




UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE MECATRÓNICA

TEMA: REPOTENCIACIÓN DE LAS ETAPAS ELÉCTRICA Y DE CONTROL DE UNA MÁQUINA INYECTORA DE PLÁSTICO PARA LA EMPRESA JUAN MOREIRA.

Trabajo de titulación previo a la obtención del
Título de Ingeniero en Mecatrónica

AUTORES: Diego Andres Pin Rivera
Carlos Manuel Pinela Aguirre
TUTOR: Ing. Ricardo Patricio Manzano Puente M.Sc.

Guayaquil - Ecuador
2023



2023/03/07

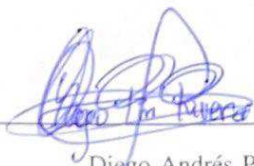
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, **Diego Andrés Pin Rivera** con documento de identificación N° **0950175828** y **Carlos Manuel Pinela Aguirre** con documento de identificación N° **0952015899**; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo.

Guayaquil, 03 de marzo del año 2023

Atentamente,



Diego Andrés Pin Rivera
0950175828



Carlos Manuel Pinela Aguirre
0952015899

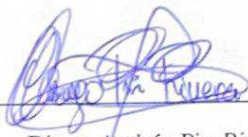
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, **Diego Andrés Pin Rivera** con documento de identificación N° **0950175828** y **Carlos Manuel Pinela Aguirre** con documento de identificación N° **0952015899**, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del **Trabajo de titulación: REPOTENCIACIÓN DE LAS ETAPAS ELÉCTRICA Y DE CONTROL DE UNA MÁQUINA INYECTORA DE PLÁSTICO PARA LA EMPRESA JUAN MOREIRA.**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero en Mecatrónica, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo a final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana

Guayaquil, 03 de marzo del año 2023

Atentamente,



Diego Andrés Pin Rivera
0950175828



Carlos Manuel Pinela Aguirre
0952015899

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Ricardo Patricio Manzano Puente**, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **REPOTENCIACIÓN DE LAS ETAPAS ELÉCTRICA Y DE CONTROL DE UNA MÁQUINA INYECTORA DE PLÁSTICO PARA LA EMPRESA JUAN MOREIRA**, realizado por **Diego Andrés Pin Rivera** con documento de identificación N° **0950175828** y por **Carlos Manuel Pinela Aguirre** con documento de identificación N° **0952015899**, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción **Repotenciación** que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 4 de marzo del año 2023

Atentamente,



Ing. Ricardo Patricio Manzano Puente M.Sc.
1803850187

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de graduación a mis padres, Whitman Pin y Priscila Rivera que han sido un gran ejemplo de amor y resiliencia, que, junto a su sabiduría, han podido guiarme en todo momento de mi vida brindándome su apoyo en los momentos más difíciles.

A mis hermanos, Melannie y Steven, porque me han demostrado que con esfuerzo y perseverancia se puede lograr todo lo uno se propone.

A Karla Moreira que incondicionalmente me ha brindado su apoyo y amor en todo momento, ha estado conmigo en todo este trayecto en una tarea que pudo parecer titánica e interminable, pero, junto a su continua motivación y ayuda, lo pude lograr. Muchas gracias, amor.

Y, por último, pero no menos importante, agradezco a aquellos que nos acompañan desde el cielo que siempre los guardare dentro de mi corazón.

Diego Andrés Pin Rivera

Dedico este trabajo a mis padres, Manuel Pinela e Ibonne Aguirre, quienes han sido dos de los pilares fundamentales en mi educación y desarrollo como persona. Su gran ejemplo y amor incondicional es lo que me permitió ser el hombre que soy, hoy en día.

A mi hermana Sara Pinela que innumerables veces me apoyó con consejos y ánimos en los momentos más difíciles de este proceso. Se ha convertido en alguien a quien considero como mi ejemplo a seguir.

A mis amigos y compañeros de trabajo, que nunca me negaron su ayuda y sabiduría, contibuyendo así en mi formación como individuo responsable y resiliente.

Y, por último, pero no menos importante, a mis seres queridos que me cuidan y saben guiar mi camino en el día a día.

Carlos Manuel Pinela Aguirre

AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a Dios, por iluminar mi camino y darme la fortaleza para poder estar donde estoy.

A mis padres y hermanos por brindarme su apoyo constante e incondicional, su motivación ha logrado convertirme en el profesional que siempre he deseado ser.

De igual manera, agradezco a mi confidente, mi mejor amiga y mi compañera de vida, por brindarme ese impulso a no rendirme y perseverar hasta lograr cumplir mi meta.

Por último, agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil, a mi tutor y maestros por su ayuda, dedicación y esfuerzo en ayudarme a culminar mis estudios.

Diego Andrés Pin Rivera

Agradezco, en primer lugar, a Dios, quien es el arquitecto y gran maestro del universo, el cual supo moldearme y guiarme en cada paso que he dado.

A mis padres, hermana y demás familiares quienes velan por mí. Su infinito amor ha sabido encaminarme por le sendero correcto hasta lograr convertirme en el profesional que soy actualmente.

A mi amigo Ariel, a quien considero como mi mentor y hermano, cuyo continuo apoyo ha sabido convertir la experiencia universitaria en algo divertido y que atesoraré en mi memoria. A mis amigos y compañeros de trabajo quienes, desinteresadamente, me han brindado una mano amiga y han estado en mis momentos más importantes.

Por último, a mi Tutor y demás profesores Universitarios quienes me formaron y guiaron por todo este proceso hasta lograr culminar con mi carrera.

Carlos Manuel Pinela Aguirre

RESUMEN

La innovación es el camino que siguen las empresas actuales para incrementar su nivel de producción y reducir la probabilidad de fallos que presentaban con maquinarias antiguas. Dado que gran parte de las microempresas, por su capacidad de inversión, no se pueden permitir adquirir el modelo más reciente, optan, en cambio, por optimizar los componentes de las máquinas que ya poseen, mejorando su calidad y su capacidad de producción, reduciendo al mínimo los gastos de inversión. Con este enfoque en mente, el proyecto se encauza en repotenciar una máquina inyectora de plástico Sandretto, puesto que sus componentes ya poseen 29 años de antigüedad. El proceso de modernización inicia con un diagnóstico completo de los elementos a reemplazar, proseguido con su desmantelamiento, identificación y cambio del cableado eléctrico. Además, se incorpora un nuevo controlador lógico programable (PLC), gestiona todos los movimientos de la máquina inyectora de forma cíclica y consta con un identificador de fallas en forma de alarma. La repotenciación del panel eléctrico y electrónico queda registrada en un manual del operador para que el usuario pueda identificar los circuitos integrados en la máquina, además, cuenta con un código de fallas y soluciones, en caso de requerir un mantenimiento correctivo.

Palabras clave: PLC, repotenciación, manual de operador, máquina inyectora.

ABSTRACT

Innovation is the path followed by today's companies around the world so they can increase their level of production and reduce the likelihood of failures that occurred in old machinery. Since a big percentage of micro entrepreneurs, due to their investment capacity, cannot afford to acquire the latest model, so they choose, instead, to optimize the components of the machines they already own, improving their quality and capacity of production, minimizing, as much as they can, investment costs. With this approach in mind, the project is focused on repowering a Sandretto plastic injection machine, since its components are already twenty-nine years old. The modernization process begins with a complete diagnosis of the elements to be replaced, continued with their dismantling, identification and change of electrical wiring. In addition, a new programmable logic controller (PLC) is incorporated, which manages all the movements of the injection machine cyclically and has a fault identifier system in the form of an alarm. This modernization of the electrical and electronic panel is recorded in an operator's manual, so the user can identify the integrated circuits in the machine, in addition, it has a code of faults and solutions, in case of requiring a corrective maintenance.

Keywords: PLC, repowering, operator's manual, injection machine.

ÍNDICE

| | | |
|-------------|---|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 15 |
| II. | PROBLEMA | 15 |
| III. | OBJETIVOS | 16 |
| III-A. | Objetivo General | 16 |
| III-B. | Objetivos Específicos | 16 |
| IV. | MARCO TEÓRICO | 17 |
| IV-A. | Inyectora de Plásticos | 17 |
| IV-B. | El Material | 17 |
| IV-B1. | Materiales usados en la máquina inyectora Sandretto | 18 |
| IV-C. | Características de la Máquina de Inyección Sandretto | 19 |
| IV-C1. | Dimensión del Molde | 19 |
| IV-C2. | Presión de Inyección | 19 |
| IV-C3. | Capacidad de Plastificación | 20 |
| IV-C4. | Velocidad de Inyección | 20 |
| IV-D. | Proceso de Moldeo por Inyección | 20 |
| IV-D1. | Función del tornillo | 21 |
| IV-E. | PLC | 21 |
| IV-F. | Modelos de PLC: | 21 |
| IV-G. | HMI | 22 |
| IV-H. | LOGO Confort | 23 |
| IV-I. | Kinco DTool | 23 |
| V. | MARCO LEGAL | 23 |
| V-1. | ISO 9001:2015 | 23 |
| V-2. | ISO 45001:2018 | 23 |
| V-3. | ISO 294-1:2017 | 23 |
| V-4. | NTE INEN-ISO 294-1 | 23 |
| VI. | MARCO METODOLÓGICO | 24 |
| VI-A. | Metodología de la Investigación | 24 |
| VI-A1. | Alcance | 25 |
| VI-A2. | Instrumentos de investigación | 25 |
| VI-B. | Diagnóstico del problema | 26 |
| VI-B1. | Estado Actual de la Máquina Inyectora Sandretto | 26 |
| VI-B2. | Desmontaje de la máquina | 26 |
| VI-B3. | Análisis del proceso de observación a la Máquina Inyectora Sandretto | 31 |
| VI-B4. | Selección de componentes para el panel de control de la máquina inyectora | 36 |
| VI-C. | Diseño e implementación del circuito eléctrico inteligente | 40 |
| VI-C1. | Colocación de los nuevos componentes | 40 |
| VI-C2. | Programación del PLC | 45 |
| VI-C3. | Simulación de la programación del PLC | 49 |
| VI-C4. | Diseño e implementación del HMI | 56 |
| VI-C5. | Conexión del HMI y El PLC para la relación Maestro/Esclavo | 61 |
| VI-D. | Fallas y soluciones | 65 |
| VI-D1. | Falla y solución del proceso de apertura y cerrado de molde | 65 |
| VI-D2. | Falla y solución del proceso de apertura y cerrado del grupo inyector | 66 |
| VI-D3. | Fallas dentro del proceso de inyección y carga de la máquina | 67 |

| | |
|--|----|
| VII. RESULTADOS | 69 |
| VII-A. Resultados de problemas | 69 |
| VII-B. Resultados de encuestas | 69 |
| VII-B1. Máquina inyectora repotenciada | 69 |
| VII-B2. Máquina inyectora repotenciada | 72 |
| VII-C. Viabilidad | 77 |
| VII-C1. Viabilidad Técnica | 77 |
| VII-C2. Viabilidad Económica | 77 |
| VII-C3. Viabilidad Social | 77 |
| | |
| VIII. CRONOGRAMA | 78 |
| | |
| IX. PRESUPUESTO | 79 |
| | |
| X. CONCLUSIONES | 79 |
| | |
| XI. RECOMENDACIONES | 80 |
| | |
| Apéndice A: Introducción | 85 |
| | |
| Apéndice B: Características de la máquina | 85 |
| | |
| Apéndice C: Tablero de control | 87 |
| | |
| Apéndice D: Fallas y soluciones | 91 |
| | |
| Apéndice E: Mantenimiento | 96 |
| | |
| Apéndice F: Encuestas | 97 |
| | |
| Apéndice G: Diagramas eléctricos | 99 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | Máquina inyectora SANDRETTO | 17 |
| 2. | Tolva de ingreso de material [3]. | 18 |
| 3. | Máquina Inyectora [2]. | 19 |
| 4. | Representación de Presión [12]. | 19 |
| 5. | Representación del Tornillo [18]. | 21 |
| 6. | PLC Logo [21]. | 21 |
| 7. | HMI Kinco [15]. | 22 |
| 8. | Proceso de trabajo para la implementación | 24 |
| 9. | Panel eléctrico antes y después de la repotenciación | 26 |
| 10. | Proceso de desmonte de la caja de molde | 27 |
| 11. | Proceso de desmantelamiento del cableado | 27 |
| 12. | Proceso de identificación del cableado | 28 |
| 13. | Identificación del código de los pines de carrera | 28 |
| 14. | Identificación del código de los pines de carrera | 29 |
| 15. | Pines principales | 30 |
| 16. | Pines secundarios | 30 |
| 17. | Electroválvulas | 31 |
| 18. | Tolva de la máquina inyectora Sandretto | 31 |
| 19. | Tornillo sin fin de la máquina inyectora Sandretto | 32 |
| 20. | Pirómetro de la máquina inyectora Sandretto | 32 |
| 21. | Cuerpo inyector y rejilla de la máquina inyectora Sandretto | 33 |
| 22. | Pin de carrera de la máquina inyectora Sandretto | 33 |
| 23. | Panel de control de la máquina inyectora Sandretto | 33 |
| 24. | Panel de control de la máquina inyectora Sandretto | 34 |
| 25. | Fuente y breakers de la máquina inyectora Sandretto | 34 |
| 26. | Contactores de la máquina inyectora Sandretto | 35 |
| 27. | Panel de control de la máquina inyectora Sandretto | 36 |
| 28. | Botonera de la máquina inyectora Sandretto | 36 |
| 29. | Plc LOGO 230RC 110/22 [19] | 37 |
| 30. | Relé RUM 24VAC [20] | 37 |
| 31. | Kinco, Modelo GL070E [15] | 38 |
| 32. | Breakers de seguridad [24] | 39 |
| 33. | Diagrama de trabajo realizado | 40 |
| 34. | Pintado del panel de control para mejora visual y colocación de los nuevos componentes | 41 |
| 35. | Pintado del nuevo tablero para colocación del HMI y pirómetros de la máquina | 41 |
| 36. | Colocación de componentes al riel DIN | 41 |
| 37. | Conexión de los componentes de la maquina | 42 |
| 38. | Canaletas del PLC | 42 |
| 39. | Canaletas de los relés | 42 |
| 40. | Nuevo panel | 43 |
| 41. | Nuevo panel con la inclusión del HMI | 43 |
| 42. | Cambio de posición de la fuente | 44 |
| 43. | Fuente para HMI | 44 |
| 44. | Panel eléctrico completo | 44 |
| 45. | Ciclo de trabajo del proceso de inyección | 45 |
| 46. | Programación modo automático acción inicial | 46 |
| 47. | Programación modo automático movimiento del carro | 46 |
| 48. | Programación modo automático inyección en el molde | 46 |
| 49. | Programación modo automático temporizador(Timer) | 47 |

| | | |
|-----|---|----|
| 50. | Programación modo automático carga del material y movimiento del carror | 47 |
| 51. | Programación modo automático posición inicial y timer de enfriamiento | 48 |
| 52. | Programación modo automático reinicia el proceso | 48 |
| 53. | Programación modo automático | 49 |
| 54. | Simulación Automation Studios | 50 |
| 55. | Simulación Automation Studios | 50 |
| 56. | Simulación Automation Studios | 51 |
| 57. | Simulación Automation Studios | 51 |
| 58. | Simulación Automation Studios | 51 |
| 59. | Secuencia programación | 52 |
| 60. | Tabla de variables | 52 |
| 61. | Programación posición inicial | 53 |
| 62. | Programación modo manual | 54 |
| 63. | Programación actuadores | 54 |
| 64. | Programación actuadores | 55 |
| 65. | Programación alarmas | 55 |
| 66. | Diagrama eléctrico conexión del PLC | 56 |
| 67. | Kinco pantalla inicio | 57 |
| 68. | Kinco pantalla menú principal | 57 |
| 69. | Kinco pantalla modo manual | 57 |
| 70. | Kinco pantalla modo automático | 58 |
| 71. | Kinco pantalla parámetros | 58 |
| 72. | Programación kinco | 59 |
| 73. | Kinco pantalla alarmas | 59 |
| 74. | Kinco pantalla moldes | 60 |
| 75. | Kinco pantalla moldes de ajustes | 60 |
| 76. | Kinco pantalla entradas y salidas | 61 |
| 77. | Conexión PLC al HMI [25] | 61 |
| 78. | Conexión PLC | 61 |
| 79. | Conexión HMI | 62 |
| 80. | Conexión PLC | 62 |
| 81. | Conexión PLC | 63 |
| 82. | Conexión PLC | 63 |
| 83. | Conexión PLC | 64 |
| 84. | Conexión PLC | 64 |
| 85. | Diagrama de barras del mantenimiento dado a la máquina | 69 |
| 86. | Diagrama de pastel de las fallas | 69 |
| 87. | Pregunta de máquina sin repotenciada | 70 |
| 88. | Pregunta de máquina sin repotenciada | 70 |
| 89. | Pregunta de máquina sin repotenciada | 70 |
| 90. | Pregunta de máquina sin repotenciada | 71 |
| 91. | Pregunta de máquina sin repotenciada | 71 |
| 92. | Pregunta de máquina sin repotenciada | 71 |
| 93. | Pregunta de máquina sin repotenciada | 72 |
| 94. | Pregunta de máquina repotenciada | 72 |
| 95. | Pregunta de máquina repotenciada | 72 |
| 96. | Pregunta de máquina repotenciada | 73 |
| 97. | Pregunta de máquina repotenciada | 73 |
| 98. | Pregunta de máquina repotenciada | 73 |
| 99. | Pregunta de máquina repotenciada | 74 |

| | | |
|------|---------------------------------------|----|
| 100. | Encuesta | 74 |
| 101. | Encuesta | 75 |
| 102. | Encuesta | 75 |
| 103. | Encuesta | 76 |
| 104. | Confiabilidad de la máquina | 76 |
| 105. | Cronograma | 78 |
| 106. | | 84 |
| 107. | PLC LOGO | 85 |
| 108. | reles | 86 |
| 109. | reles | 86 |
| 110. | Pines de carrera | 87 |
| 111. | Pines de carrera | 88 |
| 112. | borneras | 88 |
| 113. | HMI | 89 |
| 114. | HMI | 89 |
| 115. | HMI | 89 |
| 116. | HMI | 90 |
| 117. | botoneras | 90 |
| 118. | botón de emergencia | 91 |
| 119. | panel de control | 96 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|--------|--|----|
| I. | Enumeración de entradas del PLC | 29 |
| II. | Tabla de salidas para el PLC | 31 |
| III. | Contactores de la máquina | 34 |
| IV. | Características generales del PLC LOGO 230RC 110/220 [19]. | 37 |
| V. | Características generales del Relé RUM 24VAC [20]. | 38 |
| VI. | Características generales del Kinco, Modelo GL070E [15]. | 38 |
| VII. | Características generales de los breakers de seguridad [24]. | 39 |
| VIII. | Fallas de inicio automatizado | 65 |
| IX. | Dificultad en la apertura del molde. | 66 |
| X. | Dificultad en el cierre del molde. | 66 |
| XI. | Dificultad en la apertura del grupo inyector. | 67 |
| XII. | Dificultad en el cierre del grupo inyector. | 67 |
| XIII. | La máquina impide inyectar | 68 |
| XIV. | Características generales de la máquina | 85 |
| XV. | Enumeración de entradas del PLC | 87 |
| XVI. | Tabla de salidas para el PLC | 88 |
| XVII. | Fallas de inicio automatizado | 91 |
| XVIII. | Dificultad en la apertura del molde. | 92 |
| XIX. | Dificultad en el cierre del molde. | 93 |
| XX. | Dificultad en la apertura del grupo inyector. | 93 |
| XXI. | Dificultad en el cierre del grupo inyector. | 94 |
| XXII. | La máquina impide inyectar | 95 |

I. INTRODUCCIÓN

La evolución en el campo de la tecnología es un proceso natural dentro de la sociedad, lo obsoleto se ve reemplazado por la innovación más reciente y es el propósito de las empresas el mantener el ritmo a nivel productivo. Sin embargo, seguir ese camino va de la mano con tener una gran capacidad de inversión, el cual no es el caso de muchas microempresas y negocios que solo se pueden permitir adquirir una maquinaria de antigua generación o mantenerse con las que actualmente poseen. Una manera de hacer frente a esta situación, sin perder su capacidad de producción, es optimizando los componentes de dichas maquinarias. Por esta razón, el enfoque principal del proyecto es el modernizar los componentes de una máquina inyectora de marca Sandretto y repotenciar su productividad, para extender su vida útil, además evitar que la empresa realice un gasto muy elevado al conseguir un modelo más reciente.

La máquina inyectora Sandretto ha presentado varios fallos a lo largo de su vida productiva, llegando incluso a generar inconformidades y desconfianza en los operadores al momento de realizar una maquilación, debido a los múltiples paros ocasionados por su sistema de control antiguo (29 años). Razón por la cual, al implementar un nuevo panel de control y rediseñar el cableado interno de la inyectora, la confiabilidad de la máquina incrementará, con el fin de disminuir sus detenimientos y lograr que la empresa continúe con su producción habitual.

El proceso de repotenciación de la máquina inyectora consta de varias etapas: la primera es el optimización del cableado eléctrico. Se dispondrá de nomenclatura en cada una de las conexiones, facilitando así la identificación del sistema de control y potencia de la máquina, mediante la utilización de colores y grabados en la superficie del cableado.

En la segunda etapa se incorpora un controlador lógico programable (PLC, por sus siglas en inglés *Programmable Logic Controller*) al sistema, este indica con efectividad el componente dañado mediante un sistema de alarmas programado, para así, reducir el tiempo de mantenimiento correctivo, ya que cualquier daño que pueda presentar la máquina será detectado y el controlador lo registrará. El panel HMI (Interfaz Humano-Máquina) es lo que alertará al operador de cualquier falla que presente la máquina.

Por último, se implementa un Manual de Operador, con un glosario de fallas y soluciones integrado, que permita identificar los nuevos componentes de la maquinaria y dar solución a cualquier evento negativo que presente la inyectora. La constitución del manual viene de la mano con una capacitación a los operadores de máquina, con la finalidad que el propio trabajador pueda proveer el mantenimiento correctivo respectivo, y la empresa no se vea en la necesidad de contratar un especialista con la misma frecuencia de antes de realizar la repotenciación.

II. PROBLEMA

La máquina inyectora de marca Sandretto, perteneciente a la empresa “Juan Moreira”, ha estado en operación desde 1993 y ha presentado paros constantes en su producción debido a problemas eléctricos y electrónicos (sus componentes tienen 29 años de antigüedad) en el funcionamiento del panel de control y en el cableado. Estas interrupciones en el ciclo de producción afectan considerablemente la confiabilidad de la máquina, ya que, si una empresa brindaba un proyecto de maquilación con un gran volumen de producción, la máquina presentaba 6 paros inesperados, y como consecuencia, corrían el riesgo de no cumplir con fechas de entrega, provocaba la disconformidad del cliente y generaba pérdidas para la empresa.

Por lo tanto, la inyectora se sometió a un control, entre un rango de pruebas durante 3 meses, donde se registraron 8 paros por mantenimiento (dos preventivos y seis correctivos), esto quiere decir que existía un déficit en el rendimiento del panel de control ya que se ha evidenciado varios problemas en la red eléctrica y en los sistemas aledaños. Asimismo, esta red, al ser del mismo color y sin una identificación personalizada entre componentes, daba como resultado que la intervención del técnico resultara confusa y demorara la reparación. Las fallas que presentaba la máquina se manifestaban de forma espontánea y no podían ser determinadas con exactitud, esto tenía que ver con el apartado de componentes antiguos que lo conformaban, ya que no existen los repuestos originales en el mercado ecuatoriano. Además, los repuestos que podían sustituir a los componentes dañados debían ser modificados para su instalación.

Ahora, como la empresa no consta con un eléctrico de planta, se veían en la necesidad de contratar a una persona especializada en máquinas inyectoras, para que este sea capaz de identificar los fallos y proporcione el mantenimiento adecuado. Este proceso llegaba a tardar entre dos a cuatro días laborales, según se verifica en la bitácora de mantenimientos proporcionados por el gerente general.

III. OBJETIVOS

III-A. Objetivo General

Realizar la repotenciación de una máquina inyectora de plástico en el sistema eléctrico y de control, mediante un controlador lógico programable, que a su vez realice la monitorización y ajuste de los parámetros con el uso de una interfaz humano-máquina que permita la reducción del tiempo de paradas no programadas para el mantenimiento correctivo.

III-B. Objetivos Específicos

- Analizar el estado actual de la máquina inyectora para la selección de los elementos tanto eléctricos y mecánicos que serán útiles para la nueva automatización.
- Desarrollar un circuito eléctrico inteligente que comande todos los movimientos automáticos de la máquina, a su vez detecte fallas existentes que cuente en su interfaz humano-máquina, además que tenga un menú donde se guarden historiales de parámetros de inyección (como máximo tres moldes), programando el PLC con lenguaje Ladder y software especializado en programación de pantallas HMI.
- Gestionar el manual de operador y usuario donde se mencione cada uno de los circuitos implementados, códigos de fallas y posibles soluciones para un mantenimiento correctivo.
- Validar el correcto funcionamiento de la máquina y su sistema de reconocimiento de fallas mediante pruebas de campo.

IV. MARCO TEÓRICO

IV-A. *Inyectora de Plásticos*

Las inyectoras constan de un proceso en donde se funde un material plástico para la obtención de piezas. Este material plástico se inyecta dentro de moldes por medio de pequeños orificios, a los que se les denomina compuertas. Estos moldes normalmente se encuentran a temperaturas bajas y cerrados a presión. Véase en la figura 1.

Actualmente, se usan con mucha frecuencia este tipo de maquinarias para la producción de figuras tales como juguetes, envases plásticos, utensilios de uso doméstico, partes o repuestos de autos y objetos industriales, entre otro tipo de objetos.

El moldeo por inyección es una de las técnicas más comunes en el procesamiento de plásticos. Este proceso consiste en fundir el polímero y hacerlo fluir bajo presión y temperatura en un molde, en el cual la pieza solidifica y duplica su forma [11].



