esta operación se ve en la figura 1.2D. Se espolvorea sobre la superficie de la caja arena seca especial llamada arena de separación; después se coloca la caja superior, se llena de arena y ésta se comprime. A continuación se separan las dos mitades del molde y se retira el modelo, se perforan uno o más agujeros o bocas de vertido en la caja superior, así como orificios más pequeños o respiraderos para que salga parte del vapor que se forma cuando se vierte el metal caliente en el molde.

Por último se prepara el núcleo, la parte del molde correspondiente al hueco de la pieza fundida. En el tubo de la figura 1.2A, el núcleo es un simple cilindro. Los núcleos se fabrican aparte y estos sirven como modelo, después de darles forma se cuecen en un horno hasta que son lo bastante resistentes para ser manejados. El núcleo se coloca dentro de la caja inferior del molde como ilustra la figura 1.2E y se vuelve a montar, de esta manera el molde está listo para el vertido.

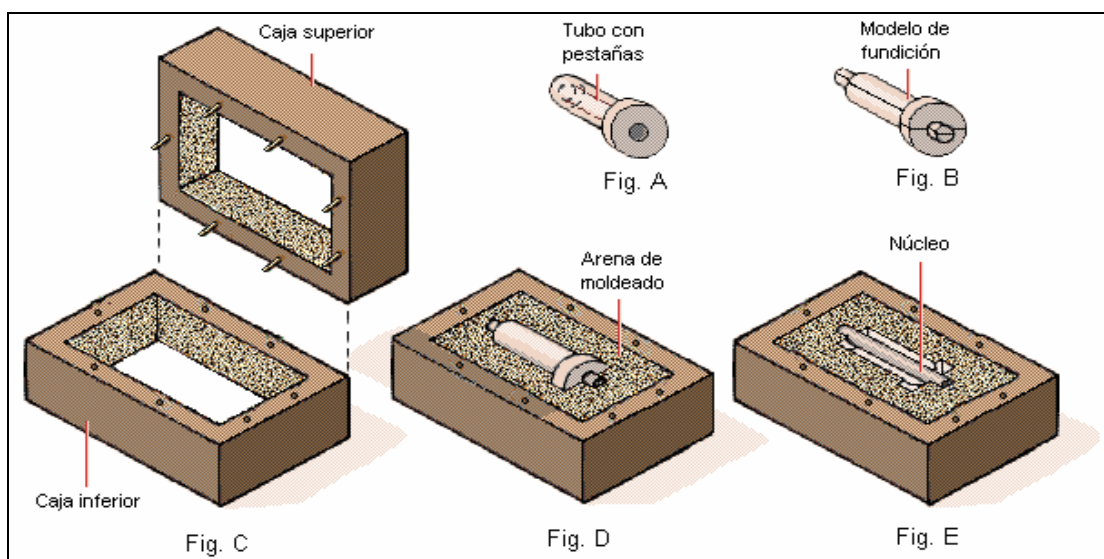


Fig. 1.2: Esquema general para la fabricación del molde.

Existen diferentes tipos de moldes que son utilizados para fundir metal, dentro de los cuales tenemos:

Moldes temporales

Los recipientes con la forma deseada se conocen como moldes, éstos se fabrican de diferentes materiales como: arena, yeso, barro, metal, etc. Los moldes pueden servir una o varias veces. En el primer caso se les conoce como moldes temporales y los que se pueden utilizar varias veces, se les conoce como moldes permanentes.

Moldes de arena

Uno de los materiales más utilizados para la fabricación de moldes temporales es la arena sílica o arena verde (por el color cuando está húmeda). El procedimiento consiste en el recubrimiento de un modelo con arena húmeda y dejar que se seque hasta que adquiera dureza.

Moldes de capa seca

Es un procedimiento muy parecido al de los moldes de arena verde, con excepción de que alrededor del modelo (aproximadamente 10 mm) se coloca arena con un compuesto que al secar hace más dura a la arena, este compuesto puede ser almidón, linaza, agua de melaza, etc. El material que sirve para endurecer puede ser aplicado por medio de un rociador y posteriormente secado con una antorcha.

Moldes con arena seca

Estos moldes son hechos en su totalidad con arena verde común pero se mezcla con un aditivo, como el que se utiliza en el moldeo anterior, el que endurece a la arena cuando se seca. Los moldes deben ser cocidos en un horno para eliminar toda la humedad y por lo regular se utilizan cajas de fundición. Estos moldes tienen mayor resistencia a los golpes y soportan bien las turbulencias del metal al colarse en el molde.

Moldes de arcilla

Los moldes de arcilla se construyen al nivel de piso con ladrillos o con materiales cerámicos, son utilizados para la fundición de piezas grandes y algunas veces son reforzados con cajas de hierro. Estos moldes requieren mucho tiempo para su fabricación y no son muy utilizados.

Moldes de CO₂

En este tipo de moldes la arena verde se mezcla con silicato de sodio para posteriormente ser apisonada alrededor del modelo. Una vez armado el molde se inyecta dióxido de carbono a presión con lo que reacciona el silicato de sodio aumentando la dureza del molde. Con la dureza adecuada de la arena del molde se extrae el modelo, si este fuera removible, para posteriormente ser cerrado y utilizado.

Tolerancias en los moldes

En el diseño de los moldes que se utilizan para la fabricación de las diferentes piezas es necesario tener en consideración varias tolerancias.

1. **Tolerancia para la contracción.**- se debe tener en consideración que un material al enfriarse se contrae dependiendo del tipo de metal que se esté utilizando, por lo que los moldes deberán ser más grandes que las medidas finales que se esperan obtener.
2. **Tolerancia para la extracción.**- es necesario agrandar las superficies por las que se deslizarán las piezas que van a ser fabricadas, al fabricar estas superficies se deben considerar en sus dimensiones la holgura por extracción.
3. **Tolerancia por acabado.**- cuando una pieza es fabricada es necesario realizar algún trabajo de acabado o terminado de las superficies generadas, esto se logra puliendo o quitando algún material de las piezas producidas por lo que se debe considerar en el molde esta rebaja de material.
4. **Tolerancia de distorsión.**- cuando una pieza es de superficie irregular su enfriamiento también es irregular y por ello su contracción es irregular generando la distorsión de la pieza, estos efectos deberán ser considerados en el diseño de los moldes.
5. **Golpeteo.**- en algunas ocasiones se golpean las piezas para ser extraídos de los moldes, acción que genera la modificación de las dimensiones finales de las mismas, estas pequeñas modificaciones deben ser consideradas en la fabricación de los moldes.

1.2 METALES Y HORNOS PARA FUNDIR METAL

1.2.1 METALES

Para obtener piezas fundidas, de metal, es necesario contar con la materia prima de la cual estará constituida y además de equipo con que fundirlo, en este proceso se utiliza ya sea metales ferrosos o no ferrosos. Por el tipo de investigación que se está realizando, a continuación se hace referencia a algunos de los metales no ferrosos más conocidos.

ALEACIONES DE COBRE

Las aleaciones de cobre son útiles, debido a sus buenas propiedades de: conductividad térmica y eléctrica, de trabajo en caliente o en frío, maquinabilidad y resistencia a la corrosión. Para tener elevadas conductividades térmica o eléctrica se debe usar cobre comercialmente puro; si se requiere mayor resistencia mecánica combinada con alta conductividad se utilizan aleaciones que contienen zirconio u otros elementos. La aleación de cobre más barata es el latón con alto contenido de zinc, y por lo general es el que se utiliza, salvo cuando se requiere alta resistencia a la corrosión y que esté sometida a esfuerzo. Cuando se desean buenas propiedades para trabajo en frío, tal como en operaciones de estirado profundo o formado, se utiliza un latón con 30 a 35 % de zinc. El latón al plomo se utiliza cuando debe realizarse mucho maquinado, en particular en el trabajo con máquinas automáticas para hacer tornillos.

Las **aleaciones** de cobre con aluminio, silicio o níquel son buenas por su resistencia a la corrosión.

LATONES

El latón es la aleación de cobre y zinc en una proporción de 60 y 40% respectivamente. Estas aleaciones son las de mayor aplicación por ser baratas, muy dúctiles y fáciles de trabajar. Al disminuir el contenido de zinc, las aleaciones se aproximan cada vez más al cobre en sus propiedades y mejoran su resistencia a la corrosión. Se pueden presentar agrietamientos por esfuerzos producidos en la elaboración con latones de alto contenido de zinc, pero raras veces en los que contengan alrededor del 15 % ni con contenidos inferiores; este es un agrietamiento espontáneo, que se produce por la exposición a la corrosión atmosférica en objetos de latón con grandes tensiones superficiales residuales.

Una forma en la que se encuentra el latón es en lingotes, como se puede apreciar en la figura 1.3.

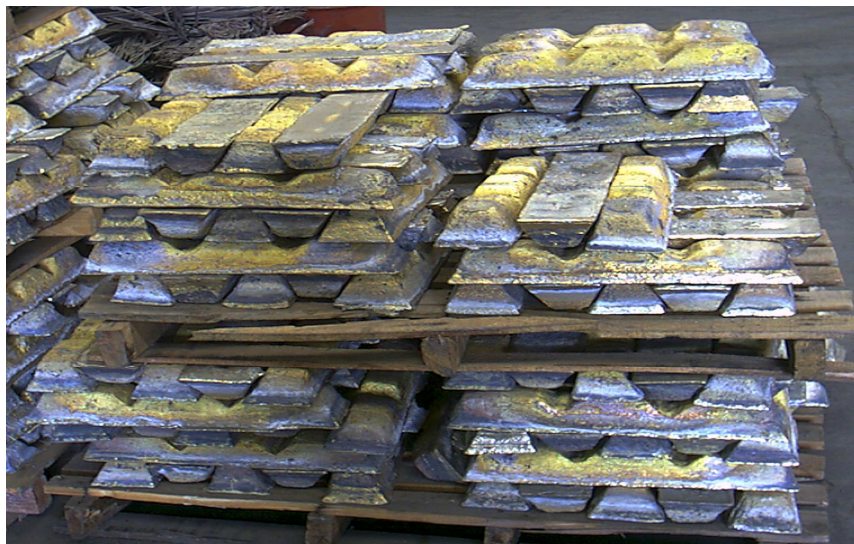


Fig. 1.3: Lingotes de latón

BRONCES

Los tres bronce más comunes contienen aproximadamente 5, 8 y 10 % de estaño y se conocen como aleaciones A, C y D respectivamente. Contienen, por lo general, fósforo desde trazas hasta 0,40%, lo cual mejora sus cualidades para fundición o vaciado, los endurece un poco y ha dado origen al nombre conducente a error de **bronce fosfórico**. Los bronce se caracterizan por sus excelentes propiedades elásticas. Los **bronce al estaño** se utilizan por tener una alta resistencia elástica

Los **bronce al aluminio**, con 5 y 8% de aluminio, encuentran aplicación por su alta resistencia mecánica y su buena resistencia a la corrosión, y algunas veces a causa de su color de oro. Los que contienen 10% de aluminio y otras aleaciones con cantidades aun mayores son muy “plásticos” y tienen resistencia mecánica muy alta. Todos estos metales necesitan ser fundidos antes de entrar a la etapa de colado y para ello se utilizan hornos, los mismos que existen de muy variadas formas y modelos. En ciertos casos se puede emplear un mismo tipo de horno tanto para aleaciones férricas como no férricas.

1.2.2 HORNOS PARA FUNDIR METAL

Para fundir los metales que luego serán colados y así obtener las piezas se necesita de diferentes tipos de hornos. En la figura 1.4 se indica la clasificación de los hornos más comunes.

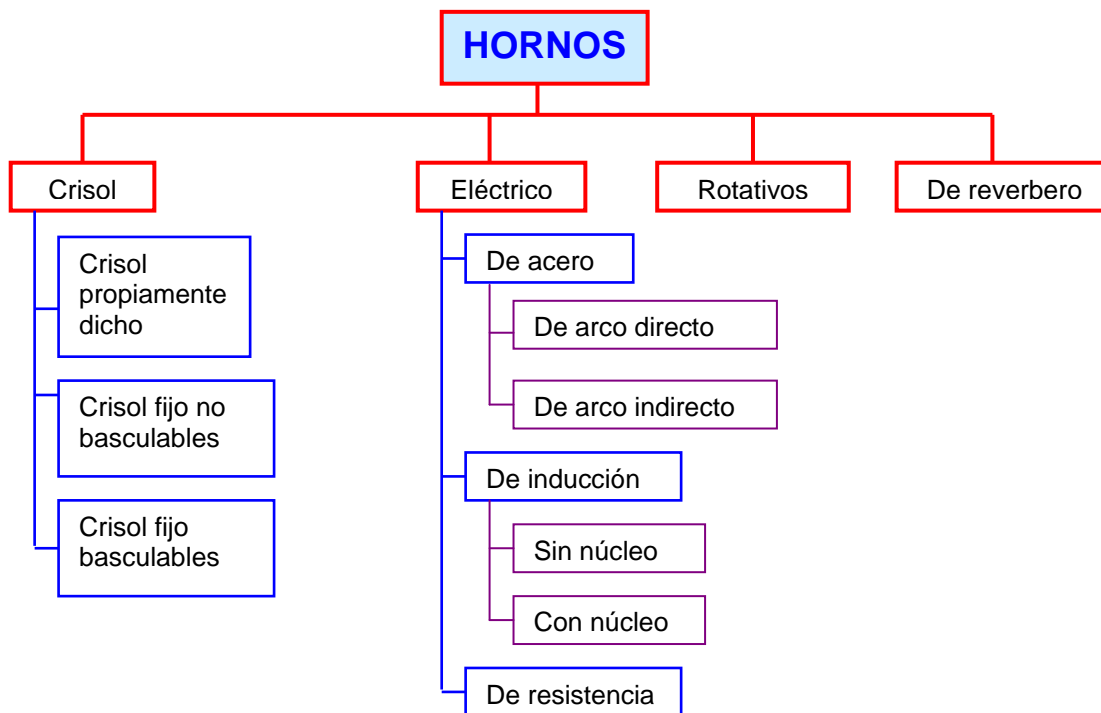


Fig. 1.4: Clasificación de los hornos para fundir metal

1.2.2.1 Hornos de crisol

El proceso de fundir los metales en crisol es uno de los más antiguos y sencillos. Se emplea todavía mucho en las fundidoras modernas, y probablemente se seguirá usando porque el costo inicial es barato y el metal se funde fuera del contacto con el combustible estos hornos suelen dividirse en tres clases, según el procedimiento empleado para colar el caldo contenido en los crisoles.

- **Hornos de crisol propiamente dichos.**- en este tipo de hornos los crisoles están totalmente dentro de la cámara del horno y se extraen de ella para coger el metal.
- **Hornos de crisol fijo no basculables.**- en este tipo de hornos el crisol va fijo al horno y sus bordes sobresalen de la cámara de calefacción, por lo que los gases de combustión no pueden tener ningún contacto con el caldo,

como no es posible bascularlos para colar, el contenido de caldo solo puede pasarse a los moldes sacándolo del crisol del horno con una cuchara.

- **Hornos de crisol fijo basculables.**- son análogos a los anteriores, pero toda la estructura del horno puede inclinarse para colar el caldo directamente a los moldes.

La figura 1.5 indica un horno de crisol fijo basculable comúnmente utilizado en el proceso de fundición.



Fig. 1.5: Horno de crisol

Los hornos de crisol pueden usar como combustible: carbón, gas o aceite, los hornos de crisol que utilizan gas o aceite son más fáciles de controlar y funden más rápidamente que los que utilizan carbón y su rendimiento térmico es mucho mejor, como se observa en la tabla 1.1, pero imponen condiciones más duras a los crisoles y refractarios. Los crisoles son de capacidad variable, pueden contener hasta aproximadamente 160 Kg de acero, aunque son más comunes las capacidades de 49 a 90 kilogramos. Para latones la capacidad suele ser de 70 kilogramos.

<u>Tipo de horno</u>	<u>Rendimiento tèrmico</u>
Horno de crisol calentado con carbón	3 a 7%
Horno de crisol calentado con aceite o gas	7 a 18%

Tabla 1.1: Rendimiento térmico relativo de hornos de crisol calentados con diferentes tipos de combustible

1.2.2.2 Hornos eléctricos

Los hornos eléctricos se emplean cada vez más para fundir los metales y en los últimos años han aparecido tipos nuevos y perfeccionados. Hay, sin embargo, que hacerse cargo de su importancia relativa por lo que describiremos los diversos tipos en el orden de su importancia industrial. Los hornos eléctricos se clasifican en tres grupos fundamentales: Hornos de acero; hornos de inducción, y hornos de resistencia.

➤ **Hornos eléctricos de acero.-** Estos hornos se emplean para la mayoría de las aplicaciones, fundición de acero, latones, bronce y muchas aleaciones de níquel. Hay dos tipos fundamentales: los de arco directo y los de arco indirecto.

- **Hornos de arco directo.-** Reciben este nombre porque el arco salta directamente entre el electrodo y el metal a fundir. Los electrodos son de grafito o de carbón amorfo y los hornos pueden ser monofásicos cuando son muy pequeños (menos de 100Kg de capacidad) o trifásicos; éstos tienen tres electrodos suspendidos verticalmente sobre la solera refractaria, que generalmente es cóncava.

Los hornos modernos son casi todos de planta circular, con paredes refractarias y cubiertos con una bóveda con agujeros para el paso de los electrodos.

- **Hornos de arco indirecto.-** Reciben este nombre porque el arco salta entre dos electrodos de carbón completamente separados e independientes de la carga, que se calienta solo por radiación. Muchos de los hornos más antiguos eran de esta clase, pero el único superviviente de este tipo es el horno basculante de arco que se emplea con frecuencia para obtener fundiciones de hierro especiales, bronce y ocasionalmente aleaciones de níquel. Consisten esencialmente en una envuelta revestida con refractarios, cuya forma es esférica o cilíndrica, con dos electrodos montados horizontalmente; el arco salta entre ellos en el centro de la cámara formada por el revestimiento refractario. El horno está montado sobre rodillos; estos son accionados por un motor que gracias a un conmutador de inversión, produce el balanceo del horno.

➤ **Hornos de inducción.-** Hay dos tipos básicos de hornos de inducción para fundir metales, que son: Hornos de inducción sin núcleo y hornos de inducción con núcleo. Ambos tipos utilizan el principio de un transformador, el circuito de alto voltaje se acopla al de bajo voltaje sin conectarlos directamente. El elemento responsable de este efecto de acoplamiento es el campo magnético. El calentamiento por inducción utiliza la propiedad del campo magnético, el cual permite la transferencia del calor sin contacto directo. Si se dispone en forma correcta el devanado de alto voltaje, que en el caso del horno de inducción sería una bobina de inducción o inductor, el campo magnético queda dirigido de manera que el metal por calentar o fundir absorba energía. La temperatura que puede alcanzarse la limita únicamente la resistencia al calor del material circundante de revestimiento. El calentamiento por inducción permite alcanzar cualquier temperatura al mismo tiempo que da lugar a una excelente regulación de la temperatura. Cualquier metal que conduzca corriente eléctrica puede fundirse en un horno de inducción.

- **Hornos de inducción sin núcleo.-** este tipo de horno consta de un crisol, una bobina de cobre y un armazón sobre soportes que permite inclinarlo y realizar el colado del material. La bobina de inducción, de diseño especial, actúa como el primario del transformador, como se observa en la figura 1.6.

Para los hornos de más de 50 KW se usa un crisol apisonado y en los hornos más pequeños, como las unidades de laboratorio, se utilizan crisoles preformados.

La carga inicial en el horno se la realiza con chatarra metálica fría, pequeños trozos de latón, los que deben estar completamente. Conforme se aplica la potencia y progresa el ciclo de calentamiento la carga se transforma en un cuerpo de metal fundido, se añade metal frío adicional hasta llenar el horno.

Cuando el metal del horno se funde, dependiendo de la frecuencia que se emplee, se presentará cierta acción de agitación electromagnética.

Esta agitación es privativa del horno de inducción y ayuda en la producción de ciertos tipos de aleaciones. La acción de agitación aumenta conforme se reduce la frecuencia.

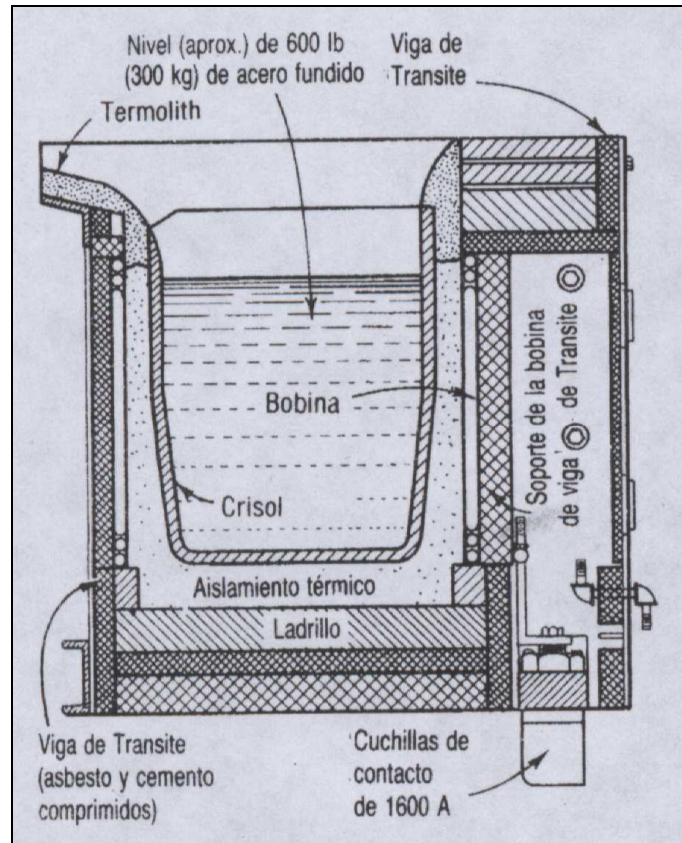


Fig. 1.6: Horno de inducción sin núcleo

- Hornos de inducción con núcleo.-** el transformador, en realidad, está devanado para conformarse al diseño de un transformador típico, con núcleo de hierro y capas de alambre que actúan como un circuito primario, figura 1.7. El canal de fusión actúa como un cortocircuito anular en torno a este transformador en la cámara de fusión. Según la capacidad de fusión que se desee pueden añadirse uno, dos o tres transformadores o inductores de este tipo en la armadura del horno. Es preciso que el canal contenga el suficiente metal para mantener en todo instante un cortocircuito en torno al núcleo del transformador. Se emplea enfriamiento con aire, según se requiera, para evitar el calentamiento excesivo de las bobinas inductoras y los núcleos magnéticos alargando de esta manera el tiempo de vida de los mismos.

La salida de fusión se controla al variar el voltaje que se alimenta a los inductores con la ayuda de un transformador de voltaje variable conectado al circuito primario de la fuente. Los hornos del tipo de núcleo siempre usan frecuencias de línea, por lo tanto puede realizarse la regulación del voltaje o la entrada de potencia al ajustar la toma de corriente del transformador. Estos transformadores son unidades monofásicas y si se emplean tres unidades de este tipo puede lograrse una entrada trifásica balanceada. La corriente que fluye a través de los inductores primarios por transformación ocasiona una corriente mucho mayor en la espira formada por el metal, cuya resistencia crea el calor para la fusión.

El horno de tipo de núcleo es el horno de inducción más eficiente debido a que su núcleo de hierro concentra el flujo magnético en el área del circuito magnético, lo que asegura una máxima transferencia de potencia del primario al secundario. La eficiencia en el uso de la potencia puede llegar a ser hasta del 95 al 98%.

En el horno del tipo de núcleo siempre debe mantenerse la espira esencial de metal. Si se deja que esta espira se solidifique al enfriarse será preciso volverla a fundir con sumo cuidado ya que puede romperse e interrumpir el circuito y esto requeriría mucho trabajo para dismantelar no solo la bobina y restaurar la espira sino que además puede implicar que haya que romper toda la parte compactada del horno ya que se pueden producir fisuras en el material refractario debido a la contracción que ejerce el anillo cuando se enfría y solidifica. Por este motivo, los hornos de este tipo casi nunca se dejan enfriar.

El canal de fusión, relativamente angosto, debe mantenerse tan limpio como sea posible, ya que existe una temperatura alta del metal en esta espira. Productos no metálicos y fragmentos de hierro existentes en el metal de la carga tienden a acumularse sobre las paredes en el área de los canales, lo que restringe el flujo libre del metal y finalmente cierra el paso, una de las maneras más comunes para realizar la limpieza de este canal es calentar el material hasta que hierva para conseguir que se

separen de las paredes del canal todas las incrustaciones para luego retirarlas con la ayuda de cucharones.

Los hornos de este tipo son usados, particularmente, para fundir metales no ferrosos como: aluminio, cobre, aleaciones de cobre y zinc.

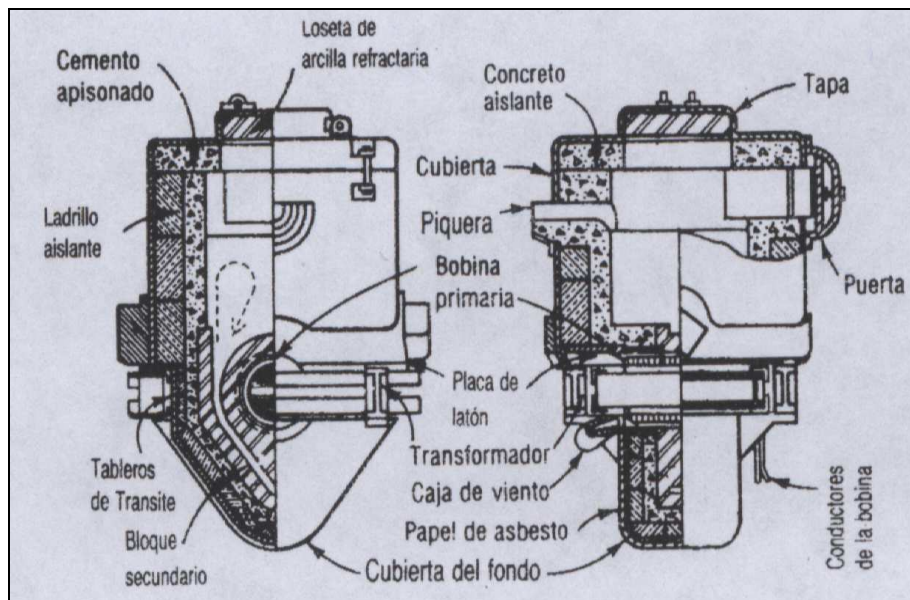


Fig. 1.7: Horno de inducción con núcleo

- **Hornos de resistencia.-** Hay 2 clases fundamentales de hornos de resistencia.
 - Los primeros se calientan mediante resistencias de aleaciones tales como la de níquel-cromo 80/20, en forma de cintas o varillas; generalmente en un crisol o recipiente para el metal líquido y sirven para aleaciones de bajo punto de fusión, como las de soldadura, las de tipos de imprenta, los metales antifricción para cojinetes y algunas veces las de aluminio. Los elementos de caldeo se disponen alrededor del exterior del crisol y todo el horno queda dentro de una carcasa rellena con un material refractario y aislante térmico. Los elementos de caldeo suelen estar soportados por el revestimiento refractario.
 - El segundo tipo de hornos de resistencia sirve para temperaturas mas elevadas, este tipo de horno se ha empleado para fundir y sobrecalentar fundiciones de hierro especiales, y también sirve para fundir bronce y otras aleaciones de cobre.

1.2.2.3 Hornos rotativos

Un horno rotativo se compone de una envuelta cilíndrica de acero, revestido con material refractario, y que puede girar u oscilar lentamente alrededor de su eje principal, como se observa en la figura 1.8.

El horno suele terminar por sus extremos en troncos de cono; en uno de ellos está el quemador y en el otro la salida para los gases quemados, que frecuentemente pasan a un sistema de recuperación para precalentar el aire empleado en la combustión. El combustible puede ser gas, aceite o carbón pulverizado, y el aire se suministra mediante un ventilador. En los hornos pequeños la rotación se puede dar a mano, pero la mayoría están montados sobre rodillos y se les hace girar por un dispositivo de cadena o de fricción. La elevada temperatura de la llama funde y sobrecalienta la carga y lleva a una temperatura superior al refractario, que cede su calor a la superficie inferior del metal cuando al girar el horno se pone en contacto con ella.

Los hornos rotativos sirven para una gran variedad de trabajos de fundición, incluyendo por un lado las fundiciones grises, de alta calidad o maleables y los aceros, y por otro lado las fundiciones de cobre, bronce, aluminio y plomo. Los aceites combustibles suelen emplearse para las temperaturas más elevadas, mientras que el aceite, gas o carbón pulverizado dan resultados parecidos para temperaturas intermedias y bajas, por lo que la elección depende del precio y de la facilidad de suministro. El revestimiento de los hornos rotativos puede ser de material apisonado o de ladrillos refractarios, la elección del revestimiento dependerá del trabajo que ha de realizarse en los hornos.



Fig. 1.8: Horno rotativo

1.2.2.4 Hornos de reverbero

En estos hornos se quema el combustible en uno de los extremos de la cámara; la llama y los otros productos de la combustión son dirigidos por la forma de bóveda hacia la carga existente en la solera, que se encuentra en el trayecto de los gases hacia la salida de humos y la chimenea. El calor de la bóveda se transmite por radiación hacia la carga que queda debajo. Son ejemplos de esos tipos de hornos los de pudelado, que se empleaban para fabricar el llamado hierro forjado, y los utilizados en la fabricación de fundición maleable, y la fundición de metales no ferrosos.

