



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DE
LA MÁQUINA SOLDADORA A PRESIÓN
EN FRÍO BABCOCK, PERTENECIENTE A
LA EMPRESA ARALVEN S.A.**

Autor:
Romero M, César A.
C.I. V-28.331.062

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 871239



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA SOLDADORA A
PRESIÓN EN FRIO BABCOCK, PERTENECIENTE A LA EMPRESA
ARALVEN S.A.**

Informe de Pasantías presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO ELECTRÓNICO

Autor:

Romero M, César A.
C.I. V-28.331.062

Tutor:

Msc. José Pérez Colón
C.I. V-8.829.908

San Diego, Mayo 2022

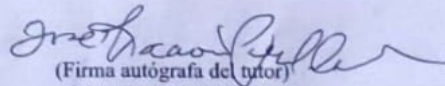


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA DEL
TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Msc. José Pérez Colón, portador(a) de la cédula de identidad N° 8.829.908, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano César Romero, portador de la cédula de identidad N° 28.331.062, titulado **"PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA SOLDADORA A PRESIÓN EN FRÍO BABCOCK, PERTENECIENTE A LA EMPRESA ARALVEN S.A** presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electrónico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 06 días del mes de mayo del año dos mil veintidós


(Firma autógrafa de tutor)
Msc. José Pérez Colón
V- 8.829.908

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
DECANATO DE INGENIERÍA



FI E 002 2022-ICR IP

Valencia, 27 de abril de 2022

Ciudadano:
ROMERO MARTINEZ, CESAR AUGUSTO
28.331.062

Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 3-2022 de fecha 16/02/2022 aprobó el proyecto de grado titulado:

Propuesta de automatización de la máquina soldadora a presión en frío BABCOCK, perteneciente a la empresa ARALVEN S.A.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Electrónico

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. José Ramon Pérez Colon, titular de la cédula de identidad V- 8.829.908



Atentamente

Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.
Decano de Ingeniería

c.e. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Propuesta de automatización de la Máquina Soldadora a Peñón en tipo BABCOCK, perteneciente a la Empresa Aalvren S.A.

Realizado por el (la) Br. Cesar Romero
C.I. N° 28.371.062 cursante de la carrera de Ingeniería Eléctrica
hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

José Ramón Saiz
Tutor Académico (Coordinador)
Nombre:
C.I.: 8825908

Gerson Sánchez
Jurado
Nombre: Guesy
C.I.: 7143 386

Wilmar Saiz
Jurado
Nombre: Wilmar Saiz
C.I.: 7130496

Fecha: 11/6/22

[Signature]



AGRADECIMIENTOS

Primeramente quiero agradecer a Jehová Dios, por darme salud, sabiduría y la guía necesaria, para salir adelante para alcanzar un logro más.

A mis padres, por ser mi pilar y mi ejemplo, mi fuente de apoyo y de ánimo. Quienes se tomaron la molestia de prestarme la ayuda necesaria a lo largo de estos 3 años y medios para estar donde estoy.

A mi familia, por estar pendiente y al tanto de mis necesidades mientras cursaba esta maravillosa carrera, por su apoyo y su amor.

A mi tutor, Msc. José Pérez Colón, quien me impartió sus conocimientos, y su ayuda práctica para la elaboración de la propuesta.

Y finalmente a mis compañeros de promoción, en especial a Miguel Freytes, José Ramos y Nelson Lucena, quienes con su amistad, apoyo incondicional y trabajo en equipo fueron una gran ayuda para salir adelante y culminar esta maravillosa etapa.

DEDICATORIA

En primer lugar, este informe se lo dedico a mis padres César Romero Villamizar y Lourdes de Romero, y a mi hermana Rebeca Romero, quienes me acompañaron en el transcurso de esta etapa, brindándome su guía y su amor incondicional, dándome ánimo para hacer frente a los obstáculos que su momento se presentaron.

A mi familia y amigos, quienes fueron un apoyo y una fuente de aliciente para cumplir mis metas y ser quien soy hoy.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pg.
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I. LA EMPRESA	3
1.1 Descripción de la empresa.....	3
1.1.1 Ubicación.....	3
1.1.2 Reseña Histórica	4
1.1.3 Estructura Organizativa de la Empresa.....	4
1.1.4 Misión.....	5
1.1.5 Visión.....	5
1.1.6 Política de Calidad.....	5
1.2 Descripción del Departamento de Mantenimiento	6
1.2.1 Estructura Organizativa del Departamento de Mantenimiento.....	6
1.2.2 Objetivos del Departamento	7
II. EL PROBLEMA	8
2.1. Planteamiento del Problema.....	8
2.2 Formulación del Problema	10
2.3 Objetivos de la investigación.....	10
2.3.1 Objetivo General.....	10

2.3.2 Objetivos Específicos	10
2.4 Justificación.....	11
2.5 Alcance	11
2.6 Limitaciones	12
III. MARCO TEÓRICO.....	13
3.1. Antecedentes de la investigación.....	13
3.2. Bases Teóricas	16
3.2.1. Máquinas.....	16
3.2.2. La Soldadura	16
3.2.3. Sistema hidráulico.....	18
3.2.4 Automatización Industrial.....	21
3.2.5 Controlador Lógico Programable (PLC)	26
3.2.6 Interfaz hombre – Máquina (HMI)	28
3.2.7 Sensores y Actuadores	29
3.3 Bases Legales	34
3.4 Definición de términos básicos	35
IV. MARCO METODOLÓGICO	38
4.1 Tipo de la investigación	38
4.2 Diseño de la Investigación	38
4.3. Nivel de la Investigación	38
4.4 Población y Muestra	39
4.4.1 Población	39
4.4.2 Muestra	39

4.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	40
4.5.1 Técnicas de Recolección de datos	40
4.5.2 Instrumentos de recolección de datos	40
4.6 Técnicas de análisis de resultados	41
4.7 Fases metodológicas.....	42
V. RESULTADOS.....	45
5.1 Fase I. Diagnosticar las condiciones de operación y características de la máquina Soldadora Babcock de la empresa Aralven S.A.	45
5.1.1 Descripción del área de trabajo de la máquina soldadora, previo al término de su puesta en servicio.	45
5.1.2 Descripción física de la máquina soldadora a presión en frío Babcock.	45
5.2 Fase II. Enumeración de las entradas y salidas de señales presentes en la Soldadora Babcock, para su posterior conexión en el circuito de control.....	61
5.2.1 Entradas del sistema.....	62
5.2.2 Salidas del Sistema	64
5.2.3 Selección de componentes.	66
5.3 Fase III. Seleccionar el dispositivo de control que reemplazará la tarjeta electrónica de control manual actualmente instalada.	67
5.3.1 Selección del Autómata programable según las exigencias de Entradas y Salidas de la máquina soldadora en frío.	70
5.4 Fase IV. Desarrollar el programa que servirá como fuente de instrucciones para la tarea de soldadura de la máquina.....	72
5.4.1 Configuración del Software LogoSoft Comfort previo a la programación	74

5.4.2 Desarrollo del programa encargado de llevar a cabo el proceso de soldadura de la máquina	77
5.4.3 Programación de la interfaz hombre-máquina (HMI) KTP700.....	81
5.5 Fase V. Determinar la factibilidad técnica, económica, ambiental, social y operativa de la propuesta de automatización de la máquina Soldadora.	85
5.5.1 Definición de recursos necesarios para la aplicación de la propuesta de automatización de la máquina soldadora a presión en frío Babcock, perteneciente a la empresa Aralven S.A.	86
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
Conclusiones	94
Recomendaciones	95
REFERENCIAS	97
ANEXO A	101
ANEXO B.....	101
ANEXO C	102

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pg.
1. Logotipo de la compañía Aralven S.A.....	3
2. Organigrama de Aralven S.A.....	5
3. Organigrama del Departamento de Mantenimiento de la empresa Aralven S.A.....	6
4. Soldaduras homogénea y heterogénea con diferentes materiales de aporte	17
5. Aceite HLP con aditivos compensadores a la resistencia a carga.....	19
6. Modelo de un tanque hidráulico presurizado	20
7. Esquema y símbolo de filtro hidráulico	21

8. Máquina herramienta (Torno de 2 ejes)	22
9. Máquina Transfer rotativa (Para fabricación de Rines)	23
10. Robot antropomórfico industrial	23
11. La pirámide de la automatización industrial	26
12. Controlador Lógico programable marca Siemens, modelo S7-300	27
13. Estructura o arquitectura interna de los PLC	28
14. Interfaz hombre – máquina marca Siemens	29
15. Actuador Eléctrico (Motor eléctrico)	32
16. Electroválvula marca Festo.	33
19. Vista de planta del área de trefilacion Principal.....	45
20. Máquina Soldadora a Presión en frio Babcock.....	46
21. Interruptor Kraus & Naimer modelo VDE 0660-1/BS5419 C26.....	47
22. Transformador de 250VA.	47
23. Regleta para conexión de cables y canaletas para cableado	48
24. Fusibles de Protección de sobrecargas y cortocircuitos.....	49
25. Circuito Eléctrico de la máquina soldadora a presión en Frío	50
26. Tanque de almacenamiento de aceite y bomba hidráulica.....	51
27. Placa de datos de la bomba hidráulica y conexión en bornera.....	52
28. Contactor y relé térmico de la bomba hidráulica	52
29. Electroválvulas del sistema hidráulico.....	53
30. Plano del sistema Hidráulico de la Máquina Soldadora en frio.	54
31. Manómetro y regulador de presión	55
32. Orificios para lubricación de la máquina Soldadora en frio.	56

33. Tarjeta electrónica de control de la Soldadora en Frio.	57
34. Plano del circuito electrónico de la tarjeta de control de la máquina.....	58
35. Diagrama de flujo de funcionamiento automático actual de la soldadora	59
36. Panel de Control de la máquina Soldadora.	60
37. Muestras Soldadas proporcionadas por el fabricante.....	61
38. Plano de la Guarda Protectora de Acrílico (Unidades expresadas en milímetros)	63
39. Diagrama de flujo del programa del LOGO! (Parte A)	72
40. Diagrama de flujo del programa del LOGO! (Parte B).....	73
41. Diagrama de flujo del programa del LOGO! (Parte C).....	74
42. Configuración de dirección IP del dispositivo LOGO!.....	75
43. Apertura del puerto 102.	75
44. Configuración de Conexión Servidor	76
45. Selección de hardware.....	76
46. Programa realizado en LogoSoft Comfort para el control de la máquina.....	78
47. Sección de carga del programa de la máquina soldadora a presión en frio.	79
48. Sección de ciclo automático del programa de la máquina soldadora a presión en frio.....	80
49. Configuración de memoria variable.....	80
50. Adición de la interfaz hombre-máquina a programar.	81
51. Configuración de conexión ethernet del HMI.....	82
52. Tabla de variables del HMI.....	83
53. Interfaz Hombre-Máquina programada en TIA Portal.....	84
54. Conexión del Micro PLC LOGO!	85

55. Tabulador de Sueldos y Salarios del Colegio de Ingenieros de Venezuela	89
--	----

INDICE DE TABLAS

TABLA	Pg.
1. Grados de filtración y aplicaciones	20
2. Estructura general de un sensor basado en un fenómeno eléctrico o magnético	30
3. Características estáticas y dinámicas de los transductores.....	31
5. Criterios para la selección de componentes del Proyecto	62
6. Nuevas Entradas y Salidas de la Máquina Soldadora	65
7. Ficha Técnica del Interruptor Final de Carrera	66
8. Ficha Técnica de la Interfaz Hombre Máquina.....	67
9. Ficha Técnica del Sensor de Nivel.....	67
10. Ficha Técnica del LOGO! Siemens V8	70
11. Ficha Técnica del Módulo de Ampliación DM8 230R.....	71
12. Costo de equipos, y componentes a utilizar, expresado en USD (\$)	88
13. Cálculo de los ingresos anuales y costo de material no procesado.	90
14. Beneficio Esperado	91
15. Flujo de proyecto al cabo de 7 años.	92
16. Valor de la Tasa Interna de Retorno (TIR) y del Valor Actual Neto (VAN).....	93



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA**

**PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA
SOLDADORA A PRESIÓN EN FRÍO BABCOCK,
PERTENECIENTE A LA EMPRESA ARALVEN S.A**

Autor: Romero, César

Tutor Académico: Msc. José Pérez

Fecha: Mayo 2022

RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tiene como objetivo proponer la automatización de la máquina soldadora a presión en frío Babcock, perteneciente a la empresa Aralven S.A., esto a razón de que la máquina se encuentra fuera de servicio y con un sistema de control manual que presenta problemas, debido a la antigüedad que dicho equipo tiene. Por ende, al aplicar la propuesta se pretende, no solo automatizar la máquina, sino también reducir la carga laboral y brindar seguridad al operador, así como también asegurarse de que el proceso presente los mayores estándares de calidad. La investigación está sustentada dentro de la modalidad de proyecto factible, con un diseño de campo además de un nivel descriptivo. En cuanto a su línea de investigación corresponde a los Avances tecnológicos en tecnologías de información y comunicación. Para establecer las anomalías presentes en la máquina, se utilizan técnicas de recolección de datos tales como el registro fotográfico, la observación directa, e instrumentos de recolección de datos como lista de cotejo y fichas técnicas. Por último, las anomalías fueron analizadas a través del juicio de expertos en el área.

Descriptor: Automatización, Soldadora, seguridad y Calidad.

INTRODUCCIÓN

El avance de la tecnología a nivel mundial y la demanda del mercado global, ha impulsado a la industria a aplicar nuevas formas de operación que les permitan una mejor gestión de los recursos, tiempo, entre otros; para así mejorar la calidad y los costes de los bienes y servicios. Asimismo, con las condiciones rápidamente cambiantes en las industrias, la red de suministro y los requisitos del cliente, la automatización industrial resultó ser el medio adecuado para lograr atender todos los factores antes mencionados.

Por ende, la manufactura inteligente es el nuevo zumbido por las que más empresas de fabricación y ensamblaje de cables, adoptan su necesidad de optar por sistemas de fabricación colaborativos e integrados, con la finalidad de que se elaboren productos finales de mayor calidad, productividad y eficiencia. Todo lo antes mencionado, impulsan al fabricante a acceder a nuevas y crecientes formas de inteligencia empresarial.

En Venezuela, la mayoría de fábricas de conductores y cables eléctricos, tienen bajo su posesión, una leve cantidad de máquinas inteligentes capaces de acelerar el proceso de manufactura, esto motivado por el escenario económico que se aprecia a nivel nacional. Sin embargo, ingenieros y personal competente, se han adaptado a las circunstancias antes descritas, para automatizar tales máquinas con el fin de aligerar presión laboral y reducción de costes.

Tal es el caso de la empresa Aralven S.A., industria venezolana encargada de fabricar cables de media y baja tensión. Ahora bien, en las líneas de trefilación es requerida una máquina soldadora a presión al frío estacionaria capaz de soldar un rollo de alambón con otro, justo cuando se está agotando el mismo, esto con el objetivo de producir alambres cobre de manera continua. No obstante, una de las soldadoras, se encuentra fuera de servicio y con un sistema de control manual, lo que implica una carga operacional para el trabajador, por lo que se requiere el uso de una maquinaria inteligente capaz de llevar a cabo la tarea que se le asigne de forma automática, a fin

de que solo necesite una intervención mínima por parte del operador a cargo. De hecho, esto último mencionado, corresponde directamente con el objeto de estudio, el cual consiste en la propuesta de automatización de la Máquina Soldadora a Presión en frío perteneciente a la empresa Aralven S.A.

Hechas las consideraciones anteriores, el presente informe de pasantías estará dividido en cinco (05) capítulos, con el fin acatar las normativas establecidas por la Universidad José Antonio Páez. La descripción de estos capítulos, se presentan a continuación:

Capítulo I: En este capítulo es donde se describe todo lo relacionado a la empresa, su misión, visión, políticas e historia. Al mismo tiempo, se describe el departamento donde se realizará el estudio, las políticas del mismo, así como su organigrama.

Capítulo II: Conciernen al problema en cuestión, abarcando puntos tales como, su planteamiento, queriendo plasmar detalladamente a través de este, la problemática a tratar, así como también los objetivos generales y específicos del mismo. Por otro lado, se encuentra la justificación la cual aporta credibilidad al problema, y finalmente, el alcance y limitaciones existentes.

Capítulo III: Es aquí donde se encuentra la sustentación teórica y legal de la investigación, enmarcando dentro de un contexto en específico la problemática a solventar. Para ello, se analizan antecedentes del proyecto, se establecen las bases teóricas, legales y se desarrolla la definición de términos que conforman el trabajo de investigación.

Capítulo IV: Referido a las bases metodológicas, las cuales consisten en pasos metódicos a seguir, para el cumplimiento de los objetivos establecidos en el capítulo II y de esta manera obtener resultados.

Capítulo V: Se le conoce como los resultados y es donde se desglosan todas y cada una de las fases a fin de llevar a cabo el desarrollo de la propuesta.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1 Descripción de la empresa

Aralven S.A. es una empresa dedicada a la manufactura de conductores y cables eléctricos, de baja y media tensión, tanto de cobre como de aluminio; encontrándose así dentro de las cuatro (04) industrias dedicadas a este tipo de fabricación. El logotipo de la empresa es de color azul, y su símbolo es la inicial del nombre de la empresa, a saber, la letra “A”. (Ver figura 1).

La planta posee un área aproximada de 27143.83 metros cuadrados (m²), distribuida en dos (02) estacionamientos, dos (02) almacenes, dos (02) laboratorios, quince (15) líneas de producción, y al menos tres (03) talleres como lo son el de mantenimiento mecánico, electricidad y herrería. Además, también cuenta con servicio médico y sala de conferencia



Figura 1. Logotipo de la compañía Aralven S.A.

Fuente: <http://www.aralven.com/index.html>

1.1.1 Ubicación

La empresa Aralven S.A. se encuentra ubicada en la Zona Industrial Municipal Norte, Avenida 67, Número 85 – 250, Municipio Valencia, Estado Carabobo, Venezuela.

1.1.2 Reseña Histórica

Fue fundada en el año 1971 inicialmente con el fin de producir arneses para vehículos automotores y cables eléctricos. A mediados de 1972 se incorporaron nuevos equipos y maquinarias para iniciar la producción de cables de media tensión, entregándose el primero en octubre de 1973.

En 1976, y después de la instalación de un completo laboratorio de pruebas físicas y eléctricas para las materias primas y productos terminados, nos fueron otorgadas las marcas NORVEN para los cables TW, THW, TTU y ALTA TENSION, siendo la primera vez que se otorgaba la marca para los dos últimos cables. En 1985 se adquirieron nuevas maquinarias para aumentar la capacidad de producción de los cables de calibres gruesos tanto en baja como en media tensión

Entre 1987 y 1992 se hicieron importantes inversiones dirigidas a aumentar la capacidad de producción y variedad de productos, de esta forma se desarrolló la producción de conductores de aluminio para líneas aéreas, cables armados y submarinos. También se instaló una línea para la producción de cables de potencia multipolares y se incorporó nueva maquinaria para aumentar la eficiencia y capacidad de producción del proceso de cableado en general.

Para satisfacer los requerimientos de los proyectos de la industria petrolera nacional, entre 1998 y 1999 se adquirió maquinaria especializada para mejorar la producción de cables especiales como submarinos, multipolares y armados.

A partir del año 2000, se inició un proceso de actualización tecnológica enfocada en el control y automatización de los procesos productivos, como parte del compromiso de mejora continua adoptado por la dirección para alcanzar niveles de eficiencia y calidad estándar global.

1.1.3 Estructura Organizativa de la Empresa

Tal como lo alega Álvaro (2020), la estructura organizacional es la jerarquía escogida para poder establecer un orden con los trabajadores de una empresa, y posteriormente ser plasmados en un organigrama, resultando en el reparto eficaz de las

responsabilidades dentro de la organización o empresa. En el caso de Aralven S.A. su estructura organizativa es presentada a través de un organigrama vertical, cuyas líneas de autoridad van de arriba hacia abajo, siendo el Gerente General, quien dirige la empresa, y cuyos subordinados directos son el Gerente de Operaciones, el Gerente de Ventas, el Gerente de Administración y Recursos Humanos y el Gerente de Logística. A continuación, se presenta el organigrama respectivo (Ver Figura 2).

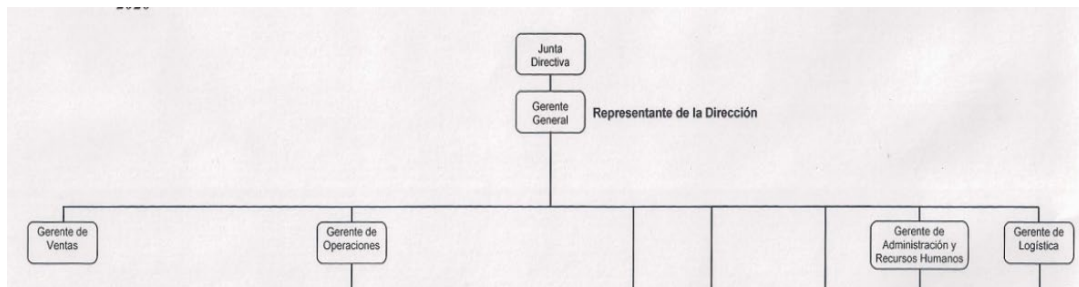


Figura 2. Organigrama de Aralven S.A.
Fuente: Departamento de Administración y Recursos Humanos

1.1.4 Misión

Prestar servicio a toda organización que requiera medios para transmitir y/o distribuir energía eléctrica en Venezuela y Latinoamérica mediante la fabricación y/o procura de cables de Cobre y Aluminio, suministrados bajo los mejores estándares de calidad y costos, para fomentar el continuo bienestar de la empresa (entendida como accionistas, directores y trabajadores) contribuyendo al desarrollo de nuestro país.

1.1.5 Visión

Aralven S.A. es una cablera de referencia en el mercado venezolano, reconocida por sus altos niveles de calidad tanto en sus productos como en la satisfacción de sus clientes y por el dominio técnico de los estándares, el proceso y el producto final

1.1.6 Política de Calidad

Aralven, S.A. produce cables eléctricos, bajo los mejores y actualizados estándares de calidad y costos, velando por la mejora continua de la eficacia de su Sistema de Gestión de la Calidad para la satisfacción de las necesidades y expectativas sus clientes.

1.2 Descripción del Departamento de Mantenimiento

El departamento de mantenimiento que de la empresa Aralven S.A. se encarga de velar por la conservación y buen funcionamiento de la maquinaria, las edificaciones y los servicios de la planta, así como el acometer las ampliaciones y mejoras de la misma, para que logre mantener su capacidad y eficiencia para satisfacer a los clientes en beneficio de la empresa.

1.2.1 Estructura Organizativa del Departamento de Mantenimiento

El departamento de mantenimiento está a cargo del Ing. César Romero Villamizar, quién desempeña el cargo de Jefe de Mantenimiento, ramificándose las responsabilidades al Técnico Electrónico y Electricista, el Electromecánico y el operador de Mantenimiento General y limpieza, para un total de siete (07) personas bajo su mando, cada uno distribuidos entre los cargos antes mencionados.

Por otro lado, el departamento cuenta con un (01) taller mecánico y uno eléctrico, y por último se encuentra el laboratorio de electrónica. Cada uno de los talleres y laboratorios, cumplen la finalidad de llevar a cabo el mantenimiento correctivo ante las posibles fallas que se presenten en planta, y así evitar que se detenga la producción. A continuación, se presenta el organigrama de dicho departamento (Ver figura 3).

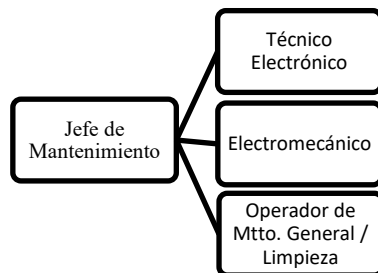


Figura 3. Organigrama del Departamento de Mantenimiento de la empresa Aralven S.A.

Fuente: Departamento de Administración y Recursos Humanos de la empresa Aralven S.A.

1.2.2 Objetivos del Departamento

Su objetivo principal es garantizar el mantenimiento de los equipos de producción, de los servicios y de las instalaciones de la planta para conservar su operatividad de conformidad con los planes de Calidad de Aralven, S.A.

Para cumplir con dichos objetivos, el departamento se rige por los siguientes lineamientos:

- a. Velar por el mejoramiento de los conocimientos de su personal, colaborando activamente con el área de administración de personal en la elaboración del plan de adiestramiento.
- b. Mantener informado al personal del Área sobre los cambios que puedan ocurrir en las técnicas e instrucciones para lograr la mayor eficacia y eficiencia en la gestión de mantenimiento.
- c. Velar por el mejor funcionamiento de los equipos para evitar contaminación ambiental y sónica.
- d. Velar por el buen estado de las protecciones instaladas en las máquinas para evitar accidentes de trabajo.
- e. Velar por el cumplimiento de los programas de mantenimiento preventivo y predictivo.
- f. Exigir cuando el contrato lo establezca el servicio de mantenimiento por parte del proveedor.

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

Tal como lo expresa Bauce (2007) el problema de toda investigación deberá consistir en la narración de una situación previamente observada, aunándole una descripción detallada de los distintos factores que están interviniendo en dicha situación y, finalmente terminar en una o varias interrogantes a las cuales se trata de dar respuesta una vez finalizada la investigación y se obtengan los resultados que, serán provistos por los elementos que conformen una muestra o grupo de estudio.

Dicho de otra forma, el planteamiento del problema debe tratar el fenómeno en cuestión, abordándolo desde una perspectiva universal o general, luego en un plano particular, y finalmente ubicarlo en el plano específico; así se logrará incorporar todos los aspectos que se suponen están afectando o produciendo la situación planteada. En este marco, durante el presente capítulo se pretende esclarecer el papel que cumple la máquina Soldadora Babcock dentro de la empresa Aralven S.A.

2.1. Planteamiento del Problema

Actualmente, el ser humano goza de servicios básicos, como electricidad e internet, gracias al transporte y distribución de energía eléctrica, a través de lo que hoy conocemos como conductores eléctricos, o en su defecto, cables. La empresa Aralven S.A. es una industria encargada de la fabricación de conductores y cables eléctricos, que desde el año mil novecientos setenta y uno (1971) ha estado en funcionamiento. Al principio, la empresa fue fundada con la intención de producir arneses para vehículos automotores y cables eléctricos de baja tensión. Con el paso de los años, específicamente entre mil novecientos setenta y dos (1972) y mil novecientos setenta y seis (1976), la empresa adquiere maquinaria e instala un laboratorio de pruebas físicas

y eléctricas para las materias primas y productos terminados, lo que le permite comenzar con la producción de cables de media y alta tensión, TW, THW y TTU

Ahora bien, indistintamente del tipo de conductor que la empresa fabrique, al menos las primeras tres (03) etapas de manufactura siempre serán las mismas, a saber, trefilado, cableado y aislamiento (extrusión). En lo que concierne al trefilado, los rollos de alambres (aluminio o cobre) deben ser unificados entre sí para que las trefiladoras (Robertson I y Robertson II) trabajen de manera continua, y los conductores sean elaborados de manera ininterrumpida. Por ende, para el cumplimiento de tal labor, la empresa Aralven S.A. cuenta con máquinas soldadoras a presión al frío, capaces de unir y fijar materiales sólidos (alambres) sin que sea preciso fundirlos con calor, convirtiéndose estas máquinas, por decirlo así, en el primer eslabón de la cadena del proceso de fabricación.

