



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA**

**CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**“REPOTENCIACIÓN DE UNA MÁQUINA ENVASADORA Y  
DOSIFICADORA ROTATIVA DE YOGURT DE LA FÁBRICA DE  
LÁCTEOS “PRASOL” UBICADA EN LA PARROQUIA SAN LUIS-  
RIOBAMBA”.**

**Trabajo de integración curricular:**

Tipo: Proyecto técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**AUTORES:**

CENTENO QUINZO RAÚL JESÚS

OTAÑEZ MORENO FRANKLIN ALEXIS

Riobamba - Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**“REPOTENCIACIÓN DE UNA MÁQUINA ENVASADORA Y  
DOSIFICADORA ROTATIVA DE YOGURT DE LA FÁBRICA DE  
LÁCTEOS “PRASOL” UBICADA EN LA PARROQUIA SAN LUIS-  
RIOBAMBA”.**

**Trabajo de integración curricular:**

Tipo: Proyecto técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

**AUTORES: CENTENO QUINZO RAÚL JESÚS-  
OTAÑEZ MORENO FRANKLIN ALEXIS**

**DIRECTOR: Ing. JULIO EDUARDO CAJAMARCA VILLA**

Riobamba - Ecuador

2022

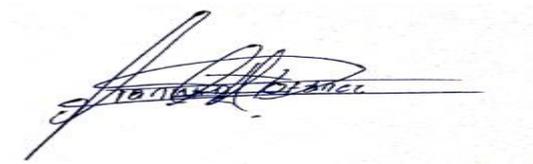
**© 2022, Raúl Jesús Centeno Quinzo; & Franklin Alexis Otáñez Moreno**

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.

Nosotros, RAÚL JESÚS CENTENO QUINZO Y FRANKLIN ALEXIS OTÁÑEZ MORENO, declaramos que el presente trabajo de integración curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 01 de febrero del 2022



**Franklin Alexis Otáñez Moreno**

C.C. 060489681-1



**Raúl Jesús Centeno Quinzo**

C.C. 060574203-0

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA MANTENIMIENTO INDUSTRIAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto técnico, **REPOTENCIACIÓN DE UNA MÁQUINA ENVASADORA Y DOSIFICADORA ROTATIVA DE YOGURT DE LA FÁBRICA DE LÁCTEOS “PRASOL” UBICADA EN LA PARROQUIA SAN LUIS- RIOBAMBA**, realizado por los señores: **RAÚL JESÚS CENTENO QUINZO Y FRANKLIN ALEXIS OTÁÑEZ MORENO**, 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.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Marco Antonio Ordoñez Viñan <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	 <b>MARCO ANTONIO ORDONEZ VINAN</b>	2022-02-01
Ing. Julio Eduardo Cajamarca Villa <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>	 Firmado digitalmente por <b>JULIO EDUARDO CAJAMARCA VILLA</b> Ubicación: Cuenca	2022-02-01
Ing. Pablo Ernesto Montalvo Jaramillo <b>MIEMBRO DE TRIBUNAL</b>	 Firmado digitalmente por <b>PABLO ERNESTO MONTALVO JARAMILLO</b>	2022-02-01

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de integración curricular a mis padres que son el pilar fundamental de mi vida ya que ellos me fomentaron valores y la determinación para culminar esta etapa de mi vida

**Raúl Jesús Centeno Quinzo**

Dedico este proyecto principalmente a Dios por la vida, sabiduría y salud, para poder enfrentar todas dificultades a lo largo de mi carrera estudiantil, y haberme permitido culminar una meta muy importante en mi vida. A mis padres, Franklin Otáñez y Ximena Moreno por todo su amor y sacrificio que hicieron por ver cumplida esta meta, a mis hermanos por el apoyo incondicional que supieron brindarme. A mis abuelitos que supieron guiarme con sus consejos para no dejarme vencer frente a las adversidades.

**Franklin Alexis Otáñez Moreno**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a mis padres por todo el apoyo económico y moral durante toda la carrera hasta culminarla ya que sin su esfuerzo no hubiese podido alcanzar esta meta, al igual que toda mi familia que de una u otra forma me brindaron su ayuda incondicional en todo momento.

Así mismo quiero agradecer a la empresa LACTEOS SANTILLÁN por apoyarnos para realizar nuestro proyecto en sus instalaciones y asumir los costos de este y agradecer a los ingenieros Julio Cajamarca y Pablo Montalvo por todas las asesorías y seguimientos para culminar con éxito nuestro proyecto.

**Raúl Jesús Centeno Quinzo**

Quiero agradecer a Dios por brindarme sus bendiciones para lograr mis propósitos, a mi familia por darme todo el cariño y confianza necesario para alcanzar esta meta y poder abrirme camino hacia la vida profesional.

Al Ing. Julio Cajamarca e Ing. Pablo Montalvo, por ser un apoyo académico y sabernos guiar durante el desarrollo de nuestro proyecto técnico.

Expreso mi más sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería de Mantenimiento Industrial por haberme formado como profesional y a la empresa PRASOL por darnos la apertura necesaria para la realización del proyecto técnico.

**Franklin Alexis Otáñez Moreno**

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XVI
RESUMEN.....	XVIII
SUMMARY.....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. MARCO REFERENCIAL.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.3.1. <i>Justificación técnica.</i> .....	3
1.3.2. <i>Justificación económica.</i> .....	4
1.3.3. <i>Justificación social.</i> .....	4
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. <i>Objetivo general.</i> .....	4
1.4.2. <i>Objetivos específicos.</i> .....	4

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Normativa de productos lácteos.....	6
2.2. Certificación para productos alimenticios.....	6
2.2.1. Buenas Prácticas de Manufactura .....	6
2.3. Método de dosificación.....	7
2.3.1. <i>Llenado por nivel.</i> .....	7
2.3.2. <i>Llenado por gravedad.</i> .....	7
2.3.3. <i>Llenado por acción de un pistón.</i> .....	8
2.4. Equipos de envasado.....	8
2.4.1. <i>Envasadora rotativa.</i> .....	8
2.5. Roscado de botellas.....	10
2.5.1. <i>Roscadora mecánica.</i> .....	10

2.5.2.	<i>Rosgador electrónico.</i>	10
2.6.	<b>Sistema de transporte.</b>	11
2.6.1.	<i>Transportador por placas articuladas.</i>	11
2.7.	<b>Generalidades de la automatización.</b>	11
2.8.	<b>Elementos de mando y control de las envasadoras.</b>	12
2.8.1.	<i>Contactador.</i>	12
2.8.2.	<i>Relé térmico.</i>	13
2.8.3.	<i>Relé de estado sólido.</i>	14
2.8.4.	<i>Variador de frecuencia en sistemas de envasado.</i>	15
2.8.5.	<i>Pantalla táctil Kinco.</i>	16
2.8.6.	<i>Sensores.</i>	17
2.8.7.	<b>Logo Siemens V8.</b>	19
2.8.8.	<i>Módulo de expansión LOGO DM8.</i>	20
2.9.	<b>Sistema mecánico.</b>	21
2.9.1.	<i>Motorreductor.</i>	21
2.9.2.	<i>Rodamientos.</i>	22
2.9.3.	<i>Chumacera.</i>	23
2.9.4.	<i>Piñón y cadena.</i>	24
2.9.5.	<i>Cruz de malta.</i>	24
2.10.	<b>Sistema neumático.</b>	25
2.10.1.	<i>Cilindro neumático de doble efecto.</i>	25
2.10.2.	<i>Unidad de mantenimiento (FRL).</i>	26
2.10.3.	<i>Electroválvula.</i>	27
2.10.4.	<i>Manguera neumática.</i>	28
2.10.5.	<i>Racor plástico.</i>	29
2.11.	<b>Recuperación de las superficies metálicas afectadas por la oxidación.</b>	30
2.11.1.	<i>Recuperación del metal oxidado mediante pulido</i>	30
2.11.2.	<i>Elementos para pulir el metal.</i>	30
2.11.3.	<i>Medidas de seguridad para pulir el metal oxidado.</i>	30
2.11.4.	<i>Pintura como alternativa para combatir el óxido en piezas metálicas.</i>	31
2.12.	<b>Codificación.</b>	31
2.12.1.	<i>Tipos de equipos para levantamiento de inventario.</i>	32
2.12.2.	<i>Estructura del código.</i>	33

### **CAPÍTULO III**

<b>3.</b>	<b>REPOTENCIACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA ROTATIVA.</b> .....	<b>34</b>
<b>3.1.</b>	<b>Determinación del estado técnico y de operación actuales.</b> .....	<b>34</b>
<b>3.1.1.</b>	<i>Estado general de la envasadora.</i> .....	<b>34</b>
<b>3.1.2.</b>	<i>Sistematización de información técnica del equipo.</i> .....	<b>35</b>
<b>3.1.3.</b>	<i>Codificación de los sistemas</i> .....	<b>37</b>
<b>3.1.4.</b>	<i>Identificación de los sistemas de la envasadora.</i> .....	<b>38</b>
<b>3.1.5.</b>	<i>Evaluación del estado técnico y de operación actuales.</i> .....	<b>38</b>
<b>3.2.</b>	<b>Limpieza general del equipo.</b> .....	<b>39</b>
<b>3.3.</b>	<b>Desmontaje y mantenimiento de los sistemas de la envasadora.</b> .....	<b>40</b>
<b>3.4.</b>	<b>Automatización de la envasadora dosificadora rotativa.</b> .....	<b>57</b>
<b>3.4.1.</b>	<i>Principio de funcionamiento.</i> .....	<b>57</b>
<b>3.4.2.</b>	<i>Software de programación.</i> .....	<b>58</b>
<b>3.4.3.</b>	<i>Programación del sistema.</i> .....	<b>63</b>
<b>3.4.4.</b>	<i>Diseño del circuito de fuerza y control.</i> .....	<b>72</b>
<b>3.4.5.</b>	<i>Selección de elementos de control.</i> .....	<b>72</b>
<b>3.4.6.</b>	<i>Selección de elementos de fuerza.</i> .....	<b>80</b>
<b>3.4.7.</b>	<i>Montaje del sistema eléctrico de la envasadora.</i> .....	<b>88</b>
<b>3.5.</b>	<b>Diseño y automatización del sistema neumático.</b> .....	<b>90</b>
<b>3.5.1.</b>	<i>Desarrollo del circuito neumático.</i> .....	<b>90</b>
<b>3.5.2.</b>	<i>Elementos neumáticos de la envasadora y dosificadora rotativa.</i> .....	<b>91</b>
<b>3.5.3.</b>	<i>Montaje del sistema neumático.</i> .....	<b>94</b>
<b>3.6.</b>	<b>Mejoras impuestas al equipo.</b> .....	<b>94</b>
<b>3.6.1.</b>	<i>Llenado del producto.</i> .....	<b>94</b>
<b>3.6.2.</b>	<i>Sustitución de relés electromagnéticos por relés de estado sólido</i> .....	<b>98</b>

#### **CAPÍTULO IV**

<b>4.</b>	<b>GESTIÓN DEL PROYECTO.</b> .....	<b>100</b>
<b>4.1.</b>	<b>Análisis financieros de costos.</b> .....	<b>100</b>
<b>4.1.1.</b>	<i>Costos directos.</i> .....	<b>100</b>
<b>4.1.2.</b>	<i>Costos indirectos.</i> .....	<b>104</b>
<b>4.1.3.</b>	<i>Costos totales.</i> .....	<b>104</b>
<b>4.2.</b>	<b>Pruebas y puesta en marcha de la máquina.</b> .....	<b>105</b>
<b>4.2.1.</b>	<i>Puesta en marcha de la máquina.</i> .....	<b>105</b>
<b>4.2.2.</b>	<i>Parámetros de funcionamiento de los motores del sistema.</i> .....	<b>106</b>
<b>4.2.3.</b>	<i>Pruebas de funcionalidad de la envasadora.</i> .....	<b>106</b>

4.2.4.	<i>Resultados.</i>	106
4.3.	<b>Operación y manual de mantenimiento de la máquina.</b>	108
4.3.1.	<i>Reglas de seguridad para evitar percances durante la operación y mantenimiento de la máquina.</i>	108
4.3.2.	<i>Operación.</i>	108
4.3.3.	<b>Mantenimiento.</b>	110
<b>CONCLUSIONES.</b>		112
<b>RECOMENDACIONES.</b>		113
<b>GLOSARIO</b>		
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Beneficios de aplicar las BPM.....	6
<b>Tabla 2-2:</b>	Parámetros de selección de un contactor .....	12
<b>Tabla 3-2:</b>	Parámetros de selección de un relé térmico.....	13
<b>Tabla 4-2:</b>	Dispositivos periféricos .....	16
<b>Tabla 5-2:</b>	Tipo de sensores inductivos.....	17
<b>Tabla 6-2:</b>	Parámetros para la selección de un sensor.....	18
<b>Tabla 7-2:</b>	Parámetros de selección de un logo.....	20
<b>Tabla 8-2:</b>	Descripción del código del módulo de expansión .....	21
<b>Tabla 9-2:</b>	Parámetros de selección de un módulo de expansión.....	21
<b>Tabla 10-2:</b>	Características de las mangueras neumáticas de Poliuretano y Poliamida.....	28
<b>Tabla 11-2:</b>	(Continua).....	29
<b>Tabla 12-2:</b>	Tipos de racores plásticos.....	29
<b>Tabla 13-2:</b>	Tipo de equipos para levantamiento de inventarios. ....	32
<b>Tabla 1-3:</b>	Definición de la estructura del código de los equipos .....	37
<b>Tabla 2-3:</b>	Codificación de los componentes de la envasadora .....	38
<b>Tabla 3-3:</b>	Resultado del análisis de los componentes del sistema .....	39
<b>Tabla 4-3:</b>	Orden de ejecución para el desmontaje del motorreductor .....	41
<b>Tabla 5-3:</b>	Orden de ejecución para el desmontaje de la banda de placas articuladas .....	42
<b>Tabla 6-3:</b>	Rodamientos de los motores del sistema. ....	50
<b>Tabla 7-3:</b>	Parámetros de evaluación de los motores.....	50
<b>Tabla 8-3:</b>	Parámetros de evaluación de los motores.....	57
<b>Tabla 9-3:</b>	Simbología utilizada en la lógica de programación (FUP) de la envasadora. ....	60
<b>Tabla 10-3:</b>	(Continua).....	61
<b>Tabla 11-3:</b>	Simbología utilizada en la lógica de programación (FUP) de la envasadora. ....	61
<b>Tabla 12-3:</b>	Definición de entradas .....	64
<b>Tabla 13-3:</b>	Definición de salidas .....	65
<b>Tabla 14-3:</b>	Identificación de los botones de la pantalla.....	66
<b>Tabla 15-3:</b>	Identificación de las variables de control de funcionamiento (ajustes) .....	67
<b>Tabla 16-3:</b>	Identificación de los botones de la pantalla marchas.....	68
<b>Tabla 17-3:</b>	Identificación de los botones de la pantalla de lavado .....	69
<b>Tabla 18-3:</b>	Parámetros de selección del relé programable. ....	72
<b>Tabla 19-3:</b>	Ficha técnica de LOGO 12/24 RC Siemens .....	73
<b>Tabla 20-3:</b>	Ficha técnica de módulo de expansión SIEMENS DM8 12/24R.....	74
<b>Tabla 21-3:</b>	Parámetros de selección de la pantalla HMI .....	75

<b>Tabla 22-3:</b>	Ficha técnica pantalla Kinco HMI GL070E .....	76
<b>Tabla 23-3:</b>	Ficha técnica sensor inductivo qwmíf .....	77
<b>Tabla 24-3:</b>	Ficha técnica sensor fotoeléctrico VISOLUX .....	78
<b>Tabla 25-3:</b>	Consumo total para el dimensionamiento de la fuente de alimentación.....	78
<b>Tabla 26-3:</b>	Ficha técnica fuente de alimentación MEAN WELL.....	79
<b>Tabla 27-3:</b>	Dimensionamiento del interruptor termomagnético general. ....	80
<b>Tabla 28-3:</b>	Consumo para el dimensionamiento del fusible F1 .....	83
<b>Tabla 29-3:</b>	Ficha técnica del relé de estado sólido .....	85
<b>Tabla 30-3:</b>	Ficha técnica del relé electromagnético.....	86
<b>Tabla 31-3:</b>	Dimensionamiento del contactor. ....	86
<b>Tabla 32-3:</b>	Dimensionamiento del contactor. ....	86
<b>Tabla 1-4:</b>	Porcentaje de asignación de los costos del proyecto.....	100
<b>Tabla 2-4:</b>	Costos de accesorios mecánicos. ....	101
<b>Tabla 3-4:</b>	Costos de materiales mecánicos. ....	101
<b>Tabla 4-4:</b>	Costos de materiales y accesorios eléctricos. ....	102
<b>Tabla 5-4:</b>	Costos de materiales y accesorios neumáticos. ....	103
<b>Tabla 6-4:</b>	Costos de mano de obra y transporte.....	103
<b>Tabla 7-4:</b>	Costos por equipos y herramientas .....	103
<b>Tabla 8-4:</b>	Costos totales directos .....	104
<b>Tabla 9-4:</b>	Costos Indirectos .....	104
<b>Tabla 10-4:</b>	Costos totales.....	104
<b>Tabla 11-4:</b>	Datos a plena carga de los motores de la envasadora. ....	106
<b>Tabla 12-4:</b>	Prueba N°1 accionamiento de los procesos, dosificado y roscado.....	107
<b>Tabla 13-4:</b>	Prueba N°2 Sincronización.....	107
<b>Tabla 14-4:</b>	Prueba N°3 Detección de sensores .....	107
<b>Tabla 15-4:</b>	Prueba N°4 Dosificación .....	107
<b>Tabla 16-4:</b>	Prueba N°5 Roscado.....	107
<b>Tabla 17-4:</b>	Ajustes del proceso de envasado y roscado.....	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-2:</b>	Llenado de envase por nivel. ....	7
<b>Figura 2-2:</b>	Llenado por gravedad. ....	7
<b>Figura 3-2:</b>	Llenado por pistón .....	8
<b>Figura 4-2:</b>	Equipo para envasado de productos líquidos por nivel, rotativo (EQUITEK) ....	9
<b>Figura 5-2:</b>	Equipo para envasado de productos líquidos por volumen, rotativo .....	10
<b>Figura 6-2:</b>	Transportador de placas articuladas .....	11
<b>Figura 7-2:</b>	Contactador (LS) .....	13
<b>Figura 8-2:</b>	Relé térmico (LS).....	13
<b>Figura 9-2:</b>	Relé de estado sólido .....	14
<b>Figura 10-2:</b>	Variador de frecuencia (LS).....	15
<b>Figura 11-2:</b>	Pantalla táctil Kinco 7 pulgadas.....	16
<b>Figura 12-2:</b>	Sensor inductivo (Balluff).....	17
<b>Figura 13-2:</b>	Sensor fotoeléctrico retro reflectivo polarizado .....	18
<b>Figura 14-2:</b>	Logo Siemens V8.....	19
<b>Figura 15-2:</b>	Lenguaje de programación FUP .....	19
<b>Figura 16-2:</b>	Lenguaje KOP.....	20
<b>Figura 17-2:</b>	Módulo de expansión Siemens DM8.....	21
<b>Figura 18-2:</b>	Motorreductor. ....	22
<b>Figura 19-2:</b>	Rodamiento con sello metálico .....	22
<b>Figura 20-2:</b>	Rodamiento con sello de goma .....	23
<b>Figura 21-2:</b>	Chumacera F204. ....	24
<b>Figura 22-2:</b>	Transmisión por cadena .....	24
<b>Figura 23-2:</b>	Cruz de malta .....	25
<b>Figura 24-2:</b>	Cilindro de doble efecto (TAYLOR).....	25
<b>Figura 25-2:</b>	Unidad de mantenimiento (AISER).....	26
<b>Figura 26-2:</b>	Electroválvula 5/2 (E-MC).....	27
<b>Figura 27-2:</b>	Silenciador (Clippard).....	28
<b>Figura 28-2:</b>	Superficie oxidada. ....	30
<b>Figura 29-2:</b>	Cepillo mecanizado de alambre. ....	30
<b>Figura 30-2:</b>	Clasificación de la Taxonomía con niveles taxonómicos. ....	31
<b>Figura 31-2:</b>	Niveles para el inventario de activos a mantener.....	32
<b>Figura 32-2:</b>	Estructura del código .....	33
<b>Figura 1-3:</b>	Vista frontal de la máquina envasadora .....	34
<b>Figura 2-3:</b>	Vista lateral de la máquina envasadora.....	35