La carga se funde en una solera de poca profundidad, mediante la llama producida en un quemador o lugar situado en uno de los extremos de la solera. Los primeros tenían capacidad solo de 350 a 450 kilogramos de metal, pero en los modernos la capacidad es de 10 a 30 toneladas llegando incluso a 80. Es muy adecuado para la fabricación de piezas coladas de fundición maleables de núcleo negro, para cilindros de laminación y grandes piezas de bronce por ejemplo, hélices de barco, la lentitud de la fusión y el sistema de control por cargas permiten una gran precisión en la fusión.

En los hornos para fundición maleable las paredes suelen ser de ladrillos refractarios neutros, encerrados en una vuelta de acero y la solera es de ladrillos o arena de sílice cocida. El ancho interior es de generalmente de entre 150 y 300 cm. de ancho y su longitud varía entre 450 a 1500 cm. La bóveda está formada por una serie de arcos de ladrillos refractarios. La bóveda es inclinada descendiendo desde el hogar hasta el extremo en que se encuentra la chimenea. La altura de la bóveda depende de el volumen que ocupa la carga no fundida, que es de de 0.5 a 0.6 m por tonelada de carga.

1.3 COLADO DEL METAL POR DIFERENTES METODOS

La fundición en moldes permanentes hechos de metal es utilizada para la producción masiva de piezas de pequeño o regular tamaño, de alta calidad y con metales de baja temperatura de fusión. Sus ventajas: tienen gran precisión y son muy económicos, cuando se producen grandes cantidades. Existen varios tipos de moldes metálicos utilizados para la fabricación de piezas, por lo regular de

metales no ferrosos, en la figura 1.9 se presenta una clasificación de los métodos de colado más comunes.

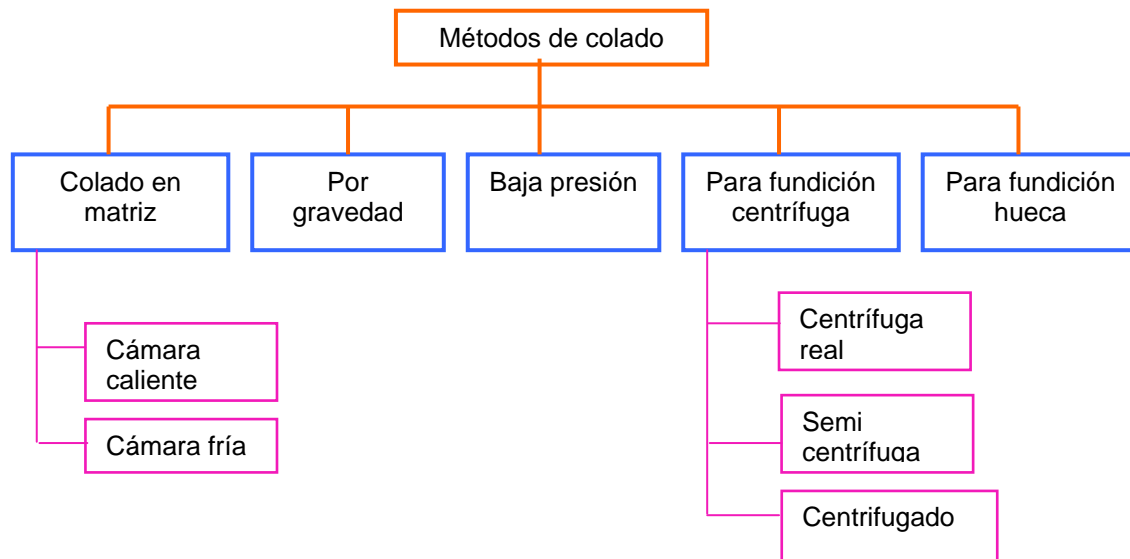


Fig. 1.9: Diferentes métodos de colado

➤ Colado en matrices

En este proceso el metal líquido se inyecta a presión en un molde metálico (matriz), la inyección se hace a una presión entre 10 y 14 Mpa, las piezas logradas con este procedimiento son de gran calidad en lo que se refiere a su terminado y a sus dimensiones. Este procedimiento es uno de los más utilizados para la producción de grandes cantidades de piezas fundidas. Se pueden utilizar dos tipos de sistema de inyección en la fundición en matrices, que son: cámara caliente y cámara fría

- **Colado en máquinas con cámara caliente.-** El procedimiento de fundición en cámara caliente se realiza cuando un cilindro es sumergido en el metal fundido y con un pistón se empuja el metal hacia una salida la que descarga a la matriz, como se observa en la figura 1.10. La presión aplicada sobre el metal fundido hace que la pieza que se desea fabricar se forme dentro de la matriz evitando de esta manera el contacto del material fundido con el operador, minimizando el riesgo de posibles accidentes.

Las aleaciones más utilizadas en este método son las de bajo punto de fusión como las de zinc, estaño, latón y plomo. Las piezas que se

producen son de 20 a 40 kg y se llegan a manejar presiones superiores a los 35 Mpa.

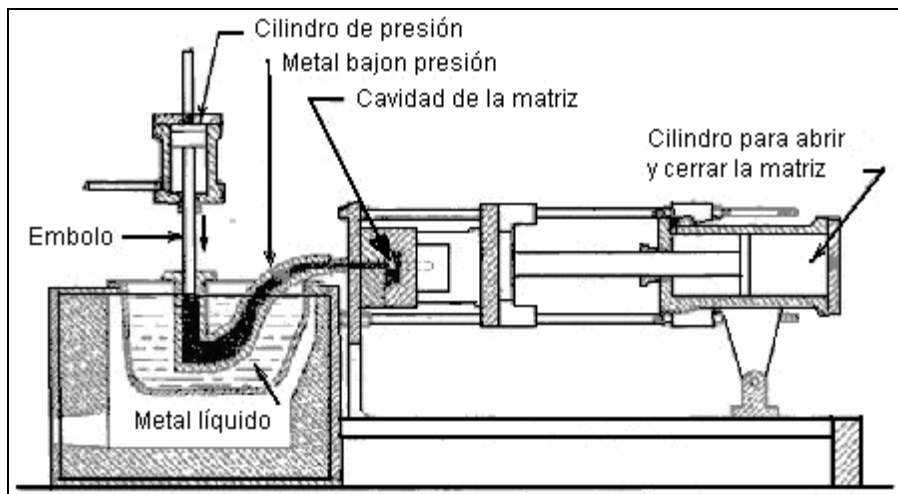


Fig. 1.10 Máquina de cámara caliente para fundición en matriz

- **Colado en máquinas con cámara fría** En el proceso con cámara fría se lleva metal fundido por medio de un cucharón hasta un cilindro por el cual corre un pistón que empuja el metal fundido a la matriz de fundición, las piezas obtenidas son de unos cuantos gramos a 10 kg. En la figura 1.11 se observa como es efectuado el colado en una máquina con cámara fría.

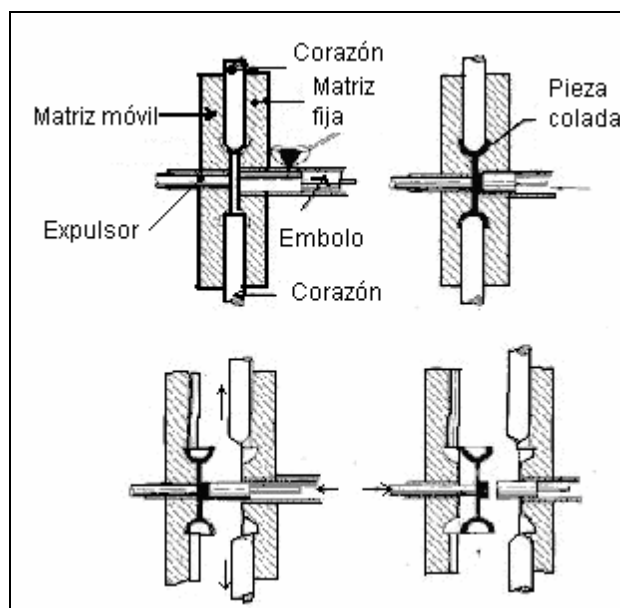


Fig. 1.11 Máquina de cámara fría con émbolo horizontal

- **Colado por gravedad en molde permanente.-** En este tipo de fundición la única fuente de energía que obliga al metal a llenar la cavidad del molde es la fuerza de la gravedad, un ejemplo de la utilización de este método es la fabricación de lingotes de metal, es utilizado para piezas en las que la calidad de terminado y dimensional no está sujeto a restricciones de calidad.
- **Colado en moldes de baja presión.-** Es un sistema de fusión que consiste en la colocación de un tubo sobre un crisol sellado como se observa en la figura 1.12, al inyectar presión al centro del crisol la única salida del metal fundido será el tubo, por lo que se genera el flujo del metal por el tubo hasta que se llena la matriz y se forma la pieza. Con este procedimiento se pueden fabricar piezas hasta de 30 kg y es rentable para grandes cantidades de piezas sin grandes requerimientos de calidad.

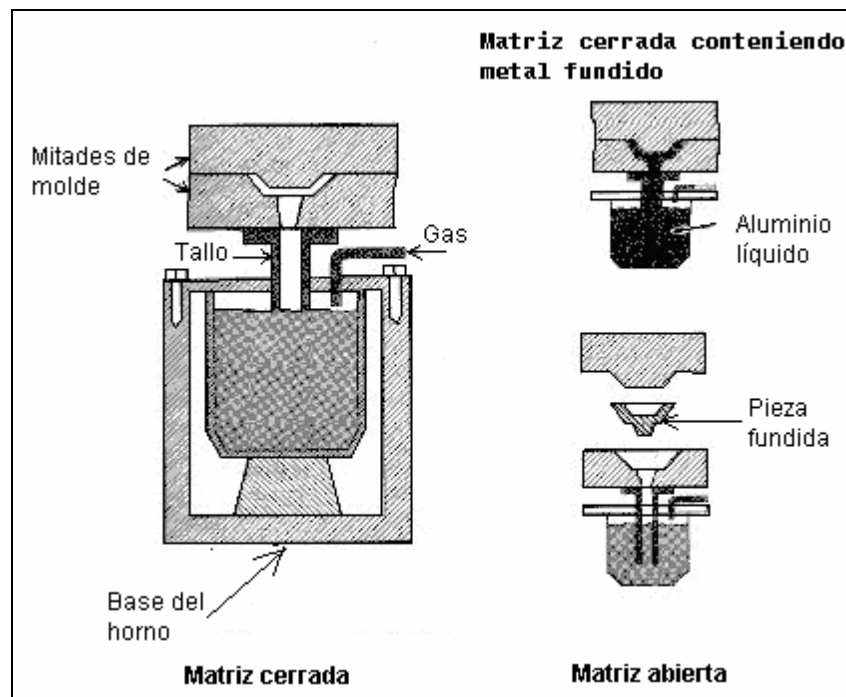


Fig. 1.12 Molde para fundición a baja presión

- **Colado para fundición centrífuga.-** El metal se hace girar en torno de un eje y aprovecha la fuerza centrífuga para llenar el molde. Existen tres métodos de colado para igual número de tipos de fundición centrífuga.
 - **Colado para fundición centrífuga real.-** Es el procedimiento utilizado para la fabricación de tubos sin costura, camisas y objetos simétricos,

los moldes se llenan del material fundido de manera uniforme y se hace girar al molde sobre su eje de rotación, en la figura 1.13 se observa el metal fundido dentro del molde, el mismo que por la acción de la fuerza centrífuga dará lugar a la pieza.

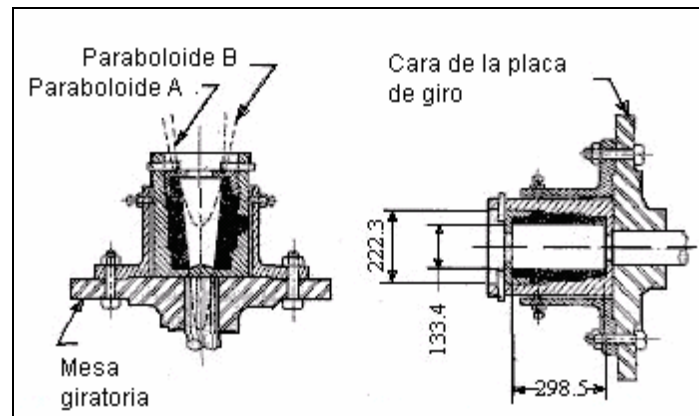


Fig. 1.13 Método de fundición centrífuga real

- **Colado para fundición semi centrífuga.-** Es un método en el que el material fundido se hace llegar a los extremos de los moldes por la fuerza centrífuga que se genera al hacer girar a los moldes, los extremos se llenan del material fundido, con buena densidad y uniformidad, como se observa en la figura 1.14. El centro tiene poco material o es de poca densidad. Por lo regular el centro en este tipo de sistemas de fundición es maquinado posteriormente.

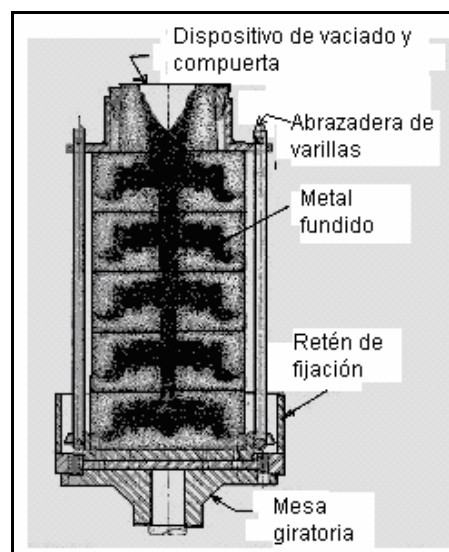


Fig. 1.14 Método de fundición semi centrífuga

- **Colado para centrifugado.**- Es un sistema donde por medio de un tallo se hace llegar metal fundido a racimos de piezas colocadas simétricamente en la periferia, como se observa en la figura 1.15. Al poner a girar el sistema se genera fuerza centrífuga la que es utilizada para aumentar la uniformidad del metal que llena las cavidades de los moldes.

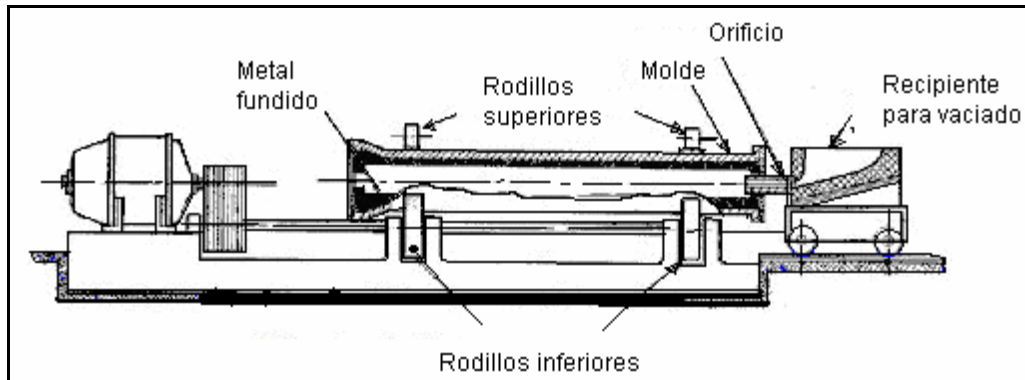


Fig. 1.15 Máquina de fundición centrífuga

- **Colado para obtener una fundición hueca.**- Es un sistema de producción de piezas metálicas huecas sin corazones fijos, consiste en vaciar metal fundido en un molde que es volteado cuando se empieza a solidificar el metal. El metal que no se ha solidificado sale del molde para ser utilizado en otra pieza y el metal solidificado forma las paredes de la pieza. El resultado son paredes delgadas de metal.

1.4 EXTRACCION DE PIEZAS FUNDIDAS

Cuando el material fundido en el molde empieza a enfriarse hasta la temperatura suficiente para el punto de congelación de un metal, empieza la solidificación que involucra un cambio de fase del metal. Se requiere tiempo para completar este cambio de fase porque es necesario disipar una considerable cantidad de calor. El metal adopta la forma de la cavidad del molde y se establecen muchas de las propiedades y características de la fundición. Al enfriarse, la fundición se remueve del molde y para ello pueden necesitarse procesos posteriores dependiendo del método de fundición y del metal que se usa.

Para extraer una pieza fundida de un molde de arena, que generalmente está compuesto de dos partes, se retira primeramente la parte superior del molde y luego se retira la pieza fundida, también existe otro tipo de fundición en arena que generalmente es usado para fundir piezas grandes en el cual para extraer la pieza fundida se debe romper el molde completamente.

En la actualidad la mayoría de los moldes son metálicos y se los trabaja en máquinas automáticas, en este tipo de proceso una vez que se termina de colar el material fundido en el molde y transcurrido el tiempo que se necesita para que la pieza se enfríe y tome la forma deseada se separan las partes y la pieza fundida es botada por medio de expulsores. Entre los procesos posteriores utilizados tenemos:

El desbaste del metal excedente de la fundición.

La limpieza de la superficie.

Tratamiento térmico para mejorar sus propiedades.

Pueden requerir maquinado para lograr tolerancias estrechas en ciertas partes de la pieza y para remover la superficie fundida y la micro estructura metalúrgica asociada.

GLOSARIO DE TERMINOS

Aleación.- Producto homogéneo, de propiedades metálicas, compuesto de dos o más elementos, uno de los cuales, al menos, debe ser un metal.

Almidón.- Hidrato de carbono que constituye la principal reserva energética de casi todos los vegetales. Tiene usos alimenticios e industriales.

Apisonar.- Compactar tierra, arena, grava, etc., por medio de un pisón o una apisonadora.

Caldo o colada.- En siderurgia, hierro u otro metal en estado líquido dispuesto para el molde.

Campo magnético.- Región del espacio donde se ponen de manifiesto los fenómenos magnéticos.

Corazón.- Elemento que es colocado en los moldes para fundir piezas con agujeros prefabricados.

Crisol.- Recipiente hecho de material refractario, que se emplea para fundir alguna materia a temperatura muy elevada. Cavidad que en la parte inferior de los hornos sirve para recibir el metal fundido.

Decapante.- Producto químico que se utiliza para quitar la capa de óxido, pintura, etc., que cubre cualquier objeto metálico.

Embudo.- Conducto por el cual circula el material fundido en estado líquido que va unido a la matriz o molde.

Inyectora.- Máquina que por la acción de la fuerza hidráulica producida por una bomba moldea piezas de diferente forma y tamaño a partir de un material líquido.

Lingote.- Trozo o barra de metal en bruto, masa sólida que se obtiene vaciando el metal líquido en un molde.

Material refractario.- Material que resiste a la acción del fuego sin alterarse.

Molde.- Pieza o conjunto de piezas acopladas en que se hace en hueco la forma que en sólido quiere darse a la materia fundida, fluida o blanda, que en él se vacía, como un metal, la cera, etc.

Pascal.- Unidad de presión del Sistema Internacional, equivalente a la presión uniforme que ejerce la fuerza de un *newton* sobre la superficie plana de un metro cuadrado. (Símb. *Pa*).

Pistón.- Pieza que se mueve alternativamente en el interior de un cuerpo de bomba o del cilindro de una máquina para enrarecer o comprimir un fluido o recibir de él movimiento.

PLC's.- Por sus siglas en inglés Programmable Logic Controllers o Controladores Lógicos Programables son dispositivos electrónicos de procesamiento que poseen entradas y salidas de diferentes tipos de señal.

Pudelado.- Hacer dulce el hierro colado, quemando parte de su carbono en hornos de reverbero.

Sílice.- Mineral formado por silicio y oxígeno. Si es anhidro, forma el cuarzo y, si está hidratado forma el ópalo.

Solera.- Superficie del fondo de los hornos.

CAPITULO II

PARTES CONSTITUTIVAS DE LA INYECTORA TRIULZI

INTRODUCCION

La inyectora TRIULZI es una máquina que tiene la capacidad de dar forma al latón fundido por medio de inyección, aprovecha la fuerza de la presión hidráulica que entrega la bomba para transformar el material líquido en piezas que serán utilizadas por los usuarios, en la figura 2.1 se aprecia la misma.

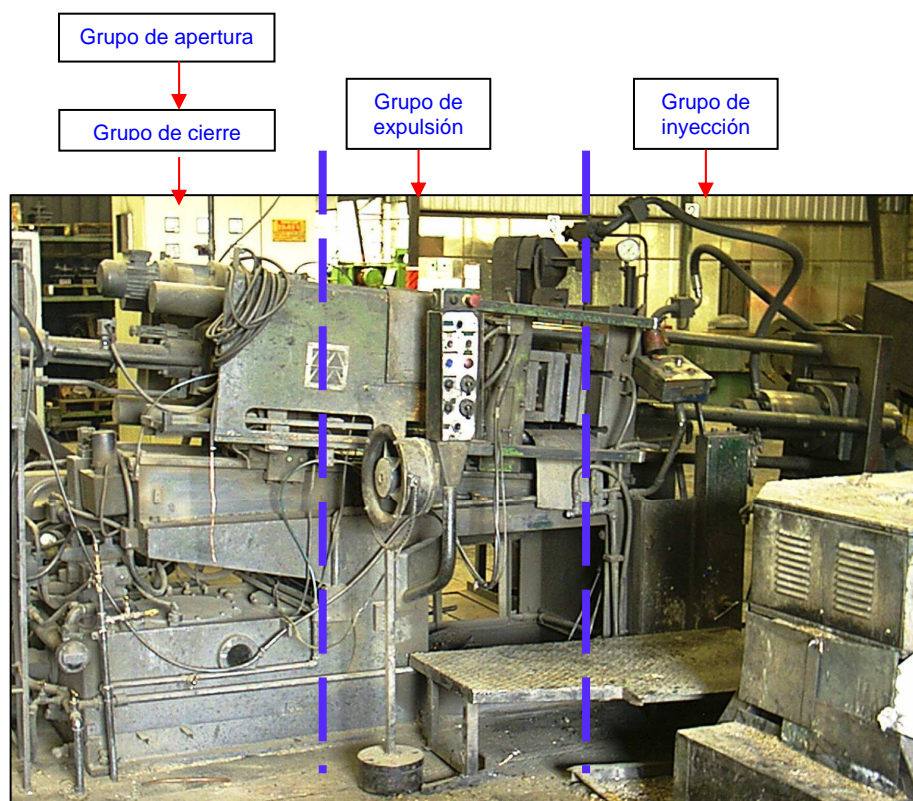


Fig.2.1 Inyectora TRIULZI

La inyectora TRIULZI está compuesta por cuatro grandes grupos que interactúan entre sí, se observa en la figura 2.2 dicha interacción.



Fig.2.2 Interacción entre los grupos de la inyectora TRIULZI

Se describe a continuación cada uno de los grupos que componen la inyectora TRIULZI:

- Grupo de cierre
- Grupo de inyección
- Grupo de apertura
- Grupo de expulsión

2.1 GRUPO DE CIERRE

El sistema de cierre es de tipo rodillera y es accionado por un cilindro hidráulico de doble efecto, la velocidad con la que se mueve el cilindro de cierre está regulada por la válvula reguladora de caudal (Z). El elemento que comanda los movimientos del cilindro de cierre es la electro válvula (AL) de 4 vías y 3 posiciones (4/3) de marca Vickers la cual funciona con una tensión de 24 VDC. Una condición fundamental para que el sistema de cierre actúe es que el expulsor se encuentre totalmente retrocedido con el propósito de garantizar que no se dañen los elementos mecánicos que componen el expulsor.

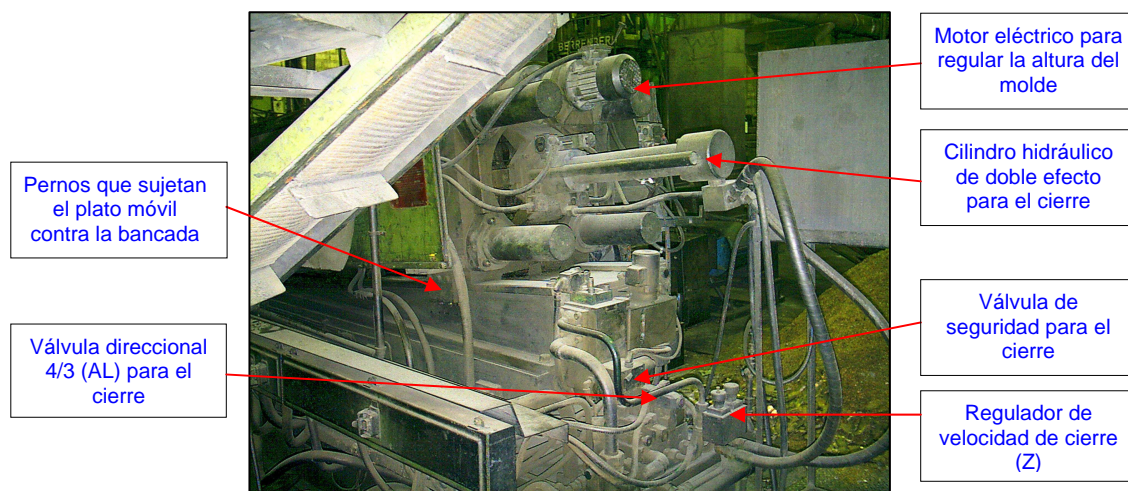


Fig.2.3: Grupo de cierre y sus componentes

La inyectora tiene una fuerza de cierre de hasta 130 toneladas y está caracterizada por un grupo de cierre corredizo alojado sobre un plano inclinado, esto favorece a la caída natural de las piezas inyectadas haciendo más eficiente el ciclo automático de trabajo.

Las partes sometidas a desgaste, por ejemplo las columnas, son cromadas y rectificadas.

El grupo de cierre comprende también el dispositivo para la regulación de la altura del molde, es decir agrandar o achicar el espacio entre la placa fija y la placa móvil para colocar moldes de diferente tamaño, esto se consigue mediante un motor trifásico que al ser accionado mueve los engranajes de la altura de molde. Para que el movimiento se lleve a cabo se deberá aflojar los pernos que sujetan el plato móvil contra la bancada de la máquina, como se observa en la figura 2.3 y con mayor detalle en la figura 4.1.

Para observar la secuencia de funcionamiento, tanto eléctrico como hidráulico, de todos los grupos, referirse a los diagramas respectivos que se encuentran con detalle en el capítulo 3.

2.2 GRUPO DE INYECCIÓN

Cuando ha terminado de actuar el grupo de cierre, mediante levas acciona los finales de carrera FC 4 y FC 5 los cuales indican que el molde está cerrado y trabado respectivamente, la luz piloto “listo para inyectar” salida Y104 indica al operario que el cierre se ha efectuado correctamente y que puede verter el material fundido en la matriz para realizar la inyección.

El grupo de inyección de la inyectora TRIULZI está compuesto de:

- Válvula distribuidora 4/2 para primera fase de inyección, velocidad lenta (DL).
- Válvula distribuidora 4/2 para segunda fase de inyección, velocidad rápida (DF).
- Válvula distribuidora 4/2 para extracción de noyos en la placa fija.
- Cilindro hidráulico de doble efecto que está solidario a la placa fija.
- Punzón de inyección.
- “Embudo” de acero.

Con este grupo trabaja el acumulador, el cual está destinado a entregar el máximo caudal y presión de aceite al cilindro de inyección en el momento que este lo requiera, logrando de esta manera obtener velocidades altas, el acumulador que utiliza la inyectora TRIULZI posee una carga interna de nitrógeno

a una presión de 80 bar, se debe prestar atención a la presión de carga del acumulador puesto que si la misma ya no es la requerida se tendrá problemas tanto en la velocidad como en la presión de inyección.

Se observa en las figuras 2.4 y 2.5 los diferentes elementos de los que está compuesto el grupo de inyección.

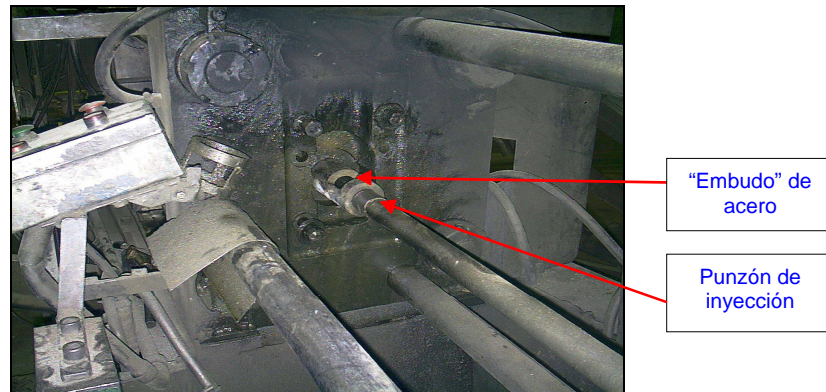


Fig.2.4: Componentes mecánicos del grupo de inyección

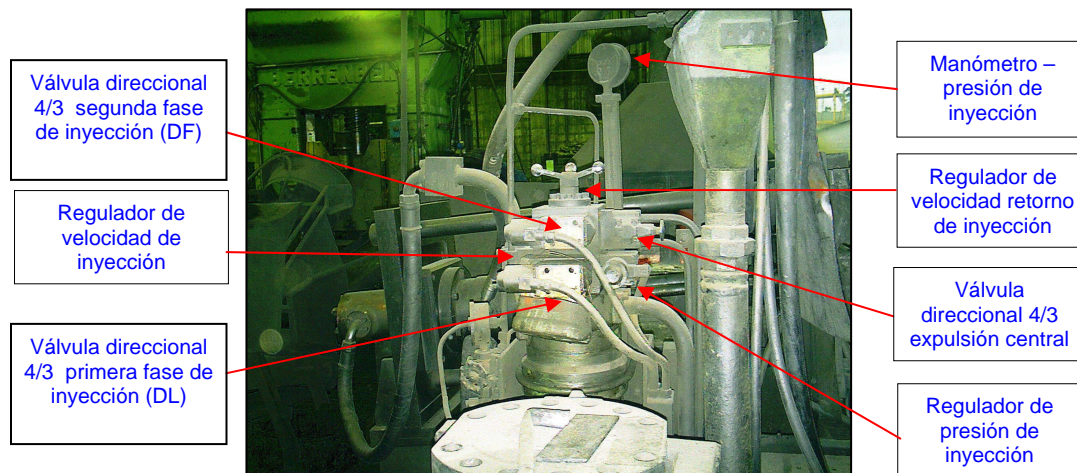


Fig.2.5: Componentes hidráulicos del grupo de inyección

2.3 GRUPO DE APERTURA

Una vez concluida la inyección transcurre un tiempo determinado de enfriamiento durante el cual la pieza inyectada se solidifica adquiriendo la forma de acuerdo al molde con el que se esté trabajando.

