



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE UNA PRENSA ELECTROHIDRÁULICA DE EMBUTIDO PARA LA PRODUCCIÓN Y ACABADO DE LAS COCINAS DOMÉSTICAS DE DOS QUEMADORES”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

AUTOR: JONATHAN JAVIER DE LA CRUZ DE LA CRUZ

Riobamba – Ecuador

2023



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE UNA PRENSA ELECTROHIDRÁULICA DE EMBUTIDO PARA LA PRODUCCIÓN Y ACABADO DE LAS COCINAS DOMÉSTICAS DE DOS QUEMADORES”

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

AUTOR: JONATHAN JAVIER DE LA CRUZ DE LA CRUZ

DIRECTOR: ING. MARCO ANTONIO VITERI BARRERA.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, Jonathan Javier De La Cruz De La Cruz.

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

Yo, Jonathan Javier De La Cruz De La Cruz, declaro que el presente trabajo de integración curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que proviene de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 7 de febrero de 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jonathan' followed by a stylized 'D.L.C.' or similar initials.

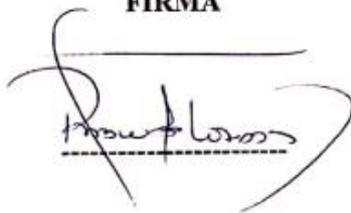
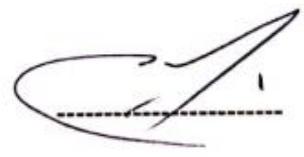
Jonathan Javier De La Cruz De La Cruz
050366545-7

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA

CARRERA ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto Técnico, **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE UNA PRENSA ELECTROHIDRÁULICA DE EMBUTIDO PARA LA PRODUCCIÓN Y ACABADO DE LAS COCINAS DOMÉSTICAS DE DOS QUEMADORES”**, realizado por el señor: **JONATHAN JAVIER DE LA CRUZ DE LA CRUZ**, 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. Pablo Eduardo Lozada Yanez PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-03-21
Ing. Marco Antonio Viteri Barrera DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR		2023-03-21
Ing. Ramiro Fernando Isa Jara ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-03-21

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico a Dios, a mis padres Ángel y Marina, por ser el pilar fundamental de mi vida, por su apoyo incondicional, con su esfuerzo, dedicación y sacrificio, han logrado forjarme como profesional y persona. A mi hermano quienes son las personas que me motivan a seguir adelante. Gracias por permanecer a mi lado en todo momento. Se que aún quedan muchos sueños que vivir y triunfos por lograr; mi fortaleza es el amor de mi familia, ese vínculo inquebrantable que trasciende en el tiempo y la distancia; con amor este triunfo es por ustedes y por ustedes.

Jonathan Javier De La Cruz De La Cruz

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme guiado y acompañado a lo largo de mi carrera por ser mi mayor fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y experiencias, mi más profundo agradecimiento de todo corazón a mis padres por todo su amor, apoyo y consejos en la búsqueda de mis sueños y metas, a mi hermano por ser inspiración y apoyo a lo largo de mi vida, por sus oraciones y palabras de aliento que han hecho de mí una mejor persona.

Mi más sincero agradecimiento dirigido al Ing. Marco Viteri, tutor y director de tesis, por su acertada dirección, el soporte y discusión crítica que me permito un buen aprovechamiento en el trabajo realizado. Agradezco al Ing. Ramiro Isa, miembro del tribunal, por su inestimable ayuda y paciencia, sus aportaciones a esta tesis que han sido de mucha importancia y finalmente a mi compañero de tesis Rolando, quienes con su ayuda nos brindaron información importante para el desarrollo del trabajo de integración curricular.

Un gran agradecimiento a la Escuela de Ingeniería Electrónica y Automatización y a todos sus docentes por ser mis guías en mi formación profesional durante todos mis años de estudio.

Jonathan Javier De La Cruz De La Cruz

INDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xviii
RESUMEN	xix
SUMMARY	xx
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	2
1.1. Justificación teórica.....	2
1.2. Antecedentes.....	2
1.3. Formulación del problema	3
1.4. Justificación	3
1.4.1. Justificación aplicada	3
1.5. Objetivos	4
1.5.1. Objetivo general.....	4
1.5.2. Objetivo específico	4
CAPÍTULO II	
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Antecedentes de investigación.....	5
2.2 Industrias Géminis.....	6
2.2.1 Datos Generales	6
2.2.2 Distribución y producción de cocinas domesticas	7
2.3 Cocinas domesticas e industriales.....	7
2.3.1 Cocinas en acero inoxidable.....	8
2.3.2 Cocinas en galvanizado	8
2.4 Proceso manual del embutido y prensado del sello.....	9
2.5 Prensa electrohidráulica	9
2.5.1 Tipos de prensas hidráulica.....	10
2.5.1.1 Prensa tipo pilar.....	10
2.5.1.2 Prensa de marco C	10
2.5.1.3 Partes de una prensa hidráulica.....	12
2.6 Hidráulica	13
2.6.1 Flujo Laminar.....	13
2.6.2 Flujo turbulento	13

2.6.3	<i>Clasificación de los fluidos hidráulicos</i>	13
2.7	Sistemas de control hidráulica	15
2.7.1	<i>Componentes básicos del sistema de control hidráulico</i>	15
2.7.2	<i>Válvulas de control</i>	15
2.7.2.1	<i>Válvula distribuidora 4/3</i>	16
2.7.2.2	<i>Válvula de seguridad</i>	16
2.7.3	<i>Presostato</i>	17
2.7.4	<i>Bomba</i>	17
2.7.4.1	<i>Bomba de engranajes</i>	17
2.7.4.2	<i>Bomba de pistones con placa inclinada</i>	18
2.7.4.3	<i>Bomba de paletas</i>	18
2.7.5	<i>Cilindros hidráulicos</i>	19
2.7.5.1	<i>Cilindro hidráulico de simple efecto</i>	19
2.7.5.2	<i>Cilindro hidráulico de doble efecto</i>	19
2.7.6	<i>Filtros hidráulicos</i>	20
2.7.6.1	<i>Filtro de succión</i>	20
2.7.6.2	<i>Filtro de retorno</i>	20
2.7.6.3	<i>Filtro de presión</i>	21
2.7.7	<i>Tanque hidraulico</i>	21
2.8	Automatización Industrial	21
2.8.1	<i>Automatismos secuenciales</i>	22
2.8.2	<i>Parte operativa y de control de un sistema automático.</i>	22
2.8.3	<i>Sistemas de control</i>	22
2.9	Instrumentación industrial	23
2.9.1	<i>Controlador lógico programable</i>	23
2.9.2	<i>Sensores industriales</i>	24
2.9.2.1	<i>Sensores inductivos</i>	24
2.9.2.2	<i>Sensores ópticos</i>	25
2.9.2.3	<i>Sensores Finales de carrera mecánicos</i>	25
2.10	Motores eléctricos de corriente alterna	26
2.11	Programación de PLCs	27
2.11.1	<i>Lista de instrucciones (IL)</i>	27
2.11.2	<i>Texto estructurado (ST)</i>	27
2.11.3	<i>Diagrama de escalera (LD)</i>	27
2.11.4	<i>Diagrama de escalera (FBD)</i>	27
2.11.4	<i>Diagrama de funciones secuenciales (SFC)</i>	28
2.11	HMI	28

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLOGICO	29
3.1	Requerimientos del sistema	29
3.1.1	<i>Requerimientos generales</i>	29
3.1.2	<i>Requerimientos específicos</i>	30
3.2	Análisis técnico de la prensa electrohidráulica	31
3.3	Análisis de criticidad de la prensa electrohidráulica	33
3.4	Análisis de producción OEE	35
3.4.1	<i>Disponibilidad</i>	36
3.4.2	<i>Eficiencia</i>	37
3.4.3	<i>Calidad</i>	37
3.4.4	<i>Eficiencia general del equipo</i>	38
3.4.5	<i>Eficiencia general de la dobladora de varillas manual</i>	38
3.5	Metodología	39
3.5.1	<i>Diagrama de Ishikawa</i>	39
3.5.2	<i>Diagrama de Pareto</i>	40
3.5.3	<i>Conclusión del diagrama de Ishikawa y de Pareto</i>	40
3.6	Concepción general de la maquina	40
3.7	Descripción de las etapas del proceso	42
3.7.1	<i>Detección del metal</i>	42
3.7.2	<i>Prensado del material</i>	42
3.7.3	<i>Detección de las extremidades superiores del operario</i>	43
3.7.4	<i>Procesamiento</i>	43
3.7.5	<i>Visualización</i>	43
3.8	Dimensionamiento del circuito hidraulico	43
3.8.1	<i>Dimensionamiento del tanque de aceite</i>	45
3.8.2	<i>Dimensionamiento de la válvula de seguridad</i>	46
3.8.3	<i>Dimensionamiento de la válvula de control direccional</i>	47
3.8.4	<i>Presostato</i>	48
3.8.5	<i>Dimensionamiento del filtro de retorno</i>	49
3.8.6	<i>Selección del aceite</i>	50
3.9	Selección de componentes eléctricos	50
3.9.1	<i>Sensores ópticos</i>	50
3.9.2	<i>Sensores inductivos</i>	51
3.9.3	<i>Finales de carrera</i>	53
3.9.4	<i>Baliza</i>	53
3.9.5	<i>Controlador lógico programable</i>	54
3.9.6	<i>HMI</i>	56

3.9.7	<i>Selección del breaker</i>	57
3.9.8	<i>Selección del Relé térmico</i>	57
3.9.9	<i>Selección del Contactor</i>	58
3.10	Diseño de la prensa electrohidráulica automática	58
3.10.1	<i>Diseño del sistema hidraulico</i>	59
3.10.2	<i>Diseño del sistema de detección de posición</i>	59
3.10.3	<i>Diseño del sistema de detección de metal</i>	60
3.10.4	<i>Diseño de la barrera de seguridad</i>	61
3.10.4.1	<i>Diseño y ubicación de la barrera de sensores</i>	61
3.10.5	<i>Diseño del tablero eléctrico</i>	62
3.11	Mantenimiento correctivo de la prensa electrohidráulica	68
3.11.1	<i>Partes constitutivas de la prensa electrohidráulica</i>	70
3.11.1.1	<i>Sistema mecánico</i>	70
3.11.1.2	<i>Sistema hidraulico</i>	70
3.11.1.3	<i>Sistema eléctrico</i>	70
3.11.2	<i>Diagrama del proceso de mantenimiento de la prensa electrohidráulica</i>	72
3.11.3	<i>Reparación de las partes de la prensa hidráulica</i>	73
3.11.3.1	<i>Reparación del cilindro hidraulico</i>	73
3.11.3.2	<i>Reparación del tanque de aceite</i>	75
3.11.4	<i>Ubicación de bases para válvulas, sensores y gabinete de control</i>	75
3.11.5	<i>Aplicación de recubrimiento</i>	76
3.11.6	<i>Montaje y presentación de la prensa electrohidráulica</i>	77
3.11.6.1	<i>Implementación del circuito hidraulico</i>	77
3.11.6.2	<i>Montaje de los sensores de posición y barrera de seguridad</i>	78
3.11.6.3	<i>Montaje de los sensores para la detección del metal</i>	78
3.11.6.4	<i>Instalación del gabinete de control</i>	80
3.12	Herramientas de software	82
3.12.1	<i>ISPSoft</i>	82
3.12.2	<i>DOPSoft</i>	82
3.13	Programación del PLC	82
3.13.1	<i>Programación de selección del tipo de trabajo</i>	83
3.13.2	<i>Programación para pensar el sello de la empresa</i>	84
3.13.3	<i>Programación para el embutido de las cocinas domesticas de dos quemadores</i>	86
3.13.4	<i>Programación para doblar las varillas</i>	88
3.14.1	<i>Panel de seguridad</i>	90
3.14.2	<i>Panel de ubicación manual de la matriz</i>	90
3.14.3	<i>Menú principal</i>	91

3.14.4	<i>Menú principal para prensar del sello de la empresa</i>	92
3.14.4.1	<i>Panel de trabajo para prensar el sello de la empresa</i>	92
3.14.4.2	<i>Panel de calibración</i>	93
3.14.5	<i>Menú principal para el embutido de las cocinas domesticas</i>	94
3.14.5.1	<i>Panel de trabajo para embutir las cocinas domesticas de dos quemadore</i>	95
3.14.5.2	<i>Panel de calibración</i>	96
3.14.6	<i>Menú principal para doblar varillas</i>	97
3.14.6.1	<i>Panel de trabajo para doblar las varillas</i>	97
3.14.6.2	<i>Panel de calibración</i>	98
3.15	Mantenimiento preventivo de la prensa electrohidráulica	99
3.15.1	<i>Registro de actividades de la prensa electrohidráulica automática</i>	99
3.15.2	<i>Historial de averías</i>	99
3.15.3	<i>Orden de trabajo</i>	99
3.15.4	<i>Lista de chequeo de la prensa electrohidráulica</i>	99
3.15.5	<i>Ficha técnica de la prensa electrohidráulica automática</i>	100
CAPÍTULO IV		
4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	101
4.1	Evaluación del OEE para la prensa electrohidráulica manual	101
4.1.1	<i>Análisis del OEE prensa electrohidráulica manual</i>	102
4.1.2	<i>Análisis estadístico de prensa electrohidráulica manual</i>	103
4.1.2.1	<i>Estadística descriptiva de los datos</i>	105
4.1.2.2	<i>Datos de Producción</i>	105
4.1.2.3	<i>Datos de Tiempo de Producción</i>	105
4.1.2.4	<i>Normalidad de los datos</i>	106
4.1.2.5	<i>Correlación entre la producción y el tiempo</i>	107
4.2	Recopilación de datos prensa electrohidráulica automática	108
4.2.1	<i>Análisis del OEE prensa electrohidráulica automática</i>	111
4.2.2	<i>Análisis estadístico la prensa electrohidráulica automática</i>	113
4.2.2.1	<i>Estadística descriptiva de los datos</i>	114
4.2.2.2	<i>Datos de Producción</i>	114
4.2.2.3	<i>Datos de Tiempo de Producción</i>	115
4.2.2.4	<i>Normalidad de los datos</i>	116
4.2.2.5	<i>Correlación entre la producción y el tiempo de producción</i>	117
4.3	Análisis del OEE prensa automática versus la prensa manual	118
4.4.	Sistema de prensado	118
4.4.1	<i>Validación del sistema de prensado</i>	120
4.5.	Evaluación económica	122

4.5.1.	<i>Elementos hidráulicos</i>	122
4.5.2.	<i>Elementos eléctricos</i>	123
4.5.3.	<i>Elementos mecánicos</i>	123
4.5.4.	<i>Otros materiales</i>	124
	CONCLUSIONES	127
	RECOMENDACIONES	129
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Líquidos hidráulicos en base a aceites minerales	14
Tabla 1-3: Stock mínimo de producción.....	30
Tabla 2-3: Ficha Técnica del estado inicial de la prensa electrohidráulica.....	31
Tabla 3-3: Ficha de evaluación técnica del estado inicial de la prensa electrohidráulica.	32
Tabla 4-3: Criticidad sobre la producción.....	33
Tabla 5-3: Clasificación de criticidad de los procesos de producción.	34
Tabla 6-3: Criticidad de la avería.....	34
Tabla 7-3: Criticidad de la avería.....	34
Tabla 8-3: Evaluación final de criticidad.....	34
Tabla 9-3: Evaluación final de criticidad.....	35
Tabla 10-3: Disponibilidad de la prensa electrohidráulica manual.....	36
Tabla 11-3: Eficiencia de la prensa electrohidráulica manual	37
Tabla 12-3: Calidad de la prensa electrohidráulica manual	37
Tabla 13-3: Tiempo empleado en doblar las varillas de forma manual.....	39
Tabla 14-3: Elementos del circuito hidráulico que posee la maquina.....	43
Tabla 15-3: Cumplimiento del dimensionamiento del tanque hidraulico	46
Tabla 16-3: Características de la válvula de seguridad.....	47
Tabla 17-3: Características de la válvula de control	47
Tabla 18-3: Características de presostato K55.....	48
Tabla 19-3: Características del filtro de retorno	49
Tabla 20-3: Características del aceite AW ISO 68	50
Tabla 21-3: Características del sensor óptico.....	51
Tabla 22-3: Características del sensor inductivo	52
Tabla 23-3: Características del sensor inductivo PS12-4DP.....	52
Tabla 24-3: Finales de Carrera de palanca metálica ajustable	53
Tabla 25-3: Características de la baliza Camsco LTA 203 Series	54
Tabla 26-3: Entradas y salidas del PLC	54
Tabla 27-3: Características del PLC Delta DVP 32ES2-E RE	55
Tabla 28-3: Características de la pantalla HMI DOP-103WQ.....	56
Tabla 29-3: Características del contactor Camsco de 25[A].....	58
Tabla 30-3: Partes principales de la prensa electrohidráulica	69
Tabla 31-3: Elementos del circuito hidráulico que posee la máquina.....	71
Tabla 32-3: Inspección de mantenimiento de la prensa electrohidráulica automática.....	100
Tabla 1-4: Calculo general del OEE de la Prensa electrohidráulica manual	101
Tabla 2-4: Tiempos de prensado y embutido prensa electrohidráulica manual	103
Tabla 3-4: Medidas de Producción	105

Tabla 4-4: Medidas de Tiempo de Producción	105
Tabla 5-4: Normalidad de los datos de producción	106
Tabla 6-4: Recopilación de datos uno, Prensa electrohidráulica automática	109
Tabla 7-4: Recopilación de datos dos, Prensa electrohidráulica automática	110
Tabla 8-4: Factores de la prensa electrohidráulica automática	111
Tabla 9-4: Factores de la prensa electrohidráulica automática	112
Tabla 10-4: Medidas de Producción	114
Tabla 11-4: Medidas de Tiempo de Producción	115
Tabla 12-4: Normalidad de los datos de producción	116
Tabla 13-4: Wilcoxon prensa electrohidráulica tiempos de producción.....	119
Tabla 14-4: Test de Wilcoxon producción versus el Tiempo de producción.....	120
Tabla 15-4: Comparación de tiempos de prensado entre la prensa manual vs automática	121
Tabla 16-4: Comparación de tiempos de prensado entre la prensa manual vs automática	122
Tabla 17-4: Gastos de los Componentes hidráulicos	122
Tabla 18-4: Gastos de los Componentes eléctricos.....	123
Tabla 19-4: Gastos de los componentes mecánicos.....	123
Tabla 20-4: Gastos en otros materiales	124
Tabla 21-4: Gastos totales.....	124
Tabla 22-4: Precios de venta de cada tipo de producto.....	124
Tabla 23-4: Utilidades a producir para recuperar la inversión.....	125
Tabla 24-4: Comparación de la máquina propia con máquinas comerciales	126

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1-2:	(a) Cocina doméstica, (b) cocina industrial	8
Figura 2-2:	Cocina doméstica e industrial en acero inoxidable.....	8
Figura 3-2:	Cocina doméstica e industrial en galvanizado pintado.	9
Figura 5-2:	Prensa tipo pilar	10
Figura 6-2:	Prensa tipo pilar	11
Figura 7-2:	Prensa tipo H.....	11
Figura 8-2:	Clasificación de las prensas hidráulicas.....	12
Figura 9-2:	Partes de una prensa hidráulica.....	12
Figura 10-2:	Flujo laminar.....	13
Figura 11-2:	Flujo turbulento.....	13
Figura 12-2:	Componentes básicos del sistema hidráulico.....	15
Figura 13-2:	Válvula de control.....	16
Figura 14-2:	Válvula de seguridad.....	16
Figura 15-2:	Presostato	17
Figura 16-2:	Bomba hidráulica de engranajes	18
Figura 17-2:	Bomba de pistones con placa inclinada	18
Figura 18-2:	Bomba de paletas	19
Figura 19-2:	Cilindros hidráulicos (a) simple efecto y (b) doble efecto	19
Figura 20-2:	Tipos de filtros hidráulicos	20
Figura 21-2:	Tanque hidráulico	21
Figura 22-2:	(a) Sistema de control de lazo abierto y (b) Sistema de control de lazo cerrado ...	23
Figura 23-2:	Autómatas programables PLC	24
Figura 24-2:	Sensor inductivo.....	25
Figura 25-2:	Sensor ópticos	25
Figura 26-2:	Tipos de finales de carrera	26
Figura 27-2:	Motor de corriente alterna AC	26
Figura 28-2:	HMI.....	28
Figura 1-3:	Tipos de trabajos realizados en la prensa Electrohidráulica	29
Figura 2-3:	Dobladora de varillas manual de palanca	39
Figura 3-3:	Equipos para la automatización de la prensa hidráulica	41
Figura 4-3:	Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema.....	42
Figura 5-3:	Circuito hidráulico a implementar	45
Figura 6-3:	Válvula de seguridad ZDV6VP2-43/315V	47
Figura 7-3:	Válvula centro tándem 4WE 6G62/WE230N9K4	48
Figura 8-3:	Presostato FOX K55	49
Figura 9-3:	Filtro de retorno S/E 20-10B.....	50

Figura 10-3: Sensor óptico E3F-20C1	51
Figura 11-3: Sensor inductivo enrasado PET-18-5.....	52
Figura 12-3: Sensor inductivo PS12-4DP.....	52
Figura 13-3: Finales de carrera de palanca ajustable	53
Figura 14-3: Baliza Camsco LTA 203 Series	54
Figura 15-3: PLC Delta DVP 32ES2-E RE	56
Figura 16-3: PLC Delta DVP 32ES2-E RE	57
Figura 17-3: Contactor Camsco de 25[A].....	58
Figura 18-3: Diseño completo de la prensa electrohidráulica automática	59
Figura 19-3: Diseño del sistema de detección de posición de las matrices de trabajo.....	60
Figura 20-3: Diseño del sistema de detección de metal para a) la matriz de embutido de cocinas de dos quemadores, b) la matriz del prensado del sello y c) la matriz de doblado de varillas.....	61
Figura 21-3: Diseño y ubicación de la caja para la barrera de sensores	62
Figura 22-3: Diagrama del circuito de fuerza	63
Figura 23-3: Conexión de entradas digitales al PLC	63
Figura 24-3: Conexión de salidas digitales al PLC.....	64
Figura 25-3: Conexión de borneras de entrada y salida del tablero hacia el campo	64
Figura 26-3: Ubicación de los sensores ópticos emisor y receptor.....	65
Figura 27-3: Diagrama de conexiones de los sensores ópticos emisor y receptor.....	65
Figura 28-3: Diagrama de conexiones de los sensores ópticos de posición	66
Figura 29-3: Arranque directo del motor trifásico	67
Figura 30-3: Vista frontal del gabinete de control	67
Figura 31-3: Diseño 3D del tablero eléctrico.....	68
Figura 32-3: Estructura mecánica de la prensa electrohidráulica	68
Figura 33-3: Unidad de poder hidraulico.....	68
Figura 34-3: Gabinete de control arranque directo del motor.....	69
Figura 35-3: Indicadores del gabinete de control	69
Figura 36-3: Diagrama para el mantenimiento de la prensa electrohidráulica	72
Figura 37-3: Medidas del cilindro hidraulico	73
Figura 38-3: Identificación de la fuga de aceite del cilindro hidraulico	74
Figura 39-3: Desmontaje y cambio del kit de retenes del anillo guardapolvo.....	74
Figura 40-3: Montaje y funcionamiento del cilindro hidráulico.....	74
Figura 41-3: Daños en el tanque de aceite	75
Figura 42-3: Limpieza, reparación y comprobación de fugas del tanque de aceite	75
Figura 43-3: Cajas y bases para los sensores, válvulas y barrera de seguridad	76
Figura 44-3: Ubicación de bases para los sensores, válvulas y barrera de seguridad	76
Figura 45-3: Aplicación de recubrimiento de pintura amarilla.....	77
Figura 46-3: Presentación de la prensa electrohidráulica	77
Figura 47-3: Montaje del circuito hidráulico	78

Figura 48-3: Montaje de los sensores de posición y barrera de seguridad	78
Figura 49-3: Sensores inductivos en la matriz para el embutido de las cocinas	79
Figura 50-3: Instalación de pieza regulable para detectar las láminas de metal en frentes y espaldas.....	79
Figura 51-3: Sensor para la detección de las Varillas al interior de la matriz	80
Figura 52-3: Vista frontal del gabinete de control	80
Figura 53-3: Vista interna del gabinete de control.....	81
Figura 54-3: botoneras del gabinete de control.....	82
Figura 55-3: GRAFCET para la selección del modo de trabajo.....	84
Figura 56-3: GRAFCET asociado al programa para el prensado del sell.....	86
Figura 57-3: GRAFCET del programa para el embutido de cocinas de dos quemadores	88
Figura 58-3: GRAFCET asociado al programa para doblar las varillas	89
Figura 59-3: Panel de seguridad	90
Figura 60-3: Panel de ubicación manual de matriz.....	91
Figura 61-3: Panel de la barrera de seguridad	91
Figura 62-3: Venta del menú principal	92
Figura 63-3: Venta del menú principal para prensa el sello de la empresa	92
Figura 64-3: Panel de activación del tipo de trabajo.....	93
Figura 65-3: Panel de visualización de activación y desactivación de sensores.....	93
Figura 66-3: Panel de calibración de los tiempos de trabajo	94
Figura 67-3: Panel para la desactivación de los sensores de barrera	94
Figura 68-3: Menú principal para el embutido de cocinas domésticas.....	95
Figura 69-3: Panel de activación del tipo del trabajo	95
Figura 70-3: Panel de visualización de activación de sensores	96
Figura 71-3: Panel de visualización de activación de sensores	96
Figura 72-3: Menú principal para doblar las varillas.....	97
Figura 73-3: Menú para activar el tipo y modo de trabajo	97
Figura 74-3: Menú principal para doblar las varillas.....	98
Figura 75-3: Menú de calibración de tiempos para doblar las varillas	98
Figura 1-4: OEE prensa electrohidráulica manual.....	102
Figura 2-4: Histograma de Producción.....	104
Figura 3-4: Histograma del tiempo de Producción.....	104
Figura 4-4: Boxplot de los valores en el conjunto Producción.....	105
Figura 5-4: Boxplot de los valores en el conjunto Tiempo de Producción.....	106
Figura 6-4: Normalidad de los datos de Producción.....	107
Figura 7-4: Normalidad de los datos de Tiempo de Producción	107
Figura 8-4: Correlación de los datos de Tiempo y Producción	108
Figura 9-4: OEE prensa electrohidráulica automática	112
Figura 10-4: Histograma de Producción.....	114
Figura 11-4: Histograma de los tiempos de Producción.....	114

Figura 12-4: Boxplot de los valores en el conjunto Producción.....	115
Figura 13-4: Boxplot de los valores en el conjunto Tiempo de Producción.....	116
Figura 14-4: Normalidad de los datos de Producción.....	117
Figura 15-4: Normalidad de los datos de Tiempo de Producción	117
Figura 16-4: Correlación de los datos de Tiempo y Producción	117
Figura 17-4: OEE total prensa electrohidráulica manual y automática	118
Figura 18-4: Campana de Gauss del Tiempo de Producción.....	119
Figura 19-4: Optimización del Tiempo de Producción.....	120

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A	DATOS TÉCNICOS DE LA PRENSA ELECTROHIDRÁULICA
ANEXO B	EVALUACIÓN GENERAL DE LA PRENSA ELECTROHIDRÁULICA
ANEXO C	DIAGRAMA DE ISHIKAWA
ANEXO D	DIAGRAMA DE PARETO
ANEXO E	REGISTRO DE ACTIVIDADES
ANEXO F	HISTORIAL DE AVERÍAS
ANEXO G	ORDEN DE TRABAJO
ANEXO H	LISTA DE CHEQUEO DE LA PRENSA ELECTROHIDRÁULICA
ANEXO I	FICHA TECNICA DE LA PRENSA AUTOMÁTICA
ANEXO J	DATOS DE PRODUCCIÓN DE LA PRENSA MANUAL
ANEXO K	CÁLCULO DEL OEE PRENSA ELECTROHIDRÁULICA AUTOMÁTICA
ANEXO L	MANUAL DE OPERACIÓN Y SEGURIDAD
ANEXO M	PROGRAMACIÓN DEL PLC DELTA
ANEXO N	INSTALACION MATRIZ PARA EL EMBUTIDO DE COCINAS
ANEXO O	INSTALACION MATRIZ PARA PRENSAR EL SELLO
ANEXO P	INSTALACION MATRIZ PARA EL DOBLADO DE VARILLAS

RESUMEN

La empresa artesanal industrias Géminis se dedica a la producción de cocinas domésticas e industriales, debido a esto se determinó la necesidad de optimizar sus procesos de producción mediante la reducción de tiempo e incremento de sus productos para satisfacer la demanda de sus clientes y a su vez, generar productos de calidad. En la actualidad la empresa cuenta con una prensa electrohidráulica manual, donde existen problemáticas, como el prensado no uniforme por variación en los tiempos de presión y fuerza ejercida sobre las láminas de metal. Para mejorar la eficiencia, rendimiento y tiempos de producción se propuso la automatización de la prensa electrohidráulica. la cual, realiza los procesos de embutido, prensado y doblado de piezas metálicas, el sistema consta de un controlador lógico programable y una interfaz humano-máquina que permite definir y configurar el modo de trabajo, permitiendo la activación de los actuadores como la válvula de control, el cilindro hidráulico y motor eléctrico, a partir de la información recibida por los sensores de posición y barrera de seguridad. El método de automatización propuesto permitió la reducción de los tiempos de producción en un 49% respecto del proceso manual. Además, se realizó una evaluación utilizando la métrica llamada eficiencia operativa de los equipos (OEE), donde los resultados obtenidos muestran un aumento del 60% en la eficiencia de la máquina. Por lo tanto, el sistema cumple con las características esperadas para la producción de cocinas domésticas e industriales. Finalmente, se ha establecido que, para mantener un correcto funcionamiento de la maquinaria y el sistema, se debe realizar un mantenimiento preventivo cada 6 meses, lo cual, brinda seguridad al personal operario y preserva el tiempo de vida de los equipos.

Palabras clave: < MUTING >, < AUTOMATIZACIÓN >, < HIDRÁULICA >, < BARRERA DE SEGURIDAD >, < EMBUTIDO DE METAL >, < Prensado de metal >, < DOBLADO DE VARILLAS >, < PRENSA HIDRÁULICA >



Arévalo

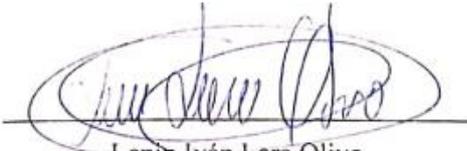
494-DBRA-UPT-2023

10/03/2023

SUMMARY

The Industrias Géminis artisan company is dedicated to producing domestic and commercial kitchen stoves; due to this, the need to optimize its production processes was determined by reducing time and increasing the products to satisfy the customers' demand for producing quality products. Currently, the company has a manual electrohydraulic press with problems, such as non-uniform pressing due to variations in pressure times and force exerted on the metal sheets. Automating the electrohydraulic press was proposed to improve efficiency, performance, and production times. Which performs the processes of drawing, pressing, and bending metal parts; the system consists of a programmable logic controller and a human-machine interface that allows defining and configuring the way of working, allowing the activation of actuators such as the valve control, the hydraulic cylinder, and electric motor, based on the information received by the position sensors and safety barrier. The proposed automation method reduced production times by 49% compared to the manual process. In addition, an evaluation was carried out using the metric called Overall Equipment Effectiveness (OEE), where the results showed a 60% increase in the machine's efficiency. Therefore, the system meets the expected characteristics for producing domestic and commercial kitchen stoves. Finally, it has been established that preventive maintenance must be carried out every six months to maintain the proper operation of the machinery and the system, which provides safety to the operating personnel and preserves the equipment's lifetime.

Keywords: <MUTING>, <AUTOMATION>, <HYDRAULIC>, <SAFETY BARRIER>, <METAL DRAWING>, <METAL PRESSING>, <BAR BENDING>, <HYDRAULIC PRESS>



Lenin Iván Lara Olivo
0602546103

INTRODUCCIÓN

El uso de las prensas hidráulicas ha ido creciendo desde los años 30 es un mecanismo conformado por vasos comunicantes y pistones de diferente área donde al aplicar una pequeña fuerza permite obtener una fuerza mayor. Siendo las preferidas en la industria manufacturera. Gracias a la automatización, al mejoramiento de la tecnología de los dispositivos hidráulicos y la integración de controladores electrónicos e interfaces que trabajan con la computadora, han mejorado su flexibilidad, velocidad y confiabilidad.

La empresa industrias Géminis es una empresa que se dedica a la fabricación de cocinas domésticas e industriales, entre otros productos, en su proceso de fabricación de cocinas domesticas de dos quemadores es demasiado ambiguo y lento, generando desperdicios e incrementando el tiempo de producción, además de contar con un proceso para el prensado del sello de la empresa y dar así el terminado final de las cocinas industriales, en ambos procesos actualmente se lo realiza de forma manual generando incomodidad, cansancio, exposición a peligros al operario e inexactitud en el proceso de prensado y embutido. Es por ello por lo que se plantea la automatización de una prensa electrohidráulica manual de la empresa industrias Géminis con la finalidad de mejorar los tiempos, y fuerza ejercida sobre cada una de las láminas de metal además de brindar seguridad al operario y optimizar los tiempos de producción.

El presente proyecto se detalla la automatización de una prensa electrohidráulica para mejorar el embutido de las cocinas de dos quemadores y el prensado del sello de la empresa Industrias Géminis, además de brindar seguridad al operario al momento de operar con este tipo de maquinaria, todo esto se encuentra vasado en criterios ingenieriles de automatización, mecánica, mantenimiento preventivo y correctivo. El trabajo se divide en cuatro capítulos, en el capítulo I se detalla el diagnóstico del problema, además de los antecedentes acompañados de una justificación y los objetivos a cumplirse, seguido en el capítulo II se encuentra el marco teórico en el cual se realiza una revisión bibliográfica de todos los elementos utilizados en el presente proyecto de automatización tomada de diversas fuentes de eléctrica, electrónica, mecánica e hidráulica, en el capítulo III se abarca los requerimientos a considerar para el desarrollo de la automatización de la máquina, además se detalla el diseño del sistema electrónico como del sistema hidráulico, seguido del detalle de los componentes que se utilizaran para la respectiva implementación, finalmente en el capítulo IV se presentan los resultados de la automatización de la prensa electrohidráulica, para su validación se realiza la evolución mediante los parámetros del OEE (eficiencia operativa de la máquina) evaluando la disponibilidad, la eficiencia y calidad.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Justificación teórica

La mala calidad del prensado en la Empresa Artesanal Industrias Géminis se debe a que el proceso se lo realiza con maquinaria artesanal manual, otro factor es la disminución del rendimiento del operario debido al cansancio que le genera ejecutar la operación, debido a la escasez de maquinaria para agilizar el proceso y por el reducido presupuesto de la empresa para adquirir los equipos necesarios. En relación con el proceso de prensado, es demasiado ambiguo y provoca que haya lentitud en la operación lo que conlleva a que exista retraso en la producción de cocinas domésticas de dos quemadores, lo que a su vez desencadena en una elevada cantidad de desperdicios para la empresa.

La carencia de personal calificado, que es notorio al constatar que el prensado en las cocinas de dos quemadores no es uniforme, debido al tiempo de presión y la fuerza durante el prensado sobre la lámina de acero o galvanizado todos estos factores finalmente conducen a una mala calidad del producto terminado.

La necesidad de realizar este proyecto radica en el interés de aportar al desarrollo de la empresa mediante el mejoramiento de los equipos que allí existen, optimizando recursos reduciendo costos de producción, minimizando el nivel de desperdicios, aumentando la calidad y disminuyendo los tiempos de fabricación del producto.

A través de la investigación desarrollada se ha determinado que la automatización de la prensa es factible, ya que se cuenta con los dispositivos electrohidráulicos necesarios para este propósito, con los recursos bibliográficos elementales y económicos, además de los conocimientos fundamentales para su estudio, análisis y aplicación.

1.2. Antecedentes

La empresa artesanal Industrias Géminis se encuentra legalmente constituida en el año 2000, es una empresa que cuenta con más de 20 años de experiencia dedicada a la fabricación de cocinas industriales y domésticas, además de hornos, freidoras y otros productos en acero inoxidable y galvanizado. Especializados en la personalización, diseño, fabricación y comercialización de cocinas y equipos profesionales para la industria alimenticia.

Además, se debe mencionar que lo relacionado con la fabricación de cocinas domésticas de dos quemadores se fabrican en acero inoxidable y galvanizado, mismos que poseen un espesor de 0.45 [mm], de la misma forma, en relación a su proceso de prensado del sello de la empresa este

se lo realiza en acero inoxidable de 0.45 [mm] y 0.6[mm] de espesor, por otra parte en relación a su proceso de embutido y prensado del sello este se lo realiza con maquinaria artesanal manual a través de una prensa electrohidráulica controlada por medio de una válvula de control direccional accionada por palanca, cabe mencionar que la prensa carecía de una válvula de seguridad, en ese sentido como consecuencia se pueden dañar la bomba hidráulica, que es una de las partes vitales para el funcionamiento de la prensa hidráulica manual.

Los operarios al no poseer un control sobre el tiempo y fuerza ejercida sobre cada una de las láminas de metal como consecuencia se tiene un prensado no uniforme, retraso en la producción de cocinas domésticas y desperdicios de materia prima, debido a todos estos aspectos ocasionan que el producto final encarezca dificultando la competitividad con otras empresas.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo implementar de un sistema automatizado de una prensa electrohidráulica de embutido para la producción y acabado de cocinas domesticas de dos quemadores?

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación aplicativa

La empresa artesanal Industrias Géminis se dedica a la fabricación de cocinas industriales y domésticas, se encuentra en etapa de crecimiento, debido a esto se ven en la necesidad de mejorar su maquinaria, industrializando sus procesos para satisfacer la demanda de sus clientes y brindar un producto de calidad y de esta manera ser más competitivos en el mercado.

En la actualidad esta empresa, aún no cuenta con prensas hidráulicas automáticas, por lo que el proceso funciona manualmente con un operario, el mismo que cumple con dos funciones. Lo que dificulta tiempos de entrega, disminuye la calidad del producto, además de poner en peligro las extremidades superiores como son brazos, antebrazos y manos del operador.

Para mejorar la productividad se pretende automatizar la prensa hidráulica que consta de dos procesos cíclicos como son la apertura y cierre de la matriz, además de contar con espacios de tiempo configurables para las tres diferentes matrices de trabajo como son: el embutido, prensado y doblado. Con esta opción se permitirá al operador dar una asistencia rápida a la máquina, modificando los tiempos de prensado, tiempo de vástago extendido, tiempo de vástago retraído y el tiempo para quitar el material de la matriz. Para proteger la integridad del operario se utilizará una barrera de sensores, que realizará una operación de Muting llevando la máquina al estado seguro, evitando así atrapamiento y aplastamiento de las extremidades superiores del operario. Finalmente, la máquina puede funcionar en modo manual y automático.

Para su implementación primero se realizará una evaluación del estado técnico del sistema hidráulico y sistema eléctrico. Para la parte de control se cambiara en su totalidad su lógica cableada por lógica programada, misma que controlará el sistema electrohidráulico mediante un controlador lógico programable (PLC), y un HMI, que será la interfaz de configuración para el operario, seguido, para el accionamiento del cilindro hidráulico se utilizara una electroválvula de control, para que el fluido regrese al tanque si la misma se encuentra sin accionar, permitiendo que el motor conectado a la bomba arranque en vacío. Además, contará con una válvula de seguridad que permitirá regular la presión del sistema hidraulico, evitando así daños en los actuadores y dispositivos hidráulicos. Se utilizará un manómetro para medir la presión del sistema a la cual se prensa, embute o se dobla las piezas metálicas, para controlar la posición del vástago se utilizarán finales de carrera y sensores de posición que permitirán conocer si el vástago del cilindro está extendido o retraído, finalmente se creara una barrera de sensores emisor receptor para proteger la integridad física de las extremidades del operario.

Todo el sistema de control se encontrará armado en un gabinete, en la parte superior se encontrará el HMI y en la parte inferior se ubicará el paro de emergencia tipo zeta, seguido de un selector de dos posiciones para energizar todo el sistema de control, a continuación, se encontrará el pulsador de inicio, paro, reset, y en el piso el pedal industrial, que permitirán el control de la prensa electrohidráulica automática en sus dos modos de trabajo.

1.5. Objetivos

1.5.1. *Objetivo general*

Implementar un sistema automatizado de una prensa electrohidráulica de embutido para la producción y acabado de cocinas domesticas de dos quemadores

1.5.2. *Objetivo especifico*

- Revisión bibliográfica y tecnológica de los dispositivos electrohidráulicos, dispositivos de control, sensores ópticos y mecanismos existentes para realizar la automatización de la prensa.
- Evaluación del estado técnico y funcional de los diversos componentes que componen la prensa hidráulica, para determinar su estado y grado de reparación.
- Diseñar el sistema electrohidráulico y de control para automatizar una prensa hidráulica.
- Implementación y validación del funcionamiento aplicando el indicador de eficiencia general de la maquinaria industrial OEE para evaluar los resultados de la automatización.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

En el Ecuador la industria metalmeccánica ha desarrollado su actividad de forma fuerte en la pequeña y mediana empresa, actividad que está en constante crecimiento debido a la gran demanda de producto metálico en acero, aluminio y galvanizado, esto hace que la industria metalmeccánica sea uno de los sectores con mayor dinamismo económico, generando plazas de empleo y aportando a la matriz productiva del país (Zúñiga, 2015, pp. 10-11). La capacidad de producción de ciertos productos dentro de una empresa se ve limitada debido a su fabricación forma manual, esto conduce a pérdidas significativas de tiempo de producción, desperdicio de materias primas, exposición del operario a riesgos físicos, entre otros. Con base en todas estas observaciones, las empresas se ven en la necesidad de automatizar sus líneas de producción para diversificar y mejorar la calidad del producto además de reducir el tiempo de producción (Córdoba Nieto et al., 2013, p. 9).

A partir de lo mencionado en los párrafos anteriores las prensas electrohidráulicas automáticas para el embutido de cocinas domésticas, son bastante útiles nos permiten mejorar la calidad del producto, brindar seguridad al operario, optimizar el tiempo, materia prima, y reducir los precios de producción permitiendo al producto ser más competitivo en el mercado.

Como ejemplo se puede tomar el trabajo desarrollado Alvitres Vigo & Ramos Chacon (2022, pp. 10-12), se desarrolló el diseño y simulación de una prensa semiautomática para el montaje y desmontaje de rodamientos, este diseño se realizó para la empresa ASIS S.A.C., debido a la dificultad del mantenimiento vehicular con respecto a los rodamientos, para su diseño y obtención de los requerimientos, se realizó una entrevista a cada uno de los operarios que manejan la prensa, a través de esto se logró obtener los requerimientos mecánicos, hidráulicos y de control para la prensa hidráulica semiautomática, como resultado y principal ventaja de este diseño es su factor económico, pues la misma posee un costo bajo para su implementación, con respecto a las prensas importadas de otros países.

Por otro lado, Quevedo Morocho (2015, pp. 1-3), propone una máquina hidráulica para el planchado de sombreros de paja toquilla, con el objetivo de mejorar los tiempos de producción, reducir el esfuerzo por parte del operario, obtener una mejor suavidad y uniformidad del mismo. Brindando así un aporte tecnológico a los artesanos y productores de paja toquilla, el diseño de este mecanismo consta de tres partes fundamentales: parte mecánica, parte hidráulica y parte electrónica, para el diseño de cada una de sus partes se realizó los cálculos y dimensionamiento respectivo acompañado de una simulación para la parte mecánica se utilizó Solidworks 2013, para

la parte hidráulica se utilizó FluidSim Hidráulica , Twido Suite y Vijeo Designer para realizar la programación del PLC y el HMI respectivamente, como resultado se llegó a obtener una reducción considerable en los tiempos de producción de los sombreros de paja toquilla, estos al ser elaborados de forma artesanal se demoraba 30 a 40 minutos en su etapa de planchado, esto dependía también del grado de suavidad que se quería llegar obtener, ahora gracias la máquina hidráulica de planchado, se demora 90 segundos, obtenido además una uniformidad en su proceso de planchado.

La prensa hidráulica automática tipo H de 100 toneladas diseñada para la empresa Sistemas Innovadores y Modelados Arquitectónicos, SIMA S.A.S, ubicada en Duitama-Boyacá. Para la fabricación de losetas en adoquín, se realizó un estudio en donde se determinó todos los elementos estructurales del mecanismo, así como la selección de los componentes electrohidráulicos, los cuales se encuentran controlados por un PLC y varios sensores permitiendo elevar la seguridad del operario y garantizar el funcionamiento de la prensa. La misma presenta varios beneficios para la empresa no solamente desde el punto de vista económico, sino también mediante la optimización del tiempo de trabajo en un 57%, así como también manteniendo la seguridad del trabajador, gracias a la implementación de sensores, los procesos son más eficaces debido a que cada uno de los componentes desarrollan una función determinada gracias a la interfaz del PLC, permitiendo la comunicación hombre-máquina sea más sencilla (Niño & Sandoval, 2016, pp. 3-5).

La automatización de las prensas hidráulicas depende del tipo de trabajo a realizar, y las condiciones industriales en las cuales se encuentran, a partir de estas características se determina el controlador y los dispositivos eléctricos, electrónicos e hidráulicos como son, electroválvulas, sensores de temperatura, sensores de posición, entre otros. Para el diseño del mecanismo se realiza un análisis mecánico, hidráulico y eléctrico utilizando diversos softwares que permiten el diseño y la obtención de los requerimientos necesarios para su implementación.

2.2 Industrias Géminis

2.2.1 Datos Generales

Industrias Géminis es una empresa, actualmente su propietario el señor Ángel De La Cruz, quien posee el título otorgado por la junta nacional de defensa del artesano (JNDA) como maestro de taller en mecánica en general. Esta empresa se encuentra dedicada a la fabricación de cocinas domésticas e industriales además de hornos, freidoras, servicios de mecánica industrial; a pesar de ser una empresa multifuncional, basan su economía principalmente en producción de cocinas domésticas e industriales.

La empresa Industrias Géminis es el principal beneficiario, debido a que al automatizar una de sus máquinas se obtendrá un incremento en la producción, reducción del desperdicio de materia

prima, mejor calidad en el producto, y sobre todo brindar seguridad al operario además de diversificar su producción.

2.2.2 *Distribución y producción de cocinas domesticas*

La empresa se maneja principalmente mediante 4 áreas como son el área administrativa, producción, control de calidad, y bodega. Siendo de estas el área de producción la más importante, son los encargados de mantener en stock las cocinas domésticas, y cocinas industriales con el sello de la empresa, en bodega, dicha producción se lo realiza conforme a la demanda del producto. En promedio la producción de cocinas domésticas de 2 quemadores es de 60 y 100 cocinas industriales, por cada mes

Para mantener el stock en bodega la empresa cuenta con cuatro operarios, donde un operario es el encargado de la producción de cocinas domésticas y los otros 3 son los encargados de la producción de cocinas industriales de diferentes tipos y modelos. Cuando existe una sobre demanda de producción se requiere que exista más agilidad en el proceso de embutido y prensado del sello de la empresa, es ahí en donde debido a la aceleración del operario, se producen fallas en el proceso de prensado, desperdicio de materia prima, y retrasos en el proceso de producción, debido al control nulo del tiempo y fuerza ejercida sobre cada una de las láminas de metal.

Al finalizar la producción de cocinas domésticas e industriales estas pasan el control de calidad, para comprobar el funcionamiento de estas y verificar fugas, llaves, quemadores, estado en el cual se encuentra pintura, dimensiones, tipo de material, entre otros.

2.3 *Cocinas domesticas e industriales*

Las cocinas domésticas e industriales están diseñadas para satisfacer las necesidades tanto en sus prestaciones como en el número de quemadores, una de sus características fundamentales por las cuales se diferencian la una de la otra, es por su forma de utilización, las cocinas industriales se encuentran enfocadas para ser utilizadas en restaurantes, debido a que cuentan con una llama piloto para su encendido, poseen quemadores más grandes, su fabricación es más reforzada y en acero debido al constante uso de las mismas, mientras que las cocinas domésticas se encuentran enfocadas para ser utilizadas en el hogar, pues sus quemadores son más pequeños y la fuerza de su llama es baja, aunque su fabricación se lo puede realizar en acero y galvanizado, estas pueden contar con una máximo de 4 quemadores, no pueden ser utilizadas en negocios grandes debido a la fuerza débil de su llama, en comparación con una cocina industrial (ALARSA HOTELERA S.L., 2019).



Figura 1-2: (a) Cocina doméstica, (b) cocina industrial

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022

2.3.1 Cocinas en acero inoxidable

Las cocinas domésticas e industriales difieren significativamente en su diseño, el acero inoxidable se usa con más frecuencia por su durabilidad, higiene y facilidad de limpieza. Gracias a estos factores es el material más utilizado en la fabricación de cocinas industriales, debidos a su uso intenso y diario, siendo estos los factores más fuertes y positivos a la hora de trabajar con este tipo de material una de sus desventajas son sus altos costos en el producto final.



Figura 2-2: Cocina doméstica e industrial en acero inoxidable.

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022

2.3.2 Cocinas en galvanizado

Las cocinas domésticas e industriales fabricadas en galvanizado, suelen ser pintadas, su precio es bastante bajo en comparación con las cocinas en acero inoxidable, poseen una buena durabilidad al estar sometidos a altas temperaturas. Para su fabricación se suelen utilizar láminas de metal galvanizado entre 0.45[mm] a 1[mm] de espesor, sin embargo, el proceso de fabricación siempre dependerá del fabricante. Una vez terminada su estructura es sometida a un proceso de limpieza

para posteriormente ser pintada ya sea con pintura al horno, revestimiento cerámico entre otros. Las cocinas Industriales en galvanizado son fabricadas con láminas de metal entre 0.4[mm] a 0.6[mm], esto va a depender del fabricante y de los requerimientos del cliente, su estructura metálica una vez terminada, es sometida a un proceso de pintura al horno o pintura a gasolina.



Figura 3-2: Cocina doméstica e industrial en galvanizado pintado.

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022

2.4 Proceso manual del embutido y prensado del sello

En la actualidad la empresa Industrias Géminis cuenta con maquinaria artesanal manual, dado los diferentes tipos de producción de cocinas domésticas e industriales. Para el proceso del embutido de las cocinas domésticas de dos quemadores la empresa cuenta con una prensa electrohidráulica manual, donde cuyo control está basado en una válvula centro tándem accionado por palanca y una bomba de paletas, para realizar el proceso de embutido la empresa utiliza una matriz de 40 [cm] x 80 [cm] donde uno de sus principales problemas son el tiempo y fuerza ejercida sobre las láminas de metal, por esta razón al existir una sobre demanda del producto el operario prensa el metal sin importar la uniformidad del mismo, presentándose varios problemas al momento de acoplar las dos tapas laterales, es ahí en donde el operario tiene que desarmar la cocina y regresar nuevamente al proceso de prensado, incrementado el tiempo de producción y generando desperdicios de materia prima para la empresa.

Además, cabe mencionar que, en el proceso de prensado del sello de la empresa en los frentes y espaldares de las cocinas industriales, no es uniforme, además su centrado no es exacto debido a la manipulación de la máquina para que la misma realice el prensado hay que extender el brazo a una distancia de 45 [cm] aproximadamente, lo cual causa incomodidad e inseguridad al operario además de inexactitud al momento de realizar el prensado.

2.5 Prensa electrohidráulica

Las prensas hidráulicas son mecanismos que están basados en el principio de pascal, formadas por pistones hidráulicos de diferente área que, mediante pequeñas fuerzas, permite obtener otras mayores, son muy utilizadas en la manufactura con finalidad de deformar permanentemente el

metal en frío o caliente. Están conformados por una bomba, mangueras de alta presión, válvulas de mando y una estructura mecánica. Las ventajas que ofrecen las prensas hidráulicas son un mantenimiento barato, permite realizar modificaciones incrementando la capacidad a bajos costos, seguridad de sobrecarga, mayor versatilidad y flexibilidad en el control, tipo de trabajo con la utilización de matrices o moldes, mejorar el tiempo de producción, manipular los tiempos de trabajo, entre otras, con la implementación de microcontroladores, al ser mecanismos utilizados en la industria es muy recomendable utilizar PLC para realizar estos tipos de trabajos, ya que los mismos ofrecen un grado de protección IP contra polvo y agua, permitiendo que trabajen en este tipo de ambiente (Maquituls, 2019).

2.5.1 Tipos de prensas hidráulica

2.5.1.1 Prensa tipo pilar

La prensa hidráulica tipo pilar es adecuada para los procesos de embutido y moldeo, poseen un sistema de control hidráulico con alta fiabilidad la cual consta de una válvula centro tándem y una válvula de seguridad, además posee un sistema eléctrico compuesto de un PLC con salidas a relé, gracias a este controlador permite obtener dos modos de trabajo, manual y automático, además de facilitar el mantenimiento mecánico y eléctrico de la prensa hidráulica (Maanshan Baide CNC Machinery Co., Ltd., 2019).



Figura 5-2: Prensa tipo pilar

Fuente: (Maanshan Baide CNC Machinery Co., Ltd., 2019)

2.5.1.2 Prensa de marco C

La prensa de marco tipo C, denominada así por su estructura, genera una presión aproximadamente de unas 300 a 1000 toneladas, su sistema hidráulico posee una válvula de alivio frente a sobrecargas de presión de bajo impacto, al igual que en su sistema eléctrico posee un

sistema de protección contra sobrecargas en el motor de la bomba, son muy utilizadas para enderezar y estampar (De Máquinas y herramientas, 2018).