Figura 1. Máquina inyectora SANDRETTO

IV-B. *El Material*

El ingreso del material es por medio de una tolva, como se puede ver en la figura 2, la cual almacena el material plástico que se encuentra granulado o como SCRAP. El término SCRAP se refiere a los desechos que se obtiene como consecuencia de un producto fallido que no cumple con su función principal, esta se somete a una trituradora y, el residuo obtenido, se reutiliza para no desperdiciar nada del material. El tipo de material dependerá del tipo de producto que se desea realizar, y del tipo de molde que se vaya a implementar.

Normalmente, se suele utilizar el Polipropileno (PP), es un termoplástico comercial semicristalino, blanco y semiopaco permite utilizar en una amplia variedad de calidades y modificaciones. El cual es usado para la construcción de piezas que necesitan resistencia química, peso ligero y fricción suave, entre muchos otros usos [22]. Usado comúnmente para la fabricación de recipientes, partes de tuberías, como material aislante para cables, etc.



Figura 2. Tolva de ingreso de material [3].

IV-B1. Materiales usados en la máquina inyectora Sandretto:

Para el uso de la máquina se ha llegado a utilizar varios tipos de materiales los cuales no causan desgaste en la máquina, así mismo los plásticos presentan muchas variantes, por lo que en esta sección se describirá los tipos de plásticos utilizados:

- **Polipropileno(PP):** las características más destacadas de este material plástico es que es un material totalmente impermeable, lo que indica que este material no permite el paso a la humedad, así mismo este material cuenta con una resistencia muy alta a la corrosión y a temperaturas elevadas, su alta resistencia a los cambios bruscos de temperatura es lo que le ha permitido convertirse un material muy comercial y recomendado. [26].
- **Polietileno de alta densidad(PEAD):** Posee una rigidez muy alta junto a una resistencia de igual magnitud. Este material al ser resistente a los impactos, cambios de temperatura y a la fuerza sometida por tracción, es lo que lo ha convertido en uno de los materiales más usados, ya que se trata de un material que no presenta color, lo que ofrece una versatilidad al momento de querer pintar el material a producir, es un material que es fácil de procesar mediante métodos de inyección, es usado para la realización de tuberías, garrafas mesas y sillas plásticas [10].
- **Polietileno(PE):** Es de los plásticos más simples, ya que el coste de su fabricación suele ser accesible para las empresas, es uno de los plásticos que cuentan con la mayor cantidad de aplicaciones existentes, cuenta con una resistencia y una flexibilidad a la temperatura normal, tiene la característica de comportarse como un líquido no newtoniano, lo que significa que su viscosidad se mantendrá en estado líquido hasta que se le aplique una fuerza en ella, volviéndola sólida casi al instante, cuanta como un aislante para el calor y la electricidad, lo que lo vuelve un material óptimo para ser usado como el revestimiento de los cables [1].
- **Poliamida(PA):** Cuenta con una resistencia al desgaste y a la tenacidad, al igual que con el polietileno, este sirve como aislante para la electricidad. Es un material que cuenta con una facilidad al momento de ser

mecanizado, comercialmente conocido como *nylon*, suele ser usado para la realización de ruedas dentadas, piñones, piezas de bombas, etc [9].

IV-C. Características de la Máquina de Inyección Sandretto

La máquina Sandretto posee ciertas características que permiten ajustar el funcionamiento con el que se trabajará dependiendo del material y el molde que se usará para el producto.



Figura 3. Máquina Inyectora [2].

IV-C1. Dimensión del Molde:

Las dimensiones del molde ya vienen preestablecidas, se dan entre la separación que existe entre el plato fijo y el móvil; las demás dimensiones, tales como la altura y su ancho, son establecidas por la dimensión de los platos. El espesor de los moldes dependen de las medidas de la máquina, distancia de barras y el distanciamiento de la prensa. De la misma forma, los moldes vienen con medidas predeterminadas por el fabricante. [16]

IV-C2. Presión de Inyección:

Es la máxima fuerza con la que se puede someter al material, fuerza que es ejercida por el tornillo. Esta presión a la que es sometida el material plástico es la responsable del ingreso del material al molde correspondiente. Actualmente, las máquinas inyectoras cuentan con un sistema para regular la presión con la que es sometido el material plástico, normalmente se recomienda la implementación de sensores, los cuales se encargan del control de esta variable. [16]

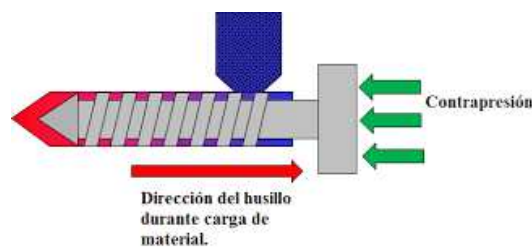


Figura 4. Representación de Presión [12].

IV-C3. Capacidad de Plastificación:

Hace referencia a la capacidad máxima de material a utilizar en todo el proceso para conseguir el producto final. En otros términos, es la capacidad de uso del material plástico que el tornillo puede eyectar al molde, realizando rotaciones a su máxima capacidad en un intervalo de tiempo específico [16].

IV-C4. Velocidad de Inyección:

Hace referencia a la medición de la cantidad total del material plástico utilizado al momento de ser eyectado al molde durante el tiempo del ciclo de llenado. También se lo conoce como el volumen total que se inyecta al molde en un intervalo de tiempo cuando el tornillo funciona a su capacidad máxima. Es de suma importancia tener presente este dato, puesto que, para obtener un acabado perfecto del producto, se deberá indicar a qué velocidad deberá ser ingresado el material [16].

IV-D. Proceso de Moldeo por Inyección

El proceso de moldeo se lo puede clasificar en 2 tipos (dependiendo del material a utilizar) estos son: termoplásticos y termoestables. Para empezar, los termoplásticos al ser sometido a altas temperaturas cambian su estructura a una más moldeable y luego se funden. Al pasar por un proceso de enfriamiento, estas se endurecen. Este proceso puede ser repetido múltiples veces, a diferencia de los termoestables (solo pueden fundirse una única vez). Una vez pasado por el proceso de inyección y del proceso de enfriamiento, tomará la forma dada por el molde y, luego de esto, por más que sea sometido a altas temperaturas, el material no volverá a repetir el proceso, dándole un único uso [16].

El proceso de fundición de un material termoplástico se lo denomina plastificación. La plastificación es una nueva técnica de conservación que se basa en la impregnación de los tejidos con siliconas o resinas epoxy. Los pasos para seguir en la técnica son: preparación, fijación, deshidratación, impregnación forzada, curación y almacenamiento. El tiempo total del proceso de plastificación es de unos cuatro meses. El material plastificado es seco al tacto, sin olores y carece de toxicidad, además, se mantiene la forma original y la retracción es mínima [7].

El material, una vez plastificado, es sometido a presión, haciéndolo fluir por el molde de la máquina. Este material, luego de un tiempo, es enfriado y tomará un estado sólido, adoptando la forma determinada del molde usado, este proceso obtiene el nombre de inyección. Dicho proceso consta de tres etapas:

- **Primero**, se aumentará la temperatura hasta el punto en donde el plástico a utilizar obtenga un estado capaz de fluir, convirtiéndose en un material de masa viscosa, al que luego se le aplicará presión. Todo esto ocurre dentro de la máquina inyectora, mediante el tornillo sin fin, el cual se encarga del transporte y de la plastificación del material[16].
- **Segundo**, se solidificará el material en el molde mientras este se encuentra cerrado, para que al enfriarse obtenga la forma propuesta. Para que este proceso ocurra, una vez el material se encuentre en estado de plastificación, se inyectará gracias a una boquilla lo que transportará el material hasta el canal del molde[16].
- **Tercero**, para el proceso de extracción del material, una vez aplicado presión a través del molde y pasado por el proceso de enfriamiento, el molde se abrirá y se obtiene el material con la forma deseada. Como el

resultado final no siempre suele ser aprobado por los operadores, estos se encargaran de separar las piezas que usarán y desecharán las que no, para luego reutilizarlas[16].

IV-D1. Función del tornillo:

El tornillo sin fin es el encargado de movilizar el material en su estado base (granulado) a lo largo de la máquina y recibir el plástico desde la tolva hasta el proceso de plastificación. La función principal de esta pieza es transformar el material introducido en un producto moldeable, con una temperatura y color homogéneo. Asimismo, ayuda al proceso de inyección brindando la presión necesaria para que el material plástico tome la forma del molde y consiga enfriarse para terminar con el proceso de inyección[16].

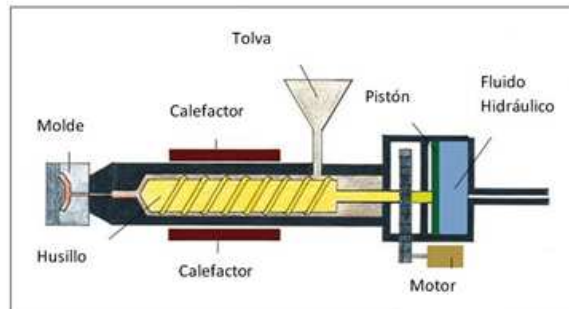


Figura 5. Representación del Tornillo [18].

IV-E. PLC

El PLC (Controlador lógico Programable), es una computadora industrial cuya función principal es la de reemplazar a los circuitos hecho solamente por relés secuenciales que se usan en las máquinas de control. El PLC cumple la función de leer las entradas del sistema dependiendo de su estado, junto a sus salidas, que funcionan de acuerdo a la lógica que se les aplique [4].



Figura 6. PLC Logo [21].

IV-F. Modelos de PLC:

Existe una gran variedad de PLC que se diferencian desde su precio hasta la dificultad de acciones que pueden realizar. De todas estas marcas la más comercial es la SIEMENS, ya que estos están diseñados para

atender eficazmente las demandas de las industrias que cuenten con máquinas automatizadas. Esta marca ofrece controladores capaces de generar seguridad, confianza y resolución de problemas a los operadores [13].

Entre los PLC más usados tenemos:

- **PLC Siemens S7-1200:** Son la opción ideal en cuanto a procesos de automatización se refiere, ya que cuenta con una amplia gama de funciones, junto con un diseño compacto que ahorra bastante espacio a la hora de su montaje en un panel de control. Posee una capacidad de adaptabilidad bastante alta para tareas de automatización específicas, su interfaz Profinet integrada permite la perfecta simulación con softwares como TIA portal [23].
- **PLC Logo:** Ofrece múltiples soluciones para aplicaciones de carácter doméstico y para industrias, cuenta con múltiples funciones para la realización de procesamientos de señales de control y, mediante la conexión de un módulo de comunicaciones, para el sistema de control distribuido de máquinas y procesos, se distingue por su precio muy bajo en comparación a los otros modelos, cuenta con una interfaz denominada LOGO confort, la cual tiene muchas herramientas a la hora de realizar proyectos de control y automatización [17].
- **Otros PLC S7:** Como es bien se conoce, la marca Siemens posee una mayor demanda frente a otras marcas que también cuentan con un modelo S7 que, aunque poseen distintas características dependiendo de la demanda del cliente, estas gozan de una plena confiabilidad de los distintos usuarios. Entre los más comunes de esta categoría se encuentran: s7-300, s7-400, s7-1500. Y se diferencian dependiendo de las entradas y salidas que el cliente necesite [13].

IV-G. HMI

De las siglas Human Machine Interface (Interfaz Humano Máquina), hace referencia a un panel que brinda al usuario el poder comunicarse con la máquina, software o sistema. En términos más simples, habla de la pantalla que se usa para que el usuario pueda intervenir con un equipo, son usadas para entornos más industriales. Suele ser la principal herramienta para coordinar y controlar los procesos industriales y de fabricación de una máquina automatizada[5].



Figura 7. HMI Kinco [15].

IV-H. LOGO Confort

Este software está diseñado netamente para la creación y simulación de proyectos en PLC de marca LOGO, este software añade funciones de fácil operación. El software permite la creación de proyectos con el tipo de programación de diagrama de escaleras. Este proceso es de fácil elaboración, ya que el software posee 6 teclas en su panel frontal, con las que se podrá introducir la programación deseada. Y como último dato, el programa registra, en una base de datos de fácil acceso, toda la información del proyecto [6].

IV-I. Kinco DTool

Software creado por la marca Kinco, permite diseñar la interfaz del componente HMI que se usan en el ámbito empresarial. Este programa muestra una amplia variedad de opciones de herramientas con las que se puede crear pantallas amigables para el operador. A su vez, permite la simulación y la conexión con los PLC, ya sea SIEMENS o LOGO. Su fácil entendimiento es lo que permite trabajar de forma cómoda y efectiva.

V. MARCO LEGAL

Este capítulo tiene la intención de explicar la legalidad del presente proyecto a través de normativas impuestas por la ley, dichas normas que serán implementadas son las ISO 45001, ISO 9001, ISO 294-1:2017 y NTE INEN-ISO 294-4.

V-1. ISO 9001:2015: La ISO 9001:2015 (la versión más actualizada de esta normativa), regula exclusivamente los lineamientos del sistema de gestión de calidad con un enfoque en procesos. A pesar que pueda entender que esta normativa se da en el sentido general de la dirección estratégica de una compañía, dichos lineamientos de control de calidad aplica al desempeño específico en el proceso de moldeo de termoplástico por inyección.

V-2. ISO 45001:2018: La pertinencia que este proyecto tiene con la norma ISO 45001 sobre Seguridad y Salud en el trabajo se debe gracias a que aborda la aplicación de medidas que aseguren la seguridad en el proceso operativo. El proceso de producción de la máquina inyectora conlleva seguir lineamientos que salvaguarden la salud del operador (como es el Equipo de Protección Personal-EPP).

V-3. ISO 294-1:2017: Este documento aplica al proceso de moldeo por inyección de probetas en materiales termoplásticos que incluye los principios generales y moldeo de muestras de prueba multipropósito y de barras [14].

V-4. NTE INEN-ISO 294-1: Esta normativa se concatena con la norma ISO 294-1:2017 y aplica el mismo principio que con la norma ISO, sobre la pertinencia del proceso de moldeo por inyección [8].

VI. MARCO METODOLÓGICO

VI-A. Metodología de la Investigación

El enfoque del presente proyecto se centra en repotenciar una máquina inyectora de material plástico. Dado que el trabajo pertenece al área de la ingeniería mecánica y eléctrica específicamente, el tipo de investigación a utilizar sería la investigación cuantitativa, debido en que se centra en una interpretación objetiva de los datos, mediante fórmulas y tablas. Sin embargo, esa misma interpretación también aborda una intencionalidad más subjetiva, eso se ve reflejado en la interpretación de los datos obtenidos de las encuestas (cuyo concepto y propósito se definen a continuación), por lo tanto, el tipo de investigación donde recae el proyecto es la investigación cualitativa-cuantitativa. A continuación se indicará el proceso en una línea de tiempo del trabajo realizado.

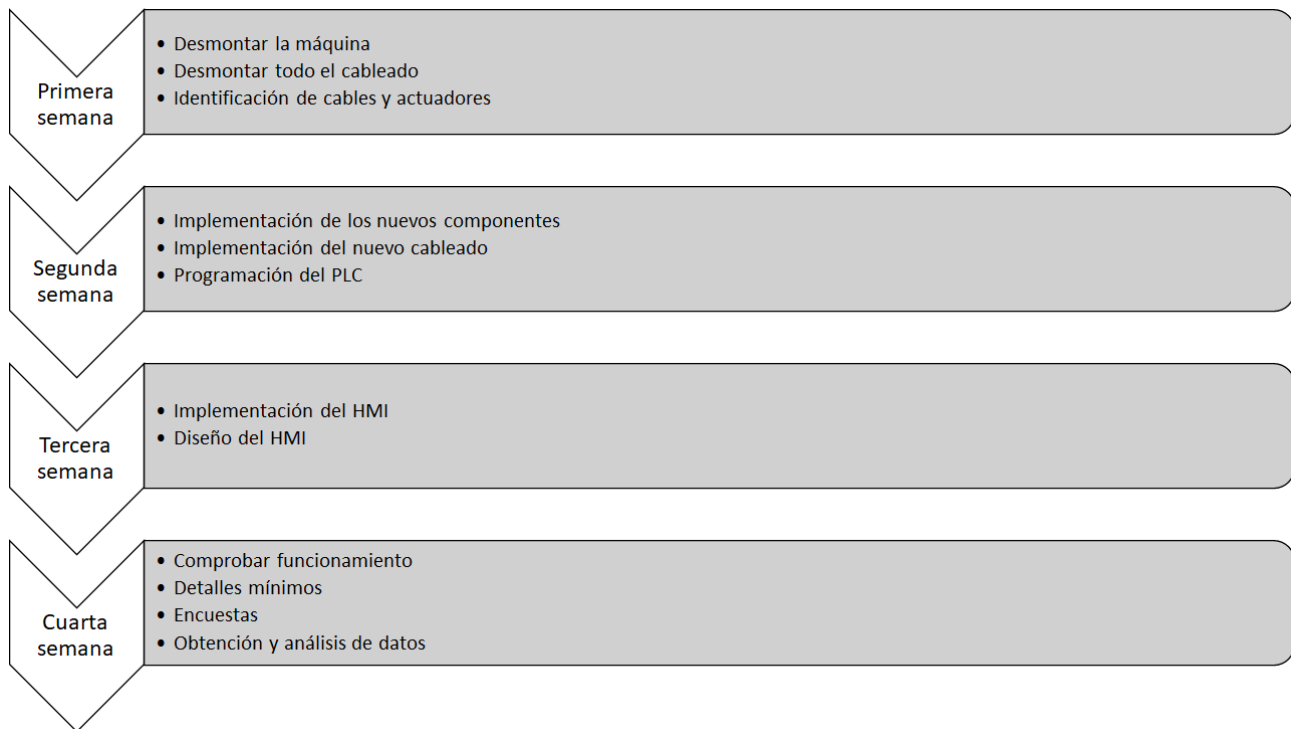


Figura 8. Proceso de trabajo para la implementación

VI-A1. Alcance:

El punto de partida en la repotenciación de la máquina inyectora Sandretto, perteneciente a la empresa "Juan Moreira", empieza con la implementación del proceso de análisis, recopilación, registro e interpretación de los datos obtenidos durante la fase de desmontaje de la maquinaria y en la revisión de sus componentes. Concluida la fase de verificación del estado de los componentes, continúa la planificación del presupuesto de los dispositivos que requieran comprarse y cuáles se pueden reutilizar. Adicionalmente, se implementa una pantalla HMI que facilite el control de la máquina y sus múltiples etapas de inyección, proporcionando un sistema de detección de fallos con el uso de focos leds (indica qué sensor no ha sido detectado). Una vez realizada la repotenciación, se procede a realizar una prueba que valide el correcto funcionamiento de la máquina.

Finalmente, se mantiene un registro de los cambios realizados en un manual de usuario con el propósito de asistir a los operadores a la hora de comprender y trabajar con la máquina, en conjunción de una capacitación para familiarizar a los trabajadores con dichos cambios. La implementación de este conjunto de procesos busca proveer de una segunda vida útil a una máquina inyectora de 29 años de antigüedad, de modo que, al corroborar la viabilidad de su repotenciación, la empresa Juan Moreira podrá replicarlo en el resto de máquinas en su posesión.

Ahora, la logística que se emplea en la confección del proyecto (desde su concepción hasta su eventual publicación) servirá como fundamento para futuros trabajos que requieran una nueva dirección al momento de abordar un proceso de transformación y optimización en una maquinaria de gran antigüedad, en este caso, una máquina inyectora Sandretto.

VI-A2. Instrumentos de investigación:

Para el tipo de metodología utilizado, se hace uso de los siguientes tipos de instrumentos de investigación :

- **Observación:** El empleo del presente instrumento de investigación es para realizar un diagnóstico completo del estado de la máquina inyectora, incluyendo sus componentes (nivel de daño).

- **Encuesta:** Instrumento dirigido hacia los operadores ya que cumplen una función fundamental en el desarrollo del trabajo realizado. Se toma en cuenta cuáles eran los problemas que han evidenciado a durante el proceso de producción. Los resultados de de esta encuesta son de suma importancia, ya que evidenciará la viabilidad de la repotenciación. Entre los temas (problemas) abordados en la encuesta, se concentran en los siguientes temas:
 - Fallas en el panel eléctrico

 - Dificultad en el uso de las botoneras

 - Problemas con ciertos relés y contactores

 - Problemas con el molde y los pines de carrera

VI-B. Diagnóstico del problema

En esta sección del capítulo metodológico, se verifica el estado actual de la máquina inyectora, a través del diagnóstico del estado de los componentes eléctricos y electrónicos que fueron reemplazados durante el proceso de repotenciación.

VI-B1. Estado Actual de la Máquina Inyectora Sandretto:

La progresión natural del proyecto empieza con la verificación del estado de los componentes de la máquina inyectora Sandretto. Ahora bien, realizar el diagnóstico correspondiente requeriría detener y pasar la máquina inyectora a un estado de "no uso", de modo que se facilite el trabajo en ella. Hasta el momento de la inspección, la máquina inyectora se mantuvo encendida y en funcionamiento, puesto que hay una cuota de producción que mantener y cumplir. Debido a lo imperante de arribar al proceso de repotenciación para que la máquina vuelva a estar operativa, que incentivó a que esta etapa de observación y diagnóstico fuera más exhaustiva y meticulosa.



Figura 9. Panel eléctrico antes y después de la repotenciación

VI-B2. Desmontaje de la máquina:

1. Inicia con la revisión de actuar de la máquina, es decir, se observa el proceso cíclico de la misma y ver su comportamiento.
2. Después de la primera etapa de observación, se verifica que existen 9 entradas y 7 salidas, al momento de identificarlos se los enumera para llevar un mejor control de ellos.
3. Se retiran los rodillos internos de la caja del molde, los cuales son los que le permiten su movimiento. Esto se realiza con la finalidad de tener acceso a los pines de carrera, y procede a realizar la identificación de cada uno de ellos, véase imagen 10.



Figura 10. Proceso de desmonte de la caja de molde

4. Una vez retirada esta parte, se procede a sacar los cables de todos y cada uno de los componentes que posee la máquina (véase figura 11) para su identificación. Este proceso fue de suma importancia a la hora de conectar el PLC y darle control.



Figura 11. Proceso de desmantelamiento del cableado

5. Al desconectar los cables, se toma en cuenta qué componentes serán reemplazados y así realizar la identificación correcta de los cables (tal y como se ve en la imagen 12)

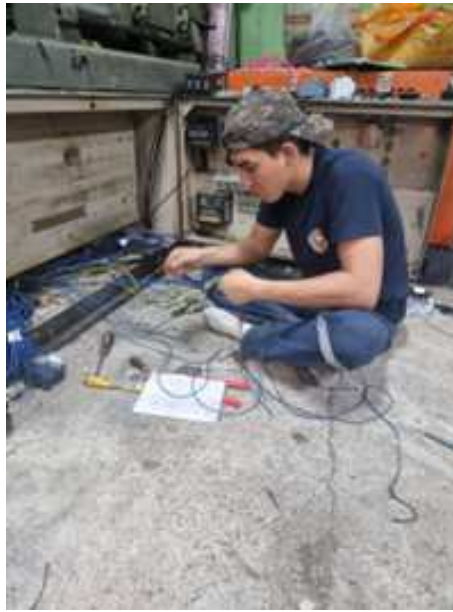


Figura 12. Proceso de identificación del cableado

6. Cada uno de estos cables fue separado y enumerado con respecto a la zona en donde se encontraban. Los primeros cables en ser identificados fueron los de los pines de carrera (con un total de 9 pines), los que convertirán en las entradas al momento de la realización de la programación.
7. Al encontrar y destapar cada uno de los pines, véase en la figura 13, se pudo observar que ya contaban con su propio código de identificación, véase en la figura 14. Se procedió a anotar cada uno de estos códigos para facilitar la identificación de los cables, véase Tabla XV.

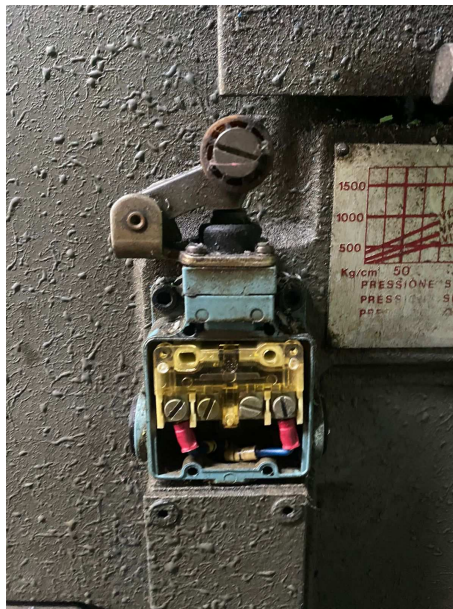


Figura 13. Identificación del código de los pines de carrera



Figura 14. Identificación del código de los pines de carrera

| | | | | | | | | |
|-------|-------|------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 23-71 | 28-27 | 4-23 | 44-45 | 87-90 | 216-217 | 62-63 | 47-48 | 59-58 |

Tabla I

ENUMERACIÓN DE ENTRADAS DEL PLC

8. Una vez realizada la separación y el seguimiento a los cables, se logró separar por números los pines con los que se trabajará con el PLC. Los pines principales de la figura 15 son aquellos encargados de darle movimiento al molde:

- Entrada 1 (I.1): Molde hacia atrás
- Entrada 2 (I.2): Seguridad del molde
- Entrada 3 (I.3): Puerta
- Entrada 4 (I.4): Molde hacia adelante rodillera 1
- Entrada 5 (I.5): Molde hacia adelante rodillera 2



Figura 15. Pines principales

Mientras que los pines de la figura 16 son los que se encargan de la inyección de la máquina:

- Entrada 6 (I.6): Inyección
- Entrada 7 (I.7): Carga
- Entrada 8 (I.8): Grupo inyector hacia adelante
- Entrada 9 (I.9): Grupo inyector hacia atrás



Figura 16. Pines secundarios

9. Así mismo, las electroválvulas fueron identificadas y separadas (véase en la figura 17) ya que actuarán como las salidas, identificadas como (Q1-Q6) respectivamente:

| | | | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Salida 1 | Salida 2 | Salida 3 | Salida 4 | Salida 5 | Salida 6 |
| Entrada 1 | Entrada 2 | Entrada 3 | Entrada 4 | Entrada 5 | Entrada 6 |

Tabla II

TABLA DE SALIDAS PARA EL PLC



Figura 17. Electrovalvulas

VI-B3. Análisis del proceso de observación a la Máquina Inyectora Sandretto:

En la observación y análisis del estado de los componentes de la máquina inyectora se pudo concluir:

- **Tolva de la Máquina:** Cuenta con una tolva que puede llegar a almacenar hasta 16kg de material virgen y preparado (SCAP+VIRGEN), el cual será usado para la fabricación de productos, tal y como se puede apreciar en la figura 18. Este material caerá por gravedad hacia el tornillo sin fin en donde se encuentran las resistencias, lugar en donde la temperatura se elevará y convertirá al material en una masa viscosa, que luego será inyectada al molde. Concluida la revisión, se verifica que el elemento está en perfecto estado, por lo que no se le realiza mayor trabajo en esta zona.