Luego de haberse cumplido el tiempo de enfriamiento entra a funcionar el grupo de apertura, para realizar la apertura se utiliza un cilindro hidráulico de doble efecto el cual es comandado por una válvula distribuidora de cuatro vías y tres posiciones (4/3), una vez que se abre por completo, mediante levas acciona el

final de carrera FC 6, figura 2.6, indicando que el molde está abierto y se puede realizar la expulsión de las piezas.

La velocidad con la que se abre es controlada con la válvula reguladora de caudal (Z), es importante que la velocidad tanto de apertura como de cierre esté controlada para evitar sacudidas bruscas que podrían terminar disminuyendo la vida útil de la inyectora y al mismo tiempo para proteger el molde.

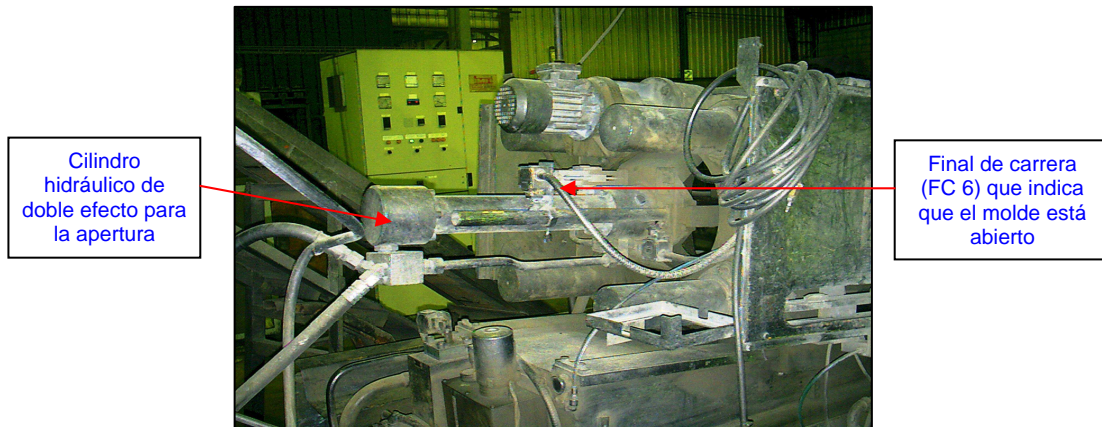


Fig.2.6: Grupo de apertura

2.4 GRUPO DE EXPULSIÓN

Luego que la matriz está completamente abierta entra en funcionamiento el grupo de expulsión, solo cuando el final de carrera FC 6 envía la señal de que el molde está completamente abierto se puede accionar el expulsor, esto es para proteger a los expulsores de posibles roturas si se llegara a expulsar con el molde cerrado. El grupo de expulsión de la inyectora TRIULZI, ver figura 2.7, está compuesto principalmente de:

- Cilindro hidráulico de doble efecto.
- Válvula direccional 4/3 (BQ).

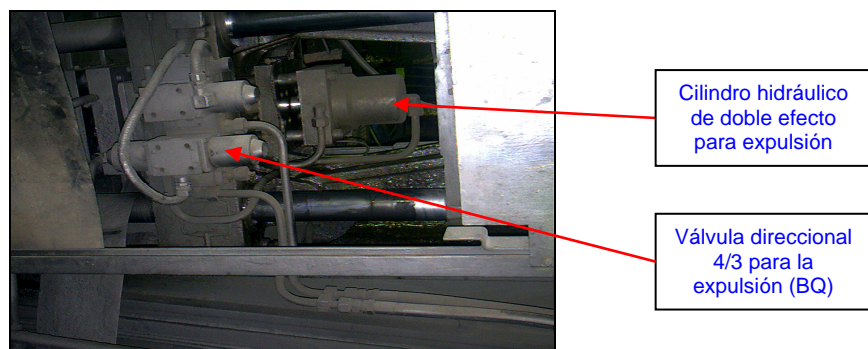


Fig.2.7: Grupo de expulsión con sus componentes hidráulicos

2.5 ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DE OPERACIÓN

Para su funcionamiento, además de los grupos ya detallados, la inyectora TRIULZI necesita de varios elementos que pueden ser considerados como complementarios, entre los cuales están:

2.5.1 Quemador a gas

2.5.2 Horno de inducción

2.5.3 Grupo moto – bomba

2.5.4 Acumulador de presión

2.5.1 QUEMADOR A GAS

Es importante tener un quemador a gas para realizar el precalentamiento de la matriz, pues con esto se espera prevenir que la misma se rompa de manera prematura ya que si se empieza a trabajar (inyectar) en frío el riesgo de que esto ocurra es muy alto debido al choque térmico que sufre el material con el que está fabricada la matriz. Para realizar su función el quemador a gas utiliza gas licuado de petróleo (GLP) a una presión de 125 PSI, la matriz debe ser calentada aproximadamente por 30 minutos alcanzando una temperatura entre 75 y 80 grados centígrados.

2.5.2 HORNO DE INDUCCION

Antes de que la inyectora pueda comenzar a fabricar piezas, la materia prima debe ser fundida y llevada a su estado líquido, solamente en estas condiciones el operario puede colar el material y comenzar con la inyección.

Para el efecto existe el horno eléctrico de inducción de marca IMR modelo B3R 125, es un horno que para su funcionamiento posee un auto transformador cuyo voltaje primario es 380 voltios y en el secundario tiene 8 diferentes voltajes que van desde 125 hasta 420 voltios, este horno puede llegar a fundir alrededor de 420 kg /hora de material a una temperatura de 1000 °C.

El horno está compuesto por material refractario de alta resistencia que es compactado alrededor del anillo secundario formando de esta manera el canal en donde va a estar contenido el material líquido, las cubas que contienen el material líquido son fabricadas por bloques de material refractario

La figura 2.8 indica el horno eléctrico de inducción conteniendo material líquido en su interior.



Fig.2.8: Horno eléctrico de inducción

2.5.3 GRUPO MOTOR - BOMBA

Este grupo está compuesto por un motor trifásico de inducción con una potencia de 14.7 Kw y 1200 RPM, se encuentra acoplada a éste una bomba de marca Vickers cuyo código es 25V -17A - 1C – 10 -180 - GE30, es una bomba simple de paletas que entrega 48 litros por minuto a una presión de 140 atm., la bomba se encuentra acoplada al motor por medio de un acople de goma. En la figura 2.9 se aprecia el grupo motor – bomba.

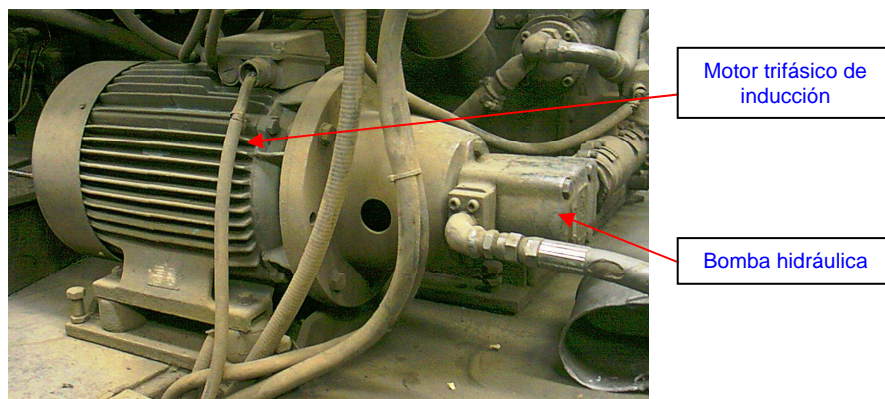


Fig.2.9: Grupo motor - bomba

2.5.4 ACUMULADOR DE PRESION

La inyectora TRIULZI posee un acumulador de presión a pistón marca Triulzi modelo TGR 002-645/A, figura 2.10, este acumulador tiene como objetivo principal compensar la caída de presión que pudiera existir en el circuito hidráulico

y al mismo tiempo proporciona al circuito de energía extra para alcanzar velocidades altas de inyección. El acumulador basa su principio de funcionamiento en la compresión de un gas inerte, constan de una parte de fluido, una parte de gas con un elemento separador que puede ser un diafragma o una ampolla. En el caso del acumulador de la inyectora TRIULZI el gas que utiliza es el Nitrógeno.

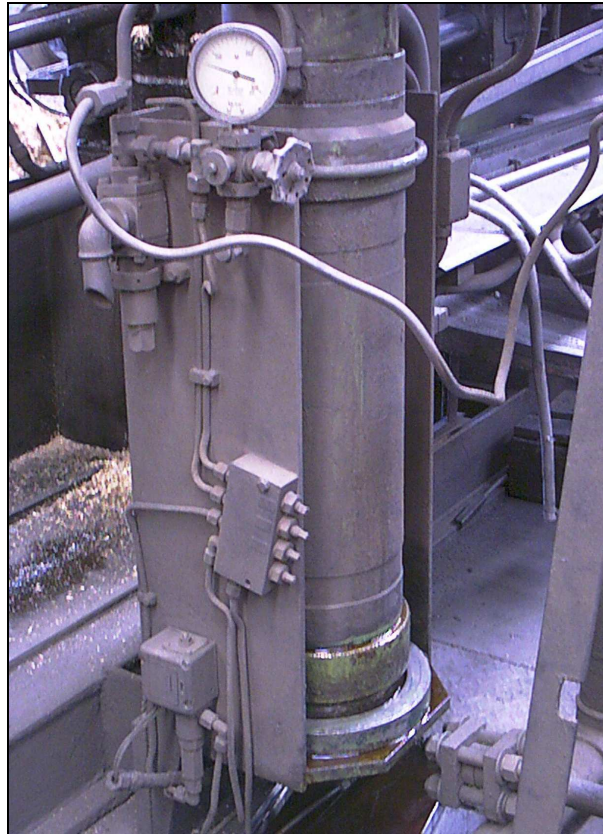


Fig.2.10: Acumulador de presión

2.6 DATOS TECNICOS DE LA INYECTORA TRIULZI

La inyectora TRIULZI posee características técnicas particulares, tabla 2.1, las que deberán tomarse en cuenta a la hora de trabajar en ella, estas características hacen que la inyectora funcione de una manera eficaz :

Marca: TRIULZI

Modelo: CASTMATIC Z/130

Máquina N°: 40/147

Año de construcción: 1983

Fuerza de cierre	Ton.	130
Carrera de placa móvil	mm.	350 máx.
Espacio entre columnas	mm.	355 horizontal 355 vertical
Fuerza del expulsor central	Ton.	7
Carrera del expulsor central	mm.	80
Fuerza de inyección (regulable)	Ton.	7,2
Carrera de inyección	mm.	110
Máxima capacidad de inyección	Kg	1,95
Potencia del motor	HP	20
Máxima presión de trabajo	Bar	140
Máxima presión del acumulador	Bar	140
Capacidad del reservorio de aceite	Litros	300
Dimensiones mínimas del molde	mm.	250 x 250
Peso	Kg	4600

Tabla 2.1: Características técnicas de la Inyectora Triulzi

2.7 ETAPAS DEL PROCESO DE FUNDICION

En este apartado se quiere poner especial atención al proceso de fundición mediante la inyectora TRIULZI ya que se trata del funcionamiento mismo de la inyectora, se hace una descripción desde el momento en que la materia prima es transformada de su estado sólido a su estado líquido usando para ello un horno eléctrico de inducción, pasando por la etapa de elaboración de la pieza que se desea moldear, llegando finalmente a dar el acabado necesario para que la pieza pueda ser comercializada, este acabado se lo realiza en diferentes tipos de máquinas dependiendo del tipo de acabado que se requiera. La fundición se la puede realizar de forma manual o automática y para ello la inyectora está dotada de la infraestructura necesaria así como también posee toda la lógica de control destinada a realizar el trabajo en los modos que sean necesarios.

La figura 2.11 describe las etapas del proceso de fundición.

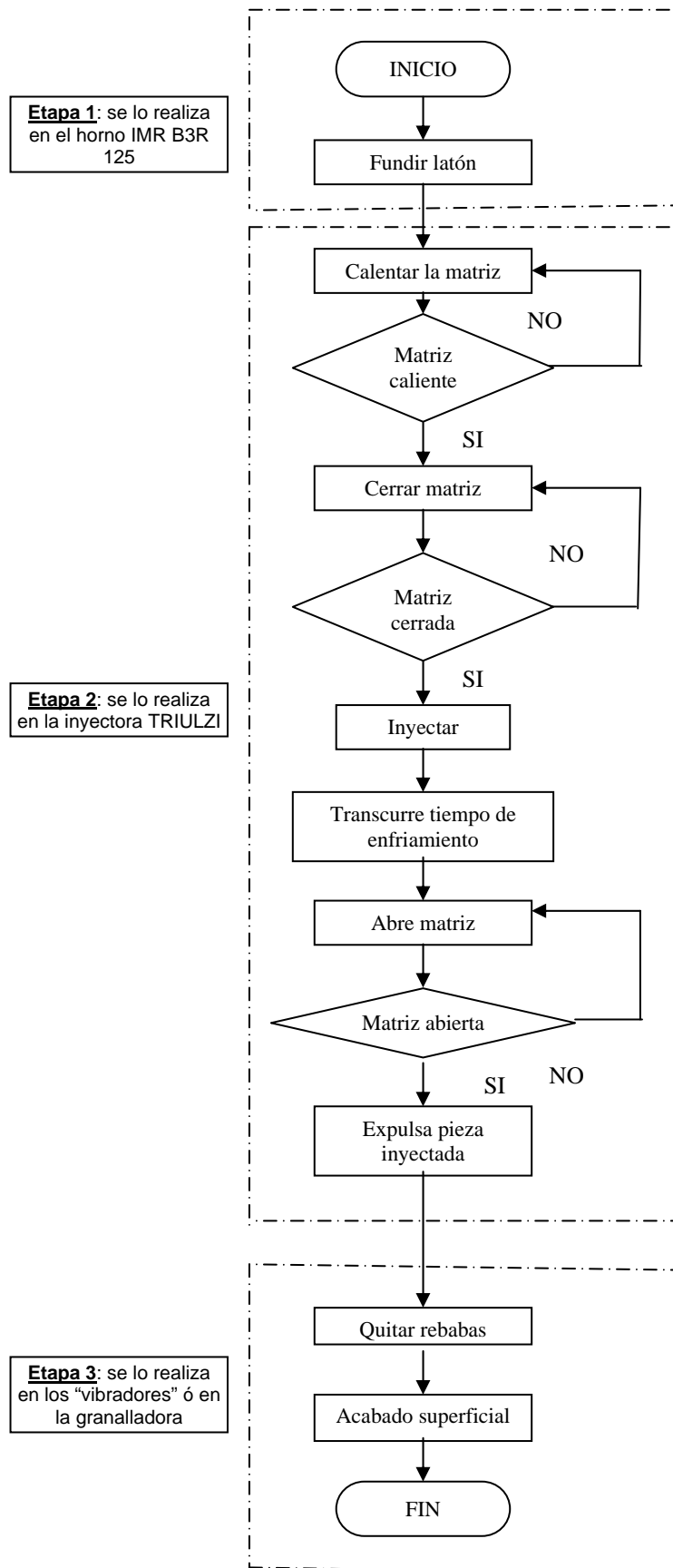


Fig.2.11: Etapas del proceso de fundición

Etapa 1.- Es realizada por el horno de inducción IMR B3R 125, ver figura 2.8, aquí se debe poner especial cuidado pues del resultado que se obtenga en esta etapa dependen las etapas siguientes, el material que se alimenta al horno debe estar completamente seco ya que de lo contrario se produce una explosión que resulta sumamente peligrosa para todos quienes trabajan en los alrededores.

Es muy importante que la materia prima con la que se va a trabajar sea inspeccionada con el objeto de descartar la presencia de elementos extraños que afecten a la composición de la aleación, elementos como: hierro, estaño, plomo en exceso, cromo; la aleación que se prepara y con la que se trabaja es el latón que, para este caso, está compuesto de: cobre en una proporción de 58 a 62%, 1% de plomo, 1% de aluminio y el resto de zinc. Una vez que el material está líquido y listo para ser utilizado en la elaboración de piezas se realiza un análisis químico para determinar el porcentaje de cada uno de los elementos que componen la aleación, es necesario que la temperatura del material fundido esté dentro de los límites (900 – 1000 °C) pues si se sobrepasa existe el riesgo de que el material fundido empiece a “hervir” trayendo consecuencias negativas. El material que se encuentra en el horno debe ser limpiado pues en él se forma escoria (ceniza).

Etapa 2.- Industria Exportadora san Pietro S.A cuenta con una inyectora de latón (Cu, Zn) la misma que permite la fabricación de piezas cuyo peso promedio es de 600 grs. en series de gran cantidad y resistencia.

La inyección del material a una matriz se la realiza de una manera hidráulica a alta presión, obteniendo piezas compactas y resistentes como manijas tipo palito y manijas tipo cruz, las mismas que reciben tratamientos posteriores, sean tamboreadas o granalladas para luego ser cromadas o niqueladas.

De la máquina involucrada directamente en esta etapa y de sus componentes se hace mención en los numerales 2.1 al 2.4 de este documento.

Etapa 3.- Luego de que las piezas han sido elaboradas en la etapa anterior y cuando ya están frías se procede a dar el acabado para lo cual primeramente se retira el material sobrante (coladas) y piezas malas, las cuales vuelven a ser fundidas en el horno, y por otro lado se almacenan las piezas buenas las que recibirán el acabado, cuando ya se tiene una cantidad determinada de piezas buenas (aproximadamente 15000 unidades) éstas ingresan al “tambor metálico”

donde empiezan a rozarse entre ellas por un tiempo de 12 horas logrando de esta manera quitar las rebabas, aquí si bien es cierto que se quitan las rebabas y se pulen todavía no tienen un acabado final, la figura 2.12 indica el tambor metálico en pleno trabajo.

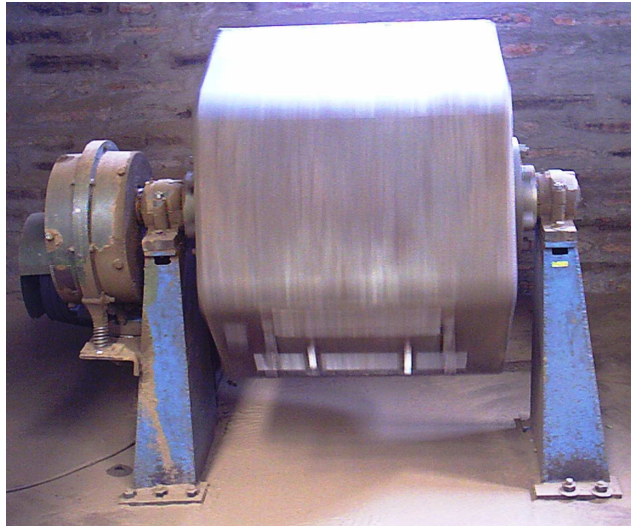


Fig.2.12: Tambor metálico

Luego de que transcurre el tiempo de trabajo en el tambor metálico se descargan las piezas y éstas ingresan en otro tambor, un tambor vibrador, quien con la ayuda de compuestos químicos tales como cuarzo malla 80 y un decapante conocido como RET BRON forman entre sí una mezcla pastosa que tiene la misión de limpiar y pulir las piezas por la abrasión que se produce entre las mismas piezas, la misma tiene que ser controlada puesto que si la mezcla está muy disuelta las piezas no se pulen de manera correcta y por el contrario si esta mezcla se seca demasiado es muy probable que se produzca una deformación en las piezas pues al estar la mezcla muy seca pierde la particularidad que tiene el tambor vibrador que es hacer que las piezas giren dentro de él y también avancen en el sentido de las manecillas del reloj, esta parte del proceso dura 12 horas, una vez que concluye el tiempo de pulido el operario procede a lavar las piezas y debe sacar brillo y para ello cuenta con un abrillantador conocido como L3P, esta parte del proceso no lleva mucho tiempo pues basta con mantenerlo por aproximadamente 30 minutos para que el brillo deseado se consiga.

Este tambor vibrador está dotado de un motor trifásico a inducción que posee una potencia de 3 HP, en un extremo de los ejes del motor una barra excéntrica que

es colocada y ajustada por medio de pernos con sus respectivas tuercas de seguridad, el desbalanceo que se produce al ubicar esta barra excéntrica en el eje es quien hace que el tambor mantenga una vibración constante y uniforme y permitir que las pieza giren transversalmente y longitudinalmente. La vibración que se produce en el tambor vibrador es absorbida por resortes que están colocados sobre la base del tambor y sobre los cuales está apoyada la cuba que contiene a las piezas.

La figura 2.13 indica un tambor vibrador realizando el trabajo anteriormente descrito.



Fig.2.13: Tambor vibrador

Al finalizar el tamboreado las piezas que pasaron por esta etapa deben ser revisadas para garantizar que el acabado es el requerido, y de esta manera permitir que estas piezas avancen a la siguiente etapa de producción.

CAPITULO III

MANEJO DEL SOFTWARE Y DISEÑO DE LA LOGICA DE CONTROL

3.1 MANEJO DEL SOFTWARE

El PLC con el que trabaja la inyectora TRIULZI es el que se indica en la figura 3.1 y tiene las siguientes características:

- **Marca:** KOYO
- **Modelo:** Direct Logic DL 06
- **Nº de entradas digitales:** 20 (expandible mediante módulos insertables)
- **Nº de salidas digitales:** 16 (expandible mediante módulos insertables)



Fig.3.1: Vista general del PLC DL 06

CARACTERÍSTICAS DE LA CPU DL06 Y SU PROGRAMACION

El micro PLC DL06 tiene 14.8 K words de memoria comprendido de 7.6 K de memoria ladder y 7.6 K de memoria V (registro de datos). El programa es almacenado en la memoria FLASH que es una parte de la CPU en el PLC. Además con la CPU está la memoria RAM que almacenará los parámetros del sistema, memorias V y otros datos que no estén en el programa de aplicación.

La RAM es respaldada por un "super capacitor", almacenando los datos por varias horas en caso de un corte de energía eléctrica. El capacitor se carga automáticamente durante la operación del PLC.

El PLC DL06 cuenta con 20 entradas digitales y 16 salidas digitales integradas y además tiene la posibilidad de expansión mediante módulos insertables.

Más de 220 diferentes instrucciones están disponibles para el desarrollo del programa así como extensivos diagnósticos que pueden ser monitoreados desde el programa de aplicación o desde una interfase de operador.

HARDWARE REQUERIDO

Para instalar y utilizar correctamente DirectSOFT 32 se necesita un computador personal que cumpla con los siguientes requisitos mínimos:

Win95/NT/98/2000/XP

- Memoria de trabajo \geq 8Mbytes.
- Disco duro $>$ 35Mbytes.
- Resolución de pantalla \geq 640x480.

PROGRAMACIÓN DEL PLC DIRECT LOGIC DL 06

Se programa el PLC con la ayuda de un computador personal mediante el software DirectSOFT 32 versión 4.0 o posterior. Una alternativa es la utilización de un programador manual (handheld) con una versión de firmware 2.20.

Para tener una visión más clara de la programación del PLC KOYO DL06, a continuación se detalla el uso del software.

CREACIÓN DE UN NUEVO PROYECTO

Para la creación de un nuevo proyecto es necesario tener el conocimiento previo en el manejo del software DirectSOFT 32 el mismo que brinda una gran cantidad de opciones y funciones con las cuales el técnico deberá familiarizarse antes de comenzar a trabajar en él, pues de lo contrario no se aprovechará al máximo la capacidad del PLC. La elaboración de un programa con el cual trabaje una máquina cualquiera deberá seguir los siguientes pasos. A continuación se describe como ingresar a trabajar con el software DirectSOFT, ver figura 3.2.

- Hacer clic en el menú INICIO
- Hacer clic en todos los programas
- Hacer clic en DirectSOFT 4
- Seleccionar DirectSOFT 32 Program Tools y hacer clic
- Seleccionar DirectSOFT 32 Program y hacer clic.

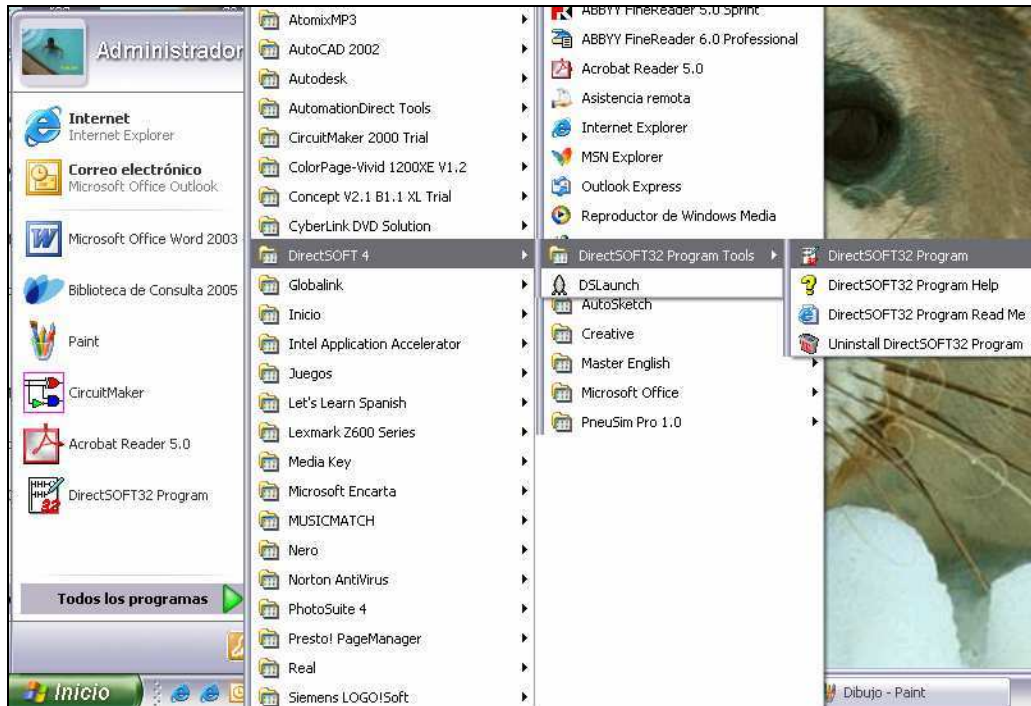


Fig.3.2: Ingresar a trabajar con el DirectSOFT

Una vez dentro del software DirectSOFT proceder de la siguiente manera, observar figura 3.3:

- Aparece una ventana en la que debe colocarse un nombre al nuevo proyecto, ejemplo MI TESIS.
- Elegir el modelo del PLC con el cual se va a trabajar, ejemplo DL06.
- Una vez que se coloca un nombre al proyecto y se ha elegido el modelo del PLC con el cual trabajará hacer clic en OK, ver figura 3.3.

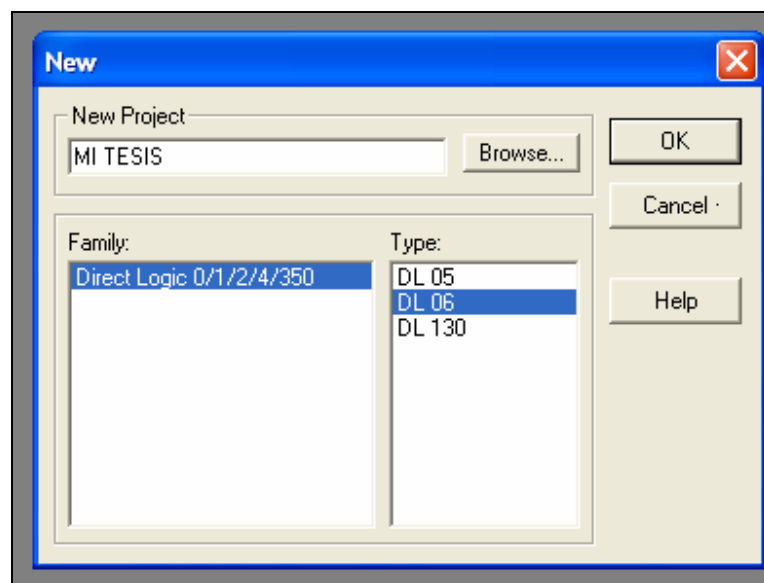


Fig.3.3: Ventana para nombrar el proyecto

- Una vez que se ha hecho clic en OK se visualiza la ventana indicada en la figura 3.4, aquí ya se puede empezar a realizar el programa de control deseado.