Figura 6-2: Prensa tipo pilar

Fuente: (DURMA CNC, 2019)

2.5.1.3 Prensa de marco H

La prensa hidráulica tipo H poseen una capacidad aproximadamente de 2000 toneladas, son utilizados en la metalmecánica para realizar trabajos pesados, de doblado, perforación, acuñamiento, compactación, aunque algunas son accionadas por palanca para hacer fluir el aceite por todo el sistema hidráulico, actualmente existen prensas hidráulicas motorizadas estas son más eficientes, rápidas y con gran capacidad de presión y fuerza (De Máquinas y herramientas, 2018).



Figura 7-2: Prensa tipo H

Fuente: (De Máquinas y herramientas, 2018)

Las prensas hidráulicas por lo general son más lentas que las prensas mecánicas, sin embargo, pueden realizar trabajos más pesados, como trabajos de plegado, embutido y doblado, a continuación, se presenta la clasificación general de las prensas hidráulicas.

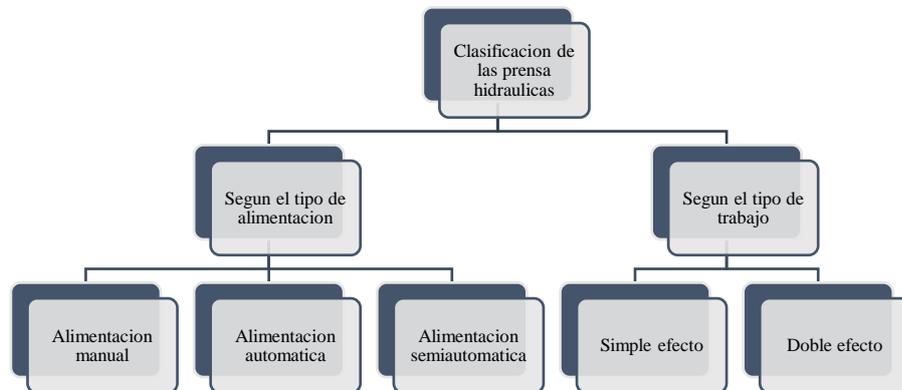


Figura 8-2: Clasificación de las prensas hidráulicas

Fuente: (De Máquinas y herramientas, 2018)

2.5.1.3 Partes de una prensa hidráulica

La prensa hidráulica generalmente está compuesta por los siguientes elementos:

- Bomba
- Depósito de aceite
- Cilindro hidráulico
- Válvula de accionamiento
- Válvula de seguridad

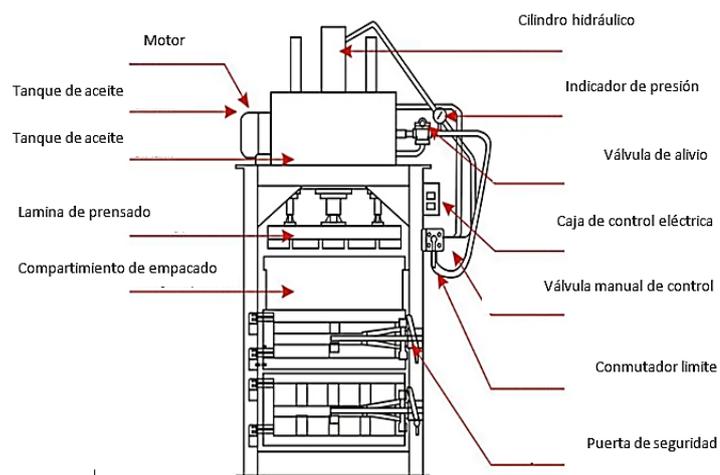


Figura 9-2: Partes de una prensa hidráulica

Fuente:(SOLPRESS, 2021)

2.6 Hidráulica

La hidráulica utiliza fluidos como medios de transmisión y regulación de fuerzas, además de lubricar, proteger elementos de la corrosión, poseer una viscosidad adecuada y ser poco inflamables. La clasificación de los flujos se puede realizar según la velocidad o procesos termodinámicos.

2.6.1 *Flujo Laminar*

Las partículas de un flujo laminar se mueven en la dirección del movimiento principal del fluido, este movimiento es suave, ordenado, en láminas paralelas sin mezclarse, existe un flujo laminar, sin embargo, por efectos de cálculo se considera como un flujo laminar si los Reynolds son menor a 2100.(Osma, 2019)



Figura 10-2: Flujo laminar

Fuente:(Osma, 2019)

2.6.2 *Flujo turbulento*

El flujo turbulento se da en forma caótica donde sus partículas se, mueven de forma desordenada donde sus trayectorias forman remolinos periódicos y se considera un flujo turbulento si el número de Reynolds es mayor a 2100.(Osma, 2019)

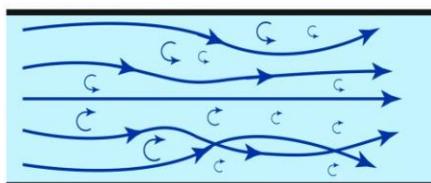


Figura 11-2: Flujo turbulento

Fuente:(Osma, 2019)

2.6.3 *Clasificación de los fluidos hidráulicos*

Los principales tipos de fluidos empleados en la industria poseen distintas sustancias y las más comunes son:

- Agua: Se ha utilizado desde el siglo XVII, se dejó de utilizar debido a su alta corrosividad, alto punto de congelación, bajo punto de ebullición, además de no poseer propiedades de anti desgaste.
- Aceite mineral: Son los aceites más utilizados en la industria en aplicaciones hidráulicas poseen una buena relación viscosidad/temperatura, poder refrigerante y una compresibilidad baja
- Emulsión de aceite en agua: es un fluido que posee un 40% de agua, con buenas propiedades de extinción de llamas, el rango de temperatura es limitado para su uso, además su película lubricante es muy delgada.
- Fluido agua-glicol: Este tipo de fluido es resistente a la flama y es adecuado para trabajar a bajas temperaturas, poseen una alta viscosidad, su emulsión es de entre 30 y 40% de agua y etileno propilen-glicol, además de poseer propiedades anticorrosivas.

Para simplificar la descripción de los fluidos se considera un fluido ideal cuando se consideran las siguientes cuatro características (Jiménez Carballo, 2017).

- Fluido no viscoso: la viscosidad es insignificante, es decir que no existe fricción entre las partículas del mismo fluido.
- Fluido incompresible: la densidad del fluido es constante.
- Flujo irrotacional: El elemento de un fluido no tiene velocidad angular neta, es decir el flujo no es turbulento.
- Flujo estacionario: la velocidad del fluido es constante en al pasar por un punto.

2.6.3.1 Tipos de aceites Hidráulicos

Los aceites hidráulicos se dividen en tres grandes grupos como son los aceites minerales utilizados en la industria debido a su alta relación viscosidad-temperatura y su baja compresibilidad, aceites vegetales (HETG), líquidos de poligicoles (HEPG) y aceites de estrés sintético (HEEG), a continuación, se presenta los aceites hidráulicos a base de aceite mineral (Epidor Seals and Rubber Technology, 2018).

Tabla 1-2: Líquidos hidráulicos en base a aceites minerales

Clasificación según DIN	Aceites hidráulicos, clasificación según ISO	Características y propiedades	Aplicaciones
H	HT	Aceite mineral sin aditivos	No son prácticamente utilizados
HL	HL	Aditivos que inhiben la corrosión y el envejecimiento	Para instalaciones de sollicitaciones ligeras

H-LP	HM	Como el H-L, más aditivos para disminuir el desgaste y aumentar la resistencia a la presión	Para instalaciones con presiones livianas
H-LPD	HM	Como el H-LP más aditivos detergentes y dispersantes	Para instalaciones que poseen altas presiones de trabajo
H-V	HV	Como el H-LP, pero con un mejor índice de viscosidad	Equipos que trabajan a temperaturas bajas, con altas fluctuaciones de temperatura.

Fuente:(Epidor Seals and Rubber Technology, 2018)

2.7 Sistemas de control hidráulica

La hidráulica utiliza diferentes fluidos para realizar diferentes funciones en máquinas como son prensas hidráulicas, movimiento en barcos, maquinaria agrícola, entre otros, esto debido a las grandes fuerzas que genera este sistema, esta tecnología posee tres propiedades muy importantes en comparación con los sistemas neumáticos, además esta tecnología posee tres características muy importantes como son, su viscosidad, son inapresables además de lubricar y disipar el calor (Villar, 2017).

2.7.1 Componentes básicos del sistema de control hidráulico

El sistema de control hidráulico cuenta con los siguientes elementos básicos para su funcionamiento, estos componentes electrohidráulicos van a variar dependiendo del tipo de aplicación, que la prensa electrohidráulica realice. En la figura 12-2 se puede observar el esquema de un circuito hidráulico.

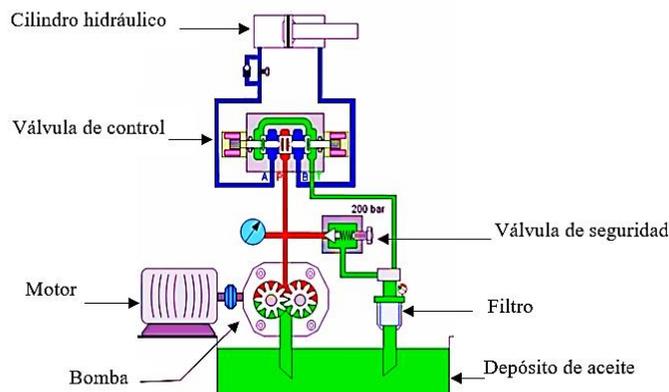


Figura 12-2: Componentes básicos del sistema hidráulico

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022

2.7.2 Válvulas de control

Mediante las válvulas hidráulicas se bloquea el paso del fluido para permitir el manejo de los elementos de trabajo, estos se representan mediante símbolos mostrando así la forma de

funcionamiento del elemento, como el número de posiciones de mando mediante cuadros, y mediante flechas las vías de trabajo que posee la válvula, el conducto de presión y las vías de escape.

2.7.2.1 Válvula distribuidora 4/3

La válvula distribuidora 4/3 posee 4 vías y 3 posiciones sirven para gobernar los cilindros hidráulicos de doble efecto y motores hidráulicos. Además, poseen una posición intermedia la cual sirve para diferentes funciones de mando, estas pueden ser accionadas de forma manual o mediante solenoides, permitiéndonos controlar la parada, el arranque y el sentido de circulación de un fluido, cuando se activa el accionamiento A de la válvula, el flujo pasa de P hacia A y de B hacia T, y cuando se activa el accionamiento B la válvula, el flujo pase de P hacia B y de A hacia T, cuando esta se encuentra sin accionar la válvula se encuentra en su posición central (Creus Solé, 2008).



Figura 13-2: Válvula de control

Fuente:(Bombas ssrl, 2019)

2.7.2.2 Válvula de seguridad

Las válvulas de seguridad son utilizadas para proteger las bombas de sobrecargas de presión estas variaciones de presión se producen debido a la conexión y desconexión de elementos hidráulicos, las mismas pueden ser directas, pilotadas o proporcionales (Creus Solé, 2008).



Figura 14-2: Válvula de seguridad

Fuente:(Bombas ssrl, 2019)

2.7.3 Presostato

El presostato está formado por un pistón que está sujeto a la presión del fluido hidráulico y que actúa sobre un resorte ajustable. Cuando la presión supera el valor regulado el resorte accionara un microrruptor, esta presión se ajusta girando el tornillo interno en el sentido de las manecillas de reloj para regular presiones altas, pero a baja presión esta se ajusta girando el tornillo en el sentido contrario a las manecillas del reloj, en la figura 15-2 se muestra la estructura básica del presostato (Creus Solé, 2008).

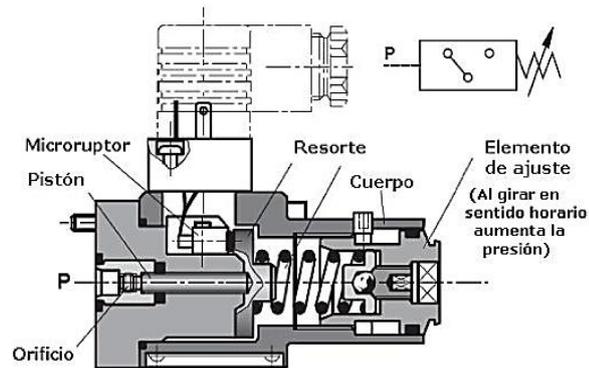


Figura 15-2: Presostato

Fuente: (Creus Solé, 2008)

2.7.4 Bomba

Las bombas hidráulicas son dispositivos utilizados en los sistemas hidráulicos que permiten transformar la energía mecánica en energía hidráulica realizando un trabajo para mantener un líquido en movimiento consiguiendo así generar presión y caudal, atendiendo a su forma constructiva se dividen en tres tipos.

- Bomba de engranajes
- Bomba de pistones
- Bomba de paletas

2.7.4.1 Bomba de engranajes

Las bombas de engranajes son bombas económicas, sencillas y de caudal constante. Están construidas en base a dos engranajes para bombear el fluidos, en la figura 16-2 se puede observar como el engranaje conducente se conecta con el motor permitiendo mover la rueda del engranaje conducido, al girar la rueda y separarse los dientes quedan vacíos los entre dientes, y por depresión se aspira el aceite, enviando este fluido al puerto de salida de la bomba y evitando que el mismo regrese al puerto de entrada (Cembranos Nistal, 2002).



Figura 16-2: Bomba hidráulica de engranajes

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022

2.7.4.2 Bomba de pistones con placa inclinada

Las bombas de pistones funcionan a partir de la variación del volumen lo que a su vez genera una variación de presión, su trabajo se lo realiza mediante cilindros que permiten la absorción del fluido y a través de los pistones lanzar el fluido, comprimirlo, y luego darle un empuje alcanzando así presiones altas, una de sus aplicaciones más usuales en la industria es el corte a chorro de agua (Villar, 2017).

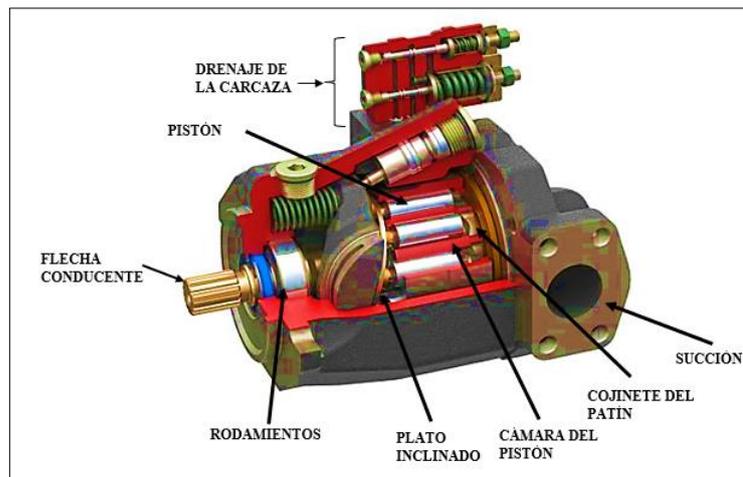


Figura 17-2: Bomba de pistones con placa inclinada

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022

2.7.4.3 Bomba de paletas

Las bombas de paletas son más silenciosas, son menos propensas a la contaminación contenida por el fluido, este tipo de bombas están diseñadas para admitir y descargar el fluido de acuerdo con el cambio de espacio que existe cuando las paletas son presionadas contra el anillo de levas, gracias a esta estructura el fluido es introducido a presión en el siguiente sistema, dando como resultado bombas que trabajan a altas presiones entre 70 BAR a 420 BAR o 70 a 42 Mpa (Cembranos Nistal, 2002).

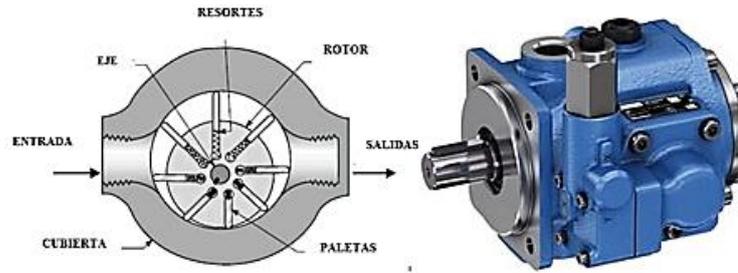


Figura 18-2: Bomba de paletas

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022

2.7.5 Cilindros hidráulicos

Los cilindros hidráulicos son elementos de trabajo que transforman la energía de presión en un desplazamiento lineal o en un movimiento rotativo cuando el elemento de trabajo es un motor hidráulico, los cilindros hidráulicos se clasifican en dos tipos como son los cilindros de doble efecto y simple efecto (Villar, 2017).

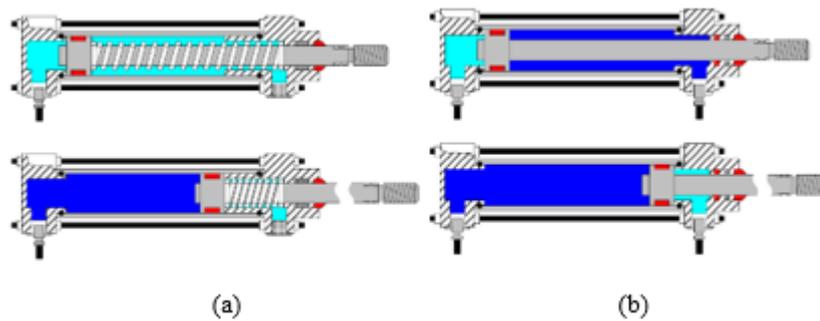


Figura 19-2: Cilindros hidráulicos (a) simple efecto y (b) doble efecto

Fuente: (Tornero & Fernández, 2009)

2.7.5.1 Cilindro hidráulico de simple efecto

El funcionamiento del cilindro hidráulico de simple efecto, el émbolo recibe el fluido a presión en un solo sentido permitiendo que el vástago realice un movimiento lineal hacia fuera, ahora la carrera de retorno se lo realiza mediante un muelle incorporado en la parte interior del cilindro hidráulico, las ventajas al momento de trabajar con el cilindro hidráulico es un reducido consumo del aceite.

2.7.5.2 Cilindro hidráulico de doble efecto

El funcionamiento de este tipo de cilindros hidráulicos su funcionamiento se basa en introducir el fluido por la parte superior del émbolo, cuando se desea extraer el vástago hacia fuera, mediante un movimiento lineal. Para ingresar nuevamente el vástago dentro del cilindro se hace fluir el

aceite por la parte inferior del émbolo, este tipo de cilindros hidráulico requiere de mayor potencia hidráulica para operar con el mismo, su construcción se lo realiza en hierro, debido a que son empleados en la industria para el embutido o prensado de láminas de metal deformando el mismo permanentemente hasta llegar a obtener una forma apropiada y lista para ser utilizada en otro proceso.

2.7.6 Filtros hidráulicos

El filtro es un elemento imprescindible en los sistemas hidráulicos, por que permiten mantener en el fluido de trabajo limpio y en óptimas condiciones, dependiendo del material poroso se determinará la finura de la limpieza. mantenido así, un mejor control de la energía hidráulica de forma segura y fiable. Para seleccionar cada uno de los filtros es necesario conocer la presión de trabajo y el caudal. Se utilizan en líneas de succión, retorno y línea de presión (Cembranos Nistal, 2002).



Figura 20-2: Tipos de filtros hidráulicos

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022

2.7.6.1 Filtro de succión

Los filtros de succión son filtros que se encuentran inmersos en el tanque permiten la succión del fluido a baja presión donde es muy aconsejable colocar imanes cerca del filtro porque atraigan y contenga las partículas metálicas generadas por el funcionamiento y desgaste de la bomba, sin embargo, el uso del filtro de succión aumenta la resistencia en la succión de la bomba, empeorando el llenado de esta, reflejándose en una pérdida de potencia del sistema hidráulico (Pérez Pupo & Navarro Ojeda, 2020).

2.7.6.2 Filtro de retorno

El filtro de retorno se coloca en el retorno del fluido hacia el tanque de aceite, trabaja a baja presión es uno de los más utilizados en los sistemas hidráulicos debido a su implementación que

es más barata, y permite que el fluido ingrese al tanque ya filtrado, permitiendo a la bomba succione un fluido limpio (Martínez Sanches, 2008).

2.7.6.3 Filtro de presión

El filtro de presión se coloca después de la válvula de seguridad, si se coloca antes y si se obstruye el filtro, es probable que exista una sobrecarga en la bomba con el fluido sin filtrar, para seleccionar el tipo de filtro se los dimensiona con respecto a la presión máxima del sistema, este filtro se lo instala cuando se desea proteger un elemento sofisticado y caro (Pérez Pupo & Navarro Ojeda, 2020).

2.7.7 Tanque hidráulico

La misión del tanque hidráulico es la de proteger el fluido contra la suciedad y partículas externas que puedan afectar al funcionamiento de los componentes del sistema hidráulico como son la bomba, válvulas y cilindros hidráulicos, además posee la función de almacenar el fluido, actuar como un regulador térmico, para lograr la construcción de un tanque hidráulico hay que tener en cuenta varios aspectos entre ellos que el volumen máximo con el cual va a trabajar el tanque, y los dispositivos como filtros que se colocan en la parte interna del mismo, seguido de esto se debe tener en cuenta un espacio vacío entre la tapa y el fluido para que este no salga del tanque.

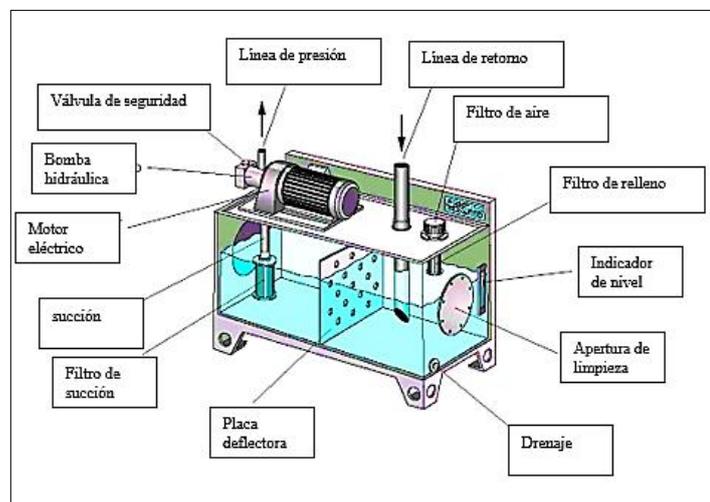


Figura 21-2: Tanque hidráulico

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022

2.8 Automatización Industrial

La automatización industrial consiste en la operación automática de un proceso de forma y el estudio de las técnicas y métodos para sustituir a un operario por medio de dispositivos eléctricos

y electrónicos como sensores, actuadores controladores, entre otros, con el objetivo de que el operario tenga una mínima intervención en el proceso (Sanches Horneros et al., 2014, p.2).

2.8.1 *Automatismos secuenciales*

Los automatismos secuenciales son dispositivos que pueden reaccionar ante cualquier perturbación que se presente durante el funcionamiento del proceso, rápidamente el controlador actuará sobre el proceso a través de los actuadores modificando así su señal salida, y conociendo su estado a través de los captadores (Barrientos & Gambao, 2014, p.17).

2.8.2 *Parte operativa y de control de un sistema automático.*

Un sistema automatizado tiene como objetivo sustituir la intervención del operario durante la toma de decisiones y de la ejecución de estas durante el proceso de fabricación, la parte operativa son las acciones físicas, mientras que la parte de control son las acciones mentales, en un sistema automatizado las acciones físicas van a estar sustituidas por actuadores, interfaces humano máquina (HMI), entre otros. Además, las acciones control recibirán un punto de consigna que a través de los sensores y actuadores realizarán las respectivas acciones de control, para su implementación existen dos tecnologías la cableada y la programada.

La tecnología cableada son las uniones físicas de cables a los diferentes módulos que realizarán las acciones de control, su uso es más clásico, su implementación es más costosa, su lógica no es modificable, el mantenimiento es más caro, a diferencia de la tecnología programada se lo realiza mediante la utilización de microprocesadores, por lo que su lógica es modificable, permite una rápida implementación, su mantenimiento es más rápido y fácil de entender (Barrientos & Gambao, 2014, pp.19-21).

2.8.3 *Sistemas de control*

Existen dos tipos de lazos de control como son el sistema de control de lazo abierto y el sistema de control de lazo cerrado.

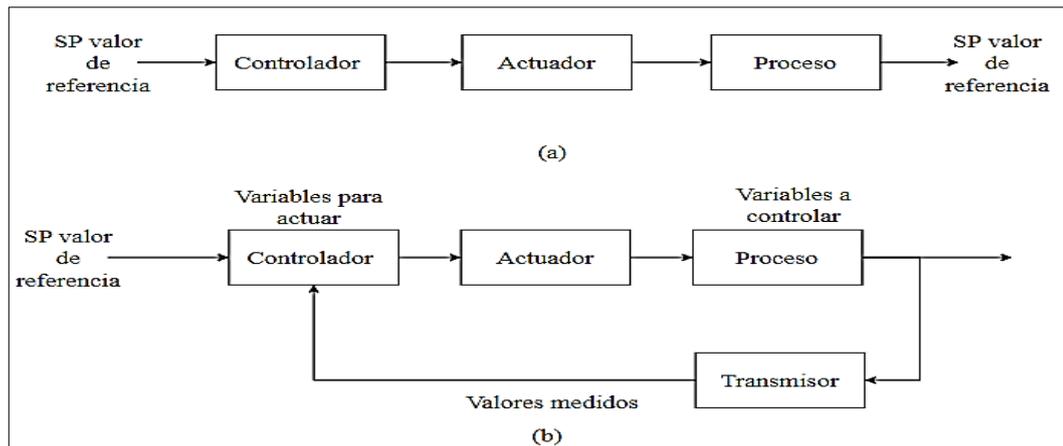


Figura 22-2: (a) Sistema de control de lazo abierto y (b) Sistema de control de lazo cerrado

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022

- Sistema de control de lazo abierto: es un sistema en el que ni las variables de salida ni las variables del proceso afectan el lazo de control es decir no tienen retroalimentación, pues cualquier perturbación desestabiliza el sistema, además el sistema no tiene información sobre el estado de la variable de salida es decir que la planta no se mide.
- Sistema de control en lazo cerrado: es un sistema en el que las variables de salida y las variables del proceso afectan el lazo de control, es decir que posee una retroalimentación, cualquier variación a la salida de este controlador es medido y el controlador rápidamente modifica la señal de control para que se establezca el sistema ante cualquier perturbación.

2.9 Instrumentación industrial

Son un conjunto de instrumentos que sirven en la industria para medir, analizar y controlar magnitudes físicas como iluminación, humedad, temperatura, entre otros, gracias a estos dispositivos se puede acondicionar y transmitir la señal a los diferentes dispositivos de control para que actúen sobre el proceso y permitan obtener los resultados esperados. La instrumentación puede ser muy simple como sensores, controladores, actuadores y transmisores, que permitirán conocer lo que está sucediendo en el entorno (Díaz Murillo, 2010).

2.9.1 Controlador lógico programable

Los autómatas programables (PLC) son computadoras industriales que usan instrucciones de programación de alto nivel para tomar decisiones en los procesos industriales secuenciales en tiempo real, estos controladores pueden ser programados por personal eléctrico o electrónico, y realiza varias funciones lógicas como temporización, cálculo, conteo, entre otras, poseen

terminales de entrada a las cuales se pueden conectar todos los dispositivos que nos permiten captar el entorno del proceso, como son los sensores, finales de carrera, fotocélulas, pulsadores. También cabe mencionar que a sus salidas se pueden conectar las bobinas de electroválvulas, contactores, indicadores de luz, esto simplifica el trabajo al operador humano ya que mediante la lógica de programación se necesita una serie de entradas activadas, para activar una o más salidas (García Moreno, 2020).



Figura 23-2: Autómatas programables PLC

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022

2.9.2 *Sensores industriales*

Los sensores industriales son los elementos más importantes en un proceso por que nos permiten medir las variables que intervienen en el mismo, y responden a propiedades físicas, térmicas, magnéticas, y químicas, generando pequeñas señales en donde es necesario utilizar un amplificador y un filtro, para eliminar perturbaciones de la señal, y permiten ser utilizadas en los diferentes controladores para ejecutar alguna acción de control (García Moreno, 2020, p.92).

2.9.2.1 *Sensores inductivos*

Los sensores inductivos utilizan un campo magnético, este puede ser estacionario o variable que tiende a reaccionar dependiendo del tipo de material que se desee detectar, su distancia de detección es muy corta, de esto también va a depender su tamaño mientras mayor sea la distancia de detección mayor será el tamaño del sensor y viceversa, son resistentes a condiciones industriales adversas, son muy utilizados en la detección de piezas metálicas, posicionamiento de matrices, detección de tope final en la perforación. El campo magnético reacciona ante la presencia de una pieza metálica a través de las corrientes de Foucault provocando cambios en los parámetros eléctricos del sensor (Villar, 2017, p.87).



Figura 24-2: Sensor inductivo

Fuente: (Villar, 2017)

2.9.2.2 Sensores ópticos

Los sensores ópticos conmutan su salida ante una acción de interrupción del haz de luz, debido a que están compuestos de un emisor y un receptor, en base a estos principios existen dos tipos de sensores de luz por reflexión y por barrera, los sensores de reflexión el emisor de luz se encuentra encapsulado conjuntamente con fotocelda de detección, ahora los sensores de barrera se encuentran de forma independiente el emisor y el receptor una de las ventajas de utilizar este tipo de sensores son las largas distancias de envío de su haz de luz, de aproximadamente unos 200 m dependiendo de la capacidad de los sensores, permitiendo la detección de objetos sólidos o líquidos (Villar, 2017).

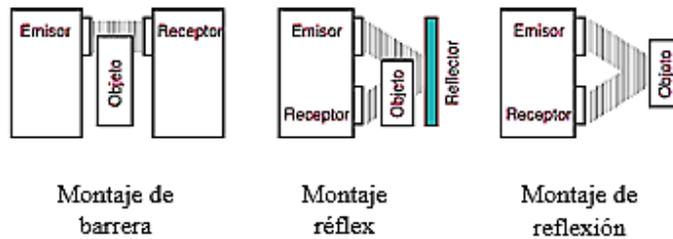


Figura 25-2: Sensor ópticos

Fuente: (Villar, 2017)

2.9.2.3 Sensores Finales de carrera mecánicos

Son interruptores mecánicos utilizados en mecanismos que poseen un movimiento lineal con una trayectoria fija, este movimiento debe tener contacto directo con el extremo de la carrera, como puede ser una palanca, un rodillo, una varilla flexible, un émbolo, entre otros. Esto a su vez permitirá accionar los contactos eléctricos del final de carrera que pueden ser con normalidad abiertos o normalmente cerrados. Como ventajas posee una alta duración, fácil montaje, soportan ambientes adversos en la industria, sin embargo, una de sus desventajas al ser componentes mecánicos sufre desgastes y se deterioran con el tiempo, en la figura 26-2 se puede observar un ejemplar de final de los finales de carrera (Villar, 2017).

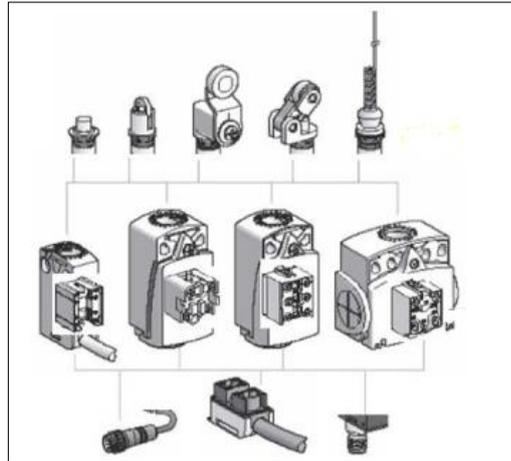


Figura 26-2: Tipos de finales de carrera

Fuente: (Villar, 2017)

2.10 Motores eléctricos de corriente alterna

Su funcionamiento se basa en un campo magnético giratorio producido por el estator, éste a su vez induce un campo magnético en el rotor para que este se alinee con el estator y produzca el movimiento rotatorio, una de las ventajas de utilizar los motores de corriente alterna es que utilizan energía alterna que suministra la empresa eléctrica, está a su vez se transformada a corriente continua lo cual nos genera un menor costo en consumo energético, este tipo de motores se clasifican en motores síncronos y asíncronos., los motores síncronos se caracteriza por que su campo magnético se alinea con el campo magnético del rotor girando a la misma velocidad que el campo magnético, mientras que con los motores asíncronos su campo magnético con respecto al campo magnético del rotor este gira a una menor velocidad, cabe mencionar que las ventajas de utilizar motores trifásicos a diferencia de los motores monofásicos estos poseen un menor tamaño, son más económicos, nos ofrecen un menor consumo de energía, un par de giro mayor y un rendimiento elevado sobre el 75% (Kubala, 2011).

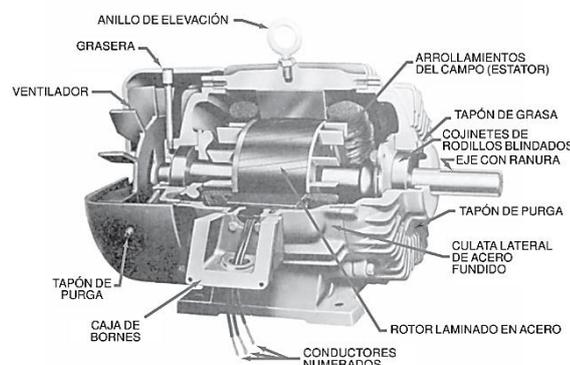


Figura 27-2: Motor de corriente alterna AC

Fuente: (Kubala, 2011)

2.11 Programación de PLCs

El software de programación nos permite trabajar con diferentes tipos de programación como son el esquema por contactos, listado de contactos y un esquema funcional. Estos son los tipos de programación más utilizados en general, para programar los autómatas programables se requiere de la aplicación del estándar IEC 1131-3 el cual alcanzó un estándar internacional con cinco lenguajes de programación, como son: gráficos secuenciales de programación Grafcet (LD), lista de instrucciones (LDI), Texto estructurado (ST), Diagrama de funciones secuenciales (SFC) y diagrama de bloques funcionales (FBD) (Aguilera Martínez, 2002).

2.11.1 Lista de instrucciones (IL)

La lista de instrucciones es un lenguaje de bajo nivel, en cada línea de programación únicamente se puede realizar una sola acción, y es más utilizado para realizar pequeñas aplicaciones, y optimizar partes de una aplicación (Aguilera Martínez, 2002).

2.11.2 Texto estructurado (ST)

El texto estructurado es un lenguaje de alto nivel se programa en PASCAL, y permite el uso de funciones matemáticas más complejas como son el uso de matrices, arreglos, programación de bucles, condiciones, lo que les hace apto para realizar aplicaciones más complejas y con varios tipos de datos (Páez-Logreira et al., 2015).

2.11.3 Diagrama de escalera (LD)

Es uno de los lenguajes de programación más conocidos el cual se encuentra basado en un lenguaje máquina utilizando contactos en cada uno de los escalones, empleado en los microcontroladores, el cual se ejecuta de manera cíclica empleados para realizar actividades más complejas (Aguilera Martínez, 2002).

2.11.4 Diagrama de escalera (FBD)

Es un lenguaje de alto nivel muy utilizado cuando el programa no posee cíclicos, una de las desventajas de utilizar este tipo de programación son la creación de varias ramas de programación es ahí en donde el programador debe estar atento ante cualquier error para corregirlo y que el programa funcione correctamente (Daneri, 2009).

2.11.4 Diagrama de funciones secuenciales (SFC)

El diagrama de funciones secuenciales también conocido como GRAFCET es un tipo de lenguaje de programación gráfico el cual está compuesto por estado y transiciones, en cada estado se encuentra una acción de las máquinas y en cada transición se encuentra una condición que se debe cumplir para que pase de estado a estado. Es uno de los lenguajes de programación más empleados por programadores que tengan un conocimiento de automatización básico (Daneri, 2009).

2.11 HMI

La interfaz hombre máquina es una interfaz entre el proceso y el operario, es un instrumento mediante el cual se puede operar y observar el funcionamiento del proceso en tiempo real, el mismo puede incluir en su pantalla desde un interruptor hasta un complejo sistema de monitoreo y control de un proceso de producción, el cual mostrará gráficos visuales muy sencillos y fáciles de entender para el operario, el mismo podrá manipular las variables del proceso mediante valores que se encuentren del rango trabajo, para que el proceso no genere errores, y se mantenga y mejore los estándares de calidad del producto.

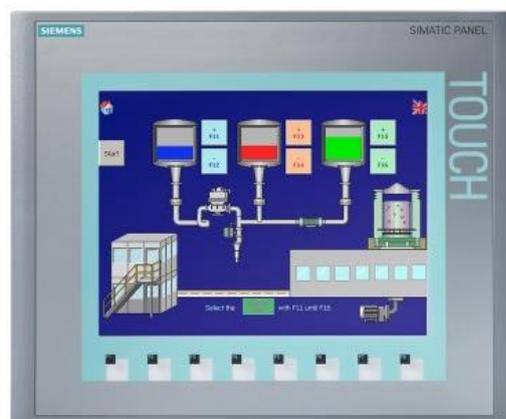


Figura 28-2: HMI

Fuente: (Kubala, 2011)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLOGICO

En el presente capítulo se detalla la concepción general de la máquina, considerando su funcionalidad a partir de los requerimientos planteados, así como los cálculos, selección de los elementos hidráulicos, eléctricos y electrónicos, además de diagramas de flujo para finalmente exponer la implementación de la máquina con los elementos seleccionados.

3.1 Requerimientos del sistema

3.1.1 *Requerimientos generales*

- Realizar una evaluación del estado técnico de la prensa hidráulica para determinar su estado funcional y grado de mantenimiento que requiere la prensa.
- La máquina debe permitir al operario modificar el tiempo de prensado desde 1 segundo hasta máximo 10 segundos y un tiempo de pausa con el vástago del cilindro retraído con un tiempo de 1 segundo hasta los 10 segundos y fuerza ejercida desde los 30 Bar sobre las láminas de metal para un prensado uniforme, esta presión dependerá de la lamina de metal a prensar.
- La máquina debe ser capaz de prensar el sello de la empresa, embutir las cocinas de dos quemadores y doblar varilla.

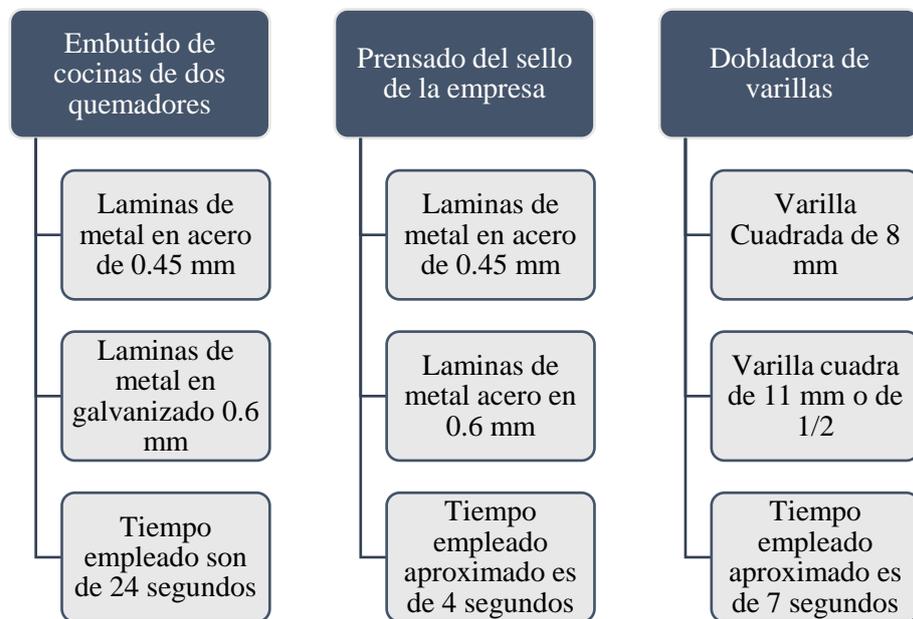
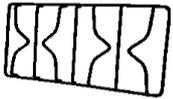
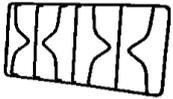


Figura 1-3: Tipos de trabajos realizados en la prensa Electrohidráulica

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

- La máquina debe brindar seguridad al operario, en la parte mecánica para evitar el atrapamiento de los dedos, manos o extremidades superiores.
- La prensa debe tener la capacidad de cubrir una producción mínima, para mantener un stock requerido, dichos datos se encuentran en la tabla 1-3 a continuación.

Tabla 1-3: Stock mínimo de producción

Embutido de Cocinas de dos quemadores			
Tipo de material	Tiempo	Cantidad mínima requerida	Foto
Cocinas de dos quemadores en acero de 0.6 mm	MENSUAL	30	
Cocinas de dos quemadores en galvanizado de 0.45 mm	MENSUAL	50	
Prensado del sello de la empresa			
Tipo de material	Tiempo	Cantidad mínima requerida	Foto
Prensado del sello de la empresa en frentes y espaldares en acero de 0.45 mm	SEMANAL	80	
Prensado del sello de la empresa en frentes y espaldares en acero de 0.6 mm	SEMANAL	20	
Dobladora de varillas			
Tipo de material	Tiempo	Cantidad mínima requerida	Foto
Varilla cuadrada de 8 mm	SEMANAL	100	
Varilla cuadrada de 9 mm	SEMANAL	150	

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.1.2 *Requerimientos específicos*

- La prensa debe ser repotenciada en un espacio máximo de 3 metros cuadrados.
- Las matrices para realizar los diferentes tipos de trabajo no pueden ser modificadas, para no causar fallas en el producto final.

3.2 Análisis técnico de la prensa electrohidráulica

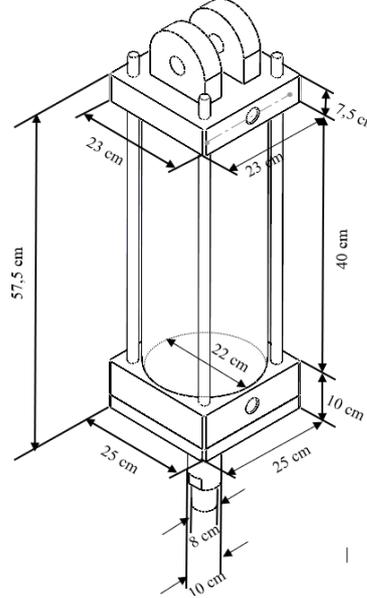
La empresa Industrias Géminis se encuentra en un proceso de crecimiento, por lo cual existe la necesidad de industrializar sus procesos de producción. En este caso se propone la automatización de una prensa electrohidráulica que funciona de forma manual. En este modo de operación no existen los dispositivos de seguridad adecuados para el operador, como por ejemplo una válvula de seguridad a 50 bar para el sistema hidráulico. Para la automatización se ha realizado un análisis técnico de dicha prensa electrohidráulica para conocer el estado inicial del sistema mecánico y eléctrico y determinar el proceso adecuado para su mantenimiento y repotenciación. Esto se encuentra detallado en la Tabla 2-3 y Tabla 3-3 respectivamente.

Tabla 2-3: Ficha Técnica del estado inicial de la prensa electrohidráulica.

Ficha de evaluación del estado general de la prensa electrohidráulica				
Sistema	Elementos	Principio básico	Estado	Porcentaje
Eléctrico	Motor	Permite accionar la bomba hidráulica	Bueno	1
	Contactores	Arranque directo del motor	Regular	0,80
	Relé térmico	Permite salvo guardar al motor de sobrecargas	Bueno	1
	Selector 1	Permite energizar todo el sistema de control	Regular	0,80
	Selector 2	Permite poner en funcionamiento el motor	Regular	0,80
	Focos indicadores	Permite visualizar si la bomba esta encendida (verde), o con sobre corriente (rojo)	Muy Malo	0,40
	Alambre conductor	Para las conexiones en el sistema control y de potencia	Regular	0,80
	Interruptor magnetotérmico de 2 polos	Se encarga de cortar la corriente eléctrica del circuito de potencia.	Regular	0,80
	Interruptor magnetotérmico de 1 polos	Se encarga de cortar la corriente eléctrica del circuito de control	Regular	0,80
	Gabinete	Lugar en donde se alojan todos los dispositivos de control y potencia	Muy malo	0,40
	TOTAL			
Mecánico	Bomba	Genera la presión necesaria para el sistema	Bueno	1
	Filtro de retorno	Permite filtrar el fluido de cualquier partícula contaminante como limallas, polvo u otros residuos	Malo	0,60
	Tanque de aceite	Permite almacenar el aceite	Regular	0,80
	Válvula centro cerrado de palanca	Permite controlar la acción del cilindro de forma manual	Regular	0,80
	Cilindro hidráulico	Es el actuador del sistema, permite prensar o embutir el metal	Regular	0,80
	Indicador de nivel de aceite	Permite conocer el nivel de aceite en el tanque	Malo	0,60
	Mangueras de presión	Permite llevar el fluido hacia los distintos elementos hidráulicos del sistema	Bueno	1
	Placa lateral o patas de la prensa	Parte lateral de la prensa con agujeros útiles para ajustar la altura de la mesa de trabajo	Bueno	1
	Mesa de trabajo	Permite trabajar con las diferentes matrices para prensar o embutir	Bueno	1
	Varilla para regular la altura de la mesa de trabajo	Permite colocar la mesa de trabajo a una determinada altura	Bueno	1
	Estado de la pintura	Proteccion del material contra la corrosión	Malo	0,60
TOTAL				83,6%
PROCENTAJE TOTAL				80%

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

Tabla 3-3: Ficha de evaluación técnica del estado inicial de la prensa electrohidráulica.

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO									
Nombre	Prensa electrohidráulica								
Código	PEH-001								
Marca	S/M								
Modelo	S/M								
N.º de serie	S/N								
Año de fabricación	2000								
Condición actual	OPERATIVO								
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO			<p style="text-align: center;">DATOS</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>Alto</td> <td>Ancho</td> <td>Largo</td> </tr> <tr> <td>215 cm</td> <td>80 cm</td> <td>150 cm</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">DIMENSIONES DEL CILINDRO</p> 	Alto	Ancho	Largo	215 cm	80 cm	150 cm
Alto	Ancho	Largo							
215 cm	80 cm	150 cm							
Sistema de alimentación	Eléctrico 220 v								
Bomba	2200 PSI								
Motor	5HP/220 V – 60 HZ-1740 RPM								
Válvula centro cerrado	4/3								
Filtro de retorno	SF-6510								
Tanque de aceite	54x36x39								
Capacidad	28 toneladas								
Aceite	HLP 46								
Sistema de control	220 V								
INFORMACION									
Manuales	SI	NO							
			X						
Planos	SI	NO							
			X						
Repuestos	SI	NO							
			X						
CONDICIONES GENERALES									
Actividad	Embutir las cocinas de dos quemadores y prensar el sello de las cocinas de dos quemadores								
Años de servicio	4								
Situación actual	Operativo								
Observación	Falta de limpieza y mantenimiento								
Criticidad	Critico								

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

Mediante la evaluación del estado general inicial de la prensa electrohidráulica se estima en un 80%, lo que significa que su estado técnico es “Regular”, por lo que se procederá a realizar una reparación pequeña.

3.3 Análisis de criticidad de la prensa electrohidráulica

Para realizar el análisis de criticidad de la prensa electrohidráulica se realizaron varias preguntas en base a los criterios de seguridad, producción, calidad y mantenimiento, mismos que nos ayudaran a definir si la maquina es muy crítica, crítica, poco crítica o no critica; para sustentar las respuestas a las preguntas mediante entrevistas los operarios que trabajan con la prensa electrohidráulica. Para determinar el análisis de criticidad se utilizará un método mediante el cual se pondera la avería, teniendo en cuenta los efectos que se ven reflejados en la producción y la importancia de la falla.

Tabla 4-3: Criticidad sobre la producción

Importancia	Clasificación de criticidad	Efectos de producción	Puntos
1	Muy crítica	Parada de producción	10
2	Critica	Disminución de producción	7
3	Poco critica	Afecta poco a la producción	3
4	No critica	No afecta a la producción	1

Fuente: (Boero, 2020)

A través de la tabla 4-3, se realizó la evaluación de criticidad sobre la producción de la prensa electrohidráulica. Si falla, el impacto de producción, con respecto al embutido de las cocinas de dos quemadores, la falla de la prensa será muy crítica porque la producción se detiene. En cuanto al proceso del prensado del sello, si la prensa se llega averiar afectará poco a la producción y esto se ve reflejado en el productos final de cocinas industriales ya que no afecta al funcionamiento de las mismas, por lo que la avería de la prensa será poco crítica, en cuanto al proceso de doblado de varillas los efectos de producción se verán reflejados en una disminución de producción, debido a que si la prensa se llega averiar ingresa otra máquina de forma manual a cumplir el mismo trabajo, sin embargo el terminado de las varillas dobladas es muy irregular ya que no se posee un control adecuado en la fuerza ni ángulo exacto para que sean dobladas las varillas, por tales motivos si se llega a dañar de la prensa electrohidráulica será crítica para estos tres tipos de procesos de fabricación, a continuación en la tabla 5-3 se muestra el grado de criticidad respecto a los tres diferentes tipos de producción.

Tabla 5-3: Clasificación de criticidad de los procesos de producción.

Importancia	Proceso de producción	Clasificación de criticidad	Efectos de producción	Puntos
1	Embutido de cocinas	Muy crítica	Parada de producción	10
2	Doblado de varillas	Crítica	Disminución de producción	7
3	Prensado del sello	Poco crítica	Afecta poco a la producción	3

Fuente: (Boero, 2020)

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

Para clasificar la criticidad según la avería, se utiliza la siguiente tabla 6-3

Tabla 6-3: Criticidad de la avería

Frecuencia clase	Por año	Tipo de parada	X vez (hs)	Sin funcionar por año	Hs/año
A	>5	A	>8	10	>50
B	2 a 5	B	4 a 8	8	20 a 50
C	0,5 a 2	C	1 a 4	5	5 a 20
D	0,2 a 0,5	D	<1	3	2 a 5
E	< 0,2	E	<0,8	1	<2

Fuente: (Boero, 2020)

La prensa electrohidráulica presentaba 1 avería cada 2 años por lo que la frecuencia y clase de avería según la tabla 6-3 es de tipo C, con un tipo de parada D, es decir, la prensa deja de trabajar una sola vez con un tiempo menor a una hora, esto quiere decir que la prensa deja de trabajar solo cuando se va a realizar el cambio del filtro de retorno, por lo tanto la prensa electrohidráulica deja de funcionar 3 veces al año de 2 a 5 horas al año, tomando en cuenta que este tiempo hace referencia únicamente al proceso de embutido de cocinas domésticas debido a que es el proceso más crítico.

Tabla 7-3: Criticidad de la avería

Frecuencia clase	Por año	Tipo de parada	X vez (hs)	Sin funcionar por año	Hs/año
C	0,5 a 2	D	<1	3	2 a 5

Fuente: (Boero, 2020)

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

Finalmente se muestra una tabla 8-3 de doble entrada, la cual es una combinación de la tabla 5-3 y la tabla 7-3, la cual permitirá evaluar la criticidad resultante.

Tabla 8-3: Evaluación final de criticidad

Criticidad Hs(año)	>50	20 a 50	5 a 20	2 a 5	<2
1 muy crítico	100	80	50	30	10
2 crítico	70	55	35	20	5
3 poco Crítico	30	25	15	10	3
4 no crítico	10	7	5	3	1

Fuente: (Boero, 2020)

A partir de la tabla de evaluación final de criticidad, se llegará a obtener el grado criticidad según los tres tipos de procesos que realiza la prensa electrohidráulica, como se puede apreciar en la tabla 9-3.

Tabla 9-3: Evaluación final de criticidad

Tipos de producción	Criticidad Hs(año)	>50	20 a 50	5 a 20	2 a 5	<2
		Embutido de cocinas	1 muy critico	100	80	50
Doblado de varillas	2 critico	70	55	35	20	5
Prensado del sello	3 poco Critico	30	25	15	10	3
ninguno	4 no critico	10	7	5	3	1

Fuente: (Boero, 2020)

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

Como se puede observar en la tabla 9-3 se llegó a evaluar el tipo de criticidad para cada uno de los tres procesos de producción en donde se determinó, que para el embutido de las cocinas domesticas de dos quemadores tenemos un valor de 30 con un nivel muy crítico, debido a que si la prensa llega a aparar su trabajo de 2 a 5 horas la línea de producción de cocinas domesticas se detiene es su totalidad, sin embargo para los dos últimos procesos como son el prensado del sello y Doblado de varillas se tiene un valor de 35 y 30 respectivamente, estableciéndose como procesos crítico y poco crítico, para el proceso de doblado de varillas es un proeseos crítico, ya que mediante la prensa electrohidráulica se reduce los tiempos de producción de parrillas para las cocinas industriales debido a que por cada prensada se llegan a doblar 5 varillas, sin embargo si la prensa se llega a averiar, ingresa una maquina manual, que va a permitir doblar la varillas pero es necesario enderezar las mismas ya que no son dobladas de forma uniforme, causando contaminación auditiva al momento de planchar la varillas e incremento en el tiempo de producción, finalmente para el proceso del prensado del sello es poco critico ya que el producto final no se ve afectado si se llega o no a colocar el sello de la empresa, en cada una de las cocinas industriales.

