 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

REPOTENCIACIÓN DE MÁQUINA INYECTORA DE SUELAS DE PVC

JOSE MAURICIO ESPINOSA

JUAN CAMILO SUAZA PIZA


INGENIERÍA ELECTROMECHANICA

ASESOR

Msc. Carlos Mario Londoño

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

Febrero, 2016

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


RESUMEN

El presente informe presenta las mejoras tecnológicas implementadas en la máquina inyectora de suelas de procedencia Italiana, marca ZARINE. En su estado original, la máquina se encontró en condiciones deplorables manifestadas principalmente por constantes paros, su dificultad de operación, su bajo rendimiento, condiciones inseguras y desperdicio de material, todo ello, significaba para la empresa una baja rentabilidad.

A partir de la información recopilada y el diagnóstico del estado de la máquina, se determinó que las condiciones mecánicas y el sistema eléctrico de potencia de la máquina, no requerían intervención, más no así, el sistema de control, para el cual se diseñó un programa que lo reemplazara. Con la renovación del sistema de cableado lógico de la máquina, por uno de control lógico programable (plc), y después de ser implementado, se logró incrementar la productividad y minimizar los tiempos de paro de la máquina y reducir las pérdidas considerables a la empresa.

Mediante una minuciosa revisión de la máquina, se observaron conexiones defectuosas del sistema de control eléctrico de la máquina y se evidenció la improvisación de métodos empíricos de solución de problemas, lo cual era la causa principal del mal funcionamiento de la máquina para controlar los diferentes accionamientos de la misma.


La solución diseñada y posteriormente implementada, también permitió reemplazar el sistema de control basado en lógica cableada, por los programas del plc y de la pantalla, empleando el tablero de control original, para alojar los componentes de mando y maniobra y las protecciones del sistema de nuevo control. Vale la pena aclarar, que el sistema de potencia de la máquina, no fue modificado, ya que después de un análisis, se determinó que no requería intervención alguna además

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

de esto no era la solicitud y la necesidad del cliente para el problema que presentaba la maquina ZARINE.

Algunas de las mejoras evidenciables, logradas con este desarrollo, son:

1. Aumento de la producción, debido a la disminución de los tiempos de paro, para reparación de fallas y mantenimiento.
2. Aporte a la solución del problema de paros que afectan la producción, por la detección temprana de las fallas y sus causas.
3. Disminución de costos de mantenimiento, ya que con el plc, la pantalla y demás dispositivos instalados, se tiene mayor control del sistema.
4. Aporte a la solución del problema de falta de conocimiento técnico de los operadores de la máquina y del personal administrativo, ya que mediante la capacitación ofrecida, ellos adquirieron las herramientas necesarias para que tengan el conocimiento básico de la máquina y con la ayuda en pantalla puedan detectar los problemas y darle pronta solución.
5. Adaptación tecnológica y modernización del sistema de control, al reemplazar la tecnología cableada por la programada.
6. Aumento de la confiabilidad y la seguridad de la máquina ZARINE, lo cual es una consecuencia propia de la lógica programada, al disminuir considerablemente el número componentes discretos en el tablero de control y su cableado.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

RECONOCIMIENTOS

Primeramente darle gracias a Dios por permitirnos terminar esta tan anhelada meta que nos fijamos y estamos a punto de cumplir la cual no fue fácil pero con todas las bendiciones pudimos sortear todos los obstáculos y dificultades que se nos presentaron durante y a lo largo de este tiempo.

A nuestros familiares que son las personas más importantes e incondicionales en nuestra vida les demostramos que las metas que uno se fijan en la vida si se pueden cumplir y es por ellos que queremos salir adelante para brindarles una mejor calidad de vida.

A nuestra universidad el ITM por darnos la oportunidad de pertenecer a esta comunidad y de la cual nos sentimos orgullosos por el apoyo, el conocimiento, la calidad humana de los docentes y de todas las personas que hacen parte de esta.

Al ingeniero y amigo Carlos Andrés Correa por su apoyo y orientación incondicional que nos brindó durante el tiempo de estudio de la ingeniería, también a nuestro asesor el docente Carlos Mario Londoño, por su paciencia y buena asesoría para lograr sacar este proyecto adelante.

Y para finalizar a las empresas DEMETALICOS Y COMERCIALIZADORA SERVISUPER por su valiosísimo aporte en tiempo y disponibilidad lo cual fue de gran ayuda y fundamental para este triunfo.




 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

TABLA DE CONTENIDO


1.	INTRODUCCIÓN	8
1.1.	GENERALIDADES	8
1.2.	JUSTIFICACIÓN	9
1.3.	DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	9
1.4.	OBJETIVO GENERAL	11
1.5.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
1.6.	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.....	12
2.	MARCO TEÓRICO	13
2.1.	CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE	14
2.2.	SISTEMAS SCADA	14
2.3.	ÁLGEBRA BOOLEANA	16
2.4.	RELÉS Y CONTACTORES	17
2.5.	CONEXIÓN ESTRELLA DELTA.....	17
3.	METODOLOGÍA.....	19
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
5.	CONCLUSIONES.....	29
6.	RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO.....	30
7.	REFERENCIAS	31
8.	APÉNDICE	32

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

ACRÓNIMOS

PLC	Controlador lógico programable
<i>Touch screen</i>	Pantalla sensible al toque, que actúa como interface hombre máquina, para monitoreo y operación de un proceso.
PVC	Es el producto de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo a policloruro de vinilo.
HMI	Interface de Hombre y Máquina
Álgebra booleana	También llamada lógica booleana. Se aplica de forma generalizada en el ámbito del diseño electrónico de circuitos de conmutación eléctrica de dos estados falso o verdadero, abierto o cerrado

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


1. INTRODUCCIÓN

1.1. GENERALIDADES

La modernización en los procesos industriales se ha llevado a cabo, gracias en gran parte, a la evolución de la automatización; la sustitución del cableado lógico por autómatas programables significó toda una revolución en la producción industrial, generando enormes beneficios como la eliminación sustancial del cableado, al ser reemplazado por líneas de código programable, logrando mayor precisión y rapidez de respuesta en los actuadores, fácil mantenimiento, mayor eficiencia en la producción y la flexibilidad de replantear y/o cambiar el programa de automatización.

De ello, este trabajo es un ejemplo: con el desarrollo de este proyecto se ha rediseñado el sistema eléctrico de control de una máquina inyectora de suelas de procedencia italiana marca ZARINE, agregada al área de producción de la empresa JORGE SIERRA, y se ha implementado un programa, que ahora, permite ejecutar acciones automáticas, más seguras y eficientes, mejorando la producción de la máquina.

El proyecto consistió en repotenciar y mejorar con tecnología moderna fundamentada en un control lógico programable (plc) la máquina mencionada, la cual tenía como diseño original un cableado lógico muy complejo y carente de planos y esquemas eléctricos actualizados. El estado inicial de la máquina afectaba directamente a tres estamentos de la compañía, por una parte a los operarios, por su falta de conocimiento técnico para desempeñar mejor sus funciones, al departamento de mantenimiento, ya que la intervención de la máquina ante la aparición de una falla, se traducían en una gran inversión

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


de tiempo y naturalmente, a los inversionistas, porque todo ello, generaba mayores costos de operación y mantenimiento.

1.2. JUSTIFICACIÓN

De manera general, las empresas de bienes y servicios y de manufactura, deben de contar con un servicio excelente y de calidad, para ser competitivas en un mercado cada vez más exigente. En su empeño de mantener los clientes activos y ganar nuevos negocios, la empresa JORGE SIERRA reconoció la necesidad de repotenciar la máquina ZARINE, actualizando su sistema de control, dado que se había detectado que las fallas de tipo eléctrico, ocasionaban paradas no programadas de la máquina, y significativas pérdidas de tiempo y dinero, y lo más importante, generaban incumplimiento en la entrega de sus productos, impidiendo ofrecer a sus clientes un servicio de calidad.

Siendo la producción de suelas la principal actividad de la empresa y el objetivo para el cual ella fue creada, para comercializar las suelas y entregarlas a sus clientes como materia primordial en la fabricación de sus propios productos, de tal forma que ellos pudieran continuar la cadena de producción. Por ello, la empresa decidió repotenciar y mejorar la máquina ZARINE, logrando entre otros, los siguientes beneficios: aumento en la producción, disminución de los tiempos de paro por reparaciones y mantenimiento, detección y solución de fallas en el menor tiempo posible, disminución de costos por mantenimientos innecesarios, capacitación a los operadores de la máquina, quienes fueron dotados de las herramientas necesarias para que tuviesen el conocimiento básico de la máquina y finalmente, la renovación del sistema de control eléctrico, siendo reemplazado el anterior sistema por otro más eficiente y seguro, fundamentado en código programable.

1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


Por su diseño original, la máquina inyectora de suelas, presentaba constantemente paradas innecesarias y pérdidas de tiempo y dinero considerables, a causa de la dificultad para detectar la procedencia de la falla. Las fallas frecuentes de la máquina, especialmente en el sistema eléctrico, en algunas ocasiones dejaban la máquina fuera de servicio por varios días, mientras llegase la persona con el conocimiento técnico suficiente para solucionar la falla.

En la etapa de levantamiento y diagnóstico del estado de la máquina, se observó que la raíz de las fallas de tipo eléctrico radicaba en el sistema eléctrico de control de la máquina, el cual estaba fundamentado en lógica cableada, situación agravada por la carencia absoluta de esquemas eléctricos, que permitieran ubicar el tipo de falla de manera precisa y oportuna.

Además las conexiones físicas del tablero de control, eran manifestación clara de condiciones inseguras para los operarios, desde el punto de vista de la seguridad eléctrica, y afectaban la funcionalidad de la máquina, por la eventual y accidental desconexión de algún dispositivo, sin que fuera fácil determinar los bornes de conexión a los cuales estaba conectado tal dispositivo.

El diseño original del sistema eléctrico de control, que estaba fundamentado en lógica cableada, era considerablemente complejo y obsoleto, lo que ocasionaba dificultades a los operadores para manipular la máquina, debido especialmente su falta de conocimiento técnico e inexperiencia para detectar y corregir fallas de tipo eléctrico. Todo ello, redundaba en sobrecostos que asumían los inversionistas de la empresa.

Los propietarios de la empresa, comprendiendo la necesidad de mejorar sus procesos de producción y minimizar costos, y de incrementar su productividad mediante el diagnóstico temprano de fallas y la corrección de las mismas en el menor tiempo posible, deciden emprender la ejecución de este proyecto para repotenciar la máquina, y capacitar a los

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

operarios, para que fuesen ellos en primera instancia, quienes detectasen el problema en el menor tiempo posible, y pudiesen tomar acciones correctivas, conducentes a:


- Aumentar la producción
- Disminuir los tiempos de paro por correcciones y mantenimiento y detección de fallas.
- Detectar las fallas en el menor tiempo posible y dar solución al problema para no detener la producción.
- Disminuir los costos por mantenimientos innecesarios ya que con el plc que se instaló se tiene más control del sistema.
- Eliminar todos los procesos de la instalación anterior y reemplazarlos por otros más eficientes y productivos en la máquina ZARINE.
- Realizar un diagnóstico claro de las condiciones actuales de operación de la máquina ZARINE.
- Determinar los tiempos, los procesos mediante una nueva técnica que se implementara a la máquina ZARINE.

Es así como los autores de este trabajo, planteamos la propuesta de intervenir el sistema de control de la máquina, con el propósito de *lograr los objetivos alcanzables* planteados en el párrafo antecedente, y realizamos el rediseño e implementación del sistema eléctrico del control de la máquina.

1.4. OBJETIVO GENERAL

Rediseñar e implementar el sistema de control eléctrico de la máquina ZARINE, empleando la técnica del control lógico programable y actualizar los equipos de control, con el fin de mejorar su desempeño, visto desde la reducción del número de fallas que presenta la máquina.

1.5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


- Realizar un diagnóstico electromecánico del estado actual de la máquina ZARINE, para establecer los sistemas que requieran intervención y determinar las funciones mínimas que debe tener el sistema eléctrico de control.
- Rediseñar el sistema de control eléctrico de la máquina y dimensionar los dispositivos de control, tal que se satisfagan las deficiencias derivadas del diagnóstico.
- Implementar el programa de control diseñado y validarlo, en términos de la solución a la problemática planteada, garantizando como mínimo, el cumplimiento de la misma funcionalidad del sistema de control actual.

1.6. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

En el capítulo 1 se presenta una introducción del proyecto detallando el trabajo realizado, desde la descripción del problema resuelto y su justificación. Además se enuncian los objetivos planteados en el anteproyecto.

En el capítulo 2 se presenta el marco teórico, haciendo énfasis en los conceptos técnicos que los autores del proyecto, estudiamos para resolver el problema planteado.

En el capítulo 3 se describe la metodología empleada y los pasos seguidos para la realización del trabajo, en la búsqueda de dar cumplimiento a los objetivos específicos planteados. Y en el capítulo 4 se muestra cómo efectivamente, esos objetivos se han cumplido, se presenta evidencia del estado inicial de la máquina con sus múltiples problemas y del estado en que se entregó la máquina, completamente operativa. Además se plantean trabajos futuros para mejorar aún más el desempeño de la máquina.


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

2. MARCO TEÓRICO

La estructura del sistema de control de la máquina, basada en lógica de contactos fue desarrollada por la personas del área eléctrica que empleó relevadores, temporizadores y programadores electromecánicos relacionados unos con otros, para poder secuenciar la operación de la máquina en sus funciones básicas: arranque, operación y parada de los motores, más, con el programa desarrollado en el PLC, se obtuvieron funcionalidades nuevas, como el sistema de alarmas, la protección más acordes con las tendencias de las líneas de producción industrial modernas, (ZARINE, s.f)

El uso del álgebra booleana ayudó a implementar el método usando contactos eléctricos en serie, paralelo mediante la técnica de la lógica combinatoria. Lo que nos condujo a otros campos, aprovechando esta herramienta digital para transformar las solicitudes del operario de la máquina, en un verdadero lenguaje de programación conocido como lenguaje escalera, propio de los sistemas basados en lógica programada.

Durante muchos años fueron usados grandes gabinetes electromecánicos como único medio de efectuar los controles de secuencias y de seguridad en las plantas industriales. Los inconvenientes de estas instalaciones son las de ocupar un gran espacio, ligada a la vida útil de los contactos de los relevadores, que sólo pueden aceptar una cantidad determinada de aperturas y cierres. La detección y reparación de fallas que consistían en el reemplazo de piezas electromecánicas y manipulación de alambrado era lenta y normalmente paralizaba el proceso completo, pues todo el gabinete de control debía ser desenergizado, por seguridad, para poder detectar el problema si es que el operario lo encontraba.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


2.1. CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Los PLC (Programmable Logic Controller) son dispositivos electrónicos de control de sistemas de eventos discretos, cuyo algoritmo se puede elaborar desde cualquier computador a partir del software propio del fabricante o incluso algunos PLC compactos permiten su programación directa desde alguna interfaz ubicada en el mismo dispositivo. Esta cualidad de ser programados es una de las principales ventajas que presenta frente al convencional control cableado. Todos los procesos industriales se encuentran en constante cambio, avance y adaptación, por lo que es usual que se presenten cambios en la lógica de control. Cuando en un proceso industrial que funciona a partir del tradicional control cableado se requiere algún cambio, generalmente es indispensable el reemplazo de equipos, desconexiones y nuevas conexiones para ser adaptados a las nuevas exigencias del proceso. Por otro lado, el control lógico solicita únicamente cambios en la programación.

En un principio, los PLC fueron utilizados exclusivamente para realizar el control centralizado, pero pronto fueron llegando los protocolos de comunicación, como el internet, los cuales facilitaron distribuir el control y reducir su complejidad. Las señales analógicas permitieron aumentar el campo de aplicación de los autómatas y hoy en día se pueden encontrar gran cantidad de fabricantes a costos accesibles.

Los PLC se han ido desarrollando para permitir la programación a partir de diferentes lenguajes, algunos de ellos basados en texto, pero el más conocido y utilizado es el lenguaje escalera o *ladder*. Esta flexibilidad en la programación se ha hecho pensando en la formación de los diferentes profesionales, ya que un ingeniero en sistemas por ejemplo, se familiariza más con un lenguaje de programación basado en algoritmos tipo texto, mientras que un ingeniero eléctrico puede comprender mucho mejor el ladder, debido a sus ventajas gráficas y su similitud con la convencionalmente utilizada lógica cableada. (Vásquez, 2010)

2.2. SISTEMAS SCADA

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Los Sistemas de Supervisión de Control y Adquisición de Datos (SCADA) posibilitan la gestión y control de cualquier sistema local o distante gracias a una interfaz gráfica que comunica al usuario u operario con la máquina.


Alrededor de los años sesenta lo común en la automatización era que cada fabricante resolviera sus problemas de manera independiente. Aquellos que se encontraban con algún problema de automatización desarrollaban algún elemento electrónico particular para resolverlo. Implementaban una cantidad de entradas y salidas fijas y utilizaban lenguajes de programación poco conocidos.

En los años setena algunos desarrolladores como Siemens, Square D, o Allen-Bradley fabrican autómatas capaces de manejar gran cantidad de entradas y salidas capaces de soportar las condiciones más severas, por lo cual eran grandes, pesados y caros.

Una de las consecuencias de la evolución de la electrónica fue la significativa reducción de componentes, lo cual posibilitó realizar una disminución progresiva de tamaño, peso y coste en todas las áreas de control.

Fruto de esto fue la fabricación de micro PLC, en los ochenta. Posibilitaban realizar controles modulares de acuerdo a las necesidades del momento y venían ahora con sistemas de programación genéricos (ladder), lo que les permitió un éxito rotundo en todo el ámbito industrial.

Cada vez que se realiza algún control en un sistema, se hace necesario también conocer el estado actual o tener información visual de cómo está funcionando. Por tanto, a medida que avanzan los sistemas de control y éstos se hacen cada vez más complejos, la complejidad de los elementos que proporcionan la información al usuario también lo hace.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


“La mejor máquina es la que te dice todo lo que le ocurre. Es el paciente ideal”. (Rodríguez, 2007)

Uno de los elementos principales de los sistemas SCADA es la HMI, (Human Machine Interface) mejor conocido en español como la Interfaz Hombre Máquina. Como se ha mencionado, aquellos sistemas de control robustos requieren que el usuario tenga necesariamente una información visual de lo que está ocurriendo con el control en cada momento, para ello se implementa en el sistema una pantalla o panel de usuario (Touch Screen) previamente configurada y comunicada con el programa.

2.3. ÁLGEBRA BOOLEANA

También conocida como álgebra lógica, álgebra de contactos o álgebra de conmutación. El origen del desarrollo de esta técnica se establece en 1847 en el libro *The mathematical analysis of logic* del matemático inglés George Boole (1815-1864) y en el cual erige las bases de la lógica simbólica. Un sistema o dispositivo que pueda considerarse biestable y que pueda caracterizarse de igual forma mediante variables biestables o binomiales será un sistema booleano. En este sentido, una variable booleana representa cada uno de los dos estados posibles que pueda adoptar.