Actualmente la empresa Aralven S.A. posee dos (02) soldadoras a presión al frío, una (01) de ellas activa en la línea de trefilación principal (Robertson I y Robertson II), y la segunda (Soldadora Babcock) se encuentra en el almacén de mantenimiento de dicha empresa; este último equipo desde que fue adquirido había desempeñado su labor de soldadura cabalmente, sin embargo, tal como lo refleja la solicitud de servicio n° 32643 (Ver Anexo A), en abril del dos mil siete (2007) la máquina dejó de soldar por avería en la tarjeta electrónica, pese a ello, el problema fue solucionado. No obstante, en el año dos mil ocho (2008) la máquina volvió a presentar fallas en el sistema de control electrónico, lo que como resultado ocasionó el que dejara de cumplir las funciones para la cual fue diseñada.

A pesar de ello, el jefe del departamento de mantenimiento emite una solicitud de servicio, n° 37021 (Ver Anexo B), con el objetivo de realizarle mantenimiento preventivo a la máquina, y así dejarla preparada para la instalación de una adaptación de un controlador lógico programable (PLC) que serviría de reemplazo a la tarjeta electrónica con la cual ya contaba, pero que estaba presentando constantes fallos. Sin embargo, dicho trabajo no fue realizado y por el contrario la empresa la dejó fuera de servicio. Tras los hechos antes mencionados, la empresa Aralven S.A. toma la decisión

de adquirir una nueva soldadora, la cual sigue en uso hasta la actualidad (línea de trefilación principal).

No obstante, el óptimo funcionamiento de esta última adquisición fue afectado cuando de improviso, en el año dos mil dieciséis (2016) el controlador lógico programable (PLC) pierde el programa encargado de gestionar el proceso de la máquina (Soldadora). Como consecuencia de tales acontecimientos, la empresa permaneció una (01) semana sin poder trefilar el alambión de manera continua. Tras el paso de dicha semana, se contactó con un técnico capaz de reprogramarla, y devolverle su operatividad.

Asimismo, dentro de los objetivos para el año dos mil veintiuno (2021) de la empresa Aralven S.A, se encuentra la apertura de una nueva línea de Trefilado (M-85), para la cual se requerirá de una Soldadora a presión al frío, convirtiéndose así la reactivación de la máquina Soldadora Babcock, en una labor de alta prioridad. Dadas las condiciones que anteceden, Aralven S.A. se ve en la necesidad de reactivar la Soldadora a presión al frío Babcock (Guardada en el almacén de mantenimiento), con ciertas modificaciones en el sistema electrónico de tal forma que ejecute su labor de manera automática, seguido de los parámetros que ingrese el operador a cargo.

2.2 Formulación del Problema

A raíz de lo antes expuesto, surge la siguiente interrogante: ¿Cómo se puede automatizar la máquina soldadora a presión en frío Babcock, perteneciente a la empresa Aralven S.A.?

2.3 Objetivos de la investigación

2.3.1 Objetivo General

Proponer un sistema de automatización para la máquina Soldadora Babcock a presión al frío.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar las condiciones de operación y características de la máquina Soldadora Babcock de la empresa Aralven S.A.

- Enumerar la cantidad de entradas y salidas de señales presentes en la Soldadora Babcock y que se conectarán con el dispositivo de control encargado de la automatización de la máquina.
- Seleccionar el dispositivo de control que reemplazará la tarjeta electrónica de control manual actualmente instalada.
- Desarrollar el programa que servirá como fuente de instrucciones para la tarea de soldadura de la máquina.
- Determinar la factibilidad técnica, económica, ambiental, social y operativa de la propuesta de automatización de la máquina Soldadora.

2.4 Justificación

Sobre la base de las observaciones anteriores, se ve la necesidad no solo de reactivar la Soldadora Babcock, sino también de automatizarla, esto en consonancia con la realidad que afronta la industria actualmente, donde con el paso del tiempo, se ha modernizado de tal manera que los autómatas programables, sirvan como una fuente de seguridad para el operador con respecto a la máquina, así como también la confiabilidad en la calidad de la producción, por ende, está de más decir lo valiosos que pueden llegar a ser estos equipos al momento de la realización de las tareas de fabricación.

El control Automático de la Soldadora Babcock mediante autómatas programables, no solo reduciría las cargas operacionales al obrero a cargo, sino que también, al poseer un buen el monitoreo de su funcionamiento, permite detectar fallos rápidamente, alargando así la vida útil de la máquina. Por otro lado, el uso de estos dispositivos inteligentes, ahorran costos adicionales, tales como el de mantenimiento e incluso energía.

2.5 Alcance

Al llevar a cabo esta propuesta, se logrará automatizar la soldadora Babcock la cual se encuentra fuera de servicio y que anteriormente funcionaba de forma manual. También se pretende seleccionar el dispositivo encargado de la automatización de la

máquina, asegurándose del aguante efectivo a entornos agresivos para la electrónica. Además, se elaborará el programa capaz de manipular la Soldadora de tal forma que lleve a cabo su tarea de manera fidedigna cumpliendo con los estándares de calidad y que facilite la detección de fallos en la máquina, si llegasen a presentarse.

2.6 Limitaciones

El presente informe de pasantía se limita a la propuesta de automatización de la máquina soldadora al Frio Babcock, de la empresa Aralven S.A., permitiendo la elaboración automática de la soldadura de los alambres de aluminio, así como de un alto estándar de calidad en los acabados. Entre uno de los principales límites presentes en la elaboración de la propuesta se encuentra el factor tiempo, esto puesto que, si se ha de implementar tal propuesta, la empresa, trae sus equipos y herramientas del exterior, lo que alarga el tiempo de aplicación de proyecto a desarrollar mientras llegan los pedidos. Por otro lado, la máquina al estar en desuso por mucho tiempo, crea la necesidad de realizar compras de repuestos para su reemplazo, sin embargo, hoy día esto no es tarea fácil si se toma en cuenta el factor combustible, y aunque esto no representa un impedimento para su compra, si implicará mayor tiempo en la adquisición de tales repuestos.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

Tal como lo expresa Daros W. (2002), así como el marco encuadra una pintura, la ubica, la contiene, le da un centro, la hace relevante, de manera similar el marco teórico es lo que encuadra, contiene, ubica y hace relevante el sentido del problema. Una teoría, en cuanto permite describir, comprender, explicar e interpretar los problemas, les da a los mismos un marco. Para atender las exigencias antes descritas, el marco teórico debe facilitar la descripción del problema, y si se encuentra bien estructurado, será capaz de explicar problemas similares, suponiendo el hecho de que estos posean los mismos leyes, principios o causas.

3.1. Antecedentes de la investigación

En primer lugar, se cuenta con el trabajo de grado presentado por García Jesue (2017) cuyo título es: “**Modelado de Procesos Industriales con Intouch Controlados por PLC**”. El mismo fue elaborado con finalidad de optar el título de Magister en Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional Experimental del Táchira, San Cristóbal - Venezuela. El objetivo general del trabajo consiste en Modelar procesos Industriales con Intouch Controlador por PLC

El nivel de la investigación está bajo los lineamientos de un proyecto de intervención. Por otro lado, el diseño de la investigación fue documental y de campo basado en la recuperación, análisis de la información apoyado en fuentes documentales secundarias como Trabajos de Grados, Libros, revistas, entre otros.

El estudio realizado por García fundamenta la propuesta que se pretende llevar a cabo, puesto que tal como lo describe, las HMI representan una valiosa herramienta que sirve como fuente de información del estado tanto de la máquina, como del proceso que está llevando a cabo. De igual modo, estas interfaces son capaces de brindar un

área de trabajo confortable, amigable e idóneo para el operador, permitiendo la sencilla interacción hombre – máquina.

En segunda instancia se encuentra Alvear (2018) llevo a cabo una investigación en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, como trabajo de final de grado para la obtención del título de Ingeniero Industrial, y cuyo tema fue: **“Diseño de un Sistema automatizado para mejorar la productividad en la etapa de laminado en la fabricación de la pasta Wantan en la empresa Yuc Wa”**. El objetivo principal del proyecto fue el diseño de un sistema automatizado de una máquina laminadora.

Con la implementación de este proyecto de automatización haciendo uso de los indicadores de productividad mejoraron notablemente, la productividad de mano de obra aumento de 30378.24 kg/ año a 217,39 kg/hora, la productividad de energía pasó de 11 kg de pasta Wantan/kW a 17,15 kg de pasta Wantan/kWh y la productividad de máquina a 200 Kg/máquina. Asimismo, la utilización de la máquina y el rendimiento de la producción aumentaron en un 100%, los niveles de saturación del operario disminuyeron de 100% a 0,00%.

Este trabajo se consideró como antecedente puesto que implica el uso de Autómatas programables, y asumiendo los resultados obtenidos en dicha investigación se puede evidenciar el aporte que estos equipos brindan al proceso industrial, sobre todo cuando de aligerar cargas laborales se trata, ofreciendo rapidez y calidad en la realización de las labores para las cuales son requeridos.

En tercer lugar, se encuentra Mora, J (2020) quien desarrolló su trabajo de grado que lleva por tema: **“Desarrollo del sistema de control para el compresor Campbell Hausfeld de 40 HP del SENA – ASTIN”**, elaborado con el fin de optar al título de Ingeniero Mecatrónico de la Universidad Autónoma de Occidente. Santiago de Cali – Colombia. El objetivo general del mencionado trabajo de investigación consiste en desarrollar el sistema de control para el compresor CAMPBELL HAUSFELD del SENA – ASTIN, con el fin de mejorar la disponibilidad de aire comprimido y su puesta en funcionamiento.

El trabajo de investigación fue desarrollado con la finalidad de Diseñar un sistema de control para el compresor CAMPBELL HAUSFELD, ya que la tarjeta que cumplía tal función, se atrofió lo que dejó al equipo fuera de servicio. Dicha tarjeta no se conseguía a nivel nacional e importarla implicaría gastos excesivos para la empresa. Por lo que se tomó la decisión de diseñar el sistema que automatizaría al equipo haciendo un estudio de los equipos controladores que hay en el mercado, y seleccionando el que mejor se adaptase al ambiente de trabajo y la funcionalidad de la máquina.

Este proyecto de investigación, es considerado como antecedente para el presente trabajo por la razón de que el estado de la máquina y la avería es similar a la que se pretende estudiar. Además, el procedimiento metódico aplicado para la selección y diseño del sistema de control es conveniente para el correcto desarrollo de la propuesta en cuestión.

Por último, Mendoza L. y Meneses C. (2021) autores del trabajo de grado titulado: **“Actualización Tecnológica del sistema de control en la cinta transportadora de la prensa SACMI PH2590 de la planta Gres Guacara de Cerámica Carabobo”**, elaborado con el fin de obtener el título de Ingeniero Electrónico en la Universidad José Antonio Páez (UJAP), San Diego – Venezuela. El objetivo de la investigación era proponer un sistema de control optimizado para la cinta transportadora de la prensa SACMI PH2590 de la planta Gres Guacara de la empresa Cerámica Carabobo.

La cinta transportadora funcionaba con 2 controladores PLCs, aumentando las posibilidades de fallas por incompatibilidad, además con la ausencia de planos eléctricos, solucionar una falla de esta índole sería complicado y retrasaría los tiempos de producción, a fin de combatir tal problemática, los autores deciden reprogramar los autómatas y dividir las etapas bajo las cuales estarían a cargo tal equipo.

Este trabajo de investigación, sirve como sustento para el desarrollo del proyecto en curso, pues denota, la aplicación del LOGO siemens a procesos complejos en la industria, logrando ejecutar tareas de forma fidedigna, cuidando la calidad del proceso. Además, es capaz de brindarle al operador información útil tanto de la máquina como

del proceso, a través de la HMI compatible este dispositivo, a saber, el Siemens LOGO TDE.

3.2. Bases Teóricas

3.2.1. Máquinas

Una máquina, tal como lo Pérez J., Merino M (2010) es un dispositivo que, tiene la capacidad de aprovechar, regular y dirigir la acción aplicada por una fuerza externa, disminuyendo considerablemente el esfuerzo requerido para la ejecución de una determinada tarea. Como, resultado se obtiene un incremento en la eficiencia del trabajo que el hombre ha de realizar.

3.2.1.1. Características de las máquinas

Tal como el primer principio de la termodinámica deja claro, la energía no se crea ni se destruye, sino que se transforma, por ende, ha de tomarse en cuenta el hecho de que para que una máquina pueda ejecutar determinada tarea, es requerido que se le suministre energía (combustibles, fuentes eléctricas, entre otras). En consonancia con lo antes mencionado, es importante destacar que toda máquina tiene en común que son capaces de transformar energía; un ejemplo claro de ello, es como un motor convierte energía eléctrica en energía mecánica, una lámpara transforma energía eléctrica en energía lumínica, entre otros.

Por otro lado, otra característica resaltante de las máquinas es que no son capaces de aprovechar al 100% la energía que se les suministra. Esto surge a raíz de la premisa de que cuando un dispositivo de esta índole realiza una tarea en específico, siempre presentará una resistencia, que puede ser muy mínima, o, por el contrario, un poco más significativa. Tal es el caso de los aviones, parte de la energía que necesitan para desplazarse, se pierde en la fricción que tiene su fuselaje con el aire.

3.2.2. La Soldadura

Ucha F (2015) explica de manera clara que, una soldadura es un proceso por el cual dos (02) o más piezas metálicas se unen, ya sea por aplicación de calor, presión, o una combinación de ambos, con o sin aporte de otro metal al cual se le denomina “metal de

aportación” y cuya temperatura de fusión es inferior a la de las piezas a soldar. La tarea de soldadura, generalmente es lograda a través de la coalescencia, en donde las piezas son soldadas fundiendo, además se le puede agregar al proceso un material de aporte, ya sea de metal o plástico, que al fundirse forme un charco de dicho material entre las piezas a soldar y, al enfriarse, se convierte en una unión sólida que se le denomina cordón.

3.2.2.1. Clasificación de la Soldadura

- **. Soldadura Homogénea**

En este tipo de soldadura, tanto el material que se pretende soldar, como el metal de aportación, son de la misma naturaleza. Asimismo, la forma de realizar esta soldadura, puede ser de manera oxiacetilénica, eléctrica, entre otros. Hay que resaltar que, de haber ausencia de material de aportación, a la soldadura se le denominará como autógena; fusionándose a sí mismos los cuerpos de igual naturaleza, los cuales al enfriarse forman un todo único. (Ver figura 4)

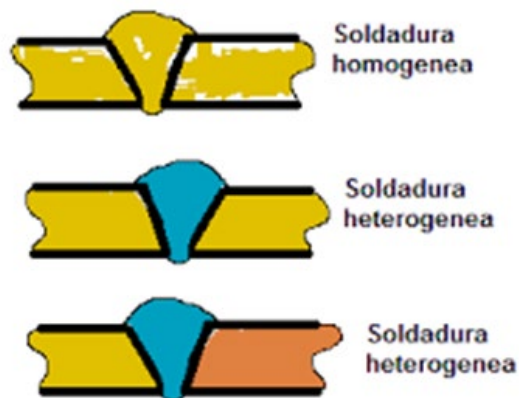


Figura 4. Soldaduras homogénea y heterogénea con diferentes materiales de aporte

Fuente: <https://es.slideshare.net/JoseGLara00/soldadura-a-presion-y-fusion>

- **. Soldadura por Presión**

Es un tipo de soldadura, es considerada como un tipo de soldadura al frío, donde la unión de las piezas metálicas se produce sin la aplicación de calor sobre las mismas.

Esta forma de llevar a cabo la unión de metales, resulta útil en las aplicaciones donde se desea conservar la estructura y las propiedades de los materiales que se unen.

La soldadura por presión se puede llevar a cabo en frío o en caliente, y para su ejecución solo hace falta limpiar la superficie de las piezas que requieren soldar y aplicar la suficiente presión sobre ellas hasta que se produzca la unión. En contraposición con el tipo de soldadura antes mencionada, se encuentra la unificación de piezas por fricción, realizándose mediante la rotación de una de los metales a soldar y después se coloca en contacto con la otra.

- **Soldadura por Fusión**

Este tipo engloba varios procedimientos de soldaduras, en los que se da a lugar la fusión de metales con o sin la aportación de metal, generalmente sin la aplicación de presión y a una temperatura de trabajo superiores a las comúnmente utilizadas. Entre tales procedimientos destacan, por ejemplo, la soldadura por gas, por arco, la aluminotérmica, soldadura por haz de partículas y por haz luminoso.

3.2.3. Sistema hidráulico

Actualmente muchas maquinarias en la industria, herramientas u objetos, funcionan con un sistema hidráulico. De hecho, Isma (2016) define a estos sistemas como un mecanismo, capaz de transmitir fuerza a través de un fluido no compresible para distintos rangos de presión. Estos sistemas suelen ser de gran utilidad por facilidad que poseen de variar a presión de salida son tan solo ajustar el diámetro por el que sale.

3.2.3.1 Elementos de un sistema Hidráulico

- **El fluido**

En este mismo orden de ideas, todo sistema hidráulico posee ciertos elementos que forman parte de sus componentes. En primer lugar, se encuentra el fluido hidráulico, que se caracteriza por ser incompresible, ofrece buena capacidad de lubricación en metales y gomas, no pierde sus propiedades viscosas con un alto punto de ebullición y bajo punto de congelación, no es inflamable, no es corrosivo, es un buen disipador de

calor y es capaz de presentar buenas condiciones en cuanto a su forma de almacenamiento y manipulación (Ver figura 5).



Figura 5. Aceite HLP con aditivos compensadores a la resistencia a carga

Fuente: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>

- **Depósito Hidráulico**

En segundo lugar, los sistemas hidráulicos cuentan con un depósito o también llamado tanque hidráulico, el cual cumple la función de almacenar el fluido, y al mismo tiempo es utilizado como depósito pulmón desde donde se realiza la aspiración por parte de la bomba. De igual manera, dichos tanques sirven como disipador como elemento disipador de calor a través de las paredes del tanque, refrigerando de esta manera el aceite contenido en su interior, para ello el fluido debe permanecer en el interior del tanque de uno (01) a dos (02) minutos.

De acuerdo a los requerimientos que se necesiten, los tanques hidráulicos pueden diseñarse de dos (02) maneras, tanques presurizados y los ventilados. Estos primeros, están sellados lo que evita que penetre la suciedad y la humedad. Además, la presión que se genera a medida que se calienta el fluido, sirve para empujar el aceite hacia la bomba, evitando la producción de cavitación. Por otro lado, en cuanto a los tanques

ventilados, se encuentran abiertos a la atmosfera, permitiendo la compensación de presión cuando varían los niveles y temperatura del aceite (Ver figura 6).

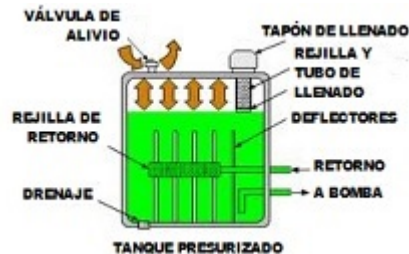


Figura 6. Modelo de un tanque hidráulico presurizado

Fuente: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>

- **Filtros**

Por último, es crucial que el fluido hidráulico se filtre para así evitar que la suciedad producida por el funcionamiento continuo y normal del sistema, termine afectando a los elementos sensibles de la instalación, ya sean válvulas o la propia bomba hidráulica.

Según sea la aplicación del sistema hidráulico, se exigen distintos grados de filtración, estos se pueden apreciar en la Tabla 1, se plasma a continuación:

Tabla 1. Grados de filtración y aplicaciones

Grados de Filtración, en μm	Tipo de Sistema Hidráulico
1-2	Para impurezas finas en sistemas altamente sensibles con gran fiabilidad, preferentemente en aviación y laboratorios.
2-5	Para sistemas de mando y control sensibles y de alta presión, con aplicaciones frecuentes en la aviación, robots industriales y máquinas herramientas.
5-10	Para sistemas hidráulicos de alta calidad y fiabilidad, con previsible larga vida útil de sus componentes.
10-20	Para hidráulica general y sistemas hidráulicos móviles, que manejen presiones medianas y tamaños intermedios.
15-25	Para sistemas de baja presión en la industria pesada o para sistemas de vida útil limitada.
20-40	Para sistemas de baja presión con holguras grandes.

Fuente: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>

Adicionalmente, todo filtro se forma por una carcasa exterior, que contendrá el material filtrante. A su vez, dispondrá de una válvula de by-pass, tipo antirretorno, que

solo se va a abrir cuando el material filtrante este colmado, asegurándose de que el fluido transite sin ningún inconveniente para evitar posteriores fallas debido a un colapso por atasco en el filtro. (Ver figura 7).

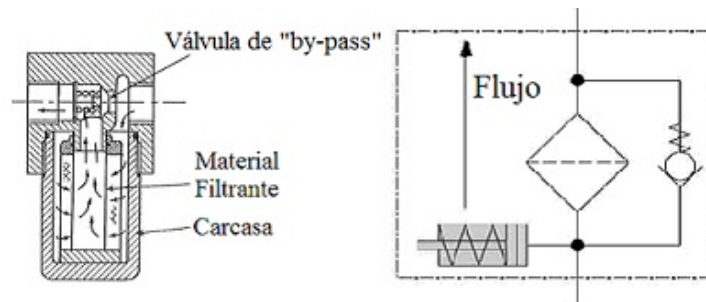


Figura 7. Esquema y símbolo de filtro hidráulico
Fuente: <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn212.html>

3.2.4 Automatización Industrial

La automatización en la industria se puede definir como la automática en los distintos procesos de la industria o a un dispositivo de la misma en concreto. Aquello a lo que se pretende automatizar se le denomina como “planta”.

Tal como los expresa, Barrientos (2014) en la industria, los procesos de automatización se aplican tanto a métodos de fabricación continua (industria química, petroquímica, cemento, entre otros) como de piezas discretas (automóviles, electrodomésticos, muebles, entre otros). Sin embargo, aunque en ocasiones ambos tipos de procesos se llevan a cabo de forma simultánea, es más conveniente tratarlos por separado

3.2.4.1. Objetivos de la Automatización

Entre estos destacan, el poder incrementar la productividad y flexibilizar las herramientas. A su vez, la automatización permite producir grandes lotes de fabricación sin perder la calidad. Finalmente, los procesos automáticos permiten al hombre dedicar su tiempo a tareas creativas, y en caso de estar presentes en el proceso, les brinda seguridad al operar la maquinaria.

3.2.4.2. Máquinas empleadas para la Automatización

Son usadas para este fin, al menos tres (03) tipos de maquinaria, que son, las máquinas herramienta, máquina transfer y robots.

- **Máquina herramienta**

Es utilizada para dar forma a piezas sólidas, que son generalmente de naturaleza metálica. Su principal característica es la carencia de movilidad, ya que suelen ser máquinas estacionarias (Ver figura 8).

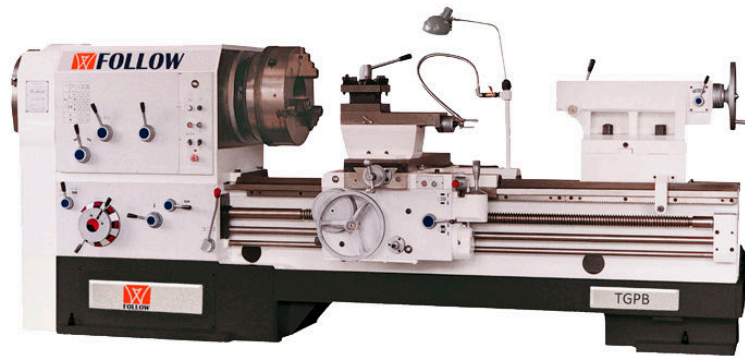


Figura 8. Máquina herramienta (Torno de 2 ejes)

Fuente: <https://www.directindustry.es/prod/heller-maquina-herramienta-sl/product-50287-525123.html>

- **Máquina Transfer**

Esta máquina, está especialmente diseñada para la fabricación de una pieza en específico, llevando a cabo tal comisión a altas velocidades de producción. Consta de varias estaciones de mecanizado, en donde las piezas atraviesan este proceso de manera sucesiva, superponiendo el tiempo de mecanizado. También, poseen una estación de carga y descarga, cuya operación se lleva a cabo al mismo tiempo que las operaciones de mecanizado (Ver Figura 9).



Figura 9. Máquina Transfer rotativa (Para fabricación de Rines)

Fuente: <https://www.directindustry.es/prod/autopulit/product-16588-2219131.html>

- **Robot Industrial**

Estas máquinas son equipos manipuladores con la facultad de que pueden ser programados. Cuentan con tres (03) o más ejes con varios propósitos, controlado automáticamente y reprogramable. En la mano robótica o gripper, puede utilizar varias herramientas de forma secuencial (Ver Figura 10).



Figura 10. Robot antropomórfico industrial

Fuente: <https://sites.google.com/site/azuertecnologiarobotica/tema5-robotica>

3.2.4.3 Grados de automatización

La automatización de la producción se puede llevar a cabo con un mayor o menos grado de flexibilidad. Es por ello que, actualmente podemos definir al menos dos (02) grados de automatización, rígida y flexible.

- **Automatización Rígida**

En este tipo de automatización la secuencia de las operaciones está preestablecida por la configuración de los equipos utilizados. Además, suele ser rentable en la producción de grandes series de productos iguales (productos con mayor demanda en el mercado).

Igualmente, en la automatización rígida, se opera con series altas o muy altas de piezas con valores de productividad y relativa inflexibilidad a cambios en el proceso de manufactura

- **Automatización flexible**

Esta automatización también es llamada como automatización programable, permite cambiar el producto fabricado mediante un cambio en las órdenes de control del sistema, sufriendo al mismo tiempo alteraciones mínimas o nulas en el sistema de fabricación en sí. Estos equipos que facilitan la automatización flexible, se adaptan a la fabricación de productos diferentes modificando la secuencia de operaciones mediante el cambio de un programa. (Barrientos et al., 2014)

3.2.4.4 La pirámide de la automatización

Es una representación gráfica de los distintos niveles de la automatización en una industria. Esta, pretende dar sentido a la complejidad envuelta en los procesos industriales, clasificando según distintos niveles a los dispositivos más característicos y los tiempos de respuesta aproximados que se manejan en cada nivel.

- **Nivel 1**

Es el nivel más bajo de la jerarquía en la automatización. Incluye todo lo implicado en el sensado de las variables del proceso, actuadores, y demás elementos hardware que forman a la máquina.