<b>Figura 3-3:</b>	Vista posterior de la máquina envasadora.....	35
<b>Figura 4-3:</b>	Diagrama de flujo para la sistematización de información técnica del equipo...	36
<b>Figura 5-3:</b>	Estructura del código para el inventario de los equipos de la envasadora. ....	37
<b>Figura 6-3:</b>	Antes de la limpieza.....	39
<b>Figura 7-3:</b>	Después de la limpieza.....	40
<b>Figura 8-3:</b>	Motorreductor desvinculado del sistema .....	41
<b>Figura 9-3:</b>	Desmontaje del dosificador.....	43
<b>Figura 10-3:</b>	Desmontaje del roscador.....	43
<b>Figura 11-3:</b>	Desmontaje del sistema eléctrico.....	44
<b>Figura 12-3:</b>	Desmontaje del sistema neumático .....	44
<b>Figura 13-3:</b>	Pulido de la mesa que soporta a la cruz de malta.....	45
<b>Figura 14-3:</b>	Pulido del cuadro principal del sistema eléctrico.....	45
<b>Figura 15-3:</b>	Pulido del motor de la cruz de malta.....	45
<b>Figura 16-3:</b>	Uso del cepillo metálico en la cruz de malta .....	46
<b>Figura 17-3:</b>	Cepillado del piñón conductor de la transmisión de la banda transportadora.....	46
<b>Figura 18-3:</b>	Pulido de la cubierta de la banda transportadora. ....	46
<b>Figura 19-3:</b>	Pintura de la mesa del mecanismo de la cruz de malta. ....	47
<b>Figura 20-3:</b>	Pintura de la carcasa del motorreductor .....	47
<b>Figura 21-3:</b>	Bastidor cubierto de óxido .....	48
<b>Figura 22-3:</b>	Cepillado del bastidor de la envasadora.....	48
<b>Figura 23-3:</b>	Desbastado de la estrella de la cruz de malta mediante torno.....	48
<b>Figura 24-3:</b>	Piñón del motor de la banda transportadora libre de óxido. ....	49
<b>Figura 25-3:</b>	Componentes de la etapa de dosificado y roscado.....	49
<b>Figura 26-3:</b>	Piñón del motor de la banda transportadora libre de óxido. ....	50
<b>Figura 27-3:</b>	Placa del reductor de velocidad de la banda transportadora .....	51
<b>Figura 28-3:</b>	Reductor de velocidad de la banda transportadora .....	51
<b>Figura 29-3:</b>	Engrane del reductor .....	52
<b>Figura 30-3:</b>	Tablero de control .....	52
<b>Figura 31-3:</b>	Tablero de fuerza .....	52
<b>Figura 32-3:</b>	Sistema neumático. ....	53
<b>Figura 33-3:</b>	Vaselina industrial para lubricar los cilindros neumáticos .....	54
<b>Figura 34-3:</b>	Montaje del piñón conductor de la banda transportadora .....	54
<b>Figura 35-3:</b>	Montaje de la banda de placas articuladas. ....	55
<b>Figura 36-3:</b>	Montaje y alineación del motorreductor .....	55
<b>Figura 37-3:</b>	Eje conductor de la mesa rotativa. ....	56
<b>Figura 38-3:</b>	Montaje de la cruz de malta.....	56
<b>Figura 39-3:</b>	Leva y porta eje para acoplar el motorreductor .....	56

<b>Figura 40-3:</b>	Montaje del dosificador .....	57
<b>Figura 41-3:</b>	Entorno de programación de Logo Soft Comfort V8.3.....	58
<b>Figura 42-3:</b>	Selección de la dirección IP del LOGO! 8 FS4 .....	59
<b>Figura 43-3:</b>	Selección de la dirección IP de la pantalla HMI .....	59
<b>Figura 44-3:</b>	Comunicación PC-LOGO-Pantalla.....	60
<b>Figura 45-3:</b>	Selección del modelo de pantalla en el software .....	62
<b>Figura 46-3:</b>	Selección del LOGO SIEMENS Ethernet .....	62
<b>Figura 47-3:</b>	Configuración Network Device. ....	63
<b>Figura 48-3:</b>	Diagrama de flujo del proceso de envasado.....	64
<b>Figura 49-3:</b>	Configuración pantalla Frame 0.....	66
<b>Figura 50-3:</b>	Configuración Frame parámetros.....	67
<b>Figura 51-3:</b>	Configuración Frame alarmas.....	68
<b>Figura 52-3:</b>	Configuración Frame marchas. ....	68
<b>Figura 53-3:</b>	Configuración Frame lavado.....	69
<b>Figura 54-3:</b>	Panel de control (conexiones de red).....	70
<b>Figura 55-3:</b>	Propiedades de Ethernet.....	70
<b>Figura 56-3:</b>	Propiedades protocolo de internet versión 4 (TCP/IPv4) .....	71
<b>Figura 57-3:</b>	Comunicación PC-LOGO. ....	71
<b>Figura 58-3:</b>	LOGO 12/24 RC Siemens .....	73
<b>Figura 59-3:</b>	Selector de 2 y 3 posiciones.....	74
<b>Figura 60-3:</b>	Hongo retenido de emergencia .....	75
<b>Figura 61-3:</b>	Pantalla Kinco HMI GL070E .....	76
<b>Figura 62-3:</b>	Sensor inductivo qwmif .....	77
<b>Figura 63-3:</b>	Catálogo MEAN WELL .....	79
<b>Figura 64-3:</b>	Seccionador trifásico 32A Camsco .....	80
<b>Figura 65-3:</b>	Catálogo Camsco. ....	83
<b>Figura 66-3:</b>	Catálogo df electric. ....	84
<b>Figura 67-3:</b>	Ficha técnica variador de frecuencia iG5A.....	87
<b>Figura 68-3:</b>	Variador de frecuencia iG5A.....	88
<b>Figura 69-3:</b>	Señalización. ....	88
<b>Figura 70-3:</b>	Montaje del tablero eléctrico de la envasadora. ....	89
<b>Figura 71-3:</b>	Montaje del tablero de mandos de la envasadora.....	89
<b>Figura 72-3:</b>	Tablero de mandos de la envasadora .....	89
<b>Figura 73-3:</b>	Secuencia de conexión del tablero eléctrico .....	90
<b>Figura 74-3:</b>	Entorno de desarrollo del programa FluidSIM-P.....	90
<b>Figura 75-3:</b>	Circuito neumático envasadora dosificadora rotativa. ....	91
<b>Figura 76-3:</b>	Unidad de mantenimiento. ....	91

<b>Figura 77-3:</b>	Electroválvula. ....	92
<b>Figura 78-3:</b>	Bobina de electroválvula.....	92
<b>Figura 79-3:</b>	Cilindro neumático INOX de doble efecto 25x25. ....	92
<b>Figura 80-3:</b>	Racor codo con regulador 6mm. ....	93
<b>Figura 81-3:</b>	Racor codo 6mm. ....	93
<b>Figura 82-3:</b>	Racor pasamuros 6mm.....	93
<b>Figura 83-3:</b>	Montaje del sistema neumático.....	94
<b>Figura 84-3:</b>	Trazado de la línea de succión y descarga. ....	95
<b>Figura 85-3:</b>	Proceso de soldado TIG del codo a 45° con varilla 316L.....	96
<b>Figura 86-3:</b>	Unión del codo a 45° con el tubo de la línea de descarga.....	96
<b>Figura 87-3:</b>	Línea de succión del tanque de almacenamiento del yogurt.....	97
<b>Figura 88-3:</b>	Eje de la palanca de accionamiento .....	97
<b>Figura 89-3:</b>	Palanca de accionamiento y válvula. ....	98
<b>Figura 90-3:</b>	Implementación del flotador en el tanque de almacenamiento de yogurt.....	98
<b>Figura 91-3:</b>	Relés de estado sólido.....	99
<b>Figura 1-4:</b>	Modo de operación de la máquina envasadora. ....	109
<b>Figura 2-4:</b>	Determinación de la cantidad de yogurt en cada envase.....	110

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FUNCIONALES DE LA ENVASADORA.

**ANEXO B:** PLACA DE MOTORES.

**ANEXO C:** FICHAS DE PROCEDIMIENTOS.

**ANEXO D:** PLANOS ELÉCTRICOS.

**ANEXO E:** LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN.

**ANEXO F:** PLAN DE MANTENIMIENTO.

**ANEXO G:** FOTOS DEL DESARROLLO DEL PROYECTO TÉCNICO.

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>HMI</b>	Interfaz Hombre Máquina.
<b>LOGO</b>	Módulo Lógico Universal de Siemens.
<b>FUP</b>	Diagrama de Funciones.
<b>AISI</b>	Amerian Iron and Steel Institute.
<b>SAE</b>	Society of Automotive Engineers.
<b>CAD</b>	Dibujo Asistido por Computador.
<b>TIG</b>	Tungsten Inert Gas.
<b>BPM</b>	Buenas Prácticas de Manufactura.
<b>INEN</b>	Instituto Ecuatoriano de Normalización.
<b>PET</b>	Politereftalato de Etileno.

## RESUMEN

El presente proyecto técnico tuvo como objetivo la repotenciación de una máquina envasadora y dosificadora rotativa de yogurt de la fábrica de lácteos PRASOL. Para el desarrollo del proyecto se procedió a codificar los componentes existentes en la máquina en tres sistemas: neumático, eléctrico y mecánico; posteriormente se evaluó su estado técnico, categorizándolos según su condición: reutilizables, recambio y por desechar. Establecido el estado técnico se fijaron acciones correctivas o preventivas de mantenimiento para restablecer las condiciones de funcionamiento del sistema. El sistema de control eléctrico de la máquina se encontraba desactualizado por lo que se procedió a establecer nuevas condiciones de funcionamiento requeridas por la empresa. Se rediseñó el sistema de control automático que permita al operador tener un mayor control del equipo, para ello se utilizó un relé programable Siemens y un módulo de expansión, mismos que fueron programados mediante el lenguaje de funciones en el software Logo Soft Comfort. Se implementó una pantalla táctil Kinco, programándola en su software Dtools. Finalmente, se elaboraron los planos eléctricos y el dimensionamiento de todos sus componentes. En el sistema neumático se reemplazaron los relés electromagnéticos por relés de estado sólido puesto que las electroválvulas están en constante conmutación y éstos brindarán mayor fiabilidad al sistema, el circuito neumático se elaboró en el software FluidSim. Después de la repotenciación de los sistemas de la envasadora, se procedió a su puesta en marcha, realizando pruebas envasando botellas plásticas de 100 ml con yogurt, cumpliendo así los requisitos de la norma RTE-INEN-284. Se logró reducir el contacto hombre – producto, mejorando de esta manera la inocuidad y calidad de los alimentos. Para garantizar la buena operación e incrementar la vida útil del equipo se recomienda revisar el manual de operación y mantenimiento de la envasadora.

**Palabras Clave:** <REPOTENCIACIÓN>, <AUTOMATIZACIÓN>, <LOGO V8 (RELÉ PROGRAMABLE)>, <LOGOSOFTCOMFORT (SOFTWARE)>, <KINCO DTOOLS (SOFTWARE)>, <FLUIDSIM (SOFTWARE)>, <LENGUAJE FUP>, <PRASOL (EMPRESA)>, <RTE-INEN 284 (NORMA)>, <INOCUIDAD>.



0371-DBRA-UPT-2022

2022-03-02

## SUMMARY

This technical Project had as an objective, to repower a rotary yogurt filling and dosing machine at the PRASOL dairy factory. For the development of the project, the existing components of the machine were codified in three: pneumatic, electrical and mechanical systems; Subsequently, the technical state of its components was evaluated, categorizing them according to their condition: reusable, replacement and to be discarded. Once the technical status was established, corrective or preventive maintenance actions were established to restore the operating conditions of the system. The electrical system of the machine was outdated so new operating conditions required by the company were established. The automatic control system was redesigned to allow the operator to have greater control of the equipment, which a Siemens programmable relay and an expansion module were used, which were programmed using the function language in Logo Soft Comfort software. A Kinco screen was implemented, it was programmed in its Dtools software. Finally, the electrical plans and the sizing of all its components were drawn up. In the pneumatic system, the electromagnetic relays were replaced by solid state relays since the solenoid valves are in constant switching and these will provide greater reliability to the system, the pneumatic circuit was elaborated in the FluidSim software. After the repowering of the packaging machine's systems, it was started up, carrying out tests, 100 ml plastic bottles were packed with yogurt, thus complying with the requirements of the RTE-INEN-284 standard. It was possible to reduce man-product contact, thus improving the safety and quality of food. To guarantee good operation and increase the useful life of the equipment, it is recommended to review the operation and maintenance manual of the packaging machine.

**Keywords:** <REPOWERING>, <AUTOMATION>, < PACKAGING MACHINE>, <LOGO  
SOFT COMFORT (SOFTWARE)>, <SOLID STATE RELAYS>

SANDRA  
PAULINA  
PORRAS  
PUMALEMA

Firmado  
digitalmente por  
SANDRA PAULINA  
PORRAS PUMALEMA  
Fecha: 2022.03.15  
14:48:31 -05'00'

## **INTRODUCCIÓN**

La automatización de procesos en el ámbito industrial alimenticio es inevitable para asegurar la competitividad de las empresas, permitiendo asegurar la calidad de los productos y garantizando que su consumo sea saludable. Experimentando así un notable crecimiento en el sector industrial alimenticio ya que los productos con mejor calidad y menor precio dominan el mercado. La automatización permite una optimización de los procesos de producción mejorando la eficiencia en la utilización de recursos y a su vez reduciendo los tiempos de producción, teniendo así un mayor control de los parámetros de calidad y seguridad alimenticia.

La fábrica “LÁCTEOS SANTILLÁN” se dedica a la fabricación de productos lácteos de varias presentaciones como yogurt, queso, leche, refrescos, entre otros. La fábrica diariamente receipta 30000 litros de leche utilizada para la elaboración de los diferentes productos lácteos. En los últimos años la demanda en el mercado de yogurt se ha incrementado, en nuestro caso específico de 300 litros de yogurt utilizados para la dosificación en envases de 100 ml cada uno, se duplicó la producción teniendo como resultado 6000 unidades en esta presentación semanalmente. Ante esta situación la empresa se vio en la necesidad de contratar más mano de obra para abastecer la demanda del mercado, sin embargo, todo el proceso de dosificación y roscado se realizaba de forma manual debido a que la maquina con la que contaban para realizar dicho proceso se encuentra inactiva debido a un inexistente plan de mantenimiento.

Con la repotenciación de la máquina envasadora y dosificadora rotativa se pretende evitar lo máximo posible el contacto del operador con el producto, ofreciendo al consumidor un producto de calidad e higiénicamente envasado. Para ello se rediseño nuevamente el sistema de control automático del equipo elaborando lo planos eléctricos desde cero y elaborando un plan de mantenimiento preventivo que permita que el equipo se encuentre siempre activo para cumplir las funciones para el cual fue creado.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO REFERENCIAL.

### 1.1. Antecedentes.

La industria alimenticia en la última década ha evolucionado de manera evidente cada vez más enfocándose en cuidar la inocuidad y calidad de sus productos. La mayoría de las empresas han optado la aplicación de las buenas prácticas de manufactura (BPM), beneficiando al empresario y al consumidor en vista que ellas comprenden aspectos de higiene y saneamiento en toda la cadena de producción. Por ello es muy importante que las empresas estén al tanto de avances tecnológicos que les posibilite ser flexibles y dar rápida respuesta a las necesidades y preferencias del consumidor y a los cambios en los patrones de consumo para poder permanecer y crecer en el mercado.(Şenocak, 2019, pp. 3)

La industria láctea ha optado por reemplazar cada vez más procesos manuales a automatizados con el objetivo de reducir el contacto del hombre con el producto.

En Perú la empresa Industrial San Ignacio (Miranda Jefferson Daniel Ayllon, 2019, p.4) rehabilitaron un tablero de control de una máquina tapadora, con la operatividad de la máquina se conseguirá reducir el esfuerzo del operador. Para su estudio realizó un levantamiento de información, para posteriormente realizar los planos de referencia del tablero de control y su respectiva migración al PLC. Su implementación reflejo un incremento en la velocidad de producción de 90 a 270 botellas por minuto.

En la empresa “PRASOL” (Sani y Toapanta 2015, pp. 27) diseñaron, construyeron e implementaron una máquina envasadora y dosificadora para refrescos de 250 y 500 ml, logrando incrementar el volumen de producción. Utilizaron diseños concurrentes para lo cual se implementó la metodología denominada “casa de la calidad” misma que se basa en una vinculación entre la necesidad del cliente y soluciones establecidas por el ingeniero. Finalmente realizaron pruebas de funcionalidad del equipo determinando un incremento significativo de la velocidad de producción

En su investigación (Guanochanga y Jiménez 2015, pp. 21) diseñaron e implementaron una máquina envasadora lineal para la empresa “PARAÍSO” en Salcedo, con el objetivo de envasar yogurt en diferentes presentaciones. El proyecto se realizó en base a investigaciones de teoría mecánica y

eléctricas y su diseño está basado en la capacidad de carga para transportar los envases de yogurt y así evitar posibles fallas en el sistema mecánico.

En la Corporación “BIMARCH CIA LTDA” de Pelileo se desarrolló la reconstrucción y automatización de una máquina envasadora de agua. Para su estudio realizaron un levantamiento de información del estado actual de la máquina y posteriormente analizaron alternativas para la reconstrucción y automatización. Una vez establecidos los requisitos se aplicaron metodologías deductivas para instalar los nuevos componentes e interconectarlos al sistema. Finalmente, con la implementación de la máquina se llegó a la conclusión que la producción se incrementó en un 51,3%. (Ruiz y Giovanni, 2017, pp. 16)

## **1.2. Planteamiento del problema.**

En la fábrica de lácteos PRASOL el proceso de dosificación de yogurt para el envase de 100 ml se lo realiza de forma manual debido a la inactividad de la máquina dosificadora rotativa que se encargaba de realizar este proceso para que los operadores solamente realizaran el empaquetado del producto.

La dosificación del yogurt no tiene peso o volumen específico ya que se lo realiza manualmente, perjudicando inconscientemente a los consumidores cuando lleva menos del volumen específico y perjudicando a la empresa cuando lleva más contenido del establecido. Los operadores se encargan mediante una tubería que está conectada directamente al depósito del yogurt en abrir o cerrar una llave de paso para que salga el líquido para llenar los envases; siendo una manera insegura para la dosificación del yogurt, así mismo el operador enrosca la tapa de forma manual y otro operador se encarga de colocar el adhesivo de la empresa y de empaquetar el producto. Al ser este proceso manual se ha duplicado el personal requerido.

La fábrica PRASOL tiene la necesidad de realizar este proceso más productivo, higiénico, seguro y confiable de la dosificación del yogurt para la producción en envases de 100 ml. Al realizar este proceso de forma manual es poco higiénico y de baja calidad debido a la intervención de los operadores para la manipulación del envase durante el dosificado y roscado

## **1.3. Justificación.**

### **1.3.1. Justificación técnica.**

En los últimos años nuestro país ha crecido exponencialmente dentro de la industria alimenticia,

lo cual obliga que las empresas tomen la decisión de integrar diferentes procesos de producción automatizados, que ayuden a aumentar la productividad y cumplir los estándares de calidad.

Con la finalidad de cumplir los estándares de calidad que exigen las BPM (Buenas Prácticas De Manufactura) respecto a la inocuidad del producto, se repotenciará la máquina dosificadora que cumpla con estos requerimientos. La máquina deberá realizar una exacto dosificado y roscado del producto.

### ***1.3.2. Justificación económica.***

Al automatizar la máquina envasadora y dosificadora rotativa de yogurt se cumplirá con los lineamientos de las BPM que al aplicar dichas normas no es el beneficio mayoritario para el consumidor si no para la empresa; obteniendo ventajas como la optimización de procesos, disminución de pérdidas de recursos para la elaboración del producto, la posibilidad de exportar y la referencia de tener una empresa que cumple con las normas de seguridad para el procesamiento de alimentos, darán un plus que a lo largo se repercutirá en un mayor número de ventas y la posibilidad de que la empresa se expanda ayudando de esta forma a la economía del país.

### ***1.3.3. Justificación social.***

El proyecto surge de la necesidad presentada por la empresa “PRASOL” Lácteos – Santillán, que actualmente cuenta con un sistema manual de dosificado y roscado de yogurt, al repotenciar la máquina se logrará mejorar la inocuidad y calidad del producto, asegurando el bienestar del consumidor.

## **1.4. Objetivos.**

### ***1.4.1. Objetivo general.***

Repotenciar una máquina envasadora y dosificadora rotativa de yogurt de la fábrica de lácteos “PRASOL” ubicada en la parroquia San Luis - Riobamba.

### ***1.4.2. Objetivos específicos.***

Evaluar el estado técnico actual de los componentes de la máquina envasadora.

Restablecer y mejorar las condiciones de funcionamiento de la envasadora en base a requerimientos de la empresa.

Rediseñar el sistema de control automático de la máquina.

Elaborar los planos eléctricos de la máquina.

Realizar pruebas experimentales para comprobar el adecuado funcionamiento de la máquina.

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo del equipo.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO.

#### 2.1. Normativa de productos lácteos.

La industria láctea debe cumplir con normas técnicas para el procesamiento y control de sus productos, las cuales están establecidas por el NTE INEN 2395.