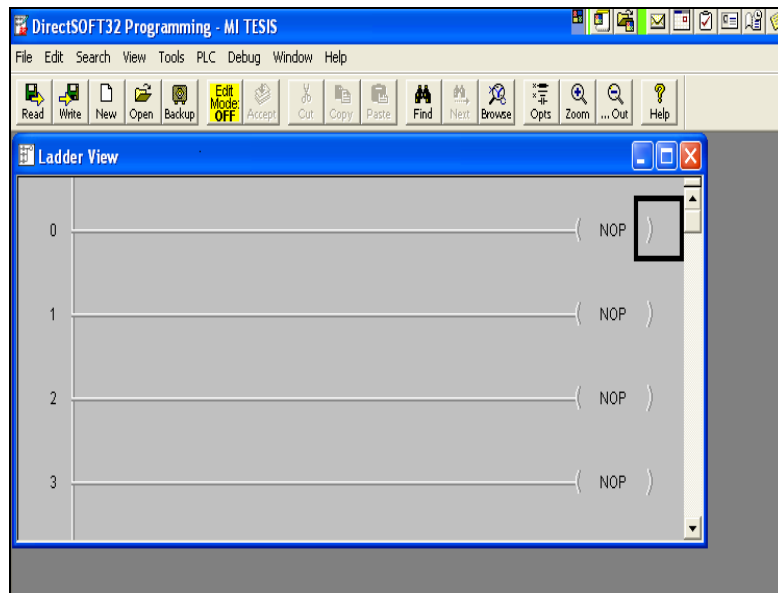


Fig.3.4: Pantalla del software listo para comenzar a programar

- Estando en la ventana indicada en la figura 3.4 se debe buscar el ícono de edición “Edit Mode: OFF” y hacer clic sobre éste para poder empezar a editar el programa.
- Al hacer clic en el ícono “Edit Mode: OFF”, éste cambia de color y el texto del ícono dice, “Edit Mode: ON”.
- Al mismo tiempo el cursor deja de ser un cuadro vacío para convertirse en un cuadro completamente negro, observar figura 3.5.
- En este instante, también, aparece la barra de herramientas para la edición del programa. En esta barra están las instrucciones con las que el programador empezará a crear su sistema lógico de control en escalera (LADDER), dentro de estas instrucciones están:
 - Contacto normalmente abierto (F2).
 - Contacto normalmente cerrado (F3).
 - Con F7 se puede acceder a buscar las “cajas”, por ejemplo: temporizadores, contadores, visualizadores de mensaje de alarma, entre otros.

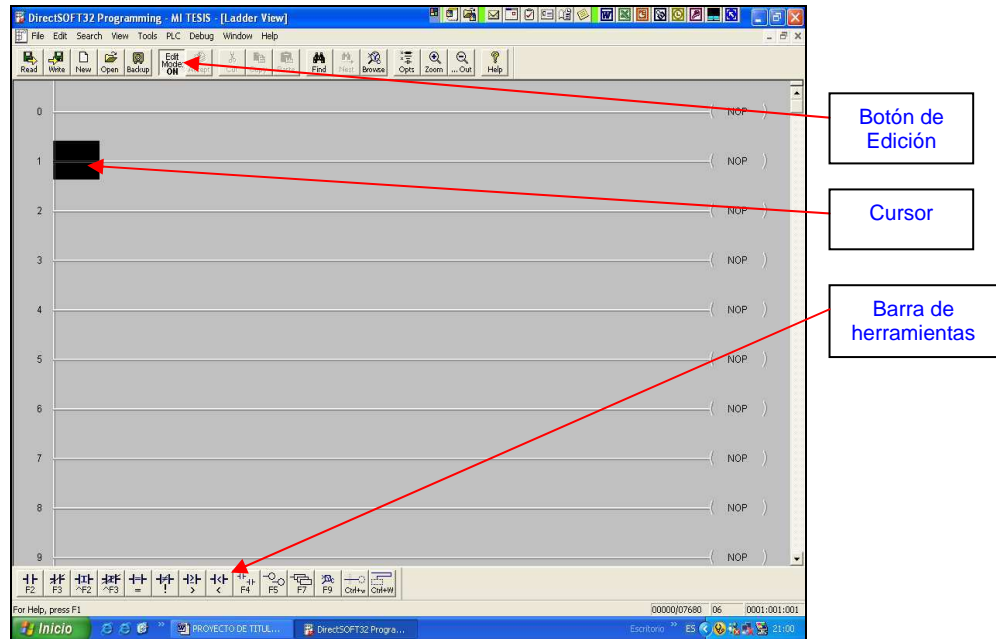


Fig.3.5: Herramientas básicas para programar

- Se inicia el ejemplo con una entrada X0 (contacto normalmente abierto), para lo cual debe desplazarse con el ratón hasta la barra de herramientas del programa y hacer clic sobre el ícono que corresponde al contacto normalmente abierto ó pulsar la tecla F2 del teclado.
- Al colocar el contacto se abre un cuadro de diálogo en la cual da opción para colocar un número a la entrada, observar figura 3.6.

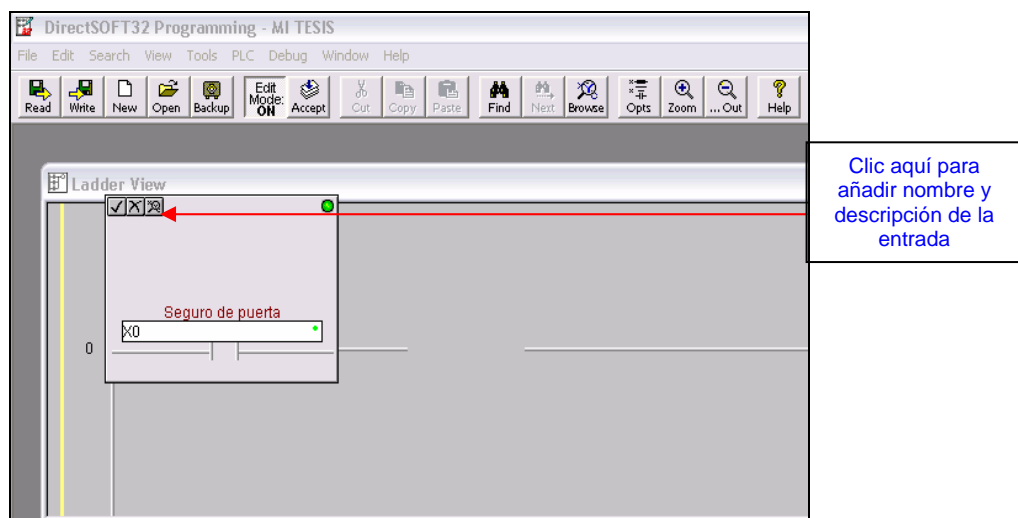


Fig.3.6: Editar un contacto

- Para darle un nombre a la entrada, y hacer una descripción de lo que hace la misma se debe hacer clic sobre el botón cuya figura es la de una lupa

que aparece en la parte superior del cuadro de diálogo, en este instante se abre una ventana.

- En el campo que dice “nickname” se coloca un nombre a la entrada y en el otro que dice “description” se hace una breve descripción que haga referencia a la entrada. Se puede colocar un nombre a la misma que contenga un máximo de 16 caracteres, incluido los espacios. Lo descrito se observa en la figura 3.7.

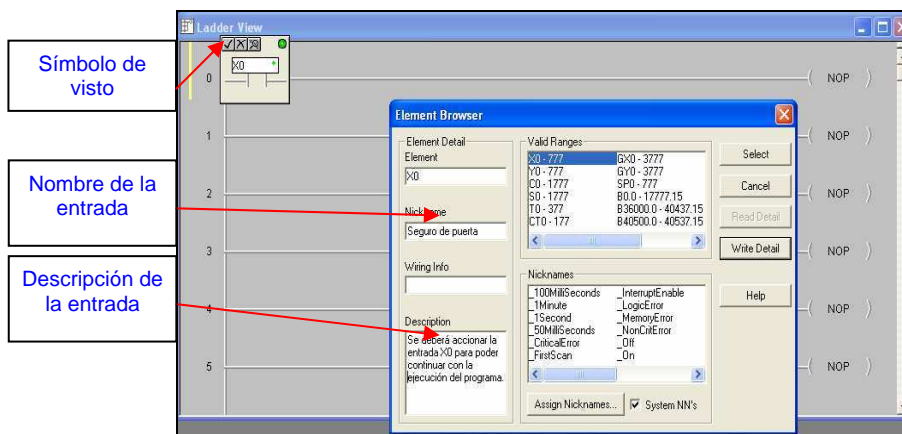


Fig.3.7: Añadir nombre y descripción al contacto

- Hacer clic en “select”, figura 3.7, y aparece la siguiente ventana.
- Hacer clic en el visto que está en la parte superior izquierda para aceptar los cambios y la entrada ya tendrá un nombre y una descripción. Lo descrito se observa en la figura 3.8.

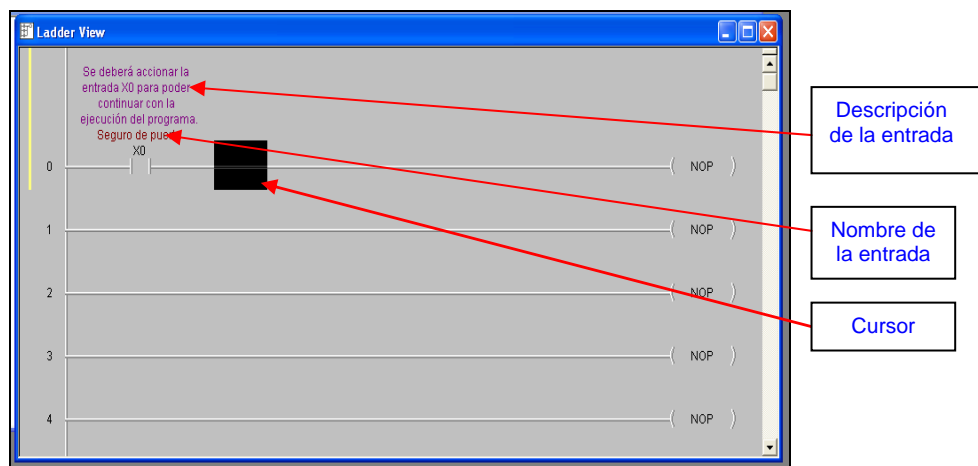


Fig.3.8: Vista en pantalla del nombre y la descripción del contacto

- Seguir añadiendo contactos hasta que se llegue al final de la fila y se necesite programar una salida.
- Para insertar una salida se busca en la barra de herramientas el ícono de bobina o pulsar F5, en este instante se abre una ventana con todas las bobinas que se pueden usar.
- En el campo de clases de bobina marcar la bobina estándar y en el de bobinas marcar salida y aceptar con OK. Lo descrito se puede observar en la figura 3.9.

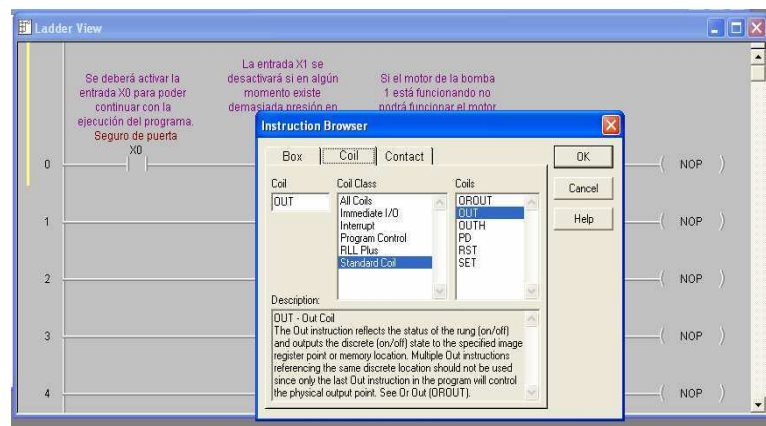


Fig.3.9: Ventana de diálogo para colocar una salida

- Al hacer clic en OK la salida será ubicada al final de la fila, ver figura 3.10.
- Al igual que con las entradas también se le da un nombre y una descripción, para lo cual se sigue los pasos descritos anteriormente.



Fig.3.10: Pantalla del software listo para comenzar a programar

- Cuando se necesita añadir un temporizador / contador dentro del programa debe ubicarse al final de la fila, y en la barra de herramientas del programa buscar el ícono que dice “browse boxes” o hacer clic en F7, aparece un cuadro de diálogo con todos los elementos que se pueden utilizar, aquí elegir, por ejemplo, un temporizador que se necesite.
- Hacer clic en OK para aceptar, figura 3.11.

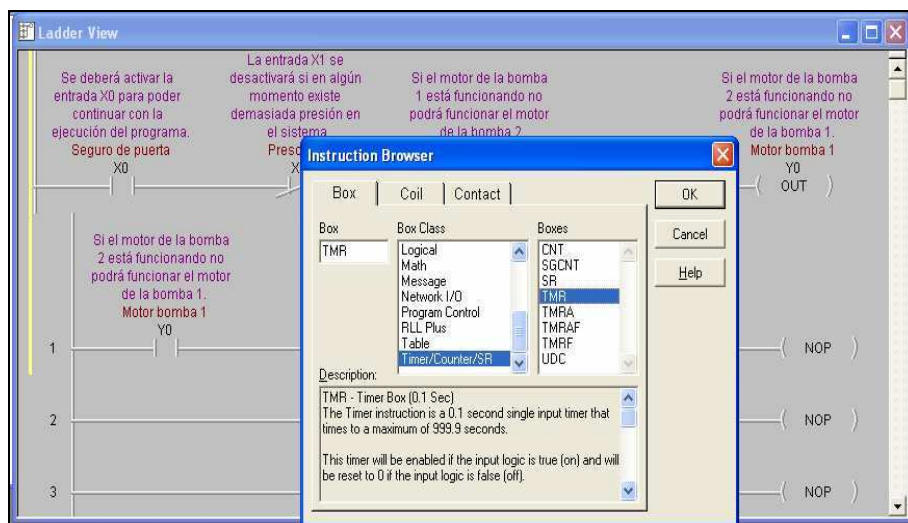


Fig.3.11: Ventana desde donde se puede insertar un contador o temporizador

- Se abre un cuadro de diálogo en donde se debe colocar un número al temporizador y también el tiempo deseado, figura 3.12.

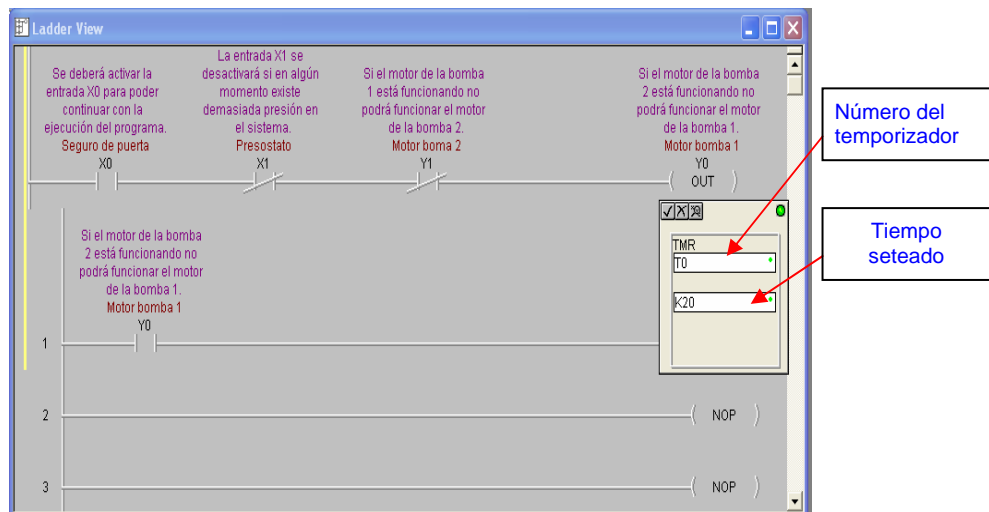


Fig.3.12: Editar un temporizador

- Una vez que se ha puesto un número y se ha colocado el tiempo necesario, hacer clic en el visto del cuadro de diálogo y el temporizador se colocará al final de la fila, figura 3.13.

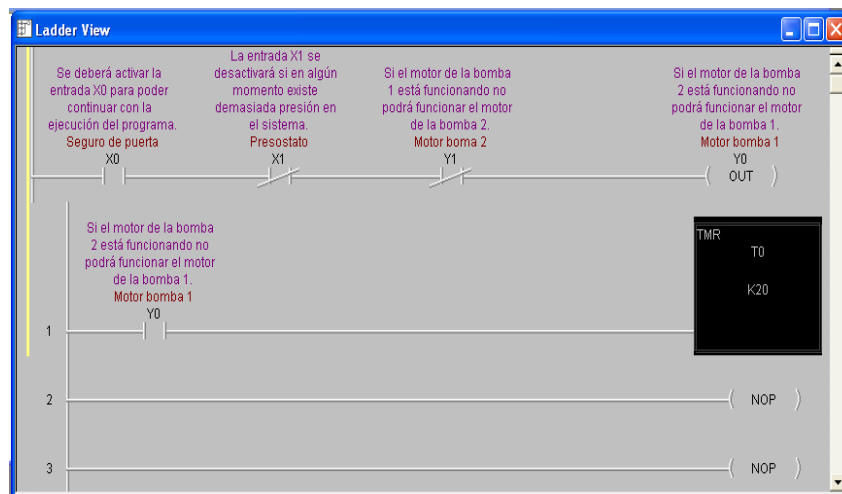


Fig.3.13: Temporizador colocado en el programa

- Se puede colocar avisos de emergencia que serán visualizados en el display del PLC, los mismos que permitirán al técnico e incluso al mismo operario de la máquina llegar con mayor rapidez a detectar la falla, en caso de que se presente.
- Con F7 se abre el cuadro de diálogo en donde se encuentran los diferentes elementos, en el campo “box class” marcar en “message” y en el campo “boxes” elegir LCD, figura 3.14.

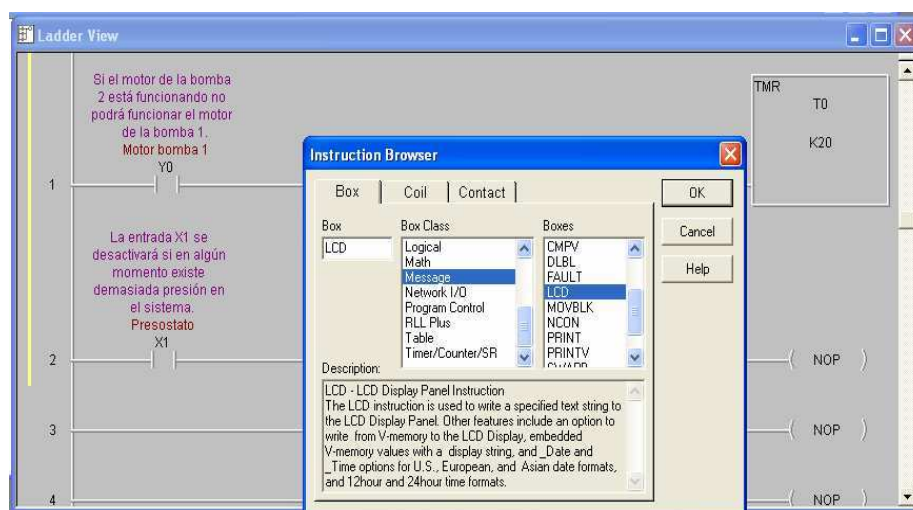


Fig.3.14: Ventana donde se puede elegir la opción mensaje.

- Aceptar con OK y se presenta un cuadro de diálogo en donde se debe escribir el texto del mensaje; este texto deberá ser escrito entre comillas y con un máximo de 17 caracteres de lo contrario no será posible añadir el mensaje.
- Si el texto que se desea colocar supera los caracteres permitidos se debe colocar otra salida LCD.
- Hacer clic en el símbolo de visto que está en la esquina superior izquierda del cuadro de diálogo para aceptar. Lo descrito se observa en la figura 3.15.

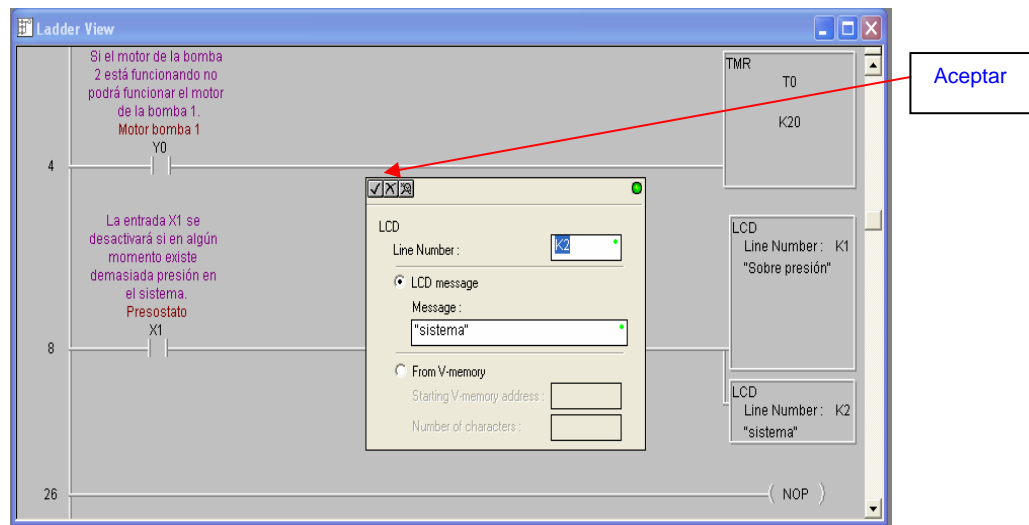


Fig.3.15: Editando una salida LCD

- El mensaje que será visualizado en el display del PLC ha sido creado, figura 3.16.



Fig.3.16: Programa con un temporizador y una salida LCD

- Cuando se ha terminado el programa se debe salir del modo de edición.
- Una vez que se salió del modo edición debe guardarse el proyecto en el disco duro para luego transferirlo al PLC, hacer clic en el ícono Write, figura 3.17.
- Cuando se comunica la PC con el PLC aparecen los íconos que permiten transferir el programa, y además se podrá trabajar en línea para poder observar en que parte del proceso se está.

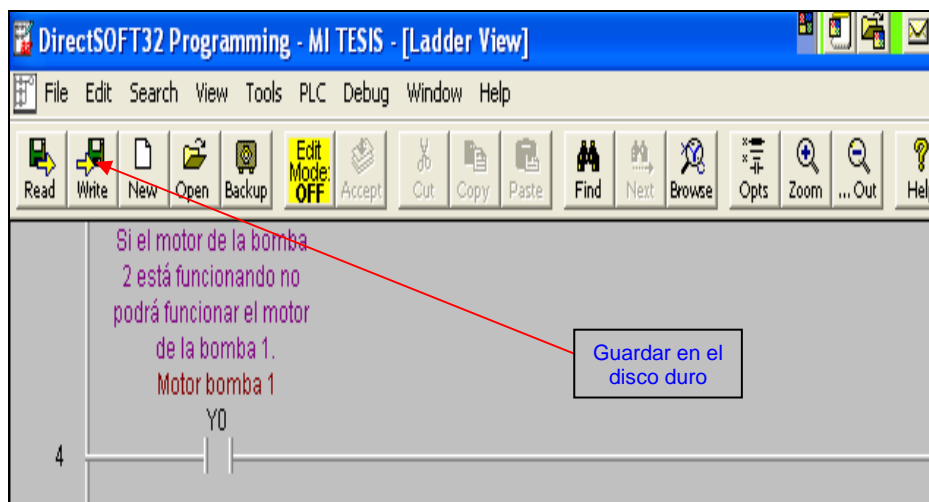


Fig.3.17: Grabando el programa en el disco duro de la PC

3.2 DISEÑO DE LA LOGICA DE CONTROL

Para su funcionamiento, la inyectora TRIULZI, posee un motor con las siguientes características:

- Potencia: 20 HP.
- Voltaje: 380 voltios.
- Velocidad: 1720 RPM.

El ciclo de trabajo normalmente ejecutado, sea cuando se use el ciclo manual o cuando se use el ciclo automático, inicia con el cierre del molde.

Con el molde cerrado se permite el accionamiento del pistón de inyección, el cual penetra en el sifón contenedor provocando la inyección del latón líquido en el molde.

La velocidad y la presión de inyección son regulables en un ancho margen a fin de obtener un perfecto ajuste de acuerdo a la necesidad de producción y hacer posible el uso de todas las aleaciones utilizadas en el campo de la fundición por inyección.

Terminado el tiempo prefijado para el enfriamiento del metal en el molde, manual o automáticamente se efectúa la apertura de la máquina y finalmente se efectúa la expulsión de la pieza.

3.2.1 ARRANQUE DEL MOTOR PRINCIPAL

Observar que todos los interruptores termo magnéticos (guarda motor) estén en posición de trabajo (ON = PRENDIDO = 1).

Con el interruptor general (SW1) se energiza todo el sistema.

Con el interruptor de control (IL) se energiza el lado primario del transformador de control con 380 voltios, éste a su vez en el lado secundario entrega voltajes reducidos para el control: una salida de 110 VAC, 1 salida de 24 VAC y otra de 18 VAC. Con la salida de 110 voltios se controla todas las bobinas de los contactores de fuerza que harán trabajar a los motores. Las salidas de 24 voltios primeramente pasan por rectificadores donde se obtiene corriente continua la que será utilizada para la conexión de las entradas y las salidas del PLC así como también para que trabajen las electro válvulas. La secuencia de arranque del motor principal se observa en la figura 3.18.

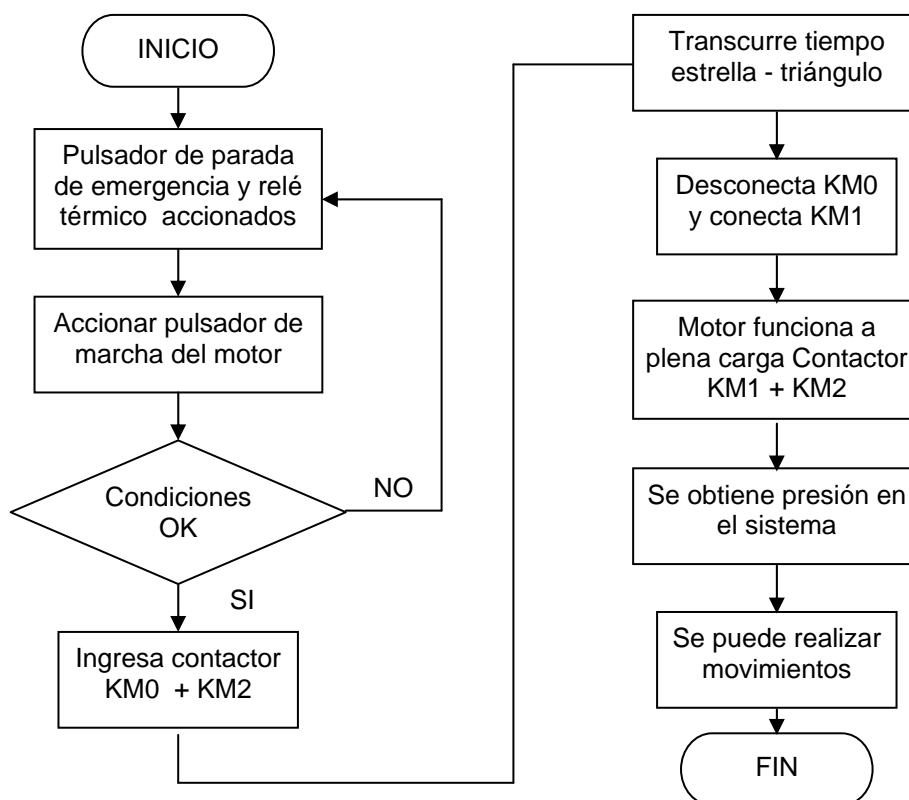


Fig. 3.18: Descripción del arranque del motor principal

Para realizar la programación del PLC es necesario identificar las entradas de mando y control que están asociadas con las figuras 3.29, 3.30, 3.31 y las salidas que están asociadas con las figuras 3.32 y 3.33, así como con las tablas 4.1 y 4.2 del mantenimiento

3.2.2 DETALLE DE FUNCIONAMIENTO DEL PROGRAMA PARA LA INYECTORA TRIULZI

Con el pulsador “parada de emergencia” y el pulsador “paro motor”, entradas X2 y X5 respectivamente (véase listado de entradas en la tabla 4.1) desactivados, entonces accionamos el pulsador “marcha bomba”, entrada X6.

Al accionar la entrada X6 el motor se enciende, siempre y cuando el nivel de aceite hidráulico en el tanque reservorio esté dentro de los límites requeridos, este nivel de aceite es vigilado continuamente mediante un interruptor de nivel, (entrada X1). Además del nivel de aceite correcto, otra condición que debe cumplirse para que arranque el motor es que el relé térmico RT1 no esté “disparado” (entrada X4).

Una vez que se cumplen todas estas condiciones, entra a funcionar el contactor de arranque en estrella KM0 (salida Y0; véase listado de salidas en la tabla 4.2).

Se ha diseñado de modo que el sistema arranque sin presión, razón por la cual el aceite es enviado directamente hacia el tanque durante el tiempo que dura el arranque en estrella, esto se logra energizando la electro-válvula S1 (salida Y15), ver el diagrama hidráulico que se encuentra al final de este capítulo.

Luego que entra a funcionar el contactor de arranque en estrella, inmediatamente entra a funcionar el contactor de línea KM2 (salida Y2). En este mismo instante empieza a transcurrir un tiempo T0, que es el tiempo que el motor funcionará en estrella para luego de esto desconectar el contactor de estrella KM0 (salida Y0) y hacer que entre a funcionar el contactor de arranque en triángulo KM1 (salida Y1). Si en algún momento del proceso la presión del sistema se elevara demasiado y con el fin de proteger, tanto a la bomba hidráulica como a los demás elementos hidráulicos se ha conectado un presostato (entrada X0), el cual desconectará el contactor de línea KM2 (salida Y2), desconectando al mismo tiempo el contactor de arranque en triángulo KM1 (salida Y1).