- **Nivel 2**

En este nivel intervienen las máquinas individuales que forman parte del proceso productivo. Si se realiza un enfoque desde el punto de vista de control, en este se encuentran los autómatas programables (PLCs), sistemas de control numérico de las máquinas, los robots industriales, entre otros. Todo lo antes mencionado se le conoce por el nombre de controladores de máquinas

- **Nivel 3**

Presentes están en este nivel, los sistemas de control de supervisión y adquisición de datos (SCADA), así como las interfaces hombre-máquina (HMI). En esta capa la supervisión de los datos del proceso se lleva a cabo a través de interfaces de usuario, para su posterior almacenamiento en las bases de datos.

- **Nivel 4**

Esta etapa, también es conocida como nivel de operación o de planificación y su función es la de monitorear el proceso de fabricación en una planta industrial, desde su estado en forma de materia prima hasta el producto terminado. Ahora bien, una de las ayudas que representa el existir de este nivel es que brinda a la gerencia información de lo que está ocurriendo en planta, facilitándole la toma de decisiones a la hora de ajustar pedidos de materia prima o planear envíos.

- **Nivel 5**

La cima de la pirámide es lo que se conoce como el nivel de gestión. En esta etapa se hace uso del Sistema de gestión integrado en las empresas también llamado como ERP (Enterprise Resource Planing) o planificación de recursos empresariales. En este punto es donde la dirección general de la empresa puede observar todo lo que está ocurriendo dentro de la industria, mezclando las tecnologías presentes en los niveles inferiores. Como consecuencia, la empresa será capaz de monitorear todos los niveles de negocio desde la fabricación, la logística de compra y venta, finanzas y nóminas, entre otros. (Ver figura 11).

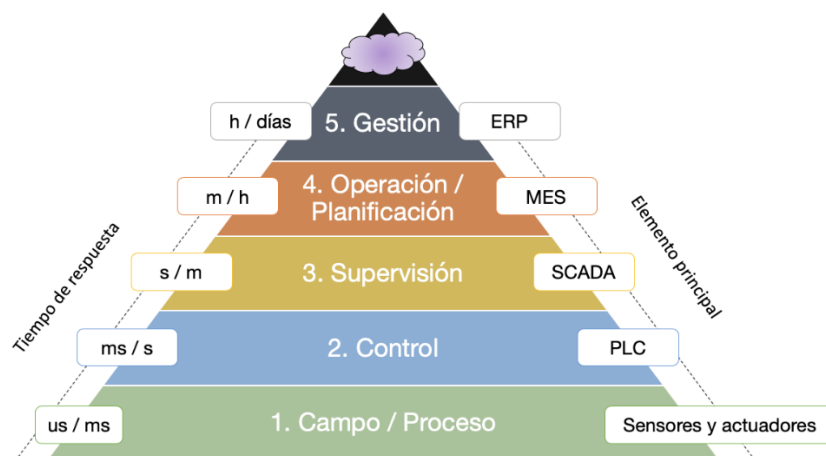


Figura 11. La pirámide de la automatización industrial

Fuente: https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/automatizacionindustrial.html#automatapl

3.2.5 Controlador Lógico Programable (PLC)

El controlador Lógico programable o autómatas programables, es una computadora “robusta” capaz de soportar ambientes abrasivos para la electrónica, capaz de procesar datos de cualquier tipo de máquina para el monitoreo de sus piezas, así como para la automatización de procesos industriales. (José R., 2019)

Para que un autómatas de este tipo pueda operar correctamente, debe ser programable a través de un software específico el cual dependerá de la marca y del programa que se requiera para los procesos a monitorear.

Una vez programado en algunos de los lenguajes que estos equipos admiten, a saber, Ladder o escalera, Diagrama de Bloques, Lista de instrucciones o Texto estructurado, el PLC se conecta de manera remota al conjunto de entradas y salidas requeridas, las cuales pueden ser el sensor, pulsador, pistón o pieza que se desee automatizar. (Ver Figura 12).



Figura 12. Controlador Lógico programable marca Siemens, modelo S7-300

Fuente: <https://masvoltaje.com/simatic-s7-300/1304-simatic-s7-300-cpu-313c-pu-compacta-con-mpi-24-ed-16-sd-4ea-2sa-1-pt100-4025515079095.html>

3.2.5.1. Tipos de PLC

Según sean las características, los PLC pueden clasificarse de la siguiente forma: Primero, se tienen a los PLC NANO, los cuales integran el CPU, la fuente de alimentación y sus entradas y salidas, que dicho sea de paso son limitadas el número de las mismas. Son comúnmente utilizados para la automatización y control de módulos especiales, así como también de secciones digitales de un proceso industrial

En segundo lugar, se encuentran los PLC COMPACTO, los cuales, en similitud con el nano, integra en un solo modulo todos sus componentes. Sin embargo, es tamaño superior y su uso es un poco más amplio en comparación con el modelo antes mencionado. Por último, están presentes los PLC modular, son los más utilizados en la industria, pues tienen la facultad de poderse configurar según sean los requerimientos de la industria o del proceso. La ventaja antes mencionada, se debe a su estructura de módulos separados, pudiendo armar el PLC según las necesidades del proceso.

3.2.5.2. Estructura de un PLC

Se puede dividir en diferente parte, las cuales pueden estar integradas o por módulos, entra las cuales se tienen:

- **Fuente de alimentación**

Es la encargada de brindar energía eléctrica al CPU, así como a las tarjetas del PLC

- **Unidad de Procesamiento Central (CPU)**

Es el cerebro o sistema inteligente del PLC, encargado de decodificar la programación del mismo, por lo que permite el funcionamiento de la computadora al realizar la interpretación de los códigos. En función de las señales de entrada, activa o desactiva las salidas deseadas, o simplemente guarda un estado lógico en la memoria.

- **Módulos de entradas / salidas**

Es la conexión interna entre el CPU y los mecanismos a controlar. Los módulos de entrada se encargan de la retroalimentación al PLC, a través de sensores, pulsadores, entre otros; con la finalidad de concretar el correcto funcionamiento del procesamiento de la información. Por otro lado, el módulo de salida es quien envía la respuesta, luego de la retroalimentación, directo a los actuadores para controlar el proceso.

- **Módulo de memorias**

En esta sección de la estructura del PLC es donde se almacena el software del equipo. La memoria puede ser de tipo RAM (volátil), ROM o PROM, entre otras. (Ver Figura 13)

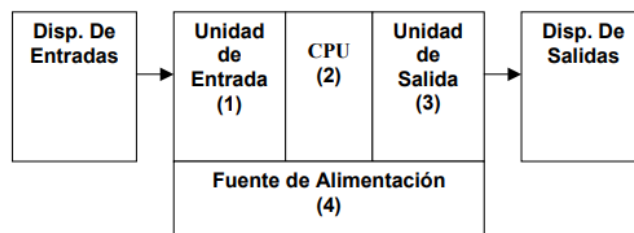


Figura 13. Estructura o arquitectura interna de los PLC

Fuente: http://bdigital.ula.ve/storage/pdftesis/pregrado/tde_arquivos/9/TDE-2006-09-15T11:58:12Z-197/Publico/Yimhen%20Garrido%20Parte%20II.pdf

3.2.6 Interfaz hombre – Máquina (HMI)

Tal como lo define Cetina (2016), las HMI son dispositivos que permiten la comunicación entre la máquina y el operador. Una de las principales ventajas es la visualización en tiempo real del estado del proceso y del estado de la máquina mientras

lo lleva a cabo, incluso puede plasmar en su panel de visión las variables del proceso deseadas. Este complemento para la automatización, como lo son las HMIs permiten ahorrar espacio y facilita la integración. (Ver Figura 14)

El uso de pantallas HMI abre un abanico muy grande en el diseño de este tipo de sistemas de interfaz. Pues este permite reflejar en pantalla cualquier información requerida y admitida, ya sea por botoneras o pantallas táctiles, y de esta forma variar parámetros o indicar valores de entrada al sistema.

Por otro lado, un sistema automatizado puede exigir programas complejos de ejecución, los cuales deben ser realizados por técnicos cualificados. No pese a la proposición antes mencionada, al realizar la implantación de una HMI, esta debe ser amigable y fácil de manejar para que el operador pueda interactuar con el sistema y poder controlarlo sin ningún problema.



Figura 14. Interfaz hombre – máquina marca Siemens
Fuente: Aralven S.A.

3.2.7 Sensores y Actuadores

Los sensores y actuadores son imprescindibles en el sistema industrial de control automatizado. De hecho, representan el nivel de campo de la pirámide de la automatización. Metafóricamente hablando, los sensores son los ojos del sistema, ya

que permiten “observar” lo que ocurre en el proceso y si ha de realizarse algún ajuste, entran las “manos” representadas por los actuadores.

3.2.7.1 Sensores

Es un dispositivo o un conjunto de dispositivos que convierte señales o energía de forma física en otra. Estos proporcionan una salida útil en respuesta a una condición física medida. En el caso de los sensores eléctricos la salida es una cantidad de tensión o corriente, en función de la medición. Estos valores eléctricos están normalizados de 0 a 10 V en caso de trabajar con tensión, y de 4 a 20 mA, si ha de trabajar con corriente. Esta última, es la más utilizada en el control de procesos puesto que presenta menos interferencia por ruidos externos.

Por otro lado, según sea la naturaleza de la magnitud a medir, existe una amplia variedad de transductores para aplicaciones industriales, a continuación, se muestra la tabla 2, que describe los tipos de sensores y su clasificación.

Tabla 2. Estructura general de un sensor basado en un fenómeno eléctrico o magnético

Magnitud detectada	Transductor	Salida
Presencia o proximidad de objetos	Inductivo	Todo – nada o analógico
	Capacitivo	Todo – nada o analógico
	Óptico	Todo – nada o analógico
	Ultrasónico	Todo – nada o analógico
Pequeños desplazamientos o deformaciones	Transformador diferencial	Analógico
	Galga extensométrica	Analógico
Posición lineal o angular	Codificadores ópticos incrementales o absolutos (<i>encoders</i>)	Digitales
	Potenciómetro	Analógico
	Sincro o resolver	Analógicos
Velocidad lineal o angular	Tacómetro	Analógico
	Codificadores ópticos incrementales o absolutos (<i>encoders</i>)	Digital
	Detector inductivo u óptico	Digitales
Temperatura	Bimetálico	Todo – nada
	Termocupla o termopar	Analógico
	Termorresistor (RTD). Ej. Resistor PT100	Analógico
	Termistores NTC o PTC	Analógico
	Sensor piroeléctrico (termómetros de radiación)	Analógico

Fuente: “PLC Automatización y Control Industrial”, Pablo A Daneri; Editorial Hispano America S.A. pág, 52

Cuando se realiza la medición o sensado, se pretende que la relación entre la entrada y la salida sea lo más lineal posible, que sea de respuesta instantánea e idéntica para todos los elementos de un mismo tipo, sin embargo, no lo será puesto que suele estar afectada por perturbaciones provenientes del entorno exterior, tiene un cierto retardo a la respuesta, entre otros.

Todos estos factores mencionados crean la necesidad de caracterizar las desviaciones que puede sufrir un sensor con respecto a un modelo ideal. Dichas características se agrupan en dos (02) grandes bloques:

- Características Estáticas: Describen la actuación del sensor en régimen permanente.
- Características Dinámicas: Describen la actuación del sensor en régimen transitorio.

En la tabla 3 que se presenta a continuación, se plasman las características que varían con las condiciones ambientales

Tabla 3. Características estáticas y dinámicas de los transductores

Condiciones Generales		
Estáticas	Campo de medida	Rango entre los valores máximo y el mínimo detectables por un sensor
	Resolución	Capacidad para discernir entre valores próximos de la variable de entrada
	Precisión	Máxima desviación entre la salida real y el valor teórico de dicha salida (según el modelo ideal) en idénticas condiciones del entorno
	Repetitibilidad	Máxima desviación entre valores de salida obtenidos al medir varias veces un mismo valor de entrada, utilizando el mismo sensor y en idénticas condiciones ambientales
	Linealidad	Máxima desviación entre la respuesta real y la respuesta puramente lineal, referida al fondo de escala
	Sensibilidad	Variación de la salida producida por una determinada variación de entrada (Sensibilidad = $\Delta S/\Delta E$). En transductores lineales esta relación es constante en todo el campo de medida
	Ruido	Perturbación aleatoria que produce una desviación de la salida con respecto al valor teórico
	Histéresis	Se dice que un transductor presenta histéresis cuando, a igualdad de la magnitud de entrada, la salida depende de si dicha entrada se alcanzó con aumentos en sentido creciente o en sentido decreciente
Dinámicas	Velocidad de respuesta	Capacidad para que la señal de salida siga sin retraso las variaciones de la señal de entrada. Se cuantifica mediante las constantes de tiempo Td, Tr, Ts, τ , etc.

Fuente: “PLC Automatización y Control Industrial”, Pablo A Daneri; Editorial Hispano America S.A. pág, 54

3.2.7.2 Actuadores

Tal como alega Vildósola (SF). Un actuador es un dispositivo generalmente mecánico cuya función es proporcionar fuerza, mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. Esta fuerza que aplica el actuador puede provenir de tres (03) tipos de fuentes: Presión neumática, presión hidráulica, y fuerza motriz eléctrica.

- **Actuadores eléctricos**

Entre este tipo de actuadores encontramos a los relés, el cual es un dispositivo electromagnético que consta de un interruptor automático que es controlado por un circuito eléctrico, en el que, por medio de un electroimán, se actúa sobre uno o varios contactos. Similar a estos últimos, pero difiriendo en su aplicación, se encuentran los contactores, los cuales establecen o interrumpen el paso de corriente.

Por otra parte, otro actuador eléctrico común en la industria, son los motores eléctricos, los cuales se encargan de convertir la energía eléctrica en energía mecánica para poder ejecutar un trabajo por medio de acción de campos magnéticos variables. (Ver Figura 15).



Figura 15. Actuador Eléctrico (Motor eléctrico)

Fuente: https://es.made-in-china.com/co_kaiyuan-crane/product_Hot-Sale-Three-Phase-Electric-Motor-for-Cranes_eyogoniuy.html

- **Actuadores Neumáticos**

Este tipo de actuadores permite transportar y almacenar fácilmente la potencia mecánica, no necesita un circuito de retorno ya que la salida puede expulsarse al aire directamente. Además, es limpio y no contamina, no es muy sensible a la temperatura

y es antideflagrante. El hecho de que el fluido sea compresible, limita la calidad de los movimientos realizables

Entre los actuadores neumáticos encontramos a los cilindros neumáticos, los cuales gracias a la presión ejercida por el aire es capaz de mover el émbolo y el retroceso. Así mismo, dentro de esta categoría se encuentran las válvulas de distribución, las cuales se encargan de dirigir el aire hacia diferentes conductores en función de una o varias señales de mando; dichas señales pueden ser mecánicas, eléctricas o neumáticas, entre otras. (Ver Figura 16).



Figura 16. Electrovalvula marca Festo.

Fuente: https://www.festo.com/mx/es/p/electrovalvula-id_CPE/

- **Actuadores Hidráulicos**

Estos actuadores tienen un principio de funcionamiento similar a los actuadores neumático. Trabajan a partir de la compresión de un fluido, que en este caso es líquido. Este tipo de actuador se emplea cuando se requiere de una potencia elevada, por ello ha de apreciarse maquinaria pesada, como las excavadoras, funcionando con sistemas hidráulicos, lo que implica evidentemente el uso de este tipo de actuadores. Por otro lado, ha de resaltarse la realidad de que estos actuadores requieren de instalaciones complejas para que funcione correctamente, así como de mantenimiento periódico para prevenir fugas. Adicionalmente necesitan de un circuito de retorno, caso contrario a los sistemas neumáticos.

3.3 Bases Legales

Según expresa Carrero, E. (2019) las bases legales son leyes del país de residencia del investigador, que sustentan legalmente hablando, el desarrollo del proyecto, aunado a esto resalta que las bases legales, son leyes, reglamentos y normas necesarias en algunas investigaciones para su correcto desarrollo y ejecución.

En primer lugar, conforme al artículo 110 de la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, se establece: “El Estado reconocerá el interés público de la ciencia, la tecnología, el conocimiento, la innovación y sus aplicaciones y los servicios de información necesarios por ser instrumentos fundamentales para el desarrollo económico, social y político del país, así como para la seguridad y soberanía nacional. Para el fomento y desarrollo de esas actividades, el Estado destinará recursos suficientes y creará el sistema nacional de ciencia y tecnología de acuerdo con la ley. El sector privado deberá aportar recursos para las mismos. El Estado garantizará el cumplimiento de los principios éticos y legales que deben regir las actividades de investigación científica, humanística y tecnológica. La ley determinará los modos y medios para dar cumplimiento a esta garantía.”

Por otro lado, al diseñar proyectos donde estén envueltos equipos electrónicos, ha de asegurarse la confiabilidad de los mismos, y de sus componentes; de ahí que la norma 0601:1972 de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), actual FONDONORMA, establezca dentro de sus líneas algunos conceptos pertinentes a la confiabilidad de equipos electrónicos y de sus componentes. Esto facilita a quienes desarrollan proyectos con estos equipos, a tener presentes todos los factores que pueden incidir en la vida útil de tal obra de diseño.

También, en consonancia con lo antes mencionado la norma 2731:1990 de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), actual FONDONORMA, establece cuales son los requisitos mínimos que debe cumplir los fusibles de baja tensión. Con la intención de brindar protección al conexionado eléctrico de potencia de los equipos, conviene prestarle la debida atención a tal normativa.

Por último, la norma 2267:2001 de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), actual FONDONORMA, estipula dentro de sus líneas el uso de guardas para proteger tanto al operador, como a las instalaciones de incendios provocados por chispas emanadas por la acción de soldar. No obstante, aunque el proceso de soldadura que se lleva a cabo dentro de la presente investigación, no emite chispa alguna que pueda generar incendios, si hay un riesgo presente que consiste en el atrapamiento de miembros del cuerpo (manos, dedos, entre otros), por lo que resulta oportuno el uso de dichas guardas a fin evitar posibles accidentes de este tipo.

3.4 Definición de términos básicos

Para Arias (2006) la definición de términos básicos consiste en dar un significado preciso y congruentes a los conceptos principales, expresiones o variables, involucradas en el problema y en los objetivos formulados, facilitando al lector una amplia comprensión del material.

Autómata: Máquina programable capaz de realizar determinadas operaciones de manera autónoma, y sustituir al ser humanos en algunas tareas, especialmente las que son repetitivas y pesadas.

LOGO: Es un módulo Lógico Inteligente que facilita la aplicación de sistemas de control de varias salidas mediante la programación de varias entradas. Su fabricante es la empresa alemana llamada Siemens.

Antropomórfico: objeto cuya forma se asemeja a la de la apariencia humana.

Trefilar: Es el proceso de transformación de un metal a un hilo o alambre pasándolo por la hilera, resultado de la disminución del diámetro del mismo, logrado gracias a un juego de dados de forma canónica por el cual atraviesa el metal. El proceso, aunque es mecánico en el momento inicial, debe poseer un proceso adicional de recocido, logrado gracias a la aplicación de un corto eléctrico sobre el alambre para que llegue a la temperatura ideal donde logre recuperar sus propiedades

Plantas industriales: Son las instalaciones donde se llevan a cabo los distintos productos que fabrica una empresa. Generalmente, están constituidas por una

edificación donde se localizan los espacios acondicionados y distribuidos en ellos, la maquinaria según el funcionamiento o labor que desempeñan.

Operador: Son las personas encargadas de la monitorización de todas las etapas del proceso productivo. Entre las tareas que estos desempeñan incluyen las propias del funcionamiento y control de los aparatos, equipos o instalaciones para el proceso de manufactura de la industria.

Línea de producción: Es el conjunto de operaciones instaladas en una fábrica, las cuales están organizadas secuencialmente. En dichas líneas de producción es donde se suelen ensamblar componentes, o en donde someten la materia prima a un proceso de transformación para obtener un producto final

Interfaz: es un término comúnmente utilizado en el área de la informática y la electrónica para denotar a un sistema, programa, dispositivo o componente que facilite la comunicación en distintos niveles y así establecer un intercambio de información

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

Tal como ha de definir Arias (2006), el marco metodológico es un “Conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas” (p. 16). Este método basa sus raíces en la formulación de hipótesis, que posteriormente serán confirmadas o descartadas por medios de investigaciones relacionadas al problema

Dicho de otra manera, el marco metodológico son la agrupación de acciones que permitirán describir y analizar a fondo el problema planteado, esto mediante la aplicación de procedimientos específicos entre los cuales están las técnicas de observación y recolección de datos, para así determinar el “como” se realizará el estudio.

4.1 Tipo de la investigación

El tipo de investigación remite al modelo de estudio que se va a realizar, orientando al mismo tiempo, a todo lo que concierne con la finalidad general del estudio y sobre la manera en que plantea recolectar las informaciones o datos necesarios. En este orden de ideas, el Manual de Trabajos de Grado de Especialización y maestría y Tesis Doctorales de la UPEL (2006) define el proyecto factible como un estudio “que consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales” (p.13). Esta propuesta a la cual se hace referencia, son todos aquellos programas, tecnologías, métodos o procesos, que sólo tienen sentido en el ámbito de sus necesidades.

De igual manera, Dubs, R (2002) deduce que el proyecto factible está orientado a resolver un problema planteado o a satisfacer las necesidades en una institución. De las definiciones anteriores se llega a la conclusión que, un proyecto factible consiste en un

conjunto de actividades vinculadas entre sí, cuya ejecución permitirá el logro de objetivos previamente definidos en atención a las necesidades que pueda tener una institución o un grupo social en un momento determinado. Es decir, la finalidad del proyecto factible radica en el diseño de una propuesta de acción dirigida a resolver un problema o necesidad previamente detectada en el medio.

Mencionado esto, es importante resaltar que la propuesta a desarrollarse se enmarca dentro del esquema del Proyecto Factible, puesto que se pretende, reactivar y automatizar la máquina soldadora al frío, y de esta forma brindar solución al problema objeto de estudio.

4.2 Diseño de la Investigación

Según lo que plantea Arismendi (2013), el diseño de investigación se refiere a la estrategia seleccionada por el investigador para responder al problema, dificultad o inconveniente planteado en el estudio. Para fines didácticos, se clasifican en diseño de investigación documental y diseño de investigación de campo

Siendo este el caso, tal como afirma Rivero (2009) la investigación de campo es el conjunto de acciones encaminadas a obtener en forma directa datos de las fuentes primarias de información, es decir, de las personas y en el lugar y tiempo en que se suscita el conjunto de hechos o acontecimientos de interés para la investigación.

Tomando en cuenta lo antes mencionado, la investigación que pretende llevar a cabo, se enmarca dentro de esta categoría, puesto que se analizará y atenderá la problemática directamente desde el lugar de origen, y al mismo tiempo, la recolección de datos se ejecutará de manera directa.

4.3. Nivel de la Investigación

Tal como lo expresa Morles (1994) el nivel de la investigación es todo lo competente al grado de profundidad con que se pretenda abordar un objeto, fenómeno, o problema en cuestión. Es en este punto del desarrollo del proyecto de investigación donde se seleccionará si se trata de una investigación exploratoria, descriptiva o explicativa.

Sobre la base de lo antes mencionado, la presente investigación se encuentra establecida dentro de los parámetros conceptuales de una investigación de nivel

descriptivo, ya que tal como lo confirma Tamayo (2004), se pretende utilizar el método de análisis, para caracterizar la problemática a solventar, así como combinar ciertos criterios de clasificación para ordenar, agrupar o sistematizar los objetos involucrados en el trabajo indagatorio.

Ahora bien, dicho análisis, caracterización de la problemática y sistematización de la misma, se dejan establecidos en los objetivos del proyecto al diagnosticar las condiciones de operación y características de la máquina Soldadora Babcock de la empresa Aralven S.A.

4.4 Población y Muestra

4.4.1 Población

Según Tamayo (2004) la población es la totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina la población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a una investigación. Dicho de otra manera, es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen características peculiares, observables y comunes en un lugar y en un momento determinado, donde se desarrollará la investigación. En este particular, la población está representada por los tipos de automatización existentes en la industria.

4.4.2 Muestra

La muestra es la que puede determinar la problemática ya que es capaz de generar los datos con los cuales se identifican las fallas dentro del proceso. Además, tal como afirma Tamayo (2004), la muestra es el grupo de personas u objeto que se adquieren o toman de la población, para así posteriormente estudiar un fenómeno estadístico. Por lo tanto, la muestra del presente proyecto está conformada por los dispositivos encontrados dentro de la automatización programable, en específico los nano controladores lógicos programables (NANO PLC).

4.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

4.5.1 Técnicas de Recolección de datos

Tal como lo define Maradiaga (SF), las técnicas de recolección de datos son un conjunto de procedimientos y reglas preestablecidas, las cuales facilitan a quien lleva a cabo la investigación, establecer la relación sujeto o problemática en cuestión. Gracias a tales técnicas, se alcanza una visión amplia de la problemática a solventar y se permite la evaluación de los resultados. En lo concerniente al proyecto en desarrollo, se encuentran:

- Observación directa

Sanjuán (2011) alega que la observación directa “Es cuando el investigador se pone en contacto personalmente con el hecho o fenómeno que trata de investigar” (p. 8). En consonancia con lo antes expresado, para el desarrollo de la actual propuesta de investigación se pretende entrar en contacto con la máquina soldadora, para la determinación de entradas y salidas de señales de la misma, así como su funcionamiento y partes.

- Registro fotográfico

“La creación fotográfica de grupo o sujetos es una vía privilegiada para conocer y abordar sus ideas, concepciones, modos de ver representaciones” (Augustowsky, 2017) Es decir, el registro fotográfico permite denotar, más allá de los avances del proceso, aspectos que a simple vista pasan desapercibidos, inmiscuyendo aún más tanto al investigador como a la muestra involucrada, en la metodología de la investigación. Por las razones antes descritas, se pretende usar esta herramienta para la recolección de datos.

4.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Tal como lo indica Sabino (2004) Un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. De este modo el instrumento sintetiza en sí toda la labor previa de la investigación, resume los aportes del marco teórico al

seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto, a las variables o conceptos utilizados. Al mismo tiempo para Arias, F. (2006), los instrumentos de investigación "son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información." (p. 25). Análogamente, Servirán de utilidad para la presente propuesta, los siguientes instrumentos de recolección de datos:

- Lista de cotejo

Esta lista también es conocida como lista de control o verificación, y tal como plantea la Universitat Pompeu Fabra Barcelona (2008) "es un instrumento de evaluación en que se detallan los criterios que seguir para lograr resolver con eficacia una determinada actividad de aprendizaje y los indicadores que permiten observar con claridad que esos criterios se han cumplido." En consonancia con lo antes citado, se pretende elaborar una lista de cotejo en el transcurso del desarrollo de la propuesta a fin de plasmar el avance obtenido hasta la fecha.

- Fichas Técnicas

Hurtado (2005) define a la ficha técnica como "un documento en forma de sumario que contiene la descripción de las características de un objeto, material, proceso o programa de manera detallada." Siendo este el caso, este instrumento de recolección de datos resulta de gran utilidad puesto que permite conocer las características de los elementos a implementarse en el desarrollo de la presente propuesta.