Esta norma trata de los requisitos que deben cumplir las leches fermentadas naturales: yogur, kéfir, kumis, leche cultivada o acidificada; leches fermentadas con ingredientes y leches fermentadas tratadas térmicamente.(INEN, 2011, pp. 2)

#### 2.2. Certificación para productos alimenticios.

En el campo alimenticio se utilizan una serie de certificaciones que ayuda a las empresas a cumplir con términos de sanidad, riesgos de contaminación durante la producción y manipulación de alimentos.

##### 2.2.1. Buenas Prácticas de Manufactura

Las BPM es una certificación muy útil para el desarrollo de procesos alimenticios ya que contribuyen a la elaboración de una producción de alimentos seguros, saludables e inocuos para el consumo humano. Son indispensables para la aplicación del sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control), de un programa de Gestión de Calidad Total (TQM) o de un Sistema de Calidad como ISO 9001.(SM&R, 2021)

**Tabla 1-2:** Beneficios de aplicar las BPM

<b>Beneficios</b>	
<b>BPM</b>	Garantiza a los clientes que los productos son inocuos y seguros.
	Incrementa las oportunidades para acceder a nuevos mercados.
	Ahorro de tiempo realizando una inspección de diagnóstico antes de certificarse ante el Ministerio de Salud.
	Evita el rechazo de los productos en mercados extranjeros.
	Mejorar los sistemas de calidad de la empresa.
	Mejorar el proceso de producción.
	Reducir los tiempos de ejecución de las actividades.
	Establecer puntos críticos como cuellos de botella.
	Mejorar la comunicación interna de la propia organización.
	Ayudar al cumplimiento de las distintas legislaciones vigentes.

Fuente: (SM&R, 2021)

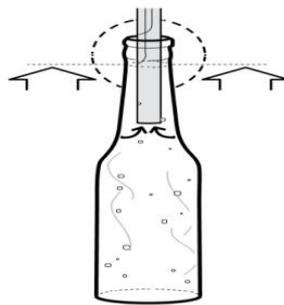
Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### 2.3. Método de dosificación.

Existen varios métodos de dosificar el producto del tanque de almacenamiento hacia el envase, los mismos que se detallan a continuación.

#### 2.3.1. Llenado por nivel.

Este método consiste en ubicar el tanque de almacenamiento en un lugar específico para que el producto pueda fluir sin necesidad de un dispositivo motriz, el contenedor debe mantener un nivel de fluido apropiado para garantizar el correcto dosificado del mismo (ver figura 1-2).



**Figura 1-2:** Llenado de envase por nivel.

Fuente: (Sani y Toapanta, 2015, pp. 53)

#### 2.3.2. Llenado por gravedad.

Es un proceso sencillo de llenado que utiliza la gravedad como mecanismo motriz para que el fluido descienda por la presión atmosférica aplicada al mismo, y no requiere de ningún tipo de mecanismo para su funcionamiento (ver figura 2-2).



**Figura 2-2:** Llenado por gravedad.

Fuente: (Sani y Toapanta, 2015, pp. 54)

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### **2.3.3. Llenado por acción de un pistón.**

Como su nombre lo indica utiliza un pistón para despachar el producto hacia el recipiente, es ideal para fluidos densos o viscosos. El volumen del dosificado depende de la carrera del pistón (ver figura 3-2).



**Figura 3-2:** Llenado por pistón

Fuente: (Minipress, 2021)

## **2.4. Equipos de envasado.**

En la última década la industria alimenticia ha dado un gran salto en el desarrollo tecnológico en cuanto a técnicas de envasado, logrando controlar y estandarizar la calidad, higiene y seguridad de los alimentos de esta manera mejorar la aceptabilidad del producto hacia el consumidor. Ante la necesidad de las empresas de incrementar su productividad, se ha desarrollado máquinas de envasado diseñadas para crear una barrera física entre el producto y el entorno, a continuación, se describe los dos tipos de envasadoras rotativas.

### **2.4.1. Envasadora rotativa.**

Son máquinas ideales para industrias en donde se requiera incrementar el volumen de producción de manera significativa ya que logran producir grandes lotes gracias a que pueden operar a grandes velocidades. El producto entra a la banda transportadora y es guiado hacia un extremo de la mesa rotativa en donde se dosifica el producto, posteriormente se enrosca el envase y sale por el otro extremo cuando termina el ciclo de giro.

Se clasifican de acuerdo con el método de envasado que puede ser por nivel o volumen.

#### 2.4.1.1. *Envasado rotativo de productos líquidos por nivel.*

Son máquinas automatizadas (controladas por medio de un PLC), de llenado rápido que poseen un juego de boquillas que hacen que el sistema de dosificado sea continuo, ideal para productos que generan espuma. Al implementar estos equipos en la industria logramos grandes beneficios como es la disminución del espacio lo que ayuda a tener varias máquinas en un área pequeña.

Estos equipos pueden envasar productos como agua, jugos, bebidas, jarabes, leche, aceites comestibles, limpiadores y detergentes, agroquímicos, productos farmacéuticos y similares, que sean de baja viscosidad y sin sólidos (ver figura 4-2). (Equitek, 2019)



**Figura 4-2:** Equipo para envasado de productos líquidos por nivel, rotativo (EQUITEK)

Fuente: (Equitek, 2019)

#### 2.4.1.2. *Envasado rotativo de productos líquidos por volumen.*

Son equipos de alta precisión de dosificado, gracias a su diseño son ideales para una amplia gama de productos y viscosidades. Basan su tecnología en un sistema de flujómetros electromagnéticos para un dosificado volumétrico, el sistema de control cuenta con un algoritmo de autoajuste, con el cual se revisa el volumen o peso dosificado. Éste se auto ajusta en cada ciclo, logrando con esto una excelente precisión y repetitividad. Tienen un rango de aplicabilidad alto desde productos agresivos como ácidos o solventes, hasta productos tan delicados como fármacos o alimentos delicados, pudiendo envasar a temperaturas de hasta 90°C (ver figura 5-2). (Equitek, 2019)



**Figura 5-2:** Equipo para envasado de productos líquidos por volumen, rotativo  
Fuente: (Equitek, 2019)

## **2.5. Roscado de botellas.**

Una máquina roscadora es una herramienta mecanizada, con gran capacidad de automatización, utilizadas para la rotación y roscado de tapones para garantizar un producto de calidad. La mayoría de las máquinas envasadoras actualmente traen el sistema de roscado ya incorporado en su sistema. (SYSTEMS, 2021)

### **2.5.1. Roscadora mecánica.**

Para su funcionamiento primero se debe asegurar la botella contra un giro indeseado, El cabezal del roscador ejerce una presión sobre la botella por medio de un resorte al mismo tiempo un motor gira en el sentido de las manecillas del reloj y enrosca. para este proceso se utilizan botellas tipo PET.

### **2.5.2. Roscador electrónico.**

Este tipo de roscador basan su funcionamiento en un dispositivo anti - torsión ubicado en el cuello de la botella con el fin de evitar la torción indeseada, posteriormente el cabezal del roscador coloca la tapa en el contenedor y lo presiona, al mismo tiempo un servomotor se acciona y termina el proceso.

## 2.6. Sistema de transporte.

Es un sistema muy empleado en la industria para llevar un producto o material de un punto a otro de manera continua, para el campo alimenticio se fabrican en acero inoxidable AISI 304, entre el tipo de transportador más habitual se considera el de placas articuladas.

### 2.6.1. Transportador por placas articuladas.

Esta configuración por placas articuladas tiene un rango de aplicación muy amplio ya que se las utiliza cuando los materiales tienen características especiales de transporte como temperatura, tamaño o peso. Todos los elementos están montados en un bastidor construido con perfiles de acero laminado en caliente, electrosoldados para formar un conjunto de gran robustez. En la parte superior de este chasis, van colocados unos carriles por los cuales se deslizan las ruedas que transportan las bandejas, mientras que en la parte inferior van dispuestas unas series de rodillos de reenvío y en la parte lateral la plataforma para colocación del grupo motorreductor (ver figura 6-2). (INDUSTRIAS MECANICAS SEGUI, 2019)



**Figura 6-2:** Transportador de placas articuladas  
Fuente: (roma, 2021)

## 2.7. Generalidades de la automatización.

Se define un sistema automatizado como aquel proceso que es capaz de reaccionar de forma automática sin intervención humana ante los cambios que se producen en el mismo, realizando las acciones adecuadas para cumplir una determinada función para la que ha sido diseñada. (Vicente y Latorre, 2010, pp. 7)

Los avances tecnológicos y la globalización industrial obligan a las empresas a adoptar la automatización en todos sus procesos, esto les permite mejorar significativamente su productividad, aumentar su calidad y reducir costes por mano de obra. Utiliza medios eléctricos

y electrónicos programables (según la necesidad del usuario) para controlar el encendido y apagado de todos los dispositivos conectados al sistema.

Para entender el funcionamiento de un sistema automatizado de una máquina o equipo se debe analizar en dos partes principales, la parte de mando o control y la parte de fuerza o potencia.

El sistema de mando se compone de un conjunto de elementos electrónicos programables que nos ayuda a controlar (recibir órdenes y ejecutar) el encendido y apagado de todos los actuadores que se encuentran en el sistema de potencia.

El sistema de potencia o fuerza se encarga de realizar el trabajo útil, siempre y cuando reciba orden y ejecución del sistema de mando, en esta etapa se encuentran diferentes tipos de actuadores como contactores, relés, motores, luminarias entre otros.

## 2.8. Elementos de mando y control de las envasadoras.

### 2.8.1. Contactor.

#### 2.8.1.1. Parámetros de selección.

Antes de seleccionar un contactor es necesario tener en cuenta los siguientes parámetros (ver tabla 2-2).

**Tabla 2-2:** Parámetros de selección de un contactor

<b>Parámetros de selección de un contactor</b>	
<b>Tensión nominal de empleo</b>	Tensión máxima en la que sus contactos mantendrán sus características de conmutación.
<b>Tensión de alimentación y naturaleza de la bobina</b>	Puede ser corriente alterna o continua ya que mantienen los mismos criterios en el diseño y construcción.
<b>Número de contactos de fuerza y de maniobra</b>	Los contactos de fuerza dependen del número de fases de la alimentación y generalmente son tres. Su número de contactos depende de la función que va a realizar en el circuito de mando y mínimo tendrá un contacto abierto "NA".
<b>Categoría de empleo</b>	Definida por el tipo de receptor y su modo de funcionamiento. En automatismos eléctricos podemos resumir tres tipos. AC1 para receptores resistivos, AC3 para motores asíncronos, AC2 y AC4 para motores asíncronos con rotor en cortocircuito y de rotor bobinado.
<b>Rango de intensidad</b>	Depende de la categoría de empleo, intensidad nominal del motor y de la durabilidad deseada.

Fuente: (BIRT, 2021)

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 7-2:** Contactor (LS)

Fuente:(INSELEC, 2021)

## 2.8.2. Relé térmico.

### 2.8.2.1. Parámetros de selección.

Antes de seleccionar un relé térmico se debe tener en cuenta los siguientes parámetros (ver tabla 3-2).

**Tabla 3-2:** Parámetros de selección de un relé térmico.

Magnitud	Unidad	Símbolo
Tensión	Voltaje	V
Potencia	Watts	W
Factor de potencia	Adimensional	Cos $\varphi$

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

Una vez conocidos los parámetros antes mencionados se calcula la intensidad absoluta con la siguiente expresión y posteriormente se selecciona el dispositivo en el catálogo de fabricante (ver figura 8-2).



**Figura 8-2:** Relé térmico (LS)

Fuente:(INSELEC, 2021)

### 2.8.3. Relé de estado sólido.

Un relé de estado sólido (SSR en inglés) es un dispositivo interruptor electrónico que conmuta el paso de la electricidad cuando una pequeña corriente es aplicada en sus terminales de control. Los SSR consisten en un sensor que responde a una entrada apropiada (señal de control), un interruptor electrónico de estado sólido conmuta el circuito de carga, y un mecanismo de acoplamiento que a partir de la señal de control activa este interruptor sin partes mecánicas. El relé puede estar diseñado para conmutar corriente alterna o continua. Hace la misma función que el relé electromecánico, pero sin partes móviles (ver figura 9-2).(SILGE, 2021)



**Figura 9-2:** Relé de estado sólido

Fuente: (SILGE, 2021)

#### 2.8.3.1. Parámetros de selección.

Para seleccionar un relevador de estado sólido SSR se debe tener en cuenta varios aspectos del funcionamiento del sistema como identificar el voltaje y la corriente.

- *Factor voltaje.* Primero se debe identificar el tipo de corriente de la carga si su alimentación es directa o alterna, posteriormente determinar la capacidad de voltaje necesaria para que funcione la carga.
- *Factor corriente.* Este factor de selección es determinado por la máxima capacidad de consumo de corriente que utilizará la carga, identificado este factor seleccionamos el relevador que mejor se adapte a las condiciones establecidas.

#### 2.8.3.2. Diferencias de un relé de estado sólido respecto a los relés electromagnéticos.

##### **Relés de estado sólido.**

- No posee partes móviles para la activación de sus contactos

- Posee un solo contacto
- No genera ruido
- Alta velocidad de conmutación y larga vida
- Bajo consumo de mando
- Insensible contra vibraciones y golpes
- Número ilimitado de conmutaciones.

### **Relés electromagnéticos.**

- Utiliza piezas móviles accionar sus contactos
- Para abrir y cerrar los contactos depende de una bobina electromagnética.
- Poseen múltiples contactos
- Su vida útil aproximadamente es de 100.000 ciclos esto puede aumentar o disminuir según la corriente aplicada al relé.
- Posibilidad de soportar sobrecargas.

#### **2.8.4. Variador de frecuencia en sistemas de envasado.**

En las envasadoras de productos líquidos el variador de frecuencia es utilizado para controlar funciones como la velocidad de la banda transportadora y el mecanismo de la cruz de malta al momento de trasladar los envases con el fin de evitar que se desplomen (ver figura 10-2).



**Figura 10-2:** Variador de frecuencia (LS).

Fuente: (VMC, 2021)

#### 2.8.4.1. Conexión de los dispositivos periféricos del variador.

Para el funcionamiento correcto del variador, es necesario que los siguientes dispositivos periféricos se elijan correctamente, y realizar las conexiones correspondientes para garantizar el funcionamiento normal del equipo (ver tabla 4-2).

**Tabla 4-2:** Dispositivos periféricos

1	<b>Alimentación AC</b>	Utilizar una fuente de alimentación con un voltaje adecuado a la potencia de entrada del variador.
2	<b>Interruptor diferencial</b>	Seleccionar cuidadosamente los circuitos de protección, porque el variador podría recibir un pico de corriente al estar conectado.
3	<b>Contactor magnético</b>	Una vez instalado no se debe utilizar para poner en marcha o parar el equipo. Podría reducirse la vida útil del variador.
4	<b>Filtros RFI</b>	Filtros RFI, para asegurar el cumplimiento de las normas EMC (Compatibilidad electromagnética) Tanto en ambientes industriales como domésticos.
5	<b>Instalación y conexión</b>	Al operar el variador a pleno rendimiento por un tiempo prolongado instalar el equipo en un lugar adecuado y con el necesario espacio alrededor. El conexión incorrecto de los bornes podría dañar la unidad.
6	<b>Motor</b>	No conectar condensadores, supresores de sobretensión transitoria o filtros RFI en los bornes de salida del variador.

Fuente: (Industrial Systems, 2016, p.25)

Realizador por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 2.8.5. Pantalla táctil Kinco.

Esta pantalla HMI a resolución 800x480 pixel de alto rendimiento, alta velocidad de procesamiento de datos, velocidad de transmisión y velocidad de conmutación más eficiente, adicionalmente cuenta con retroalimentación LED para así poder ajustarse el brillo manualmente.(INDUSTRIALES ANDES, 2021)

Es un display de texto que funciona a 12/24 VDC y está diseñado como una interfaz para los operarios de máquina, puede conectarse en más de 30 marcas y varios modelos de relés programables (ver figura 11-2).



**Figura 11-2:** Pantalla táctil Kinco 7 pulgadas.

Fuente: (Kinco, 2021)

## 2.8.6. Sensores.

### 2.8.6.1. Sensor inductivo.

Un sensor inductivo detecta sin contacto físico la proximidad de un objeto metálico, dependiendo del modelo el rango de detección varía entre 0.5 y 50 milímetros. Al contar con un suministro eléctrico su bobina genera un campo magnético de alta frecuencia, que, al acercarse un objeto conductor, fluye una corriente debido a que la inducción electromagnética aumenta mientras más se aproxima al sensor. Las ondas que emite el campo magnético son atenuadas cuando detectan la presencia de un objeto, y genera una señal eléctrica que puede utilizarse un determinado proceso como la conmutación de válvulas (ver figura 12-2).



**Figura 12-2:** Sensor inductivo (Balluff)

Fuente: (Balluff, 2021)

- *Tipo de sensores inductivos.* Según el tipo de aplicación se clasifican en blindados y no blindados (ver tabla 5-2).

**Tabla 5-2:** Tipo de sensores inductivos

<b>Sensores inductivos</b>	
<b>Blindados o protegidos</b>	<b>No blindados o no protegidos</b>
Su campo magnético está dirigido hacia el frente.	Campo de detección más abierto.
Se puede colocar al ras del metal.	No pueden montarse al ras del metal.
Más precisos: Uso en posicionamiento	Detección de presencia de objetos.
Las distancias de detección son más cortas que en los no blindados.	Distancias más grandes.

Fuente: (Sigma, 2014)

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### 2.8.6.2. Sensor fotoeléctrico retro reflectivo polarizado.

Son dispositivos de proximidad sin contacto que detectan la presencia de un objeto (color, brillo tamaño o presencia) mediante luz visible o no visible (ver figura 13-2).



**Figura 13-2:** Sensor fotoeléctrico retro reflectivo polarizado

Fuente: (AECO, 2021)

### 2.8.6.3. Parámetros de selección de un sensor de proximidad.

Para elegir un sensor se debe tener en cuenta los siguientes aspectos (ver tabla 6-2).

**Tabla 6-2:** Parámetros para la selección de un sensor.

Parámetro	Descripción
Materiales/Objetos detectados	Vidrio, plástico, metal, madera, papel, cerámica, etc.
Tipo de sensor	Inductivo, capacitivo, infrarrojo, fotoeléctrico o de ultrasonido.
Diseño	Cilíndricos o rectangulares
Distancia de detección	Cada sensor tiene un rango de detección por lo que dependerá del entorno donde va a trabajar el sensor.
Voltaje de alimentación	<ul style="list-style-type: none"><li>Alimentación CC: 12-24 VCC</li><li>Alimentación CA: 24-240 VCA</li></ul>
Salida de control	<ul style="list-style-type: none"><li>Alimentación CC: NPN/PNP, 2 salidas simultáneas.</li><li>Alimentación CC/CA: salidas a relevador.</li></ul>
Conexión	Longitud del cable

Fuente: (Autonics, 2013, pp. 14)

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### 2.8.7. Logo Siemens V8.

Se lo conoce como relé programable y está diseñado para automatizaciones de pequeñas aplicaciones industriales, por su facilidad de montaje, mínimos de requerimiento de cableado y su programación sencilla. Se compone de un número reducido de entradas y salidas, a su vez tiene la capacidad de manejar señales digitales y analógicas (ver figura 14-2).

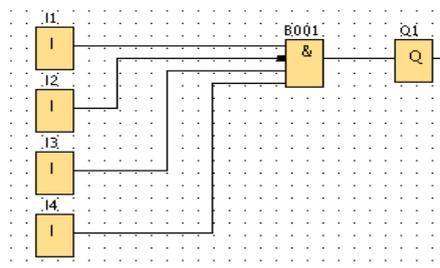


**Figura 14-2:** Logo Siemens V8.

Fuente: (INDUSTRY MALL, 2021)

#### 2.8.7.1. Programación de logo.

- *Lenguaje FUP.* Se basa en bloques lógicos del estilo OR, AND, etc. Donde la idea es ir intercalando bloques lógicos de forma gráfica. (Siemenslogo, 2021)

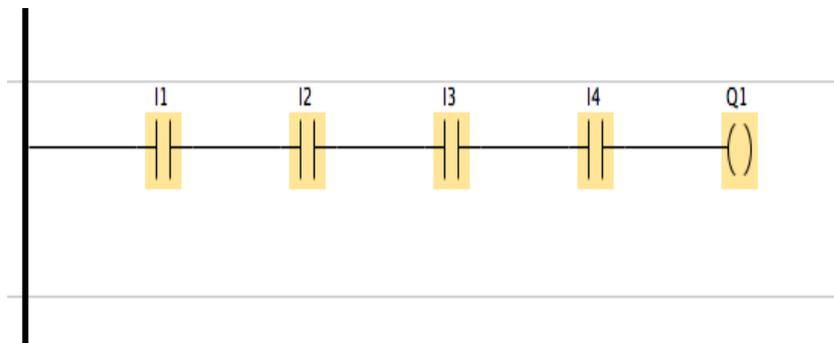


**Figura 15-2:** Lenguaje de programación FUP

Fuente: (Siemenslogo, 2021)

- *Lenguaje KOP.* Es una programación por diagrama de contactos, su forma proviene de la representación de contactos eléctricos. No es necesario añadir bloques lógicos ya que

la lógica booleana se realiza mediante contactos en serie o paralelo, en comparación con el lenguaje FUP.(Siemenslogo, 2021)



**Figura 16-2:** Lenguaje KOP

**Fuente:** (Siemenslogo, 2021)

### 2.8.7.2. *Parámetros de selección de un logo.*

Para el desarrollo de un proyecto de automatización es necesario conocer características técnicas que nos ayudaran en la selección de un logo (ver tabla 7-2).