En electrónica o electricidad, las variables booleanas se emplean generalmente para simbolizar el nivel de voltaje en los terminales de entrada y salida de un circuito. Así, por ejemplo, se suele usar términos lógicos como *falso, desactivado, no, o interruptor abierto* para describir que un nivel de voltaje es bajo. En cambio, cuando el nivel de voltaje es alto se emplean términos como *verdadero, activado, sí, o interruptor cerrado*. Para el primer caso en el que el valor del voltaje es bajo, se asigna a la variable el valor cero (0) y en el segundo el valor uno (1); por tanto, las variables y constantes del álgebra booleana sólo admiten dos valores: cero (0) o uno (1), (Barco, 2005)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


2.4. RELÉS Y CONTACTORES

Para sistemas de control esencialmente eléctricos, los relés y contactores se utilizan para separar circuitos de corriente continua de circuitos de corriente alterna. Los relés y contactores son interruptores automáticos, es decir, son comandados por una tensión. Cumplen por tanto idéntica función, abrir o cerrar contactos y el principio de funcionamiento de ambos básicamente es el mismo, consiste en una bobina que al ser energizada activa un electroimán que a su vez cierra dos o más contactos y permite el paso de la corriente. La diferencia está en que generalmente los relés vienen para comandar aplicaciones de baja potencia o potencias de control, mientras que los contactores son relés que disponen de contactos de potencia, es decir, contactos especiales para abrir y cerrar contactos por los que circula una mayor intensidad. Los relés suelen representarse mediante la letra R, mientras que los contactores con la letra K., (F. Ebel, 2007)


2.5. CONEXIÓN ESTRELLA DELTA

Unos de los inconvenientes que presentan los motores de corriente alterna se presentan durante el arranque; se sabe que pueden utilizar entre 4 y 7 veces la corriente nominal solo durante ese instante. Existen varias técnicas de arranque de motores de C.A con el fin de amortiguar este lapso de su puesta en marcha y uno de los métodos más convencionales consiste en realizar una conexión Estrella-Delta en los devanados del motor. En cualquier caso, estos métodos de arranque se basan en reducir la tensión aplicada al estator, reduciendo de esta forma la corriente absorbida de la línea y el par.

El arranque Estrella-Delta o Estrella-Triángulo se fundamenta en la relación que existe entre el voltaje de la línea y la tensión de fase. Es una técnica aplicable a los motores diseñados para trabajar en triángulo, la conexión en estrella solo es transitoria.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Una vez que se establece la conexión del motor a la red, se efectúa en él la conexión estrella, es decir, se cierran una serie de contactores (K_1 y K_3), de esta forma el devanado del motor queda sometido a una tensión ($U_L/\sqrt{3}$). Una vez que el motor alcance una cierta velocidad de giro, se conecta en triángulo, es decir, se abre K_3 y se cierra K_2 , pasando a suministrarle al motor la tensión de la línea (U_L), (S. Val, 2005)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


3. METODOLOGÍA

Inicialmente se efectuó una minuciosa revisión del estado físico, mecánico y eléctrico de la máquina, luego una descripción de las actividades que se ejecutan al interior de la empresa para determinar las fallas más comunes que presentaba la máquina y los tiempos que consecuentemente se perdían; se estableció una línea base que sirviera de referencia para saber exactamente qué programa fuese más conveniente a implementar y cuáles las áreas que requiriesen repotenciación o modernización, y finalmente se crearon las estrategias que conllevaran a un mejor aprovechamiento de los recursos y garantizaran un mejor desempeño de la máquina, y una producción más eficiente.


La metodología de trabajo durante la realización de este proyecto nos llevó a seguir una serie de pasos necesarios para poderlo llevar a cabo, los cuales constituyeron la base de todo el desarrollo paso a paso de este proyecto. Las actividades más relevantes se describen a continuación:

a) Se efectuó un diagnóstico electromecánico de las condiciones iniciales de la máquina inyectora de suelas marca ZARINE.


Para realizar esta tarea, se realizaron visitas técnicas a la planta, se efectuaron mediciones de variables eléctricas de los sistemas de control y potencia de la máquina, y se revisaron las conexiones eléctricas, y se observó el estado electromecánico de la máquina. Con todo esto se determinó que tanto el sistema eléctrico de potencia y en general el sistema mecánico de la máquina, no requería de intervenciones mayores, y que los grandes problemas radicaban en el sistema eléctrico de control, con los siguientes principales hallazgos:

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

- Contactores defectuosos, con contactos malos y chispeados.
 - Cableado sin marcación o sin numeración acorde a los planos, estipulados en normas.
 - Líneas abiertas o desconectadas.
 - Desconocimiento acerca de qué función realiza o manejan algunos dispositivos de maniobra, como temporizadores y contactores.
 - Manejo de temporizadores y actuadores en todo el tablero de control que congestionaban el manejo y control del sistema automático de lógica cableada.
 - Incertidumbre de fallas inesperadas sin un diagnóstico claro de procedimientos de reparación.
 - Conexiones defectuosas.
- b) Se efectúa una caracterización de la instrumentación requerida, y se dimensionan los equipos que utilizamos para lograr la repotenciación del sistema de control.
- Se hace una revisión de los dispositivos de mando y maniobra existentes, contactores, relés y actuadores del sistema para conocer su estado físico-eléctrico de funcionamiento.
 - Se chequean contactos y bloques de contactos del sistema para conocer su estado y si se pueden usar para la nueva modificación.
 - Se selecciona un PLC adecuado para controlar el sistema completo.
 - Se selecciona una pantalla táctil compatible con el PLC para mejorar la comunicación hombre y máquina.
- c) Se diseña el programa con el autómata.
- Se observan las necesidades fundamentales del sistema a controlar.
 - Se hacen las secuencias o rutinas de programación según el proceso.
 - Se hace una automatización a prueba y error para buscar todas las alternativas viables que permitan hacer el proceso seguro y confiable.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

- Se hacen cambios de actuadores y modificación de control y programación paso a paso, ya que cada modificación se debía hacer durante la mañana y permitir que la máquina siguiera operando en el transcurso del día.
 - Se hicieron modificaciones durante el la puesta en marcha y ajustes al programa ya que algunas consideraciones de automatización fueron cambiadas debido a necesidades propias de la operación productiva por parte del personal.
- d) Implementación de la solución con los equipos y elementos seleccionados, y documentación de la máquina ZARINE.
- Diseño e implementación de un programa de repotenciación y mejoramiento en la producción de suelas con el fin de mejorar el desempeño de la máquina ZARINE y su confiabilidad en todo el proceso.
 - Simplificamos la compleja lógica cableada hecha por el diseñador de la máquina ZARINE y se automatizo con un plc.
 - Se hace el control de los paros de la máquina y se enfatiza en las estrategias del programa conducentes a disminuir al mínimo los retrasos en la producción.
 - Identificación de cada una de las fallas de una manera más amigable para el mejor entendimiento de los operarios.
 - Se hacen los planos actualizados de la máquina para su identificación y control de la máquina. Con fundamento en las normas vigentes de ejecución de esquemas eléctricos, norma IEC 60617.
 - Optimización del equipo en operación, control y supervisión.
 - Se hicieron modificaciones durante el la puesta en marcha y se efectuaron ajustes al programa ya que algunas consideraciones de automatización fueron cambiadas debido a necesidades propias de la operación productiva por parte del personal.
- e) Las fallas detectadas y que se programaron para ser corregidas con el programa implementado en el plc, se enuncian a continuación:
- Problemas de dosificación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

En la programación se establecen “recetas” particulares, conforme a las diferentes características de los productos derivados de la operación de la máquina. Así, el operador puede seleccionar la receta propia según sea el producto que van a producir. Esto se realiza, controlado con un sistema de dosificación basado en un lector análogo de inyección que permite inyectar solo lo necesario según sea el programa escogido.

- **Diagnóstico de fallas.**

Mediante la interfaz hombre-máquina se dota el programa de una comunicación visual y amigable que permite al operador interactuar con el sistema de control y conocer los estados de la máquina, mediante mensajes de fallas que informan que algún sistema no ha sido accionado o no se acciono correctamente; de avisos luminosos de las activaciones de cada uno de los actuadores; de la capacidad de operar directamente desde la pantalla, ciertas condiciones de la máquina.

- **Manipulación de temporizados de máquina.**


Se eliminan los temporizadores físicos de todo el sistema de control y se reemplazan por temporizadores internos del control lógico programable, para facilitar su control de acciones retardadas, lo que redunda directamente en la confiabilidad del proceso a la hora de dar un temporizado de cambios de ciclo o restauración de la máquina.

- **Control de variables de la máquina.**

El control de todas las variables de la máquina esta manejado por medio de la pantalla HMI para hacerlo más amigable a la operación.

- **Sistemas de seguridad de la máquina.**

Se hace un seguimiento a todos los posibles incidentes y accidentes durante la manipulación y operación de la máquina, y se hace un correctivo por medio de controles a dos manos y activaciones seguras para su operación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

- **La funcionalidad de la máquina, también fue motivo de análisis e intervención. El programa diseñado permite ahora una operación simple de la máquina:**

Se logra facilitar por medio de la simplificación de la operación y control de la máquina, una manera más simple de operarla.

- **Elaboración de esquemas eléctricos.**

Se elaboran nuevos planos de la máquina ZARINE, los cuales están acorde a lo plasmado en los tableros, circuito de control y potencia de toda la máquina.

- **Selección de programas.**

La selección del programa se basa en la dosificación adecuada según sea el proceso de inyección necesario para cada suela, la cual se basa en un control de variables ya predispuesto por el operario en la programación.

- **Tareas de mantenimiento y reparación.**


El mantenimiento se basa en una serie de rutinas de diagnóstico y estado de cada uno de los componentes del sistema eléctrico para garantizar su buen funcionamiento.

- **Información idónea de la máquina.**

Se hace entrega de toda la información de la máquina, tanto planos programación, planos de control y potencia y planos esquemáticos de cada uno de los componentes.

- **Productividad de la máquina.**

La productividad de la máquina se basa en procesos confiables, con una alta mantenibilidad y desarrollo de procesos idóneos sin paros largos de producción.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN


A partir de la información recopilada y el diagnóstico del estado de la máquina, se determinó que las condiciones mecánicas y el sistema eléctrico de potencia de la máquina, no requerían intervención, más no así, el sistema de control, para el cual se diseñó un programa que lo reemplazara. Con la renovación del sistema de cableado lógico de la máquina, por uno de control lógico programable, y después de ser implementado, se logró incrementar la productividad y minimizar los tiempos de paro de la máquina y reducir las pérdidas considerables a la empresa.

Mediante una minuciosa revisión de la máquina, se observaron conexiones defectuosas del sistema de control eléctrico de la máquina y se evidenció la improvisación de métodos empíricos de solución de problemas, lo cual era la causa principal del mal funcionamiento de la máquina para controlar los diferentes accionamientos de la misma.

La solución diseñada y posteriormente implementada, también permitió reemplazar el sistema de control basado en lógica cableada, por los programas del plc y de la pantalla, empleando el tablero de control original, para alojar los componentes de mando y maniobra y las protecciones del sistema de nuevo control. Vale la pena aclarar, que el sistema de potencia de la máquina, no fue modificado, ya que después de un análisis, se determinó que no requería intervención alguna.

Algunas de las mejoras evidenciables, logradas con este desarrollo, son:


7. Aumento de la producción, debido a la disminución de los tiempos de paro, para reparación de fallas y mantenimiento.
8. Aporte a la solución del problema de paros que afectan la producción, por la detección temprana de las fallas y sus causas.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

9. Disminución de costos de mantenimiento, ya que con el plc, la pantalla y demás dispositivos instalados, se tiene mayor control del sistema.
10. Aporte a la solución del problema de falta de conocimiento técnico de los operadores de la máquina y del personal administrativo, ya que mediante la capacitación ofrecida, ellos adquirieron las herramientas necesarias para que tengan el conocimiento básico de la máquina y con la ayuda en pantalla puedan detectar los problemas y darle pronta solución.
11. Adaptación tecnológica y modernización del sistema de control, al reemplazar la tecnología cableada por la programada.
12. Aumento de la confiabilidad y la seguridad de la máquina ZARINE, lo cual es una consecuencia propia de la lógica programada, al disminuir considerablemente el número componentes discretos en el tablero de control y su cableado.

Otro resultado importante de este proyecto, consistió en la capacitación ofrecida al personal directamente relacionado con la máquina ZARINE, incluso al personal administrativo, quienes recibieron las herramientas necesarias para que tuvieran el conocimiento básico de la máquina, y entendieran más fácilmente los aspectos técnicos y las partes de la máquina más susceptibles de falla. Esto se logró, gracias a la implementación de una pantalla, que ahora, permite una comunicación más amigable entre la máquina y los operarios, y les permite detectar las fallas más comunes y darles pronta solución.

El primer objetivo específico del trabajo, era realizar un diagnóstico del sistema de control original de la máquina. Para evidenciar el cumplimiento de este objetivo, se presentan unas fotografías que demuestran las condiciones iniciales del sistema de control de la máquina y otras que exhiben el estado en que se entregó la máquina, después de realizar la intervención del sistema de control. Las imágenes que se presentan a continuación, muestran el estado inicial del sistema eléctrico de control de la máquina.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Los anexos 1 y 2 muestran el aspecto general de la máquina ZARINE. En las fotografías presentadas en estos anexos, se puede apreciar parte del panel de operador, y el estado físico de la máquina, su ubicación en el área de producción y la parte lateral de la máquina.


Los anexos 3, 4, y 5 presentan fotografías realizadas por los autores de este trabajo que muestran una parte de los dispositivos de mando y maniobra, así como las protecciones del sistema de control original de la máquina.

Se nota la cantidad de temporizadores y otros dispositivos auxiliares, los cables por fuera de las canaletas, y el no cumplimiento de normas técnicas, respecto a los colores estandarizados para los conductores. En el levantamiento inicial de la información, se pudo constatar que el tablero de control en estas condiciones, era una de las causas principales de fallas de tipo eléctrico.

Estas fotografías denotan el descuido y la susceptibilidad del sistema de control a fallas, ya que, cualquier intervención en el tablero podía ocasionar una desconexión de un cable, y ante la carencia total de esquemas eléctricos actualizados, se incurría en tiempos de parada prolongados, mientras se revisaban las conexiones y se encontraba la causa del problema, poniendo en riesgo además, la seguridad de las personas que intervinieran el sistema de control.

Los anexos 6, 7, 8 y 9, muestran el estado final en que se entregó la máquina, después de realizadas las intervenciones pertinentes al tablero de control, el cual se aprecia completamente rediseñado:

Basta con comparar los estados original y final de la máquina, mostrados en las imágenes precedentes, para verificar los notables cambios entre ellos.


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

La implementación del sistema de control de la máquina, resuelve el inconveniente de la falta de conocimiento técnico de los operarios y su inexperiencia para solucionar las fallas que se presentaban constantemente en la máquina, ya que el programa diseñado incluye un módulo de alarmas y una interface hombre – máquina, empleando una pantalla *touch screen*, desde donde se tiene control de la operación y visualización de diferentes estados de la máquina, lo cual ahora permite detectar con facilidad las causas de las fallas y monitorear el proceso, redundando directamente en una reducción de los tiempos de paro y dinero asociados. El anexo 10 muestra la parte frontal de la pantalla implementada.

El segundo objetivo específico, consistía en el rediseño del sistema de control eléctrico de la máquina y el dimensionamiento de los dispositivos de control. Para evidenciar el cumplimiento de este objetivo, se presenta el levantamiento de los planos de la máquina, logrado gracias a una muy minuciosa revisión de cada uno de las partes del sistema eléctrico de control y después de un estudio muy riguroso se procedió a modificar dichos planos, con el cumplimiento de las normas de esquemas eléctricos. Se empleó para ello el programa QELECTROTECH.

La selección del plc, incluye los periféricos de entradas y salidas necesarios para implementar el programa, así como la fuente de alimentación y dispositivos de protección, a continuación se presenta la caracterización de los dispositivos seleccionados.

- Se instaló fuente de 24v y 7 amperio
- Lámpara de 80cm 110v
- Cambio de Breaker de 6 amperios los actuales se les detecto averías
- Potenciómetro lineal 10K 250 mm
- Conectores rectos coraza una (1) pulgada 12 mt
- Un plc marca XINJE, referencia XC3-24T-C, XC3 es el número de serie que maneja el Fabricante, y el número 24 significa la suma de las entradas y las salidas del PLC que

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


para este Modelo son 14 entradas y 10 salidas; la letra T significa que las salidas son en transistor NPN a Colector Abierto, y la letra C, que es Alimentación DC a 24 Voltios.

- Luego pasamos a apreciar cómo se Ubica nuestro Equipo dentro de los de Su serie en una tabla que nos muestra sus características.
- Se suprimió toda la parte del cableado el cual iba conectado a los contactores y relés.
- Se instaló una caja de control con una tabla de datos

El anexo 13 muestra parte de las características técnicas de los equipos seleccionados, así como los parámetros más importantes del plc seleccionado, tales como, número y dirección de los temporizadores y contadores, los registros auxiliares y de trabajo, y la bornera para realizar las conexiones pertinentes, las dimensiones físicas del equipo, y los puertos de comunicaciones.

La creación del programa en el plc marca XINJE, fue una de las actividades más complejas que enfrentaron los autores de este proyecto, ya que esa marca de plc, no es tan comercial en nuestro medio, en comparación con otras, de las que se dispone de buena información y respaldo por parte de los proveedores. Se muestran a continuación en el anexo 14 del programa desarrollado en lenguaje de contactos, para el plc seleccionado.

Finalmente, para evidenciar el cumplimiento del tercer objetivo específico, el cual consistía en implementar el programa de control diseñado y validarlo, se presenta el registro de una bitácora del departamento de mantenimiento de la empresa. En ella se puede apreciar algunas de las actividades comunes que se efectuaba en la máquina ZARINE, antes de la repotenciación. Y se presenta además un documento emitido por la empresa en el que se certifica que con la modificación efectuada en la máquina, se logró alcanzar el rendimiento máximo de la máquina a tal forma que los paros en la producción disminuyeron en más de un 90%. Ello se evidencia después de más de tres meses de seguimiento a la operatividad de la máquina, tiempo en el que no se presentaron paros por fallas de tipo eléctrico.


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

5. CONCLUSIONES

La intervención oportuna para determinar las funciones mínimas de la máquina proporcionó el conocimiento necesario para saber cuál era el talón de Aquiles del equipo, implementando un nuevo sistema de control el cual le daría una gran confiabilidad en su funcionamiento normal en condiciones de trabajo constante.

El correcto dimensionamiento de los elementos de control y el rediseño del control permitió darle a la máquina operaciones de manejo y diagnósticos de fallas muy amigables para el operario. Por lo cual, el operador de la máquina estará siempre en una comunicación hombre-máquina permanente sin descuidar ninguna variable de trabajo de la máquina.