4.6 Técnicas de análisis de resultados

"El análisis consiste en separar los elementos básicos de la información y examinarlos con el propósito de responder a las distintas cuestiones planteadas en la investigación. La interpretación es el proceso mental mediante el cual se trata de encontrar un significado más amplio de la información empírica recabada." (Figuerola, 2016). Dentro de las que conciernen a la presente propuesta, se encuentran:

- Juicio de expertos

El juicio de expertos es un método de validación el cual permite verificar la fiabilidad de una investigación o proyecto, el cual se define como "una opinión informada de personas con trayectoria en el tema, que son reconocidos por otro como

expertos cualificados en este y que pueden dar información, evidencia y valoraciones” (Escobar, Martínez 2008). En vista de lo antes expresado, los resultados obtenidos serán validados por conocedores del área, así se logrará conseguir fidelidad en los resultados obtenidos.

4.7 Fases metodológicas

A fin de dar cumplimiento a los objetivos establecidos, se requiere llevar a cabo una serie de pasos o fases previas. Estas fases son plasmadas, con la finalidad de obtener una visión amplia y realística del caso de estudio para finalmente definir el diseño de la propuesta.

Fase I: Diagnosticar las condiciones de operación y características de la máquina Soldadora Babcock de la empresa Aralven S.A.

Esta fase al ser la primera, consistirá en la recopilación de información referente a la máquina soldadora. Entre tal información se encuentra, el ambiente del lugar de operación, principio de funcionamiento de la máquina, condiciones actuales y tiempo en desuso, entre otros. Todo esto se llevará a cabo haciendo uso de las técnicas y herramientas de recolección de datos pertinentes, las cuales serán aplicadas a la máquina soldadora.

Fase II: Enumeración de las entradas y salidas de señales presentes en la Soldadora Babcock, para su posterior conexión en el circuito de control.

Una vez realizado el diagnóstico previo, se pretende realizar una transición en el avance de la propuesta. En esta fase, se busca familiarizarse con el sistema de control de la máquina, siendo una de los principales puntos de interés, pues es allí donde se aloja la raíz del problema en cuestión. La enumeración de entradas y salidas, es de suma importancia pues es lo que permitirá el poder avanzar a la siguiente fase.

Fase III: Seleccionar el dispositivo de control que reemplazará la tarjeta electrónica de control manual actualmente instalada.

Ya enumeradas las entradas y salidas del sistema de control de la máquina soldadora, se procede a diseñar el sistema de control, seleccionando el dispositivo que mejor se adapte al espacio de la máquina y cumpla con las necesidades de la misma.

Además, tal equipo seleccionado deberá ser capaz de soportar el ambiente de trabajo, el cual podrá estar sujeto a humedad, polvo, entre otros.

Fase IV: Desarrollar el programa que servirá como fuente de instrucciones para la tarea de soldadura de la máquina.

Ya seleccionado el dispositivo de control, se procederá a realizar la programación del mismo, para ello se dispondrá el software capaz de realizar tal labor, y en conjunto, la aplicación de los conocimientos del investigador. Por otro lado, tal programa, será elaborado originalmente en el lenguaje de alto nivel tipo Diagrama de Bloques.

Fase V: Determinar la factibilidad técnica, económica, ambiental, social y operativa de la propuesta de automatización de la máquina Soldadora.

Una vez realizado todo el trabajo envuelto en la solución del problema, se estudiarán las ventajas y aportes a la producción, la implicación de este nuevo sistema, así como también la relación costo-ganancia del mismo. En base a los resultados obtenidos, se emitirán las conclusiones y recomendaciones pertinentes.

CAPITULO V

RESULTADOS

5.1 Fase I. Diagnosticar las condiciones de operación y características de la máquina Soldadora Babcock de la empresa Aralven S.A.

En el desarrollo de esta fase se llevaron a cabo las observaciones directas de la máquina soldadora para denotar el estado actual en el cual se encuentra, así como su condición de operación por la cual se regía antes de entrar en desuso. A fin de cumplir tales cometidos, se consultaron los planos de la máquina y se realizó el diagrama de flujo para comprender a plenitud el ciclo de funcionamiento de la misma, siendo de gran utilidad el registro fotográfico de la máquina y la lista de chequeo para la recolección de datos.

5.1.1 Descripción del área de trabajo de la máquina soldadora, previo al término de su puesta en servicio.

Antes de realizar un proyecto de ingeniería, es de suma importancia recopilar la información necesaria del ambiente en el cual se desarrollará dicho trabajo. En tal sentido, La máquina soldadora se encontraría ubicada en el área de trefilación principal (Ver figura 19.) donde se encuentran la Robertson I y la Robertson II, trefiladoras de aluminio y de cobre respectivamente. La máquina de soldar alambres se encontraría entre las trefiladoras y al principio de la línea de proceso en sentido Este – Oeste.

Asimismo, el ambiente de la línea de trefilación principal se caracteriza por ser ligeramente húmeda debido a los sistemas de lubricación de las Robertson I y II en el proceso de trefilación (Reducción de diámetro del alambres, a través de hileras). Finalmente, el suelo de la zona, suele estar aceitoso debido al aceite usado por las cajas de transmisión, aunando también la grasa utilizada por el monobloque (Usado para reducir diámetro del alambres).

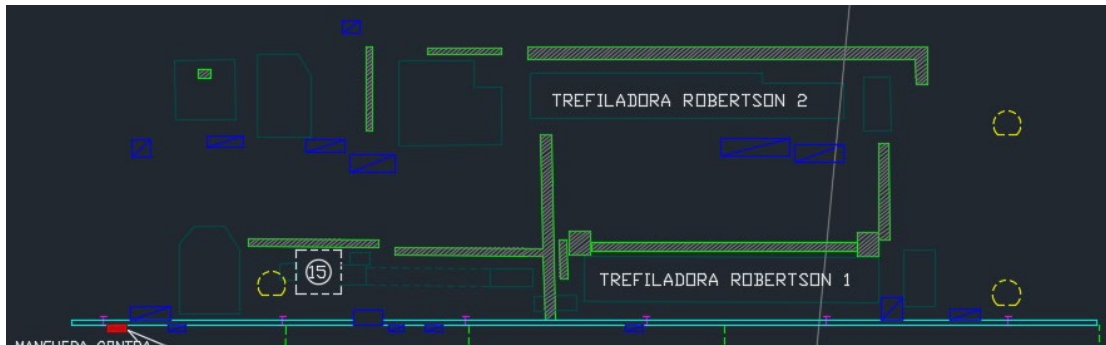


Figura 19. Vista de planta del área de trefilación Principal

Fuente: Aralven S.A.

5.1.2 Descripción física de la máquina soldadora a presión en frío Babcock.

Tal descripción, permitirá conocer a fondo, las partes y funcionamiento de la máquina, lo que facilitará más adelante la selección de componentes y equipos, necesarios para realizar la automatización de la soldadora, adecuándose al mismo tiempo al medio donde realizará su trabajo.

En primer lugar, se tiene que tener presente las dimensiones de la máquina; la misma posee un metro con cuarenta y tres centímetros de alto (1.43 m), sesenta y cinco centímetros de ancho (0.65 m) y un metro con tres centímetros de profundidad (1.03 m). Siendo este el caso, se podría decir que se trata de una máquina relativamente pequeña pero que cuya función no deja de ser importante en el proceso de manufactura de la empresa (Ver figura 20).



Figura 20. Máquina Soldadora a Presión en frío Babcock

Fuente: El Autor (2022).

En cuanto al funcionamiento del sistema eléctrico, según las especificaciones del fabricante, la máquina puede ser conectada a doscientos veinte voltios trifásicos (220 V), trescientos ochenta voltios trifásicos (380 V) y cuatrocientos quince voltios trifásicos (415 V), soportando una corriente de máximo veinticuatro amperes (24 A), dieciséis amperes (16 A) y catorce amperes (14 A) respectivamente. Todo lo antes mencionado lo realiza a través de un conductor cuyo tamaño es de cuatro milímetros cuadrados (4 mm^2). Ahora bien, para que la máquina pueda ser encendida por el operador debe accionarse un interruptor (Ver figura 21) que solo se activará si la compuerta del sistema eléctrico de la máquina está cerrada.

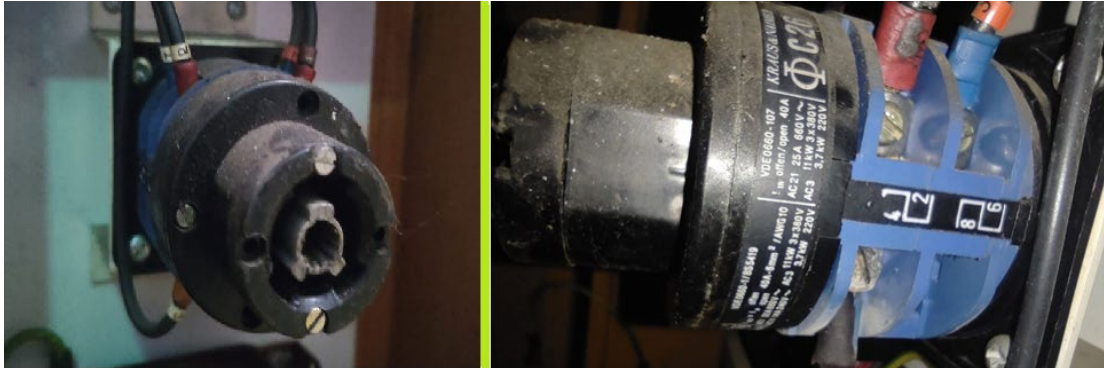


Figura 21. Interruptor Kraus & Naimer modelo VDE 0660-1/BS5419 C26

Fuente: El Autor (2022).

Por otro lado, si se observa dentro de la compuerta del sistema eléctrico, lo primero que se percibe es el transformador (Ver figura 22) que sirve de alimentación al sistema de control electrónico. Dicho transformador tiene una potencia de 250 VA y de tensión de entrada es capaz de manejar los distintos voltajes de trabajo con los que puede funcionar la máquina y que fueron mencionados anteriormente, claro está que para que esto sea así debe colocarse manualmente los cables en los pines correspondientes al voltaje con el cual funcionará la soldadora.



Figura 22. Transformador de 250VA.

Fuente: El Autor (2022).

Una vez alimentado el transformador, la salida del mismo, va a una regleta (Ver figura 23) donde se encuentran conectados distintos cables presentes en la máquina, tanto del sistema hidráulico, como del sistema de control electrónico. El cableado, es realizado a través de canaletas de plástico, que permiten disfrazar la numerosa cantidad de cable y así mantener organizado el tablero.

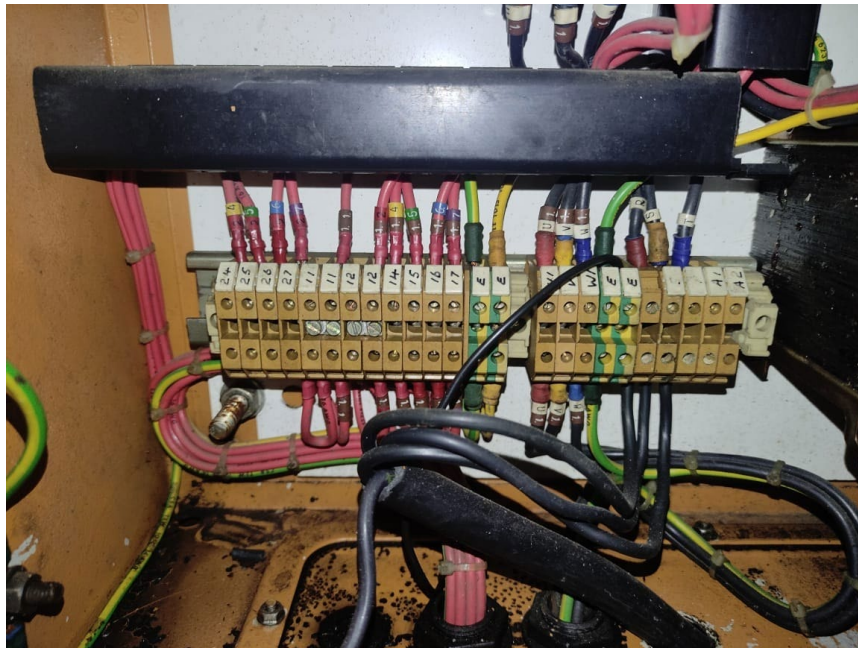


Figura 23. Regleta para conexión de cables y canaletas para cableado.
Fuente: El Autor (2022).

Asimismo, a fin de proteger todos los componentes de los sistemas involucrados en el funcionamiento de la máquina de sobrecargas y cortocircuitos, en el tablero se puede apreciar los distintos fusibles protectores, los mismos, son de dieciséis amperes (16 A) , quinientos voltios (500 V) y seis (6 A) quinientos voltios (500 V) tal como se puede apreciar en la figura 24.



Figura 24. Fusibles de Protección de sobrecargas y cortocircuitos.

Fuente: El Autor (2022).

Por su parte, todo el sistema eléctrico que se ha descrito, queda plasmado perfectamente en el diagrama del sistema eléctrico que se muestra en la figura 25, el cual denota los componentes presentes y sus conexiones entre sí. Claramente en dicha figura, se evidencia como la máquina es alimentada con una tensión de doscientos veinte voltios (220 V) trifásicos que van directo al selector, donde una vez que es accionado, son energizadas las entradas del contactor, no sin antes atravesar los fusibles de dieciséis amperes (16 A) que protegen al mismo y por ende a la bomba hidráulica, de una sobretensión o cortocircuito; e indudablemente que para brindar aún más protección a dicha máquina giratoria, se incorpora al circuito un relé térmico.

Sin embargo, también es importante recalcar que justo en los terminales de entrada de los fusibles de la bomba, se hace una conexión en paralelo de otros cuatro (04) fusibles de seis amperes (6 A), de los cuales dos (02) de ellos protegerán a la entrada del transformador y el resto se encuentra en la salida, así se asegura de que la tarjeta electrónica, a la cual va conectada, no sufra daños por sobrecarga.

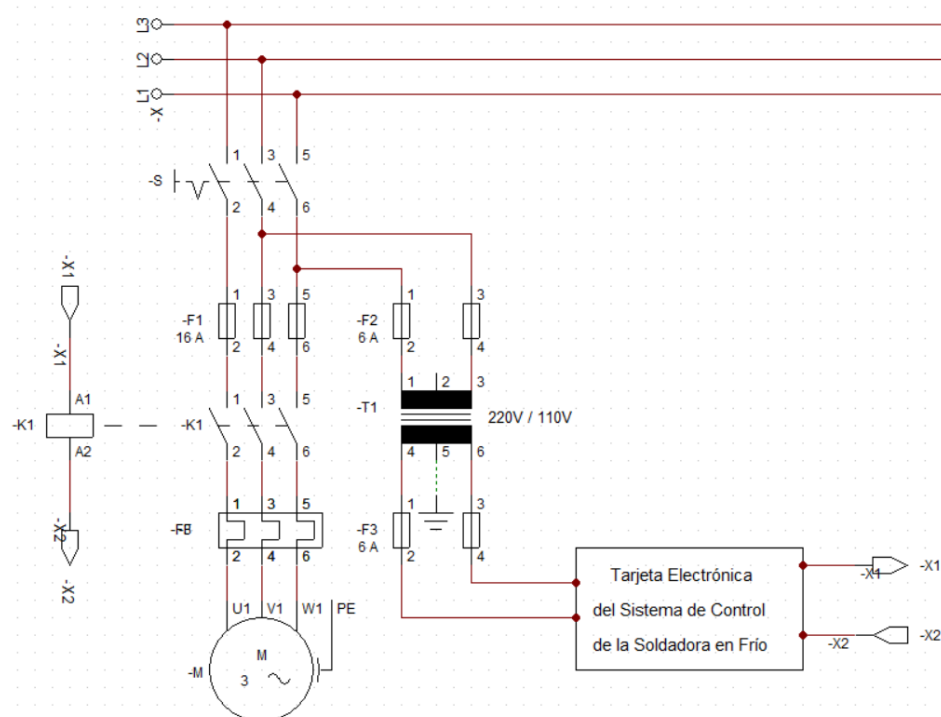


Figura 25. Circuito Eléctrico de la máquina soldadora a presión en Frío
Fuente: El Autor (2022).

En otro orden de ideas, en lo que concierne al sistema hidráulico, el corazón del mismo se encuentra en la parte más amplia de la máquina, pues allí radica el tanque de almacenamiento del aceite hidráulico, los cilindros actuadores, las mangueras hidráulicas, así como el motor-bomba que mueve el aceite a través de la máquina (Ver figura 26). El tanque tiene la capacidad de almacenar los veintitrés litros (23 L) de aceite que usa la máquina, dicho aceite, según las recomendaciones del fabricante puede ser Shell Tellus 37, BP Energol 100 o equivalentes, como por ejemplo el DTE 24 o el Rando HD 32; lo importante es que el aceite posea una viscosidad ISO de 32 cSt (centistoke).



Figura 26. Tanque de almacenamiento de aceite y bomba hidráulica
Fuente: El Autor (2022).

Seguidamente, en lo referente a la bomba hidráulica, es del fabricante ASEA y puede ser alimentada con una tensión trifásica de trescientos ochenta voltios (380 V) con conexión en “Y” y doscientos veinte voltios (220 V) con conexión en triángulo, tolerando valores máximos de voltaje de cuatrocientos veinte voltios (420 V) y doscientos cuarenta voltios (240 V) respectivamente, a cincuenta o sesenta hercios (50/60 Hz). El motor-bomba, tiene una potencia máxima de mil quinientos vatios (1500 W) y es capaz de trabajar a una velocidad nominal de mil cuatrocientas veinte revoluciones por minuto (1420 r/min). Además, el factor de potencia de la misma es de cero con setenta y nueve (0.79). En la actualidad, la bomba posee una configuración en su bornera de conexión en triángulo, pues la misma está siendo alimentada con doscientos veinte voltios (220 V) trifásicos (Ver figura 27).



Figura 27. Placa de datos de la bomba hidráulica y conexión en bornera
Fuente: El Autor (2022).

Ahora bien, es importante denotar que esta máquina giratoria, es accionada a través de un contactor marca Telemecanique cuyas características eléctricas se reflejan en la figura 28. Cabe mencionar que la bobina de dicho contactor, en las condiciones actuales de operación, es energizada a través del panel de mando, es decir que la señal eléctrica que hará este trabajo, parte directamente de la tarjeta electrónica a través de un pulsador que el operador deberá accionar.

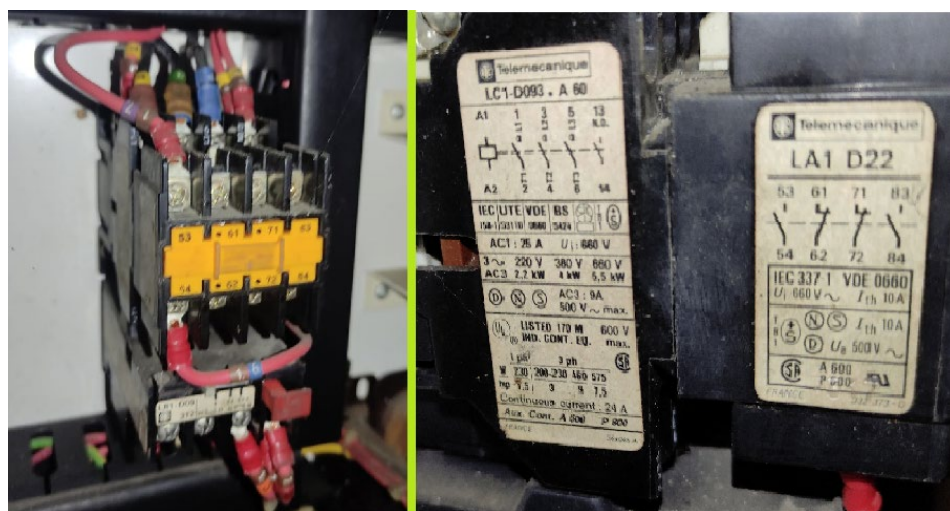


Figura 28. Contactor y relé térmico de la bomba hidráulica.
Fuente: El Autor (2022).

Adicionalmente ha de mencionarse que, tras encenderse la bomba hidráulica, esta impulsará el aceite a través de mangueras dispuestas para este fin. De ellas, el fabricante no dio detalles algunos, y físicamente no se aprecia el nombre del fabricante de las mismas puesto que por la cantidad de años en uso, presenta desgaste en la impresión, sin embargo, lo que sí se sabe es que las mismas deben poder tolerar presiones de hasta dos mil libras por pulgada cuadradas (2000 psi), pues es la presión máxima a la cual funciona la máquina soldadora en frío. También, es crucial tener presente que tales mangueras hidráulicas, están conectadas a las entradas y salidas correspondientes de un conjunto de electroválvulas (Ver figura 29) y a actuadores hidráulicos, que permiten o restringe el paso del fluido y mueven el mecanismo, según se lo indique el sistema de control.



Figura 29. Electroválvulas del sistema hidráulico

Fuente: El Autor (2022).

Por otro lado, en cuanto a las características de las electroválvulas, tal como se aprecia en la figura 29, en el caso del modelo cuyo número de parte es 3103 BM 110-50, es un componente que posee cuatro (04) vías y dos (02) posiciones, la cual es accionada a través de la energización de su respectiva bobina, aunque también se puede realizar manualmente al pulsar el resorte interno del mismo; de este modelo, la máquina utiliza dos (02) electroválvulas. Seguidamente, el modelo 3103 DA 110-50, se caracteriza por tener cuatro (04) vías y tres (03) posiciones, las cuales son seleccionadas según se energice la bobina correspondiente, puesto que este tipo de electroválvula posee doble bobina; de este último modelo la máquina solo utiliza un ejemplar.

Con referencia a lo anterior, el fabricante de la máquina proporcionó el plano del sistema hidráulico (Ver figura 30) y en el mismo, se puede apreciar las conexiones que van desde el tanque de almacenamiento de aceite hidráulico hasta las electroválvulas y actuadores de simple y doble efecto, incluso es importante resaltar la protección del sistema a través de válvulas de alivio, las cuales liberan presión de aceite cuando la misma es excedida.

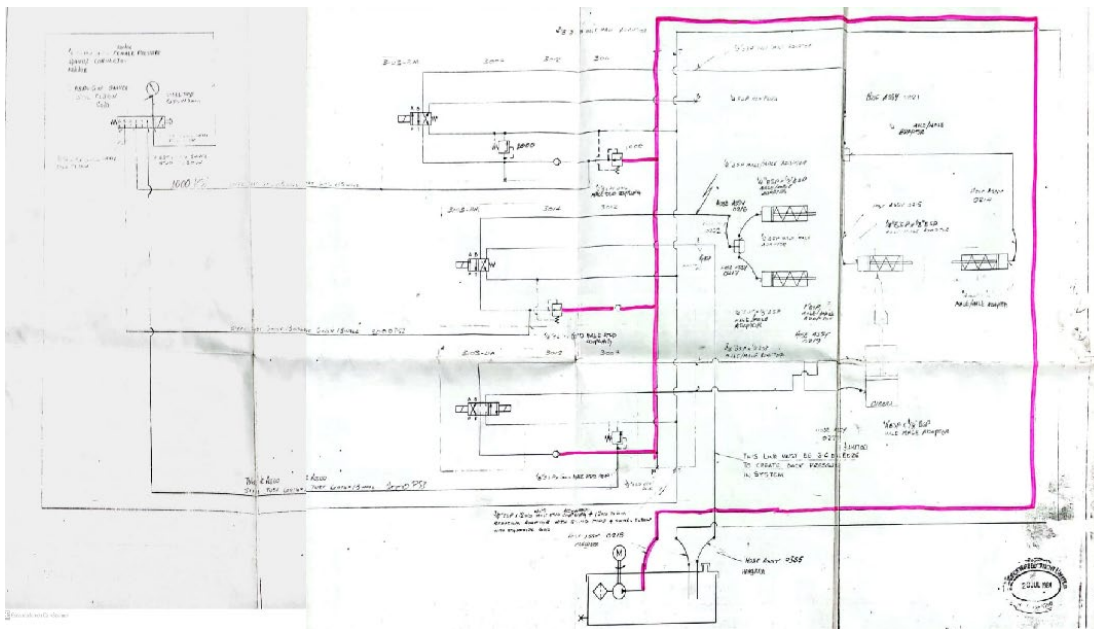


Figura 30. Plano del sistema Hidráulico de la Máquina Soldadora en frío.
Fuente: El Autor (2022).

Pues bien, pese a que la máquina cuenta con el sistema de protección contra sobrepresiones, a fin de monitorear la presión presente se cuenta con un manómetro analógico marca FTB y de un rango máximo tolerable de presión de tres mil quinientas libras por pulgada cuadrada (3500 psi) y una resolución de cincuenta libras por pulgadas cuadradas (50 psi). Dicho manómetro, trabaja en conjunto con la perilla de regulación de presión del sistema hidráulico (Ver figura 31), la misma permite ajustar la presión según se necesite de acuerdo al diámetro del material a soldar.

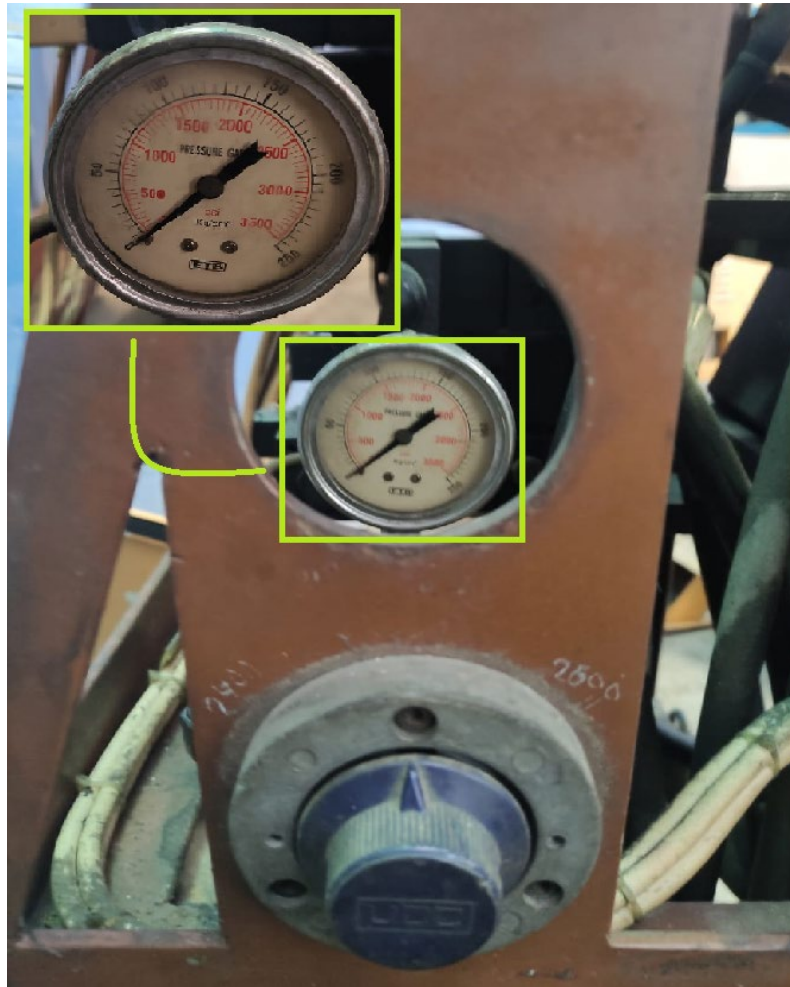


Figura .31. Manómetro y regulador de presión

Fuente: El Autor (2022).