Figura 18. Tolva de la máquina inyectora Sandretto

- **Tornillo sin Fin:** El tornillo sin fin se encuentra en un estado moderado, pese al tiempo que este ha estado trabajando, como se puede observar en la figura 19. Según la bitácora de mantenimiento, en los últimos 12 años, la máquina ha trabajado en turnos de 8 horas ininterrumpidas en días laborables. A esto se le debe sumar que solamente usa materiales que no afectan el estado físico del tornillo, como es el caso del PP, PEAD y el

SCRAP de los mismos. Estos son materiales tienden a ser más amigables, puesto que existen otros materiales o combinados que sí afectan el estado general de la inyectora, como puede ser: la fibra de vidrio, la cascarilla del arroz, entre otros. Este tornillo está envuelto por 4 zonas en donde comprenden en total 7 resistencias en donde varían su temperatura, desde la más baja hasta la más alta (véase imagen 20).



Figura 19. Tornillo sin fin de la máquina inyectora Sandretto



Figura 20. Pirómetro de la máquina inyectora Sandretto

- **Proceso de inyección:** En la figura 22, se examina que la máquina posee los micro de carga de inyección en la parte superior y los micros del cuerpo inyector en la parte inferior. Actualmente, el cuerpo inyector trabaja en semiautomático en una sola posición debido a que el botón que manda la señal se encuentra descompuesto, de igual manera, este pequeño problema no afecta al proceso de inyección. En la sección de carga e inyección, se encuentran 2 pines de carrera, los cuales se activan por una regleta que es controlado manualmente y rige con un letrero la cantidad de material que ingresa a la inyección. En la figura 21, se muestra el cuerpo inyector y una rejilla, este tiene un Pin de carrera que, al activarse, detiene el proceso.



Figura 21. Cuerpo inyector y rejilla de la máquina inyectora Sandretto



Figura 22. Pin de carrera de la máquina inyectora Sandretto

- **Panel Eléctrico:** Consta de fuentes de poder y un transformador, se conecta desde las líneas de tensión hacia la máquina, véase figura 24. El panel eléctrico tiene un sistema bastante confuso, debido a que algunos de sus componentes están cambiados o simplemente no funcionan adecuadamente, además del hecho de que los cables tienen la característica de tener el mismo color (figura 23) dificultando la distinción de cada uno de estos y su entendimiento al momento de realizar un chequeo a esta área.

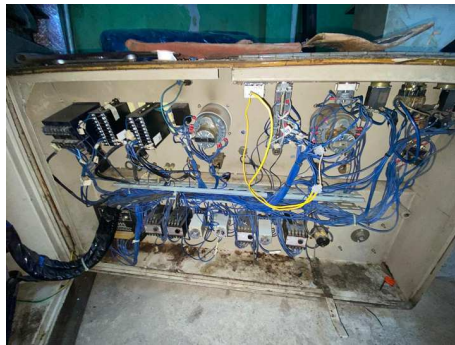


Figura 23. Panel de control de la máquina inyectora Sandretto



Figura 24. Panel de control de la máquina inyectora Sandretto

- **Panel de Control:** Consta de un Breaker principal que funciona a 420v y se convierte a 220v-240v, el estado de este componente es óptimo para reutilizarse, por lo cual no se hará mayor cambio con este componente (figura25).



Figura 25. Fuente y breakers de la máquina inyectora Sandretto

En el panel de control de la máquina, se aprecian los contactores etiquetados con letras: son 7 contactos abiertos y 3 cerrados, cuya alimentación son de 220v y 10 A, respectivamente. Véase imagen 26.

| Contactores de la máquina | |
|---------------------------|---|
| E | Puerta cerrada |
| F | Carga de material |
| G | Inyección |
| H, I, M | Abrir molde |
| N | Molde hacia atrás |
| O | Cierre del molde |
| P, Y, J | Modo manual, Modo semiautomático, Modo automático |

Tabla III

CONTACTORES DE LA MÁQUINA



Figura 26. Contactores de la máquina inyectora Sandretto

■ **Botones en el panel de control:**

En la figura 27 se puede apreciar los botones que se usan para el control de la máquina, cada uno de esto indican:

1. El botón de automático y semiautomático es un selector de dos fases.
2. El cuerpo de inyector así mismo automático o semiautomático.
3. Potenciador de apertura lenta del molde
4. Preinyección.
5. Pre-avance.
6. Tiempo de enfriamiento (el cual no sirve y se cambió en un mantenimiento anterior a uno más grande tipo reloj que se manipula moviendo el lente)
7. Seguridad de molde.
8. Presión de inyección.
9. Relleno.
10. Dos botones que regulan la velocidad del tornillo.
11. Tiempo de carga.
12. Un contador (indica el número de aperturas que ha tenido)
13. Debajo de la resistencia, se encuentra el sistema de lubricación de la máquina, se activa al momento que la inyectora lo necesite. Este se ayuda de un motor de lubricación de 0.17 hp.



Figura 27. Panel de control de la máquina inyectora Sandretto

■ **Botones para el operador**

En a figura 28, se logra apreciar cada uno de los botones usados por los operadores para intervenir manualmente en el funcionamiento de la inyectora. Se identifican de la siguiente manera:

- 1. El botón de paro.
- 2. Led de encendido.
- 3. Botón de encendido de bomba.
- 4. Un selector que permite abrir y cerrar molde (Solo se activa su funcionamiento cuando la maquina está en manual).
- 5. Avance del cuerpo inyector (De la misma manera que el de apertura y cerrado de molde), se usa en caso cuando la boquilla se tapa.
- 6. Inyección.

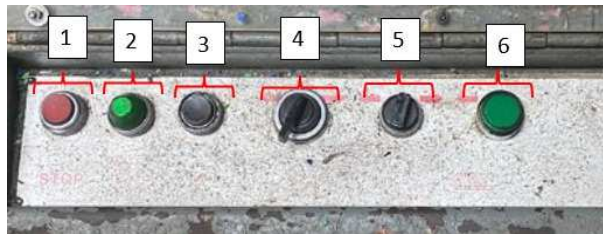


Figura 28. Botonera de la máquina inyectora Sandretto

• *VI-B4. Selección de componentes para el panel de control de la máquina inyectora:*

Para el diseño del panel de control de la máquina se toma en cuenta el voltaje con el que se trabaja a lo largo de la repotenciación, ya que esto evita dañar componentes nuevos y dilapidar los fondos que ofrece la empresa. Como se ha mencionado anteriormente, el controlador lógico programable (PLC) a utilizar en esta ocasión será el LOGO, la decisión fue netamente del dueño de la máquina. El modelo que se utiliza en el proceso de reponteciación es un LOGO230RC 110/220. Cuenta con 8 entradas y 4 salidas binarias, además de un módulo de expansión, para de manera que pueda controlar todos los actuadores y sensores que posee la máquina.



Figura 29. Plc LOGO 230RC 110/22 [19]

| PLC LOGO230RC 110/220 | |
|---------------------------------------|--|
| Montaje | Sobre perfil normalizado de 35mm,4 módulos de ancho. |
| Rango admisible, inferior (DC) | 100V. |
| Rango admisible, superior (DC) | 253V. |
| Número de salidas binarias | 4 relés. |
| Número de entradas binarias | 8. |
| Poder de corte | 10A. |
| Carga inductiva, MAX | 3A |

Tabla IV

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PLC LOGO 230RC 110/220 [19].

Para el paso de corriente a las demás etapas de la inyección, se utilizan relés universales RUN 24VAC de 8 pines redondos de 10A. Proporciona una solución de sistema completa para las aplicaciones más exigentes. También ofrece un botón de prueba bloqueable de un paso. Ayuda a reducir el tamaño de los gabinetes y a aumentar la confiabilidad de la máquina; puede montarse prácticamente en cualquier lugar [20].



Figura 30. Relé RUM 24VAC [20]

Para la selección del HMI, se toma en cuenta que el dispositivo debía ser compatible con el modelo LOGO, además de ser asequible. La mejor opción para esto fue un HMI de marca Kinco, Modelo GL070E. Un dispositivo económico y de gran uso a nivel empresarial, puesto que cuenta con una interfaz gráfica fácil de programar.

| Relé RUM 24VAC | |
|--------------------------------------|----------------------------|
| Nombre de serie | Universal. |
| Tensión del circuito | 24V AC. |
| Nombre corto del dispositivo | RUM. |
| Tipo de control | Lockable test button. |
| Coefficiente de utilización | 20 %. |
| Tipo de producto o componente | Relés con montaje plug-in. |

Tabla V
CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL RELÉ RUM 24VAC [20].



Figura 31. Kinco, Modelo GL070E [15]

| Kinco, Modelo GL070E | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| Resolución | 800*400. |
| CPU | ARM RISC 32bits 800MZ. |
| Almacenamiento | 128MB NAND de memoria + 128MB DDR3. |
| Puerto de comunicación | COM:RS232/RS485/RS422; COM2RS232. |
| fuelle de alimentación | DC10V-DC28V. |

Tabla VI
CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL KINCO, MODELO GL070E [15].

Para los actuadores y el PLC, se utiliza un breaker cuyo amperaje comercial no exceda de los 10A, se va a encargar de proteger el sistema en caso de algún evento contraproducente, y no recurrir a cambiar el componente.



Figura 32. Breakers de seguridad [24]

| Breakers de seguridad | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| Resolución | 800*400. |
| CPU | ARM RISC 32bits 800MZ. |
| Almacenamiento | 128MB NAND de memoria + 128MB DDR3. |
| Puerto de comunicación | COM:RS232/RS485/RS422; COM2RS232. |
| fuelle de alimentación | DC10V-DC28V. |

Tabla VII

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS BREAKERS DE SEGURIDAD [24].

VI-C. Diseño e implementación del circuito eléctrico inteligente

El siguiente apartado tiene la intención de detallar el cómo fue posible realizar el proceso de repotenciación. Una vez identificado los materiales que se han de utilizar, la máquina pasa a un estado de reposo (no uso), lo que indica que su operación ya no podía ser habilitada, pausando la producción de esa máquina.

A continuación se mostrará mediante un mapa conceptual todas las actividades realizadas para poder cumplir con cada uno de los objetivos propuestos.

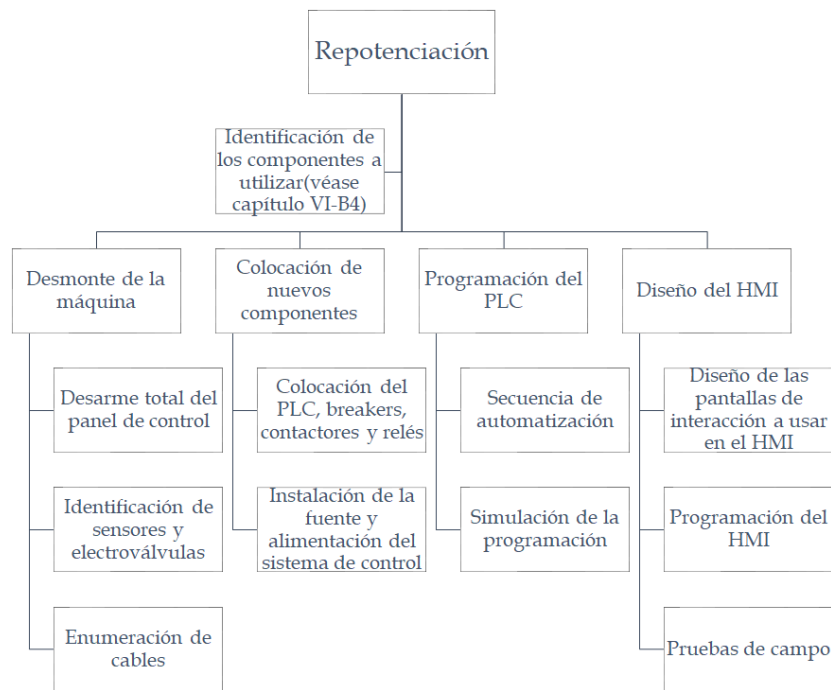


Figura 33. Diagrama de trabajo realizado

VI-C1. Colocación de los nuevos componentes:

1. Una vez se logra desconectar y retirar los componentes que no se usarán de la máquina, se procede a pintar el área para mejorar su presentación (véase figuras 34 y 35). Esta acción fue realizada con fines de mejorar la estética de la máquina, debido a que el proyecto realizado se trata de una repotenciación incluyendo el proceso de pintura.



Figura 34. Pintado del panel de control para mejora visual y colocación de los nuevos componentes



Figura 35. Pintado del nuevo tablero para colocación del HMI y pirómetros de la máquina

2. La instalación de los componentes de la máquina no presentó mayores inconvenientes. Primero se instaló un riel DIN, en donde se coloca el PLC, los relés, breakers y las borneras. Véase imagen 36.



Figura 36. Colocación de componentes al riel DIN

3. Luego de la identificación y separación de los cables se los conectará a las borneras, de tal forma que facilite la conexión con el PLC. Estas borneras permiten conectar los dispositivos de forma segura y fácil a la hora de hacerle un seguimiento al cableado, también sirve en la distribución de la corriente a los diferentes puntos de la máquina.

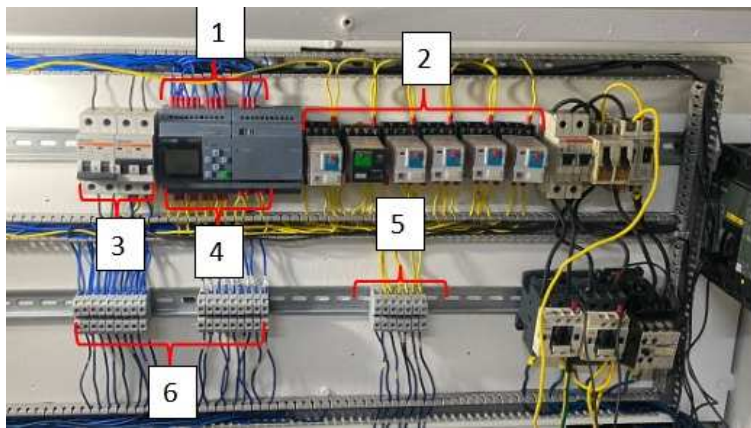


Figura 37. Conexión de los componentes de la maquina

- a) 1. Entradas PLC
- b) 2. Breakers del PLC
- c) 3. Borneras PLC
- d) 4. Borneras relés
- e) 5. PLC a relé
- f) 6. Salidas del PLC

4. Después de conectar el PLC a los actuadores y los sensores, se realiza la instalación de canaletas para peinar los cables y mejorar el aspecto del panel de control señalados en las figuras 38 y 39.

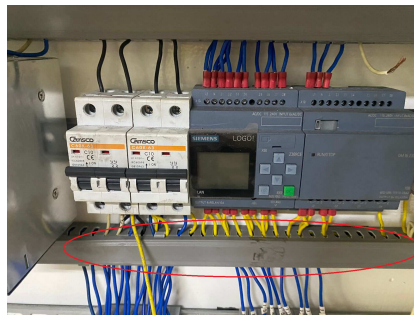


Figura 38. Canaletas del PLC



Figura 39. Canaletas de los relés

5. Se modifica el tablero de la máquina para que se implemente el HMI, adicionalmente se realiza un corte para las medidas del HMI descritas en la Tabla VI, y se procede a pintar dicha zona.



Figura 40. Nuevo panel

6. Se implementó el botón de paro de emergencia manual justo debajo del HMI, debido a que la posición de los operadores a la hora de trabajar normalmente es sentada, lo que facilita en su accionamiento rápido en caso de emergencia, vease 41.



Figura 41. Nuevo panel con la inclusión del HMI

7. Al momento de finalizar con la instalación de los nuevos componentes, se opta por cambiar la posición anterior al breaker principal y así facilitar la distribución de cables hacia cada uno de los componentes mostrados en la figura 42.



Figura 42. Cambio de posición de la fuente

8. Como extra (y por problemas mostrados a la hora de conectar el HMI) se vio en la necesidad de recurrir a una fuente, capaz de convertir el voltaje emitido por la fuente principal de 110V a 24V (véase figura 43). Ya colocado cada componente, el nuevo panel eléctrico toma un diseño más moderno y actualizado. Véase figura 44.



Figura 43. Fuente para HMI



Figura 44. Panel eléctrico completo

VI-C2. Programación del PLC:

Para realizar la programación, primero hay que entender el funcionamiento del ciclo de inyección, ya que esto será lo que se intente recrear para su correcto funcionamiento.

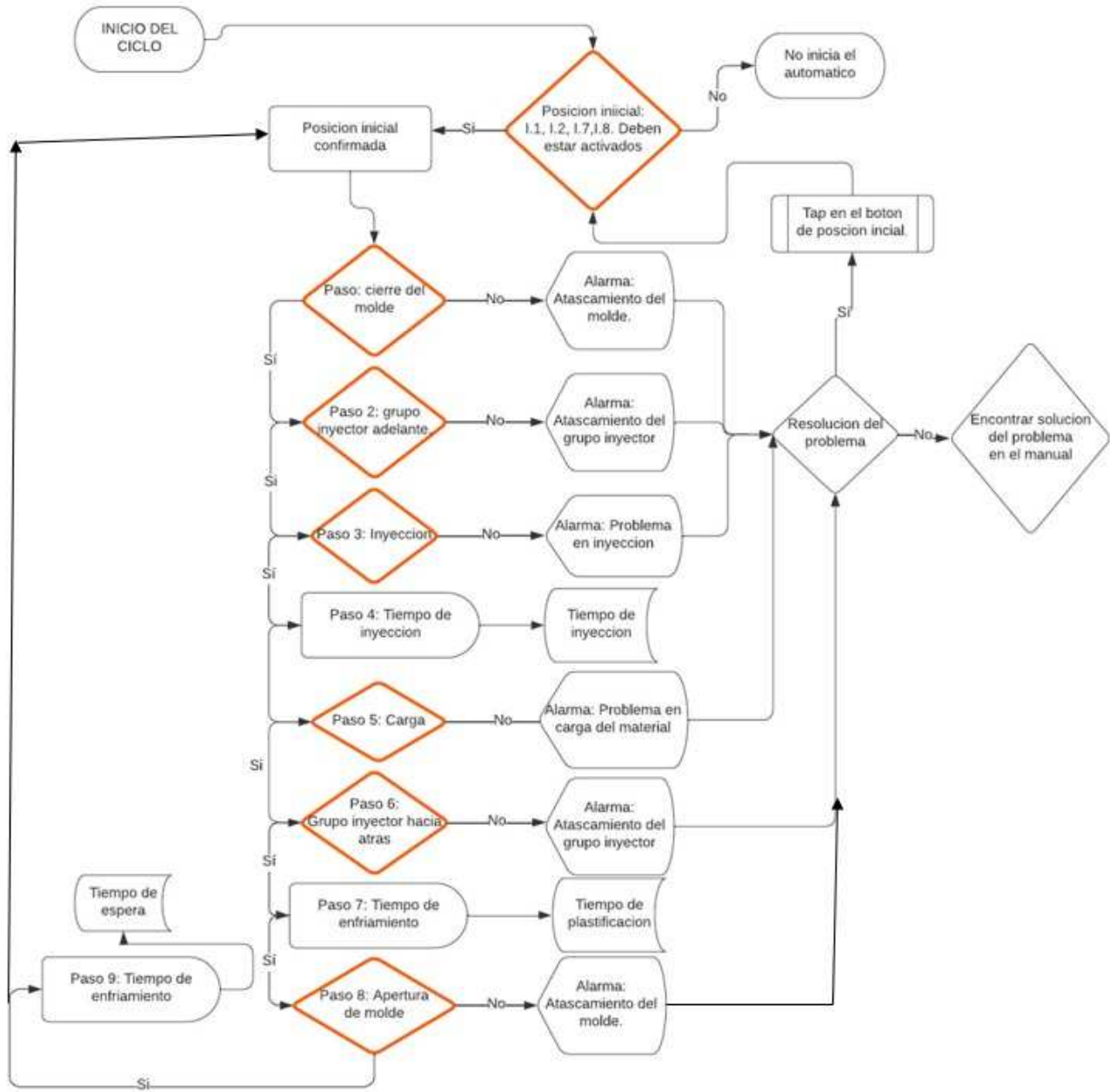


Figura 45. Ciclo de trabajo del proceso de inyección

En la programación del modo automático, se emplea una secuencia de pasos para realizar los movimientos de los pistones hidráulicos de la máquina. Cada paso se activa con contactores de fin de carrera que indican la posición que se encuentran en los pistones. Un único paso puede ser activado a la vez, pero muchos pasos pueden mantener activadas las electroválvulas. Como es el caso para el pistón que cierra el molde, el cual esta activo por 8 pasos, mientras que el pistón que mueve el carro de inyección solo está activo por 5 pasos.

- La acción inicial es activada solo cuando los cilindros están en sus posiciones iniciales. Estas son: el molde atrás, el carro atrás y que esté cargado. En la figura se observa cuales son los contactores de fin de carrera que deben estar activados para la activación de este paso, así mismo se observa que para desactivar esta acción cuando se enciende el paso 2.

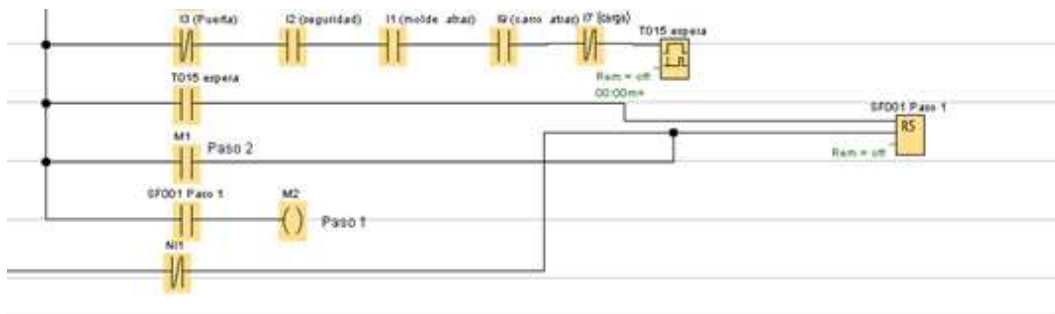


Figura 46. Programación modo automático acción inicial

- Una vez activado la marca, al igual que la acción inicial, se activa cuando el paso anterior está activado. Luego, toma en cuenta qué fines de carrera están siendo presionados; como el molde esta adelante, el carro está atrás y se encuentra cargado de plástico, entonces prosigue la marca 2, siendo este el movimiento del carro.

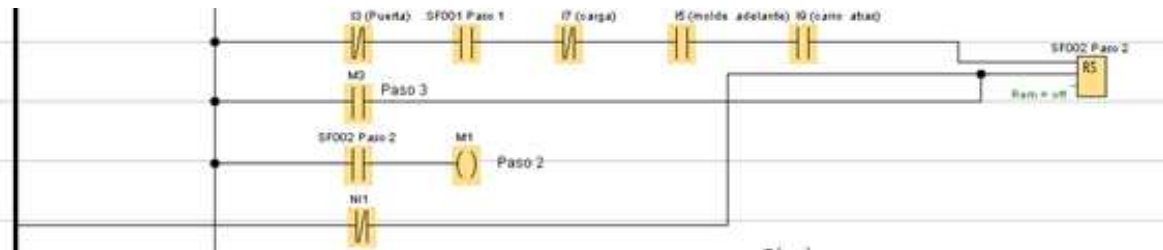


Figura 47. Programación modo automático movimiento del carro

- En el tercer paso, se prosigue a inyectar en el molde, pero, para que el PLC envíe la instrucción, los contactores del molde adelante, carro adelante y carga deben estar activados.

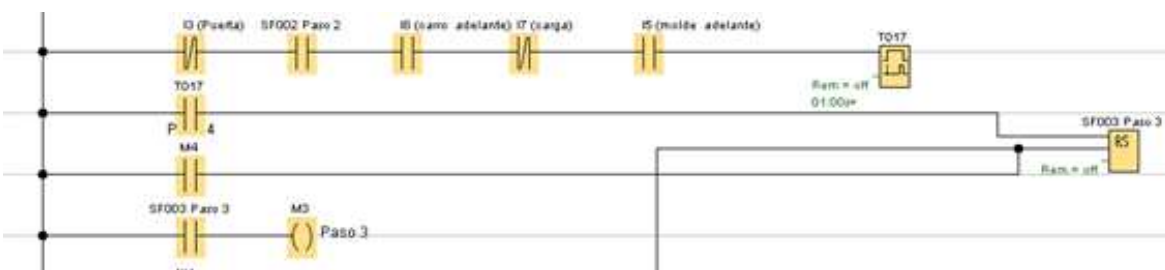


Figura 48. Programación modo automático inyección en el molde

- En la marca 4 no se ejecuta los movimientos de los cilindros, pero se lo utiliza como un paso que permite realizar una correcta inyección del plástico al poner un *timer*(temporizador), al acabar se prosigue a la siguiente marca , el cual es el de carga.