La solución implementada en el rediseño de la máquina aportó valiosas herramientas y generó la oportunidad de adaptar las mejores funciones de trabajo, combinando tiempos de operación con ciclos de la máquina entre estaciones de mando, para así aumentar su capacidad productiva e implementar condiciones de trabajo seguro con los mínimos movimientos necesarios para su operación.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27


6. RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

Recomendaciones

- Se deben desarrollar buenas prácticas de aseo de la máquina.
- Se requiere implementar actividades de lubricación rutinaria y semestral.
- Se deben tomar medidas preventivas para realizar chequeos de voltaje, corriente, y análisis de vibración para motores y ajuste de tornillería en conexiones de todos los elementos de control y potencia.
- Es importante cumplir con el plan de mantenimiento, el cual debe realizarse por lo menos cada tres meses para poder garantizar un eficiente desempeño de la máquina y del trabajo realizado.

Trabajo a futuro

- Se podrían implementar sistemas de supervisión de fallas con módulos de seguridad.
- Implementar la medición permanente de variables electromecánicas y de proceso, tales como, voltaje, corriente, velocidad, temperatura, y presión entre otras. Para tomar medidas preventivas y predictivas en el desarrollo de actividades de mantenimiento.
- Implementar un bus de sensores y actuadores AS-Interface, pensando en la certificación de procesos que trabajen con esta tecnología, según la topología de trabajo en que se desee manejar.
- Realizar un chequeo hidráulico completo de la maquina tales como: tara de bomba, válvulas de accionamientos, filtros, carter, análisis de aceite, etc.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

7. REFERENCIAS

Barco, C. (2005). *Álgebra Booleana, Aplicaciones Tecnológicas*. Manizales, Colombia: Editorial Universidad de Caldas.

F. Ebel, S. I. (2007). *Fundamentos de la Técnica de Automatización*. Denkendorf, Alemania: Editorial Festo Didactic.

Rodríguez, A. (2007). *Sistemas SCADA*. Barcelona, España: Editorial MARCOMBO.


S. Val, J. G. (2005). *Tecnología Industrial II*. España: Editorial McGraw Hill.

sierra, j. (2014). medellin.

Vásquez, R. (2010). *Control Lógico Programable*. Medellín, Colombia: Fondo Editorial ITM.

zarine. (1991). *manejo maquina zarine*. italia.

ZARINE. (s.f). *Manual original maquina ZARINE suministrado por la empresa JORGE SIERRA*. Medellín: s.a.


 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

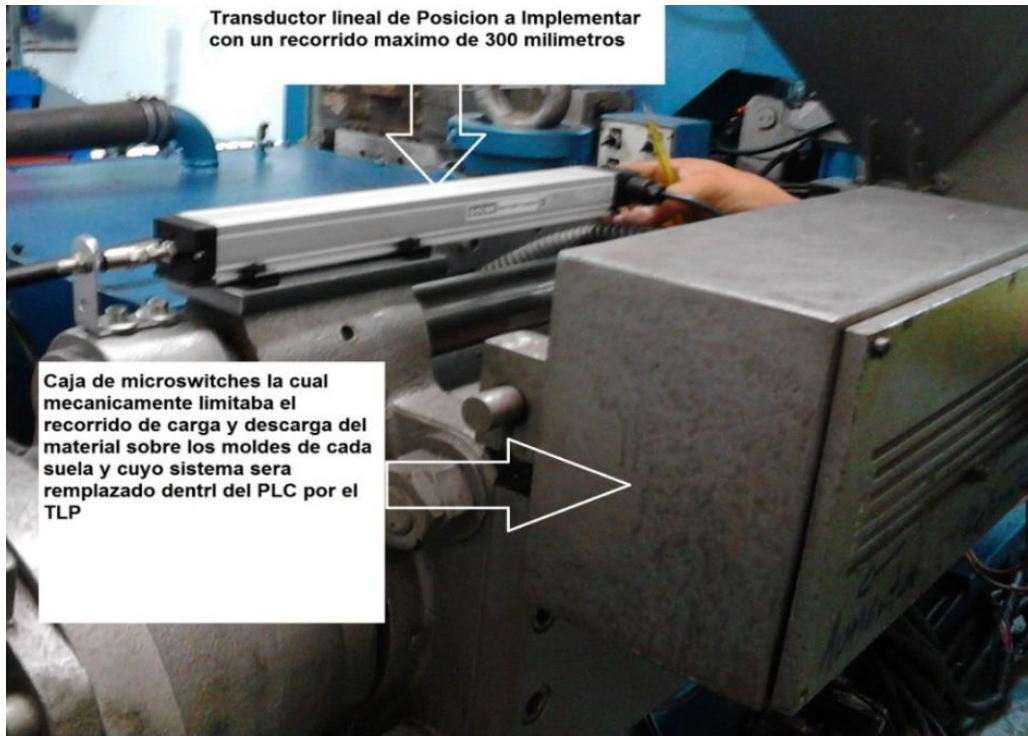
8. APÉNDICE

Se anexan a este trabajo, los esquemas levantados en el diagnóstico eléctrico preliminar, los planos nuevos, el programa implementado en el plc y la carta emitida por la empresa que certifica el buen funcionamiento de la máquina ZARINE, después de implementar la solución propuesta en este proyecto.




Anexo 1. Aspecto físico de la máquina ZARINE. Fuente: autores

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27




Anexo 2. Sistema de control transductor para inyección de material. Fuente: los autores

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27




Anexo 3. Estado del cableado original de la máquina. Fuente: autores

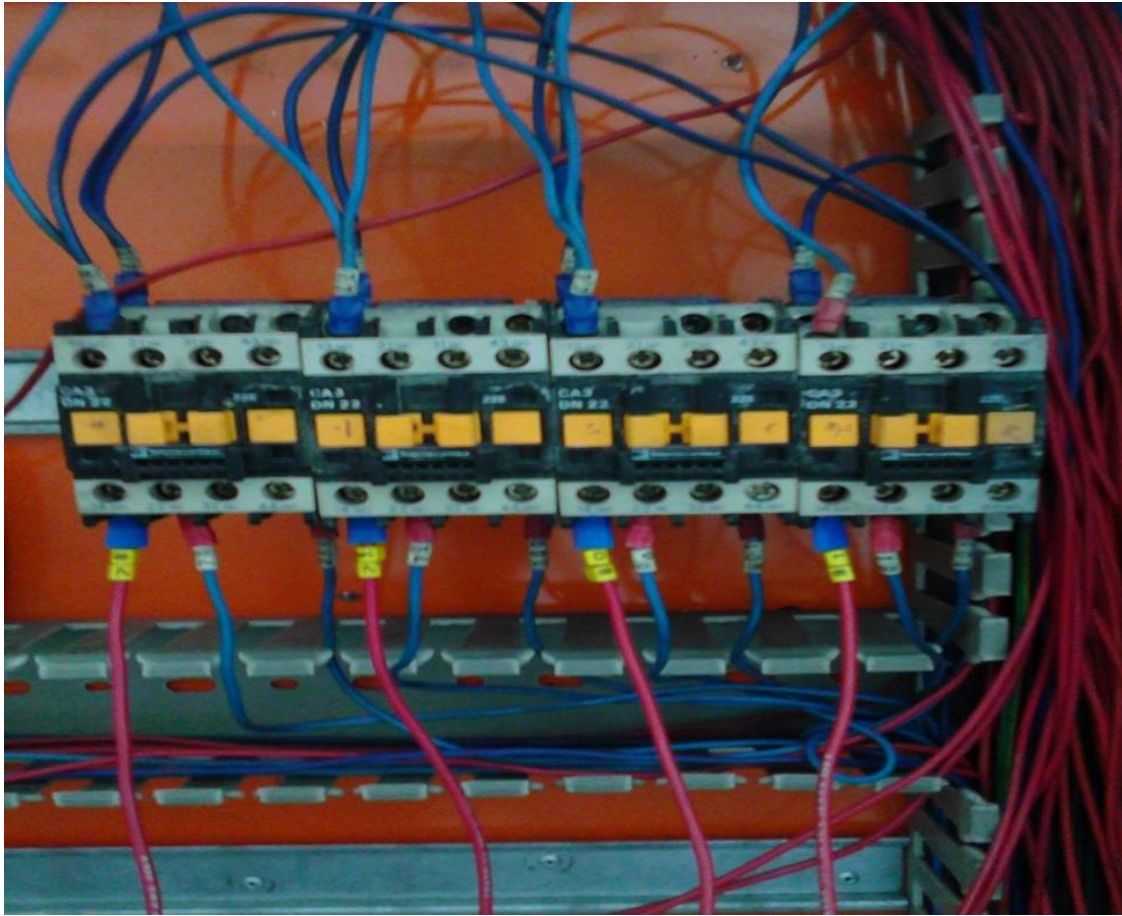
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27



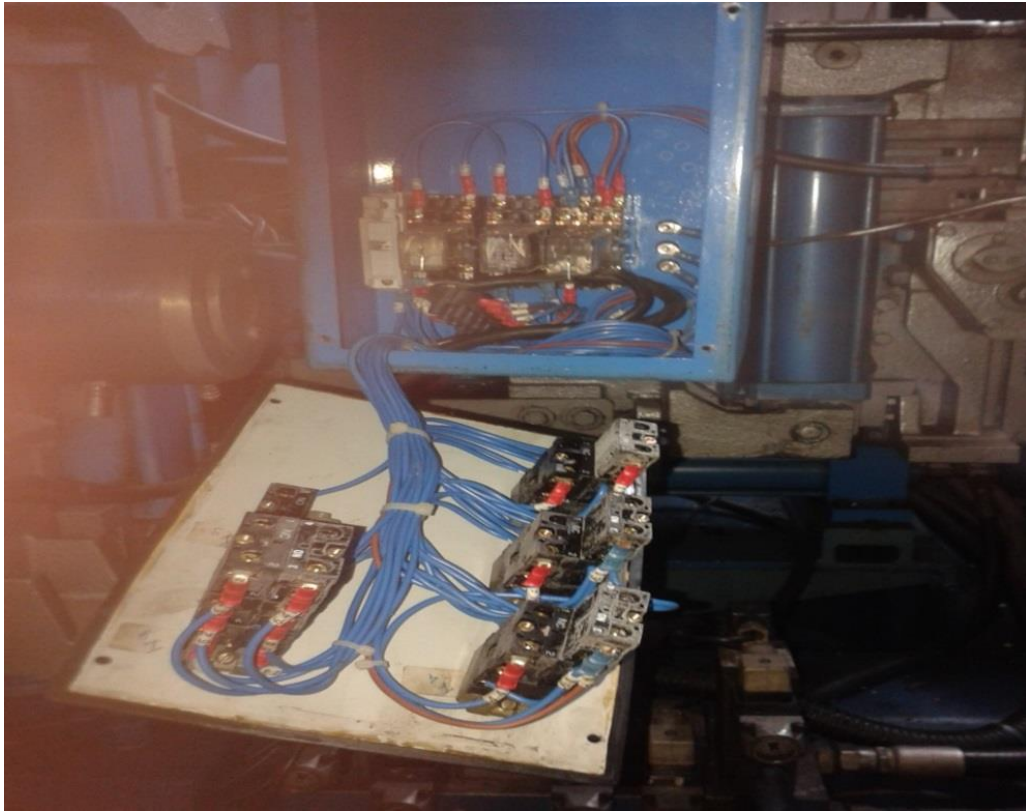
Anexo 4. Estado original del cableado, dispositivos de maniobra y elementos auxiliares.

Fuente: autores

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27




Anexo 5. Estado original del cableado, contactores de potencia. Fuente: autores



Anexo 6. Parte interior del tablero de mando rediseñado. Fuente: los autores.

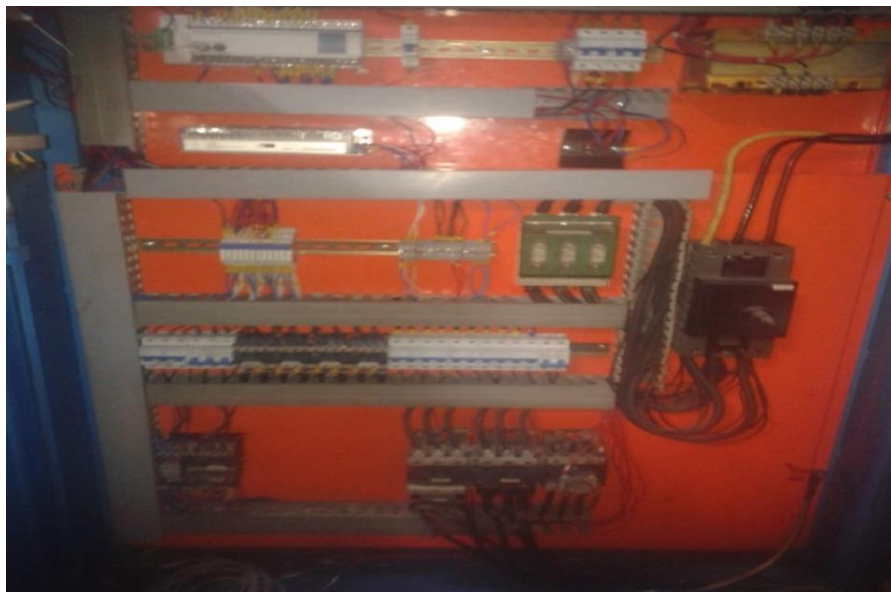


	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Anexo 7. Parte interior del tablero de mando rediseñado. Fuente: los autores.




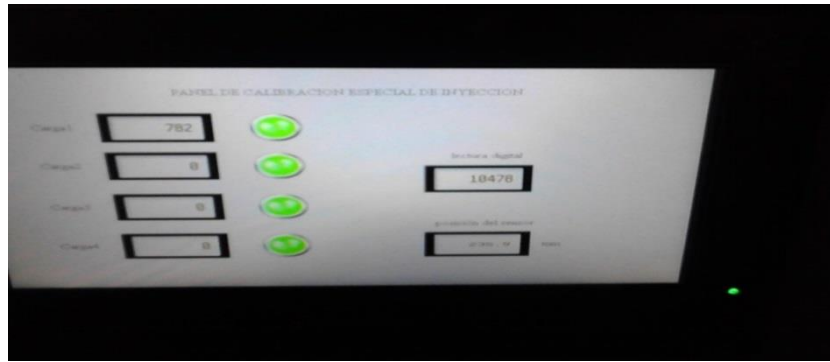
Anexo 8. Parte exterior del tablero de mando. Fuente: los autores.



Anexo 9. Dispositivos de maniobra y potencia eléctrica alojados en tablero rediseñado.

Fuente: los autores.

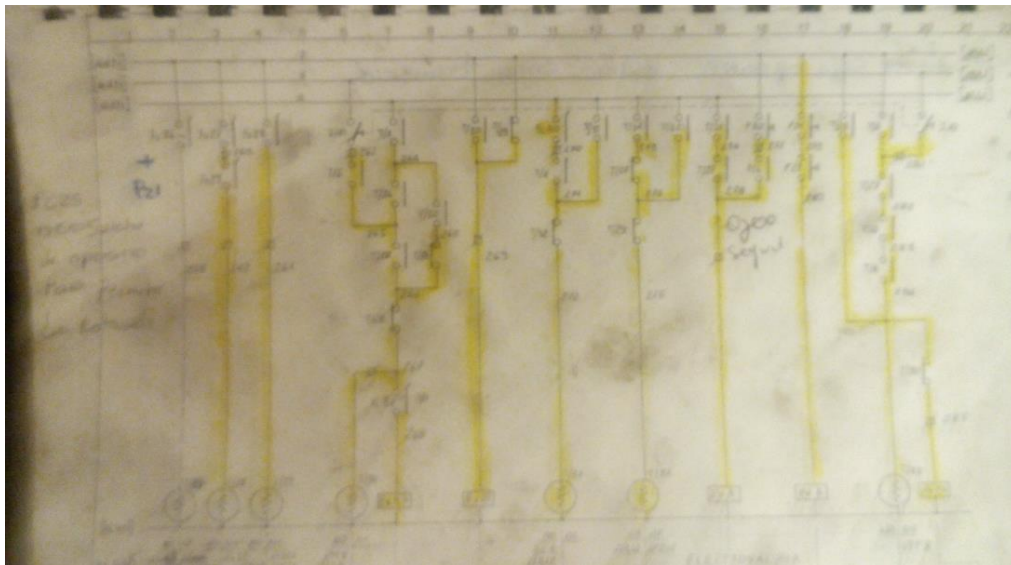
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27



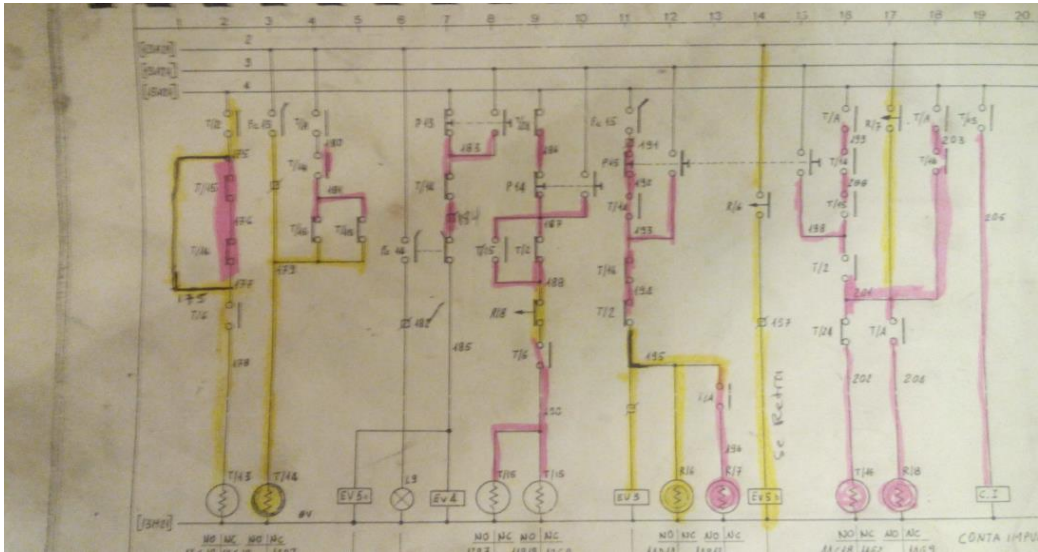
Anexo 10. Interface hombre máquina y selección de temperaturas de inyección. Fuente: los autores.

Las imágenes que se muestran a continuación exhiben los esquemas originales de la máquina.