Como se ha de apreciar, este tipo de soldadura es llevado a cabo por presión, lo que implica el desplazamiento de elementos mecánicos dispuestos para este fin, sin embargo, como toda pieza metálica, para que roce sin complicación alguna con otro objeto de igual material, es necesario el uso de lubricación, y en el caso de la soldadora en frío no es la excepción. En este propósito, el fabricante de la máquina soldadora, recomienda el uso de una grasa a base de bisulfuro de Molibdeno por sus aditivos de extrema presión, y que le confieren una buena protección anticorrosiva, antiherrumbre y antioxidante. Ahora bien, la máquina dispone de cuatro orificios (Ver figura 32), que

con el uso de una grasera la soldadora puede ser lubricada, pues dichos orificios se comunican con el sistema mecánico de la máquina a través de mangueras.

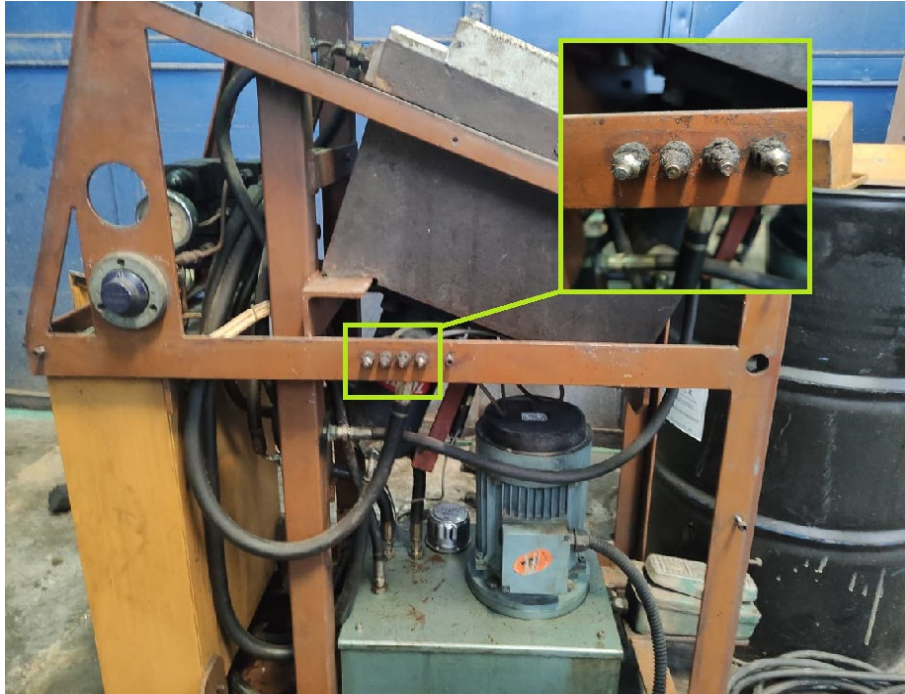


Figura 32. Orificios para lubricación de la máquina Soldadora en frío.
Fuente: El Autor (2022).

5.1.3 Descripción del funcionamiento de la Máquina Soldadora a Presión en frío

La máquina soldadora a presión en frío, tiene dos (02) funcionalidades de operación. La primera de ellas es la función manual, y la segunda consiste en realizar el proceso de forma automática. Para ello, la Soldadora en Frío posee una tarjeta electrónica (Ver figura 33), capaz de cumplir con tales exigencias.

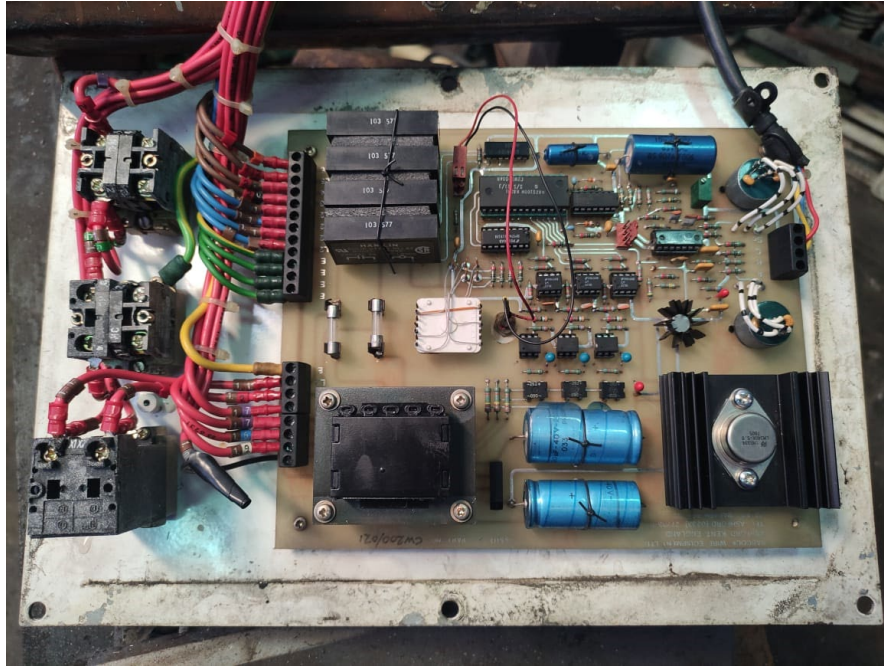


Figura 33. Tarjeta electrónica de control de la Soldadora en Frio.

Fuente: El Autor (2022).

Dicha tarjeta de control, es alimentada con una tensión de ciento diez voltios (110 V), directo a un transformador reductor y siendo rectificado en un puente de diodos. Ya con el voltaje reducido, es regulado por dos (02) reguladores de voltaje, valga la redundancia, de cinco voltios (5 V) y doce voltios (12 V). Ya con estos dos (02) voltajes, son enviados a los respectivos componentes de la tarjeta electrónica, que van desde circuitos integrados, pulsadores, puentes de diodos, entre otros. Todo lo mencionado anteriormente es plasmado en el plano proporcionado por el fabricante de la máquina (Ver figura 34)

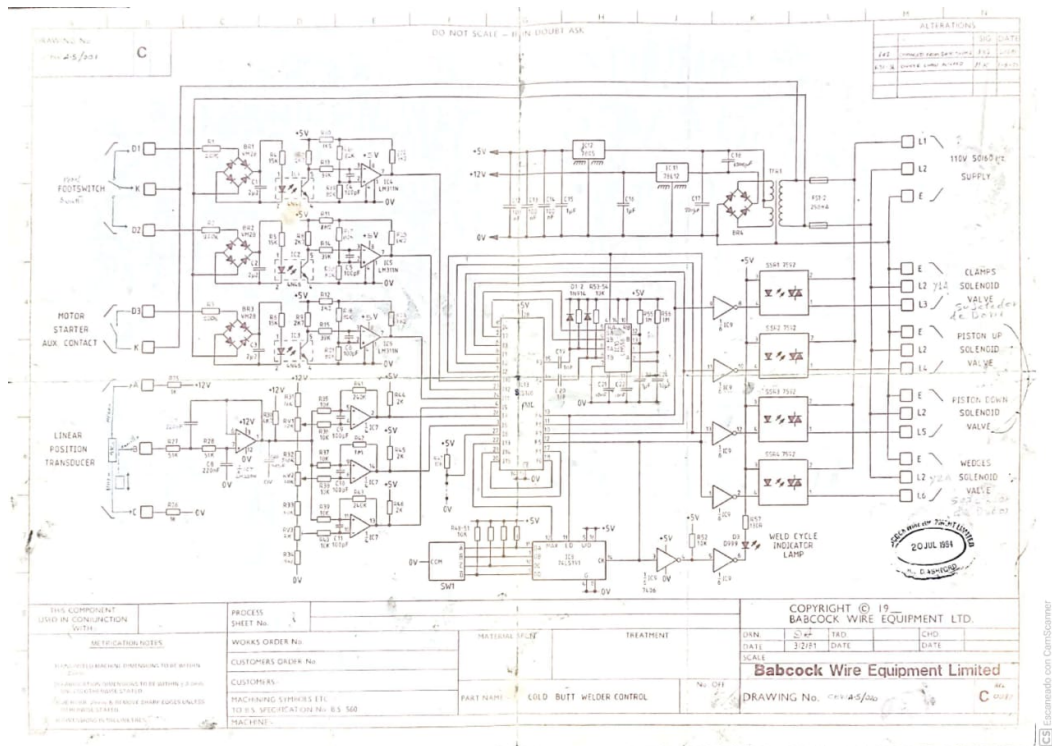


Figura 34. Plano del circuito electrónico de la tarjeta de control de la máquina soldadora

Fuente: El Autor (2022).

Ahora bien, para efectos del desarrollo de la presente propuesta, ha de interesarnos rotundamente el funcionamiento automático de la máquina. En consonancia con esto, el manual de la Soldadora explica que, para dar comienzo con la soldadura automática, se debe ajustar el selector de ciclo automático al número de volcados o colisiones que realizara la máquina. Seguido de ello, se presiona la parte trasera del interruptor de pie hasta que la máquina espere en la posición de carga. Una vez en este punto, se inserta el material en los troqueles hasta que las caras hagan tope entre los troqueles. Es sumamente importante que la varilla descansa sobre el yunque en las mordazas o abrazaderas.

Seguidamente, se vuelve a presionar la parte trasera del interruptor de pie e inmediatamente se retira el mismo del pedal. En este instante la máquina entrará en el ciclo automático para el número requerido de colisiones y una vez terminados los

mismos, volverá a la posición completamente abierta para que el material soldado se pueda retirar fácilmente.

No obstante, en caso de que se desee cancelar el ciclo automático, solo bastaría con presionar la parte delantera del interruptor de pie y los troqueles volverán a la posición de carga. Finalmente, se presiona la parte delantera del interruptor de pie y las matrices se abrirán por completo para retirar el material soldado.

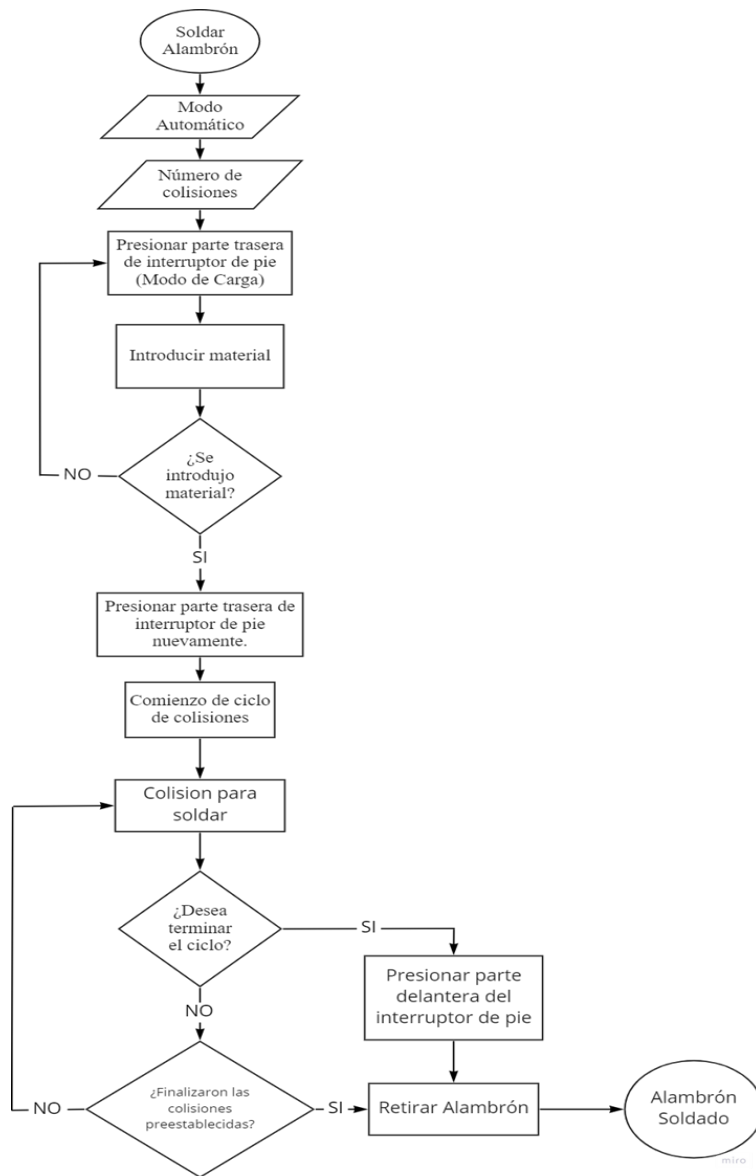


Figura 35. Diagrama de flujo de funcionamiento automático actual de la soldadora
Fuente: El Autor (2022)

De hecho, el proceso descrito anteriormente se plasma en el diagrama de flujo de la figura 35, aunque el panel del operador (Ver figura 36) también cuenta con un diagrama grafico que sirve de instructivo al operario.

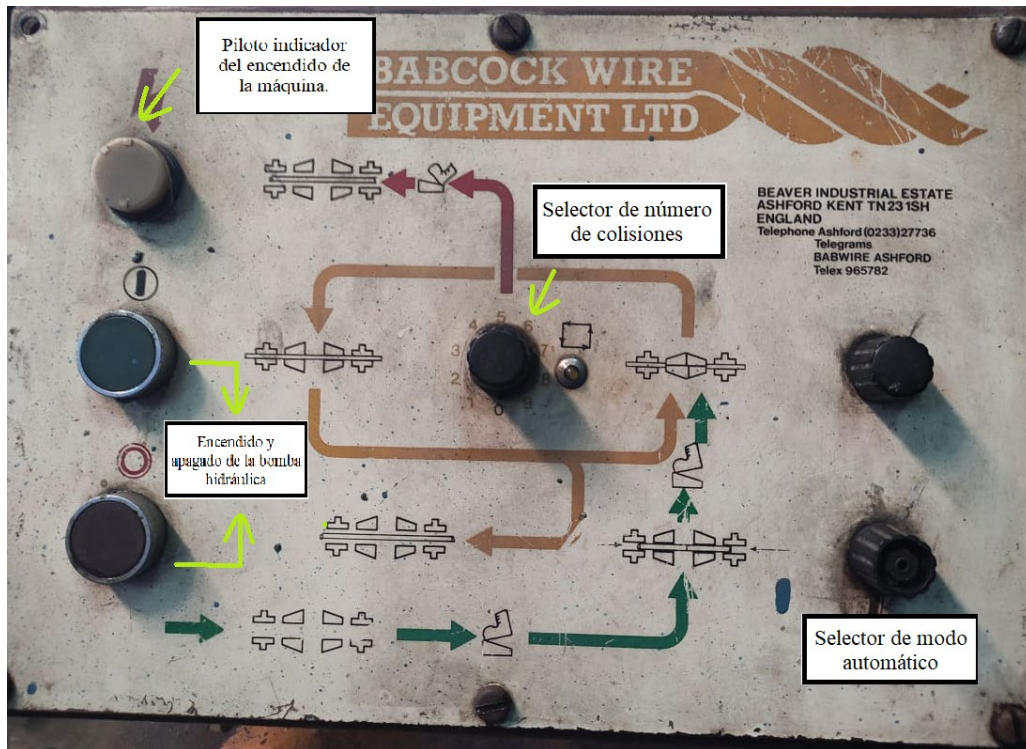


Figura 36. Panel de Control de la máquina Soldadora.
Fuente: El Autor (2022).

En cambio, en lo que respecta al funcionamiento manual, es primordial establecer el selector del modo de operación en “0” (Modo manual), posteriormente se procede a presionar la parte trasera del interruptor de pie hasta que la máquina entre en la posición de carga. Tras ello, se inserta el material en los troqueles hasta que las caras hagan tope en los mimos. Por último, se presiona nuevamente la parte trasera del interruptor de pie y se tendrá que mantener presionado hasta que las matrices estén completamente cerradas. La máquina volverá automáticamente a la posición de carga, y este proceso se repetirá hasta que se complete la soldadura. La retirar el material soldado, solo bastará presionar la parte delantera del interruptor de pie. El resultado final, es el que se aprecia en la figura 37.

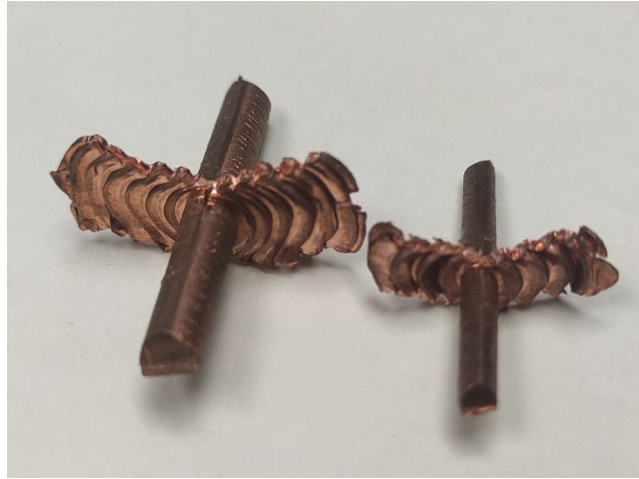


Figura 37. Muestras Soldadas proporcionadas por el fabricante.

Fuente: El Autor (2022)

5.2 Fase II. Enumeración de las entradas y salidas de señales presentes en la Soldadora Babcock, para su posterior conexión en el circuito de control.

En la ejecución de esta fase, se enumeraron las nuevas entradas y salidas que tendrá la máquina soldadora, pues esto es de suma importancia a la hora de seleccionar el dispositivo de control, ya que el mismo deber poder cumplir tal demanda. Por otro lado, varias de estas nuevas entradas y salidas surgen del cumplimiento de normas de seguridad con respecto al funcionamiento de la máquina, las cuales buscan mantener íntegra la condición física de su operador. Ahora bien, es importante tener presente que, al momento de escoger los componentes a implementar en el proyecto de propuesta, los mismos deben cumplir con los criterios de selección que se reflejan en la tabla 5.

Tabla 5. Criterios para la selección de componentes del Proyecto

CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE COMPONENTES	
Componentes del Sistema	Microcontrolador
	Autómata Programable
	Human - Machine Interface (HMI)
	Pulsador
Material de Preferencia	Acero Inoxidable de grado industrial
	Acero inoxidable de grado alimenticio
	Aluminio
	Plástico
Localización de instalación	Armario de instalaciones Eléctricas
	Planta Baja
	Mezanina
	Primer Piso en adelante
	Interior de una máquina
Alimentación y Tensión de Trabajo	115VAC 50/60 Hz
	208 VAC 50/60 Hz tres fases
	230 VAC 50/60 Hz, una fase, 3 hilos (US)
	230 VAC 50/60 Hz una fase (Europa)
	24 VDC
	Otros
Corriente de Trabajo	1 Ampere
	5 Amperes
	10 Amperes
	Todos los anteriores
	15 Amperes
Método de Comunicación	Estándar RS-232
	Wireless Ethernet: 98057
	Ethernet TCP/IP: 71986
	Profibus: 68540
	Allen Bradley DeviceNet: 68541
	Allen Bradley Ethernet/IP: 87803

Fuente: El Autor (2022)

5.2.1 Entradas del sistema

Actualmente la máquina soldadora a presión en frío posee como entradas, el arranque y parada de la bomba hidráulica, el interruptor de pie de tres (03) posiciones, el selector de colisiones de diez (10) posiciones, y el modo de operación, a saber, en funcionamiento manual o automático, conformado por un interruptor de dos (02) posiciones. Ahora bien, todas las entradas antes descritas son entradas digitales, sin embargo, la máquina también cuenta con una entrada analógica, la cual corresponde a

un potenciómetro que sirve como un transductor de posición lineal, obteniendo entonces, un total de dieciséis (16) entradas.

No obstante, la presente propuesta tiene como objetivo automatizar el proceso de soldadura de la máquina, y para ello se hicieron algunas modificaciones a las entradas del sistema. Por ejemplo, para el arranque del proceso, se tomó la iniciativa de integrar cinco (05) pulsadores, dos (02) de ellos para el arranque y parada de la bomba hidráulica, otro para el pulsador de carga y finalmente los pulsadores de arranque y parada del ciclo de soldadura; es importante resaltar que dichos pulsadores serán programados dentro del HMI. Asimismo, se conservó el interruptor de pie de la máquina utilizar uno de sus contactos ya que permite al operador maniobrar el alambrón con ambas manos. Ahora bien, a fin de proteger al operador de un atrapamiento de extremidades (manos o dedos), se decide acondicionar una guarda protectora (Ver figura 38) de acrílico sobre el área del proceso de soldadura de la máquina; claro está que, la entrada al sistema de esta guarda radica en la incorporación de un micro switch o interruptor de final de carrera que será accionado cuando esta protección de acrílico esté cerrada.

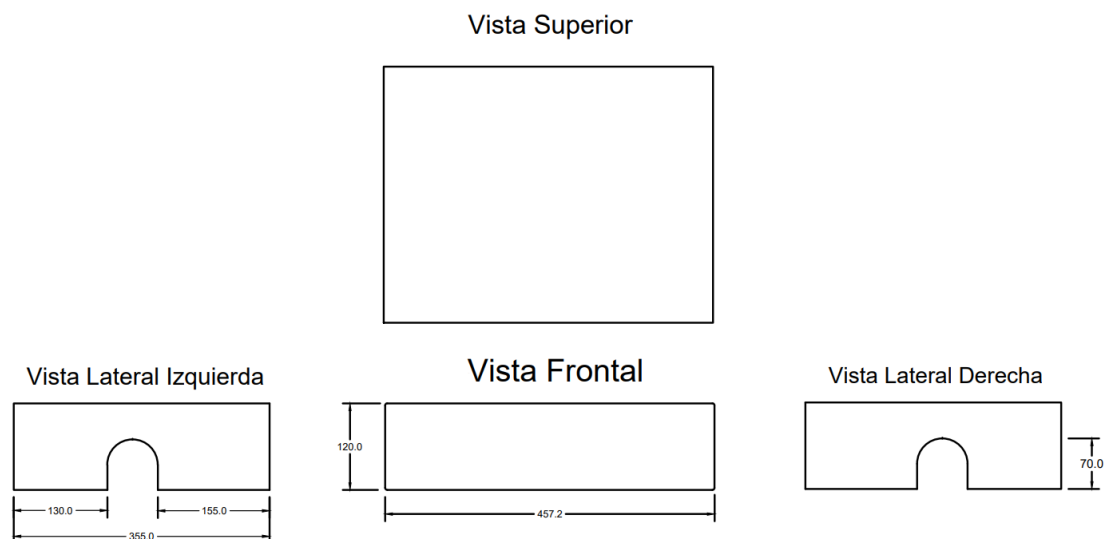


Figura 38. Plano de la Guarda Protectora de Acrílico (Unidades expresadas en milímetros)

Fuente: El Autor (2022)

Por otro lado, a fin de asegurarse de que el tanque de almacenamiento de aceite hidráulico cuente con el nivel necesario para operar correctamente, se decide incorporar un sensor ON – OFF de detección de nivel. Así mismo, a fin de brindar información al usuario sobre el estado del motor, se utilizará el contacto normalmente abierto del relé térmico, para que, en caso de un disparo del mismo, mande la señal al autómeta.

5.2.2 Salidas del Sistema

En lo que concierne a las salidas actuales de la máquina, en primer lugar, se encuentran el bobinado del contactor que acciona la bomba hidráulica, seguido de las tres (03) electroválvulas, donde una de ellas tiene doble bobinado, por lo que hace uso de dos (02) salidas provenientes de la tarjeta electrónica; por último, se tiene el LED indicador de ciclo de soldadura. En otro orden de ideas, tras el diseño de la propuesta, las nuevas salidas del sistema están comprendidas primero y principal por las tres (03) electroválvulas, tomándose en cuenta el doble bobinado de una de ellas. Por último, se posee el panel HMI el cual hace uso de un conector UTP para conexión vía Ethernet con el autómeta y establecer comunicación bajo el protocolo TCP/IP PROFINET.

Por otro lado, es crucial tener presente, una gran parte de las salidas del sistema se realizarán a través del medio antes expuesto, a saber, el HMI. Tales son los casos de los pilotos indicadores de encendido de la bomba, el piloto de “En espera” (indicando la espera de una instrucción por parte del operador), los pilotos de disparo térmico, guarda abierta, nivel de aceite bajo, inicio de ciclo y el de energización de la bomba.

Claro está, hay ciertas variables que funcionarán en ambas modalidades, es decir, como estradas y salidas, estas serán parámetros del proceso que podrán ser ajustados a través del HMI, por ejemplo, la duración del tiempo de carga, la cantidad de colisiones por ciclo, así como también la duración de la apertura y cierre de las mordazas que ejecutarán la labor de soldadura. De hecho, lo antes mencionado se encuentra sintetizado en la tabla 6.