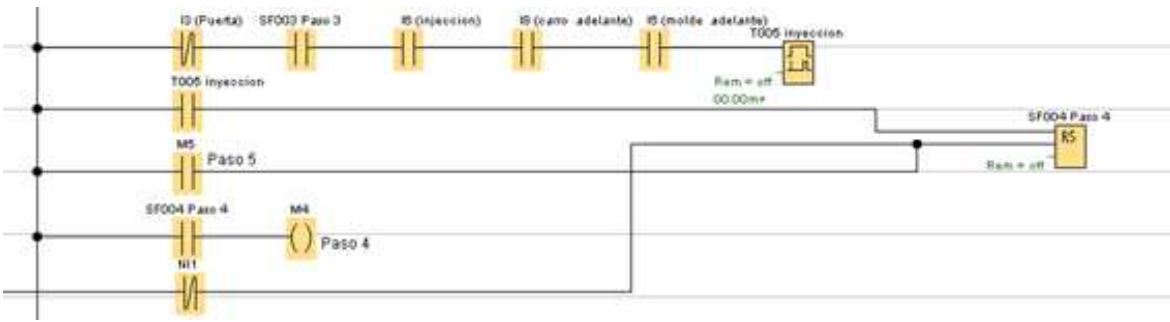


Figura 49. Programación modo automático temporizador(Timer)

- En el quinto y sexto paso, se carga de plástico nuevamente y se mueve al carro a su posición trasera respectivamente. Ambas marcas se efectúan teniendo en cuenta que el molde está acoplado, caso contrario, no se ejecutarían.

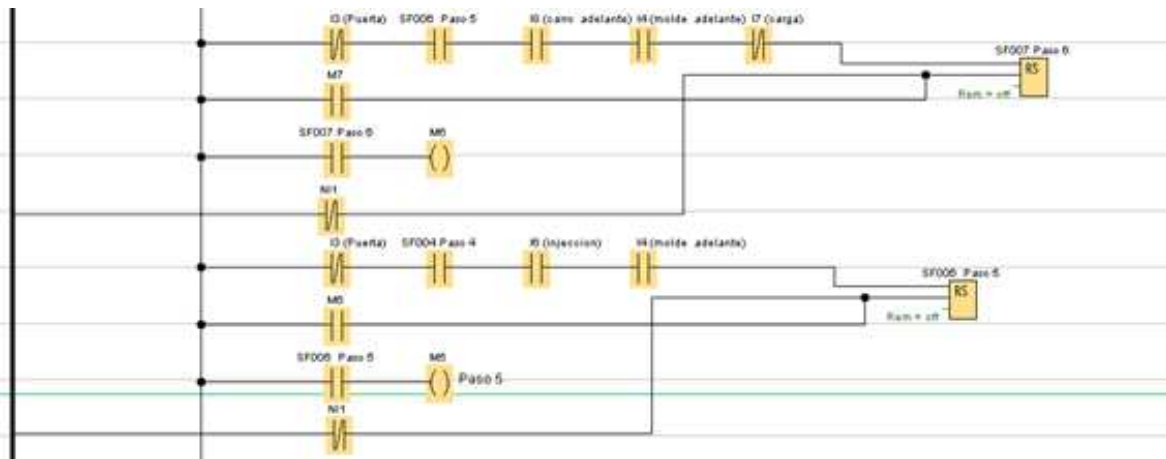


Figura 50. Programación modo automático carga del material y movimiento del carror

- El séptima marca se asegura que el carro esté en su respectiva posición, para luego activar el octavo paso, donde se encuentra un *timer* de enfriamiento. Este permite que la pieza se enfríe correctamente antes de la apertura de molde.

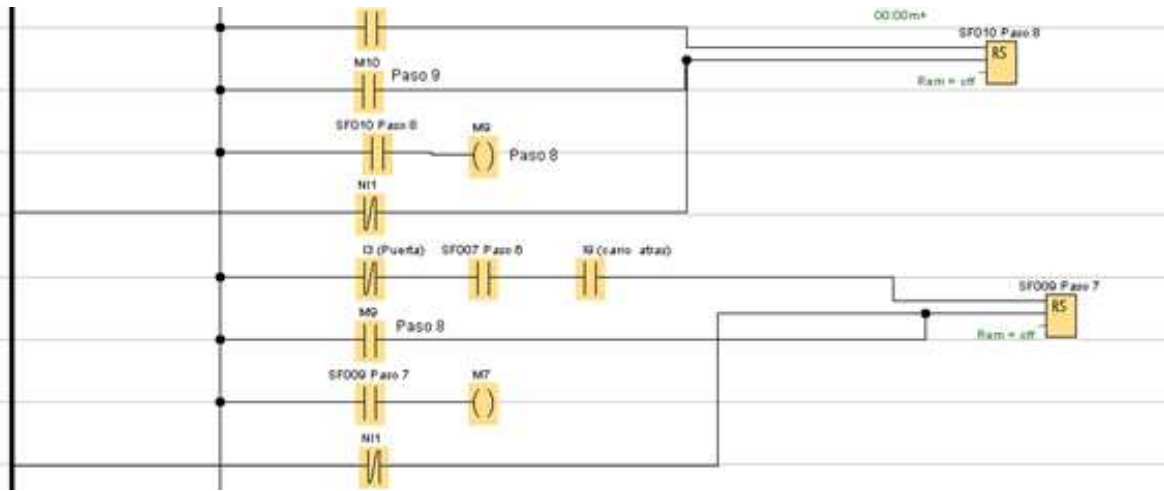


Figura 51. Programación modo automático posición inicial y timer de enfriamiento

- Finalmente, el paso 9 solo es agregado para que la máquina descanse antes de iniciar el proceso nuevamente.

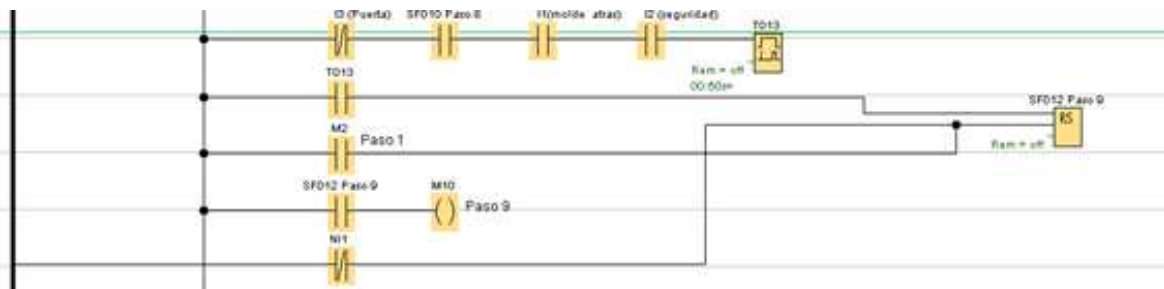


Figura 52. Programación modo automático reinicia el proceso

Como todas las marcas utilizadas solo son activados una única vez por ciclo, no es conveniente activar las electroválvulas con un sola marca, ya que requiere que las acciones, como el cierre del molde o el carro, estén adelante y se mantengan activadas por varios segundos. Es por esto que se colocan todos los pasos donde el cilindro debe estar activado y unicamente se desactive la marca que ya no sea de utilidad.

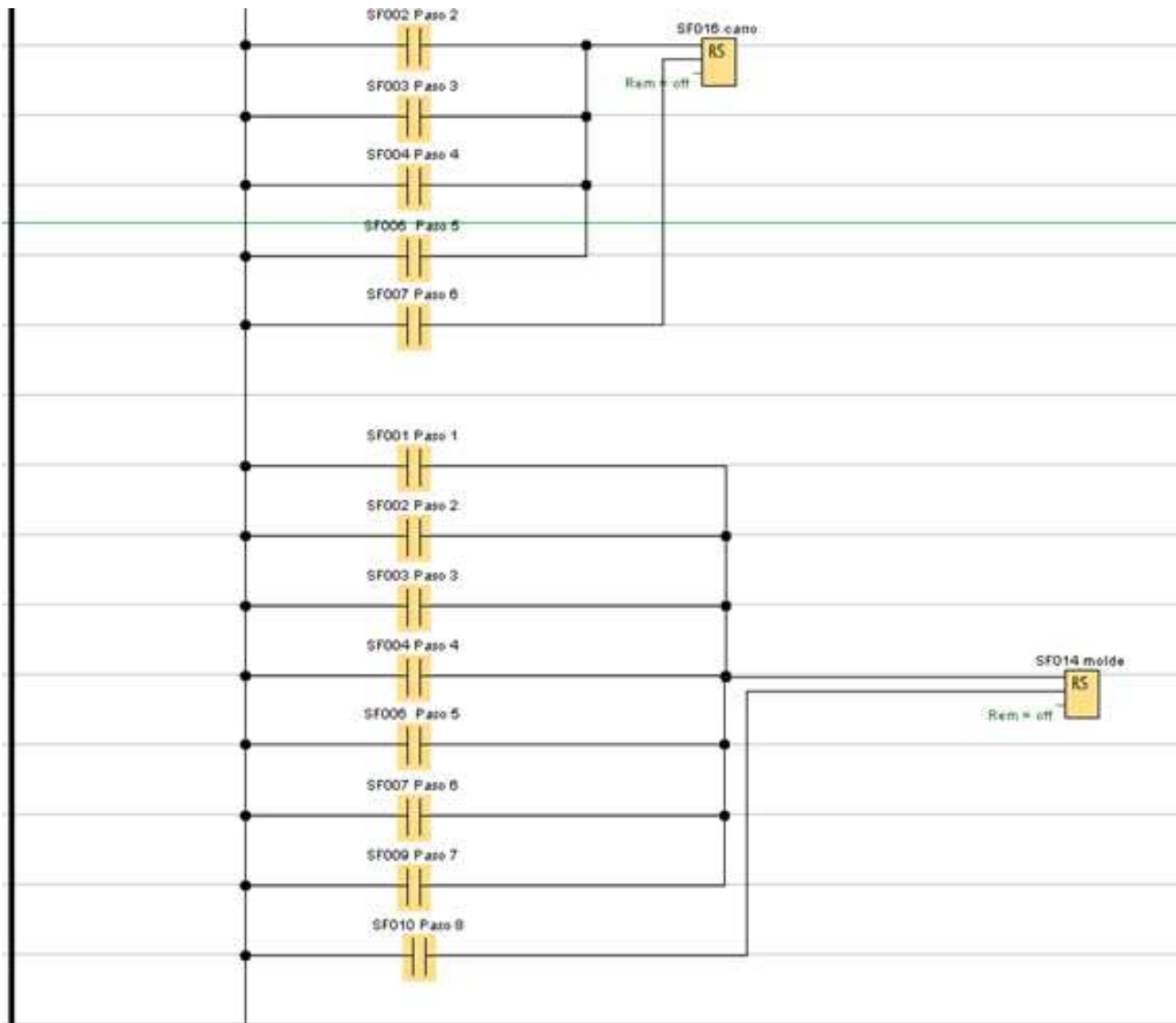


Figura 53. Programación modo automático

VI-C3. Simulación de la programación del PLC:

Se procede a realizar una sencilla simulación en el programa Automation Studios, donde se utilizan tres cilindros accionados por solenoides. El cilindro A será para el cierre y apertura de molde, el cilindro B es para el movimiento del carro y finalmente el cilindro C es para la inyección y carga del plástico, como se ve indicado en la figura 55. La programación se basa del diagrama de desplazamiento previamente mostrado, sin tomar en cuenta los fines de carreras dentro de la máquina, sino fines de carreras que especifican la posición del cilindro dentro del simulador.

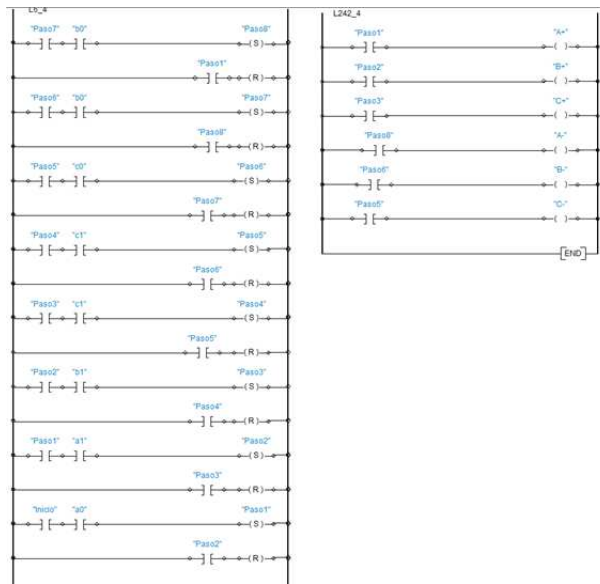


Figura 54. Simulación Automation Studios

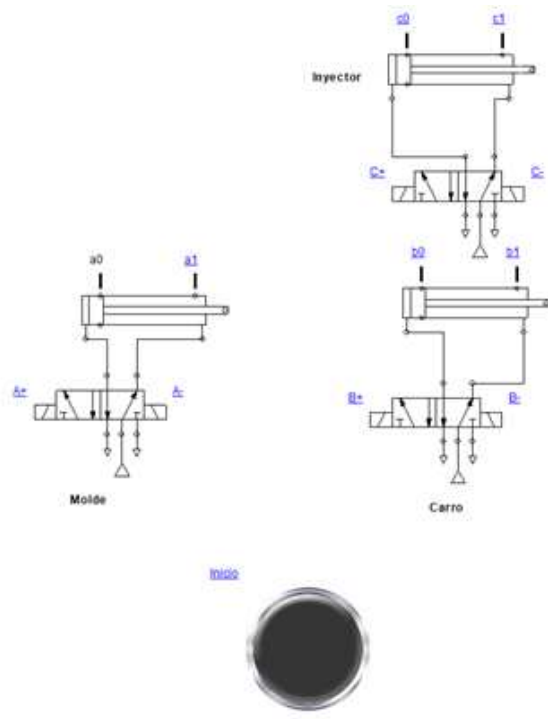


Figura 55. Simulación Automation Studios

Al presionar el botón inicio, se activa el primer paso y con esto se mueve el cilindro A hasta llegar al contacto de fin de carrera a1 (véase figura 56).

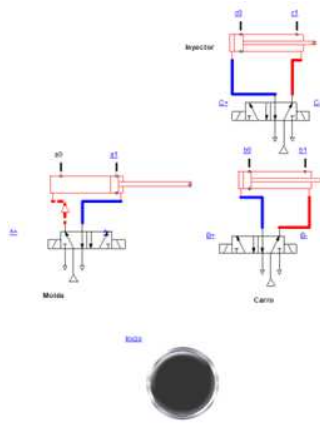


Figura 56. Simulación Automation Studios

Luego se activa el cilindro B (véase figura 57).

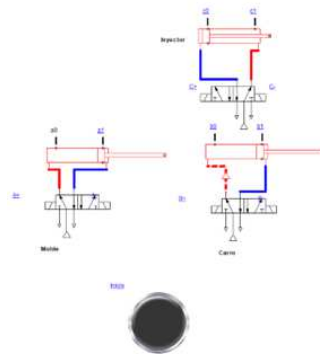


Figura 57. Simulación Automation Studios

finalmente, el cilindro C (véase figura 58).

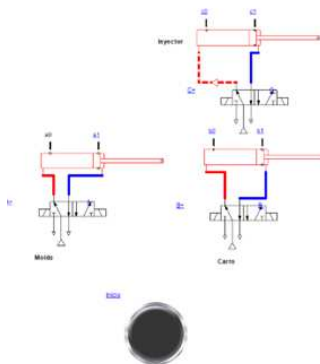


Figura 58. Simulación Automation Studios

La marca 4 es un paso de espera, una vez se termine esta marca, el cilindro C se retractará, seguido del B, para, finalmente, esperar un tiempo de enfriamiento y contraer el cilindro A.

Para desarrollar la programación ya explicada, primero se estudió la secuencia que esta debería seguir. En la siguiente figura, se muestra el diagrama de desplazamiento que se siguió.

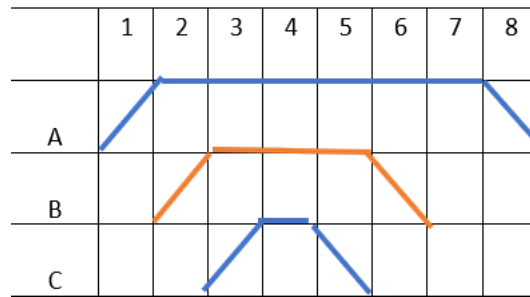


Figura 59. Secuencia programación

Se puede observar que A, B y C son los cilindros hidráulicos que se mueven, siendo el cilindro para el molde, cilindro para el carro y cilindro para inyección respectivamente. El proceso empieza con el pistón de molde cerrándose, seguido el de carro y finalmente el de inyección; se espera unos segundos antes de mover a las posiciones iniciales para repetir el proceso.

Dentro de la programación del PLC, se toma en cuenta 9 pasos, ya no los 8 pasos del diagrama de desplazamiento, por razón que este último paso permite descansar a la máquina por un corto tiempo antes de volver a iniciar el proceso. Se aprecia en las figuras anteriores que cada paso se lo representa con contactores SET y RESET, permiten tener una mejor transición entre pasos ya que un paso solo se activa cuando el anterior se haya desactivado y viceversa. Un paso solo se desactiva si el siguiente se ha activado. Cada paso es activado con los respectivos contactores de fin de carrera de cada cilindro hidráulico, estos son las entradas del PLC y son 9 mientras que se tienen 7 salidas.

| Input terminals: | Name | Output terminals: | Name |
|------------------|----------------|-------------------|-------------------|
| I1 | molde atras | Q1 | Fuerza |
| I2 | seguridad | Q2 | inyeccion |
| I3 | Puerta | Q3 | carro atras |
| I4 | molde adelante | Q4 | corro adelante |
| I5 | molde adelante | Q5 | apertura de molde |
| I6 | inyeccion | Q6 | cierre de molde |
| I7 | carga | Q7 | carga |
| I8 | carro adelante | Q8 | lubricacion |
| I9 | carro atras | Q9 | |

Figura 60. Tabla de variables

Los pasos 1, 4 y 8 tienen tiempos variables que cambian de acuerdo que se coloque en el HMI. Estos pasos son: el cierre de molde, inyección de plástico, y enfriamiento de plástico respectivamente. Los tiempos requeridos en estos pasos cambian dependiendo del molde y del plástico que se utiliza.

Se requiere que los pistones hidráulicos se mantengan una posición por varios pasos, para esto se utiliza otra bobina SET y RESET, activándola solo en los pasos que se necesita que el cilindro esté activo. Por último, este modo no funciona si no se presiona un interruptor en el tablero de comando. Para enviar la información de dicho interruptor se utiliza el bloque de entrada de red del software y este tendrá su respectiva dirección en este caso es la dirección v0.0. Cada vez que se requiera recibir o enviar información desde el PLC a la pantalla, se utilizan estos bloques de entrada y salida de red.

MODO POSICIÓN INICIAL

Luego se tiene la programación que permite posicionar a toda la máquina en su posición inicial. Esta solo es activada cuando un botón de la pantalla HMI es activado, caso contrario no entrará en funcionamiento.

Cuando la máquina no se encuentre en las posiciones requeridas para arrancar el modo automático, se presiona el botón de posición inicial. Este moverá a los cilindros hidráulicos hasta que hagan contacto con los finales de carreras e indiquen que están en las posiciones respectivas.

Los sensores que deben estar activados para que se considere que está en posición inicial son: el carro este atrás, el molde este atrás, seguridad activada y está cargado de plástico para inyectar y sus respectivas variables de entradas del PLC son entrada 9, entrada 1, entrada 2 y entrada 7 respectivamente. Todo este bloque de programación solo se activa al presionar un botón en la pantalla HMI.

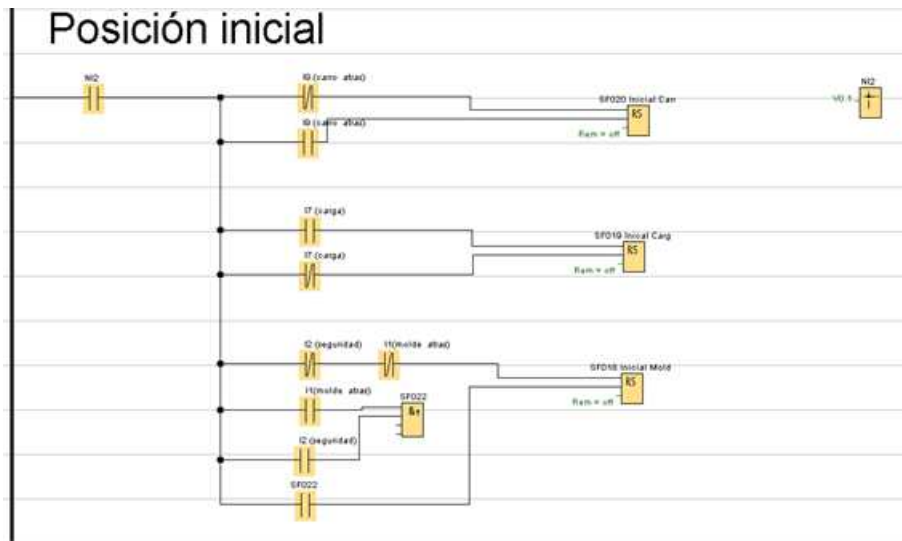




Figura 62. Programación modo manual

ACTIVAR ELECTROVÁLVULAS

Por último, se tiene la programación en donde se encuentran las salidas a las electroválvulas. Estas solo se las puede llamar una sola vez durante todo el programa. Por eso en esta sección, se conectan todos los contactores de las secciones pasadas que necesitan activar las electroválvulas.

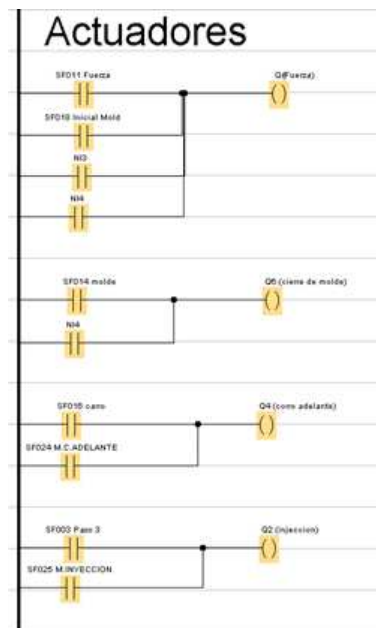


Figura 63. Programación actuadores

DIAGRAMA ELÉCTRICO

Con la programación realizada, un nuevo diagrama eléctrico se utilizó para indicar las nuevas etapas integradas.

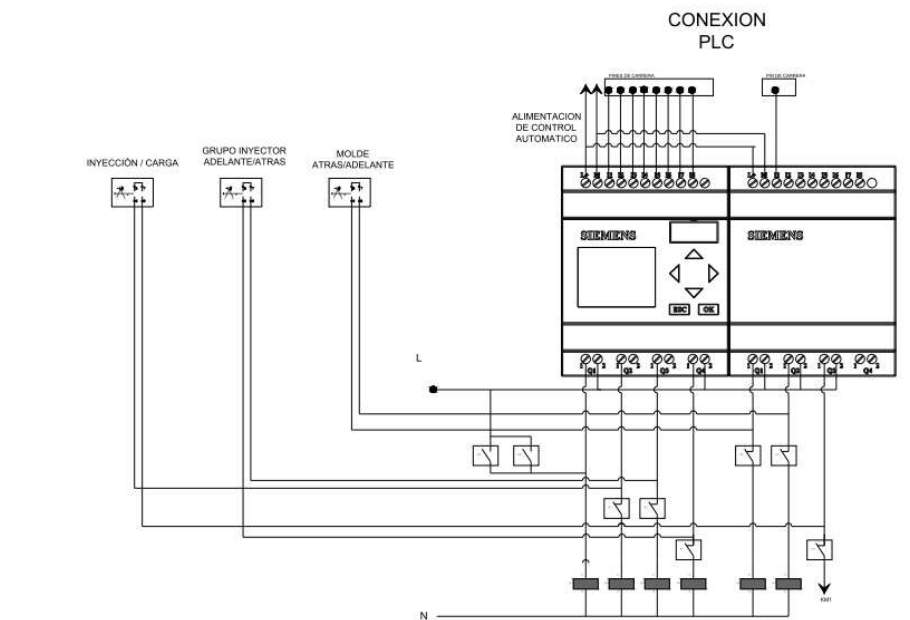


Figura 66. Diagrama eléctrico conexión del PLC

En este diagrama se puede observar el control de la parte manual y automática del sistema, esto se manejará mediante un selector de 3 fases, el cual permitirá a los operadores elegir entre dichas opciones, al elegir el modo manual dará paso a la corriente hacia las botoneras para que se pueda trabajar en ellas, al iniciar el modo automático, se prenderá el PLC esta energizará los relés siempre y cuando la programación se lo ordene, así mismo con las electroválvulas, los relés serán los que controlen a los selectores de carga, del movimiento del molde y movimiento del carro, a su vez el relé de carga se conectará con el motor el cual dará inicio a la inyección.

VI-C4. Diseño e implementación del HMI:

Para la sección del HMI se usa el software de Kinco Dtool, para el cual se ha diseñado 8 pantallas que llevan el control del automatismo. En la imagen 67 se puede observar el menú de inicio, en la pantalla se iniciará el programa dando paso a las demás opciones. La figura 68 es donde se encuentra el menú principal, el cual permite navegar por las múltiples opciones que presenta el programa, dando incluso la posibilidad de regresar al menú inicio. En las siguientes 6 pantallas se explica de la siguiente forma:

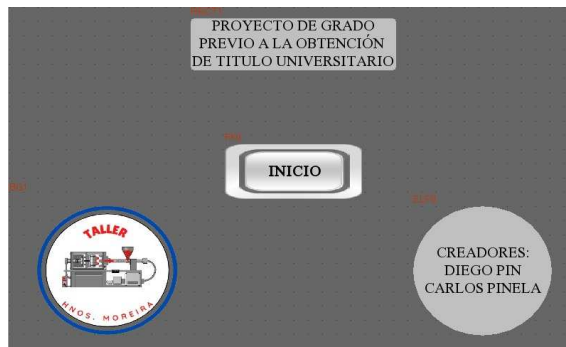


Figura 67. Kinco pantalla inicio

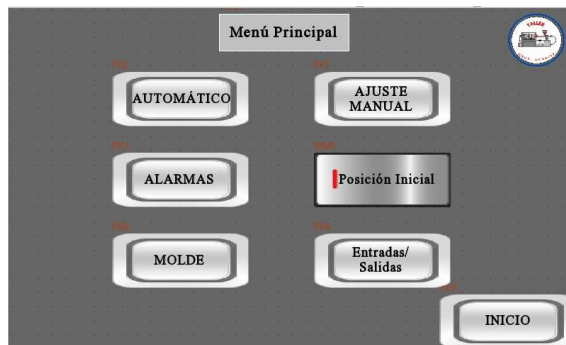


Figura 68. Kinco pantalla menú principal

- En el modo manual de la figura 69, comprende 6 interruptores que controlan el movimiento independiente de los cilindros. Cabe recalcar, que al ser interruptores, estos se deben activar y desactivar, caso contrario el próximo movimiento no se ejecutará. En esta pantalla, también se utilizan leds para indicar el movimiento efectuado.