Se puede observar cuando el motor ha arrancado por completo a través de la luz piloto “bomba en marcha”, que está incorporado en el mismo pulsador de marcha (salida Y106).

Obsérvese el diagrama eléctrico y el programa de control que se encuentran en este capítulo.

Todos los movimientos de la inyectora son comandados desde el tablero de control que se observa en la figura 3.19

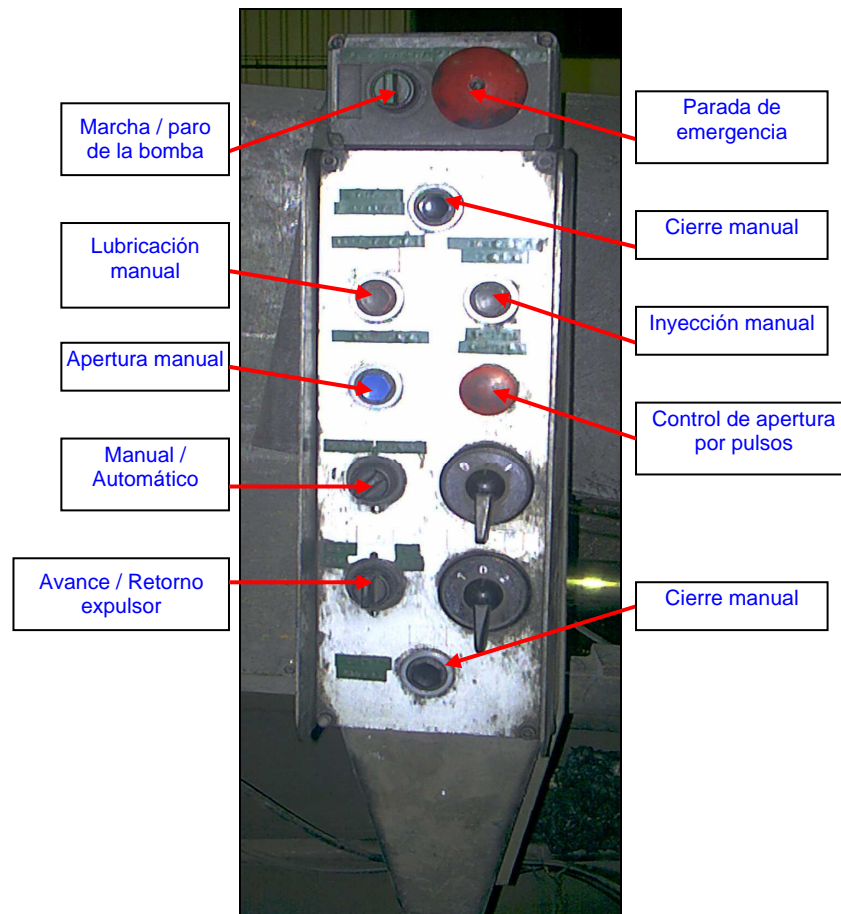


Fig. 3.19: Vista del panel de control

3.2.2.1 Funcionamiento manual

Colocar el selector MANUAL – AUTOMATICO en el modo manual (entrada X7).

El expulsor siempre deberá estar atrás, el final de carrera que indica si el expulsor está retrocedido es el FC7 (entrada X103).

Accionar los dos pulsadores de “cierre molde” que se encuentran conectados en serie (entrada X11), de esta manera se activa la salida Y16 que comanda al relé

K16 y éste a su vez energiza la electro válvula S11 habilitando, hidráulicamente, el movimiento de cierre del molde.

Cuando la salida Y16 acciona la electro válvula S11 entra en funcionamiento el cilindro hidráulico que activa el final de carrera FC1 (entrada X13).

Con esto se energiza la salida Y7 que comanda al relé K7 y acciona la electro válvula (S19) que permite que se ejecute el cierre; con todas estas condiciones cumplidas se energiza la salida Y5 que comanda al relé K5 y acciona la electro válvula (S25) la misma que manda señal al cilindro hidráulico para que se ejecute el movimiento de cierre del molde.

Cuando el molde se cierra acciona el final de carrera FC4, (entrada X16), que indica que el molde se ha cerrado.

Adicional a este final de carrera existe otro que indica que el molde está totalmente cerrado y listo para que se pueda inyectar, este final de carrera es el FC5 (entrada X17).

Solamente así se habilita para que el cilindro de inyección pueda entrar en funcionamiento; se visualiza la condición de que el molde está correctamente cerrado y listo para inyectar a través de la salida Y104 (luz piloto "listo p/inyectar"). Con la salida Y104 habilitada, el operario puede iniciar la inyección, para lo cual vierte latón líquido en la boquilla de inyección y acciona el pulsador "inyección manual" (entrada X20), con esto se energiza la salida Y10 que comanda al relé K10 y acciona la electro válvula S48, la que controla la inyección en su primera fase que corresponde a la velocidad lenta.

Una vez que la fase lenta de inyección entra en funcionamiento comienza a transcurrir el tiempo T11 (tiempo de inyección lenta), luego de transcurrido este tiempo se energiza la salida Y11 que comanda al relé K11 y acciona la electro válvula S46, la que controla la inyección en su segunda fase que corresponde a la velocidad rápida.

Una vez concluida la inyección se puede abrir el molde utilizando el pulsador "abrir molde" (entrada X23), el molde se abre por completo solamente con accionar la entrada X23; pero si se tuviera la necesidad de que el molde se abra por pulsos se tiene que accionar, al mismo tiempo, el pulsador "control de apertura" (entrada X3). Se energiza la salida Y12 que comanda al relé K12 y acciona la electro válvula S15, que controla el movimiento de apertura del molde.

Mientras se va abriendo el molde, el cilindro de inyección avanza hacia adelante empujando de esta manera a la pieza inyectada o en su defecto a lo que queda de ella.

Una vez que el molde se ha abierto por completo se acciona el final de carrera FC 6 (entrada X100).

Solamente con el molde abierto por completo se permite que el expulsor funcione; accionar el selector AVANCE – RETROCESO de expulsor hacia el lado de “avance expulsor” (entrada X101) y se energiza la salida Y13 que comanda al relé K13 y acciona la electro válvula S63, quien controla el movimiento del expulsor hacia adelante.

El selector AVANCE – RETROCESO debe colocarse en el lado de “retorno expulsor” (entrada X102) y se energiza la salida Y14 que comanda al relé K14 y acciona la electro válvula S64, que controla el movimiento del expulsor hacia atrás.

En cualquier momento del proceso se puede lubricar la máquina accionando el pulsador “lubricación manual” (entrada X107), el cual energiza la salida Y17 que comanda al relé K 17 y hace que el motor de lubricación funcione, siempre y cuando el nivel de aceite de lubricación en el reservorio esté dentro de lo permitido; el nivel de aceite es controlado mediante un interruptor de nivel (entrada X110). Si ocurriera que el aceite de lubricación se termina, el PLC presenta un mensaje en el display al mismo tiempo que se activa una alarma sonora y visual, pero esto no implica que la inyectora deje de funcionar.

Durante la colocación del molde será necesario que el espacio entre las placas fija y móvil, “altura de molde”, se agrande o se achique; esto se consigue mediante el accionamiento del selector “habilitar altura de molde” (entrada X104), al mismo tiempo debe accionarse el selector “altura de molde cerrar” (entrada X105) o el selector “altura de molde abrir” (entrada X106). Con esto se energizan las salidas Y3 e Y4 que comandan a los relés K3 y K4 respectivamente, las que se encargan de hacer funcionar el motor de altura de molde ya sea para abrir o para cerrar.

Se puede pulverizar la matriz accionando el pulsador “pulverizar matriz” (entrada X120), que energiza la salida Y103 activando al relé K103 que acciona la electro

válvula SH₂O dejando pasar aire comprimido que por el principio de Ventura arrastra una solución de agua con carbón activado para pulverizar la matriz.

Nota1: en cualquier etapa del proceso el operario puede realizar cambios a los valores seteados utilizando para ello, como referencia, la tabla 4.3.

Nota2: referirse al diagrama hidráulico adjunto para observar su funcionamiento.

3.2.2.2 Funcionamiento automático

Colocar el selector MANUAL – AUTOMATICO en el modo automático (entrada X10).

El ciclo automático siempre empezará con el molde abierto.

Estando el molde abierto, el expulsor siempre deberá estar atrás (entrada X103), en estas condiciones se acciona el pulsador “cierre automático” (entrada X12) y se activa la salida Y5 que comanda al relé K5 y el molde empieza a cerrarse.

Una vez que el molde se cierra por completo activa los finales de carrera FC4 y FC5 (entrada X16 y X17 respectivamente) los que indican que el molde está cerrado y trabado, por lo tanto listo para inyectar.

Una vez que el molde está completamente cerrado se enciende una luz piloto (salida Y104) indicando que el molde está listo y se puede comenzar a inyectar.

Accionar el pulsador “inicio ciclo” (entrada X21) y empieza el ciclo de inyección en su primera etapa, se activa la salida Y10 (la velocidad lenta corresponde a la primera etapa de inyección) en este instante empieza a transcurrir un tiempo T11 luego del cual se da inicio a la segunda etapa de inyección, se activa la salida Y11 (la velocidad rápida corresponde a la segunda etapa de inyección).

En el momento en que inicia la inyección lenta empieza a correr un tiempo T2 que es el tiempo de enfriamiento, este tiempo se regula de acuerdo a la necesidad de cada pieza que se inyecta . una vez que este tiempo transcurre el molde empieza a abrirse, se activa la salida Y12.

El molde se abre hasta que acciona el final de carrera FC6 (entrada X100), al accionar esta entrada se confirma que el molde está totalmente abierto y que se puede iniciar la expulsión, se garantiza que siempre se expulse con el molde abierto pues de lo contrario podrían dañarse los expulsores.

El avance del expulsor (salida Y13) puede regularse a través del tiempo T3 “tiempo de expulsión”, una vez que transcurre el tiempo T3 se da inicio al retorno del expulsor (salida Y14).

El número de expulsiones se regula mediante el contador CT0.

Estando en ciclo automático se toma en cuenta el número de golpes que realiza la inyectora mediante el contador CT1 para activar el sistema de lubricación; cuando el número de ciclos fijado es alcanzado este contador activa el motor de lubricación del sistema, salida Y17.

En el momento en que empieza la lubricación transcurre un tiempo T4 “tiempo de lubricación”, que es el tiempo que permanecerá encendido el motor de lubricación.

Por cada ciclo cumplido satisfactoriamente el contador CT2 incrementa su valor en una unidad, al mismo tiempo se envía una señal al contador externo (salida Y100).

El sistema cuenta con avisos de error, los mismos que son presentados en pantalla con su texto correspondiente, ayudando de esta manera a que el operador pueda descubrir fácilmente la causa por la que la máquina se detiene, en el momento que se presente un error el sistema avisará al operador mediante una alarma sonora y una alarma luminosa.

A continuación se presenta el programa LADDER para el control de la inyectora TRIULZI.

PROGRAMA LADDER PARA EL CONTROL DE LA INYECTORA TRIULZI

Path:	c:\directsoft4\projects\triulzi1.prj
Save Date:	10/23/2005
Creation Date:	10/22/2005
PLC Type:	06
Class ID:	Direct Logic 06 Series
Description:	Modernización de la inyectora TRIULZI
Company:	INDUSTRIA EXPORTADORA "SAN PIETRO" S.A
Department:	MANTENIMIENTO ELECTRICO
Programmer:	FRANKLIN LLUMIQUINGA

3.3 MONTAJE DEL TABLERO DE FUERZA Y DE CONTROL

Un armario metálico se encarga de contener tanto el circuito de fuerza como el de control con todos los elementos respectivos para cada uno de ellos, se mantiene esta disposición con el fin de asegurar que no exista ningún cableado accidental entre los circuitos que son completamente independientes, en las figuras 3.20 y 3.21 se puede notar la disposición de los circuitos.

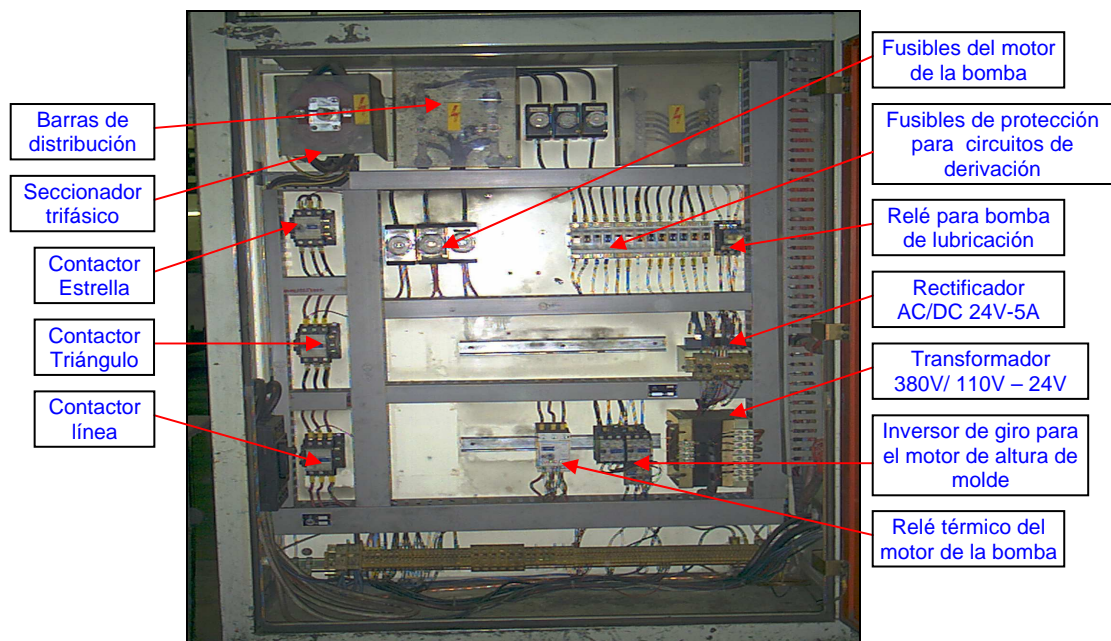


Fig. 3.20: Disposición del circuito de fuerza

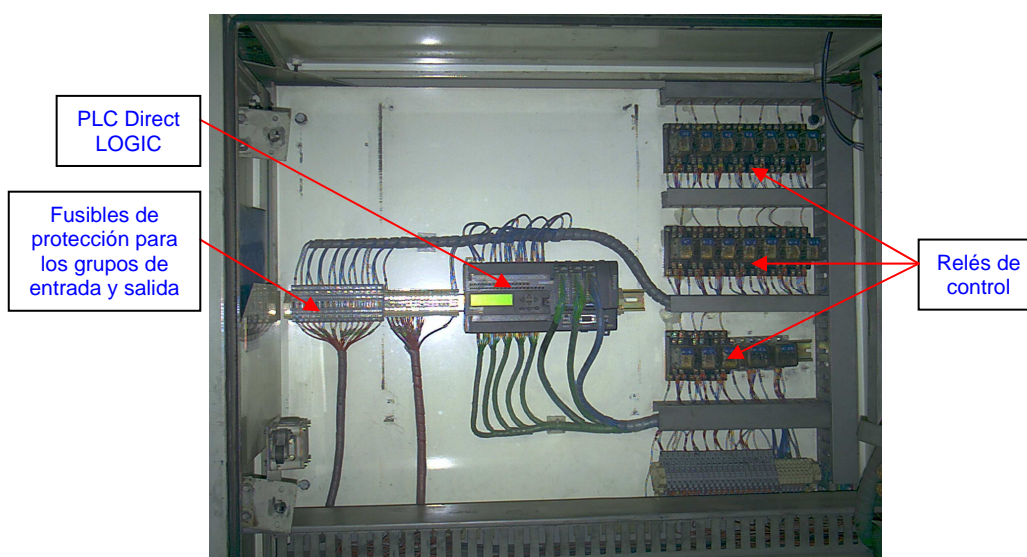


Fig. 3.21: Disposición del circuito de control

A continuación se hace una descripción de cada una de las salidas lógicas que gobiernan a los relés auxiliares de control, figura 3.21, los cuales controlan a los distintos elementos de la máquina:

- K0 Relé para el arranque estrella del motor principal
- K1 Relé para el arranque triangulo del motor principal
- K2 Relé para el arranque línea del motor principal
- K3 Relé para el arranque del motor de altura de molde (abrir)
- K4 Relé para el arranque del motor de altura de molde (cerrar)
- K5 Relé para el cierre de molde
- K6 Relé para el cierra a baja presión
- K7 Relé para el consentimiento de cierre
- K10 Relé para la 1^{era} fase de inyección
- K11 Relé para la 2^{da} fase de inyección
- K12 Relé para abrir el molde
- K13 Relé para el avance del expulsor
- K14 Relé para el retorno del expulsor
- K15 Relé para el arranque sin presión
- K16 Relé para el seguro electro hidráulico
- K17 Relé para el arranque del motor de lubricación
- K101 Relé para la alarma
- K102 Relé para el intercambiador de calor (opcional)
- K103 Relé para el pulverizador
- K105 Relé para el expulsor central

Estos son relés de 3 polos cuya bobina trabaja con 24 VDC, a través de los contactos de estos relés circula la corriente eléctrica que hará actuar a los distintos elementos de la inyectora como: contactores, solenoides de las electro válvulas. Son utilizados para proteger a las salidas digitales del PLC y al mismo tiempo elevar su tiempo de vida, puesto que la corriente que circula por las salida digitales será solamente la necesaria para controlar a los relés lo que no sucedería si se manejaran directamente a las cargas e incluso si existiera algún corto circuito en la máquina misma, el elemento que llevaría la peor parte sería el contacto del relé y no la salida, es mucho más fácil y menos costoso reemplazar un relé que un módulo de salidas digitales.

A continuación se presenta los diagramas; electromecánico e hidráulico utilizados para el control de la inyectora TRIULZI los mismos que han sido elaborados de una manera que los operarios encargados del mantenimiento eléctrico tengan una herramienta con la que puedan realizar su trabajo cuando la inyectora lo requiera.

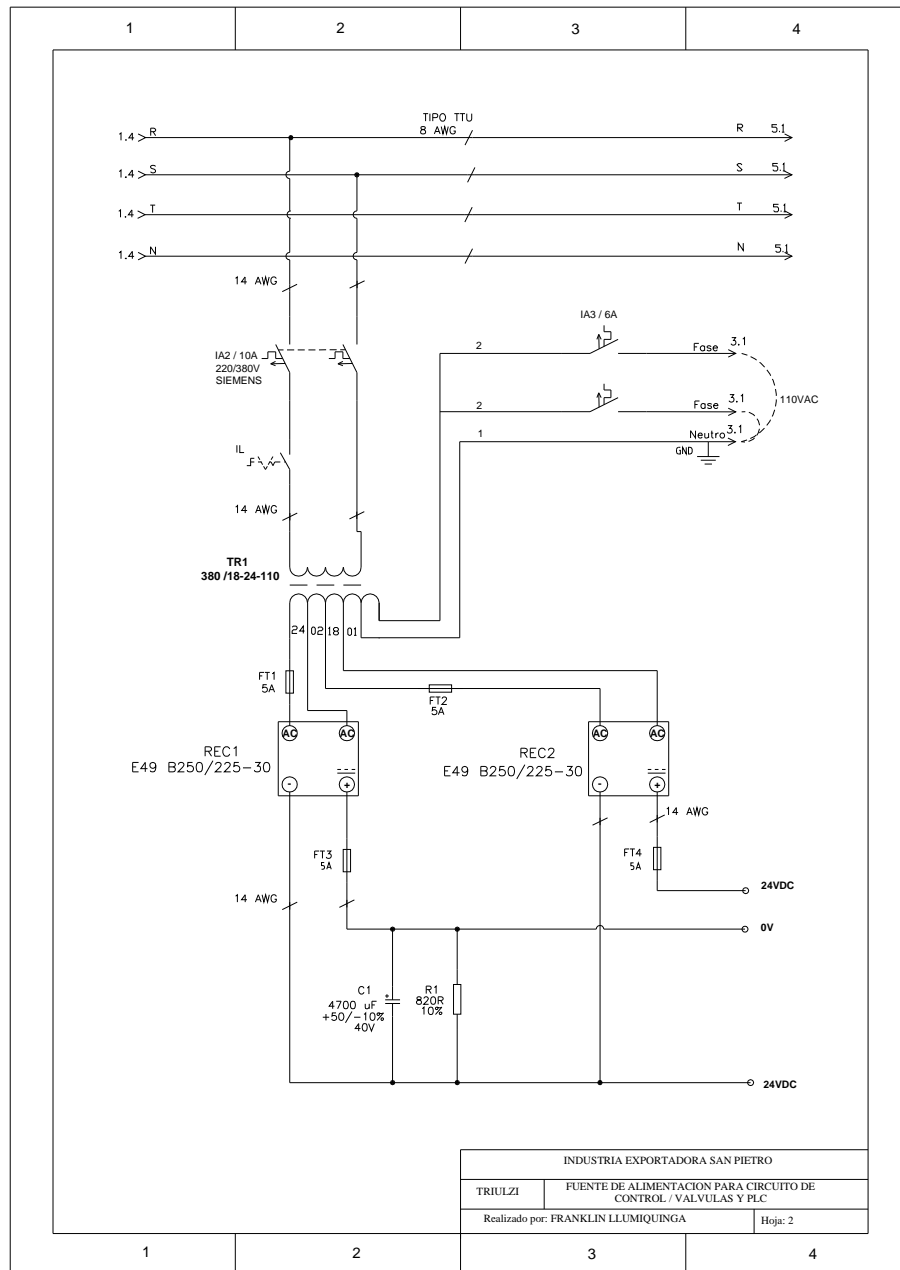


Fig. 3.22: Circuito de alimentación para el circuito de control y válvulas

La figura 3.22 indica la fuente de alimentación y su distribución para el funcionamiento de la inyectora TRIULZI, esta fuente está compuesta por un

transformador monofásico cuyo voltaje primario es 380VAC y en el secundario se obtienen 110VAC, 24VAC y 18VAC.

La salida de 110VAC es utilizada tal y como sale del transformador para el control de los contactores de fuerza y también para alimentar el PLC.

La salida de 18VAC antes de ser usada es rectificadada y filtrada para obtener 24VDC que se usan como comunes de las entradas y salidas digitales en el PLC.

La salida de 24VAC antes de ser usada es rectificadada y se usa para la conexión de los elementos de maniobra como son las electro válvulas.

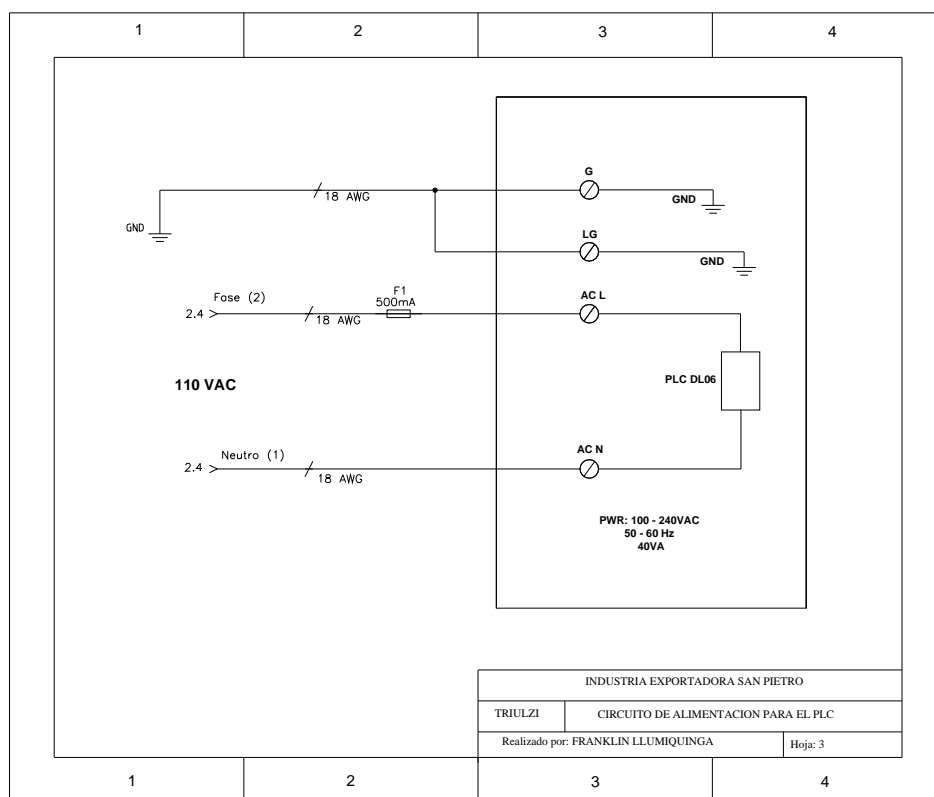


Fig. 3.23: Circuito de alimentación para el PLC

El PLC es alimentado con un voltaje alterno de 110V y además debe ser conectada a tierra, como se observa en la figura 3.23. El PLC puede ser alimentado con un voltaje que oscile entre 100 y 240VAC con una frecuencia de red que esté entre 50 y 60 Hz y la potencia que maneje no debe exceder de 40VA; para su protección se ha colocado un fusible de 500mA de fusión rápida.

Cuando la unidad va a operar con un voltaje de 110/125VAC solamente es necesario usar fusible en la línea de fase, no es necesario usar fusible en la línea de neutro.

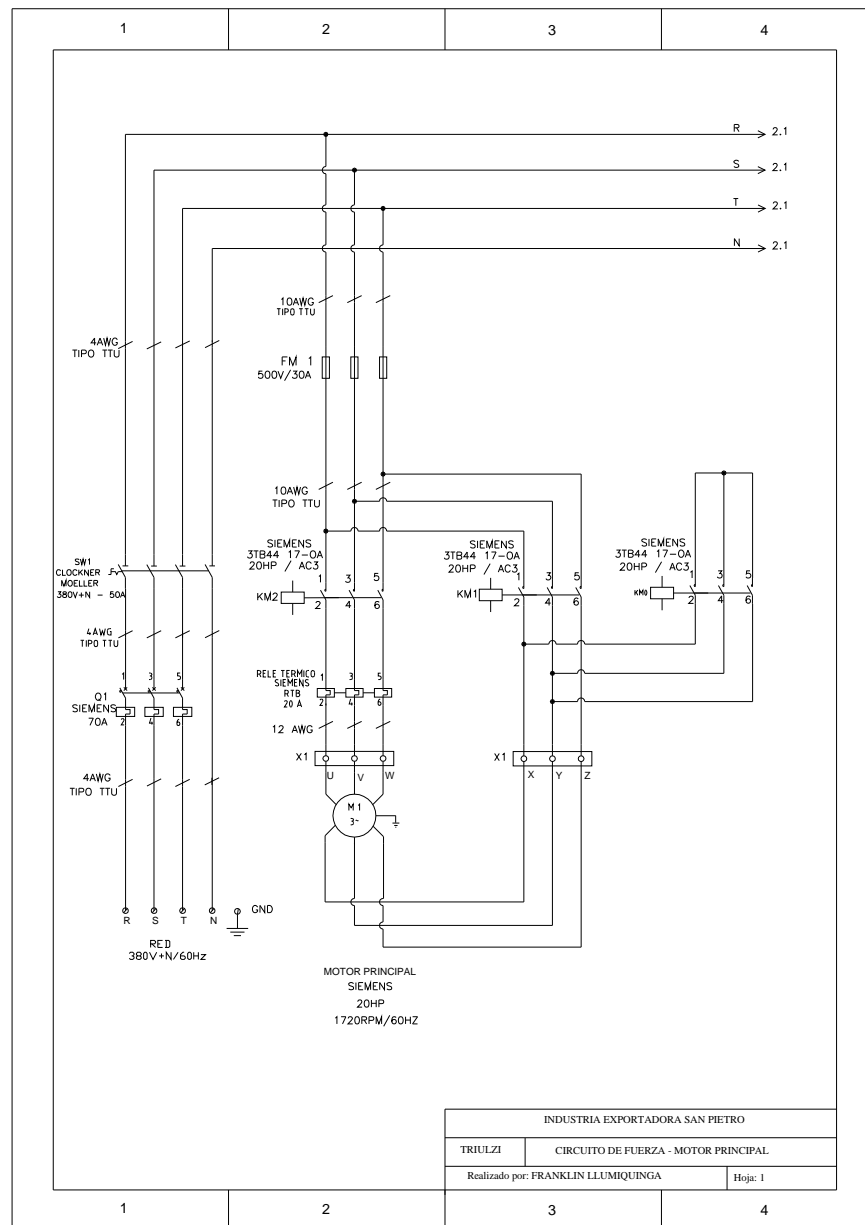


Fig. 3.24: Circuito de fuerza para el motor principal

La alimentación principal de 380V pasa a través del interruptor trifásico SW1 que tiene una capacidad de conducción de 50A, la conexión es realizada con cable N° 4 AWG tipo TTU que tiene una capacidad de conducción 70A, según tabla técnica del grupo SCHNEIDER, ver anexo 1.

El circuito de fuerza para el arranque del motor principal es el que se indica en la figura 3.24; el cual se encuentra protegido por medio de fusibles (FM1) de 35A de fusión lenta, este motor utiliza un arranque estrella – triángulo para lo cual se tiene un juego de tres contactores, KM0, KM1 y KM2, marca Siemens tipo 3TB44; para la protección contra sobrecarga se utiliza un relé térmico de marca Siemens tipo

3RU1936 – 3AA01 de 18 a 25A, las conexiones del motor principal son realizadas con un cable N° 10 AWG tipo TW que tiene una capacidad de conducción de 30A, ver anexo 1.