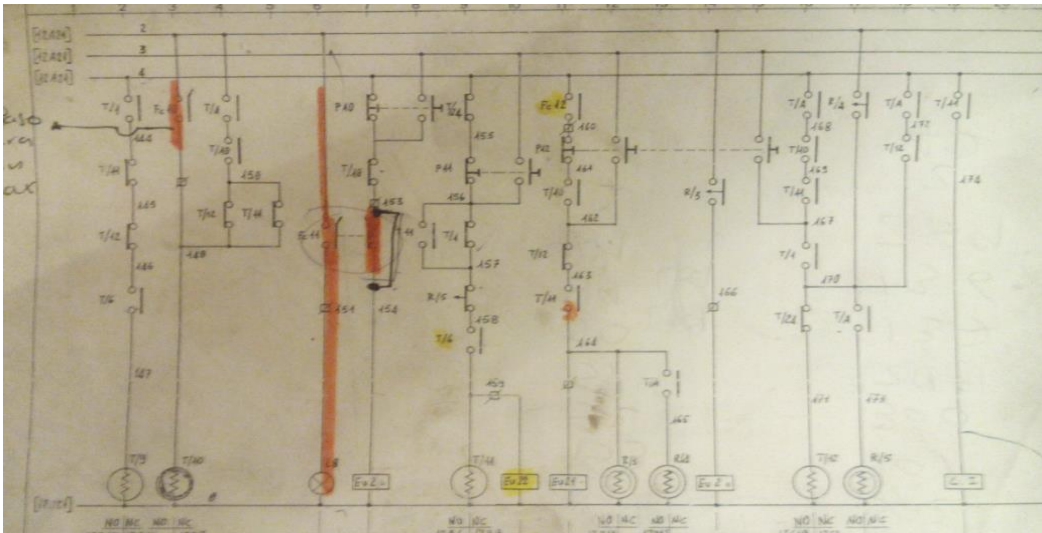
Anexo 11. **PLANOS ELÉCTRICOS ANTES**



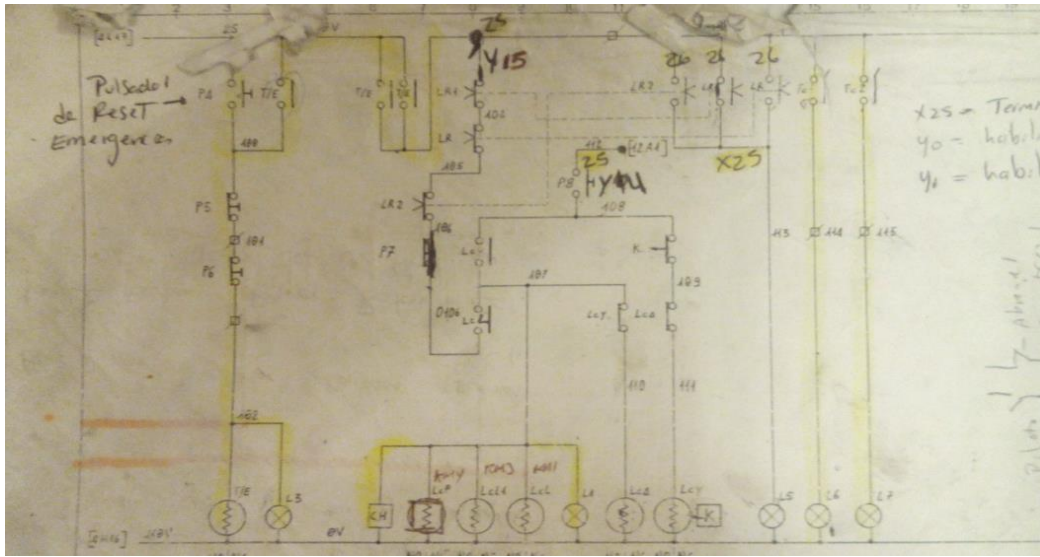
Anexo 11.1 control de activación resistencias de calentamiento. Fuente: los autores.



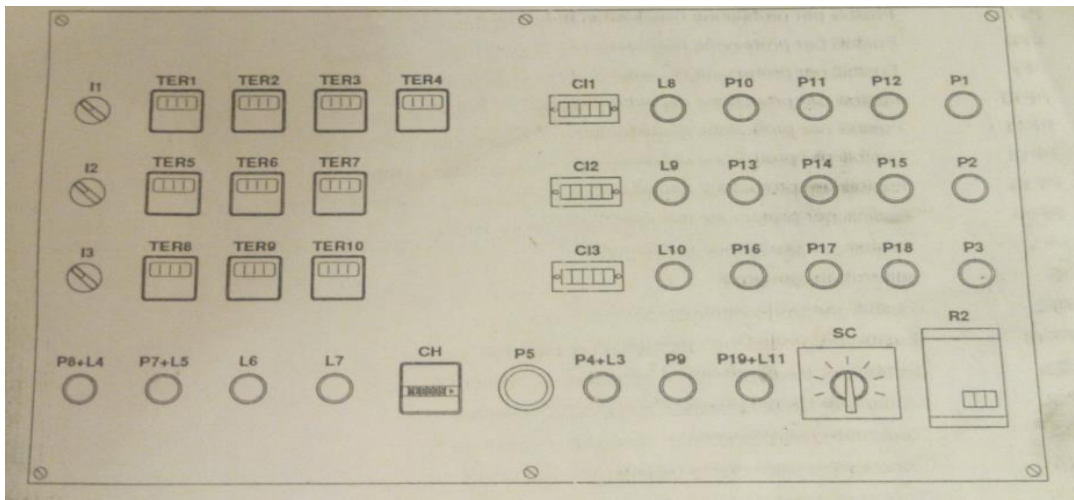
Anexo 11.2 control de secuencia de actuadores de carrusel. Fuente: los autores.




Anexo 11.3 control de sistema hidráulico. Fuente: los autores.

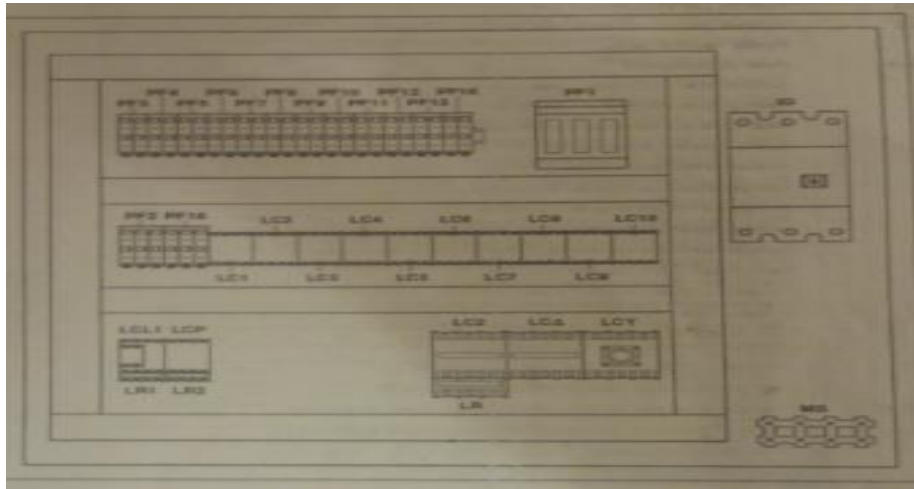


Anexo 11.4 control de arranque estrella-delta motor principal. Fuente: los autores.

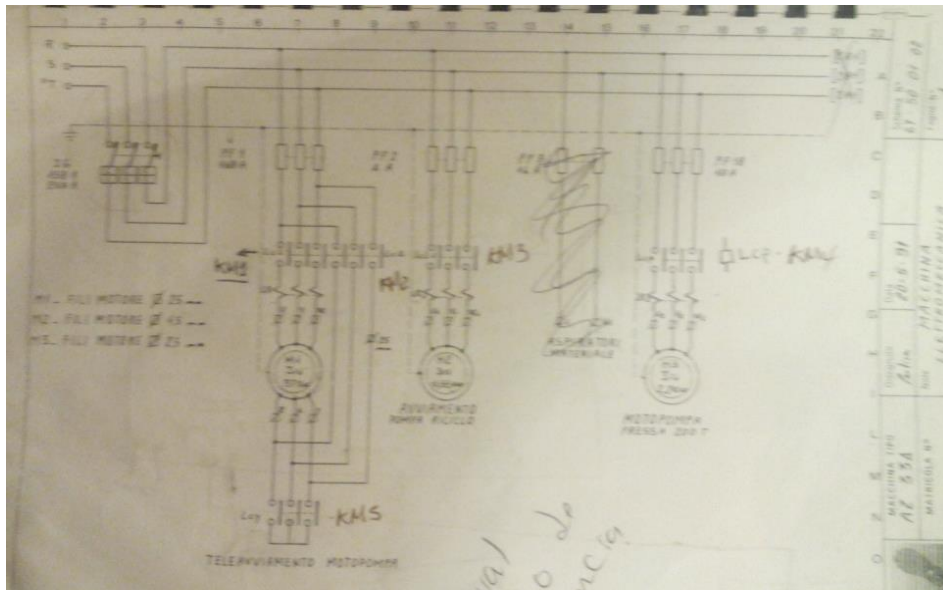


Anexo 11.5 Esquemático tablero termostatos, selector manual-auto, horómetro y pulsadores. Fuente: los autores.

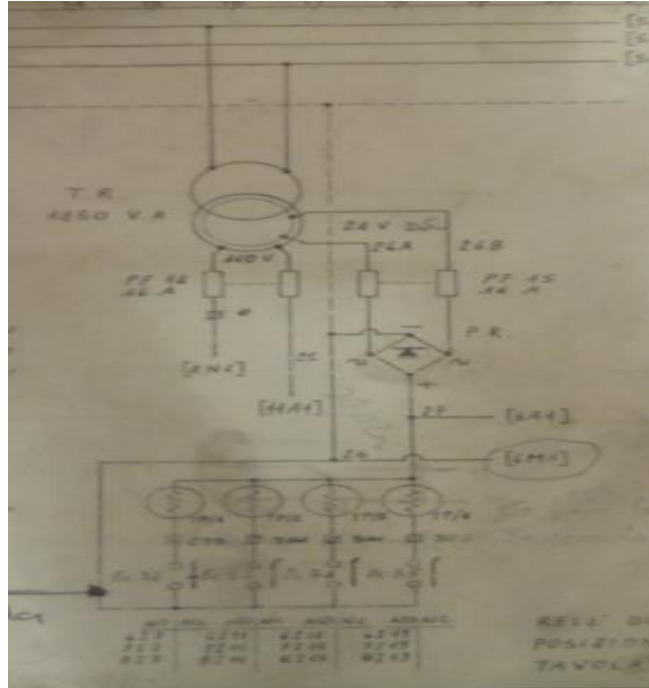
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27



Anexo 11.6 Esquemático de potencia de la máquina. Fuente: los autores.

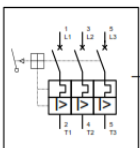
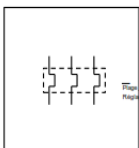
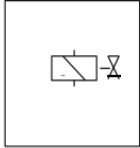

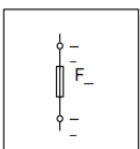
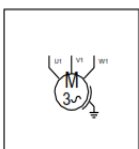
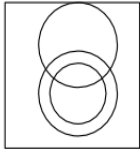
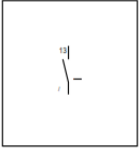
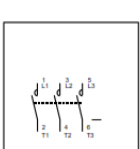
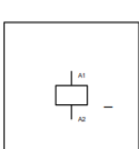
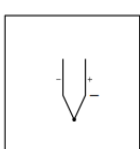
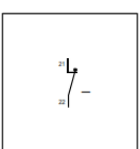
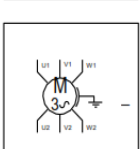
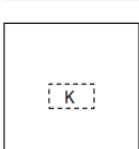
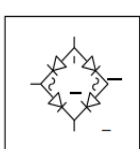
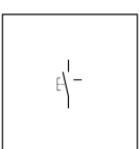


Anexo 11.7 circuito de potencia arranque motores. Fuente: los autores.

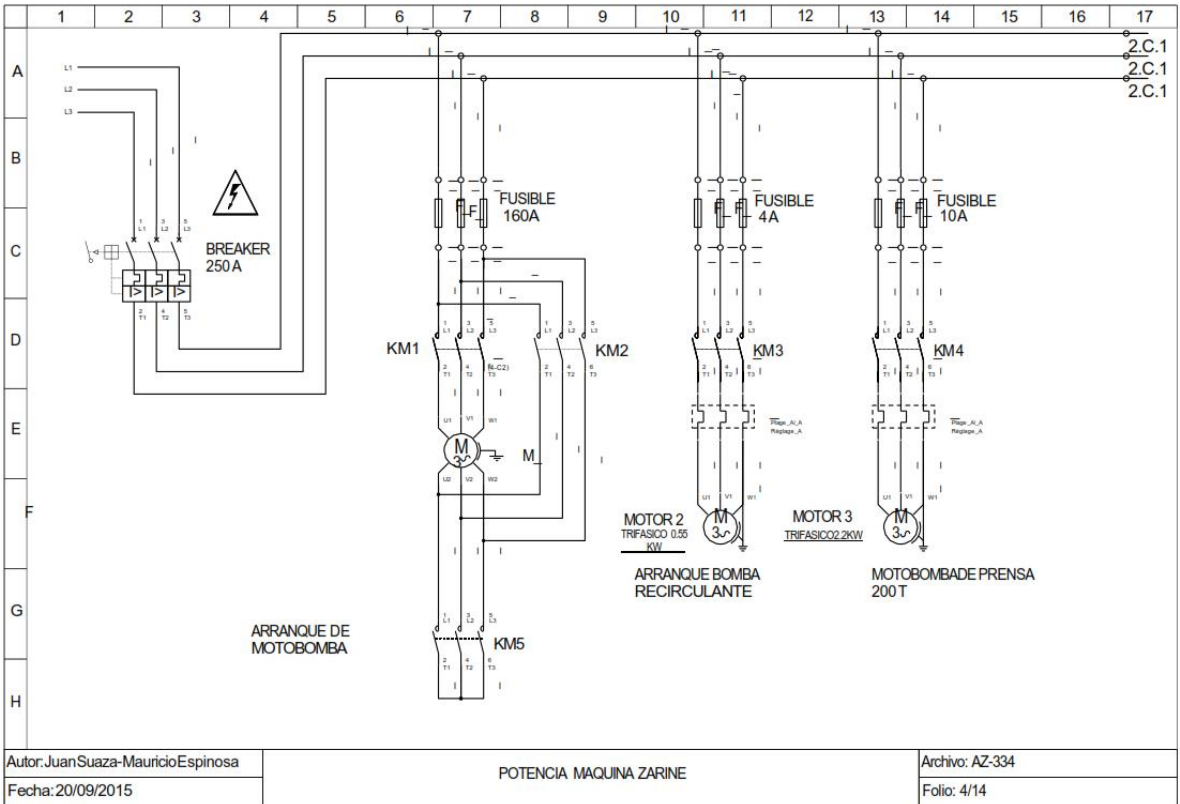


Anexo 11.8 circuito de potencia 24 V DC. Fuente: los autores.

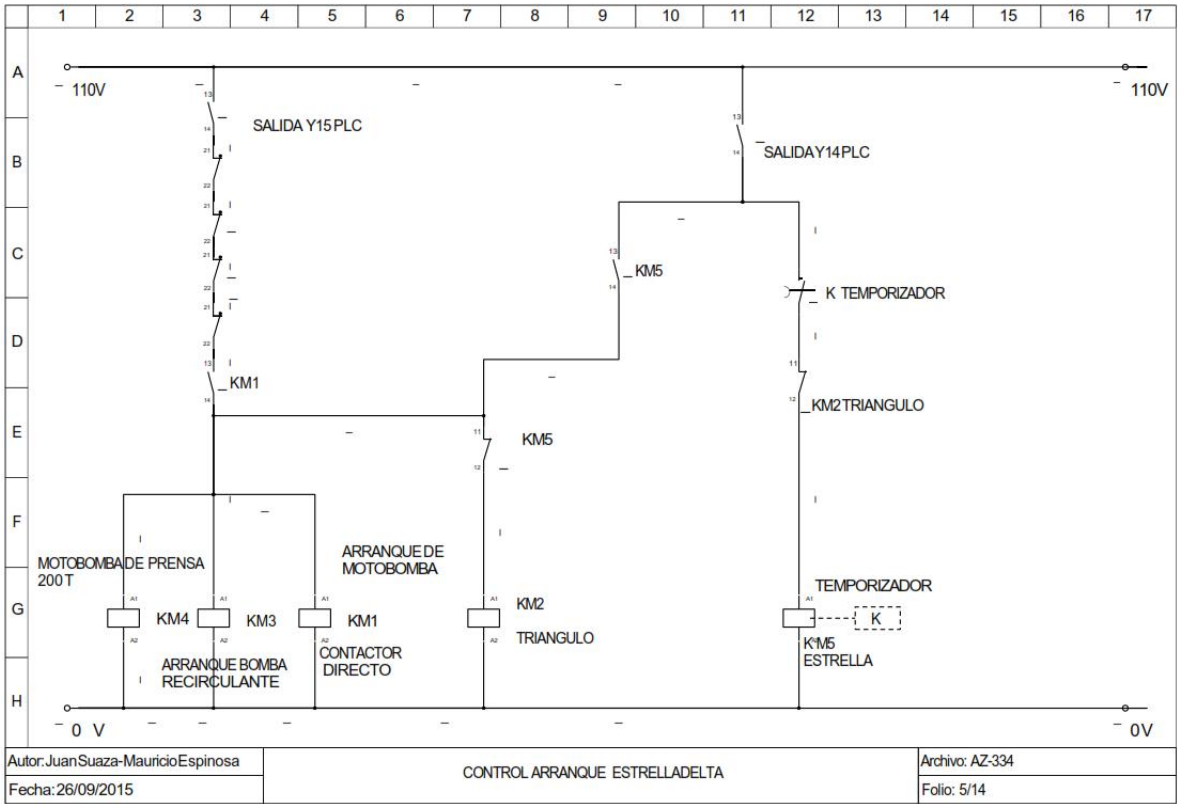
Ahora se presentan los esquemas eléctricos rediseñados. En contraste con los esquemas originales, se puede apreciar en las imágenes siguientes el notable cambio.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A																	
B		BREAKER				TERMICO				ELECTROVALVULA				RESISTENCIA TERMICA			
C																	
D		FUSIBLE				MOTOR				TRANSFORMADOR				CONTACTO N.O			
E																	
F		CONTACTOR				BOBINA				TERMOCUPLA				CONTACTO N.C			
G		MOTOR 6 LINEAS				TEMPORIZADOR NEUMATICO				PUENTE RECTIFICADOR				PULSADOR			
H																	
Autor: Juan Suaza - Mauricio Espinosa		SIMBOLOGIA											Archivo: AZ-334				
Fecha: 07/10/2015													Folio: 3/14				

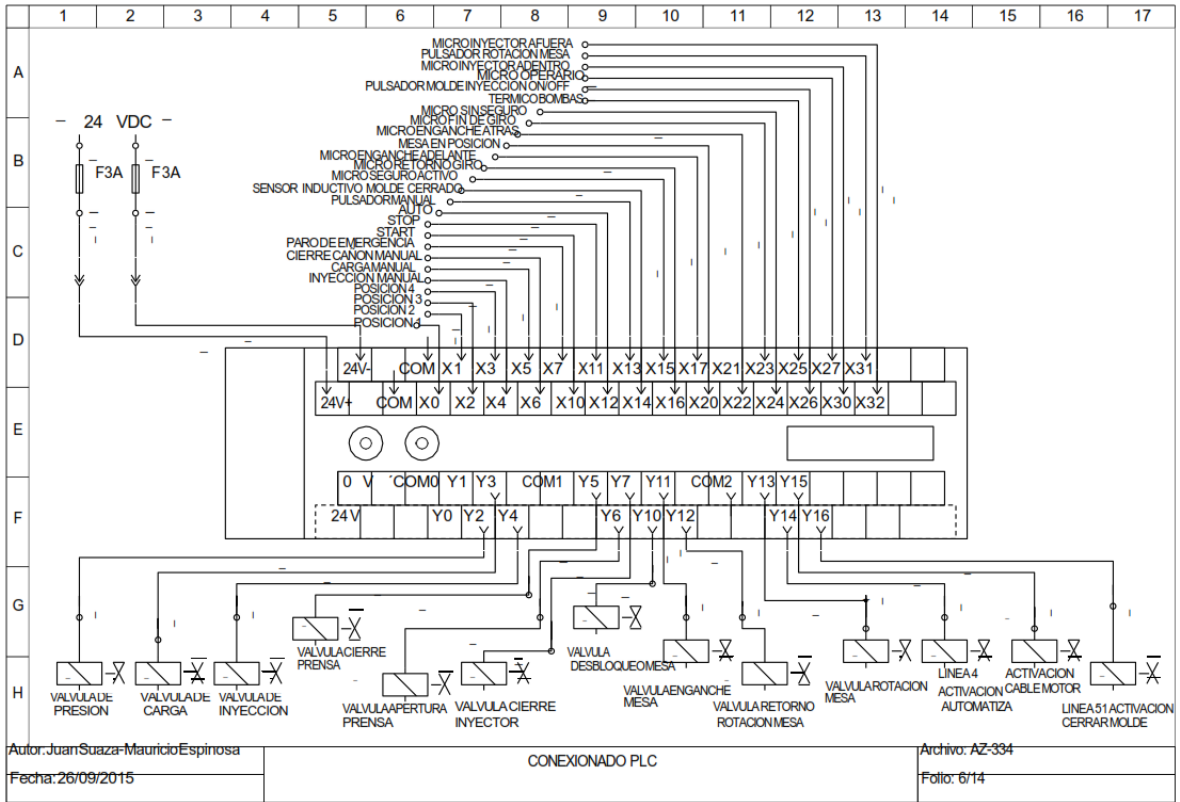
Anexo 12.2 Simbología de elementos. Fuente: los autores.