**Tabla 7-2:** Parámetros de selección de un logo

<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>
Cantidad de entradas digitales	Botones y sensores
Cantidad de salidas digitales	Contactores, relés, VDF.
Tipos de comunicación	Ethernet TCP/IP, Serial RS232, Serial RS485.
Tipo de software	Software gratuito o con licencias.
Capacidad de expansión	Cuantos módulos adicionales pueden soportar.

**Fuente:** (ElectricalChile, 2020)

**Realizado por:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### 2.8.7.3. *Software de programación (LOGO Soft Comfort V8.3)*

Software muy flexible que ofrece la programación individual ideal para la implementación de tareas de automatización simples en la industria. Se puede crear y simular programas de conmutación en diagrama de funciones (FBD) o diagramas de contactos (LD).(Siemens, 2021)

### 2.8.8. *Módulo de expansión LOGO DM8.*

Cuando el número de entradas y salidas del logo no son suficiente para realizar la automatización de un sistema, los módulos de expansión son ideales para completar el proceso. Para su funcionamiento requiere acoplar un LOGO V8 el cual será el maestro de la unidad de expansión (ver figura 17-2)



**Figura 17-2:** Módulo de expansión Siemens DM8

Fuente: (siemenslogo, 2021)

### 2.8.8.1. Codificación.

Para identificar un módulo de expansión se establece un código alfanumérico (ver tabla 8-2).

**Tabla 8-2:** Descripción del código del módulo de expansión

Código	Descripción
<b>DM8 24R</b>	
<b>DM</b>	Módulo digital
<b>8</b>	4 entradas; 4 salidas
<b>24</b>	Tensión de entrada a 24 V
<b>R</b>	Salidas a rele.

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### 2.8.8.2. Parámetros de selección.

**Tabla 9-2:** Parámetros de selección de un módulo de expansión

Parámetro	Descripción
Tipo de señal	Analógica o digital.
Entradas y salidas	Número de entradas y salidas que se requiere expandir.
Tensión	Tensión de entrada de los contactos.
Tipo de señal de entrada	AC/DC

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

## 2.9. Sistema mecánico.

### 2.9.1. Motorreductor.

El sistema comprende dos motores de inducción trifásica (banda transportadora y cruz de malta) cada uno de ellos conectados a un variador de frecuencia de manera que se pueda controlar la velocidad de cada sistema de acuerdo con los requerimientos del operador (ver figura 18-2).



**Figura 18-2:** Motorreductor.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### 2.9.2. Rodamientos.

Los rodamientos soportan y guían elementos giratorios u oscilantes de las máquinas, por ejemplo, árboles, ejes o ruedas, y transfieren las cargas entre los componentes de la máquina. Ofrecen gran precisión y baja fricción y, por lo tanto, admiten velocidades de giro elevadas al tiempo que reducen el ruido, el calor, el consumo de energía y el desgaste.(SKF, 2021)

#### 2.9.2.1. Rodamiento según el tipo de sello.

El sello aísla al rodamiento del exterior con el fin de evitar que entren partículas que puedan contaminar la pista interna. Estos sellos pueden ser de goma o metálicos según el entorno de aplicación del rodamiento.

- *Rodamientos con sello metálico.* Industrialmente se los diferencia por su codificación Z (posee un solo sello y se lo lubrica con aceite) o ZZ (doble sello metálico, no necesitan mantenimiento) y son rodamientos que tienen un mayor rango de protección frente a partículas contaminantes, su principal ventaja es que generan menos fricción respecto a los de sellos de goma (ver figura 19-2).



**Figura 19-2:** Rodamiento con sello metálico

Fuente: (JVL Europe, 2021)

- *Rodamiento con sello de goma.* Generalmente se los identifica por las siglas RS, son elementos de sello removible para su lubricación, producen más fricción respecto a los sellos metálicos pero su ventaja es que son elementos más livianos y de fácil mantenimiento (ver figura 20-2).



**Figura 20-2:** Rodamiento con sello de goma

Fuente: (SKF, 2021)

### 2.9.3. *Chumacera.*

Es un elemento donde se apoya y gira el eje de una máquina. Con la chumacera las máquinas mantienen sus piezas giratorias en la posición de trabajo establecida, teniendo un mínimo de fricción entre el eje y la chumacera correspondiente (ver figura 21-2).

Son diseñadas para trabajar de forma continua y aguantar cargas moderadas de trabajo, las fallas en las chumaceras ocurren generalmente por la falta de lubricación o por alguna carga excesiva.

#### 2.9.3.1. *Aspectos generales.*

- *Selección.* Lo primero es verificar el tamaño del eje, incluyendo su flexión y carga de torsión. También se debe considerar la capacidad del cojinete para soportar la carga, ya que están diseñadas de acuerdo con el uso y la fuerza.
- *Montaje.* Es necesario cerciorarse que las superficies de apoyo estén completamente limpias y también se debe verificar su planitud. Los rodamientos se proporcionan pre lubricados, si es necesario engrasar de nuevo, por las duras condiciones de servicio se recomienda utilizar una grasa de la misma base y consistencia que fue utilizada previamente en el rodamiento.



**Figura 21-2:** Chumacera F204.

**Fuente:** (Rodaseros, 2021)

#### **2.9.4. Piñón y cadena.**

Son elementos que sirven para transmitir movimiento giratorio entre dos ejes paralelos, debido a que la transmisión no produce fricción son empleados en mecanismos de alta potencia generalmente van acompañados de reductores de velocidad (ver figura.22-2).



**Figura 22-2:** Transmisión por cadena

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### **2.9.5. Cruz de malta.**

También conocida como rueda de ginebra, es un mecanismo que transforma un movimiento circular en movimiento rotatorio intermitente. Se constituye por un engranaje donde la rueda conductora tiene un pivote que al alcanzar un carril de la rueda conducida esta avanza un paso, este paso queda definido por el ángulo formado por los ejes de la cruz de malta (ver figura 23-2).



**Figura 23-2:** Cruz de malta

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

## 2.10. Sistema neumático.

### 2.10.1. Cilindro neumático de doble efecto.

Un cilindro de doble acción utiliza aire comprimido para producir trabajo en ambos sentidos de movimiento, avance y retorno. Sus áreas efectivas de actuación de la presión son diferentes, pues el área de la cámara trasera es mayor en comparación con la cámara delantera, la acción del aire sobre toda esta área es impedida al tomar en cuenta el diámetro del vástago.

El aire comprimido ingresa y sale de forma alternada por los dos orificios que existen en los cabezales, uno en la parte trasera y el otro al extremo, de esta forma provocan los movimientos de avance y retorno. Cuando una cámara recibe aire, la otra está en comunicación con la atmósfera. Esta operación se mantiene hasta el momento de inversión de la válvula de comando, al alternar la admisión del aire en las cámaras, el pistón se desplaza en sentido contrario (ver figura 24-2).



**Figura 24-2:** Cilindro de doble efecto (TAYLOR)

Fuente: (TAYLOR, 2021)

### 2.10.2. Unidad de mantenimiento (FRL).

Es un equipo que se conecta a la entrada de la máquina que usa aire comprimido con el objetivo de liberar y purificar el aire de cualquier tipo de impureza que podría ingresar al sistema de esta manera conseguir una presión uniforme. Esta formado de tres elementos:(mundocompresor, 2021)

- *Filtro.* Es el elemento encargado de atrapar partículas de polvo, óxido o suciedad en el aire comprimido
- *Regulador.* Tiene como objetivo mantener constante la presión del circuito de aire comprimido, de tal manera que nos permite regular el valor de la presión según el requerimiento del equipo.
- *Lubricador.* Después de la etapa de filtrado y regulación de presión, el aire entra al lubricador mezclándose con una capa fina de aceite este proceso servirá para lubricar los dispositivos neumáticos del sistema de esta manera reducir la fricción y evitar el desgaste prematuro de los elementos.



**Figura 25-2:** Unidad de mantenimiento (AISER)

Fuente. (aiser, 2021)

#### 2.10.2.1. Selección de la unidad de mantenimiento.

En el sector alimentario, la higiene es el requisito principal para garantizar la calidad del producto acabado. Durante la producción, los procesos neumáticos y el transporte de sustancias requieren aire comprimido de pureza absoluta.(BEKO, 2015)

Para garantizar la calidad del producto se debe tener en cuenta los siguientes aspectos antes de seleccionar la unidad de mantenimiento FRL.

- Para evitar pérdidas de presión se debe tener en cuenta el caudal total en m<sup>3</sup>/h de este factor dependerá el tamaño de la unidad.
- La presión de trabajo no deberá sobrepasar el valor de dimensionamiento de la unidad.
- La temperatura no deberá exceder los 50 °C.

### 2.10.3. *Electroválvula.*

Las electroválvulas son dispositivos que se accionan mediante pulsos eléctricos. Se mueven gracias a la corriente que circula a través de una bobina solenoide, abriendo o cerrando la válvula, controlando de esta manera el flujo de fluidos.

Las electroválvulas se aplican en surtidores automáticos de combustible, dosificadores de líquidos o gases, regulación de niveles de líquidos en máquinas envasadoras, en máquinas de café, entre otras aplicaciones (ver figura 26-2).



**Figura 26-2:** Electroválvula 5/2 (E-MC).

Fuente:(MSI, 2021)

#### 2.10.3.1. *Selección de las electroválvulas.*

Para su correcto dimensionamiento se deben tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Tipo de fluido.
- Volumen del flujo.
- Presión del fluido.
- Velocidad de accionamiento
- Número posiciones.
- Número de vías.

### 2.10.3.2. Silenciador.

Los silenciadores utilizan una malla de aire de bronce sinterizado poroso para reducir los ruidos de escape de aire de las válvulas, cilindros y otros productos neumáticos para un funcionamiento silencioso del sistema. Los silenciadores ayudan a cumplir con los requisitos de OSHA al mantener niveles seguros de ruido en el lugar de trabajo por debajo de 90 dBA con una restricción de flujo mínima (ver figura 27-2).



**Figura 27-2:** Silenciador (Clippard)

Fuente: (Clippard, 2021)

### 2.10.4. Manguera neumática.

Se considera como el medio por donde circula el aire comprimido de un componente a otro dentro de un circuito neumático. En el campo alimenticio se usan dos tipos de mangueras para la alimentación de sistemas neumáticos como son el poliuretano y poliamida (ver tabla 10-2).

**Tabla 10-2:** Características de las mangueras neumáticas de Poliuretano y Poliamida

	Tubo de Poliuretano (PU)		Tubo de Poliamida (PA)	
Material	Poliuretano Poliéster		Poliamida PA 12	
Características	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flexibilidad y longevidad.</li> <li>• Excelente memoria.</li> <li>• Resistencia a los aceites y grasas.</li> <li>• Resistencia a la abrasión.</li> <li>• Estabilidad térmica.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recuperación de la forma inicial.</li> <li>• Resistencia a la hidrólisis y a los productos químicos.</li> </ul>	
Presión de servicio a 20 °C	Ø ext (mm)	Presión (Bar)	Ø ext (mm)	Presión (Bar)
	3	14	3	27
	4	10	4	23
	5	11	5	29
	6	9	6	27
	8	8.5	8	18
	10	8.5	10	18
	12	9	12	14
	14	9	14	12
	16	9	16	14

Fuente: (Prevost, 2016, pp. 217)

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

**Tabla 11-2:** (Continua)

Temperatura	[-20°C a 70°C]	[-40°C a 1000°C]
Norma	NF: E 49-101	NF E 49-100 DIN 74324-1 DIN 73378
Diámetro exterior (mm)	3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16	3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16
Colores	Azul, Amarillo, Rojo, Negro, Verde, Gris, Incoloro	Azul, Amarillo, Rojo, Negro, Verde, Gris, Incoloro
Dureza	52 Shore D	63 Shore D
Resistencia a la tracción	40 MPa	
Dificultad a la rotura		50 MPa
Alargamiento a la rotura	470%	300%
Fuerza con 100% de alargamiento	16MPa	
Alargamiento al límite máximo		25%
Tensión al umbral		24 MPa
Resistencia al desgarro	120 N/m	
Abrasión	35 mm <sup>3</sup>	
Comportamiento al fuego	HB UL 94	HB UL 94

Fuente: (Prevost, 2016, pp. 217)

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### 2.10.5. *Racor plástico.*

Su uso es limitado principalmente en industrias alimentarias como la agricultura, fontanería, de tratamiento de agua, máquinas tipo vending y en aplicaciones de aire comprimido.

A continuación, se muestran los tres tipos de racores plásticos (ver tabla 12-2)

**Tabla 12-2:** Tipos de racores plásticos.

<b>Racores de CPVC</b>	A diferencia del PVC, el CPVC tiene una resina que lo hace un plástico mucho más resistente a la presión, corrosión o golpes. Se utilizan para fontanería, líquidos calientes y el manejo de líquidos industriales.
<b>Racores de polietileno PE</b>	Es común encontrarlo en sistemas de agua potable como en la distribución de agua para riego tanto en agricultura como en jardines de viviendas. Suelen presentar una junta de goma que permite la estanqueidad.
<b>Racores de polipropileno</b>	Son utilizados para uso alimentario y en agua, por ejemplo, en sistemas de purificación alimentarios o sistemas neumáticos.

Fuente: (arco, 2021)

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

## 2.11. Recuperación de las superficies metálicas afectadas por la oxidación.

Para decidir si recuperar o no una pieza metálica se debe tener en cuenta dos aspectos; el nivel de deterioro (grado de oxidación) y el procedimiento para la recuperación de las piezas. Finalmente se establecerá el tratamiento para proteger las superficies de la oxidación y alargar su vida útil.



**Figura 28-2:** Superficie oxidada.

Fuente: (Deco moda, 2013)

### 2.11.1. Recuperación del metal oxidado mediante pulido

Se lo puede realizar manualmente o con la ayuda de máquinas como lijadoras, taladros, amoladoras, entre otras. Lo primordial es comenzar por las áreas más afectadas, posteriormente seguir con las zonas menos perjudicadas por el óxido. Se debe comenzar a pulir con las lijas más ásperas y terminar con las de grado fino para un mejor proceso.

### 2.11.2. Elementos para pulir el metal.

Entre los productos abrasivos que pueden usarse para lijar, están los cepillos de cerda de metal, los discos de lijado, los cepillos mecanizados, lana para metales y las lijas, son algunos ejemplos para eliminar el óxido sin dañar el metal.



**Figura 29-2:** Cepillo mecanizado de alambre.

Fuente: (BOSCH, 2021)

### 2.11.3. Medidas de seguridad para pulir el metal oxidado.

Al iniciar el pulido de cualquier superficie, especialmente si está oxidada, se recomienda usar los implementos de seguridad. El equipo de seguridad estará conformado por guantes de cuero, lentes

de seguridad que protejan que el polvo del óxido ingreso a los ojos; orejeras y un respirador que evite la inhalación de partículas. Aunque el proceso de lijado pueda dejar las piezas como nueva, lo ideal es que, para evitar que el óxido vuelva a aparecer se use un tratamiento antioxidante.(NORTON, 2021)

**2.11.4. Pintura como alternativa para combatir el óxido en piezas metálicas.**

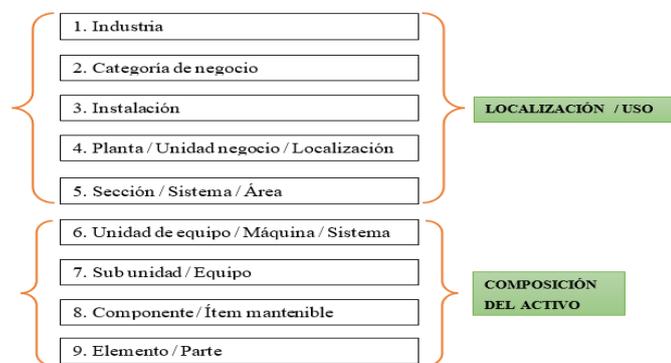
La corrosión puede evitarse de forma eficaz con pintura para óxido, lo recomendable es pintar frecuentemente los elementos que son propensos a oxidarse al estar en ambientes húmedos. Un punto importante para considerar es que la pintura para metal es diferente a otro tipo de pinturas, en comparación con la clase de pintura para decoración. (BLATEM, 2020)

La preparación de la superficie a tratar es muy relevante, se recomienda lijarlas para eliminar el óxido y toda la pintura, así como los restos que puedan quedar y, una vez totalmente limpia la zona, aplicar en lo posible una capa de imprimación. (BLATEM, 2020)

**2.12. Codificación.**

La norma que establece y proporciona directrices para la estructura jerárquica de un inventario técnico, es la norma ISO 14224.

Para la clasificación de los ítems la norma ISO 14224 basa su principio en grupos genéricos basados en factores posiblemente comunes a varios ítems como ubicación, uso, subdivisión de equipos, etc. La figura 30-2 muestra la clasificación de los datos relevantes a recolectar, según el estándar internacional representada por una jerarquía. (International Organization for Standardization, 2000, pp. 38)

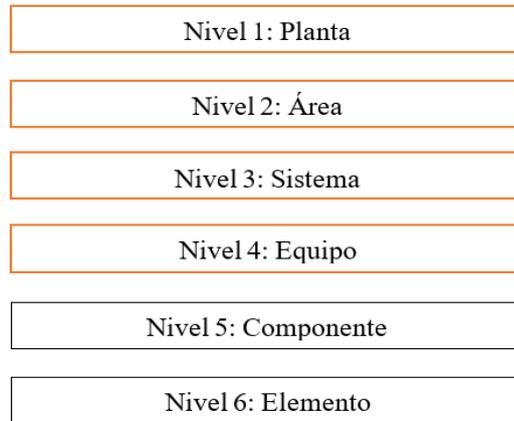


**Figura 30-2:** Clasificación de la Taxonomía con niveles taxonómicos.

**Fuente:** (International Organization for Standardization, 2000, pp. 38)

**Realizado por:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

Para establecer un inventario técnico, se deberá definir por lo menos 4 de 9 niveles de la clasificación taxonómica de la figura 30-2:



**Figura 31-2:** Niveles para el inventario de activos a mantener.

**Fuente:** (International Organization for Standardization, 2000, pp. 38)

**Realizado por:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### 2.12.1. Tipos de equipos para levantamiento de inventario.

La codificación de los equipos de la envasadora requiere que se realicen de forma legible y entendible para el trabajador y que sea de fácil accesibilidad para los lectores al momento de utilizar las listas de codificación implantadas para el equipo. (Sánchez, 2019, pp. 79)

Para identificar un elemento, componente o equipo, SisMAC (sistema de mantenimiento asistido por computadora) nos ofrece tablas con codificación de los diferentes tipos de equipos para el levantamiento de inventario, clasificadas en familias según su tipo (eléctricos, seguridad informáticos y mecánicos) mismas que se utilizará en el desarrollo del proyecto técnico. (ver tabla 13-2)

**Tabla 13-2:** Tipo de equipos para levantamiento de inventarios.

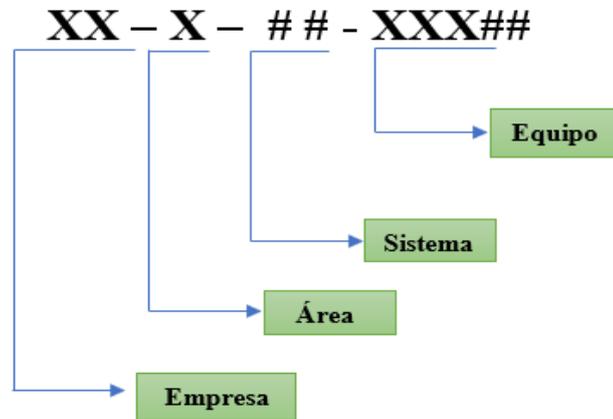
<b>Código</b>	<b>Familia</b>		<b>Descripción</b>
BT	Mecánicos	M	Banda transportadora
MR	Eléctrico	E	Motorreductor
ST	Mecánicos	M	Mecanismo de transmisión
CR	Mecánicos	M	Mecanismo cruz de malta
DO	Mecánicos	M	Dosificador
DP	Mecánicos	M	Tanque de almacenamiento del producto
RO	Mecánicos	M	Roscador
TA	Eléctrico	E	Tablero eléctrico

**Fuente:** (SisMAC, 2017)

**Realizado por:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### 2.12.2. Estructura del código.

El lector deberá identificar la estructura del código de los equipos de la envasadora mediante la figura 32-2.