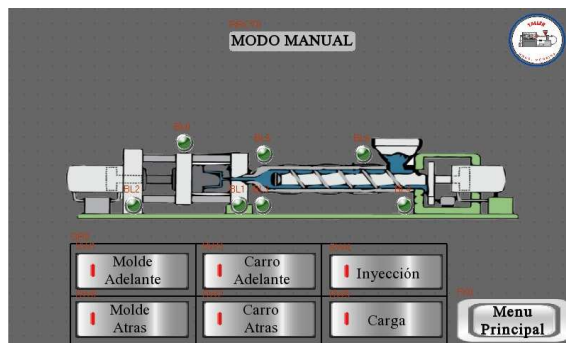


Figura 69. Kinco pantalla modo manual

- Dentro de la pantalla automática, se observa la imagen 70 de la máquina con luces que indican la parte de proceso que se logra mostrar. Al principio del proceso no debería estar encendidas ninguna luz y, al momento de mover el molde hacia adelante, la luz BL0 y BL2 se deberen encender. Estas se mantendrán activadas hasta que se necesite que el molde retorne hacia atrás. Asimismo, se muestra el tiempo que demora en realizarse todo el proceso. Tal proceso inicia, cuando el cilindro de molde se mueve hacia

delante y se acaba cuando este regresa. Antes de iniciar el modo automático, se deben establecer los tiempos de espera, enfriamiento y de inyección, para esto se presiona el botón parámetros y plegará una pantalla nueva, véase figura 71. En esta, se pueden colocar los respectivos tiempos, luego regresar a la pantalla de automático e iniciar el proceso.



Figura 70. Kinco pantalla modo automático



Figura 71. Kinco pantalla parámetros

Es importante recalcar que se considera una buena práctica, el apagar el modo automático y colocar los tiempos en 0 nuevamente, para esto se colocaron los interruptores a lado de cada tiempo para reiniciar estos. Dentro de la ventana de automático se ejecuta una función TM1 que observa si existe una falla para lanzar una alarma, esta se ejecuta cada 100 milisegundos.

```

1  #include "macrotypedef.h"
2  #include "math.h"
3
4
5  int MacroEntry()
6  = {
7
8  = if (cronometro>5){
9  Alarma_inyeccion=1;
10 }
11
12 = if(R_cronometro==1){
13 Alarma_inyeccion=0;
14 }
15
16 = if (cronometro2>5){
17 Alarma_carro=1;
18 }
19
20 = if(R_cronometro2==1){
21 Alarma_carro=0;
22 }
23
24 pruebacrono=cronometro3;
25 = if (cronometro3>=5){
26 Alarma_molde=1;
27 }
28
29 = if(R_cronometro3==1){
30 Alarma_molde=0;
31 }
32 return 0;
33 }
34

```

Figura 72. Programación kinco

- La función revisa el tiempo de los cronómetros previamente programados en el PLC, se conoce que existe tres tiempos, uno para cada cilindro. Si uno de estos se pasa de 5 segundos, se activará una alarma y, para apagar la alarma, se colocaron botones que las resuelven en la pantalla alarma.
- La pantalla alarma de la figura 73, al igual que la pantalla automático, se ejecuta la misma función de alarma TM0. Esta función activa la falla y produce un sonido para alertar al operador. En la ventana alarma existe una tabla de eventos que indica cuándo y qué se ha activado y desactivado.

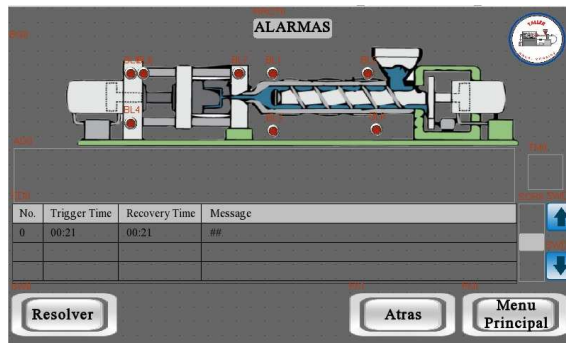


Figura 73. Kinco pantalla alarmas

- Al final de todo el proceso automático, se puede revisar en esta tabla en qué momento cada contactor de fin de carrera fue activado y desactivado, al igual que las fallas. De igual forma, se tiene una tabla de alarmas que muestran en letras rojo si falla el cilindro de molde, carro o inyección, incluso los tres pueden fallar y se muestra en la pantalla. De la misma manera en que la ventana automática tienen luces led que indican qué contactor están activados. Estos es muy útil al momento de querer confirmar si el molde esta

en posiciones correctas y si es necesario presionar el botón de posición inicial o mover manualmente los cilindros.

- En la ventana de moldes de la figura 74, se muestran los moldes con tiempos disponibles dentro del sistema, si se presiona cualquiera de los moldes se abre una nueva ventana con los tiempos de dicho molde. Dentro de cada ventana del molde, mostrado en la figura 75, se presionan los botones de tiempo para que se escribirá automáticamente un valor de tiempo por default. Al ir a la ventana, los parámetros observables en el tiempo establecido de los moldes, se ven reflejado también en esa ventana y listo para iniciar el proceso automático.

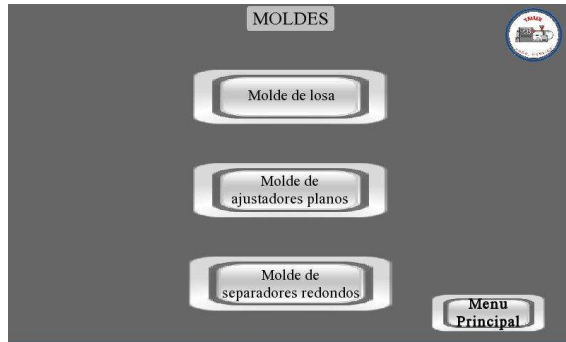


Figura 74. Kinco pantalla moldes

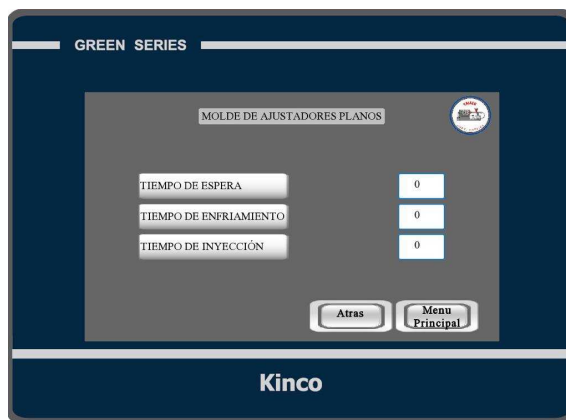


Figura 75. Kinco pantalla moldes de ajustes

- La pantalla entradas de la imagen 76 indicará y controlará las entradas y salidas emitidas por el PLC, su operación será mediante interruptores, estos permitirán su activación y desactivación.

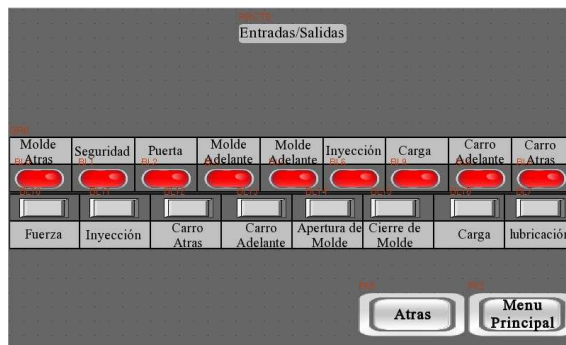


Figura 76. Kinco pantalla entradas y salidas

VI-C5. *Conexión del HMI y El PLC para la relación Maestro/Esclavo:*

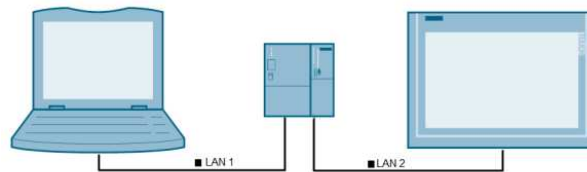


Figura 77. Conexión PLC al HMI [25]

La conexión que tendrán estos 2 componentes es por medio de un cable LAN (véase imagen 77). Sin embargo, para poder realizar dicha conexión, es necesario tener en cuenta los siguientes pasos:

1. Primero, al encender el PLC, en la opción red, se muestran 2 opciones: una donde se podrá verificar la IP que posee el PLC y la otra en donde se puede establecer la relación Maestro/Esclavo.



Figura 78. Conexión PLC

2. Segundo, encender el HMI mientras se presiona la pantalla para poder acceder a las opciones de fábrica, se elige a la opción *network* y se accede a la IP que posee el HMI.

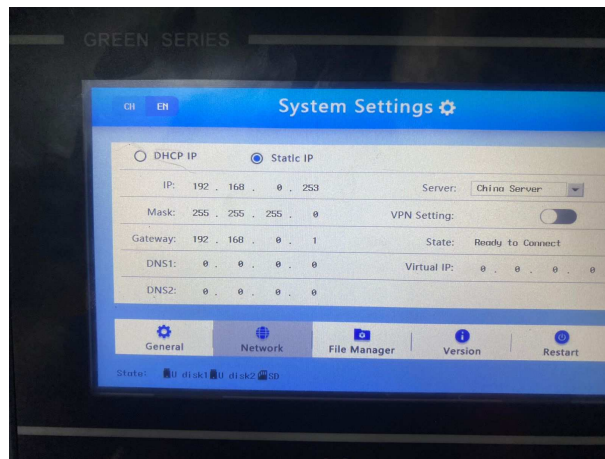


Figura 79. Conexión HMI

3. Tercero, con el PLC ya iniciado se habilitaran las opciones de red en donde se podrá obtener información sobre la ip que posee, que es necesario para la conexión PLC/HMI, véase imágenes 80 y 81.

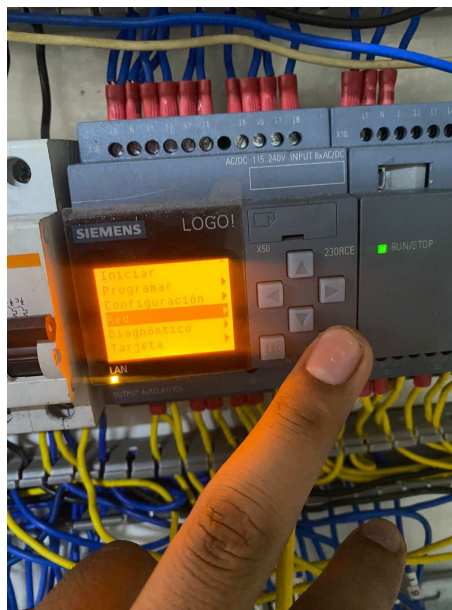


Figura 80. Conexión PLC

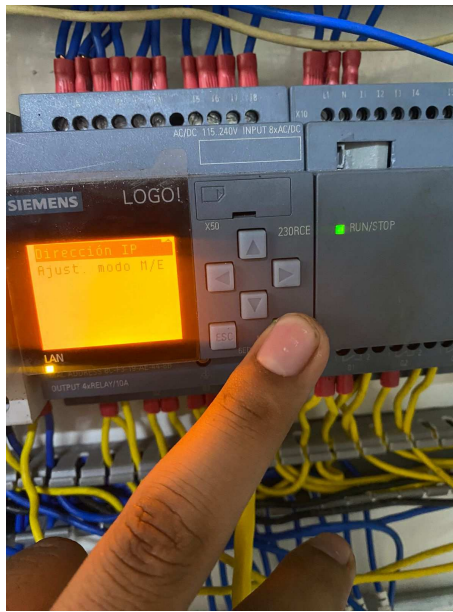


Figura 81. Conexión PLC

4. Cuarto, la dirección ip obtenida es la que se usará para vincular con la ip del HMI ya explicado en el paso anterior, con esto se procede a conectar el cable lan entre ambos dispositivos para hacer válida su vinculación.

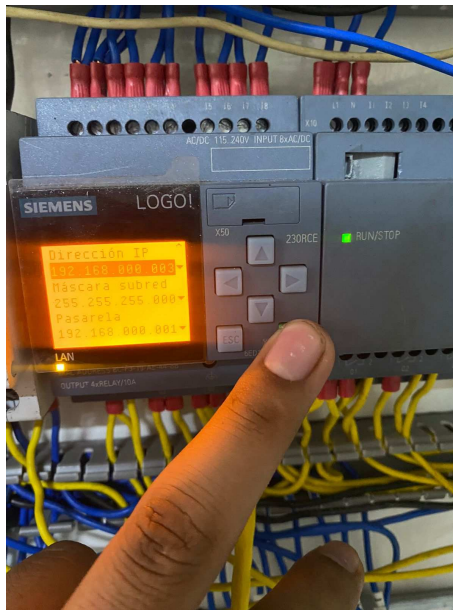


Figura 82. Conexión PLC

5. Quinto, se accederá al menú m/e, donde empieza la detección maestro/esclavo, se inicia y se obtiene la IP de esclavo del PLC, se reinicia el dispositivo y se procede a repetir el proceso, ahora iniciando la opción de maestro, para que se inicie con la vinculación, véase imágenes 83 y 84.

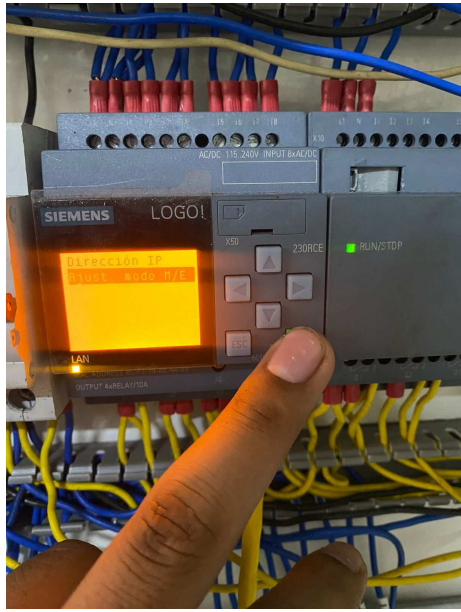


Figura 83. Conexión PLC

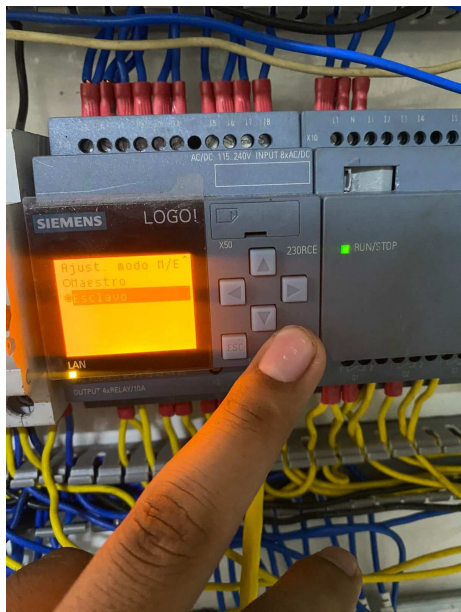


Figura 84. Conexión PLC

VI-D. Fallas y soluciones

Las fallas se detallan mediante zonas, es de recalcar que mientras el motor bomba este apagado no funcionara, adicionalmente en cualquier proceso sea manual o automático si la puerta está abierta luego del encendido de la bomba este no responderá a ningún movimiento en automatismo y en manual no cerrará ni abrirá la prensa.

| | |
|--|---|
| Problema en el encendido del motor bomba | Solución: La máquina debe ser encendida con la puerta abierta debido a que la palanca de la presión hidráulica se encuentra accionada. Esto ayuda con la disminución de la presión, el cual hace que el amperaje de las líneas del motor sobrepasa el amperaje seleccionado en el térmico. |
| Dificultad en modo automático | Solución: Una vez ingresado en el modo automático del PLC este debe constar con varios parámetros para poder iniciar es decir debe tener el molde hacia atrás, grupo inyector atrás y cargado de material, una vez establecido esos pasos la automatización va a arrancar en caso contrario no lo hará. |

Tabla VIII

FALLAS DE INICIO AUTOMATIZADO

VI-D1. Falla y solución del proceso de apertura y cerrado de molde:

Para poder cerrar el molde debe tomarse en cuenta que ya se dé inicio a la automatización. Una vez visto eso, se debe ver que las columnas estén lubricadas lo suficiente, caso contrario, se debe aplastar durante 5 segundos la botonera de lubricación. Dentro de la programación, se encuentra esta bomba de lubricación que está establecida para que funcione cada 3 horas. De igual manera, hay que revisar las conexiones del PLC hacia los relés. En el caso de realizar de manera manual, identificar lo siguiente al encender dos electroválvulas: la electroválvula fuerza y la de apertura de molde.

| Solución modo automático | Solución modo manual |
|---|--|
| <p>Para poder cerrar el molde debe tomarse en cuenta que ya de inicio la automatización, una vez visto eso se debe ver que las columnas estén lubricadas lo suficiente, en el caso de ser contrario aplastar durante 5 segundos la botonera de lubricación, cabe recalcar que dentro de la programación se encuentra esta bomba de lubricación que está establecida que funcione cada 3 horas. De igual maneras revisar las conexiones del PLC hacia los relés.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Motor bomba encendido. 2. Salida a relé, como se verifica eso, cada momento que el relé este actuando el encenderá un led el cual indica que está en su correcto funcionamiento. En caso de que el relé no funcione verificar con multímetro que exista corriente entre la botonera y el pin 8 de la base de relé el cual debe tener 220 voltios entre ellas, en caso de que si exista corriente cambiar el relé por uno nuevo. 3. Si el relé manda energía verificar la electroválvula que tenga contacto, en el caso de no ser así tomar medida con un multímetro desde la bornera de salidas en la salida que desea verificar hacia tierra y cuando accione la botonera debe existir 110v para que la electroválvula haga contacto, en el caso de no ser así revisar electroválvula de manera manual bajando el pizpítulo de la electroválvula de manera manual. |

Tabla IX

DIFICULTAD EN LA APERTURA DEL MOLDE.

| Solución modo automático | Solución modo manual |
|---|--|
| <p>Para poder cerrar el molde debe tomarse en cuenta que ya de inicio la automatización, una vez visto eso se debe ver que las columnas estén lubricadas lo suficiente, en el caso de ser contrario aplastar durante 5 segundos la botonera de lubricación, cabe recalcar que dentro de la programación se encuentra esta bomba de lubricación que está establecida que funcione cada 3 horas. De igual maneras revisar las conexiones del PLC hacia los relés.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Motor bomba encendido. 2. Verificar salida relé, al momento de actuar el encenderá un led. En caso de que el relé no funcione verificar con multímetro que exista corriente entre la botonera y el pin 8 de la base de relé el cual debe tener 220 voltios entre ellas, en caso de que si exista corriente cambiar el relé por uno nuevo. 3. Si el relé manda energía verificar la electroválvula que tenga contacto, en el caso de no ser así tomar medida con un multímetro desde la bornera de salidas en la salida que desea verificar hacia tierra y cuando accione la botonera debe existir 110v para que la electroválvula haga contacto, en el caso de no ser así revisar electroválvula de manera manual bajando el pizpítulo de la electroválvula de manera manual. |

Tabla X

DIFICULTAD EN EL CIERRE DEL MOLDE.

VI-D2. Falla y solución del proceso de apertura y cerrado del grupo inyector:

Para solucionar el siguiente caso se puede seguir el siguiente procedimiento:

| Solución modo automático | Solución modo manual |
|---|--|
| <p>En el caso de ser en el proceso de automatización el grupo inyector debe abrirse luego de que el proceso de carga de material este culminado caso contrario no se abrirá. De igual maneras revisar las conexiones del PLC hacia los relés.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Motor bomba encendido. 2. Salida a relé, como se verifica eso, cada momento que el relé este actuando el encenderá un led el cual indica que está en su correcto funcionamiento. En caso de que el relé no funcione verificar con multímetro que exista corriente entre la botonera y el pin 8 de la base de relé el cual debe tener 220 voltios entre ellas, en caso de que si exista corriente cambiar el relé por uno nuevo. 3. Si el relé manda energía verificar la electroválvula que tenga contacto, en el caso de no ser así tomar medida con un multímetro desde la bornera de salidas en la salida que desea verificar hacia tierra y cuando accione la botonera debe existir 110v para que la electroválvula haga contacto, en el caso de no ser así revisar electroválvula de manera manual bajando el pizpítulo de la electroválvula de manera manual. |

Tabla XI

DIFICULTAD EN LA APERTURA DEL GRUPO INYECTOR.

| Solución modo automático | Solución modo manual |
|---|--|
| <p>En el caso de ser en el proceso de automatización el grupo inyector debe cerrar luego de que el molde este completamente cerrado luego de eso él debe tener un contacto con la entrada 8 que el cual determina a su punto final y de inicio al siguiente proceso. De igual maneras revisar las conexiones del PLC hacia los relés.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Motor bomba encendida. 2. Salida a relé, como se verifica eso, cada momento que el relé este actuando el encenderá un led el cual indica que está en su correcto funcionamiento. En caso de que el relé no funcione verificar con multímetro que exista corriente entre la botonera y el pin 8 de la base de relé el cual debe tener 220 voltios entre ellas, en caso de que si exista corriente cambiar el relé por uno nuevo. 3. Si el relé manda energía verificar la electroválvula que tenga contacto, en el caso de no ser así tomar medida con un multímetro desde la bornera de salidas en la salida que desea verificar hacia tierra y cuando accione la botonera debe existir 110v para que la electroválvula haga contacto, en el caso de no ser así revisar electroválvula de manera manual bajando el pizpítulo de la electroválvula de manera manual. |

Tabla XII

DIFICULTAD EN EL CIERRE DEL GRUPO INYECTOR.

VI-D3. Fallas dentro del proceso de inyección y carga de la máquina:

La parte automática y manual se debe tener en cuenta varias cosas:

- Que exista material dentro de la tolva.
- Que las resistencias estén encendidas a la temperatura adecuada, como se puede verificar eso, realizando una inyección de manera manual es decir inyectar al vacío para poder ver en que textura se encuentra

| Solución modo automático | Solución modo manual |
|---|--|
| <p>Para poder inyectar debe estar presente tres pasos, el molde completamente cerrado, el grupo inyector hacia adelante y con carga el material. Realizado estos 3 pasos previos la maquina debería inyectar de manera automática. De igual maneras revisar las conexiones del PLC hacia los relés.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Motor bomba encendida. 2. Salida a relé, como se verifica eso, cada momento que el relé este actuando el encenderá un led el cual indica que está en su correcto funcionamiento. En caso de que el relé no funcione verificar con multímetro que exista corriente entre la botonera y el pin 8 de la base de relé el cual debe tener 220 voltios entre ellas, en caso de que si exista corriente cambiar el relé por uno nuevo. 3. Si el relé manda energía verificar la electroválvula que tenga contacto, en el caso de no ser así tomar medida con un multímetro desde la bornera de salidas en la salida que desea verificar hacia tierra y cuando accione la botonera debe existir 110v para que la electroválvula haga contacto, en el caso de no ser así revisar electroválvula de manera manual bajando el pizpítulo de la electroválvula de manera manual. |

Tabla XIII

LA MÁQUINA IMPIDE INYECTAR

VII. RESULTADOS

VII-A. Resultados de problemas

Como primer instrumento se realizó un registro de los fallos detectados de la máquina, normalmente ocasionados por problemas eléctricos en el panel de control, un eléctrico especializado en estas máquinas se encargó del mantenimiento tanto correctivo como preventivo, se logró identificar que de cada 10 paradas en el primer mes, 8 eran presentadas por fallos, y 2 por mantenimientos correctivos, se continuó con este método por los siguientes 3 meses seguidos.

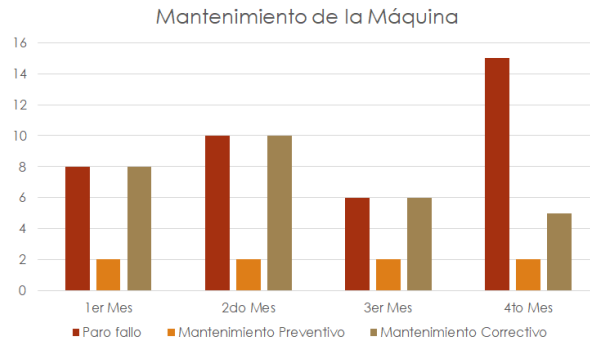


Figura 85. Diagrama de barras del mantenimiento dado a la máquina

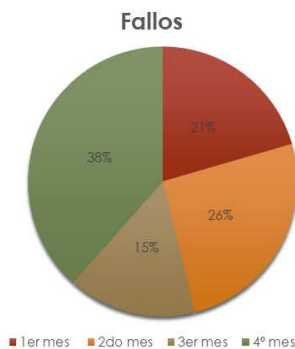


Figura 86. Diagrama de pastel de las fallas

VII-B. Resultados de encuestas

VII-B1. Máquina inyectora repotenciada:

Tema de la encuesta: El principal objetivo es receptar la opinión de los operadores, ya que ellos mediante una encuesta serán los que evalúen la importancia de la repotenciación propuesta. Comentando si los cambios a los que se sometió la máquina y los folletos que se les entregó explicando su funcionamiento, fueron de utilidad a la hora de realizar su trabajo.

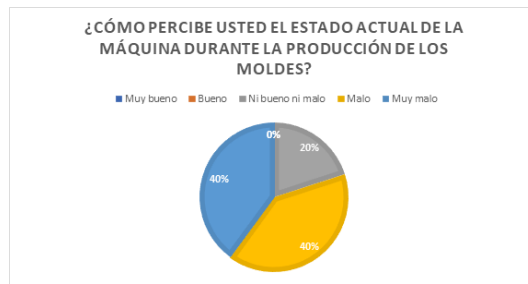


Figura 87. Pregunta de máquina sin repotenciada

La mayoría de los operadores opinaron que el estado en el que se encontraba la máquina no era el más óptimo para poder realizar sus respectivas actividades.

