



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

**“REPOTENCIACIÓN DE UNA MÁQUINA VAPORIZADOR PARA
ARMADO DE PUNTAS DE CALZADO EN LA EMPRESA
CREACIONES JIMMY’S”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

AUTORES:

JONATHAN ALEXIS CHAMBA AGUILAR

JIMMY ALEXANDER VALENCIA BARONA

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

“REPOTENCIACIÓN DE UNA MÁQUINA VAPORIZADOR PARA ARMADO DE PUNTAS DE CALZADO EN LA EMPRESA CREACIONES JIMMY’S”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

AUTORES: JONATHAN ALEXIS CHAMBA AGUILAR

JIMMY ALEXANDER VALENCIA BARONA

DIRECTOR: Ing. JOSÉ ENRIQUE GUERRA SALAZAR M. Sc.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Jonathan Alexis Chamba Aguilar & Jimmy Alexander Valencia Barona

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, JONATHAN ALEXIS CHAMBA AGUILAR & JIMMY ALEXANDER VALENCIA BARONA, declaramos que el presente trabajo de integración curricular es de nuestra autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 31 de octubre de 2023



Jonathan Alexis Chamba Aguilar
070435274-9



Jimmy Alexander Valencia Barona
180535065-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

El Tribunal de Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular, Tipo: Proyecto Técnico; **REPOTENCIACIÓN DE UNA MÁQUINA VAPORIZADOR PARA ARMADO DE PUNTAS DE CALZADO EN LA EMPRESA CREACIONES JIMMY'S**; realizado por los señores **JONATHAN ALEXIS CHAMBA AGUILAR** y **JIMMY ALEXANDER VALENCIA BARONA**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Diego Ramiro Ñacato Estrella PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-10-31
Ing. José Enrique Guerra Salazar M. Sc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-10-31
Ing. Edwin Vinicio Altamirano Santillán ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-10-31

DEDICATORIA

El presente trabajo de integración curricular está dedicado a Dios, quien ha sido la guía constante durante este trayecto. De manera especial para mis padres Hernán y Geovanna que han sido mi motor que me impulsó a progresar en mi camino académico y poder alcanzar esta meta en mi desarrollo profesional. Para mis queridos hermanos Dayana y Matías por su apoyo y motivarme hasta alcanzar mis objetivos y lograr ser un ejemplo para ellos. A mis abuelitos, cuyo amor y apoyo constante me han acompañado en cada paso, brindándome la fortaleza para alcanzar este logro.

Jimmy

El presente trabajo está dedicado a Dios, quien me ha brindado cuidado y sabiduría en cada paso de mi trayecto. A mis padres y hermanos por su apoyo incondicional. En especial, a mi hermana Jessica, cuyos consejos han sido una luz constante, guiándome con claridad durante este proceso. A Karen, por su cariño y confianza depositada en mí, siendo un pilar fundamental para alcanzar este logro.

Jonathan

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por otorgarme la sabiduría necesaria para completar mi trabajo de titulación. También quiero agradecer a mis padres por su amor y apoyo incondicional. Gracias por su fe en mí, por brindarme todo lo que requiero y ser mi constante motivación. Asimismo, agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y sus docentes que me han guiado a lo largo de esta formación académica. Su orientación ha contribuido a formarme como un profesional con buenos valores, especialmente al Ing. José Guerra por su colaboración en la culminación de esta tesis.

Jimmy

Agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por brindarme la oportunidad de formarme académicamente. A los docentes por compartir sus valiosos conocimientos durante todo mi trayecto, en particular al Ing. José Guerra, cuya orientación y sabiduría fueron esenciales para la culminación de este trabajo. También extendo mi gratitud a mi familia y amigos por su constante apoyo en cada etapa de mi proceso académico.

Jonathan

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
SUMMARY.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación teórica.....	2
1.3. Justificación aplicativa.....	3
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. <i>Objetivo general</i>	5
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i>	5
1.5. Metodología.....	5

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Producción de calzado.....	7
2.2. Máquinas vaporizadores para armado de puntas.....	8
2.3. Repotenciación.....	10
2.3.1. <i>Proceso de repotenciación</i>	11
2.4. Diagnostico técnico de maquinaria.....	11

2.4.1.	<i>Elaboración de fichas técnicas para maquinaria</i>	11
2.4.2.	<i>Evaluación del estado técnico de maquinaria</i>	13
2.5.	Elementos que conforman un sistema neumático	16
2.5.1.	<i>Compresor y depósito acumulador</i>	16
2.5.2.	<i>Unidad de manteniendo</i>	19
2.5.3.	<i>Válvulas distribuidoras neumáticas</i>	20
2.5.4.	<i>Válvulas reguladoras de caudal</i>	21
2.5.5.	<i>Cilindros neumáticos</i>	22
2.5.6.	<i>Manguera y conectores neumáticos</i>	25
2.6.	Módulo de control o mando	26
2.6.1.	<i>Lógica cableada</i>	26
2.6.2.	<i>Lógica Programada</i>	27
2.7.	Autómatas programables	28
2.7.1.	<i>PLC (Controlador lógico programable)</i>	28
2.7.2.	<i>Módulo lógico de control</i>	29
2.7.3.	<i>HMI (Interfaz Hombre-Máquina)</i>	31
2.7.4.	<i>Protocolos de comunicación industriales</i>	33
2.8.	Sensores de temperatura	35
2.8.1.	<i>Termopares o termocuplas</i>	35
2.8.2.	<i>Detectores de temperatura resistivos (RTD)</i>	36
2.9.	Sistema de calentamiento	37
2.9.1.	<i>Resistencias eléctricas tipo cartucho</i>	37
2.10.	Elementos de sistema eléctrico	39
2.10.1.	<i>Relés</i>	39

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	40
3.1.	Análisis del estado técnico de la máquina vaporizador	40

3.2.	Requerimientos para la repotenciación de la máquina vaporizador	41
3.3.	Concepción general para la repotenciación	43
3.4.	Descripción de los sistemas que requieren mantenimiento.....	45
3.4.1.	<i>Descripción del sistema neumático e hidráulico</i>	<i>45</i>
3.4.2.	<i>Descripción del sistema de calentamiento</i>	<i>45</i>
3.5.	Diseño y descripción del diagrama de bloques de sistemas a sustituir	45
3.5.1.	<i>Diagrama de bloques del sistema eléctrico</i>	<i>46</i>
3.5.2.	<i>Diagrama de bloques del sistema de control y mando.....</i>	<i>46</i>
3.5.3.	<i>Diagrama de bloques del sistema de sensores</i>	<i>47</i>
3.6.	Etapas de mantenimiento.....	48
3.7.	Descripción de elementos correspondientes a los sistemas de control y mando, eléctrico y sensores.....	50
3.7.1.	<i>Sensor de temperatura FTARB02 Pt100</i>	<i>50</i>
3.7.2.	<i>Módulo lógico programable Siemens Logo 12/24RCE</i>	<i>51</i>
3.7.3.	<i>Módulo de ampliación de entradas y salidas Siemens Logo DM8 12/24R.....</i>	<i>52</i>
3.7.4.	<i>Módulo de ampliación Siemens Logo AM2 RTD 12/24.....</i>	<i>53</i>
3.7.5.	<i>Interfaz humano-máquina HMI Kinco GL043E.....</i>	<i>54</i>
3.7.6.	<i>Pulsadores Camsco.....</i>	<i>55</i>
3.7.7.	<i>Selector de tres posiciones Camsco</i>	<i>56</i>
3.7.8.	<i>Torre de señalización Camsco LTA 505 2WJ.....</i>	<i>57</i>
3.7.9.	<i>Indicadores de corriente y voltaje</i>	<i>58</i>
3.7.10.	<i>Relé de propósito general CNC MK2P.....</i>	<i>58</i>
3.8.	Protecciones y conductores del tablero de control.....	59
3.8.1.	<i>Fuente de poder Delta CliQ 24 VDC.....</i>	<i>60</i>
3.8.2.	<i>Fusible eléctrico EBASEE 10X38.....</i>	<i>61</i>
3.8.3.	<i>Interruptor termomagnético</i>	<i>61</i>
3.8.4.	<i>Dimensionamientos conductores eléctricos</i>	<i>62</i>
3.8.5.	<i>Diagrama de conexiones del tablero de control.....</i>	<i>63</i>
3.9.	Diseño del panel frontal de control y mando.....	66

3.10.	Programación LOGO	70
3.11.	Interfaz humano-máquina (HMI)	74

CAPITULO IV

4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	79
4.1.	Consideraciones generales	79
4.2.	Validación de los sensores de temperatura.....	81
4.3.	Evaluación de tiempos de vaporizado.....	84
4.4.	Estabilidad de la máquina vaporizador.....	84
4.5.	Evaluación del tiempo de armado para un par de puntas de calzado	86
4.6.	Análisis de consumo eléctrico	87
4.7.	Pruebas de conexiones eléctricas y funcionamiento de la máquina vaporizador	89
4.8.	Análisis económico.....	90

CAPITULO V

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	93
5.1.	Conclusiones.....	93
5.2.	Recomendaciones.....	94

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2:	Características técnicas modelos de máquinas vaporizador.....	10
Tabla 2-2:	Criterio de valoración.....	13
Tabla 3-2:	Criterio de evaluación	13
Tabla 4-2:	Determinación del estado técnico	14
Tabla 5-2:	Determinación de la acción de manteamiento.....	14
Tabla 6-2:	Análisis comparativo entre los compresores de pistón y tornillo.....	17
Tabla 7-2:	Análisis comparativo entre cilindros de simple y doble efecto.....	24
Tabla 8-2:	Análisis comparativo entre lógica cableada y lógica programada	28
Tabla 9-2:	Análisis comparativo entre PLC y módulo lógico de control	30
Tabla 10-2:	Análisis comparativo entre HMI: Kinco, Siemens y Allen Bradley	33
Tabla 11-2:	Análisis comparativo entre protocolos de comunicación.....	34
Tabla 12-2:	Análisis comparativo entre sensores de temperatura: J, K, Pt100 y Pt1000	37
Tabla 13-2:	Análisis comparativo entre resistencias de tipo cartucho.....	38
Tabla 14-2:	Análisis comparativo entre relés de estado sólido y electromecánicos	39
Tabla 1-3:	Evaluación del estado técnico de los sistemas de la máquina.....	41
Tabla 2-3:	Elementos del sistema neumático e hidráulico.....	49
Tabla 3-3:	Características técnicas sensor de temperatura FTARB02 Pt100	51
Tabla 4-3:	Características técnicas módulo lógico Logo 12/24RCE	52
Tabla 5-3:	Características técnicas módulo de ampliación DM8 12/24R.....	53
Tabla 6-3:	Características técnicas módulo de ampliación AM2 RTD 12/24	54
Tabla 7-3:	Características técnicas HMI Kinco GL043E	55
Tabla 8-3:	Características técnicas pulsadores CAMSCO.....	56
Tabla 9-3:	Características técnicas selector Camsco de 3 posiciones.....	57
Tabla 10-3:	Características técnicas torre de señalización Camsco LTA 505 2WJ.....	57
Tabla 11-3:	Características técnicas indicadores EBASEE.....	58
Tabla 12-3:	Características técnicas Relé CNC MK2P	59
Tabla 13-3:	Consumo de corriente de equipos de DC	59

Tabla 14-3:	Consumo de corriente de equipos de AC	59
Tabla 15-3:	Características técnicas fuente de alimentación Delta CliQ 24 VDC	60
Tabla 16-3:	Características técnicas fusible eléctrico EBASEE 10X38	61
Tabla 17-3:	Características técnicas interruptor automático ABB SH202-C20	62
Tabla 18-3:	Elementos que conforman el diagrama de conexión.....	64
Tabla 19-3:	Borneras de conexión del tablero de control	66
Tabla 20-3:	Elementos del panel de control	67
Tabla 21-3:	Medidas generales del panel de control	68
Tabla 22-3:	Denominación de entradas y salidas para el programa	70
Tabla 1-4:	Validación del sensor de temperatura de la plancha superior estación 1	82
Tabla 2-4:	Validación del sensor de temperatura de la plancha inferior estación 1	83
Tabla 3-4:	Validación del sensor de temperatura de la plancha superior estación 2	83
Tabla 4-4:	Validación del sensor de temperatura de la plancha inferior estación 2	83
Tabla 5-4:	Evaluación del tiempo de vaporizado para 40 segundos.....	84
Tabla 6-4:	Evaluación de tiempo de calentamiento de la plancha superior estación 1.....	85
Tabla 7-4:	Evaluación de tiempo de calentamiento de la plancha inferior estación 1.....	85
Tabla 8-4:	Evaluación de tiempo de calentamiento de la plancha superior estación 2.....	86
Tabla 9-4:	Evaluación de tiempo de calentamiento de la plancha inferior estación 2.....	86
Tabla 10-4:	Registro de tiempos del armado de un par de puntas	87
Tabla 11-4:	Consumo eléctrico teórico.....	88
Tabla 12-4:	Pruebas de conexiones eléctricas de la máquina vaporizador	89
Tabla 13-4:	Análisis económico de la máquina repotenciada	91
Tabla 14-4:	Tabla comparativa entre la máquina repotenciada y marca comercial.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-2:	Proceso de producción de calzado en cuero.....	8
Figura 1-2:	Electrotecnia B.C Mod: 182/TS.....	9
Figura 2-2:	Mecsul Mod:TR-82.....	9
Figura 3-2:	Formato de la ficha técnica.....	12
Figura 4-2:	Formato de ficha de evaluación del estado técnico.....	15
Figura 5-2:	Elementos que conforman un sistema neumático.....	16
Figura 6-2:	Compresores de pistón y tornillo.....	17
Figura 7-2:	Unidad de tratamiento de aire.....	19
Figura 8-2:	Válvula distribuidora 3/2 (3 vías, 2 posiciones).....	20
Figura 9-2:	Válvula distribuidora 5/2 (5 vías, 2 posiciones).....	21
Figura 10-2:	Válvula reguladora de caudal.....	21
Figura 11-2:	Cilindro de simple efecto.....	22
Figura 12-2:	Cilindro doble efecto.....	23
Figura 13-2:	Manguera de poliuretano.....	25
Figura 14-2:	Conectores o racores neumáticos.....	26
Figura 15-2:	Ejemplo de aplicación con lógica programada.....	27
Figura 16-2:	PLC Simatic S7-1200.....	29
Figura 17-2:	Logo V8 de Siemens.....	30
Figura 18-2:	Interfaz Hombre máquina HMI.....	31
Figura 19-2:	Curvas características de los termopares.....	36
Figura 20-2:	Curva resistencia-temperatura del sensor RTD.....	36
Figura 21-2:	Resistencia tipo cartucho.....	38
Figura 1-3:	Estado de la máquina vaporizador antes de la repotenciación.....	40
Figura 2-3:	Concepción general para la repotenciación.....	44
Figura 3-3:	Diagrama de bloques general compuesto por todos los sistemas.....	44
Figura 4-3:	Diagrama de bloques del sistema eléctrico.....	46
Figura 5-3:	Diagrama de bloques del sistema de control y mando.....	47

Figura 6-3:	Diagrama de bloques del sistema de sensores.....	48
Figura 7-3:	Esquema de conexiones del sistema neumático e hidráulico.	50
Figura 8-3:	Sensor de temperatura pt100 con tipo de rosca M6.	51
Figura 9-3:	Módulo Siemens Logo! 12/24RCE.....	52
Figura 10-3:	Módulo de ampliación DM8 12/24R.	53
Figura 11-3:	Módulo de ampliación AM2 RTD 12/24.....	54
Figura 12-3:	HMI Kinco GL043E.	55
Figura 13-3:	Pulsadores marca CAMSCO.....	56
Figura 14-3:	Selector CSC.....	56
Figura 15-3:	Torre de señalización CAMSCO.....	57
Figura 16-3:	Indicadores de corriente y voltaje EBASEE.	58
Figura 17-3:	Relé CNC MK2P.....	58
Figura 18-3:	Fuente Delta CliQ 24 VDC.....	60
Figura 19-3:	Fusible eléctrico.	61
Figura 20-3:	Interruptor automático ABB SH202-C20.	62
Figura 21-3:	Diagrama de conexiones del tablero de control.	63
Figura 22-3:	Diseño e implementación del tablero de control.	65
Figura 23-3:	Diseño del panel de control.....	67
Figura 24-3:	Dimensiones panel de control parte frontal y costado.	67
Figura 25-3:	Dimensiones panel de control parte posterior.....	68
Figura 26-3:	Diseño físico del panel de control.....	68
Figura 27-3:	Resultados finales de la repotenciación de la máquina.	69
Figura 28-3:	Diagrama de flujo del sistema de vaporización.....	73
Figura 29-3:	Estructura de navegación jerárquica entre ventanas en la interfaz HMI.	74
Figura 30-3:	Pantalla principal de navegación.....	75
Figura 31-3:	Pantalla de supervisión de parámetros.	76
Figura 32-3:	Pantalla para ingresar parámetros.	77
Figura 33-3:	Pantalla de alarmas.....	78
Figura 1-4:	Máquina vaporizador para armado de puntas de calzado repotenciada.	79

Figura 2-4:	Toma de muestras con el equipo patrón.....	82
Figura 3-4:	Medición de corriente de consumo de la máquina.	88

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** Formato de la ficha técnica
- ANEXO B:** Formato de la ficha de evaluación del estado técnico
- ANEXO C:** Ficha técnica de la máquina antes de la repotenciación
- ANEXO D:** Fichas de evaluación del estado técnico antes de la repotenciación
- ANEXO E:** Etapa de mantenimiento
- ANEXO F:** Hoja técnica - sensor de temperatura pt100 FTARB02
- ANEXO G:** Hoja técnica – módulo de control logo 24/12 RCE
- ANEXO H:** Hoja técnica - módulo de ampliación DM8
- ANEXO I:** Hoja técnica - módulo de ampliación AM2 RTD
- ANEXO J:** Hoja técnica - pantalla HMI Kinco GL043E
- ANEXO K:** Hoja técnica – pulsadores Camsco
- ANEXO L:** Hoja técnica – torre de indicadores
- ANEXO M:** Hoja técnica – relés
- ANEXO N:** Hoja técnica – fuente de alimentación Delta
- ANEXO O:** Hoja técnica – interruptor termomagnético ABB
- ANEXO P:** Hoja técnica – termómetro infrarrojo AIIOSUN
- ANEXO Q:** Hoja técnica – pinza amperimétrica HABOTEST HT206D
- ANEXO R:** Armado del tablero de control
- ANEXO S:** Manual de usuario
- ANEXO T:** Función de cada señal y planillas de programación

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-2:	Consumo de aire cilindro doble efecto	18
Ecuación 2-2:	Relación de compresión.....	18
Ecuación 3-2:	Fuerza ejercida sobre el émbolo	23
Ecuación 4-2:	Fuerza en los cilindros de simple efecto.....	23
Ecuación 5-2:	Fuerza durante el avance	24
Ecuación 6-2:	Fuerza durante el retroceso.....	24
Ecuación 1-4:	Expresión para calculo del error absoluto.....	80
Ecuación 2-4:	Expresión para calculo del error relativo porcentual.	80
Ecuación 3-4:	Expresión para el cálculo de la desviación estándar muestral.	81
Ecuación 4-4:	Expresión para el cálculo de la media aritmética.	81
Ecuación 5-4:	Expresión para el cálculo del coeficiente de variación.....	81

RESUMEN

El presente trabajo de integración curricular tuvo como objetivo repotenciar la máquina vaporizador para armado de puntas de calzado en la empresa Creaciones Jimmy's. Para lograr este propósito se realizó una evaluación del estado técnico de la máquina, donde se identificó la necesidad de realizar mantenimiento en la estructura, los sistemas neumático e hidráulico y de calentamiento, mientras que los sistemas de control y mando, eléctrico y de sensores requirieron de una sustitución. Con base en estos análisis se definieron los requerimientos, además de la realización del diseño de la concepción del proyecto. Se efectuó el mantenimiento y sustitución en los sistemas, para ello se incorporó un módulo lógico programable y una pantalla HMI para mejorar el control de la máquina. Asimismo, se agregó la flexibilidad de selección de material y estación de trabajo. Para la validación de los sensores de temperatura, se realizaron pruebas de exactitud que mostraron un error absoluto máximo de $\pm 1.1^{\circ}\text{C}$ y un error relativo del 5.17%. Estos resultados indicaron que la exactitud de los sensores es aceptable. De la prueba de tiempo de vaporizado, se obtuvo un error relativo máximo del 0.12%, demostrando que la precisión en los tiempos es muy buena. En las pruebas de estabilidad en el tiempo de calentamiento de las planchas se obtuvo un coeficiente de variación del 7.38%, comprobando que es aceptable. En conclusión, la máquina vaporizador repotenciada cumple con los requerimientos para el proceso de vaporización, logrando un ahorro significativo del 33.32% en comparación con equipos comerciales con características similares. Se recomienda realizar una evaluación del estado técnico de otras máquinas en la empresa, específicamente la máquina enfriadora de calzado con la finalidad de optimizar recursos.

Palabras clave: <REPOTENCIACIÓN>, <MÁQUINA VAPORIZADOR>, <ESTADO TÉCNICO>, <LOGOV8 SIEMENS (HARDWARE)>, <KINCO (HARDWARE)>, <SENSORES DE TEMPERATURA RESISTIVA (RTD)>, <ERROR ABSOLUTO>, <ERROR RELATIVO>.



1641-DBRA-UPT-2023

SUMMARY

The objective of the curricular integration research Project was to repower the vaporizer machine for shoe tip assembly at Creaciones Jimmy's company. To achieve this goal, a technical assessment of the machine's condition was conducted, identifying the need for maintenance on the structure; the pneumatic, hydraulic, and heating systems were identified, while the control and command, electrical and sensor systems required replacement. Based on these analyses, the requirements were defined, in addition to carrying out the design of the project conception. The systems were maintained and replaced, for which a programmable logic module and an HMI screen were incorporated to improve the machine control. Additionally, the flexibility of material selection and workstation was added. For the validation of the temperature sensors, accuracy tests were conducted, showing a maximum absolute error of $\pm 1.1^{\circ}\text{C}$ and a relative error of 5.17%. These results indicated that the sensors' accuracy is within acceptable limits. From the vaporization time test, a maximum relative error of 0.12% was obtained, demonstrating excellent precision in the timing. In the stability tests in the heating time of the plates, a coefficient of variation of 7.38% was obtained, confirming its acceptability. In conclusion, the repowered vaporizer machine meets the requirements for the vaporization process, achieving a significant cost saving of 33.32% compared to commercially available equipment with similar features. It is recommended to conduct a technical assessment of other machines within the company, precisely the shoe cooling machine, to optimize resources.

Keywords: <REPOWERING>, <VAPORIZING MACHINE>, <TECHNICAL STATE>, <LOGOV8 SIEMENS (HARDWARE), KINCO (HARDWARE)>, <RESISTANCE TEMPERATURE SENSORS (RTD)>, <ABSOLUTE ERROR>, <RELATIVE ERROR>.



Lenin Iván Lara Olivo
0602546103
DOCENTE FIE

INTRODUCCIÓN

La industria del calzado se encuentra en constante crecimiento y cada vez más empresas buscan optimizar sus procesos de producción. Por lo tanto, es necesario reemplazar la maquinaria obsoleta por modelos nuevos equipados con tecnología actualizada que garanticen resultados más eficientes en el proceso de producción.

Grandes empresas que cuentan con una alta demanda eligen la opción mencionada anteriormente, que implica adquirir maquinaria de alto costo. Sin embargo, también existen empresas pequeñas con una demanda menor que buscan alternativas más viables. De acuerdo con esto, la repotenciación se presenta como una opción conveniente para mejorar el rendimiento de equipos defectuosos con un costo reducido y volviéndose una alternativa económicamente factible.

En base a este contexto, se aborda el tema de repotenciación de maquinaria en la industria del calzado, enfocado en el caso específico de la empresa CREACIONES JIMMY'S, ubicada en el cantón Tisaleo de la provincia Tungurahua en Ecuador. La empresa, con más de veinte años de trayectoria en la fabricación, venta y distribución de zapatos en cuero a nivel nacional, requiere repotenciar su máquina vaporizador para armado de puntas de calzado. Esta máquina inicialmente presentaba diversos fallos técnicos que afectaban su correcto funcionamiento, generando demoras en la producción. A partir de esto, se realizó una evaluación detallada del estado técnico de la máquina, para determinar los requerimientos que permitan establecer un rediseño y seleccionar los elementos de *hardware* y *software* necesarios para su repotenciación. Por último, se llevó a cabo una validación para asegurar que la máquina repotenciada cumpla con los requerimientos iniciales establecidos.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

En este capítulo, se aborda el planteamiento del problema, la justificación tanto teórica como aplicativa, resaltando los beneficios que conlleva la repotenciación de la máquina. Además, se define los objetivos generales y específicos del proyecto, y se ofrece una descripción detallada de la metodología de investigación utilizada para abordar estos propósitos.

1.1. Planteamiento del problema

¿Cómo repotenciar la máquina vaporizador para armado de punta de calzado en la empresa CREACIONES JIMMY'S utilizando sistemas de control apropiados para su correcto funcionamiento?

1.2. Justificación teórica

La repotenciación tanto mecánica como electrónica de una máquina consiste en mejorar o incluso superar las capacidades originales de la maquinaria para aumentar la productividad y competitividad de las empresas, optimizando los tiempos de entrega (Borja y Haro, 2013, p.26). Este proceso implica modificar y adaptar el diseño existente para satisfacer los nuevos requisitos, maximizando así la utilización del equipo (Borja y Haro, 2013, p.26). Esta práctica se ha vuelto cada vez más popular gracias a los avances tecnológicos, que incluyen entre los más relevantes sistemas eléctricos, sensores, control numérico, PLC, software, componentes de seguridad, y equipamiento ambientalmente amigable (Metal Actual, 2014, p.36). La repotenciación ofrece numerosas ventajas, como una mayor disponibilidad, una programación más conveniente, ciclos de procesamiento más rápidos para componentes complejos, mayor precisión, reducción de pausas y tiempos de parada, y un largo período de suministros de repuestos (Metal Actual, 2014, p.36).

Entre los estudios realizados se encuentra el caso de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, donde, Toapanta y Torres (2022) desarrollaron un proyecto de automatización para el proceso de manufactura de plantas de calzado mediante la repotenciación de una máquina inyectora. Los autores demostraron a través de tablas que el costo de implementar el proyecto de repotenciación fue de \$10459, lo que resulta una opción factible en comparación con el costo de una máquina inyectora nueva que oscila entre \$23500 y \$30000. Se concluyó que la repotenciación es una opción viable y económica para empresas que buscan adquirir maquinaria nueva.

Después de evaluar la máquina vaporizador para armado de puntas de calzado en la empresa CREACIONES JIMMY'S, se ha determinado que, a pesar de haber sido adquirida hace aproximadamente 10 años, actualmente solo está funcionando al 50% de su capacidad. Además, la máquina presenta varios problemas, la estructura presenta signos de oxidación, fugas en el sistema neumático e hidráulico, sensores de temperatura que detectan valores incorrectos y un sistema eléctrico y de control que no es óptimo, lo que provoca retrasos en la producción de calzado.

Dado que la sustitución de la máquina resulta muy costosa y no se ajusta a la demanda actual de la empresa, se ha decidido que una repotenciación es la mejor opción para mejorar la productividad. Por lo tanto, se ha propuesto el tema de investigación "REPOTENCIACIÓN DE UNA MÁQUINA VAPORIZADOR PARA ARMADO DE PUNTAS DE CALZADO EN LA EMPRESA CREACIONES JIMMY'S", que se centrará en llevar a cabo mejoras en los sistemas de control, eléctrico, neumático e hidráulico de la máquina. Además, incorporar un módulo de procesamiento y una interfaz de visualización para la supervisión de temperatura de las planchas y los tiempos de vaporizado según el material a trabajar, facilitando el manejo de la máquina por parte del operador. El propósito final es alcanzar un sistema con funcionamiento óptimo, económicamente viable y que contribuya a mejorar la productividad de la empresa.

Es importante destacar que el proyecto propuesto se alinea con lo establecido en el Artículo 385 de la Constitución del Ecuador, el cual promueve desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir (Const, 2008 art. 385). Por lo tanto, la repotenciación de la máquina se enmarca con la finalidad establecida en el artículo mencionado, ya que permitirá el desarrollo de tecnologías e innovaciones que mejoren la eficiencia y productividad nacional.

1.3. Justificación aplicativa

El proceso de vaporizado es esencial para asegurar que el cuero utilizado en la fabricación del calzado no presente desperfectos al pasar al proceso de armado. Sin embargo, la máquina actual carece de la funcionalidad necesaria para realizar este proceso de manera adecuada, lo que representa una limitación significativa en la producción.

Por lo mencionado anteriormente, en este proyecto se realiza la repotenciación de la máquina vaporizador para el armado de puntas de calzado con el objetivo de habilitar el funcionamiento de ambas estaciones de trabajo de la máquina y ejecutar un proceso de vaporizado apropiado.

Para lograrlo, se llevará a cabo una evaluación del estado técnico de la máquina, identificando los sistemas de la máquina y los componentes que requieren mantenimiento o sustitución. Como parte de la mejora, se reemplazará por completo el sistema de control y mando actual, por uno basado en un módulo lógico programable y una interfaz HMI.

La implementación del nuevo sistema de control permitirá al operador supervisar y controlar de manera precisa la temperatura de las planchas utilizadas en el proceso de vaporizado. Además, podrá ajustar los tiempos de vaporizado de acuerdo con los requerimientos específicos de cada tipo de material utilizado.

La interfaz HMI proporcionará al operador cuatro opciones preprogramadas para seleccionar el tipo de material con el que se trabajará en la máquina. Estas opciones tendrán sus parámetros de temperatura y tiempo de vaporizado correspondientes, facilitando la elección y ajuste de acuerdo con las necesidades del proceso. En caso de requerir trabajar con un material diferente, el operador podrá ingresar los parámetros respectivos a través de un teclado virtual, lo que aumentará la versatilidad y adaptabilidad de la máquina para atender diferentes demandas de producción.

Adicionalmente, el panel de mando estará equipado con un selector que permitirá habilitar una o ambas estaciones de trabajo, según las necesidades específicas del operador y la demanda la empresa.

La implementación de este sistema garantizará un proceso de vaporizado óptimo que contribuirá a mejorar significativamente el proceso producción, lo que se traducirá en un aumento de la rentabilidad para la empresa. Además, la implementación de tecnologías avanzadas en la industria del calzado contribuirá a la mejora continua de la producción.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Repotenciar la máquina vaporizador para armado de puntas de calzado en la empresa CREACIONES JIMMY'S.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar el control y parámetros que intervienen en el funcionamiento de la máquina vaporizador.
- Determinar los requerimientos que permita la repotenciación de la máquina vaporizador para armado de puntas de calzado.
- Establecer el diseño que cumpla con los requerimientos propuestos para repotenciar la máquina vaporizador.
- Seleccionar los elementos de *hardware* y *software* que permita implementar el diseño propuesto.
- Validar si la máquina repotenciada está acorde con los requerimientos planteados al inicio de la investigación.

1.5. Metodología

Para el desarrollo del presente trabajo de integración curricular se utilizarán una combinación de métodos analíticos y empíricos, los cuales se describen a continuación:

Métodos Analíticos

Es un enfoque importante para la repotenciación, ya que implica una revisión y análisis completo de cada elemento de la máquina para determinar su estado actual y si es adecuado para su reutilización. Este método incluye los siguientes pasos:

Identificación de los componentes de la máquina: Se debe identificar cada uno de los componentes de la máquina y su función en el proceso de producción.

Evaluación del estado de los componentes: Se debe llevar a cabo una evaluación minuciosa del estado de cada componente de la máquina, incluyendo pruebas y mediciones para determinar si están en buenas condiciones para su reutilización.

Selección de los componentes a reemplazar: En base a los resultados de la evaluación, se deben identificar los componentes que necesitan ser reemplazados y determinar qué tipo de componentes son necesarios para mejorar el rendimiento de la máquina.

Métodos empíricos

Son aquellos que se basan en la observación y experimentación práctica para obtener resultados. En el caso de la repotenciación de una máquina, se pueden utilizar diferentes métodos empíricos para garantizar el éxito del proyecto, como los siguientes:

Diseño y planificación del proceso de repotenciación: Una vez que se han seleccionado los componentes a reemplazar y se han determinado los componentes necesarios para mejorar el rendimiento de la máquina, se debe diseñar y planificar el proceso de repotenciación de la máquina.

Experimentación: se llevarán a cabo pruebas experimentales en un ambiente controlado para comprobar el funcionamiento de cada uno de los bloques que conforman el sistema y detectar posibles errores o mejoras a implementar. De esta forma, se podrá verificar el correcto funcionamiento de cada componente y del sistema en su conjunto.

Observación: se llevará a cabo la validación del sistema diseñado mediante la observación del funcionamiento de este en un ambiente real. Se realizarán pruebas en un ambiente de producción para verificar el correcto funcionamiento del sistema en condiciones reales.

Durante todo el proceso se establecerán los protocolos necesarios para garantizar la integridad física de los operarios durante las pruebas experimentales. Además, se llevará un registro detallado de todas las actividades realizadas y se mantendrá una comunicación constante con el equipo de trabajo para garantizar el éxito del proyecto.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se presenta una investigación detallada de los aspectos teóricos considerados para llevar a cabo el trabajo. Se abordan conceptos sobre la producción de calzado, máquinas vaporizadores, diagnóstico técnico en maquinaria, sistemas neumáticos, módulos de control, sensores de temperatura y elementos de calentamiento. También se analiza el dimensionamiento de los componentes del sistema neumático.

2.1. Producción de calzado

Puede ser diversa dependiendo del tipo de calzado y materiales utilizados. En la empresa Creaciones Jimmy's, se fabrican diferentes tipos de calzado, como montañero, industrial y urbano utilizando principalmente cuero como material base. Además del cuero, otros materiales como telas para el forro, suelas de diferentes materiales, adhesivos y otros elementos también son necesarios para garantizar la calidad y comodidad del producto final.

El proceso de producción de calzado de cuero se compone de seis etapas claves, tal como se muestra en la figura 1-2. Donde la etapa de modelado, diseño y patronaje, se generan los moldes de los diferentes modelos. La etapa de corte se encarga de cortar cada pieza del calzado, ya sea de forma manual o mediante una máquina troqueladora. Durante la etapa de costura, se lleva a cabo la unión de todas las piezas cortadas mediante máquinas de coser, lo cual resulta en la creación de la capellada del calzado. En la etapa de montaje, se arma el corte del calzado utilizando varias herramientas, como la máquina vaporizador, la máquina armadora de puntas y talones, también se fija la suela a la horma. En la etapa de acabado, se retira la horma, se inspecciona el zapato para detectar cualquier desperfecto. Finalmente, en la etapa de empaclado se coloca el número del calzado, las etiquetas y se guardan en cajas de cartón para su venta al cliente (Abril, 2018, pp.36-37).

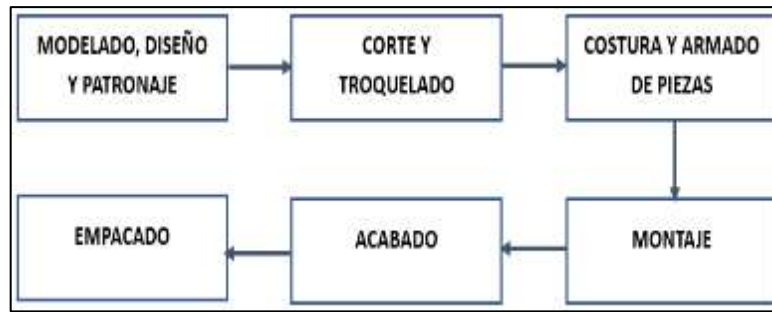


Figura 1-2: Proceso de producción de calzado en cuero.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

La etapa que compete la investigación es la de montaje, la cual se lleva a cabo después de la etapa de costura y armado de piezas. Durante esta fase, se utiliza una máquina armadora de puntas para ensamblar la puntera del calzado. Para preparar la capellada para este proceso, se requiere un tratamiento previo que suavice y reactive el material. Se utiliza una máquina vaporizador que reactiva los adhesivos y vaporiza el cuero, evitando posibles deterioros en el material.

La máquina vaporizador es considerada un equipo indispensable en la producción de calzado, ya que optimiza el proceso de armado asegurando una mejor calidad en el producto final.

2.2. Máquinas vaporizadores para armado de puntas

En la industria del calzado existen diferentes tipos de máquinas que se utilizan para el reactivado o vaporizado de puntas de calzado. La figura 2-2 muestra el modelo 182/TS de la marca Electrotecnica B.C, esta es una máquina electroneumática programada que posee dos estaciones con planchas cóncavas. Además, cuenta con una pantalla que permite programar los diferentes materiales a trabajar y controlar las variables involucradas en el proceso de vaporizado (Elettrotecnica B.C, 2023).



Figura 2-2: Electrotecnica B.C Mod: 182/TS.

Fuente: (Elettrotecnica B.C, 2023)

En la figura 3-2 se puede observar otro tipo de vaporizador de la marca Mecsul. Similar al modelo anterior, esta máquina posee dos estaciones con planchas cóncavas accionado por un sistema electroneumático y un panel frontal con pantallas digitales para controlar todas las variables que intervienen en el proceso de vaporizado (Mecsul, 2023).



Figura 3-2: Mecsul Mod:TR-82.