Tabla 6. Nuevas Entradas y Salidas de la Máquina Soldadora

Nombre	Bloque	E/S	Dirección	Tipo de Variable	Descripción
Sensor de Nivel	I1	Entrada	I0.0	Booleana	Sensor detector de nivel bajo de aceite en el tanque
Interruptor de Pie	I2	Entrada	I0.1	Booleana	Interruptor que activa electroválvula de la Cúña
Micro Switch	I3	Entrada	I0.2	Booleana	Switch que se acciona al estar cerrada la guarda protectora
Térmico	I4	Entrada	I0.3	Booleana	Contacto N/O del Relé Térmico (Avisa si se Disparó)
Contacto N/O Contactor de la Bomba	I5	Entrada	I0.4	Booleana	Contacto utilizado para determinar si la bomba fue energizada
Bobina del Contactor	Q1	Salida	Q0.0	Booleana	Enciende la Bomba Hidráulica
Electroválvula de la cúña	Q2	Salida	Q0.1	Booleana	Activa la electroválvula de la cúña
Electroválvulas de las abrazaderas	Q3	Salida	Q0.2	Booleana	Activa la Electroválvula de las abrazaderas
Electroválvula Soldar (Cerrar)	Q4	Salida	Q0.3	Booleana	Cierra las mordazas de la máquina para realizar la colisión
Electroválvula Soldar (Abrir)	Q5	Salida	Q0.4	Booleana	Abre las mordazas de la máquina para liberar el alambión
Arranque Bomba	M1	Entrada	M0.0	Booleana	Pulsador de arranque de la bomba hidráulica
Parada Bomba	M2	Entrada	M0.1	Booleana	Pulsador de para de la bomba hidráulica
Nivel de Aceite	M3	Salida	M0.2	Booleana	Piloto indicador nivel bajo de aceite en el tanque
Carga	M4	Entrada	M0.3	Booleana	Pulsador para comenzar el lapso de carga
Inicio Ciclo	M5	Entrada	M0.4	Booleana	Pulsador para comenzar ciclo de soldadura

Nombre	Bloque	E/S	Dirección	Tipo de Variable	Descripción
Inicio Ciclo	M5	Entrada	M0.4	Booleana	Pulsador para comenzar ciclo de soldadura
Parada Ciclo	M6	Entrada	M0.5	Booleana	Pulsador para detener el ciclo de soldadura
Piloto Térmico	M10	Salida	M1.1	Booleana	Piloto para detectar cuando se dispara el térmico
Piloto Inicio ciclo	M11	Salida	M1.2	Booleana	Piloto indicador de que el ciclo de soldadura comenzó
En Espera	M12	Salida	M1.3	Booleana	Piloto indica que la máquina está lista para funcionar, a la espera de la siguiente instrucción.
Guarda Abierta	M13	Salida	M1.4	Booleana	Piloto que avisa si la guarda está cerrada
Bomba Energizada	M14	Salida	M1.5	Booleana	Piloto que enciende cuando la bomba es encendida

Nombre	Bloque	E/S	Dirección	Tipo de Variable	Descripción
Tiempo Actual Carga	B007	Salida	MW16	Word	Variable que muestra el tiempo de duración de la carga
Ajuste Tiempo de carga	B007	Entrada/Salida	VW8	Word	Variable que me permite modificar la duración de la carga.
Colisión Realizada	B011	Salida	VD0	DWord	Variable que refleja el número de colisiones ya ejecutadas
Numero de Colisión	B011	Entrada/Salida	VD4	DWord	Permite ajustar la cantidad de colisiones por ciclo.
Tiempo actual de Soldar	B013	Salida	VW14	Word	Lee el tiempo configurado para abrir y cerrar las mordazas.
Tiempo Soldar (abrir)	B013	Entrada/Salida	VW10	Word	Ajusta el tiempo de apertura de las mordazas
Tiempo Soldar (Cerrar)	B013	Entrada/Salida	VW12	Word	Ajusta el tiempo de cierre de las mordazas
Interfaz Hombre-Máquina	X	Entrada/Salida	Ethernet	TCP/IP PROFINET	Comunicación del LOGO! con el HMI


Fuente: El Autor (2022)

5.2.3 Selección de componentes.

Para la selección de componentes, se tomarán en cuenta las exigencias de la tabla 5, para los criterios de selección. Importante destacar, que dicha tabla esta generalizada, sin embargo, en la selección de los respectivos elementos, se tendrá en consideración las características específicas requeridas. A continuación, se muestran las fichas técnicas de los componentes seleccionados respectivamente en las tablas 7, 8 y 9:

- Interruptor Final de Carrera

Tabla 7. Ficha Técnica del Interruptor Final de Carrera

	Interruptor Final de Carrera	
	Marca	Cherry
	Serie	DC1
	Modelo	C-AILC
	Voltaje Máximo	250 V
	Corriente Máxima	6 Amp
	Rango de Temperatura	-40° - +85 °C

Fuente: <https://www.alliedelec.com/m/d/22b73d865e206f5530247f73891bde12.pdf>

- Interfaz Hombre Máquina – HMI

Tabla 8. Ficha Técnica de la Interfaz Hombre Máquina

Interfaz Hombre Máquina	
Marca	Siemens
Modelo	KTP700
Tamaño de Pantalla	7 Pulgadas
Numero de colores	65.536
Numero de Botones	8
Pantalla Tactil	Sí
Voltaje de Alimentación	19.2 - 28.8 VDC
Corriente de Consumo	230 mA
Rango de Temperatura	0° - 50° C
Proteccion IP	IP65
Protocolos	PROFINET
Interfaces	PROFINET, USB, Ethernet
Software de Configuración	Step7 o WinCC Basic (TIA Portal)

Fuente: <https://www.automation24.biz/simatic-basic-panel-siemens-ktp700-basic-pn-6av2123-2gb03-0ax0>

- Sensor de Nivel

Tabla 9. Ficha Técnica del Sensor de Nivel

Sensor de Nivel	
Marca	Liquiphant
Modelo	T-FTL20
Voltaje de Alimentación	19 - 253 VAC o 10 - 35 VDC
Corriente de Consumo	máx 25 mA
Temperatura Ambiente	-40° - 70°C
Temperatura del Proceso	-40° - 150°C
Presion de proceso Absoluta	Vacío 40 bar / 580 psi
Tipo de Sensor	ON/OFF

Fuente: <https://cutt.ly/lGA9PMV>

5.3 Seleccionar el dispositivo de control que reemplazará la tarjeta electrónica de control manual actualmente instalada.

Actualmente, el campo de la tecnología ha evolucionado de tal manera que en lo que respecta a la automatización, el único límite existente es la mente del diseñador. Ahora bien, haciendo referencia a la automatización programable, hay muchas maneras de desarrollarla, por ejemplo, a través del uso de microcontroladores (PIC, Arduino, RaspBerry Pi Pico, entre otros), con el diseño de tarjetas electrónicas capaces de ejecutar el proceso de forma automática, la robótica industrial, Computadoras Industriales para labores de automatización, y por supuesto, los Controladores Lógicos Programables (PLC).

En lo que concierne a los PLC, hoy día existen una gran variedad de marcas, cada una con sus fortalezas y debilidades, pero conservando un punto en común, la automatización. Algunas marcas conocidas son, OMRON, Mitsubishi, Panasonic, ABB, Allen Bradley y Siemens. De estas dos (02) últimas marcas hay mucho que decir, pues son las que lideran el mercado de los autómatas programables, teniendo la patentes de PLC's robustos de gama alta que poseen una entrada/salida analógica fuerte, realizan operaciones aritméticas, transferencia y comparación de datos, conversión de sistema digital, E / S remotas, subrutinas, redes de comunicación, control de interrupción, control PID, operación con matrices, funciones especiales como tabulación y funciones de transferencia de tablas. En resumen, pueden ser utilizados para el control de procesos a gran escala o construir un sistema de control de red distribuido lo que permite realizar la automatización, si se quiere, de una fábrica.

Ahora bien, al respecto de la marca Allen Bradley la misma tiene presencia en el mercado desde la década de los setentas (70's), desde entonces han forjado un estándar elevado de calidad en sus productos de uso industrial, entre ellos se encuentran:

- Controladores ControlLogix 5580.
- Controladores ControlLogix 5570.
- Controladores de procesos.
- Ciberseguridad con control logix.

Por otro lado, esta marca americana, posee versiones de controladores más pequeños que los antes mencionados, entre los cuales están:

- Controladores CompactLogix 5480.
- Controladores CompactLogix 5380.
- Controladores CompactLogix 5370:
- Controladores de seguridad SmartGuard 600 con seguridad.

Y en lo concerniente a la línea para control micro, la empresa trasnacional dispone de los siguientes equipos:

- Micro 870
- Micro 850

- Micro 830
- Micro 820
- micro 810
- micro 800
- micro logix 1400
- micro logix 1100
- micro logix 1200

En otro orden de ideas, se tiene a la empresa alemana Siemens, otra marca insigne de calidad en equipos automatizados para la industria. Sus controladores lógicos programables son uno de los más demandados por el sector empresarial, motivado por la calidad de los mismos. Los autómatas de la firma Siemens se tienen:

- SIMATIC – 1200
- SIMATIC S7 1500
- Controlador distribuido
- Controladores de software
- Controlador de impulsión
- SIMATIC S7-400
- SIMATIC S7-300
- SIMATIC S7-200

Los PLC de la marca Siemens son los más idóneos para funciones de sistema integrado que exijan un alto rendimiento y flexibilidad, para lograr tales objetivos, la programación de tales dispositivos se apoya en los siguientes sistemas digitales:

- Tecnología SIMATIC
- SIMATIC Safety Integrated
- TIA portal


Además, Siemens cuenta con una línea micro en donde predomina su único dispositivo, denominado: LOGO! Este micro autómata es programado a través del software LogoSoft a través de lenguaje Ladder o diagrama de bloques. Además, este

dispositivo resalta por de ser unos de los micro autómatas más económicos del mercado manteniendo su confiabilidad en el desarrollo de la actividad a la cual se le designe.

5.3. Fase III. Selección del Autómata programable según las exigencias de Entradas y Salidas de la máquina soldadora en frío.

Ya en conocimiento del contexto del mercado de los autómatas programables, es importante señalar que la elección de dicho equipo, buscará no sobredimensionarse, por el contrario, debe poseer las entradas y salidas digitales necesarias que ya se han enumerado en la Fase II. También, debido a las dimensiones de la máquina, dicho dispositivo tiene que ser de tamaño reducido, además de ser capaz de gestionar interfaces Hombre Máquina. Por tal motivo, al comparar (Por ejemplo) el LOGO! Siemens con el Allen Bradley Micrologix 1400 (Ver Anexo C), se denota la gran cantidad de entradas y salidas que este último posee, sobredimensionando el equipo. Además al tener un gran tamaño, no es apropiado para el espacio donde será instalado. Y finalmente, el costo es sumamente elevado (US\$1211.39) en comparación con el LOGO! Siemens V8. Por tal motivo, ante tales requerimientos la mejor opción resulta ser el LOGO! Siemens V8. La ficha técnica de este dispositivo se puede apreciar en la tabla 10.


Tabla 10. Ficha Técnica del LOGO! Siemens V8

	Micro Autómata Programable
Marca	Siemens
Modelo	6ED1052-2FB08-0BA1
Voltaje de Alimentación	115/230 V DC/AC
Frecuencia de Línea	47-63 Hz
Entradas Digitales	8
Salidas Digitales	4
Protección contra Cortocircuitos	NO
Capacidad de Corriente de salida	Carga R = 10 Amp / L = 3 Amp
Emission de Radio interferencias según EN 55 011	Clase B
Normas, Homologaciones, Certificaciones	
Marcado CE	SI
Homologación CSA	SI
Homologación UL	SI
Homologación FM	SI
Desarrollado Conforme a IEC 61131	SI
Según VDE 0631	SI
Homologaciones Navales	SI
Condiciones Ambientales	
Temperatura Ambiente de Servicio	-20° - 55°C
Temperatura Ambiente en Almacenaje/Transporte	-40° - 70°C
Dimensiones	
Ancho	71.5 mm
Altura	90 mm
Profundidad	60 mm

Fuente: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ED1052-2FB08-0BA1>

El LOGO! Siemens es fácil de programar a través de su software LogoSoft, cargando el programa al autómatas ya sea por el cable LOGO!, por Ethernet o por DNS dinámico. Este dispositivo es muy versátil, pues se adapta a espacios pequeños, cuenta con servidor web integrado, Datalog y páginas web personalizadas. Por último, si se requiere agregar entradas o salidas, tiene la posibilidad de ampliación modular. Tocante a este último punto, en vista de que para el desarrollo del proyecto se necesitan de cinco (05) salidas físicas y el LOGO! solo posee cuatro (02), entonces es necesario incorporar un módulo de ampliación con las características que se aprecian en la tabla 11.

Tabla 11. Ficha Técnica del Módulo de Ampliación DM8 230R

	Módulo de Ampliación
Marca	Siemens
Modelo	6ED1055-1FB00-0BA2
Voltaje de Alimentación	115/230 V DC/AC
Frecuencia de Línea	47-63 Hz
Entradas Digitales	4
Salidas Digitales	4
Tipo de Tensión de Entrada	AC / DC
Protección contra Cortocircuitos	NO
Capacidad de Corriente de salida	Carga R = 5 Amp / L = 3 Amp
Grado de Protección IP	IP20
Emission de Radio interferencias según EN 55 011	Clase B
Normas, Homologaciones, Certificaciones	
Marcado CE	SÍ
Homologación CSA	SÍ
Homologación UL	SÍ
Homologación FM	SÍ
Desarrollado Conforme a IEC 61131	SÍ
Según VDE 0631	SÍ
Homologaciones Navales	SÍ
Condiciones Ambientales	
Temperatura Ambiente de Servicio	-20° - 55°C
Temperatura Ambiente en Almacenaje/Transporte	-40° - 70°C
Dimensiones	
Ancho	35.5mm
Altura	90mm
Profundidad	58mm

Fuente: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ED1055-1FB00-0BA2>

5.4 Fase IV. Desarrollar el programa que servirá como fuente de instrucciones para la tarea de soldadura de la máquina.

Una vez establecidas las entradas y salidas del sistema y habiendo seleccionado el dispositivo de control, se procede con la programación del mismo. En consonancia con lo antes expuesto, al tratarse de un micro autómatas LOGO!, el mismo se programa a través del software LogoSoft Comfort, en específico la versión 8.

Ahora bien, al momento de realizar el programa se deberá regir por el diagrama de flujo que se muestra en la figura 39, figura 40 y figura 41. Dicho programa esta realizado de manera tal que, la máquina pueda alertar en caso de fallas y al mismo tiempo sepa cómo reaccionar al momento de que estas se presenten, minimizando los daños que pueda ocasionar tanto a ella misma, como a su alrededor, lo que incluye al operador que la está utilizando.

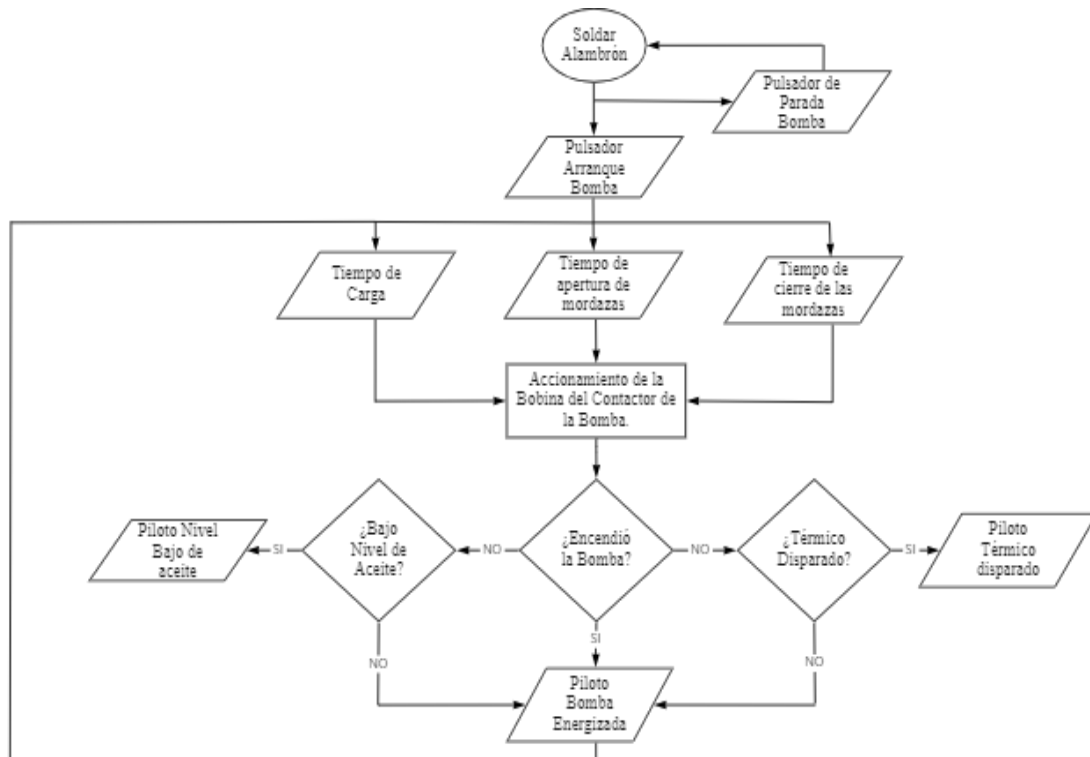


Figura 39. Diagrama de flujo del programa del LOGO! (Parte A)
Fuente: El Autor (2022)

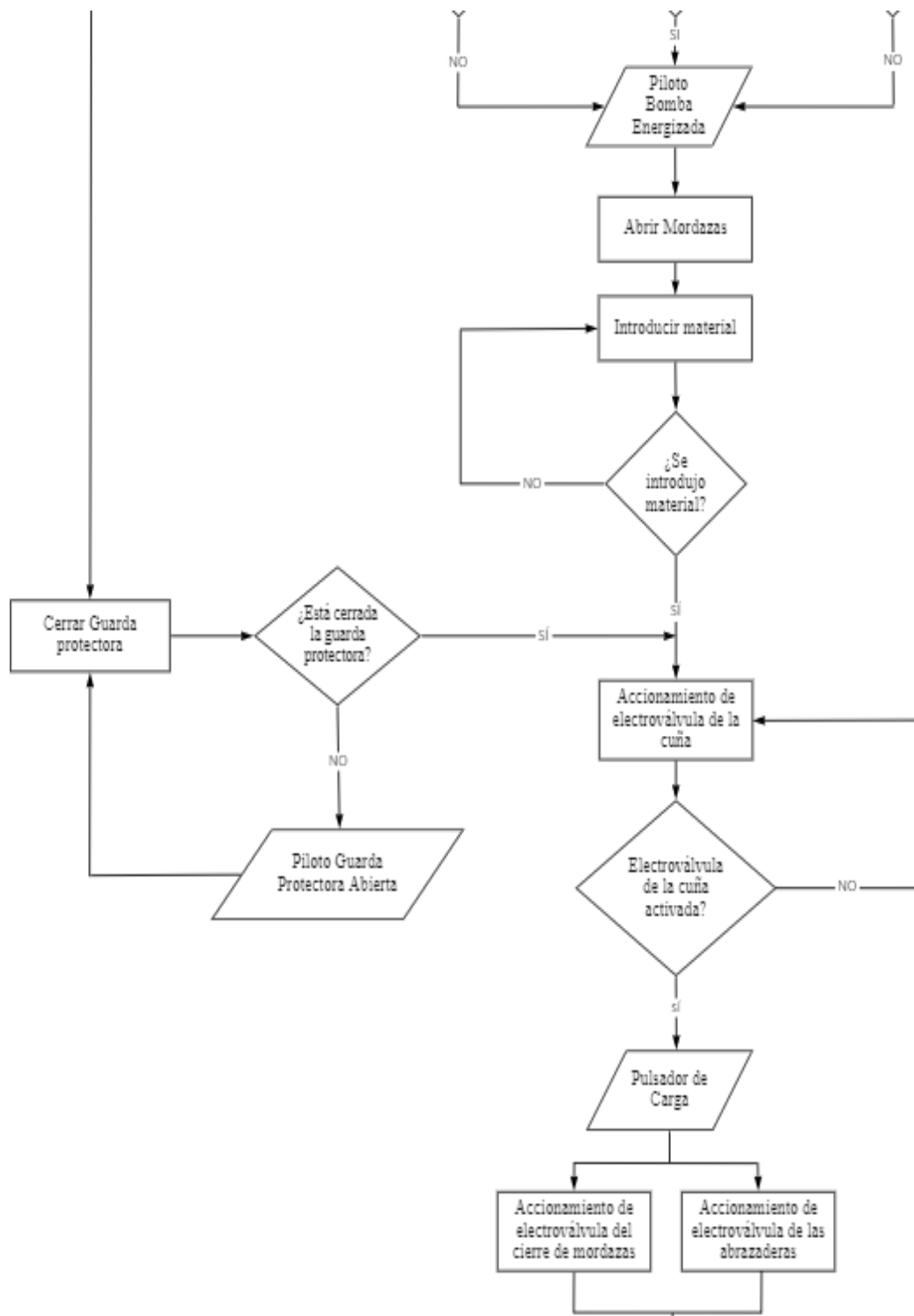


Figura 40. Diagrama de flujo del programa del LOGO! (Parte B)
Fuente: El Autor (2022)

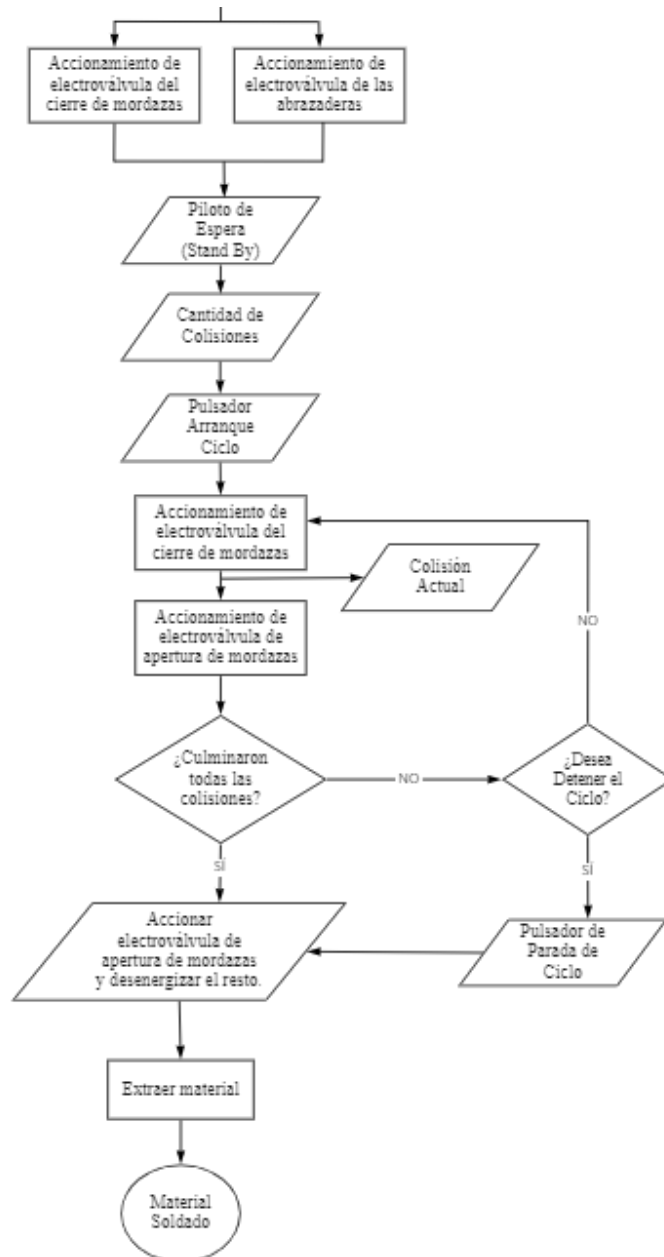


Figura 41. Diagrama de flujo del programa del LOGO! (Parte C)
Fuente: El Autor (2022)

5.4.1 Configuración del Software LogoSoft Comfort previo a la programación

Una vez abierto el software LogoSoft antes de comenzar a realizar el programa, es importante que se haga una preconfiguración del mismo. Por ejemplo, es importante

definir cuál será la dirección IP del micro autómatas (Ver figura 42) ya que será necesario tanto si se desea cargar el programa vía ethernet y más adelante será útil para enlazarlo con la interfaz hombre-máquina. Por tal motivo, el dispositivo LOGO! utilizado tendrá la IP privada 192.168.0.1, además no hace falta personalizar un servidor DNS, puesto que no estará conectado a internet.

Figura 42. Configuración de dirección IP del dispositivo LOGO!
Fuente: El Autor (2022)

Una vez establecida la dirección IP se procede a realizar la configuración de conexiones ethernet, lo que se traduce en la apertura del puerto 102. Para ello, se selecciona la casilla de “Permitir acceso S7” justo en la parte inferior de donde se realiza la configuración de la dirección IP (Ver figura 43)

Figura 43. Apertura del puerto 102.
Fuente: El Autor (2022)

Ya habiendo abierto el puerto correspondiente, se habilitará una nueva conexión ethernet que ahora habrá que configurarse (Ver figura 44). Para ello, se tiene que, en esa misma conexión, agregar una nueva conexión servidor y habilitar la comunicación con el panel de operador o HMI y aceptar todas las solicitudes del mismo. Esto sin duda, es lo que va a permitir la interacción del LOGO! con el HMI KTP700 seleccionado.

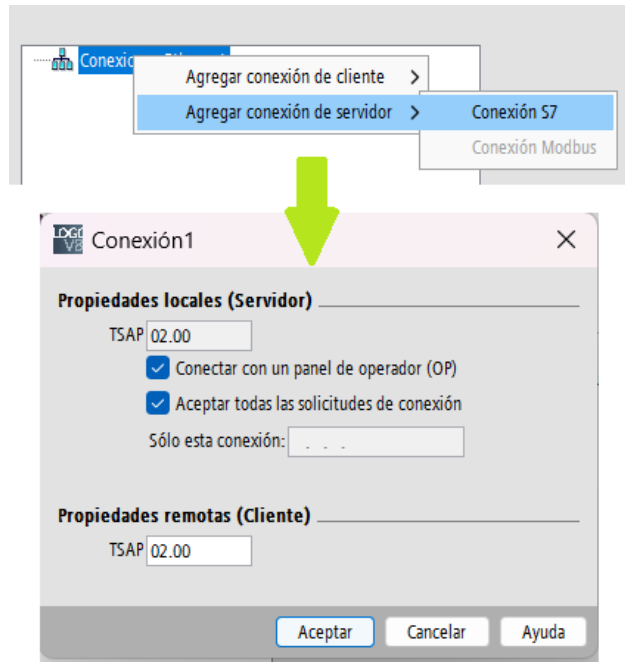


Figura 44. Configuración de Conexión Servidor

Fuente: El Autor (2022)

Finalizada toda la configuración del puerto ethernet del micro autómatas, se procede a seleccionar el tipo de hardware que se va a programar, en lo particular, se trata del LOGO! 8.3 (Ver Figura 45). Cabe mencionar, que LogoSoft Comfort proporciona los datos técnicos del tipo de hardware seleccionado, desde las instrucciones y caracteres hasta los recursos máximos que puede soportar.

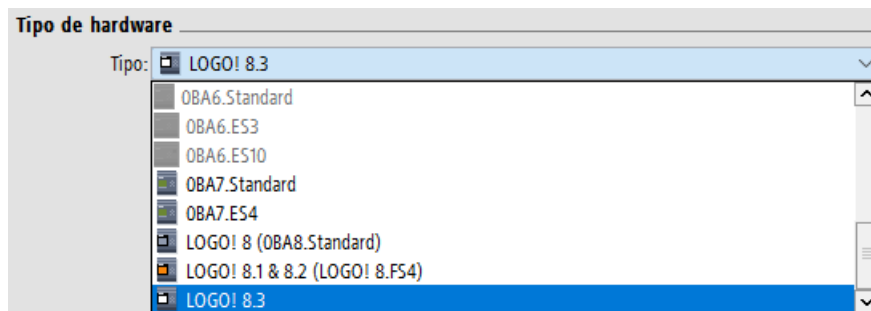


Figura 45. Selección de hardware.

Fuente: El Autor (2022)

5.4.2 Desarrollo del programa encargado de llevar a cabo el proceso de soldadura de la máquina

Con la preconfiguración del LOGO! y el software LogoSoft Comfort ya elaborada, se procede a realizar el programa. A fin de describir el funcionamiento del mismo de una manera clara y entendible, se procede a desglosar por parte el diagrama de bloques (el programa en cuestión). La figura 46 muestra el programa elaborado y se divide en tres (03) secciones, cada una representada por un color. En primer lugar se tiene la sección de accionamiento de la bomba hidráulica denotada con el color verde.