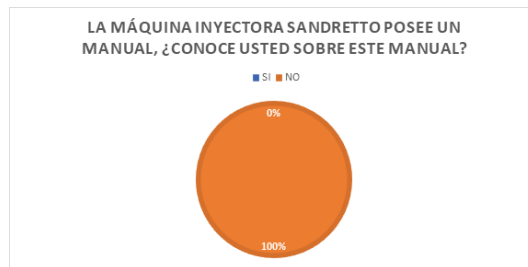


Figura 88. Pregunta de máquina sin repotenciada

No se posee un manual con el que los operadores puedan atender a sus dudas, por lo que en muchos casos ellos no consiguieron solucionar los errores que esta presentaba, deteniendo muchas veces el proceso de producción.

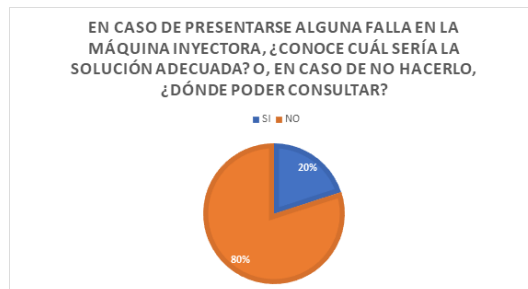


Figura 89. Pregunta de máquina sin repotenciada

Solo el operador con más experiencia supo como resolver sus dudas, e incluso supo a quien buscar para tratar de resolverlo, pero la mayoría no consiguió el mismo resultado ya que no tenían los mismos años de experiencia, lo que si les dificultaba mucho al momento de un problema

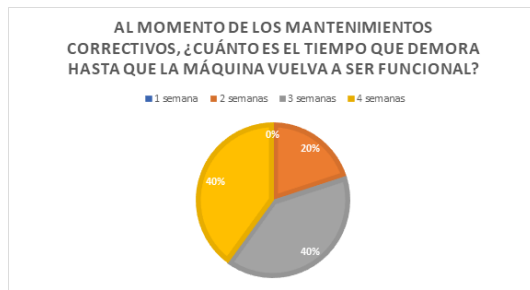


Figura 90. Pregunta de máquina sin repotenciada

Según la respuesta de los operadores, el tiempo de demora desde el tiempo en que se produce la falla, se llama al especialista y la máquina inyectora vuelve a ser funcional es de 4 semana.

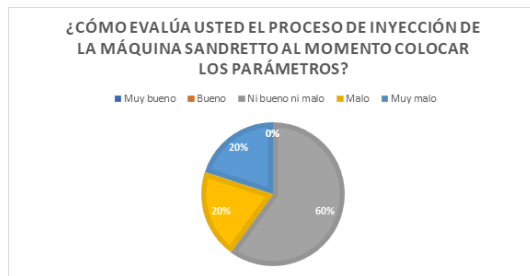


Figura 91. Pregunta de máquina sin repotenciada

Muchos operadores no supieron si puntuar como bueno o malo este proceso debido a que ya estaban acostumbrados a laborar de esta forma, un poco porcentaje si presentaba sus quejas debido a que muchas veces se les dificultaba colocar el parametro indicado para que la inyectora funcione adecuadamente

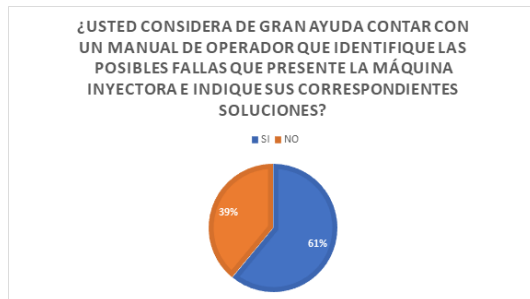


Figura 92. Pregunta de máquina sin repotenciada

Muchos operadores apoyaron la idea de contar con un manual que les sirva de ayuda a la hora de un fallo, e incluso por el simple hecho de tener como conocimiento el funcionamiento de la máquina y de su estructura eléctrica

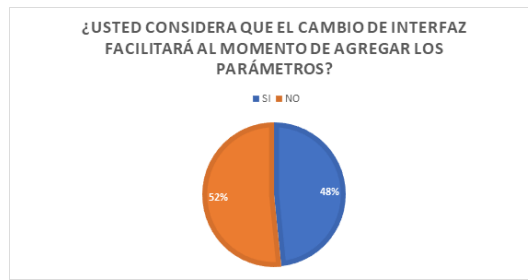


Figura 93. Pregunta de máquina sin repotenciada

Como nunca han trabajado con una interfaz muchos de los operadores no estuvieron de acuerdo con este cambio, pero al otro grupo le interesó la opción de poder tener una interfaz que le facilite el uso de los parametros de la máquina

VII-B2. *Máquina inyectora repotenciada:*

Tema de la encuesta: El principal objetivo es receptar la opinión de los operadores, ya que ellos mediante esta encuesta serán los que evalúen la repotenciación propuesta. Comentando si los cambios realizados, fueron de utilidad a la hora de realizar su trabajo.

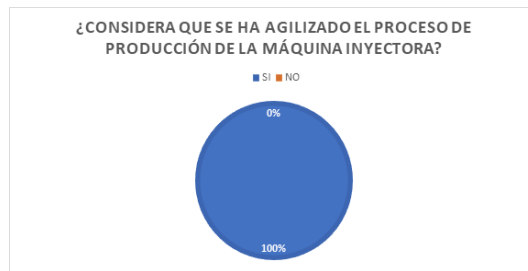


Figura 94. Pregunta de máquina repotenciada

El 100% de los operadores estuvieron de acuerdo que la repotenciación agilizó el trabajo, y comentan que actualmente se les hace más fácil poder trabajar en ella en comparación a como era antes

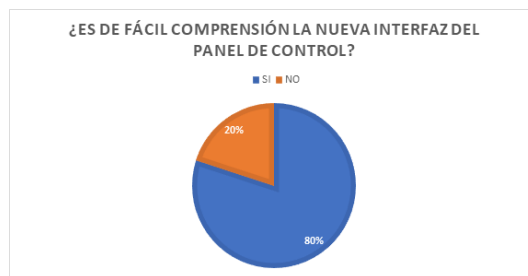


Figura 95. Pregunta de máquina repotenciada

Al principio le costó a algunos, como ciertos operadores de mayor edad en comparación a los jóvenes quienes mostraron una adaptabilidad mucho más rápida, pero aún así con la práctica necesaria lograron realizar sus actividades laborales sin problema alguno

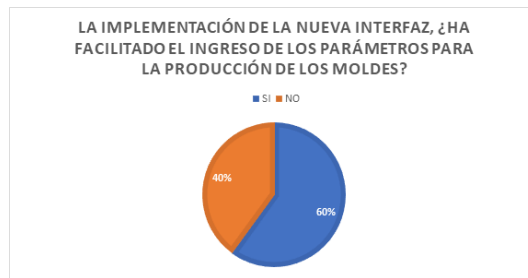


Figura 96. Pregunta de máquina repotenciada

Actualmente con la repotenciación, resulta más cómodo el ingresar los parámetros a la máquina, aunque algunos operadores ya estaban acostumbrados al antiguo método, se ha podido observar que hasta ahora no presentan problema alguno



Figura 97. Pregunta de máquina repotenciada

Los operadores acotaron que con la ayuda del manual han podido aprender mucho más en lo que a manipulación de la máquina respecta, ahora poseen más conocimiento sobre el verdadero funcionamiento de la máquina y se sienten en su mayoría contentos de poder despejar sus dudas de manera inmediata y eficaz



Figura 98. Pregunta de máquina repotenciada

Muchos operadores afirmaron que si cuentan con la capacidad necesaria como para enfrentar problemas futuros en la máquina, siempre y cuando este no se encuentre ajeno a lo detallado en el manual

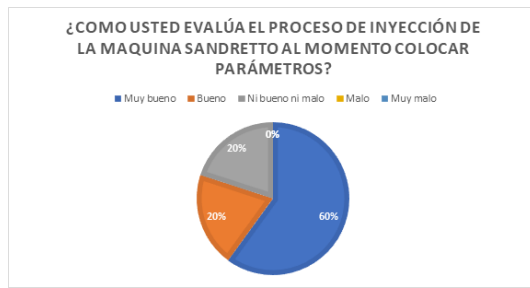


Figura 99. Pregunta de máquina repotenciada

La conformidad que existe en los operadores es notoria, y debido a la repotenciación realizada se a podido continuar con las actividades laborales como fue planificado con anterioridad



Figura 100. Encuesta



Figura 101. Encuesta



Figura 102. Encuesta

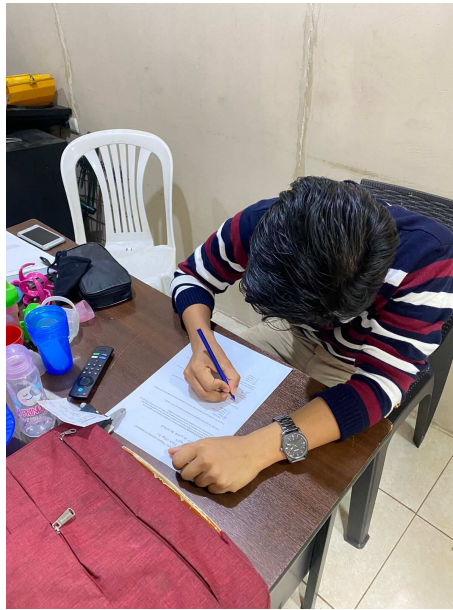


Figura 103. Encuesta

CONFIABILIDAD DE LA MÁQUINA

Pese a que se propuso la actividad de realizar pruebas de campo que validen la confiabilidad de la máquina luego de la repotenciación, el material con el que más trabajan los operadores es el SCRAP (material plástico reciclado), por lo que no se podrá evaluar este factor con la manufactura final, debido a que su acabado no siempre será impecable, es por eso que la confiabilidad se medirá en base a las encuestas realizadas, se pudo concluir por parte de los operadores que una vez realizada la repotenciación el manejo y confiabilidad de la máquina aumentó considerablemente, mejorando la calidad de producción y maquilación de la máquina.



Figura 104. Confiabilidad de la máquina

VII-C. Viabilidad

VII-C1. Viabilidad Técnica:

La principal función de esta repotenciación es la de otorgar mejoras en la máquina que sean capaces de evitar los constantes paros que presentaba anteriormente, además de mejorar su interacción con el operador, facilitando el uso y el trabajo con la máquina. Los controladores y demás piezas utilizadas para llevar a cabo esta mejora se encuentran de fácil acceso en las tiendas en línea, dichas piezas pueden llegar a tener un uso de hasta 10 o más años sin presentar problemas graves, que no sobrepasen de su uso normal, lo que da como una garantía de confiabilidad técnica a esta implementación.

VII-C2. Viabilidad Económica:

La adquisición de los dispositivos a utilizar fueron tomados en base a su precio, con la principal idea de que su adquisición tendrá un uso importante en la repotenciación, ciertas piezas que se encontraban en un estado óptimo fueron reutilizados, para minimizar costos, los cuales fueron divididos en un 50 % por parte de la empresa y un 50 % de parte de los tesisistas. Todo este proceso costó de alrededor de \$2615.13 aproximadamente, lo que indica un ahorro considerable frente a la opción de adquirir una máquina nueva la cual está costando 15mil\$ en la actualidad, ahorrando más de \$12mil a la empresa.

VII-C3. Viabilidad Social:

Al realizar esta repotenciación, se obtendrá una máquina más funcional que facilitará la producción a la empresa, lo que la mantendrá en el área competitiva del mercado, logrando realizar los pedidos de sus clientes sin presentar problema alguno a la hora de culminarlos.

VIII. CRONOGRAMA

A continuación se muestra el cronograma de trabajo en la figura 105.

| Cronograma de actividades del Proyecto | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-----|-----|-----|-------|--|--|--|--|--|--|
| OBJETIVOS ESPECIFICOS | ACTIVIDADES | NOV | DIC | ENE | FEB | HORAS | | | | | | |
| | | 18 | | | | | | | | | | |
| Analizar el estado actual de la máquina inyectora y seleccionar los elementos tanto eléctricos y mecánicos que serán útiles para la nueva automatización. | Revisar el panel de control actual de la máquina y acordar los cambios que serán realizados en la máquina | 18 | | | | | | | | | | |
| | Ir implementando los cambios en el nuevo PLC conforme se avanza en la investigación y probando los cambios generados | se ira realizando eventualmente, mediante se trabajo en la máquina | | | | | | | | | | |
| Diseñar e implementar un circuito eléctrico inteligente que comande todos los movimientos automáticos de la máquina a su vez que sea capaz de detectar fallas existentes que cuente en su interfaz humano máquina además que tenga un menú donde se guarde historiales de parámetros de inyección. | Identificar los componentes eléctricos que constan en la máquina inyectora | 26 | | | | | | | | | | |
| | Investigar los tipos de componentes que se cambiarán para demostrar la ventaja que tiene al cambiarse | 30 | | | | | | | | | | |
| | Realizar la toma de amperajes y voltajes de cada uno de los componentes antiguos | 26 | | | | | | | | | | |
| | Reconfigurar el diseño eléctrico de la máquina inyectora | | 10 | | | | | | | | | |
| Gestionar el manual de operador y usuario donde se mencione cada uno de los circuitos implementados, códigos de fallas y posibles soluciones para un mantenimiento correctivo. | Diseñar el manual de usuario para uso de los operadores | | 15 | | | | | | | | | |
| | Implementar prácticas con la nueva maquinaria y clases o charlas para que los operadores tengan total manipulación con la inyectora | | | 7 | | | | | | | | |
| | Realizar una tabla de comparación donde se encuentre el tipo de fallo y el tiempo que tiene de un fallo a otro. | se ira realizando eventualmente, mediante se trabajo en la máquina | | | | | | | | | | |
| Validar el correcto funcionamiento de la máquina y su sistema de reconocimiento de fallas. | Realizar un grafica de producción de hora máquina donde se evaluara las versiones de la máquina inyectora | | | 30 | | | | | | | | |
| | Demostrar los pros de la nueva versión de la máquina y detallar en que se beneficio de la otra versión antigua | | | | | 15 | | | | | | |
| TOTAL DE HORAS EMPLEADAS | | | | | | | | | | | | |

Figura 105. Cronograma

IX. PRESUPUESTO

| Cantidad | Componentes a usar | Fecoelecsa | Electrical | Voltkon |
|--------------------------------|--|------------------|------------------|------------------|
| 1 | PLC LOGO V8 230RC 110/220 VAC | 169.00\$ | NO | 142.85\$ |
| 1 | Extensión de entradas y salidas para el PLC LOGO | 95.25 \$ | NO | NO |
| 6 | Contactores 240V, 10A | 70.56 \$ | 47.40 \$ | 106.68 \$ |
| 6 | Termomagnetico de 2 polos 240V | 33.75 \$ | 29.40 \$ | 43.74 \$ |
| 6 | relés de 8 pines redondo 10A | 90.30 \$ | 45.00 \$ | 70.56 \$ |
| 6 | Base para el relé | 31.96 \$ | 22.00 \$ | 27.00 \$ |
| 1 | Selector de 3 fases | 4.91 \$ | 2.00 \$ | 2.25 \$ |
| 1 | Cable#8 75M colores sistema ingles | 107.14 \$ | 97.50 \$ | 107.14 \$ |
| 1 | Riel DIN 35MM 1M | 2.23 \$ | NO | 2.23 \$ |
| 1 | Tablero metálico liviano 40*30*20cm | 37.85 \$ | NO | 44.08 \$ |
| 6 | relé Térmico 9-13A | 70.56 \$ | 36.00 \$ | 106.68 \$ |
| SUBTOTAL REPOTENCIACIÓN | | 799.13\$ | 312.82 \$ | 731.60 \$ |
| Cantidad | Componentes extras a usar | Tienda extra | | |
| 1 | HMI kinco | 201\$ | | |
| 1 | Fuente para HMI de 240/24v | 65\$ | | |
| 1 | Mano de obra Cortar puerta para HMI | 150\$ | | |
| 1 | Mano de obra de 2 ingenieros | 4\$ /hora | | |
| 350 Horas | Horas de trabajo | 1400\$ | | |
| SUBTOTAL GASTOS EXTRAS | | 1816\$ | | |
| GASTO TOTAL | | 2615.13\$ | | |

X. CONCLUSIONES

Se logró realizar el debido análisis a todas y cada una de las partes con las que contaba la máquina antes de la repotenciación, en donde se implementaron nuevos componentes que los reemplazaron conservando únicamente los que se encontraban en mejor estado, los cuales recibieron el debido mantenimiento para que siguiese en el tablero de control.

Con la programación de rutinas en el PLC se pudo controlar el ciclo que realiza la máquina inyectora de plástico, brindando mejoras en el sistema al momento de operar en la máquina. Además se dispuso de un HMI capaz de dar ordenes de maestro-esclavo al controlador LOGO, con el fin de poder generar una interacción más amigable con los operadores, facilitando su trabajo y comprensión de la misma.

Con la implementación de un manual de operador se pudo mostrar las nuevas instrucciones de uso para el equipo de planta, técnicos o especialistas que efectúen el mantenimiento correspondiente de la máquina, y a su vez minimizar el tiempo que se emplea para brindar el mantenimiento correctivo ya que se considera un menú con un listado de posibles fallas y soluciones.

Las respuestas que los operadores proporcionaron en las encuestas reflejan la existencia de un incremento significativo en la maniobrabilidad de la máquina inyectora Sandretto. Asimismo, corrobora una mejora en la confiabilidad del 100 %, posterior al proceso de repotenciación, vease imagen 104.

XI. RECOMENDACIONES

Es de suma importancia tener en cuenta que con el tiempo ciertos componentes se pueden dañar, es por eso que se recomienda llevar bitácoras del mantenimiento dado a la máquina. Si se llegase a generar cambio de componentes, anotarlos en el manual para futuras intervenciones.

Manipular la máquina con responsabilidad, sobretodo al momento de trabajar con el HMI, ya que el constante tecleo a la pantalla con fuerza excesiva, dañará el panel touch, limitando a la máquina a trabajar con las botoneras y perder muchas funciones que ofrece esta interfaz.

Limpiar constantemente el área de trabajo ya que muchas veces los residuos plásticos podrían llegar a afectar a los componentes.

REFERENCIAS

- [1] P. Acaso, *Polietileno: qué es y para qué se usa*, Accedido: 20-02-2023, 2017. dirección: <https://plasticosacaso.es/polietileno/>.
- [2] Á. anónimo, *Máquina Inyectora*, Accedido: 17-12-2022, 2021. dirección: <https://www.solostocks.com/venta-productos/maquinaria-procesar-plasticos/maquinas-moldeo-inyeccion-plastico/inyectora-de-plastico-sandretto-2gv-70-25141178>.
- [3] Á. anónimo, *Tolva*, Accedido: 17-12-2022, 2021. dirección: <https://es.wikipedia.org/wiki/Tolva>.
- [4] R. E. Arrieta y F. Gonzales, *Tutorial Básico para programación de PLC*. Bolívar: Universidad Tecnológica de Bolívar, 2003.
- [5] Autycom, *Que es un sistema HMI*, Accedido: 19-02-2023, 2018. dirección: <https://www.autycom.com/que-es-un-sistema-hmi/>.
- [6] E. Cama, *LOGO! de Siemens: Qué es y cómo funciona*, Accedido: 19-02-2023, 2021. dirección: <https://www.cursosaula21.com/logo-de-siemens-que-es-y-como-funciona/#:~:text=c%C3%B3mo%5C%20se%5C%20programa%5C%3F-,El%5C%20software%5C%20LOGO!,servidor%5C%20web%5C%20integrado%5C%20en%5C%20LOGO!>.
- [7] P. A. Diz, *La plastificación como técnica de conservación del material anatómico*. España: Universidad de la Rioja, 2001.
- [8] G. Ecuatoriano, *Norma 294-1*, Accedido: 02-03-2023, 2023. dirección: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_294-1.pdf.
- [9] Elaplas, *Poliamida (PA)*, Accedido: 20-02-2023, 2017. dirección: <https://www.elaplas.es/materiales/plasticos-tecnicos/poliamida-pa/>.
- [10] Emvaselia, *QUÉ ES EL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD HDPE Ó PEAD*, Accedido: 20-02-2023, 2017. dirección: <https://www.emvaselia.com/blog/que-es-el-polietileno-de-alta-densidad-hdpe-o-pead-id18.htm>.
- [11] Garcia, «Diseño de un molde de inyección y elaboración de diagramas de moldeo para la empresa Unión Plastic», 2012.
- [12] H. D. Hernando, *AUTOMATIZACION DE UNA INYECTORA DE PLASTICO SANDRETTO TORINO 2GV /110 CON UN SISTEMA SUPERVISOR EN LA EMPRESA MECANOPLAST*. Quito: Universidad Politecnica Salesiana, 2008.
- [13] G. Industrias, *Tipos de PLC*, Accedido: 19-02-2023, 2022. dirección: <https://industriassgl.com/blogs/automatizacion/tipos-de-plc>.
- [14] N. ISO, *Norma 294-1:2017*, Accedido: 02-03-2023, 2023. dirección: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:294:-1:ed-2:v1:en>.
- [15] Kinco, *HMI Kinco modelo GL070E*, Accedido: 19-02-2023, 2021. dirección: <https://en.kinco.cn/productdetail/gl070e90.html>.
- [16] G. Leime y R. Eduardo, *Repotenciación del sistema eléctrico y electrónico de una máquina inyectora de plástico Van Dorn Modelo 150-RS-8f para la empresa tecnitroquel S.A.* Sangolquí: Universidad de las fuerzas armadas, 2017.
- [17] S. P. Logo, *SIMATIC S7-1200*, Accedido: 22-02-2023, 2021. dirección: <https://www.areatecnologia.com/electricidad/plc-logo.html>.
- [18] Mariano, *INYECCION DE MATERIALES PLASTICOS I*, Accedido: 18-02-2023, 2011. dirección: <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/inyeccion-de-materiales-plasticos-i.html>.
- [19] Masvoltaje, *PLC LOGO 230RC 110/220*, Accedido: 20-02-2023, 2021. dirección: <https://masvoltaje.com/home/1161-logo-230rc-modulo-logico-display-al-e-s-230v-ac-230v-ac-reles-6940408100169.html>.
- [20] L. is on, *universal plug-in relay - Zelio RUM - 2 C/O - 24 V AC - 10 A*, Accedido: 20-02-2023, 2021. dirección: <https://www.se.com/co/es/product/RUMC21B7/universal-plug-in-relay-zelio-rum-2-c-o-24-v-ac-10-a/>.

- [21] Oscar, *Que es un PLC siemens LOGO*, Accedido: 19-02-2023, 2017. dirección: <http://codigoelectronica.com/blog/que-es-un-plc-siemens-logo>.
- [22] M. Ricardo, *Producción de Polipropileno*. Argentina: Universidad Nacional de Cuyo, 2018.
- [23] Siemens, *SIMATIC S7-1200*, Accedido: 22-02-2023, 2021. dirección: <https://new.siemens.com/mx/es/productos/automatizacion/systems/industrial/plc/s7-1200.html>.
- [24] SUPPLYESV, *Breaker Termomagnetico De 2 Polos 10 Amp Chint*, Accedido: 20-02-2023, 2021. dirección: https://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-706470707-breaker-termomagnetico-de-2-polos-10-amp-chint-_JM#position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=70915692-8a47-41e7-964a-7e04c55d7995.
- [25] S. Support, *¿cómo se transfiere un proyecto a un panel HMI usando S7 Routing?* Accedido: 04-03-2023, 2021. dirección: [https://support.industry.siemens.com/cs/document/90528617/en-wince-\(tia-portal\)-%C2%BFc%C3%B3mo-se-transfiere-un-proyecto-a-un-panel-hmi-usando-s7-routing-?dti=0&lc=es-UY](https://support.industry.siemens.com/cs/document/90528617/en-wince-(tia-portal)-%C2%BFc%C3%B3mo-se-transfiere-un-proyecto-a-un-panel-hmi-usando-s7-routing-?dti=0&lc=es-UY).
- [26] M. Villén, *QUÉ ES EL POLIPROPILENO (PP)*, Accedido: 20-02-2023, 2012. dirección: <https://www.conasi.eu/blog/consejos-de-salud/que-es-el-polipropileno-pp/>.



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE MECATRÓNICA

TEMA: MANUAL DE OPERADORES FALLAS Y SOLUCIONES

AUTORES: Diego Andrés Pin Rivera
Carlos Manuel Pinela Aguirre
TUTOR: Ing. Ricardo Patricio Manzano Puente M.Sc.

Guayaquil - Ecuador
2023

ÍNDICE

| | | |
|-------------|---|-----------|
| I. | Introducción | 3 |
| I-A. | Objetivo | 3 |
| II. | Características de la máquina | 3 |
| II-A. | PLC-LOGO con expansor de entradas y salidas | 3 |
| II-B. | Relés | 3 |
| II-C. | Resistencias | 4 |
| II-D. | Motores | 4 |
| II-E. | Breakers | 4 |
| III. | Tablero de control | 5 |
| III-A. | Entradas | 5 |
| III-B. | Salidas | 6 |
| III-C. | Interfaz HMI Kinco | 6 |
| III-D. | Botoneras manuales | 7 |
| IV. | Fallas y soluciones | 8 |
| IV-A. | Falla y solución del proceso de apertura y cerrado de molde | 9 |
| IV-B. | Falla y solución del proceso de apertura y cerrado del grupo inyector | 10 |
| IV-C. | Fallas dentro del proceso de inyección y carga de la máquina | 11 |
| IV-D. | Si se dificulta la carga del material | 12 |
| IV-E. | Recomendaciones respecto al funcionamiento | 12 |
| V. | Mantenimiento | 13 |

APÉNDICE A INTRODUCCIÓN

Objetivo

Orientar tanto al operador como al especialista, en el correcto funcionamiento de la máquina inyectora Sanderetto, además de la detección fallas que logren presentarse durante su vida operativa de y su correspondiente solución.