Al evaluar el grado de criticidad de cada uno de los procesos, finalmente se llega a tomar el valor de criticidad más alto según la tabla 9-3, en este caso es de 35, con lo cual se determina la criticidad de la prensa electrohidráulica como Crítica.

3.4 Análisis de producción OEE

Análisis de producción mediante el OEE (Eficiencia general de los equipos) mediante este indicador permite medir la eficiencia productiva de la prensa electrohidráulica, el cual se encuentra en un 53% de eficiencia, este porcentaje se logró obtener gracias al análisis de disponibilidad, eficiencia y calidad, según los parámetros del indicador de eficiencia general de

los equipos, al realizar el primer análisis por lo general, este porcentaje va a estar entre el 10 y el 50%.

La empresa artesanal industrias géminis posee una prensa electrohidráulica manual, en el mes de julio del 2022 hubo una falla del equipo en el día 4 que tardo 60 minutos en ser reparada, la capacidad de la máquina de acuerdo con el fabricante, la prensa embute una cocina de 2 quemadores cada 38 segundos y el prensado del sello de la empresa cada 12,5 segundos. la producción del mes fue de la siguiente manera:

Del día 1 al día 2 de julio se realizó el embutido de las cocinas de dos quemadores, produciendo 150 cocinas de dos quemadores de las cuales 20 salieron defectuosas, tomando en cuenta, que para realizar el embutido de las cocinas se las realiza en dos turnos de 60 minutos.

Del día 3 al día 31 de julio se ha prensado el sello de la empresa en 932 frentes para las cocinas industriales, de los cuales 110 salieron defectuosos, para prensar el sello de la empresa se trabaja con turnos de quince minutos.

Para el cambio de la matriz entre la matriz para el presando del sello y la matriz para el embutido de las cocinas domesticas de dos quemadores se tarde un tiempo de 30 minutos.

Se dispone de 4 minutos para el cambio de turno cuando se prensa el sello de la empresa. Por otro lado, se dispone de 15 minutos para el cambio de turno para embutir las cocinas domésticas, siendo necesaria detener la prensa.

3.4.1 Disponibilidad

Es la relación entre el tiempo que la prensa electrohidráulica se encuentra en proceso de prensado del sello o embutido de cocinas domésticas, contra el tiempo que la máquina fue planeada para realizar estos dos tipos de trabajos.

Tabla 10-3: Disponibilidad de la prensa electrohidráulica manual

Empresa Industrias Géminis		
Tiempo: Fecha de inicio: 1 de Julio de 2022 Fecha final: 31 de Julio de 2022		Maquina: Prensa Electrohidráulica manual
Parámetros	Embutido de cocinas domesticas	Prensado del sello de la empresa
	Tiempo [min]	Tiempo [min]
Tiempo por turno [min]	60	15
Numero de turnos	2	30
Tiempo total	150	480
Cambio de turnos	15	115
Tiempo total disponible	135	365
Tiempo de parada	30	30

Tiempo utilizado	105	335
Índice de disponibilidad	78%	92%

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.4.2 Eficiencia

Es una relación entre las piezas de salida contra la mejor velocidad empleada en la máquina y tiempo empleado para realizarlas.

Tabla 11-3: Eficiencia de la prensa electrohidráulica manual

Empresa Industrias Géminis				
Tiempo: Fecha de inicio: 1 de Julio de 2022 Fecha final: 31 de Julio de 2022		Maquina: Prensa Electrohidráulica manual		
Parámetros	Embutido de cocinas domesticas	Unidades	Prensado del sello de la empresa	Unidades
Número total de piezas producidas	150	[cocinas]	932	[sello]
Cadencia ideal máxima (piezas/hora)	95	[cocinas/hora]	300	[sello/hora]
Piezas máximas teóricas	166	[cocinas]	1675	[sello]
Índice de eficiencia	90%		56%	
Tiempo perdido por ineficiencia	10,26	[min]	148,6	[min]
Tiempo neto operativo	94,73	[min]	186,40	[min]

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.4.3 Calidad

Es una relación entre las piezas buenas que fueron prensadas y que teóricamente debieron haber salido.

Tabla 12-3: Calidad de la prensa electrohidráulica manual

Empresa Industrias Géminis				
Tiempo: Fecha de inicio: 1 de Julio de 2022 Fecha final: 31 de Julio de 2022		Maquina: Prensa Electrohidráulica manual		
Parámetros	Embutido de cocinas domesticas	Unidades	Prensado del sello de la empresa	Unidades
Número total de piezas defectuosas	20	[cocinas]	110	[sello]
Número total de piezas buenas	130	[cocinas/hora]	822	[sello/hora]
Número total de piezas producidas	150	[cocinas]	932	[sello]
Índice de calidad	87%		88%	

Tiempo por perdida de calidad	12,63	[min]	22	[min]
Tiempo efectivo real	82,10	[min]	164,4	[min]

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022

3.4.4 Eficiencia general del equipo

El OEE toma en cuenta todas las pérdidas conocidas como índices de disponibilidad, eficiencia y calidad, en forma de porcentaje, se realiza una multiplicación de los tres índices y se obtiene la eficiencia general de la prensa electrohidráulica.

La eficiencia general de la prensa electrohidráulica cuando realiza el proceso de embutido de las cocinas de dos quemadores se obtiene una eficiencia de un 61%.

$$OEE = Disponibilidad * eficiencia * calidad.$$

$$OEE = 78\% * 90\% * 87\% = 61\%.$$

La eficiencia general de la prensa electrohidráulica cuando realiza el proceso de prensado del sello de la empresa se obtiene una eficiencia de un 45%

$$OEE = Disponibilidad * eficiencia * calidad.$$

$$OEE = 92\% * 56\% * 88\% = 45\%.$$

3.4.5 Eficiencia general de la dobladora de varillas manual

En la figura 2-3 se muestra una dobladora de varilla manual accionada por palanca, es una máquina que es utilizada por la empresa Industrias Géminis para doblar varillas cuadradas y redondas de 9 y 8 pulgadas para la producción de cocinas industriales y domésticas, este es un mecanismo que no cuenta con todos las adecuaciones para realizar este trabajo, razón por la cual la calidad del doblado de varillas es defectuoso y requiere que se realice un proceso de enderezado de estas varillas, incrementado el tiempo de producción, generando desperdicios, y contaminación auditiva.

Al aplicar el indicador de eficiencia general de la maquinaria, a la dobladora de varillas manual nos da como resultado una eficiencia del 0% debido a que todas las varillas dobladas son defectuosas.



Figura 2-3: Dobladora de varillas manual de palanca

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

Tabla 13-3: Tiempo empleado en doblar las varillas de forma manual.

Dobladora de varillas manual y enderezada a combo	
Cantidad	Tiempo [H]
50-60	1
90-100	1.5
150-180	2
210-250	2.5

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

La empresa al ver estas deficiencias de la máquina, han tomado la decisión de crear una nueva matriz la cual se adaptará a la prensa electrohidráulica, para doblar las varillas de una forma más eficiente, rápida, cómoda, reduciendo los tiempos de producción, esto debido a que la matriz posee una capacidad para doblar 12 varillas cuadradas de 9 pulgadas y 15 varillas de 8 pulgadas.

La prensa electrohidráulica manual no trabajo con la matriz ya mencionada, razón por la cual no se puede aplicar el indicador OEE (eficiencia general de la maquinaria) a la prensa electrohidráulica manual sin embargo la matriz trabajara con la prensa electrohidráulica automática es ahí en donde se aplicara el indicador de eficiencia OEE y se verificara mediante tiempos de producción, la dobladora de varillas manual versus la matriz para doblar varillas con la prensa electrohidráulica automática.

3.5 Metodología

Una de las principales etapas para la automatización de este tipo de equipos es determinar el nivel de producción, además de identificar los riesgos que presenta la prensa electrohidráulica.

3.5.1 Diagrama de Ishikawa

Mediante el diagrama de Ishikawa se representan los riesgos de seguridad de la prensa electrohidráulica por el método de las 6 M (Mano de obra, maquinaria, material, método de

trabajo, medio ambiente y mantenimiento), además de conocer las causas que llevaron al deterioro y daño de la prensa electrohidráulica, la cual va a ser representada en mediante el diagrama de Ishikawa en el anexo C.

3.5.2 Diagrama de Pareto

Mediante el diagrama de Pareto se va a identificar gráficamente los riesgos de seguridad más importantes al momento de trabajar con la prensa electrohidráulica, con el objetivo de solucionar estos problemas mediante la aplicación de dispositivos simples de automatización, además de reducir el deterioro y daño mediante un manual de operación y mantenimiento de la prensa electrohidráulica.

3.5.3 Conclusión del diagrama de Ishikawa y de Pareto

Al analizar el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto se determinó los principales riesgos de seguridad al momento de trabajar con la prensa electrohidráulica:

- Incidencia de las extremidades superiores cerca de la matriz de trabajo al prensar el material
- Daño del cilindro hidráulico por el tiempo de vida.
- Ausencia de la válvula de seguridad en el circuito hidráulico.
- Daño del tanque de aceite por el tiempo de vida.

3.6 Concepción general de la maquina

Los procesos que realiza la prensa hidráulica dentro de la fabricación de cocinas industriales y domésticas son los siguientes.

- Embutido de las cocinas de dos quemadores.
- Prensar el logo de la empresa en frentes y espaldares de las cocinas industriales.
- Dobladora de varillas.

En la figura 3-3 se describen los principales elementos a utilizarse dentro de la automatización de la prensa electrohidráulica para que cumpla a cabalidad con los tres procesos de fabricación para las cocinas domésticas e industriales.

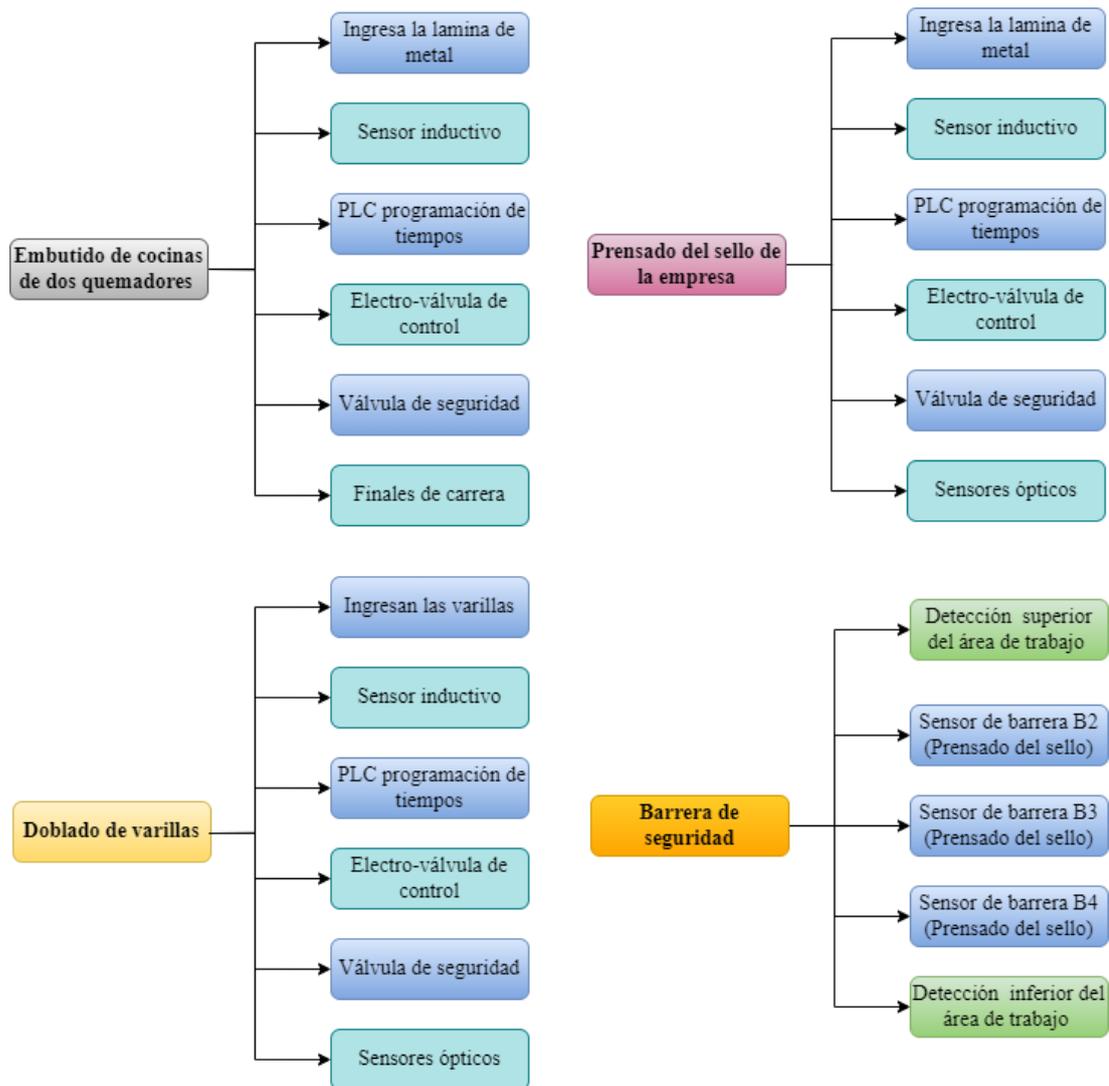


Figura 3-3: Equipos para la automatización de la prensa hidráulica

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

A los elementos mencionados anteriormente cabe agregar una pantalla HMI, mediante la cual permite al operario, centrar manualmente la matriz de trabajo, seleccionar el tipo de trabajo a realizar, seleccionar el modo de trabajo manual o automático, además de configurar los tiempos de trabajo. En la figura 4-3 se muestra un diagrama de flujo que describe el funcionamiento del sistema, además se debe mencionar que la programación en el PLC se debe regir bajo estas instrucciones.

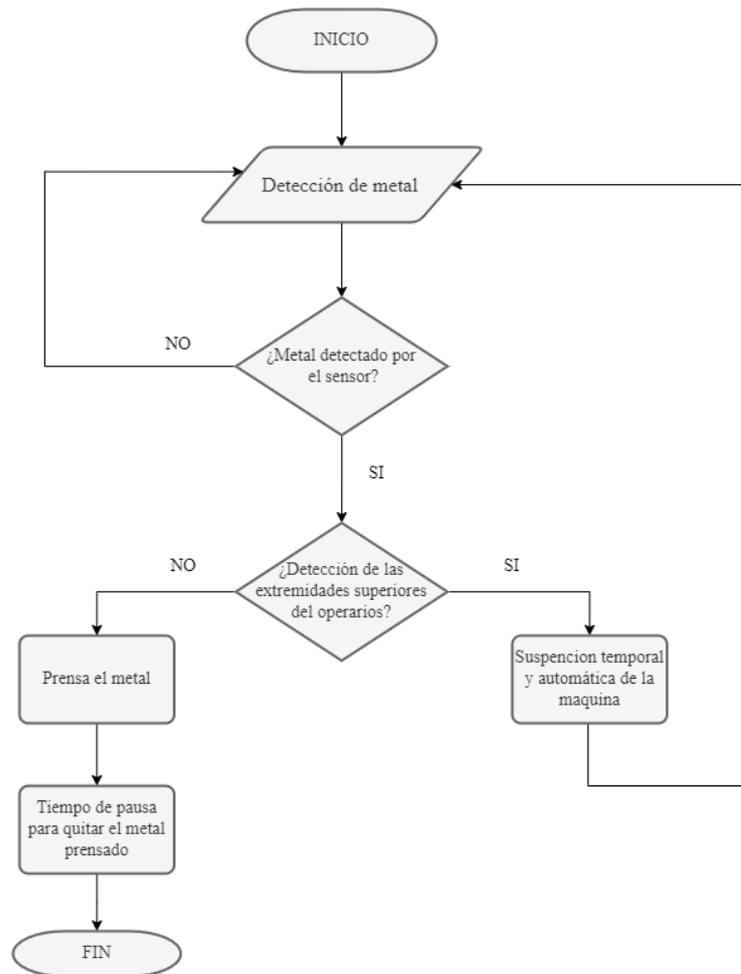


Figura 4-3: Diagrama de flujo del funcionamiento del sistema

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.7 Descripción de las etapas del proceso

Una vez conocidos los requerimientos y elementos considerados, se describe el principio de funcionamiento para cada una de las principales etapas de la máquina.

3.7.1 Detección del metal

Para esta etapa se dispone de un sensor inductivo que deberá realizar la detección de las láminas de metal que ingresen a la matriz ya sea para realizar el embutido, el prensado del sello de la empresa o para doblar las varillas.

3.7.2 Prensado del material

Una vez que el sensor inductivo detecta el metal, se acciona un cilindro hidráulico que realiza el prensado del sello, el embutido de las cocinas domésticas de dos quemadores o el doblado de las varillas, dependiendo del tipo de trabajo que el operario requiere realizar, el cilindro hidráulico se acciona únicamente con la presencia del material metálico dentro de la matriz y se suspenderá

de forma automática con la presencia de las extremidades superiores del operario como son la presencia de brazos o manos cuando las mismas ingresen dentro de la zona de peligro.

3.7.3 *Detección de las extremidades superiores del operario*

Cuando la etapa del prensado del material se encuentra ejecutando, si el operario ingresa alguna de las extremidades superiores como son manos o brazos cerca de la matriz de trabajo o conocida como zona de peligro, cortando uno o más rayos de luz emitidos por los sensores ópticos emisor receptor que conforman la barrera de seguridad, el cilindro regresará de forma automática a su posición inicial y se suspenderá sin provocar la parada de la máquina.

3.7.4 *Procesamiento*

Toda esta secuencia de etapas y seguridad del operario se encuentran gobernados por un controlador lógico programable el cual contiene un programa, mediante el cual nos permite definir el estado de los actuadores en función de la información proporcionada por los sensores.

3.7.5 *Visualización*

Para la etapa de visualización se utilizará un HMI mediante el cual nos permitirá seleccionar el tipo de trabajo que el operario desea realizar, el modo de trabajo manual o automático, a su vez nos permitirá modificar los tiempos de prensado del material, además visualizar el estado de los sensores, así como centrar la matriz de forma manual.

3.8 **Dimensionamiento del circuito hidráulico**

Para realizar el dimensionamiento de los elementos del circuito hidráulico es necesario determinar los elementos con los que cuenta la máquina cuyas especificaciones se encuentran en la tabla 14-3

Tabla 14-3: Elementos del circuito hidráulico que posee la maquina

Bomba hidráulica de paletas		
Marca	Vickers	
Modelo	V10-6-1c	
Presión	2200 [PSI] o 150 [BAR]	
Velocidad máxima de giro	3000 [RPM]	
Cilindrada	19,5 [cc/rev]	
Motor trifásico		
Marca	WEG	
Voltaje trifásico	220 [v]	
HP	7.5 [HP]	
Revoluciones	1740 [RPM]	
Modelo	MOD.TE1BFOXO	
Frecuencia	60 [Hz]	

Tanque reservorio de aceite		
Material	Hierro	
Espesor	6 [mm]	
Largo	54 [cm]	
Alto	36 [cm]	
Ancho	39 [cm]	
Manómetro		
Tipo	NTP	
Rango	0-400 [BAR]	
Cabezal del filtro de retorno		
Modelo	IF2.06 B	
Rosca de salida [A]	3/4 " BSPP	
Rosca de entrada [C]	3/4 " BSPP	
Rosca del filtro	3/4 " BSPP	

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

A continuación, en la figura 3-3, se presenta el circuito hidráulico a implementarse, la máquina cuenta con un motor trifásico, una bomba Vickers, un tanque reservorio de aceite, un manómetro y unas mangueras hidráulicas de presión, seguido se procedió a seleccionar los elementos faltantes como son:

- Filtro de retorno
- Válvula de control
- Válvula de seguridad
- Presostato

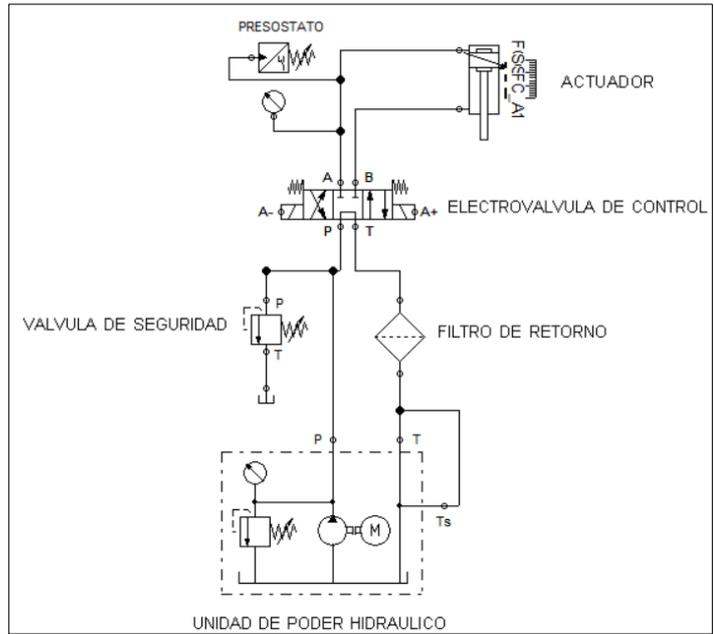


Figura 5-3: Circuito hidráulico a implementar

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.8.1 Dimensionamiento del tanque de aceite

Para dimensionar el tanque de aceite se recomienda que su capacidad sea de dos a cuatro veces su capacidad que entrega la bomba conectada al motor. En el circuito hidráulico se posee una bomba que entrega un caudal de $19.5 [cm^3/rev]$, al tener un motor de $1740[rpm]$ se tendrá un caudal de $34 [lt/min]$, tomando en cuenta la recomendación se dimensionó el tanque al doble del caudal que entrega la bomba conectada al motor de $1740 rpm$, es decir la capacidad del tanque es de $68 [lt]$, a partir de este cálculo se verificará si el tanque de aceite que posee la máquina cumple con el dimensionamiento, sabiendo que las dimensiones del mismo son las siguientes: ancho $38,5 [cm]$, largo $53,5 [cm]$, alto $35,5 [cm]$. A continuación, se presenta el cálculo para el volumen de aceite que almacenará el tanque.

$$V_T = Q * 2$$

Donde

V_T = Volumen del tanque

Q = caudal de la bomba

$$V_T = Q * 2$$

$$V_T = 34[lt/min] * 2$$

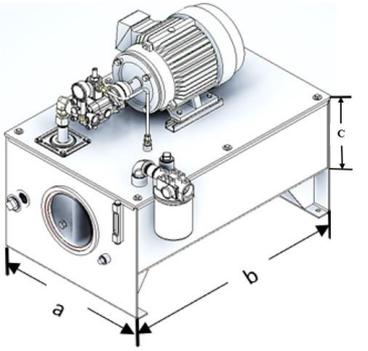
$$V_T = 68 \left[\frac{lt}{min} \right]$$

$$V_T = 17.94[GPM]$$

$$V_T = 67860[cm^3]$$

Tabla 15-3: Cumplimiento del dimensionamiento del tanque hidraulico

Dimensiones		Tanque de almacenamiento de aceite de la prensa manual	Tanque de almacenamiento de aceite a diseñar
Ancho	a	38,5	35,5
Largo	b	53,5	53,1
Alto	c	35,5	36
Volumen		73121,13 [cm ³]	67861,8 [cm ³]
Galones		19.317	17.94



Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

A través de la tabla 15-3 se puede verificar que el tanque de aceite que posee la prensa electrohidráulica manual se encuentra dentro del rango de dimensionamiento con una capacidad de 19.317 galones de aceite, de modo que el tanque hidráulico se conservará.

3.8.2 Dimensionamiento de la válvula de seguridad

La válvula de seguridad permite regular la presión del sistema hidráulico a una sola presión, protegiendo los elementos mecánicos y eléctricos frente a fisuras y sobrecargas respectivamente, para seleccionar la válvula de seguridad se calcula la presión PSI que puede soportar la bomba, a continuación, se presenta los cálculos para seleccionar la válvula de seguridad.

$$Presion(PSI) = \frac{Potencia\ del\ motor(HP) * 1714}{Caudal\ [GPM]}$$

$$Presion(PSI) = \frac{7,5 * 1714}{8.547\ [GPM]}$$

$$Presion(PSI) = 1504.036\ [PSI]$$

$$Presion(PSI) = 103,698\ [BAR]$$

Caudal de selección

$$Q = Q_{BOMBA} * 1.2$$

$$Q = 34[lt/min] * 1.2$$

$$Q = 40.8\ [lt/min]$$

La presión máxima que genera la bomba conectada al motor es de 103,698 [bar], por lo tanto, se realiza la selección de la válvula de seguridad que se encuentren en un rango de 30[bar] a 350[bar]. A partir de los cálculos realizados previamente se selecciona una válvula de seguridad Rexroth ZDV6VP2-43/315V que posee una presión máxima de trabajo de 315[bar], con un caudal máximo de trabajo de 60 [lt/min], a continuación, en la tabla 16-3 se presentan las principales características de la válvula de seguridad.

Tabla 16-3: Características de la válvula de seguridad

Características	
Serie	ZDV6VP2-43/315V
Presión máxima de trabajo	315 [BAR]
Presión configurable	30, 50, 100, 200, 315 [BAR]
Flujo máximo de trabajo	60[lt/min]
Función de alivio-a	P(presión)-T(tanque)
Rango de viscosidad del aceite	10 a 800[mm ² /s]
Montaje	Modular
Proteccion	IP65

Fuente:(Rexroth, 2021)

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.



Figura 6-3: Válvula de seguridad ZDV6VP2-43/315V

Fuente: (Rexroth, 2021)

3.8.3 Dimensionamiento de la válvula de control direccional

Recordando que la bomba conectada al motor proporciona un caudal de 34[lt/min], con una presión máxima de trabajo de 103,698 [bar], se seleccionó una válvula de control direccional centro tándem 4/3, con la modelo 4WE 6 G62/EW230N9K4, que nos permitirá realizar el control del cilindro hidráulico.

Tabla 17-3: Características de la válvula de control

Características	
Modelo	4WE 6 G62/EW230N9K4
Tipo de accionamiento	Sxolenoides
Presión máxima de trabajo	350 [BAR]
caudal máximo de trabajo	60[lt/min]
Presión de servicio	A, B, P, T
Montaje	Modular

Tensión	Alterna
Voltaje	110 [v]
Frecuencia	60 [Hz]
Corriente de consumo	0.6 [A]
Tiempo de conexión	Permanente
Enchufe de 3 polos	2+PE
Proteccion	IP 65
Temperatura de la bobina	150-180 [°C]

Fuente: (Rexorth, 2021)

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.



Figura 7-3: Válvula centro tándem 4WE 6G62/WE230N9K4

Fuente: (Rexorth, 2021)

3.8.4 Presostato

El presostato es un elemento que se seleccionó como un elemento de seguridad, el mismo que será regulado a una presión máxima de trabajo de 30 [bar], recordando que la presión máxima de trabajo de la bomba conectada al motor es de 103.698 [bar]. Una vez que la presión llegue a 30 [bar] permitirá que los contactos abiertos se cierren y los contactos cerrados se abran similar a un relé, enviando una señal eléctrica al controlador lógico programable permitiendo el accionamiento de la electroválvula de control.

Tabla 18-3: Características de presostato K55

Características	
Modelo	K55
Rango de regulación	20-200 [BAR]
Rosca	Rosca B-3/4 BSP
Frecuencia de conmutación	120[ciclos/min]
Contactos	NO-NA
Voltaje [DC]	30 [V]
Voltaje [AC]	220[V]
Corriente [DC]	5 [A]
Corriente [AC]	5[A]

Fuente: (Hydroline, 2020)

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.



Figura 8-3: Presostato FOX K55

Fuente: (Rexorth, 2021)

3.8.5 Dimensionamiento del filtro de retorno

En la etapa de retorno del fluido oleohidráulico hacia el tanque se seleccionó un filtro que puede retener partículas de hasta 10 micrómetros evitando que ingrese al tanque partículas, que pueden afectar al interior de los dispositivos hidráulicos como son la bomba, válvula de seguridad y válvula de control, en la figura 9-3 se presenta el filtro de retorno que soporta un caudal de hasta 300[lit/min], mismo que se encuentra dentro del rango dimensionamiento del caudal para seleccionar el filtro de retorno.

$$Filtro = Q_{Bomba}(1,2)$$

$$Filtro = 34[lit/min](1,2)$$

$$Filtro = 40.8 [lit/min]$$

Tabla 19-3: Características del filtro de retorno

Características	
Modelo	S/E 20-10B
Presión máxima	30 [BAR]
Rosca	Rosca B-3/4 BSP
Caudal máximo de trabajo	300[lit/min]
Tamaño	20
Filtración	10 micrómetros
Temperatura de la bobina	150-180 [°C]

Fuente: (Hydroline, 2020)

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.



Figura 9-3: Filtro de retorno S/E 20-10B

Fuente: (Hydroling, 2020)

3.8.6 Selección del aceite

Se recomienda utilizar el aceite hidráulico AW ISO 68 son muy utilizado en sistemas hidráulicos como son bombas, motores y cilindros hidráulicos, entre otros, protege a los metales contra la corrosión y el desgaste además posee una baja formación de espuma y una buena liberación de agua y separación de aceite.

Tabla 20-3: Características del aceite AW ISO 68

Características	Valores típicos
A apariencia a temperatura ambiente	Brillante
Viscosidad cinemática 40°C	68
Viscosidad cinemática 100°C	8,49
Densidad 15,6 °C,kg/L	0,873
Características preventivas de oxidación	Aprobado

Fuente: (ROSHFRANS, 2016)

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.9 Selección de componentes eléctricos

Una vez dimensionado el circuito hidráulico y determinadas las funciones que realizará la prensa electrohidráulica, el siguiente paso consiste en seleccionar los elementos eléctricos y electrónicos necesarios para que cumpla a cabalidad con los tres procesos de fabricación en función de los requerimientos planteados.

3.9.1 Sensores ópticos

Para la implementación de la barrera de seguridad se utilizará sensores ópticos emisor receptor, de tal manera que serán ubicados a una distancia de 5 [cm] entre cada sensor, para la detección de las extremidades superiores del operario como son manos y brazos, cubriendo una distancia

de 80 [cm] de largo y 55[cm] de alto, en este caso el sensor óptico seleccionado es el E3F-20C1, el cual se visualiza en la figura 10-3 cuenta con un amplio rango de detección, con una luz visible que es conveniente para la calibración y posicionamiento de los mismos, son muy utilizados en maquinaria, química, papel, industria ligera para el posicionamiento detección de piezas.

Además, cabe mencionar que este tipo de sensores se utilizarán para la detección de posición del vástago del cilindro hidráulico, cuando se realice el prensado del sello o cuando se realice el doblado de las varillas.

Tabla 21-3: Características del sensor óptico

Características	
Serie	E3F-20C1
Voltaje	6-36 [VDC]
Corriente de salida [mA]	300 [mA]
Distancia de detección	5 [mm] a 20[m]
Estado de salida	NO (normalmente abierto)
Salida de control	NPN
Material	Latón níquel
Diámetro	M12

Fuente: (Yueqing Wodu Electric Co., Ltd., 2021)

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.



Figura 10-3: Sensor óptico E3F-20C1

Fuente: (Yueqing Wodu Electric Co., Ltd., 2021)

3.9.2 Sensores inductivos

Los sensores inductivos permitirán la detección del metal en las diferentes matrices de trabajo, para ello se utilizarán sensores inductivos enrasados M12, los mismos serán ubicados de forma individual para la detección de la lámina de metal, para la matriz del prensado el sello de la empresa y para detectar la presencia de las varillas dentro de la matriz de doblado, sin embargo para la matriz de embutido de las cocinas se han seleccionado sensores inductivos rectangulares PS12-4DP, que se montaran en la misma matriz gracias a la geometría y longitud del sensor, no se realizarán modificaciones en la misma, A continuación se presentan las características de los sensores inductivos.

Tabla 22-3: Características del sensor inductivo

Características	
Serie	Sensor inductivo enrasado PET-18-5
Voltaje	10-30 [VDC]
Corriente de salida [mA]	10 [mA]
Distancia de detección	4 [mm]
Estado de salida	NO (normalmente abierto)
Salida de control	PNP
Material	Latón níquel
Diámetro	M18
Proteccion	IP67
Tipo de cable	DC de 3 hilos

Fuente: (Autonics, 2022b)

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.



Figura 11-3: Sensor inductivo enrasado PET-18-5

Fuente: (Autonics, 2022b)

Tabla 23-3: Características del sensor inductivo PS12-4DP

Características	
Serie	PS12-4DP
Voltaje	12-30 [VDC]
Corriente de salida [mA]	10 [mA]
Distancia de detección	4 [mm]
Estado de salida	NO (normalmente abierto)
Salida de control	PNP
Material	Plástico
Proteccion	IP67
Área de detección	12x12[mm]

Fuente:(Autonics, 2022a, p. 12)

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022



Figura 12-3: Sensor inductivo PS12-4DP

Fuente: (Autonics, 2022a, p. 12)

3.9.3 Finales de carrera

Los finales de carrera se utilizarán para detectar la presencia de la matriz para el embutido de las cocinas domésticas de dos quemadores en la posición superior e inferior, se emplea finales de carrera industriales con palanca metálica ajustable y roldana, partir de estas características nos permitirá retraer la palanca metálica de los finales de carrera, para subir o bajar la mesa de trabajo y permitirnros realizar el prensado del sello o doblar las varillas para las cocinas domésticas e industriales en la tabla 24-3 se muestran las principales características de los finales de carrera.

Tabla 24-3: Finales de Carrera de palanca metálica ajustable

Características	
Capacidad de carga	5[A]/250[VAC]
Frecuencia de operación	20 veces/min
Resistencia de aislamiento	100 [MΩ]
Tención soportada	1500[VAC]
Estado de salida	NO (normalmente abierto) NC (normalmente cerrado)
Brazo de palanca	Ajustable de rodillo
Grado de proteccion	IP66
Tamaño	Pequeño

Fuente: (Suconel, 2020)

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.



Figura 13-3: Finales de carrera de palanca ajustable

Fuente: (Suconel, 2020)

3.9.4 Baliza

La baliza es una torre luminosa de tres colores que permitirán señalar de forma óptica los modos de trabajo de la prensa electrohidráulica automática, para ello se utilizara una baliza de marca Camsco LTA 203 Series, que permitir dar a conocer al operario el modo de trabajo en el cual se encuentra la máquina, si el modo de trabajo es automático se activa la señal luminosa de color verde, si el modo de trabajo es manual se enciende la lampara de color amarillo y si existe algún paro se enciende la lampara de color rojo.

Tabla 25-3: Características de la baliza Camsco LTA 203 Series

Características	
Marca	Camsco
Modelo	LTA 203 Series
Voltaje de alimentación	220 [VAC]
Color de luces	Rojo, Amarillo, Verde
Potencia de iluminación	9[w]
Con buzzer	Si
Numero de colores	3
Grado de proteccion	IP34

Fuente:(Camsco Electric, 2020)

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.



Figura 14-3: Baliza Camsco LTA 203 Series

Fuente: (Camsco Electric, 2020)

3.9.5 Controlador lógico programable

El controlador lógico programable es el cerebro de todo el sistema, desde este controlador se evaluarán las señales de entrada y posteriormente se activarán las salidas de forma sincronizada en cada una de las etapas para efectuar el funcionamiento del sistema. Al seleccionar el controlador lógico programable se tomará en cuenta el ciclo de funcionamiento de la prensa electrohidráulica ya que requiere activar 8 salidas dependiendo de las etapas, el modo de funcionamiento y tipo de trabajo a realizar. El hardware que dispone para las entradas y salidas se detallan a continuación.

Tabla 26-3: Entradas y salidas del PLC

Entradas digitales		Salidas digitales	
Nº	Descripción	Nº	Descripción
1	Paro	1	Luz verde
2	Paro de emergencia	2	Luz roja

3	Inicio	3	Luz amarilla
4	Reset	4	Luz sello
5	Pedal	5	Luz embutido
6	Relé térmico	6	Motor
7	Final de carrera A1	7	Electroválvula A+
8	Final de carrera A0	8	Electroválvula A-
9	Sensor óptico A1		
10	Sensor óptico A0		
11	Presostato		
12	Sensor inductivo embutido/sello/varilla		
13	Sensor de barrera 1		
14	Sensor de barrera 2		
15	Sensor de barrera 3		
16	Sensor de barrera 4		

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

Una vez determinado el número de entradas y salidas se procede a seleccionar la mejor opción en precio, calidad y garantía, tomando en cuenta la aplicación que este va a tener dentro del sistema se seleccionó un PLC de la marca Delta con la serie DVP 32ES2-E RE, el cual consta de 16 entradas y 16 salidas a relé, a continuación, en la tabla 27-3 se presenta las características del PLC Delta DVP 32ES2-E RE.

Tabla 27-3: Características del PLC Delta DVP 32ES2-E RE

Características	
Modelo	DVP 32ES2-E RE
Fuente de alimentación	110 [VAC]
Frecuencia	50/60 [Hz]
Conector	Extraíbles estándar europeo Pin:5mm
Operación	Funciona cuando la potencia sube de 95-100 [VAC] y se detiene cuando baja de 70[VAC]
Consumo de corriente	2[A]
Entradas	16
Salidas	16
Tipo de salidas	Relé
Tipo de entradas	Digitales
Interfaz de programación	Mini USB

Fuente:(Delta, 2010)

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022.



Figura 15-3: PLC Delta DVP 32ES2-E RE

Fuente: (Delta, 2010)

3.9.6 HMI

Una de las principales características que debe cumplir el HMI es la compatibilidad con el PLC, además debe contar con el espacio necesario para desarrollar una interfaz que permitirá al operario interactuar con la máquina, seleccionando el tipo y modo trabajo además de realizar visualización de la activación y desactivación de los sensores de posición, sensores de barrera y detección del metal, de esta manera permitirá al operario realizar un test de funcionamiento de cada uno de los elementos antes de colocar maquina en funcionamiento.

Analizando estas características se seleccionó una HMI DOP-103WQ de 4,3” pulgadas mostradas en la figura 16-3, que cuenta con comunicación RS-232 y RS485, para la comunicación con el PLC, además cuenta con Ethernet para la transferencia de datos entre la pantalla y el computador, la misma cuenta con protección IP65 contra polvo y agua ideal para el ambiente en el que va a trabajar debido a que la empresa cuenta con el servicio de pintura electrostática en polvo, a continuación en la tabla 28-3 se muestra las características de la pantalla HMI.

Tabla 28-3: Características de la pantalla HMI DOP-103WQ

Características		
Modelo	HMI DOP-103WQ	
Fuente de alimentación	24 [VDC]	
Tipo de pantalla	4.3” TFT LCD 65535 colores	
Resolución	480 x 272 pixeles	
Tamaño de la pantalla	95.04 x53.856 [mm]	
RAM	512 [Mbytes]	
USB	USB 2.0	
Comunicación serial	COM1	RS-232
	COM2	RS-232/RS-485
	COM3	N/A
Proteccion	IP65	
Consumo de energía	5.8 [w]	

Fuente:(Delta, 2010)

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.



Figura 16-3: PLC Delta DVP 32ES2-E RE

Fuente: (Delta, 2010)

3.9.7 Selección del breaker

Para seleccionar los elementos de protección, necesitamos saber la corriente nominal de los elementos de forma individual y seguido aplicar un factor de seguridad del 125 para cargas de corriente alterna.

La corriente nominal del motor trifásico que posee la prensa electrohidráulica manual es de 20[A], cuando se conecta a una tensión trifásica de 220 [v], a esa corriente se multiplica por el factor de seguridad recomendado del 125%. Como resultado se requiere de un breaker de 25[A] de tres polos.

Para el circuito de control con el PLC y la fuente de alimentación de 24 [VDC] el consumo de corriente es de 2,5 [A] por razones comerciales se colocó un breaker de 6[A] un polo. Finalmente se procede a seleccionar el breaker principal para ello se realizar la suma de todas las cargas y se multiplicará por el factor de seguridad del 125% esto es de 8[A] por ese motivo se seleccionó un breaker de 10[A] a dos polos ya que la conexión para la parte de control se la realizó a 220 [v] bifásico.

3.9.8 Selección del Relé térmico

Para seleccionar el relé térmico se utilizará la corriente nominal del motor trifásico, multiplicado por un factor de servicio del 1.25, que es la intensidad capaz de soportar el motor sin riesgo cuando exista una sobrecarga en el motor.

$$R_{Termico} = I_n * 1.25$$

$$R_{Termico} = 20 * 1.25$$

$$R_{Termico} = 25[A]$$

El relé térmico debe ser ajustado a 25[A] que es la máxima corriente que soporta el motor trifásico cuando exista una sobrecarga, es decir el relé térmico debe ser seleccionado en un rango de 18-26 [A], por lo que el relé térmico que posee la prensa electrohidráulica manual se encuentra dentro

del rango de dimensionamiento su estado es bueno, Por lo tanto, el relé térmico se mantendrá para el arranque del motor trifásico.

3.9.9 Selección del Contactor

Para el arranque directo del motor trifásico se utilizará un contactor, para seleccionar el mismo se utilizar la corriente nominal del motor y se multiplicará por el factor de seguridad de 125% que nos dará un valor de 25 [A], es decir que se seleccionara un contactor de 25[A] de tres polos.

Tabla 29-3: Características del contactor Camsco de 25[A]

Características	
Marca	Camsco
Modelo	MC25B
Corriente	25[A]
Montaje	Riel din
Numero de polos	3
Voltaje del circuito principal	220 [VAC]
Auxiliar de bloques	1NO/1NC 2NO/NC

Fuente:(Camsco Electric, s. f.)

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.



Figura 17-3: Contactor Camsco de 25[A]

Fuente: (Camsco Electric, s. f.)

3.10 Diseño de la prensa electrohidráulica automática

Una vez seleccionados los elementos hidráulicos, eléctricos y electrónicos se procede con el diseño de la máquina, creando y ubicando piezas de forma estratégica que permitirán repotenciar la prensa electrohidráulica manual, a una prensa electrohidráulica automática, estas piezas serán creadas de acuerdo a las características mecánicas, eléctricas y electrónicas de los dispositivos, en la figura 18-3 se muestra el diseño completo de la prensa electrohidráulica automática misma que es dividida en cuatro subsistemas debido a los tres tipos de trabajo que realiza como son: el embutido de la cocinas de dos quemadores, el prensado del sello de la empresa, dobladora de varillas y la creación de una barrera de seguridad para la detección de las extremidades superiores del operario.

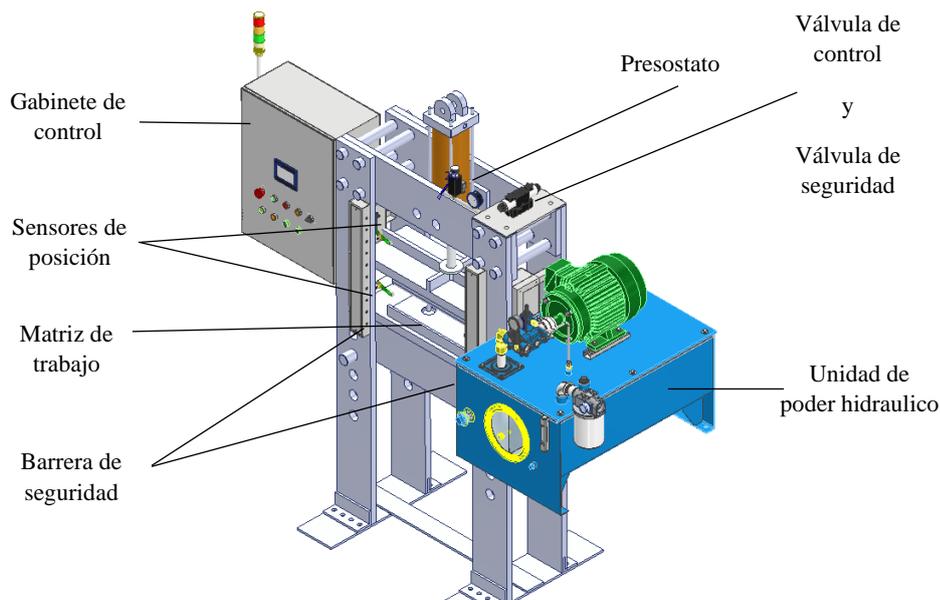


Figura 18-3: Diseño completo de la prensa electrohidráulica automática

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.10.1 *Diseño del sistema hidráulico*

El sistema hidráulico está conformado por la unidad de poder hidráulico, válvula de control, válvula de seguridad, presostato, manómetro y un cilindro hidráulico como se muestra en la figura 18-3 su funcionamiento es esencial dentro de la prensa electrohidráulica a través de la bomba se crea caudal y genera presión sobre el embolo del cilindro hidráulico permitiéndonos alcanzar fuerzas mayores de trabajo en el vástago del cilindro hidráulico, el tanque de aceite es el encargado de enfriar y almacenar el aceite cuando este haya pasado por el filtro de retorno que es el encargado de limpiar el fluido de polvo, pintura y residuos metálicos provenientes del desgaste de los dispositivos hidráulicos, la unidad de poder hidráulico se ubicará a la derecha de la prensa electrohidráulica. Debido a la seguridad de los operarios y estructura constructiva del tanque de almacenamiento de aceite se ubicará a una altura de 1,20[m].

La válvula de seguridad permitirá establecer el sistema hidráulico a una sola presión de trabajo además de controlar el cilindro hidráulico mediante la válvula de control, estas al ser de montaje modular se ubicará en la parte superior derecha de la prensa, para evitar golpes directos con varillas, ángulos y otros elementos metálicos.

3.10.2 *Diseño del sistema de detección de posición*

En el sistema de detección de posición para las diferentes matrices de trabajo, está compuesto por dos pares de sensores ópticos emisor-receptor, para la detección de las matrices para el prensado del sello de la empresa y para el doblado de varillas, por otro lado, también cuenta con dos finales

de carrera que nos permitirá detectar la posición de la matriz para el embutido de las cocinas de dos quemadores.

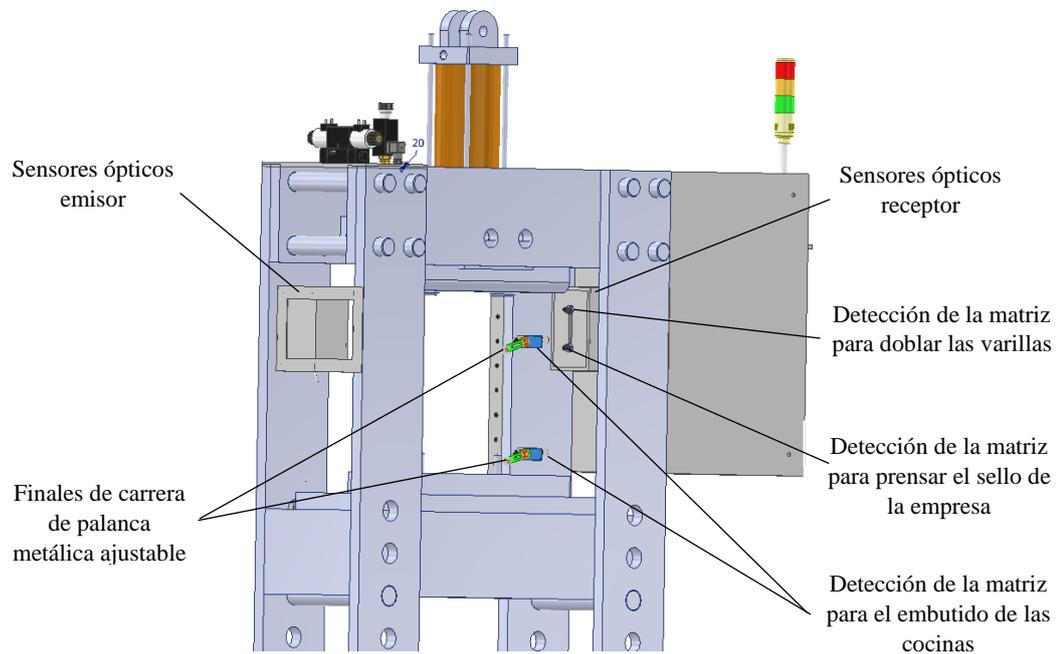


Figura 19-3: Diseño del sistema de detección de posición de las matrices de trabajo

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.10.3 *Diseño del sistema de detección de metal*

Para el sistema de detección de metal, en la figura 20-3 se muestran tres diferentes diseños para la detección de las láminas de metal y varillas a doblar las cuales son montados en la misma matriz o como piezas individuales, sin alterar la superficie de trabajo de la matriz. Para la detección de las láminas de metal para el embutido de las cocinas se muestra un montaje de dos sensores inductivos cuadrados en los laterales de la matriz, con una cubierta protectora para evitar golpes directos al sensor inductivo, debido al peso de la matriz al ser instaladas en la prensa electrohidráulica, además se ha creado una pieza individual para la detección de las láminas de metal para el prensado del sello de la empresa en frentes y espaldares, y finalmente se muestra la pieza y ubicación de sensor inductivo para la detección de las varillas cuando estas se encuentren dentro de la matriz de trabajo.

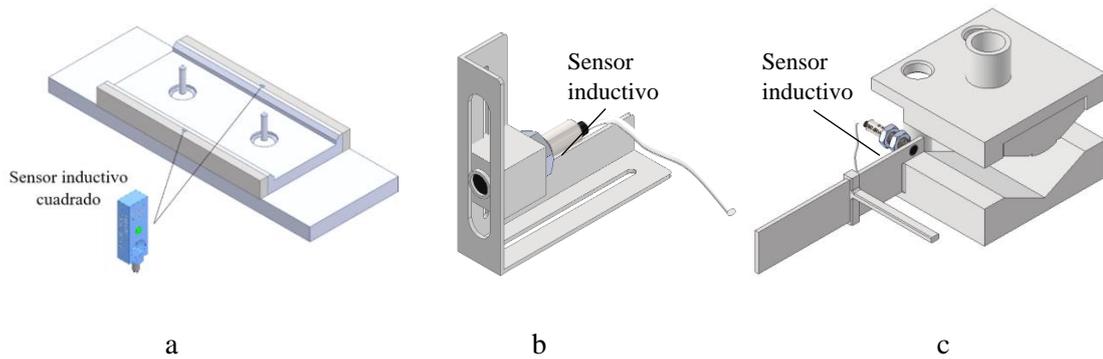


Figura 20-3: Diseño del sistema de detección de metal para a) la matriz de embutido de cocinas de dos quemadores, b) la matriz del prensado del sello y c) la matriz de doblado de varillas.

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.10.4 *Diseño de la barrera de seguridad*

Una vez establecido el sistema de seguridad a implementar se establecen los requerimientos necesarios para el diseño de la barrera de seguridad, como se muestra a continuación.

- La barrera de seguridad debe permitir la detección de las extremidades superiores del operario como brazos y manos.
- La barrera de seguridad debe cubrir toda el área de trabajo frontal de la prensa electrohidráulica cuando se trabaje con las diferentes matrices de sello, embutido y para el doblado de varillas
- Debe tener la capacidad de permitir la habilitación y deshabilitación de la detección de los sensores ópticos.
- La barrera de seguridad debe estar fabricada en un material resistente a golpes fuertes con el montaje y desmontaje de las matrices

3.10.4.1 *Diseño y ubicación de la barrera de sensores*

Para el diseño de la barrera de sensores, se tomará en cuenta los requerimientos mencionados anteriormente, como son la distancia entre sensores de 5 [cm], el área a cubrir es de 50 [cm] de alto, la caja tendrá una profundidad de 10 [cm], por un ancho de 15 [cm] y una altura de 55[cm], para fabricar estas cajas se utilizará una lámina de metal con un espesor de 0.7 [mm] que soportará golpes moderados, a continuación, en la figura 21-3. se muestra el diseño y ubicación de las cajas para las barreras de sensores emisor y receptor en la prensa electrohidráulica

La barrera de sensores fue creada mediante sensores ópticos emisor receptor con una resolución de 50[mm], que permitirán la detección de las extremidades superiores del operario como manos y brazos, a través de la interrupción de las radiaciones ópticas realizadas por la persona ubicada

dentro de la zona de detección, y a través de una función de inhibición debe iniciarse llevando la máquina al estado seguro y finalizarse de forma automática, permitiendo al operario acceder a la zona peligrosa sin provocar la parada de la máquina para retirar o reemplazar una pieza de trabajo.

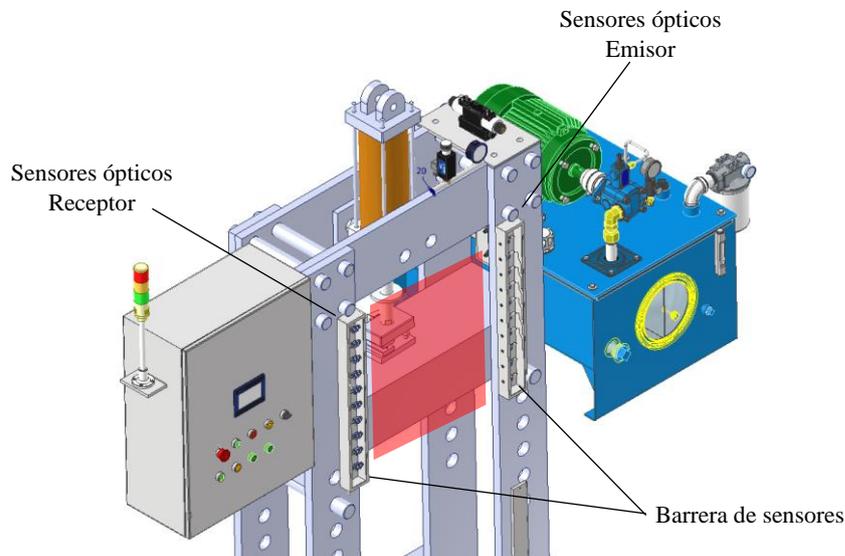


Figura 21-3: Diseño y ubicación de la caja para la barrera de sensores

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.10.5 *Diseño del tablero eléctrico*

Una vez realizada la selección de todos los elementos de protección, conmutación y control, se procede a diseñar el tablero eléctrico, para ello se parte realizando un diagrama 2D, de los circuitos de potencia, control y barrera de seguridad. La elaboración de los diagramas eléctricos es muy importante de esa manera se tiene un documento en donde se detalla las conexiones, nombre de los elementos, y numeración de los cables con la finalidad de llevar un proceso ordenado y evitar errores al momento de realizar las conexiones y facilitar las tareas de mantenimiento.