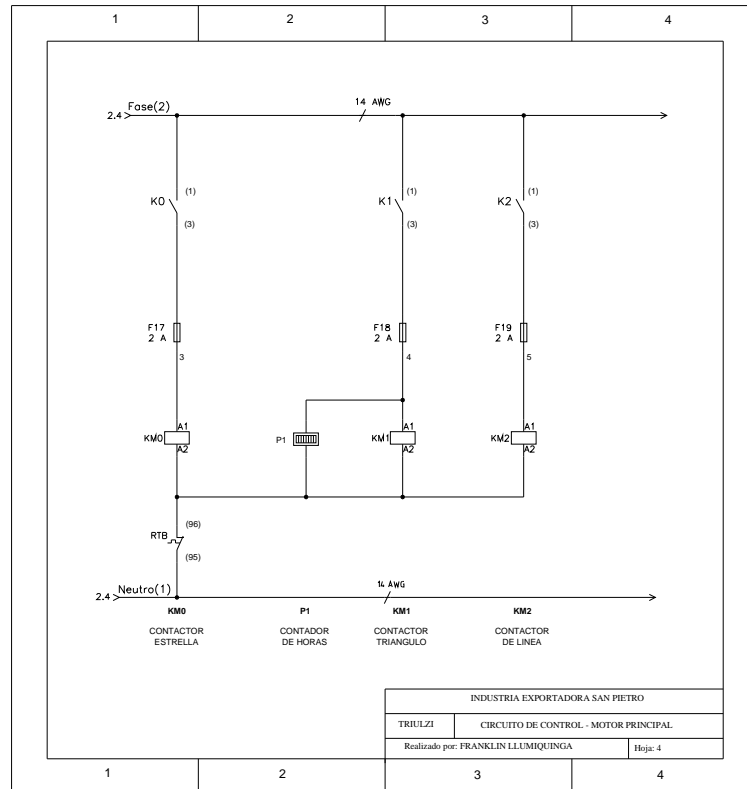


Fig. 3.25: Circuito de control para el motor principal

El control del motor principal es realizado por el PLC, ver programa ladder para el control de la inyectora TRIULZI, y las señales de control pasan por los relés auxiliares K0, K1 y K2 como lo indica la figura 3.25, las bobinas de los contactores que realizan el arranque del motor principal trabajan con una tensión de 110V.

En su primera fase de arranque, estrella, entran en funcionamiento los contactores KM0 y KM2 que corresponden al contactor estrella y contactor de línea respectivamente, al transcurrir un tiempo determinado desconecta el contactor KM0 y conecta el contactor KM1 que corresponde al contactor que realiza el arranque triángulo, es absolutamente recomendado que durante el arranque del motor principal el contactor de la conexión estrella cierre antes que el contactor de línea, con esto se consigue que el contactor de la conexión estrella cierre sin carga y no se deteriore.

El sistema tiene conectado en paralelo con la bobina del contactor de arranque en triángulo un contador de horas el mismo que sirve para llevar un control del

número de horas que la inyectora trabaja realmente ya que ningún movimiento de la máquina es permitido mientras no entre en funcionamiento el contactor de arranque triángulo.

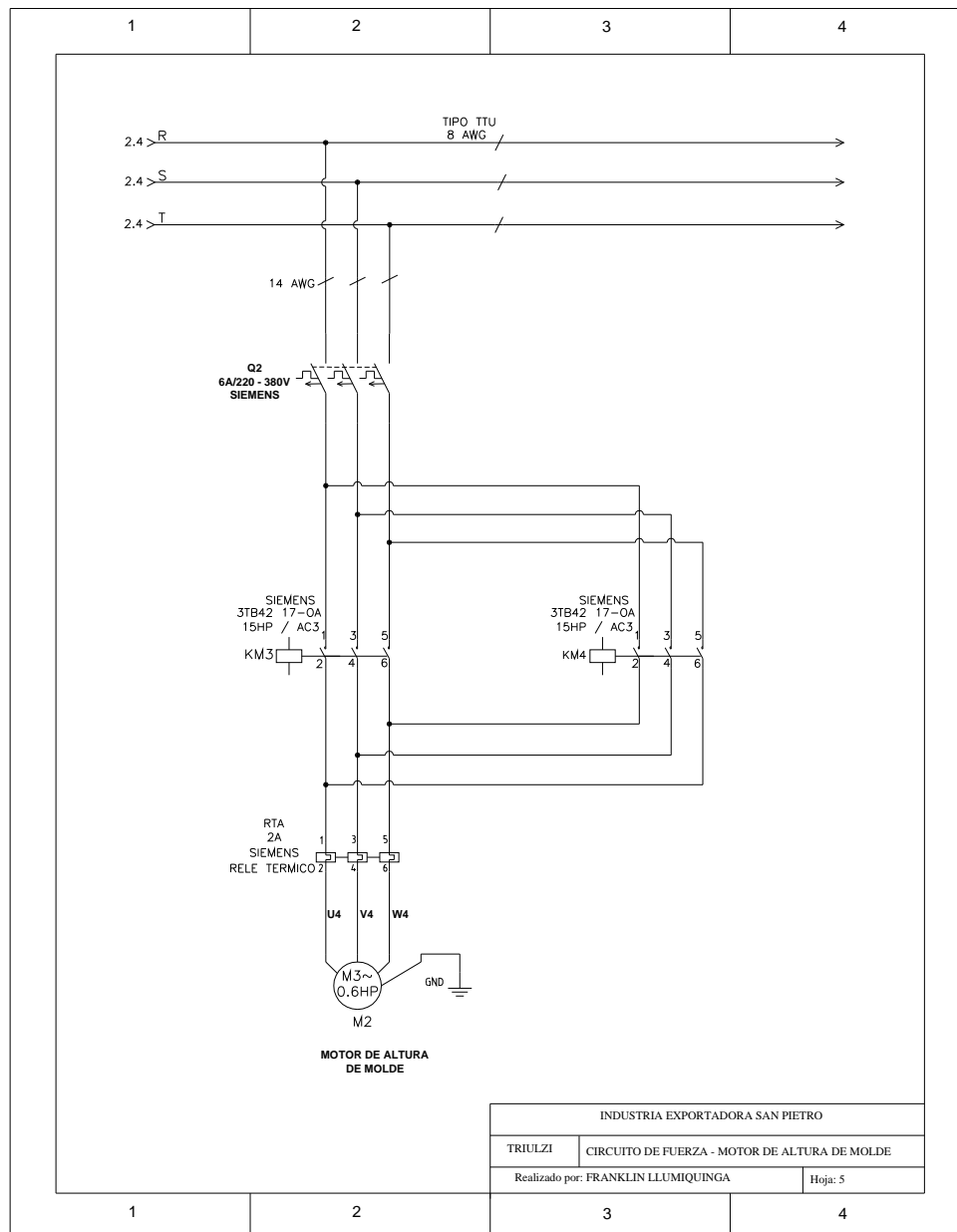


Fig. 3.26: Circuito de fuerza para el motor de altura de molde

Además del motor principal, la inyectora tiene un motor 0.5 KW que es utilizado para variar la altura de molde, para esto se utiliza un inversor de giro que está compuesto de los contactores KM3 y KM4 marca Siemens tipo 3TB 42, para la protección contra la sobrecarga posee un relé térmico marca Siemens tipo 3UA52 de 1.6 a 2.5A, el circuito de fuerza para este inversor de giro se indica en la figura

3.26; las conexiones de este motor son realizadas con cable N° 14 AWG tipo TW que tiene una capacidad de conducción de 15A, ver anexo 1.

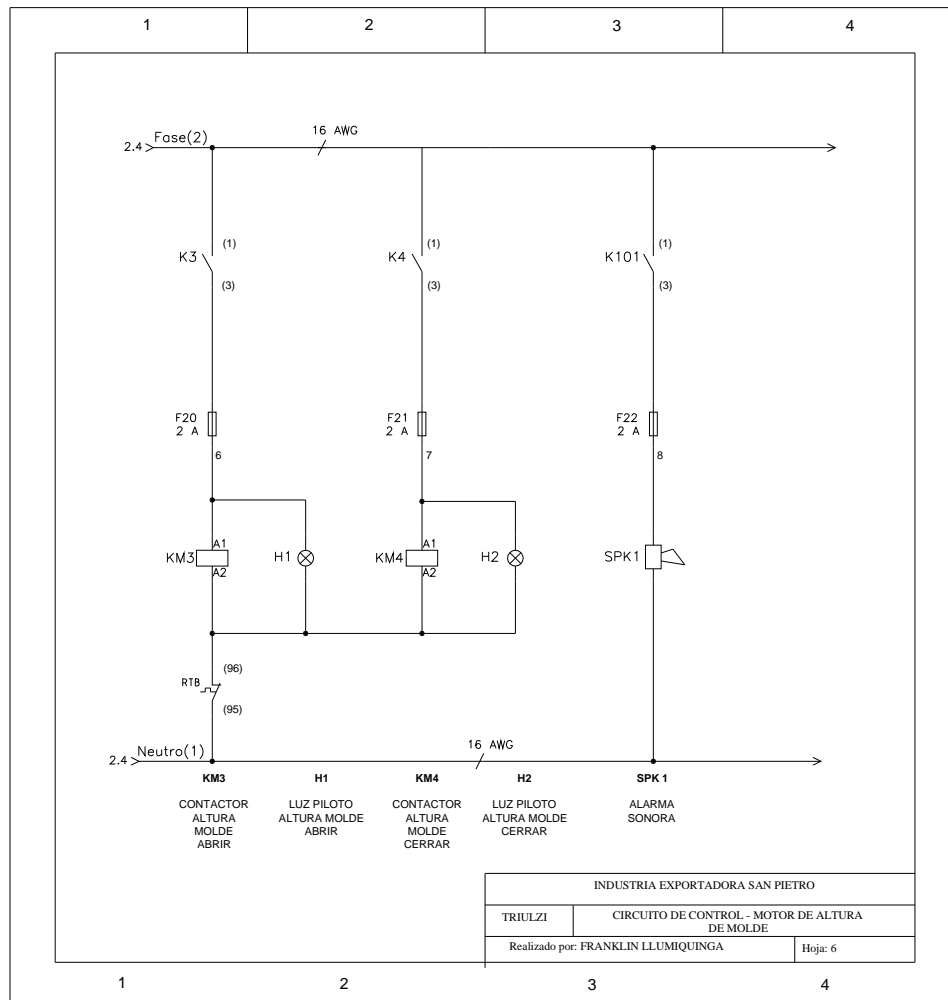


Fig. 3.27: Circuito de control para el motor de altura de molde y alarma sonora

La figura 3.27 indica cuales son los relés auxiliares, que son comandados por las salidas del PLC, que accionarán a los contactores de fuerza que son los encargados de realizar la inversión de giro del motor de altura de molde, para cada uno de los sentidos de giro existe una luz piloto que indicará que el motor está siendo accionado en uno u otro sentido, la luz piloto H1 se enciende cuando se está agrandando el espacio para colocar la matriz, mientras que la luz piloto H2 se enciende cuando se está acortando el espacio para colocar la matriz, para observar el funcionamiento del motor de altura de molde referirse, además del circuito de control que se indica en la figura 3.27, al programa ladder de control para la inyectora.

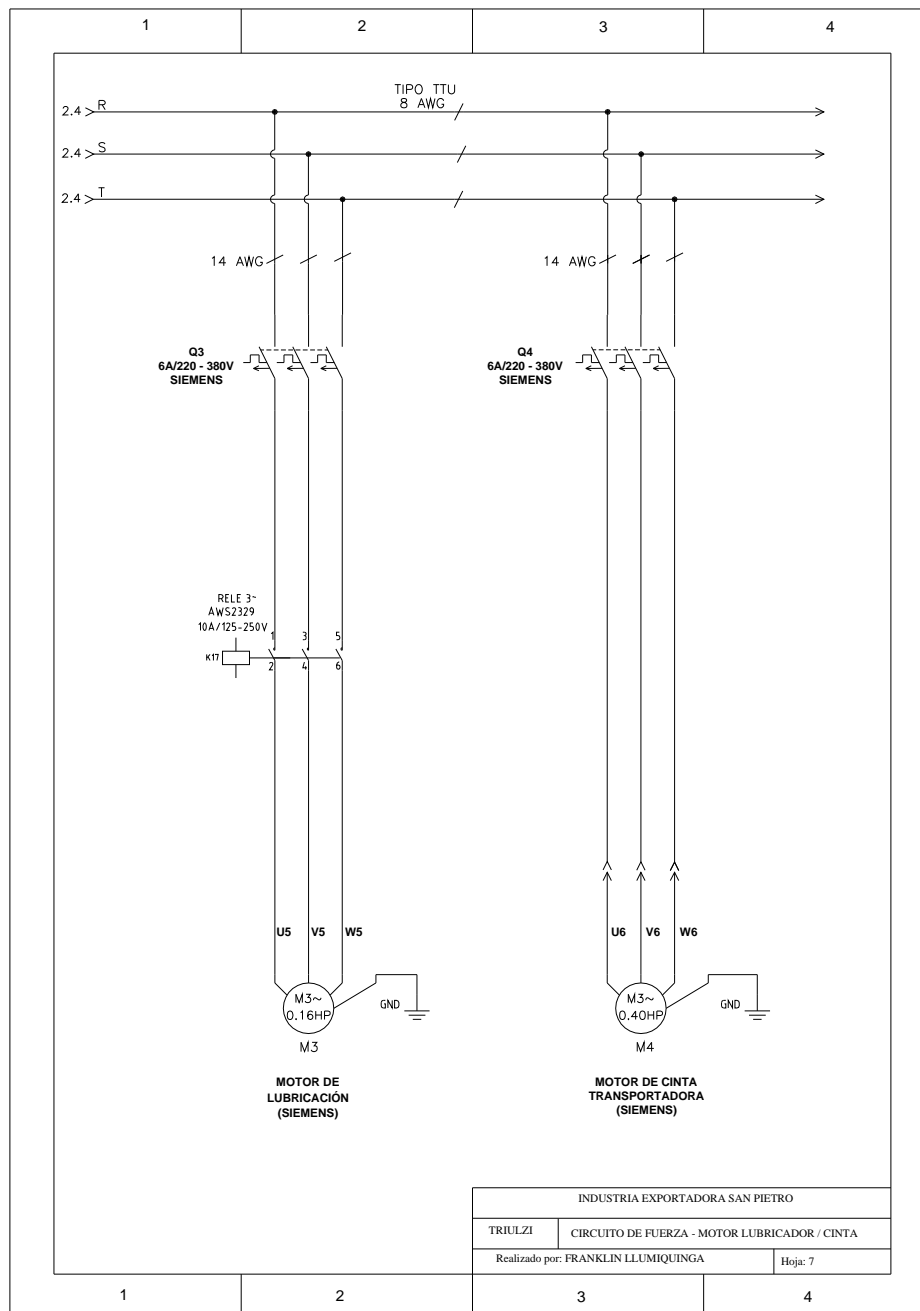


Fig. 3.28: Circuito de fuerza para el motor de lubricación y de la cinta transportadora

El motor M 3 corresponde al de la lubricación, el mismo que es comandado por el relé trifásico K17, figura 3.28; la protección contra sobrecarga está a cargo del guardamotor Q3.

Así también está el motor M4, de la cinta transportadora, que se encarga de llevar las piezas inyectadas desde el sitio en el que caen hasta el contenedor en el cual son enfriadas para su posterior manipuleo, este motor está protegido por el guardamotor Q4.

Las entradas digitales son configuradas de la manera indicada en las figuras 3.29, 3.30 y 3.31, a las entradas se les hace llegar 0 voltios siendo los +24 VDC el punto común para cada grupo de cuatro entradas.

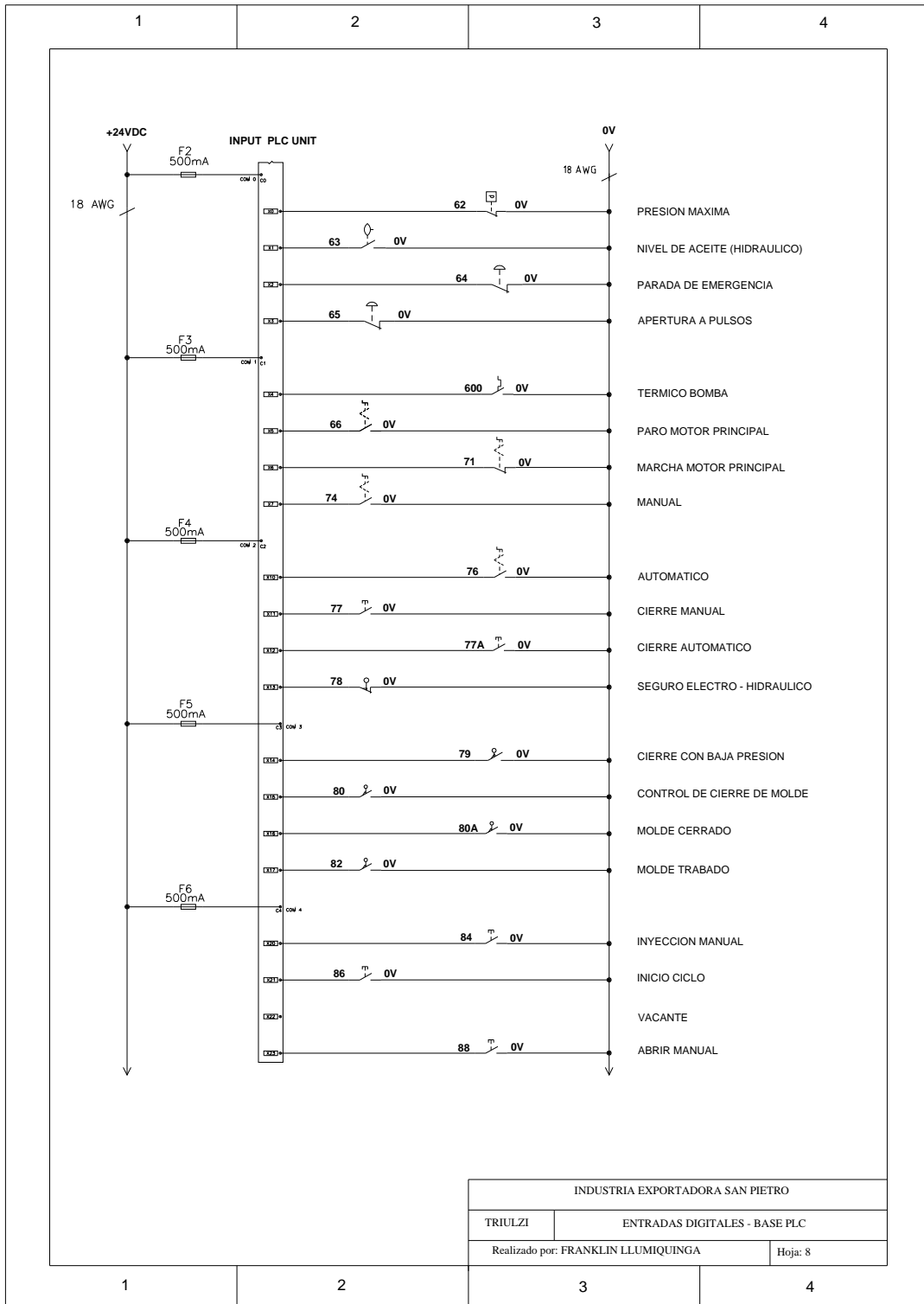


Fig. 3.29: Entradas digitales – Base PLC

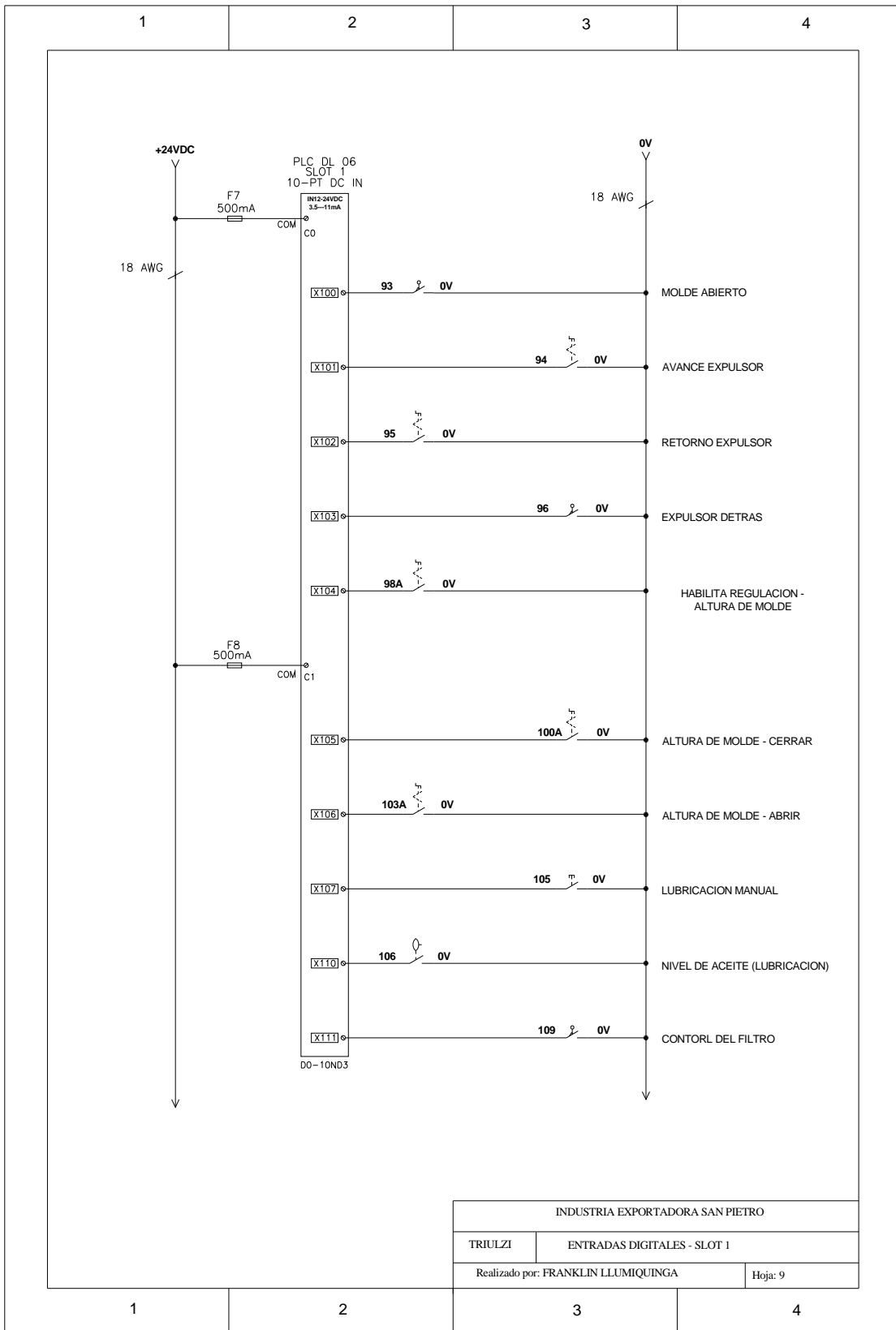


Fig. 3.30: Entradas digitales – Slot 1

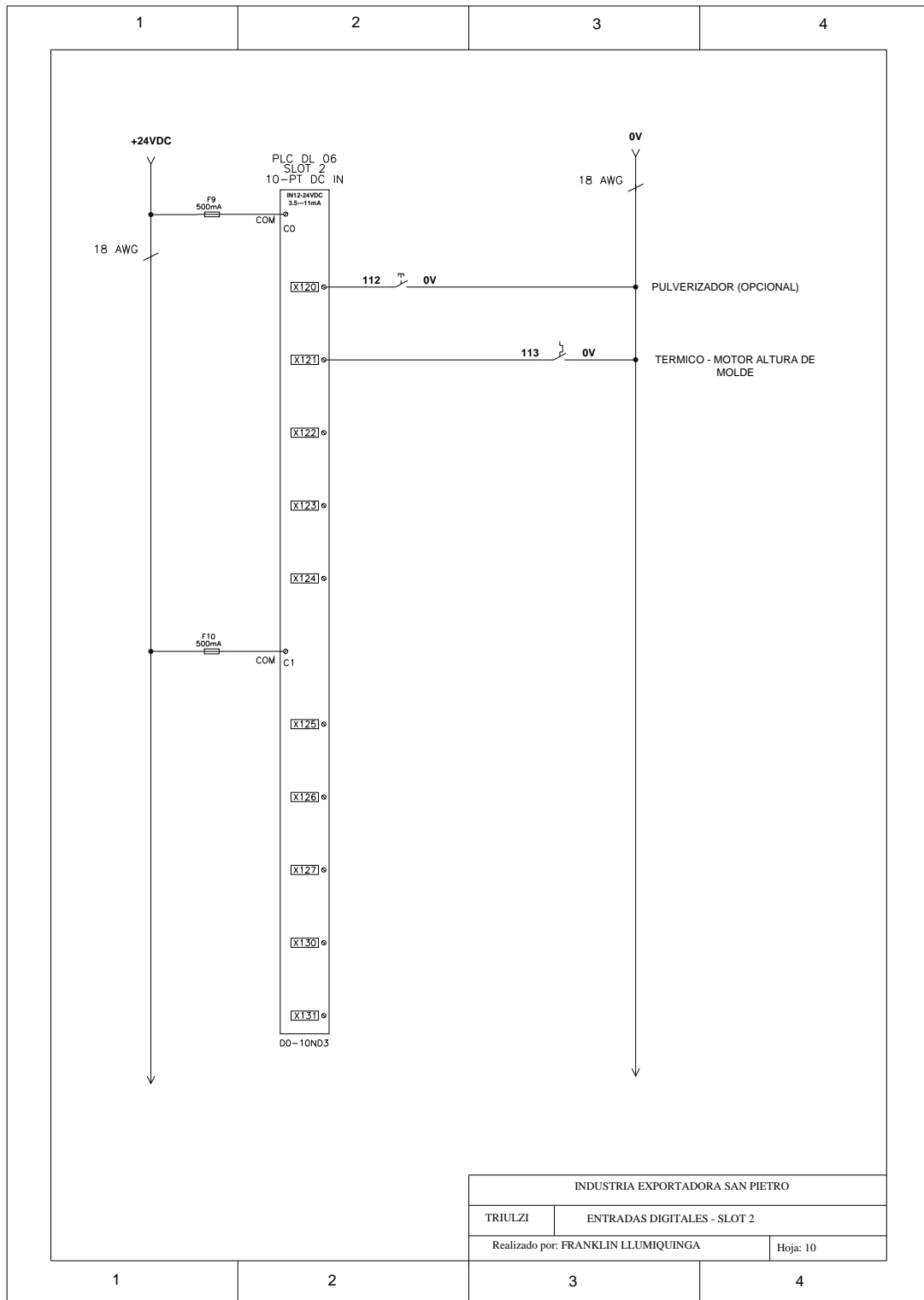


Fig. 3.31: Entradas digitales – Slot 2

Las salidas digitales son de tipo PNP, es así que el punto común entre los elementos de control (relés, luces piloto, etc) es 0 voltios mientras que del PLC sale el +24VDC hacia cada uno de los elementos de control, figuras 3.32 y 3.33.