**Figura 32-2:** Estructura del código

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

**Nota:** Para el desarrollo de la codificación de los equipos de la envasadora se utilizarán los niveles planta, área, sistema y equipo.

## CAPÍTULO III

### 3. REPOTENCIACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE LA MÁQUINA DOSIFICADORA ROTATIVA.

#### 3.1. Determinación del estado técnico y de operación actuales.

##### 3.1.1. *Estado general de la envasadora.*

Con el objetivo de mejorar sus procesos de manufactura en el área de yogurt en el año 2013 la empresa PRASOL adquiere una envasadora dosificadora rotativa a la empresa MASTERPACK de la ciudad de Latacunga, el equipo se encontró operativo durante 3 años, pero debido a la falta de un plan de mantenimiento se ocasionó el paro total de la envasadora. Su inactividad y abandono provocó que los sistemas de control, mando, neumático y mecánico se deterioren casi en su totalidad (ver figuras 1-3, 2-3, 3-3).

Los principales componentes que intervienen en el proceso de envasado de yogurt son los siguientes:

- Banda transportadora.
- Mesa rotativa.
- Dosificador.
- Roscador.
- Retenedor de envases.
- Tablero de control.
- Tablero de potencia.
- Elementos neumáticos.



**Figura 1-3:** Vista frontal de la máquina envasadora

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 2-3:** Vista lateral de la máquina envasadora

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 3-3:** Vista posterior de la máquina envasadora

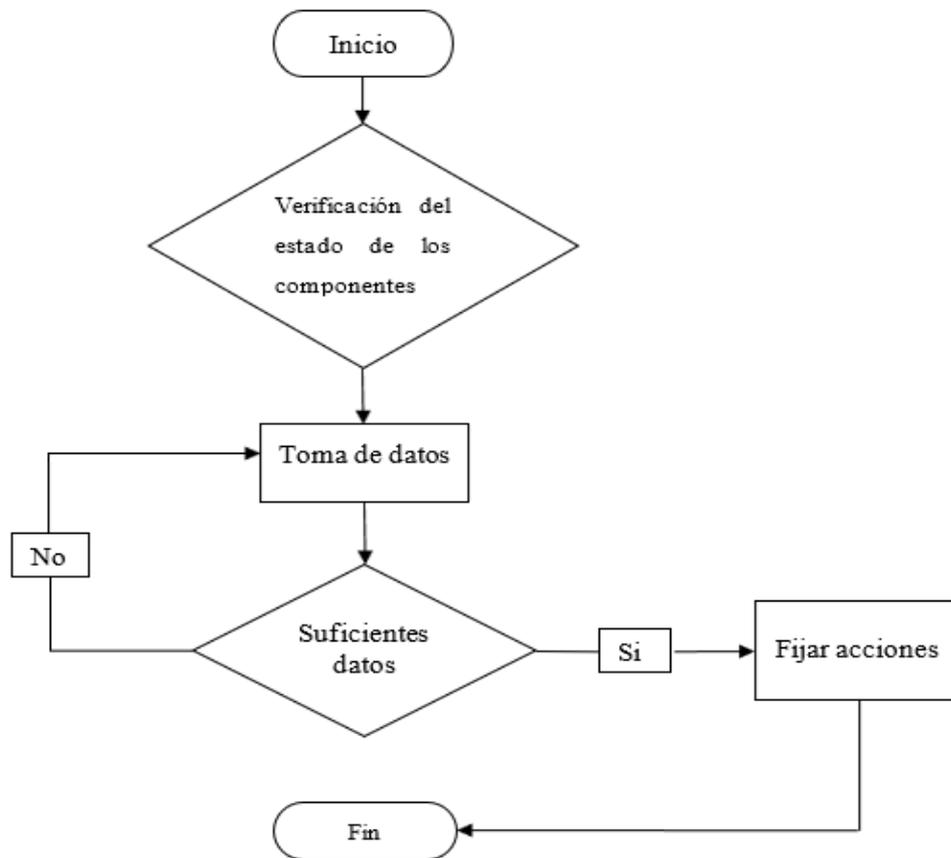
**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### **3.1.2. Sistematización de información técnica del equipo.**

En la determinación del estado técnico y operacional de la máquina envasadora y dosificadora rotativa de yogurt es preciso recolectar información de cada sistema presente en el equipo.

Para la toma de datos se realizó un diagrama de flujo, en éste se incorporó varias actividades que fueron ejecutadas en las etapas que intervienen en la máquina. De esta manera se examinó los

sistemas eléctrico, neumático y mecánico del equipo, para el desarrollo de la repotenciación de la máquina.



**Figura 4-3:** Diagrama de flujo para la sistematización de información técnica del equipo.

**Realizado por:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

Para la sistematización e interpretación de los datos, se utilizaron formatos propios considerados necesarios para este trabajo que serán de provecho para la empresa Lácteos Santillán en la gestión de la máquina envasadora y dosificadora giratoria de yogurt, manejando de mejor manera sus recursos. Los formatos que se elaborarán son los siguientes:

- Diagrama de flujo de adquisición de información técnica.
- Fichas de datos técnicos y de operación.
- Ponderación de criterios del estado técnico.
- Tablas de parámetros eléctricos.
- Manual de operación y mantenimiento.

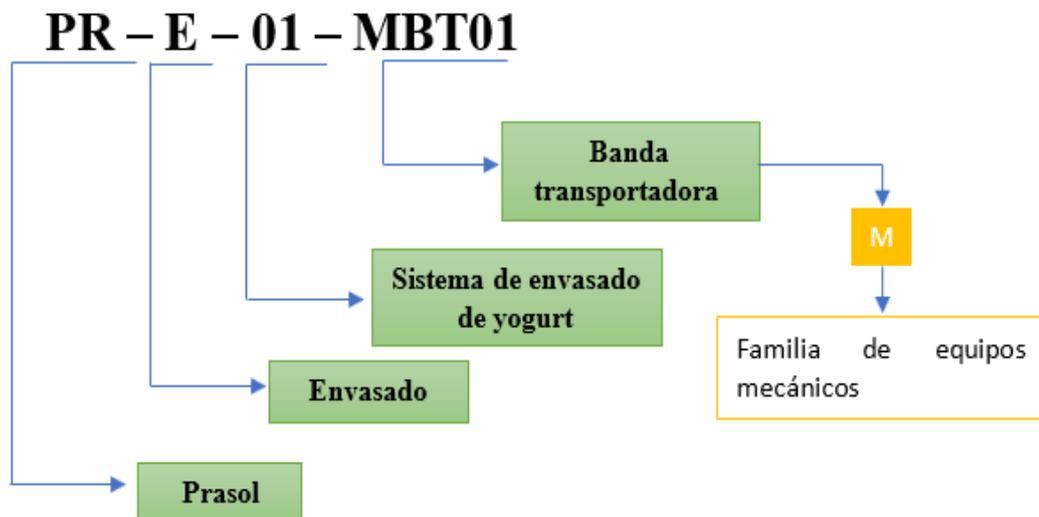
Para la descripción del funcionamiento del equipo se obtuvo la información directa de los operadores y con esto se definió tres etapas importantes que son:

- Envasado.
- Dosificado.
- Roscado.

### 3.1.3. Codificación de los sistemas

Después de una evaluación preliminar de toda la envasadora se procede a codificar todos los equipos con los que cuenta la máquina. (ver tabla 2-3)

La estructura del código de los equipos de la envasadora se la realizó en base a la figura 5-3.



**Figura 5-3:** Estructura del código para el inventario de los equipos de la envasadora.

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

Esta estructura está dividida en dígitos alfabéticos y alfanuméricos como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 1-3:** Definición de la estructura del código de los equipos

Nivel 1		Nivel 2		Nivel 3		Nivel 4	
Dígitos		Dígitos		Dígitos		Dígitos	
No.	Tipo	No.	Tipo	No.	Tipo	No.	Tipo
2	Alfabético	1	Alfabético	2	Numérico	5	Alfanumérico

Fuente: (Viscaíno, 2019, pp. 35)

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

**Tabla 2-3:** Codificación de los componentes de la envasadora

		Máquina
		Envasadora y dosificadora rotativa de yogurt
		Código de la máquina
		PR-E-01
N°	Nombre del equipo	Código
1	Banda transportadora	PR-E-01-MBT01
2	Motor reductor banda transportadora	PR-E-01-EMR01
3	Motor reductor cruz de malta	PR-E-01-EMR02
4	Motor reductor del roscador	PR-E-01-EMR03
5	Transmisión por cadena motorreductor - banda transportadora	PR-E-01-MST01
6	Mecanismo cruz de malta	PR-E-01-MCR01
7	Transmisión por banda motorreductor - roscador	PR-E-01-MST02
8	Roscador	PR-E-01-MRO01
9	Dosificador	PR-E-01-MDO01
10	Tanque de almacenamiento del producto	PR-E-01-MDP01
11	Unidad de mantenimiento	PR-E-01-MUM01
12	Tablero de potencia	PR-E-01-ETA01
13	Tablero de control	PR-E-01-ETA02

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### **3.1.4. Identificación de los sistemas de la envasadora.**

Para desmontar los diferentes sistemas que compone la máquina es necesario identificar elementos y el estado actual en el que se encuentran (VER ANEXO A), con el objetivo de determinar las áreas afectadas y con ello definir los elementos que pueden ser reemplazables o reutilizables.

#### **3.1.5. Evaluación del estado técnico y de operación actuales.**

Después de determinar el estado actual de los componentes de la máquina (ANEXO A), se procedió a evaluar la información recolectada en la toma de datos, para ello se estableció tres categorías de evaluación: reutilizables, recambio y por desechar.

Para determinar el porcentaje de utilización total del sistema se recurrió a determinar la cantidad de componentes dentro de cada categoría como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 3-3:** Resultado del análisis de los componentes del sistema

<b>Componentes analizados</b>		
<b>Categoría</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Porcentaje</b>
Reutilizables	12	44,44%
Recambio	11	40,74%
Desechar	4	14,81%
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>100,00%</b>

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

De lo analizado en la tabla 3-3, se llegó a la conclusión que el 44,44% correspondiente a 12 componentes que son reutilizables por lo que para restablecer su función requieren mantenimiento preventivo. Mientras que el 40,74% de componentes requieren acciones correctivas y se procederá a reemplazarlos, finalmente el 14,81% de elementos son desechables debido a que son obsoletos y no serán útiles para el sistema.

### **3.2. Limpieza general del equipo.**

Lo primero en realizar fue retirar el polvo y suciedad presente en el equipo, para identificar todos sus componentes y los sistemas que dispone. Para ello se utilizó brochas, franelas y el uso de aire comprimido que permitieron retirar la mayor cantidad de suciedad presente (ver figuras 6-3, 7-3).

Mediante la limpieza identificamos las posibles averías, fallos o cualquier tipo de defecto que haya existido en el equipo para provocar su paro total y mediante un análisis al igual que por versiones de los operadores se pudo determinar los posibles elementos o componentes faltantes.

A continuación, se muestra el antes y después de la limpieza general del equipo.



**Figura 6-3:** Antes de la limpieza

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 7-3:** Después de la limpieza

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 202

### **3.3. Desmontaje y mantenimiento de los sistemas de la envasadora.**

Para realizar el proceso de desmontaje y el respectivo mantenimiento de los diferentes sistemas de la envasadora es necesario ejecutar acciones de manera ordenada con el fin de realizar tareas de una manera rápida y a su vez agilizar las actividades.

#### *3.3.1.1. Desmontaje.*

Para tener un control de las actividades que se llevan a cabo en el desmontaje de los diferentes componentes de la envasadora se elaboró fichas de orden de ejecución, mismas que se encuentran en el ANEXO C.

- *Motorreductor de la banda transportadora de placas articuladas.*

Para el desmontaje del motorreductor, primero se determinó las herramientas que se necesitarán en la operación (ver tabla 4-3), posteriormente se procedió a retirar la tapa de protección del mecanismo de transmisión para aflojar el prisionero del piñón conductor de esta manera retirar la cadena, finalmente se retiró los pernos de la base del motor desvinculándolo del sistema (ver figura 8-3).



**Figura 8-3:** Motorreductor desvinculado del sistema

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

**Tabla 4-3:** Orden de ejecución para el desmontaje del motorreductor

			
N°	Orden de ejecución	Herramientas/Materiales	
1	Analizar el motorreductor	Llaves N° 11, 12, 13, 14	
2	Preparar herramientas	Llaves hexagonales	
3	Desmontaje	Destornillador (plano y estrella)	
4	Observaciones	Martillo de goma	
<b>Observación:</b>			
	Desmontaje del motorreductor del transportador de placas articuladas	<b>Tiempo empleado</b>	30 min
		<b>Elaborado por</b>	Jesús Centeno
		<b>Revisado por</b>	Franklin Otáñez

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Banda de placas articuladas.*

Para el desmontaje de este componente, primero se analizó la actividad para determinar las herramientas que se necesitarán (ver tabla 5-3), seguidamente se procedió a aflojar los prisioneros de las 4 chumaceras de la banda, luego se retiró los pernos de la tapa delantera de la estructura para posteriormente retirar la banda de placas articuladas, se retiró los ejes del piñón conductor y

de la polea conducida liberando así dichos elementos. Finalmente se extraen los pernos de las bases de las chumaceras para poder liberarlas del sistema.

**Tabla 5-3:** Orden de ejecución para el desmontaje de la banda de placas articuladas

			
N°	Orden de ejecución	Herramientas/Materiales	
1	Analizar el motorreductor	Llaves N° 5/16, 11, 12, 13, 14, 17	
2	Preparar herramientas	Llaves exagonales	
3	Desmontaje	Llave inglesa	
4	Observaciones	Martillo de goma	
<b>Observación:</b> se pudo constatar que la banda se encontraba atascada, producto de la oxidación de los rodamientos de las chumaceras.			
	Desmontaje de la banda de placas articuladas	<b>Tiempo empleado</b>	60 min
		<b>Elaborado por</b>	Jesús Centeno
		<b>Revisado por</b>	Franklin Otáñez

**Realizado por:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

**Nota:** Las ordenes de ejecución de desmontajes de los procesos restantes se muestran en el ANEXO C.

- *Desmontaje del dosificador.*

Para su desmontaje se retiraron los pernos de sujeción de la base del pedestal que se encontraba acoplado al bastidor y posteriormente se desmontó todos los componentes de dosificación.

**Nota:** Los cilindros de dosificación y los dosificadores se encontraron desvinculados del sistema.



**Figura 9-3:** Desmontaje del dosificador

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Desmontaje del roscador.*

Lo primero fue retirar la banda tipo V que transmite el movimiento del motor de inducción al roscador, posteriormente se retiró la polea acoplada al motor de inducción para que finalmente se desemperne la base del motor. Para retirar la parte principal del roscador se comienza con retirar la polea y resortes acoplados al sistema de roscado y a la base del pistón neumático, finalmente se desmontó la base del pistón para desacoplar todos los componentes periféricos.



**Figura 10-3:** Desmontaje del roscador

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Desmontaje del sistema eléctrico.*

Se comenzó retirando todo el cableado existente con la ayuda de destornilladores y cortadoras para finalmente desacoplar todos los elementos eléctricos de los dos tableros del equipo.

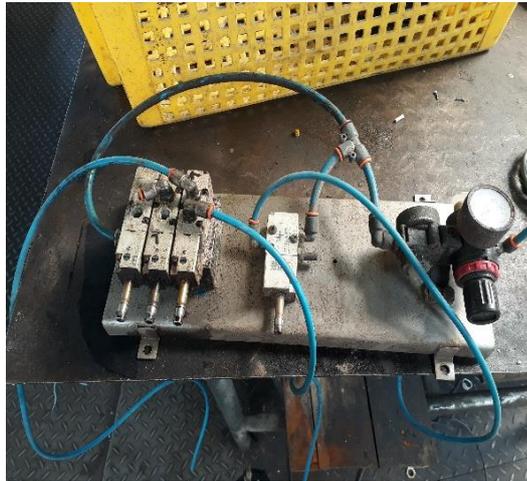


**Figura 11-3:** Desmontaje del sistema eléctrico

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Desmontaje del sistema neumático.*

Lo primero fue desconectar las mangueras de los racores que se encuentran en el bastidor para desacoplar la base donde se encuentra todo el sistema neumático. Se procede a retirar las electroválvulas y la unidad de mantenimiento con la ayuda de llaves hexagonales y las llaves de boca.



**Figura 12-3:** Desmontaje del sistema neumático

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### 3.3.1.2. *Mantenimiento del sistema mecánico.*

Después del análisis realizado en la tabla 3-3 se determinó las piezas metálicas oxidadas que se van a tratar, estas deben quedar exentas de óxido y de todo tipo de contaminantes para su posterior limpieza abrasiva.

Consecutivamente se procedió a eliminar el óxido de los componentes con la ayuda de materiales abrasivos, con la finalidad de realizar un tratamiento superficial en los mismos, evitando así el deteriorando las piezas metálicas.



**Figura 13-3:** Pulido de la mesa que soporta a la cruz de malta

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 14-3:** Pulido del cuadro principal del sistema eléctrico

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 15-3:** Pulido del motor de la cruz de malta.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

Entre los materiales abrasivos que utilizó para eliminar el óxido sin dañar el metal están los cepillos de cerda de metal, discos de lijado, cepillos mecanizados y lana para metales. A su vez se incorporó un cepillo de alambre en la amoladora para llegar a las zonas de difícil acceso principalmente en la estructura de la máquina.



**Figura 16-3:** Uso del cepillo metálico en la cruz de malta

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 17-3:** Cepillado del piñón conductor de la transmisión de la banda transportadora

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 18-3:** Pulido de la cubierta de la banda transportadora.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Recubrimiento de las piezas metálicas con pintura anticorrosiva.*

Luego de haber preparado las superficies se procedió a pintar los elementos que más propensos al óxido. Se utilizó pintura de esmalte anticorrosiva para el tratamiento de la mesa de la cruz de malta, carcasa de los motores y para el cuadro principal del sistema eléctrico.



**Figura 19-3:** Pintura de la mesa del mecanismo de la cruz de malta.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 20-3:** Pintura de la carcasa del motorreductor

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

Para el caso del acero inoxidable, fue necesario utilizar un cepillo mecanizado y la amoladora, puesto que al ser un acero AISI SAE 304 no se corroe, pero crea una capa de óxido producto de los componentes metálicos que están acoplados al acero.



**Figura 21-3:** Bastidor cubierto de óxido

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 22-3:** Cepillado del bastidor de la envasadora.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

Para materiales como el polietileno se recurrió al mecanizado mediante el uso del torno, para desbastar una capa fina del material y con ello dar un mejor acabado a la pieza, removiendo así todas las rayaduras presentes en la estrella de la mesa rotativa, mediante la cual giran los vasos para el dosificado y roscado.



**Figura 23-3:** Desbastado de la estrella de la cruz de malta mediante torno

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Resultado final de la recuperación de los componentes del equipo mecánico.*

El resultado final es una pieza libre de óxido y los casos donde la humedad no se pueda controlar, las piezas son impregnadas de pintura de esmalte anticorrosiva. A continuación, se muestra el resultado de los procedimientos anteriormente mencionados.



**Figura 24-3:** Piñón del motor de la banda transportadora libre de óxido.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 25-3:** Componentes de la etapa de dosificado y roscado

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### 3.3.1.3. *Mantenimiento de los componentes del sistema eléctrico.*

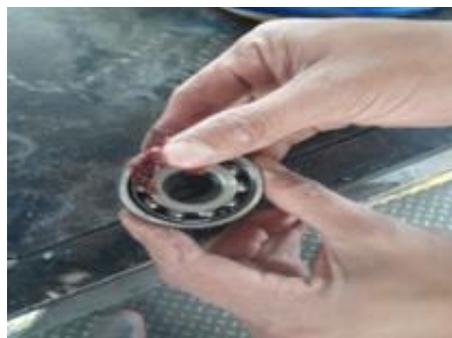
#### **Motores de inducción trifásicos de la envasadora y dosificadora rotativa.**

En la máquina envasadora y dosificadora rotativa de yogurt existen tres motores adecuados para el movimiento de la banda transportadora, el movimiento rotativo de la cruz de malta y para el

roscado de las tapas para el envase. Para los tres motores se siguió el mismo procedimiento de mantenimiento ya que los tres equipos tienen en su mayoría características similares.

- *Rodamientos.*

Su cambio es fundamental una vez que se haya retirado las tapas del motor para verificar el estado del bobinado. Para lubricar los rodamientos de cada motor fue necesario el uso de grasa, la cual según el fabricante de los motores para condiciones normales la grasa que se debe utilizar es la Chevron SRI que es instalada de fábrica para cojinetes, pero se usó una grasa equivalente como la Gulf Chassis N°2 misma que se utiliza en el taller de mantenimiento de la planta PRASOL.