En la figura 22-3 se muestra el diagrama de conexiones del circuito de fuerza, en este diagrama se observa las conexiones de alimentación para el controlador lógico programable, la fuente de alimentación y los dispositivos conectados a la salida del PLC, se comienza con un interruptor termomagnético de dos polos que es dimensionado de acuerdo a las características del circuito de control, permitiéndonos alimentar las salidas del PLC a 110[v] y 220 [v], seguido se muestra una segundo interruptor termomagnético dimensionado de acuerdo al consumos de corriente del controlador lógico programable y la fuente de alimentación, adicional a esta protección se colocó dos fusibles como una protección para el controlador lógico programable, la fuente alimentación es la encargada de realizar la conversión de AC/DC a 24[VDC], para alimentar a todos los sensores del sistema.

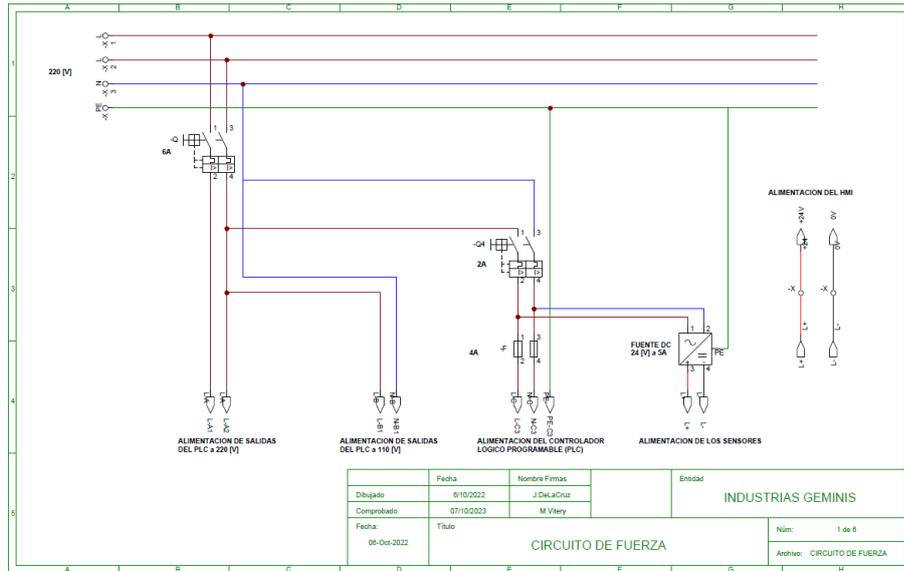


Figura 22-3: Diagrama del circuito de fuerza

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

Por otro lado, en la figura 23-3 y figura 24-3 se muestran las conexiones de las entradas y salidas del controlador lógico programable respectivamente, a las entradas del PLC se encuentran conectados sensores y pulsadores, a sus salidas se encuentran conectados las bobinas de la electroválvula, luces piloto y el contactor que permitirá accionar el motor trifásico de la unidad de poder hidráulico, tomando en cuenta que los sensores se encuentran instalados en campo razón por la cual se utilizarán borneras para conectar todos los sensores y actuadores del sistema

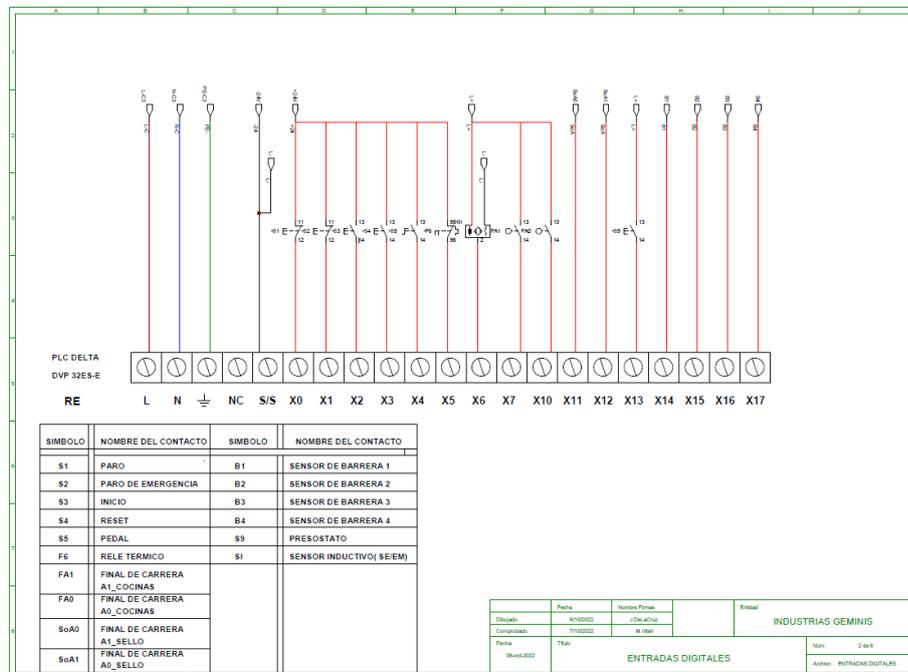


Figura 23-3: Conexión de entradas digitales al PLC

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

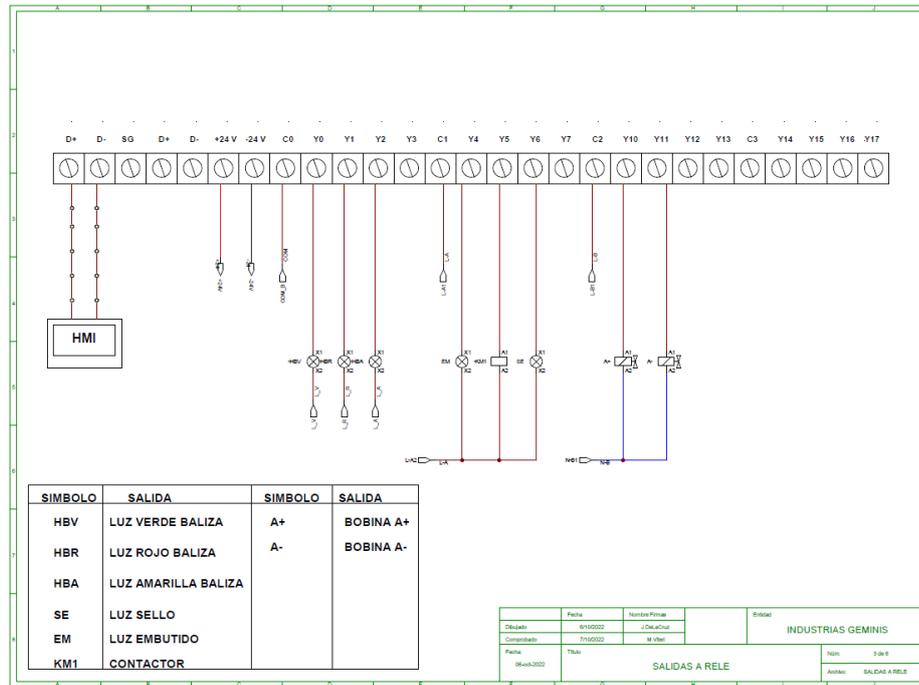


Figura 24-3: Conexión de salidas digitales al PLC

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

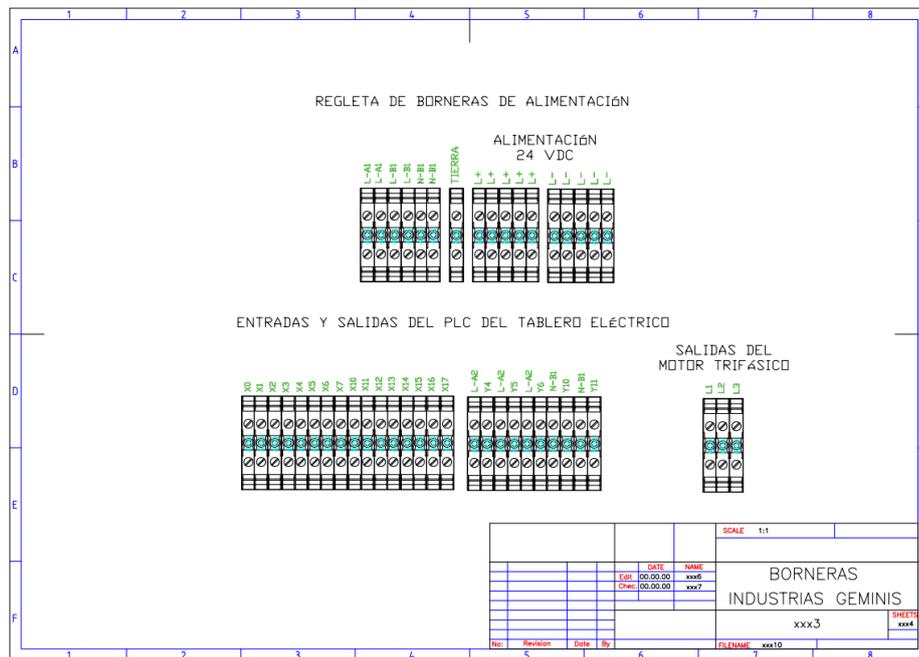


Figura 25-3: Conexión de borneras de entrada y salida del tablero hacia el campo

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

la conexión para la barrera de sensores emisor receptor, se va a dividir en dos partes la conexión de los sensores emisores de luz, se lo realiza en paralelo con el objetivo de llevar a la caja de control únicamente dos alambres positivo y negativo a 24 [v], seguido para realizar la conexión

de los sensores receptores se dividieron en 4 partes, donde los primeros 4 sensores receptores se conectaron en paralelo conjuntamente con los 3 últimos sensores de la barrera de sensores para obtener una única señal, conocida como SB1, seguido los 3 sensores de la mitad se los conectaran de forma individual a la entrada del PLC para de esta manera tener un control en la activación y desactivación de los tres sensores conocidos como SB2, SB3 y SB4, en función del tamaño de la pieza metálica que se desee prensar el sello de la empresa, continuación se puede apreciar la ubicación de los sensores en la figura 26-3, y en la figura 27-3 se puede observar el diagrama de conexiones de los sensores emisor receptor.

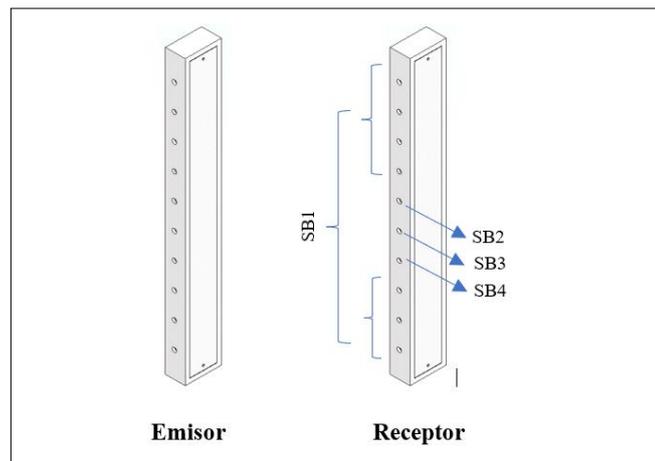


Figura 26-3: Ubicación de los sensores ópticos emisor y receptor

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

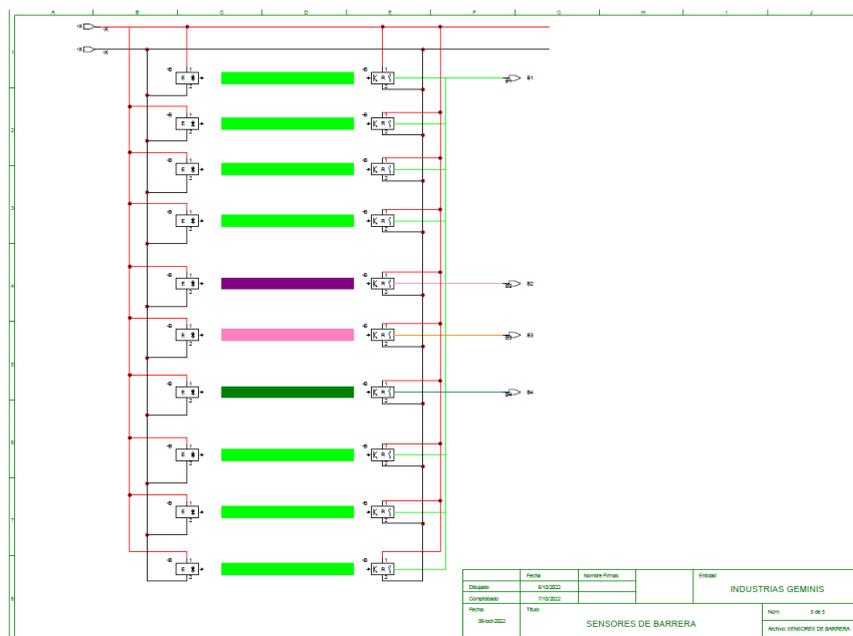


Figura 27-3: Diagrama de conexiones de los sensores ópticos emisor y receptor

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

A continuación, en la figura 28-3 se presenta el diagrama de conexiones de los sensores ópticos de posición, que permitirán la detección del disco montado en el vástago del cilindro hidráulico, donde SoA1 permitirá la detección del disco para prensar el sello de la empresa, mientras que SoA0 permitirá la detección del disco cuando se va realizar el doblado de las varillas.

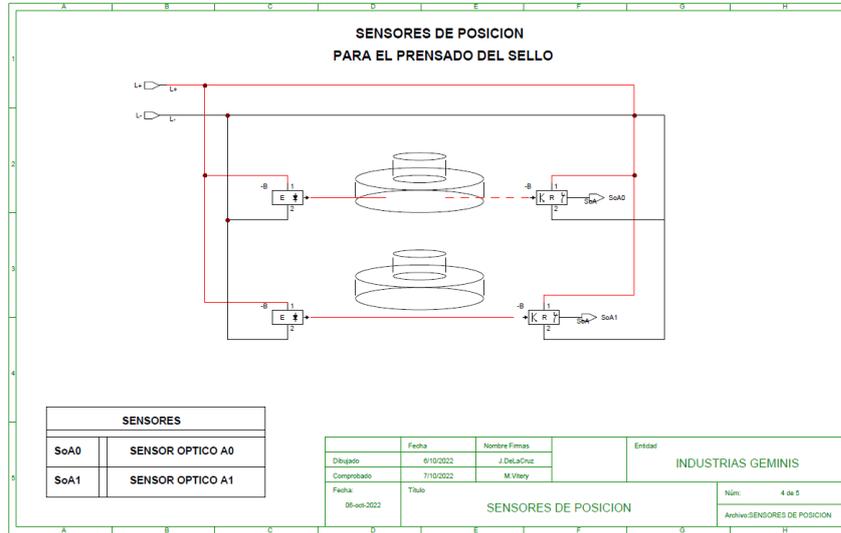


Figura 28-3: Diagrama de conexiones de los sensores ópticos de posición

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

Finalmente se presenta el arranque directo del motor trifásico, empezamos seleccionado el interruptor termomagnético de acuerdo a la corriente del motor trifásico seguido escogemos el contactor y el guardamotor, con los cálculos ya vistos en las secciones anteriores, a continuación, en la figura 29-3 se presenta el diagrama de conexiones del arranque directo del motor trifásico.

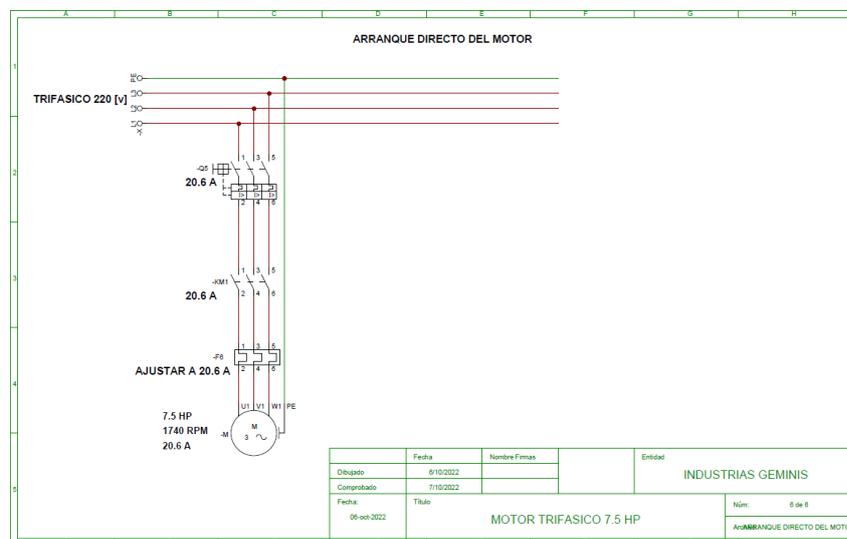


Figura 29-3: Arranque directo del motor trifásico

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

Realizar el diseño del tablero eléctrico en 3D es muy útil, permitiendo obtener una mejor visualización de la ubicación de los dispositivos eléctricos y electrónicos dentro del gabinete de control, a continuación en la figura 30-3 se presenta un vista frontal del tablero eléctrico donde se puede apreciar la ubicación de la botoneras como son el inicio, el paro, paro de emergencia y luces piloto, además en la figura 31-3 se presenta un vista interna del gabinete de control con la ubicación adecuada de los dispositivos de control y potencia del sistema.

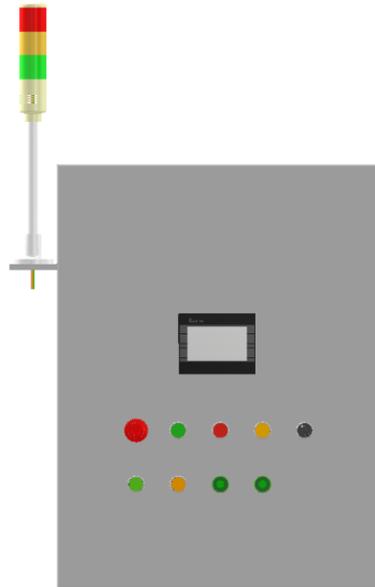


Figura 30-3: Vista frontal del gabinete de control

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.



Figura 31-3: Diseño 3D del tablero eléctrico

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.11 Mantenimiento correctivo de la prensa electrohidráulica

Una vez determinado el tipo de mantenimiento que requiere la prensa electrohidráulica conjuntamente, con las conclusiones obtenidas a partir del diagrama de Ishikawa y Pareto, es necesario identificar las partes de la prensa electrohidráulica con el objetivo de poner en óptimas condiciones la maquinaria para continuar con la automatización de esta.

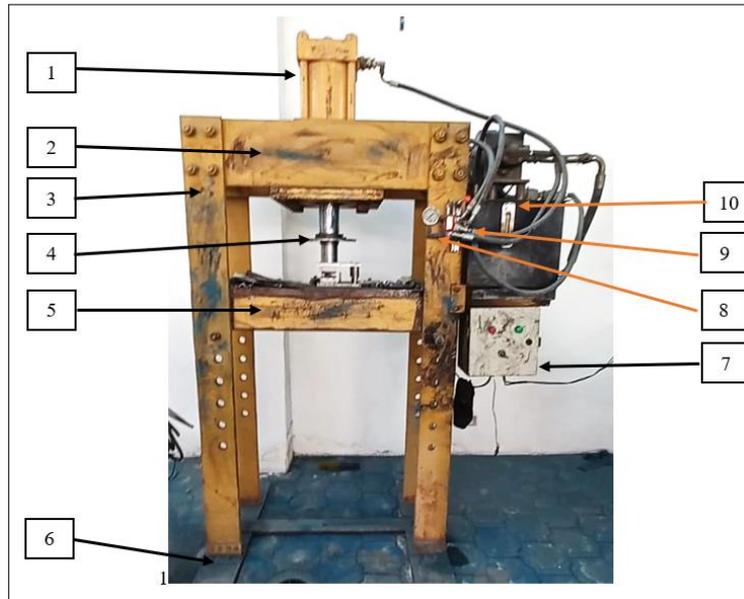


Figura 32-3: Estructura mecánica de la prensa electrohidráulica

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

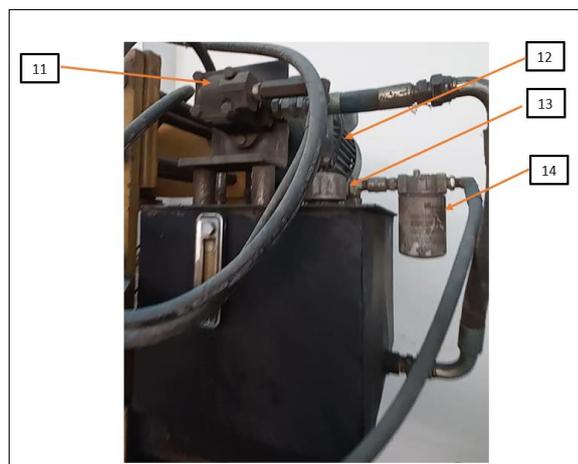


Figura 33-3: Unidad de poder hidráulico

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.



Figura 34-3: Gabinete de control arranque directo del motor

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

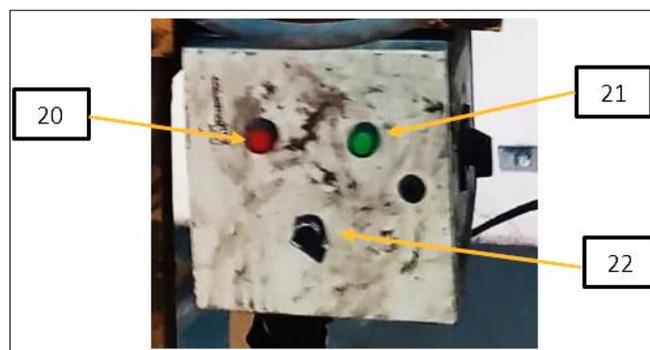


Figura 35-3: Indicadores del gabinete de control

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

A continuación, se presenta una tabla numerada con sus respectivos nombres correspondientes al sistema mecánico, hidráulico y eléctrico.

Tabla 30-3: Partes principales de la prensa electrohidráulica

N°	Denominación	N°	Denominación
1	Cilindro hidraulico	12	Motor trifásico 7.5 HP
2	Viga superior fija	13	Tapa del tanque hidraulico
3	Viga inferior ajustable/mesa de trabajo	14	Filtro de retorno
4	Disco del vástago	15	Termomagnético de 3 polos
5	Mesa de trabajo	16	Termomagnético de 1 polo
6	Base de la prensa electrohidráulica	17	Contactor de 25 [A]
7	Gabinete de control	18	Relé térmico
8	Manómetro	19	Selector de dos posiciones
9	Válvula de control manual	20	Indicador rojo
10	Indicador de aceite	21	Indicador verde

11	Bomba Vickers	22	Selector de control para accionar el contador
----	---------------	----	---

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.11.1 Partes constitutivas de la prensa electrohidráulica

3.11.1.1 Sistema mecánico

La prensa electrohidráulica posee una estructura metálica tipo H la cual se caracteriza por tener una viga fija en la parte superior y en sus laterales vigas inferiores regulables para subir o bajar la mesa de trabajo, las misma queda sostenida mediante varillas de soporte, esta estructura proporciona al mecanismo rigidez y un rápido mantenimiento.

3.11.1.2 Sistema hidraulico

El sistema hidráulico cuenta con un cilindro hidráulico de doble efecto sin marca, una unidad de poder hidráulico, que consta de un motor trifásico de 7,5 [HP], una bomba Vickers de 2200 [PSI] un filtro de retorno, mangueras de presión con sus respectivos acoples, un manómetro y su tanque de aceite.

3.11.1.3 Sistema eléctrico

El sistema eléctrico de la prensa electrohidráulica consta de un gabinete ubicado bajo la unidad de poder hidráulico, el mismo contiene una arranque directo para el motor trifásico, este circuito de control y fuerza consta de un Termomagnético de tres polos, un termomagnético de un polo para la parte de control este permitirá accionar el contactor seguido como protección se tiene un relé térmico que protege al motor trifásico frente a sobrecargas, y en la puerta del gabinete se tiene dos indicadores, un verde que simboliza la activación del motor y uno rojo que se enciende cuando hay sobrecargas.

3.5.3 Características técnicas principales

Antes de continuar en este apartado se dará a conocer las principales características de los elementos que se encuentran buen estado basándonos en el análisis técnico de la prensa electrohidráulica que se muestra en la tabla 3-3, tomando en cuenta que algunos elementos del circuito hidráulico serán remplazados para permitir realizar la automatización de la prensa electrohidráulica los mismos serán dimensionados en el apartado de dimensionamiento del circuito hidráulico, y a continuación, en la tabla 31-3 se presenta las características de los elementos del circuito hidráulico y mecánico que se encuentran en buen estado y permitirán más adelante realizar la automatización de la prensa electrohidráulica.

Tabla 31-3: Elementos del circuito hidráulico que posee la máquina

Estructura		
Modelo	Tipo H	
Alto	215	
Ancho	150	
Largo	80	
Cilindro hidraulico		
Presión máxima	220 [BAR]	
Tipo de retorno	Doble efecto	
Carrera	45 [cm]	
Vástago	Acero	
Bomba hidraulica de paletas		
Marca	Vickers	
Modelo	V10-6-1C	
Presión	2200 [PSI] o 150 [BAR]	
Velocidad máxima de giro	3000 [RPM]	
Cilindrada	19,5 [cc/Rev.]	
Motor trifásico		
Marca	WEG	
Voltaje trifásico	220 [v]	
HP	7.5 [HP]	
Revoluciones	1740 [RPM]	
Modelo	MOD.TE1BFOXO	
Frecuencia	60 [Hz]	
Tanque hidraulico		
Material	Hierro	
Espesor	6 [mm]	
Largo	54 [cm]	
Alto	36 [cm]	
Ancho	39 [cm]	
Manómetro		
Tipo	NTP	
Rango	0-400 [BAR]	
Manguera		
Marca	ALFFLEX	

Presión en PSI	3988	
Presión en BAR	275	

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.11.2 Diagrama del proceso de mantenimiento de la prensa electrohidráulica

A continuación, se detalla la problemática que existe en la prensa electrohidráulica PEH-001, con sus soluciones, procedimientos y reparaciones, en la figura 36-3, se presenta un diagrama que indica el procedimiento a seguir para el mantenimiento correctivo de la prensa hidráulica.

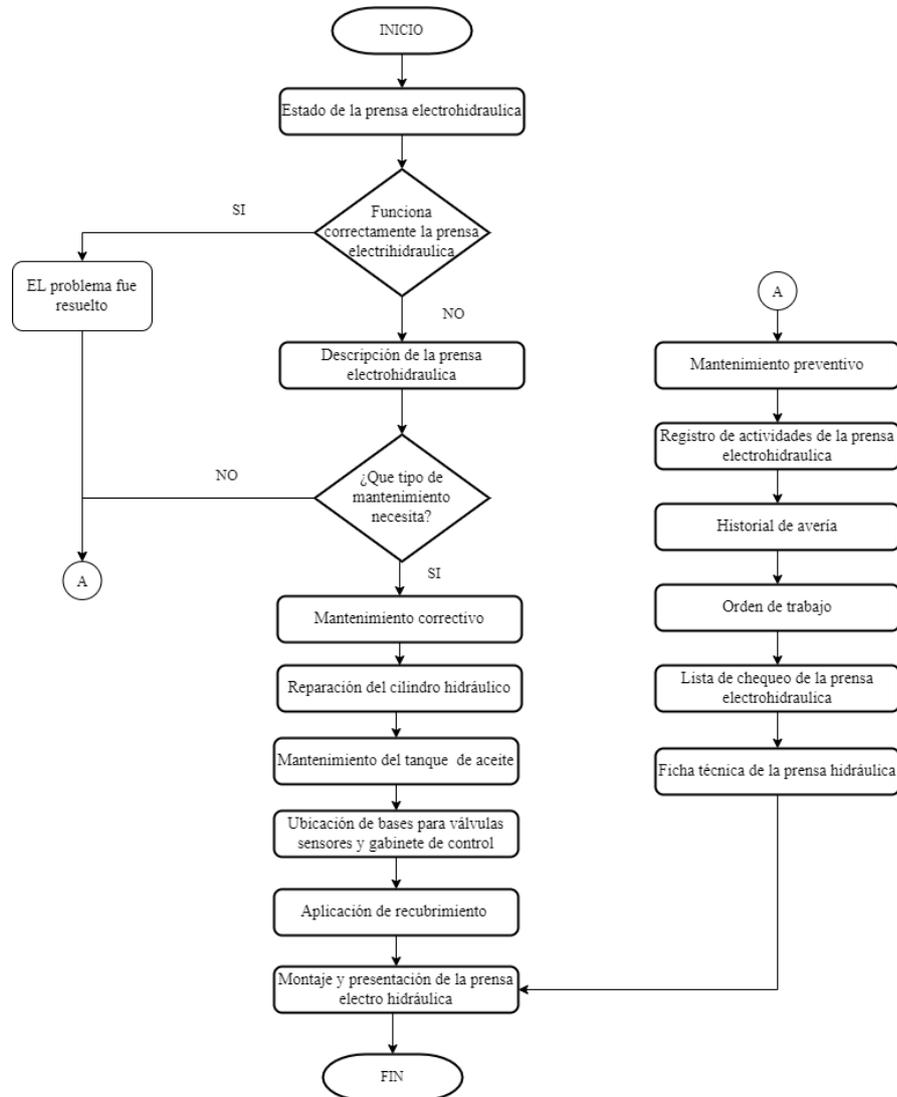


Figura 36-3: Diagrama para el mantenimiento de la prensa electrohidráulica

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.11.3 Reparación de las partes de la prensa hidráulica

A continuación, se presentará los trabajos realizados en cada elemento de la prensa electrohidráulica, como la reparación del cilindro hidráulico y mantenimiento del depósito de aceite, que son los dos elementos que componen la prensa electrohidráulica, y han sido definidos mediante los diagramas de Ishikawa y Pareto como los factores que presentan mayores riesgos de seguridad para los operarios al momento de realizar los diferentes trabajos.

3.11.3.1 Reparación del cilindro hidráulico

Reparación del cilindro hidráulico primero se realizó un análisis visual para detectar el lugar donde se encontraba la fuga de aceite, esta se encontraba en el anillo guardapolvo. El cilindro hidráulico no posee ninguna placa de características del fabricante razón por la cual se procedió a tomar todas las medidas del cilindro hidráulico como se muestra en la figura 7-3 para proceder a la compra del Kit de retenes.

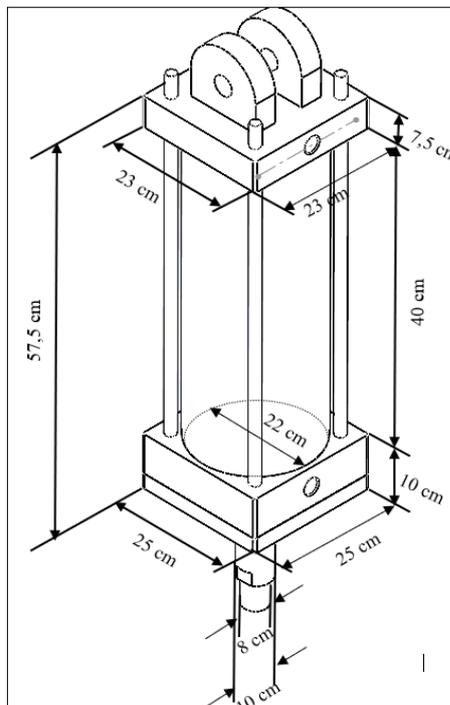


Figura 37-3: Medidas del cilindro hidráulico

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

A continuación, en la figura 38-3 se muestra los efectos producidos por el cilindro hidráulico con la fuga de aceite en el anillo guardapolvo, razón por la cual, existe una constante presencia del fluido en mesa de trabajo y en las diferentes matrices, esto afecta al producto final ya que el material una vez prensado sale con una alta incidencia de aceite.



Figura 38-3: Identificación de la fuga de aceite del cilindro hidráulico

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

Una vez identificada la fuga de aceite se procede a desmontar el cilindro hidráulico de la estructura del mecanismo, para realizar el cambio de retenes del anillo guardapolvo, como se puede observar a continuación en la figura 39-3



Figura 39-3: Desmontaje y cambio del kit de retenes del anillo guardapolvo

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

Una vez realizado el mantenimiento del cilindro hidráulico se procede a montar el mismo en la estructura del mecanismo para realizar las pruebas de funcionamiento y comprobar que la fuga de aceite se solucionó.



Figura 40-3: Montaje y funcionamiento del cilindro hidráulico

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022

3.11.3.2 *Reparación del tanque de aceite*

El tanque reservorio de aceite contiene el fluido hidráulico, mismo que tenía una mezcla de diferentes elementos como agua, polvo, pintura entre otros elementos, además en el fondo del tanque se encontró residuos metálicos como limallas y lodo. El tanque reservorio de aceite tenía fugas de aceite en la parte del indicador de nivel aceite, Es por esto que el tablero de control fue el más afectado debido a una alta incidencia de grasa y aceite.



Figura 41-3: Daños en el tanque de aceite

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022

Se procedió a realizar la verificación de fugas de aceite, en el fondo del tanque, y en las partes laterales, a través de esta verificación se detectó que la fuga de aceite provenía de los tornillos y empaques del indicador de nivel de aceite que se encontraban mal ajustados, A continuación, en la figura 42-3 se presenta la limpieza del tanque aceite, cambio de empaques de la tapa superior del tanque y comprobación de fugas del fluido hidráulico y montaje del tanque.



Figura 42-3: Limpieza, reparación y comprobación de fugas del tanque de aceite

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022

3.11.4 *Ubicación de bases para válvulas, sensores y gabinete de control*

Una vez realizada la selección de los diferentes dispositivos para la parte eléctrica e hidráulica, y a partir del diseño 3D de la ubicación de las bases para las válvulas, sensores y gabinete de control en la figura 43-3 se presenta la fabricación de las cajas y bases para los sensores de posición, barrera de seguridad y gabinete de control, además en la figura 44-3 se presenta la ubicación de

las diferentes bases en la prensa electrohidráulica y montaje modular de las válvulas en su respectiva base .

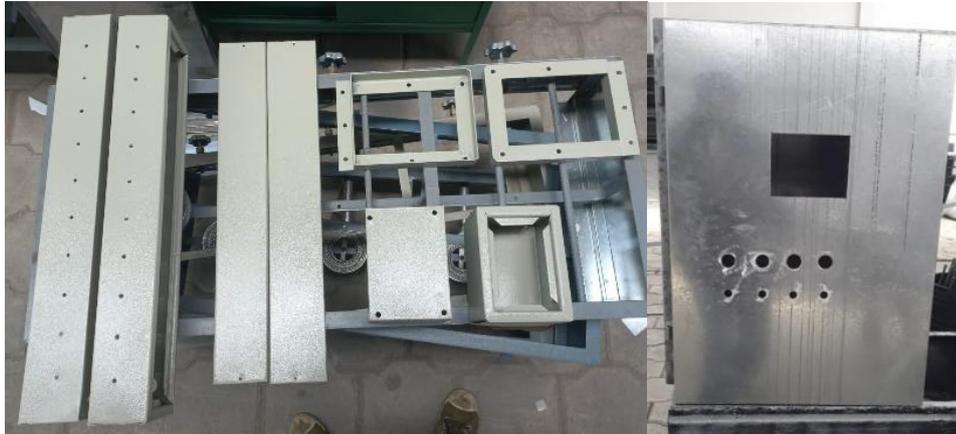


Figura 43-3: Cajas y bases para los sensores, válvulas y barrera de seguridad

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022



Figura 44-3: Ubicación de bases para los sensores, válvulas y barrera de seguridad

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022

3.11.5 *Aplicación de recubrimiento*

Una vez realizada la ubicación y perforación en la estructura de la prensa para las diferentes cajas y bases de los dispositivos eléctricos e hidráulicos, seguido se realiza una limpieza de los residuos de pintura antigua y grasa adherida a la prensa, para a continuación aplicar una capa de recubrimiento de pintura amarilla tal como se presenta en la figura 45-3.



Figura 45-3: Aplicación de recubrimiento de pintura amarilla

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.11.6 Montaje y presentación de la prensa electrohidráulica

Una vez realizada la ubicación de las cajas y bases para los diferentes dispositivos eléctricos e hidráulicos y aplicado el recubrimiento de pintura se realiza el montaje del mecanismo.



Figura 46-3: Presentación de la prensa electrohidráulica

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.11.6.1 Implementación del circuito hidráulico

En la figura 46-3 se observa el montaje de las cajas para los sensores de posición emisor-receptor y las cajas para la barrera de seguridad, Además en la figura 47-3 se observa el montaje del circuito hidráulico el cual consta de la unidad de poder hidráulico, seguido de la conexión con la base en donde se encuentran montadas de forma modular la válvula de seguridad y válvula de

control. A la salida de presión se encuentra montado en línea el manómetro y un presostato que permitirá desactivar la electroválvula cuando esta llegue a la presión establecida en el presostato cuando el vástago del cilindro hidráulico se encuentre prensando el material.

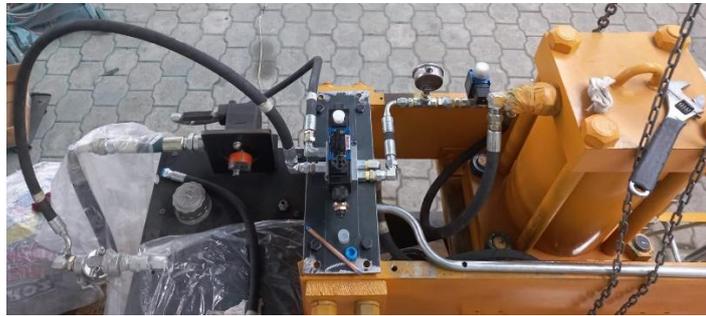


Figura 47-3: Montaje del circuito hidráulico

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.11.6.2 *Montaje de los sensores de posición y barrera de seguridad*

Un vez montadas las cajas para la barrera de seguridad y las cajas para los sensores de posición se continúa con la instalación de los sensores de posición y los sensores de barrera de seguridad como se muestra en la Figura 48-3 a continuación, cabe mencionar que los sensores de posición detectarán el disco montado en el vástago del cilindro, el sensor óptico inferior trabajará con la matriz para prensar el sello de la empresa mientras que el sensor óptico superior trabajará con la matriz para doblar las varillas, por otro lado los finales de carrera nos permitirán trabajar con la matriz para el embutido de las cocinas.



Figura 48-3: Montaje de los sensores de posición y barrera de seguridad

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.11.6.3 *Montaje de los sensores para la detección del metal*

Una vez realizado el diseño en 3D de la ubicación de cada uno de los sensores en las diferentes matrices de trabajo se procede a realizar la implementación de los mismos de acuerdo al diseño

planificado previamente, reduciendo los tiempos de implementación y cumpliendo así requerimiento específico de no dañar la superficie de trabajo de cada una de las matrices de trabajo, a continuación, en la figura 49-3 se muestra la instalación de los sensores inductivos para la detección de las láminas de metal que permitirán el embutido de las cocinas de dos quemadores, en la figura 50-3 se encuentra la creación de una pieza en aluminio que permitirá sujetar y regular la posición del sensor inductivo además de evitar el golpe directo con el mismo gracias a que el sensor inductivo es enrasado y cuenta con 4 mm de detección permitiéndonos detectar las láminas de metal para el prensado del sello en frentes y espaldares, por otro lado en la figura 51-3 se muestra la instalación de un sensor inductivo que permitirá detectar las varillas cuando estas se encuentren dentro en la matriz para doblar la varillas .

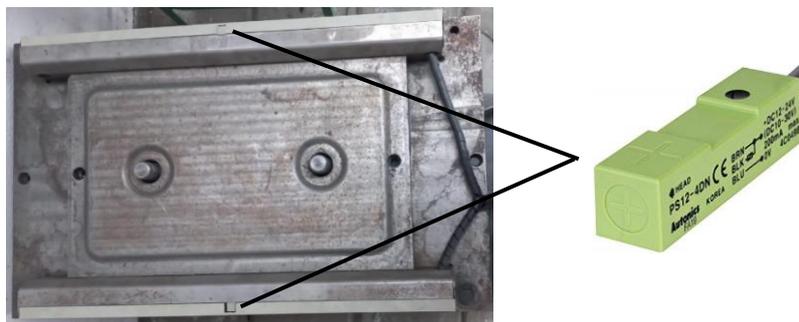


Figura 49-3: Sensores inductivos en la matriz para el embutido de las cocinas

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

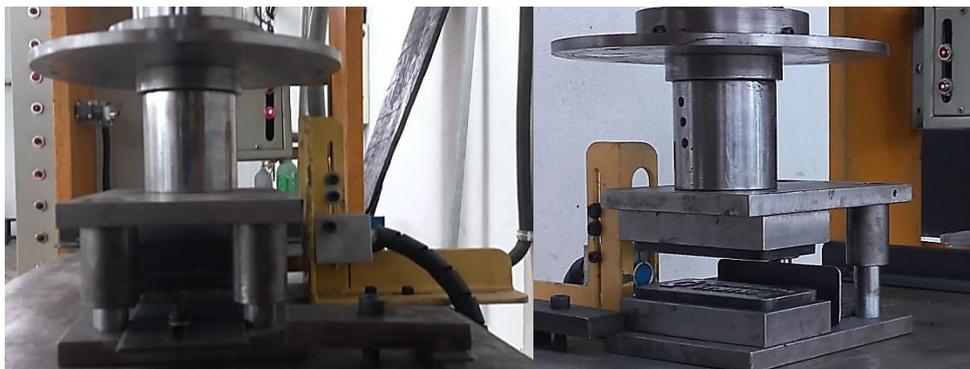


Figura 50-3: Instalación de pieza regulable para detectar las láminas de metal en frentes y espaldares

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.



Figura 51-3: Sensor para la detección de las Varillas al interior de la matriz

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.11.6.4 *Instalación del gabinete de control*

Una vez terminada la instalación de los dispositivos eléctricos, electrónicos e hidráulicos, se procede a montar el tablero eléctrico de acuerdo a los diagramas 2D planteados para los sistemas de detección de posición, barrera de seguridad, sistema de detección de las láminas de metal, además de los circuitos de fuerza y potencia y su conexión al gabinete de control, en la figura 52-3 se muestra una vista frontal del gabinete de control donde se muestra la pantalla HMI, las botoneras de inicio, paro, reset, y paro de emergencia, además se muestra los indicadores de voltaje, corriente, luces piloto.



Figura 52-3: Vista frontal del gabinete de control

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

El cableado dentro del gabinete de control se lo realiza mediante canaletas ranuradas, y a través de rieles DIN se montan cada uno de los elementos de control, alimentación, protección y borneras que permitirán la conexión de los dispositivos montados en campo hacia el gabinete de control, los cables destinados para la conexión del circuito de fuerza son de color rojo y negro para las fases y blanco para el neutro de Vac, mientras que para las entradas y salidas del PLC se emplean cable negro y blanco respectivamente, para la señal positiva se emplea cable color café y azul para la señal negativa Vcc, por otro lado para la parte trifásica se utiliza cable de color Azul para las tres fases que será la acometida solo para el motor trifásico tal como se indica en la figura 53-3, manteniendo el mismo código de colores para las botoneras montadas en la parte frontal del gabinete de control.

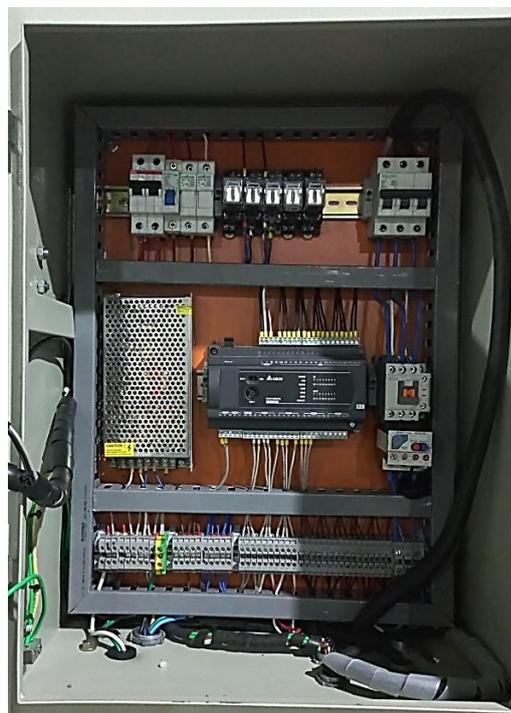


Figura 53-3: Vista interna del gabinete de control

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.



Figura 54-3: botoneras del gabinete de control

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.12 Herramientas de software

El desarrollo de software referente al PLC como para el HMI se lleva a cabo en plataformas libres diseñadas para sus respectivos equipos hardware.

3.12.1 ISPSoft

ISPSoft es un software gratuito de la marca Delta, es una herramienta que ayuda a configurar, desarrollar y poner en ejecución programas para los controladores lógicos programables de Delta, permitiendo obtener una solución ligera de software.

3.12.2 DOPSoft

El software DOPSoft es una potente herramienta de configuración de pantallas HMIs, que permite diseñar interfaces de varios tipos y en diferentes tamaños de pantalla gracias sus herramientas gráficas es posible realizar animaciones, además es un software libre de la marca Delta, que puede ser ampliamente utilizado en diferentes campos profesionales.

3.13 Programación del PLC

La programación del PLC se lo realizar mediante el software ISPSoft través del diagrama tipo escalera (ladder), dividiendo el programa en cuatro partes principales correspondientes a, la selección del tipo de trabajo siendo está el corazón del programa, seguido de la función para el

embutido de las cocinas, función para el prensado del sello, función para doblar las varillas y función de la barrera de seguridad.

3.13.1 Programación de selección del tipo de trabajo

Para llevar a cabo la selección del tipo de trabajo que el operario desea realizar, se requiere seguir un ciclo de 5 etapas como se indica en la figura 55-3, en dichas etapas intervienen elementos como la activación del motor trifásico y activación de la electroválvula de control que a su vez permitirá subir y bajar el vástago del cilindro hidráulico de forma manual, mediante memorias permitirá activar, el las luces piloto referente al tipo de trabajo que se desea realizar, para su transición tenemos botones ubicados en el HMI que permitirán activar los tipos de trabajo que el operario desea realizar, además existe un botón de cambio de opción que permitirá al operario cambiar la opción de trabajo, si el mismo ha seleccionado de forma errónea el modo de trabajo. Las consideraciones establecidas para la programación son las siguientes.

- Al momento de iniciar el programa se ubica en la primera etapa permitiendo la activación del motor trifásico, en esta etapa se activará el modo para centrar la matriz de forma manual, y mediante el presostato realizar una acción de seguridad cuando la misma supere la presión establecida en el presostato desactivará la válvula de control del cilindro hidráulico.
- Una vez centrada la matriz de trabajo, se selecciona el tipo de trabajo a desarrollar, permitiendo la activación de las luces piloto dependiendo del tipo de trabajo, si es el prensado del sello se activa un indicador de color verde, si el trabajo a desarrollar es para el embutir las cocinas se enciende un indicador de color naranja, y si el trabajo de realizar es para doblar las varillas se enciende los indicadores de color verde y naranja.
- Cuando exista un error en la selección del modo de trabajo, a través del botón cambio de opción permitirá desactivar el motor y se activaran las tres luces indicadoras de la baliza, señalando que se activó la etapa de cambio de opción y permitiendo seleccionar nuevamente otra opción de trabajo.

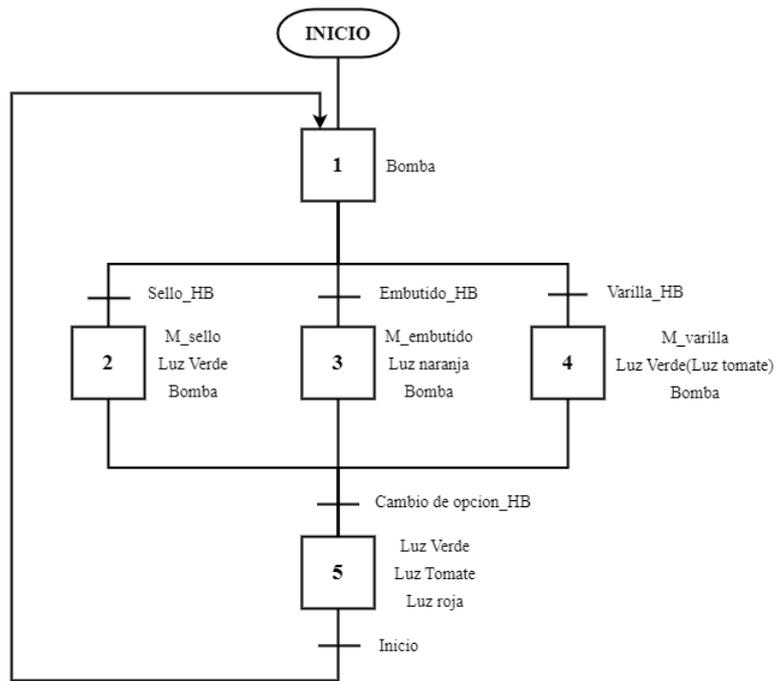


Figura 55-3: GRAFCET para la selección del modo de trabajo.

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.13.2 Programación para prensar el sello de la empresa

La programación para prensar el sello de la empresa consta de cuatro etapas misma que se activan cuando, en la programación para la selección del tipo de trabajo se seleccione la opción del sello, la activación de la etapa dos permitirá trabajar con la programación destinada para prensar el sello de la empresa, para su desarrollo se ha considerado el cilindro hidráulico con la activación de la válvula de control y para las transiciones se han considerado la detección de la lámina de metal dentro de la matriz, el sensor óptico de posición inferior y los temporizadores integrados del PLC, en la figura 56-3 se muestra el ciclo a cumplir, tomando las siguientes consideraciones.

- Cuando se activa la opción del sello, se activa una memoria conocida como M_sello, esta memoria permitirá activar la programación para prensar el sello de la empresa, ubicándose en la etapa seis, si se activa M_sello, y si el sensor óptico inferior no detecta la matriz, además si el sensor inductivo no detecta la lámina de metal eso quiere decir que la matriz se encuentra unida a su base y se activará la etapa seis permitiendo la activación de la electroválvula para que la matriz suba hasta la posición del sensor inferior So_A1.
- Cuando la matriz se encuentra en la posición del sensor óptico inferior So_A1y si se detecta metal, y si ningún rayo de luz de la barrera de seguridad se corta, se activará un tiempo de espera correspondiente a la etapa 7, caso contrario se ejecutará la programación de la barrera de seguridad.
- Para la transición hacia la etapa 8 independientemente del modo de trabajo sea manual o automático si el sensor inductivo detecta el metal el vástago del cilindro hidráulico

permitirá prensar el material. Para que le vástago baje y preñe la lámina de metal se determina un cierto tiempo

- Una vez que se ha cumplido con el tiempo 1, se activa la etapa 9 que es un tiempo de espera, para que se desenergicen las bobinas de la electroválvula durante un tiempo 2, una vez que ha llegado a cumplir este tiempo el vástago del cilindro se retrae, y se activa la etapa 6 nuevamente a espera del ingreso de una nueva lámina de metal.
- Si se llega a interferir in rayo de luz con las extremidades superiores del operario la máquina pasa al estado seguro, elevando el vástago hasta So_A1.
- Seguido se activa una etapa de espera permitiendo desenergizar la bobina de la electroválvula, pasando la máquina al estado seguro, sin parar la máquina. Cuando la máquina se encuentra en el modo automático y se deje de interrumpir los rayos de luz de la barrera de seguridad, conocidos como S1, S2 y S4, la máquina desactiva interrupción y activa la electroválvula A+, prensado el material, si se encuentra en el modo manual hay que presionar nuevamente el pedal industrial para que nos permite prensar el sello de la empresa.