Fuente:(Mecsul, 2023)

Por medio de la tabla 1-2 se analizan las características de los dos modelos de máquinas vaporizadores antes mencionados. Se incluyen características como el número de estaciones, funcionamiento, el sistema de calentamiento y vaporización, el sistema de control, la potencia eléctrica, el consumo de aire, la capacidad de producción y las dimensiones de cada modelo.

Tabla 1-2: Características técnicas modelos de máquinas vaporizador

Característica	Electrotecnica Mod:182/TS	Mecsul Mod: TR-82
Número de estaciones	2	2
Funcionamiento	Electroneumático	Electroneumático
Sistema de calentamiento	Eléctrico	Eléctrico
Sistema de vaporización	Mediante caldera	Inyección de vapor con bomba peristáltica
Sistema de Control	Digital, pantalla táctil programable	Digital, controladores CLPs
Presión de aire de trabajo	6 bar	6 bar
Potencia eléctrica	4.3Kw	3 Kw
Consumo de Aire	14 l/min	6 l/ciclo
Capacidad (8 horas)	1800 pares	1500 pares
Dimensiones	53x56x153 (cm)	61.8x62x128 (cm)

Fuente: (Electrotecnica B.C, 2023; Mecsul, 2023)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Mediante el análisis realizado en la tabla 1-2, se ha decidido optar por la implementación de un sistema de control con pantalla táctil programable, similar al modelo 182/TS de la marca Electrotecnica. Este nuevo sistema permitirá tener un mayor control sobre el proceso de vaporización, además, ofrecerá un ajuste más preciso de los parámetros de operación de la máquina con una interfaz amigable para el operador, generando una mayor eficiencia y productividad de la máquina.

2.3. Repotenciación

Es un estudio de mantenimiento especializado que busca mejorar y optimizar el funcionamiento de maquinarias, equipos, sistemas o componentes, mediante la modificación de las condiciones de estado y funcionamiento del diseño actual. Esta práctica tiene como propósito aumentar la competitividad y productividad de empresas mediante la implementación de recursos tecnológicos y metodologías actuales (Tisalema, 2012, p.50).

2.3.1. Proceso de repotenciación

Implica en la identificación de las áreas críticas de la máquina, a través de un análisis total y cálculos precisos. Con base a estos resultados, se proponen soluciones para mejorar la funcionalidad, seguridad y eficiencia económica de la máquina, consiguiendo optimizar el funcionamiento de la maquinaria y garantizar su capacidad para cumplir con los requerimientos actuales de la empresa (Tisalema, 2012, p.50).

De acuerdo con Daquilema y Yimusaca (2016, p.19), al llevar a cabo este proceso, se puede mejorar la disponibilidad y aumentar la productividad de la maquinaria. Además, se logra una actuación y programación más eficientes, generando un procesamiento más rápido de elementos complejos. También se reducen los tiempos de parada y se administra la información de manera segura y fiable. Todo esto se puede obtener con una inversión menor en comparación con la obtención de maquinaria nueva.

2.4. Diagnostico técnico de maquinaria

Como menciona Batista y Urquiza (2008, p.29), la implementación de un sistema de mantenimiento seguro implica la evaluación detallada del estado técnico de cada componente de las máquinas, lo que permitirá tomar medidas específicas en función de las necesidades detectadas. Para lograr este propósito, se ha desarrollado una disciplina denominada Diagnóstico Técnico, que se enfoca en el análisis y determinación del estado técnico individual de los elementos en funcionamiento, con el fin de restablecer sus requerimientos de operación.

Según lo indicado por Tisalema (2012, p.86), el procedimiento para establecer el estado técnico de una máquina se compone de dos etapas. La primera consiste en la selección de la ficha técnica, incluye información relevante sobre las características de la máquina en cuestión. Luego, se procede a la evaluación del estado técnico de la máquina, mediante la aplicación de técnicas y herramientas específicas.

2.4.1. Elaboración de fichas técnicas para maquinaria

Es un documento fundamental para conocer las características de una máquina, y resulta indispensable en el proceso de intervención de estas, puesto que suministra información valiosa para su uso adecuado y mantenimiento. Para la elaboración de una ficha técnica de una máquina, se debe tomar en cuenta información relevante (Toro citado en Llugsha y Piruch, 2022, p.9), tal como:

- Nombre y logotipo de la empresa.
- Nombre de la persona responsable de la ficha técnica.
- Fecha en que se realizó la ficha técnica.
- Datos de la máquina: fabricante, marca, imagen, modelo año de adquisición, capacidad de producción, y funcionamiento.
- Características generales: peso, altura, longitud y ancho.
- Características técnicas: voltaje, amperaje, frecuencia, presión de trabajo y potencia.
- Observaciones

A continuación, en la figura 4-2 se muestra el modelo de la ficha técnica. En el anexo A, se encuentra el formato correspondiente con la información detallada.

FICHA TÉCNICA			
NOMBRE DE LA EMPRESA			LOGO DE LA EMPRESA
REALIZADO POR:		FECHA:	
DATOS		IMAGEN	
Máquina:			
Fabricante:			
Marca:			
Año de adquisición:			
Capacidad de producción:			
Funcionamiento:			
Estaciones:			
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Peso:			
Alto:			
Largo:			
Ancho:			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Voltaje:		Frecuencia:	
Amperaje:		Presión:	
Potencia:			
OBSERVACIONES			

Figura 4-2: Formato de la ficha técnica.

Fuente: (Llugsha y Piruch, 2022, p.8)

2.4.2. Evaluación del estado técnico de maquinaria

Una tarea fundamental en el mantenimiento de las máquinas es la evaluación de su estado técnico, la cual se realiza mediante parámetros generalizados que pueden determinar el estado de la máquina y si su operación puede continuar sin necesidad de realizar algún tipo de servicio técnico (Batista y Urquiza, 2008, p.29). Según Ruiz et al. (2017, p.109), el proceso para determinar el estado técnico de un equipo consta de una revisión preliminar seguida de una valoración cualitativa que puede ser buena, regular, mala o muy mala, según el estado observado en cada elemento del equipo. El proceso de evaluación se puede basar en diferentes criterios, como los que se presentan en la tabla 2-2, que son considerados para la valoración de cada elemento.

Tabla 2-2: Criterio de valoración

Estado técnico	Criterio
Bueno	Fallas pequeñas, su funcionamiento es óptimo
Regular	Detección de fallas que no afectan su funcionamiento
Malo	Detección de fallas que afectan su funcionamiento, bajo desempeño
Muy Malo	Excesivos tiempos de paro, su desempeño es pésimo

Fuente: (Llugsha y Piruch 2022, p. 9)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

La cantidad de elementos calificados como "Buenos" se multiplica por 1, los evaluados como "Regulares" por 0,8, los calificados como "Malos" por 0,6 y los calificados como "Muy malos" por 0,4. De esta manera, se establece un sistema de ponderación para cada tipo de evaluación, como se muestra en la tabla 3-2.

Tabla 3-2: Criterio de evaluación

Estado técnico	Valor a multiplicar
Bueno	1
Regular	0.8
Malo	0.6
Muy malo	0.4

Fuente: (Ruiz, et al. 2017, p. 110)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Una vez obtenidos los productos de la ponderación en cada tipo de evaluación, se suman todos y se divide el resultado entre la cantidad de elementos evaluados. A continuación, se multiplica este valor por 100 para obtener un índice en porcentaje que se muestra en la tabla 4-2, el cual permite evaluar el estado técnico en su totalidad (Ruiz, et al. 2017, p.110).

Tabla 4-2: Determinación del estado técnico

Estado técnico	Índice en porcentaje
Bueno	(90-100) %
Regular	(75-89) %
Malo	(50-74) %
Muy malo	Menos del 50 %

Fuente: (Ruiz, et al. 2017, p.110)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Finalmente, según el resultado de la evaluación del estado técnico, se determina la acción de intervención que se requiere para el equipo o elemento evaluado, tal como se describe en la tabla 5-2.

Tabla 5-2: Determinación de la acción de mantenimiento

Estado técnico	Acción de mantenimiento	Descripción
Bueno	Revisión	Comprobar el desgaste de las piezas, el funcionamiento del sistema de lubricación, la temperatura de las partes giratorias y ajustar los mecanismos según sea necesario.
Regular	Reparación pequeña	Incluye el desarme de algunas partes, ajuste del anclaje, mecanismos y sistemas de lubricación. Así mismo, se sustituyen los elementos desgastados y se evalúa el estado técnico de otras piezas y mecanismos para su eventual reparación.
Malo	Reparación mediana	Se enfoca en reparar o reemplazar partes o piezas de mayor duración e importancia, y que son de difícil acceso en el equipo. En comparación con la reparación pequeña, en la reparación mediana se llevan a cabo trabajos más complejos y numerosos.
Muy malo	Reparación general	Con el propósito de restablecer la eficiencia y las condiciones iniciales del diseño del equipo, se realiza una intervención completa que abarca la reparación o reemplazo de las piezas y mecanismos que requieren atención, aun cuando esto suponga el desmontaje integral del equipo para lograr una reparación completa. De este modo, se busca que el equipo recupere al menos un 90% de su efectividad original.

Fuente: (Ruiz, et al. 2017; Pambabay y Pumalema 2014)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

En la elaboración de la ficha de evaluación del estado técnico se deben considerar parámetros como:

- Nombre y logotipo de la empresa
- Nombre de la persona responsable de la evaluación
- Fecha en la que se realizó la evaluación
- Foto del equipo o pieza a evaluar
- Cantidad y nombre de los elementos a evaluar
- Calificación del estado técnico: bueno, regular, malo y muy malo
- Tipo de mantenimiento previsto en función de la evaluación realizada
- Observaciones

Es importante destacar que la ficha de evaluación debe ser clara y concisa, para que cualquier persona pueda comprender fácilmente la información presentada. En la figura 5-2 se presenta el formato de la ficha de evaluación del estado técnico, donde se puede encontrar el correspondiente en el anexo B.

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
NOMBRE DE LA EMPRESA				LOGO DE LA EMPRESA	
REALIZADO POR:		FECHA:			
SISTEMA:					
ESPACIO PARA IMAGEN					
MANUAL SI () NO ()		REPUESTOS SI () NO ()		PLANOS SI () NO ()	
ITEM	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
OBSERVACIONES					
ESTADO TÉCNICO %					
BUENO	$(90 \leq X \leq 100)\%$	%	Revisión		MANTENIMIENTO
REGULAR	$(75 \leq X \leq 89)\%$		Reparación pequeña		
MALO	$(50 \leq X \leq 74)\%$		Reparación media		
MUY MALO	$(X < 50)\%$		Reemplazo de la pieza		SUSTITUCIÓN

Figura 5-2: Formato de ficha de evaluación del estado técnico.

Fuente: (Llugsha y Piruch, 2022, p.10)

2.5. Elementos que conforman un sistema neumático

La neumática es ampliamente utilizada en la automatización y mecanización industrial. Esto se debe a que permite el uso de los mismos elementos en ambos procesos, lo que brinda una gran flexibilidad (Vásquez et al., 2015, p.85). De acuerdo con lo expuesto por Vásquez et al (2015, p.86), en la industria, los sistemas neumáticos se componen de una variedad de equipos y elementos neumáticos que trabajan juntos. La estructura de estos sistemas se conforma por varias partes, incluyendo la producción y distribución de aire comprimido, así como los puntos de utilización de aire. En estos últimos se conectan a elementos como la unidad de tratamiento o mantenimiento de aire, cilindros y válvulas, tal como se muestra en la figura 6-2.

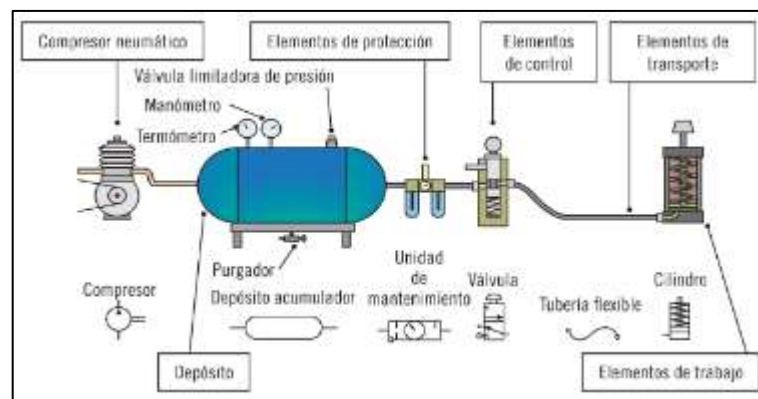


Figura 6-2: Elementos que conforman un sistema neumático.

Fuente: (Jiménez, 2015, p. 26)

2.5.1. Compresor y depósito acumulador

Los compresores son equipos que tienen como objetivo aumentar la presión de los gases por encima de la presión atmosférica. Por lo general, estos trabajan con presiones superiores a los 4 bares y pueden ser clasificados en dos grupos principales: compresores de desplazamiento positivo y dinámicos (Vera, 2018, pp.7-9).

Del estudio se determina que, para las redes de aire comprimido, las fuentes de energía que se utilizan son los compresores de pistón o los compresores de tornillo (helicoidales), los mismos que pertenecen al grupo de desplazamiento positivo, como los que se observan en la figura 7-2. Estos compresores pueden proporcionar una presión de salida que oscila entre los 700 y 800 kPa (7 a 8 bar), lo que garantiza una presión de trabajo mínima de 600 kPa (6 bar) en los actuadores, incluso en caso de fugas o reducción de la presión en la red de tuberías (F et al., 2010, p.53).



Figura 7-2: Compresores de pistón y tornillo.

Fuente:(XINLEI, 2021)

En la tabla 6-2 se realiza la comparación entre los compresores de pistón y tornillo, tomando en cuenta características principales como: fruncimiento, los tipos, la presión, el caudal, nivel de ruido y su costo.

Tabla 6-2: Análisis comparativo entre los compresores de pistón y tornillo

Características	Compresor de Pistón	Compresor de tornillo
Funcionamiento	Compresión mediante movimiento alternativo del pistón dentro del cilindro	Compresión por el giro de dos rotores helicoidales, macho y hembra
Rendimiento	Elevado	Alto
Tipo	1. Una fase 2. Dos fases Varias fases	1. Una fase Varias fases
Presión (psi)	1. Hasta 100 2. Hasta 100 Hasta 150	1. Hasta 60 Hasta 150 o más
Caudal (m ³ /min)	1. Menos de 8.5 2. Más de 8.5 Más de 8.5	1. 17 566
Nivel de ruido	Alto	Alto
Costo inicial	Costo bajo	Costo alto

Fuente: (Chérrez, 2013, pp.53-54)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

La información presentada en la tabla 6-2 permite la selección del compresor de pistón como la opción más idónea para el propósito de esta investigación, ya que cuenta con una presión de trabajo adecuada, presenta un alto rendimiento y además es una alternativa económica en el mercado.

Con el fin de mantener el nivel de aire comprimido estable, se coloca un depósito acumulador después del compresor, con la capacidad de compensar las fluctuaciones de presión que surgen del consumo de aire comprimido del sistema (Ebel et al., 2010, p.27).

Para determinar la capacidad del depósito y disponer de aire, es esencial conocer el consumo de aire de la instalación. Si se conoce la presión de trabajo, el diámetro y la carrera del émbolo en un cilindro de doble efecto, se puede calcular el consumo de aire, mediante la ecuación 1-2, con la ecuación 2-2 se calcula la relación de compresión (Jarrín y gallegos, 2013, p.77) :

$$Q = L_c \left(\frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) + \frac{\pi}{4} * D^2 \right) * \frac{(relación\ de\ compresión)}{n}$$

Ecuación 1-2: Consumo de aire cilindro doble efecto

$$relación\ de\ compresión = \frac{1.033 + presión\ de\ trabajo}{1.033}$$

Ecuación 2-2: Relación de compresión

Donde:

- Q : Caudal (l/min)
- L_c : Longitud de carrera del vástago (cm)
- n : tiempo del ciclo (seg)

Es fundamental seleccionar la potencia adecuada del compresor para garantizar un funcionamiento eficiente de la instalación. Si se elige un compresor que es demasiado pequeño o grande para la cantidad de aire requerida, se desperdiciará energía y aumentará el costo de producción.

Una forma de determinar la potencia del compresor es conociendo el consumo de aire de la instalación y aplicar la relación que indica que teóricamente un compresor entrega 127.42 lts/min por cada 1 HP (Villareal, 2010, p.209).

Con esta información, se puede elegir un compresor que satisfaga las necesidades de la instalación sin desperdiciar energía ni incurrir en costos adicionales.

2.5.2. Unidad de manteniendo

La unidad de tratamiento de aire es un elemento importante en los sistemas neumáticos, ya que permite acondicionar el aire comprimido y asegurar su calidad antes de ser utilizado por los actuadores neumáticos y prolongando su vida útil. La unidad de tratamiento de aire se compone de tres elementos principales: el filtro, el regulador y el lubricador (Vásquez et al., 2015: pp.93-100).

El filtro es responsable de eliminar partículas y humedad presentes en el aire comprimido, mientras que el regulador se encarga de ajustar la presión de salida del aire para adaptarla a las necesidades del sistema. Finalmente, el lubricador tiene como función añadir una pequeña cantidad de aceite al aire comprimido para lubricar los actuadores neumáticos (Vásquez et al., 2015: pp. 93-100). En la figura 8-2 se puede observar una unidad de manteamiento de aire.

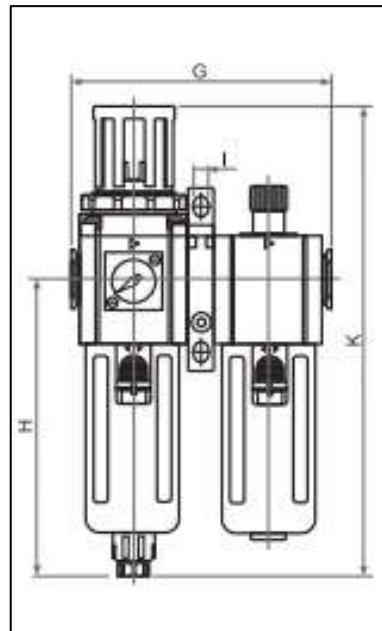


Figura 8-2: Unidad de tratamiento de aire.

Fuente: (Airtac, 2023)

De acuerdo con lo señalado por Zambrano (2015, p. 20), para escoger la unidad FRL apropiada, es necesario tener en cuenta diversos aspectos, como el caudal total de aire en m^3/h , el cual determina el tamaño de la unidad. En caso de que el flujo sea demasiado elevado, se podría generar una caída de presión excesiva en las unidades, de ahí la importancia de seguir los valores estipulados por el fabricante. Así mismo, es fundamental asegurarse de que la presión de trabajo no exceda los valores indicados y que la temperatura no supere los 50 °C.

2.5.3. Válvulas distribuidoras neumáticas

Son componentes esenciales para regular el flujo de aire comprimido en diversos procesos industriales. Estas válvulas tienen una flecha que indica la dirección del flujo y su función principal es establecer la conexión entre los sistemas de control de neumáticos y eléctricos, obteniendo así la automatización y el control preciso de los procesos. Además, estas válvulas pueden ser accionadas mecánica, neumática, eléctrica o manualmente, lo que las hace muy versátiles y adaptables a diversas necesidades de control (F et al. 2008, p. 60).

Entre los tipos principales de válvulas neumáticas se encuentran las de tres vías y dos posiciones (3/2), así como las de cinco vías y dos posiciones (5/2). En la figura 9-2 se representa una válvula distribuidora 3/2. Dispone de tres puntos de conexión que se pueden conectar mediante el distribuidor y dos conexiones distintas entre ellos. El aire entra a la cámara del cilindro por una conexión del distribuidor y sale a la atmósfera por la otra conexión (Vásquez et al, 2015: p. 104).

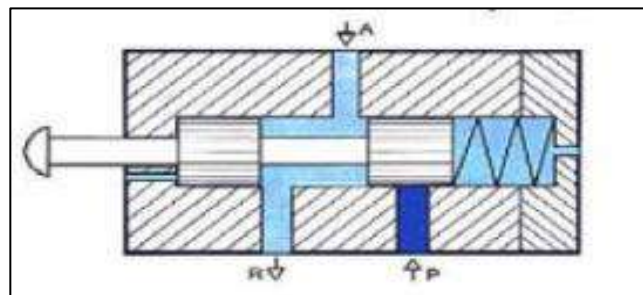


Figura 9-2: Válvula distribuidora 3/2 (3 vías, 2 posiciones).

Fuente: (Creus 2008, p. 56)

Por otro lado, en la figura 10-2 se muestra la válvula distribuidora 5/2 que tiene 5 vías y 2 posiciones. Estas válvulas disponen de cinco puntos de conexión que pueden ser conectados a través del distribuidor, lo que permite establecer una comunicación entre la fuente de presión y una de las cámaras de aire del cilindro. En la otra conexión, se establece una comunicación con la atmósfera, mientras que en la posición restante se establece una conexión inversa (Vásquez et al, 2015: p. 105).

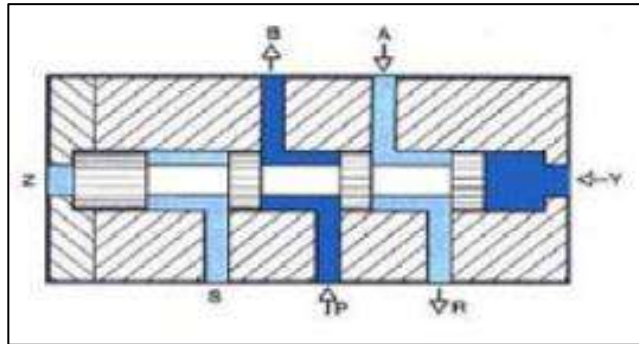


Figura 10-2: Válvula distribuidora 5/2 (5 vías, 2 posiciones)

Fuente: (Creus 2008, p. 57)

2.5.4. Válvulas reguladoras de caudal

El estrangulador solo funciona en un sentido, es decir, limita el flujo de aire en una dirección específica. En el sentido opuesto, el estrangulador no tiene efecto y el flujo de aire pasa a través de la válvula reguladora sin restricción. Para identificar el sentido de estrangulación, se encuentra marcado con una flecha en el equipo, lo que facilita su instalación en la dirección adecuada (F et al. 2010, p. 53).

Es importante considerar esta información para garantizar un correcto funcionamiento del sistema de aire comprimido y evitar posibles daños en los equipos y componentes asociados, en este caso, para la selección de este tipo de válvula se debe considerar la presión de trabajo.

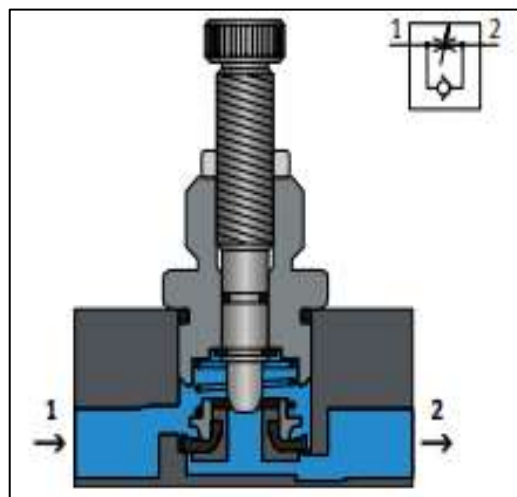


Figura 11-2: Válvula reguladora de caudal.

Fuente:(F et al., 2010, p. 53)

2.5.5. Cilindros neumáticos

En los procesos de automatización neumática, los cilindros neumáticos son los elementos de potencia más utilizados. Consisten en un cilindro cerrado por dos cabezales y un émbolo que se desplaza mediante un vástago y son capaces de realizar acciones de empuje o tracción. El máximo esfuerzo se produce cuando empujan, y esta acción se lleva a cabo mediante aire comprimido. Por otro lado, el retorno puede ser por medio de aire comprimido o mediante otro método, tal como la acción de un resorte (Vásquez et al., 2015: p. 101).

a) Cilindros de simple efecto.

Este tipo de cilindros solo reciben aire en un lado, tal como se muestra en la figura 12-2, lo que significa que solo pueden realizar el trabajo en una dirección. Para que el cilindro se mueva en la dirección opuesta, es necesario liberar el aire de la cámara y permitir que el resorte integrado empuje el vástago de vuelta (F et al., 2010: p. 55).

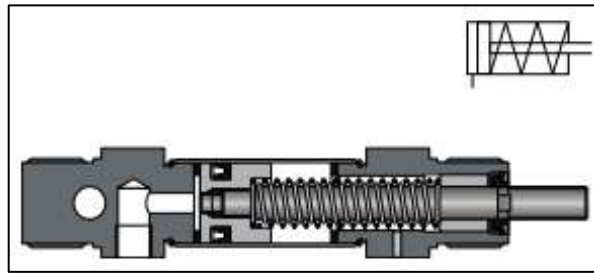


Figura 12-2: Cilindro de simple efecto.

Fuente:(F et al. 2010, p. 55)

b) Cilindros de doble efecto.

Estos cilindros cuentan con alimentación de aire comprimido en ambos lados, como se muestra en la figura 13-2, lo que les permite realizar trabajos en ambas direcciones. Además, el esfuerzo aplicado al vástago es mayor en la dirección de avance que en la de retroceso, debido a que la superficie del émbolo es mayor que la del vástago. En estos cilindros, es necesario liberar el aire de la cámara opuesta antes de realizar un movimiento en la dirección opuesta (F et al., 2010, p. 55).

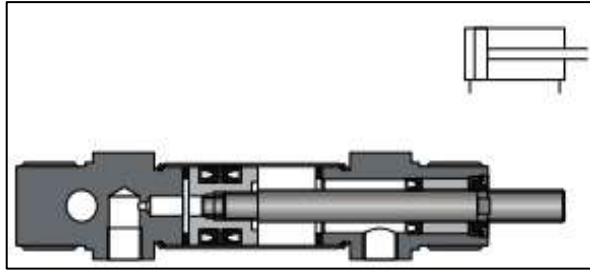


Figura 13-2: Cilindro doble efecto.

Fuente:(F et al. 2010, p. 55)

Al momento de elegir un cilindro, es esencial considerar diferentes variables que pueden afectar su rendimiento. De acuerdo con Creus (2008, p. 28), una de las principales variables a tomar en cuenta es la fuerza del cilindro. Este factor puede influir en la eficiencia energética, el costo de operación y la vida útil del cilindro. Por lo tanto, es importante realizar un análisis cuidadoso de las especificaciones del cilindro para asegurarse de que se adapte adecuadamente a la aplicación requerida. Para poder calcular la fuerza que ejerce el aire sobre el émbolo, se aplica la ecuación 3-2.

$$F(kg) = P_{aire}(kg/cm^2) * A_{embolo}(cm^2)$$

Ecuación 3-2: Fuerza ejercida sobre el émbolo

Para los cilindros de simple efecto la fuerza viene representada por la diferencia entre la fuerza del aire y la del muelle, tal como se muestra en la ecuación 4-2.

$$F = P_{aire} * \frac{\pi * D^2}{4} - f_{muelle}$$

Ecuación 4-2: Fuerza en los cilindros de simple efecto

Donde:

- F : Fuerza (kg)
- D : Diámetro del émbolo (cm)
- P_{aire} : Presión del aire (kg/cm^2)
- F_{muelle} : Fuerza del muelle (kg)

Una característica de los cilindros de doble efecto es que no cuentan con un muelle o resorte que los devuelva a su posición original de manera automática. Por lo tanto, su fuerza no se ve afectada durante la carrera de avance. Sin embargo, en la carrera de retroceso, la fuerza disminuirá debido a que el área del pistón se reducirá por la presencia del vástago (Creus, 2008, p. 29), como se muestra en la ecuación 5-2 y 6-2.

$$F_{avance} = P_{aire} * \frac{\pi * D^2}{4}$$

Ecuación 5-2: Fuerza durante el avance

$$F_{retroceso} = P_{aire} * \frac{\pi * (D^2 - d^2)}{4}$$

Ecuación 6-2: Fuerza durante el retroceso

Donde:

- d : Diámetro del vástago (cm)

En la tabla 7-2 se presenta una comparación entre los dos tipos de cilindros, teniendo en cuenta sus principales características, como el modo funcionamiento, la alimentación, la fuerza, la precisión y sus diferentes aplicaciones específicas.

Tabla 7-2: Análisis comparativo entre cilindros de simple y doble efecto

Característica	Cilindro de simple efecto	Cilindro de doble efecto
Funcionamiento	Genera movimiento en una sola dirección	Genera movimiento en ambas direcciones
Alimentación	Disponen de una sola entrada de aire comprimido	Disponen de dos entradas de aire comprimido
Fuerza	Menor que los cilindros de doble efecto	Mayor que los cilindros de simple efecto
Precisión	Menor precisión	Mayor precisión
Aplicaciones	Sistemas de sujeción, expulsión y elevación.	Máquinas de prensado, robots industriales, máquinas de soldadura

Fuente: (Tameson, 2023)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

De la tabla 7-2, se ha determinado que la opción más adecuada para el propósito de esta investigación es el cilindro de doble efecto. Esto se debe a que se requiere un movimiento preciso tanto para la apertura como para el cierre, y el cilindro de doble efecto es capaz de proporcionar esta precisión en ambas direcciones del movimiento.

2.5.6. Manguera y conectores neumáticos

La manguera neumática es esencial para el correcto funcionamiento de un sistema neumático, ya que se encarga de transportar y distribuir el aire comprimido a los diferentes elementos del sistema. Por lo tanto, es crucial seleccionar el diámetro adecuado en función del caudal de aire que necesite circular. Además, es fundamental elegir el tipo de manguera neumática adecuada para garantizar que los elementos del sistema funcionen correctamente. En general, se recomienda utilizar mangueras neumáticas que puedan soportar una presión de hasta 90 PSI (6 bar), como el poliuretano, que es uno de los tipos más utilizados debido a su combinación de propiedades, características y precio (Molina, 2022, p. 20). En la figura 14-2 se puede observar un ejemplo de este tipo de manguera.



Figura 14-2: Manguera de poliuretano.

Fuente: (Airtac, 2023)

Para conectar las mangueras con los diferentes elementos neumáticos se requieren conectores, también conocidos como racores. En la figura 15-2 se puede observar su composición, los cuales son fáciles de usar y no requieren herramientas especiales para su instalación. De hecho, su aplicación permite reducir el tiempo de montaje entre un 70 % y un 80 %, lo que representa una alta eficiencia en la implementación de un sistema neumático (Molina, 2022, p. 21).

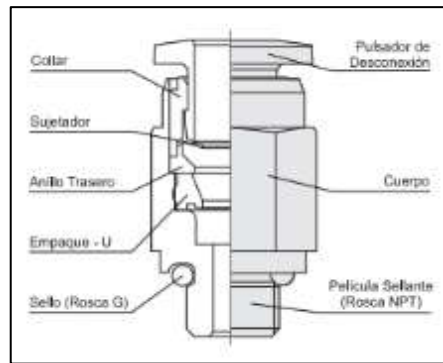


Figura 15-2: Conectores o racores neumáticos.

Fuente: (Airtac, 2023)

2.6. Módulo de control o mando

Es el dispositivo que se encarga de coordinar y controlar adecuadamente las distintas operaciones necesarias para mantener el correcto funcionamiento de un sistema. Se compone de diversas partes, y entre las principales se incluye la gestión de entradas y salidas, tratamiento de ecuaciones lógicas, funciones de regulación y cálculo para la optimización, gestión de herramientas y control de calidad. También se incluyen operaciones de supervisión, y seguimiento de la producción de acuerdo con las especificaciones de diseño establecidas (García, 2020, p.21).

El constante avance tecnológico ha generado un progreso significativo en el diseño de controladores, tanto en complejidad como en eficiencia. A partir de esta evolución, se han clasificado en dos categorías principales: la lógica cableada, que involucra la neumática, hidráulica, electricidad y electrónica; y la lógica programada, que hace uso de autómatas programables y microprocesadores (García, 2020, p.22).

2.6.1. Lógica cableada

También se la conoce como "Lógica de contactos" es una tecnología que emplea contactores como componente principal para controlar circuitos en sistemas automatizados. Los contactores permiten abrir o cerrar diferentes circuitos, por lo tanto, son el medio para lograr el control y mando del sistema, consiguiendo la conectividad de los procesos (Entrena, 2015, p. 17).

De acuerdo con Entrena (2015, p.18), la implementación de esta tecnología conlleva varias ventajas, tales como la reducción de los costos de instalación, la capacidad de implementar rápidamente sistemas de automatización de pequeña escala, la simplicidad de los sistemas, la eliminación de la necesidad de software de programación y la alta confiabilidad.

2.6.2. Lógica Programada

Es una tecnología que utiliza la electrónica como medio de procesamiento de datos, utilizando *software* o programas memorizados para controlar diferentes procesos y variables en sistemas automatizados (Entrena, 2015, p.19).

Con el gran avance de la electrónica, esta tecnología ha permitido el uso de dispositivos lógicos programables para la programación lógica y control de numerosos procesos y variables en sistemas industriales complejos (Entrena, 2015, p.19).

Este tipo de lógica se caracteriza por permitir la ejecución de cambios efectivos en las operaciones de control mediante la programación, lo que facilita la generación de modificaciones de manera sencilla y rápida (Vanegas, 2017, p.11).

Como afirma (García, 2020, p.23), entre las principales ventajas que presenta esta estrategia frente a la lógica cableada tenemos, gran flexibilidad, posibilidad de realizar cálculo científico, implementación de algoritmos complejos para el control de procesos, puede realizar tareas de comunicación y gestión. En la figura 16-2 se muestra un ejemplo de aplicación con lógica programada en un tablero de control, en el cual se utiliza un dispositivo lógico programable.



Figura 16-2: Ejemplo de aplicación con lógica programada.

Fuente: (Carvajal y Valencia, 2015, p. 22)

En este punto resulta esencial comparar dichas lógicas para elegir la opción más adecuada que permita repotenciar el sistema de control de la máquina del presente trabajo. Como se puede apreciar en la tabla 8-2.

Tabla 8-2: Análisis comparativo entre lógica cableada y lógica programada

Características	Lógica cableada	Lógica programada
Flexibilidad		X
Bajo costo	X	
Espacios reducidos		X
Operaciones más simples de modificar		X
Se puede implementar tareas de comunicación y gestión		X

Fuente:(Entrena 2015)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Según Carvajal y Valencia (2015, p. 22), en la industria nacional, la forma más común de conectar circuitos eléctricos es mediante la coexistencia de un controlador lógico programable para la parte de circuitos de control y elementos electromecánicos para la parte de potencia.

De la tabla 8-2, se determina que, para el propósito de esta investigación, la opción más adecuada es implementar una combinación de ambas: la lógica programada para la parte del circuito de control, y elementos electromecánicos para la parte de potencia. De esta manera el control puede ser más flexible y permitir operaciones más simples de modificar, también ofrece la posibilidad de implementar tareas de comunicación y gestión, lo que resulta muy útil en aplicaciones de automatización y control.

2.7. Autómatas programables

Es un dispositivo electrónico que se puede programar en lenguaje no informático para realizar el control de procesos secuenciales en tiempo real y en ambientes industriales (Jiménez, 2015, p. 33).

2.7.1. PLC (Controlador lógico programable)

Dispositivo electrónico compuesto por diversos elementos que permite controlar procesos o ejecutar una secuencia de acciones. Utiliza un procesador central (CPU) como su cerebro y se puede programar para adaptarse a las necesidades del usuario. Tiene la capacidad de recibir señales de entrada de una variedad de sensores y decide cómo conmutar sus salidas, las cuales están conectadas a los actuadores (Borja y Haro, 2013, p. 42). En la figura 17-2, se muestra un modelo de PLC utilizado para la automatización de procesos industriales de mayor tamaño como es el SIMATIC S7-1200 de Siemens.



Figura 17-2: PLC Simatic S7-1200.

Fuente: (SIEMENS, 2023d)

La utilización de un PLC tiene múltiples ventajas, entre las que se incluyen su facilidad de montaje y su reducido tamaño, la posibilidad de cambiar el programa sin alterar el cableado y almacenar programas para uso posterior, la capacidad de controlar varias máquinas con un solo dispositivo y reducir el tiempo de puesta en marcha mediante la reducción del tiempo de cableado. No obstante, existen desventajas, como la necesidad de personal capacitado para su manejo y el costo elevado dependiendo del número de entradas o salidas que se requiere. Además, el estado de las líneas eléctricas a las que se conecta el PLC debe estar en condiciones óptimas para su correcto funcionamiento (Pambabay y Pumalema, 2014, pp. 65-66).

2.7.2. Módulo lógico de control

Es un dispositivo que se utiliza en aplicaciones de automatización de máquinas y equipos. Se caracteriza por su diseño compacto con facilidad de uso, puede programarse para ejecutar diversas tareas mediante lenguajes de programación gráficos o de texto. Es reconocido por su integración con otros sistemas y su accesibilidad económica, lo que lo convierte en un recurso popular entre los usuarios que buscan un control eficiente para sus aplicaciones (SIEMENS, 2023b).

En la figura 18-2, se muestra un modelo de módulo lógico de control utilizado para la automatización de procesos industriales de menor tamaño como es el Logo Siemens.



Figura 18-2: Logo V8 de Siemens.

Fuente: (SIEMENS, 2023b)

El uso del módulo lógico de control tiene ventajas como su bajo costo, flexibilidad y escalabilidad en el uso, facilidad en la programación y configuración, y su capacidad para realizar diversas funciones. No obstante, presenta algunas desventajas, como una capacidad de procesamiento menor en comparación con otros tipos de PLC, además de una menor capacidad para manejar aplicaciones de alta complejidad (SIEMENS, 2023b).