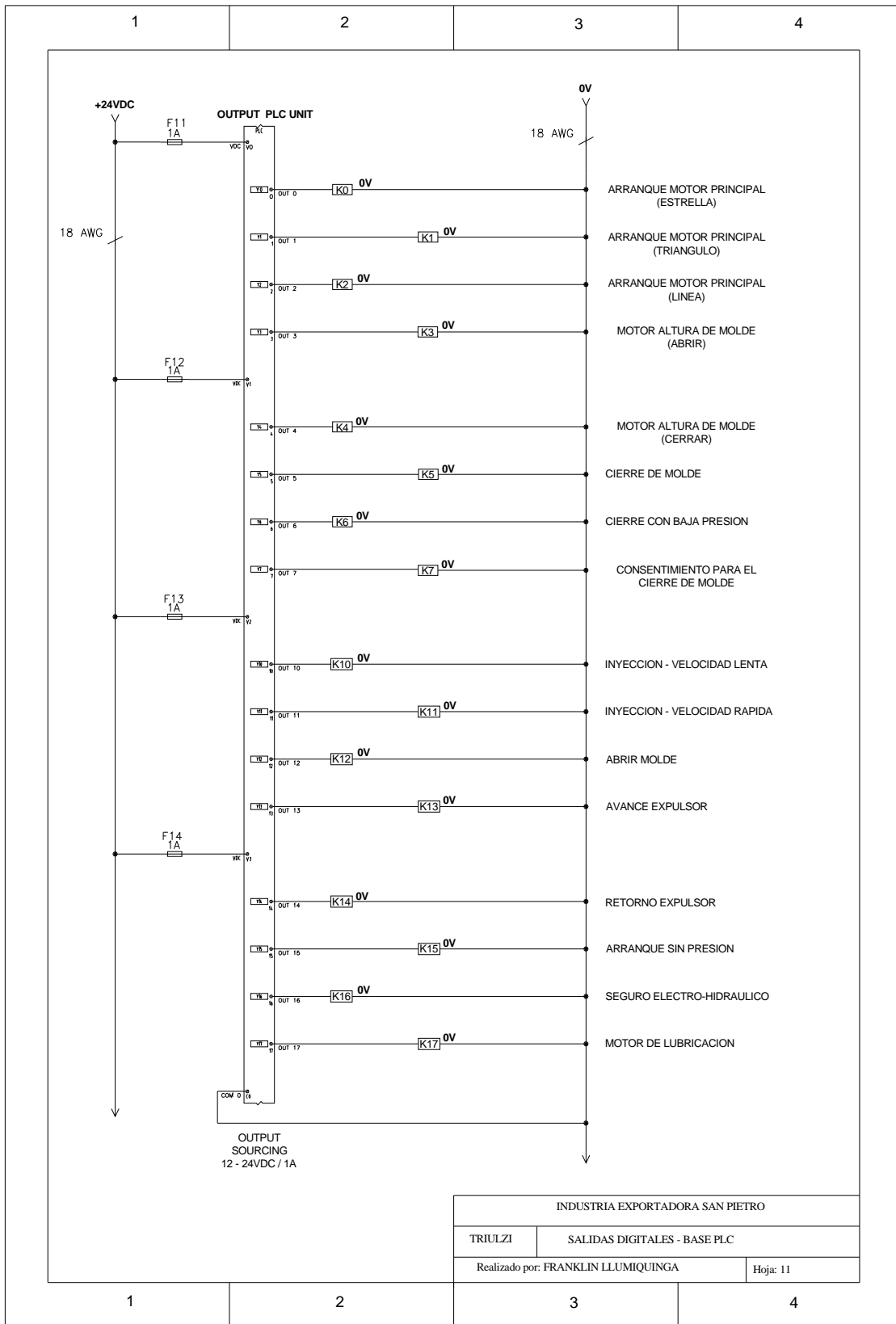


Fig. 3.32: Salidas digitales – Base PLC

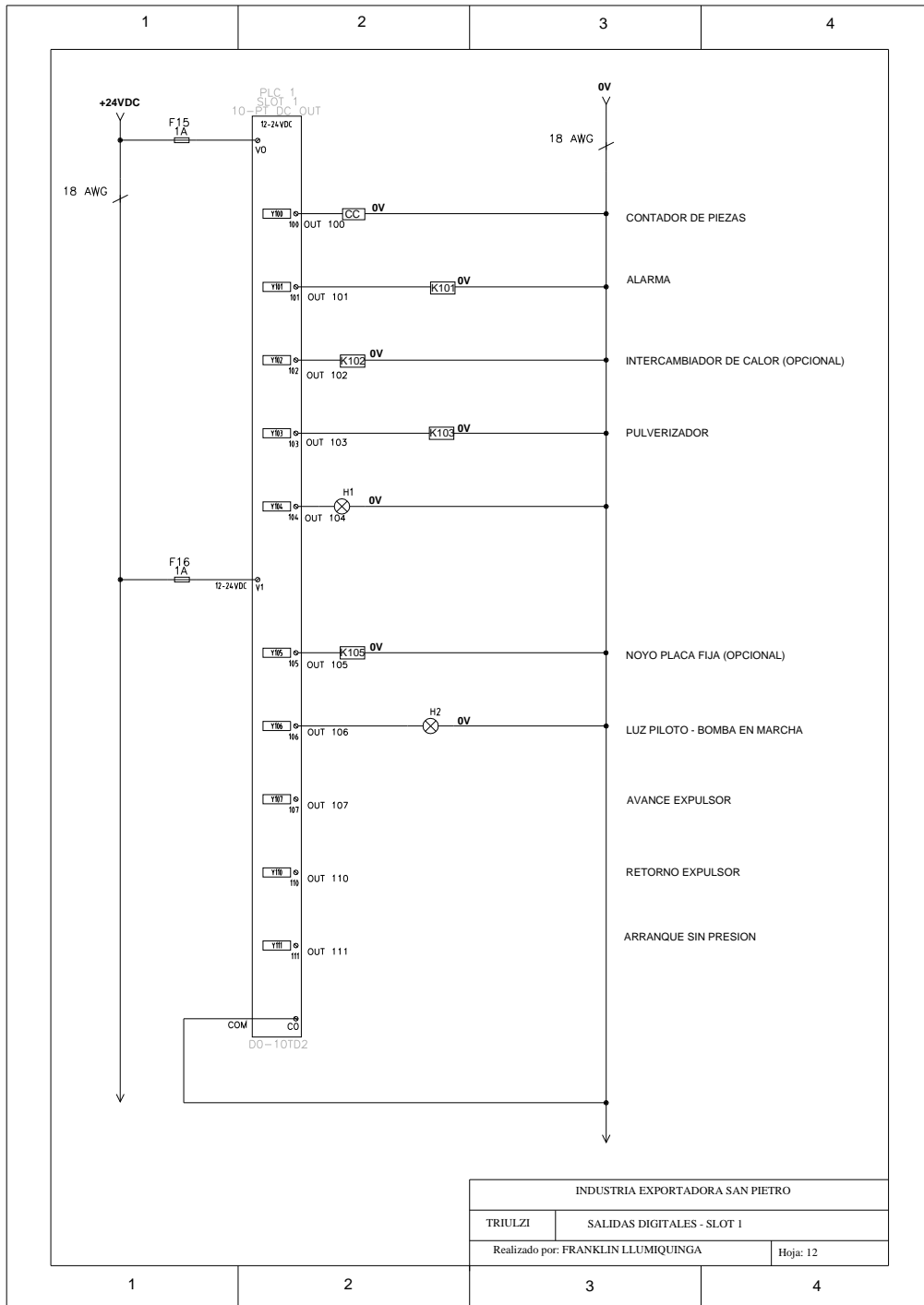


Fig. 3.33: Salidas digitales – Slot 1

Las figuras 3.34, 3.35 y 3.36 indican la conexión de cada uno de los elementos de maniobra como son las electro válvulas, las mismas que funcionan con un voltaje de 24 VDC que son alimentados a través de los diferentes relés, al mismo tiempo cada uno de los relés reacciona a las órdenes que reciben del PLC.

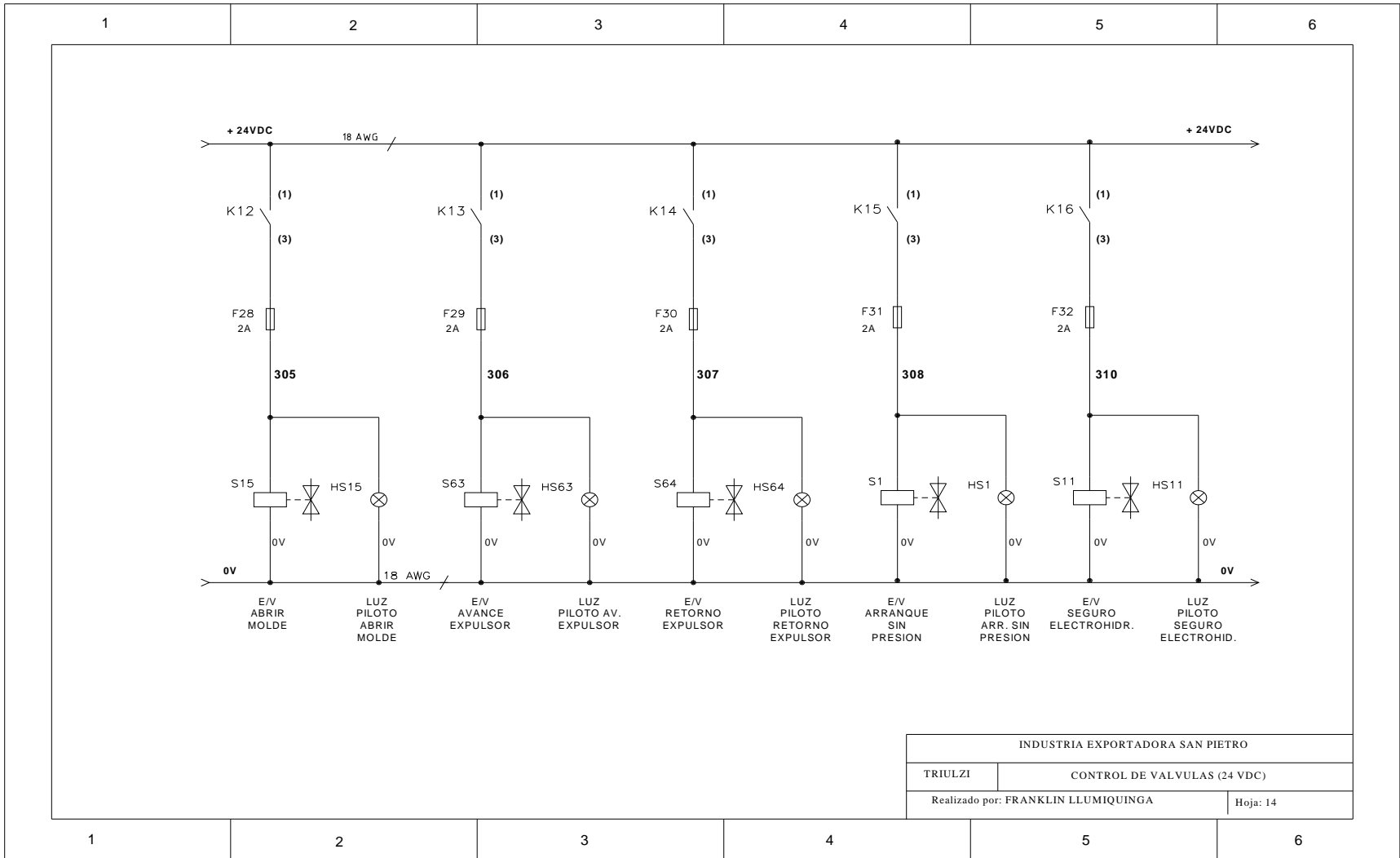


Fig. 3.35: Circuito electromecánico – Control de válvulas (24VDC)

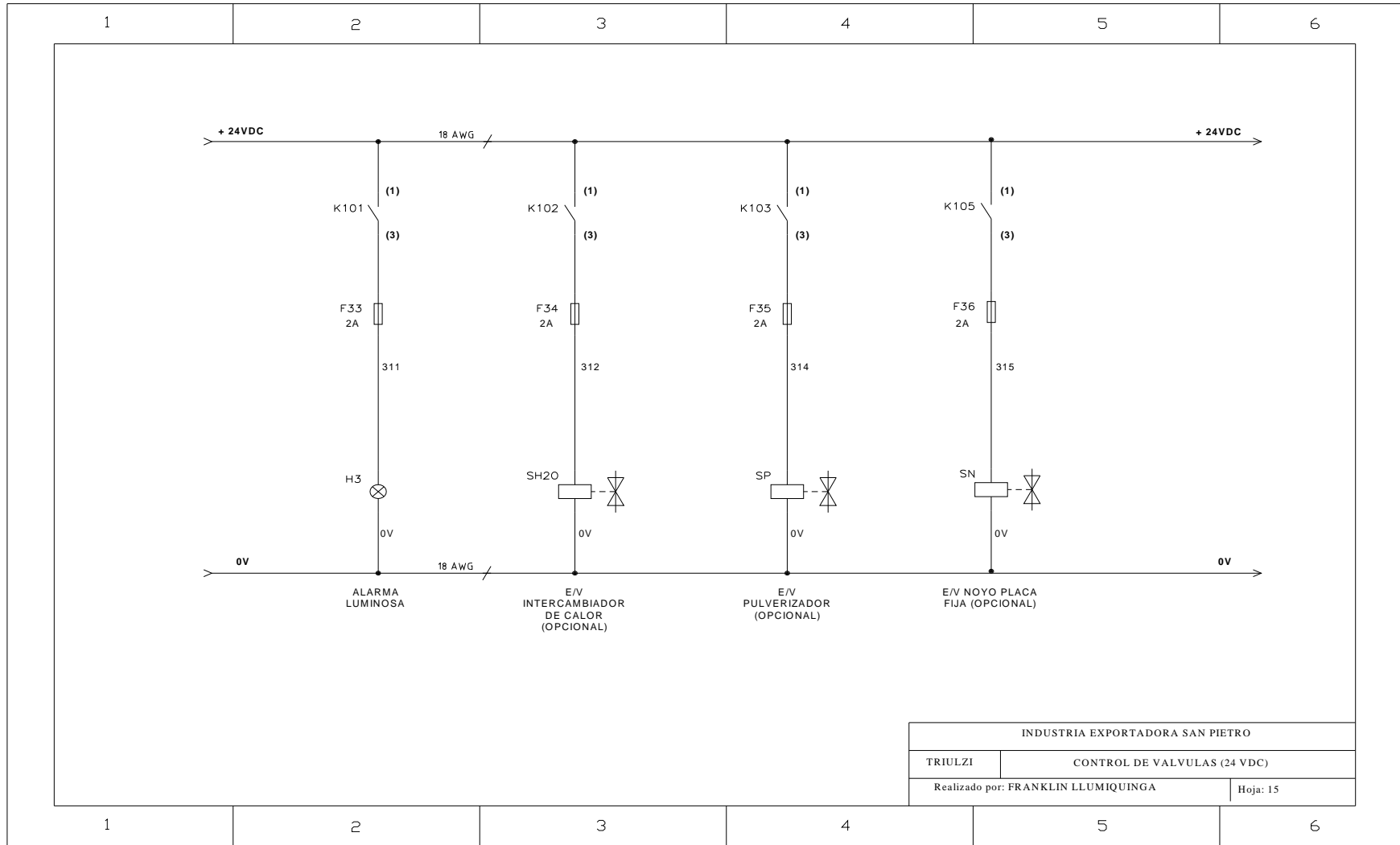


Fig. 3.36: Circuito electromecánico – Control de válvulas (24VDC)

CAPITULO IV

MANTENIMIENTO

4.1 MANUAL DE OPERACIÓN

Antes de operar la inyectora TRIULZI, quien lo vaya a hacer, deberá recibir una capacitación previa para evitar accidentes y prevenir daños irreparables tanto en la inyectora como en el operario, es así que se ha preparado una guía de instrucciones destinada a dar al futuro operario las indicaciones que le serán útiles antes y durante la operación de la misma.

Según la matriz que se esté colocando debe agrandarse o achicarse la “altura de molde” de la inyectora para lo cual se aflojan los dos pernos que se indican en la figura 4.1 y se acciona el sistema que está provisto de un motor que es el encargado de hacer mover los engranajes en el sentido requerido, ya sea para agrandar o achicar el espacio, dependiendo de la necesidad.

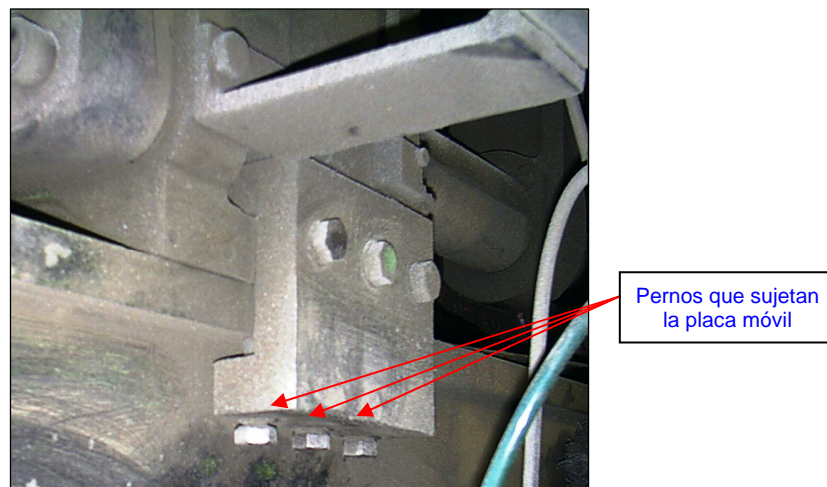


Fig.4.1: Base de sujeción de la placa móvil

Dependiendo de la pieza a fabricar se deberá colocar la matriz apropiada, para ello con la ayuda del montacargas se sube primeramente la placa móvil de la matriz y se la coloca en la inyectora sujetándola con los 4 pernos destinados para ello, luego de haber colocado la placa móvil se deberá colocar la placa fija (figuras 4.2 y 4.3) centrándola con el “embudo”, cuando se ha colocado las dos placas se deberá cerrar la matriz lentamente en el modo manual teniendo la precaución de que las guías de la placa fija ingresen de manera correcta en la placa móvil.

En el modo manual el operario deberá cerrar y abrir la matriz para asegurarse que está colocada correctamente, se observa en la figura 4.2 la placa móvil de una matriz.

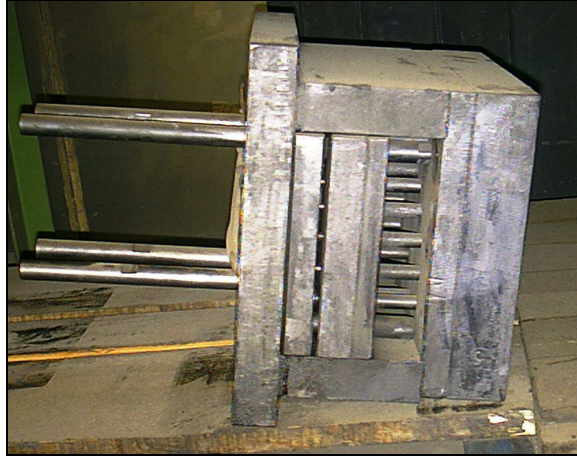


Fig.4.2: Placa móvil de la matriz

En la figura 4.3 se observa la placa fija de una matriz que es utilizada en la inyección de las piezas, en ésta se puede observar las cuatro guías en las cuales debe alojarse la placa móvil y el agujero central por donde atraviesa la colada para distribuirse por cada una de las entradas.

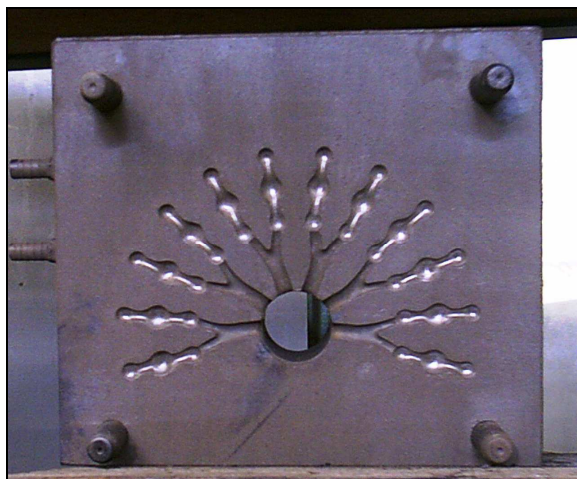


Fig.4.3: Placa fija de la matriz

Una vez terminado de colocar la matriz primeramente se debe calentar la matriz con la ayuda de un quemador que utiliza gas licuado de petróleo (GLP), se la debe calentar por aproximadamente 30 minutos hasta alcanzar una temperatura que oscila entre 75 y 80 grados centígrados, este calentamiento tiene por objeto evitar que el material con el que está fabricada la matriz sufra un cambio brusco

de temperatura y por efecto de choque térmico se deteriore rápidamente, en la figura 4.4 se observa como la matriz es calentada.

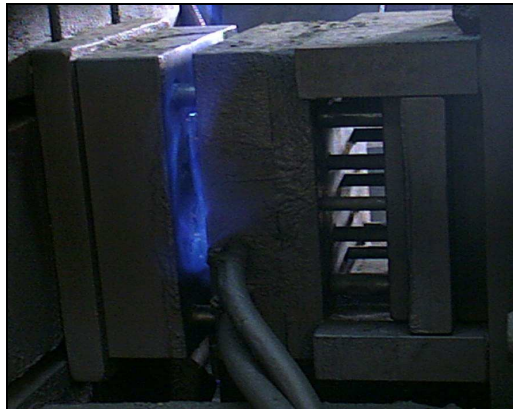


Fig.4.4: Matriz calentada por gas

Cuando se ha alcanzado la temperatura requerida se puede comenzar a inyectar para ello el operario aprieta el pulsador de cierre automático de matriz consiguiendo de esta manera que la matriz se cierre y recibe una señal de una luz piloto indicándole que la matriz está cerrada correctamente y puede comenzar a inyectar entonces, el operario con la ayuda de un cucharón coge material líquido del horno de inducción y lo vierte en el embudo de la inyectora, figura 4.5; cuando se termina de verter el material líquido el operario oprimirá el pulsador de inicio de ciclo haciendo que el cilindro de inyección empuje a la colada que, en este instante se encuentra en un estado pastoso.



Fig.4.5: Modo de verter la colada

El cilindro de inyección en su primera fase de inyección avanza a velocidad lenta hasta alcanzar el tiempo seteado luego del cual comienza su segunda fase en la cual avanza a alta velocidad compactando de esta manera el material líquido

dentro de la matriz dando consistencia a la pieza que se requiere, la primera fase en la que su velocidad es lenta tiene como objetivo evitar la formación de burbujas que se forman en el interior de las piezas debido a la turbulencia que se forma. Luego que el tiempo de inyección transcurre y la pieza se ha solidificado, la matriz se abre y el cilindro de inyección avanza hacia fuera de la placa fija empujando la pieza, figura 4.6, evitando que el operario tenga que retirarla manualmente, es muy importante que se realice la expulsión de manera efectiva pues si no cae la pieza juntamente con la colada es complicado para el operario el poder retirarla luego e incluso implicará que tenga que realizar un nuevo ciclo de inyección en vacío para lograr que bote la colada.

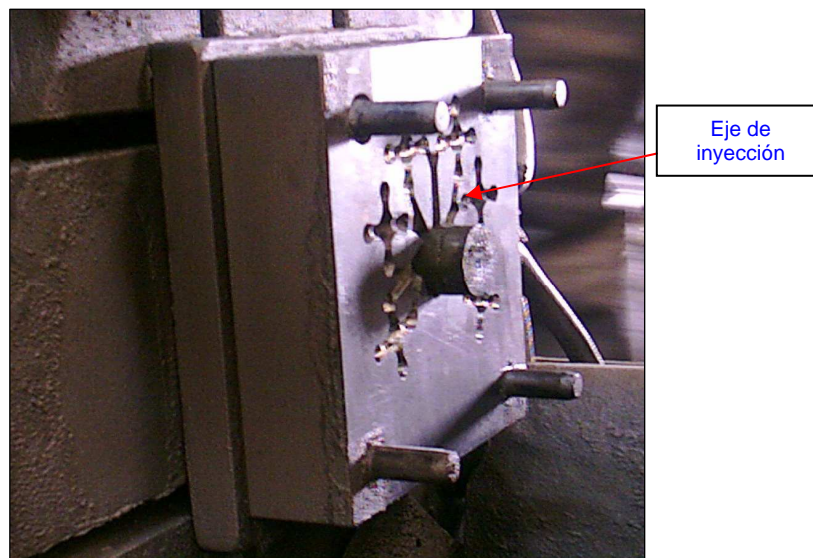


Fig.4.6: Expulsor de placa fija actuado

La matriz debe abrirse por completo antes de que la expulsión en la placa móvil se realice, para ello la inyectora está equipada con finales de carrera que se encargan de dar la señal de molde abierto, el número de expulsiones puede ser seteado por el mismo operario dependiendo de su necesidad. Cuando termina de expulsar, la inyectora está lista para realizar un nuevo ciclo antes del cual el operario deberá pulverizar la matriz para evitar que queden adheridas a las placas residuos de latón y también para que su limpieza posterior se realice con mayor facilidad, el compuesto con el que se pulveriza la matriz es una mezcla de carbón activado (PRODAC) con agua, se utiliza aproximadamente 30 litros de agua y 3 kilos de carbón activado.

En la figura 4.7 se observa una pieza inyectada con todo el material sobrante, el mismo que luego será reprocesado, esta pieza inyectada está en la placa móvil lista para ser expulsada y de esta manera continuar con la producción.

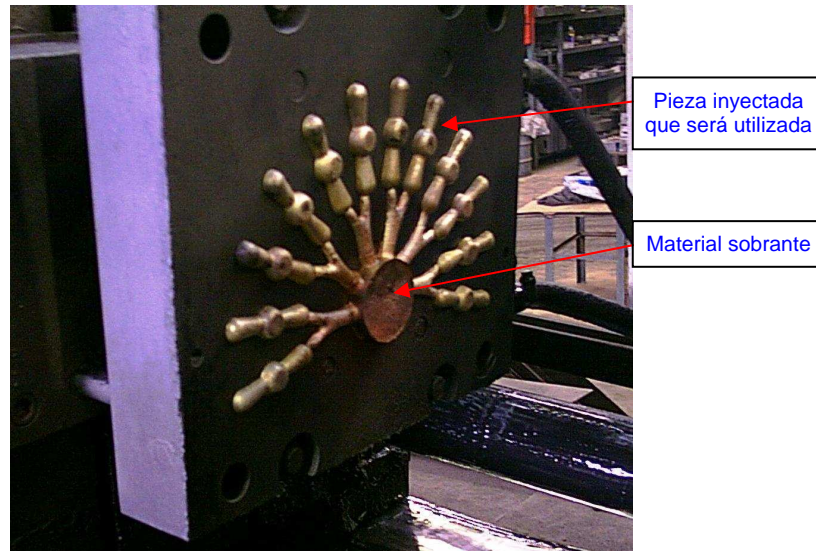


Fig.4.7: Pieza inyectada

Se debe tener la precaución de que el sistema de enfriamiento esté trabajando ya que es muy importante que el aceite hidráulico sea refrigerado para lo cual la inyectora cuenta con un intercambiador de calor que no es otra cosa que un serpentín de cobre donde por su interior circula agua fría y su exterior está en contacto con el aceite hidráulico produciéndose de esta manera transferencia de calor.

Así también es importante mantener la circulación del agua por las dos placas de la matriz para mantener la temperatura de las mismas estable, pues de lo contrario se presentan inconvenientes a la hora de inyectar las piezas, dentro de estos se puede mencionar el que las piezas no se solidifican rápidamente aumentando con esto el riesgo de que al abrir la matriz el material que todavía no estará muy bien compactada explote pudiendo causar graves heridas al operario, para evitar esto se debería aumentar el tiempo de enfriamiento aumentando con esto el tiempo de ciclo de la máquina haciendo que se pierda productividad

Para realizar este trabajo el operario debe contar con todo el equipo de protección personal que consiste de: polainas de cuero, guantes largos de cuero, delantal de cuero, gafas de seguridad, protectores auditivos a más de toda la ropa de trabajo

y deberá ser capacitado por personal que tenga experiencia en el manejo de la inyectora.

4.2 MANTENIMIENTO A REALIZAR EN LA INYECTORA

Por la forma de concebir y ejecutar el mantenimiento, como el conjunto de actividades organizadas, se lo clasifica en dos tipos básicos: **correctivo y preventivo**. Ver figura 4.8

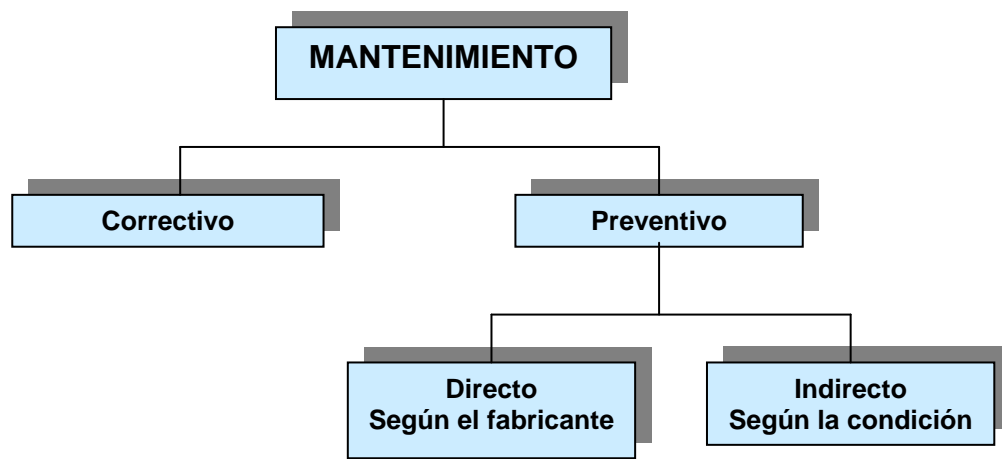


Fig.4.8

4.2.1 MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Definición.- El mantenimiento correctivo consiste en dejar a los equipos que operen sin ningún servicio o control del estado de los mismos, hasta que se produzca una falla en su funcionamiento, dada esta situación se realizarán las debidas labores de reparación. Una vez arreglado el problema o defecto no se le realiza chequeos periódicos sino hasta que se presente otra anomalía. Llamado también mantenimiento a la “Falla”, es el más usual en nuestro medio por múltiples razones, a esta actitud se le atribuyen razones como:

- Indiferencia o desconocimiento de las técnicas de programación y planificación.
- Falta de justificación económica para los recursos que se necesitan para la aplicación de estas técnicas.

- Demanda excesiva, temporal o permanente de la capacidad normal y máxima de los equipos.

Visto desde cualquier punto de vista no es aconsejable este tipo de mantenimiento, porque provoca paradas repentinas, equipos estropeados seriamente y los altos costos de reparación que ello involucra. Pero no se lo puede descartar en su totalidad ya que es imposible poder prever todos los posibles daños, pues muchos de ellos estarán fuera de nuestro alcance.