**Figura 26-3:** Piñón del motor de la banda transportadora libre de óxido.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

El tipo de rodamiento que dispone cada motor se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 6-3:** Rodamientos de los motores del sistema.

Motor	Rodamiento
Eberle	6204-2RSH
Baldor	6203-2RSH
Crompton Greaves	6201-2RSH

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

Los parámetros eléctricos evaluados para determinar si es necesario rebobinarlo se muestran en la tabla 7-3 estos valores se compararán con los valores de la placa de cada motor.

**Tabla 7-3:** Parámetros de evaluación de los motores.

Motor	Eberle	Baldor	Crompton Greaves
Resistencia de bobinas	200Mohm	200Mohm	180Mohm
Amperaje	1,92 A	2,1A	1,2 A
Aterrizaje con la carcasa	No	No	No

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

Los parámetros de funcionamiento nominal de los motores de la envasadora se muestran en el ANEXO B.

En la banda transportadora, cruz de malta y roscador se acopla un reductor de velocidad para cada motor, los tres reductores tienen el mismo sistema de transmisión que consta de una entrada de piñón, un engranaje de tornillo sinfín de salida y una orientación de salida en ángulo recto.

Al desmontar el sistema de transmisión de la caja reductora se encontró en buen estado el tornillo sin fin y el engrane, por lo que solo fue necesario limpiarlos utilizando gasolina en la pistola para pulverizar, quedando así exentos de grasa y suciedad.

El aceite que se utilizó en la caja reductora es el que se especifica en la placa del reductor de velocidad que es el aceite SAE 140 que proporciona una película eficaz contra el contacto de metal que desgasta los dientes de los engranajes.



**Figura 27-3:** Placa del reductor de velocidad de la banda transportadora

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 28-3:** Reductor de velocidad de la banda transportadora

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

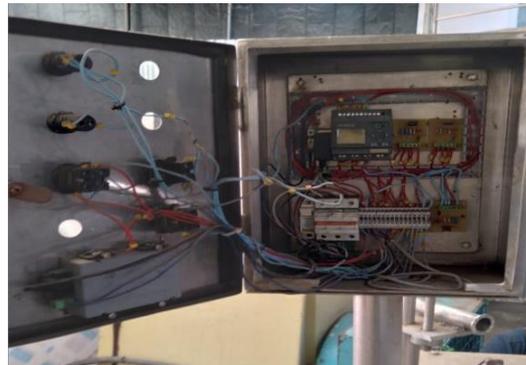


**Figura 29-3:** Engrane del reductor

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### Elementos del cuadro eléctrico.

Todos los componentes de protección y accionamiento del cuadro eléctrico fueron sustituidos por elementos de similares características debido que al encontrarse inactiva la máquina el deterioro de sus contactos era inminente, por lo que se procedió a desmontarlos del sistema. Los elementos de control como el LOGO y la pantalla HMI se reemplazó por versione actualizadas para su correcta comunicación.



**Figura 30-3:** Tablero de control

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 31-3:** Tablero de fuerza

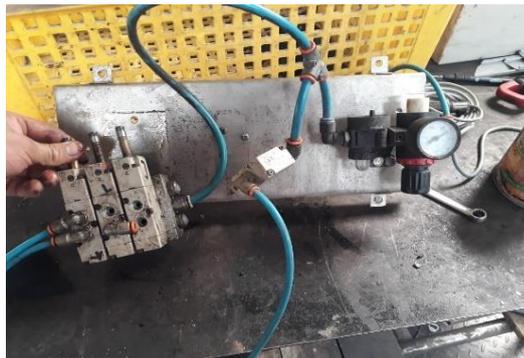
Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Variador de frecuencia.*

Los variadores de frecuencia son los únicos elementos eléctricos que se van a reutilizar por lo que se procedió a comprobar su funcionamiento verificando que sus ventiladores estén en buen estado, sus terminales de conexión no estén sulfatados o algún tornillo aislado generando contactos flojos a su vez se comprobó su funcionamiento energizándolos y poniéndolos en marcha con cada uno de los motores de la envasadora, determinando así que los equipos se encuentran en óptimas condiciones.

#### *3.3.1.4. Mantenimiento de los componentes del sistema neumático.*

El mantenimiento de este sistema se realizó únicamente en los cilindros neumáticos ya que los demás componentes se encontraron en total deterioro por lo que se procedió a un recambio total de los elementos como, racores, unidad de mantenimiento, electroválvulas y mangueras neumáticas.



**Figura 32-3:** Sistema neumático.

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Cilindro neumático del sistema de desplazamiento vertical del roscador.*

Primero se verificó que no exista fugas de aire comprimido en el cuerpo de los cilindros. Al declarar que están exentos de fugas se desmontan los cilindros neumáticos para abrir su tapa superior y retirar la junta de estanqueidad para limpiar el conjunto vástago-embolo al igual que la camisa y limpiar su interior con franelas y aire limpio a presión.

Una vez desmontado se lubricó las partes móviles y plásticas con vaselina neutra industrial, comenzando por la ranura donde se aloja la junta de estanqueidad, se continuó por los bordes interiores de la camisa, para finalmente lubricar las juntas del embolo y el vástago.



**Figura 33-3:** Vaselina industrial para lubricar los cilindros neumáticos

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 3.3.1.5. *Montaje de los componentes para el transporte lineal y rotativo de los envases.*

- *Banda transportadora.*

Para el montaje de la banda transportadora lo primero fue acoplar las cuatro chumaceras F204 que sostienen los ejes para el piñón conductor y la polea conducida de la banda. Posteriormente se coloca los ejes para montar la banda y ajustar la carcasa de soporte de todos los componentes para la transmisión del movimiento lineal. Para finalizar el proceso de transporte de los envases, se acopla el motorreductor al sistema de transmisión de la banda mediante una cadena de eslabones.



**Figura 34-3:** Montaje del piñón conductor de la banda transportadora

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 35-3:** Montaje de la banda de placas articuladas.

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 36-3:** Montaje y alineación del motorreductor

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

**Nota:** Se deberá verificar la correcta alineación del piñón conductor del motorreductor con el piñón conducido de la banda transportadora mediante el uso de un nivel magnético.

- *Montaje de la cruz de malta.*

La cruz de malta es la encargada del movimiento rotativo de los envases para que pasen por los procesos de dosificado y roscado. Lo primero es colocar la base con el eje de la estrella, desde arriba del bastidor para introducir la cruz de malta debajo de la mesa y acoplarlos a su vez a la chumacera F205 que está montada sobre la mesa donde se anexa al motorreductor. El eje fue previamente lubricado con grasa antes de acoplarlo a la cruz de malta.

El motorreductor encargado del movimiento rotativo se acopla mediante una brida a la mesa de soporte de la cruz de malta y su eje conductor va sujeto a una leva con cavidad para transmitir el movimiento.



**Figura 37-3:** Eje conductor de la mesa rotativa.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 38-3:** Montaje de la cruz de malta

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 39-3:** Leva y porta eje para acoplar el motorreductor

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Montaje del dosificador.*

El dosificador tiene una bifurcación que permite una doble dosificación donde se introducen los cilindros neumáticos encargados del cierre y apertura del líquido. El dosificador va sujetado a un pedestal regulable para variar para la altura de dosificación.



**Figura 40-3:** Montaje del dosificador

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### 3.4. Automatización de la envasadora dosificadora rotativa.

Debido a la inactividad operativa el sistema actual de mando y control de la envasadora quedo totalmente obsoleto, por ello es necesario diseñar un nuevo sistema que ayude a tener un mayor control de los parámetros de funcionamiento del equipo.

Para establecer los nuevos parámetros de funcionamiento se tomó en cuenta las necesidades de la empresa en el área de yogurt, razón por la cual se agregó nuevos parámetros como: lavado del sistema, modo manual del proceso, regulación del volumen de dosificado.

Para este diseño se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

**Tabla 8-3:** Parámetros de evaluación de los motores.

Parámetro	Característica
Producto a envasar	Yogurt
Tipo de botella a envasar	Plástico
Tipo de tapa a roscar	Tapa de seguridad
Variable a controlar	Volumen
Volumen a envasar	100ml

Realizado: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 3.4.1. Principio de funcionamiento.

El proceso consiste en ingresar las botellas de forma manual en la banda transportadora, que por consiguiente llegaran a la mesa rotativa, la cual guiará a los envases hacia el dosificador este se encargará de suministrar el volumen establecido, posteriormente la botella es guiada hacia el

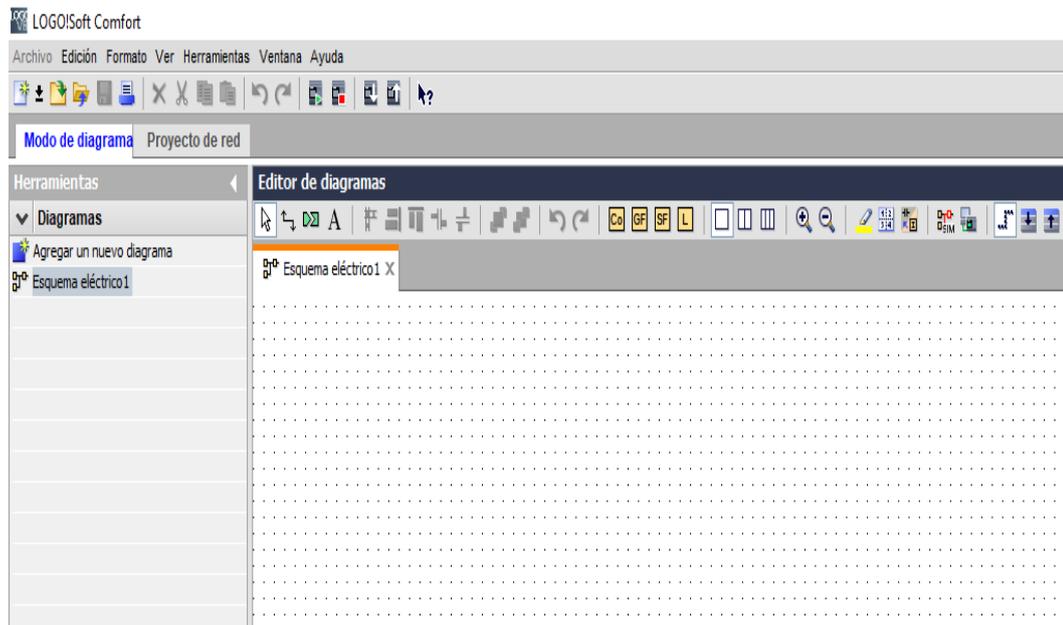
roscador para finalmente salir por el transportador de placas articuladas y concluir con el proceso de dosificado y roscado.

### 3.4.2. *Software de programación.*

Para la programación y enlace de la pantalla HMI (Kinco) y el LOGO V8 (Siemens) se utilizó los siguientes softwar:

#### 3.4.2.1. *Logo! Soft Comfort V8.3.*

Antes de iniciar con el proceso de programación es necesario establecer y definir el lenguaje de programación que se ocupará, en este caso se utilizó el lenguaje basado en bloques lógicos FUP.

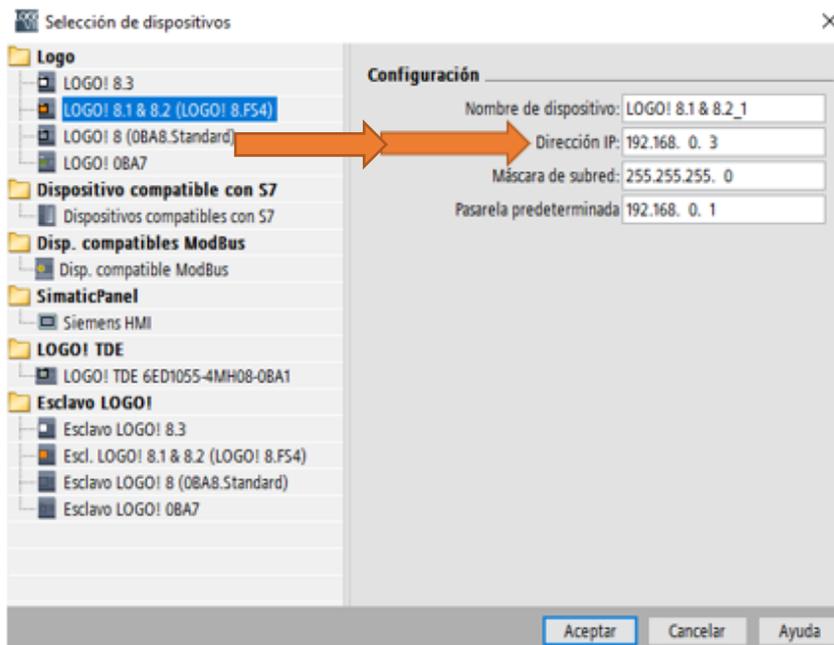


**Figura 41-3:** Entorno de programación de Logo Soft Comfort V8.3

**Fuente:** Logo! Soft Comfort V8.3

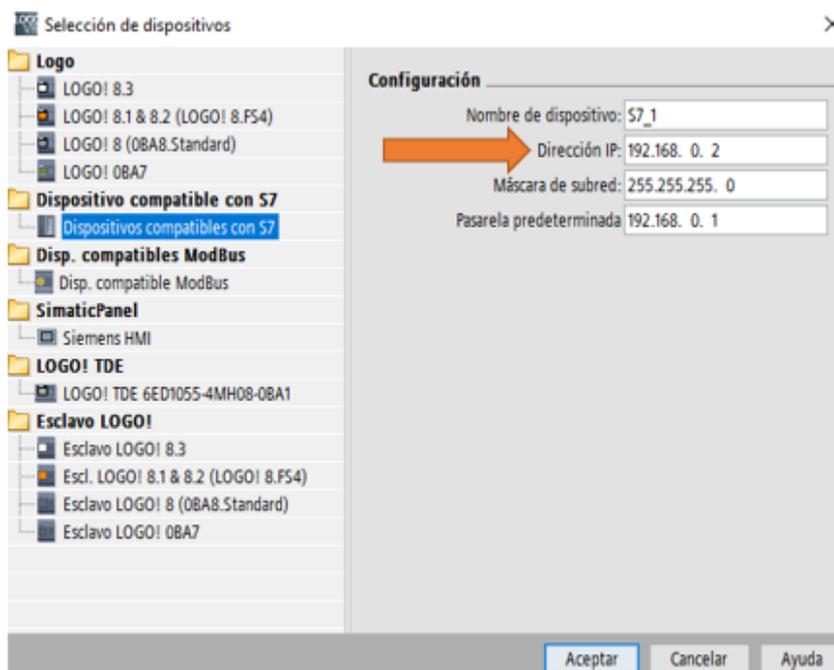
- *Comunicación PC – LOGO – Pantalla.*

En la ventana proyecto de red se establece la comunicación PC- LOGO – pantalla, se agrega un nuevo dispositivo y posteriormente se selecciona el LOGO! 8.FS4 y dispositivos compatibles con S7. Finalmente se asigna las direcciones IP 192.168.0.3 y IP 192.168.0.2 en la ventana selección de dispositivos para el LOGO y la pantalla respectivamente establecidas las condiciones se acepta las configuraciones (ver figuras 42-3, 43-3).



**Figura 42-3:** Selección de la dirección IP del LOGO! 8 FS4

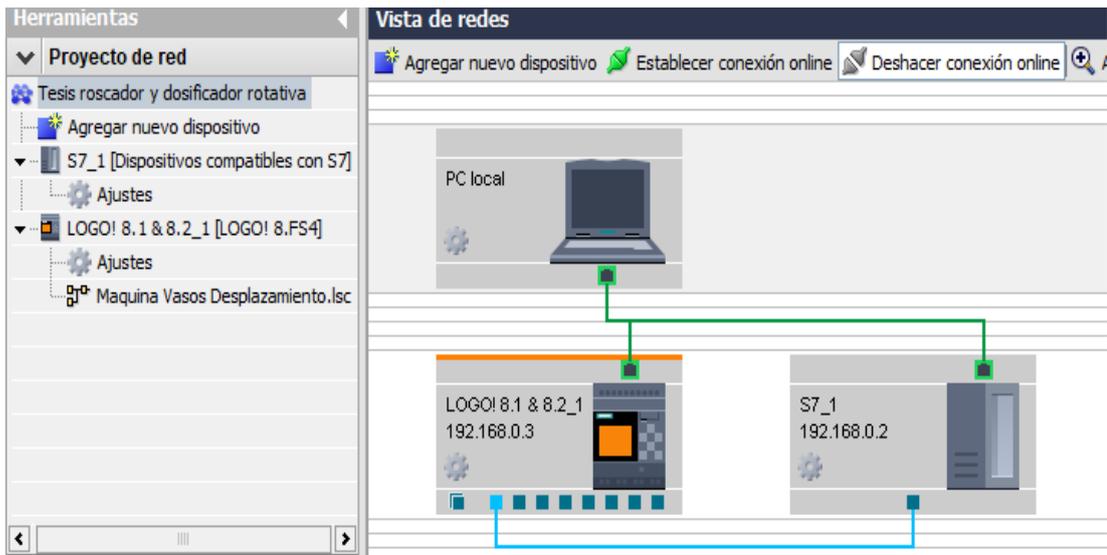
Fuente: Logo! Soft Comfort V8.3



**Figura 43-3:** Selección de la dirección IP de la pantalla HMI

Fuente: Logo! Soft Comfort V8.3

Estos dispositivos se conectan directamente en la interfaz de programación con la PC como se muestra en la figura 44-3.



**Figura 44-3:** Comunicación PC-LOGO-Pantalla.

**Fuente:** Logo! Soft Comfort V8.3

**Nota:** Las direcciones IP son asignadas por el programador a su conveniencia entre el rango de 192.168.0.1 a 192.168.254.

- *Simbología utilizada en la lógica de programación.*

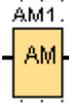
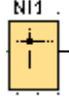
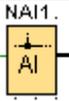
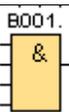
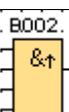
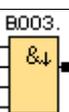
**Tabla 9-3:** Simbología utilizada en la lógica de programación (FUP) de la envasadora.

Designación	Símbolo
Entrada digital	.I1. 
Salida digital	Q1 
Marca digital	M1 
Bit de registro de desplazamiento	S1.1. 
Entrada analógica	AI1 
Salida analógica	AQ1 

**Fuente:** Logo Soft Comfort V 8.3.

**Realizado por:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

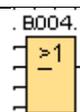
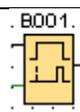
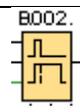
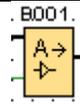
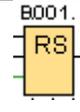
**Tabla 10-3:** (Continua).

Marca analógica	
Entrada de red	
Entrada analógica de red	
AND	
Flanco positivo	
Flanco negativo	

Fuente: Logo Soft Comfort V 8.3.

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

**Tabla 11-3:** Simbología utilizada en la lógica de programación (FUP) de la envasadora.

Designación	Símbolo
OR	
Retardo a la conexión	
Retardo a la desconexión	
Amplificador analógico	
Relé autoenclavado	
Registro de desplazamiento	

Fuente: Logo Soft Comfort V 8.3.

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### 3.4.2.2. Kinko Dtools.

Para la programación de la pantalla se utilizó el software Kinko Dtools, lo primero que se debe definir es el modelo de pantalla que vamos a programar en este caso es GL070E, consecutivamente se arrastra la pantalla hacia el área de programación y se selecciona su posición (ver figura 45-3).



**Figura 45-3:** Selección del modelo de pantalla en el software

Fuente: Kinko Dtools

Posteriormente se selecciona el tipo de autómatas programables en este caso se utilizó el SIEMENS LOGO Ethernet (TCP Slave) y los arrastramos (ver figura 46-3).



**Figura 46-3:** Selección del LOGO SIEMENS Ethernet

Fuente: Kinko Dtools.

- *Comunicación LOGO -PANTALLA.*

Para establecer la comunicación entre los dispositivos a enlazar se debe definir el tipo de conexión a utilizar. En el desarrollo del proyecto técnico se utilizó la comunicación a través de cable Ethernet.

Se arrastra el conector Ethernet hacia el área de programación y posteriormente se procede a designar la dirección IP en cada dispositivo en la ventana de configuración Network Device Setting (ver figura 47-3).