En la tabla 9-2 se realiza una comparación entre PLC y módulos lógicos de control, considerando como parámetros la alimentación, tipo de entradas y salidas, capacidad de ampliación de entradas y salidas, software de programación, comunicación con otros dispositivos y el costo.

Tabla 9-2: Análisis comparativo entre PLC y módulo lógico de control

Parámetros	PLC Sinematic S7-1200	Módulo Lógico Logo V8
Alimentación	AC/DC	AC/DC
Tipo de entradas y salidas	Analógicas y digitales	Analógicas y digitales
Capacidad de ampliación de entradas y salidas	Posibilidad de expansión modular	Posibilidad de expansión modular
Software de programación gratuito	No siempre	Si
Comunicación con otros dispositivos	Si	Si
Costo	Mayor	Menor

Fuente: (SIEMENS 2023c)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Tras haber llevado a cabo el análisis correspondiente a la tabla 9-2, se concluye que el módulo lógico de control es la opción más adecuada para el propósito de esta investigación, ya que ofrece un equilibrio óptimo entre funcionalidad y costo. Además de ser atractivo en términos de costos y accesibilidad, ofrece un software de programación gratuito y una capacidad de ampliación

modular. Si bien el PLC puede ofrecer características más avanzadas, se debe tener en cuenta que la elección del modelo adecuado debe basarse en las necesidades actuales y futuras del proyecto, evitando el sobredimensionamiento innecesario.

2.7.3. HMI (*Interfaz Hombre-Máquina*)

Es un dispositivo visual que permite la comunicación e interacción entre la maquina o el proceso y el operador. Precedentemente estos dispositivos consistían en paneles formados por indicadores como luces piloto, indicadores análogos y digitales, pulsadores, selectores o cualquier otro dispositivo que se conecta a la maquina o proceso. En la actualidad las máquinas cuentan con interfaces con mayor eficacia con conexiones más sencillas al proceso facilitando el control (Pambabay y Pumalema, 2014, p.67). En la figura 19-2 se muestra un ejemplo de las diferentes interfaces HMI.



Figura 19-2: Interfaz Hombre máquina HMI

Fuente: (Mitsubishi Electric, 2023)

Entre las ventajas del uso de los sistemas HMI en la industria se encuentra la posibilidad de visualizar el estado de la maquinaria o proceso en tiempo real, simplificando la detección de problemas para una mejor toma de decisiones, lo que provoca la reducción de los tiempos de inactividad. También mejora la seguridad mediante el control y la monitorización de los procesos. Otra ventaja es la flexibilidad de los sistemas HMI, pueden adaptarse a los requerimientos del operador mediante su configuración (SIEMENS, 2023).

a) Norma ANSI/ISA-101

El propósito de la normativa ANSI/ISA-101 es orientar el diseño de Interfaces de Usuario Humanos (HMI) con una presentación intuitiva, opciones de control claras y una navegación sencilla. Esto se traduce en la reducción de errores durante la operación, disminuyendo el estrés

del operador y, en última instancia, aumentando la eficiencia productiva. Además, se busca potenciar la capacidad del usuario para detectar, diagnosticar y responder a diversas situaciones en el entorno de la planta industrial. Esta normativa también proporciona directrices para la creación, construcción, operación y mantenimiento de HMIs, con el objetivo de lograr sistemas de control de procesos más seguros y efectivos en todas las condiciones operativas (Crespo 2020, pp. 16-17).

Según Crespo (2020, pp. 16-17) el diseño de la HMI debe estar en línea con los principios de Ingeniería de Factores Humanos (HFE) y ergonomía, lo que implica considerar los siguientes aspectos:

- La HMI debe ser compatible con las principales tareas de control y monitoreo de los usuarios, minimizando las distracciones causadas por tareas secundarias.
- La apariencia de la HMI debe ser coherente para facilitar la interpretación de la información.
- Debe satisfacer las necesidades y requisitos específicos de las tareas de los operadores.
- Las funciones de la HMI deben ser de fácil comprensión y uso por parte de los usuarios.
- La programación de la HMI debe adaptarse a diversos entornos de trabajo, incluyendo situaciones anormales y la gestión de alarmas.
- La HMI debe proporcionar controles y datos relevantes para la tarea en cuestión.
- La terminología empleada en la HMI debe ser coherente y comprensible para los operadores.
- La elección de colores debe cumplir con estándares para evitar fatiga visual y estrés.

En la tabla 10-2, se lleva a cabo una comparativa de los sistemas HMI ofrecidos por las marcas Kinco, Siemens y Allen Bradley, marcas líderes en la industria de interfaz HMI para el control de maquinaria.

Tabla 10-2: Análisis comparativo entre HMI: Kinco, Siemens y Allen Bradley

Características	Kinco HMI	Siemens HMI	Allen Bradley HMI
Interfaz gráfica	Fácil de usar y personalizable	Intuitiva y fácil de usar. Ofrece opciones de personalización	Intuitiva y fácil de usar. Ofrece opciones de personalización
Comunicación con la maquinaria	Capacidad de comunicarse con diferentes dispositivos y protocolos	Compatibilidad con múltiples protocolos de comunicación	Cuenta con protocolos de comunicación Ethernet, DeviceNet y ControlNet
Conexión con otros sistemas	Puede conectarse con otros sistemas de control y gestión	Ofrece opciones de integración con otros sistemas de control y gestión	Ofrece opciones de integración con otros sistemas de control y gestión
Software de programación gratuito	Si	No	No
Disponibilidad y soporte técnico	Si	Si	Si
Precio	Precios asequibles en comparación con otras marcas.	Precios medios en el mercado	Precios medios en el mercado

Fuente: (Kinco Automation, 2023); (SIEMENS,2023a); (Rockwell Automation, 2023)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Después del análisis realizado de la tabla 10-2, se puede concluir que todas ofrecen una interfaz gráfica intuitiva y fácil de usar, capacidad de comunicación con diferentes dispositivos y opciones de integración con otros sistemas de control y gestión. Para el propósito de esta investigación Kinco es la opción más adecuada, por su software de programación gratuito y precios más asequibles en comparación a las otras marcas.

2.7.4. Protocolos de comunicación industriales

En el caso específico de comunicación entre un Módulo Logo y la interfaz HMI, se debe seleccionar un protocolo de comunicación conveniente para permitir una interacción eficiente entre estos dos dispositivos.

Según las investigaciones de Estrada (2019), se define un protocolo de comunicación industrial como un conjunto de normas que facilitan la comunicación e intercambio de información entre múltiples dispositivos que están interconectados en una red. Dentro del ámbito industrial, se pueden identificar diversos protocolos que desempeñan un papel destacado (Estrada, 2019, p. 2). A continuación, se mencionan algunos de ellos que se encuentran ampliamente adoptados en dicho entorno:

a) Modbus TCP

Desarrollado por Modicon, se presenta como una estructura de mensajería que facilita la comunicación entre dispositivos, apoya una conexión entre cliente y servidor. En la actualidad, se destacan dos variantes ampliamente utilizadas: Modbus TCP/IP y Modbus RTU (Estrada, 2019, p.2).

b) Ethernet /IP

Se presenta como un protocolo de red en capas que se aplica en el ámbito de la automatización industrial. Se fundamenta en los protocolos TCP/IP estándar. Su finalidad radica en proporcionar un nivel de protocolo que permita la configuración, acceso y control de dispositivos utilizados en la automatización industrial (Estrada, 2019, p. 2).

c) Profinet

Construido sobre la base de Ethernet Industrial y los estándares de comunicación del ámbito de la tecnología de la información (TI), destaca por ser una solución que combina Ethernet en tiempo real. Los dispositivos interconectados mediante esta infraestructura de comunicación colaboran de manera conjunta para procesar las solicitudes que se generan internamente en el bus de campo (Estrada, 2019, p. 3).

En la tabla 11-2, se presenta una comparación entre los protocolos de comunicación previamente mencionados, donde se han considerado características más relevantes, como la velocidad, topología física, tipo de comunicación y método de transmisión

Tabla 11-2: Análisis comparativo entre protocolos de comunicación

Características	Modbus TCP	Ethernet / IP	Profinet
Velocidad	10 Mbit/s 100 Mbit/s 1 Gbit/s	10 Mbit/s 100 Mbit/s 1 Gbit/s	100 Mbit/s y superior
Topología física	Estrella, Bus, anillo o árbol	Estrella, Bus o árbol	Estrella, bus, árbol o malla
Tipo de comunicación	Centralizada, maestro/esclavo	Centralizada, maestro/esclavo	Centralizada
Método de transmisión	Ethernet estándar	Utiliza la norma Ethernet	Ethernet basada en VLAN

Fuente: (Caler 2015, pp. 40-41)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

De la tabla 11-2, considerando las características de comunicación entre el módulo lógico Logo y la pantalla HMI Kinco, el protocolo de comunicación más adecuado para el propósito de esta

investigación es Ethernet/IP, ya que ofrece una amplia gama de velocidades de transmisión, lo que garantiza una transferencia rápida y eficiente de datos entre ambos dispositivos. Además, tanto Ethernet/IP como Modbus TCP ofrecen una topología física flexible, permitiendo la conexión en una variedad de configuraciones. Sin embargo, Ethernet/IP utiliza la norma Ethernet, que es muy reconocida y utilizada en la industria, lo que facilita su implementación y compatibilidad.

2.8. Sensores de temperatura

Son dispositivos que generan una señal eléctrica que por lo general se expresa en términos de intensidad, voltaje o impedancia en función a la temperatura de un objeto o ambiente donde estén instalados (Granda y Mediavilla, 2015, p. 238).

2.8.1. Termopares o termocuplas

Transforman una variación de temperatura en un cambio de tensión de manera directa (García 2020, p. 134). Los termopares tienen ventajas como su implementación simple y fácil, también su bajo costo lo hace accesible para muchas aplicaciones en la industria. Otro beneficio importante es su amplio rango de temperaturas, lo que lo hace útil en una gran variedad de situaciones. Sin embargo, también presenta algunas desventajas, como su no linealidad, lo que puede dificultar la interpretación de los datos obtenidos. Además, su baja sensibilidad y estabilidad pueden afectar su precisión y confiabilidad en algunas aplicaciones (Corona y Abarca, 2019, p. 190).

En la figura 20-2 se puede apreciar la curva característica de los termopares más comunes, que muestra la relación entre la fuerza electromotriz y la temperatura. Esta gráfica permite analizar el comportamiento de los termopares más utilizados.

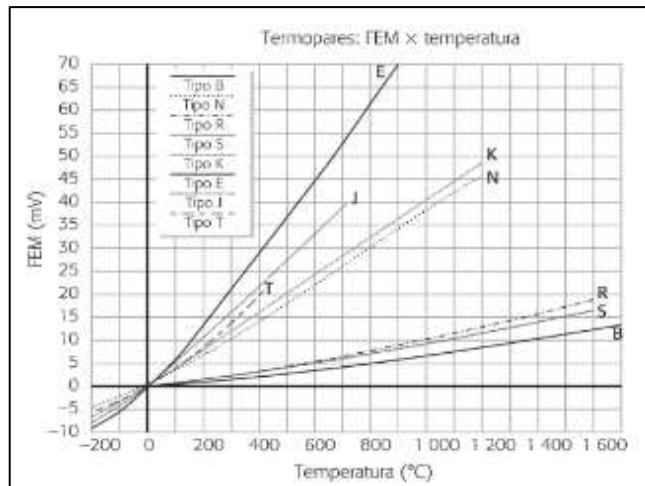


Figura 20-2: Curvas características de los termopares.

Fuente: (Corona y Abarca, 2019, p. 195)

2.8.2. Detectores de temperatura resistivos (RTD)

Su principio de funcionamiento se basa en la variación positiva de la resistencia eléctrica de los metales ante un incremento de temperatura (García, 2020, p.134). Las principales ventajas del RTD son su alta estabilidad y precisión en la medición de temperatura. Sin embargo, su principal desventaja es su alto costo y su lenta respuesta a los cambios de temperatura. Además, requiere de una fuente de corriente y produce poco cambio en la resistencia, lo que dificulta su lectura (Corona y Abarca, 2019, p. 190).

En la figura 21-2 se puede apreciar la curva característica que ilustra la relación lineal existente entre la resistencia eléctrica y la temperatura en los RTD.

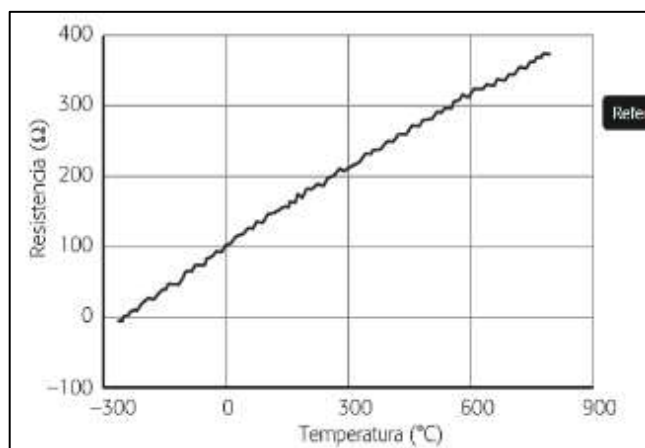


Figura 21-2: Curva resistencia-temperatura del sensor RTD.

Fuente: (Corona y Abarca, 2019, p. 200)

En la tabla 12-2 se realiza una comparativa de las características más relevantes de los sensores de temperatura más utilizados en la industria, tales como la termocupla J, termocupla K y RTD Pt100 y Pt1000. Los parámetros evaluados incluyen el rango de temperatura, precisión, repetibilidad/estabilidad y vibración. Esta información es útil para seleccionar el tipo de sensor más adecuado para una aplicación específica, teniendo en cuenta las necesidades y requerimientos de la maquinaria.

Tabla 12-2: Análisis comparativo entre sensores de temperatura: J, K, Pt100 y Pt1000

Características	Termocupla J	Termocupla K	RTD Pt100	RTD Pt1000
Rango de temperatura	-210°C a 1200°C	-270°C a 1372°C	-200°C a 850°C	-200°C a 850°C
Precisión	2,2°C o 0,75 %	2,2°C o 0,75 %	0,25°C a 0°C	0,25°C a 0°C
Estabilidad	Baja	Baja	Alta	Alta
Vibración	Menor	Menor	Mayor	Mayor
Respuesta	Rápida	Rápida	Lenta	Lenta

Fuente: (Thermometrics Corporation, 2019)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Mediante el análisis de la tabla 12-2, se puede concluir que el RTD Pt100 es la opción más adecuada para el propósito de esta investigación. Este sensor de temperatura trabaja dentro del rango de temperatura de la máquina, además ofrece una precisión de 0,25°C a 0°C, alta estabilidad y vibración mayor.

2.9. Sistema de calentamiento

Es una parte crucial en muchos procesos y maquinarias industriales. En el caso específico de la máquina vaporizador para armado de puntas, se utilizan resistencias eléctricas de tipo cartucho para calentar las planchas cóncavas y producir vapor a partir del agua que fluye a través de ellas. Estas resistencias ofrecen una alta eficiencia energética, lo que permite un rápido calentamiento y una respuesta térmica rápida. Además, son fáciles de reemplazar y mantener, lo que hace que la máquina sea más confiable y de bajo mantenimiento.

2.9.1. Resistencias eléctricas tipo cartucho

Se emplean principalmente para calentar materiales sólidos y se fabrican mediante dos técnicas distintas que determinan su carga superficial máxima (expresada en W/cm²) y su aplicación específica. Una de sus características distintivas es que sus conexiones se encuentran en un solo

extremo, lo que las diferencia fácilmente de otros tipos de resistencias (Felipe Luengas y Cia Ltda., 2020). En la figura 22-2, se muestra una resistencia tipo cartucho utilizado para calentar materiales sólidos, como pueden ser las planchas cóncavas de la máquina vaporizador.



Figura 22-2: Resistencia tipo cartucho.

Fuente: (Trullás Resistencias Eléctricas 2016)

En la tabla 13-2 se realiza una comparativa entre resistencias tipo cartucho de baja y alta densidad. Entre estas características se encuentran la temperatura máxima de operación, la transferencia de calor, el tipo de control recomendado, el precio y la respuesta.

Tabla 13-2: Análisis comparativo entre resistencias de tipo cartucho

Características	Baja densidad	Alta densidad
Temperatura máxima de operación	300°C	600°C
Transferencia de calor	Conducción	Conducción
Tipo de control recomendado	ON/OFF	PID
Precio	Menor	Mayor
Respuesta	Rápida	Rápida

Fuente: (Felipe Luengas y Cia Ltda., 2020)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

En base a la tabla 13-2, se considera que las resistencias de tipo cartucho de baja densidad es una buena opción para el propósito de esta investigación. La máquina vaporizador para armado de puntas de calzado trabaja a temperaturas máximas de 200°C, lo que se encuentra dentro del rango de operación de la resistencia de baja densidad. Además, su precio es más accesible en comparación con la de alta densidad, lo que la hace una alternativa económicamente viable.

2.10. Elementos de sistema eléctrico

2.10.1. Relés

Son ampliamente utilizados como interruptores de potencia, tienen la capacidad de conectar y desconectar la energía eléctrica mediante una señal de baja potencia. Entre los tipos más comunes se encuentran los relés de estado sólido y los relés electromecánicos. En la tabla 14-2 se presenta una comparativa detallada entre estos dos tipos de relés, destacando sus características y diferencias (Arrow 2023).

Tabla 14-2: Análisis comparativo entre relés de estado sólido y electromecánicos

Características	Relés de estado sólido	Relés electromecánicos
Tecnología	Componentes electrónicos y semiconductores	Componentes electromecánicos
Velocidad de conmutación	Alta velocidad de conmutación	Relativamente lenta
Tiempo de respuesta	Corto	Largo
Resistencia a golpes y vibraciones	Mayor resistencia	Menor resistencia
Costo	Generalmente más costosos	Generalmente más económicos

Fuente: (Arrow 2023)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

De la tabla 14-2, se determina que para el propósito de esta investigación se decide utilizar relés de estado sólido para accionar las resistencias eléctricas, ya que ofrecen una conmutación más rápida, mayor durabilidad y tiempo de respuesta más corto. Por el contrario, es recomendable utilizar relés electromecánicos para accionar los solenoides de las válvulas, ya que se usan en aplicaciones de baja corriente y su costo es más económico.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se presenta, el análisis del estado técnico de la máquina vaporizador, los requerimientos necesarios para la repotenciación, la concepción general del proyecto detallando cada sistema que lo integra, diagrama de bloques de cada sistema, descripción de los componentes incorporados, esquema de conexiones, algoritmo de programación, diagrama de flujo que facilita la comprensión del funcionamiento de la máquina y las diferentes pantallas que conforman la interfaz HMI.

3.1. Análisis del estado técnico de la máquina vaporizador

Con el propósito de conocer más a detalle el estado que se encuentra la máquina antes de la repotenciación, primero se procedió a elaborar una ficha técnica que describe las características y los datos relacionados con su funcionamiento. Su formato se encuentra detallado en el anexo C. En la figura 1-3 se puede apreciar el estado de la máquina antes de su repotenciación.

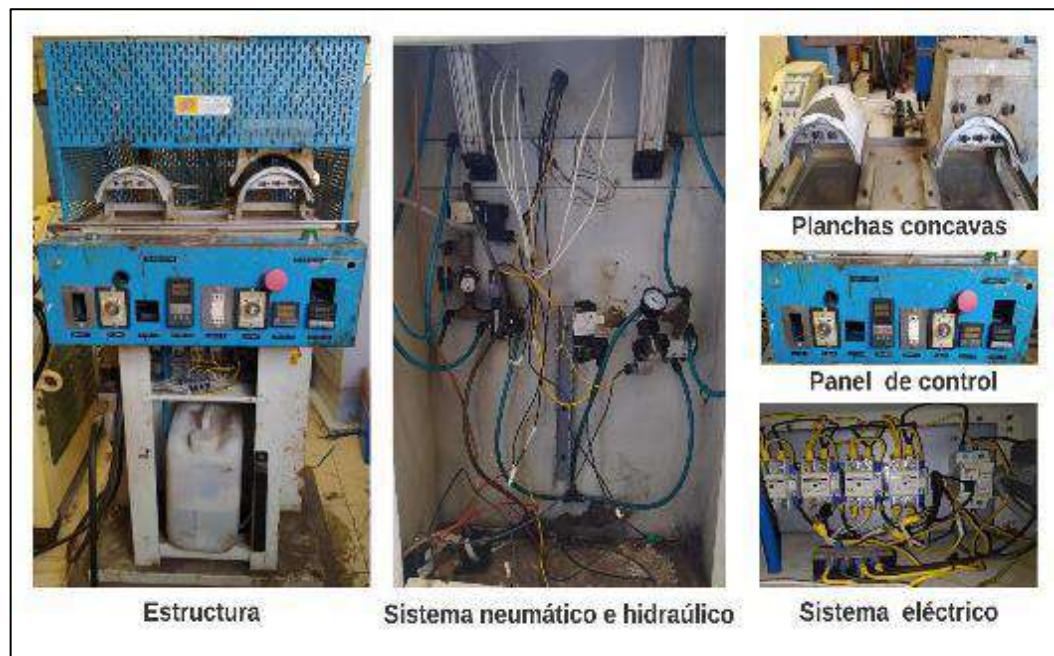


Figura 1-3: Estado de la máquina vaporizador antes de la repotenciación.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Para el análisis técnico del estado de la máquina, se ha llevado a cabo la identificación de los diferentes sistemas que la conforman, y estos se detallan a continuación:

- Estructura
- Sistema neumático e hidráulico.
- Sistema de control y mando.
- Sistema eléctrico.
- Sistema de sensores.
- Sistema de calentamiento.

Al elaborar la ficha de evaluación es posible determinar el estado de cada elemento que compone los diferentes sistemas identificados en la máquina. Estos resultados se detallan en la Tabla 1-3, fijando una calificación a cada elemento en función del porcentaje de funcionalidad que presenta.

Tabla 1-3: Evaluación del estado técnico de los sistemas de la máquina

Sistema	Fichas de evaluación	Evaluación [%]	Estado	Reparación requerida
Estructura	Anexo D	80 %	Regular	Mantenimiento
Neumático e Hidráulico		88.18%	Regular	Mantenimiento
Control y Mando		44.44%	Muy Malo	Sustitución
Eléctrico		51.2%	Malo	Sustitución
Sensores		45%	Muy malo	Sustitución
Calentamiento		93.85%	Bueno	Mantenimiento

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

De la tabla 1-3, se observa que la estructura tiene una calificación regular del 80%, lo que indica la necesidad de realizar acciones de mantenimiento. El sistema neumático e hidráulico también se encuentra en estado regular con una evaluación del 88.18%, ameritando mantenimiento. Por otro lado, el sistema de control y mando, eléctrico y el sistema de sensores presentan un estado malo y muy malo con evaluaciones del 44.44%, 51.2%, 45% respectivamente, mostrando la necesidad de una sustitución completa en estos casos. Por último, el sistema de calentamiento se encuentra en buen estado con una evaluación del 93.33%, lo que sugiere que solo se requieren acciones de mantenimiento adicionales para incorporar los elementos faltantes.

3.2. Requerimientos para la repotenciación de la máquina vaporizador

Mediante el estudio previo realizado, se fortalecieron los siguientes requerimientos fundamentales para la repotenciación de la máquina:

- Mejorar la apariencia estructural de la máquina.
- Eliminación de las partes con oxido.

- Incorporar la plancha superior faltante en la primera estación.
- Mantenimiento en: cilindros neumáticos, electroválvulas neumáticas, válvulas reguladoras de presión, válvulas reguladoras de caudal y electroválvulas hidráulicas.
- Sustitución de mangueras neumáticas y racores de conexión.
- Incorporar 3 resistencias eléctricas tipo cartucho de baja densidad, con una potencia de 200 W, en la plancha cóncava superior faltante, que permitan habilitar la primera estación de la máquina.
- Sustitución de los sensores actuales del sistema, por modelos nuevos que permitan controlar los niveles de temperatura en 4 planchas hasta un máximo de 200 °C.
- Sustituir 2 pulsadores NA y un pulsador de paro de emergencia NC.
- Incorporar 2 pulsadores NC.
- Sustituir el sistema de control por un Logo, módulos de ampliación de entradas y salidas, y una pantalla HMI, con alimentación a 24 VDC.
- El módulo Logo y la pantalla HMI se comunicarán por medio del protocolo Ethernet.
- Se requiere de un Logo de ocho entradas digitales y cuatro salidas de tipo relé, dos módulos de ampliación de cuatro entradas digitales y cuatro salidas de tipo relé y dos módulos de ampliación de dos entradas analógicas RTD, para cubrir 7 entradas digitales, 4 entradas analógicas y 12 salidas de tipo relé.
- Selección del tipo de material a trabajar, entre tres tipos: cuero encerado, cuero hidrofugado y cuero polimate.
- Ingresar mediante un teclado virtual parámetros de temperatura y tiempo de vaporizado para trabajar con materiales nuevos.
- Controlar temperaturas de: 130 °C en plancha superior y 80 °C en plancha inferior para cuero encerado, 140 °C en plancha superior y 90 °C en plancha inferior para cuero polimate y 150 °C en plancha superior y 100 °C en plancha inferior para cuero hidrofugado, entre un grado de temperatura mínima y máxima de +/- 5 °C.
- Controlar tiempo de vaporizado en 40 segundos para: cuero encerado, cuero polimate y cuero hidrofugado.
- La interfaz de visualización HMI debe ser intuitiva y fácil de usar para el operador.
- Supervisión en tiempo real de la temperatura de cada plancha.
- Supervisión del tiempo de vaporizado de cada estación.
- Incorporar indicadores luminosos físicos para mostrar el estado de funcionamiento de la máquina y cuando se presione el pulsador de emergencia.
- La máquina se alimenta 220 VAC, por lo cual se mantiene el interruptor tipo perilla para el encendido y apagado.
- Incorporar una fuente conmutada para la conversión de 220 VAC a 24 VDC.

- Sustituir el cableado eléctrico considerando el dimensionamiento adecuado de los conductores de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC.
- Sustituir los dispositivos de protección contra sobre corrientes, como el interruptor termomagnético y el fusible, por nuevos elementos de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC.
- Se mantienen 4 contactores de 2 polos con activación a 220 VAC y se requiere incorporar 8 relés sin enclavamiento con activación a 24 VDC.

3.3. Concepción general para la repotenciación

En la figura 2-3 se observa la concepción general propuesta para la repotenciación de la máquina, el cual está conformado por los siguientes sistemas:

Estructura. – se compone de una sólida estructura que brinda la base y el soporte necesario para la máquina, junto con las cuatro planchas cóncavas que aplican presión a las capelladas.

Sistema neumático e hidráulico. – se encarga de suministrar el flujo de aire y agua necesario para accionar las planchas y llevar a cabo el proceso de vaporizado de las capelladas.

Sistema de calentamiento. – permite alcanzar una temperatura requerida para cada tipo de material en las planchas cóncavas inferiores y superiores utilizando tres resistencias eléctricas tipo cartucho en cada una de las planchas.

Sistema de sensores. – consta de cuatro sensores de temperatura ubicados en cada plancha cóncava para medir la temperatura en cada una de ellas.

Sistema de control y mando. – se encarga de recibir, procesar, interpretar, visualizar la información ingresada para controlar de manera precisa los actuadores en base a los datos provenientes de los sensores y pulsadores.

Sistema eléctrico. – se encarga de suministrar y regular la energía eléctrica necesaria para todos los componentes eléctricos de la máquina, además de garantizar una alimentación segura y protección confiable a todos los elementos eléctricos.

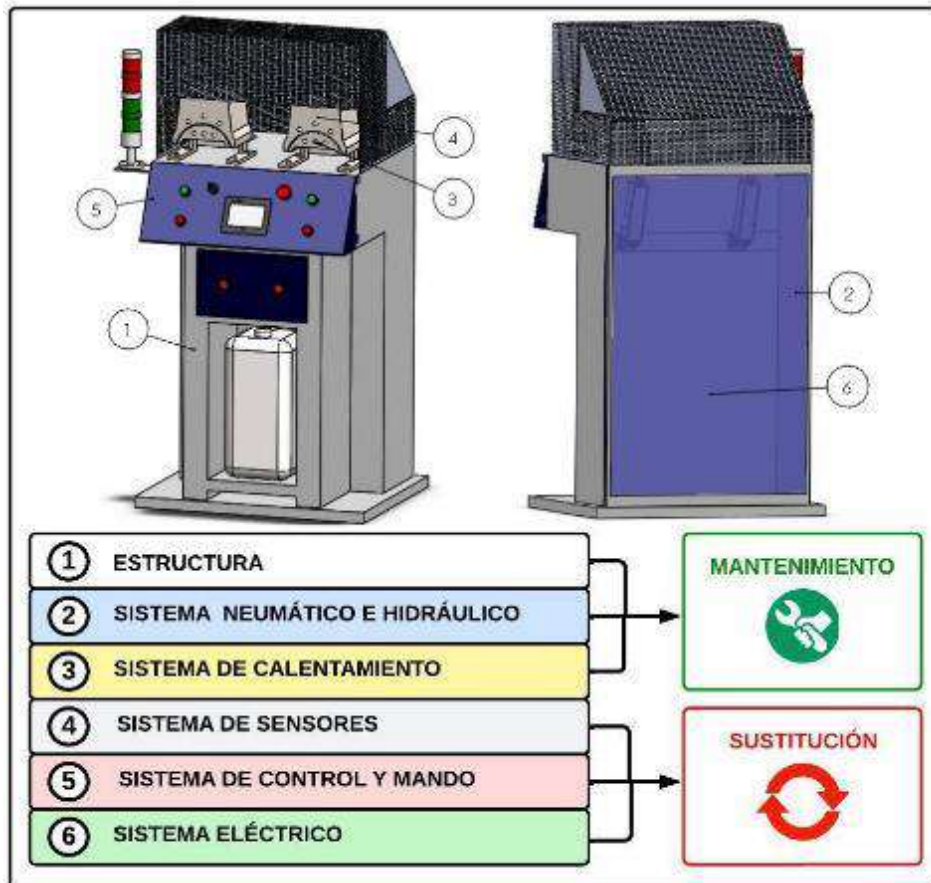


Figura 2-3: Concepción general para la repotenciación.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

El diagrama bloque general que muestra la interconexión entre los sistemas que conforman la máquina, se detalla en la figura 3-3.

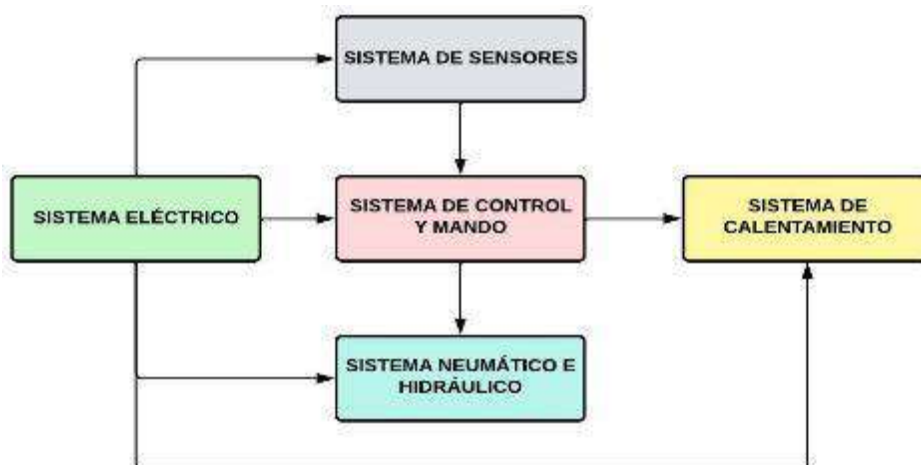


Figura 3-3: Diagrama de bloques general compuesto por todos los sistemas.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.4. Descripción de los sistemas que requieren mantenimiento

En esta sección, se proporciona una descripción detallada de los componentes que conforman tanto el sistema neumático e hidráulico, así como del sistema de calentamiento y su funcionamiento.

3.4.1. Descripción del sistema neumático e hidráulico

Consta de un compresor y una unidad de mantenimiento FRL como entrada principal, los cuales suministran aire comprimido limpio a las electroválvulas neumáticas de 5/2 vías que activan los cilindros de doble efecto, encargados de mover las planchas superiores en cada estación. Durante la fase de vaporización, se emplea un depósito de agua que se distribuye mediante tuberías hacia una electroválvula hidráulica de 2/2 vías.

Estas en combinación con una electroválvula neumática de 3/2 vías, una válvula reguladora de presión y dos válvulas reguladoras de caudal (por estación), permiten suministrar una cierta cantidad de agua hacia las planchas superiores de cada estación de trabajo. Dado que las planchas alcanzan altas temperaturas, el agua se vaporiza y el vapor resultante se expulsa a través de orificios ubicados en cada plancha hacia el cuero.

3.4.2. Descripción del sistema de calentamiento

En cada estación, el sistema está compuesto por tres resistencias de tipo cartucho de baja densidad con una potencia de 150W, ubicadas en orificios de 9 mm de diámetro y 110 mm de longitud en cada plancha inferior. Y también de resistencias de tipo cartucho de baja densidad de 200W, ubicadas en orificios de 12 mm de diámetro y 110 mm de longitud en cada plancha superior. Esta configuración asegura una distribución eficiente de calor en cada estación.

3.5. Diseño y descripción del diagrama de bloques de sistemas a sustituir

A continuación, se detallan los diagramas de bloques correspondientes al sistema eléctrico, control y mando, y sensores. Cada uno de estos diagramas ofrece una visión completa de la disposición y las conexiones de los componentes en sus respectivas áreas.

3.5.1. Diagrama de bloques del sistema eléctrico

Se compone de cuatro bloques principales, los cuales se ilustran en la figura 4-3.

Bloque de alimentación en AC: Se compone de un interruptor tipo perilla con alimentación de 220 VAC, encargado del encendido y apagado de la máquina, además de suministrar voltaje de 220 VAC a la fuente de alimentación, resistencias eléctricas y solenoides de las válvulas neumáticas e hidráulicas.

Bloque de protección eléctrica: Consta de un fusible y un interruptor termomagnético que se encargan de proteger a los componentes del sistema eléctrico y de control de sobre corrientes y cortocircuitos.

Bloque de circuito de fuerza: Está compuesto de cuatro contactores de dos polos que se encargan de la conmutación que activa a las doce resistencias eléctricas para el sistema de calentamiento. También consta de ocho relés sin enclavamiento electromecánicos que activan los solenoides de las válvulas neumáticas e hidráulicas.

Bloque de convertidor AC a DC: Se compone de una fuente de alimentación conmutada que se encarga de convertir el suministro eléctrico de 220 VAC a 24 VDC y de esta manera alimentar al controlador Logo, dos módulos de ampliación de entrada y salida, dos módulos de entradas analógicas RTD, la interfaz HMI y ocho relés electromecánicos.



Figura 4-3: Diagrama de bloques del sistema eléctrico.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.5.2. Diagrama de bloques del sistema de control y mando

Se compone de siete bloques, los cuales se muestran en la figura 5-3.

Bloque de pulsadores y selector: Consta de dos pulsadores NA y NC para controlar la activación y desactivación de las planchas superiores de cada estación. Además, de un pulsador de emergencia NC que, al ser presionado, detiene el proceso y levanta las planchas superiores de forma inmediata. También se compone de un selector de tres posiciones que permite elegir con

qué estación se desea trabajar. En una posición se habilita la estación 1, en otra se habilita la estación 2 y en la posición restante se habilitan ambas estaciones.

Bloque de procesamiento: Se compone de un módulo lógico programable Logo. Su función principal es procesar las señales provenientes de los sensores de temperatura, así como también de los pulsadores ubicados en el panel de control. Mediante instrucciones programadas en su código, se encarga de realizar el control de temperatura de las planchas, control del tiempo de vaporización y activar los contactores y relés correspondientes para accionar los actuadores necesarios.

Bloque de visualización: Se compone de una interfaz HMI que, mediante la configuración de diferentes escenarios en su menú, permitirá al operador acceder a opciones como: supervisión en tiempo real de la temperatura a la que se encuentran cada una de las planchas, tiempo de vaporización, también admite la selección entre tres tipos de material a trabajar o ingresar parámetros de un nuevo tipo de material por medio de un teclado virtual. Este bloque se comunica con el bloque de procesamiento mediante el protocolo Ethernet

Bloque de indicadores y alarmas: Se compone de una baliza con indicadores de luz verde que informan al operador que la máquina está funcionando e indicadores de luz roja que se activan cuando se presiona el pulsador de emergencia.

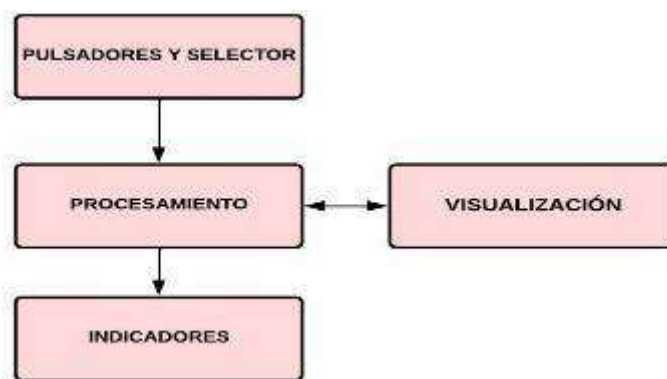


Figura 5-3: Diagrama de bloques del sistema de control y mando.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.5.3. Diagrama de bloques del sistema de sensores

Se compone de dos bloques principales como se muestra en la figura 6-3.