4.2.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Definición.- Este se sustenta en el análisis previo de la información técnica, características, inspecciones, experiencia y factores que afectan a la operación y servicio de los equipos. A partir de ello se planifican y programan las actividades rutinarias de mantenimiento. Agrupa todas las tareas de la planificación, ejecución y control de los trabajos mecánicos, eléctricos y misceláneos que se realizan a los equipos en funcionamiento, necesarios para evitar hasta donde sea posible los daños y situaciones imprevistas. Este tipo de mantenimiento se sub clasifica en:

- **Mantenimiento preventivo directo.-** las operaciones de mantenimiento preventivo se llevan a cabo a intervalos regulares de tiempo, determinado por el número de horas, ciclos, días de operación. A este tipo se le conoce también como mantenimiento preventivo a tiempo fijo, ya que los períodos se cumplen de acuerdo a la recomendación dada por el fabricante, en los catálogos y manuales que acompañan a los equipos. Es apropiado para las labores periódicas como lubricación y limpieza.
- **Mantenimiento preventivo indirecto.-** también conocido como mantenimiento preventivo según la condición, es el más interesante y complejo de llevarlo a cabo, involucra el monitoreo permanente de los parámetros indicadores del funcionamiento de los equipos. Se lo efectúa de dos formas: objetivamente por medio de equipos medidores de vibraciones, desgaste, bancos de prueba de motores, ensayos no destructivos, etc., o subjetivamente de acuerdo a la experiencia del encargado de las inspecciones del equipo. De esta forma las

actividades de mantenimiento son re-programadas luego de cada chequeo, tomando en cuenta el estado real de los equipos, y no solamente según la recomendación fija del fabricante. Su aplicación contribuye generalmente al ahorro de materiales y repuestos que innecesariamente se los usaría antes de tiempo. Otra ventaja importante es que no siempre será necesario parar las máquinas para las inspecciones rutinarias. Como desventaja se menciona el alto costo de los equipos para realizar el monitoreo objetivo, y el margen de incertidumbre presente en las apreciaciones del personal que examina los equipos. Es recomendable por lo tanto procurar que el mayor volumen de mantenimiento sea de tipo **Preventivo** por ser el que mayor beneficio brinda.

4.2.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y CORRECTIVO DEL SISTEMA ELECTROMECHANICO DE LA INYECTORA TRIULZI

Para realizar el mantenimiento eléctrico de la inyectora TRIULZI, el personal técnico encargado posee el dato de entradas digitales utilizadas en la ejecución del programa las mismas que se encuentran listadas en la tabla 4.1

ENTRADA	COMANDO	ELEMENTO	OBSERVACIONES
X0	Control de presión	Presostato	
X1	Control de nivel de aceite	Flotador	Sistema hidráulico
X2	Parada de emergencia	Pulsador Hongo	Paro total
X3	Control de apertura	Pulsador hongo	Permite abrir por pulsos
X4	Protección del motor	Relé térmico	Motor principal
X5	Paro motor	Pulsador	
X6	Marcha motor	Pulsador	
X7	Manual	Selector	
X10	Automático	Selector	
X11	Cierre manual	Pulsador	
X12	Cierre automático	Pulsador	
X13	Seguro electro - hidráulico	Final de carrera	FC 1
X14	Cierre baja presión	Final de carrera	FC 2
X15	Control de cierre de molde	Final de carrera	FC 3
X16	Molde cerrado	Final de carrera	FC 4
X17	Molde trabado	Final de carrera	FC 5
X20	Inyección manual	Pulsador	
X21	Inicio ciclo	Pulsador	
X22			Vacante

X23	Abrir manual	Pulsador	
X100	Molde abierto	Final de carrera	FC 6
X101	Avance expulsor	Pulsador	
X102	Retorno expulsor	Pulsador	
X103	Expulsor detrás	Final de carrera	FC 7
X104	Habilita altura de molde	Selector	
X105	Altura de molde	Selector	Cerrar
X106	Altura de molde	Selector	Abrir
X107	Lubricación manual	Pulsador	
X110	Control de nivel de aceite	Flotador	Sistema de lubricación
X111	Control del filtro	Presostato	Sistema hidráulico
X120	Pulverizador	pulsador	Opcional
X121	Protección del motor	Relé térmico	Altura de molde
X122			Vacante
X123			Vacante
X124			Vacante
X125			Vacante
X126			Vacante
X127			Vacante
X130			Vacante
X131			Vacante

Tabla 4.1: Listado de entradas utilizadas en el proyecto

De la misma manera el técnico posee el dato de salidas digitales utilizadas en la ejecución del programa las mismas que se encuentran listadas en la tabla 4.2

SALIDA	COMANDO	DESCRIPCION	OBSERVACIONES
Y0	Arranque motor principal	Contactador KM 0	Contactador de estrella
Y1	Arranque motor principal	Contactador KM 1	Contactador de triángulo
Y2	Arranque motor principal	Contactador KM 2	Contactador Línea
Y3	Arranque motor altura de molde	Contactador KM 3	Abrir altura de molde
Y4	Arranque motor altura de molde	Contactador KM 4	Cerrar altura de molde
Y5	Cerrar molde	E/V S 25	
Y6	Cierre a baja presión	E/V S 17	
Y7	Consentimiento para el cierre	E/V S 19	
Y10	Inyección	E/V S 46	Primera fase
Y11	Inyección	E/V S 48	Segunda fase
Y12	Abrir molde	E/V S 4	
Y13	Avance expulsor	E/V S 63	
Y14	Retorno expulsor	E/V S 64	

Y15	Arranque sin presión	E/V S 1	
Y16	Seguro electro – hidráulico	E/V S11	
Y17	Lubricador	Motor	
Y100	Contador de ciclos	Contador	
Y101	Alarma	Luz piloto /sirena	Luminosa y acústica
Y102	Intercambiador de calor	E/V S H ₂ O	Opcional
Y103	Pulverizador	E/V S P	
Y104	Listo para inyectar	Luz piloto	
Y105	Expulsor central	E/V SN	
Y106	Bomba en marcha	Luz piloto	
Y107			Vacante
Y110			Vacante
Y111			Vacante

Tabla 4.2: Listado de salidas utilizadas en el proyecto

Así también, con el objeto de hacer más amigable el ambiente de trabajo entre el operario y la inyectora se ha previsto que el operario tenga acceso a realizar cambios desde el panel de operador del PLC de los parámetros que más se necesitan como son: temporizadores y contadores es decir, de las variables contenidas en las memorias **V**, para lo cual se ha preparado el siguiente instructivo con la tabla 4.3, la cual indica los números de las variables a controlar.

Vxxxx

Desde la pantalla de inicio, seguimos los siguientes pasos:

1. Pulsar la tecla MENU 3 veces y en la pantalla aparece: M3 (MONITOR).
2. Pulsar la tecla ENTER y en la pantalla aparece: DATA MONITOR y BIT MONITOR.
3. Elegir DATA MONITOR y pulsar la tecla ENTER.
4. Elegir la letra V (memoria V) y pulsar la tecla ENTER.
5. Digitar el número de memoria que se quiere variar (ver tabla adjunta) y pulsar la tecla ENTER.
6. Se visualiza el número de la memoria (en la parte superior) y el valor seteado (en la parte inferior).

7. Pulsar la tecla ENTER, aparece en pantalla CHG = XXXXX, ingresar el nuevo valor y pulsar la tecla ENTER, con esto el nuevo valor queda guardado en la memoria.

MEMORIA V	DESCRIPCION
V2000	Tiempo de estrella a triángulo
V2001	Tiempo de circulación de aceite al tanque luego de apagar la máquina
V2002	Tiempo de enfriamiento de la colada
V2003	Tiempo de expulsión
V2004	Tiempo de lubricación
V2005	Tiempo de pulso para contador externo
V2011	Tiempo de inyección velocidad lenta
V2012	Tiempo de expulsión central (placa fija)
V2100	Número de expulsiones
V2101	Número de pulsos antes de la lubricación
V2107	Tiempo luego del cual se apaga la electro válvula del agua (opcional)
V2200	Visualización del tiempo de ciclo

Tabla 4.3: Cuadro de memorias **V**

El mantenimiento preventivo tanto eléctrico como mecánico de la inyectora se lo mantiene a través de un sistema informático el cual arroja mensualmente las tareas a realizar con la frecuencia estipulada, las tareas que se ingresan al sistema de mantenimiento son primeramente analizadas y verificadas con el manual del fabricante de cada una de las máquinas para asegurar su efectividad. Estas tareas son entregadas al personal de mantenimiento eléctrico y mecánico quienes son los encargados de llevar a cabo las tareas descritas y tendrán la obligación de reportar cualquier anomalía que se presentare durante la realización

de dichas tareas. Una vez realizadas las tareas de mantenimiento se las ingresa al sistema para retroalimentarla y se den por cumplidas, pues de lo contrario se siguen listando como tareas pendientes aún cuando se hayan cumplido las mismas, este sistema de mantenimiento es exclusivo del grupo Franz Viegner y el encargado de su manejo ha sido debidamente capacitado a fin de obtener los mayores beneficios que el Software pueda ofrecer.

Las tablas 4.4 y 4.5 indican las tareas eléctricas y mecánicas respectivamente, las mismas que son tomadas del sistema de mantenimiento. El detalle de las tareas tiene mayor ampliación en el anexo 2 (Guías de procedimiento).

Nº TAREA	DETALLE DE TAREA	FRECUENCIA
1	Limpiar el tablero eléctrico	Mensual
2	Revisar el estado de conductores	Mensual
3	Revisar luces indicadoras	Mensual
4	Ajustar terminales de finales de carrera	Trimestral
5	Ajustar terminales del motor	Trimestral
6	Ajustar tornillos de borneras, contactores, relés y PLC	Trimestral
7	Revisar intensidad de corriente de los motores y verificar el buen funcionamiento de los relés térmicos	Trimestral
8	Revisar conexiones eléctricas en las solenoides de las electro válvulas	Semestral
9	Revisar estado de contactos principales de contactores de potencia	Anual

Tabla 4.4 Tareas de mantenimiento eléctrico a realizar

Nº TAREA	DETALLE DE TAREA	FRECUENCIA
1	Revisar el nivel de aceite del sistema hidráulico	Mensual
2	Revisar las cañerías del sistema hidráulico y de	Mensual

	lubricación	
3	Revisar carga de nitrógeno en el acumulador y completar de ser necesario	Mensual
4	Ajustar los pernos de anclaje de la máquina	Semestral
5	Verificar el estado del filtro del circuito de lubricación y de ser necesario cambiar	Semestral
6	Verificar el estado del filtro del circuito hidráulico y de ser necesario cambiar	Semestral
7	Limpiar el depósito de aceite. Verificar el estado del aceite, filtrarlo o reemplazarlo de ser necesario	Anual
8	Verificar nivelación de la máquina y alineación del mecanismo de inyección.	Anual
9	Verificar paralelismo entre la placa fija y la placa móvil.	Anual
10	Ajustar pernos de sujeción del cilindro de: inyección, apertura – cierre y expulsión.	2 años
11	Limpiar el sistema de lubricación, si es necesario destapararlo con aire comprimido	2 años
12	Observar fugas y limpiar intercambiador de calor del circuito hidráulico	2 años
13	Verificar empaques de electro válvulas, si es necesario reemplazarlos.	2 años
14	Desarmar el motor y la bomba, reemplazar las partes averiadas si es necesario.	3 años

Tabla 4.5 Tareas de mantenimiento mecánico a realizar

La tarea mecánica número tres requiere de mayor conocimiento ya que implica el utilizar nitrógeno en caso de que sea necesario realizar una recarga del gas en el acumulador, además se debe conocer con bastante profundidad los elementos que forman parte del acumulador y saber cual es la ubicación de cada uno de ellos, por tal motivo se ha preparado un instructivo que servirá para realizar el mantenimiento del acumulador cuando el caso lo amerite, para trabajar con el instructivo debe observarse la figura 4.9.

CARGA DE NITROGENO AL ACUMULADOR

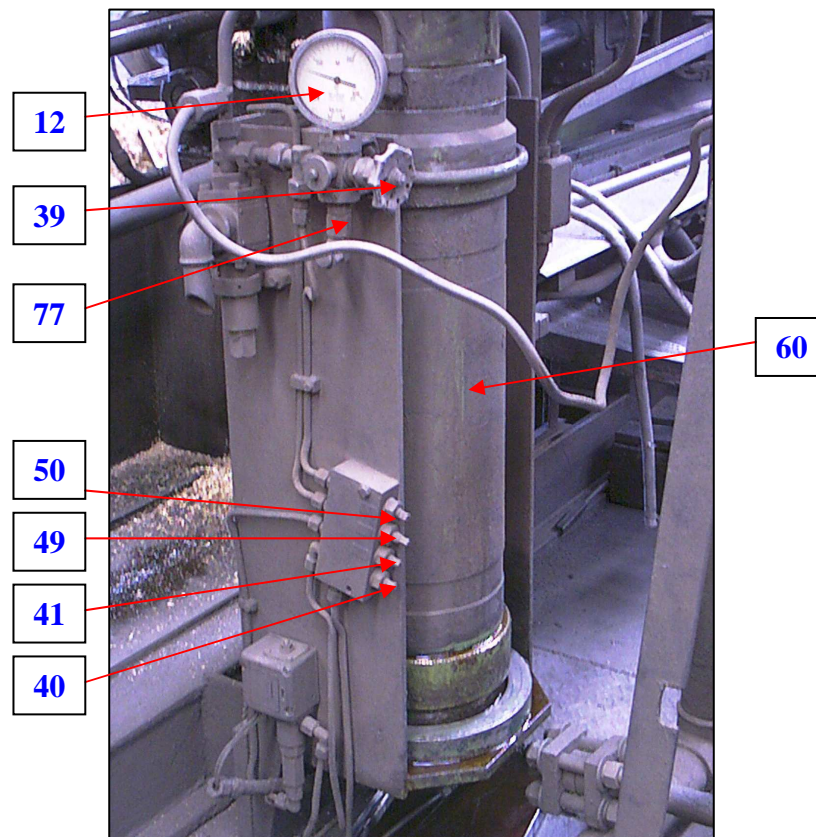


Fig. 4.9 Acumulador y sus partes

- Poner la bomba en marcha
- Abrir por un momento la llave 50 y volverlo a cerrar (esto es necesario a los efectos de crear un depósito de aceite en las partes que van a recibir el nitrógeno)
- Desenroscar el tapón 77 del llenador y conectar la botella del nitrógeno
- Abrir la llave del tubo que contiene el nitrógeno, abrir la llave 39 y controlar la carga a través del manómetro 12
- Después de llegar al valor de la presión cerrar la llave 39 y cerrar cuidadosamente la llave de la botella que contiene el nitrógeno (55+/-5)
- Volver a poner el tapón 77
- Verificar a intervalos la presión del nitrógeno en el acumulador (60), para llevar a cabo esta operación asegurarse que la llave para el interruptor de presión esté cerrado, abrir la llave 40 y drenar muy lentamente el aceite contenido en el acumulador y luego cerrarlo.

CAPITULO V

ANALISIS DE RESULTADOS

5.1 ESTADISTICA DE MEJORA EN EL FUNCIONAMIENTO DE LA INYECTORA TRIULZI

Se puede evidenciar la mejora obtenida en la inyectora TRIULZI luego de reemplazar el sistema de control electromecánico por un Controlador Lógico Programable (PLC) de diferentes maneras; una de ellas y la más sencilla es el hecho de dialogar con el operario de la inyectora e indagar un poco sobre su sentir antes y su sentir ahora, se obtiene una respuesta llena de satisfacción ya que manifiesta que al no tener más los problemas y fallas eléctricas que se presentaban con el sistema de control anterior él se siente más confiado y puede producir sin tener el temor de que en algún momento la inyectora deje de funcionar y se tenga una parada obligada hasta cuando se arregle su sistema de control.

Pero, sin duda, lo que va a permitir observar claramente si se obtuvo mejoras o no serán los datos estadísticos que se mantienen dentro de la fábrica tanto con el sistema de control anterior así como con el sistema de control actual, para presentar esta información nos valemos de una herramienta que se maneja, como es el T.P.M (Total Productive Maintenance).

El T.P.M es utilizado, en la fábrica, como un programa total de mantenimiento que abarca desde tareas muy simples que pueden ser realizadas por los propios operarios (Mantenimiento Autónomo) hasta las tareas más complejas que requieren mayor conocimiento y que serán realizadas por el supervisor de mantenimiento, algunas de las tareas que requieren del supervisor por ejemplo son:

- Mantener en funcionamiento equipos de trabajo que den apoyo en todo momento a los propios operarios y también a los mandos medios, ya que ellos son quienes mejor conocen de la problemática existente en la fábrica.
- Mantener en funcionamiento el sistema automático de mantenimiento (software) que es el que mensualmente arroja el listado de tareas a realizar.

Los datos de las figuras 5.1 y 5.2 son presentados gráficamente en la figura 5.3.

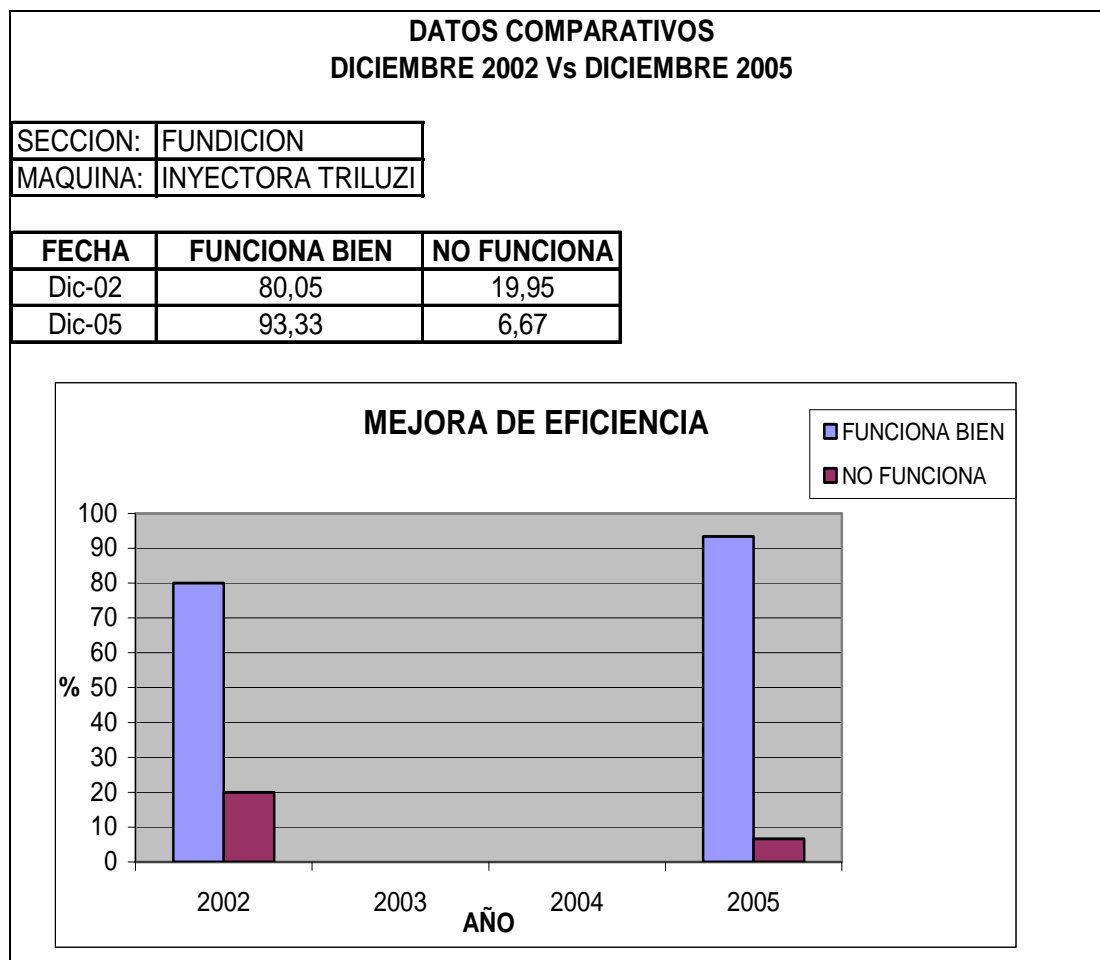


Fig.5.3: Gráfico comparativo entre el mes de diciembre de 2002 y diciembre de 2005.

Se observa en la figura 5.4, además de los datos comparativos mensuales, el índice anual en el cual aparecen listados cada uno de los meses de los años 2002 y 2005 con sus índices de eficiencia mensuales, estos datos nos indican la mejora que se obtuvo en los últimos meses del año 2005 con la incorporación de un controlador lógico programable (PLC) a la inyectora en reemplazo del sistema de control electromecánico. Se puede ver claramente en la gráfica presentada que la tendencia de la eficiencia de la inyectora ha sido positiva llegando a mantener un índice de eficiencia promedio superior al 90% cosa que no se lo conseguía con el sistema anterior, esto se debe principalmente a que con el nuevo sistema de control es mucho más fácil reconocer cualquier error que se presentare durante el funcionamiento de la máquina y con ello no se pierde demasiado tiempo a la hora de realizar la revisión de fallas eléctricas.

Incluso se tiene la ayuda del mismo operario pues con los mensajes visualizados en el display no necesariamente debe llamar al técnico para que le de solución a sus problemas.

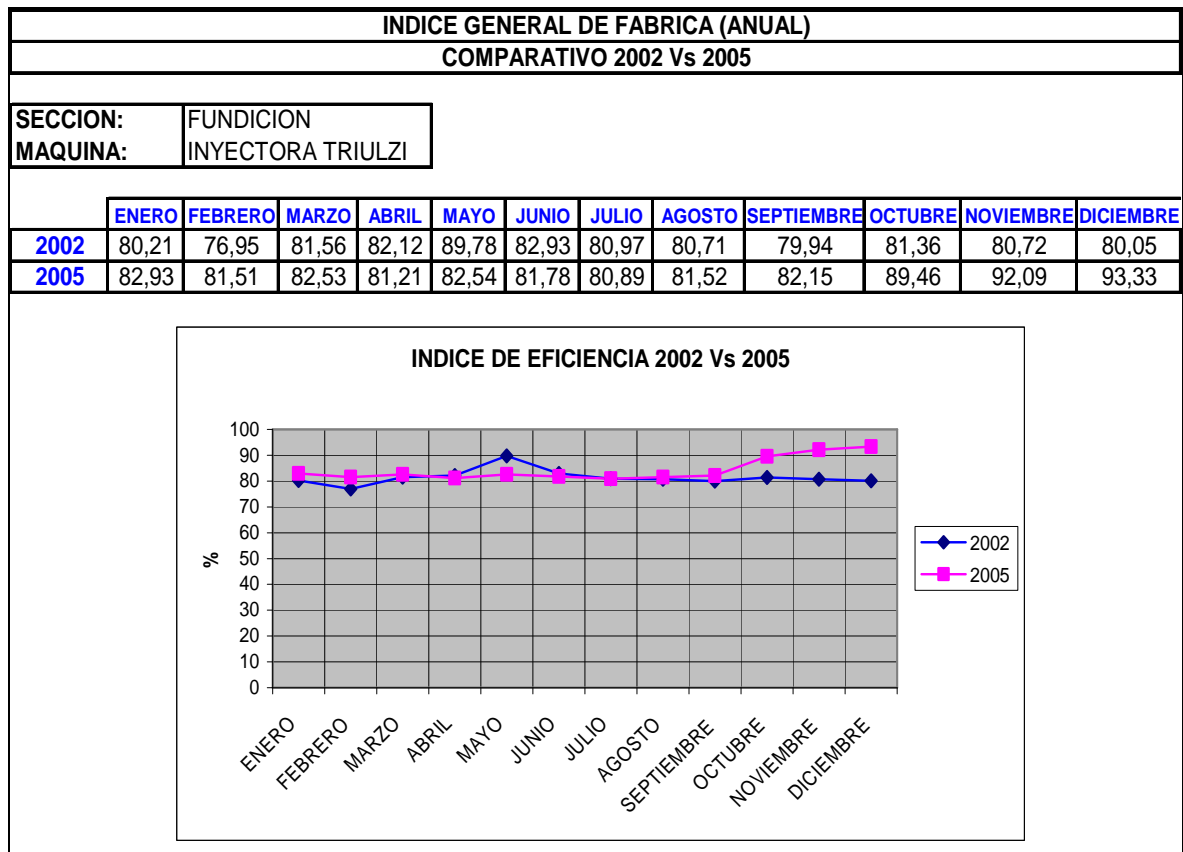


Fig.5.4: Índice anual de fábrica

5.2 CONCLUSIONES

- Se puede observar que el objetivo principal que tuvo este proyecto, eliminar paradas de máquina no planificadas, se ha logrado puesto que con la implementación del nuevo sistema de control el mismo operario de la máquina está en capacidad de descubrir las fallas en el momento que éstas lleguen a presentarse, logrando con esto que la empresa pueda contar con la inyectora en todo momento y aprovecharla a su máxima capacidad de producción y, no solamente en producción sino también en calidad ya que el nuevo sistema de control le permitirá al operario ganar tiempo, el tiempo que antes era de parada de máquina, y ese tiempo dedicarlo a darle un

mantenimiento adecuado a la matriz puesto que del estado en que se encuentre la matriz depende la calidad de las piezas inyectadas.

- El PLC (Controlador Lógico Programable), en la actualidad, se ha convertido en una herramienta muy poderosa dentro de todo control de proceso y además es cada vez mucho más amigable con el usuario tanto es así que el operario sin necesidad de tener conocimiento previo de lo que era un PLC supo asimilar rápidamente las cosas que se le explicaron para que sea él quien pueda tener control de los cambios que frecuentemente se realizarán, por ejemplo cambio de valor de los temporizadores que intervienen dentro del proceso. Una vez realizada la implementación del nuevo sistema de control en la inyectora y sobre todo una vez realizada la capacitación al operario que la manejará se puede ver como los conocimientos adquiridos tanto en la Escuela Politécnica Nacional como en el campo de trabajo dan los frutos deseados pues se ha logrado hacer que una máquina con la complejidad de la inyectora trabaje con un sistema de control realizado por personal propio de la empresa sin tener que recurrir a empresas que realizan este tipo de trabajos.
- También se puede observar con el pasar de los días que el sistema de control eléctrico basado en relés y contactores auxiliares está prácticamente desapareciendo y existe una tendencia marcada por parte de los empresarios y personal de mantenimiento para sustituir el antiguo sistema de control por uno que le proporcione seguridad y facilidad de manejo, lo que se consigue en gran parte con el PLC. Es así que la Escuela Politécnica Nacional con sus materias: Máquinas Eléctricas I y II, Control I y II, Electrónica de Control y Electrónica de Potencia, Circuitos Digitales, Neumática; como las que intervienen directamente a la hora de desempeñar la profesión, está realizando un excelente trabajo.
- Otro punto que debemos tener en cuenta es que el PLC nos proporciona la posibilidad de que en algún momento, si el proceso lo

requiere, se pueda conectar a un entorno de red con el objeto de obtener información directamente de la base de datos del PLC (horas de funcionamiento, número de piezas fabricadas, tiempo real de funcionamiento de la máquina, etc). Esta información puede ser aprovechada para mantener, por ejemplo, un sistema de mantenimiento en el que el encargado no tenga la necesidad de ingresar datos manualmente para obtener órdenes de trabajo y realizar el mantenimiento preventivo. De todas maneras el estudiante como tal tiene la responsabilidad de abrir su campo de acción y prepararse cada día más para poder defenderse como profesional y de este proyecto se desprende la prueba de que lo que se desee realizar con manos ecuatorianas si es posible, solamente se necesita decisión y poner en práctica todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera estudiantil.

5.3 RECOMENDACIONES

- Hoy en día quien desee competir con empresas extranjeras, e incluso con las mismas empresas nacionales, en cuanto a calidad y a costos deberá empezar mejorando la tecnología que posee, pues de lo contrario será fácilmente consumido por sus rivales; y es así que una de las opciones para conseguir este propósito es la inclusión de los PLC's como parte reemplazante del control electromecánico basado en relés, dentro de los procesos de fabricación de los productos, pues este controlador lógico programable es una herramienta de mucha utilidad cuando de manejar procesos se trata ya que fácilmente se puede programar y re programar el circuito de control que tendrán las máquinas sin necesidad de cambiar conexiones físicas, en otras palabras no hace falta que se toque un solo tornillo.
- Se sugiere a empresarios, técnicos y trabajadores en general a que implementen sistemas de control eléctrico basados en los controladores lógicos programables a sus máquinas pues de esta manera podrán no solamente bajar en tiempos de mantenimiento

eléctrico sino que además se podría mejorar los tiempos de cada uno de sus procesos, pues este es un sistema que brinda un altísimo grado de eficiencia. Con este tipo de control no se necesitará mantener, por ejemplo temporizadores electromecánicos que en la mayoría de los casos son de gran tamaño y además los contactos eléctricos por donde circula la corriente deben tener un buen mantenimiento, por el contrario con la utilización del PLC los temporizadores y contadores de gran tamaño desaparecen y están dentro del mismo, y lo importante es que se tiene disponibilidad de un alto número de estos elementos.

- Si bien es cierto, con las materias recibidas en la Escuela Politécnica Nacional y mencionadas en uno de los puntos de las conclusiones se ha logrado implementar este sistema de control vale mencionar que todavía hay mucho por aprender por parte del estudiante y quizá también habrá mucho que enseñar por parte del profesor, motivo por el cual se pediría que la Escuela se encargue de entregar al estudiante la mayor cantidad de conocimientos sólidos a fin de que sea un buen profesional, pues en la vida profesional el estudiante se dará cuenta que entre la teoría que se recibe en las aulas más las prácticas que se realizan en los diferentes laboratorios y la realidad que se presenta en el día a día existe una gran distancia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Manual de funcionamiento de la inyectora Triulzi
- Avallone, Eugene. Manual del Ingeniero Mecánico. 9ª edición.
- Roldán, José. (1994). Control Industrial. Editorial Paraninfo. Madrid.
- Roldán, José. (1995). Neumática, Hidráulica y Electricidad aplicada. Editorial Paraninfo. Madrid.
- Ramos, Guillermo (2002). Electrónica industrial y automatización. Editorial CEKIT. Colombia
- landcecontrol. Manuales del PLC Direct Logic DL 06
- www.fim.utp.ac.pa/Revista/vol1/plc.html
- www.triulzi.com
- www.utp.edu.co/publio17/fundipresión.html
- www.rincondelvago.com/fundición.html
- www.aprendizaje.com.mx/Curso/Proceso1/Temario1
- www.emison.com/138.htm
- www.geocities.com/usmindustrial/Fundición.htm