Device	IP Addr	Port	Protocol	Master/Slave	Station N...	Virtual PLC...
HMI0	192.168.0.2	102	SIEMENS ...	M		
PLC_0_1	192.168.0.3	502	SIEMENS ...	S	1	

**Figura 47-3:** Configuración Network Device.

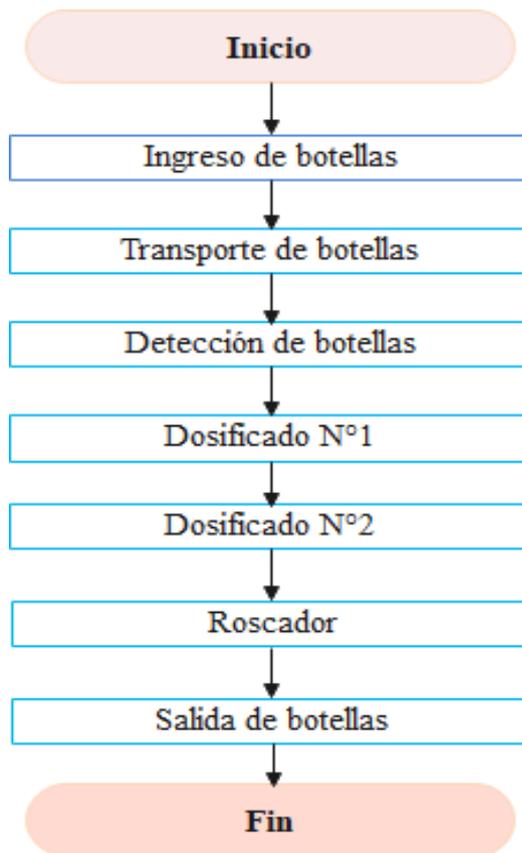
**Fuente:** Kinco Dtools

**Nota:** Las direcciones IP asignadas en el software Dtools deben coincidir con el software Logo! Soft Comfort.

Establecidas las comunicaciones tanto dentro del software Kinko como en el Logo Soft Comfort V8.3, se procede a realizar la lógica de programación.

### 3.4.3. Programación del sistema.

El proceso de envasado del yogurt consiste en la entrada de botellas vacías al sistema y la salida de estas dosificadas con el volumen necesario y roscado. El proceso se muestra en el siguiente diagrama de flujo:



**Figura 48-3:** Diagrama de flujo del proceso de envasado

**Realizado:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 3.4.3.1. Definición de entradas y salidas.

Las siguientes tablas permiten identificar los elementos que pertenecen a las entradas y salidas de LOGO, así como al módulo de expansión.

**Tabla 12-3.** Definición de entradas

Entrada	Descripción
I1	Selector modo Automático
I2	Selector modo manual
I3	Hongo retenido de Emergencia
I4	Selector del dosificador
I5	Selector del roscador
I6	Sensor del Fotoeléctrico
I7	Sensor inductivo N° 1
I8	Sensor inductivo N° 2
I9	Alarma de sobrecarga relé térmico

**Realizado por:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

**Tabla 13-3:** Definición de salidas

Salida	Descripción
Q1	Motor cruz de malta
Q2	Motor Banda transportadora
Q3	Motor Roscador
Q4	Dosificador N°1
Q5	Dosificador N°2
Q6	Cilindro sostiene la botella
Q7	Cilindro baja el roscador

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 3.4.3.2. *Condiciones de programación.*

El primer factor a tener en cuenta antes de iniciar el proceso es seleccionar el volumen del líquido en la pantalla HMI por tiempo de dosificación.

Después de haber seleccionado el volumen adecuado para el envase se establece la posición del selector en modo automático o manual, consecutivamente se presionará el botón programado en la pantalla HMI de marcha general, antes de empezar el envasado se deberá ubicar las botellas en la banda transportadora. Ya con las botellas en el transportador acciona el botón de marcha general y comienza el proceso.

Para detener el proceso se presionará el botón de marcha o a su vez él se pondrá el selector (3 posiciones) de configuración automática o manual en la posición “0” el proceso se para una vez terminado un ciclo de giro de la cruz de malta.

En caso de emergencia a cualquier eventualidad que se pueda presentar en el proceso, se presionará el hongo retenido de parada de emergencia, inmediatamente este elemento enviará al programa la orden de detener todo el proceso instantáneamente.

#### 3.4.3.3. *Configuración de la pantalla.*

Establecidas todas las entradas y salidas del relé programable se procede a configurar la pantalla Kinco HMI

- *Pantalla general.*

Dentro del software se configuró la carpeta Frame 0, en esta pantalla se encuentran las variables que requieren un mayor control del proceso ver tabla 14-3.

**Tabla 14-3:** Identificación de los botones de la pantalla

Código	Descripción
BLO	Aviso intermitente para determinar si la máquina se encuentra en posición automática o manual.
SWO	Botón marcha y paro general
BL2	Lámpara de señalización marcha general
FK0	Botón para ajustar los parámetros de funcionamiento del equipo
FK0	Botón asignado para controlar el funcionamiento del motor de la banda transportadora, roscador y válvula del producto
FK1	Botón asignado para controlar el proceso de lavado
NII Y NIJ	Control del volumen del dosificador 1 y 2.
SW4	Activar la válvula del producto
SW2	Desactivar la válvula del producto
SW5	Resetear el contador
ALARMA	Aviso indicativo de alarmas del sistema

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

La configuración de la pantalla se muestra en la siguiente figura:



**Figura 49-3:** Configuración pantalla Frame 0.

Fuente: Kinco Dtools.

Realizado: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Pantalla de ajuste de los parámetros de funcionamiento.*

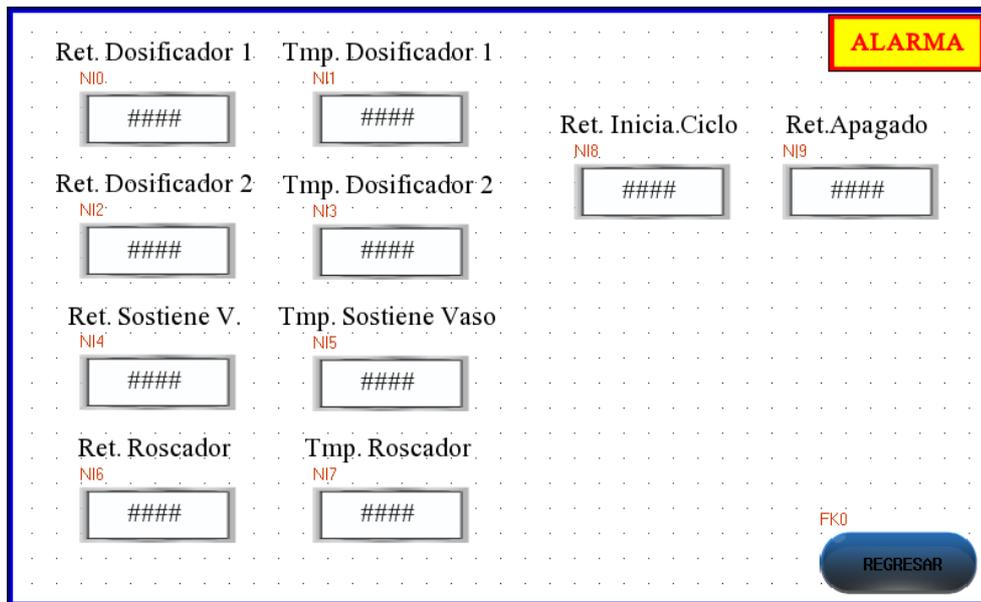
Para acceder a esta pantalla se creó un acceso directo desde la pantalla general del sistema asignado como ajustes, esta ventana ayudara a controlar todas las variables de tiempo del sistema.

**Tabla 15-3:** Identificación de las variables de control de funcionamiento (ajustes)

Código	Descripción
NI0	Retardo a la desconexión del dosificador 1
NI2	Retardo a la desconexión del dosificador 2
NI4	Retardo a la desconexión del retén de la botella
NI6	Retardo a la desconexión del roscador
NI1	Tiempo de dosificado 1
NI3	Tiempo de dosificado 2
NI5	Tiempo de retención de la botella
NI7	Tiempo de roscado
NI8	Retardo inicio de ciclo
NI9	Retardo apagado del ciclo
ALARMA	Aviso indicativo de alarmas del sistema
FK0	Botón regresar a la pantalla general

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

La configuración de la pantalla se muestra en la siguiente figura:



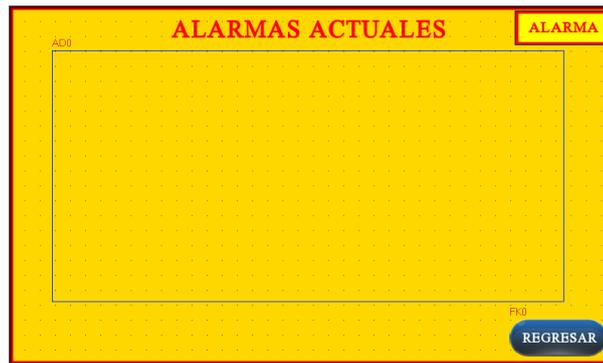
**Figura 50-3:** Configuración Frame parámetros.

Fuente: Kinco Dtools.

Realizado: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- Pantalla alarmas.

Si el sistema detecta algún tipo de eventualidad se mostrará la lista de alarmas en la pantalla, y bloqueará todo el proceso hasta su solución (ver figura 51-3).



**Figura 51-3:** Configuración Frame alarmas.

**Fuente:** Kinco Dtools.

**Realizado:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Pantalla marchas.*

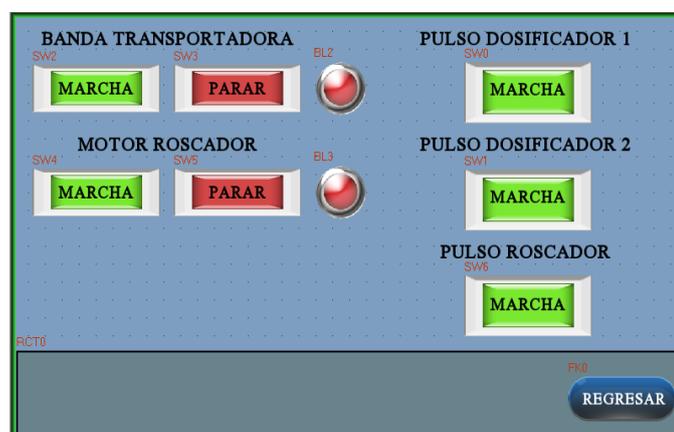
Para acceder a esta pantalla se creó un acceso directo desde la pantalla general del sistema asignado como marchas, esta ventana ayudara a controlar el motor del roscador, banda transportadora y a su vez controlar los pulsos de dosificador y roscador.

**Tabla 16-3:** Identificación de los botones de la pantalla marchas.

Código	Descripción
SW2	Botón para activar el motor de la banda transportadora
SW3	Botón para desactivar el motor de la banda transportadora
SW4	Botón para activar el motor del roscador
SW5	Botón para desactivar el motor del roscador
SW0	Pulso dosificador 1 en modo manual
SW1	Pulso dosificador 2 en modo manual
SW6	Pulso motor roscador en modo manual

**Realizado por:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

La configuración de la pantalla se muestra en la siguiente figura:



**Figura 52-3:** Configuración Frame marchas.

**Fuente:** Kinco Dtools.

**Realizado:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Pantalla del proceso de lavado.*

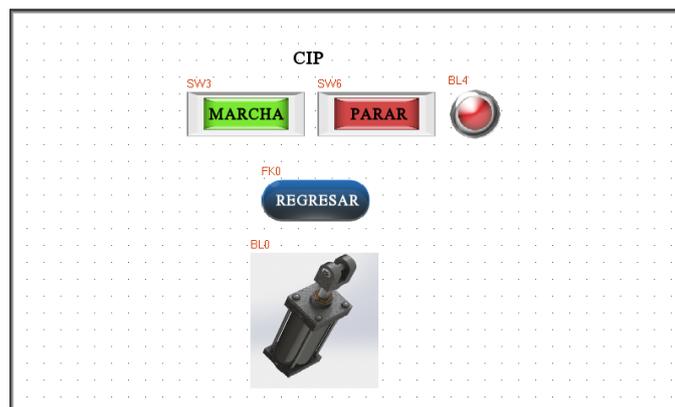
Para acceder a esta pantalla se creó un acceso directo desde la pantalla general del sistema asignado como lavado, esta ventana ayudara a controlar la apertura y cierre de los dosificadores para el proceso de lavado.

**Tabla 17-3:** Identificación de los botones de la pantalla de lavado

Código	Descripción
SW3	Marcha del proceso de lavado
SW6	Paro del proceso de lavado
SW4	Botón de apertura de la válvula del producto
SW2	Botón de cierre de la válvula del producto
FK0	Botón para regresar a la pantalla general.

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

La configuración de la pantalla se muestra en la siguiente figura:



**Figura 53-3:** Configuración Frame lavado.

Fuente: Kinco Dtools.

Realizado: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 3.4.3.4. Circuito lógico.

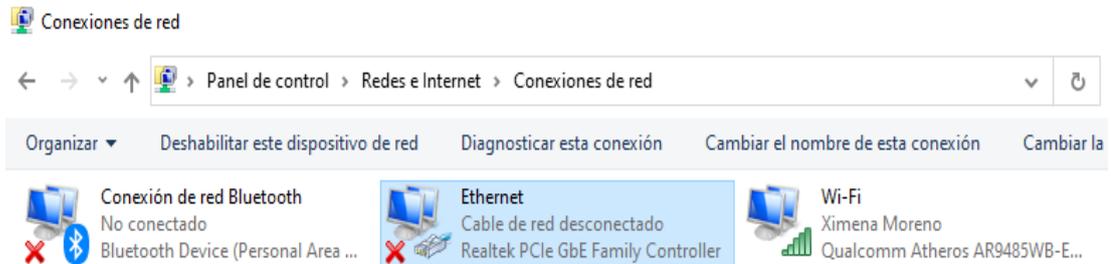
Una vez establecidas las condiciones del proceso se comenzó a realizar la programación en el software Logo! Soft Comfort V 8.3 en el lenguaje de programación FUP. El diagrama se muestra en el ANEXO E.

#### 3.4.3.5. Transferencia de datos PC-LOGO.

Para establecer la comunicación entre el PC y el LOGO es necesario conectar el relé programable mediante un cable LAN y posteriormente se conecta a la fuente de alimentación a 24V DC. Para transferir la programación es necesario seguir las siguientes instrucciones:

- *Configuración Ethernet.*

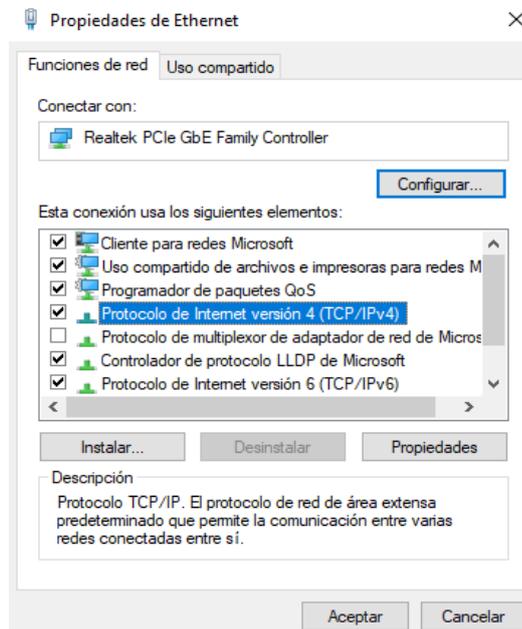
El primer paso es entrar desde la PC a configuraciones de panel de control y redirigirnos a la opción de conexiones de red (ver figura 54-3).



**Figura 54-3:** Panel de control (conexiones de red).

Fuente: DESKTOP-VFV27DM

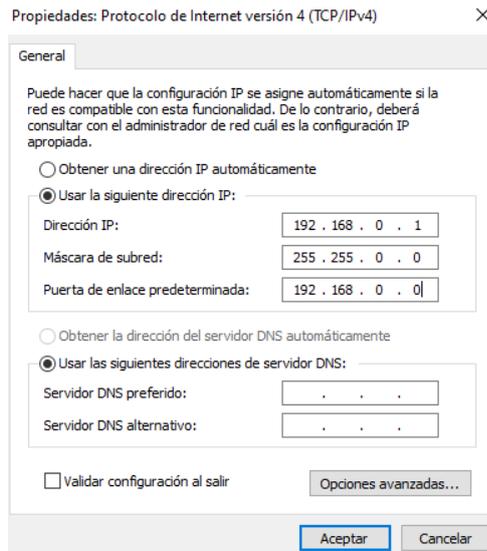
En la opción Ethernet se pulsa doble click, se desprenderá una nueva ventana de opciones, colocar el cursor sobre la opción “protocolo de internet versión 4 (TCP/IPv4)” y consecutivamente click en propiedades (ver figura 55-3).



**Figura 55-3:** Propiedades de Ethernet.

Fuente: DESKTOP-VFV27DM

En propiedades de protocolo de internet se establece la dirección IP de la PC, máscara de subred y puerta de enlace predeterminada con la numeración que se muestra en la figura 56-3.



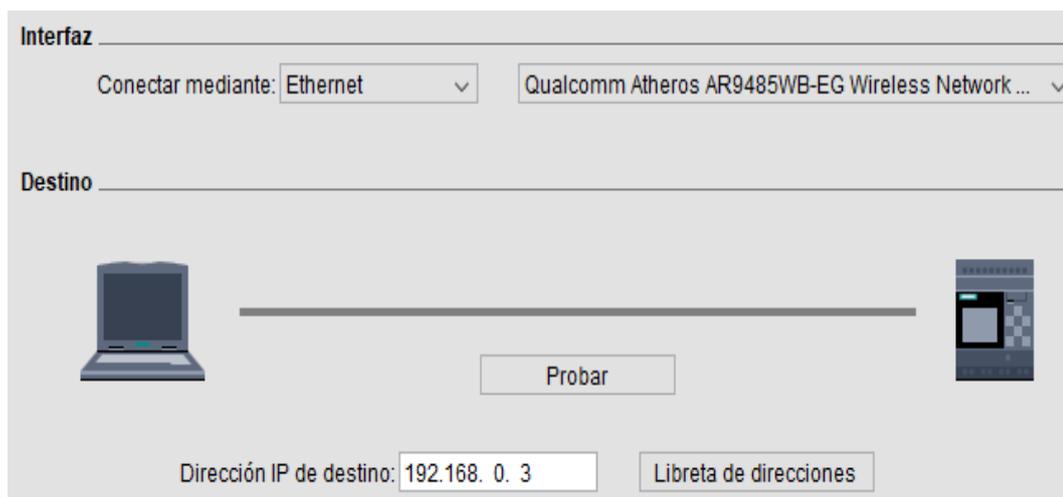
**Figura 56-3:** Propiedades protocolo de internet versión 4 (TCP/IPv4)

**Fuente:** DESKTOP-VFV27DM

Finalmente, click en aceptar para definir las configuraciones realizadas en el ordenador.

- *Transferencia de datos.*

Después de la configuración Ethernet se procede a la transferencia del programa al LOGO presionando el comando Ctrl +D en la PC dentro del software Logo Soft Comfort V 8.3. (ver figura 57-3).



**Figura 57-3:** Comunicación PC-LOGO.

**Fuente:** Logo Soft Comfort V 8.3.

### 3.4.4. *Diseño del circuito de fuerza y control.*

Los circuitos de fuerza y de control se realizaron bajo la norma IEC 60617 en el software AutoCAD eléctrico su desarrollo se muestra en el ANEXO D.

### 3.4.5. *Selección de elementos de control.*

La parte esencial para el funcionamiento de la máquina es el LOGO (módulo lógico inteligente) que es el encargado de controlar todas las variables y parámetros del proceso, gracias a la lógica desarrollada y programada en el software logo Soft Comfort V8.3.

#### 3.4.5.1. *Selección del LOGO.*

Después de establecer los requerimientos del proceso se analizaron varios parámetros para seleccionar el relé programable como costos, beneficios entre otros. Se optó por analizar las tres marcas de más frecuencia en la automatización, como son SIEMENS, Allen Bradley y Eaton EZ.

En la siguiente tabla se muestra una comparación de las características que ofrecen dichas marcas.

**Tabla 18-3:** Parámetros de selección del relé programable.

	<b>SIEMENS</b>	<b>Allen Bradley</b>	<b>Eaton EZ</b>
<b>Serie</b>	LOGO! 12/24RCE	Micro 810	IDEC
<b>Entradas digitales</b>	8	8	8
<b>Salidas digitales</b>	4	4	4
<b>Módulo de expansión</b>	Si	Si	Si
<b>Voltaje</b>	12/24 V	12/24 V	24 V
<b>Vinculación de la empresa con distribuidores</b>	Si	No	No
<b>Conocimiento del producto</b>	Alta	Ninguna	Ninguna
<b>Software de programación</b>	Logo Soft Comfort	Connected Components Workbench	EASYsoft
<b>Costo</b>	\$165,75	\$160,56	\$175,89

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

Las tres marcas analizadas cumplen los requisitos que se necesita, pero por su factibilidad de compra, vinculación con la empresa distribuidora y conocimiento del software de programación, el que mejor se ajusta es el LOGO 12/24 RC de la marca SIEMENS



**Figura 58-3:** LOGO 12/24 RC Siemens

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

Este modelo es la opción perfecta para dar solución rápida al proyecto de automatización, además gracias a su diseño nos permite ahorrar espacio dentro del tablero de control. El LOGO 12/24 RC cuenta con las siguientes características técnicas.