Bloque de sensores: Compuesto por cuatro sensores de temperatura de tipo RTD Pt100 ubicados en un orificio en cada plancha, se encargan de enviar las mediciones respectivas al bloque acondicionador de señal.

Bloque de acondicionar de señal: Se compone de dos módulos de ampliación de entradas analógicas RTD que se encargan de acondicionar la señal recibida de los sensores de temperatura y enviarla directamente al módulo Logo para su procesamiento.

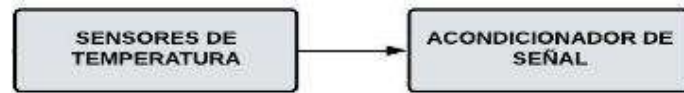


Figura 6-3: Diagrama de bloques del sistema de sensores.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.6. Etapa de mantenimiento

Durante la evaluación del estado técnico de la máquina, se determinó que era necesario llevar a cabo un proceso de mantenimiento en la estructura, el sistema de calentamiento, así como en el sistema neumático e hidráulico. El objetivo de este mantenimiento es mejorar tanto la apariencia de la máquina como el rendimiento de los sistemas mencionados anteriormente. Para lograr este propósito, se implementaron una serie de acciones específicas que se detallan a continuación, con el fin de garantizar resultados óptimos en términos de funcionalidad y aspecto visual. Los resultados finales se encuentran en el anexo E.

Acciones de mantenimiento para la estructura:

- Realización de una limpieza completa para eliminar suciedad y residuos.
- Eliminación de rayones y pegamento mediante técnicas de lijado y pulido.
- Aplicación de un producto anticorrosivo para prevenir la oxidación y proteger la estructura metálica.
- Renovación de la pintura en toda la estructura metálica para mejorar su apariencia y durabilidad.
- Limpieza y aplicación de un recubrimiento antiadherente de teflón en las planchas para evitar que los materiales se adhieran.
- Se añadió la plancha superior faltante en la primera estación, completando así la configuración del sistema.

Acciones de mantenimiento para el sistema de calentamiento:

- Se remplazaron los conductores de cada resistencia.
- Se añadieron tres nuevas resistencias tipo cartucho de baja densidad, con una potencia de 200 W, en la plancha superior para habilitar la primera estación de la máquina.

El sistema neumático e hidráulico se compone de varios elementos, que se detallan en la tabla 2-3, y su diagrama de conexiones se muestra en la figura 7-3. Las acciones de mantenimiento que se realizaron para este sistema son las siguientes:

- Limpieza y lubricación en dos cilindros de doble efecto
- Limpieza y lubricación en electroválvulas neumáticas de 5/2 y 3/2 vías
- Limpieza de la unidad de mantenimiento FRL
- Limpieza en las válvulas reguladoras de presión
- Limpieza en dos electroválvulas hidráulicas de 2/2 vías
- Reemplazo de cuatro válvulas reguladoras de caudal
- Reemplazo de manguera de distribución de aire
- Reemplazo de racores de conexión

Tabla 2-3: Elementos del sistema neumático e hidráulico

Cantidad	Elementos	Marca	Modelo	Etiqueta
1	Compresor (fuente de aire comprimido)	-	-	A
1	Unidad de mantenimiento FRL	Airtac		B
2	Electroválvulas neumáticas de 5/2 vías	Airtac	4V210-08	C, D
2	Electroválvulas neumáticas de 3/2 vías	Airtac	3V210-08-NC	E, F
2	Válvulas reguladoras de presión	Master Pneumatic	R56M-2	G, H
4	Válvulas reguladoras de caudal	-	-	I, J, K, L
2	Cilindros de doble efecto	Airtac	SE32X100-S	M, N
2	Electroválvulas hidráulicas de 2/2 vías	-	-	O, P
2	Válvulas hidráulicas de antirretorno	-	-	Q, R

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

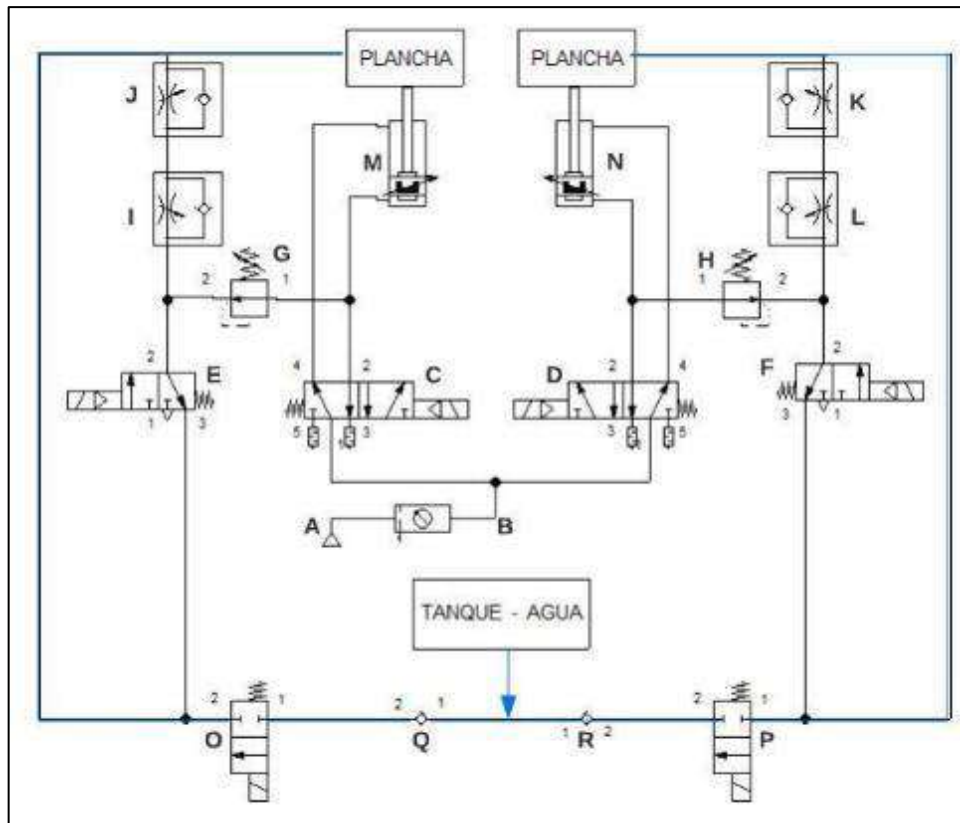


Figura 7-3: Esquema de conexiones del sistema neumático e hidráulico.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.7. Descripción de elementos correspondientes a los sistemas de control y mando, eléctrico y sensores.

En este apartado, se presenta una descripción detallada de los elementos que forman parte del rediseño de los sistemas de eléctrico, sensores, control y mando los cuales se determinó en la evaluación del estado técnico una sustitución completa.

3.7.1. Sensor de temperatura FTARB02 Pt100

Fabricado por Finglai, es ampliamente empleado en diversos sistemas para lograr mediciones precisas de temperatura. Su principio de funcionamiento se basa en la variación de la resistencia del platino en respuesta a los cambios de temperatura, lo que asegura mediciones consistentes. La PT100 presenta una resistencia nominal de 100 ohmios a 0°C y presenta una relación lineal entre la resistencia y la temperatura en un amplio rango de valores. El modelo FTARB02, ilustrado en la figura 8-3 y detallado en la tabla 3-3, garantiza una precisión de $(\pm 0.6^{\circ}\text{C} + 1\%|t|)$ y puede ser instalado mediante tornillos. Para más detalles técnicos, consultar el anexo F (Finglai, 2019).



Figura 8-3: Sensor de temperatura pt100 con tipo de rosca M6.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Tabla 3-3: Características técnicas sensor de temperatura FTARB02 Pt100

Marca	Modelo	Descripción	Características	
FINGLAI	FTARB02 PT100	Sensor de temperatura Pt100 tipo de perno M6	Rango de Temperatura	-50°C ~450°C
			Número de hilos	3 hilos
			Grado	2B
			Valor de tolerancia	(±0.6°C+ 1% t)

Fuente: (Finglai, 2019)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.7.2. Módulo lógico programable Siemens Logo 12/24RCE

Fabricado por Siemens, es un controlador compacto utilizado en aplicaciones de automatización industrial, ofreciendo capacidades de programación y control en una amplia gama de tareas. Este módulo se programa usando *el software Logo Soft Comfort* y dispone de servidor web integrado. También cuenta una interfaz para la conexión de módulos de ampliación, hasta 24 entradas digitales, 20 salidas digitales y 8 entradas analógicas y la posibilidad de direccionar 8 salidas analógicas (Siemens, 2023b). En la figura 9-3 se muestra el modelo, mientras que la tabla 4-3 proporciona un resumen de sus características principales, en base a la hoja técnica detallada el anexo G.



Figura 9-3: Módulo Siemens Logo! 12/24RCE.

Fuente: (siemens 2023b)

Tabla 4-3: Características técnicas módulo lógico Logo 12/24RCE

Marca	Modelo	Descripción	Características	
			SIEMENS	LOGO 8 MODULO LÓGICO, 12/24 RCE, 12-24 VDC (6ED1052- 1MD08- 0BA1)
			Corriente de consumo	90 mA
			Entradas digitales	8, 4 son aptas como E analógicas (0 a 10 V)
			Salidas analógicas	4 salidas a Relé (10 A)

Fuente: (Siemens 2023b)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.7.3. Módulo de ampliación de entradas y salidas Siemens Logo DM8 12/24R

Es un componente complementario diseñado por Siemens para trabajar en conjunto con el controlador lógico programable Logo. Este módulo se conecta fácilmente al controlador a través de una interfaz de conexión rápida y tiene la función específica de ampliar las capacidades del sistema, proporcionando 4 entradas y 4 salidas digitales adicionales (Siemens, 2023b). En la figura 10-3 se muestra este módulo, y la tabla 5-3 proporciona información detallada sobre las características de este equipo, en base a la hoja técnica disponible la sección correspondiente al anexo H.



Figura 10-3: Módulo de ampliación DM8 12/24R.

Fuente: (siemens 2023b)

Tabla 5-3: Características técnicas módulo de ampliación DM8 12/24R

Marca	Modelo	Descripción	Características	
			SIEMENS	MÓDULO DE AMPLIACIÓN LOGO DM8 12/24 Tipo relé (6ED1055-1MB00-0BA2)
			Corriente de consumo	75 mA
			Entradas	4 digitales
			Salidas	4 a Relé (5 A)

Fuente: (siemens 2023b)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.7.4. *Módulo de ampliación Siemens Logo AM2 RTD 12/24*

Es un componente fabricado por Siemens con la capacidad de ampliar las entradas del controlador lógico programable Logo, permitiendo la conexión de exclusivamente de termorresistencias de tipo RTD, como el pt100 y pt1000. Este módulo se conecta directamente con el controlador mediante una interfaz rápida (Siemens, 2023b). En la figura 11-3 se muestra el equipo, mientras que en la tabla 6-3 se detallan sus características principales en base a la hoja técnica disponible en el anexo I.



Figura 11-3: Módulo de ampliación AM2 RTD 12/24.

Fuente: (siemens 2023b)

Tabla 6-3: Características técnicas módulo de ampliación AM2 RTD 12/24

Marca	Modelo	Descripción	Características	
			SIEMENS	MÓDULO DE AMPLIACIÓN LOGO 8 AM2 RTD 2 (6ED1055-1MD00-0BA2)
			Corriente de consumo	50 mA
			Entradas analógicas	2 termorresistencias, sensores pt100 o pt1000

Fuente: (SIEMENS, 2023b)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.7.5. Interfaz humano-máquina HMI Kinco GL043E

Es un dispositivo de pantalla táctil diseñado por Kinco para facilitar la interacción entre los operadores y las máquinas en diferentes entornos industriales. Dispone de una pantalla de 4.3 pulgadas ofreciendo una resolución clara y nítida. También cuenta con una variedad de puertos de comunicación que facilitan la conexión con otros dispositivos y sistemas. Este modelo utiliza un procesador de grado industrial de arquitectura ARM Cortex-A, garantizando su funcionalidad de manera eficiente (Kinco Automation, 2023). En la figura 12-3 se presenta el modelo GL043E, mientras que en la tabla 7-3 se agregan sus características principales, en base a su hoja técnica correspondiente al anexo J.



Figura 12-3: HMI Kinco GL043E.

Fuente: (Kinco Automation, 2023)

Tabla 7-3: Características técnicas HMI Kinco GL043E

Marca	Modelo	Descripción	Características	
KINCO	GL043E	Puertos de comunicación RS232, RS485, RS422, también puede implementar comunicaciones entre la HMI y el PLC a través de Ethernet.	Tensión de alimentación	DC10V – DC28 V
			Potencia nominal	2W @ 24 DC
			Tamaño	4.3” TFT
			Puerto Ethernet	10/100 MHz

Fuente: (Kinco Automation, 2023)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.7.6. Pulsadores Camsco

Los modelos FPB-EA1/G y FPB-EA2/R de la marca Camsco, son elementos de control, utilizados en diferentes aplicaciones industriales que cumplen una función única de encendido / apagado. Están contruidos con materiales duraderos y se pueden instalar en paneles de control, tableros eléctricos u otros dispositivos, haciendo uso de métodos estándar de montaje. En cambio, los LMB-ES5 están diseñados específicamente para situaciones de emergencia en entornos industriales, proporcionando una forma rápida y segura de detener la máquina, sistema en caso de peligro inminente. Estos elementos cumplen a conformidad con las normas IEC/EN60947-5-1 (Camsco Electric, 2023). En la figura 13-3 se presenta el modelo de los pulsadores, mientras que en la tabla 8-3 se agregan sus características.



Figura 13-3: Pulsadores marca CAMSCO.

Fuente: (Camsco Electric, 2023)

Tabla 8-3: Características técnicas pulsadores CAMSCO

Marca	Modelo	Descripción	Características	
CAMSCO	FPB-EA1/G	Pulsador de marcha de 22 mm	Voltaje de entrada	24 VDC
			Contactos	1 NA
			Color	Verde
	FPB-EA2/R	Pulsador de paro de 22 mm	Voltaje de entrada	24 VDC
			Contactos	1 NC
			Color	Rojo
	LMB-ES5	Pulsador de paro de emergencia de 22 mm tipo hongo con 40 mm, giro con retención	Voltaje de entrada	24 VDC
			Contactos	1 NC
			Color	Rojo

Fuente: (Camsco Electric, 2023)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.7.7. Selector de tres posiciones Camsco

En la figura 14-3 se muestra el selector plástico de tres posiciones fabricado por Camsco y en la tabla 9-3 sus datos técnicos. Este dispositivo, clasificado como un interruptor de control eléctrico, se utiliza para desviar o interrumpir el flujo de corriente eléctrica (CAMSCO 2022).



Figura 14-3: Selector CSC

Fuente: (Camsco Electric, 2023)

Tabla 9-3: Características técnicas selector Camsco de 3 posiciones

Marca	Modelo	Descripción	Características	
CAMSCO	SKOS-ED33	Selector de 3 posiciones fijas	Diámetro	22 mm
			Composición de contactos	1 NA 1 NA
			Tensión de alimentación	24 V AC/DC

Fuente: (Camsco Electric,2023)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.7.8. Torre de señalización Camsco LTA 505 2WJ

Diseñada por Camsco, esta torre se utiliza para alertar y comunicar información importante de manera efectiva, por lo cual dispone de luces led de alta intensidad (Camsco Electric 2023). En la figura 15-3 se muestra el modelo, mientras que en la tabla 10-3 se detallan las especificaciones técnicas más importantes, en base a la hoja técnica correspondiente al anexo L.



Figura 15-3: Torre de señalización CAMSCO.

Fuente: (Camsco Electric 2023)

Tabla 10-3: Características técnicas torre de señalización Camsco LTA 505 2WJ

Marca	Modelo	Descripción	Características	
CAMSCO	LTA 505 2WJ	Rango de protección IP34, este modelo dispone de un <i>Buzzer</i>	Tensión de alimentación	220 V
			Indicadores	verde y roja
			Potencia de la luz	4W

Fuente: Camsco Electric, 2023)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.7.9. Indicadores de corriente y voltaje

Fabricado por Ebasee, permiten visualizar la corriente y voltaje que se distribuirá a todos los elementos que componen los diferentes sistemas de la máquina. En la figura 16-3 se presentan estos dispositivos, y en la tabla 11-3 se detallan sus características técnicas.

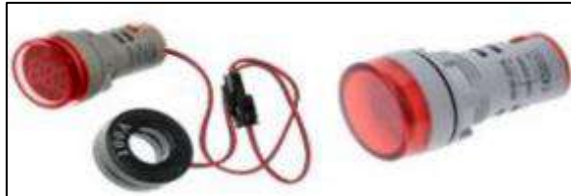


Figura 16-3: Indicadores de corriente y voltaje EBASEE.

Fuente: (Ebasee, 2023)

Tabla 11-3: Características técnicas indicadores EBASEE

Marca	Modelo	Descripción	Características	
Ebasee	AD22-22AM	Indicador de corriente color rojo	Tensión alimentación	220 VAC
	AD101-22VM	Indicador de voltaje color rojo		

Fuente: (Ebasee, 2023)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.7.10. Relé de propósito general CNC MK2P

Este dispositivo electromagnético compuesto de contactos internos que son activados por una bobina, permitiendo la conmutación de diferentes dispositivos (CNC ELECTRIC, 2023). El relé seleccionado se muestra en la figura 17-3, mientras que sus características técnicas se detallan en la tabla 12-3. Para obtener más información, se proporciona la hoja técnica en el anexo M.



Figura 17-3: Relé CNC MK2P.

Fuente: (CNC ELECTRIC, 2023)

Tabla 12-3: Características técnicas Relé CNC MK2P

Marca	Modelo	Descripción	Características	
CNC	MK2P	Utilizados en aplicaciones industriales para controlar la conmutación de circuitos eléctricos	Tensión de alimentación	24 VDC
			Contactos de conmutación	2NA, 2 NC

Fuente:(CNC ELECTRIC,2023)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.8. Protecciones y conductores del tablero de control

Para determinar el dimensionamiento de la fuente DC, las protecciones eléctricas y el calibre de los conductores, es importante conocer el consumo total de corriente de los circuitos eléctricos. En las tablas 13-3 y 14-3, se detalla el consumo de corriente de los equipos de DC y AC respectivamente.

Tabla 13-3: Consumo de corriente de equipos de DC

Elemento / Equipo	Voltaje [DC]	Corriente de consumo [A]
Modulo lógico Logo, 12/24 RCE, 12-24 VDC	24	0.09
Módulos de ampliación de entradas y salidas digitales DM8	24	0.15
Módulos de ampliación de entradas digitales AM2 RTD 2	24	0.1
Pantalla HMI Kinco GL043E	24	0.08
Bobinas Relés CNC MK2P	24	0.5
TOTAL		0.92 A

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Tabla 14-3: Consumo de corriente de equipos de AC

Elemento / Equipo	Voltaje [DC]	Corriente de consumo [A]
Electroválvulas neumáticas 5/2	220	0.032
Electroválvulas neumáticas 3/2	220	0.032
Electroválvulas hidráulicas 2/2	220	0.32
Bobina contactores de 2 polos	220	0.036
Torre indicadora	220	0.009
Fuente de alimentación	220	0.10
Resistencias eléctricas tipo cartucho 150 W	220	4
Resistencias eléctricas tipo cartucho 150 W	220	5.4
TOTAL		9.929 A

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.8.1. Fuente de poder Delta CliQ 24 VDC

Con base en los resultados proporcionados en la tabla 14-3, donde se registró un valor de corriente de consumo de 0.92 Amperios para los equipos detallados, se ha seleccionado la fuente de alimentación modelo DRP024V120W1AA que se muestra en la figura 18-3. Este equipo es fabricado por Delta Electronics Group (Delta, 2023) y se destaca por su capacidad para operar en un amplio rango de temperatura, abarcando desde -25°C hasta 80°C. Uno de los puntos sobresalientes de esta fuente de alimentación es su cumplimiento con la norma IEC/EN 61000-3-2, Clase A (Delta, 2023).

En la tabla 15-3 se encuentran disponibles las principales características de la fuente de alimentación según la hoja de datos detallada en el anexo N.



Figura 18-3: Fuente Delta CliQ 24 VDC.

Fuente: (Delta, 2023)

Tabla 15-3: Características técnicas fuente de alimentación Delta CliQ 24 VDC

Marca	Modelo	Descripción	Características	
DELTA	CliQ din rail DRP024V120 W1AA	Fuente conmutada, Rango de voltaje de entrada de AC universal, carcasa de aluminio resistente a la corrosión, certificación IEC/EN/UL 62368-1	Tensión de entrada	85-264 VAC
			Tensión de salida	24 VDC
			Corriente de salida	5 A
			Potencia de salida	120 W
			Frecuencia	50-60 Hz

Fuente: (Delta, 2023)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.8.2. Fusible eléctrico EBASEE 10X38

Con el propósito de brindar mayor protección a los elementos eléctricos y electrónicos que componen el sistema de control ante posibles sobrecargas, se incorporó un fusible eléctrico. Tras un análisis basado en la tabla 13-3, se seleccionó el modelo que se muestra en la figura 19-3, cuyas características detalladas se encuentran en la tabla 16-3.



Figura 19-3: Fusible eléctrico.

Fuente: (EBASEE, 2023)

Tabla 16-3: Características técnicas fusible eléctrico EBASEE 10X38

Marca	Modelo	Descripción	Característica	
			Corriente nominal	4 A
EBASEE 10X38	10X38	Elaborado bajo la norma técnica IEC60269, protege en casos de cortocircuito y sobrecarga.	Voltaje nominal	500 V
			Capacidad de interrupción	100 KA

Fuente: (EBASEE, 2023)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.8.3. Interruptor termomagnético

Para dimensionar adecuadamente la protección requerida, se basó en los resultados obtenidos de la tabla 14-3, que indican una corriente de consumo de 9.929 Amperios. Según lo establecido en la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC, 2018), este valor no debe superar 1.25 veces la corriente nominal del circuito. Por lo tanto, para el dimensionamiento del interruptor termomagnético, se ha fijado una corriente de 12.41 Amperios.

Con esta información, hemos seleccionado el modelo de la serie SH200, fabricado por la reconocida marca ABB (ABB, 2023), el cual cumple con los requisitos necesarios. La figura 20-3 muestra dicho modelo para su referencia. Este interruptor cuenta con dos polos y está equipado con dos mecanismos de disparo distintos. El mecanismo de disparo térmico retardado proporciona

protección contra sobrecargas, mientras que el mecanismo de disparo electromecánico ofrece protección contra cortocircuitos. Cabe destacar que este interruptor cumple con la norma IEC/EN 60898-1 (ABB, 2023). En base a la hoja de datos (anexo O) sus principales características se presentan en la tabla 17-3.



Figura 20-3: Interruptor automático ABB SH202-C20.

Fuente: (ABB, 2023)

Tabla 17-3: Características técnicas interruptor automático ABB SH202-C20

Marca	Modelo	Descripción	Característica	
			ABB	SH202-C20
Voltaje nominal de operación	1-400 VAC			
Numero de polos	2 P			

Fuente: (ABB, 2023)

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.8.4. Dimensionamientos conductores eléctricos

Para el dimensionamiento del conductor para los elementos de control a 24 VDC, se considera una corriente de consumo de 0.92 Amperios, el cual se estableció en la tabla 13-3. Por lo tanto, se opta por utilizar conductores de cobre tipo TFF de calibre 18 AWG, los cuales tienen una capacidad máxima de corriente de 6 Amperios, En cuanto a la alimentación a 220 VAC y la conexión de los elementos del tablero, se selecciona un conductor de tipo THHN de calibre 12 AWG, cumpliendo así con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2018).

3.8.5. Diagrama de conexiones del tablero de control

En la figura 21-3 se presenta el diagrama de conexiones del tablero de control, el cual fue elaborado utilizando un *software* de diseño AutoCAD 2021 (Autodesk 2022). Para una mejor comprensión, en la tabla 18-3 se detallan y describen los elementos que lo conforman.

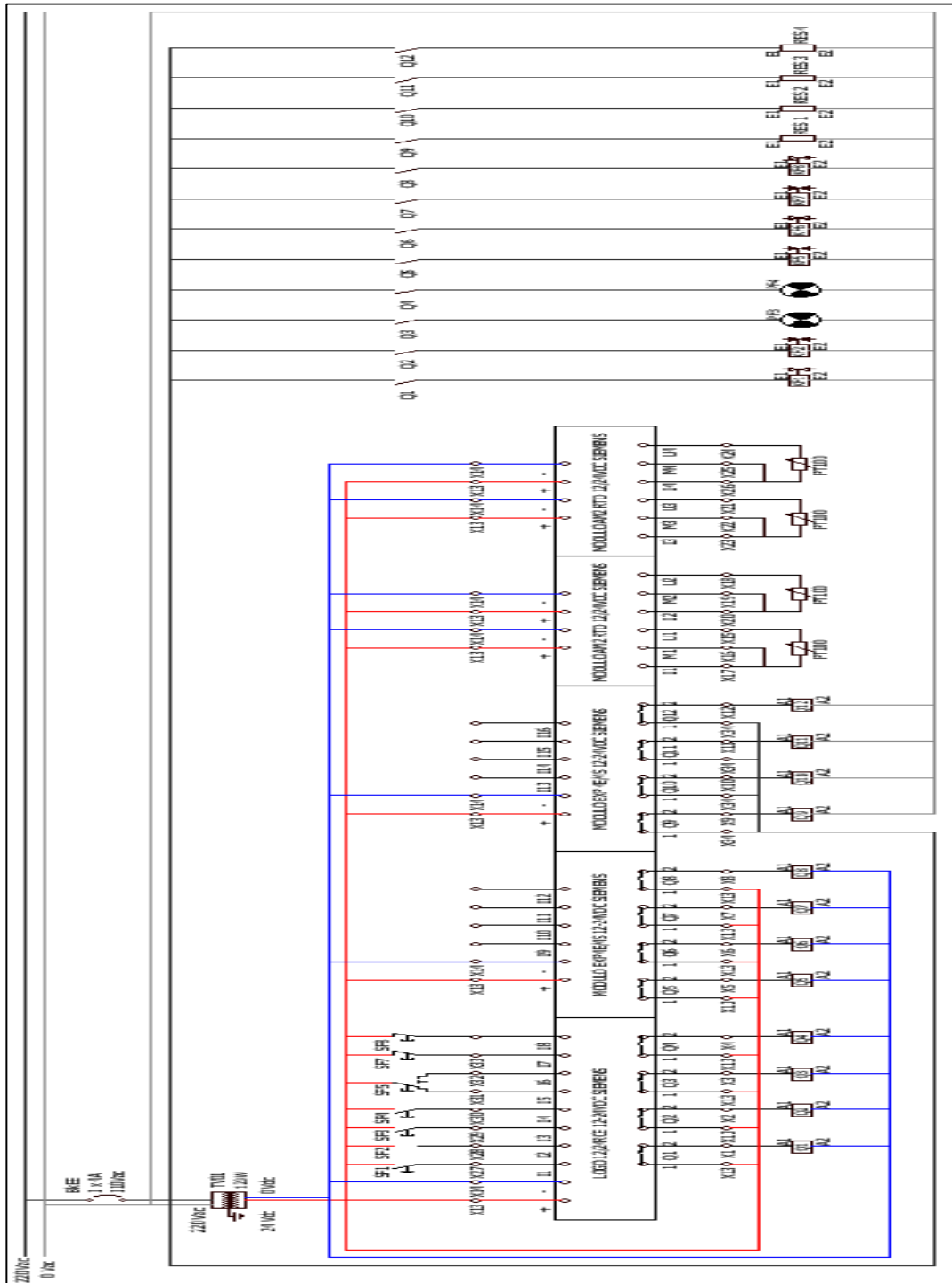


Figura 21-3: Diagrama de conexiones del tablero de control.

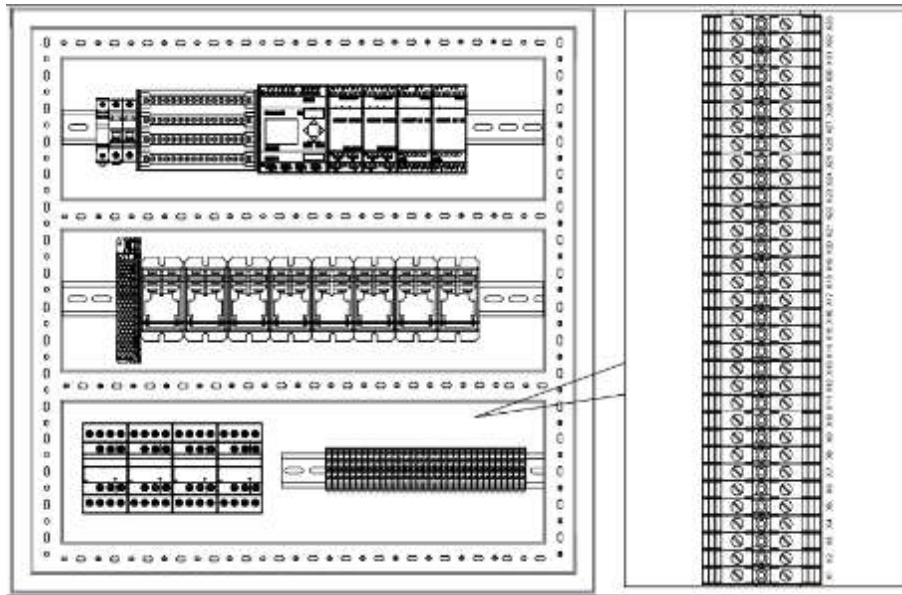
Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Tabla 18-3: Elementos que conforman el diagrama de conexión

Etiqueta	Interpretación del elemento	Etiqueta	Interpretación del elemento
SF1	Pulsador de emergencia	QM6	Relé para activar la presión de aire para la vaporizada estación 2
SF3	Pulsador de inicio estación 1	QM7	Relé para mandar agua a la plancha superior de la estación 1
SF4	Pulsador de inicio estación 2	QM8	Relé para mandar agua a la plancha superior de la estación 2
SF5	Selector estación 1	QM9	Contactador para las resistencias de la plancha superior de la estación 1
SF6	Selector estación 2	QM10	Contactador para las resistencias de la plancha inferior de la estación 1
SF7	Pulsador de paro estación 1	QM11	Contactador para las resistencias de la plancha superior de la estación 2
SF8	Pulsador de paro estación 2	QM12	Contactador para las resistencias de la plancha inferior de la estación 2
PT100	Sensor de temperatura plancha superior estación 1	KF1	Bobina de la válvula 5/2 de la estación 1
PT100	Sensor de temperatura plancha inferior estación 1	KF2	Bobina de la válvula 3/2 de la estación 1
PT100	Sensor de temperatura plancha superior estación 2	PF3	Indicador Rojo – Torre de señalización
PT100	Sensor de temperatura plancha inferior estación 2	PF4	Indicador Verde – Torre de señalización
QM1	Relé para bajar plancha superior estación 1	KF5	Bobina de la válvula 5/2 de la estación 2
QM2	Relé para activar la presión de aire para la vaporizada estación 1	KF6	Bobina de la válvula 3/2 de la estación 2
QM3	Relé para activar Indicador Rojo – Torre de señalización	KF7	Bobina de la electroválvula de la estación 1
QM4	Relé para activar Indicador Verde – Torre de señalización	KF8	Bobina de la electroválvula de la estación 2
QM5	Relé para bajar plancha superior estación 2		

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Después de completar el diagrama de conexión, se procedió al diseño del tablero eléctrico de control. En la figura 22-3 a se ilustra la disposición interna de los componentes eléctricos y electrónicos del tablero de la máquina de vaporización, mientras que en la parte b se muestra su implementación. Además, en la tabla 19-3 se detalla el significado de cada una de las terminales de conexión presentes en el tablero. En el anexo R se detalla la construcción del tablero.



a)



b)

Figura 22-3: Diseño e implementación del tablero de control.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Tabla 19-3: Borneras de conexión del tablero de control

Etiqueta	Interpretación del elemento	Etiqueta	Interpretación del elemento
X1	Salida PLC Q1	X18	Entrada Módulo RTD1 V2-
X2	Salida PLC Q2	X19	Entrada Módulo RTD1 IC2
X3	Salida PLC Q3	X20	Entrada Módulo RTD1 V2+
X4	Salida PLC Q4	X21	Entrada Módulo RTD1 V1-
X5	Salida PLC Q5	X22	Entrada Módulo RTD1 IC1
X6	Salida PLC Q6	X23	Entrada Módulo RTD1 V1+
X7	Salida PLC Q7	X24	Entrada Módulo RTD1 V2-
X8	Salida PLC Q8	X25	Entrada Módulo RTD1 IC2
X9	Salida PLC Q9	X26	Entrada Módulo RTD1 V2+
X10	Salida PLC Q10	X27	Entrada PLC I1
X11	Salida PLC Q11	X28	Entrada PLC I2
X12	Salida PLC Q12	X29	Entrada PLC I3
X13	24 VDC	X30	Entrada PLC I4
X14	24 VDC	X31	Entrada PLC I5
X15	Entrada Módulo RTD1 V1-	X32	Entrada PLC I6
X16	Entrada Módulo RTD1 IC1	X33	Entrada PLC I7
X17	Entrada Módulo RTD1 V1+	X34	Entrada PLC I8

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.9. Diseño del panel frontal de control y mando

En esta sección, se muestra el diseño actualizado del panel de control, el cual ha sido modificado para incluir una pantalla HMI, un selector y pulsadores, con el propósito de mejorar la experiencia de uso y la ayuda para el operador. Este diseño fue realizado utilizando el *software* de diseño en 3D SolidWorks 2020 (Systems, 2022), como se ilustra claramente en la figura 23-3, brindando una representación visual precisa del nuevo diseño. En la tabla 20-3 se presenta una descripción de los componentes del panel de control para un mejor entendimiento.

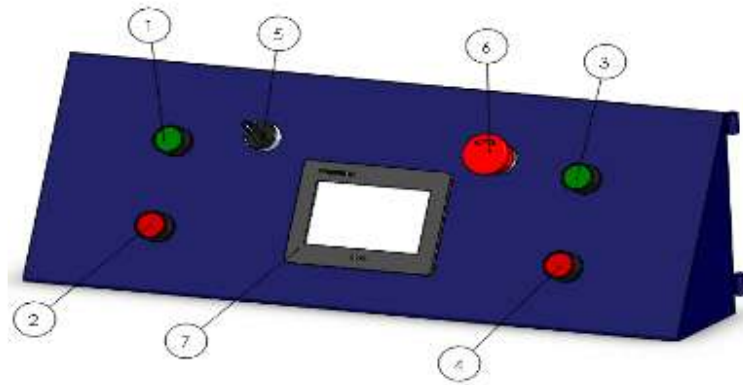


Figura 23-3: Diseño del panel de control.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Tabla 20-3: Elementos del panel de control

Etiqueta	Descripción de elemento
1	Pulsador inicio estación 1
2	Pulsador paro estación 1
3	Pulsador inicio estación 2
4	Pulsador paro estación 2
5	Selector de tres posiciones (Habilita las estaciones)
6	Pulsador de emergencia
7	Interfaz HMI

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Las dimensiones del panel de control se detallan en las Figuras 24-3 y 25-3, expresadas en unidades de milímetros para garantizar una máxima precisión. Además, en la Tabla 21-3 se presentan las dimensiones generales que conforman este panel, brindando una visión integral y clara de su configuración.

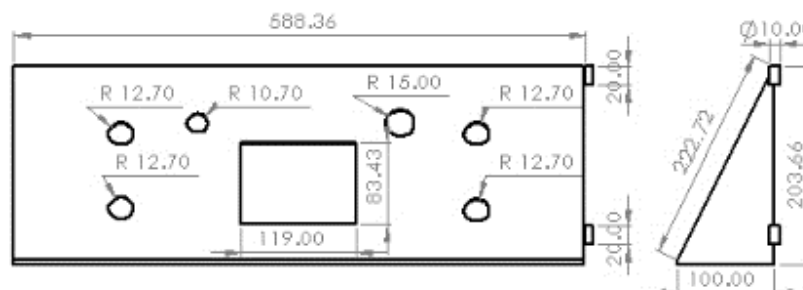


Figura 24-3: Dimensiones panel de control parte frontal y lateral.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

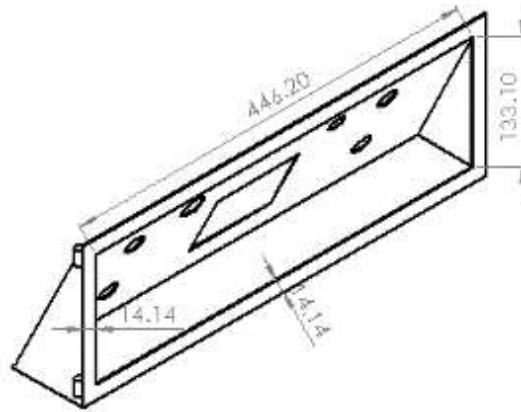


Figura 25-3: Dimensiones panel de control parte posterior.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Tabla 21-3: Medidas generales del panel de control

Medida	Dimensiones [mm]
Largo	588.6
Ancho	100
Alto	203.6

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

La Figura 26-3 muestra la implementación física del panel de control actualizado, ofreciendo una representación visual detallada de su diseño y configuración. Este panel ha sido elaborado con acero inoxidable, lo que garantiza la resistencia de sus piezas ante los efectos de la corrosión, asegurando así su durabilidad a lo largo del tiempo.