En dicha sección se encuentra la programación de los pulsadores de arranque y parada de la bomba, así como la entrada del contacto N/O del relé térmico y finalmente el sensor de nivel de aceite. También, se integró un piloto de energización de la bomba, otro para indicar el nivel bajo de aceite, y por último un piloto de indicación de relé térmico disparado por una sobrecorriente. Es importante resaltar, que en la forma en que se llevó a cabo la programación, permite que al momento que el sensor deje de visualizar el nivel óptimo de aceite, se detenga la bomba y así evitar que esta trabaje en vacío. Además siempre que se enciende la bomba, el sistema realiza un proceso de reseteo, en donde se acciona la electroválvula de cuatro vías y tres posiciones, encargada de llevar a cabo la soldadura, abriendo así las mordazas. La situación antes descrita busca recrear el escenario tras la ida de suministro eléctrico, de esta manera la máquina reinicia el proceso independientemente de donde quedó, obligando al operador a reiniciar el ciclo y así conservar la calidad de la soldadura.

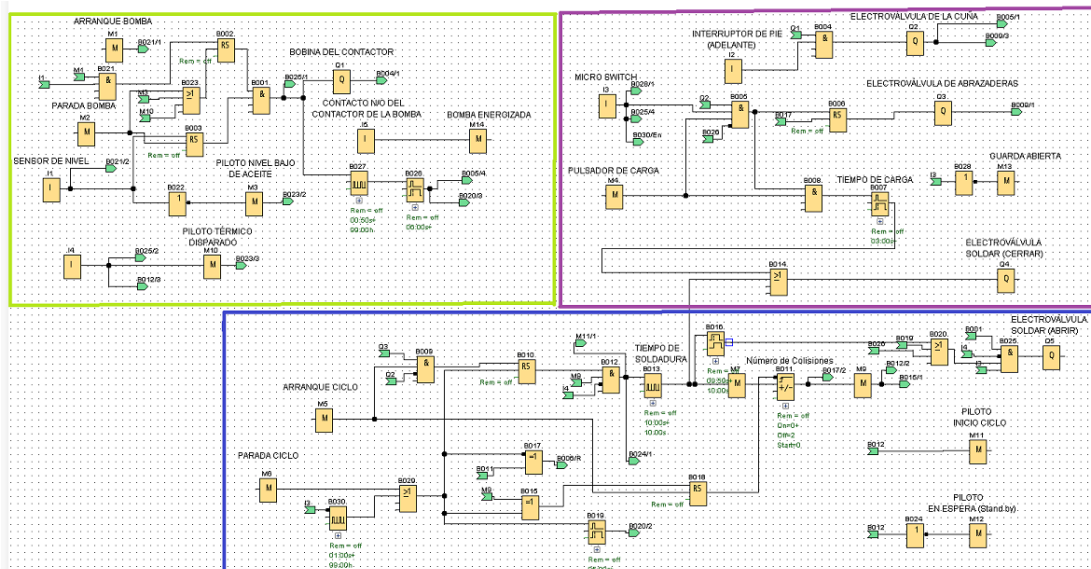


Figura 46. Programa realizado en LogoSoft Comfort para el control de la máquina soldadora a presión en frío.

Fuente: El Autor (2022)

En segundo lugar está la sección de carga de la máquina soldadora a presión en frío (Ver figura 47). El proceso de carga, permite al operador introducir a la máquina los dos (02) extremos de los rollos de alambroón que se pretenden soldar. A esta función, la conforman el interruptor de pie y la electroválvula de cuña que es activada por este; también se encuentran inmiscuidos en este apartado el micro switch de la guarda protectora, la electroválvula que activa las abrazaderas, el pulsador de carga, el piloto que indica que la guarda fue abierta y finalmente, la electroválvula que cierra las mordazas para realizar la soldadura.

Ahora bien, para ejecutar tal función el operador deberá activar la electroválvula de la cuña con el interruptor de pie, la misma sujetará los extremos de los alambrones hasta que se accione el pulsador de carga el cual cerrará las mordazas solo un poco para sostener el alambroón; el tiempo de accionamiento puede ser configurado a través del bloque de retardo a la desconexión B007. Cabe mencionar, que este último pulsador solo tendrá efecto alguno, mientras se mantenga presionado el interruptor de pie, de esta manera se asegura que los alambrones estén en la posición adecuada antes de sujetarlos con las abrazaderas. Por otro lado, la programación en el LOGO! de la guarda

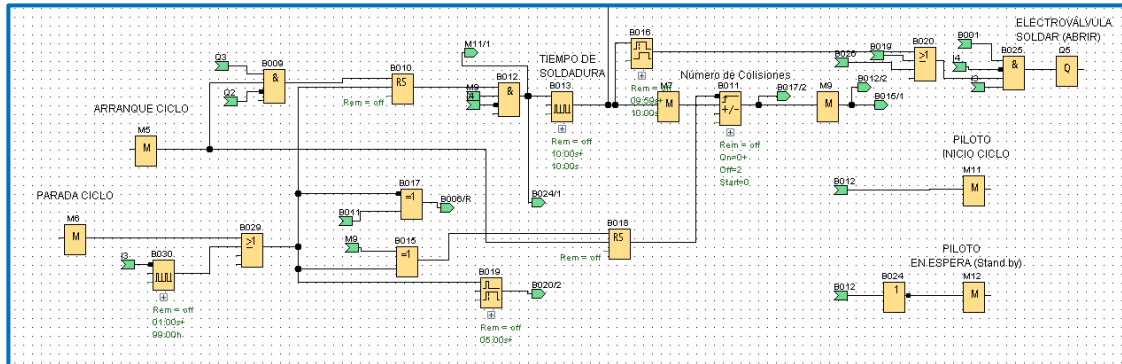


Figura 48. Sección de ciclo automático del programa de la máquina soldadora a presión en frío.

Fuente: El Autor (2022)

Por otro lado, una vez finalizada la programación es sumamente importante definir cuáles serán los parámetros de los bloques que harán uso de las memorias variables del LOGO! y que se comunicarán con la interfaz hombre-máquina (Ver figura 49). En lo tocante a este punto, el programa solo se hará uso de tres (03) bloques. El primero de ellos, es el contador adelante/atrás (B011) utilizado para cambiar el número de colisiones que deseen ejecutar al llevar a cabo la soldadura y a su vez reflejarlos en el HMI. En segundo lugar, se encuentra el bloque de retardo a la desconexión (B007), usado para ajustar y reflejar el tiempo de carga de la máquina. Finalmente se tiene el bloque Generador de impulsos Asíncronos (B013), implementado con la finalidad de ajustar los tiempos de apertura y cierre de las mordazas que llevarán a cabo la soldadura, así como también el poder reflejar el valor en tiempo real de los tiempos asignados.

ID	Bloque	Parámetro	Tipo	Dirección
1	B011 [Contador adelante/atrás]	Contador	DWord	0
2	B011 [Contador adelante/atrás]	Límite de desconexión	DWord	4
3	B007 [Retardo a la desconexión]	Retardo a la desconexión	Word	8
4	B013 [Generador de impulsos asínc...	Ancho de impulso (TH)	Word	10
5	B013 [Generador de impulsos asínc...	Duración de pausa entre impulso...	Word	12
6	B013 [Generador de impulsos asínc...	Valor actual	Word	14
7	B007 [Retardo a la desconexión]	Valor actual	Word	16

Figura 49. Configuración de memoria variable.

Fuente: El Autor (2022)

5.4.3 Programación de la interfaz hombre-máquina (HMI) KTP700

Realizada la programación del micro autómatas LOGO!, ahora es necesario configurar y programar el panel de operador, también llamada interfaz hombre-máquina. A fin de cumplir con este objetivo, es necesario contar con el software TIA Portal. Al crear el proyecto en el software lo primero que se realiza es la selección del HMI del cual se hará uso (Ver figura 50); para efecto de la propuesta a implementar y evaluando las dimensiones de la máquina, se seleccionó el panel HMI KTP700.

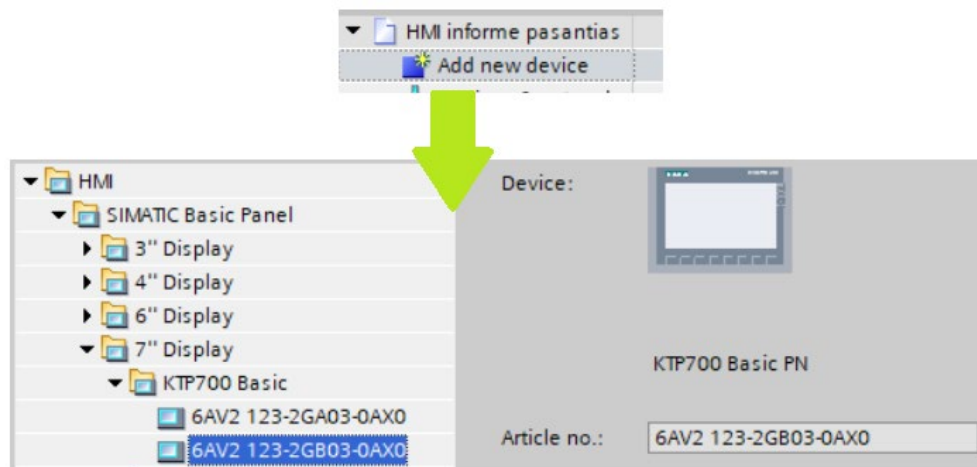


Figura 50. Adición de la interfaz hombre-máquina a programar.

Fuente: El Autor (2022)

Seleccionado el hardware a usar en la propuesta, se prosigue con la configuración de la conexión, lo cual permitirá la comunicación del LOGO! con el HMI en cuestión. Para ello, se crea una nueva conexión a la cual se le asignará un nombre y se seleccionará el driver de comunicación. Por último, se establecen las direcciones IP tanto del micro autómatas (que será igual a la establecida en LogoSoft Comfort), como de la interfaz; es importante destacar que ambas direcciones IP tendrán que pertenecer a la misma subred, caso contrario no se podrá establecer la comunicación entre ambos dispositivos (Ver Figura 51).

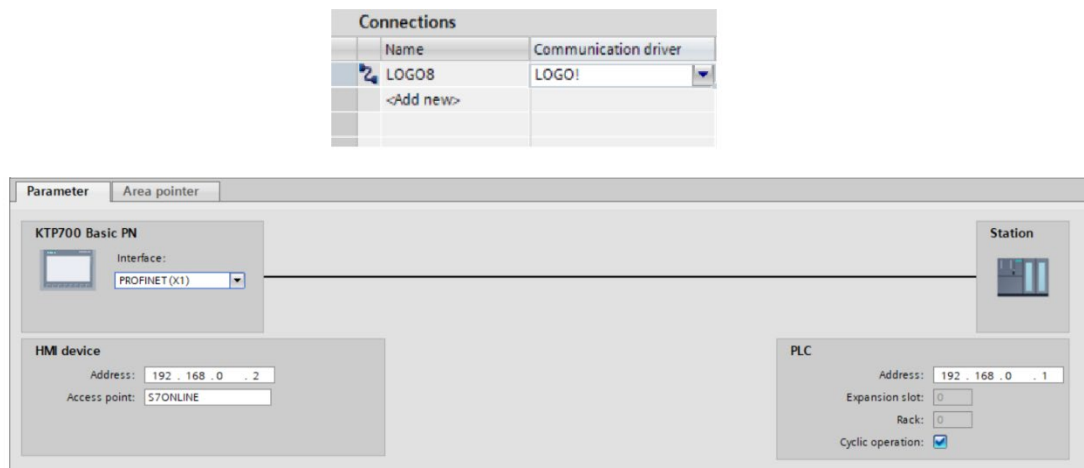


Figura 51. Configuración de conexión ethernet del HMI

Fuente: El Autor (2022)

Hasta esta instancia, resta definir cuáles serán las variables que manejará el panel del operador, para ello es necesario conocer en qué posición de la memoria están ubicadas las marcas plasmadas en el programa realizado en LogoSoft Comfort. Además en este punto, también se establecerán las ubicaciones de las memorias variables obtenidas del mapeo realizado al momento de programar el LOGO! (Ver Figura 52). Es importante saber que, todas las variables que se asignen en este apartado tienen que haberse creado de la manera correcta, puesto que dichas variables son las que le enviarán y recibirán las instrucciones desde y hacia el LOGO!; caso contrario, los elementos de la pantalla HMI (pulsadores, pilotos, cuadros textos) no tendrán funcionamiento alguno.

Default tag table					
Name ▲	Data type	Connection	...	...	Addr...
B007_TIEMPO_ACTUAL_CARGA	Word	LOGO8	...	...	MW 16
B007_TIEMPO_DE_CARGA	Word	LOGO8	...	...	VW 8
B011_COLISION_REALIZADA	DWord	LOGO8	...	...	VD 0
B011_NUMERO_COLISION	DWord	LOGO8	...	...	VD 4
B013_TIEMPO_ACTUAL_SOLDAR	Word	LOGO8	...	...	VW 14
B013_TIEMPO_SOLDAR_ABRIR	Word	LOGO8	...	...	VW 10
B013_TIEMPO_SOLDAR_CERRAR	Word	LOGO8	...	...	VW 12
M1_ON_BOMBA	Bool	LOGO8	...	...	M 0.0
M10_PILOTO_TERMICO	Bool	LOGO8	...	...	M 1.1
M11_PILOTO_INICIO_CICLO	Bool	LOGO8	...	...	M 1.2
M12_PILOTO_EN_ESPERA	Bool	LOGO8	...	...	M 1.3
M13_GUARDA_ABIERTA	Bool	LOGO8	...	...	M 1.4
M14_BOMBA_ENERGIZADA	Bool	LOGO8	...	...	M 1.5
M2_OFF_BOMBA	Bool	LOGO8	...	...	M 0.1
M3_NIVEL_ACEITE	Bool	LOGO8	...	...	M 0.2
M4_PULSADOR_CARGA	Bool	LOGO8	...	...	M 0.3
M5_INICIO_CICLO	Bool	LOGO8	...	...	M 0.4
M6_PARADA_CICLO	Bool	LOGO8	...	...	M 0.5

Figura 52. Tabla de variables del HMI

Fuente: El Autor (2022)

Finalizada la creación de variables, se procede a elaborar el maquetado de los elementos en pantalla, esto según las necesidades que requiera el proyecto (Ver figura 53). Por último, ya con los elementos bien plasmados en el panel, se procede a enlazar cada componente con su respectiva variable, de esta forma el HMI podrá controlar el programa del LOGO! a través del estándar PROFINET de su puerto ethernet. Para realizar esta tarea solo basta con presionar doble click sobre el elemento a configurar y en el apartado de “Tags” se procede a seleccionar la variable que se relacione con el elemento en cuestión.

Finalizada la programación de ambos dispositivos, se procede a cargar el programa tanto al HMI como al micro autómatas LOGO! siemens. Al momento de conectarlos a ambos a través del puerto ethernet, comenzarían a interactuar entre sí.

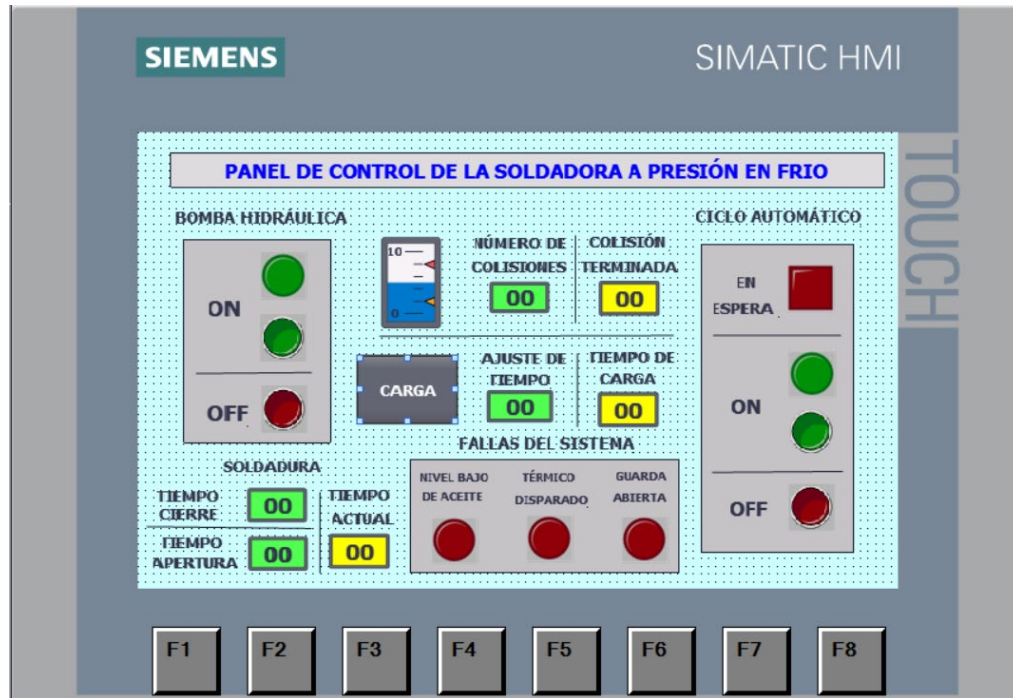


Figura 53. Interfaz Hombre-Máquina programada en TIA Portal.
Fuente: El Autor (2022)

Culminadas todas las programaciones necesarias, resta realizar las instalaciones físicas de los dispositivos y componentes que tienen participación dentro de la elaboración del proyecto. A fin de atender tal exigencia, se elaboró el diagrama de conexiones que se debe llevar a cabo (Ver Figura 54). Dicho conexionado, tiene la peculiaridad de que las salidas del micro autómatas no están conectadas directamente a la carga, esto por la sencilla razón de que el LOGO! no cuenta con protección en contra de cortocircuitos, por lo que si esta falla llegase a ocurrir, probablemente atrofiaría los contactos de las salidas de micro PLC, obligando a los técnicos a reemplazarlos. Además, el uso de relés de estado sólido evita que con el tiempo se degraden los contactos de salida del micro autómatas debido a los picos de corriente de desenergización que emiten las bobinas al descargarse.

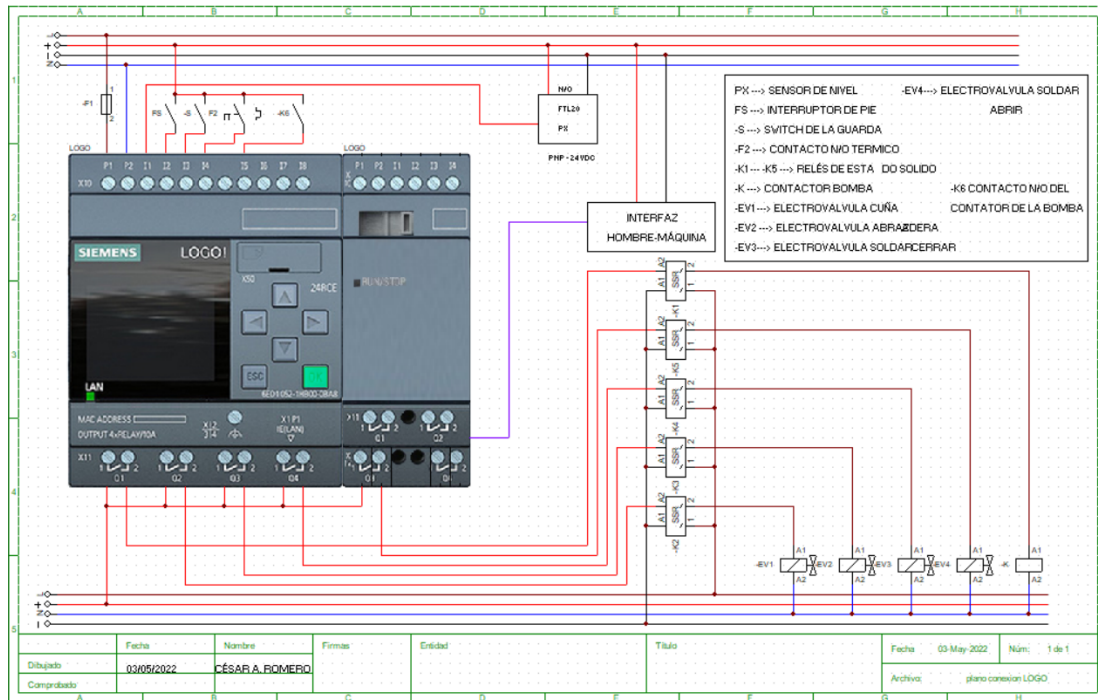


Figura 54. Conexionado del Micro PLC LOGO!
Fuente: El Autor (2022)

5.5 Fase V. Determinar la factibilidad técnica, económica, ambiental, social y operativa de la propuesta de automatización de la máquina Soldadora.

Tras el término del proyecto, ha de evaluarse los resultados que posee la propuesta en lo que concierne al ámbito económico, técnico, operativo, ambiental, y social para la incorporación del proyecto, a las líneas de producción, tomando en cuenta aspectos tales como la instalación, programación, comprensión del funcionamiento y los beneficios que conlleva.

En este orden de ideas, Luna, Cháves (2001) definen el estudio de factibilidad como el análisis que lleva a cabo una empresa para determinar si un proyecto negocio que se está proponiendo implementar, será bueno o malo y además cuales son las condiciones que deben surgir para que sea exitoso. En consonancia con lo antes expuesto, se evidencia el grado de importancia que posee la factibilidad para con el proyecto en cuestión, por lo que a continuación se resaltarán aspectos concernientes a este punto.

5.5.1 Definición de recursos necesarios para la aplicación de la propuesta de automatización de la máquina soldadora a presión en frío Babcock, perteneciente a la empresa Aralven S.A.

5.5.1.1 Factibilidad Operativa

Envuelve todo lo que respecta al recurso humano necesario para la puesta en funcionamiento de la propuesta. Dadas las condiciones que anteceden, la empresa Aralven S.A. cuenta con el personal capacitado, con compromiso y disposición para reanudar la puesta en servicio de la soldadora, en una colaboración conjunta para alcanzar tal objetivo. El departamento de mantenimiento, comprendido por mecánicos y electricista, además de los operadores de las máquinas Robertson I y Robertson II (quienes hicieron uso de la soldadora antes de la salida de servicio), se consideran el personal especializado en la ejecución de actividades que corresponden a la capacitación del personal con el fin de llevar a cabo la instalación y mantenimiento del proyecto propuesto, concluyendo entonces que, la propuesta es factible operativamente.

5.5.1.2 Factibilidad Técnica

Se refiere a los recursos necesarios como herramientas, conocimientos, habilidades, experiencia, entre otros. En tal sentido, para determinar la factibilidad técnica se evaluó el entorno en que cual se tiene pensado implementar, a saber en un ambiente industrial. Motivado a tal condición, se seleccionaron componentes capaces de soportar el medio abrasivo al cual están expuestos. Al mismo tiempo, se reutilizaron elementos de la tarjeta electrónica, buscando alargar la vida útil del resto de los componentes que conforman las conexiones del sistema. Se determinó que la propuesta es factible técnicamente hablando, puesto que no requiere de un mantenimiento pesado que induzca a gastos a la empresa, simplemente con presión neumática para eliminar impurezas, es suficiente. Además la forma en que está programada la máquina, permite usarla para la soldadura de alambres de diversos diámetros, convirtiéndola en un equipo versátil en cuanto al trabajo de soldar concierne.

5.5.1.3 Factibilidad Ambiental

Abarca todo lo tocante al impacto que pueda tener el proyecto en el ambiente, facilitando su identificación y prevención. Para ello, se analiza el lugar teniendo en cuenta los efectos ambientales de la zona, y se determina cuáles son las posibilidades de ser implementado en dicho lugar. Ahora bien, en cuanto al diseño de la propuesta, es ambientalmente factible, pues no es abrasiva con el medio en donde se desarrolle, no genera ningún tipo de gas que pueda ser nocivo para la salud, no emite radiación alguna que aparente ser perjudicial, por lo que no representa un peligro inminente para la flora, fauna y por supuesto, el ser humano.

5.5.1.4 Factibilidad Social

Con esta factibilidad se busca hacer énfasis en el impacto social del proyecto, y cuyo principal objetivo busca satisfacer las necesidades humanas materiales. En el caso de la propuesta desarrollada, el impacto social incide directamente en los trabajadores de la empresa, con especial ahínco en los operadores de la misma. El proyecto en sí, busca brindar comodidad al usuario, aligerando la carga operacional que pueda recaer sobre el mismo. Por ende, se puede inferir que la aplicación del proyecto resulta factible socialmente, pues en la medida de la situación de manejo de la soldadora con la propuesta implementada, arroja un mayor bienestar en los operarios, buscando la ergonomía para el mismo al momento de hacer uso del equipo.

5.2.1.5 Factibilidad Económica

En esta fase es donde se han de reflejar los costos asociados a la propuesta de automatización de la máquina soldadora a presión en frío Babcock, perteneciente a la empresa Aralven S.A., la cual brindaría calidad en la soldadura, ergonomía al operador, y aceleración en la producción, evaluando el proceso bajo la perspectiva tecnológica, de materiales y mano de obra; con el objetivo de estipular cuales son los requerimientos para el desarrollo del mismo, y a su vez suministrar la opción más oportuna al momento de llevar a cabo la toma de decisiones en lo que respecta al ámbito económico.


A continuación, se presenta un estudio de donde se extrajo la factibilidad económica que posee el proyecto propuesto; además, se plasmaron los recursos a utilizar, estipulando al mismo tiempo los costos a los cuales se incurrieron, de acuerdo a los materiales y componentes que ya se poseen, y los que no, para finalmente obtener el beneficio de la propuesta.

Tabla 12. Costo de equipos, y componentes a utilizar, expresado en USD (\$)

Componente	Marca	Modelo	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Precio Total (USD)
LOGO!	Siemens	6ED1052-2FB08-0BA1	1	\$ 200.00	\$ 200.00
Módulo de Ampliación	Siemens	6ED1055-1FB00-0BA2	1	\$ 85.00	\$ 85.00
Sensor de Nivel	Liquiphant	T-FTL20	1	\$ 100.55	\$ 100.55
Micro Switch	Cherry	DC1 C-AILC	1	\$ 4.17	\$ 4.17
HMI	Siemens	6AV2123-2GB03-0AX0	1	\$ 736.95	\$ 736.95
Relé de estado sólido	Fotek	SSR-60	1	\$ 15.17	\$ 15.17
Horas de Ingeniería	N/A	N/A	24	\$ 1.88	\$ 45.00
Envío Internacional	N/A	N/A	1	\$ 585.87	\$ 585.87
				Total	\$ 1,772.71

Fuente: El Autor (2022).