APÉNDICE B CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA

| Características | Dimensiones |
|-------------------------------------|-------------|
| Capacidad de inyección | 148gr. |
| Distancia entre barras (Horizontal) | 301mm. |
| Distancia entre barras (vertical) | 301mm. |
| Diámetro de barras | 60mm. |
| Dimensiones de prensa | 452*452mm. |
| Molde mínimo | 75mm. |
| Molde máximo | 300mm. |
| Apertura de prensa | 280mm. |
| Tonelaje de prensa | 80ton. |
| Alimentación de motores | 440v-220v. |

Tabla XIV

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA MÁQUINA

PLC-LOGO con expansor de entradas y salidas

El PLC-Logo 230RCE tiene 8 entradas y 4 salidas a relés de 10 A, se alimenta a 240V. De igual manera su extensión, esta extensión tiene 8 entradas y 8 salidas adicionales. Una vez el dispositivo montado en el riel DIN y alimentado por el voltaje requerido el dispositivo automáticamente funcionara. Para conexión del expansor solo es necesario sacar el sello de seguridad del PLC logo que se encuentra en el lado lateral del mismo, juntarlos y mover con un destornillador fino el botón para que así él pueda tener comunicación. Para poder alimentar el expansor se necesita que exista una conexión entre L1 y N.



Figura 107. PLC LOGO

Una vez instalado de forma correcta solo es necesario colocar las entradas que son reflejadas como I y conectar a las salidas Q, es necesario añadir que el solo actuara solo si tiene una programación cargada dentro de ella.

Relés

Estos relés se alimentan a 220v-10 A. De estos relés se usó 6 debido a que ellos son el intermediario entre la salida del PLC a la electroválvula el cual son 6 electroválvulas, La electroválvula es aquella que tiene como función en darle movimiento a la máquina. Son representadas de la siguiente forma:

- Fuerza
- Inyección
- Grupo Inyector Adelante
- Grupo Inyector Hacia Atrás.
- Molde Hacia Adelante.
- Molde Hacia Atrás



Figura 108. relés

Resistencias

Para la compresión del proceso de inyección no se debe olvidar que el material debe estar en una temperatura que le permita al mismo está en un estado fluido. Esta resistencia se encuentra en el grupo inyector el cual se divide por zonas:

- Zona 1 boquilla.
- Zona 2 Punta.
- Zona 3 Cuerpo.
- Zona 4 Inicio.

En cada zona se encuentran 2 resistencias exceptuando la zona 1 el cual tiene solo 1, estas 3 zonas están conectadas en un bornera el cual salen dos cables por zonas, en donde se conectan al contactor de 240V de fuerza y 110V de bobina, el cual está controlado por un pirómetro que tiene una termocupla 1 en cada zona, para así poder tener estabilizado el proceso de inyección.

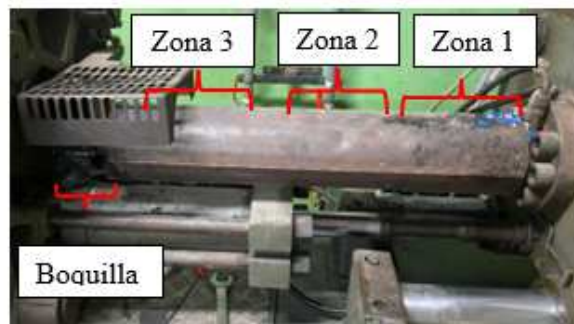


Figura 109. relés

Motores

La máquina consta con 3 motores: un motor principal de 15Hp que funciona a 220 v, se encarga de meter presión y fuerza a los movimientos de la máquina exceptuando la carga de material ya que de ese se encarga el segundo motor de 5Hp a 220v el cual únicamente está para ese movimiento llamado carga, y por último el motor de lubricación de 0.17Hp que funciona así mismo a 220v. Todos estos datos están tomados desde la placa de cada motor.

Breakers

Consta de 9 breakers:

- Breaker principal de 100 A
- Breaker de bomba principal 50 A
- Breaker de 32 A para los dos motores el de 5hp y 0.17hp
- 2 breaker de control de 10 A uno está a 110 V dirigido para las electroválvulas y el otro de esta a 220 v para alimentación del PLC-Logo, los relés y botoneras.
- 3breakers de 10 A para cada una de las zonas de resistencia.
- 1 breaker de 6 A para la resistencia de la boquilla.

APÉNDICE C TABLERO DE CONTROL

Entradas

Como antes mencionado existen 9 entradas el cual se divide por:

- Molde hacia atrás.
- Seguridad de molde.
- Puerta
- Molde hacia adelante rodillera 1.
- Molde hacia adelante rodillera 2
- Inyección
- Carga
- Grupo inyector hacia atrás.

Los cuales están enumerado y son representados mediante la siguiente tabla:

| Entrada 1 | Entrada 2 | Entrada 3 | Entrada 4 | Entrada 5 | Entrada 6 | Entrada 7 | Entrada 8 | Entrada 9 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 23-71 | 28-27 | 4-23 | 44-45 | 87-90 | 216-217 | 62-63 | 47-48 | 59-58 |

Tabla XV
ENUMERACIÓN DE ENTRADAS DEL PLC

Estas entradas que anteriormente era inicios y fines de carreras tienen 2 cables por zona el cual uno será tomado como común entre todos ellos para poder energizarlos a 110v, estos se encuentran en una regleta de borneras y están conectadas entre ellas.



Figura 110. Pines de carrera



Figura 111. Pines de carrera



Figura 112. borneras

Salidas

La señal de salida la manda el PLC, estas actúan en la base del relé y, el relé, hacia una regleta de borneras, el cual va directo hacia las electroválvulas y está dividido en 7 cables: 6 de las electroválvulas y 1 cable que es el común de ellos, este va directo al breaker que está en conexión a tierra. De igual manera en la siguiente tabla se especificará el número de la electroválvula:

| Salida 1 | Salida 2 | Salida 3 | Salida 4 | Salida 5 | Salida 6 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| E.6 | E.3 | E.7 | E.5 | E.8 | E.2 |

Tabla XVI

TABLA DE SALIDAS PARA EL PLC

Interfaz HMI Kinco

El tablero también consta con una conexión de PLC a pantalla Hmi, tiene 7 pulgadas y funciona a 24 V, por ende, para poder alimentar el Hmi se tiene presente en el tablero una fuente de poder de 110 v de entrada a 24 v de salida. La conexión entre ambas, del PLC-Logo y el Hmi, es por cable LAN para que así la comunicación sea directa y no se pierda información. Este Hmi estará programado de tal manera que los diferentes datos puedan a llegar a ser manejables o incluso modificados por otros datos. Además, tendrá un menú donde se detallan varios parámetros tales como:

- Modo automático
- Menú Principal
- Modo manual
- Menú de alarmas

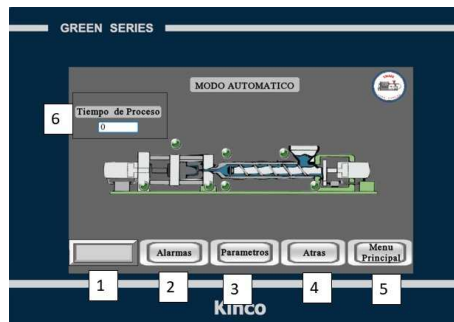


Figura 113. HMI

- 1. Inicio modo automático
- 2. Ingresar al menú alarmas
- 3. Ingresar al menú parámetros
- 4. Volver
- 5. Volver al menú principal
- 6. Indicador del tiempo que toma el proceso de inyección

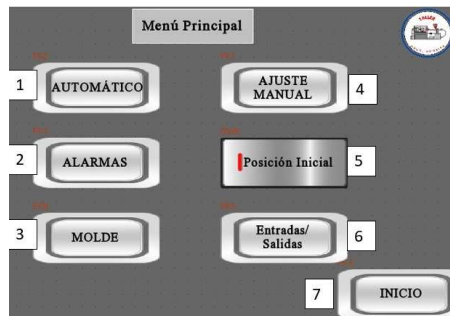


Figura 114. HMI

- 1. Inicio modo automático
- 2. Ingresar al menú alarmas
- 3. Ingresar al menú moldes
- 4. Ingresar al menú manual
- 5. Regresar el carro a la posición inicial
- 6. Indicador al menú de entradas y de salidas del PLC
- 7. Regresar al inicio

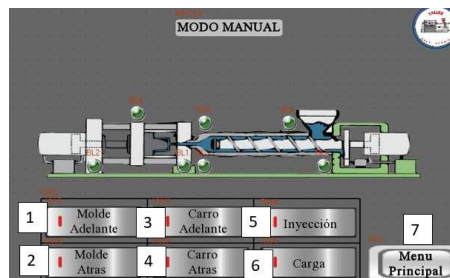


Figura 115. HMI

- 1. Mover molde adelante
- 2. Mover molde atrás
- 3. Mover el carro adelante
- 4. Mover el carro atrás
- 5. Iniciar la inyección
- 6. Carga del material
- 7. Regresar al menú principal

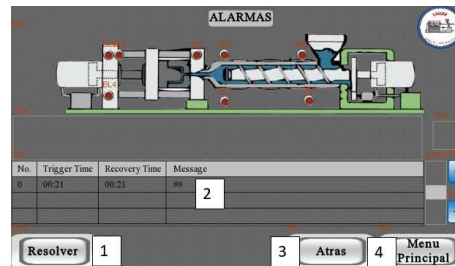


Figura 116. HMI

- 1. Resolver los problemas indicados
- 2. Indicador de los problemas actuales
- 3. Botón atrás
- 4. Ingresar al menú principal

Botoneras manuales

Tiene un selector de 3 posiciones donde el giro horario encienda el LOGO y el giro antihorario active el modo manual. De manera, que, al girar del lado manual, estos energizarán 3 selectores de giro con retorno al reposo para cada fase, es decir, un selector para abrir-cerrar molde, grupo inyector hacia adelante y atrás, inyección y carga. Existe un cable de color blanco que estará conectado hacia el relé. La botonera verde sirve para encender y apagar la bomba principal; y el botón del paro de emergencia, están conectadas hacia las bobinas del contactor principal de la bomba. Adicionalmente, se encuentra un selector principal que interrumpe la energía solo del tablero de control conjunto a las resistencias. Además, luego del botón verde existe el selector de inyección con movimiento hacia la izquierda y carga con movimiento hacia la derecha. El siguiente es de abrir molde con movimiento hacia la izquierda y cerrar el molde con movimiento hacia la derecha; consecuente a este, se encuentra el otro selector que se encargará de grupo inyector movimiento hacia la izquierda cerrar grupo inyector y movimiento hacia la derecha abrir grupo inyector y, por último, el selector que no tiene retorno, el cual, va a dictaminar en qué modo se encuentran: si automático girando hacia la derecha o manual girándolo a la izquierda, en el punto medio está establecido como punto neutro.



Figura 117. botoneras



Figura 118. botón de emergencia

APÉNDICE D FALLAS Y SOLUCIONES

Las fallas serán detalladas mediante zonas, es de recalcar que mientras el motor bomba esté apagado no funcionara, adicionalmente en cualquier proceso sea manual o automático si la puerta está abierta luego del encendido de la bomba este no responderá a ningún movimiento en automatismo y en manual no cerrará ni abrirá la prensa.

| | |
|---|--|
| <p>Problema en el encendido del motor bomba</p> | <p>Solución: La máquina debe ser encendida con la puerta abierta debido a que la palanca de la presión hidráulica se encuentra accionada. Esto ayuda con la disminución de la presión, el cual hace que el amperaje de las líneas del motor sobrepasa el amperaje seleccionado en el térmico.</p> |
| <p>Dificultad en modo automático</p> | <p>Solución: Una vez ingresado en el modo automático del PLC este debe constar con varios parámetros para poder iniciar es decir debe tener el molde hacia atrás, grupo inyector atrás y cargado de material, una vez establecido esos pasos la automatización va a arrancar en caso contrario no lo hará.</p> |

Tabla XVII

FALLAS DE INICIO AUTOMATIZADO

Falla y solución del proceso de apertura y cerrado de molde

Para poder cerrar el molde debe tomarse en cuenta que ya se de inicio la automatización. Una vez visto eso, se debe ver que las columnas estén lubricadas lo suficiente, en el caso contrario, aplastar durante 5 segundos la botonera de lubricación, cabe recalcar que dentro de la programación se encuentra esta bomba de lubricación que está establecida que funcione cada 3 horas. De igual maneras revisar las conexiones del PLC hacia los relés. En el caso de realizar de manera manual identificar lo siguiente, en este caso en particular debe encenderse dos electroválvulas la electroválvula fuerza y la de apertura de molde.

| Solución modo automático | Solución modo manual |
|--|--|
| Para poder cerrar el molde debe tomarse en cuenta que ya de inicio la automatización, una vez visto eso se debe ver que las columnas estén lubricadas lo suficiente, en el caso de ser contrario aplastar durante 5 segundos la botonera de lubricación, cabe recalcar que dentro de la programación se encuentra esta bomba de lubricación que está establecida que funcione cada 3 horas. De igual maneras revisar las conexiones del PLC hacia los relés. | <ol style="list-style-type: none">1. Motor bomba encendido.2. Salida a relé, como se verifica eso, cada momento que el relé este actuando el encenderá un led el cual indica que está en su correcto funcionamiento. En caso de que el relé no funcione verificar con multímetro que exista corriente entre la botonera y el pin 8 de la base de relé el cual debe tener 220 voltios entre ellas, en caso de que si exista corriente cambiar el relé por uno nuevo.3. Si el relé manda energía verificar la electroválvula que tenga contacto, en el caso de no ser así tomar medida con un multímetro desde la bornera de salidas en la salida que desea verificar hacia tierra y cuando accione la botonera debe existir 110v para que la electroválvula haga contacto, en el caso de no ser así revisar electroválvula de manera manual bajando el pizpítulo de la electroválvula de manera manual. |

Tabla XVIII

DIFICULTAD EN LA APERTURA DEL MOLDE.

| Solución modo automático | Solución modo manual |
|---|--|
| <p>Para poder cerrar el molde debe tomarse en cuenta que ya de inicio la automatización, una vez visto eso se debe ver que las columnas estén lubricadas lo suficiente, en el caso de ser contrario aplastar durante 5 segundos la botonera de lubricación, cabe recalcar que dentro de la programación se encuentra esta bomba de lubricación que está establecida que funcione cada 3 horas. De igual maneras revisar las conexiones del PLC hacia los relés.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Motor bomba encendido. 2. Verificar salida relé, al momento de actuar el encenderá un led. En caso de que el relé no funcione verificar con multímetro que exista corriente entre la botonera y el pin 8 de la base de relé el cual debe tener 220 voltios entre ellas, en caso de que si exista corriente cambiar el relé por uno nuevo. 3. Si el relé manda energía verificar la electroválvula que tenga contacto, en el caso de no ser así tomar medida con un multímetro desde la bornera de salidas en la salida que desea verificar hacia tierra y cuando accione la botonera debe existir 110v para que la electroválvula haga contacto, en el caso de no ser así revisar electroválvula de manera manual bajando el pizpítulo de la electroválvula de manera manual. |

Tabla XIX

DIFICULTAD EN EL CIERRE DEL MOLDE.

Falla y solución del proceso de apertura y cerrado del grupo inyector

Para solucionar el siguiente caso se puede seguir el siguiente procedimiento:

| Solución modo automático | Solución modo manual |
|---|--|
| <p>En el caso de ser en el proceso de automatización el grupo inyector debe abrirse luego de que el proceso de carga de material este culminado caso contrario no se abrirá. De igual maneras revisar las conexiones del PLC hacia los relés.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Motor bomba encendido. 2. Salida a relé, como se verifica eso, cada momento que el relé este actuando el encenderá un led el cual indica que está en su correcto funcionamiento. En caso de que el relé no funcione verificar con multímetro que exista corriente entre la botonera y el pin 8 de la base de relé el cual debe tener 220 voltios entre ellas, en caso de que si exista corriente cambiar el relé por uno nuevo. 3. Si el relé manda energía verificar la electroválvula que tenga contacto, en el caso de no ser así tomar medida con un multímetro desde la bornera de salidas en la salida que desea verificar hacia tierra y cuando accione la botonera debe existir 110v para que la electroválvula haga contacto, en el caso de no ser así revisar electroválvula de manera manual bajando el pizpítulo de la electroválvula de manera manual. |

Tabla XX

DIFICULTAD EN LA APERTURA DEL GRUPO INYECTOR.

| Solución modo automático | Solución modo manual |
|---|--|
| <p>En el caso de ser en el proceso de automatización el grupo inyector debe cerrar luego de que el molde este completamente cerrado luego de eso él debe tener un contacto con la entrada 8 que el cual determina a su punto final y de inicio al siguiente proceso. De igual maneras revisar las conexiones del PLC hacia los relés.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Motor bomba encendida. 2. Salida a relé, como se verifica eso, cada momento que el relé este actuando el encenderá un led el cual indica que está en su correcto funcionamiento. En caso de que el relé no funcione verificar con multímetro que exista corriente entre la botonera y el pin 8 de la base de relé el cual debe tener 220 voltios entre ellas, en caso de que si exista corriente cambiar el relé por uno nuevo. 3. Si el relé manda energía verificar la electroválvula que tenga contacto, en el caso de no ser así tomar medida con un multímetro desde la bornera de salidas en la salida que desea verificar hacia tierra y cuando accione la botonera debe existir 110v para que la electroválvula haga contacto, en el caso de no ser así revisar electroválvula de manera manual bajando el pizpítulo de la electroválvula de manera manual. |

Tabla XXI

DIFICULTAD EN EL CIERRE DEL GRUPO INYECTOR.

Fallas dentro del proceso de inyección y carga de la máquina

La parte automática y manual se debe tener en cuenta varias cosas:

- Que exista material dentro de la tolva.
- Que las resistencias estén encendidas a la temperatura adecuada, como se puede verificar eso, realizando una inyección de manera manual es decir inyectar al vacío para poder ver en que textura se encuentra

| Solución modo automático | Solución modo manual |
|---|--|
| <p>Para poder inyectar debe estar presente tres pasos, el molde completamente cerrado, el grupo inyector hacia adelante y con carga el material. Realizado estos 3 pasos previos la maquina debería inyectar de manera automática. De igual maneras revisar las conexiones del PLC hacia los relés.</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Motor bomba encendida. 2. Salida a relé, como se verifica eso, cada momento que el relé este actuando el encenderá un led el cual indica que está en su correcto funcionamiento. En caso de que el relé no funcione verificar con multímetro que exista corriente entre la botonera y el pin 8 de la base de relé el cual debe tener 220 voltios entre ellas, en caso de que si exista corriente cambiar el relé por uno nuevo. 3. Si el relé manda energía verificar la electroválvula que tenga contacto, en el caso de no ser así tomar medida con un multímetro desde la bornera de salidas en la salida que desea verificar hacia tierra y cuando accione la botonera debe existir 110v para que la electroválvula haga contacto, en el caso de no ser así revisar electroválvula de manera manual bajando el pizpítulo de la electroválvula de manera manual. |

Tabla XXII

LA MÁQUINA IMPIDE INYECTAR

Dificultades en el proceso de carga del material

La parte automática y manual se debe tener en cuenta varias cosas:

- Que exista material dentro de la tolva.
- Que las resistencias estén encendidas a la temperatura adecuada, como se puede verificar eso, realizando una inyección de manera manual es decir inyectar al vacío para poder ver en que textura se encuentra

El proceso de carga es diferente a los demás debido a que él no tiene salida a relé, el motor está conectado a un contactor que se encuentra en la parte posterior, por ende la activación del mismo debe ser cuando la señal del PLC le indique, es decir luego de que inyecte y espere el tiempo de inyección que se le otorga.

De manera manual comparte el mismo selector que inyección de ser la opción de que no cargue revisar el contactor y además revisar que si exista la corriente entre el selector y el contactor.

Recomendaciones respecto al funcionamiento

Se pueden hacer las siguientes pruebas:

- Encender el breaker principal.
- Encender el selector para dar energía al tablero de control.
- Colocar el selector el modo manual.
- Darle movimiento a cada uno de los movimientos y verificar que las electroválvulas y contactor enciendan.
- Colocar el selector en modo automático: Crear un programa donde tenga todas las salidas con una sola entrada, para verificar que todas las salidas funcionen. O revisar desde la pantalla del HMI.

APÉNDICE E MANTENIMIENTO

Realizar una limpieza de contactos anualmente para que no exista polvo entre ellos y exista un contacto inexistente y así no ocurra un corto circuito dentro del panel.



Figura 119. panel de control

APÉNDICE F
ENCUESTAS

MÁQUINA INYECTORA SIN REPOTENCIAR

Nombre y apellido:

CI:

Cargo:

Tema de la encuesta: El principal objetivo es receptar la opinión de los operadores, ya que ellos mediante una encuesta serán los que evalúen la importancia de la repotenciación propuesta. Comentando si los cambios a los que se sometió la máquina y los folletos que se les entregó explicando su funcionamiento, fueron de utilidad a la hora de realizar su trabajo.

Responder las siguientes preguntas encerrando la respuesta que UD. Considera:

Pregunta N°1. ¿Cómo percibe usted el estado actual de la máquina durante la producción de los moldes?

- Muy bueno.
- Bueno.
- Ni bueno ni malo.
- Malo.
- Muy malo.

Pregunta N°2. La máquina inyectora Sandretto posee un manual, ¿conoce usted sobre este manual?

- SÍ.
- NO.

Pregunta N°3. En caso de presentarse alguna falla en la máquina inyectora, ¿conoce cuál sería la solución adecuada? O, en caso de no hacerlo, ¿dónde poder consultar?

- SÍ.
- NO.

Pregunta N°4. Al momento de los mantenimientos correctivos, ¿cuánto es el tiempo de demora hasta que la máquina vuelva a ser funcional?

- 1 semana.
- 2 semanas.
- 3 semanas.
- 4 semanas.

Pregunta N°5. ¿Cómo evalúa usted el proceso de inyección de la máquina Sandretto al momento colocar los parámetros?

- Muy bueno.
- Bueno.
- Ni bueno ni malo.
- Malo.
- Muy malo.

Pregunta N°6. ¿Usted considera de gran ayuda contar con un manual de operador que identifique las posibles fallas que presente la máquina inyectora e indique sus correspondientes soluciones?

- SÍ.
- NO.

Pregunta N°7. ¿Usted considera que el cambio de interfaz facilitará al momento de agregar los parámetros?

- SÍ.
- NO.

MÁQUINA INYECTORA REPOTENCIADA

Nombre y apellido:

CI:

Cargo:

Tema de la encuesta: El principal objetivo es receptar la opinión de los operadores, ya que ellos mediante esta encuesta serán los que evalúen la repotenciación propuesta. Comentando si los cambios realizados, fueron de utilidad a la hora de realizar su trabajo.

Responder las siguientes preguntas encerrando la respuesta que UD. Considera:

Pregunta N°1. ¿Considera que se ha agilizado el proceso de producción de la máquina inyectora?

- SÍ.
- NO.

Pregunta N°2. ¿Es de fácil comprensión la nueva interfaz del panel de control?

- SÍ.
- NO.

Pregunta N°3. La implementación de la nueva interfaz, ¿ha facilitado el ingreso de los parámetros para la producción de los moldes?

- SÍ.
- NO.

Pregunta N°4. ¿Usted cree que con el nuevo manual de operador se puede identificar y comprender fácilmente los componentes del tablero de control?

- SÍ.
- NO.

Pregunta N°5. ¿Usted cree que con el nuevo manual de operador se siente capacitado en identificar las fallas y sus soluciones?

- SÍ.
- NO.

Pregunta N°6. ¿Como usted evalúa el proceso de inyección de la maquina sandretto al momento colocar parámetros?

- Muy bueno.
- Bueno.
- Ni bueno ni malo.
- Malo.
- Muy malo.