Figura 26-3: Diseño físico del panel de control.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Tras finalizar el proceso de mantenimiento y la sustitución de los sistemas para la repotenciación de la máquina, en la Figura 27-3 se muestran imágenes de la máquina en su etapa final repotenciada que presentan el aspecto completo de la máquina tras la actualización, destacando los cambios realizados y los nuevos componentes añadidos para mejorar su rendimiento y funcionalidad.



Figura 27-3: Resultados finales de la repotenciación de la máquina.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.10. Programación LOGO

Se desarrolló en el *software Logo! Soft Comfort V8.3.0*, en el cual se empleó el método de programación mediante diagramas de funciones (FUP), el cual se basa en el uso de cuadros lógicos de álgebra booleana (siemens, 2023b).

El proceso de vaporizado de los tres tipos de materiales: cuero encerado, cuero polimate y cuero hidrofugado, se ha establecido en base a la experiencia del operador de la máquina en la empresa CREACIONES JIMMYS. Esta experiencia ha sido fundamental para desarrollar el algoritmo de programación que permita llevar a cabo el vaporizado de cada tipo de material de manera óptima.

En la Tabla 22-3, se presenta un resumen de los diversos tipos de señales de entrada y empleados en el desarrollo de la programación. Además, en el Anexo U, se ofrece una descripción más detallada de la denominación y nomenclatura utilizada, así como las plantillas de programación desarrolladas para un análisis completo.

Tabla 22-3: Denominación de entradas y salidas para el programa

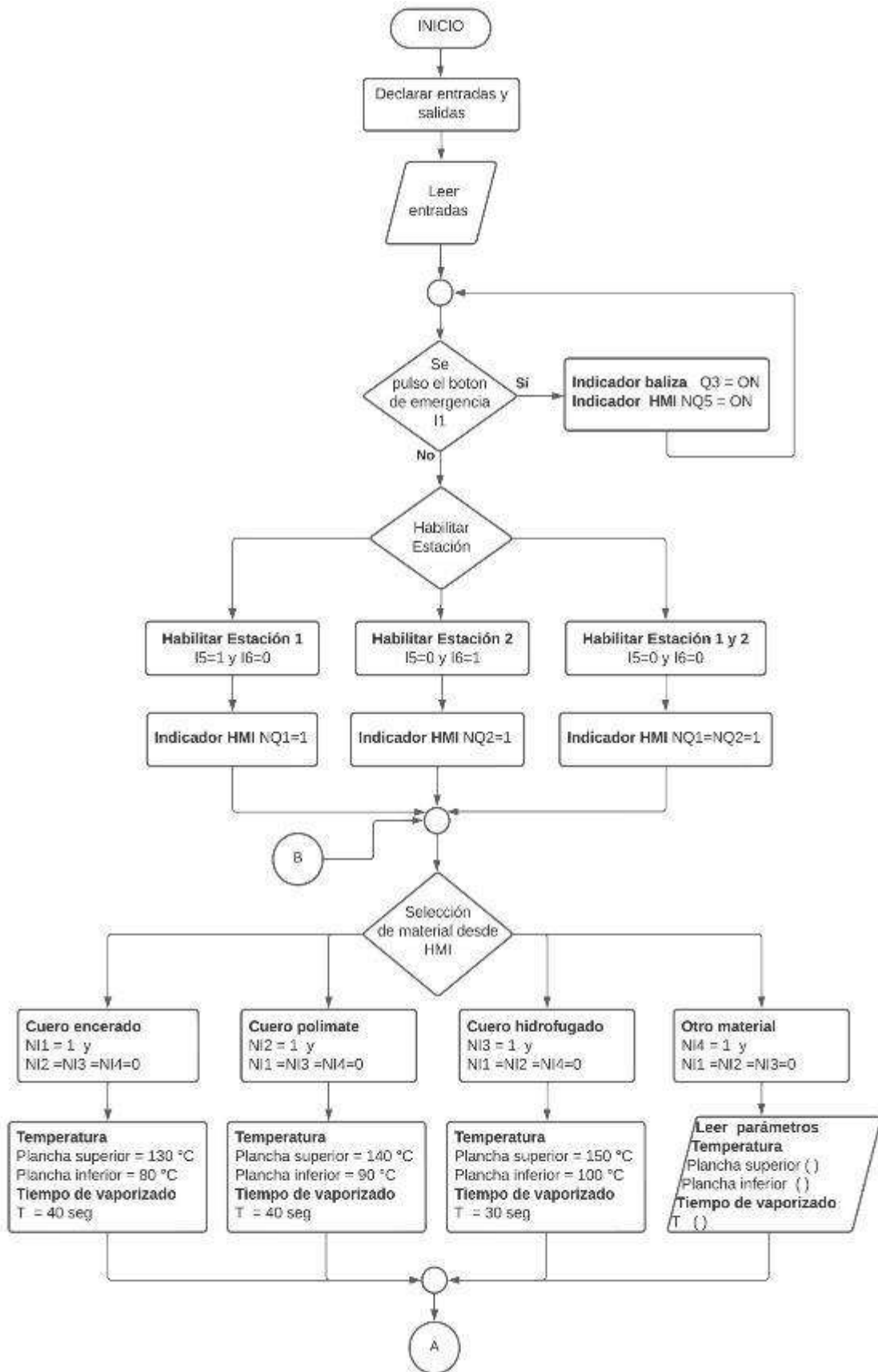
Tipo de señal	Logo Soft Confort
Entradas digitales	I1, I3, I4, I5, I6, I7, I8
Entradas analógicas	AI5, AI6, AI7, AI8
Salidas digitales	Q1, Q2, Q3, Q4, Q5, Q6, Q7, Q8, Q9, Q10, Q11, Q12
Entradas de red	NI1, NI2, NI3, NI4
Salidas de red	NQ1, NQ2, NQ3, NQ4, NQ5

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

El diagrama de flujo correspondiente a la programación se presenta en la figura 28-3, donde se observa:

- Se inicia el proceso y se declaran las entradas y salidas que se observan en la tabla 22-3.
- Se realiza la lectura del paro de emergencia. Sí está activado se enciende el indicador rojo en la torre de señalización, correspondiente a la salida Q3.
- Lectura de las entradas I5, I6 del selector para habilitar la estación de trabajo correspondiente.
- Se enciende el indicador correspondiente en el HMI en base a la estación habilitada.

- Se selecciona desde la interfaz HMI el tipo de material entre: cuero encerado, cuero polimate, cuero hidrofugado y otro material.
- Si se elige la opción de “otro material” se hace lectura de los parámetros de temperatura y tiempo de vaporizado ingresados desde el HMI.
- Se inicia el proceso de calentamiento de las planchas. Según la estación habilitada se activan las salidas Q9 Y Q10 para la estación 1, o Q11 y Q12 para la estación 2.
- Cuando las planchas han alcanzado la temperatura establecida, se activa el indicador en la interfaz HMI y el indicador verde de la torre de señalización.
- Se espera la señal del pulsador de inicio en función a la estación habilitada. Estación 1 pulsador en la entrada I3 o Estación 2 pulsador en la entrada I4.
- Se activan las salidas Q1 para bajar la plancha superior de la estación 1, o Q5 para la estación 2.
- Se inicia el tiempo de vaporizado y se activan las salidas Q2 y Q7, para el proceso de vaporizado en la estación 1 o Q6y Q8 para la estación 2.
- En caso de pulsar el botón de paro de las entradas: I7 para la estación 1 o I8 para la estación 32, la plancha superior se levanta y reinicia el tiempo de vaporizado.
- Finaliza el tiempo de vaporizado y se desactivan las salidas Q1, Q2 y Q7 para la estación 1, o Q5, Q6 y Q8 de la estación 2.



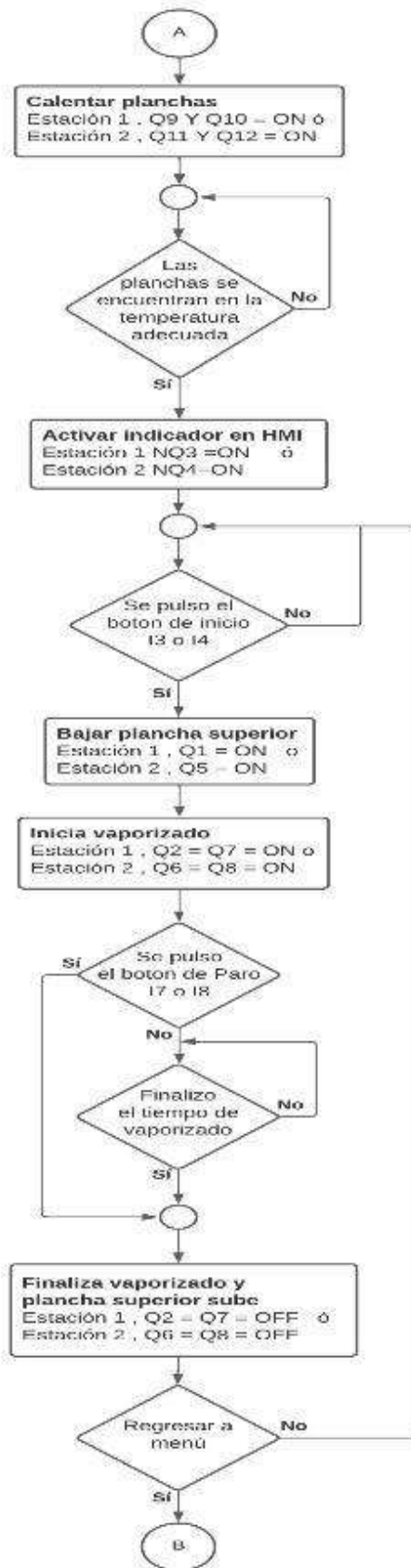


Figura 28-3: Diagrama de flujo del sistema de vaporización.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

3.11. Interfaz humano-máquina (HMI)

El diseño de la interfaz se llevó a cabo utilizando el *software Kinco DTools* en su versión V3.5.2, desarrollado por Kinco Automation (2023), donde primero se configuró la comunicación entre el HMI y el módulo Logo utilizando el protocolo Ethernet TCP.

La interfaz está compuesta por un conjunto de pantallas y tiene como objetivo brindar al operador diversas funcionalidades, tales como la selección del material, supervisión de temperatura y tiempo, supervisión de alarmas, y la capacidad de ingresar parámetros de temperatura y tiempo. Para facilitar la comprensión y el uso de la interfaz, se ha creado un manual de usuario detallado en el anexo S. Este manual proporciona información sobre la navegación e interacción entre las diferentes ventanas de la interfaz, permitiendo al operador utilizarla de manera efectiva y aprovechar todas sus funcionalidades. En la figura 29-3 se presenta la estructura de navegación jerárquica entre las distintas pantallas de la interfaz.

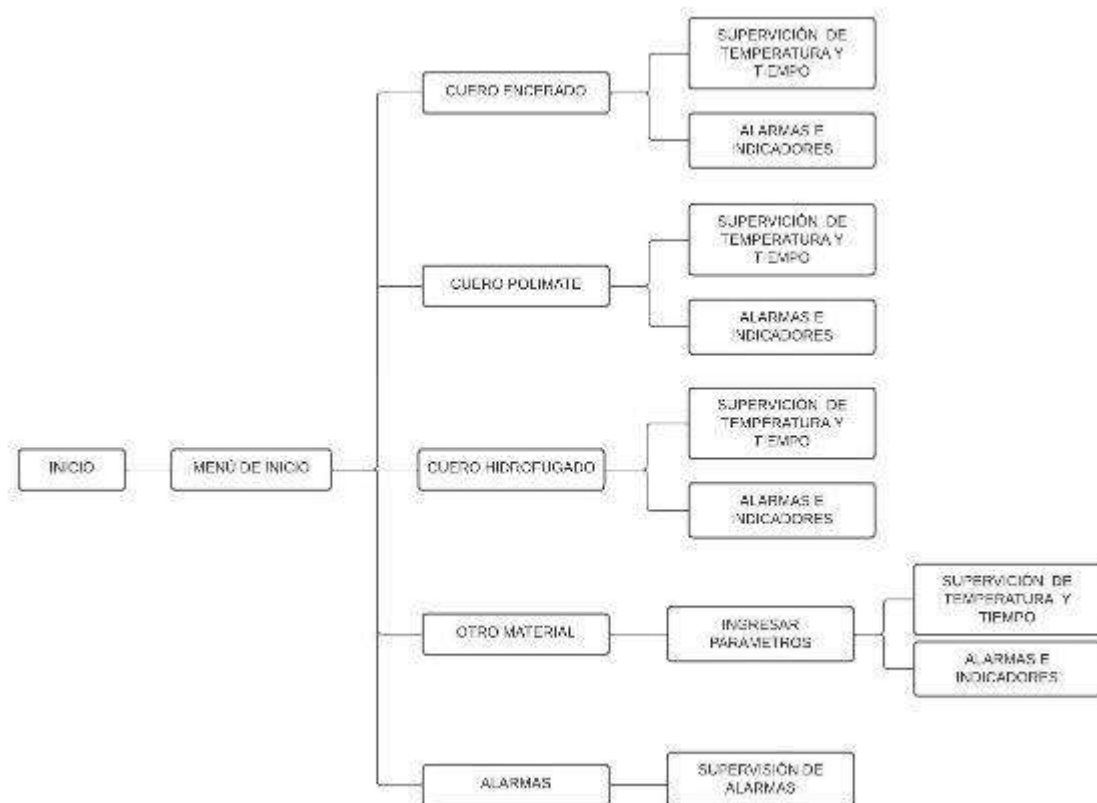


Figura 29-3: Estructura de navegación jerárquica entre ventanas en la interfaz HMI.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

En la figura 30-3 se muestra la pantalla principal de la interfaz al encender la máquina, la cual ofrece las siguientes opciones:

Selección de material: Permite al operador elegir el material a utilizar en el proceso entre las siguientes opciones:

- Cuero encerado
- Cuero polimate
- Cuero hidrofugado
- Otro material

Indicador de paro de emergencia: Este indicador se activará al pulsar el botón de emergencia.

Indicadores de estación habilitada: Permite al operador identificar la estación que está habilitada para su uso.

Alarmas: Pulsador que permite acceder a la pantalla donde se registran las alarmas ocasionadas.



Figura 30-3: Pantalla principal de navegación.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

En la Figura 31-3, se presenta la pantalla de supervisión, desempeñando un papel fundamental en el monitoreo y control del proceso de vaporizado, con las siguientes opciones disponibles:

Supervisión de temperatura de plancha superior e inferior

SV: muestra la temperatura ideal que deben alcanzar las planchas

PV: muestra el valor actual de la temperatura de las planchas

Supervisión del tiempo de vaporizado: Esta opción permite visualizar el tiempo transcurrido durante el proceso de vaporizado en cada estación.

Indicadores: Brindan información visual sobre diferentes estados y eventos relevantes, como:

- Estación 1: Se ilumina cuando la estación 1 está habilitada
- Estación 2: Se ilumina cuando la estación 2 está habilitada
- Temp alcanzada: Se ilumina cuando las planchas alcanzan la temperatura ideal
- Plancha abajo: Se ilumina cuando la plancha superior baja
- Vaporizado: Se ilumina cuando inicia el proceso de vaporizado

Indicadores de alarmas y redirección: Son indicadores pulsadores que cambian de color en respuesta a un evento crítico, como la activación del pulsador de emergencia o el sobrepaso de la temperatura máxima establecida en las planchas. Estos indicadores no solo alertan sobre estas situaciones, sino que también ofrecen la posibilidad de redirigir al operador a la pantalla de alarmas, donde podrá obtener información sobre la alerta emitida.



Figura 31-3: Pantalla de supervisión de parámetros.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

En la Figura 32-3 se presenta la pantalla de ingreso de parámetros, diseñada para trabajar con diferentes tipos de materiales. Esta interfaz brinda al operador la posibilidad de ingresar los parámetros específicos requeridos para cada material. La pantalla está organizada en secciones bien definidas, que son las siguientes:

Apartado de temperatura de planchas: En esta sección, el operador podrá ingresar la temperatura deseada para las planchas.

Apartado de tiempo de vaporizado: En esta sección, el operador podrá ingresar el tiempo requerido para el proceso de vaporizado

Botón de inicio: Una vez que se han ingresado los parámetros deseados, el operador puede utilizar este botón para iniciar el proceso de calentamiento de las planchas. Además, al presionar este botón, se redirigirá automáticamente a la pantalla de supervisión.

Botón de regreso a la pantalla principal: Si en algún momento se desea regresar a la pantalla principal sin iniciar el proceso, se puede utilizar este botón

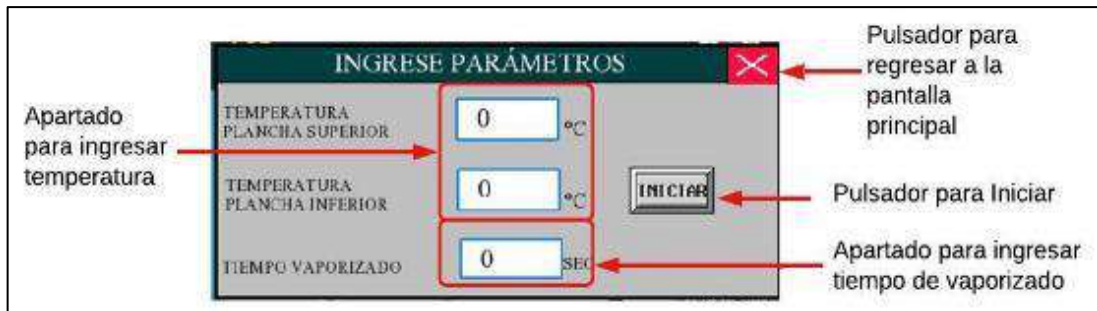


Figura 32-3: Pantalla para ingresar parámetros.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

En la figura 33-3, se presenta la pantalla de alarmas, que es un recurso importante para mantener un monitoreo constante de los eventos que puedan surgir durante el funcionamiento de la máquina, donde se puede visualizar la siguiente información relevante:

Fecha y hora de alerta: Esta sección muestra la fecha y hora exacta en las que se produjo la alerta, para facilitar su seguimiento y análisis.

Mensaje de alerta detectada: Aquí se muestra el mensaje correspondiente a la alerta específica que se ha detectado. Proporciona detalles de la situación o evento que ha generado la alarma.

Botón de regreso a la pantalla principal: Permite al usuario regresar de forma rápida y sencilla a la pantalla principal

Tipo de alerta: Las alertas emitidas se basan en la activación del pulsador de emergencia y en el sobrepaso de temperatura máxima establecida de las planchas. A continuación, se detallan los mensajes correspondientes a cada tipo de alerta:

- “PULSADOR DE EMERGENCIA ACTIVADO”
- “EXCESO DE TEMPERATURA – PLANCHA SUPERIOR – ESTACIÓN 1”
- “EXCESO DE TEMPERATURA – PLANCHA INFERIOR – ESTACIÓN 1”
- “EXCESO DE TEMPERATURA – PLANCHA SUPERIOR – ESTACIÓN 2”
- “EXCESO DE TEMPERATURA – PLANCHA INFERIOR – ESTACIÓN 2”

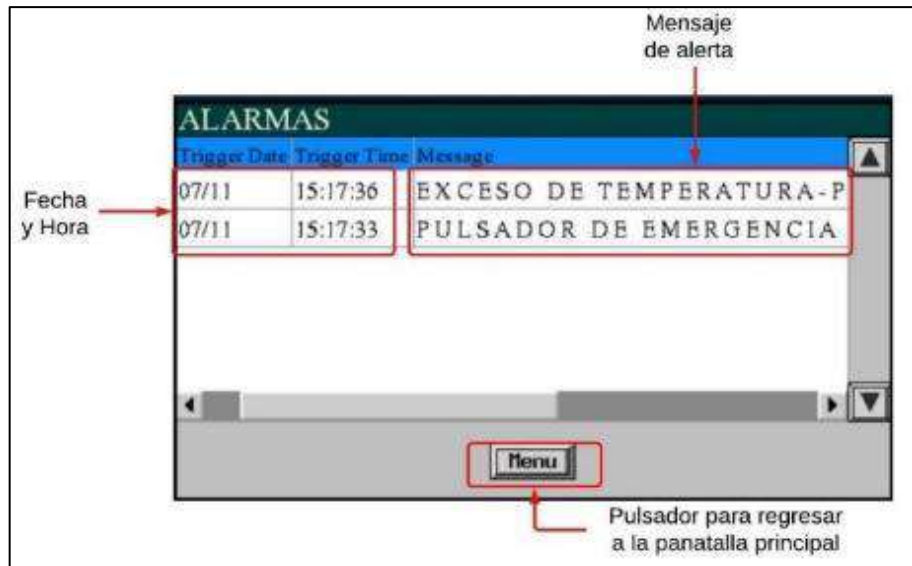


Figura 33-3: Pantalla de alarmas.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

CAPITULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo, se realiza una evaluación del funcionamiento de la máquina vaporizador repotenciada e instalada en la empresa CREACIONES JIMMYS, como se muestra en la figura 1-4. Se llevaron a cabo pruebas de validación de sensores y tiempos de vaporizado mediante la comparación con equipos patrón. Además, se evaluó el tiempo de calentamiento de las planchas, su funcionamiento general, consumo de corriente, y se realizó un análisis económico.



Figura 1-4: Máquina vaporizador para armado de puntas de calzado repotenciada.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

4.1. Consideraciones generales

Según Santo y Lecumberry (2005, p. 13), la evaluación de la calidad de una medición se basa en la incerteza vinculada al proceso experimental, ya que esta incerteza establece un intervalo que abarca el valor más probable del resultado. Cuanto más estrecho sea este intervalo, mayor será la fiabilidad de la medida. El error experimental, se refiere a la incerteza relacionada con el valor de una magnitud física, y puede expresarse de diversas maneras (Santo y Lecumberry, 2005, p. 13), tales como:

Error absoluto: Definido por la ecuación 1-4, el cual proporciona una medida de la exactitud con la que se llevó a cabo la medición (Santo y Lecumberry, 2005, p. 13).

$$\Delta X = |X_v - X_m|$$

Ecuación 1-4: Expresión para cálculo del error absoluto.

Donde:

ΔX : error absoluto

X_v : valor verdadero

X_m : valor medido

Error relativo porcentual: Se calcula mediante la ecuación 2-4, y se utiliza como criterio para evaluar la calidad del resultado experimental. Se fundamentan los siguientes criterios en función al valor obtenido (Santo y Lecumberry, 2005, p. 15):

- Si el valor de $e_r\%$ es inferior al 1%, el resultado se considera muy bueno.
- Si el valor de $e_r\%$ se encuentra entre el 5% ~10%, el resultado se considera aceptable.
- Si el valor de $e_r\%$ es mayor al 10%, el resultado se considera poco confiable.

$$e_r\% = \frac{\Delta X}{X_v} * 100$$

Ecuación 2-4: Expresión para cálculo del error relativo porcentual.

Donde:

$e_r\%$: error relativo porcentual

X_v : valor verdadero

De acuerdo con Santo y Lecumberry (2005, p. 13), uno de los indicadores estadísticos que brinda información sobre la precisión de un conjunto de medición es la desviación estándar muestral. Este parámetro proporciona una visión general de la dispersión de los valores en los datos experimentales, lo que se convierte en un criterio de precisión. Para calcularlo, se emplea la ecuación 3-4.

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Ecuación 3-4: Expresión para el cálculo de la desviación estándar muestral.

Donde:

S_x : desviación estándar

x_i : valores de cada lectura

\bar{x} : media aritmética

n : número de lecturas de la muestra

La ecuación 4-4 permite calcular la media aritmética:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Ecuación 4-4: Expresión para el cálculo de la media aritmética.

Según Hernández (2022), el coeficiente de variación es una métrica de dispersión que facilita el análisis de las desviaciones de los datos con respecto a la media, y, además, proporciona información acerca de las variaciones existentes entre los propios datos dispersos y calcula mediante la siguiente ecuación 5-4.

$$CV = \frac{S_x}{\bar{X}} * 100$$

Ecuación 5-4: Expresión para el cálculo del coeficiente de variación.

Si los resultados son inferiores al 5%, se considera como óptimos; si se colocan entre el 5% y el 10%, se consideran como aceptables (Romero, 2012; DANE, 2008).

4.2. Validación de los sensores de temperatura

El objetivo es validar la exactitud de los cuatro sensores ubicados en cada plancha, calculando el error absoluto y relativo. Se tomaron 12 muestras por sensor en diferentes días y horas, y se compararon con un equipo patrón, el termómetro infrarrojo AIIOSU EM520B, que posee una exactitud de medida de +/- 2 °C, según se detalla en su hoja de datos (anexo P).

Las mediciones se realizaron en el mismo punto de los sensores Pt100, como se observa en la figura 2-4. Los resultados se registraron en las tablas 1-4, 2-4, 3-4 y 4-4, incluyendo fecha, hora, temperaturas del equipo patrón y los sensores Pt100, así como los cálculos de error absoluto y relativo.



Figura 2-4: Toma de muestras con el equipo patrón.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Tabla 1-4: Validación del sensor de temperatura de la plancha superior estación 1

Muestras	Fecha / hora	Instrumento Patrón (°C)	Sensor pt100 (°C)	Error Absoluto (°C)	Error Relativo (%)
1	18/7/2023 08:00:00	17.2	16.4	0.8	4.65
2	19/7/2023 08:00:00	16.8	16.1	0.7	4.16
3	20/7/2023 08:00:00	16.6	16.0	0.6	3.61
4	21/7/2023 08:00:00	17.4	16.5	0.9	5.17
5	18/7/2023 12:00:00	22.9	22.2	0.7	3.05
6	19/7/2023 12:00:00	22.5	21.4	1.1	4.88
7	20/7/2023 12:00:00	22.8	22.1	0.7	3.07
8	21/7/2023 12:00:00	22.6	21.8	0.8	3.53
9	18/7/2023 18:00:00	61.2	60.1	1.1	1.79
10	19/7/2023 18:00:00	59.3	58.5	0.8	1.34
11	20/7/2023 18:00:00	63.6	62.9	0.7	1.10
12	21/7/2023 18:00:00	58.3	57.4	0.9	1.54

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Tabla 2-4: Validación del sensor de temperatura de la plancha inferior estación 1

Muestras	Fecha y hora	Instrumento Patrón (°C)	Sensor pt100 (°C)	Error Absoluto (°C)	Error Relativo (%)
1	18/7/2023 08:00:00	17.8	17.1	0.7	3.93
2	19/7/2023 08:00:00	17.6	17.1	0.5	2.84
3	20/7/2023 08:00:00	18.3	17.5	0.8	4.37
4	21/7/2023 08:00:00	18.1	17.7	0.4	2.20
5	18/7/2023 12:00:00	23.6	23.7	0.8	3.38
6	19/7/2023 12:00:00	23.4	22.6	0.8	3.42
7	20/7/2023 12:00:00	23.8	23.3	0.5	2.10
8	21/7/2023 12:00:00	23.4	22.5	0.9	3.84
9	18/7/2023 18:00:00	42.8	41.7	1.1	2.57
10	19/7/2023 18:00:00	39.6	39.1	0.5	1.26
11	20/7/2023 18:00:00	41.5	40.7	0.8	1.92
12	21/7/2023 18:00:00	40.5	39.8	0.7	1.72

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Tabla 3-4: Validación del sensor de temperatura de la plancha superior estación 2

Muestras	Fecha y hora	Instrumento Patrón (°C)	Sensor pt100 (°C)	Error Absoluto (°C)	Error Relativo (%)
1	18/7/2023 08:00:00	17.3	16.5	0.8	4.62
2	19/7/2023 08:00:00	17.1	16.3	0.8	4.67
3	20/7/2023 08:00:00	16.9	16.4	0.5	2.95
4	21/7/2023 08:00:00	16.8	16.1	0.7	4.16
5	18/7/2023 12:00:00	22.9	22.2	0.7	3.05
6	19/7/2023 12:00:00	22.5	21.6	0.9	4.00
7	20/7/2023 12:00:00	21.9	21.3	0.6	2.73
8	21/7/2023 12:00:00	22.5	21.7	0.8	3.55
9	18/7/2023 18:00:00	57.8	57.1	0.7	1.21
10	19/7/2023 18:00:00	61.6	60.5	1.1	1.78
11	20/7/2023 18:00:00	62.3	61.5	0.8	1.28
12	21/7/2023 18:00:00	59..3	58.4	0.9	1.51

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Tabla 4-4: Validación del sensor de temperatura de la plancha inferior estación 2

Muestras	Fecha y hora	Instrumento Patrón (°C)	Sensor pt100 (°C)	Error Absoluto (°C)	Error Relativo (%)
1	18/7/2023 08:00:00	18.5	17.9	0.6	3.24
2	19/7/2023 08:00:00	17.8	17.1	0.7	3.93
3	20/7/2023 08:00:00	18.7	17.8	0.9	4.81
4	21/7/2023 08:00:00	17.7	17.2	0.5	2.82
5	18/7/2023 12:00:00	24.6	23.7	0.9	3.65
6	19/7/2023 12:00:00	22.8	22.2	0.6	2.63
7	20/7/2023 12:00:00	24.4	23.3	1.1	4.50
8	21/7/2023 12:00:00	23.4	22.6	0.8	3.41
9	18/7/2023 18:00:00	42.9	42.1	0.8	1.86
10	19/7/2023 18:00:00	39.7	38.8	0.9	2.26
11	20/7/2023 18:00:00	40.6	39.9	0.7	1.72
12	21/7/2023 18:00:00	41.6	40.8	0.8	1.92

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

De acuerdo con los datos presentados en las tablas 1-4 a la 4-4, se evidencia que el error absoluto máximo es de $\pm 1.1^{\circ}\text{C}$, lo cual se encuentra dentro del rango de error de referencia establecido de $\pm 2.6^{\circ}\text{C}$. Asimismo, se identificó el valor con el mayor error relativo de 5.17%, el cual se encuentra dentro del rango del 5% al 10%, lo que indica que la exactitud de los sensores de temperatura de la máquina es aceptable (Santo y Lecumberry, 2005, p. 15).

4.3. Evaluación de tiempos de vaporizado

El objetivo es evaluar la exactitud del tiempo de vaporizado. Para realizar las mediciones, se utilizó el cronómetro del teléfono móvil de los autores como equipo patrón. Se procedió a presionar simultáneamente el pulsador de inicio de cada plancha y el cronómetro, tomando un total de 10 muestras.

Los resultados de las mediciones tanto del equipo patrón como de la máquina se registraron en la tabla 5-4, junto con los cálculos del error absoluto y error relativo. Estos cálculos permiten verificar la precisión de los tiempos de vaporización de la máquina.

Tabla 5-4: Evaluación del tiempo de vaporizado para 40 segundos

Muestras	Tiempo equipo patrón (seg.miliseg)	Tiempo visualizado en HMI (seg.miliseg)	Error Absoluto (seg)	Error Relativo (%)
1	40.32	40.00	0.032	0.11
2	40.35	40.00	0.035	0.12
3	40.31	40.00	0.031	0.10
4	40.34	40.00	0.034	0.11
5	40.32	40.00	0.032	0.11
6	40.35	40.00	0.036	0.12
7	40.33	40.00	0.033	0.11
8	40.33	40.00	0.033	0.11
9	40.31	40.00	0.031	0.10
10	40.35	40.00	0.035	0.12

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Luego de examinar los datos de la tabla 5-4, se encontró que el mayor error registrado es del 0.12% para el tiempo de vaporizado de 40 segundos. Es importante destacar que este error se encuentra por debajo del 1%, lo que indica que la exactitud de los tiempos de vaporización de la máquina es muy buena (Santo y Lecumberry, 2005, p. 15).

4.4. Estabilidad de la máquina vaporizador

El objetivo de este análisis es evaluar la estabilidad del tiempo que la máquina vaporizador tarda en alcanzar la temperatura final de 130°C para las planchas superiores y 80°C para las planchas inferiores. Estas temperaturas son ideales para el material de cuero encerado y se parte de una

temperatura inicial de 20°C, que refleja las condiciones ambientales. Se llevaron a cabo 12 mediciones para cada plancha utilizando el cronómetro de dispositivo móvil propiedad de los autores, estas muestras se tomaron en diversas fechas y horarios, como se detalla en la tabla 6-4. Posteriormente, se calculó el coeficiente de variación y se comparó con los rangos de estabilidad establecidos con el fin de evaluar de evaluar la estabilidad en el tiempo de calentamiento de las cuatro planchas.

Tabla 6-4: Evaluación de tiempo de calentamiento de la plancha superior estación 1

Muestras	Fecha / Hora	Temperatura Inicial (°C)	Temperatura Final (°C)	Tiempo de calentamiento (min)
1	15/7/2023 08:00:00	20	130	15
2	16/7/2023 08:00:00	20	130	15
3	22/7/2023 08:00:00	20	130	15
4	23/7/2023 08:00:00	20	130	15
5	15/7/2023 12:00:00	20	130	14
6	16/7/2023 12:00:00	20	130	15
7	22/7/2023 12:00:00	20	130	14
8	23/7/2023 12:00:00	20	130	14
9	15/7/2023 18:00:00	20	130	15
10	16/7/2023 18:00:00	20	130	14
11	22/7/2023 18:00:00	20	130	15
12	23/7/2023 18:00:00	20	130	15
Media aritmética \bar{X}				14.67
Desviación estándar muestral S_x				0.4924
Coeficiente de variación CV				3.36%

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Tabla 7-4: Evaluación de tiempo de calentamiento de la plancha inferior estación 1.

Muestras	Fecha / Hora	Temperatura Inicial (°C)	Temperatura Final (°C)	Tiempo de calentamiento (min)
1	15/7/2023 08:00:00	20	80	5
2	16/7/2023 08:00:00	20	80	6
3	22/7/2023 08:00:00	20	80	6
4	23/7/2023 08:00:00	20	80	6
5	15/7/2023 12:00:00	20	80	5
6	16/7/2023 12:00:00	20	80	6
7	22/7/2023 12:00:00	20	80	6
8	23/7/2023 12:00:00	20	80	6
9	15/7/2023 18:00:00	20	80	6
10	16/7/2023 18:00:00	20	80	5
11	22/7/2023 18:00:00	20	80	6
12	23/7/2023 18:00:00	20	80	6
Media aritmética \bar{X}				5.75
Desviación estándar muestral S_x				0.453
Coeficiente de variación CV				7.388%

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Tabla 8-4: Evaluación de tiempo de calentamiento de la plancha superior estación 2

Muestras	Fecha / Hora	Temperatura Inicial (°C)	Temperatura Final (°C)	Tiempo de calentamiento (min)
1	15/7/2023 08:00:00	20	130	15
2	16/7/2023 08:00:00	20	130	15
3	22/7/2023 08:00:00	20	130	15
4	23/7/2023 08:00:00	20	130	15
5	15/7/2023 12:00:00	20	130	14
6	16/7/2023 12:00:00	20	130	15
7	22/7/2023 12:00:00	20	130	14
8	23/7/2023 12:00:00	20	130	14
9	15/7/2023 18:00:00	20	130	15
10	16/7/2023 18:00:00	20	130	15
11	22/7/2023 18:00:00	20	130	15
12	23/7/2023 18:00:00	20	130	15
Media aritmética \bar{X}				14.75
Desviación estándar muestral S_x				0.453
Coefficiente de variación CV				3.07%

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Tabla 9-4: Evaluación de tiempo de calentamiento de la plancha inferior estación 2

Muestras	Fecha / Hora	Temperatura Inicial (°C)	Temperatura Final (°C)	Tiempo de calentamiento (min)
1	15/7/2023 08:00:00	20	80	6
2	16/7/2023 08:00:00	20	80	6
3	22/7/2023 08:00:00	20	80	6
4	23/7/2023 08:00:00	20	80	6
5	15/7/2023 12:00:00	20	80	5
6	16/7/2023 12:00:00	20	80	6
7	22/7/2023 12:00:00	20	80	6
8	23/7/2023 12:00:00	20	80	6
9	15/7/2023 18:00:00	20	80	6
10	16/7/2023 18:00:00	20	80	5
11	22/7/2023 18:00:00	20	80	6
12	23/7/2023 18:00:00	20	80	6
Media aritmética \bar{X}				5.83
Desviación estándar muestral S_x				0.389
Coefficiente de variación CV				6.67%

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

De acuerdo con los datos presentados en las tablas 6-4 a la 9-4, donde calculó un coeficiente de variación mayor del 7.38%, se observa que se mantiene dentro del rango de aceptación entre el 5% y 10%, lo que indica que la estabilidad del tiempo de calentamiento de las planchas de la máquina es aceptable (Romero, 2012; DANE, 2008).

4.5. Evaluación del tiempo de armado para un par de puntas de calzado

El objetivo de este análisis es evaluar la eficiencia del tiempo de proceso de armado de puntas para un par de zapatos utilizando la máquina repotenciada y compararla con la máquina en su estado previo a la repotenciación. Se tomaron 5 muestras con el mismo tipo de calzado y operador

de la máquina, registrando los tiempos con el cronómetro del móvil propiedad de los autores, el tiempo se empezó a contar en simultaneo cuando el operador inicia el proceso. Los resultados de esta comparativa se presentan en la tabla 10-4.

Tabla 10-4: Registro de tiempos del armado de un par de puntas

Muestras	Tiempo de Armado Antes de la Repotenciación (seg)	Tiempo de Armado Después de la Repotenciación (seg)	Diferencia de tiempos (seg)
1	174	112	62
2	171	110	61
3	173	111	62
4	174	112	62
5	172	111	61

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

De la tabla 10-4 muestra que después de la repotenciación, se ha logrado una reducción significativa en el tiempo de armado de puntas para un par de zapatos. La diferencia mínima es de 61 segundos menos en comparación con la máquina en su estado previo a la repotenciación. Esto evidencia claramente que la máquina repotenciada ha mejorado la eficiencia del proceso de armado de puntas.