Los precios de la tabla de costos corresponden a la media conseguida en el mercado, a excepción del costo de envío por importación, cuyo valor corresponde a la totalidad de los componentes, sin incluir el relé de estado sólido. Por otro lado, las horas de ingeniería se calcularon basadas en el tabulador de sueldos y salarios mínimos para los profesionales del Colegio de Ingenieros de Venezuela, el cual a partir de marzo 2022 el sueldo mínimo para un ingeniero recién egresado es de US\$ 450, al cambio (Ver figura 55). De esta manera, la tabla antes mostrada, define el costo total de la inversión necesaria en equipos y componentes, gastos de importación, y recursos humanos que permitirán el desarrollo de la propuesta.



COLEGIO DE INGENIEROS DE VENEZUELA
TABULADOR DE SUELDOS Y SALARIOS MINIMOS PARA LOS PROFESIONALES DEL CIV

Aprobado por la Junta Directiva Nacional CIV.
a partir del mes marzo 2022 y el cual determina el salario
mínimo neto, de acuerdo al Nivel Profesional y donde no se incluyen los beneficios
de Ley, ni los contractuales u otros.

Experiencia Profesional	Nivel Profesional	Factor de Experiencia	Sueldo Mínimo
(Años)	(*)	(*)	Bs. Dóces
0 a 1	P1	1.35	1.899,00 Bs
1 a 2	P1	1.48	2.081,00 Bs
2 a 3	P2	1.61	2.264,00 Bs
3 a 4	P2	1.74	2.447,00 Bs
4 a 5	P2	1.87	2.630,00 Bs
5 a 6	P3	2.00	2.813,00 Bs
6 a 7	P3	2.12	2.982,00 Bs
7 a 8	P4	2.25	3.165,00 Bs
8 a 9	P4	2.38	3.347,00 Bs
9 a 10	P5	2.51	3.530,00 Bs
10 a 11	P5	2.64	3.713,00 Bs
11 a 12	P6	2.77	3.896,00 Bs
12 a 13	P6	2.90	4.079,00 Bs
13 a 14	P7	3.03	4.262,00 Bs
14 a 15	P7	3.16	4.445,00 Bs
15 a 16	P8	3.29	4.627,00 Bs
16 a 17	P8	3.41	4.796,00 Bs
17 a 18	P8	3.54	4.979,00 Bs
18 a 19	P9	3.67	5.162,00 Bs
19 a 20	P9	3.80	5.345,00 Bs
20 a 21	P9-A	3.93	5.528,00 Bs
21 a 22	P9-A	4.06	5.711,00 Bs
22 a 23	P9-A	4.19	5.893,00 Bs
23 a 24	P9-A	4.32	6.076,00 Bs
24 a 25	P9-A	4.45	6.259,00 Bs
25 a 26	P10	4.58	6.442,00 Bs
26 a 27	P10	4.70	6.611,00 Bs
27 a 28	P10	4.83	6.794,00 Bs
28 a 29	P10	4.96	6.977,00 Bs
29 a 30	P10	5.09	7.159,00 Bs
más de 30	P10	5.22	7.342,00 Bs

(*) Escala del Manual de Contratación del Colegio de Ingenieros de Venezuela.
Se exhorta a los Miembros Agremiados del CIV a los Organismos Públicos y Privados,
a darle fiel cumplimiento a la presente Resolución.

(**) Tasa referencial del BCV al día 14 de marzo 2022 4,22 Bs/D

Ing. Enzo Betancourt M. Presidente
Ing. Alfonso Gutiérrez Secretario

Dirección. Av. Principal de Quebrada Honda, Los Caños, Caracas, Dtto. Capital. Zona Postal 1050
Teléfonos: 0212987498-09 / 571-63-75

Figura 55. Tabulador de Sueldos y Salarios del Colegio de Ingenieros de Venezuela
Fuente: <https://eldiario.com/2022/03/26/colegio-ingenieros-venezuela-actualizo-tabulador-salarial/>

Determinación del beneficio esperado resultante de la proyección de la automatización de la máquina soldadora a presión en frio perteneciente a la empresa Aralven S.A.

Una vez establecido el total de inversión requerida, es necesario proyectar el beneficio, también conocido como el ingreso estimado del proyecto propuesto. En tal sentido, los ingresos que el proyecto espera percibir son representados mediante el siguiente análisis: Tal como lo estableció la Superintendencia Nacional para la Defensa para los Derechos Socioeconómicos (Sundde) en el año 2016, las ganancias de toda

empresa cablera no deben superar el 30%. Asimismo, según información proporcionada por el departamento de Ingeniería de la empresa Aralven S.A. anualmente se procesan cien toneladas de cobre (100 T). Por otro lado, según Sánchez, V. (2002) una línea de trefilación en óptimas condiciones pierde al año un 0.11% de material convertidos en desperdicio, y de esa cifra el 40% corresponde al desperdicio que podría generarse por la ausencia de una máquina soldadora, es decir, el 0.044% de material procesado al año, se pierde por la ausencia de una máquina soldadora. Ahora bien, en vista de que la empresa no proporcionó el costo por el cual adquieren la materia prima por asuntos de “Discreción”, para realizar los cálculos pertinentes se toma como referencia el precio internacional del cobre (sin incluir costos de envío) que para el día 12 de mayo del año en curso, cotizaba en US\$9341 la tonelada. (Ver tabla 13)

Tabla 13. Cálculo de los ingresos anuales y costo de material no procesado.

Precio Internacional del cobre por Tonelada	\$ 9,341.00
Material procesado al año [T]	100.00
Ingresos Anuales	\$ 934,100.00
Márgen de Ganancia	30%
Ingresos Totales al Año	\$ 1,214,330.00
Márgen de Desperdicio	0.044%
Costo de Material no Procesado	\$ 411.00

Fuente: El Autor (2022)

En otro orden de ideas, tal como se dejó claro en el planteamiento de la problemática del presente proyecto, entre las metas de la empresa Aralven S.A. está la puesta en marcha de una nueva línea de trefilación (M-85), en donde se requiere de una máquina soldadora a presión en frío. Al automatizar y restaurar la operatividad de la soldadora Babcock, no sería necesario realizar la compra de una máquina nueva, cuyo precio es de aproximadamente US\$12.900 en el mercado (Puede variar de acuerdo al fabricante y los gastos de importación). Finalmente, con los datos obtenidos es posible determinar el beneficio esperado (Ver Tabla 14), el cual estaría conformador por la suma del Dinero ahorrado por la empresa más el costo del material no procesado.

Tabla 14. Beneficio Esperado

Beneficio Esperado	
Máquina de Soldar Nueva	\$ 12,900.00
Costo de la propuesta	\$ 1,772.71
Dinero Ahorrado	\$ 11,127.29
Costo de Material no Procesado al Año	\$ 411.00
Beneficio Esperado	\$ 11,538.30

Fuente: El Autor (2022)

Cálculo y análisis de la relación Costo – Beneficio

Culminada las actividades anteriores, se lograron obtener los costos asociados a la implementación del proyecto propuesto en base a las necesidades de la empresa. En consonancia con lo que alega Moncayo (2015) la relación costo beneficio resulta en una útil manera de determinar la viabilidad de un proyecto, puesto que gracias a esta, se es capaz de identificar si el beneficio obtenido es mayor al costo o viceversa.

En este orden de ideas, “Para calcular la relación (B/C) primero se halla la suma de los beneficios descontados, traídos al presente, y se divide sobre la suma de los costes también descontados.” (Ucañan, 2015).

$$\text{Razón costo beneficio} = \frac{\text{Beneficio Esperado}}{\text{Costo de la propuesta}}$$

$$\text{Razón costo beneficio} = \frac{\$11,538.3}{\$1,772.71} = 6.51$$

Según el cálculo antes realizado se evidencia que la razón costo-beneficio es por mucho, mayor que 1 (>1), dicho de otra manera, queda claro que la comparativa entre el beneficio esperado, en contraste con el costo de la propuesta, permite inferir que el esfuerzo invertido será menor que el beneficio.

Realizado el cálculo de la relación costo- beneficio se procede a determinar el Flujo del Proyecto, la Tasa Interna de Retorno, el Valor Actual Neto y Valor Residual para demostrar que la propuesta en sí misma genera factibilidad en el tiempo. Por ello, asumiendo la implementación del proyecto desarrollado, se requerirá de mantenimiento regular, cuyo costo, tal como lo afirma Torres (2005) se sitúan entre el 5-12% (lo que pudiese incluir reparación y compra de componente que incurrirán en

gastos extras) del total del valor en el producto terminado. Al mismo tiempo Garrido (2009) señala que el coste anual de mantenimiento puede estimarse entre el 2% y el 3% del coste de los equipos, incluyendo la instalación de los mismos.

Ahora bien, de acuerdo a lo que plantea Garrido, se define una tasa del 3%; esto deriva del costo de la inversión, un valor resultante de \$53.18. Finalizados los cálculos de los ingresos por la implementación de la propuesta (beneficio esperado) que servirán como una base fija anual para el cálculo a realizar, y al mismo tiempo los costos de la solución que solo serán plasmados en el año base. Por tal motivo, se procede a elaborar el flujo del proyecto, que tal como lo expresa Vivallo, A. (2006:285) es útil para reflejar el perfil temporal de los ingresos y egresos, presentados de forma cronológica, año por año durante la vida o perfil temporal del proyecto.

Tabla 15. Flujo de proyecto al cabo de 7 años.

Flujo del proyecto [Año]	0	1	2	3	4	5	6	7
Flujo de ingresos percibidos		\$ 411.00	\$ 411.00	\$ 411.00	\$ 411.00	\$ 411.00	\$ 411.00	\$ 411.00
Egresos Operativos de Mto.		-\$ 53.18	-\$ 53.18	-\$ 53.18	-\$ 53.18	-\$ 53.18	-\$ 53.18	-\$ 53.18
Soldadora Nueva	\$ 12,900.00							
Inversion	-\$ 1,772.71							
Flujo del proyecto	\$ 11,127.29	\$ 357.82	\$ 357.82	\$ 357.82	\$ 357.82	\$ 357.82	\$ 357.82	\$ 357.82

Fuente: El Autor (2022)

Los resultados reflejados en la tabla antes elaborada, muestran un flujo de proyecto positivo para el primer año, lo que indica que la inversión será recuperada en un periodo de tiempo inferior a este. Asimismo, esta tabla ha permitido determinar el valor residual del proyecto, que es el valor monetario que va recibir la empresa en caso de que decidiese vender la propuesta. Lo antes planteado representa una alta rentabilidad y estabilidad para la empresa.

Una vez establecidos el flujo del proyecto y el valor residual, se procede con la determinación de la Tasa Interna de Retorno y el Valor Neto Agregado, que de acuerdo a lo que estipula Sevilla (2015) “es el porcentaje de beneficio o pérdida que tendrá una inversión para las cantidades que no se han retirado del proyecto.”. Y por otro lado

Velayo (2015) relata que “El Valor Actual Neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión.”

Tabla 16. Valor de la Tasa Interna de Retorno (TIR) y del Valor Actual Neto (VAN)

TIR	9.47%
VAN	\$732.02

Fuente: El Autor (2022)

Con estos datos obtenidos que infiere que, aunque se trata de una TIR relativamente baja, la inversión será recuperada. Y en cuanto a la VAN, demuestra la capacidad que tiene la empresa con respecto a la TIR, pues se visualiza que durante los 7 años de incorporación de esta propuesta, genera una ganancia positiva para la compañía, lo que se traduce en una alta aplicabilidad y rentabilidad del proyecto a largo plazo. Cabe resaltar, que en estos cálculos no se tomó en cuenta el dinero que se estaría ahorrando la empresa al desarrollar la propuesta pues ya no sería necesario la compra de una máquina soldadora en frío nueva, lo que vuelve aún más rentable la propuesta en sí.

Todos los datos recopilados muestran la viabilidad del proyecto siendo esta, mayor a 1 (>1) en los tres indicadores antes expuestos para un periodo de estudio de siete años, lo que da pie a la implementación de la propuesta por parte de la empresa, recuperando el dinero invertido, y al mismo tiempo adquiriendo beneficios cuantitativos gracias al incremento en la calidad de la soldadura y permitiendo la apertura de una línea de trefilación cuya velocidad supera por un poco más del doble a las líneas actuales. Por lo tanto, se concluye que se trata entonces de una propuesta factible.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Tras el diseño de la propuesta de automatización de la máquina soldadora a presión en frío, perteneciente a la empresa Aralven S.A., se concluye que a pesar de tratarse de un equipo que fue diseñado en la década de los 80', gracias a la tecnología actual, junto con un buen criterio de selectividad, es posible reactivar la soldadora. Como consecuencia de ello, es extendida su vida útil, y al mismo tiempo se habilitaría la disponibilidad en stock para la futura apertura de la línea de trefilación M-85, evitando la compra de un nuevo equipo.

Ahora bien, dentro de las variables físicas medibles de la máquina, están el nivel, y la más predominante, la presión hidráulica; y aunque para fines del desarrollo no representó un grado de importancia tan elevado, sí permitió percibir, el factor de riesgo presente hacia el operador y demás personal de la línea.

En tal sentido, el diseño físico de la soldadora Babcock predeterminado por el fabricante, deja expuesto al operador a riesgos de atrapamiento de miembros tales como, manos o dedos. Además, al no poseer un sensor de nivel en el tanque de aceite, queda vulnerable al caos por derrame de aceite hidráulico en caso de ruptura de alguna manguera, y en consonancia con ello la bomba comenzaría a trabajar en vacío, lo que podría perjudicar negativamente su funcionamiento. Aunado a todo lo antes mencionado, la soldadora en cuestión no posee un protocolo de contingencia en caso de que se presencie un accidente que pueda ser originado por la misma, por ejemplo, el atrapamiento de miembros antes descrito; lo que como resultado podría causar la pérdida de dicha extremidad ya que se está envolviendo en un medio de trabajo donde se observan hasta 2000 psi de presión.

A fin de resolver, tales problemáticas, entre las cuales también se encontraba el mal funcionamiento de la tarjeta electrónica encargada de llevar a la cabo la soldadura de forma automática, se procede a seleccionar un micro controlador lógico programable, capaz de reemplazarla y al mismo tiempo, bajo programación, atender los factores de riesgos presentes.

Es cierto que el objetivo de integrar un micro PLC es el de automatizar la máquina soldadora, sin embargo, al estar envuelta ligeramente la acción humana, solo se es capaz de automatizar el corazón del equipo, lo cual respecta al realizado de la soldadura. Esto representó, un aumento en calidad la de ejecución de las tareas antes descritas, erradicando posibles errores humanos que puedan estar intrínsecamente envueltos al llevar a cabo la fusión de los materiales conductores de forma manual. En caso de llevar a cabo la realización de la automatización de todo el equipo, desviaría ligeramente la naturaleza del área de la propuesta, que no solo se abarcaría el sistema electrónico de la máquina, sino también la parte física de la misma; lo que se traduce en un trabajo de adaptación mecánico. De la misma manera, si se pretendiese enlazar la soldadora junto con la línea de trefilación, es necesario la remodelación del área donde se encuentran dichas máquinas, o en su defecto la reubicación de las mismas.

Por otro lado, el estudio de la factibilidad económica fue basado en el hecho de que la empresa tiene el objetivo de abrir una nueva línea de trefilación donde se requiere una soldadora a presión en frío, motivado a la ausencia de stock la misma, se crea la necesidad de reactivar y al mismo tiempo automatizar la soldadora Babcock encontrada fuera de servicio. Bajo la hipótesis de la aplicación de la propuesta, el costo de una nueva máquina soldadora a presión en frío pasó a representar parte del beneficio esperado de la propuesta, en conjunto con el valor. Tras los cálculos llevados a cabo pese a la omisión de información de utilidad, se consiguió una tasa interna de retorno del 9.47% lo que, a simple vista deja ver viabilidad, en consonancia con el Valor actual neto arrojando una cifra de \$732.02 lo cual refleja en conjunto la recuperación de la inversión, convirtiendo la propuesta en un proyecto factible.

Recomendaciones

Finalizado el desarrollo de la propuesta y teniendo en cuenta las fortalezas y debilidades de la misma, así como también acciones necesarias para su perduración en el tiempo, se recomiendan los siguientes aspectos:

- A fin de mantener la integridad de la máquina, es conveniente la realización de un plan de mantenimiento preventivo, en donde se haga el evalúo de las partes, y la detección prematura de posibles fallas. En cuanto al sistema de control, simplemente es requerida la presión neumática para su limpieza.
- En cuanto al diseño de la guarda, aunque fue propuesta en su totalidad hecha de acrílico, también puede ser elaborada en material ferroso, sea hierro o aluminio. Sin embargo, haría falta realizar un corte en la parte superior de la misma, a fin de elaborar algo similar a una ventanilla, la misma puede ser de material acrílico.
- El micro switch que activara la señal de la guarda cerrada, se recomienda ser instalado bajo la cubierta de la máquina a fin de que no pueda ser atrofiado por agentes externos a la misma, asimismo, se evita que los operadores tengan acceso a dicho micro, limitando la posibilidad de ser “Trampeado”
- Aunque el programa encargado de controlar el autómeta, fue diseñado desde la perspectiva del funcionamiento de la máquina que posee el autor junto con la información recabada del manual de la misma, se recomienda la consulta con el personal operario de la soldadora, a fin de ajustarla de acuerdo a las exigencias que ellos posean, de esta manera se garantizaría su comodidad.

REFERENCIAS

- Alvear (2018) **Diseño de un Sistema automatizado para mejorar la productividad en la etapa de laminado en la fabricación de la pasta Wantan en la empresa Yuc Wa.** Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (USAT). Trabajo de grado. Perú.
- Arias, Fideas (2006). **Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología.** Edición N°5. Caracas: Editorial Episteme.
- Arismendi, E. (2013) **Tipos y diseños de Investigación.** Disponible: http://planificaciondeproyectosemirarismendi.blogspot.com/2013/04/tipos-y-diseno-de-la-investigacion_21.html. Consultado en diciembre 2021
- Augustowsky ,G. (2017) **El registro fotográfico para el estudio de las prácticas de enseñanza en la universidad. De la ilustración al descubrimiento.** Disponible en: <https://ie.ort.edu.uy/innovaportal/file/68988/1/el-registro-fotografico-augustowsky.pdf>. Consultado en Diciembre 2021
- Barrientos, A. y Gambao, E., **Sistemas de Producción Automatizados,** Universidad Politécnica de Madrid, 2014.
- Bauce, G. (2007) **El problema de investigación.** Revista de la Facultad de Medicina. Volúmen 30, N° 2. Pp 115-118
- Cabañero, C., Giménez, C., y Lusa, A., **Gestión de La Producción,** Universitat Oberta de Catalunya, 2013.
- Carrero, E. (2019) **¿Qué es el marco teórico en una tesis de grado?** Disponible en: https://todosobretesis.com/que-es-el-marco-teorico-en-una-tesis-de-grado/#Que_son_las_bases_teoricas_en_una_tesis_de_grado. Consultado en Noviembre 2021
- Cetina, J. (2016) **Pantallas HMI.** Disponible en: <https://www.logicbus.com.mx/blog/pantallas-hmi/>. Consultado en Noviembre 2021
- COVENIN 2267:2001 (2001) **Corte y Soldadura de metales. Medidas de Seguridad e Higiene Ocupacional.** Norma Venezolana. Disponible en:

- <https://docplayer.es/21909175-Norma-venezolana-covenin-2267-2001-corte-y-soldadura-de-metales-medidas-de-seguridad-e-higiene-ocupacional-1-ra-revision-fondonorma.html>. Consultado en febrero 2022.
- COVENIN 2731:1990 (1990) **Fusibles de Baja Tensión**. Norma Venezolana. Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/2731-90.pdf>. Consultado en diciembre 2021
- COVENIN 601:1972 (1972) **La confiabilidad de los equipos electrónicos y de sus componentes (o piezas sueltas)**. Norma Venezolana. Disponible en: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/601-72.pdf>. Consultado en diciembre 2021
- Delgado, R. (2019) **¿Qué es un sistema MHI? Aplicaciones del mismo**. Disponible en: <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/que-es-un-sistema-hmi/>. Consultado en Noviembre 2021
- Dubs, R. (2002). **El proyecto factible: una modalidad de investigación**. [Documento en línea] Disponible. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/410/41030203.pdf>. Consultado en Diciembre 2021
- Escobar, P. y Cuervo, A. (2008). **Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización**. Disponible en: http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/7113/8574/5708/Articulo3_Juicio_de_expertos_27-36.pdf. Consultado en Diciembre 2021
- Figueroa, M. (2016) **Análisis e Interpretación de los Datos**. Disponible en: <https://sabermetodologia.wordpress.com/2016/03/06/analisis-interpretacion-datos/>. Consultado en diciembre 2021
- García, J. (2017) **Modelado de Procesos Industriales con Intouch Controlados por PLC**. Universidad Nacional Experimental del Táchira. Trabajo de grado. Venezuela.
- Giraldo, B. (2013) **Bases Legales**. Disponible en: <https://bianneygiraldo77.wordpress.com/2013/01/22/bases-legales/>. Consultado en Noviembre 2021

- Hurtado, F. (2005) **Gestión y auditoría de la calidad para las organizaciones públicas**. Primera Reimpresión, 2006. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Isma (2016) **¿Cómo Funciona un sistema Hidráulico?** Disponible en: <https://comofunciona.co.com/un-sistema-hidraulico/>. Consultado en Noviembre 2021.
- Maradiaga, E. (SF) **Técnicas de Recolección** [Documento en Línea]. Disponible en: <http://www.bvs.hn/Honduras/UICFCM/Embarazo.Zika/TECNICAS.DE.RECOLECCION.pdf>. Consultado en Diciembre 2021
- Mendoza L. y Meneses C. (2021) **Actualización Tecnológica del sistema de control en la cinta transportadora de la prensa SACMI PH2590 de la planta Gres Guacara de Cerámica Carabobo**. Universidad José Antonio Páez (UJAP), Trabajo de Grado, Venezuela.
- Mora, J. (2020). **Desarrollo del sistema de control para el compresor Campbell Hausfeld de 40 hp del Sena-Astin**. Universidad Autónoma de Occidente. Trabajo de grado. Colombia
- Morles (1994). **Planeamiento y Análisis de Investigaciones**. Editorial: El Dorado. Venezuela.
- Pérez, J. y Merino M (2010) **Definición de Máquina**. Disponible en: <https://definicion.de/maquina/>. Consultado en Diciembre 2021.
- Rivero, A. (2009) **Ciencias Sociales y Administrativas. Investigación Académica**. Disponible en: <http://www.mailxmail.com/curso-ciencias-sociales-investigacion-administrativas-academica/trabajo-campo-concepto-diseno>. Consultado en Diciembre 2021
- Sabino, C. (2004) **El proceso de la investigación**. Disponible en: http://paginas.ufm.edu/sabino/ingles/book/proceso_investigacion.pdf. Consultado en Diciembre 2021

- Sánchez, V. (2002) **Mejoramiento de la línea de producción de clavos negros de una planta procesadora de alambres de acero.** Escuela Superior Politecnica del Litoral. Trabajo de Grado. Ecuador
- Sanjuan, L. (2011) **La observación.** [Documento en línea] Disponible en: http://www.psicologia.unam.mx/documentos/pdf/publicaciones/La_observacion_Lidia_Diaz_Sanjuan_Texto_Apoyo_Didactico_Metodo_Clinico_3_Sem.pdf. Consultado en Diciembre 2021
- Stobart, G. (2008) **Lista de Cotejo.** Disponible en: <https://www.upf.edu/web/ecodal/glosario-lista-de-cotejo>. Consultado en Diciembre 2021
- Ucha, F. (2015) **Soldadura Industrial.** Disponible en: <https://www.definicionabc.com/general/soldadura-industrial.php>. Consultado en Diciembre 2021
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2006) **Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestrías y Tesis Doctorales.** Reimpresión 2006, Editorial FEDEUPEL, Caracas Venezuela.
- Vildólosa, E. (SF) **Actuadores.** [Documento en línea] Disponible en: https://llamados.ancap.com.uy/docs_concursos/archivos/1%20llamados%20en%20tr%20c3%81mite/2018/ref.%2014-2018%20-%20oficial%20taller%20b%20-%20planta%20minas%20-%20perfil%20instrumentos/2%20-%20conocimientos%20espec%20c3%8dficos/7_v%20c3%81lvulas%20de%20control/actuadores.pdf. Consultado en Noviembre 2021


ANEXO A

Número: 32643 CUMPLIDA		Fecha: 12/04/2007 21:17:02	
Para ser Llenado por el Solicitante			
Solicitante: 405000 HERNANDEZ M., LUIS		Departamento: OPERACIONES	
Máquina: 0006 ACCESORIOS		Componente: 5 SOLDADORES	
Descripción de la Falla			<input type="checkbox"/> Afecta la Producción
REVISAR MAQUINA DE SOLDAR ALAMBRONES DE ALUMINIO			
Para ser Llenado por Mantenimiento			
Clase de Trabajo: PROGRAMADO	Tipo de Falla: ELECTRONICO	Fecha de Ejecución: 02/05/2007 8 -	
Horómetro: 0 <input type="checkbox"/> Cambio del Horómetro	Total Horas Hombre: 76,00		
Pendiente con observación <input type="checkbox"/>	Total Horas Máquina Parada: 0,00		
Descripción del trabajo ejecutado			
SE REVISÓ MÁQUINA ENCONTRANDO TARJETA ELECTRÓNICA DAÑADA. SE CAMBIARON LOS CIRCUITOS INTEGRADOS EN LA TARJETA PRINCIPAL Y SE LE COLOCARON BASES A CADA UNO DE ELLOS.			
Solicitud Recibida por: 617145 RAMIREZ HERNANDEZ, JESUS MARIA	Fecha: 12/04/2007	Hora: 09:30 p. m	
Trabajo Recibido por: 647250 ROMERO V., CESAR	Fecha: 19/04/2007	Hora: 02:00 p. m	
Emisión: 12/04/2007 21:17:02 LH		Modificación: 10/05/2007 11:13:10 EA	

ANEXO B

aralven s.a. Mantenimiento		Nº S/S: 37021 11/02/2022 06:48:20	
<i>Solicitud de Servicios</i>			
PARA SER LLENADO POR EL EMISOR			
Departamento	Solicitante	Firma	Equipo y Componente
MANTENIMIENTO	ROMERO V., CESAR		0006 ACCESORIOS 5 SOLDADORES
Fecha y Hora: 11/09/2008 06:54:46			
Descripción de la Falla:			<input type="checkbox"/> La falla afecta a Producción
REALIZARLE UN MTTTO PREVENTIVO AL SISTEMA HIDRAULICO, SE LE INSTALARA UN PLC			

ANEXO C

	Micro Automata Programable
Marca	Allen Bradley
Modelo	Micrologix 1400 1766-L32BWA
Voltaje de Alimentación	100/240 V AC
Frecuencia de Línea	47-63 Hz
Entradas Digitales	24
Salidas Digitales	12
Protección contra Cortocircuitos	NO
Capacidad de Corriente de salida	2.5 A
Emision de Radio interferencias según EN 55 011	Clase A
Condiciones Ambientales	
Temperatura Ambiente de Servicio	-20° - 60°C
Temperatura Ambiente en Almacenaje/Transporte	-40° - 85°C
Dimensiones	
Ancho	180 mm
Altura	90 mm
Profundidad	87 mm