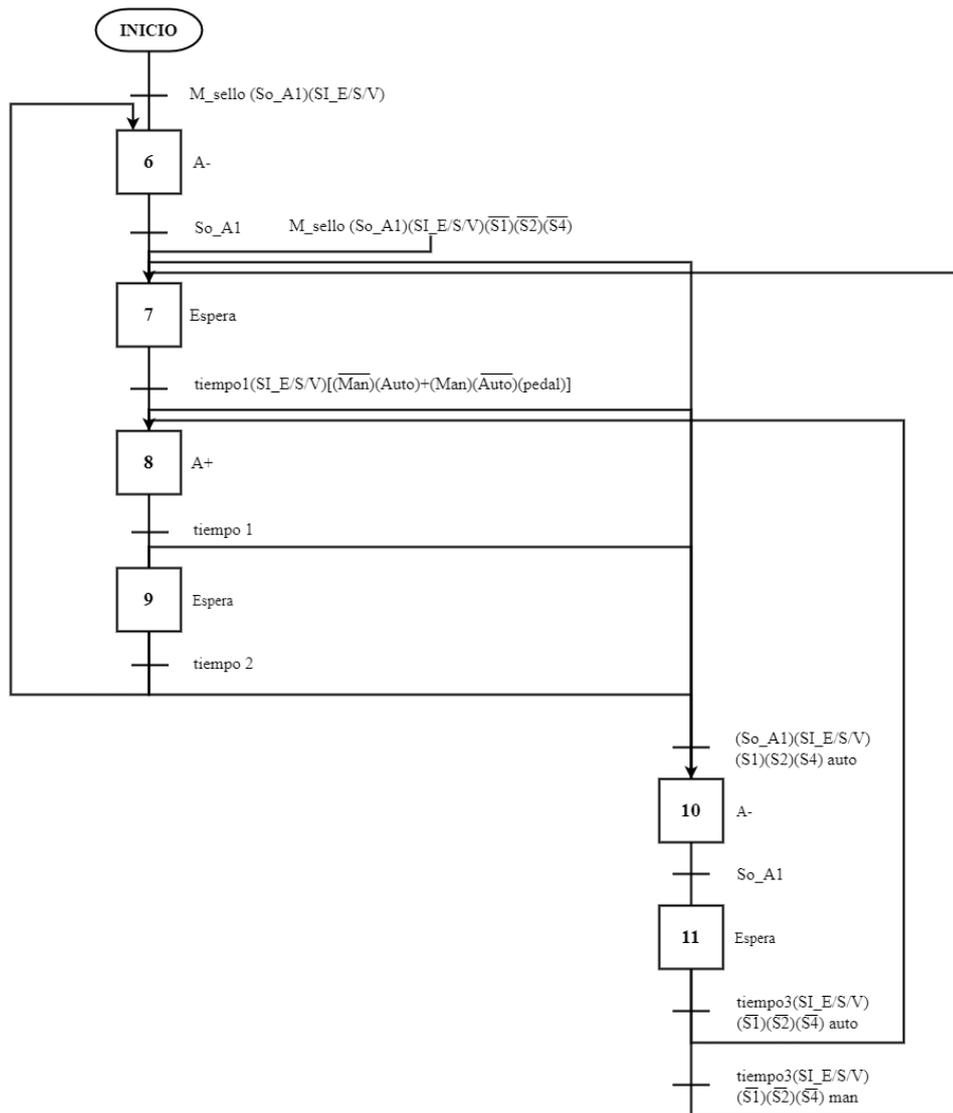


Figura 56-3: GRAFCET asociado al programa para el prensado del sello.

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.13.3 Programación para el embutido de las cocinas domesticas de dos quemadores

La secuencia relacionada con el embutido de las cocinas de dos quemadores cuenta con 4 etapas, para las cuales se han considerado la activación del cilindro hidráulico, considerando las tracciones mediante la activación de los finales de carrera, detección de las láminas de metal a través del sensor inductivo y temporizadores propios del PLC el ciclo que debe cumplir.

- Un ves activa la opción del embutido, se activa el programa para el embutido de las cocinas domésticas de dos quemadores, si la memoria M_embutido se activa y si el final de carrera superior FC_A0 no detecta la matriz además si no se detecta ninguna lámina de metal, se ejecuta la etapa 10 es decir la matriz sube hasta el final de carrera superior Fc_A0

- En la etapa 11 se genera un tiempo de espera si se encuentra activa la opción para embutir las cocinas de dos quemadores, si la matriz se encuentra en la parte superior es decir si se encuentra detectando el final superior Fc_A0, si se detecta la lámina de metal y si ningún rayo de luz de la barrera de seguridad se interrumpe se activa la siguiente etapa.
- En la etapa doce si se activa se detecta el metal se realiza A+ es decir se realiza el embutido de las cocinas de dos quemadores y la matriz permanece abajo un tiempo 5.
- En la etapa 13 es una etapa para desenergizar las bobinas de la electroválvula durante un tiempo 6, una vez que se cumpla con este tiempo nuevamente regresa a la etapa 10, permitiendo retraer el vástago del cilindro hidráulico para quitar la cocina ya embutida.
- Las dos etapas correspondientes a la barrera de seguridad se encuentran enlazadas con todas las etapas del programa principal cuando se interrumpa un rayo de luz de la barrera de seguridad, la máquina pasa al estado seguro, activando el A- de la electroválvula elevando el vástago hasta el Fc_A0.
- Seguido en la siguiente etapa se activa un tiempo de espera desactivando las bobinas de la electroválvula, un vez que se deje de interrumpir los rayos de luz, la máquina finaliza de forma automática la interrupción, y si se encuentra en el modo automático embute las cocinas de dos quemadores, y si se encuentra en el modo manual hay que dar nuevamente la señal, para que la máquina realice el embutido de las cocinas de dos quemadores.

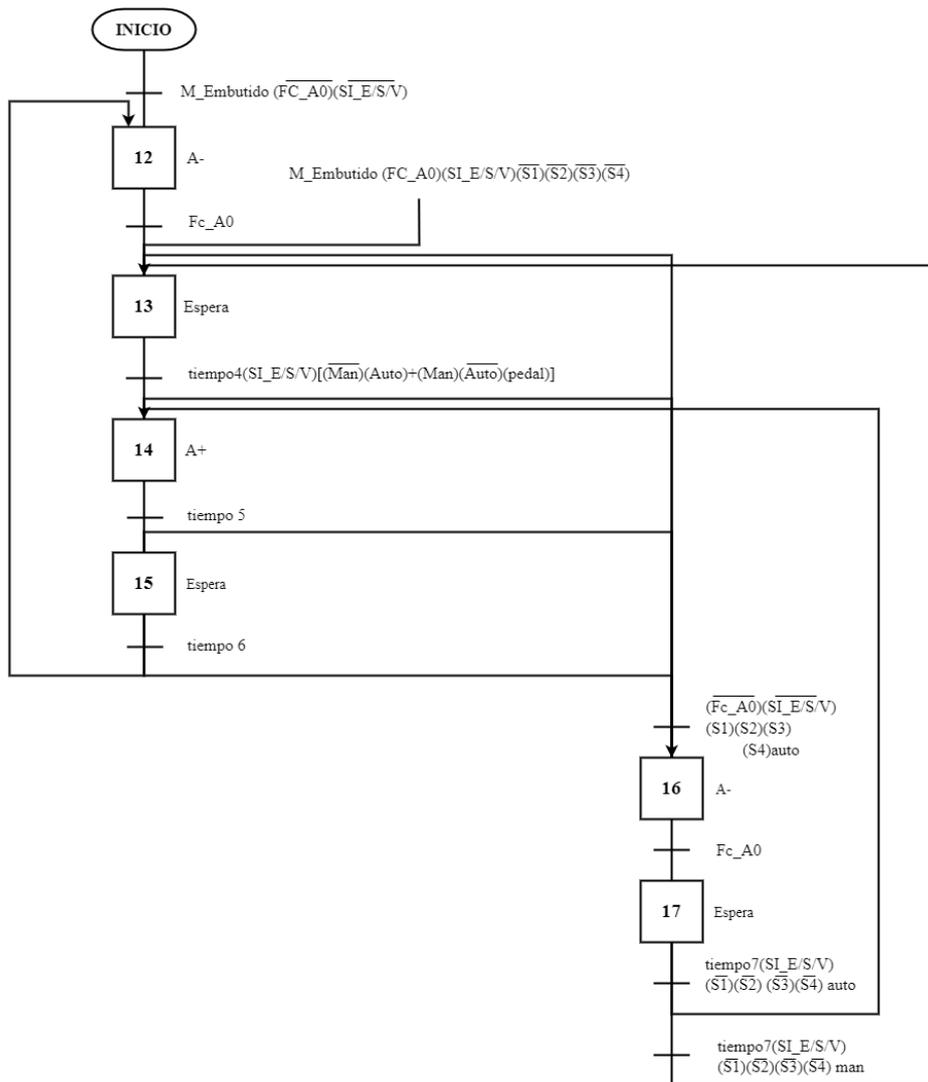


Figura 57-3: GRAFCET del programa para el embutido de cocinas de dos quemadores

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.13.4 Programación para doblar las varillas

Continuando con los modos de trabajo de la prensa electrohidráulica, si se selecciona el modo de trabajo para doblar las varillas, el programa cuenta con cuatro etapas, como se puede observar en la figura 58-3, en las etapas intervienen la activación del cilindro hidráulico y para sus transiciones se encuentra la detección de posición de la matriz a partir del sensor óptico y temporizadores del PLC que permitirán la desenergización de las bobinas de la electroválvula

- Una vez que se activa el mod de trabajo para doblar la varillas y si en la misma transición el sensor óptico superior So_A0 no detecta ninguna matriz además si el sensor inductivo no detecta varillas dentro de la matriz, está se eleva hasta el sensor óptico So_A0.
- Un vez que el sensor inductivo detecta las varillas dentro de la matriz y si no se interrumpe ningún haz de luz, de la barrera de seguridad, se activa una etapa de espera.

- Una vez que se cumpla el tiempo de espera y si se detecta el metal, rápidamente baja la matriz doblando las varillas, y permaneciendo abajo un tiempo 8.
- Una vez que termine el tiempo 8 se genera un tiempo de espera que permitirá energizar las bobinas de la electroválvula durante un tiempo 9.
- Finalmente, el ciclo se repite elevando la matriz hasta el sensor óptico So_A0, activando la bobina A- de la electroválvula, elevando el vástago del cilindro hidráulico.
- Para la barrera de seguridad en este mod de trabajo se activa toda la barrera de seguridad es decir S1, S2, S3 y S4 si se interrumpe un rayo de luz, en cualquier etapa del programa principal para doblar las varillas, la máquina pasa al estado seguro activando la bobina A- de la electroválvula, permitiendo llevar el vástago hasta el sensor óptico So_A0,
- Se activa un tiempo de espera, y se desactiva esta etapa cuando se deje de interrumpir los rayos de luz de la barrera de seguridad, finalizando de forma automática la interrupción del programa principal, in para la máquina.

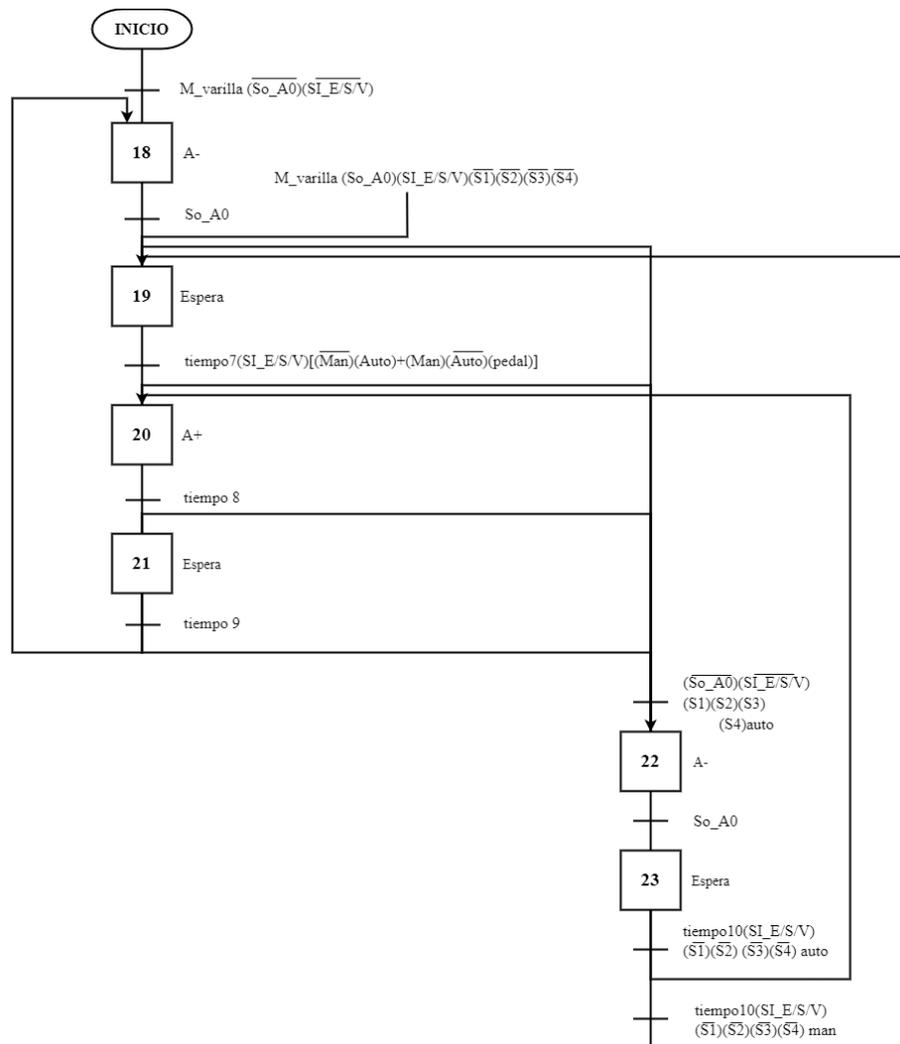


Figura 58-3: GRAFCET asociado al programa para el doblado de varillas

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.14 Diseño del HMI

El diseño de la pantalla HMI consta de cuatro ventanas, en la primera ventana permite centrar la matriz de forma manual, así como visualizar la activación y desactivación de los sensores de posición, detección de las láminas de metal y barrera de seguridad, seguido se propone un menú con las tres opciones de trabajo, adicional a esto se propone la inclusión de un espacio en el cual es posible manipular los tiempos de trabajo de cada una de las matrices de trabajo para fines de calibración de la máquina.

Para diseñar la pantalla HMI se procura utilizar colores pastel que no cansen la vista del operario, y no causen confusión alguna en la manipulación de la pantalla.

3.14.1 Panel de seguridad

La primera ventana que se muestra en la figura 59-3 es la ventana de seguridad de acceso donde destaca el logo de la empresa y el icono de seguridad, donde solo los operarios de la empresa tienen acceso a la máquina, evitando que la misma sea manipulada por terceras personas.



Figura 59-3: Panel de seguridad

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.14.2 Panel de ubicación manual de la matriz

En lo que concierne con la ubicación de la matriz, en la figura 60-3 se muestra la ventana que permitirá centrar la matriz de forma manual, en la cual destacan los indicadores de activación de la bomba, sensores de posición, detección de metal y dos flechas que permitirán subir y bajar el vástago del cilindro hidráulico de forma manual con la finalidad de centrar la matriz de trabajo. Esta es una pantalla muy importante porque es la primera pantalla con la que el operario interactúa permitiendo realizar un test de la activación de los sensores de posición, sensor para la detección del metal, y además a través de la opción sensores de barrera permitirá al operario realizar un test de funcionamiento de la barrera de seguridad, dicha ventana se presenta en la figura 61-3.

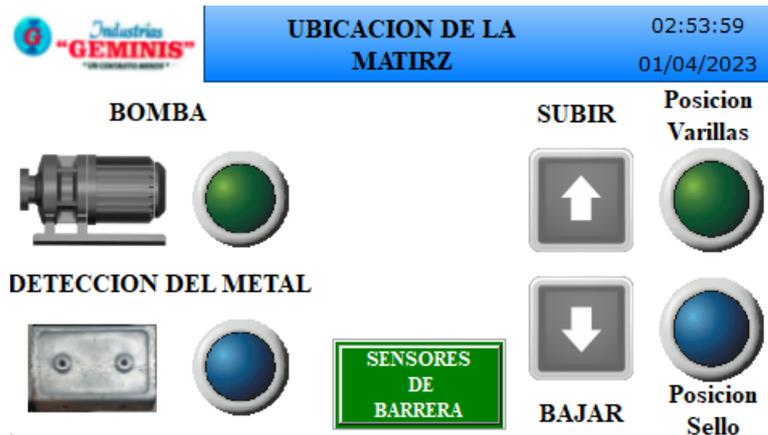


Figura 60-3: Panel de ubicación manual de matriz

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.



Figura 61-3: Panel de la barrera de seguridad

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.14.3 Menú principal

En la ventana mostrada en la figura 62-3 concierne al menú principal donde se destaca las tres opciones de trabajo, como son el prensado del sello, el embutado de las cocinas domésticas de dos quemadores y la opción para doblar de las varillas, adicional a esto se coloca dos opciones la primera opción permite regresar a la ventana para centrar la matriz de forma manual y como segunda opción se tiene el cambio de opción cuando se ha seleccionado mal el modo de trabajo.



Figura 62-3: Venta del menú principal

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.14.4 Menú principal para prensar del sello de la empresa

En la figura 63-3 se muestra la ventana principal referente al prensado del sello en la cual destacan tres botones como son la activación del modo de trabajo para prensar el sello de la empresa, así como la calibración de los tiempos de trabajo para la matriz y el botón para regresar al menú principal.



Figura 63-3: Venta del menú principal para prensa el sello de la empresa

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.14.4.1 Panel de trabajo para prensar el sello de la empresa

En lo que concierne al modo de trabajo para prensado del sello de la empresa en este panel es posible activar el tipo de trabajo además de seleccionar el modo trabajo sea manual o automático, mostrado en la figura 64-3, como siguiente panel referente al prensado del sello, en este panel se encuentran, varios indicadores que permitirán al operario conocer la activación de los sensores de

posición, verificar si el sensor inductivo detecta la lámina de metal, así como conocer la activación de los sensores de la barrera de seguridad, además cabe mencionar que en la detección del metal para frentes y espaldares se encuentra un switch que permitirá en clavar la señal, permitiendo que el trabajo para el prensado del sello en frentes y espaldares se más rápido, esta ventana se muestra en la figura 65-3.



Figura 64-3: Panel de activación del tipo de trabajo

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.



Figura 65-3: Panel de visualización de activación y desactivación de sensores

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.14.4.2 *Panel de calibración*

A continuación, en la figura 66-3 cuenta con un conjunto de botones que permiten cambiar, los tiempos para prensar el sello de la empresa, así como modificar el tiempo que permanece la matriz en la parte superior e inferior de la prensa electrohidráulica, así como también modificar el tiempo

de bajada del vástago, del cilindro con la finalidad de brindar soporte al momento de calibrar la máquina cuando se varía la altura de los sensores de posición.



Figura 66-3: Panel de calibración de los tiempos de trabajo

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

A continuación, en la figura 67-3 se presenta un panel de activación y desactivación de los sensores de barrera, con el objetivo de brindar soporte cuando se realice el prensado de piezas que sobrepasan los 15 cm de altura.



Figura 67-3: Panel para la desactivación de los sensores de barrera

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.14.5 Menú principal para el embutido de las cocinas domesticas

En la figura 68-3 se muestra la ventana principal referente al embutido de las cocinas domésticas de dos quemadores, en la cual destacan tres botones como son la activación del modo de trabajo para embutir las cocinas domésticas, así como la calibración de los tiempos de trabajo para la matriz y el botón para regresar al menú principal.



Figura 68-3: Menú principal para el embutido de cocinas domésticas

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.14.5.1 *Panel de trabajo para embutir las cocinas domesticas de dos quemadore*

En lo que concierne al tipo de trabajo para el embutido de las cocinas domésticas de dos quemadores, en este panel es posible activar el tipo de trabajo además de seleccionar el modo trabajo ya sea manual o automático, mostrado en la figura 69-3.



Figura 69-3: Panel de activación del tipo del trabajo

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

Como siguiente panel referente al embutido de las cocinas de dos quemadores, en este panel se encuentran, varios indicadores que permitirán al operario conocer la activación de los sensores de posición, verificar si el sensor inductivo detecta la lámina de metal, así como conocer la activación de los sensores de la barrera de seguridad, permitiendo que el operario pueda visualizar la activación de los sensores que intervienen en el proceso, tal como se muestra en la figura 70-3.



Figura 70-3: Panel de visualización de activación de sensores

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.14.5.2 *Panel de calibración*

A continuación, en la figura 71-3 cuenta con un conjunto de botones que permiten cambiar, los tiempos para prensar el sello de la empresa, así como modificar el tiempo que permanece la matriz en la parte superior e inferior de la prensa electrohidráulica, así como también modificar el tiempo de bajada del vástago del cilindro, además de modificar el tiempo para quitar la cocina ya embutida de la matriz, estas opciones se han creado con la finalidad de brindar soporte al momento de calibrar la maquina cuando se varia la altura de los sensores de posición.

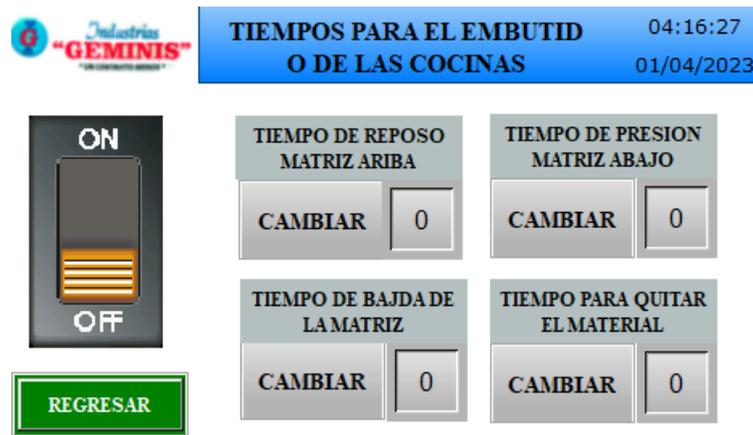


Figura 71-3: Panel de visualización de activación de sensores

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.14.6 Menú principal para doblar varillas

En la figura 72-3 se muestra la ventana principal referente al doblado de varillas en la cual destacan tres botones como son la activación del modo de trabajo para doblar las varillas de la empresa, así como la calibración de los tiempos de trabajo para la matriz y el botón para regresar al menú principal.



Figura 72-3: Menú principal para doblar las varillas

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.14.6.1 Panel de trabajo para doblar las varillas

En lo que concierne al tipo de trabajo para doblar las varillas, en este panel permitirá al operario activar el tipo de trabajo además de seleccionar el modo trabajo ya sea manual o automático, mostrado en la figura 73-3.



Figura 73-3: Menú para activar el tipo y modo de trabajo

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

Como siguiente ventana referente al doblado de varillas, en este panel se encuentran, varios indicadores que permitirán al operario conocer la activación de los sensores de posición, verificar

si el sensor inductivo detecta las varillas en la parte interna de la matriz, así como conocer la activación de los sensores de la barrera de seguridad, permitiendo que el operario pueda visualizar la activación de los sensores que intervienen en el proceso, tal como se muestra en la figura 74-3.



Figura 74-3: Menú principal para doblar las varillas

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.14.6.2 *Panel de calibración*

A continuación, en la figura 75-3 cuenta con un conjunto de botones que permiten cambiar, los tiempos que permitirán doblar las varillas, así como modificar el tiempo que permanece la matriz en la parte superior e inferior de la prensa electrohidráulica, así como también modificar el tiempo de bajada del vástago del cilindro, además de modificar el tiempo para quitar las varillas dobladas de la matriz, es aquí en donde se corta la señal enclavada permitiendo evitando que el vástago baje nuevamente al detectar la varilla ya doblada, estas opciones se han creado con la finalidad de brindar soporte al momento de calibrar la máquina cuando se varía la altura de los sensores de posición.



Figura 75-3: Menú de calibración de tiempos para doblar las varillas

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

3.15 Mantenimiento preventivo de la prensa electrohidráulica

El objetivo del mantenimiento preventivo es detectar y solucionar anomalías de la maquinaria antes que se produzcan daños graves, uno de los puntos más importantes es la elaboración de una ficha técnica de la máquina ya que la información que contiene servirá como punto de referencia para realizar futuros trabajos de mantenimiento, con el fin de mejorar el rendimiento de la maquinaria, y seguridad de los trabajadores.

3.15.1 Registro de actividades de la prensa electrohidráulica automática

Se llevará a cabo un control del uso de la prensa electrohidráulica automática que se deberá llenar en los formatos para reportes, por lo que es necesario crear fichas para el registro de los trabajos realizados con la prensa electrohidráulica con el propósito de facilitar el análisis de los índices de mantenimiento, mismo que deberán ser llenados por los operarios que utilicen la prensa electrohidráulica, especificando el tipo de trabajo a realizar, la fecha, la cantidad, tiempo de inicio y fin, tal como se le puede observar en el anexo E.

3.15.2 Historial de averías

Para la planificación de las actividades de mantenimiento será imprescindible llevar un historial de averías, de tal manera que exista documentos que puedan usarse como control de actividades, facilitando el índice valorativo de mantenimiento, mismo que se puede observar en el anexo F.

3.15.3 Orden de trabajo

Una vez reportada y registrada la avería se procede a emitir la orden de trabajo, tal como se puede apreciar en el anexo G, que permitirá realizar el respectivo mantenimiento bajo un procedimiento claro, en concordancia con las exigencias técnicas y administrativas de la empresa, con la finalidad de que una orden de trabajo debe guardar información fluida, completa y confiable, con el objetivo de cumplir de forma eficiente con la meta, por otro lado, si esta orden de trabajo no se emite, no se puede realizar ninguna actividad de mantenimiento.

3.15.4 Lista de chequeo de la prensa electrohidráulica

El encargado de turno del taller, realizará la inspección del mes, en la parte de observaciones deberá anotar las fallas o problemas críticos que se presenten durante el uso de la prensa electrohidráulica automática para poder corregir en el mantenimiento preventivo y programar un paro de la máquina, en el anexo H, se puede apreciar la lista de chequeo semanal de la prensa electrohidráulica automática (Quinancela Jara, 2021).

3.15.5 Ficha técnica de la prensa electrohidráulica automática

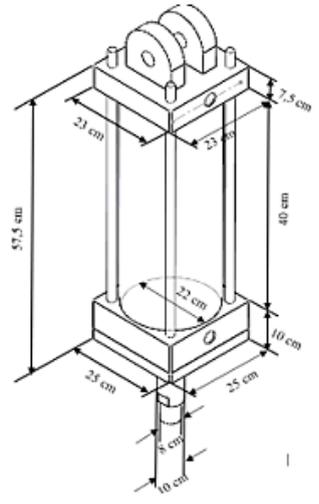
La elaboración de una ficha técnica de la maquinaria es un aspecto importante en el área del mantenimiento, la información que contenga esta ficha será un punto de partida para diferentes trabajos de mantenimiento, solicitudes de trabajos externos y repuestos. La elaboración de esta ficha consiste en llenar minuciosamente las características de la máquina, equipos y demás instrumentos usados en la empresa artesanal Industrias Géminis.

Tabla 32-3: Inspección de mantenimiento de la prensa electrohidráulica automática

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO						
Nombre	Prensa electrohidráulica automática					
Código	PEH-001					
Marca	S/M					
Modelo	S/M					
N.º de serie	S/N					
Año de fabricación	2000					
Condición actual	OPERATIVO					
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO						
Sistema eléctrico						
Sistema de alimentación	Eléctrico 220 v					
Motor trifásico	7,5HP/220 V – 60 HZ-1740 RPM					
Contactador	25 [A]					
Relé térmico	17-25[A]					
Interruptor termomagnético	40[A]					
PLC	Delta ES32E 16/16 con salidas a relé					
HMI	Delta DOP-103WQ					
Sensores ópticos emisor-receptor	E3F-20C1					
Sensores inductivos	PET-18-5 en M18		PS12-4DP			
Bobinas de la electroválvula	110[V]					
Fuente Vdc	24 [V]					
Sistema hidráulico						
Electroválvula centro cerrado	4/3					
Filtro de retorno	S/E 20-10B					
Tanque de aceite	Ancho	38,5	Alto	35,5	largo	53,5
Capacidad	40 toneladas					
Aceite	HLP 46					
Bomba	2200 PSI					
Mangueras	½" WP 275 [BAR]/3988[PSI]					
Presostato	20-375 [BAR]					
CONDICIONES GENERALES						
Actividad	Embutir las cocinas de dos quemadores, prensar el sello de las cocinas de dos quemadores y doblar varillas					
Años de servicio	4					
Situación actual	Operativo					
Observación	Ninguna					
Criticidad	Crítica. (En caso de falla se transforma en una maquina critica ya que, se suspende temporalmente la producción de cocinas domésticas, se incrementa el tiempo de producción para el doblado de varillas, y las cocinas industriales se fabricarian sin marca)					



DATOS		
Alto	Ancho	Largo
215 cm	80 cm	150 cm



Fuente: (Quinancela Jara, 2021)

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

CAPÍTULO IV

4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo se presenta los resultados de la automatización de la prensa electrohidráulica con la intención de evaluar que la propuesta funcioné correctamente, y validar el rendimiento de la máquina mediante la aplicación de la herramienta OEE que permite medir la calidad, eficiencia y disponibilidad de la prensa electrohidráulica automática.

4.1 Evaluación del OEE para la prensa electrohidráulica manual

La primera información obtenida mediante la aplicación de la herramienta OEE en la prensa electrohidráulica manual se muestra en la tabla 1-4, donde se analiza la disponibilidad, rendimiento y calidad, de manera general, de los dos procesos de producción como son el embutido de las cocinas de dos quemadores y el prensado del sello de la empresa. Cabe mencionar que el análisis de eficiencia de la maquinaria para los diferentes procesos de trabajo se realizó de forma individual en el apartado 3.4 Análisis de producción OEE.

Tabla 1-4: Cálculo general del OEE de la Prensa electrohidráulica manual

Empresa Industrias Géminis			
Cálculo del OEE			
Máquina: Prensa electrohidráulica manual PEH-001		Producto: Embutido de cocinas de dos quemadores y prensado del sello	
Fecha: 1/agosto/2022			
Disponibilidad	Tiempo por turno	75	[min]
	No. de turnos	32	[Turnos]
	Tiempo total	630	[min]
	Cambio de turno	130	[min]
	Tiempo total disponible	500	[min]
	Tiempo de parada (cambio de matriz, averías, falta de material)	60	[min]
	Tiempo utilizado	440	[min]
	Índice de disponibilidad	88	%
Rendimiento	No. Total de piezas producidas	1082	[Piezas]
	Producción máxima de la máquina Piezas/hora	395	[Piezas /hora]
	Piezas máximas teóricas	1841,25	[Piezas]
	Tiempo perdido por ineficiencia	158,86	[min]
	Tiempo neto operativo	281,13	[min]
	Índice de eficiencia	59	%

Calidad	No. Total de piezas defectuosas	130	[Piezas]
	No. Total de piezas buenas	952	[Piezas]
	No. Total de piezas producidas	1082	[Piezas]
	Tiempo por pérdida de calidad	34,63	[min]
	Tiempo efectivo real	246,50	[min]
	Índice de calidad	88	%
OEE=Disponibilidad X Rendimiento X Calidad=45%			

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022.

El cálculo del OEE en muchos casos es demasiado severo, es por esta razón que estudios en todo el mundo indican que el promedio en los procesos de manufactura es del 45%. Por lo general, al realizar este cálculo por primera vez se obtendrán resultados entre el 10 y 50%, por lo que, se plantea mejorar la eficiencia de maquinaria en un 50%, mediante la automatización de la prensa electrohidráulica para mejorar la producción de las cocinas domésticas de dos quemadores.

4.1.1 Análisis del OEE prensa electrohidráulica manual

La eficiencia general de la máquina en el mes de julio del 2022 es del 45%, evaluándose los tres parámetros esenciales como son la disponibilidad, rendimiento y calidad. En la figura 1-4 se muestran los porcentajes de cada parámetro.

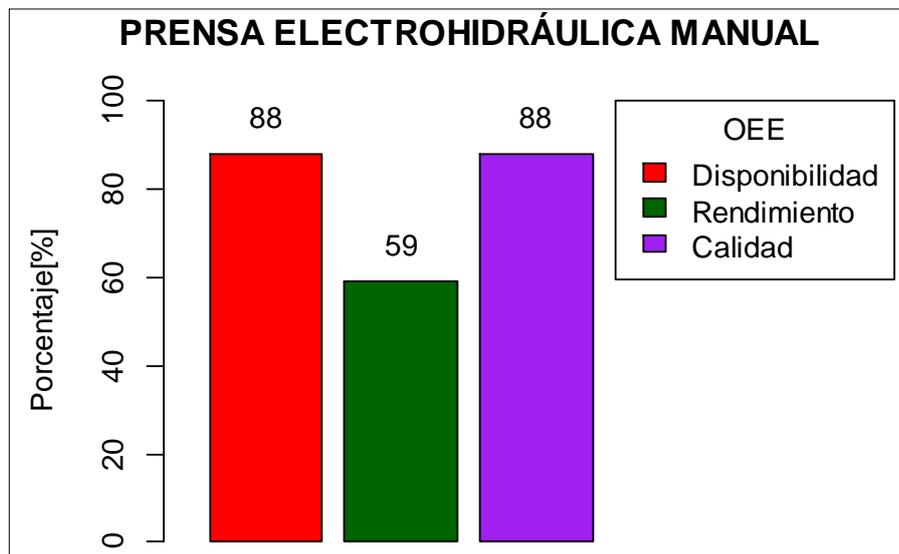


Figura 1-4: OEE prensa electrohidráulica manual

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

La disponibilidad de la prensa electrohidráulica manual es del 88%, es decir que existe un 12% de pérdida de tiempo, debido a los cambios de matrices y limpieza de aceite de la mesa de trabajo. Cabe mencionar que en el periodo de tiempo analizado no existía la matriz para doblar la varilla, por lo tanto, se realiza el cambio de matrices dos veces al mes, manteniéndose con mayor

frecuencia la matriz para prensar el sello de la empresa. La matriz para embutir las cocinas de dos quemadores se utiliza solamente los dos primeros días del mes dada la gran cantidad de cocinas domésticas que se llegan a embutir, para posteriormente ser ensambladas en los siguientes días de la semana, y comercializadas durante los días restantes el mes.

Con respecto al rendimiento se tiene un 59% donde es preciso definir los tiempos de embutido y prensado del sello, como se muestra en tabla 2-4.

Tabla 2-4: Tiempos de prensado y embutido prensa electrohidráulica manual

Industrias Géminis			
Tiempos de prensado			
Equipo: Prensa electrohidráulica manual			
Fecha de inicio: 1 de julio 2022		Fecha de fin: 3 de julio 2022	
EMBUTIDO DE COCINAS		PRENSADO DEL SELLO	
Tiempo de bajada del vástago	15 seg	Tiempo de bajada del vástago	3 seg
Tiempo de subida del vástago	15 seg	Tiempo de subida del vástago	3 seg
Tiempo de embutido	1 seg	Tiempo de prensado	0.5 seg
Tiempo al ingresar el material	3 seg	Tiempo al ingresar el material	3 seg
Tiempo al quitar el material	4 seg	Tiempo al quitar el material	3 seg
TOTAL	38 [seg]	TOTAL	12.5[seg]

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

La toma de datos se realizó de la producción de las dos diferentes piezas con diferentes matrices. Para el embutido de las cocinas se tiene una velocidad de 2 unidades por minuto, por otro lado, para el prensado del sello de la empresa se tiene una velocidad de 5 unidades por minuto. Es importante señalar que mientras más alta sea la velocidad de proceso, mayor será el OEE, incrementando en el rendimiento de la máquina.

La calidad de las piezas prensadas y embutidas por la prensa electrohidráulica manual es del 88 %, es decir que el 12% de la producción total se desperdicia. Estas son consecuencias de otros factores como la ausencia de la válvula de seguridad que permitirá regular la presión del sistema hidráulico y el mal prensado o embutido del material por parte del operario, lo que incrementa el tiempo de producción de cocinas domésticas e industriales.

4.1.2 *Análisis estadístico de prensa electrohidráulica manual*

Para mejorar los parámetros evaluados por la herramienta OEE, se realizará la automatización de la prensa electrohidráulica manual. Para ello primero se determinará si es factible realizar dicha automatización mediante un análisis estadístico basado en el método de BRAY.

Para realizar el análisis estadístico de la prensa electrohidráulica manual se tomó en cuenta dos parámetros fundamentales que permitirán validar la automatización como son, la producción

versus el tiempo que se emplea, para realizar los distintos trabajos de prensado y embutido de forma manual. En el anexo J, se presentan los datos de producción tomados durante el mes de julio del 2022. Además, en la figura 77-4 y figura 77-5 se presentan los histogramas de los datos de producción y tiempo de producción. Para determinar si es posible realizar la automatización de la prensa electrohidráulica se tomará en cuenta la matriz para prensar el sello de la empresa, debido a que es la matriz que se encuentra instalada en la prensa con mayor frecuencia.

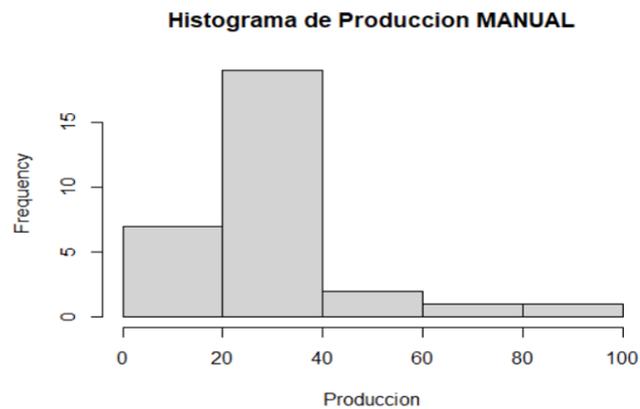


Figura 2-4: Histograma de Producción

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

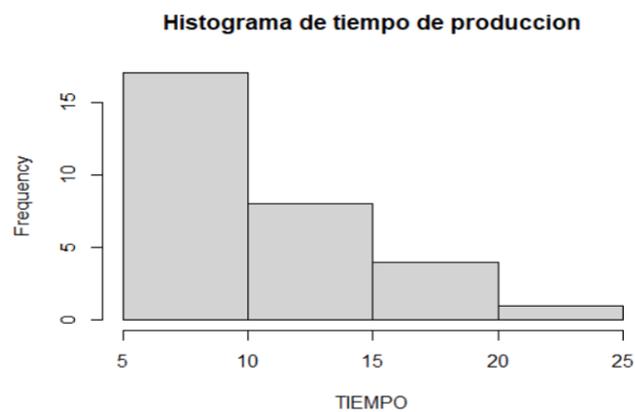


Figura 3-4: Histograma del tiempo de Producción

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

4.1.2.1 Estadística descriptiva de los datos

Total de datos =30

4.1.2.2 Datos de Producción

Tabla 3-4: Medidas de Producción

Medida	Valor
Media	31.067
Mediana	25
Desviación estándar	18.745
Mínimo	15
Máximo	100
Rango	85
Kurtosis	7.712
1er Cuartil	22
3er Cuartil	31.5

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

Boxplot de Producción

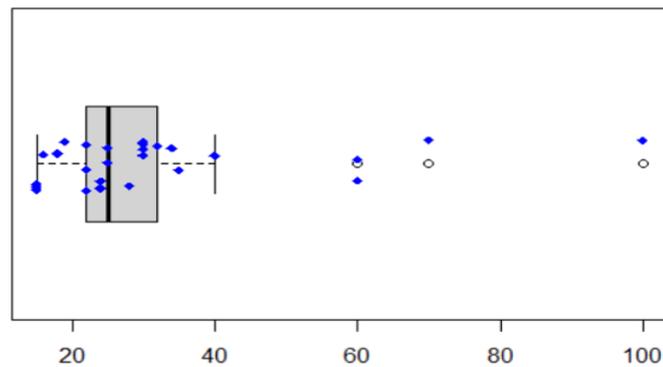


Figura 4-4: Boxplot de los valores en el conjunto Producción

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

4.1.2.3 Datos de Tiempo de Producción

Tabla 4-4: Medidas de Tiempo de Producción

Medida	Valor
Media	11.167

Mediana	9.5
Desviación estándar	4.684
Mínimo	5
Máximo	24
Rango	19
Kurtosis	3.383
1er Cuartil	8
3er Cuartil	14.5

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

Boxplot de Tiempos de Producción

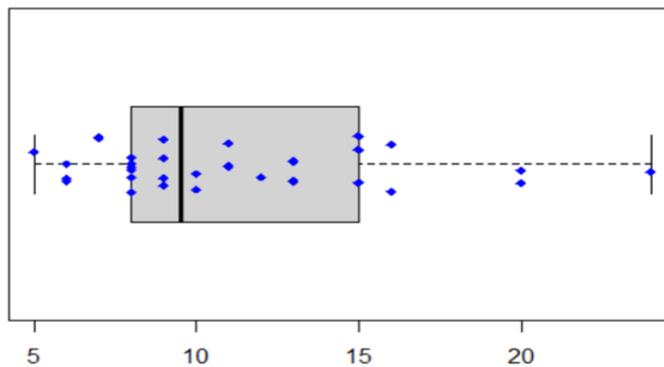


Figura 5-4: Boxplot de los valores en el conjunto Tiempo de Producción

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

4.1.2.4 Normalidad de los datos

A continuación, se analiza la distribución de los datos respecto a una distribución normal estándar, con un nivel de significancia del $\alpha=0.05$.

Tabla 5-4: Normalidad de los datos de producción

	Producción[sello]	Tiempo de producción
P-value	2.582e-5	0.01609

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

Por lo que se concluye que la distribución de los datos no posee una distribución normal, ya que $P\text{-value} < \alpha$. A continuación, en la figura 6-4 y figura 7-4 se presenta la curva de Normalidad de los datos de Producción y tiempo.

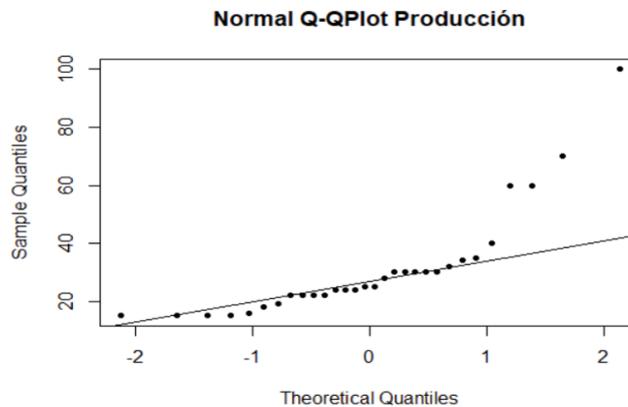


Figura 6-4: Normalidad de los datos de Producción

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

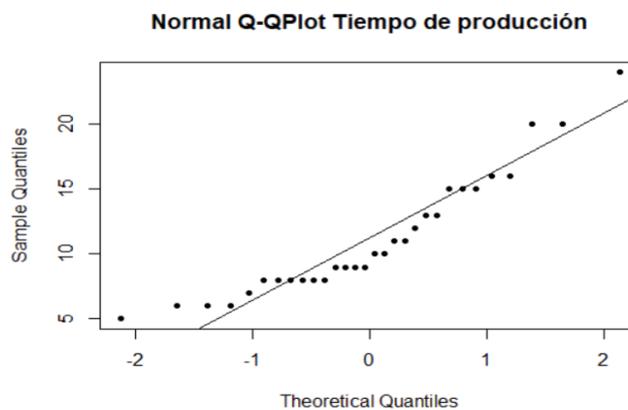


Figura 7-4: Normalidad de los datos de Tiempo de Producción

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

4.1.2.5 Correlación entre la producción y el tiempo

A través de la métrica de correlación de Pearson entre los datos de producción y tiempo, se determina una correlación del 65.81%. Lo que indica una correlación positiva (función incremental) de los datos. Lo que quiere decir, que a mayor cantidad de piezas prensadas mayor tiempo de producción, Esto se representa mediante siguiente ecuación: $y=3.556x-4.10064$, a partir de la cual se puede conocer el número de piezas prensadas en un determinado tiempo.

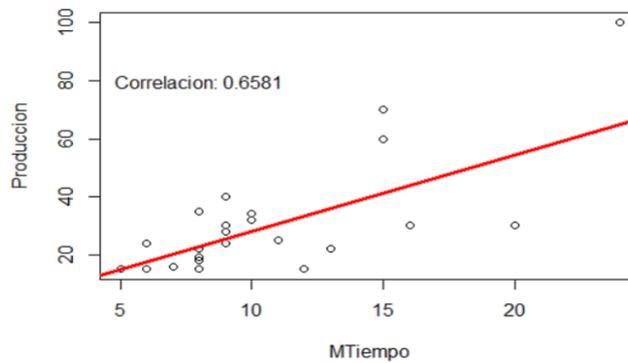


Figura 8-4: Correlación de los datos de Tiempo y Producción

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

4.2 Recopilación de datos prensa electrohidráulica automática

La empresa “Industrias Géminis” opera con la prensa electrohidráulica automática en cinco turnos. Los dos primeros duran treinta minutos, para la producción de cocinas domésticas de dos quemadores. Los siguientes tres turnos son para los operarios que realizan la fabricación de cocinas industriales. Por lo tanto, se ha realizado la recopilación de los datos correspondientes a los tres procesos de trabajo, durante el tiempo de un mes.

El formato propuesto en el (Anexo K) permite realizar el control de las actividades que causan pérdidas de manera más exacta. La ventaja del formato propuesto es supervisar la producción de la maquinaria, registrar problemas y tomar acciones correctivas de manera inmediata. Además, permite registrar los datos necesarios para el cálculo de OEE, el cual, se divide en dos partes. En la primera sección se registra la fecha, el operario, producto, cantidad, tiempos de producción, tiempos de maquinaria inactiva, fallas, entre otros. En la segunda sección se registran los datos necesarios para el cálculo del OEE como son productos sin defectos, productos defectuosos, cantidad total, tiempo de producción y producción teórica. Tomando en cuenta que en los dos primeros días del mes se realizan el proceso de embutido de las cocinas y a partir del tercer día se realiza el proceso de prensado del sellado y doblado de varillas, para lo cual se ha agregado una nueva matriz para mejorar los tiempos y costos de producción.

Tabla 6-4: Recopilación de datos uno, Prensa electrohidráulica automática

Recolección de datos Prensa electrohidráulica automática														
OEE MES DE ENERO 2023														
Parámetros	03/01/23	04/01/23	06/01/23	07/01/23	13/01/23	16/01/23	17/01/23	18/01/23	19/01/23	20/01/23	21/01/23	23/01/23	24/01/23	25/01/23
Tiempo potencial de producción (C)	37	37	40	24	29	15	19	15	19	14	1	22	36	26
Tiempo de producción (A)	35	37	23	14	16	7	8	15	17	11	1	20	13	24
Daño eléctrico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Daño mecánico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Daño hidráulico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cambio de matriz	0	0	15	10	10	8	9	0	0	0	0	0	21	0
Espera de soporte técnico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
limpieza	2	0	2	0	2	0	2	0	2	3	0	2	2	2
Falta de material a prensar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falta de suministro eléctrico	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Falla en los sensores de posición	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calibración de presión	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calibración de tiempos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Parada programada de mantenimiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Producción buena (D)	75	72	67	90	90	90	38	69	77	48	5	58	90	113
Producción Actual (E)	75	75	70	90	91	90	40	70	80	50	5	70	91	116
Producción esperada (F)	88	93	81	130	85	105	40	75	85	55	5	100	105	120
Disponibilidad	0,95	1	0,57	0,583	0,571	0,466	0,422	1	0,895	0,785	1	0,952	0,813	0,923
Rendimiento	0,85	0,81	0,85	0,692	1	0,857	1	0,934	0,941	0,909	1	0,7	0,867	0,967
Calidad	1	0,96	0,95	1	0,989	1	0,95	0,986	0,963	0,96	1	0,828	0,991	0,974
OEE	81%	77%	46,54%	40,31%	56,47%	39,93%	40,09%	92,09%	81,10%	68,50%	100%	55,18%	69,78%	86,93%

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

Tabla 7-4: Recopilación de datos dos, Prensa electrohidráulica automática

Recolección de datos Prensa electrohidráulica automática						TOTAL
OEE MES DE ENERO 2023						
Parámetros	26/01/23	27/01/23	28/01/23	30/01/23	31/01/23	
Tiempo potencial de producción (C)	48	8	0	0	0	389
Tiempo de producción (A)	28	8	0	0	0	277
Daño eléctrico	0	0	0	0	0	0
Daño mecánico	0	0	0	0	0	0
Daño hidraulico	0	0	0	0	0	0
Cambio de matriz	18	0	0	0	0	91
Espera de soporte técnico	0	0	0	0	0	0
limpieza	2	0	0	0	0	21
Falta de material a prensar	0	0	0	0	0	0
Falta de suministro eléctrico	0	0	0	0	0	0
Falla en los sensores de posición	0	0	0	0	0	0
Calibración de presión	0	0	0	0	0	0
Calibración de tiempos	0	0	0	0	0	0
Parada programada de mantenimiento	0	0	0	0	0	0
Producción buena (D)	104	39	0	0	0	1125
Producción Actual (E)	107	40	0	0	0	1160
Producción esperada (F)	110	40	0	0	0	1317
Disponibilidad	0,583	1	0	0	0	0,71025641
Rendimiento	0,973	1	0	0	0	0,88078967
Calidad	0,972	0,975	0	0	0	0,98
OEE	55,14%	97,50%	0	0	0	61,30%

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

4.2.1 Análisis del OEE prensa electrohidráulica automática

Del registro de datos recopilados durante el periodo de tiempo mostrado en la tabla 6-4 y Tabla 7-4 se obtienen los factores que generan tiempos perdidos durante los tres procesos de fabricación y que afectan a la disponibilidad de la prensa electrohidráulica automática, como son el cambio de la matriz y limpieza de la mesa de trabajo, representando el 33% de tiempo perdido, en la tabla 8-4 se muestran los factores de maquinaria inactiva, tiempo de producción, tipos de producción así como la frecuencia de trabajo durante el mes de enero.

Tabla 8-4: Factores de la prensa electrohidráulica automática

Tiempos de producción			
Tiempo de producción	Frecuencia	Total [min]	Porcentaje
Embutido de cocinas de dos quemadores	2	72	71,21%
Prensado del sello de la empresa	27	182	
Dobladora de varillas	4	23	
Total		277	
Maquinaria inactiva	Frecuencia	Total [min]	Porcentaje
Cambio de matriz	9	91	28,79%
Limpieza	10	21	
Total		112	
Tiempo de producción Total		389	

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

Dependiendo de la producción cocinas domésticas e industriales, se puede llegar a cambiar la matriz hasta dos veces por turno, lo cual afecta a la disponibilidad de la prensa electrohidráulica automática, a pesar de que se tiene un tiempo promedio bajo de 10 minutos para cambiar la matriz y de 2 minutos para la limpieza de la mesa de trabajo. Dada su alta repetitividad afecta de forma severa a la eficiencia general de la máquina, por otro lado, este es un tiempo que no se puede evitar por que la máquina trabaja con tres matrices diferentes y deben ser instaladas correctamente para que no exista repercusiones con la materia prima y el producto final, sin embargo, el rendimiento y la calidad del producto no se ven afectados, de forma severa.

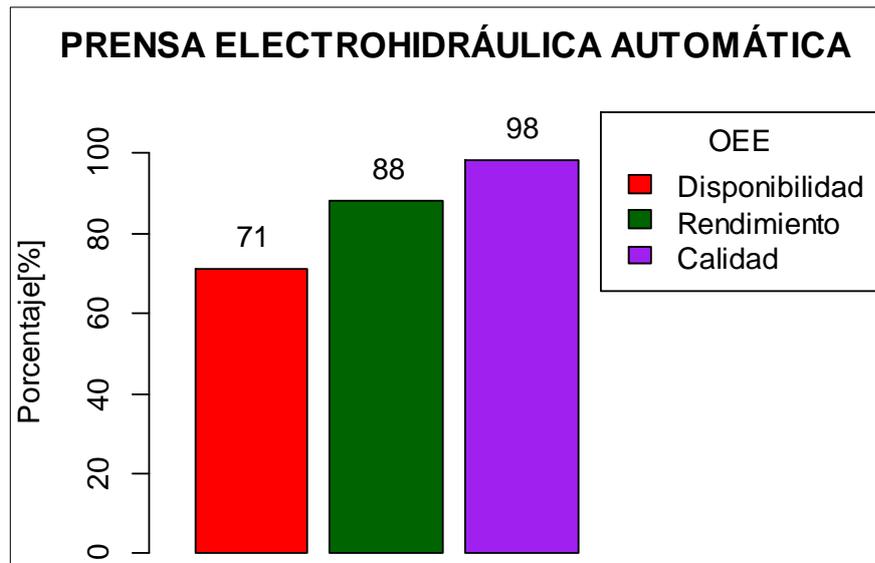


Figura 9-4: OEE prensa electrohidráulica automática

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

Es evidente que la disponibilidad disminuirá cuando se realice un cambio de turno, un cambio de la matriz de trabajo o una limpieza de la mesa de trabajo, debido a que la máquina está parada o conocida como máquina inactiva, es por esta razón y dada la frecuencia de repetitividad su disponibilidad es del 71%, lo que quiere decir que existe un 29% de tiempo muerto.

Por otro lado, al evaluar el rendimiento de la prensa electrohidráulica automática es del 88%, donde es preciso definir el tiempo de embutido, prensado y doblado del material, como se muestra en la tabla 9-4.