Con base en el tiempo mínimo obtenido de la tabla 10-4 para el armado de un par de zapatos, se proyecta que antes de la repotenciación, la empresa tardaría aproximadamente 143 minutos para armar los 50 pares de puntas de zapatos que normalmente fabrican en un día. Sin embargo, con la máquina repotenciada, el tiempo estimado se reduce a unos 92 minutos. Esta notable mejora representa una disminución del 35.66% en el tiempo de armado, lo que implica una mayor productividad para la empresa y una optimización significativa del proceso de fabricación de zapatos.

4.6. Análisis de consumo eléctrico

El objetivo es determinar el consumo de corriente de la máquina repotenciada en operación y compararlo con los valores teóricos de consumo de corriente y potencia especificados en la tabla 11-4.

Tabla 11-4: Consumo eléctrico teórico

Elemento	Voltaje (AC)	Corriente (A)	Potencia (W)
Electroválvulas neumáticas 5/2	220	0.032	7.04
Electroválvulas neumáticas 3/2	220	0.032	7.04
Electroválvulas hidráulicas 2/2	220	0.32	70.4
Bobina contactores de 2 polos	220	0.036	7.92
Torre indicadora	220	0.009	1.98
Fuente de alimentación DC	220	0.10	22
Resistencias eléctricas tipo cartucho 150 W	220	4	880
Resistencias eléctricas tipo cartucho 200 W	220	5.4	1188
Total, consumo teórico		9.929	2184.38

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

De la tabla 11-4, se obtiene un consumo de corriente y potencia teórico de 9.929 A y 2184.38 W para la máquina repotenciada. Para obtener la medida de evidencia del consumo real de la máquina en operación, se utilizó la pinza amperimétrica de la marca HABOTEST (anexo Q) en el interruptor termomagnético, obteniendo una medida de 9.64 A, como se muestra en la figura 3-4. A partir de este resultado, se determinó una potencia de consumo práctico de 2120.8 W, representando la energía efectivamente utilizada por la máquina bajo condiciones reales de funcionamiento.



Figura 3-4: Medición de corriente de consumo de la máquina.

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Los resultados del consumo teórico y práctico de la máquina muestran una diferencia significativa. Mientras que la estimación teórica indicó un consumo de 9.929 A y 2184.38 W, las mediciones prácticas reflejaron un valor de 9.64 A y 2120.8 W, obteniendo un valor menor a lo

esperado. Esta disparidad se debe a las variaciones entre las condiciones ideales utilizadas en el cálculo teórico y las condiciones reales de operación.

4.7. Pruebas de conexiones eléctricas y funcionamiento de la máquina vaporizador

Esta verificación se realiza debido a que se reutilizan componentes eléctricos, su objetivo es garantizar la ausencia de conexiones eléctricas defectuosas en el panel de control y mando, así como asegurar el correcto funcionamiento de las señales para activar los actuadores neumáticos e hidráulicos. Para lograrlo, se realizó una medición de la continuidad eléctrica entre los componentes interconectados utilizando una pinza amperimétrica de la marca HABOTEST, cuyos datos técnicos se encuentran detallados en el anexo Q. Además, se llevó a cabo una prueba de funcionamiento para cada pulsador y selector de mando, observando la activación adecuada de los indicadores en la interfaz HMI y la baliza. Los resultados de esta prueba se presentan en la tabla 12-4, donde se asignó el valor 1 para indicar un correcto funcionamiento y 0 para denotar un mal funcionamiento.

Tabla 12-4: Pruebas de conexiones eléctricas de la máquina vaporizador

Elemento de mando/control	Funcionamiento adecuado	Continuidad eléctrica	Descripción
SF1	1	1	El pulsador de paro de emergencia SF1 tiene la función de detener el proceso y desenclavar las memorias. Cuando se acciona este pulsador, se activa un indicador en el HMI, se enciende una luz indicadora roja y se activa el buzzer de la baliza
SF3	1	1	El pulsador de inicio SF3 activan las válvulas neumáticas 5/2 y 3/2, así como las electroválvulas hidráulicas para permitir el paso de agua en la estación 1. De esta manera, se inicia el proceso de vaporizado en la primera estación de la máquina
SF4	1	1	El pulsador de inicio SF4 activan las válvulas neumáticas 5/2 y 3/2, así como las electroválvulas hidráulicas para permitir el paso de agua en la estación 2. De esta manera, se inicia el proceso de vaporizado en la segunda estación de la máquina

SF5	1	1	El selector de 3 posiciones SF5 tiene la función de seleccionar la estación de trabajo. Si se coloca en la posición izquierda, se activa la estación 1. Si se coloca en la posición media, se activan ambas estaciones simultáneamente. Y si se coloca en la posición derecha, se activa exclusivamente la segunda estación de trabajo. En el HMI se activan los indicadores correspondientes
SF6	1	1	El pulsador de paro SF6 se utiliza para detener el proceso de vaporizado en la estación 1
SF7	1	1	El pulsador de paro SF7 se utiliza para detener el proceso de vaporizado en la estación 2
TOTAL	100%	100%	

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Basándonos en los resultados recogidos en la tabla 12-4, podemos afirmar que todos los elementos evaluados han demostrado un funcionamiento adecuado y una continuidad eléctrica óptima, obteniendo una calificación perfecta de 100% en ambas categorías. Estos resultados confirman que el panel de control y mando de la máquina vaporizador ha sido exitosamente validado en cuanto a su correcta conexión eléctrica de los componentes y la adecuada activación de las señales para los actuadores neumáticos e hidráulicos.

En base a las pruebas realizadas se pudo observar el correcto funcionamiento de la máquina vaporizador para armado de puntas de calzado instalada en la empresa Creaciones Jimmy's y para validar se adjunta el certificado de aceptación y constancia del correcto funcionamiento por parte de la empresa, el cual se encuentra en el anexo T.

4.8. Análisis económico

La tabla 13-4 muestra el análisis de costos de los materiales utilizados en la repotenciación de la máquina. Se detallan los costos unitarios de cada elemento y la cantidad requerida para el proceso de mejora. Cabe mencionar que se considera un valor inicial de \$1200* para la máquina en su estado antes de la repotenciación, según lo proporcionado por el propietario de la empresa.

Tabla 13-4: Análisis económico de la máquina repotenciada

Elemento	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Logo 8 modulo lógico 12/24 RCE	1	\$ 163.15	\$ 163.15
Módulo de ampliación Logo DM8 12/24 R	2	\$ 70.50	\$ 141.00
Módulo de ampliación Logo 8 AM2 RTD	2	\$ 116.35	\$ 232.70
HMI Kinco GL043E 4,3 PLG Green Series	1	\$ 141.94	\$ 141.94
RTD Pt100 3 hilos	4	\$ 17.00	\$ 68.00
Fuente de poder 85-264	1	\$ 55.86	\$ 55.86
Resistencias eléctricas de cartucho	3	\$ 18.97	\$ 56.91
Material eléctrico	1	\$ 150.89	\$ 150.89
Material neumático	1	\$ 36.87	\$ 36.87
Varios	1	\$ 20.00	\$ 20.00
Gastos totales de material			\$ 1,067.32
Costo estimado de la máquina antes de la repotenciación*			\$ 1,200.00
Costo de ingeniería			\$ 400.00
TOTAL			\$ 2,667.32

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

Con el costo total de la repotenciación, se puede crear una tabla de comparación de costo-beneficio entre la máquina repotenciada y el modelo MOD 182 de la marca ELETTRROTECNICA BS (Elettrotecnica B.C, 2023) en diversas características, las cuales se detallan se detalla en la tabla 14-4.

Tabla 14-4: Tabla comparativa entre la máquina repotenciada y marca comercial

Características	Máquina repotenciada	Elettrotecnica b.s T/182
Tecnología de control	Módulo Lógico	Tarjeta electrónica
Interfaz HMI	Si	No
Monitoreo de variables	Si	No
Flexibilidad	Si	No
Selección de material	Si	No
Selección de estación	Si	No
Repuestos	Si	Si
Soporte técnico local	Si	Si
Voltaje	220 VAC	220 VAC
Amperaje	9.64 A	15 A
Costo	\$ 2,667.32	\$ 4,000.00

Realizado por: Chamba J., Valencia J. 2023

En base a la tabla 14-4 se observa que la máquina repotenciada cuenta con tecnología avanzada de control, interfaz HMI, monitoreo de variables y flexibilidad en la selección de materiales y estaciones de trabajo, además de ofrecer repuestos y soporte técnico local. En contraste, el modelo de Elettrotecnica B.S presenta limitaciones en estos aspectos, con una tarjeta electrónica y

carencia de interfaz HMI, monitoreo y flexibilidad. Aunque ambos modelos tienen un voltaje de 220 VAC, el amperaje difiere, siendo 9.64 A para la máquina repotenciada y 15 A para el modelo Elettrotecnica B.S. Es significativo destacar que la máquina repotenciada es un 33.32% más económica en comparación con el modelo de Elettrotecnica, demostrando que la opción de repotenciar equipos resulta en una mejora más accesible y eficiente.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se presentan las conclusiones derivadas de los objetivos establecidos y las pruebas llevadas a cabo. Se incluyen recomendaciones basadas en los resultados obtenidos y se proponen posibles líneas de investigación futura para seguir avanzando en el desarrollo y optimización de los sistemas de control y repotenciación de maquinaria.

5.1. Conclusiones

- Se realizó la repotenciación de la máquina vaporizador para armado de puntas en la empresa CREACIONES JIMMYS, siguiendo los requerimientos establecidos en el proyecto. Este proceso incluyó el mantenimiento de la estructura, así como los sistemas neumáticos e hidráulicos y del sistema de calentamiento. Además, se procedió a la sustitución de los sistemas de control y mando, eléctrico y sensores.
- La repotenciación proporcionó mejoras significativas, incluyendo la supervisión de la temperatura de las planchas, tiempos de vaporizado y alertas pertinentes. Adicionalmente, se ha agregado la opción de seleccionar entre tres tipos de materiales predefinidos con sus correspondientes valores de temperatura y tiempo de vaporización, así como la capacidad de ingresar parámetros para un material nuevo a través de un teclado virtual. Además, se ha implementado la flexibilidad de habilitar la estación de trabajo deseada.
- En base a las pruebas de validación en los sensores de temperatura colocados en cada una de las planchas, se obtuvo un error absoluto máximo registrado fue de $\pm 1.1^{\circ}\text{C}$, lo cual se encuentra dentro del rango de referencia establecido de $\pm 2.6^{\circ}\text{C}$. Además, el valor de error relativo obtenido fue de 5.17%, lo que se mantiene dentro del rango del 5% al 10%. Estos resultados demuestran que la exactitud de los sensores es aceptable.
- De acuerdo con las pruebas realizadas para la evaluación del tiempo de vaporizado, se obtuvo como resultado un error relativo máximo de 0.12%. Este valor se sitúa por debajo del 1%, lo que demuestra claramente que la exactitud de los tiempos de vaporización de la máquina es muy buena.

- En base a las pruebas de estabilidad del tiempo de calentamiento de las planchas, se obtuvo un coeficiente de variación máximo del 7.38%. Se concluye que el tiempo de calentamiento de las planchas es aceptable ya que este valor se encuentra dentro del rango objetivo del 5% al 10%.
- Mediante la prueba de evaluación para comparar el tiempo requerido para armar un par de puntas de calzado antes y después de la repotenciación de la máquina. Los resultados obtenidos, demostraron una mejora del 35.66% en los tiempos de armado. Esta optimización refleja un progreso notable del tiempo de producción, la eficiencia y rendimiento del proceso.
- Con base al análisis económico realizado para la repotenciación de la máquina vaporizador se determinó un costo de \$2,667.32. Este monto implica un ahorro del 33.32% en comparación con la adquisición de una máquina nueva con características similares. Estos resultados respaldan la decisión de llevar a cabo el proyecto de repotenciación y demuestran los beneficios que ha brindado a la operación general de la empresa Creaciones Jimmy's.

5.2. Recomendaciones

- Ampliar el tiempo de pruebas para la validación del rendimiento de la máquina vaporizador, con el objetivo de identificar posibles áreas de mejora en la repotenciación y garantizar la confiabilidad y eficiencia a largo plazo.
- Realizar un estudio del estado actual de otras máquinas en la empresa Creaciones Jimmy's, como la máquina enfriadora de calzado, la prensa neumática y la máquina reactivadora de suelas. Esta evaluación permitirá identificar oportunidades para aumentar la productividad y optimizar los recursos existentes, evitando así inversiones mayores.
- Investigar la implementación de tecnologías de inteligencia artificial en la repotenciación de la máquina vaporizador. Esto puede proporcionar beneficios como un control más preciso, automatización del proceso, detección temprana de posibles problemas y optimización de recursos, lo que podría mejorar significativamente el rendimiento general de la máquina y su capacidad de adaptación a diferentes condiciones de trabajo.

- Implementar un sistema automatizado el cual permita el control de mantenimiento preventivo en las diferentes máquinas de la empresa. Esto ayudará a evitar fallas inesperadas, reducir tiempos de inactividad y prolongar la vida útil de los equipos, lo que se traducirá en una mayor eficiencia operativa y reducción de costos a largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

ABRIL, I.C., 2018. *Análisis de la Cadena Productiva del Sector Industrial de Cuero y sus efectos en la producción de Calzado en la Provincia de Tungurahua* [en línea]. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. [consulta: 19 abril 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10787>.

AIRTAC, 2023. Airtac. [en línea]. [consulta: 14 abril 2023]. Disponible en: <https://saes.airtac.com/index.aspx>.

ARROW, 2023. Relés de estado sólido y relés electromecánicos.

BATISTA, C. y URQUIZA, R., 2008. El RCVV: Un enfoque diferente en el diagnóstico técnico. *Ingeniería mecánica* [en línea], vol. 11, [consulta: 19 abril 2023]. ISSN 1815-5944. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225115162004>.

BORJA, E. y HARO, F., 2013. *Repotenciación y automatización de una máquina cargadora de cuero para cadena aérea utilizando PLC para la empresa Andicueros* [en línea]. Riobamba: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. [consulta: 24 abril 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2907>.

CALER, R., 2015. *Análisis y estudio de comunicaciones industriales para implementar arquitectura de comunicaciones estándar en Planta Estándar de Ciclo Combinado* [en línea]. S.I.: Universidad de Alcalá. [consulta: 17 mayo 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10017/29059>.

CAMSCO ELECTRIC, 2023. Camsco Electric. [en línea]. [consulta: 3 junio 2023]. Disponible en: <https://www.camsco.com.tw/spa/>.

CARVAJAL, A. y VALENCIA, J., 2015. *Evaluación de los Esquemas de Automatización Industrial de Lógica Cableada y Lógica Programada*. [en línea]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [consulta: 26 abril 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4409>.

CHÉRREZ, M., 2013. *Rediseño del Sistema de Aire Comprimido de la Estación de Bombeo-Faisanes del Poliducto Esmeraldas-Quito-Macul*. [en línea]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [consulta: 30 abril 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/905>.

CNC ELECTRIC, 2023. CNC ELECTRIC. [en línea]. [consulta: 30 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.cncele.com/mk3p-general-purpose-relay-product/>.

CORONA, L. y ABARCA, G., 2019. *Sensores y actuadores: aplicaciones con Arduino (2a. ed.)* [en línea]. S.I.: Grupo Editorial Patria. ISBN 9786075501222. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/esPOCH/titulos/121284>.

CREUS, A., 2008. *Neumática e Hidráulica* [en línea]. Barcelona: Marcombo. [consulta: 25 abril 2023]. ISBN 978-84-267-1420-6. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/esPOCH/45915>.

DAQUILEMA, J. y YUMISACA, A., 2016. *Repotenciación y planificación del mantenimiento del módulo de ensamblaje en serie del laboratorio de control y manipulación automática de la escuela de ingeniería de mantenimiento de la ESPOCH*. [en línea]. Riobamba: [consulta: 19 abril 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5648>.

DELTA, 2023. Carril DIN Serie CLIQ DRP024V120W1AA. [en línea]. [consulta: 19 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.deltapsu.com/en/products/din-rail-power-supply/DRP024V120W1AA>.

EBASEE, 2023. AD22 Series Indicator.

EBEL, F., IDLER, S., PREDE, G. y SCHOLZ, D., 2010. *Neumática Electroneumática Fundamentos* [en línea]. S.l.: Festo Didactic. Disponible en: www.festo-didactic.com.

ELETTROTECNICA B.C, 2023. Elettrotecnica B.C. [en línea]. [consulta: 27 abril 2023]. Disponible en: <https://elettrotecnicabc.com/en/machines/moisturizing-machines/>.

ENTRENA, F., 2015. *Instalación de equipos y elementos de sistemas de automatización industrial* [en línea]. Primera. Málaga: IC Editorial. [consulta: 21 abril 2023]. ISBN 978-84-16629-10-7. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/59238>.

ESTRADA, J., 2019. *Protocolos de comunicaciones industriales Logicbus S.A de C.V.* [en línea], [consulta: 17 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.logicbus.com.mx/pdf/articulos/Protocolos-de-Comunicaci%C3%B3n-Industrial.pdf>.

F, E., S, I., G, P. y D, S., 2010. *Fundamentos de la técnica de automatización Libro técnico* [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: www.festo-didactic.com.

FELIPE LUENGAS Y CIA LTDA., 2020. Resistencias Tipo Cartucho. [en línea]. [consulta: 30 abril 2023]. Disponible en: <https://www.felipeluengas.com/resistencias-electricas/resistencias-cartucho/>.

FINGLAI, 2019. Finglai. [en línea]. [consulta: 31 julio 2023]. Disponible en: <https://www.finglai.com/products/instruments/temperature-sensors/FTARB02/FTARB02-PT100-2BM6HM2.html>.

GARCÍA, E., 2020. *Automatización de procesos industriales: robótica y automática* [en línea]. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. [consulta: 21 abril 2023]. ISBN 978-84-9048-894-2. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/129686?>

GRANDA, M. y MEDIAVILLA, E., 2015. *Instrumentación electrónica: transductores y acondicionadores de señal* [en línea]. S.l.: Editorial de la Universidad de Cantabria. ISBN 9788481027471. Disponible en: <https://elibro.net/es/lc/epoch/titulos/53391>.

JARRÍN, J. y GALLEGOS, C., 2013. *Diseño e implementación de un módulo didáctico para clasificación, empaquetado e inspección de huevos aplicando PLC.* [en línea]. Riobamba: [consulta: 25 abril 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2852>.

JIMÉNEZ, F., 2015. *Mantenimiento preventivo de sistemas de automatización industrial. ELEM0311* [en línea]. Primera. Málaga: IC Editorial. [consulta: 22 abril 2023]. ISBN 978-84-16629-24-4. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/59239?page=3>.

KINCO AUTOMATION, 2023. HMI. [en línea]. [consulta: 30 abril 2023]. Disponible en: <https://www.kincoautomation.com/marketing/hmi/>.

LLUGSHA, C. y PIRUCH, J., 2022. *Repotenciación y puesta en marcha de las áreas de producción de chocolate y balanceado de la Granja Agrícola Nunkui ubicado en la comunidad Yamanunka del cantón Shushufindi* [en línea]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [consulta: 20 abril 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17798>.

MECSUL, 2023. Mecsul. [en línea]. [consulta: 27 abril 2023]. Disponible en: <http://www.mecsul.com.br/tr-82>.

METAL ACTUAL, 2014. Repotenciación de maquinaria: Alternativa Técnica y económicamente viable. [en línea], [consulta: 7 mayo 2023]. Disponible en: https://www.hugedomains.com/domain_profile.cfm?d=metalactual.com.

MITSUBISHI ELECTRIC, 2023. Interfaces hombre máquina (HMI). [en línea]. [consulta: 28 julio 2023]. Disponible en: <https://mx.mitsubishielectric.com/fa/es/products/visualization/human-machine-interfaces-hmis-got/>.

MOLINA, A., 2022. *Diseño y construcción de una envasadora para salsa de tomate y diferentes aderezos en presentación de 4 kg, para la empresa Rikokom Alimentos S.A.* [en línea]. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. [consulta: 3 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/36488>.

NEC, 2018. *Norma Ecuatoriana de la Construcción: Instalaciones Eléctricas* [en línea]. S.l.: s.n. [consulta: 22 julio 2023]. Disponible en: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/1.-NEC-SB-Instalaciones-Elctricas.pdf>.

PAMBABAY, I. y PUMALEMA, J., 2014. *Repotenciación de una máquina para elaborar objetos de plástico mediante un control automatizado* [en línea]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [consulta: 25 abril 2023]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3623>.

ROCKWELL AUTOMATION, 2023. Human Machine Interface. [en línea]. [consulta: 30 abril 2023]. Disponible en: <https://www.rockwellautomation.com/en-us/products/hardware/allen-bradley/human-machine-interface.html>.

RUIZ, R., LÓPEZ, V., TELLO, Á. y., 2017. Evaluación del estado técnico de los equipos de procesamiento minero con mantenimiento preventivo planificado en la cantera San Joaquín 2 de la empresa Mapeague cía. Itda. *Ciencias de la ingeniería aplicadas*, vol. 1, ISSN 2602-8255.

SANTO, M. y LECUMBERRY, G., 2005. *El proceso de medición: Análisis y comunicación de datos experimentales* [en línea]. Primera. Río Cuarto: s.n. [consulta: 18 julio 2023]. ISBN 950-665-344-5. Disponible en: https://www.unrc.edu.ar/unrc/digital/El_proceso_de_med.pdf.

SIEMENS, 2023a. Excellent operator control and monitoring with SIMATIC HMI. [en línea]. [consulta: 30 abril 2023]. Disponible en: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/simatic-hmi.html>.

SIEMENS, 2023b. LOGO! – the compact controller with a cloud interface. [en línea]. [consulta: 30 abril 2023]. Disponible en: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo.html>.

SIEMENS, 2023c. SIMATIC controllers – passion for automation. [en línea]. [consulta: 30 abril 2023]. Disponible en: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc.html>.

SIEMENS, 2023d. SIMATIC S7-1200. [en línea]. [consulta: 30 abril 2023]. Disponible en: <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/s7-1200.html>.

TAMESON, 2023. TAMESON. [en línea]. [consulta: 27 abril 2023]. Disponible en: https://tameson.es/pages/cilindro-neumatico-simple-efecto-doble-efecto#_myvc8sy7zpz0.

THERMOMETRICS CORPORATION, 2019. Thermocouple Type K, J, T, E, R, S, B, C, RTD Sensors & RTD Probes, Bearing Sensors, PT100, PT1000. Thermometrics Corporation. [en línea]. [consulta: 30 abril 2023]. Disponible en: <https://www.thermometricscorp.com/>.

TISALEMA, A., 2012. *Repotenciación y Mantenimiento Mejorativo de la Máquina Extrusora de Polietilenos de La Empresa EDUPLASTIC de la Ciudad de Latacunga*. [en línea]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. [consulta: 19 abril 2023]. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/2401>.

TOAPANTA, B. y TORRES, E., 2022. *Automatización del proceso de manufactura de plantas de calzado, mediante la repotenciación de una máquina inyectora, la integración de control de calidad a través de visión por computador e IoT para el monitoreo del proceso de producción, en la empresa Instalcom ubicada en la ciudad de Ambato* [en línea]. Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas. [consulta: 10 abril 2023]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/29352>.

TRULLÁS RESISTENCIAS ELÉCTRICAS, 2016. Cartuchos. [en línea]. [consulta: 30 abril 2023]. Disponible en: <https://alberttrullas.com/cartuchos.html>.

VANEGAS, J., 2017. *Automatización de una prensa hidráulica* [en línea]. S.l.: Instituto tecnológico metropolitano. [consulta: 22 abril 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12622/192>.

VÁSQUEZ, J., CARDONA, J. y LEAL, J., 2015. *Automatización neumática* [en línea]. Ediciones de la U. Bogota: s.n. [consulta: 14 abril 2023]. ISBN 978-958-762-491-5. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/espech/70261?page=85>.

VERA, F., 2018. *Diseño y dimensionamiento de instalación de aire comprimido para Laboratorio de Neumática en la FETD-UCSG*. [en línea]. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. [consulta: 30 abril 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/11355>.

VILLAREAL, J., 2010. *Investigación, análisis y desarrollo de un manual para el diseño de un sistema neumático*. S.l.: Universidad Autónoma de Nuevo León.

XINLEI, 2021. XINLEI. [en línea]. [consulta: 14 abril 2023]. Disponible en: <https://en.xinlei.com/ProDetail/Direct-Drive-Compressor-BM55-24L>.

ZAMBRANO, J., 2015. *Diseño de una máquina neumática semiautomática para aplicar gota de resina de poliuretano flexible (Doming) en superficies planas no porosas*. [en línea]. Quevedo: [consulta: 2 mayo 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1412>.

ANEXOS

ANEXO A: Formato de la ficha técnica

FICHA TÉCNICA			
NOMBRE DE LA EMPRESA			LOGO DE LA EMPRESA
REALIZADO POR:		FECHA:	
DATOS		IMAGEN	
Máquina:			
Fabricante:			
Marca:			
Año de adquisición:			
Capacidad de producción:			
Funcionamiento:			
Estaciones:			
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Peso:			
Alto:			
Largo:			
Ancho:			
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Voltaje:		Frecuencia:	
Amperaje:		Presión:	
Potencia:			
OBSERVACIONES			




ANEXO B: Formato de la ficha de evaluación del estado técnico




FICHA DE EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
NOMBRE DE LA EMPRESA				LOGO DE LA EMPRESA	
REALIZADO POR :		FECHA:			
SISTEMA:					
ESPACIO PARA IMAGEN					
MANUAL SI () NO ()		REPUESTOS SI () NO ()		PLANOS SI () NO ()	
ITEM	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
OBSERVACIONES					
ESTADO TÉCNICO %					
BUENO	$(90 \leq X \leq 100)\%$	%	Revisión		MANTENIMIENTO
REGULAR	$(75 \leq X \leq 89)\%$		Reparación pequeña		
MALO	$(50 \leq X \leq 74)\%$		Reparación media		
MUY MALO	$(X < 50)\%$		Reemplazo de la pieza		SUSTITUCIÓN

ANEXO C: Ficha técnica de la máquina antes de la repotenciación

FICHA TÉCNICA			
CREACIONES JIMMY'S			
Realizado por:	Jimmy Alexander Valencia Barona Jonathan Alexis Chamba Aguilar	Fecha:	MARZO,2023
DATOS		IMAGEN	
Máquina:	Vaporizador de puntas		
Fabricante:	ITECMECA		
Marca:	ITECMECA		
Año de adquisición:	2012		
Capacidad de producción:	XXXX		
Funcionamiento:	Electroneumático		
Estaciones:	2		
CARACTERÍSTICAS GENERALES			
Peso:	90 kg		
Alto:	132 cm		
Largo:	59 cm		
Ancho:	59 cm		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Voltaje:	220 V	Frecuencia:	60 Hz
Amperaje:	6 Amp	Presión:	4 Bar

ANEXO D: Fichas de evaluación del estado técnico antes de la repotenciación

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
CREACIONES JIMMY'S					
REALIZADO POR :	Jimmy Valencia Jonathan Chamba		FECHA:	Marzo, 2023	
SISTEMA:			Estructura		
					
MANUAL SI () NO (X)		REPUESTOS SI (X) NO ()		PLANOS SI () NO (X)	
ITEM	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
1	Estructura de la máquina vaporizador		X		
OBSERVACIONES					
<ul style="list-style-type: none"> - El diseño de la estructura de la máquina es el adecuado para su funcionamiento. - La estructura de la máquina presenta rayones, partes con pegamento, y un poco de oxidación en ciertas áreas. 					
ESTADO TÉCNICO %					
BUENO	(90 ≤ X ≤ 100)%	80 %	Revisión		MANTEMIENTO
REGULAR	(75 ≤ X ≤ 89)%		Reparación pequeña	X	
MALO	(50 ≤ X ≤ 74)%		Reparación media		SUSTITUCIÓN
MUY MALO	(X < 50)%		Reemplazo de la pieza		



FICHA DE EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
CREACIONES JIMMY'S					
REALIZADO POR :	Jimmy Valencia Jonathan Chamba		FECHA:	Marzo, 2023	
SISTEMA:			Neumático e hidráulico		
					
MANUAL SI (X) NO ()		REPUESTOS SI (X) NO ()		PLANOS SI () NO (X)	
ITEM	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
1	Unidad de mantenimiento FRL	X			
2	2 cilindros neumáticos doble efecto	X			
3	2 electroválvulas neumáticas 5/2	X			
4	2 electroválvulas neumáticas 3/2	X			
5	2 válvulas reguladoras	X			
6	4 válvulas estranguladoras		X		
7	Manguera poliuretano				X
8	Racores neumáticos				X
9	Tanque de agua		X		
10	2 electroválvulas hidráulicas 2/2		X		
12	4 válvulas antirretorno de bronce	X			
OBSERVACIONES					
<p>– Los cilindros neumáticos se encuentran en buen estado, presentan falta de lubricación y limpieza. El modelo de los cilindros empleados en el sistema cumple con el dimensionamiento para el trabajo requerido:</p> <p style="padding-left: 40px;"><i>Fuerza requerida: 29.4 N</i></p> <p style="padding-left: 40px;"><i>Fuerza empleada por el cilindro en el avance: 32.17 N</i></p> <p>– Las válvulas neumáticas están en buen estado, presentan falta de lubricación y limpieza. Los modelos de las válvulas neumáticas empleadas en el sistema operan dentro del rango de presión de trabajo establecida de 4 BAR.</p>					



- La Unidad de mantenimiento se encuentra con polvo y suciedad.
El modelo de unidad mantenimiento se encuentra dentro del rango de presión establecido.
- Mangueras en mal estado, sucias y deterioradas.
- Los racores están deteriorados.
- El tanque de agua se encuentra con suciedad.
- 2 electroválvulas hidráulicas no están en óptimas condiciones.
- 4 válvulas antirretorno de bronce se encuentran con suciedad.

ESTADO TÉCNICO %

BUENO	$(90 \leq X \leq 100)\%$	88.18 %	Revisión		MANTENIMIENTO
REGULAR	$(75 \leq X \leq 89)\%$		Reparación pequeña	X	
MALO	$(50 \leq X \leq 74)\%$		Reparación media		
MUY MALO	$(X < 50)\%$		Reemplazo de la pieza		SUSTITUCIÓN

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
CREACIONES JIMMY'S					
REALIZADO POR:	Jimmy Valencia Jonathan Chamba		FECHA:	Marzo, 2023	
SISTEMA:			Control y mando		
					
MANUAL SI (X) NO ()		REPUESTOS SI () NO (X)		PLANOS SI () NO (X)	
ITEM	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
1	2 controladores de temperatura		X		
2	2 controladores de temperatura				X
3	2 temporizadores analógicos			X	
4	2 relé temporizador			X	
5	Cableado			X	
OBSERVACIONES					
<ul style="list-style-type: none"> - El sistema de control no es óptimo. - Solo sirven dos de los cuatro controladores de temperatura. - Los cables se encuentran desordenados y algunos sueltos que pueden provocar un corto circuito. 					
ESTADO TÉCNICO %					
BUENO	(90 ≤ X ≤ 100) %	44.44 %	Revisión		MANTENIMIENTO
REGULAR	(75 ≤ X ≤ 89) %		Reparación pequeña		
MALO	(50 ≤ X ≤ 74) %		Reparación media		
MUY MALO	(X < 50) %		Reemplazo de la pieza	X	SUSTITUCIÓN

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
CREACIONES JIMMY'S					
REALIZADO POR :	Jimmy Valencia Jonathan Chamba		FECHA:	Marzo, 2023	
SISTEMA:			Eléctrico		
					
MANUAL SI () NO (X)		REPUESTOS SI (X) NO ()		PLANOS SI () NO (X)	
ITEM	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
1	2 contactores de 2 Polos		X		
2	2 contactores de 2 Polos				X
3	1 interruptor principal de perilla		X		
4	1 interruptor termomagnético			X	
5	1 fusible				X
6	Cable # 18				X
7	Cable # 12			X	
OBSERVACIONES					
<ul style="list-style-type: none"> - El voltaje de alimentación de la máquina es de 220 VAC - El sistema eléctrico no cuenta con las protecciones en buen estado, por lo cual no es óptimo. - Los cables se encuentran en mal estado y desordenados, además de no contar con etiquetas. - Existen cables sueltos que pueden provocar un corto circuito. - Existen empalmes mal hechos en los cables. 					
ESTADO TÉCNICO %					
BUENO	($90 \leq X \leq 100$) %	51.2 %	Revisión		MANTENIMIENTO
REGULAR	($75 \leq X \leq 89$) %		Reparación pequeña		
MALO	($50 \leq X \leq 74$) %		Reparación media	X	
MUY MALO	($X < 50$) %		Reemplazo de la pieza		SUSTITUCIÓN

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO					
CREACIONES JIMMY'S					
REALIZADO POR:		Jimmy Valencia Jonathan Chamba		FECHA:	Marzo, 2023
SISTEMA:			Sensores		
					
MANUAL SI (X) NO ()		REPUESTOS SI (X) NO ()		PLANOS SI () NO (X)	
ITEM	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MALO	MUY MALO
1	2 termocuplas tipo J				X
2	2 termocuplas tipo J			X	
OBSERVACIONES					
– Los sensores de temperatura presentan signos de desgaste y no muestran una medición correcta.					
ESTADO TÉCNICO %					
BUENO	($90 \leq X \leq 100$) %	45 %	Revisión		MANTENIMIENTO
REGULAR	($75 \leq X \leq 89$) %		Reparación pequeña		
MALO	($50 \leq X \leq 74$) %		Reparación media		
MUY MALO	($X < 50$) %		Reemplazo de la pieza	X	SUSTITUCIÓN

FICHA DE EVALUACIÓN DEL ESTADO TÉCNICO						
CREACIONES JIMMY'S						
REALIZADO POR:		Jimmy Valencia Jonathan Chamba		FECHA:		Marzo, 2023
SISTEMA:				Calentamiento		
						
MANUAL		REPUESTOS		PLANOS		
SI () NO (X)		SI (X) NO ()		SI () NO (X)		
ITEM	DESCRIPCIÓN	BUENO	REGULAR	MAL	MUY	MALO
1	3 resistencias de cartucho de 200 W	X				
2	6 resistencias de cartucho de 150 W	X				
3	Planchas cóncavas inferior y superior estación 1		X			
4	Planchas cóncavas inferior y superior estación 2		X			
OBSERVACIONES						
<ul style="list-style-type: none"> - El sistema de calentamiento está incompleto. - Las resistencias eléctricas en buenas condiciones, los cables se encuentran sucios y poco deteriorados. - Se necesitan incorporar 3 resistencias de 200 W para habilitar la primera estación de la máquina. - Las planchas no disponen del teflón antiadherente para proteger el material a vaporizar. - Falta la plancha superior de la primera estación. 						
ESTADO TÉCNICO %						
BUENO	($90 \leq X \leq 100$) %	93.85%	Revisión	X	MANTENIMIENTO	
REGULAR	($75 \leq X \leq 89$) %		Reparación pequeña			
MALO	($50 \leq X \leq 74$) %		Reparación media			
MUY MALO	($X < 50$) %		Reemplazo de la pieza		SUSTITUCIÓN	

ANEXO E: Etapa de mantenimiento



ANEXO F: Hoja técnica - sensor de temperatura pt100 FTARB02

■ Generales

Número de modelo	Serie FTARB02
forma de montaje	Tornillo
Exactitud	grado 2B: $\pm(0.6^{\circ}\text{C}+1\% t)$; Grado B: $\pm(0.3^{\circ}\text{C}+0.5\% t)$; Un grado: $\pm(0.15^{\circ}\text{C}+0.2\% t)$; Grado 1/3B: $\pm(0.1^{\circ}\text{C}+0.17\% t)$ Corriente: Grado 2B: $\pm(0.6^{\circ}\text{C}+1\% t)$
Tipo de trabajo	Termopar: sin conexión a tierra
Tamaño del hilo	M6. Puede hacer M8, M10, M12 Corriente: M6
Material de los cables	Cribado de metal resistente a altas temperaturas; Cobre plateado con PTFE de alta calidad
Longitud del cable	El estándar es de 2 m, el cliente puede seleccionar 0,5, 1, 3, 4, 5, 7, 8, 10 m o personalizado Actual: 2 m
Tiempo de respuesta térmica	Termopar: <0,5 s; IDT: <12 s
Resistencia aislante	5M Ω min a 20 $^{\circ}\text{C}$, RH<80%
Artículo técnico	Lista de resistencia a la temperatura del RTD de platino PT100: coeficiente de 0,00385

■ Modelos infantiles con sensor de temperatura FTARB02-PT100

No	Número de modelo	Exactitud	Tamaño de rosca	Material del cable	Longitud del cable	MOQ
1	FTARB02-PT100-2BM6HM0.5	Grado 2B: $\pm(0.6^{\circ}\text{C}+1\% t)$	M6	Cribado de metales a alta temperatura	0,5 m	1
2	FTARB02-PT100-2BM6HM1	Grado 2B: $\pm(0.6^{\circ}\text{C}+1\% t)$	M6	Cribado de metales a alta temperatura	1m	1
3	FTARB02-PT100-2BM6HM2	Grado 2B: $\pm(0.6^{\circ}\text{C}+1\% t)$	M6	Cribado de metales a alta temperatura	2m	1
4	FTARB02-PT100-2BM6HM3	Grado 2B: $\pm(0.6^{\circ}\text{C}+1\% t)$	M6	Cribado de metales a alta temperatura	3m	1
5	FTARB02-PT100-2BM6HM4	Grado 2B: $\pm(0.6^{\circ}\text{C}+1\% t)$	M6	Cribado de metales a alta temperatura	4m	1