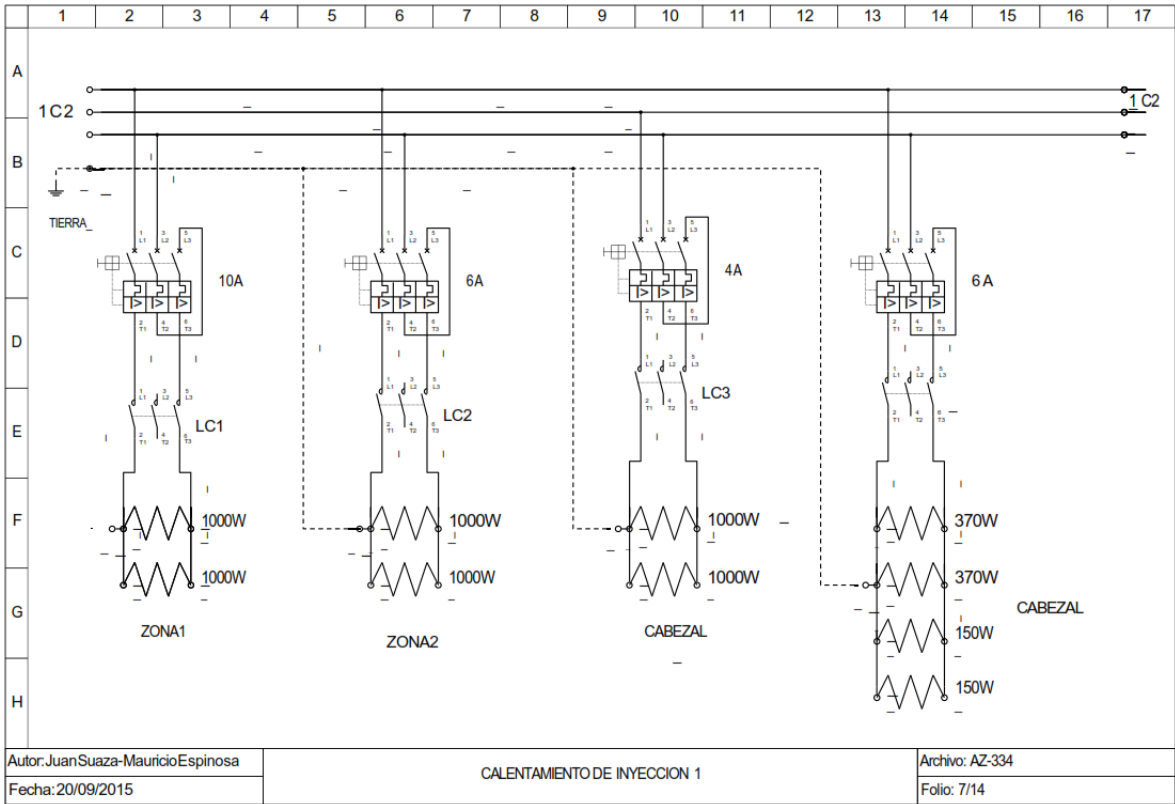
Anexo 12.3 circuito de potencia. Fuente: los autores.



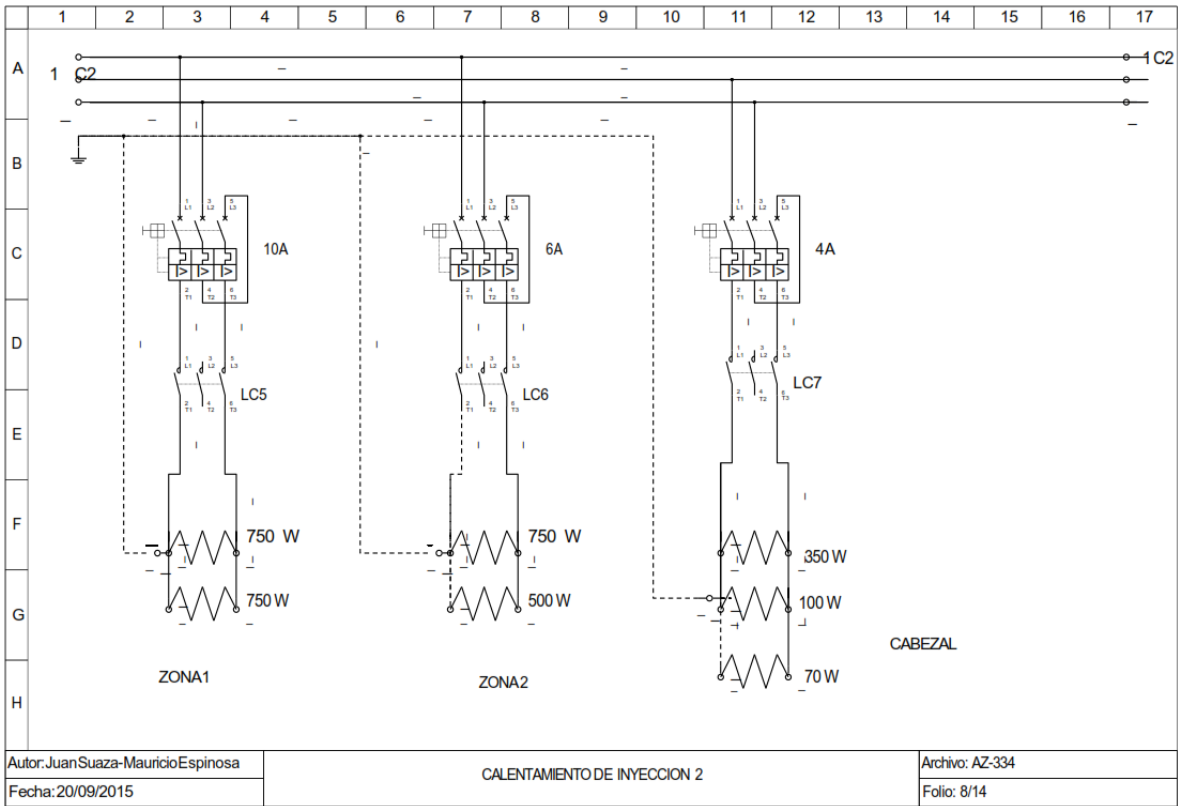
Anexo 12.4 circuito de control arranque estrella delta. Fuente: los autores.



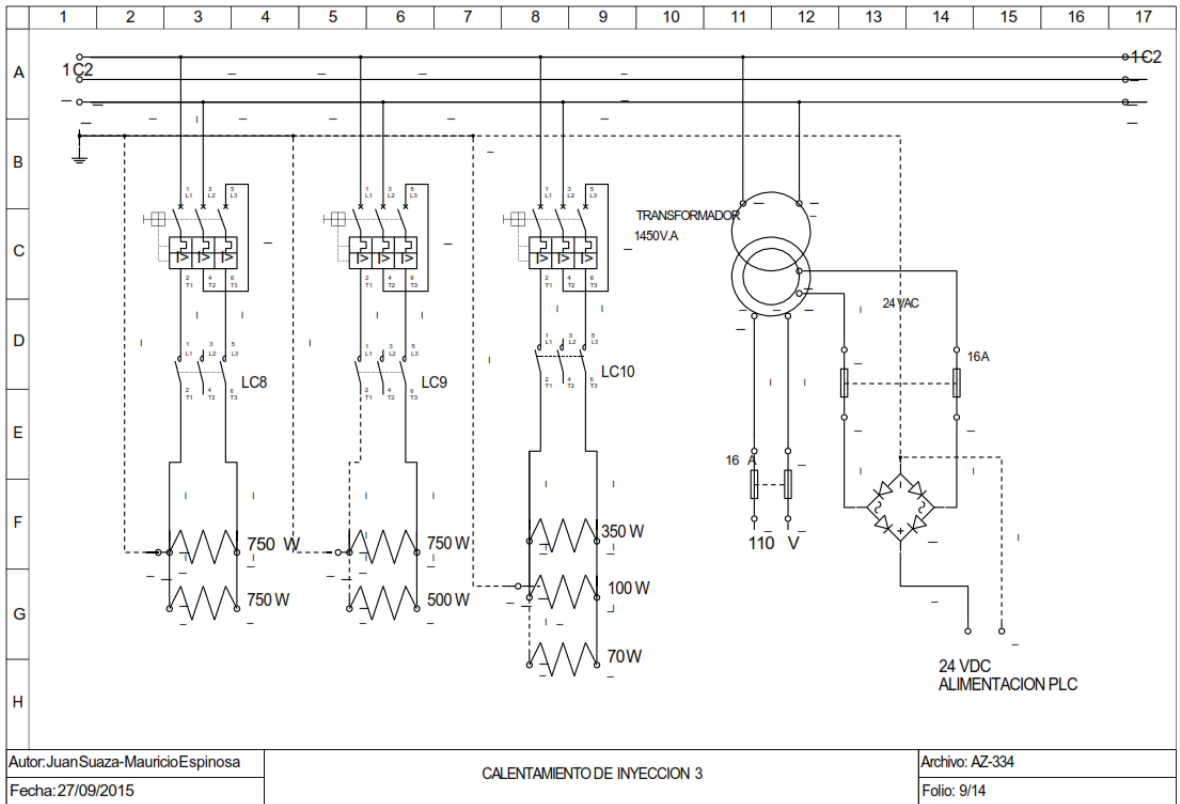
Anexo 12.5 circuito de control plc entradas y salidas digitales. Fuente: los autores.



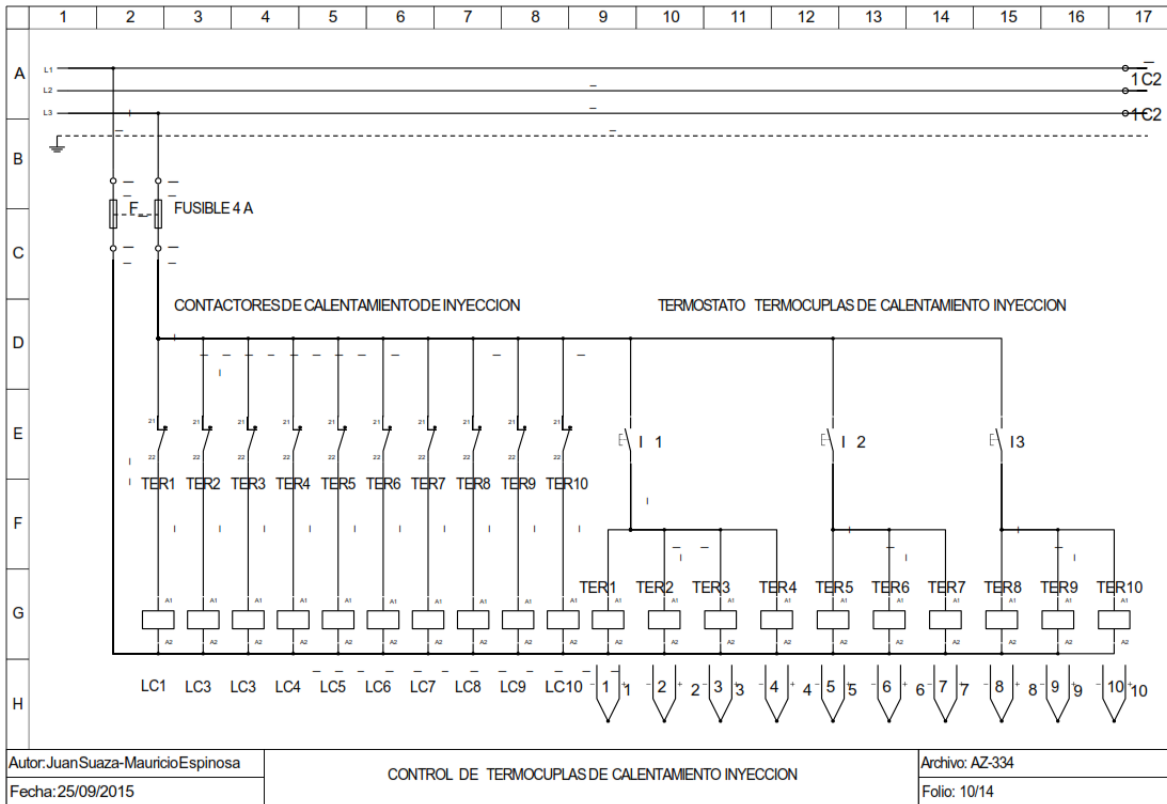
Anexo 12.6 circuito de potencia resistencias de inyección. Fuente: los autores.



Anexo 12.7 circuito de potencia resistencias de inyección. Fuente: los autores.

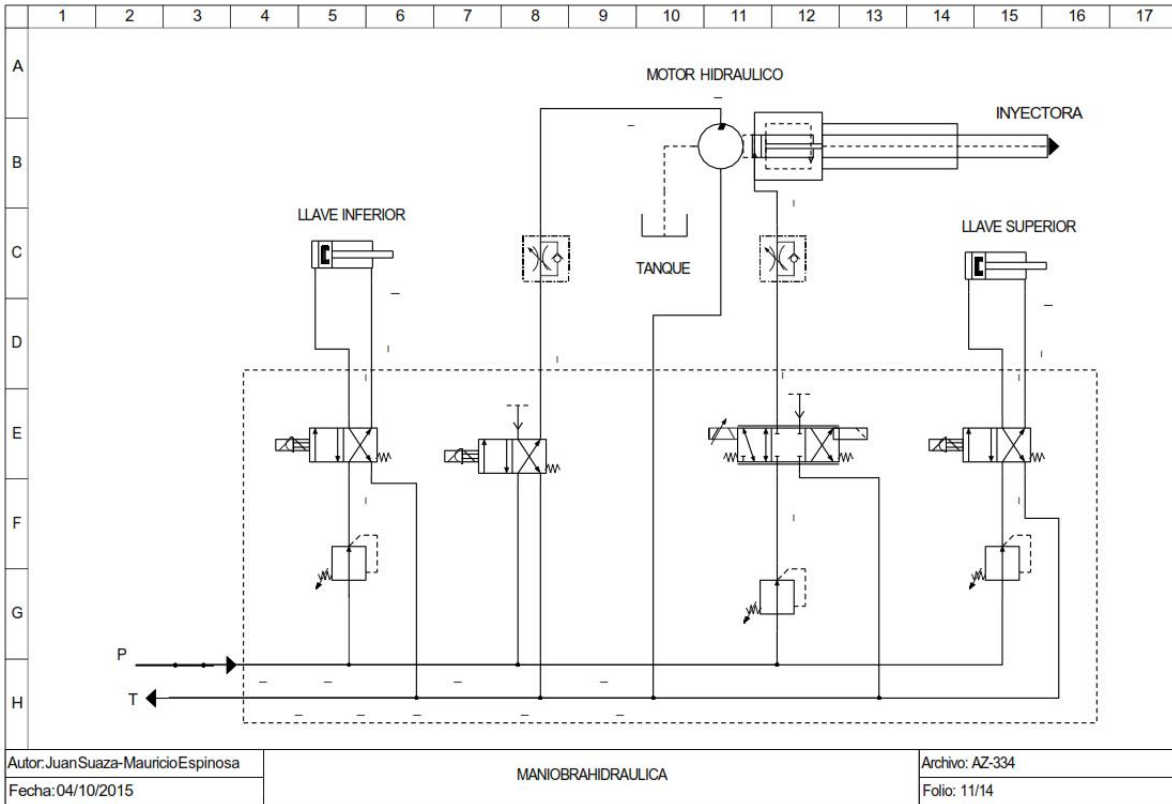


Anexo 12.8 circuito de potencia resistencias y alimentación de plc. Fuente: los autores.