Tabla 9-4: Factores de la prensa electrohidráulica automática

Industrias Géminis					
Tiempos de prensado					
Equipo: Prensa electrohidráulica automática					
Fecha de inicio: 3 de enero 2023					
Fecha de fin: 8 de enero 2023					
EMBUTIDO DE COCINAS		PRENSADO DEL SELLO		DOBLADO DE VARILLAS	
Tiempo de bajada del vástago	9 seg	Tiempo de bajada del vástago	1.5 seg	Tiempo de bajada del vástago	3.5 seg
Tiempo de subida del vástago	9 seg	Tiempo de subida del vástago	1.5 seg	Tiempo de subida del vástago	3.5 seg
Tiempo de embutido	1 seg	Tiempo de prensado	0.25 seg	Tiempo de prensado	0.5 seg
Tiempo al ingresar el material	3 seg	Tiempo al ingresar el material	2 seg	Tiempo al ingresar el material	3 seg
Tiempo al quitar el material	2 seg	Tiempo al quitar el material	2 seg	Tiempo al quitar el material	2 seg
TOTAL	24 [seg]	TOTAL	7.25[seg]	TOTAL	12.25[seg]
Velocidad Teórica	2 cocinas/min	Velocidad Teórica	8 sellos/min	Velocidad Teórica	5 dobles/min

Velocidad del operario	2 cocinas/min	Velocidad del operario	6 sellos /min	Velocidad del operario	4 dobles/min
-------------------------------	---------------	-------------------------------	---------------	-------------------------------	--------------

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

A partir de la programación del PLC se determinó los períodos de tiempo para el funcionamiento del cilindro hidráulico, así como su tiempo de prensado, con estos datos se llegó a determinar una velocidad teórica que conjuntamente con los datos recolectados durante el mes de enero se determinó una velocidad promedio del operario, para realizar cada uno de los tres tipos de trabajo. Tomando en cuenta que mientras más alta sea la velocidad de trabajo, existirá más oportunidades de obtener un incremento productividad, según el OEE lo fundamental es encontrar una velocidad ideal de trabajo, pero dadas las circunstancias y a los diferentes tipos de matrices a utilizar, no es posible encontrar un solo tiempo ideal, debido a la forma de la matriz, carrera del vástago, espesor del material, posición de los sensores, entre otros, todos estos factores afectan al tiempo de prensado de la prensa automática por lo que es aún más complejo determinar un tiempo ideal para cada uno de los tres tipos de trabajo.

Finalmente, la calidad de trabajo que produce la prensa electrohidráulica automática es del 98% esto significa que el 2% se desperdicia, por lo que existen otros factores que afectan al rendimiento de la máquina, y por ende a la calidad del producto final.

4.2.2 *Análisis estadístico la prensa electrohidráulica automática*

A través de la automatización de la prensa electrohidráulica se obtuvieron varios datos de productividad y tiempo de producción de las piezas prensadas, dobladas y embutidas, durante el mes de enero del 2023 que se representan en la tabla 39-4. A partir de estos datos de productividad se realizará el análisis estadístico que permitirá determinar si la automatización efectivamente reduce los tiempos de producción, a partir de los datos obtenidos durante el proceso de prensado del sello, debido a que es la matriz que se utiliza con mayor frecuencia. Teniendo así concordancia con el análisis estadístico de la prensa electrohidráulica manual.

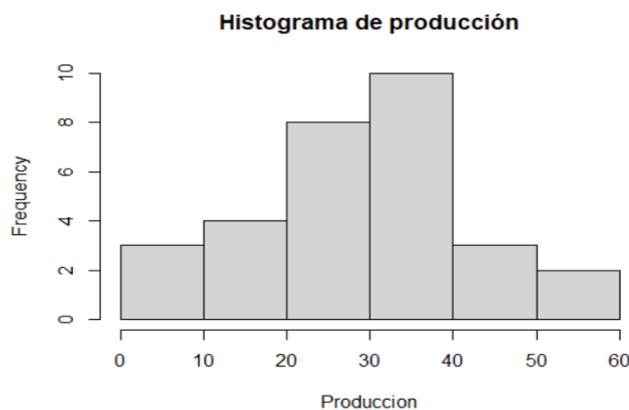


Figura 10-4: Histograma de Producción

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

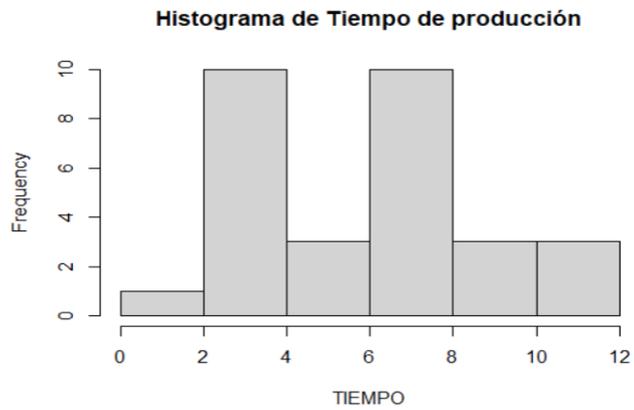


Figura 11-4: Histograma de los tiempos de Producción

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

4.2.2.1 Estadística descriptiva de los datos

Total de datos =30

4.2.2.2 Datos de Producción

Tabla 10-4: Medidas de Producción

Medida	Valor
Media	31.6
Mediana	30.5
Desviación estándar	13,625
Mínimo	5
Máximo	60
Rango	55
Kurtosis	2.657
1er Cuartil	21.5
3er Cuartil	40

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

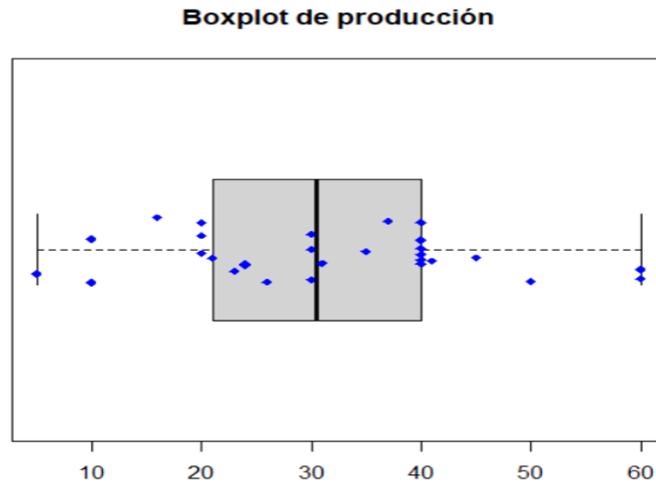


Figura 12-4: Boxplot de los valores en el conjunto Producción

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

4.2.2.3 Datos de Tiempo de Producción

Tabla 11-4: Medidas de Tiempo de Producción

Medida	Valor
Media	6,433
Mediana	7
Desviación estándar	2,849
Mínimo	1
Máximo	12
Rango	11
Kurtosis	2,265
1er Cuartil	4
3er Cuartil	8

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

Boxplot del Tiempo de producción

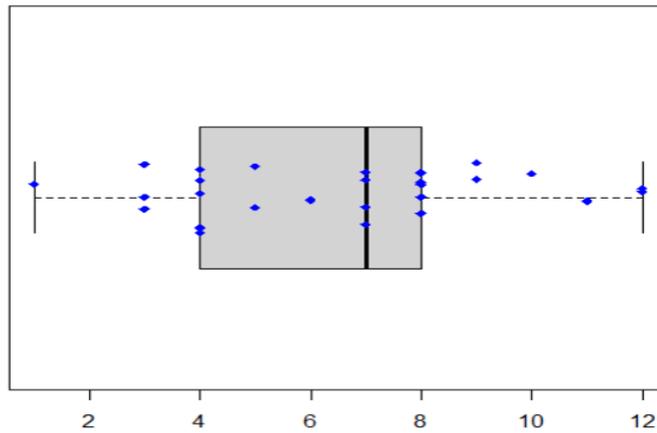


Figura 13-4: Boxplot de los valores en el conjunto Tiempo de Producción

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

4.2.2.4 Normalidad de los datos

A continuación, se analiza la distribución de los datos respecto a una distribución normal estándar, con un nivel de significancia del $\alpha=0.05$.

Tabla 12-4: Normalidad de los datos de producción

	Producción[sello]	Tiempo de producción
P-value	2.242e-13	0.0265

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

Por lo que se concluye que la distribución de los datos de no posee una distribución normal, ya que $P\text{-value} < \alpha$. A continuación, en la figura 14-4 y figura 15-4 se presenta la curva de Normalidad de los datos de Producción y tiempo.

Normal Q-QPlot Producción

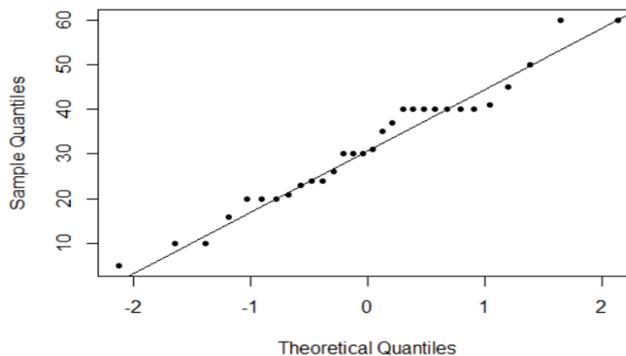


Figura 14-4: Normalidad de los datos de Producción

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

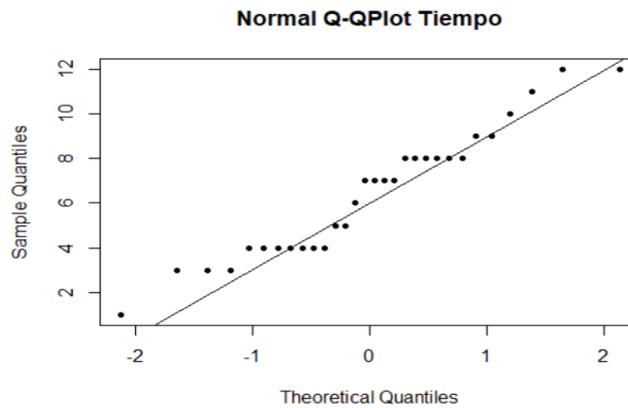


Figura 15-4: Normalidad de los datos de Tiempo de Producción

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

4.2.2.5 Correlación entre la producción y el tiempo de producción

A través de la métrica de correlación de Pearson entre los datos de producción y el tiempo, se determina una correlación positiva del 96%, esto quiere decir, que a mayor producción mayor cantidad de tiempo. Este comportamiento se ve representado mediante la siguiente ecuación, $y=4.506x+2.763$, a partir de la cual se puede evaluar el tiempo con respecto al número de piezas prensadas.

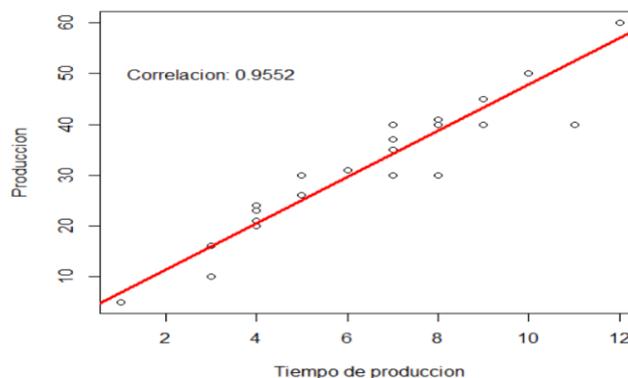


Figura 16-4: Correlación de los datos de Tiempo y Producción

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

4.3 Análisis del OEE prensa automática versus la prensa manual

El análisis de eficiencia general de la maquinaria OEE es una herramienta que mide el estado actual de las máquinas, en un determinado tiempo. Por sí sola esta herramienta no genera ninguna mejora, es por esta razón que para mejorar el índice del OEE se realizó la automatización de la prensa electrohidráulica.

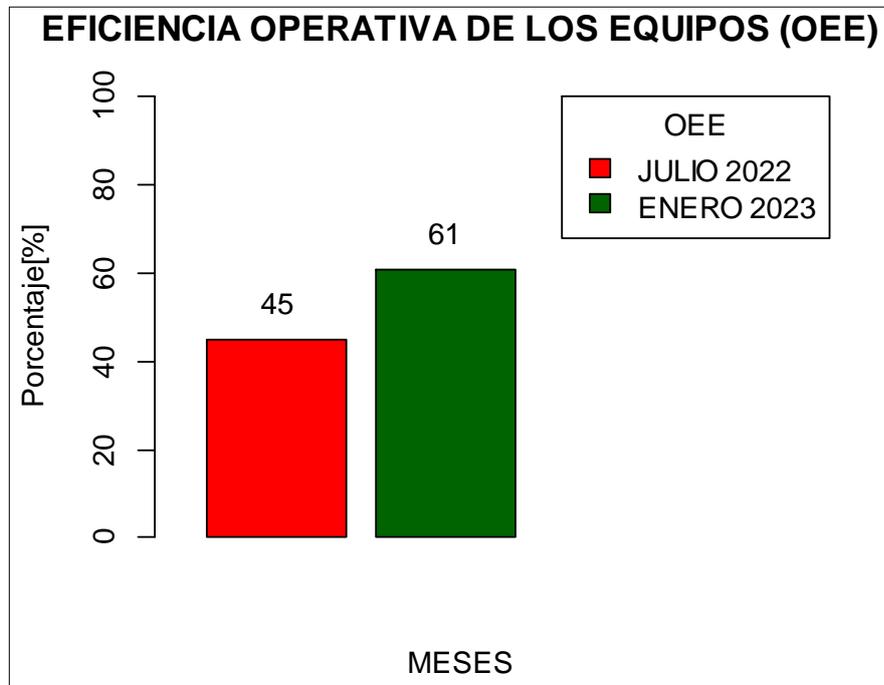


Figura 17-4: OEE total prensa electrohidráulica manual y automática

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

El OEE total de la prensa electrohidráulica manual es del 45 % durante el periodo de tiempo evaluado, esto significa que se puede producir un 55% más, o se puede fabricar lo mismo con un 45% de los recursos utilizados. Esto mejoró gracias a la automatización de la prensa por lo que el OEE es del 61%, tomando en cuenta que se mejoró los tiempos de producción, calidad y rendimiento, al momento de prensar el sello de la empresa, embutir las cocinas de dos quemadores o doblar las varillas. Sin embargo, la disponibilidad de la prensa electrohidráulica automática bajó un 17% con respecto a la prensa manual. Esto es debido a los cambios de matriz que se da con mayor frecuencia entre la matriz para prensar el sello de la empresa y para el doblado de las varillas, además de la limpieza de la mesa de trabajo que se deben realizar dependiendo del tipo de trabajo que el operario vaya a realizar.

4.4. Sistema de prensado

Mediante la prueba de Wilcoxon una prueba no paramétrica para realizar una prueba de hipótesis al 95% de confianza, aplicado a los datos de producción y tiempo de producción, obtenidos durante la evaluación de la prensa electrohidráulica manual y automática, la cual es adecuada

debido a que los datos no siguen una distribución normal, y además poseen pares ordenados por experimento.

Las hipótesis planteadas para la automatización de la prensa son:

H0 → La automatización de la prensa electrohidráulica no disminuye los tiempos de producción

H1 → La automatización de la prensa electrohidráulica disminuye los tiempos de producción

Para verificar que la automatización de la prensa electrohidráulica reduce los tiempos de producción se evaluará las hipótesis planteadas, tomando en cuenta los datos recolectados en la tabla 13-4 de producción y tiempo, tomados durante el funcionamiento de la prensa electrohidráulica automática y manual.

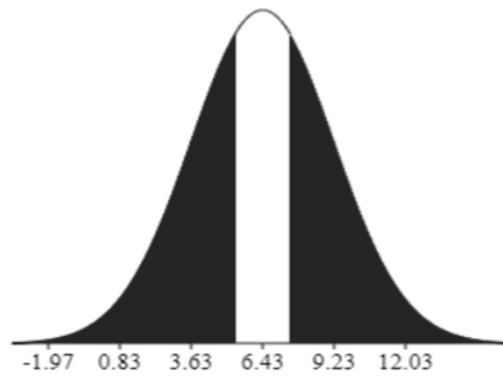


Figura 18-4: Campana de Gauss del Tiempo de Producción

Realizado por: De La Cruz, Jonathan, 2022.

Tabla 13-4: Wilcoxon prensa electrohidráulica tiempos de producción

Parámetros	Prensa automática	Prensa manual
P-value	1.705e-06	0.016
Pseudo-mediana	6.000001	10.50005

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

Por lo tanto, el P-valor $< \alpha$, lo cual indica que el estadístico de prueba se encuentra en los extremos de región de distribución.

Conclusión

La hipótesis de H0 se rechaza, por lo tanto, la hipótesis H1 queda verificada. Esto permite determinar que es válida la automatización de la prensa electrohidráulica, reduciendo los tiempos de producción, y mejorando la eficiencia general de la maquinaria viéndose reflejada en los procesos de prensado, embutido y doblado de varillas, evaluados durante el mes de enero del 2023.

4.4.1 Validación del sistema de prensado

A partir de la prueba de Wilcoxon se determinó que los tiempos de producción se disminuyen con la automatización de la prensa electrohidráulica. se utilizó esta prueba debido a que los datos en ambos casos no siguen una distribución normal, en la tabla 14-4 se muestra el P-valor para la prensa manual y prensa automática, es menor al valor de significancia del 0.05, por lo tanto, la hipótesis H1 queda validada.

Tabla 14-4: Test de Wilcoxon producción versus el Tiempo de producción

Prensa electrohidráulica		
Parámetros	Prensa manual	Prensa automática
P-value	3.137e-10	1.493e-09
Pseudo-mediana	26	-15.00001

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022.

Para demostrar que se obtuvo una reducción de tiempo en los procesos de prensado se utilizaran las gráficas de correlación, obtenidas mediante el análisis estadístico, de la prensa electrohidráulica manual y automática. En la figura 19-4 se muestran los gráficos de correlación obtenidos mediante el análisis estadístico, que se utilizarán para demostrar la reducción de tiempo en el proceso de prensado del sello, esto debido a que es la matriz con mayor frecuencia de trabajo. Sin embargo, los datos recolectados del embutido de las cocinas son datos atípicos que sólo se dan dos veces al mes, es por esta razón que se realiza el análisis para el prensado del sello.

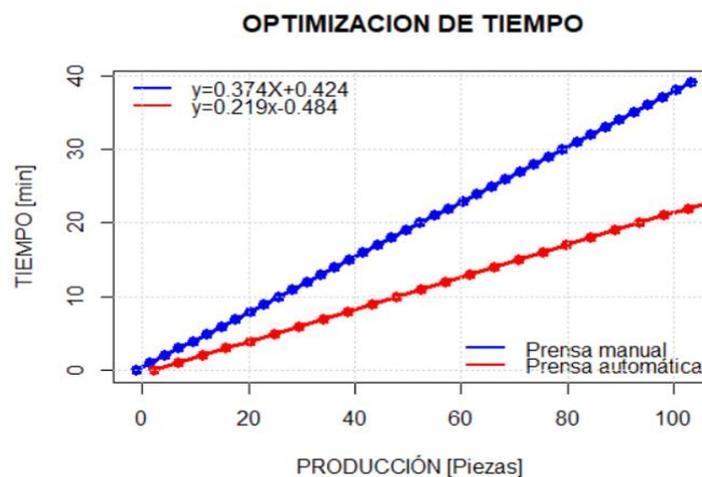


Figura 19-4: Optimización del Tiempo de Producción

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

Tabla 15-4: Comparación de tiempos de prensado entre la prensa manual vs automática

Tiempo de prensado			
No.	Cantidad	Prensa manual [min]	Prensa automática [min]
1	5	2.294	0.611
2	10	4.164	1.706
3	15	6.034	2.801
4	20	7.904	3.896
5	25	9.774	4.991
6	30	11.644	6.086
7	35	13.514	7.181
8	40	15.384	8.276
9	50	19.124	10.446
10	60	22.864	12.656
11	70	26.604	14.846
12	80	30.344	17.036
13	90	34.084	19.226
14	100	37.824	21.416

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

Como se puede observar en la tabla 15-4 se demuestra la reducción de tiempo de producción que tiene la prensa electrohidráulica automática con respecto a la prensa electrohidráulica manual. Estos tiempos de producción van a disminuir conforme incrementa el número de piezas a prensar, sin embargo, si se prensa una cantidad menor a diez piezas la eficiencia general de la máquina se ve afectada severamente si existe el factor de maquinaria inactiva, como la limpieza de la mesa de trabajo, a pesar que dura un corto tiempo de 2 minutos por lo general, esto afecta a la disponibilidad de la máquina bajando a valores menores al 50%, el cambio de la matriz, como la limpieza de la mesa de trabajo son tiempos muertos inevitables que la máquina requiere para que sea pueda trabajar con la misma.

Durante el proceso de la automatización de la prensa electrohidráulica ingresó una nueva matriz para el doblado de varillas, se tiene una reducción de tiempo muy grande. Debido a que el proceso para realizar este trabajo era de forma manual, causando incremento en los tiempos de producción, desperdicio de la materia prima, y una mala calidad del producto final que en este caso sería las parrillas de las cocinas domésticas e industriales.

En la tabla 16-4 se puede apreciar la reducción de los tiempos de producción, para el doblado de varillas, de la prensa electrohidráulica automática con respecto al proceso manual.

Tabla 16-4: Comparación de tiempos de prensado entre la prensa manual vs automática

Cantidad	Prensa manual	Prensa automática
6-15	10 [min]	1.45 [min]
16-30	15 [min]	2.40 [min]
31-40	25 [min]	3.33[min]
41-50	30 [min]	3.20[min]
51-60	40 [min]	4.45 [min]
61-70	1[h]	5.25[min]
71-80	1.20[h]	6.45[min]

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

A partir de la automatización de la prensa electrohidráulica se mejoró la eficiencia de la maquinaria, manteniéndose en un 54%, además de mejorar los tiempos de producción con una reducción de tiempo de 3 minutos dependiendo de la cantidad de piezas a prensar o embutir, Por otro lado, al ingresar una nueva matriz para doblar las varillas se tiene una reducción severa de tiempo, llegando a prensar 90 varillas en un tiempo de 7 minutos.

4.5. Evaluación económica

La inversión requerida para el desarrollo del proyecto involucra la adquisición de todos los dispositivos eléctricos e hidráulicos, en la tabla 17-4 se muestran todos los elementos necesarios empleados en la máquina.

4.5.1. Elementos hidráulicos

Tabla 17-4: Gastos de los Componentes hidráulicos

No.	Descripción	Cantidad	V. Unit.	V. total
1	Válvula de seguridad	1	450	450
2	Válvula de control	1	580	580
3	Presostato	1	230	230
4	Base para montaje modular	1	220	220
5	Baldes de aceite de 20 [lt]	4	80	320
6	Filtro de retorno	1	80	80
7	Teflón	4	0,2	0,8
8	Caja de sellos O-rings	1	20	20
			Total	1900,8

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

4.5.2. Elementos eléctricos

Tabla 18-4: Gastos de los Componentes eléctricos

No.	Descripción	Cantidad	V. Unit	V. total
1	PLC Delta DVP ES32	1	600	600
2	Sensores ópticos	12	37,5	450
3	Finales de carrera	2	20	40
4	Contactador 25 [A]	1	14	14
5	Guardamotor	1	12	12
6	Termomagnético de 3 polos	2	13	26
7	Termomagnético de 2 polos	1	8,8	8,8
8	Fusibles	2	0,4	0,8
9	Indicadores luminosos de 220 [V]	2	1,65	3,3
10	Baliza	1	40	40
11	Voltímetro	1	2,18	2,18
12	Amperímetro	1	4,5	4,5
13	HMI	1	250	250
14	Selector	1	2,4	2,4
15	Z de emergencia	1	5	5
16	Pulsador de 22 [mm]	3	2,5	7,5
17	Terminales	1	1,7	1,7
18	Bornera	48	0,32	15,36
19	Relé de 24[v] más base de relé	5	5,7	28,5
20	Cable #22 AWG	50	0,32	0,32
21	Cable #10 AWG	5	1,9	9,5
22	Cable concéntrico 3x10AWG	1	2,9	2,9
23	Riel din 2,5mm	1	1,2	1,2
24	Fuente de 24[v]	1	20	20
25	Pedal industrial	1	15,8	15,8
			Total	1554,16

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

4.5.3. Elementos mecánicos

Tabla 19-4: Gastos de los componentes mecánicos

No.	Descripción	Cant	V.unit	V. Total
1	Machuelos	2	5	10
2	Pernos	50	0,4	20
3	Pintura	1	25	25
4	Brocas	8	4,5	36
5	Lamina de metal 0.7 mm	1	12,5	12,5
6	Tinier	2	3	6
7	Guaípe	2	0,4	0,8
8	Plancha de 6 mm	1	15,5	15,5
			TOTAL	125,8

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

4.5.4. *Otros materiales*

Tabla 20-4: Gastos en otros materiales

No.	Descripción	Cant.	V.unit.	V. Total
1	Señalética de peligro	2	5,5	11
2	Líquido para aflojar tuercas	1	18	18
3	transporte	30	1,25	37,5
4	Gastos varios	1	20	20
			TOTAL	86,5

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

El gasto total es la suma de todos los elementos eléctrico, hidráulicos, mecánicos y otros materiales.

Tabla 21-4: Gastos totales

Gastos hidráulicos	1900,8
Gastos eléctricos	1554,16
Gastos mecánicos	125,8
Otros Gastos	86,5
TOTAL	3667,26

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

Tenemos una inversión total de 3650,76 dólares americanos.

Para proyectar un periodo estimado en el cual es posible recuperar la inversión realizada se determina la cantidad de piezas prensadas, embutidas y dobladas, que deben ser fabricadas, en la tabla 22-4, se describen los precios correspondientes a cada uno de los procesos de fabricación. Tomando en cuenta que por cada plancha en cero o en galvanizado permite la producción de 8 cocinas domésticas, si nos referimos a los frentes de cocinas industriales por cada plancha nos genera 11 frentes. Mientras que para la varilla de $\frac{1}{2}$ y de 9 [mm] poseen una longitud de 6 [m], permitiendo la obtención de 15 pedazos de 40[cm] para la fabricación de 2 parillas.

Tabla 22-4: Precios de venta de cada tipo de producto

Descripción	Cantidad	Precio unitario	TOTAL
Cocinas domesticas de dos quemadores	8	\$ 36	\$ 288
Frentes de cocinas industriales	11	\$ 4	\$ 44
Doblado de varillas de $\frac{1}{2}$	2	\$ 15	\$ 30
Doblado de varillas 9 mm	2	\$ 12	\$ 24
TOTAL			\$ 386

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

Los precios de venta se llegan a establecer de acuerdo con cada producto que ha sido embutido, prensado y doblado, representando tanto la materia prima como la mano de obra el 30% de este valor, con la aplicación de la prensa electrohidráulica automática se obtiene una mejor eficiencia y rendimiento de la máquina mejorando los tiempos de producción en un 49%, pero esto implica un incremento de coste indirecto determinado en un 5% del precio de venta, relacionado al consumo energético y desgaste del fluido hidráulico, requerido para los tres procesos de fabricación. En la tabla 23-4 se especifican las unidades que se deben producir para recuperar la inversión y empezar a generar ganancias.

Tabla 23-4: Utilidades a producir para recuperar la inversión

Descripción	Cocinas domesticas de dos quemadores	Frentes de cocinas industriales	Doblado de varillas de ½	Doblado de varillas 9 mm
Precio	\$ 288	\$ 44	\$ 30	\$ 24
Materia prima	\$ 86,4	\$ 13,2	\$ 9	\$ 7,2
Mano de obra	\$ 43,2	\$ 6,6	\$ 4,5	\$ 3,6
Costos indirectos	\$ 14,4	\$ 2,2	\$ 6,5	\$ 1,2
Utilidad	\$ 144	\$ 22	\$ 20	\$ 12
Inversión	\$ 916,815	\$ 916,815	\$ 916,815	\$ 916,815
Utilidades a producir	7	42	46	77

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

En general se deberán producir 172 productos prensados, embutidos y doblados, para recuperar la inversión realizada inicialmente.

Finalmente se ha realizado una breve comparativa entre las características principales de la prensa automatizada, con sus similares comerciales para evaluar el alcance del trabajo, las máquinas elegidas corresponden a las empresas JLMaquinas con PHC-40T y SJR Maquinaria con YAN32-40 de Brasil y Jiangsu China, en lo relacionado a la capacidad producción YAN32-40 supera por diez piezas prensadas a la máquina PHC-40T, debido a la velocidad y potencia del motor, sin embargo en cuanto a la protección de la integridad del operario, la prensa automática PHC-40T es la que cuenta con este sistema de protección aplicando una malla con cerraduras de seguridad. la máquina propia es la única que cuenta con motor trifásico a una tención de 220 [v], con una barrea de seguridad fotoeléctrica, la cual es cómoda para trabajar, permite el montaje y desmontaje rápido de las matrices de trabajo además de proteger la integridad del operario gracias a la opción de Muting, que lleva a la máquina al estado seguro sin tener que apagar la máquina.

Tabla 24-4: Comparación de la máquina propia con máquinas comerciales

Características	Máquina propia	YAN32-40	PHC-40T
Carrera del cilindro	45[cm]	45[cm]	20[cm]
Voltaje	220 [v], 3Ø	440 [v],3Ø	380 [v], 3Ø
Presión máxima de trabajo	40 Toneladas	40 Toneladas	40 Toneladas
Material	Hierro	Acero de Carbón	Hierro
Motor	7,5 HP, 1740 [RPM]	7,5 HP, 1800 [RPM]	5 HP, 1200 [RPM]
Proteccion de seguridad al operario	[Si] barrera de seguridad fotoeléctrica	[No]	[Si] Malla a través de cerraduras de seguridad
Trabajos	Embutido, prensado y doblado	Embutido, corte y doblado	Corte, prensado, perforación y embutido
Capacidad de producción	2-25 [piezas/min]	40 [piezas/min]	30 [piezas/min]
Dimensiones [H x A x L]	2,15 x 0,8x1,50 [m]	2,6 x 1,3 x2 [m]	1,9 x 0,9 x1,1 [m]
Precio	\$ 7667,26	\$ 12575	\$ 10000

Realizado por: De La Cruz Jonathan, 2022

El detalle que favorece la adquisición propia de la prensa electrohidráulica automática es su precio además de la protección hacia la integridad del operario gracias a la barrera de seguridad fotoeléctrica, siendo esta muy cómoda al momento de trabajar con piezas que tengan una longitud superior a los 40 [cm] sobre saliendo de la mesa de trabajo, es ahí donde empieza a trabajar la opción de Muting permitiendo interrumpir ciertos haces de luz, específicos para que pasee solo la pieza metálica a ser prensada, si se interrumpe otro haz de luz la máquina pasa al estado seguro, si apagarse.

CONCLUSIONES

- Mediante el análisis técnico se determinó el estado de los elementos del circuito hidráulico y eléctrico, así como también se definió los elementos necesarios para mejorar el proceso de prensado, embutido y doblado, tomando en cuenta los requerimientos de la empresa Industrias Géminis.
- Se estableció mediante el diagrama de Pareto e Ishicawa los principales riesgos de seguridad al trabajar con la prensa electrohidráulica manual, así como también se determinó los principales elementos que requieren mantenimiento correctivo como son el cilindro hidráulico y el tanque de aceite.
- Mediante el análisis visual del campo de trabajo donde se encuentra instalada la prensa electrohidráulica, y conjuntamente con los riesgos de seguridad que presenta la máquina, se determinó que la mejor alternativa para la automatización de la prensa electrohidráulica es el uso de un PLC conjuntamente con un HMI, debido a su robustez y fácil mantenimiento, con un mejor rendimiento dentro del ambiente industrial.
- La programación del PLC se implementó mediante Ladder, teniendo en cuenta la secuencia de trabajo que debe cumplir, para el embutido, prensado y doblado. Además del control de Muting de la barrera de seguridad, permite proteger la integridad del operario.
- La automatización de la prensa electrohidráulica para mejorar la producción de cocinas domésticas, y dada las diferentes matrices de trabajo que se utilizan, contribuyó a que la máquina sea versátil, y se adapte a las necesidades, consiguiendo una reducción en los tiempos de producción, además de proteger las extremidades superiores del operario.
- Se realizaron pruebas de funcionamiento durante el mes de enero, prensando el sello de la empresa en láminas de metal de 0.45 mm y 0.7 mm, en donde se obtuvo que la mejor presión de trabajo es a 50 [BAR], dado que esta es la matriz con mayor frecuencia de uso, la presión permanecerá en ese valor, permitiendo embutir las cocinas de dos quemadores con láminas de metal en 0.45 mm y 0.6 mm, finalmente para el doblado de varillas se puede doblar 4 varillas de ½ y 5 varillas de 9 [mm].
- Se elaboraron los planos eléctricos e hidráulicos, además de las fichas del estado técnico, registro de actividades, historial de averías, órdenes de trabajo, lista de chequeo, para el mantenimiento de la prensa electrohidráulica automática, Estos han sido entregados a la

empresa Industrias Géminis, con la finalidad de mantener un registro del mantenimiento y permita el montaje de los componentes eléctricos e hidráulicos, en el caso de quedar fuera de servicio.

- Mediante la automatización de la prensa electrohidráulica se obtuvo un incremento en la eficiencia de la maquinaria (OEE), mayor al 50%, este no es un valor fijo, por lo que puede variar con el transcurso de los meses. Debido al cambio de las matrices, esto afecta drásticamente a la disponibilidad de la prensa y por ende a la eficiencia general de la maquinaria.
- El cambio de las matrices no es un tiempo perdido, sino que es un tiempo muerto que necesita la máquina para que se pueda realizar el cambio de las diferentes matrices de trabajo. Es por esta razón que la disponibilidad de la máquina disminuye severamente.
- La automatización de la prensa electrohidráulica es muy beneficiosa para la empresa Industrias Géminis, en sus procesos de producción de cocinas domésticas e industriales, optimizando tiempos de trabajo, materia prima. Esto permite obtener un prensado uniforme, y junto con la repotenciación de la prensa se brinda seguridad al operario y a la maquinaria gracias al rediseño del sistema hidráulico.

RECOMENDACIONES

- Realizar el mantenimiento preventivo cada 6 meses, consultando las hojas del registro de datos para el cálculo del OEE, que permitirá obtener un tiempo neto de trabajo de la prensa automática. Esto ayudará determinar el cambio del filtro de retorno, ya que debe ser reemplazado cada 500 horas de trabajo.
- Para el cambio de presión se sugiere la regulación de la válvula de seguridad en el caso de que se requiera prensar láminas de metal con un espesor más grueso, verificando la tabla del manual de mantenimiento y operación.
- Capacitar al personal sobre el uso de la máquina, y los riesgos que la misma puede generar, viéndose comprometida la integridad del operario y la máquina.
- Se recomienda la utilización del tecele para subir y bajar la mesa de trabajo, o desmontar los elementos hidráulicos para realizar el respectivo mantenimiento, Esto evitará riesgos de caídas o resbalones, ya que se encuentran a una altura de 2.15[m].
- Al realizar la comunicación entre el PLC y la PC se propone utilizar ISPsoft y el COMMGR en su versión actual disponible por el fabricante DELTA, para transferir los datos, y DOPsoft para el diseño y actualización de datos de la pantalla HMI.
- Realizar el ajuste adecuado de los pernos, acoples, mangueras, con teflón, permatex y sellos o-rings nuevos, para evitar fugas de aceite y pérdidas de presión.

BIBLIOGRAFÍA

AGUILERA MARTÍNEZ, P. *Programación de PLC'S* (trabajo de titulación) (Maestría) Universidad autónoma De Nuevo León, Facultad de ingeniería mecánica y eléctrica, San Nicolas De Los Garza. 2002. pp.37-40. [consulta: 21-10-2022]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://eprints.uanl.mx/919/1/1020148252.PDF>

ALARSA HOTELERA S.L. *Diferencias entre una cocina industrial y una doméstica* [blog]. [Consulta: 4 de octubre 2022]. Disponible en: <http://alarsahostelera.com/diferencias-entre-una-cocina-industrial-y-una-domestica/>

ALVITRES VIGO, Sebastián Perkins, & RAMOS CHACON, Henry Asunción. Diseño de una prensa hidráulica semiautomática de 20 toneladas para el desmontaje y montaje de rodamientos para el automotriz ASIS S.A.C. [en línea] (trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad de Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería y arquitectura, Escuela profesional de ingeniería mecánica y eléctrica, Trujillo-Perú. 2022. pp. 10-12. [Consulta: 2022-10-04]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/94365>

AUTONICS. *PS12-4DP* [blog]. [Consulta: 21 diciembre 2022]. Disponible en: https://www.autonics.com/model/A1600002006?language=es_EC

AUTONICS. *Serie PET18-5* [blog]. [Consulta:21 diciembre 2022]. Disponible en: https://www.autonics.com/series/3000471?language=es_EC

BARRIENTOS, A., & GAMBAO, E. *Sistemas de producción automatizados* [en línea]. Madrid-España: Dextra Editorial, 2014. [Consulta: 19 octubre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/43932>

BOERO, C. *Mantenimiento industrial.* [en línea]. Jorge Sarmiento Editor - Universitas, 2020. [Consulta 18 diciembre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/172523>

BOMBAS SSRL. (2019). *electroválvula direccional rexroth cetop 5—4 vías 3 posiciones - centro e. Bombas SRL.* [blog]. [Consulta: 16-10-2022]. Disponible en: <https://bombassrl.com.uy/producto/4we10e/>

CAMSCO ELECTRIC. *Contactora MC25B* [blog]. [Consulta: 15 diciembre 2022]. Disponible en: <https://spanish.alibaba.com/product-detail/MC-series-Metasol-contactora-MC-50a-60760581659.html>

CAMSCO ELECTRIC. *Torre de Señal de Luz* [blog]. [Consulta :18 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.camsco.com.tw/spa/warning-emergency-light/signal-tower.html>

CEMBRANOS NISTAL, F. JESÚS. *Automatismos eléctricos, neumáticos e hidráulicos* [en línea]. (3a. ed). Madrid-España: Thomson-Paraninfo, 2002. [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <https://es.pdfdrive.com/automatismos-el%C3%A9ctricos-neum%C3%A1ticos-e-hidr%C3%A1ulicos-e184762719.html>

CÓRDOBA NIETO, E., PATERNINA MÁRMOL, J., & GARCÍA BARBOSA, J. *Control de movimiento en manufactura: Automatización CNC, fundamentos de diseño y modelamiento experimental*. [en línea]. Bogotá-Colombia: Editorial Universidad Nacional de Colombia, 2013. [Consulta: 1 de octubre 2022] Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/129996>

CREUS SOLÉ, A. *Neumática e hidráulica* [en línea]. Barcelona-España: Marcombo, 2008. [Consulta: 19 octubre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/45915>

DANERI, P. A. *PLC: Automatización y control industrial* [en línea]. Buenos Aires: Editorial Hispano Americana HASA, 2009. [Consulta 17 octubre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/66558>

DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS. *Introducción a las Prensas Hidráulicas de Máquinas y Herramientas* [blog]. 2018.[Consulta:11 de octubre 2022]. Disponible en: <https://www.demaquinasyherramientas.com/maquinas/prensas-hidraulicas>

DELTA. *Delta Programmable Logic Controller DVP Series*. [en línea]. reddit desing award winner,2010. [Consulta 15 diciembre 2022]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.nexinstrument.com/assets/images/pdf/DVP16ES200R.pdf>

DÍAZ MURILLO, R. *Laboratorio de instrumentación y control* [en línea]. México: Instituto Politécnico Nacional, 2010. [Consulta: 18 octubre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/73987>

DURMA CNC. *Prensa Hidráulica con Marco Tipo C | Máquina Metalúrgica.* [blog]. 2019. [Consulta: 5 de octubre 2022]. Disponible en: <http://cnclaser-cutting.com/8-2-single-column-hydraulic-press.html>

EPIDOR SEALS AND RUBBER TECHNOLOGY. *Selección de materiales elásticos ante aceites hidráulicos.* 24 enero. 2018. [Consulta: 11 de octubre 2022]. Disponible en: <https://epidor-srt.com/blog/seleccion-de-materiales-elasticos-ante-aceites-hidraulicos/>

GARCÍA MORENO, E. *Automatización de procesos industriales: Robótica y automática* [en línea]. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia, 2020. [Consulta: 17 octubre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/129686>

HYDROLINE. *Filtros de retorno a cartucho para montaje en línea o en el tanque* [blog]. [Consulta: 3 noviembre 2022]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/513531180/filtros-de-retorno-a-cartucho-para-montaje-en-linea-o-tanque-VERION-HYDROLINE>

JIMÉNEZ CARBALLO, C. A. (2017). *Mecánica de fluidos: Dinámica de fluidos.* chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/10195/Dinamica%20de%20fluidos%20ideales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

KUBALA, T. *Electricidad 4: Motores de CA/CC, controles y mantenimiento* [en línea]. (9a. ed.). Buenos Aires: Cengage Learning, 2011. [Consulta: 19 octubre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/76611>

MAANSHAN BAIDE CNC MACHINERY CO., LTD. *Tipo de pilar de la prensa hidráulica la máquina (Y35).* [blog]. Made-in-China.com, 2019. [Consulta: 5 de octubre 2022]. Disponible en: https://es.made-in-china.com/co_lmismachine/product_Pillar-Type-Hydraulic-Press-Machine-Y35-_euyhuyehg.html

MAQUITULS. *Prensas Hidráulicas: Historia, usos, ventajas y desventajas* [Blog Maquituls]. [Consulta: 5 de octubre de 2022]. Disponible en: <https://www.maquituls.es/noticias/prensas-hidraulicas-historia-usos-ventajas-y-desventajas/>

MARTÍNEZ SANCHES, V. A. *Potencia hidráulica controlada por PLC* [en línea]. (1ra ed.). México: Alfaomega Ra-Ma, 2008. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.amazon.com/-/es/Victoriano-Mart%C3%ADnez-S%C3%A1nchez/dp/8478978844>

NIÑO, D. & SANDOVAL, D. cálculo y diseño de una prensa hidráulica semiautomática tipo “h” de 100 toneladas para la empresa sistemas innovadores moldeados y arquitectónicos, SIMA S.A.S. [en línea] (trabajo de titulación). (ingeniería) Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia, escuela de ingeniería electromecánica. Boyacá. 2016. pp. 3-5. [Consulta: 2022-09-26]. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/2699/1/TGT_1320.pdf

OSMA, M. F. *Flujo laminar y turbulento*. [blog]. lugar: *Aerodinámica F1*, octubre 7, 2019. [Consulta: 11 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.aerodinamicaf1.com/2019/10/flujo-laminar-y-turbulento/>

PÁEZ-LOGREIRA, H. D., ZAMORA-MUSA, R., & BOHÓRQUEZ-PÉREZ, J. “Programación de Controladores Lógicos (PLC) mediante Ladder y Lenguaje de Control Estructurado (SCL) en MATLAB”. *Revista Facultad de Ingeniería* [en línea], 2015, Colombia 24(39), pp.109-119. [Consulta: 19 octubre 2022]. ISSN 0121-1129 Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0121-11292015000200010&lng=en&nrm=iso&tlng=es

PÉREZ PUPO, J. R., & NAVARRO OJEDA, M. N. *Oleohidráulica* [en línea]. Riobamba-Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2020. [Consulta: 19 octubre 2022]. Disponible en: <file:///C:/Users/PC/Downloads/2020-10-15-201036-Oleohidr%C3%A1ulica%201%20final.pdf>

QUEVEDO MOROCHO, Elmer. Diseño de una máquina hidráulica automática para el planchado de sombreros de paja toquilla. [en línea] (trabajo de titulación). (ingeniería) Universidad Nacional de Piura, Facultad de ingeniería industrial, escuela profesional de ingeniería mecatrónica, Perú. 2015. pp.1-3. [Consulta: 2022-09-27]. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/665>

QUINANCELA JARA, B. S. rehabilitación de la prensa hidráulica para su implementación como máquina de prensado, conformado y montaje en el taller de máquinas herramientas de la facultad de mecánica. [En línea] (trabajo de titulación). (Ingeniería) ESCUELA SUPERIOR

POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO, Riobamba-Ecuador. 2021.pp.30-50. [Consulta:20 noviembre 2022]. Disponible en:

[https://core.ac.uk/search?q=authors:\(Quinancela%20Jara,%20Benny%20Stalin\)](https://core.ac.uk/search?q=authors:(Quinancela%20Jara,%20Benny%20Stalin))

REXROTH, B. G. *VALV DIRECCIONAL CORREDERA 4WE6G6X/EW230N9K4*. [en línea]. *Bosch Rexroth AG*. [Consulta: 20 noviembre 2022]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://docs.rs-online.com/014e/0900766b8147932a.pdf>

REXROTH. *Pressure relief valve, pilot controlled [en línea]*. *Bosch Rexroth AG*, 2021.[Consulta: 13 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.boschrexroth.com/product-link?cat=Industrial-Hydraulics-Catalog&p=p691389&c=XC&lang=en>

REXROTH, B. G. (2022). *Pressure relief valve,pilot operated*. 8.

ROSHFRANS. (2016). *Aceite Hidráulico Antidesgaste (AW) ISO VG 68*. 2.

SANCHES HORNEROS, R. B., CERDA FILIU, L. M., & FERNANDEZ, J. R. *Automatismos industriales* [en línea]. Madrid-España: Paraninfo, 2014. [Consulta: 14 octubre 2022]. Disponible en: <https://es.pdfdrive.com/automatismos-industriales-e189601868.html>

SOLPRESS. *Partes de una prensa hidráulica y su funcionamiento*. [blog]. lugar: Solpress, enero 21, 2021. [Consulta: 11 de octubre 2022]. Disponible en: <https://solpressbcn.com/partes-de-una-prensa-hidraulica/>

SUCONEL. *Final De Carrera Industrial Con Brazo De Rodillo Ajustable XZ8108* [blog]. Colombia, 2020. [Consulta:21 noviembre 2022]. Disponible en: <https://suconel.com/product/final-de-carrera-industrial-con-brazo-de-rodillo-ajustable-de-5a-250v-xz8108/>

TORNERO, M. J. E., & FERNÁNDEZ, A. J. R. *Actuadores Neumáticos*. 2009. [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.uhu.es/rafael.sanchez/ingenieriamaq uinas/carpetaapuntes.htm/Trabajos%20IM%202009-10/Manuel%20Jesus%20Esacalera-Antonio%20Rodriguez-Actuadores%20Neumaticos.pdf>

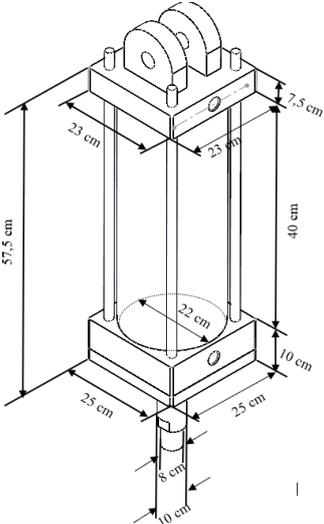
VILLAR, J. M. *Automatización en fabricación mecánica* [en línea]. Madrid-España: Dextra Editorial, 2017. [Consulta: 20 octubre 2022]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/esepoch/133348>

YUEQING WODU ELECTRIC CO., LTD. *E3F-20C1/E3F-20L Haz láser Interruptor fotoeléctrico Sensor infrarrojo Interruptor Sensor de luz visible* [blog]. [Consulta: 28 diciembre 2022]. Disponible en: https://www.alibaba.com/product-detail/E3F-20C1-E3F-20L-Laser-Beam_1600073164387.html

ZÚÑIGA, H. El cambio de la matriz productiva y su incidencia en la generación de empleo en la industria metalmecánica en la economía ecuatoriana. [en línea] (trabajo de titulación). (Ingeniería) Universidad de Guayaquil, Facultad de informática y electrónica, Carrera de economía, Guayaquil-Ecuador. 2015. pp. 10-11. [Consulta: 2022-10-05]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/9399/1/ZU%c3%91IGA%20MONCADA%20HELLEN%20INDIRA%20monograf%c3%ada.pdf>

ANEXOS

ANEXO A DATOS TÉCNICOS DE LA PRENSA ELECTROHIDRÁULICA

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO				
Nombre	Presna electrohidráulica			
Código	PEH-001			
Marca	S/M			
Modelo	S/M			
N.º de serie	S/N			
Año de fabricación	2000			
Condición actual	OPERATIVO			
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO				
Sistema de alimentación	Eléctrico 220 v	DATOS		
Bomba	2200 PSI	Alto	Ancho	Largo
Motor	5HP/220 V – 60 HZ-1740 RPM	215 cm	80 cm	150 cm
Válvula centro cerrado	4/3	Dimensiones del cilindro		
Filtro de retorno	SF-6510			
Tanque de aceite	45x40x80			
Capacidad	28 toneladas			
Aceite	HLP 46			
Sistema de control	220 V			
CONDICIONES GENERALES				
Actividad	Embutir las cocinas de dos quemadores y prensar el sello de las cocinas de dos quemadores			
Años de servicio	4			
Situación actual	Operativo			
Observación	Falta de limpieza y mantenimiento			
Criticidad	Crítica			

ANEXO B EVALUACIÓN GENERAL DE LA PRENSA ELECTROHIDRÁULICA

Ficha de evaluación del estado general de la prensa electrohidráulica					
Sistema	Elementos	Principio básico	Estado	Porcentaje	Diagrama de barras sistema eléctrico
Eléctrico	Motor	Permite accionar la bomba hidráulica	Bueno	1	
	Contactores	Arranque directo del motor	Regular	0,80	
	Relé térmico	Permite salvo guardar al motor de sobrecargas	Bueno	1	
	Selector 1	Permite energizar todo el sistema de control	Regular	0,80	
	Selector 2	Permite poner en funcionamiento el motor	Regular	0,80	
	Focos indicadores	Permite visualizar si la bomba esta encendida (verde), o con sobre corriente (rojo)	Muy Malo	0,40	
	Alambre conductor	Para las conexiones en el sistema control y de potencia	Regular	0,80	
	Interruptor magnetotérmico de 2 polos	Se encarga de cortar la corriente eléctrica del circuito de potencia.	Regular	0,80	
	Interruptor magnetotérmico de 1 polos	Se encarga de cortar la corriente eléctrica del circuito de control	Regular	0,80	
	Gabinete	Lugar en donde se alojan todos los dispositivos de control y potencia	Muy malo	0,40	
	TOTAL				
Mecánico	Bomba	Genera la presión necesaria para el sistema	Bueno	1	
	Filtro de retorno	Permite filtrar el fluido de cualquier partícula contaminante como limallas, polvo u otros residuos	Malo	0,60	
	Tanque de aceite	Permite almacenar el aceite	Regular	0,80	
	Válvula centro cerrado de palanca	Permite controlar la acción del cilindro de forma manual	Regular	0,80	
	Cilindro hidráulico	Es el actuador del sistema, permite prensar o embutir el metal	Regular	0,80	
	Indicador de nivel de aceite	Permite conocer el nivel de aceite en el tanque	Malo	0,60	
	Mangueras de presión	Permite llevar el fluido hacia los distintos elementos hidráulicos del sistema	Bueno	1	
	Placa lateral o patas de la prensa	Parte lateral de la prensa con agujeros útiles para ajustar la altura de la mesa de trabajo	Bueno	1	
	Mesa de trabajo	Permite trabajar con las diferentes matrices para prensar o embutir	Bueno	1	
	Varilla para regular la altura de la mesa de trabajo	Permite colocar la mesa de trabajo a una determinada altura	Bueno	1	
	Estado de la pintura	Proteccion del material contra la corrosión	Malo	0,60	
TOTAL				83,6%	
PROCENTAJE TOTAL				80%	

Estados	Porcentaje %
Bueno	1
Regular	0,8
Malo	0,6
Muy Malo	0,4

Estado eléctrico de la prensa electrohidráulica			
Estados	Numero de estados	Porcentaje	Total
Bueno	2	1	2
Regular	6	0,8	2,4
Malo	0	0,6	0
Muy malo	2	0,4	0,8
TOTAL			5,2
TOTAL			0,52
ESTADO ELÉCTRICO (%)			52%

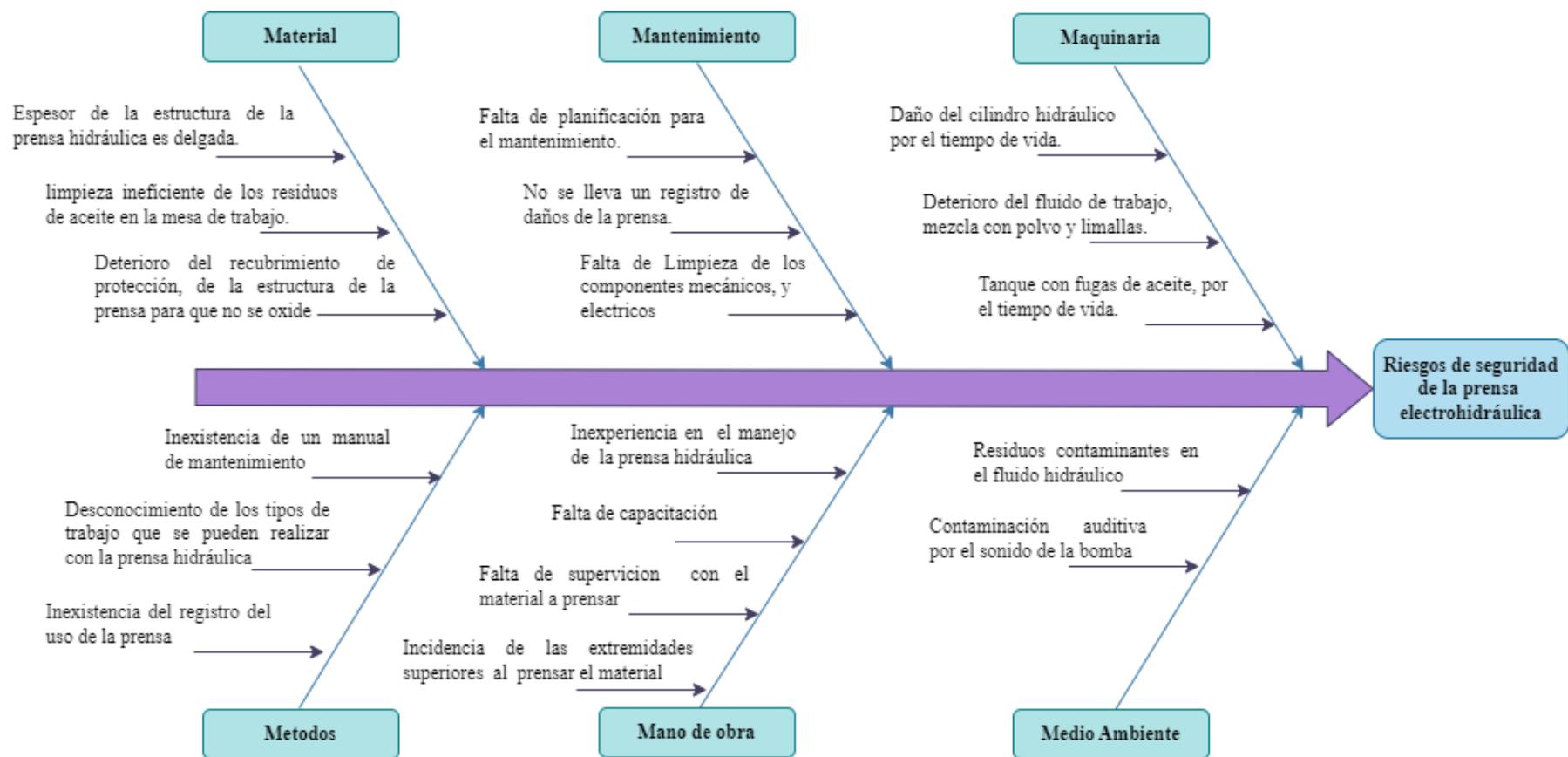
Estado Mecánico de la prensa electrohidráulica			
Estados	Numero de estados	Porcentaje	Total
Bueno	5	1	5
Regular	3	0,8	2,4
Malo	3	0,6	1,8
Muy malo	0	0,4	0
TOTAL			9,2
TOTAL			0,836
ESTADO MECÁNICO (%)			83,6%

Estado Técnico de la prensa electrohidráulica			
Estados	Numero de estados	Porcentaje	Total
Bueno	7	1	7
Regular	9	0,8	7,2
Malo	3	0,6	1,8
Muy malo	2	0,4	0,8
TOTAL			16,8
TOTAL			0,8
ESTADO GENERAL (%)			80%

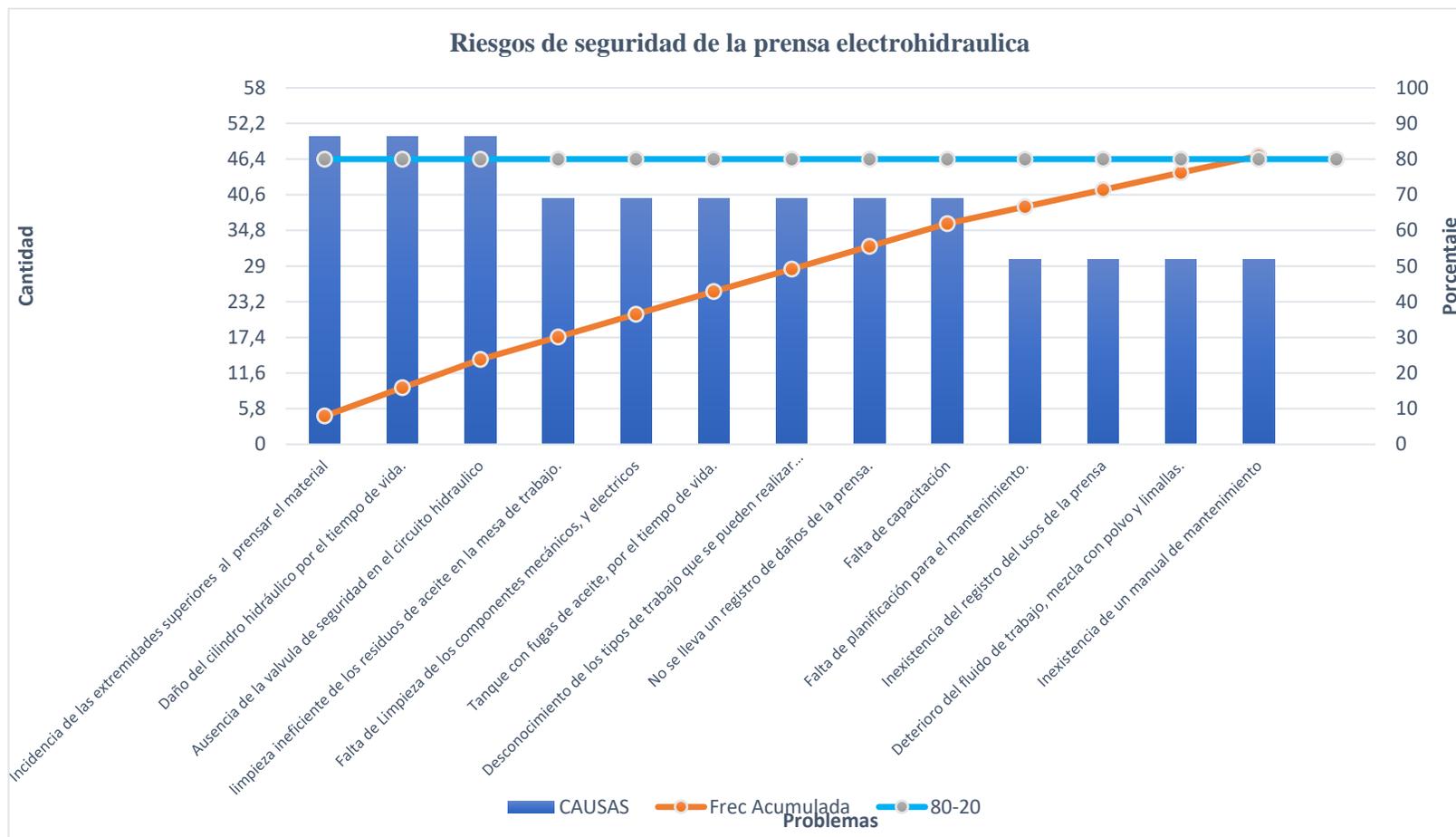
Determinación del grado de mantenimiento		
Porcentaje	Estado técnico	Estado de mantenimiento
90-100	Bueno	Revisión
80-90	Regular	Reparación pequeña
70-79	Malo	Reparación mediana
<69	Muy malo	Reparación General

Mediante la tabla de evaluación del estado general de la prensa electrohidráulica, se determina que el estado inicial de la prensa se encuentra en un estado “regular” con un 80%, por lo tanto, se procederá a realizar una reparación pequeña.