ANEXO G: Hoja técnica - módulo de control logo 24/12 RCE

Hoja de datos

6ED1052-1MD08-0BA1



Figurasimlar

LOGO! 12/24RCE, mód. lógico, display F/A/E/S: 12/24 V DC/relé, 8 DI (4 AI)/4 DO, mem. 400 bloques, posibilidad de ampliación modular, Ethernet, servidor web integrado, DataLog, páginas web personalizadas, tarjeta microSD estándar para LOGO! Soft Comfort a partir de V8.3, proyectos anteriores ejecutables conexión a la nube en todos los aparatos base LOGO! 8.3

Display	
Con display	Sí
Diseño/montaje	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 4 módulos de ancho
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	
• 12 V DC	Sí
• 24 V DC	Sí
Rango admisible, límite inferior (DC)	10,8 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Hora	
Programadores horario	
• Cantidad	400; Máx. 400, según la función
• Reserva de marcha	480 h
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	8; de ellas, 4 aptas como E analógicas (0 a 10 V)
Salidas digitales	
Número de salidas	4; Relé
Protección contra cortocircuito	No; requiere protección externa
Intensidad de salida	
• para señal "I" rango admisible para 0 a 55 °C, máx.	10 A
Salidas de relé	
Poder de corte de los contactos	
— con carga inductiva, máx.	3 A
— con carga resistiva, máx.	10 A

ANEXO H: Hoja técnica - módulo de ampliación DM8

Hoja de datos

6ED1055-1MB00-0BA2



Módulo ampl. LOGO! DM8 12/24R, FA/E/S: 12, 24V/12V/24V/relé, 2TE, 4 DI/4 DO para LOGO! 8

Diseño/montaje	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 2 módulos de ancho
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	
• 12 V DC	Si
• 24 V DC	Si
Rango admisible, límite inferior (DC)	10,8 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	4
Tensión de entrada	
• Tipo de tensión de entrada	DC
• para señal "0"	< 5 V DC
• para señal "1"	> 8,5 V
Intensidad de entrada	
• para señal "0", máx. (intensidad de reposo admisible)	0,88 mA
• para señal "1", típ.	1,5 mA
Retardo a la entrada (a tensión nominal de entrada)	
para entradas estándar	
— en transición "0" a "1", máx.	1,5 ms
— en transición "1" a "0", máx.	1,5 ms
Salidas digitales	
Número de salidas	4; Relé
Protección contra cortocircuito	No
Ataque de una entrada digital	Si
Poder de corte de las salidas	
• con relés En lámpara máx.	4 000 W

ANEXO I: Hoja técnica - módulo de ampliación AM2 RTD

Hoja de datos

6ED1055-1MD00-0BA2

Módulo ampl. LOGO! AM2 RTD, alimentación: DC 12/24V, 2 AI
 -50...+200 °C Pt100/1000 para LOGO! 8



Diseño/montaje	
Montaje	sobre perfil normalizado de 35 mm, 2 módulos de ancho
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	
• 12 V DC	Si; 10,8 V DC a 28,8 V DC
• 24 V DC	Si; 10,8 V DC a 28,8 V DC
Intensidad de entrada	
Consumo, tip.	30 mA
Entradas analógicas	
Nº de entradas analógicas	2; Conexión a 2 ó 3 hilos
Rangos de entrada	
• Tensión	No
• Intensidad	No
• Termorresistencias	Si; para sensores PT100/PT1000
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones	
• 0 a +10 V	No
Rangos de entrada (valores nominales), intensidades	

ANEXO J: Hoja técnica - pantalla HMI Kinco GL043E

GREEN Series HMI
GL043/GL043E






Model	GL043	GL043E	Mechanical Dimensions (Unit : mm)
Performance specification			
Display size	4.3" TFT		
Display area	95.04mm(W)x53.86mm(H)		
Resolution	480*272 pixels		
Display color	16.7M color		
Display angle of view	70/70/50/70(left/right/up/down)		
Contrast ratio	500:1		
Backlight	LED		
Brightness	450cd/m ²		
Backlight life	More than 30000 hours		
Touch panel	4 line precision resistance network (surface hardness 4H)		
CPU	ARM RISC 32Bit 792MHz		
Storage	128MB NAND Flash Memory+128MB DDR3 Memory		
RTC	Built-in		
Extensible memory	None		
Print port	Serial port		
Ethernet	None	10/100MHz self-adaption	
Program download	USB Slave/ Serial port	USB Slave/Serial port/Ethernet	
Communication port	COM0:RS232/RS485/RS422; COM2:RS232		
Electrical specifications			
Input power supply	DC10V – DC28V		
Rated power	2W @24V DC		
Allowable loss of power	< 3ms		
Insulation resistance	Over 50MO@500V DC		
Hi-pot test	500 VAC 1 minute		
Structure specifications			
Shell material	Engineering plastic		
Shape size	132mm*102mm*33mm		
Cutout size	119mm*93mm		
Weight	0.21Kg		
Environmental specifications			
Temperature of working environment	0 – 50°C		
Humidity of working environment	10 – 90%RH (non-condensing)		

ANEXO K: Hoja técnica – pulsadores Camsco

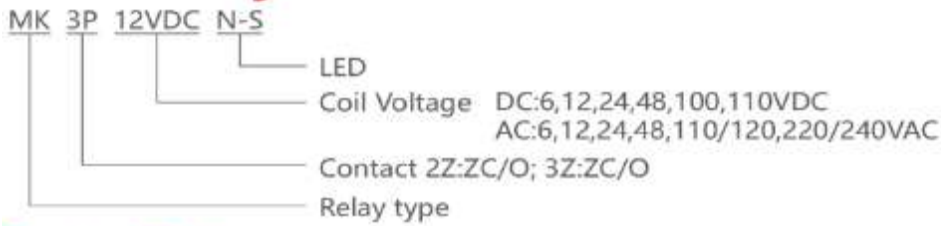
		⌀22mm
PICTURE	ITEM NO. & DESCRIPTION	COLOR
 <p>FPB-EA FLAT PUSH BUTTON</p>	ITEM NO. : FPB-EA1 CONTACT CONFIGURATION :1 N/O	● BLACK ● GREEN ● YELLOW ● BLUE
	ITEM NO. : FPB-EA2 CONTACT CONFIGURATION :1 N/C	● RED
 <p>⌀30mm ⌀40mm ⌀60mm</p> <p>LMB-ES MUSHROOM HEAD PUSH BUTTON LATCHING TURN TO RETURN</p>	ITEM NO. : LMB-ES4 ⌀30mm ITEM NO. : LMB-ES5 ⌀40mm ITEM NO. : LMB-ES6 ⌀60mm CONTACT CONFIGURATION : 1 N/C	● RED

ANEXO L: Hoja técnica – torre de señalización

Signal Tower Led Type	Description & Specifications
 <p>LTA-505 Series IP34</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Model Note LTA-505-□-□-□-□-Holder, Please advice as below → J: With Buzzer, Blank: Without Buzzer → Working mode: T: Shining, W: Flashing → Layer: 1-5 • Option for holder  • Voltage: DC12V, 24V AC110V, 220V • Color: Red, Yellow, Blue, Green, White • Light Power: Layer 1 2 3 4 5 W 2W 4W 6W 8W 10W • Dimensions:  <p>★ Dimensions for holder, Please see page 306</p>

ANEXO M: Hoja técnica – relés

Model Meaning



Contact Rating

Contact Rating	2Z	3Z
Contact Resistance	50mΩ(1A 6VDC)	50mΩ(1A 6VDC)
Contact capacity	10A	10A/5A(NO/NC)
	28VDC/250VAC	28VDC/250VAC

Coil Versions

Nominal Voltage VDC	Pull-in Voltage VDC	Release Voltage VDC	Coil Resistance Ω:±10%	Nominal Voltage VDC	Pull-in Voltage VDC	Release Voltage VDC	Coil Resistance Ω:±10%
6	4.8	0.60	40	6	4.80	1.80	5.5
12	9.6	1.20	80	12	9.60	3.60	24
24	19.2	2.40	325	24	19.2	7.20	72
48	38.4	4.80	1200	48	38.4	14.4	430
100	80.0	10.0	7550	110/120	88.0	36.0	1512
110	88.0	11.0	9000	220/240	176	72.0	6050/7200

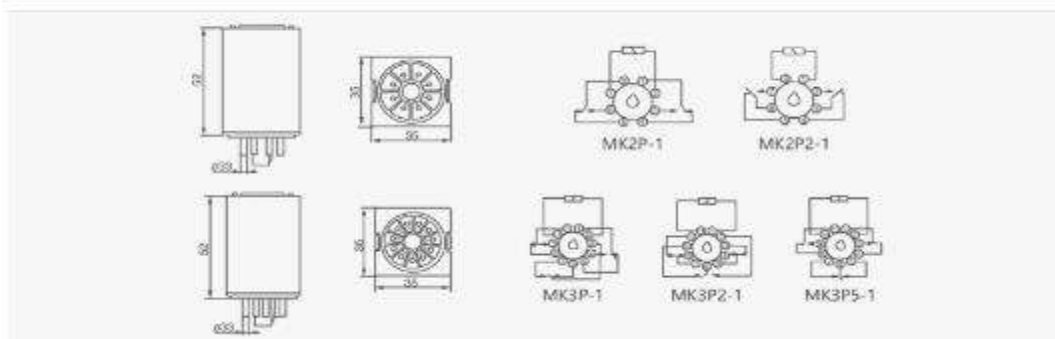
Specification

Insulation Resistance	500MΩ, 500VDC
Dielectric Strength	BCC 1000Vr.m.s 1min
	BOC 1500Vr.m.s 1min
Operate Time	30ms/20ms
Terminal Type	Socket

Coil Rating

Nominal Coil Power: 1.5W/2.5VA

Dimension



ANEXO N: Hoja técnica – fuente de alimentación Delta

TECHNICAL DATA SHEET

CliQ DIN Rail Power Supply
24 V 120 W 1 Phase / DRP024V120W1AA



Highlights & Features

- Universal AC input voltage range
- Power will not de-rate for the entire input voltage range
- Power Boost of 150% for 3 seconds
- Full corrosion resistant aluminium casing
- SEMI F47 certified
- Conforms to harmonic current IEC/EN 61000-3-2, Class A
- Conformal coating on PCBAs to protect against common dust and chemical pollutants
- Hazardous Locations approval to ATEX and Class I, Div 2
- Certified according to IEC/EN/UL 62368-1

Safety Standards



Model Number: DRP024V120W1AA
Unit Weight: 0.54 kg (1.19 lb)
Dimensions (L x W x D): 121 x 50 x 118.7 mm
 (4.76 x 1.97 x 4.67 inch)

General Description

The DRP024V120W1AA is part of the CliQ DIN rail power supply series from one of the world's leading power supply companies, Delta Electronics Group. The rugged metal is both shock and vibration resistant according to IEC 60068-2 standard. The product operates within a wide temperature range from -20°C to +80°C. The DRP024V120W1AA features universal AC input voltage range from 85 Vac to 264 Vac and the power will not de-rate for the entire input voltage range. The single phase power supply unit includes overvoltage, overcurrent, over temperature and short circuit protections. The product features built-in Power Boost of 150% for 3 seconds. Such feature enables reserve power to be always available for reliable startup of loads with high inrush current, thus eliminating the need of a more expensive power supply unit at higher power rating. Another great feature is the conformal coating on the PCBA which allows DRP024V120W1AA to be certified to ATEX and Class I, Div 2 for use in hazardous locations.

Model Information

CliQ DIN Rail Power Supply

Model Number	Input Voltage Range	Rated Output Voltage	Rated Output Current
DRP024V120W1AA	85-264 Vac (120-375 Vdc)	24 Vdc	5.00 A

Model Numbering

DR	P	024V	120W	1	A	A
DIN Rail	Power Supply	Output Voltage	Output Power	Single Phase	CliQ Series	Metal Case



PRODUCT-DETAILS

SH202-C20

SH202-C20 Interruptor automático - 2P - C - 20 A



Información General

Tipo de producto extendido	SH202-C20
Código de producto	2CDS212001R0204
EAN	4016779631129
Descripción corta	SH202-C20 Interruptor automático - 2P - C - 20 A
Descripción larga	<p>Compact Home SH200 miniature circuit breakers are current limiting. They have two different tripping mechanisms, the delayed thermal tripping mechanism for overload protection and the electromechanic tripping mechanism for short circuit protection. They are available in different characteristics (B,C), configurations (1P,1P+N,2P,3P,3P+N,4P), breaking capacities (up to 6 kA at 230/400 V AC) and rated currents (up to 40 A). All MCBs of the product range SH200 comply with IEC/EN 60898-1, allowing the use for residential applications.</p>

Technical

Normas	IEC/EN 60898-1
Característica de troplezo	C
Tensión nominal de operación	acc. to IEC 60898-1 400 V AC
Tensión operativa	Maximum (Incl. Tolerance) 440 V AC Minimum 12 V AC
Tensión nominal de aislamiento (U _i)	acc. to IEC/EN 60664-1 440 V
Tensión nominal soportada por impulsos	4 kV at 2000 ms 5 kV


ANEXO P: Hoja técnica – termómetro infrarrojo AIIOSUN

Temperature Range	-4°C to 968°F -20°C to 520°C
Accuracy	±2°C (±3°F) or 2% reading
Repeatability	2% or 3°F
Response Time	500mSec, 95%
Spectral Response	7-18 um
Emissivity	0.95
Ambient Operating Range	32° - 105°F
Relative Humidity	10-95% R H noncondensing @ up to 86°F
Storage Temp	-4° to 150°F without battery
Weight	.33 lb
Dimensions	6.3 X 3.54 X 1.7"
Power	9V
Battery Life	12hrs
Distance to Spot	8:1



ANEXO Q: Hoja técnica – pinza amperimétrica HABOTEST HT206D

General Technical Specifications

- Environment condition of using:
 - CAT.III 600V
 - Pollution level: 2
 - Altitude < 2000m.
 - Working environment temperature and humidity: 0~40°C (<80% RH, <10°C non condensing).
 - Storage environment temperature and humidity: -10~60°C (<70% RH, remove the battery).
- Temperature coefficient: 0.1% accuracy/°C (<18°C or >28°C).
- MAX. Voltage between terminals and earth ground: 600V
- Display: 6000 counter readout. Automatically display the unit symbols according to the shift of the measurement function.
- Over range indication: it displays "OL".
- Low battery indication: when the battery voltage is lower than the normal working voltage, "  " will be displayed.
- Input polarity indication: automatically display "-".
- Power: 2 x 1.5V AAA batteries.

16

Accuracy Specifications

The accuracy applies within one year after the calibration.
 Reference condition: the environment temperature 18°C to 28°C, the relative humidity is no more than 80%
 accuracy: ± (% reading + word)

DC voltage

Range	Resolution	Accuracy
600mV	0.1mV	±(0.5%reading+5)
6V	0.001V	
60V	0.01V	
600V	0.1V	

Input impedance: 10MΩ(LowZ: 300 kΩ)

Overload protection: 600V; Maximum input voltage: 600V

AC voltage

Range	Resolution	Accuracy
6V	0.001V	±(0.8% reading +5)
60V	0.01V	
600V	0.1V	

Input impedance: 10MΩ(LowZ: 300 kΩ)

Overload protection: 600V; Maximum input voltage: 600V

Frequency Response: 10Hz – 1kHz; TRMS

17

DC current

Range	Resolution	Accuracy
60A	0.01A	±(2.5% reading +5)
600A	0.1A	

Maximum current: 600A

AC current

Range	Resolution	Accuracy
60A	0.01A	40~400Hz: ±(2.5% reading +5)
600A	0.1A	other: ±(3.0% reading +10)

Maximum current: 600A Frequency Response: 10Hz – 1kHz; TRMS


Resistance

Range	Resolution	Accuracy
600Ω	0.1Ω	±(1.0% reading +5)
6kΩ	0.001kΩ	
60kΩ	0.01kΩ	
600kΩ	0.1kΩ	
6MΩ	0.001MΩ	
60MΩ	0.01MΩ	


Overload protection: 250V

18

Continuity

	<30Ω, the buzzer sounds and the orange backlight on	Test Voltage Approx. 1V Overload protection: 250V
---	---	--

Diode

	It displays the approximate forward voltage value of the diode.	Forward DC current is about 2.5mA Reverse DC voltage is about 3V Overload protection:250V
---	---	---

Capacitance

Range	Resolution	Accuracy
10nF	0.001nF	±(4.0% reading +5)
100nF	0.01nF	
1000nF	0.1nF	
10μF	0.001μF	
100μF	0.01μF	
1000μF	0.1μF	
10mF	0.001mF	
100mF	0.01mF	

Overload protection: 250V;

19

Frequency/Duty

Range	Resolution	Accuracy
10Hz	0.001Hz	±(1.0% reading +3)
100Hz	0.01Hz	
1000Hz	0.1Hz	
10kHz	0.001kHz	
100kHz	0.01kHz	
1000kHz	0.1kHz	
10MHz	0.001MHz	±(3.0% reading +3)
1~99%	0.1%	

Hz/duty:

- 1) Range: 0 ~ 10MHz
- 2) Voltage sensitivity: 0.2~10V AC
- 3) Overload protection: 250V.

V:

- 1) Range: 0 ~ 100 kHz
- 2) Voltage sensitivity: 0.5~600V ACV).

A:

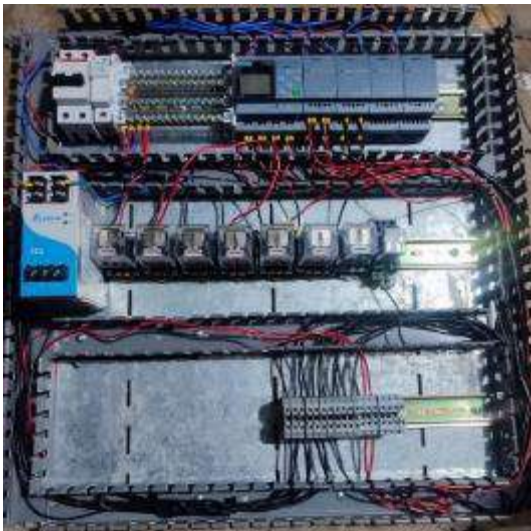
- 1) Range: 0 ~ 100 kHz
- 2) Current sensitivity: ≥ 1/4 Full range

Temperature

Range	Resolution	Accuracy	
°C	1°C	-20°C ~ 0°C	± 3°C
		0°C ~ 400°C	± 1.0% or ± 2°C
		400°C ~ 1000°C	± 2.0%
°F	1°F	-4°F ~ 32°F	± 6°F
		32°F ~ 752°F	± 1.0% or ± 4°F
		752°F ~ 1832°F	± 2.0%

Note: The above accuracy does not include the error of thermocouple probe..

ANEXO R: Construcción del tablero de control



ANEXO S: Manual de usuario

INTRODUCCIÓN

El presente manual tiene como objetivo dar a conocer el uso y funcionamiento del sistema de control repotenciado para el proceso de vaporizado de armado de puntas de calzado. En la imagen 1 se puede observar una vista general de la máquina vaporizador. Mientras la distribución de del tablero de control, el sistema neumático e hidráulico se observa en la imagen 2



Imagen 1. Vista general de la máquina

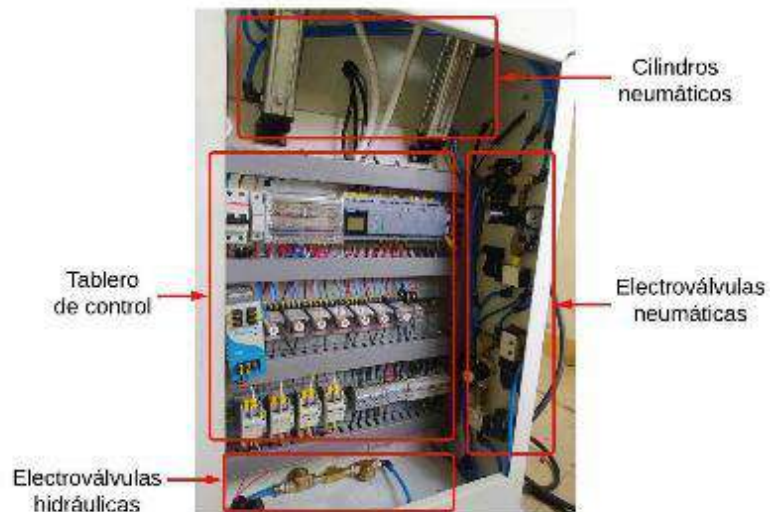


Imagen 2. Vista general del tablero de control, sistema neumático e hidráulico

En la imagen 3 se observa cómo se encuentra distribuidos los elementos del panel de control y mando, que consta de los siguientes componentes:

1. **HMI (interfaz Hombre – Máquina):** Proporciona una interfaz intuitiva y fácil de usar para interactuar con la máquina, ya que permite al operador acceder a diferentes funciones y ajustes.
2. **Paro de emergencia (pulsador rojo tipo hongo):** En el caso que se presente cualquier situación peligrosa o emergencia, el operador debe presionarlo para detener de inmediato todas las operaciones de la máquina.
3. **Control de actuadores**
 - **Selector:** Permite habilitar la estación de trabajo para iniciar las operaciones
 - **Pulsadores INICIO:** Los pulsadores de inicio permiten bajar la plancha superior y comenzar el proceso de vaporizado.
 - **Pulsadores PARO:** Los pulsadores de paro permiten levantar la plancha superior y detener el proceso en curso.
4. **Luces indicadoras:**
 - **Indicador de Emergencia:** Representado por una luz roja, señala la presencia de una situación de emergencia o peligro. Preste atención a esta indicación y actúe de acuerdo a los procedimientos de seguridad establecidos.
 - **Indicador de funcionamiento:** Representado por una luz verde, muestra que la máquina se encuentra operativa y lista para su uso. Verifique que esta luz este encendida antes de iniciar el proceso.
5. **Amperímetro y voltímetro:** Estos elementos permiten monitorear los niveles de corriente y voltaje durante el funcionamiento de la máquina



Imagen 3. Vista general del tablero de control, sistema neumático e hidráulico

ENCENDIDO DE LA MÁQUINA

Se debe seguir el siguiente proceso para encender la máquina:

1. Activar el interruptor termomagnético que se encuentra localizado en el tablero de control.

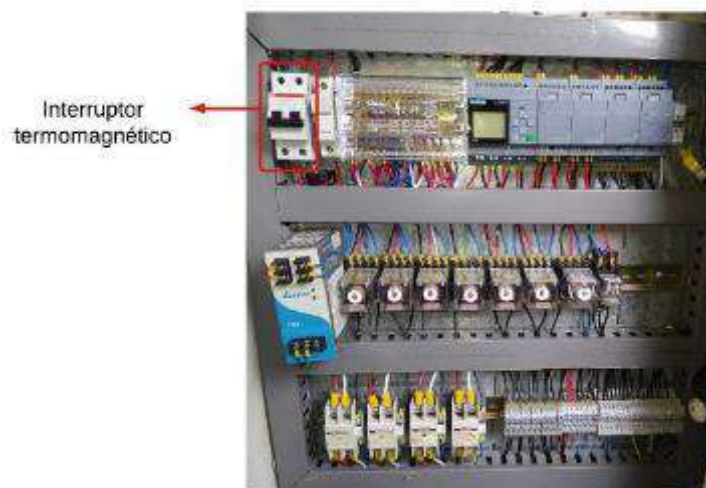


Imagen 4. Ubicación del interruptor termomagnético

2. Mover el interruptor de perilla al estado ON, que se encuentra localizado a un costado de la máquina.

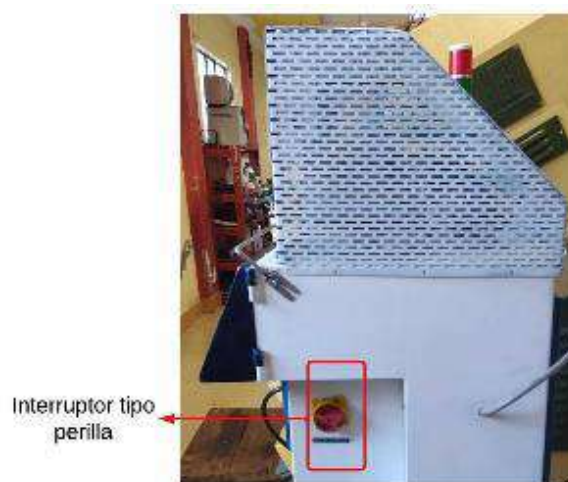


Imagen 5. Ubicación del interruptor tipo perilla

3. Esperar que le sistema inicie e ingrese a la pantalla principal en el HMI.



Imagen 6. Pantalla de inicio de la interfaz HMI

PUESTA EN MARCHA Y NAVEGACIÓN ENTRE PANTALLAS

Para iniciar el proceso de vaporizado se deben seguir los siguientes pasos:

1. Primero, mediante el selector se debe habilitar la estación con la cual va trabajar y en la pantalla principal del HMI se encenderá el indicador de la estación seleccionada, donde:

- Selector en la posición izquierda, habilita la estación 1
- Selector en la posición derecha, habilita la estación 2
- Selector en la posición central, habilita estación 1 y 2



2. Desde la pantalla principal se debe elegir el tipo de material entre: cuero encerado, cuero polimate o cuero hidrofugado.



3. Al elegir el material, se redirigirá a la pantalla de supervisión, donde en la parte superior indicará el tipo de material elegido y en la parte inferior se encenderá el indicador de la estación habilitada.



4. Automáticamente comenzaran a calentarse las planchas y en la sección de SP se mostrará la temperatura ideal que debe alcanzar las planchas y en la sección de PV se mostrara la temperatura en la que se encuentran en el momento



5. Cuando las planchas alcanzan la temperatura ideal de trabajo, se encenderá el indicador de “temp alcanzada”



6. Una vez alcanzada la temperatura ideal se habilitarán los pulsadores de “INICIO” y “PARO”. Donde el pulsador verde de (inicio) permite bajar la plancha superior y el pulsador rojo de (paro) permite levantar la plancha en el caso que lo requiera.



7. Al pulsar el botón de inicio de la estación correspondiente, bajará la plancha superior e iniciará el vaporizado. En la pantalla HMI se encenderán los indicadores que se muestran en la siguiente imagen.



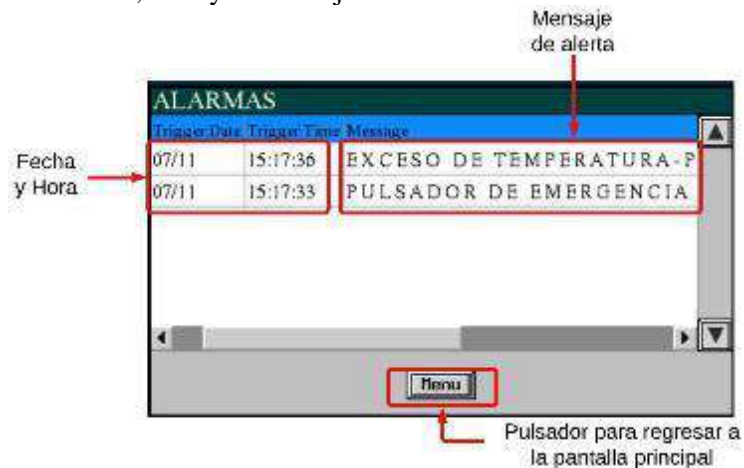
8. El tiempo de que dura el vaporizado se visualizara en el siguiente apartado.



9. Finalizado el tiempo de vaporizado, las planchas superiores volverán a la posición inicial (se levantan).
 10. En el caso que se presione el pulsador de emergencia o las planchas sobrepasen la temperatura máxima establecida, los indicadores de la sección de alarmas cambiaran de color.



11. Al presionar sobre los indicadores de alarmas, se redijera a la pantalla de alarmas, en la cual se registra la fecha, hora y el mensaje de alerta emitido



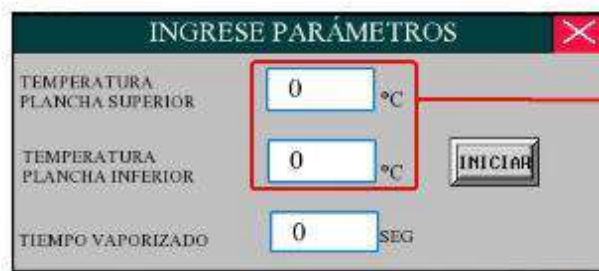
En el caso que se desee trabajar con otro tipo de material se debe realizar los siguientes pasos:

1. Desde la pantalla principal se debe elegir la opción de "OTRO MATERIAL" y se redirigirá a la pantalla para ingresar parámetros



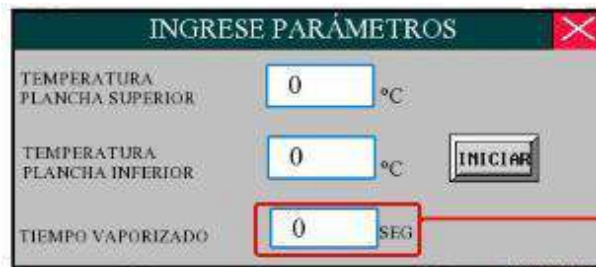
Pulsador para trabajar con otro tipo de material

2. Ingresar parámetros de temperatura para la plancha superior e inferior en grados centígrados



Ingresar temperatura para plancha superior e inferior en °C

3. Ingresar parámetro de tiempo de vaporizado en segundos



Ingresar tiempo de vaporizado en Segundos

4. Presionar el pulsador de inicio y se redirigirá a la pantalla de supervisión



Botón de inicio

ANEXO T: Certificado de funcionamiento

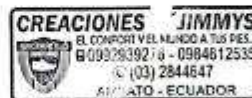
CERTIFICADO

Ambato, 31 de julio de 2023

A quien corresponda, Yo Jaime Hernán Valencia Cárdenas con CI 180245947-7, GERENTE DE LA EMPRESA CREACIONES JIMMYS tengo a bien certificar que el proyecto técnico denominado **REPOTENCIACIÓN DE UNA MÁQUINA VAPORIZADOR PARA ARMADO DE PUNTAS DE CALZADO EN LA EMPRESA CREACIONES JIMMY'S** elaborado por los señores Jimmy Alexander Valencia Barona y Jonathan Alexis Chamba Aguilar estudiantes de la carrera de Electrónica y Automatización de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ha sido probado paulatinamente hasta comprobar su correcto funcionamiento el cual certifico.

En todo cuanto puedo decir en honor a la verdad para que los interesados hagan uso de este documento como creyeran conveniente.

Atentamente;



Jaime Hernán Valencia Cárdenas
GERENTE DE CREACIONES JIMMY'S

ANEXO U: Función de cada señal y planillas de programación

Tipo de señal	Logo Soft Confort		Función de la señal
Entrada digital	I1	EMERGENCIA	Pulsador de emergencia
Entrada digital	I3	INICIO_1	Iniciar proceso de vaporizado en la estación 1
Entrada digital	I4	INICIO_2	Iniciar proceso de vaporizado en la estación 2
Entrada digital	I5	SELEC_E1	Habilitar la estación 1
Entrada digital	I6	SELEC_E2	Habilitar la estación 2
Entrada digital	I7	PARO_1	Detener proceso de vaporizado en la estación 1
Entrada digital	I8	PARO_2	Detener proceso de vaporizado en la estación 2
Entrada analógica	AI5	SENSOR_S1	Medir temperatura de la plancha superior de la estación 1
Entrada analógica	AI6	SENSOR_I1	Medir temperatura de la plancha inferior de la estación 1
Entrada analógica	AI7	SENSOR_S2	Medir temperatura de la plancha superior de la estación 2
Entrada analógica	AI8	SENSOR_I2	Medir temperatura de la plancha inferior de la estación 2
Salida digital	Q1	V_C1	Activar la electroválvula neumática 5/2 de la estación 1
Salida digital	Q2	V_V1	Activar la electroválvula neumática 3/2 de la estación 1
Salida digital	Q3	IND_EMERG	Encender indicador rojo y buzzer de la baliza
Salida digital	Q4	IND_FUNC	Encender el indicador verde de la baliza
Salida digital	Q5	V_C2	Activar la electroválvula neumática 5/2 de la estación 2
Salida digital	Q6	V_V2	Activar la electroválvula neumática 3/2 de la estación 2
Salida digital	Q7	V_H_1	Activar la electroválvula hidráulica 2/2 de la estación 1
Salida digital	Q8	V_H_2	Activar la electroválvula hidráulica 2/2 de la estación 2
Salida digital	Q9	RES_S1	Encender resistencias eléctricas de la plancha superior estación 1
Salida digital	Q10	RES_I1	Encender resistencias eléctricas de la plancha inferior estación 1
Salida digital	Q11	RES_S2	Encender resistencias eléctricas de la plancha superior estación 2
Salida digital	Q12	RES_I2	Encender resistencias eléctricas de la plancha inferior estación 2
Entrada de red	NI1	MAT_1	Recibir señal desde el HMI, opción material cuero encerado
Entrada de red	NI2	MAT_2	Recibir señal desde el HMI, opción material cuero polimate
Entrada de red	NI3	MAT_3	Recibir señal desde el HMI, opción material cuero hidrofugado
Entrada de red	NI4	MAT_4	Recibir señal desde el HMI, opción otro material
Salida de red	NQ1	E1_HAB	Enviar señal al HMI, estación 1 habilitada
Salida de red	NQ2	E2_HAB	Enviar señal al HMI, estación 2 habilitada
Salida de red	NQ3	PE1_OK	Enviar señal al HMI, planchas de la estación 1 alcanzaron la temperatura establecida
Salida de red	NQ4	PE2_OK	Enviar señal al HMI, planchas de la estación 2 alcanzaron la temperatura establecida
Salida de red	NQ5	ACT_PE	Enviar señal al HMI, paro de emergencia

Mapeando parámetro VM

ID	Bloque	Parámetro	Tipo	Dirección
1	B043 [Vigilancia del valor analógico]	Ax, amplificado	Word	10
2	B044 [Vigilancia del valor analógico]	Ax, amplificado	Word	12
3	B237 [Vigilancia del valor analógico]	Ax, amplificado	Word	14
4	B238 [Vigilancia del valor analógico]	Ax, amplificado	Word	16
5	B077 [Commutador analógico de valor umbral]	ON	Word	18
6	B239 [Commutador analógico de valor umbral]	ON	Word	20
7	B003 [Retardo a la desconexión]	Valor actual	Word	22
8	B008 [Retardo a la desconexión]	Valor actual	Word	24
9	B023 [Commutador analógico de valor umbral]	ON	Word	26
10	B106 [Commutador analógico de valor umbral]	ON	Word	28
11	B021 [Retardo a la desconexión]	Valor actual	Word	30
12	B029 [Retardo a la desconexión]	Valor actual	Word	32
13	B242 [Commutador analógico de valor umbral]	ON	Word	34
14	B243 [Commutador analógico de valor umbral]	ON	Word	36
15	B041 [Retardo a la desconexión]	Valor actual	Word	38
16	B049 [Retardo a la desconexión]	Valor actual	Word	40
17	B223 [Commutador analógico de valor umbral]	ON	Word	42