APÉNDICE G
DIAGRAMAS ELÉCTRICOS

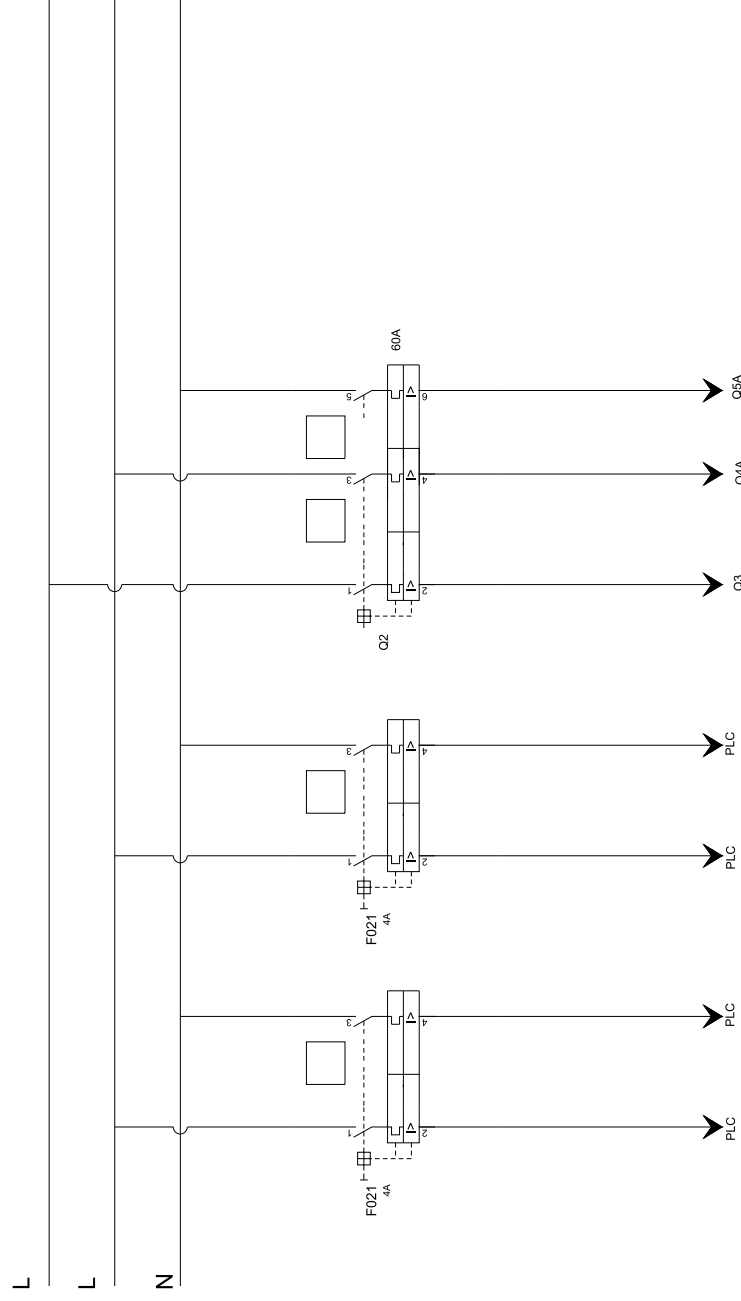


TABLERO DE CONTROL PARA
MAQUINA INYECTORA SANDRETTO

ALIMENTACION DE PIROMETRO

ALIMENTACION DE PLC

ALIMENTACION DE MOTOR



| | | |
|-----------------|----------|------------|
| SCALE: UNSCALED | Date | MARZO 2023 |
| | Draw | |
| | Checked | |
| | Approved | |
| REV | Nota | |

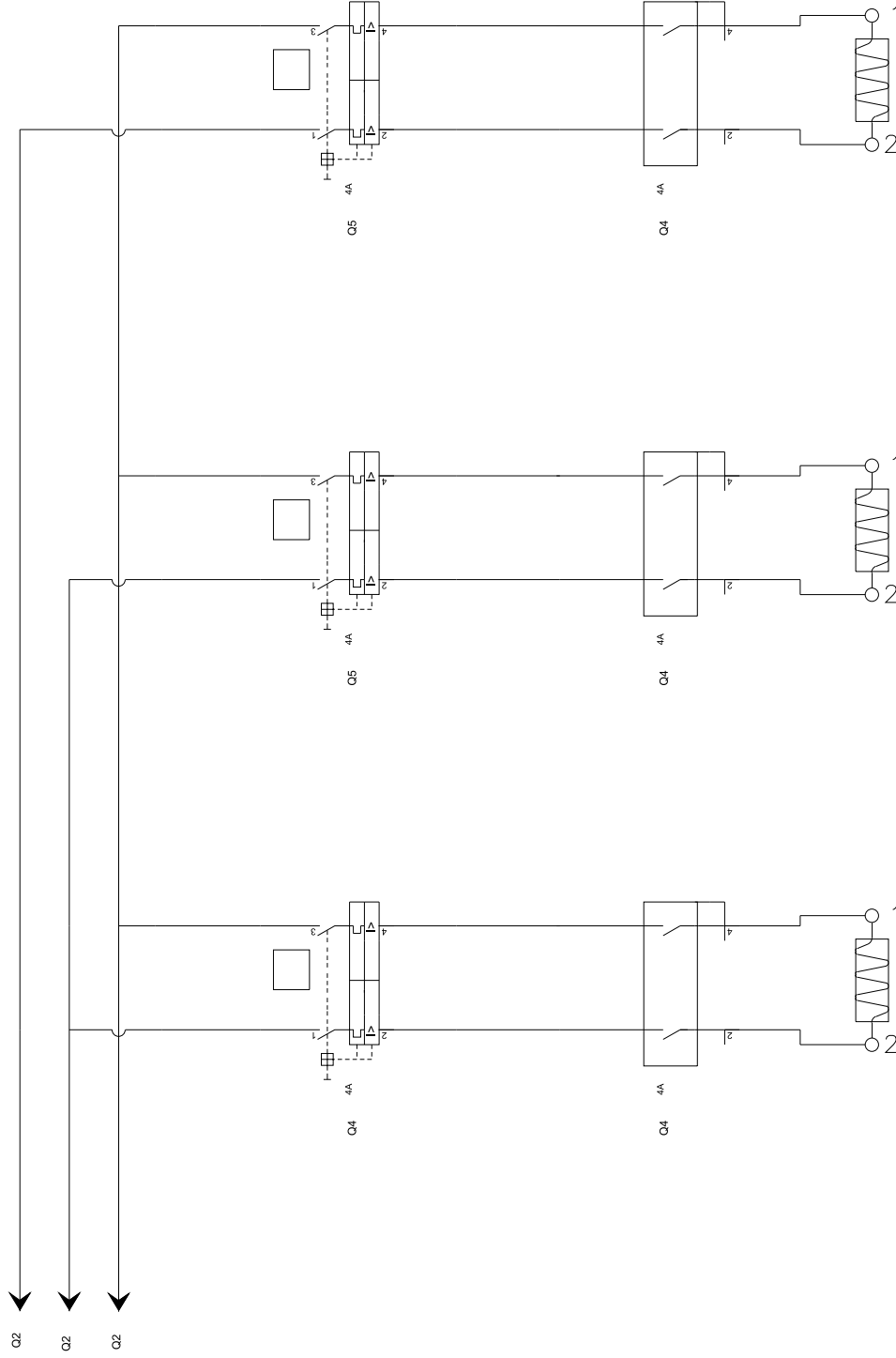
| | |
|--------------------------|--|
| UPS | |
| Origen/Sust. a/Sust. por | |



CONTENTS:
TABLERO DE CONTROL PARA MAQUINA INYECTORA

INGNIERIA ELECTRONICA
PAG #: 1

CIRCUITO DE FUERZA DE RESISTENCIA



SCALE: UNSCALED

Date

MARZO 2023

Draw

Checked

Approved

REV

Nota

1

UPS

Origen/Sust. a/Sust. por

3

CONTENTS:

TABLERO DE CONTROL PARA MAQUINA

INYECTORA



INGNIERIA ELECTRONICA

PAG #:

1

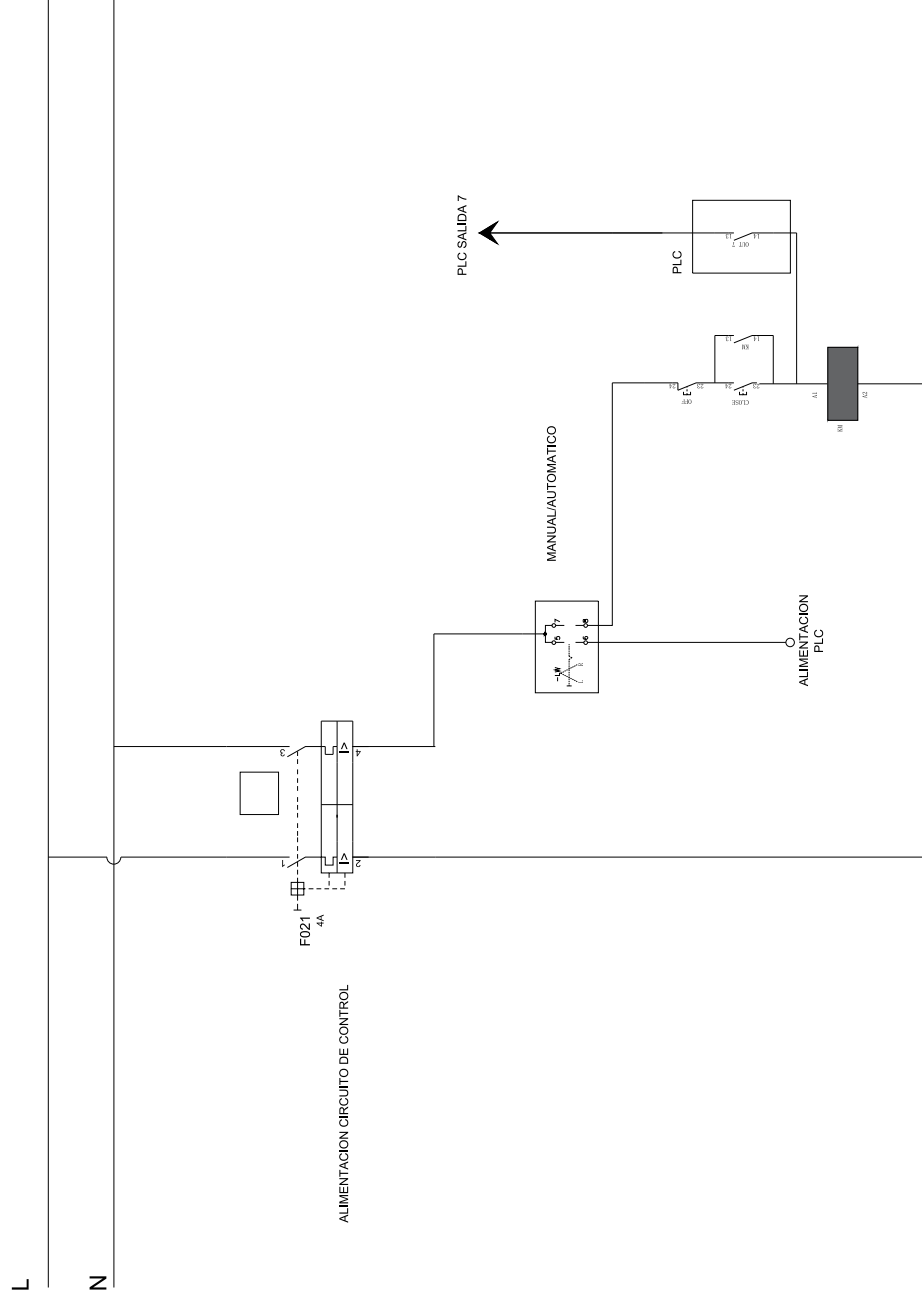
FORMAT:

1

7

8

CIRCUITO DE CONTROL MANUAL AUTOMATICO



| | | |
|-----------------|----------|--------------------------|
| SCALE: UNSCALED | Date | MARZO 2023 |
| | Draw | |
| | Checked | |
| | Approved | |
| REV | Nota | Origen/Sust. a/Sust. por |
| 1 | | 2 |

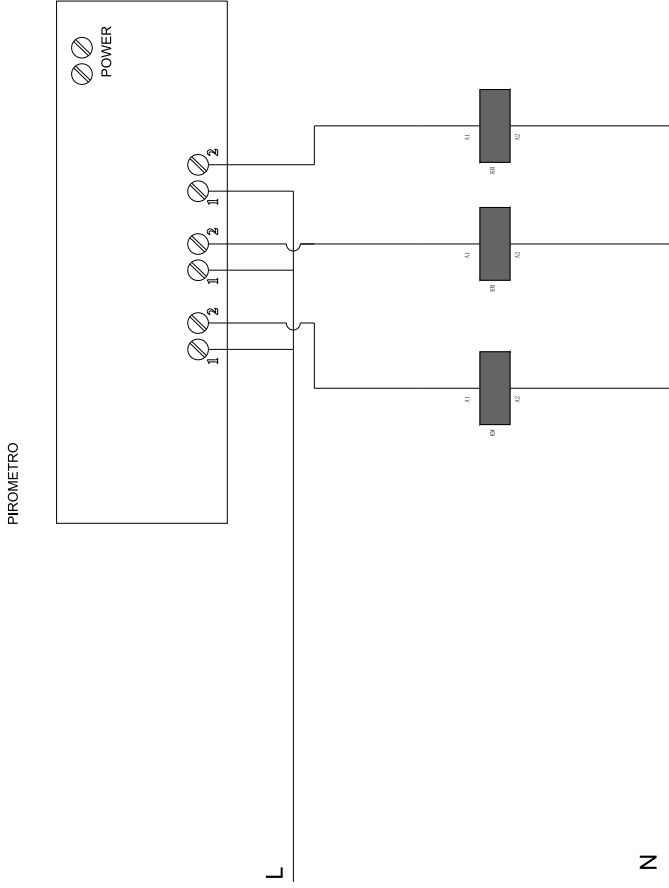
| | |
|--------------------------|---|
| UPS | |
| Origen/Sust. a/Sust. por | 3 |



CONTENTS:
TABLERO DE CONTROL PARA MAQUINA
INYECTORA

INGNIERIA ELECTRONICA
PAG #: 1

CIRCUITO DE CONTROL DE RESISTENCIA



SCALE: UNSCALED

Date

MARZO 2023

Draw

Checked

Approved

REV

Nota

1

2

3

UPS

Origen/Sust. a/Sust. por



CONTENTS:
TABLERO DE CONTROL PARA MAQUINA
INYECTORA

INGNIERIA ELECTRONICA

PAG #: 1

FORMAT: A

1

2

3

4

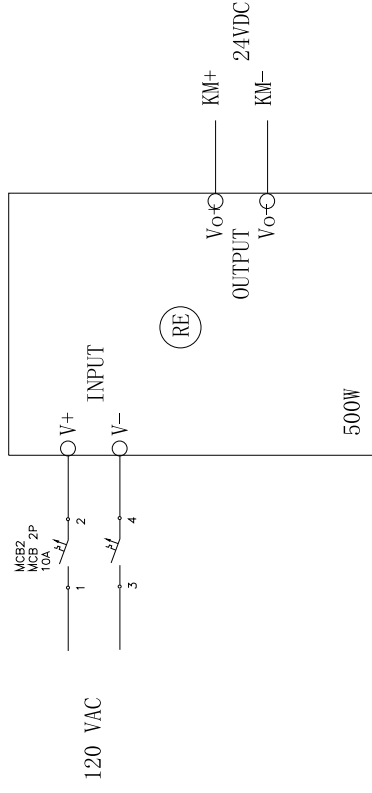
5

6

7

8

FUENTE DE ALIMENTACION



SCALE: UNSCALED

Date

Draw

Checked

Approved

UPS

Origen/Sust. a/Sust. por



CONTENTS:
TABLERO DE CONTROL PARA MAQUINA
INYECTORA

INGNIERIA ELECTRONICA

PAG #:

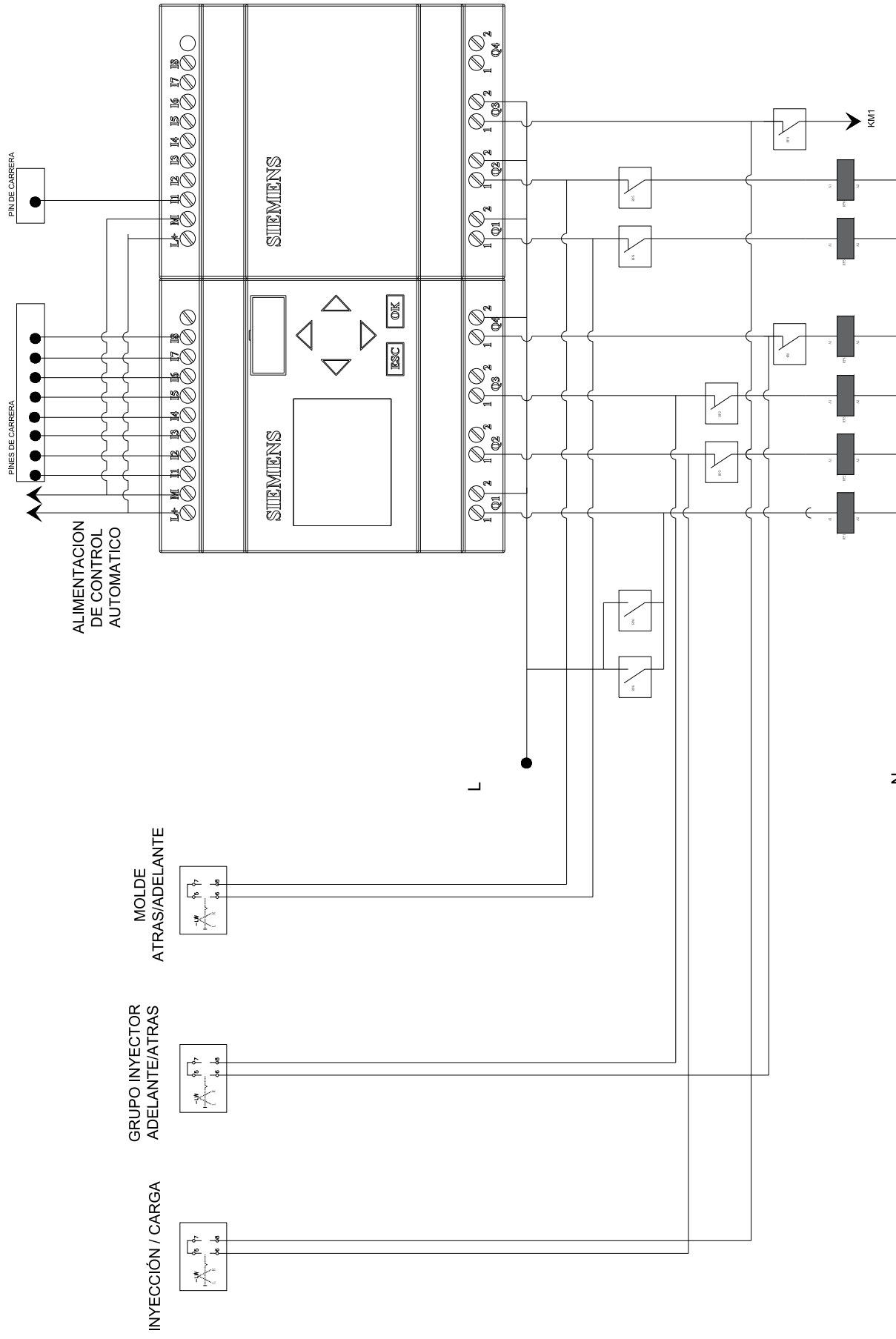
6

7

FORMAT: A

8

CONEXION PLC



CONTENTS:
TABLERO DE CONTROL PARA MAQUINA INYECTORA



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Ecuador

| | | |
|-----------------|----------|------------|
| SCALE: UNSCALED | Date | MARZO 2023 |
| | Draw | |
| | Checked | |
| | Approved | |
| REV | Nota | 1 |

UPS

Origen/Sust. a/Sust. por

2

3

4

5

6

7

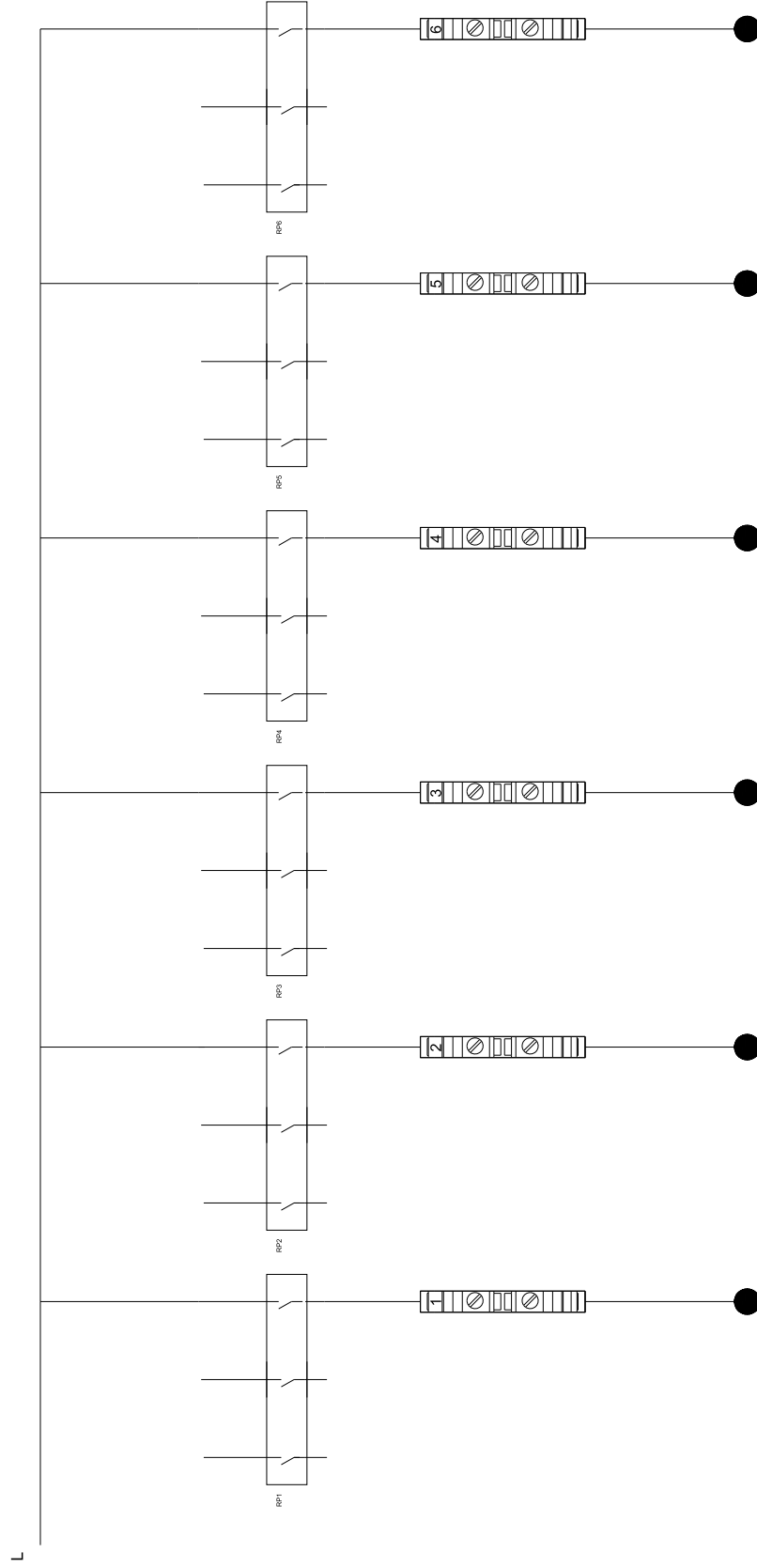
8

INGENIERIA ELECTRONICA

PAG #:

FORMAT: A

ALIMENTACION ELECTROVALVULAS



| | | |
|-----------------|----------|------------|
| SCALE: UNSCALED | Date | MARZO 2023 |
| | Draw | |
| | Checked | |
| | Approved | |

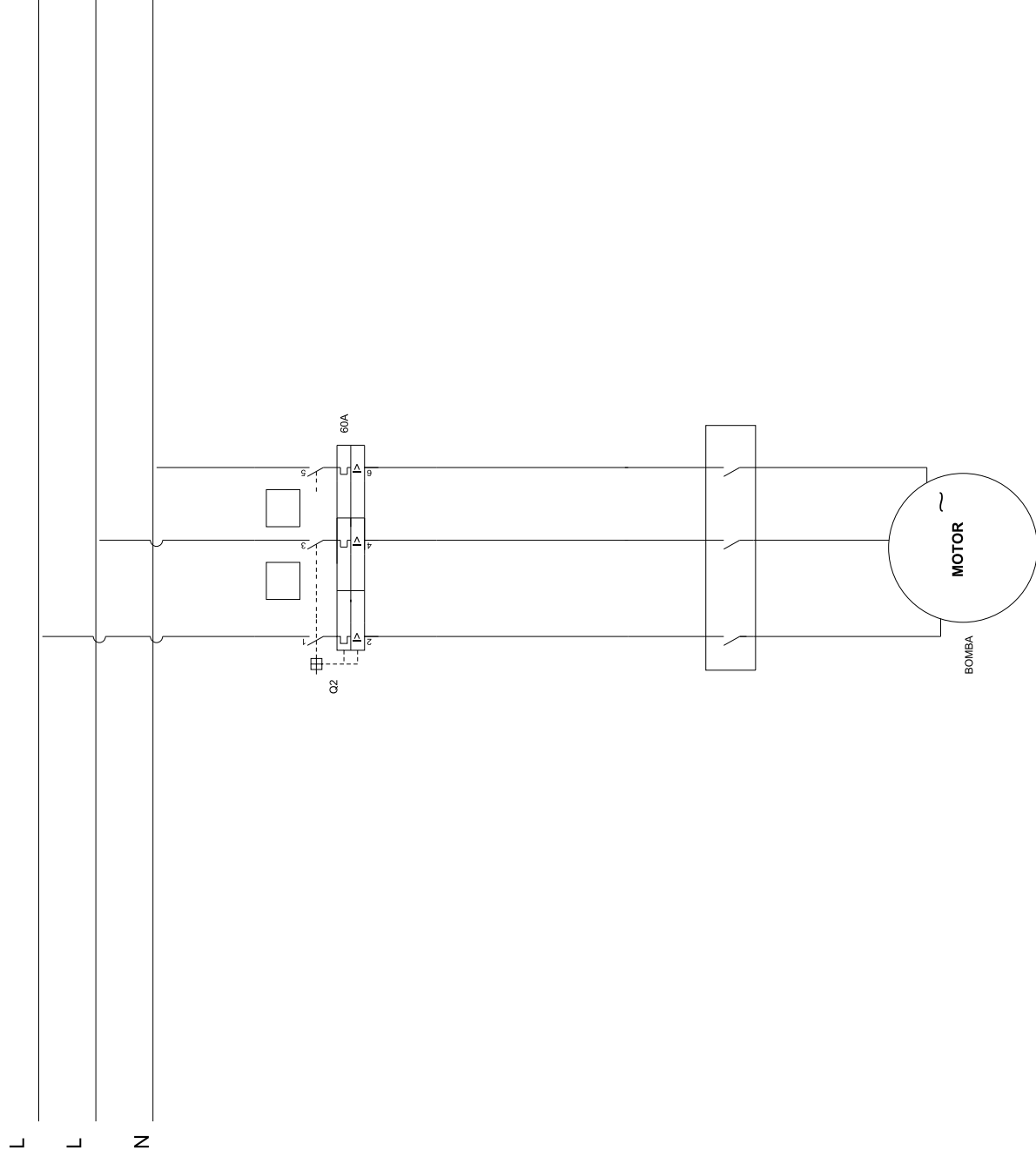
| | |
|------------------------------|---|
| UPS | |
| Origen / Sust. a / Sust. por | 3 |



CONTENTS:
TABLERO DE CONTROL PARA MAQUINA
INYECTORA

INGNIERIA ELECTRONICA
PAG #:

ALIMENTACION BOMBA DE CARGA



SCALE: UNSCALED

Date
Draw
Checked
Approved

REV Nota

1

MARZO 2023

UPS

Origen/Sust. a/Sust. por

2



CONTENTS:
TABLERO DE CONTROL PARA MAQUINA
INYECTORA

INGNIERIA ELECTRONICA

PAG #:

6

7

FORMAT: A

8