ANEXO C DIAGRAMA DE ISHIKAWA



ANEXO D **DIAGRAMA DE PARETO**



ANEXO E REGISTRO DE ACTIVIDADES

		<p align="center">REGISTRO DE ACTIVIDADES DE LA PRENSA ELECTROHIDRÁULICA AUTOMÁTICA</p>						
<p>En el tipo de trabajo, colocar una X según tipo de actividad que se vaya a realizar, seguido tomar el TIEMPO que el operario se demora en prensar, embutir o doblar, y llenar cada uno de los casilleros según corresponda</p>								
Fecha	Nombre	Apellido	Tipo de trabajo	Descripción	Cantidad	Tiempo de inicio	Tiempo de finalización	Observaciones
			<input type="checkbox"/>	Prensado del sello "Industrias Géminis"				
			<input type="checkbox"/>	Embutido de cocinas domesticas de 2 quemadores				
			<input type="checkbox"/>	Dobladora de varillas				
			<input type="checkbox"/>	Prensado del sello "Industrias Géminis"				
			<input type="checkbox"/>	Embutido de cocinas domesticas de 2 quemadores				
			<input type="checkbox"/>	Dobladora de varillas				
			<input type="checkbox"/>	Prensado del sello "Industrias Géminis"				
			<input type="checkbox"/>	Embutido de cocinas domesticas de 2 quemadores				
			<input type="checkbox"/>	Dobladora de varillas				

ANEXO F HISTORIAL DE AVERÍAS

		Historial de averías							
Equipo		Prensa electrohidráulica automática		Código		PEH-001			
N° de serie				Encargado					
Horas trabajadas del equipo				Trabajo realizado					
Fecha	Descripción de la falla	Mantenimiento	Tarea	Ejecución	Tiempo de reparación	Costos		Costo total	
						\$/H	Repuesto		
Costo total:									\$

ANEXO G ORDEN DE TRABAJO

		ORDEN DE TRABAJO			
N°	Equipo	Prensa electrohidráulica automática			
Prioridad	Normal	Importante		Muy importante	
REFERENCIA					
Orden de trabajo		Costo		Ubicación	
Fecha planificada		Fecha de inicio		Fecha de finalización	
TIPO DE ACTIVIDAD					
Programado				Correctivo	
Predictivo				Emergencia	
Solicita			Ejecuta		
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO					
DATOS DEL TRABAJO					
MATERIALES	CANT	REPUESTOS	CANT.	HERRAMIENTAS	CANT.
PERSONAL REQUERIDO					
Eléctrico		Electrónico		Mecánico	
Observaciones generales			Observaciones de seguridad		
Aprueba		Supervisa		Ejecuta	
Nombre		Nombre		Nombre	
Fecha		Fecha		Fecha	
..... Propietario del Taller	 Supervisor	 Técnico	

ANEXO H LISTA DE CHEQUEO DE LA PRENSA ELECTROHIDRÁULICA

	INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO					
Equipo	ITEM	Instrucción de seguridad				
Fecha		1 leer el manual de seguridad				
Semana		2 asegurarse que el equipo se encuentre apagado				
		3 utilice los elementos de seguridad para la actividad de mantenimiento				
Componente	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	
Verificar nivel de aceite						
Verificar fugas en el tanque de aceite						
Verificar la bomba hidráulica, o-rings						
Verificar fugas de aceite del cilindro hidraulico						
Verificar el estado del filtro de retorno						
Verificar las mangueras hidráulicas						
Verificar la válvula de seguridad						
Verificar la presión de trabajo						
Verificar el motor trifásico, rodamientos, Lubricación, vibraciones						
Verificar el estado de la caja del gabinete de control						
Verificar el contador, ruido o vibraciones						
Verificar las borneras de conexión del gabinete de control						
Verificar el estado y funcionamiento del PLC						
Verificar la fuente de alimentación de 24 Vdc						
Verificar el relé térmico						
Verificar el estado de los alambres del circuito de control y potencia						
Verificar el funcionamiento de luces piloto y baliza						
Verificar el funcionamiento de los instrumentos de medida de voltaje y corriente						
Verificar el HMI, táctil, brillo, comunicación.						
Verificar las bobinas de la válvula de control						
Dia	Observaciones					

Lunes	
Martes	
Miércoles	
Jueves	
Viernes	
Técnico	Encargado
..... Firma Firma

ANEXO I FICHA TECNICA DE LA PRENSA AUTOMÁTICA

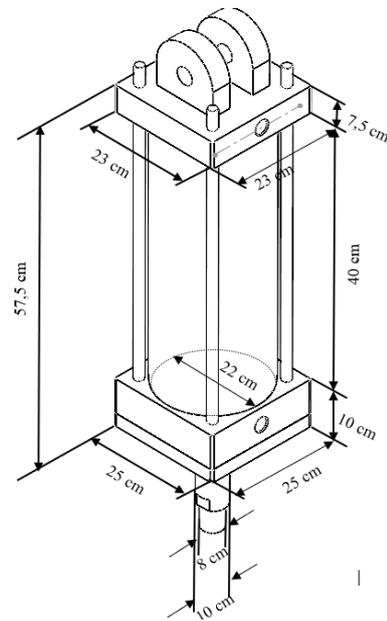
DATOS TECNICOS DEL EQUIPO						
Nombre	Prensa electrohidráulica automática					
Código	PEH-001					
Marca	S/M					
Modelo	S/M					
N.º de serie	S/N					
Año de fabricación	2000					
Condición actual	OPERATIVO					
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO						
Sistema eléctrico						
Sistema de alimentación	Eléctrico 220 v					
Motor trifásico	7,5HP/220 V – 60 HZ-1740 RPM					
Contactor	25 [A]					
Relé térmico	17-25[A]					
Interruptor termomagnético	40[A]					
PLC	Delta ES32E 16/16 con salidas a relé					
HMI	Delta DOP-103WQ					
Sensores ópticos emisor-receptor	E3F-20C1					
Sensores inductivos	PET-18-5 en M18	PS12-4DP				
Bobinas de la electroválvula	110[v]					
Fuente Vdc	24 [V]					
Sistema hidráulico						
Electroválvula centro cerrado	4/3					
Filtro de retorno	S/E 20-10B					
Tanque de aceite	Ancho	38,5	Alto	35,5	largo	53,5
Capacidad	40 toneladas					
Aceite	HLP 46					
Bomba	2200 PSI					
Mangueras	½” WP 275 [BAR]/3988[PSI]					
Presostato	20-375 [BAR]					
CONDICIONES GENERALES						
Actividad	Embutir las cocinas de dos quemadores, prensar el sello de las cocinas de dos quemadores y doblar varillas					
Años de servicio	4					
Situación actual	Operativo					
Observación	Ninguna					
Criticidad	Crítica, (En caso de falla se transforma en una maquina critica ya que, se suspende temporalmente la producción de cocinas domésticas, se incrementa el tiempo de producción para el doblado de varillas, y las cocinas industriales se fabricarían sin marca)					



DATOS

Alto	Ancho	Largo
215 cm	80 cm	150 cm

Dimensiones del cilindro



ANEXO J DATOS DE PRODUCCIÓN DE LA PRENSA MANUAL

Empresa Industrias Géminis		
Análisis estadístico de producción		
Maquina: Prensa electrohidráulica manual	Producción: Embutido de cocinas de dos quemadores y prendado del sello de la empresa	
	Fecha de inicio: 1 de Julio de 2022 Fecha de fina: 31 de Julio de 2022	
Datos	Producción [Cocinas/sello]	Tiempo [min]
1	15	12
2	15	5
3	24	6
4	15	6
5	24	6
6	16	7
7	35	8
8	15	8
9	18	8
10	19	8
11	22	8
12	22	8
13	40	9
14	24	9
15	28	9
16	30	9
17	32	10
18	34	10
19	25	11
20	25	11
21	22	13
22	22	13
23	60	15
24	70	15
25	60	15
26	30	16
27	30	16
28	30	20
29	30	20
30	100	24
32	75	50
33	75	55

Producto	Producción Total	Tiempo Total empleado
Embutido de cocinas	932	335
Prensado del sello	150	105
Total	1082 [Piezas]	440 [min]

ANEXO K CÁLCULO DEL OEE PRENSA ELECTROHIDRÁULICA AUTOMÁTICA

		Reporte de datos para el cálculo del OEE prensa electrohidráulica automática																	Análisis de tiempo				
		TURNO 1					TURNO 2					TURNO 3								TURNO 4			
OPERADOR		Fecha:					Fecha:					Fecha:					Fecha:						
		Nombre:					Nombre:					Nombre:					Nombre:						
PRODUCTO		Pro.	Cant.	Tiempo de inicio	Tiempo de fin	Total	Pro.	Cant.	Tiempo de inicio	Tiempo de fin	Total	Pro.	Cant.	Tiempo de inicio	Tiempo de fin	Total	Pro.	Cant.		Tiempo de inicio	Tiempo de fin	Total	MINUTOS
Embutido de cocinas de 2 quemadores																							
Prensado del sello																							
Dobladora de varillas																							
DESCRIPCION																						A Total:	
MAQUINARIA INACTIVA		Tiempo de inicio	Tiempo de fin	Total			Tiempo de inicio	Tiempo de fin	Total			Tiempo de inicio	Tiempo de fin	Total			Tiempo de inicio	Tiempo de fin	Total			MINUTOS	
Daños eléctricos (sensores, motor, gabinete de control)																							
Daño mecánico (daños de la mesa de trabajo, daños en la matriz, daños en el disco)																							
Daño hidráulico (Cambio de filtro)																							
Cambio de matriz																							
Espera de soporte técnico																							
Limpieza																							
SUMINISTRO																							
Falta de material a prensar																							
Falta de suministro eléctrico																							
FALLAS																							
Sensores de posición																							
Calibración de presión																							
Calibración de tiempos de prensado																							
PROGRAMACIÓN																						B Total:	
Parada programada de mantenimiento																						C Total:	
Observaciones:																							

PRODUCTOS	Producto bueno	Producto defectuoso	Cantidad total	Tiempo de producción (A)	Piezas máximas teóricas
TURNO 1					
Embutido de cocinas de 2 quemadores					
Prensado del sello					
Dobladora de varillas					
TURNO 2					
Embutido de cocinas de 2 quemadores					
Prensado del sello					
Dobladora de varillas					
TURNO 3					
Embutido de cocinas de 2 quemadores					
Prensado del sello					
Dobladora de varillas					
TURNO 4					
Embutido de cocinas de 2 quemadores					
Prensado del sello					
Dobladora de varillas					
	PRODUCTO BUENO D:		PRODUCCION ACTUAL E:		PRODUCCIÓN ESPERADA F:
TOTAL					

$$Disponibilidad = \frac{\text{Tiempo de produccion actual (A)}}{\text{Tiempo potencial de produccion (C)}} = \boxed{}$$

$$Rendimiento = \frac{\text{Produccion actual (E)}}{\text{Produccion Esperada (F)}} = \boxed{}$$

$$Calidad = \frac{\text{Producto bueno (D)}}{\text{Produccion actual (E)}} = \boxed{}$$

OEE



Reporte de datos para el cálculo del OEE prensa electrohidráulica automática



OMP/ELI/REG/SE/INT/AN

Operador	Turno 1					Turno 2					Turno 3					Turno 4					TOTAL (A)					
	Pro	Cant	Tiempo de inicio	Tiempo de fin	Total	Pro	Cant	Tiempo de inicio	Tiempo de fin	Total	Pro	Cant	Tiempo de inicio	Tiempo de fin	Total	Pro	Cant	Tiempo de inicio	Tiempo de fin	Total						
Fecha: 7/1/2023 Nombre: WILLIAM DE LA CRUZ						Fecha: 13/1/2023 Nombre: MAURICIO DE LA CRUZ					Fecha: 13/1/2023 Nombre: EFRAIN DE LA CRUZ					Fecha: 13/1/2023 Nombre: WILLIAM DE LA CRUZ										
Producto	Pro	Cant	Tiempo de inicio	Tiempo de fin	Total	Pro	Cant	Tiempo de inicio	Tiempo de fin	Total	Pro	Cant	Tiempo de inicio	Tiempo de fin	Total	Pro	Cant	Tiempo de inicio	Tiempo de fin	Total						
Embutido de cocinas de 2 quemadores																					0,00					
Prensado del sello	X	30	15:40	15:48	8,00	X	35	9:26	9:33	7	X	40	9:33	9:40	7	X	16	11:08	11:11	3	25,00					
Dobladora de varillas	X	60	16:30	16:36	6,00																6,00					
																					31,00					
DESCRIPCION	Frentes y espaldares de Cocinas de 3 quemadores, Varilla 1/2					Frentes de 3 q de mesa					Frentes y espaldares 3 quemadores					Sello cocinas de 3 q. frentes y espaldares										
MAQUINARIA INACTIVA	Tiempo de inicio					Tiempo de Fin					Tiempo de inicio					Tiempo de Fin					Total					
Daños eléctricos (sensores, motor, gabinete de control)																										0
Daños mecánicos (daños en el mecanismo de trabajo, daños en la matriz, daños en el disco)																										0
Daño hidráulico (Cambio de filtro)																										20
Cambio de matriz	15:58					16:08					9:10					9:20					10					0
Espera de soporte técnico																										2
Limpieza						9:08					9:10					2										0
SUMINISTRO																										
Falta de material a premiar																										0
Falta de suministro eléctrico																										0
FALLAS																										
Sensores de posición																										0
Calibración de presión																										0
Calibración de tiempos de prensado																										0
PROGRAMACIÓN																										22
Parada programada de mantenimiento																										53,00
Observaciones:	Regulación de presión y mejora de tiempos de prensado para el sello 8/01/2023																				C=A+B					

	Producto bueno	Producto defectuoso	Cantidad total	Tiempo de producción	Piezas maximas teoricas
TURNO 1					
PRODUCTOS					
Embutido de cocinas de 2		0	0	0,00	0
Prensado del sello	30	0	30	8,00	40
Dobladora de varillas	60	0	60	6,00	90
TURNO 2					
Embutido de cocinas de 2		0	0	0	0
Prensado del sello	34	1	35	7	35
Dobladora de varillas		0	0	0	0
TURNO 3					
Embutido de cocinas de 2		0	0	0	0
Prensado del sello	40	0	40	7	35
Dobladora de varillas		0	0	0	0
TURNO 4					
Embutido de cocinas de 2		0	0	0	0
Prensado del sello	16	0	16	3	15
Dobladora de varillas		0	0	0	0
	PRODUCTO BUENO (D)		PRODUCCION ACTUAL (E)		PRODUCCION ESPERADA(F)
TOTAL	180		181		215

	Tiempo [Seg]	cocinas
	25	1
Tmax	1800	x
	x=	72

	Tiempo[Seg]	Varillas
	8	4
Tmax	1800	x
	x=	900

	Tiempo[Seg]	Sello
	6	1
Tmax	1800	x
	x=	300

Manual de operación seguridad y mantenimiento

Prensa electrohidráulica Automática



Creado por:

Jonathan De La Cruz

jonathan.dedelacruz@esPOCH.edu.ec

ADVERTENCIA

ADVERTENCIA	1
Indicaciones de seguridad	1
INTRODUCCIÓN	1
Características técnicas	2
Uso previsto	3
Indicaciones de seguridad	3
Símbolos de peligro.....	3
Medidas de seguridad generales.....	4
Medidas de seguridad para la protección del operario	5
Partes de la prensa electrohidráulica automática.....	5
Sensores de posición	6
Instalación de las matrices de trabajo.....	6
<i>Prensado del sello</i>	<i>6</i>
<i>Embutido de cocinas domésticas de dos quemadores</i>	<i>9</i>
<i>Doblado de varillas</i>	<i>11</i>
Selección de la presión de trabajo	13
<i>Presión para el doblado de varillas</i>	<i>13</i>
<i>Presión para el embutido de las cocinas de dos quemadores</i>	<i>14</i>
Medidas de seguridad para el mantenimiento de la máquina.....	15
<i>Tipos de mantenimiento</i>	<i>15</i>
<i>Aspectos positivos del mantenimiento</i>	<i>15</i>
<i>Cuadro del mantenimiento</i>	<i>15</i>
<i>Detalles del cuadro de mantenimiento</i>	<i>16</i>
Plan de mantenimiento prensa electrohidráulica	16
<i>Registro de actividades.</i>	<i>16</i>
<i>Historial de averías</i>	<i>16</i>
<i>Orden de trabajo</i>	<i>17</i>
<i>Lista de chequeo de la prensa electrohidráulica</i>	<i>18</i>

ADVERTENCIA

Lea atentamente las instrucciones de funcionamiento, seguridad y mantenimiento de la maquina contenida en este manual antes de usar por primera vez manteniendo así la seguridad de las personas y l máquina.



Lea detenidamente el funcionamiento de la maquina contenida en este manual antes de ponerla en marcha, primero asegúrese de averse familiarizado por completo con la maquina apagada y a ver entendido las instrucciones expuestas en este manual.

Indicaciones de seguridad

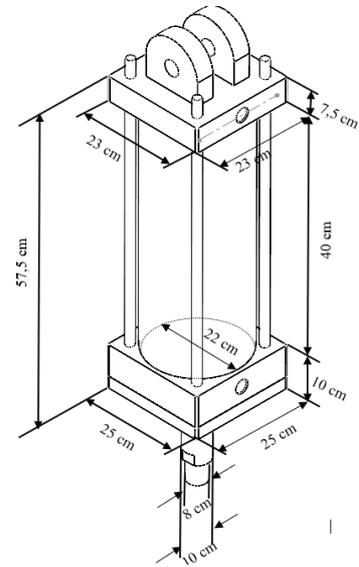
- Asegúrese de que el espacio requerido cumpla con lo recomendado por el fabricante.
- Nunca utilizar la prensa con corbata, reloj, con ballo largo, u otros elementos que puedan causar el atrapamiento por parte de la maquinaria.
- No introducir ninguna extremidad del cuerpo en la mesa de trabajo.
- Verificar que la maquina se encuentre nivelada.
- Utilizar guantes, zapatos punta de acero y gafas debido a las altas presiones los materiales como el acero pueden astillarse o caerse.
- Asegúrese de que la barrera de seguridad se encuentre encendida, verificando la activación de los sensores en el HMI de la máquina tales como son los sensores de posición, barrera de seguridad, detección del metal y activación de la bomba.

INTRODUCCIÓN

- La prensa electrohidráulica ha sido repotenciada para trabajos de embutido, prensado y doblado.
- No modifique en las características de la prensa en proceso de mejora, pueden dañar los datos técnicos y variar severamente.
- Asegúrese de leer y entender completamente las instrucciones expuestas en este manual.
- La mesa de trabajo y la matriz de embutido para las cocinas de dos quemadores son elementos muy pesados que deben manejarse con precaución. Para desmontar la matriz de embutido o modificar la altura de la mesa de trabajo se recomienda utilizar un tecele o la ayuda de varias personas.
- No manipular ni golpear los sensores de posición, pueden ocasionar daños al operario y a la prensa.
- Solo el personal autorizado puede manipular y manejar la prensa electrohidráulica.

Características técnicas

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO						
Nombre	Prensa electrohidráulica automática					
Código	PEH-001					
Marca	S/M					
Modelo	S/M					
N.º de serie	S/N					
Año de fabricación	2000					
Condición actual	OPERATIVO					
ESPECIFICACIONES DEL EQUIPO						
Sistema eléctrico			Dimensiones de la prensa			
Sistema de alimentación	Eléctrico 220 v		Alto	Ancho	Largo	
Motor trifásico	7,5HP/220 V – 60 HZ-1740 RPM		215 cm	80 cm	150 cm	
Contactor	25 [A]		Dimensiones del cilindro			
Relé térmico	17-25[A]					
Interruptor termomagnético	40[A]					
PLC	Delta ES32E 16/16 con salidas a relé					
HMI	Delta DOP-103WQ					
Sensores ópticos emisor-receptor	E3F-20C1					
Sensores inductivos	PET-18-5 en M18	PS12-4DP				
Bobinas de la electroválvula	110[v]					
Fuente Vdc	24 [V]					
Sistema hidraulico						
Electroválvula centro cerrado	4/3					
Filtro de retorno	S/E 20-10B					
Tanque de aceite	Ancho	38,5	Alto	35,5	largo	53,5
Capacidad	40 toneladas					
Aceite	HLP 46					
Bomba	2200 PSI					
Mangueras	½" WP 275 [BAR]/3988[PSI]					
Presostato	20-375 [BAR]					
CONDICIONES GENERALES						
Actividad	Embutir las cocinas de dos quemadores, prensar el sello de las cocinas de dos quemadores y doblar varillas					
Años de servicio	4					
Situación actual	Operativo					
Observación	Ninguna					
Criticidad	Crítica					



Uso previsto

La prensa electrohidráulica esta propulsada por un bomba hidráulica y controlada mediante un controlador lógico programable. Destinada a ser usada para trabajos de prensado, embutido, y doblado.

La prensa consta de dos sistemas un sistema hidraulico, propulsado por una bomba de paletas conectada a un motor trifásico. Como segundo sistema, el sistema eléctrico compuesto por un PLC, siendo este el cerebro de la máquina que permitirá la activación y desactivación de los actuadores, según el estado de las entradas del controlador y las condiciones del entorno de trabajo de la prensa electrohidráulica.

Para seguridad del operario la prensa automática consta de una barrera de sensores que permitirá detectar las extremidades superiores como son manos y brazos. Llevando la maquina al estado seguro, sin parar la misma, e inicializándose de forma automática cuando el operario se encuentre fuera de la zona de peligro. Evitando así atrapamientos, cortaduras, y aplastamiento de las extremidades del mismo.

Indicaciones de seguridad

La finalidad de este manual de operación es brindar seguridad en el funcionamiento de la máquina, protegiendo la integridad del operario. Sin embargo, la maquina puede generar daños así misma o al operario, si se maneja de forma incorrecta.

El cumplimiento de las instrucciones de funcionamiento no garantiza que la maquina provoque lesiones o daños al operario, el único responsable que la maquina funcione de manera incorrecta es el operario.

Símbolos de peligro

A continuación, se presentan los distintos símbolos y carteles que identifican los diferentes peligros.



RIESGO DE
APLASTAMIENTO
DE MANOS



PELIGRO
DE CORTE Y
PUNZONAMIENTO



PELIGRO
ELÉCTRICO

Peligro de aplastamiento de manos

Atención a las manos por el uso de materiales muy cercanos al área de peligro

Peligro de corte y punzonamiento

Informa de algún peligro relacionado a un material que puede provocar cortes o aplastamientos. Sus símbolos es triangular con fondo amarillo y contorno negro

Riesgo eléctrico

Indica el peligro de descarga eléctrica, su símbolo es de forma triangular, con fondo amarillo, con un pictograma y contorno negro.



Uso obligatorio de gafas



Uso Obligatorio de calzado de seguridad



Uso obligatorio de guantes



Mantener obligatoriamente el orden y limpieza en el área de trabajo

Los carteles e indicadores no colocados desembocan en acciones erróneas realizadas por los operarios, si los mismos se deterioran inmediatamente se remplazan por otros iguales y la máquina para su proceso de trabajo.

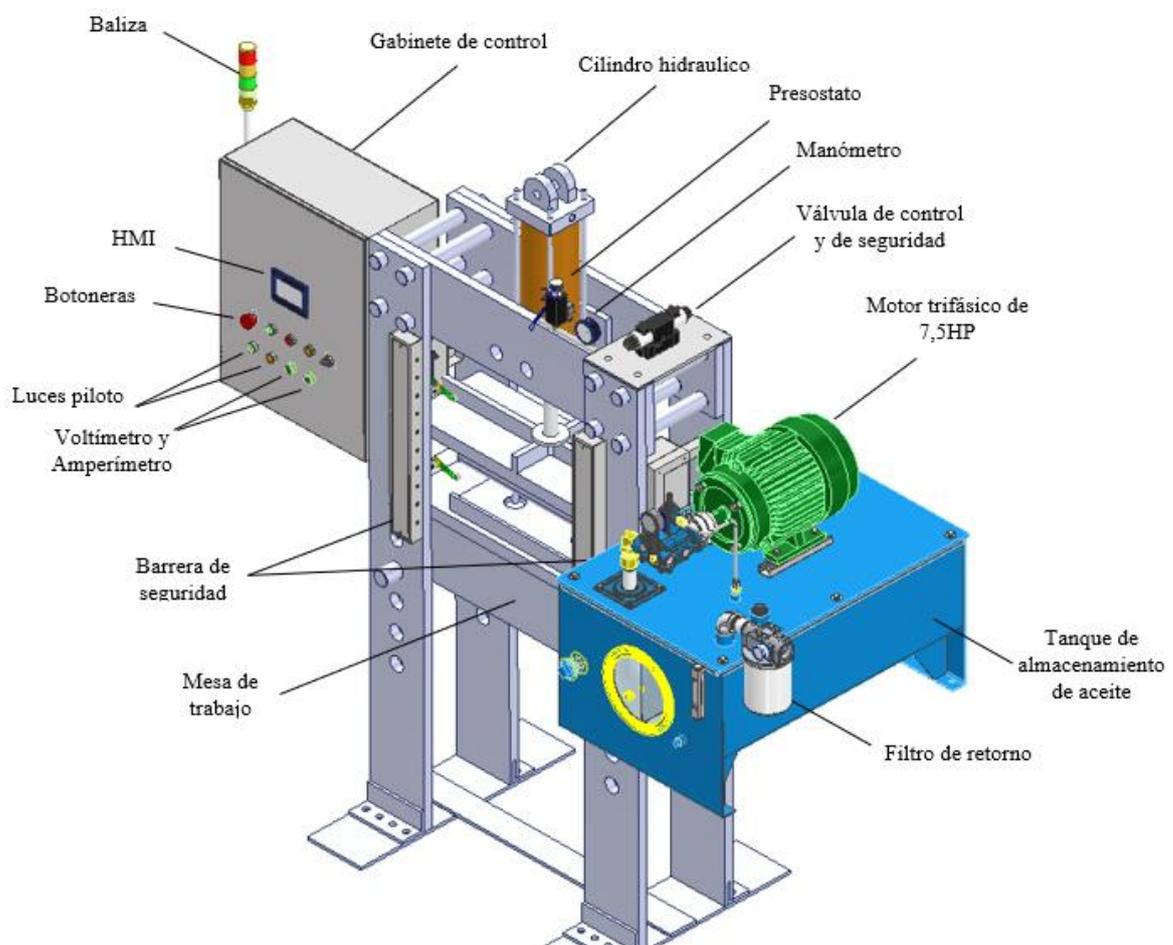
Medidas de seguridad generales

- A pesar de que se cumplan todas las reglas de seguridad, existen riesgos remanentes al manejar la máquina, que se puede reducir si se trabaja de forma cauta.
- La prensa será manejada solo por personal capacitado en el manejo, configuración y funcionamiento.
- Evite obstruir los sensores de posición y barrea de seguridad de la prensa cuando la misma se encuentre trabajando, esto desemboca en daños físicos al operario y daños hacia la máquina.
- Mantener el orden y limpieza en el área de trabajo, el desorden deriva en accidentes como tropezones y caídas.
- Verificar y controlar que en las zonas de peligro no existan personas no autorizadas.
- La máquina no debe ser manejada por niños ni personas no autorizadas para el manejo.
- Mantener la mesa de trabajo limpia cuando se realice los respectivos cambios de matrices.

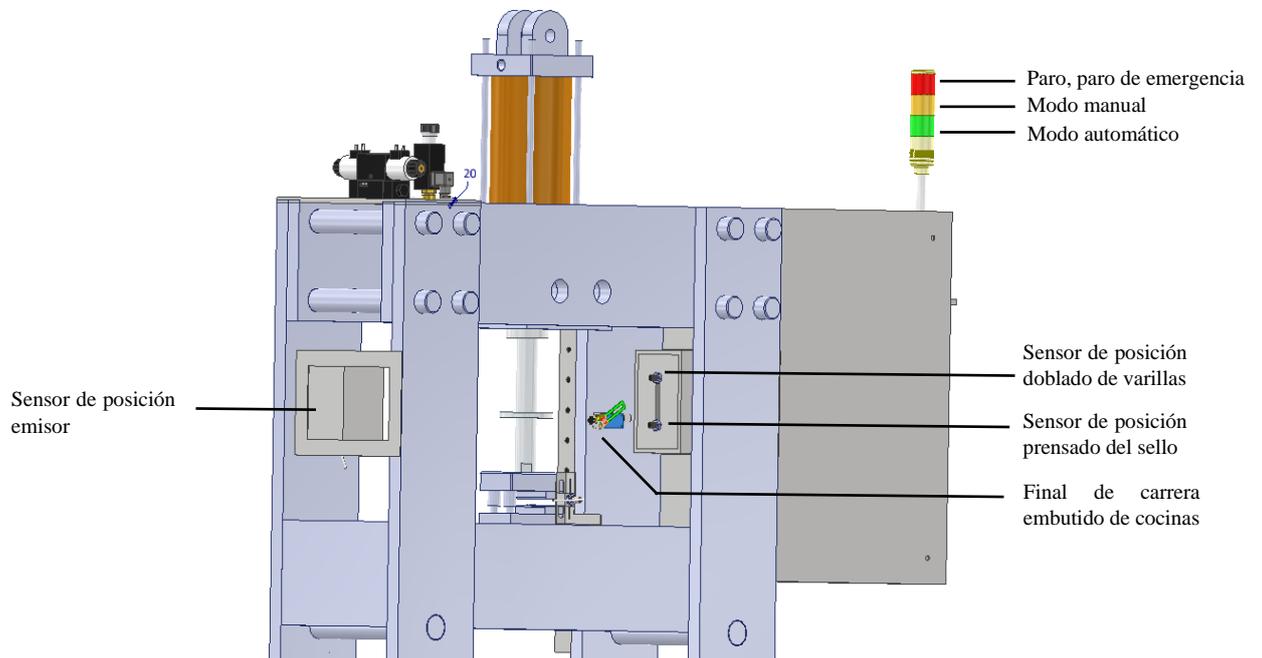
Medidas de seguridad para la protección del operario

- No manejar la maquina si está bajo los efectos de sustancia estupefacientes.
- Prohibido que el mantenimiento de la maquina lo realicen personas menores de edad.
- Informarse de los materiales permitidos a prensar.
- Utilizar las medias de seguridad como son guantes, gafas, zapatos punta de acero, adicional a eso no utilizar ropa holgada, corbata, cadenas, anillos, entre otros. Existe una alta probabilidad de atascamiento, atrapamiento y aplastamiento de las extremidades del operario.
- Mantener la limpieza de la mesa de trabajo libre de residuos metálicos.
- Compruebe que la maquina se encuentre a nivel.
- Comprobar que todas las herramientas de ajuste se hayan quitado de la mesa de trabajo, antes que la máquina se puesta en funcionamiento
- Centrar correctamente la matriz de trabajo, con los respectivos botones indicados en el HMI en el modo manual.
- Mantener la presión siempre a 50[BAR] y verificar que dicha presión se muestre en el manómetro de la máquina

Partes de la prensa electrohidráulica automática

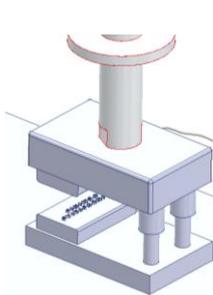


Sensores de posición

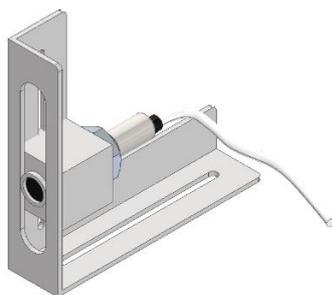


Instalación de las matrices de trabajo

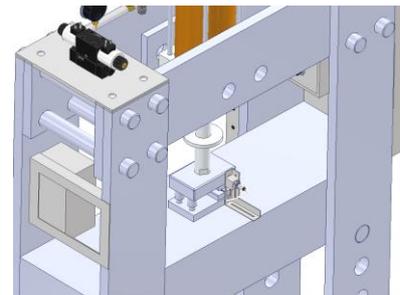
Prensado del sello



Matriz para prensar el sello



Sensor de detección para las láminas de metal (frentes y espaldas)



Instalación del sensor y matriz en la mesa de trabajo

1. Primero encendemos la maquina con la perilla ON/OFF del gabinete de control
2. Una vez encendida la pantalla colocamos la clave que nos permitirá el acceso, a las interfasas de control. Primero le damos clic en el símbolo del candado, y seguido, llenamos los siguientes campos:

Accuount: PRENSA

Password: 2022



3. Ingresamos a la primera pantalla que permitirá centrar la matriz de trabajo, seguido presionamos el botón inicio de color VERDE ubicado en el gabinete de control como botón físico.



BOMBA: el indicador verde en la pantalla se encenderá al igual que el símbolo de la bomba cambiará de color plomo a azul

SUBIR: Subimos el vástago solo cuando se pulse el botón, y para, cuando se deje de pulsar

BAJAR: Bajamos el vástago solo cuando se pulse el botón, y para, cuando se deje de pulsar

POSICIÓN SELLO: Se encenderá el indicador azul, cuando el disco del vástago interfiera la señal del sensor inferior.

DETECCION DEL METAL: Para comprobar que el sensor de detección de metal se encuentre detectando, en la parte inferior se tiene el dibujo de una cocina y un indicador Azul que permitirá observar si el sensor se encuentra conectado y si detecta el metal.

Atención:

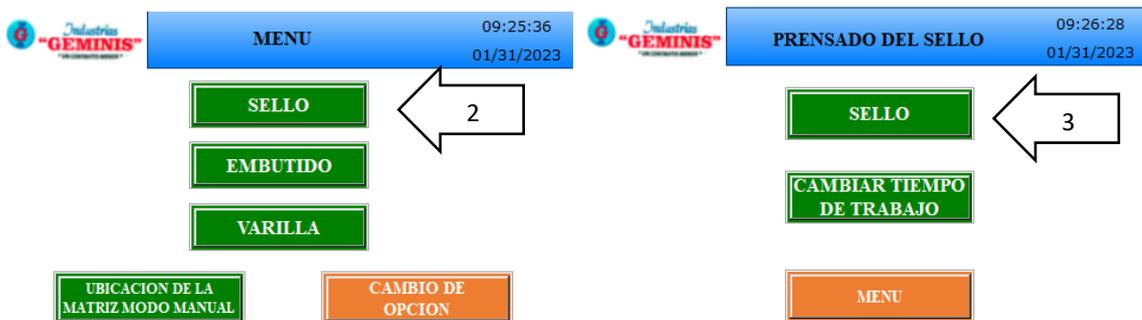


- Una vez que se termine de centrar la matriz. Ubicar matriz con matriz, y continuar con los siguientes pasos. Para que, una vez que se seleccione el modo de trabajo, suba automáticamente la matriz hasta el sensor de posición del sello.

- Seguido seleccionamos la opción sensores de barrera, y nos llevara a la siguiente pantalla. Debemos pasar la mano verificando que todos los sensores detecten la presencia de las extremidades cerca de la zona de peligro.



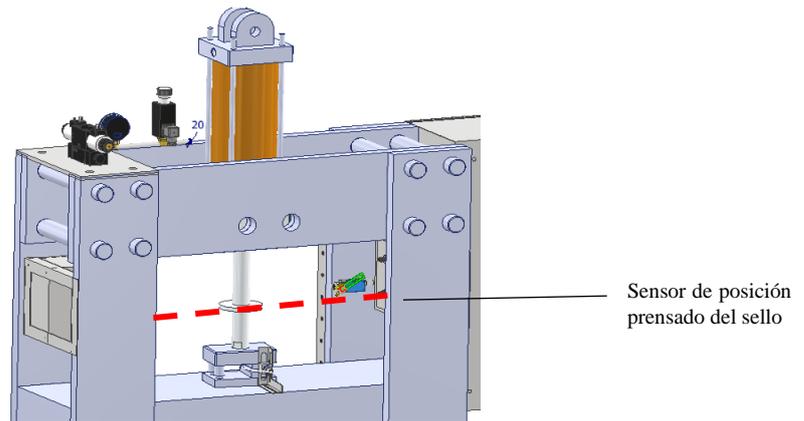
- Seleccionamos la opción MENU, para escoger el tipo de trabajo a realizar. En este apartado se enfocará solamente en la opción del "SELLO", una vez seleccionada la opción del sello, se dirigirá a una tercera pantalla, donde se visualizará 2 opciones como son: " SELLO", " CAMBIAR TIEMPO DE TRABAJO".



- Seleccionamos la opción " SELLO", y abrirá una nueva pantalla, donde se activará el tipo de trabajo, y permitirá seleccionar el modo de trabajo "MANUAL" presionar el botón amarillo, o el modo " AUTOMATICO" presionar el botón verde de la pantalla HMI.



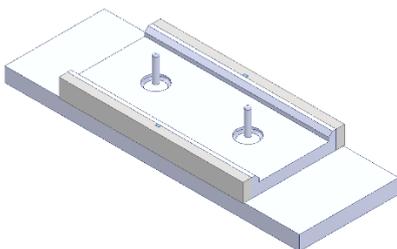
- Una vez activado el tipo y modo de trabajo, la maquina automáticamente, subirá el vástago hasta el sensor de posición para el prensado del sello.



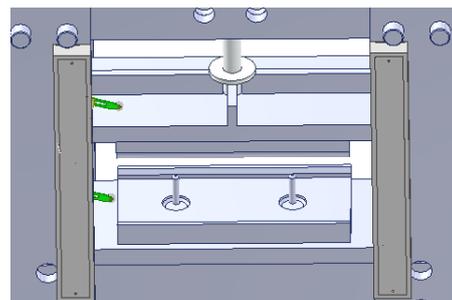
- Finalmente, seleccionar la opción siguiente donde nos llevará a una siguiente pantalla, en la cual el operario siempre deberá trabajar, ya que nos permitirá conocer, si los diferentes sensores se están activando. El botón OFF se deberá activar si el material a prensar es demasiado delgado menor a 0.45 mm.



Embutido de cocinas domesticas de dos quemadores



Matriz para embutir las cocinas de dos quemadores



Instalación de la matriz para embutir las cocinas de dos quemadores

- Conectar los sensores para la detección del metal, en la parte posterior de la prensa.
- Repetimos los pasos para centrar la matriz desde el paso 1 al paso 4, dados en la sección, para centrar la matriz del sello.

Atención:



- Una vez que se termine de centrar la matriz. Ubicar matriz con matriz, y continuar con los siguientes pasos. Para que, una vez que se seleccione el modo de trabajo, suba automáticamente la matriz hasta el final de carrera superior.

- Seguido nos dirigimos a la pantalla a la opción MENU, y seleccionamos la opción embutida, para embutir las cocinas de dos quemadores, seguido se abrirá una nueva pantalla con dos opciones “EMBUTIDO DE COCINAS” Y “CAMBIAR TIEMPOS EN EL PRENSADO DEL SELLO”



- Seleccione la opción “Embutido de cocinas”, después se abrirá una nueva ventana en donde permitirá la activación del modo de trabajo



- Seguido active el tipo de trabajo presionando el boto azul, usted podrá visualizar como el indicador de color naranja se enciende en el HMI y el gabinete de control, para que la matriz suba automáticamente, activar el modo de trabajo “MANUAL” presionando el botón amarillo seguido en la Baliza se encenderá el color amarillo, o “AUTOMATICO” presionando el botón de color verde, seguido se encenderá en la baliza el indicador de color verde

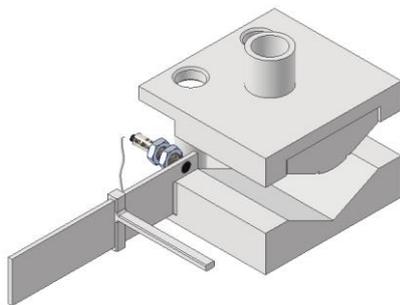


- En este punto el operario podrá empezar a trabajar, y para visualizar la activación de los sensores, pulsar el botón, siguiente. Y nos llevará a la última pantalla en la cual el operario deberá trabajar.

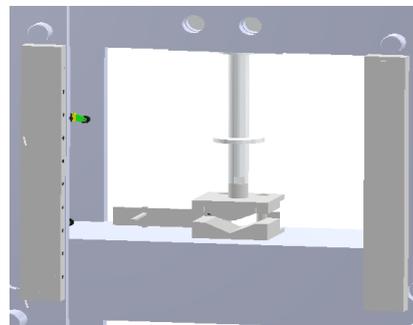


- Una vez que el operario termine de embutir las cocinas, presionar Finalizar para que se apague la bomba, y seguido, apagar la maquina con la perilla del selector on/off.

Doblado de varillas



Matriz para el doblado de varillas de dos quemadores



Instalación de la matriz para el doblado de varillas

- Conectar los sensores para la detección del metal, en la parte posterior de la prensa.
- Repetimos los pasos para centrar la matriz desde el paso 1 al paso 4, dados en la sección, para centrar la matriz del sello.

Atención:



- Una vez que se termine de centrar la matriz. No ubicar matriz con matriz, dejar una separación de 5 cm entre ellas, y continuar con los siguientes pasos. Para que, una vez que se seleccione el modo de trabajo, suba automáticamente la matriz hasta el sensor de posición superior que permitirá detectar el disco con la matriz par el doblado de varillas.

- Seguido nos dirigimos a la pantalla a la opción MENU, y seleccionamos la opción varillas, para el doblado de varillas, seguido se abrirá una nueva pantalla con dos opciones “DOBLADO DE VARILLAS” Y “PRENSADO DEL SELLO”



- Seleccione la opción “Doblado de varillas”, después se abrirá una nueva ventana en donde permitirá la activación del modo de trabajo



- Seguido active el tipo de trabajo presionando el boto azul, el operario podrá visualizar como el indicador de color naranja se enciende en el HMI y el gabinete de control se encienden los dos indicadores verde y naranja, para que la matriz suba automáticamente, activar el modo de trabajo “MANUAL” presionando el botón amarillo, seguido en la Baliza se encenderá el color amarillo, o “AUTOMATICO” presionando el botón de color verde, enseguida se encenderá en la baliza el indicador de color verde



- En este punto el operario podrá empezar a trabajar. Para visualizar la activación de los sensores, pulsar el botón, siguiente. Y nos llevará a la última pantalla en la cual el operario deberá trabajar.



- Una vez que el operario termine de embutir las cocinas, presionar Finalizar para que se apague la bomba, y seguido, apagar la maquina con la perilla del selector on/off, ubicado en el gabinete de control.

Selección de la presión de trabajo

Presión para el doblado de varillas

Tabla 1 Relación de fuerza y presión para doblar varillas de ½ pulgada

Número de varillas de hierro	Superficie L	Espesor T	Distancia entre apoyos W	Esfuerzo del material	Fuerza necesaria para doblar varillas de ½ pulgada		Presión seleccionada para doblar varillas de ½ pulgada		
					KN	Ton	BAR	PSI	MPa
1	0,011	0,011	0,13	827000000	8,47	0,86	10	145,04	1
2	0,022	0,011	0,13	827000000	16,93	1,73	20	290,08	2
3	0,033	0,011	0,13	827000000	25,40	2,59	30	435,12	3
4	0,044	0,011	0,13	827000000	33,87	3,45	40	580,16	4
5	0,055	0,011	0,13	827000000	42,34	4,32	50	725,20	5
6	0,066	0,011	0,13	827000000	50,80	5,18	60	870,24	6
7	0,077	0,011	0,13	827000000	59,27	6,05	70	1015,28	7
8	0,088	0,011	0,13	827000000	67,74	6,91	80	1160,32	8
9	0,099	0,011	0,13	827000000	76,20	7,77	90	1305,36	9
10	0,11	0,011	0,13	827000000	84,67	8,64	100	1450,40	10

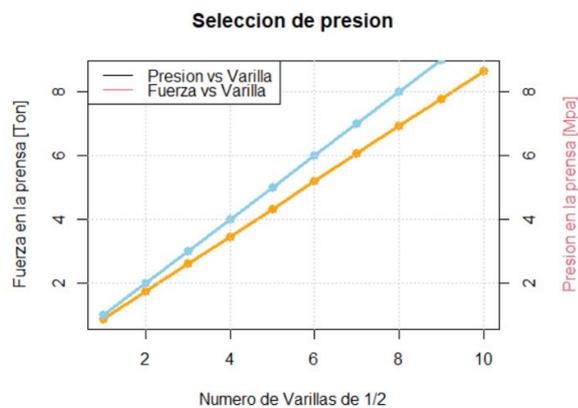


Figura 1: Selección de presión para el doblado de las varillas de ½

Tabla 2 Relación de fuerza y presión para doblar varillas de ½ pulgada

Número de varillas de hierro	Superficie L	Espesor T	Distancia entre apoyos W	Esfuerzo del material	Fuerza necesaria para doblar varillas de ½ pulgada		Presión seleccionada para doblar varillas de ½ pulgada		
					KN	Ton	BAR	PSI	MPa
1	0,009	0,009	0,13	827000000	4,64	0,47	5	72,52	0,5
2	0,02	0,009	0,13	827000000	10,31	1,05	10	145,04	1,0
3	0,031	0,009	0,13	827000000	15,97	1,63	20	290,08	2,0
4	0,042	0,009	0,13	827000000	21,64	2,21	30	435,12	3,0
5	0,053	0,009	0,13	827000000	27,31	2,79	40	580,16	4,0
6	0,064	0,009	0,13	827000000	32,98	3,36	50	725,20	5,0
7	0,075	0,009	0,13	827000000	38,65	3,94	60	870,24	6,0
8	0,086	0,009	0,13	827000000	44,31	4,52	70	1015,28	7,0
9	0,097	0,009	0,13	827000000	49,98	5,10	80	1160,32	8,0
10	0,108	0,009	0,13	827000000	55,65	5,68	90	1305,36	9,0
11	0,119	0,009	0,13	827000000	61,32	6,25	100	1450,40	10,0
12	0,13	0,009	0,13	827000000	66,99	6,83	110	1595,44	11,0

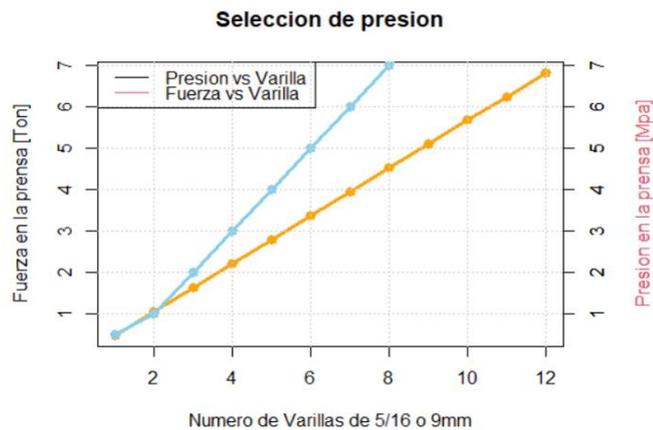


Figura 2: Selección de presión para el doblado de las varillas de 9mm

Presión para el embutido de las cocinas de dos quemadores

Tabla 3 Relación de fuerza y presión para el embutido de cocinas de dos quemadores.