Mapeado parámetro VM

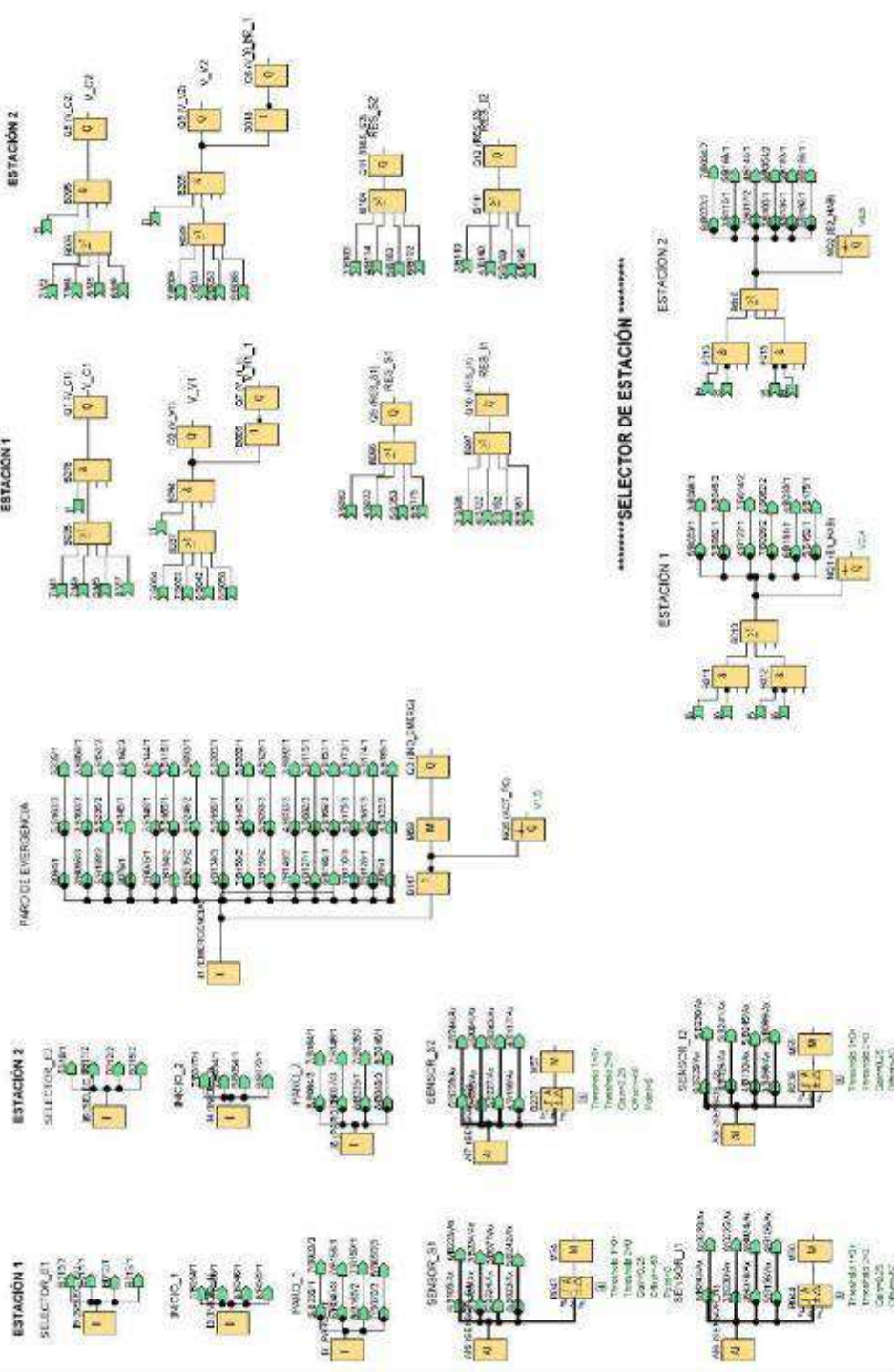
ID	Bloque	Parámetro	Tipo	Dirección
18	B223 [Commutador analógico de valor umbral]	OFF	Word	44
19	B224 [Commutador analógico de valor umbral]	ON	Word	46
20	B224 [Commutador analógico de valor umbral]	OFF	Word	48
21	B225 [Commutador analógico de valor umbral]	ON	Word	50
22	B225 [Commutador analógico de valor umbral]	OFF	Word	52
23	B226 [Commutador analógico de valor umbral]	ON	Word	54
24	B226 [Commutador analógico de valor umbral]	OFF	Word	56
25	B227 [Commutador analógico de valor umbral]	ON	Word	58
26	B227 [Commutador analógico de valor umbral]	OFF	Word	60
27	B228 [Commutador analógico de valor umbral]	ON	Word	62
28	B228 [Commutador analógico de valor umbral]	OFF	Word	64
29	B229 [Commutador analógico de valor umbral]	ON	Word	66
30	B229 [Commutador analógico de valor umbral]	OFF	Word	68
31	B230 [Commutador analógico de valor umbral]	ON	Word	70
32	B230 [Commutador analógico de valor umbral]	OFF	Word	72
33	B057 [Retardo a la desconexión]	Retardo a la desconexión	Word	74
34	B065 [Retardo a la desconexión]	Retardo a la desconexión	Word	76



Mapeando parámetro VM

ID	Bloque	Parámetro	Tipo	Dirección
35	B057 [Retardo a la desconexión]	Valor actual	Word	78
36	B065 [Retardo a la desconexión]	Valor actual	Word	80



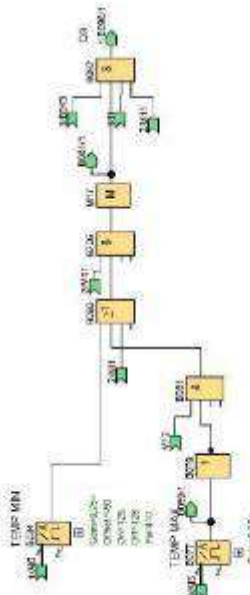


ALUMNO:	CAMILLA JAVILLAQUI J.	PROGRAMA:	INGENIERIA DE SISTEMAS	GRUPO:	04-00000-00000
CONDOMINIO:		INDICADOR:	PROGRAMACION DE SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATICO	TITULO:	INGENIERO DE SISTEMAS
Fecha de entrega:	2025/02/22 06:01:02 (06:31)	Apellido:	PROGRAMACION DE SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATICO	Pagina:	5/10

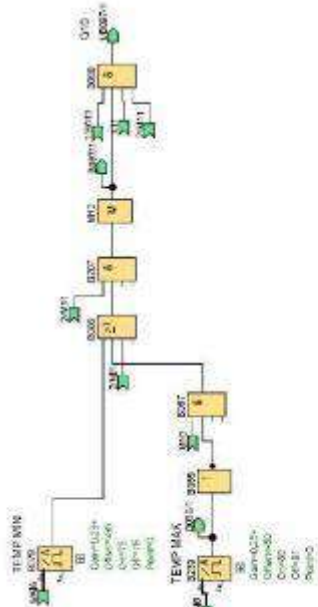
***** CUERO ENCERADO *****

ESTACIÓN 1

CONTROL DE TEMPERATURA P11

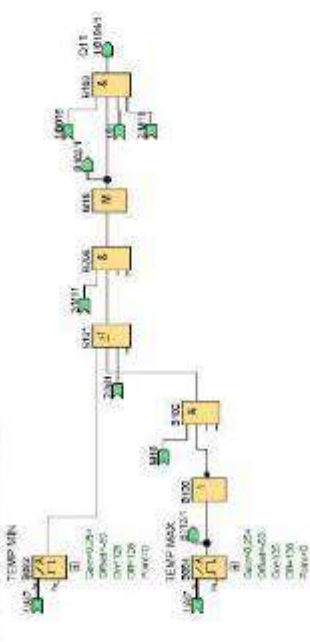


CONTROL DE TEMPERATURA P11

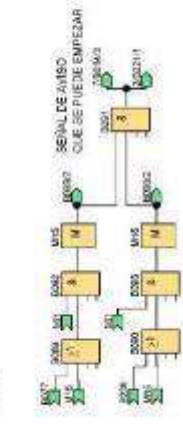
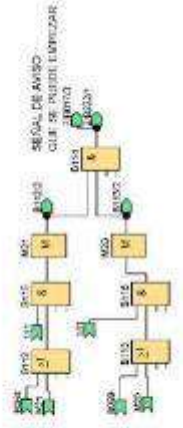
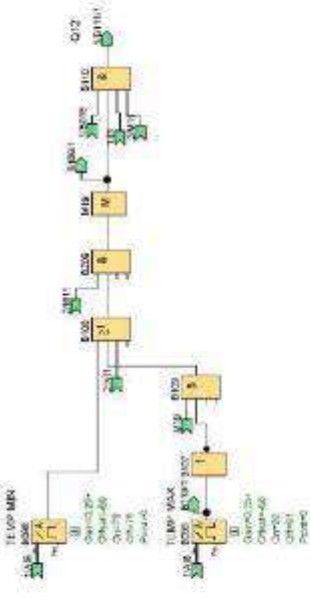


ESTACIÓN 2

CONTROL DE TEMPERATURA P12



CONTROL DE TEMPERATURA P12

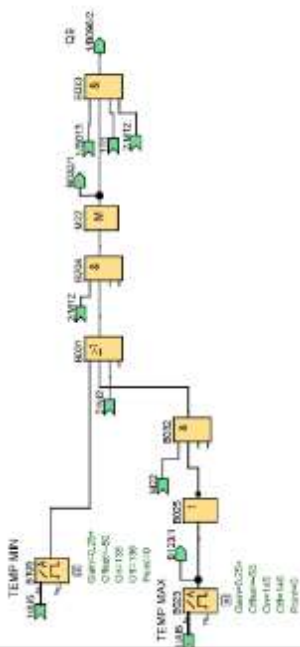


<p>LABOR: CONTROL DE TEMPERATURA P11</p> <p>FECHA DE ENTREGA: 21/03/2023</p>		<p>PROGRAMA: INGENIERIA EN SISTEMAS DE INFORMACION</p> <p>CARRERA: INGENIERIA EN SISTEMAS DE INFORMACION</p> <p>SEMESTRE: 3RO</p>	<p>FECHA DE ENTREGA: 21/03/2023</p>
--	--	---	-------------------------------------

***** CUERO POLIMATE *****

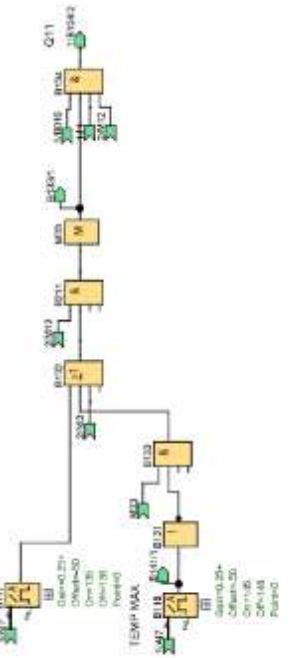
ESTACIÓN 1

CONTROL DE TEMPERATURA P51



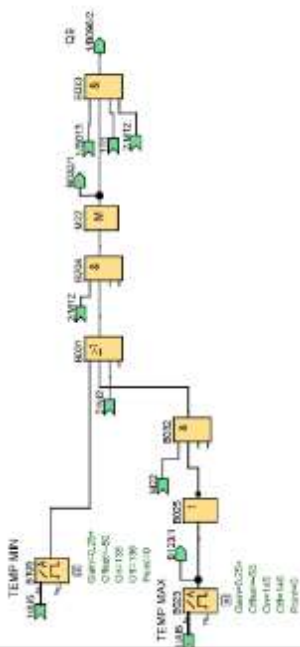
ESTACIÓN 2

CONTROL DE TEMPERATURA P52



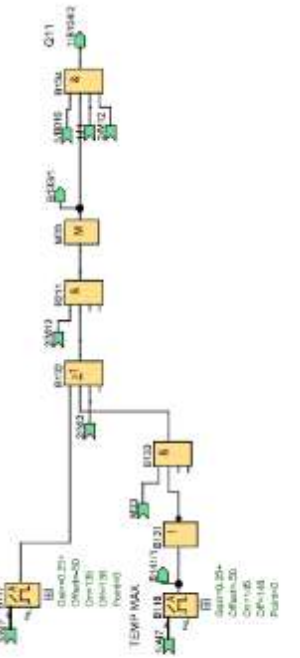
ESTACIÓN 1

CONTROL DE TEMPERATURA P11



ESTACIÓN 2

CONTROL DE TEMPERATURA P12

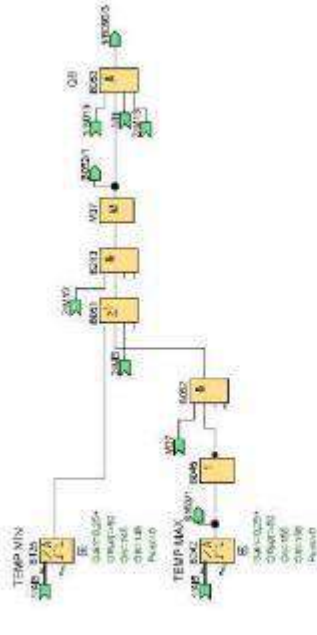


<p>COMPONENTES</p> <p>Controlador</p> <p>Placa de controlador</p>	<p>COMANDA: 18 341 000 1</p> <p>11064272-96270001,00-11</p>	<p>PROGRAMA MAQUINA INFORMACION</p> <p>DOCUMENTO DE INFORMACION</p> <p>PROGRAMACION MAQUINA INFORMACION No:</p>	<p>CLIENTE:</p> <p>TR. BURGOS</p> <p>(14/04)</p>	<p>ORDEN: 013. 10073</p> <p>R. 20</p>
---	---	---	--	---------------------------------------

***** CUERO HIDROFUGADO *****

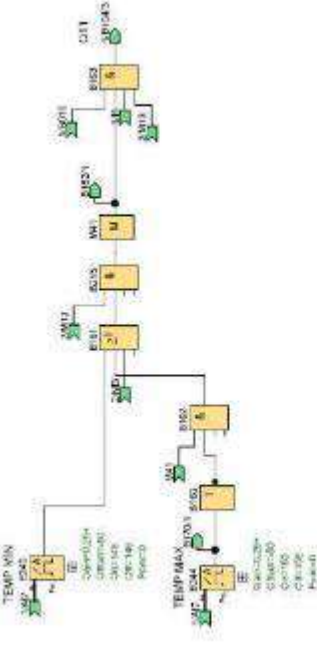
ESTACIÓN 1

CONTROL DE TEMPERATURA P11

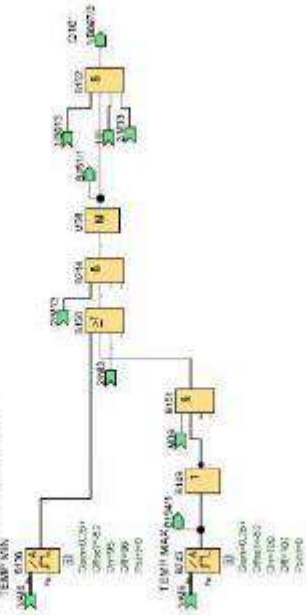


ESTACIÓN 2

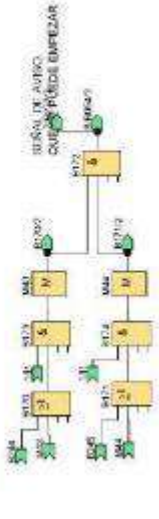
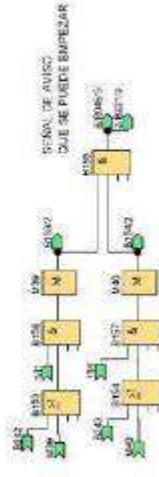
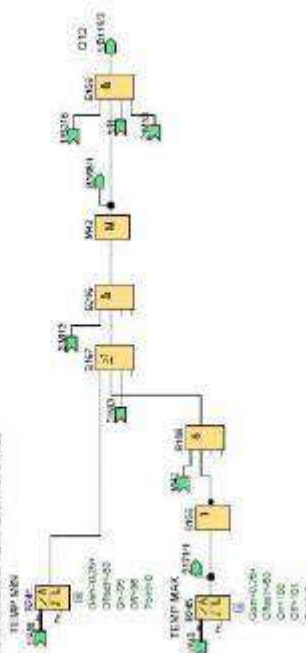
CONTROL DE TEMPERATURA P12



CONTROL DE TEMPERATURA P11



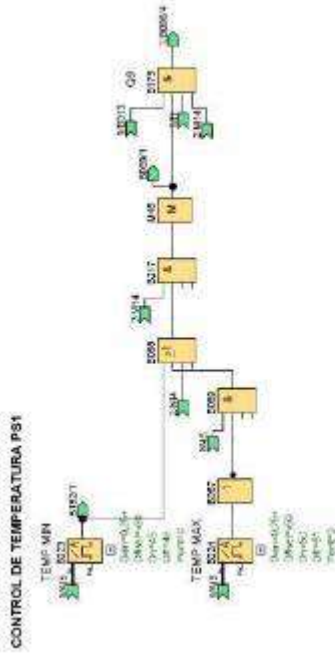
CONTROL DE TEMPERATURA P12



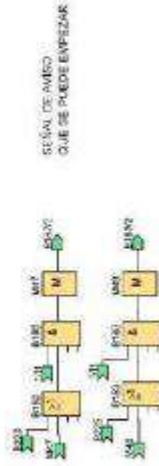
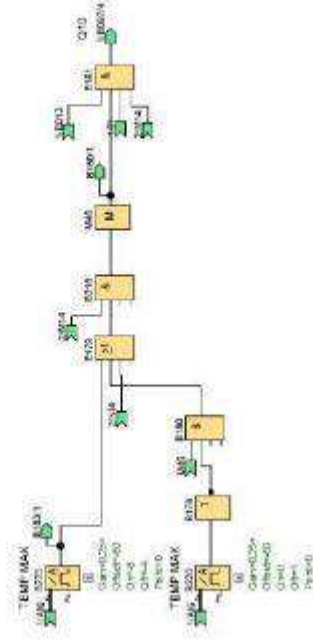
Autor	C. RAMBA / EVALUADA J	Programa	PROGRAMAS MAGISTER UNIVERSIDAD	Docente	GRACIELA RAMOS
Compartido		Institución	UNIVERSIDAD DE LOS ANDES	Curso	4º INGENIERIA
Fecha de construcción del pdf	21/06/2022 06:37:12:31	Sistema	PROGRAMACION MAGISTER UNIV. JARRO PABONIC	Página	4 / 38

***** OTRO MATERIAL *****

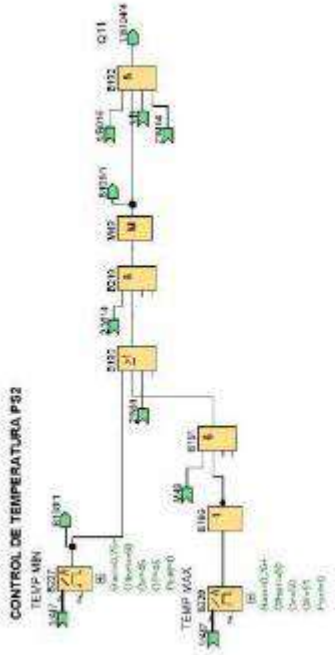
ESTACIÓN 1



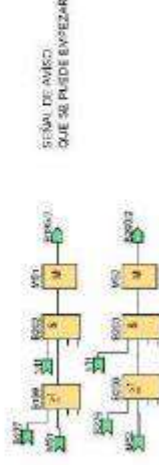
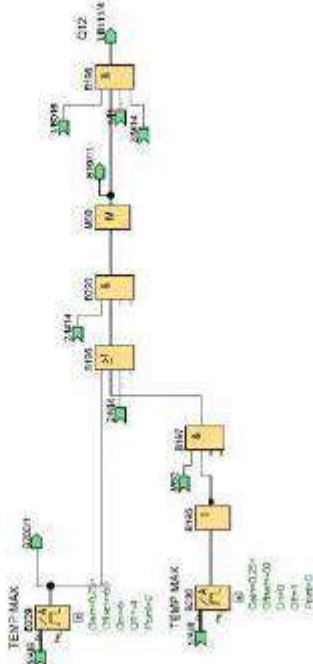
CONTROL DE TEMPERATURA P11



ESTACIÓN 2



CONTROL DE TEMPERATURA P12

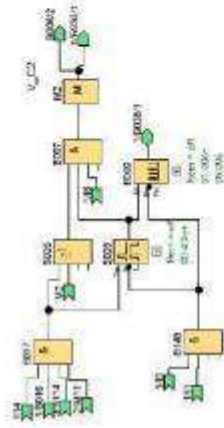


Auto	CAMBIA / EVALUADA 1	Programa	PROGRAMAS MAGUIA UNIVERSIDAD	Docente	DIACONISIO JIMENEZ
Controlado		Instalación	ZONA DE LABORATORIOS	Asignatura	CONTROL DE PROCESOS
Fecha de construcción del PDI	21/06/2022 06:37:12 (21.06.21)	Software	PROGRAMACION MAGUIA PARA DIBUJO 2D	Página	10/20

***** CUERO ENCERADO *****

ESTACIÓN 2

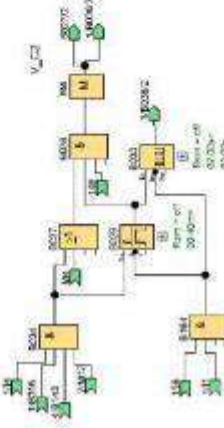
TIEMPO DE PRENSADO Y VAPORIZADO ESTACIÓN 2



***** CUERO POLIMATE *****

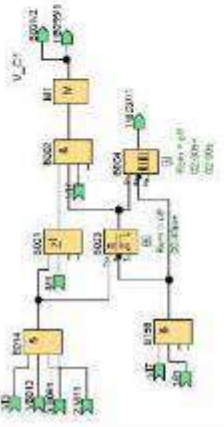
ESTACIÓN 2

TIEMPO DE PRENSADO Y VAPORIZADO ESTACIÓN 2



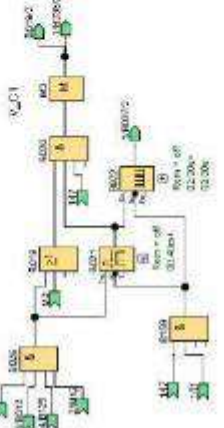
ESTACIÓN 1

TIEMPO DE PRENSADO Y VAPORIZADO ESTACIÓN 1



ESTACIÓN 1

TIEMPO DE PRENSADO Y VAPORIZADO ESTACIÓN 1

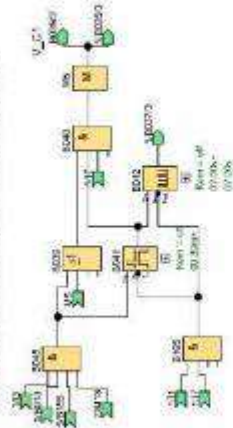


Autores	C. RAMBA / A. VALDEA J.	Proyecto	PROGRAMA MAGISTER VAPORIZADOR	Docente	DRACONIS RAMOS
Coautores		Institución	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	V. J. RAMOS	
Fecha de elaboración del PDI	21/06/2022 06:31:12:10:31	Nombre	PROGRAMACION MAGISTER VAPORIZADOR	Página	01/20

***** CUERO HIDROFUGADO *****

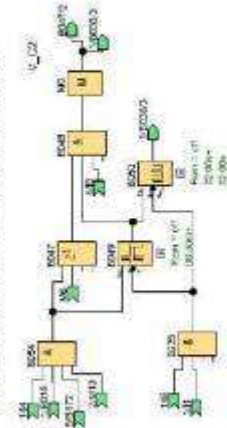
ESTACIÓN 1

TIEMPO DE PENSADO Y VAPOORIZADO ESTACIÓN 1



ESTACIÓN 2

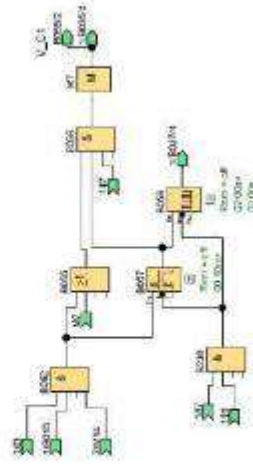
TIEMPO DE PENSADO Y VAPOORIZADO ESTACIÓN 2



***** OTRO MATERIAL *****

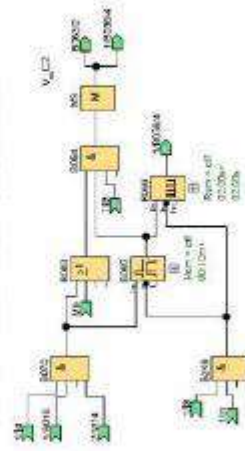
ESTACIÓN 1

TIEMPO DE PENSADO Y VAPOORIZADO ESTACIÓN 1






ESTACIÓN 2

TIEMPO DE PENSADO Y VAPOORIZADO ESTACIÓN 2







Autores	C. RAMBA / E. VALDEA J.	Proyecto	PROGRAMA MAGISTER VAPORIZADOR	Docente	DIAGNÓSTICO IANMTC
Coautores		Investigación	DIAGRAMA DE ENLACES	V. JARAMA	
Fecha de construcción del plan	21/06/2022 06:31:23 (20:31)	Software	PROGRAMACIÓN MAGISTER VAPORIZADOR	Página	11/28


Número de bloque (tipo)	Parámetro	
A15(Entrada analógica) : SENSOR_52		
A16(Entrada analógica) : SENSOR_I1		
B003(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:40m+	
B004(Generador de impulsos asíncrono) :	Rem = off 02:00s+ 02:00s	
B008(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:40m+	
B009(Generador de impulsos asíncrono) :	Rem = off 01:00s+ 05:00s	
B021(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:40m+	
B022(Generador de impulsos asíncrono) :	Rem = off 02:00s+ 02:00s	
B023(Conmutador analógico de valor umbral) :	Gain=0.25+ Offset=-50 On=145 Off=146 Point=0	
B024(Conmutador analógico de valor umbral) : TEMP MIN	Gain=0.25+ Offset=-50 On=85 Off=86 Point=0	
B029(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:40m+	
B030(Generador de impulsos asíncrono) :	Rem = off 02:00s+ 02:00s	
B041(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:30m+	
B042(Generador de impulsos asíncrono) :	Rem = off 02:00s+ 02:00s	
B043(Vigilancia del valor analógico) :	Threshold 1=0+ Threshold 2=0 Gain=0.25 Offset=-50 Point=0	
Autor: J. VÁZQUEZ J. & VALENCIA J.	Proyecto: PROGRAMA MÁQUINA VAPORIZADOR	Cliente: (BACCIONES (BMV))
Comprobado:	Instalación: DIAGRAMA DE FUNCIONES	Nº Diagrama:
Fecha de creación del código: 2006/03/22 16:07:10 (31)	archivo: PROGRAMACION_MÁQUINA_VAP010	Página: 13/20


Número de bloque (tipo)	Parámetro																			
B044(Vigilancia del valor analógico) :	Threshold 1=0+ Threshold 2=0 Gain=0.25 Offset=-50 Point=0																			
B049(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:30m+																			
B050(Generador de impulsos asíncrono) :	Rem = off 02:00s+ 02:00s																			
B052(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:10m+																			
B058(Generador de impulsos asíncrono) :	Rem = off 02:00s+ 02:00s																			
B065(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:10m+																			
B066(Generador de impulsos asíncrono) :	Rem = off 02:00s+ 02:00s																			
B077(Conmutador analógico de valor umbral) : TEMP MAX	Gain=0.25+ Offset=-50 On=135 Off=136 Point=0																			
B078(Conmutador analógico de valor umbral) : TEMP MIN	Gain=0.25+ Offset=-50 On=75 Off=76 Point=0																			
B083(Conmutador analógico de valor umbral) : TEMP MIN	Gain=0.25+ Offset=-50 On=125 Off=126 Point=0																			
B084(Conmutador analógico de valor umbral) : TEMP MAX	Gain=0.25+ Offset=-50 On=135 Off=136 Point=0																			
B098(Conmutador analógico de valor umbral) : TEMP MIN	Gain=0.25+ Offset=-50 On=75 Off=76 Point=0																			
B099(Conmutador analógico de valor umbral) : TEMP MAX	Gain=0.25+ Offset=-50 On=80 Off=81 Point=0																			
<table border="1"> <tr> <td>Autor:</td> <td>T. RAMBA, I. E. VALENCIA, I.</td> <td rowspan="3" style="text-align: center;"></td> <td>Proyecto:</td> <td>PROGRAMA MAQUINA WAPROZOD</td> <td>Cliente:</td> <td>OPERACIONES EMBUYS</td> </tr> <tr> <td>Comprobador:</td> <td></td> <td>Instalador:</td> <td>DIAGRAMA DE FUNCIONES</td> <td>Nº diagrama:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha de creación/modif:</td> <td>2006/05/22 16:07:02/23 10:31</td> <td>archivo:</td> <td>PROGRAMACION MAQUINA WAPROZ</td> <td>Página:</td> <td>14 / 20</td> </tr> </table>		Autor:	T. RAMBA, I. E. VALENCIA, I.		Proyecto:	PROGRAMA MAQUINA WAPROZOD	Cliente:	OPERACIONES EMBUYS	Comprobador:		Instalador:	DIAGRAMA DE FUNCIONES	Nº diagrama:		Fecha de creación/modif:	2006/05/22 16:07:02/23 10:31	archivo:	PROGRAMACION MAQUINA WAPROZ	Página:	14 / 20
Autor:	T. RAMBA, I. E. VALENCIA, I.		Proyecto:		PROGRAMA MAQUINA WAPROZOD	Cliente:	OPERACIONES EMBUYS													
Comprobador:			Instalador:		DIAGRAMA DE FUNCIONES	Nº diagrama:														
Fecha de creación/modif:	2006/05/22 16:07:02/23 10:31		archivo:	PROGRAMACION MAQUINA WAPROZ	Página:	14 / 20														

Número de bloque (tipo)	Parámetro
B105(Commutador analógico de valor umbral) : TEMP MIN	Gain=0.25+ Offset=-50 On=135 Off=136 Point=0
B106(Commutador analógico de valor umbral) : TEMP MAX	Gain=0.25+ Offset=-50 On=95 Off=96 Point=0
B117(Commutador analógico de valor umbral) : TEMP MIN	Gain=0.25+ Offset=-50 On=135 Off=136 Point=0
B118(Commutador analógico de valor umbral) : TEMP MAX	Gain=0.25+ Offset=-50 On=145 Off=146 Point=0
B129(Commutador analógico de valor umbral) : TEMP MIN	Gain=0.25+ Offset=-50 On=85 Off=86 Point=0
B130(Commutador analógico de valor umbral) : TEMP MAX	Gain=0.25+ Offset=-50 On=95 Off=96 Point=0
B135(Commutador analógico de valor umbral) : TEMP MIN	Gain=0.25+ Offset=-50 On=145 Off=146 Point=0
B136(Commutador analógico de valor umbral) : TEMP MIN	Gain=0.25+ Offset=-50 On=95 Off=96 Point=0
B223(Commutador analógico de valor umbral) : TEMP MIN	Gain=0.25+ Offset=-50 On=45 Off=46 Point=0
B224(Commutador analógico de valor umbral) : TEMP MAX	Gain=0.25+ Offset=-50 On=50 Off=51 Point=0
Autor:	CHAMBO, J.B. VALENCIA, J.
Comprobado:	
Fecha de creación del código:	2000/12/22:06:07:00 (3/21) IT
Proyecto:	PROGRAMA MADURIA, S/PORD/2001
Instalación:	DIAGRAMA DE FUNCIONES
archivo:	PROGRAMACION_MADURIA_VAPROD
Título:	OPERACIONES MMMS
Hoja:	15/20


Número de bloque (tipo)	Parámetro																		
8225(Conmutador analógico de valor umbral) : TEMP MAX	Gain=0.25+ Offset=-50 On=5 Off=-4 Point=0																		
8226(Conmutador analógico de valor umbral) : TEMP MAX	Gain=0.25+ Offset=-50 On=0 Off=1 Point=0																		
8227(Conmutador analógico de valor umbral) : TEMP MIN	Gain=0.25+ Offset=-50 On=45 Off=46 Point=0																		
8228(Conmutador analógico de valor umbral) : TEMP MAX	Gain=0.25+ Offset=-50 On=50 Off=51 Point=0																		
8229(Conmutador analógico de valor umbral) : TEMP MAX	Gain=0.25+ Offset=-50 On=5 Off=-4 Point=0																		
8230(Conmutador analógico de valor umbral) : TEMP MAX	Gain=0.25+ Offset=-50 On=0 Off=1 Point=0																		
8234(Conmutador analógico de valor umbral) : TEMP MIN	Gain=0.25+ Offset=-50 On=125 Off=126 Point=0																		
8237(Vigilancia del valor analógico) :	Threshold 1=0+ Threshold 2=0 Gain=0.25 Offset=-50 Point=0																		
8238(Vigilancia del valor analógico) :	Threshold 1=0+ Threshold 2=0 Gain=0.25 Offset=-50 Point=0																		
8239(Conmutador analógico de valor umbral) : TEMP MAX	Gain=0.25+ Offset=-50 On=80 Off=81 Point=0																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Autor:</td> <td style="width: 25%;">CHAMBA, J S (AERONIA, I)</td> <td rowspan="3" style="width: 10%; text-align: center;"></td> <td style="width: 25%;">Proyecto:</td> <td style="width: 15%;">PROGRAMA MAQUINA VAPORIZADOR</td> <td style="width: 10%;">Cliente:</td> <td>CBACCION BUNYU</td> </tr> <tr> <td>Comprobado:</td> <td></td> <td>Indicador:</td> <td>DIAGRAMA DE FUNCIONES</td> <td>Módulo:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fecha de creación/modificación:</td> <td>2006/03/22 10:21:03 20 31</td> <td>Archivo:</td> <td>PROGRAMACION MAQUINA VAPORIZ</td> <td>Página:</td> <td>16/20</td> </tr> </table>	Autor:	CHAMBA, J S (AERONIA, I)		Proyecto:	PROGRAMA MAQUINA VAPORIZADOR	Cliente:	CBACCION BUNYU	Comprobado:		Indicador:	DIAGRAMA DE FUNCIONES	Módulo:		Fecha de creación/modificación:	2006/03/22 10:21:03 20 31	Archivo:	PROGRAMACION MAQUINA VAPORIZ	Página:	16/20
Autor:	CHAMBA, J S (AERONIA, I)			Proyecto:	PROGRAMA MAQUINA VAPORIZADOR	Cliente:	CBACCION BUNYU												
Comprobado:				Indicador:	DIAGRAMA DE FUNCIONES	Módulo:													
Fecha de creación/modificación:	2006/03/22 10:21:03 20 31		Archivo:	PROGRAMACION MAQUINA VAPORIZ	Página:	16/20													

Número de bloque (tipo)	Parámetro					
E240(Commutador analógico de valor umbral) : TEMP MIN	Gain=0.25+ Offset=-50 On=145 Off=146 Point=0					
E241(Commutador analógico de valor umbral) : TEMP MIN	Gain=0.25+ Offset=-50 On=95 Off=96 Point=0					
E242(Commutador analógico de valor umbral) : TEMP MAX	Gain=0.25+ Offset=-50 On=155 Off=156 Point=0					
E243(Commutador analógico de valor umbral) : TEMP MAX	Gain=0.25+ Offset=-50 On=100 Off=101 Point=0					
E244(Commutador analógico de valor umbral) : TEMP MAX	Gain=0.25+ Offset=-50 On=155 Off=156 Point=0					
E245(Commutador analógico de valor umbral) : TEMP MAX	Gain=0.25+ Offset=-50 On=100 Off=101 Point=0					
I1(Entrada) : PARO DE EMERGENCIA						
I3(Entrada) : INICIO_1						
I4(Entrada) : INICIO_2						
I5(Entrada) : SELECTOR_E1						
I6(Entrada) : SELECTOR_E2						
M17(Marca) : Q9						
Autor:	CHARRA, L. VALENZUELA, J.		Proyecto:	PROGRAMA MÁQUINA VALENTIN	Cliente:	CIGACCIONES EMMP'S
Comprobado:			Entalado en:	DIAGRAMA DE LÍNEAS	Nº diagrama:	
Fecha de creación del archivo:	2006/12/20 09:21:02 20-11		archivo:	PROGRAMACION MAQUINA VV002	Página:	17/20

Conector	Rotulación					
A5	SENSOR_S1					
A6	SENSOR_I1					
A7	SENSOR_S2					
A8	SENSOR_I2					
I1	EMERGENCIA					
I3	INICIO_1					
I4	INICIO_2					
I5	SELEC_E1					
I6	SELEC_E2					
I7	PARO_1					
I8	PARO_2					
N11	MAT_1					
N12	MAT_2					
N13	MAT_3					
N14	MAT_4					
M1						
M2						
M3						
M4						
M5						
M6						
M7						
M9						
M10						
M11						
M12						
M13						
M14						
M15						
M16						
M17						
M18						
M19						
M20						
M21						
Autor:	DIANA LA VALENTI		Proyecto:	PROGRAMA MÁQUINA VAPORADORA	Clase:	CELEBRACIÓN ABMT'S
Consultado:			Rotulación:	CONFIRMA DE FUNCIONES	Nº de plano:	
Fecha de creación:	2004/03/22 15:27:10 (3 23 31)		Archivo:	PROGRAMACIÓN_MÁQUINA_VAPORADORA	Página:	18/20

Conector	Rotulación					
M22						
M23						
M24						
M32						
M33						
M34						
M35						
M36						
M37						
M38						
M39						
M40						
M41						
M42						
M43						
M44						
M45						
M46						
M47						
M48						
M49						
M50						
M51						
M52						
M54						
M55						
M56						
M57						
M58						
NQ1	E1_HAB					
NQ2	E2_HAB					
NQ3	FE1_OK					
NQ4	FE2_OK					
NQ5	ACT_PE					
Q1	V_C1					
Autor:	CHUMBA I & VALENZA, I		Proyecto:	PROGRAMA MÓDULO VAPORIZADOR	Cliente:	CRACERIS - AMPT
Compañía:			Instalación:	DIAGRAMA DE FUNCIONES	Nº diagrama:	
Fecha de creación/modif:	2006/12/22 09:27:52 (23.31)		Archivo:	PROGRAMACION_MÓDULO_VAPORIZADOR	Página:	16 / 20

Conector	Rotulación
Q2	V_V1
Q3	IND_EMERG
Q4	IND_FUNC
Q5	V_C2
Q6	V_V2
Q7	V_H_1
Q8	V_H_2
Q9	RES_S1
Q10	RES_I1
Q11	RES_S2
Q12	RES_Q2

País:	CHILE		Proyecto:	PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS	Centro:	REGIÓN DE VALPARAISO
Comprobado:			Instalación:	DIAGRAMA DE FUNCIONES	Nº de contrato:	
Fecha de actualización:	2009/03/27 10:07:19 (UTC-4)		Fecha:	PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE PROYECTOS	Página:	20 / 20




**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**



**DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE**

UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS
REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA

Fecha de entrega: 25 / 10 / 2023

INFORMACIÓN DE LOS AUTORES
Nombres – Apellidos: Jonathan Alexis Chamba Aguilar – Jimmy Alexander Valencia Barona
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Informática y Electrónica
Carrera: Electrónica y Automatización
Título a optar: Ingeniero en Electrónica y Automatización
f. Analista de Biblioteca responsable:  Ing. Fernanda Arévalo M.



1641-DBRA-UTP-2023