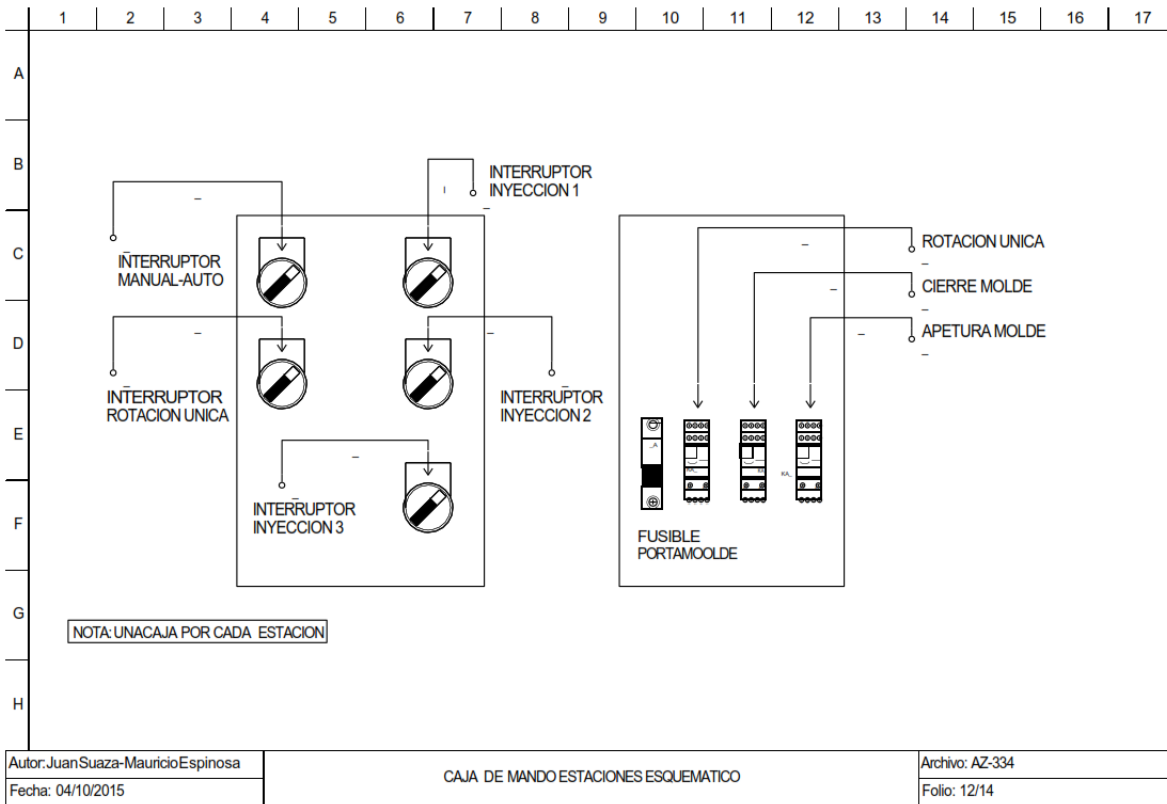


Anexo 12.9 circuito de control termocuplas y termostatos de calentamiento inyección.

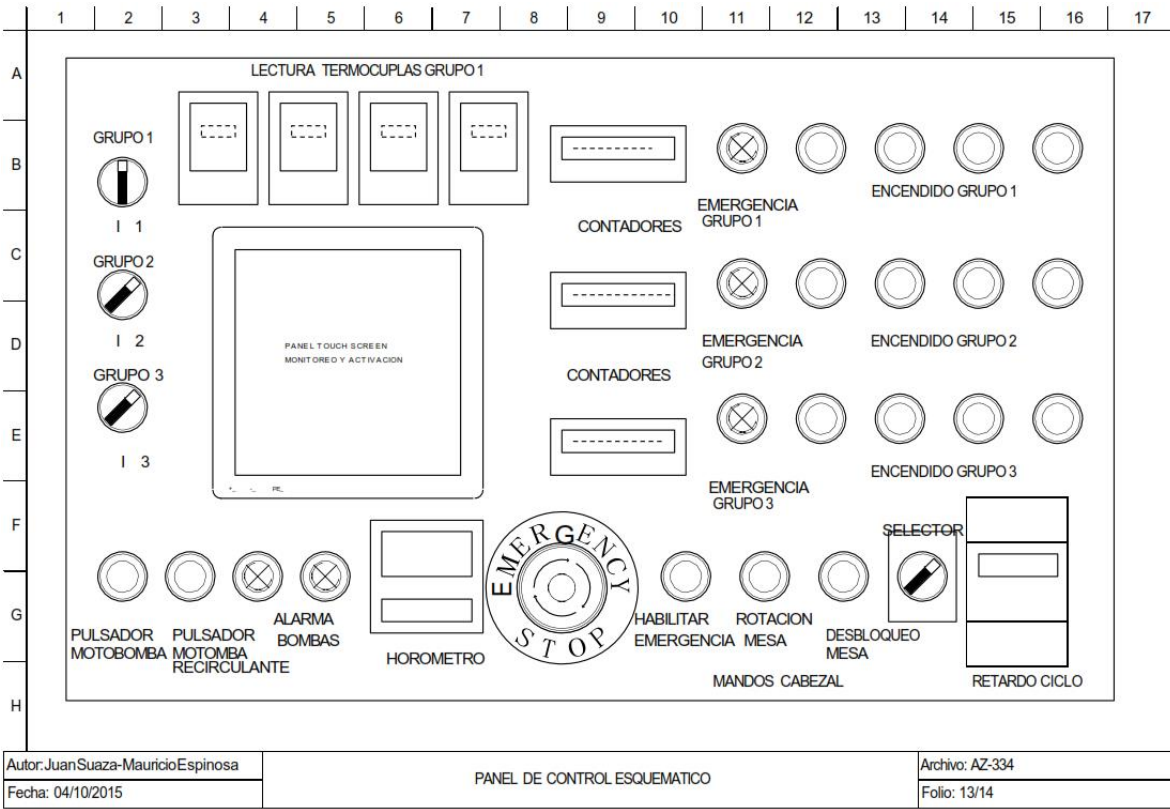
Fuente: los autores.



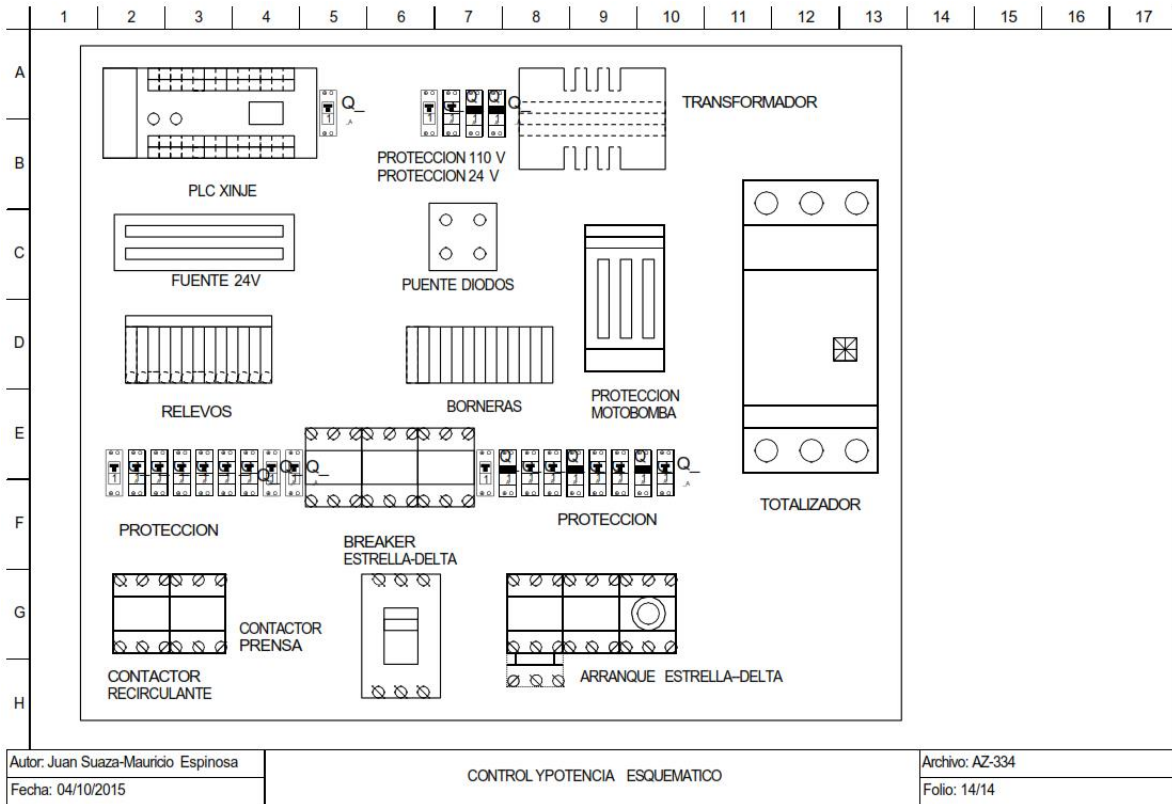
Anexo 12.10 circuito de control hidráulico. Fuente: los autores.



Anexo 12.11 Esquemático tablero de maniobra operario. Fuente: los autores.



Anexo 12.12 Esquemático tablero principal. Fuente: los autores.




Anexo 12.13 Esquemático de circuito de potencia. Fuente: los autores.

Anexo 13. SERIES, PUERTOS DE COMUNICACIÓN Y PLC.

- XC3 Series Model List

Model							Input points (DC24V)	Output points (R, T)
AC Power Supply			DC Power Supply					
Relay output			Relay output	Transistor output	R/T Type			
N P N	XC3-14R-E	XC3-14T-E	XC3-14RT-E	XC3-14R-C	XC3-14T-C	XC3-14RT-C	8	6
	XC3-24R-E	XC3-24T-E	XC3-24RT-E	XC3-24R-C	XC3-24T-C	XC3-24RT-C	14	10
	XC3-32R-E	XC3-32T-E	XC3-32RT-E	XC3-32R-C	XC3-32T-C	XC3-32RT-C	18	14
	XC3-48R-E	XC3-48T-E	XC3-48RT-E	XC3-48R-C	XC3-48T-C	XC3-48RT-C	28	20
	XC3-60R-E	XC3-60T-E	XC3-60RT-E	XC3-60R-C	XC3-60T-C	XC3-60RT-C	36	24
P N P	XC3-14PR-E	XC3-14PT-E	XC3-14PRT-E	XC3-14PR-C	XC3-14PT-C	XC3-14PRT-C	8	6
	XC3-24PR-E	XC3-24PT-E	XC3-24PRT-E	XC3-24PR-C	XC3-24PT-C	XC3-24PRT-C	14	10
	XC3-32PR-E	XC3-32PT-E	XC3-32PRT-E	XC3-32PR-C	XC3-32PT-C	XC3-32PRT-C	18	14
	XC3-48PR-E	XC3-48PT-E	XC3-48PRT-E	XC3-48PR-C	XC3-48PT-C	XC3-48PRT-C	28	20
	XC3-60PR-E	XC3-60PT-E	XC3-60PRT-E	XC3-60PR-C	XC3-60PT-C	XC3-60PRT-C	36	24


Anexo 13.1 Serie de modelo seleccionado. Fuente: los autores.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Items		Specifications				
Program Executing Form		Loop scan form				
Program Form		Instruction, Ladder				
Dispose Speed		0.5 us				
Power Off Retentive		Use FlashROM and Li battery				
User's program space ^{※1}		128K				
I/O points ^{※2}	Total I/O	14	24	32	48	60
	Input	8 X0~X7	14 X0~X15	18 X0~X21	28 X0~X33	36 X0~X43
	Output	6 Y0~Y5	10 Y0~Y11	14 Y0~Y15	20 Y0~Y23	24 Y0~Y27
Internal Coils (X) ^{※3}		X0~X777 (512)				
Internal Coils (Y) ^{※4}		Y0~Y777 (512)				
Internal Coils (M)		8768 points	M0~M2999 【M3000~M7999】 ^{※5} For Special Use ^{※6} M8000~M8767			
Flow (S)		1024 points	S0~S511 【S512~S1023】			

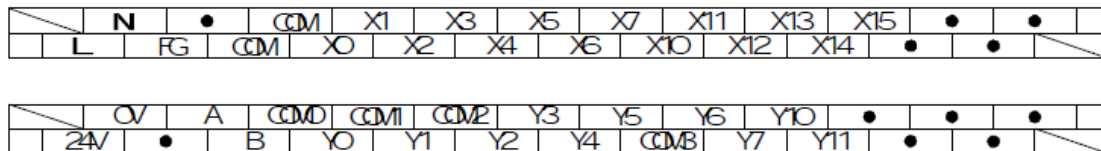
Timer	points	640 points	T0~T99: 100ms not accumulate
			T100~T199: 100ms accumulate
			T200~T299: 10ms not accumulate
			T300~T399: 10ms accumulate
			T400~T499: 1ms not accumulate
			T500~T599: 1ms accumulate
			T600~T639: 1ms precise time
	Spec.	100mS timer: set time 0.1~3276.7sec. 10mS timer: set time 0.01~327.67sec. 1mS timer: set time 0.001~32.767sec.	
Counter (C)	points	640 points	C0~C299: 16 bits sequential counter
			C300~C598: 32 bits sequential/inverse counter

Anexo 13.2 características de plc. Fuente: los autores.

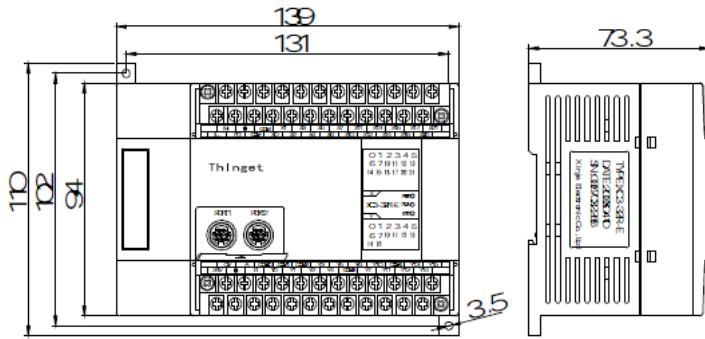
 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

		C600~C619: single phase high speed counter
		C620~C629: dual-phase high speed counter
		C630~C639: AB phase high speed counter
	Spec.	16 bits counter: set value K0~32,767 32 bits counter: set value -2147483648~+2147483647
Data Register (D)	9024 words	D0~D3999 【D4000~D7999】 ^{※5} For Special Use ^{※6} D8000~D9023
FlashROM Register (FD)	2048 words	FD0~FD1535 For Special Use ^{※6} FD8000~FD8512
Expansion's Register (ED) ^{※7}	16384 words	ED0~ED16383
High Speed Dispose Ability		High speed counter, pulse output, external interruption
Password Protection		6 bits ASCII
Self-diagnose Function		Power on self-check、 monitor the timer、 grammar check

● Graph D



Anexo 13.3 aplicaciones especiales plc. Fuente: los autores.

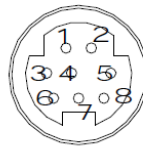


Suitable Model

Series	I/O
XC1	24 and 32
XC2	24 and 32
XC3	24 and 32
XC5	24 and 32
XCM	24 and 32



Pins of COM1:

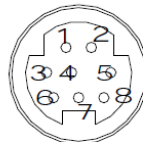


- 2: PRG
- 4: RxD
- 5: TxD
- 6: VCC
- 8: GND

Mini Din 8 female

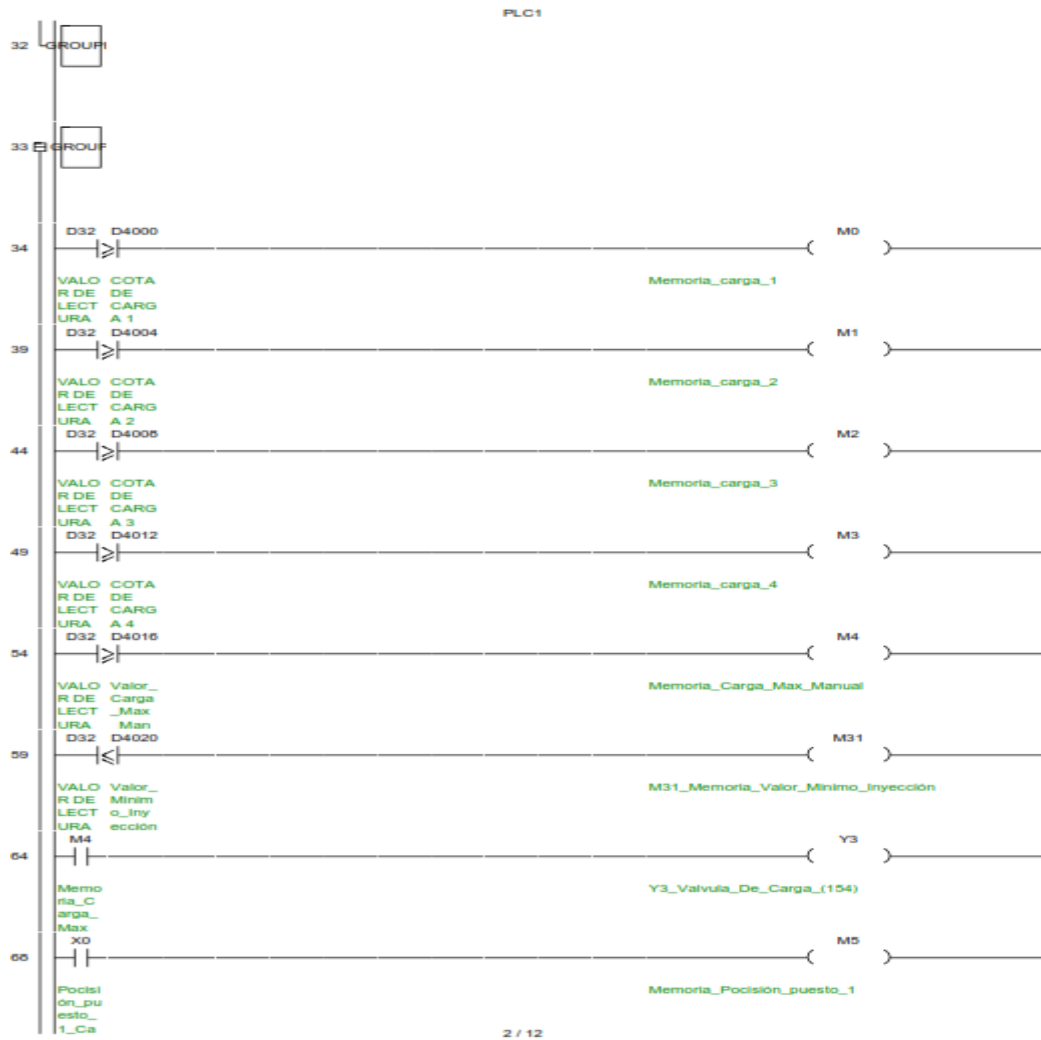


Pins of COM2^{≠1}:

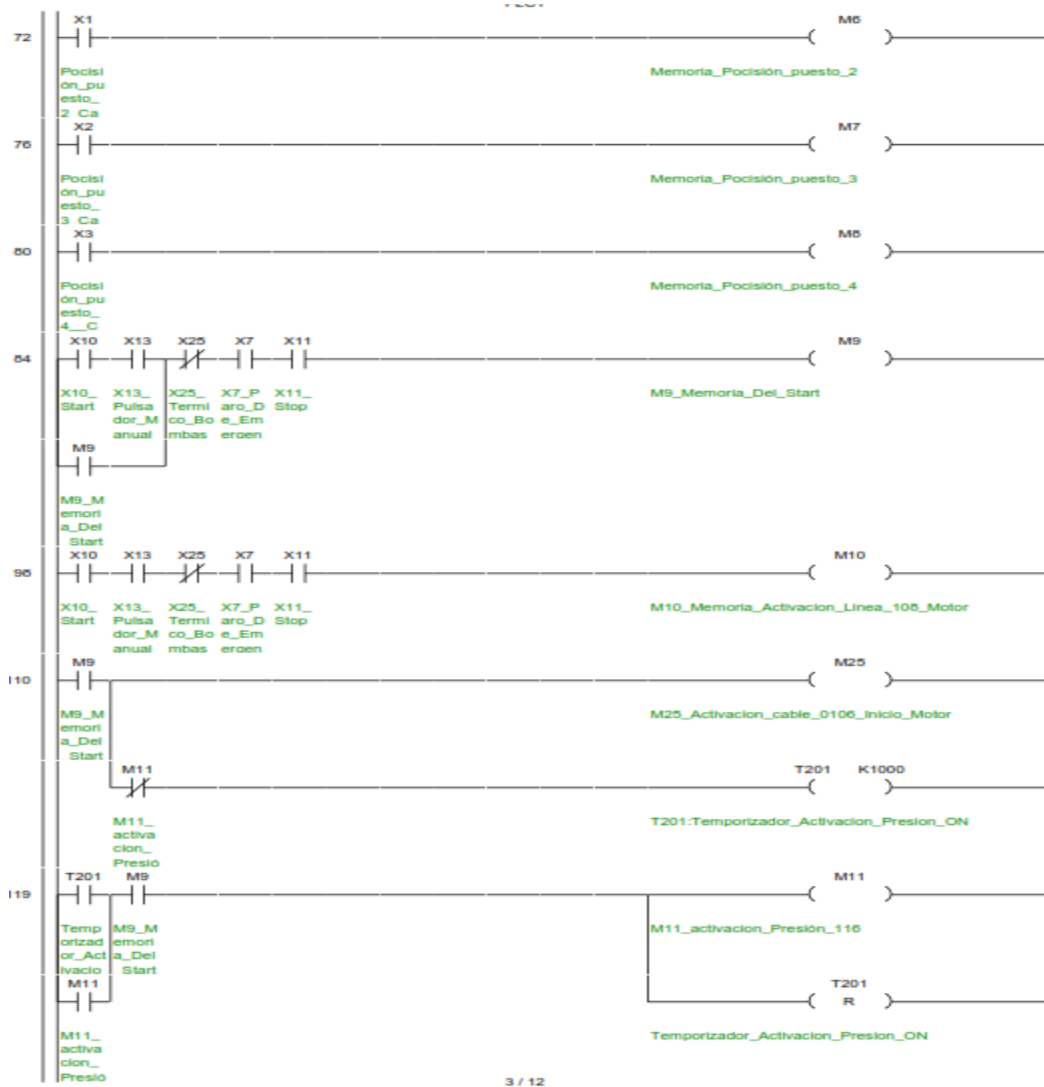


- 4: RxD
- 5: TxD
- 8: GND

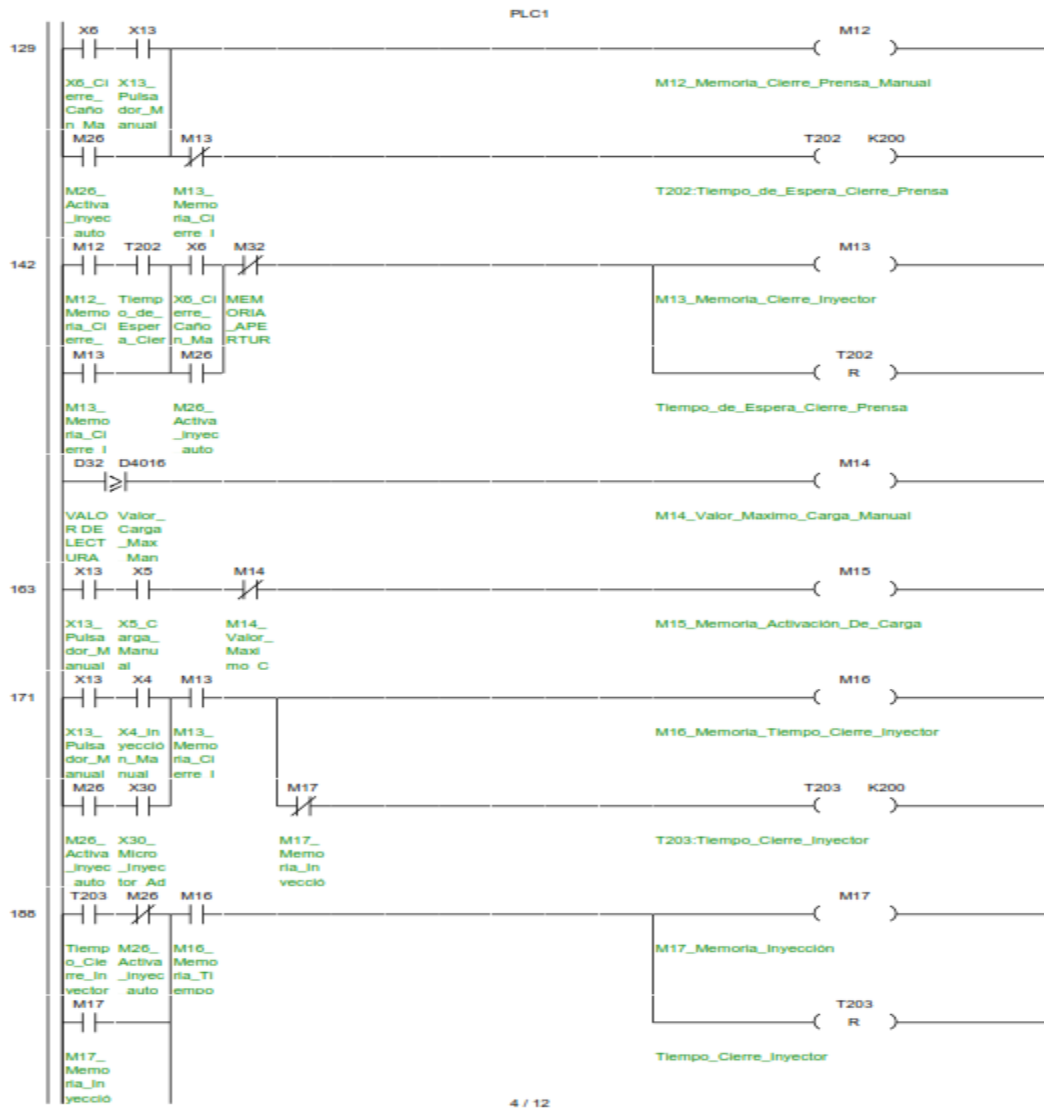
Anexo 13.4 Puertos de comunicación. Fuente: los autores.



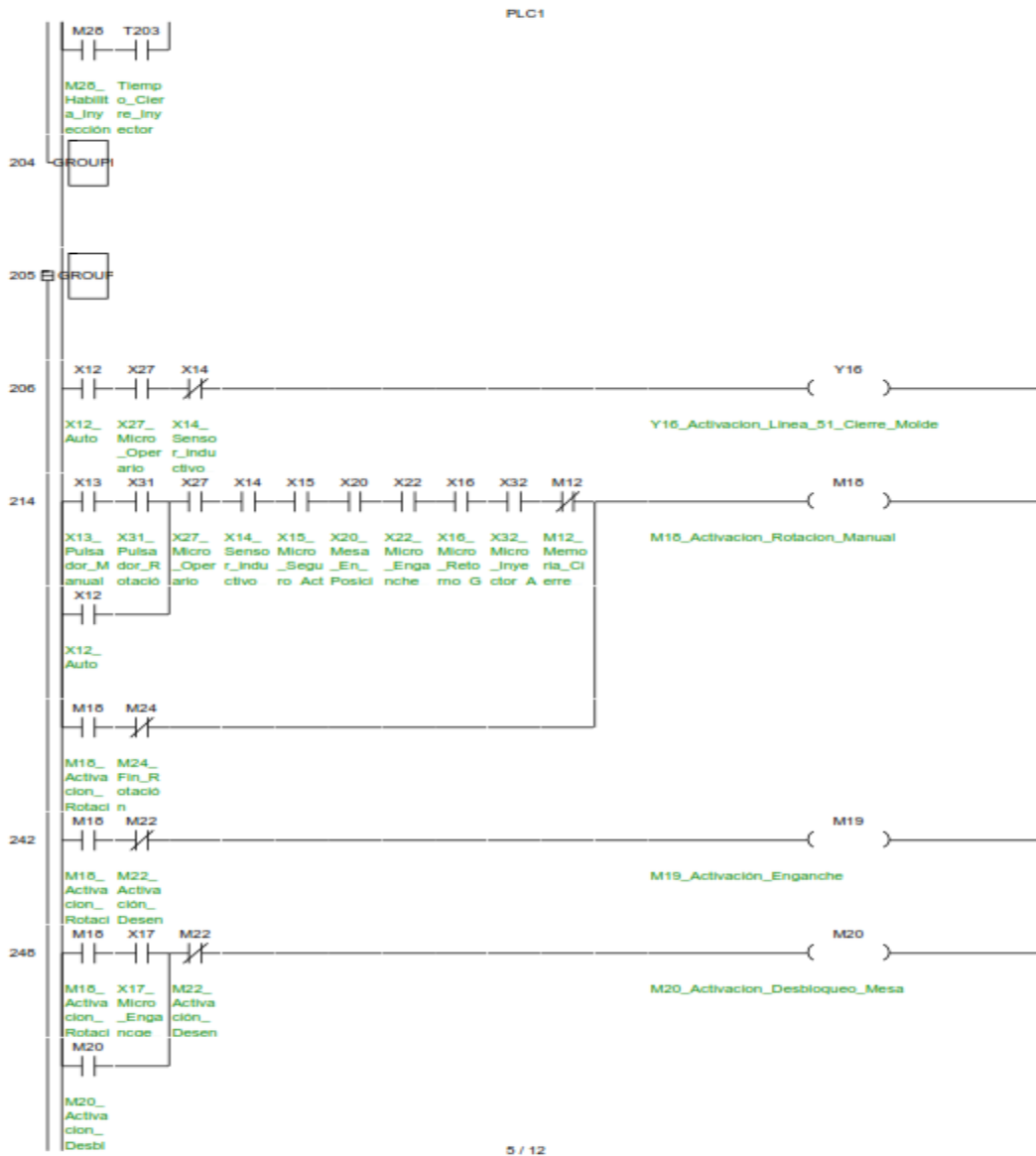
Anexo 14.2 memorias de posicionamiento inyección. Fuente: los autores.



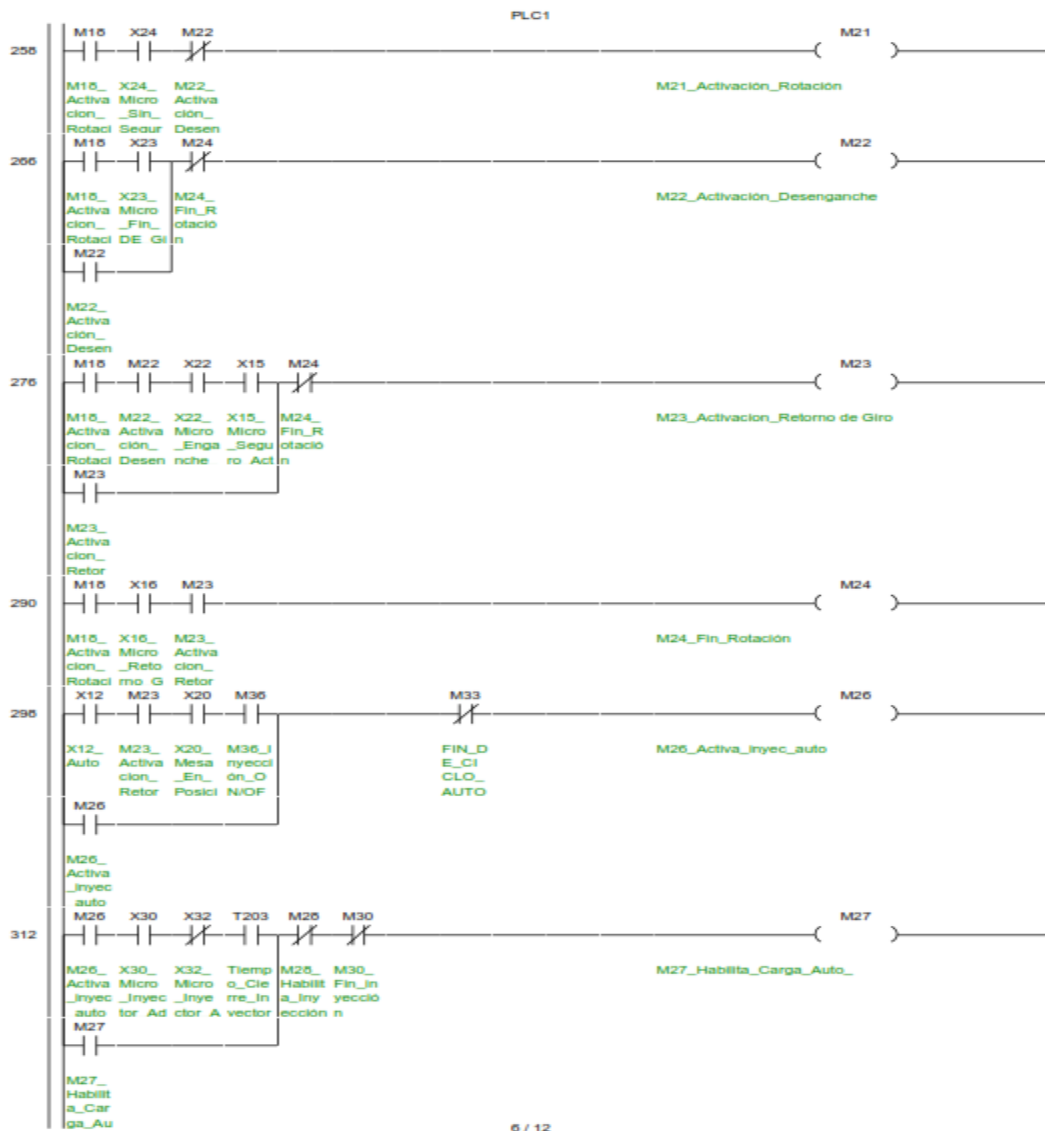
Anexo 14.3 activación de presión y condiciones de encendido. Fuente: los autores.



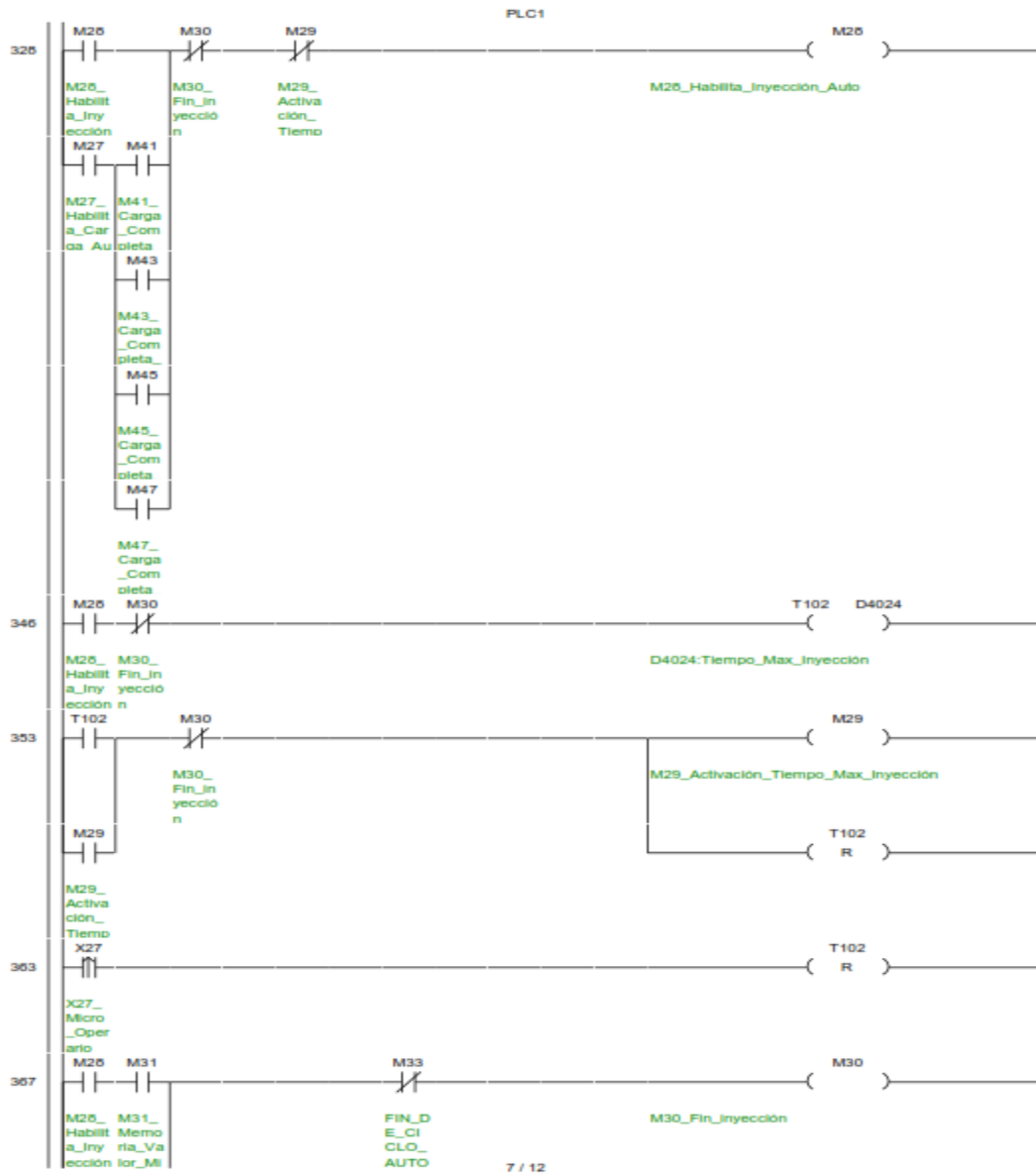
Anexo 14.4 control de inyección. Fuente: los autores.