Profundidad del embutido en []	Presión para las láminas de metal 0.6 mm			Presión para las láminas de metal 0.45 mm		
	BAR	PSI	MPa	BAR	PSI	MPa
1	20,49	297,20	2,05	10,82	156,90	1,08
2	23,68	343,48	2,37	14,18	205,67	1,42
3	26,87	389,77	2,69	17,54	254,43	1,75

4	30,07	436,06	3,01	20,90	303,19	2,09
5	33,26	482,35	3,33	24,27	351,95	2,43
6	36,45	528,63	3,64	27,63	400,72	2,76
7	39,64	574,92	3,96	30,99	449,48	3,10
8	42,83	621,21	4,28	34,35	498,24	3,44
9	46,02	667,49	4,60	37,71	547,00	3,77
10	49,21	713,79	4,92	41,08	595,77	4,11
11	52,40	760,07	5,24	44,44	644,53	4,44

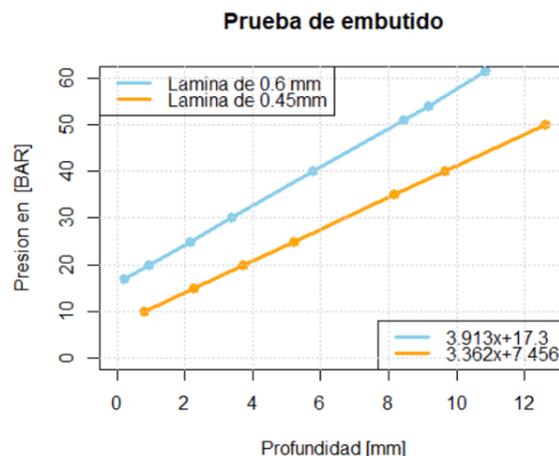


Figura 3: Selección de presión para el doblado de las varillas de 9mm

Medidas de seguridad para el mantenimiento de la maquina

- Una vez llevado a cabo el mantenimiento, limpieza, reparación, lubricación, ajuste, reparaciones programadas, tomando en cuenta que el mantenimiento se refiere a mantener en constante vigilancia a los equipos, mantenido o mejorando los procesos productivos, rendimiento y calidad.

Tipos de mantenimiento

- **Mantenimiento preventivo:** Realiza revisiones constantes con la finalidad de mantener la maquinaria en buenas condiciones.
- **Mantenimiento predictivo:** Determina las fallas antes que ocurra
- **Mantenimiento correctivo:** Mantenimiento realizado sin un plan de actividades, y se produce por las fallas y deficiencias de la maquina

Aspectos positivos del mantenimiento

- Incrementa la seguridad operacional
- Mejora la eficiencia de la máquina
- Incrementa el cuidado de la maquina
- Mayor vida útil de la maquina

Cuadro del mantenimiento

1. Realiza las actividades en un periodo determinado

Orden de trabajo

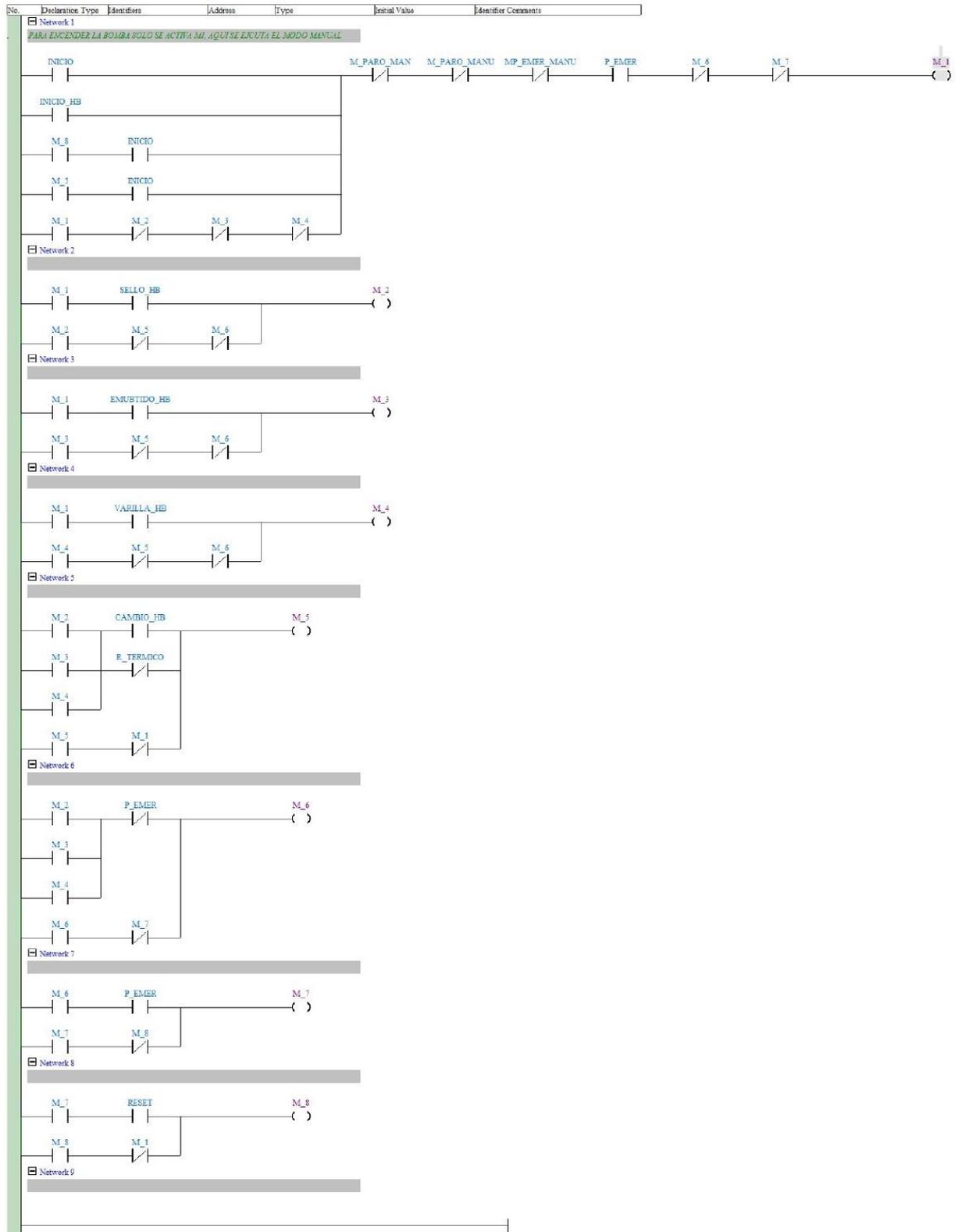
		ORDEN DE TRABAJO					
N°		Equipo	Prensa electrohidráulica automática				
Prioridad		Normal	Importante		Muy importante		
REFERENCIA							
Orden de trabajo		Costo			Ubicación		
Fecha planificada		Fecha de inicio			Fecha de finalización		
TIPO DE ACTIVIDAD							
Programado		Correctivo					
Predictivo		Emergencia					
Solicita				Ejecuta			
DESCRIPCION DEL TRABAJO							
DATOS DEL TRABAJO							
MATERIALES		CANT.	REPUESTOS		CANT.	HERRAMIENTAS	
PERSONAL REQUERIDO							
Eléctrico		Electrónico			Mecánico		
Observaciones generales				Observaciones de seguridad			
Aprueba		Supervisa			Ejecuta		
Nombre		Nombre			Nombre		
Fecha		Fecha			Fecha		
..... Propietario del Taller	 Supervisor		 Técnico		

Lista de chequeo de la prensa electrohidráulica

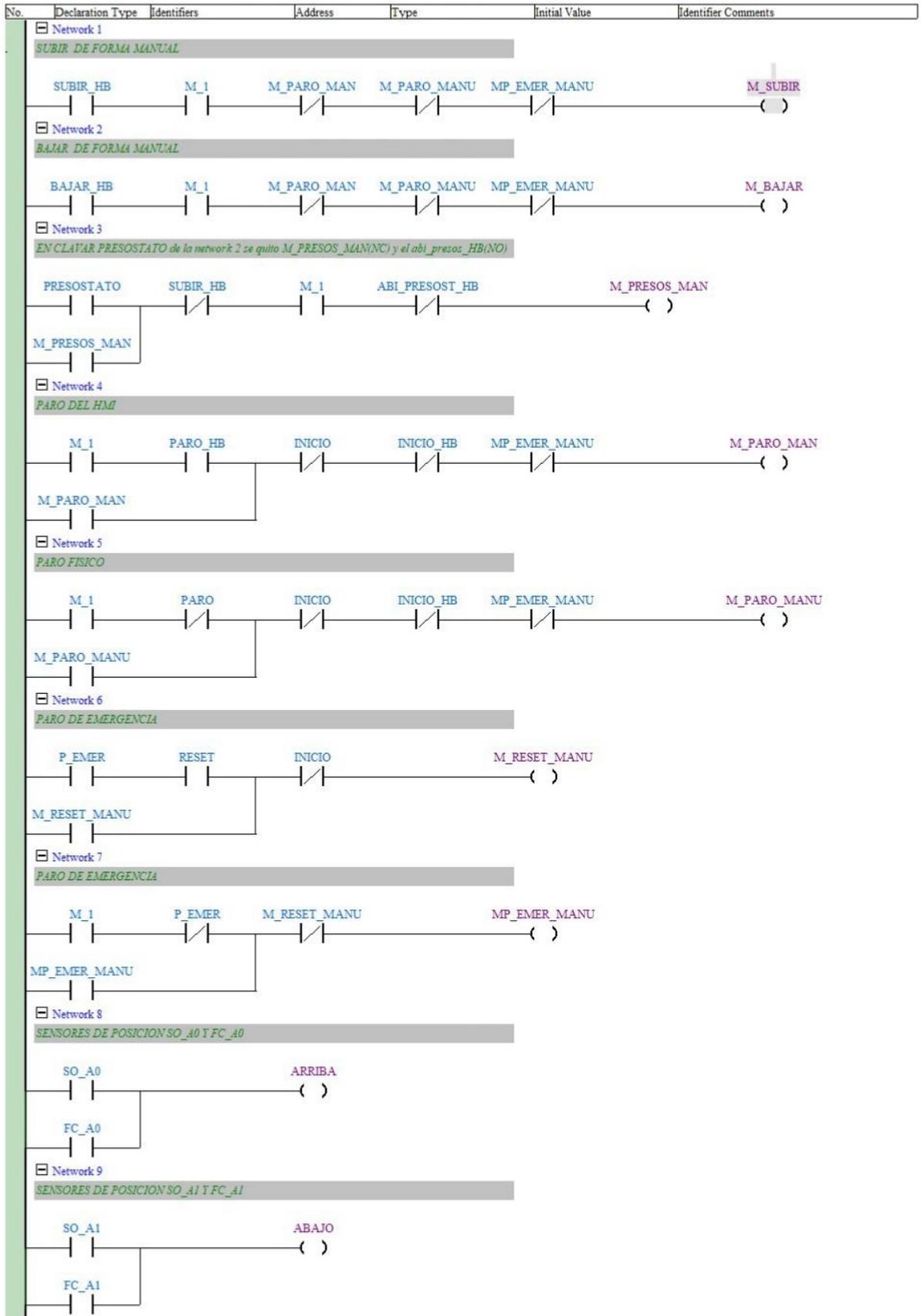
		INSPECCIÓN DE MANTENIMIENTO						
Equipo		ITEM	Instrucción de seguridad					
Fecha			1 leer el manual de seguridad					
Semana			2 asegurarse que el equipo se encuentre apagado					
			3 utilice los elementos de seguridad para la actividad de mantenimiento					
Componente			Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	
Verificar nivel de aceite								
Verificar fugas en el tanque de aceite								
Verificar la bomba hidráulica, 0-fugas								
Verificar fugas de aceite del cilindro hidráulico								
Verificar el estado del filtro de retorno								
Verificar las mangueras hidráulicas								
Verificar la válvula de seguridad								
Verificar la presión de trabajo								
Verificar el motor trifásico, rodamientos; Lubricación, vibraciones								
Verificar el estado de la caja del gabinete de control								
Verificar el contador, ruido o vibraciones								
Verificar las borneras de conexión del gabinete de control								
Verificar el estado y funcionamiento del PLC								
Verificar la fuente de alimentación de 24 Vdc								
Verificar el relé térmico								
Verificar el estado de los alambres del circuito de control y potencia								
Verificar el funcionamiento de luces piloto y baliza								
Verificar el funcionamiento de los instrumentos de medida de voltaje y corriente								
Verificar el HMI, táctil, brillo, comunicación								
Verificar las bobinas de la válvula de control								
Día			Observaciones					

ANEXO M PROGRAMACIÓN DEL PLC DELTA

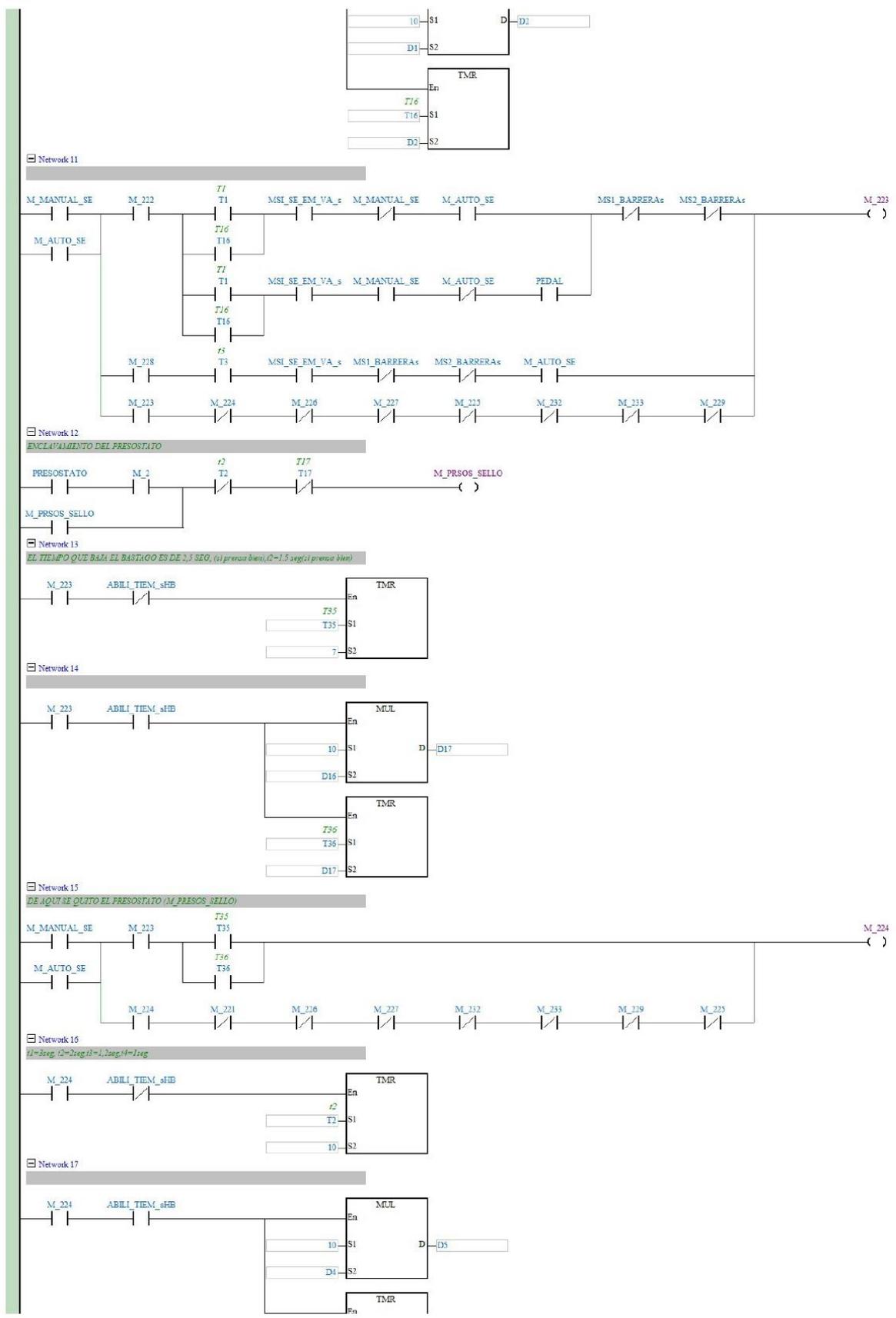
FUNCIÓN PRINCIPAL



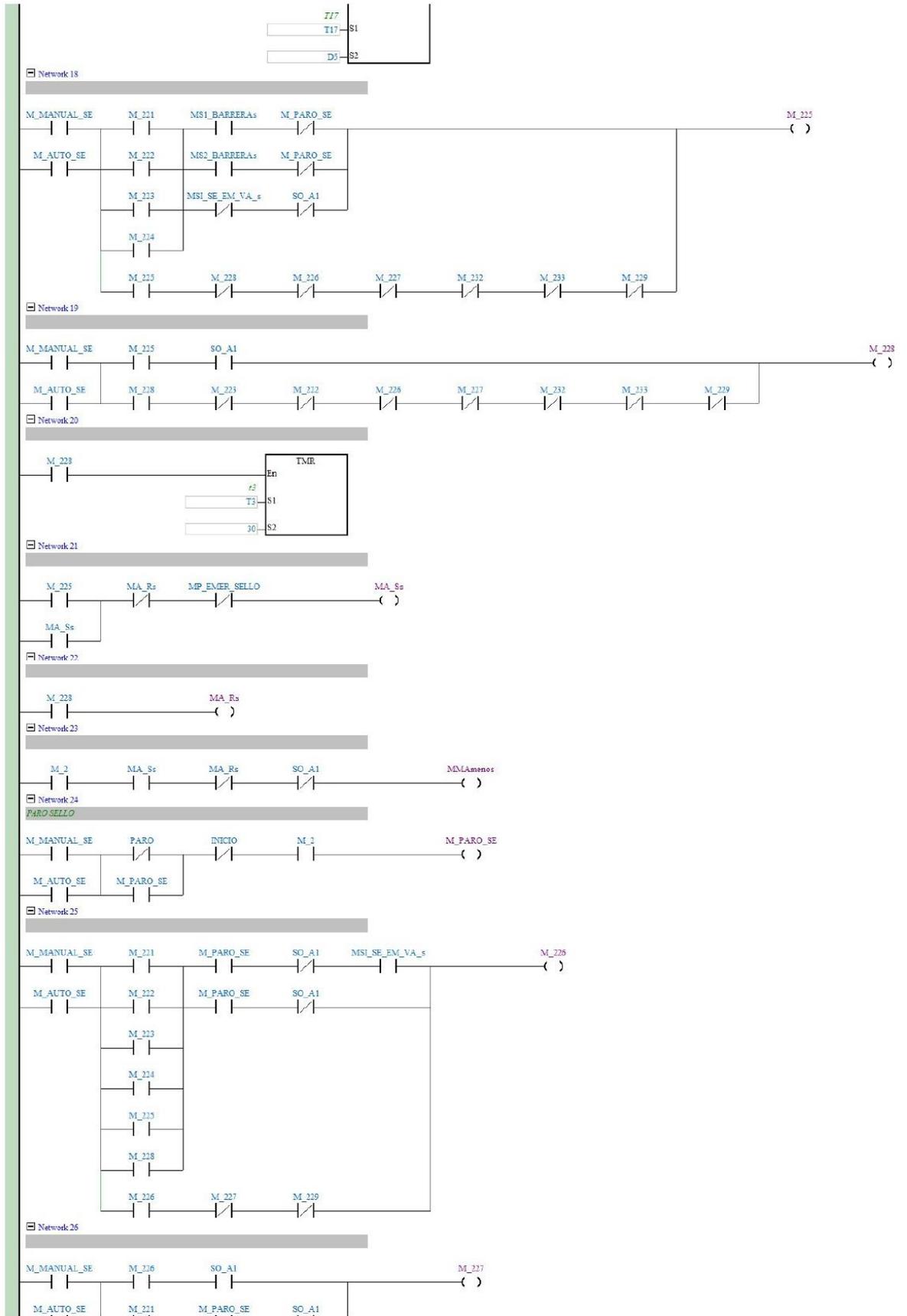
MANUAL



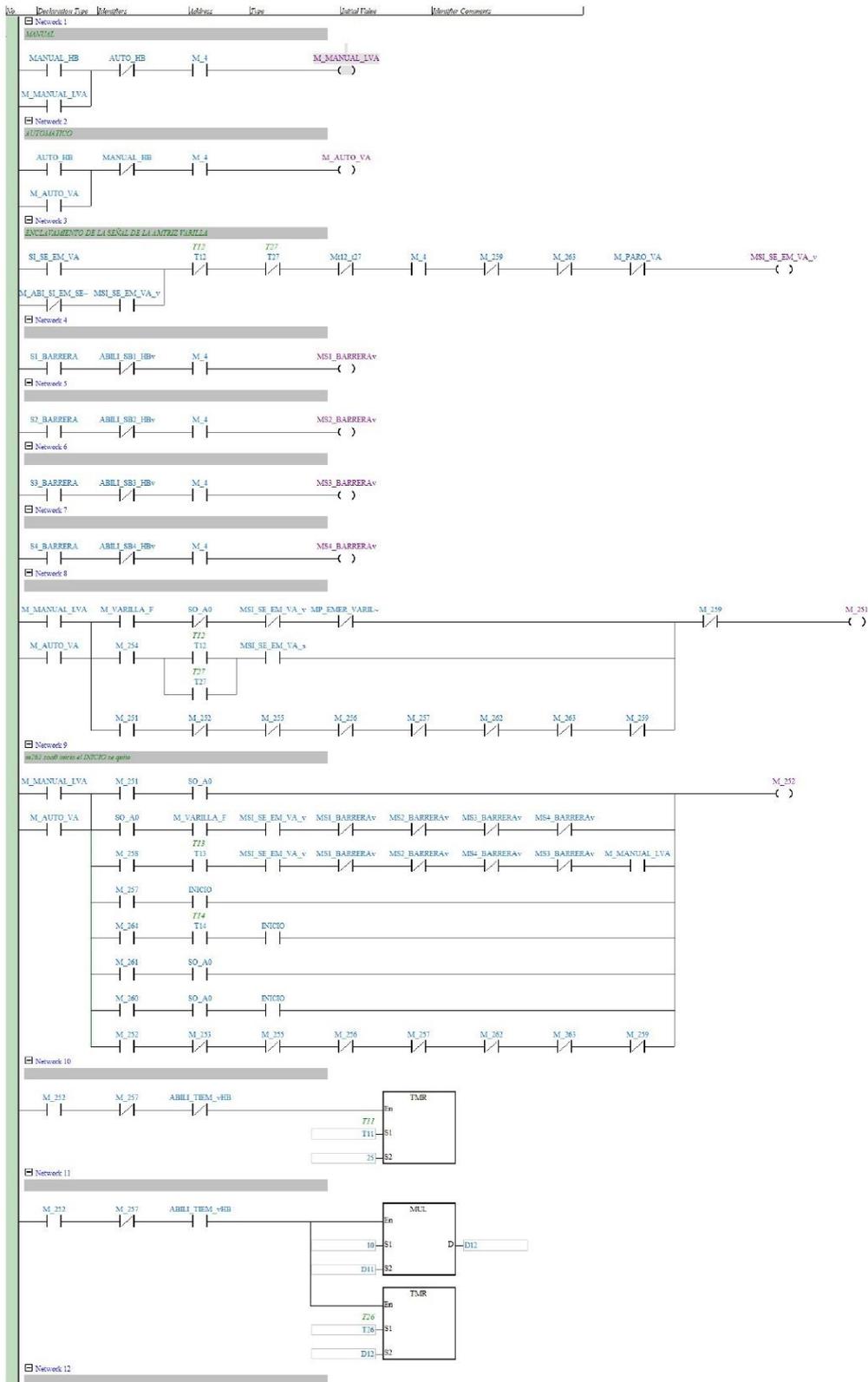
SELLO



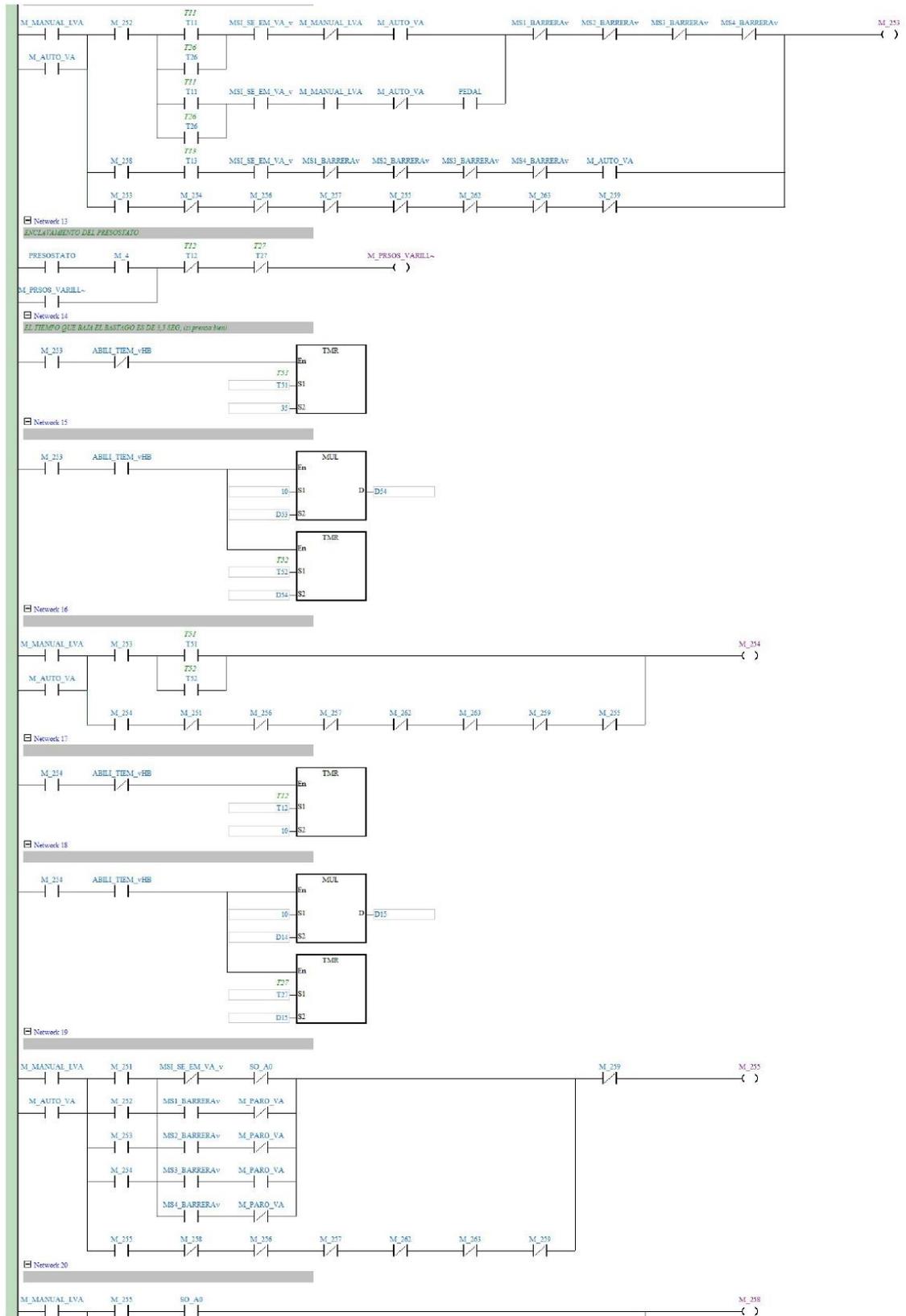
SELLO



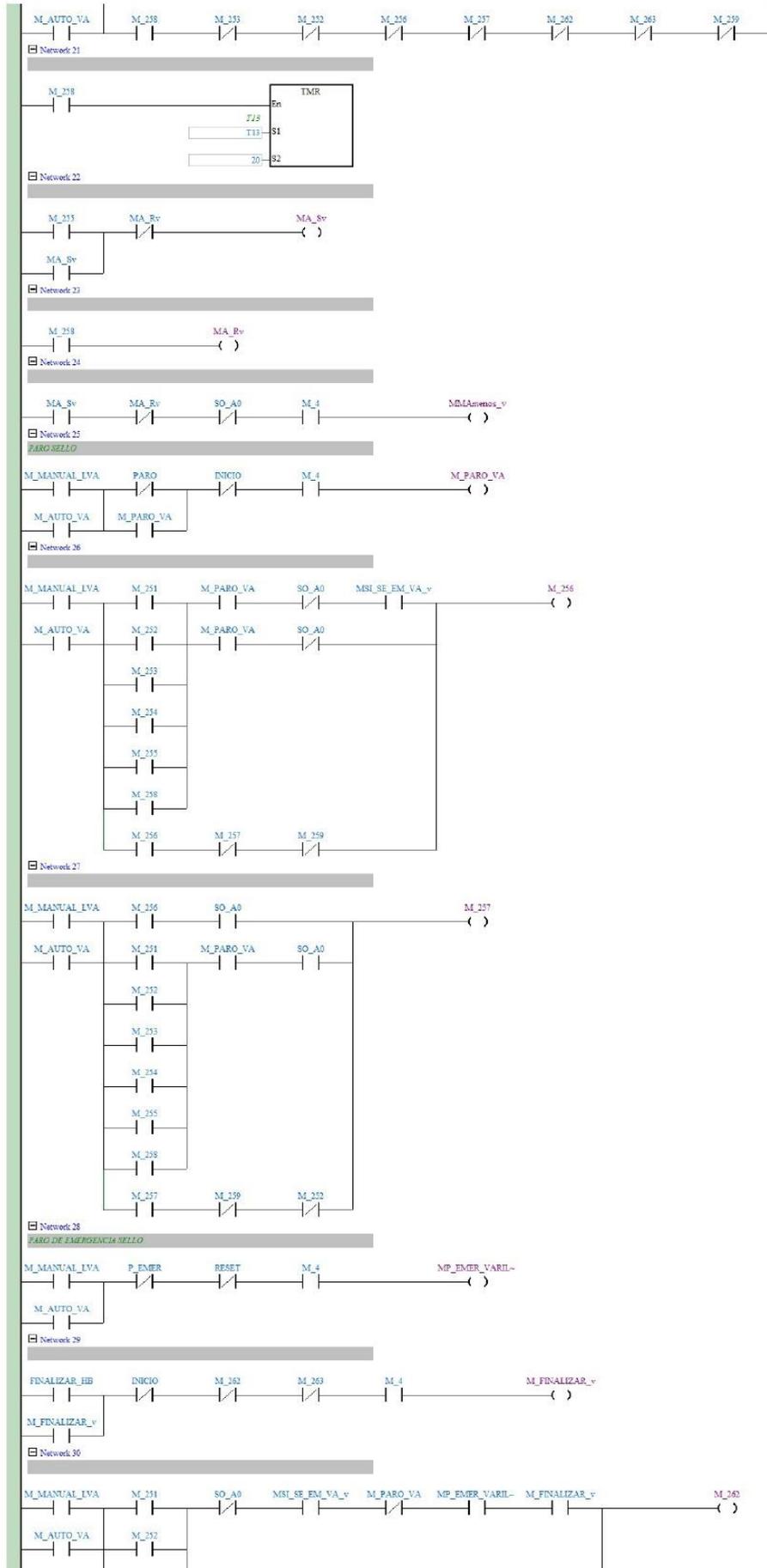
VARILLA



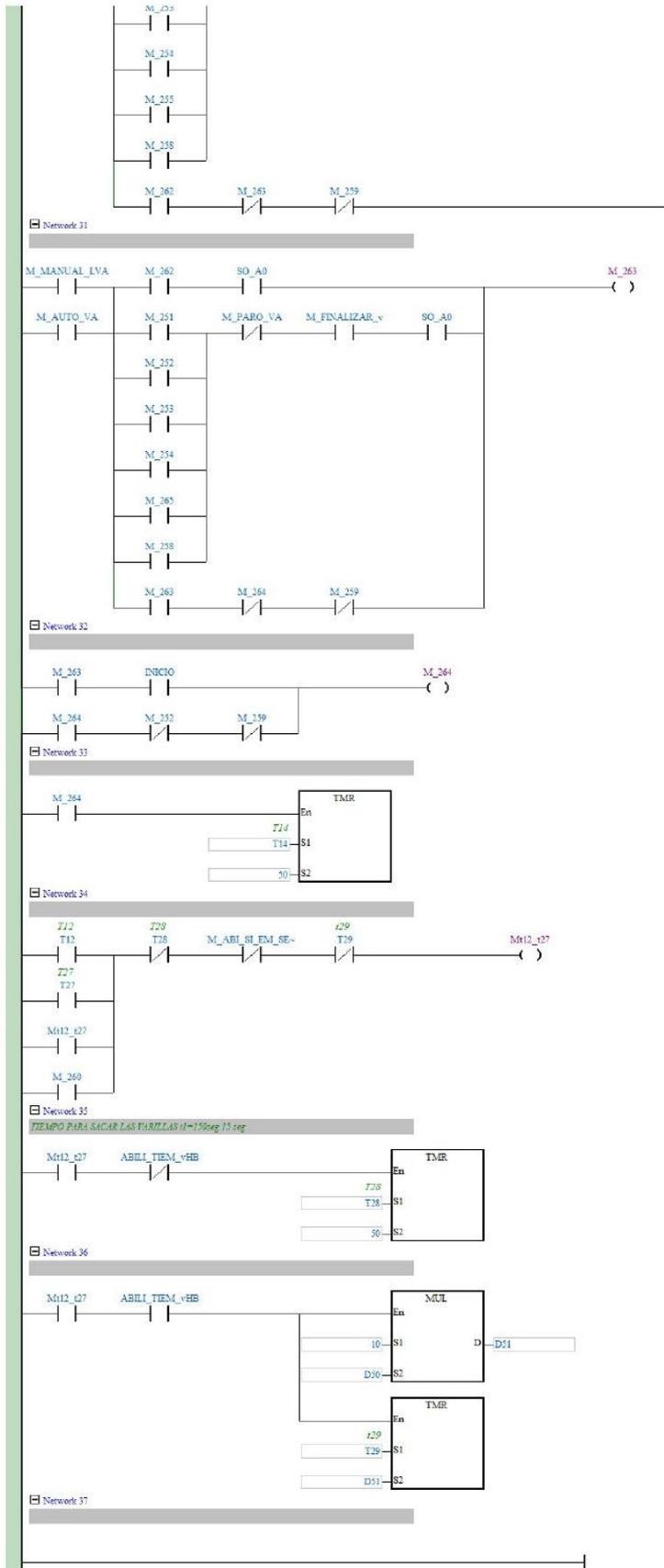
VARILLA



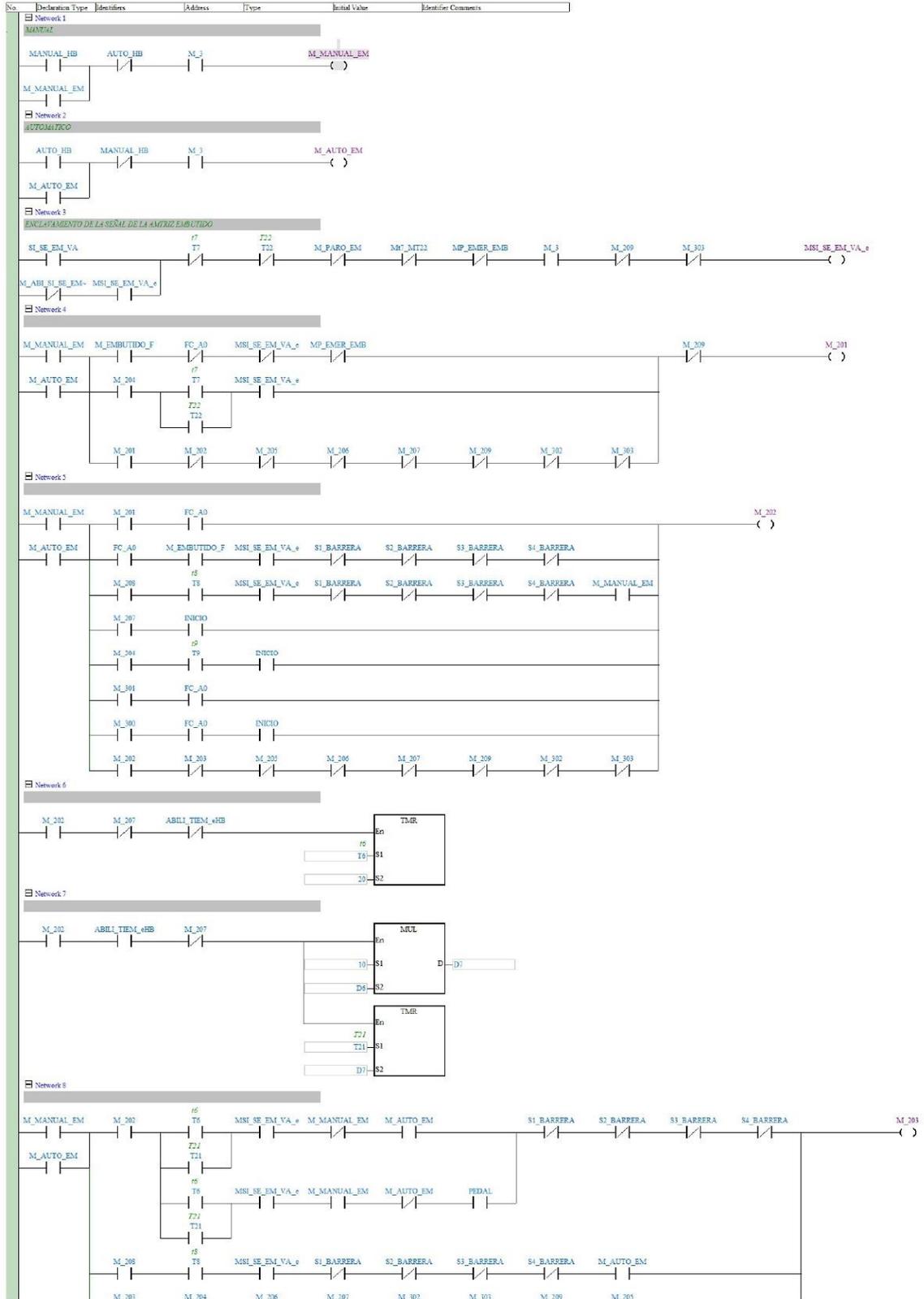
VARILLA



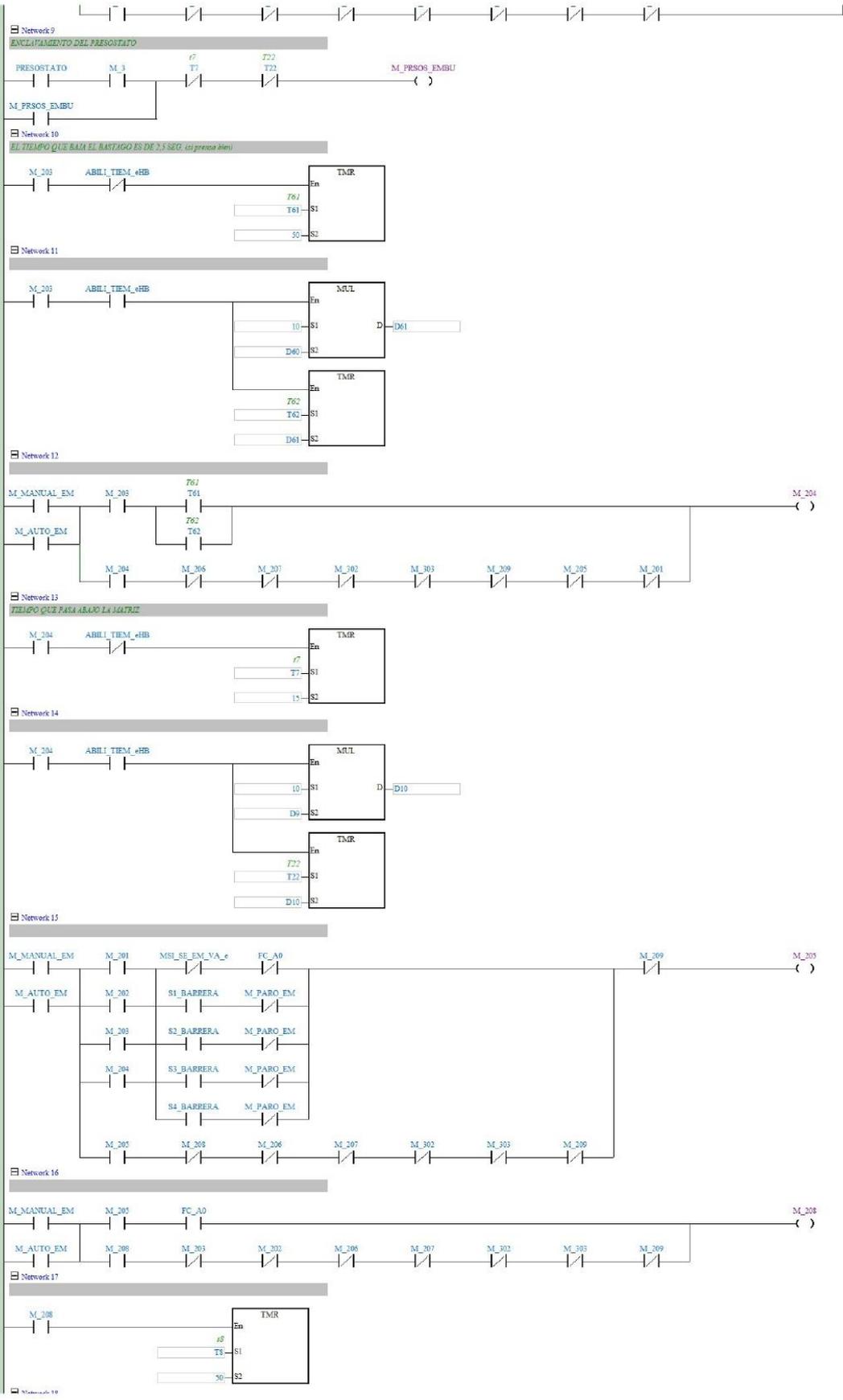
VARILLA



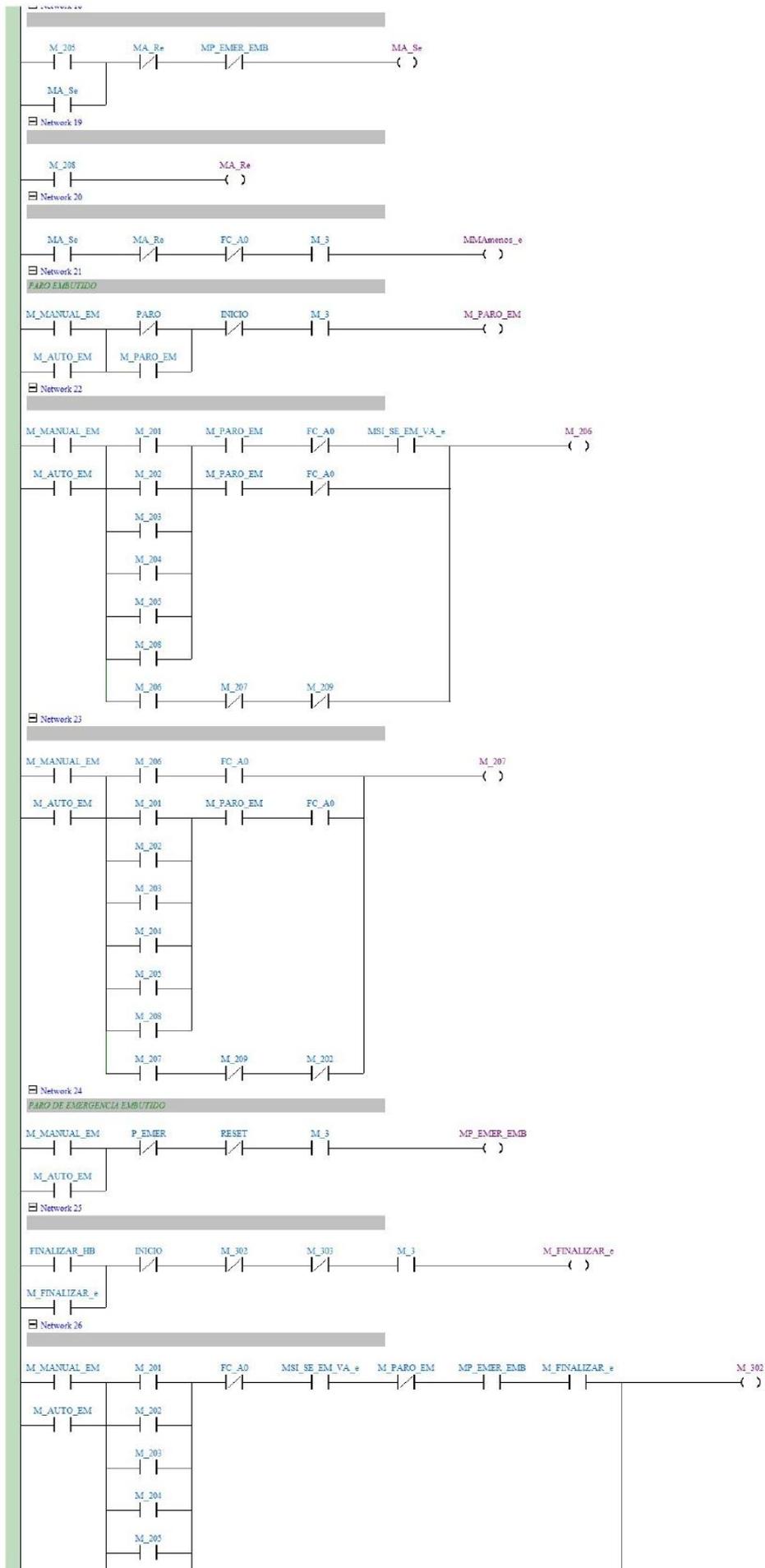
EMBUTIDO

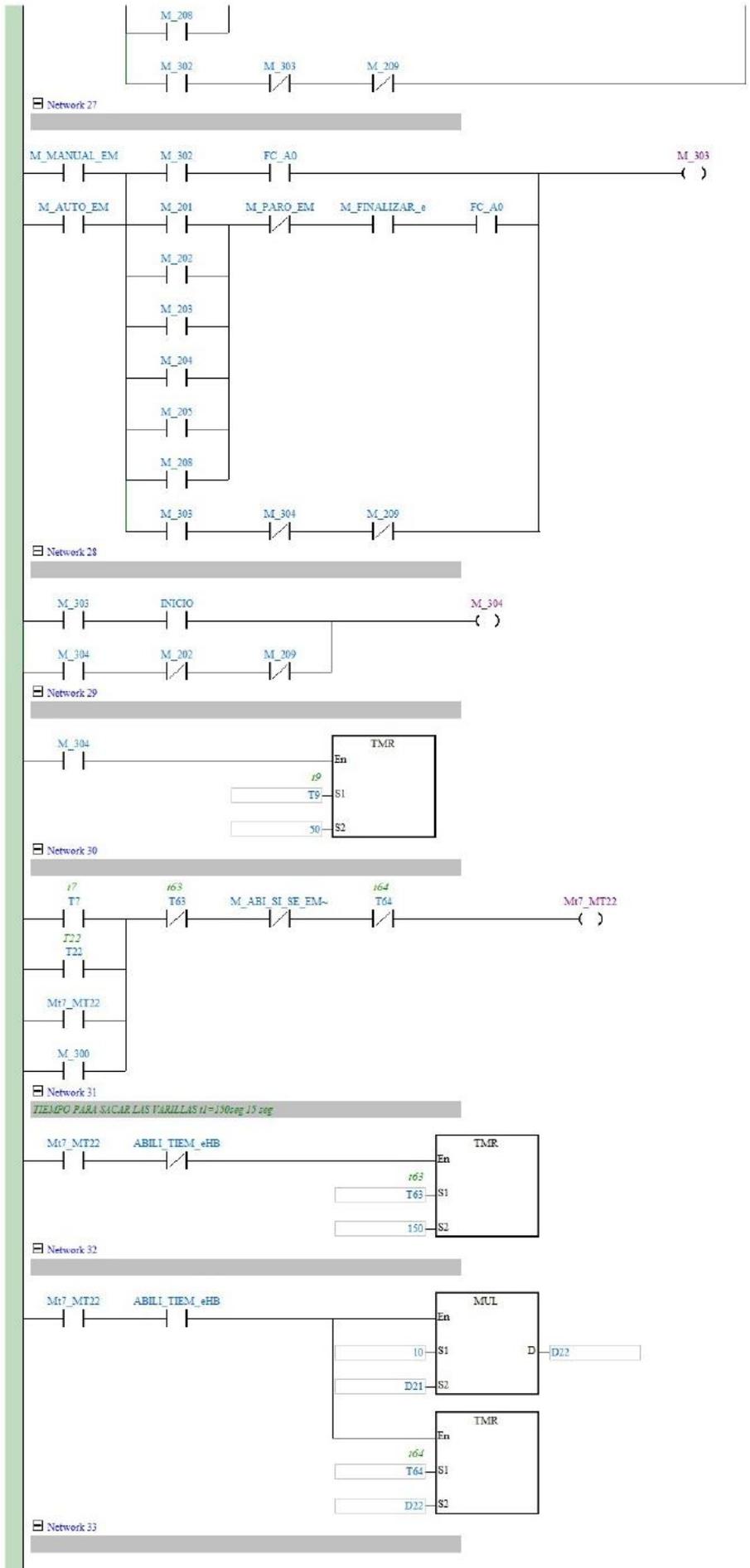


EMBUTIDO

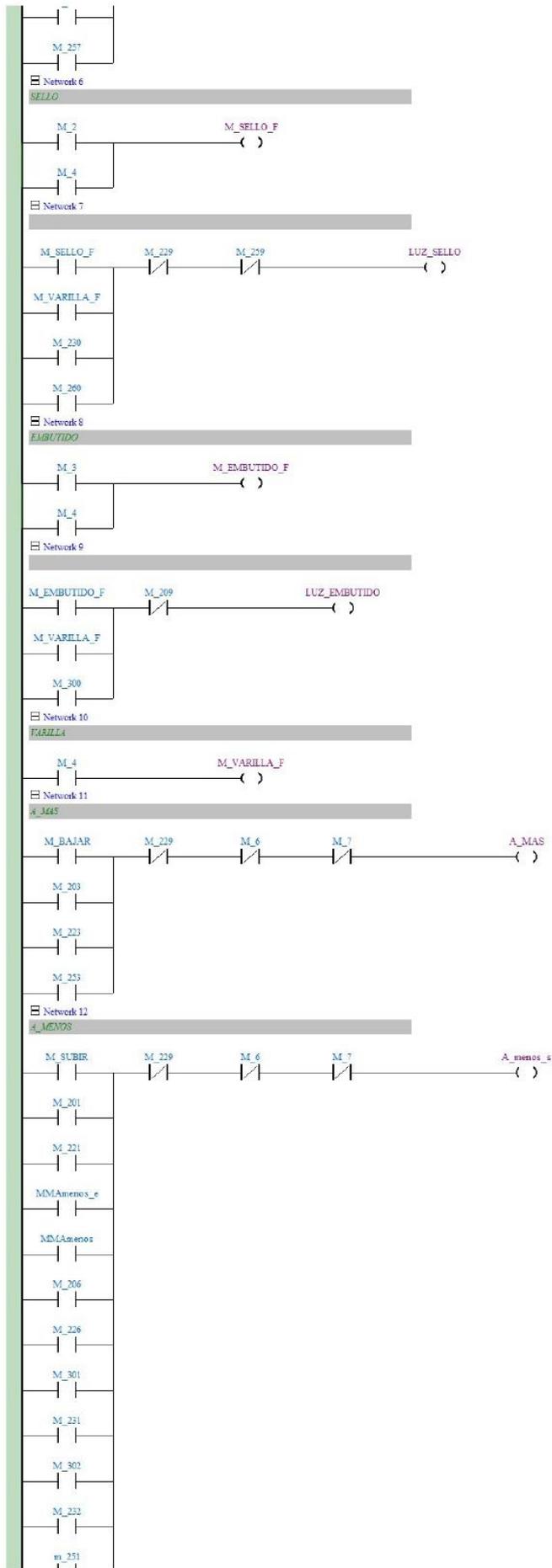


EMBUTIDO





SALIDAS



ANEXO N INSTALACION MATRIZ PARA EL EMBUTIDO DE COCINAS

Ubicación de la mesa de trabajo y montaje de la matriz de trabajo



Selección del modo de trabajo y puesta en marcha



ANEXO O INSTALACION MATRIZ PARA PRENSAR EL SELLO

Instalación de la matriz y conexión del sensor para la detección de las láminas de metal



Selección del modo de trabajo



Prensado del sello de la empresa



ANEXO P INSTALACION MATRIZ PARA EL DOBLADO DE VARILLAS

Instalación de la matriz y conexión del señor para la detección de varillas dentro de la matriz



Selección el tipo y modo de trabajo para el doblado de varillas en el HMI



Doblado de varillas de 1/2





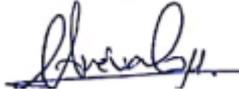
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO

DIRECCIÓN DE BIBLIOTECAS Y RECURSOS DEL
APRENDIZAJE



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

Fecha de entrega: 31/03/2023

INFORMACIÓN DE LOS AUTORES	
Nombres – Apellidos: Jonathan Javier De La Cruz De La Cruz	
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.



0494-DBRA-UPT-2023