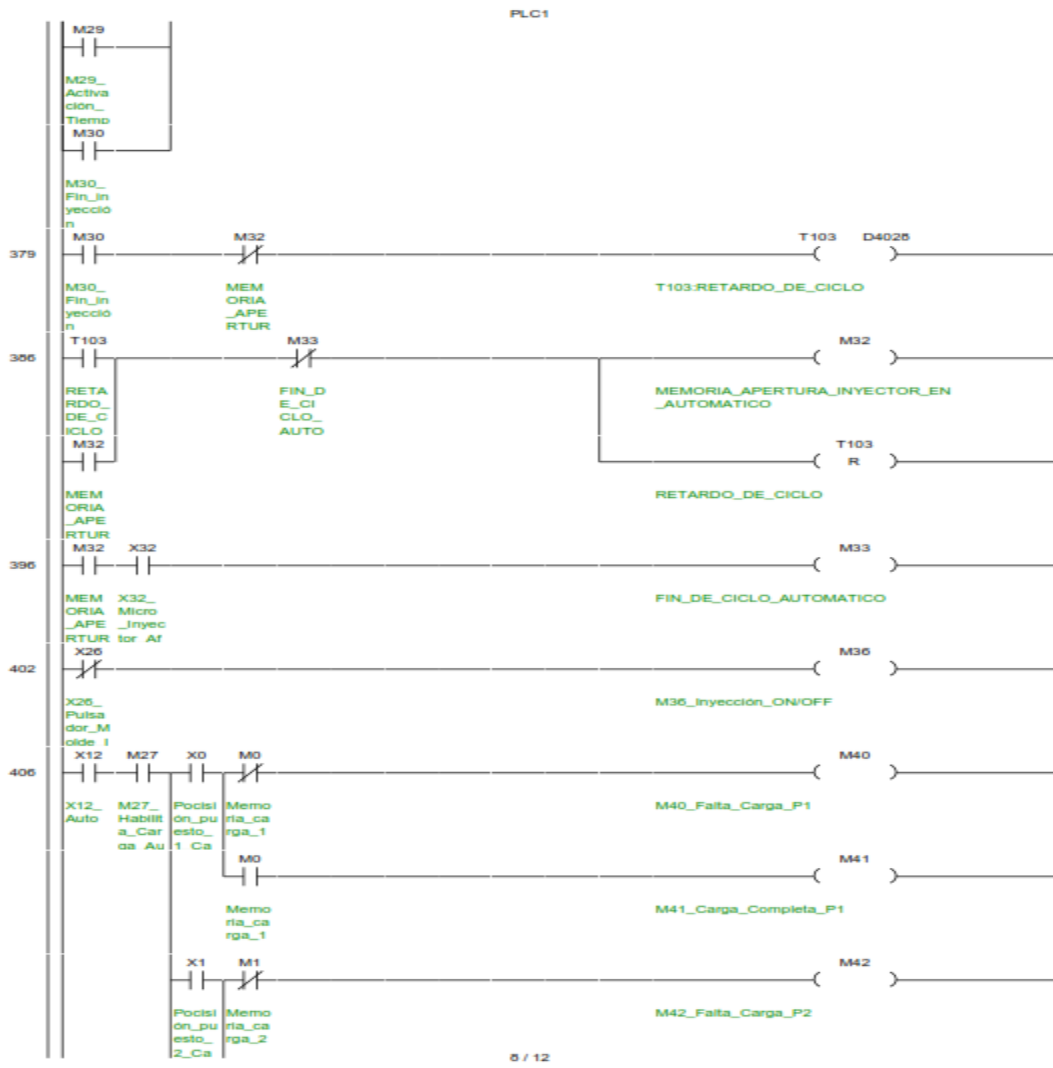
Anexo 14.5 Rotación de carrusel. Fuente: los autores.



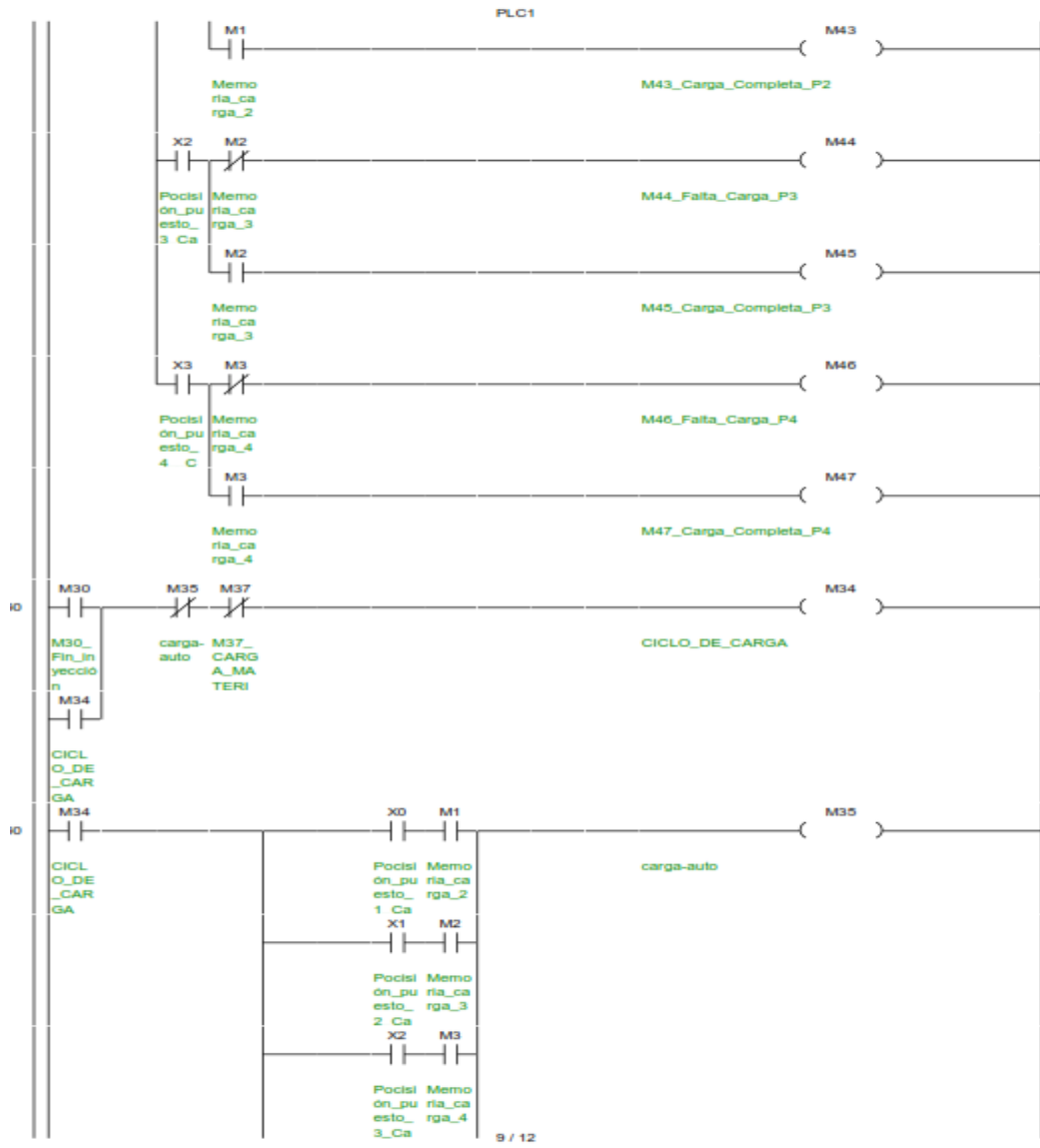
Anexo 14.6 Rotación de carrusel. Fuente: los autores.



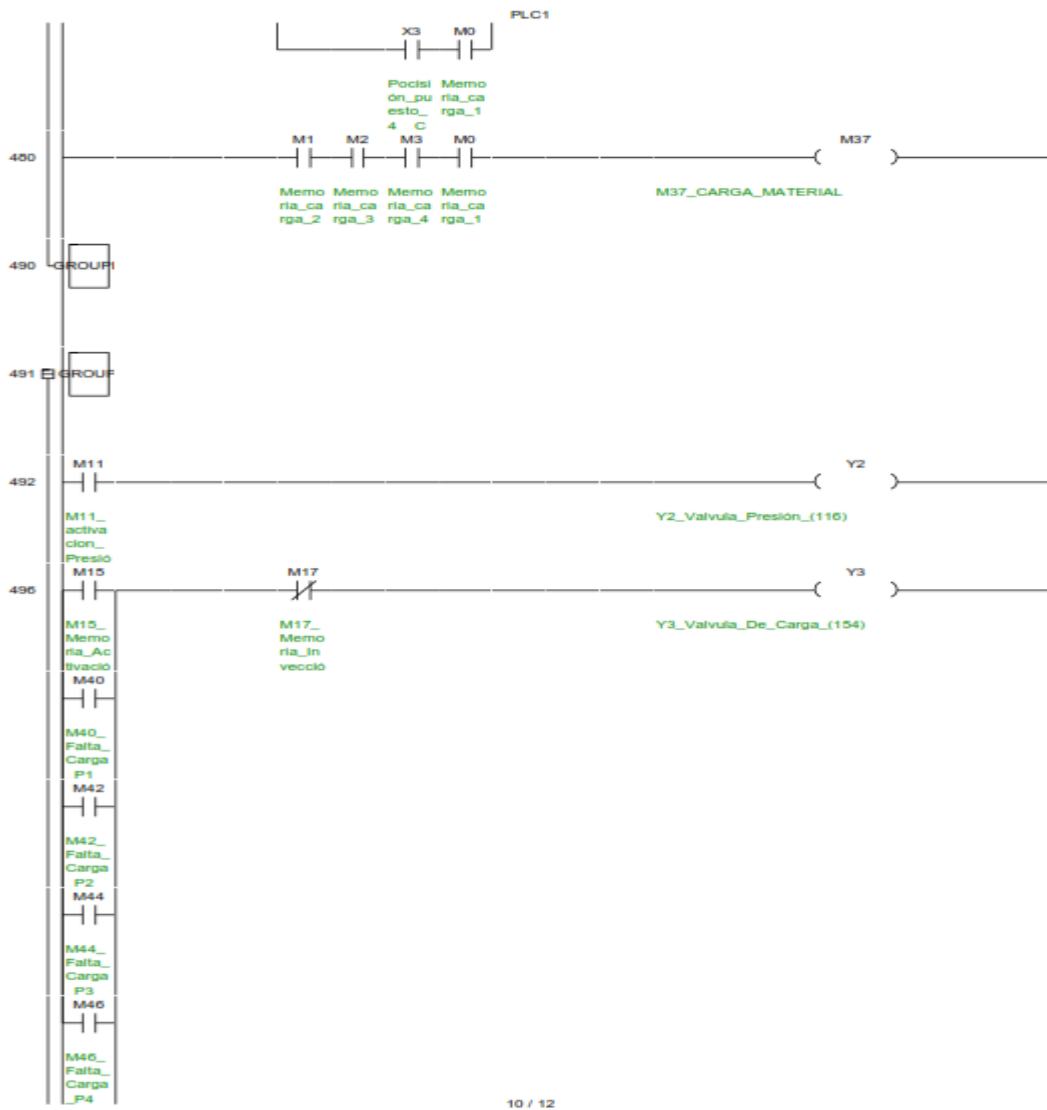
Anexo 14.7 Ciclo de inyección automático. Fuente: los autores.



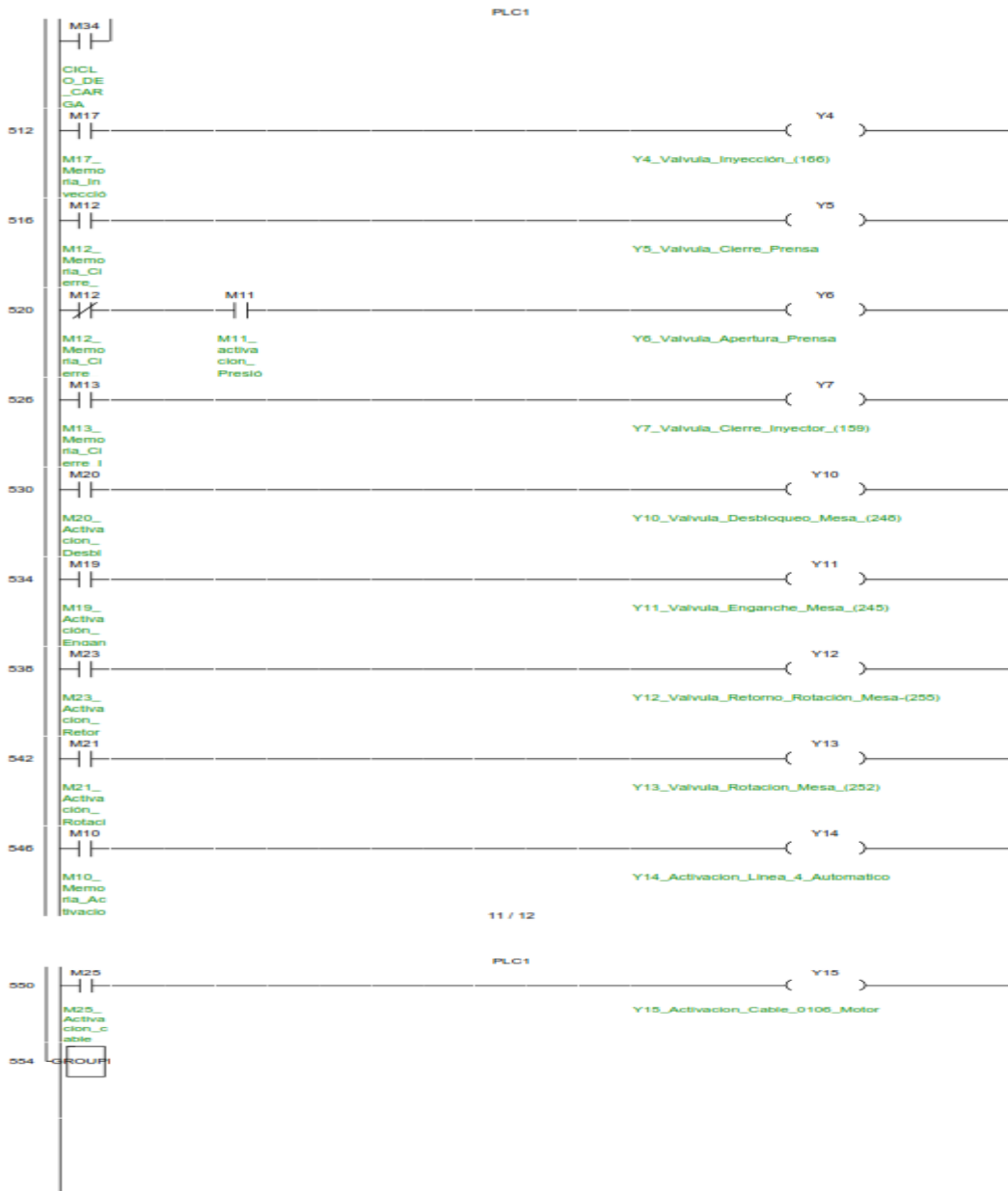
Anexo 14.8 Ciclo de inyección automático. Fuente: los autores.



Anexo 14.9 Ciclo de inyección automática. Fuente: los autores.



Anexo 14.10 Ciclo de inyección automático. Fuente: los autores.




Anexo 14.11 Control automático de sistema hidráulico. Fuente: los autores.



BITACORA MAQUINA ZARINE
EMPRESA JORGE SIERRA

FECHA	HORA	TRABAJO EFECTUADO	VERIFICACION FALLAS	OPERARIO	TIEMPO UTILIZADO	OBSERACIONES	FIRMA
01-11-15	6:20	Nivel Aceite	OK	[Signature]	20min	Lubric y Nivel	[Signature]
02-11-15	6:20	Presión	OK	[Signature]	25min	Testigo de Presión	[Signature]
03-11-15	6:40	Control	OK	[Signature]	20min	Plc y Touch	[Signature]
04-11-15	6:20	Motors	OK	[Signature]	25min	Elect y Temp	[Signature]
05-11-15	6:20	Nivel Aceite	OK	[Signature]	15min	Lubric y Nivel	[Signature]
06-11-15	6:20	Presión	OK	[Signature]	10min	Testigo de Presión	[Signature]
07-11-15	6:20	Control	OK	[Signature]	10min	Plc y Touch	[Signature]
08-11-15	6:20	Motors	OK	[Signature]	15min	Union B-2	[Signature]
09-11-15	6:10	Nivel Aceite	OK	[Signature]	15min	Union B-2	[Signature]
10-11-15	6:20	Presión	OK	[Signature]	10min	Union B-2	[Signature]
11-11-15	6:20	Control	OK	[Signature]	10min	Union B-2	[Signature]
12-11-15	6:20	Motors	OK	[Signature]	15min	Union B-2	[Signature]
13-11-15	6:20	Nivel Aceite	OK	[Signature]	10min	Union B-2	[Signature]
14-11-15	6:20	Presión	OK	[Signature]	15min	Union B-2	[Signature]
15-11-15	6:20	Control	OK	[Signature]	10min	Union B-2	[Signature]
16-11-15	6:20	Motors	OK	[Signature]	15min	Union B-2	[Signature]
17-11-15	6:20	Nivel Aceite	OK	[Signature]	15min	Union B-2	[Signature]
18-11-15	6:20	Presión	OK	[Signature]	10min	Union B-2	[Signature]
19-11-15	6:40	Control	OK	[Signature]	10min	Union B-2	[Signature]
20-11-15	6:20	Motors	OK	[Signature]	15min	Union B-2	[Signature]
21-11-15	6:20	Nivel Aceite	OK	[Signature]	15min	Union B-2	[Signature]
22-11-15	6:20	Presión	OK	[Signature]	10min	Union B-2	[Signature]
23-11-15	6:20	Control	OK	[Signature]	10min	Union B-2	[Signature]
24-11-15	6:10	Nivel Aceite	OK	[Signature]	15min	Union B-2	[Signature]
25-11-15	6:15	Motors	OK	[Signature]	10min	Union B-2	[Signature]
26-11-15	6:50	Presión	OK	[Signature]	10min	Union B-2	[Signature]
27-11-15	6:20	Control	OK	[Signature]	15min	Union B-2	[Signature]
28-11-15	6:20	Motors	OK	[Signature]	10min	Union B-2	[Signature]
29-11-15	6:10	Nivel Aceite	OK	[Signature]	15min	Union B-2	[Signature]
30-11-15	6:20	Control	OK	[Signature]	10min	Union B-2	[Signature]

Anexo 15. Bitácora de maquina ZARINE. Fuente: los autores.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

INGENIERIA



*CARLOS ANDRES CORREA *

RUT -76147908

Calle 87 Sur N 48-27 tel. 5012585 – 3174307218

Medellin 20 de febrero de 2016

Señores

INSTITUTO TECNOLOGICO METROPOLITANO

Respetados señores me comunico con ustedes a través de este medio para informarles del trabajo realizado a la máquina inyectora de suelas marca ZARINE la cual inicialmente por su diseño original de lógica cableada presentaba varios problemas de paro en la máquina y por su compleja detección de fallas era muy difícil para los operarios por falta de conocimientos técnicos y de ingeniería identificar la misma. Es más la máquina estuvo varios meses parada sin poderla operar debido a los problemas que esta presentaba.

Con la modificación que se le hizo y la automatización que se montó se logró alcanzar el rendimiento máximo de la máquina a tal forma que los paros en la producción disminuyeron en más de un 90% ya que en estos meses de seguimiento no ha tenido paros por fallas lo único que se le hace es el rutinario con cambios de aceite y limpieza general.

Es por tal razón que doy fe del buen trabajo realizado por los dos estudiantes de ingeniería que intervinieron la máquina y cualquier información adicional con gusto será suministrada.

Cordialmente



CARLOS ANDRES CORREA
Ingeniero (electromecánico) encargado

Anexo 16. Certificación de la labor efectuada en la repotenciación de la maquina ZARINE.

Fuente: los autores.