**Tabla 19-3:** Ficha técnica de LOGO 12/24 RC Siemens

<b>Consumo</b>	
<b>Inominal</b>	25-90 mA
<b>Tensión de alimentación (DC)</b>	
<b>12V DC</b>	Sí
<b>24V DC</b>	Sí
<b>Rango admisible, límite inferior (DC)</b>	10,8 V
<b>Rango admisible, límite superior (DC)</b>	10,8 V
<b>Entradas digitales</b>	
<b>Nº de entradas Digitales</b>	8; de ellas, 4 aptas como E analógicas (0 a 10 V)
<b>Salidas digitales</b>	
<b>Nº de salidas Digitales</b>	4 a relé
<b>Protección contra cortocircuito</b>	No requiere protección externa
<b>Intensidad de salida</b>	
<b>Para señal "1" rango admisible para 0 a 55 °C, máx</b>	10 A
<b>Salidas de relé</b>	
<b>Con carga inductiva, máx</b>	3 A
<b>Con carga resistiva, máx</b>	10 A
<b>Grado de protección y clase de protección</b>	
<b>Grado de protección según EN 60529. IP20</b>	Sí
<b>Dimensiones</b>	
<b>Ancho</b>	71,5 mm
<b>Alto</b>	90 mm
<b>Profundidad</b>	60 mm

Fuente: (Microtest, 2020, pp 1)

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

Debido a que se aumentó el número de entradas y salidas con el fin de obtener un mayor control de la máquina, se adquirió un módulo de expansión DM8 12/24R de la marca SIEMENS:

**Tabla 20-3:** Ficha técnica de módulo de expansión SIEMENS DM8 12/24R

Parámetro	Característica
Para uso	Serie LOGO 12/24RC
Número de entradas	4
Número de salidas	4
Tipo de entradas	Digital
Tipo de salida	Digital
Número de salidas	4
Display incluido	No
I nominal a 24V	15 – 50 mA
Temperatura de funcionamiento mínima	0 °C
Dimensiones	90x36x55 mm
Profundidad	55 mm
Longitud	90 mm
Anchura	36 mm
Tipo de montaje	Carril DIN
Temperatura de funcionamiento máximo	>55 °C

Fuente: (RS, 2021)

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 3.4.5.2. Selector.

Se utiliza dos selectores de dos posiciones para activar el dosificado y roscado de la envasadora de igual manera un selector de tres posiciones para controlar el modo automático y manual.

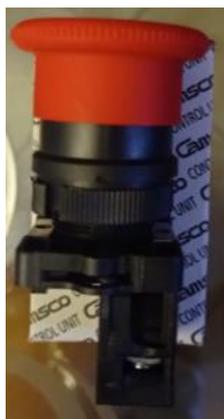


**Figura 59-3:** Selector de 2 y 3 posiciones.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 3.4.5.3. Hongo retenido.

Este elemento fue añadido al nuevo sistema automatizado del equipo en el caso de presentarse alguna eventualidad de falla o accidente dentro del proceso, se colocó un pulsante tipo hongo como paro de emergencia, que el caso de accionarlo quedara todo el sistema bloqueado hasta solucionar la eventualidad (ver figura 60-3).



**Figura 60-3:** Hongo retenido de emergencia

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 3.4.5.4. Pantalla HMI.

Dentro del proceso de automatización este dispositivo es muy indispensable ya que ayudará a controlar variables como el volumen de dosificado, tiempo de roscado, accionamiento de la banda, del roscador entre otros.

Para definir el tipo de pantalla a utilizar en el sistema se analizó, respecto a sus beneficios, características y costos. entre tres marcas más comunes (SIEMENS, DELTA, Kinco) en el campo de la automatización. En la siguiente tabla se muestra una comparación de las características que ofrecen dichas marcas.

**Tabla 21-3:** Parámetros de selección de la pantalla HMI

	<b>SIEMENS</b>	<b>DELTA</b>	<b>Kinco</b>
<b>Serie</b>	KTP700 PN BASIC	BOP-B07 HMI	GL070E
<b>Pantalla</b>	TFT 64000 colores	TFT 65536 colores	TFT 65536 colores
<b>Tamaño</b>	7"	7"	7"
<b>Resolución</b>	480x272 pixeles	800x480 pixeles	800X480 pixeles
<b>Voltaje</b>	24 V	24 V	24 V
<b>Elemento de mando</b>	Pantalla táctil y teclas de función	Pantalla táctil	Pantalla táctil
<b>Memoria</b>	10MB	128 MB	128MB
<b>Software de programación</b>	TIA PORTAL V17	DOPSoft	Kinco Dtools
<b>Vinculación de la empresa con distribuidores</b>	Si	No	Si
<b>Conocimiento del producto</b>	Alto	Ninguna	Alto
<b>Costo</b>	\$350,00	\$379,70	\$200,00

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

Las tres marcas analizadas cumplen los requisitos que se necesita, pero por su factibilidad de compra, vinculación de los distribuidores comerciales con la empresa, conocimiento del software de programación y su costo, la que mejor se ajusta es la pantalla GL070E de la marca Kinco (ver figura 61-3).



**Figura 61-3:** Pantalla Kinco HMI GL070E

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

Cabe mencionar que la pantalla que se encontraba en el sistema era de la marca SIEMENS modelo LOGO TD misma que se encuentra descontinuada y puesto que se aumentó variables a controlar desde la pantalla se optó por remplazarla por el modelo antes mencionado. Sus características técnicas se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 22-3:** Ficha técnica pantalla Kinco HMI GL070E

<b>Display</b>	
<b>Elemento de mando</b>	Táctil
<b>Tamaño</b>	7 pulgadas
<b>Pantalla</b>	TFT 65536 colores
<b>Resolución</b>	800X480 pixeles
<b>Formato Físico</b>	204x150x37 mm
<b>Comunicación</b>	
<b>Puerto de conexión PLC</b>	Ethernet, RS232x2, RS485, RS422
<b>Protocolos</b>	ModBus TCP, ModBus RTU, Slicetex, Siemens, Mitsubishi, Omron, Panasonic, Delta, etc.
<b>Software</b>	Kinco Dtools
<b>Puerto de programación desde PC</b>	USB, Ethernet
<b>Capacidades</b>	Objetos gráficos, imágenes, animaciones, tablas, botones, etc.
<b>Características eléctricas</b>	
<b>Alimentación</b>	12 a 28 VDC
<b>Potencia de consumo</b>	7.2 Watts
<b>Intensidad</b>	0,3 A
<b>Temperatura</b>	0-50 °C

Fuente: (Kinco, 2021, pp 2)

Realizado por: (Otáñez, F y Centeno, R, 2021)

### 3.4.5.5. Sensores.

- *Sensor Inductivo.*

Este elemento se encarga de detectar el posicionamiento y determina el fin del ciclo de giro de la cruz de malta, por lo tanto, el material a detectar es metal, y su posicionamiento es a 3 mm del mecanismo, por lo que se seleccionó un sensor de la marca qwmif, modelo D1P04 (ver figura 62-3). A continuación, se muestra sus parámetros de funcionamiento:

**Tabla 23-3:** Ficha técnica sensor inductivo qwmif

Sensor inductivo	
Parámetro	Descripción
Marca	qwmif
Modelo	D1P04
Tipo	PNP
Objeto a detectar	Metal
Detección	4mm $\pm$ 10%
Tamaño exterior	M12*1*53
Corriente nominal de consumo	200mA (DC)
Voltaje nominal de trabajo	10-30 VDC
Temperatura ambiente	-25°C – 75°C
Grado de protección	IP67

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 62-3:** Sensor inductivo qwmif

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Sensor Fotoeléctrico.*

Este elemento se encarga de detectar la presencia de las botellas cuando estas entran a la mesa rotativa e inician el ciclo de dosificado y roscado, su posicionamiento es a 30 mm del objetivo a detectar. A continuación, se muestra sus parámetros de funcionamiento:

**Tabla 24-3:** Ficha técnica sensor fotoeléctrico VISOLUX

<b>Sensor fotoeléctrico</b>	
<b>Parámetro</b>	<b>Descripción</b>
<b>Marca</b>	VISOLUX
<b>Modelo</b>	OBT500-18GM60-ES
<b>Tipo</b>	NPN
<b>Objeto a detectar</b>	Plástico
<b>Detección</b>	[0-500]mm; ± 10%
<b>Tamaño exterior</b>	M18*1
<b>Corriente nominal de consumo</b>	200mA (DC)
<b>Voltaje nominal de trabajo</b>	10-30 VDC
<b>Límite de luz ambiental</b>	10000 lux
<b>Tiempo de respuesta</b>	1 ms
<b>Temperatura ambiente</b>	-25 – 55 °C
<b>Grado de protección</b>	IP67

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 3.4.5.6. Fuente de alimentación.

Este equipo será el encargado de suministrar corriente DC a los sensores inductivo, fotoeléctrico, LOGO y al módulo de expansión motivo por el cual su selección dependerá de la sumatoria de la corriente de consumos de los elementos mencionados anteriormente.

**Tabla 25-3:** Consumo total para el dimensionamiento de la fuente de alimentación.

<b>Elemento</b>	<b>Corriente de consumo</b>
LOGO! 12/24RCE	90mA
Módulo de expansión DM8 12/24RC	50mA
Sensor inductivo N°1	200mA
Sensor inductivo N°2	200mA
Sensor fotoeléctrico	200mA
Pantalla HMI GL070E	300mA
<b>Consumo Total</b>	<b>1,04 A</b>

Realizado por: (Otáñez, F y Centeno, R, 2021)

Para el dimensionamiento de la fuente de alimentación se estableció un factor de seguridad del 1.25 (factor establecido por la norma NEC) para brindar mayor confiabilidad y seguridad al sistema de control ya que en éste se encuentran elementos que son costosos y de gran criticidad.

$$I_{\text{nominal-Fuente}} = I_{\text{Total-consumo}} * 1,25 \quad (2)$$

$$I_{\text{nominal-Fuente}} = 1,04 * 1,25$$

$$I_{\text{nominal-Fuente}} = 2,34 \text{ (A)}$$

Como los elementos que se conectarán a la fuente de alimentación funcionan a 24 VDC, se determinó del catálogo de MEAN WELL el tipo de fuente a utilizar siendo así el modelo EDR-7524, ya que se adapta a los parámetros de voltaje y corriente establecidos anteriormente (ver figura 63-3).

75W		EDR-75		
Model No.	Output	Tol.	R&N	Effi.
EDR-75-12	12V, 0-6.3A	±2.0%	80mV	85.5%
EDR-75-24	24V, 0-3.2A	±1.0%	120mV	87.5%
EDR-75-48	48V, 0-1.6A	±1.0%	150mV	88.5%

**Figura 63-3:** Catálogo MEAN WELL

Fuente: (Mean Well, 2020, pp 35)

A continuación, se muestra los detalles técnicos de la fuente de alimentación:

**Tabla 26-3:** Ficha técnica fuente de alimentación MEAN WELL

Fuente de alimentación MEAN WELL	
<b>Modelo</b>	EDR-75-24
Parámetros de entrada	
<b>Voltaje</b>	100-240 AC
<b>Intensidad</b>	1,2 A
<b>Frecuencia</b>	50/60 Hz
Parámetros de salida	
<b>Voltaje</b>	24 VDC
<b>Intensidad</b>	0-3,2 A
Otros parámetros	
<b>Temperatura</b>	50°C
<b>Eficiencia</b>	87,5%
<b>Dimensiones</b>	32x125,2x102 mm

Fuente: (Mean Well, 2020, pp. 35)

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### 3.4.6. Selección de elementos de fuerza.

#### 3.4.6.1. Seccionador trifásico.

Para energizar todos los elementos dentro del tablero se utilizó un seccionador de tipo trifásico para ello se recurrió al valor de consumo total de corriente establecido en el apartado 3.4.6.2 cuyo consumo total aplicado el factor de seguridad es de 16,87 [A], comercialmente se distribuyen estos elementos de 16, 32, 63 [A], motivo por el cual se seleccionó el inmediato superior comercialmente en la marca Camsco (ver figura 64-3).



**Figura 64-3:** Seccionador trifásico 32A Camsco

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 3.4.6.2. Interruptor termomagnético.

Son elementos esenciales en una instalación eléctrica, en proyecto técnico se utilizó 5 interruptores termomagnéticos (breaker), para el dimensionamiento de cada uno de ellos se realizó los siguientes cálculos:

- *Dimensionamiento del interruptor termomagnético general de la envasadora.*

Será el encargado de proteger a todo el sistema de control y fuerza de toda la instalación, para ello se requiere conocer la potencia de cada consumidor del sistema ver tabla 27-3.

**Tabla 27-3:** Dimensionamiento del interruptor termomagnético general.

Consumidor	Cantidad	Potencia [Kw]	Consumo total [Kw]
Motor cruz de malta	1	0,3728	0,3728
Motor banda transportadora	1	0,3728	0,3728
Motor del roscador	1	0,1864	0,1864
Variador de frecuencia	2	0,75	1,5
Fuente de alimentación	1	0,373	0,373
Relés de estado sólido	5	0,012	0,062
Electroválvulas	5	0,00497	0,025
<b>Total</b>			<b>2,892 [Kw]</b>

Realizado por: (Otáñez, F y Centeno, R, 2021)

Después de conocer la potencia total de consumo se procede a realizar el dimensionamiento mediante la siguiente ecuación:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V} \quad (3)$$

$$I = \frac{2892[\text{w}]}{\sqrt{3} \cdot 220 [\text{V}]}$$

$$I = 7,6 [\text{A}]$$

Según la norma NEC establece que para seleccionar un interruptor termomagnético su valor debe ser no mayor a 1,25 (factor de seguridad) veces la corriente nominal del circuito. (Adrian Valentín López Fuentes, 2010, pp. 39).

Mediante el factor de seguridad establecido previamente se dimensiona el interruptor termomagnético, el cual tendrá un valor de 16,87 [A] por lo que se selecciona el inmediato superior comercialmente que es 20 [A].

- *Dimensionamiento del interruptor termomagnético del motor roscador de la envasadora.*

Para dimensionar el interruptor termomagnético que protegerá al motor del roscador ante una posible sobrecarga, se requiere conocer el consumo de dicha carga, para ello se tomó en cuenta los parámetros de funcionamiento nominal del motor establecidos en la ficha técnica, con ello se procedió al su dimensionamiento aplicando el factor de seguridad.

$I = 1,2 [\text{A}]$  consumo nominal del motor Cromton Greaves.

$$I = (1,2 \cdot 1,25) + 1,2$$

$$I = 2,7 [\text{A}]$$

Finalmente, se selecciona del catálogo de Schneider (Schneider, 2016, p.112) el inmediato superior comercialmente que es 3 [A].

- *Dimensionamiento del interruptor termomagnético del motor de la cruz de malta de la envasadora.*

Para el dimensionamiento del elemento de protección se tomó en cuenta los parámetros de funcionamiento nominal establecidos en la ficha técnica del mismo.

Con ello se procede a calcular el interruptor a utilizar aplicando el factor de seguridad:

$I=2,1$  [A] consumo nominal del motor Baldor.

$$I=(2,1* 1,25)+2,1$$

$I=4,72$  [A]

Del catálogo de Schneider (Schneider, 2016, pp. 112) se determina el inmediato superior comercialmente seleccionando así el elemento de 2 polos a 6 [A].

- *Dimensionamiento del interruptor termomagnético del motor de la banda transportadora.*

Tomando en cuenta el consumo de dicho motor establecido en la ficha técnica se procede al dimensionamiento del interruptor.

$I=1,92$  [A] consumo nominal del motor Eberle.

$$I=(1,92* 1,25)+1,92$$

$I=4,32$  [A]

Del catálogo de Schneider (Schneider, 2016, pp. 112) se determina el inmediato superior comercialmente seleccionando así el elemento de 2 polos a 6 [A].

- *Dimensionamiento del interruptor termomagnético fuente de alimentación.*

Para seleccionar el elemento de protección se recurrió a los parámetros de funcionamiento de la fuente de alimentación establecidos en la tabla 23-3.

$I=1,2$  [A].

$$I=(1,2* 1,25)+1,2$$

$I=2,7$  [A]

Del catálogo de Schneider (Schneider, 2016, pp. 112) se determina el inmediato superior comercialmente seleccionando así el elemento de 1 polo a 3 [A].

### 3.4.6.3. Fusibles cilíndricos.

Con el objetivo de brindar mayor confiabilidad al sistema se implementó tres fusibles para proteger de una posible sobrecarga a los componentes que conforman el circuito de control, para su dimensionamiento se tomó en cuenta el consumo de cada equipo a proteger y posteriormente se procedió a seleccionar cada elemento de catálogos.

- *Fusible (F1).*

Se conectarán directamente, la fuente de alimentación y a los relés de estado sólido que activarán a las electroválvulas.

**Tabla 28-3:** Consumo para el dimensionamiento del fusible F1

Consumo	
<b>Fuente de alimentación DC</b>	1,2A
<b>Relés de estado sólido</b>	200 mA
<b>Electroválvulas</b>	80 mA
<b>Consumo total</b>	1,48 A

Realizado por: (Otáñez, F y Centeno, R, 2021)

Para el dimensionamiento de F1 se estableció un factor de seguridad del 1,25 obteniendo un valor de 4,21 A, consecutivamente se selecciona el elemento que cumpla con las características deseadas en el catálogo de Camsco siendo el más adecuado el fusible de R14-20-6A (ver figura 65-3).



REFERENCIA	AMPERAJE	VOLTAJE	MEDIDAS	CARTON
R14-20-0,5A	0,5 AMP	500V	10.3 x 38 mm	10
R14-20-1A	1 AMP	500V	10.3 x 38 mm	10
R14-20-2A	2 AMP	500V	10.3 x 38 mm	10
R14-20-4A	4 AMP	500V	10.3 x 38 mm	10
R14-20-6A	6 AMP	500V	10.3 x 38 mm	10
R14-20-8A	8 AMP	500V	10.3 x 38 mm	10
R14-20-10A	10 AMP	500V	10.3 x 38 mm	10
R14-20-16A	16 AMP	500V	10.3 x 38 mm	10
R14-20-20A	20 AMP	500V	10.3 x 38 mm	10
R14-20-25A	25 AMP	500V	10.3 x 38 mm	10
R14-20-32A	32 AMP	500V	10.3 x 38 mm	10

**Figura 65-3:** Catálogo Camsco.

Fuente: (SUMELEC, 2008, pp. 15)

- *Fusible (F2)*

Este elemento tendrá la misión de proteger al LOGO y al módulo de expansión ante una posible sobrecarga. Puesto que el consumo nominal del relé programable y del módulo es de 90 y 50 [mA], respectivamente se seleccionó un fusible 0,5 [A] con un portafusible tipo bornera en el catálogo df electric (ver figura 66-3).

**5x20 FUSIBLES MINIATURA DE CRISTAL**  
 Cartuchos fusible miniatura de cristal en tamaño 5x20, de bajo poder de corte, indicados para pequeñas corrientes nominales. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos en equipos electrónicos, equipos domésticos, telecomunicaciones, pequeños transformadores o motores, etc. Disponibles en características de fusión rápida (F) y lenta (T). Fabricados según normas IEC y EN con tubo de vidrio y contactos de latón niquelados.  
[www.df-sa.es/es/miniatura/fusibles/](http://www.df-sa.es/es/miniatura/fusibles/)

In (A)	REFERENCIA				U (V)	PODER DE CORTE (W)	EMBALAJE Unidades
	RAPIDOS (F)		LENTOS (T)				
	ESTANDAR GRABE	ESTANDAR ENCAJADO	ESTANDAR GRABE	ESTANDAR ENCAJADO			
0,1	5000010	5020010	5300010	5320010	250	35	100/1000
0,125	5000012	5020012	5300012	5420012	250	35	100/1000
0,16	5000016	5020016	5300016	5420016	250	35	100/1000
0,20	5000020	5120020	5300020	5420020	250	35	100/1000
0,25	5000025	5120025	5300025	5420025	250	35	100/1000
0,315	5000031	5120031	5300031	5420031	250	35	100/1000
0,4	5000040	5120040	5300040	5420040	250	35	100/1000
0,5	5000050	5120050	5300050	5420050	250	35	100/1000
0,63	5000063	5120063	5300063	5420063	250	35	100/1000
0,8	5000080	5120080	5300080	5420080	250	35	100/1000
1	5000100	5120100	5300100	5420100	250	35	100/1000
1,25	5000125	5120125	5300125	5420125	250	35	100/1000
1,6	5000160	5120160	5300160	5420160	250	35	100/1000



**Figura 66-3:** Catálogo df electric.

**Fuente:** (df Electric, 2021, pp. 1)

- *Fusible (F3)*

Este elemento tendrá la misión de proteger a la pantalla ante una posible sobrecarga. Puesto que su consumo nominal es de 300 [mA] se seleccionó un fusible 0,5 [A] con un portafusible tipo bornera en el catálogo df electric (ver figura 66-3).

**Nota:** Los fusibles F2 y F3 se seleccionaron de tipo bornera con el objetivo de reducir espacio dentro del tablero eléctrico.

### 3.4.6.4. Relés de estado sólido.

Este dispositivo fue implementado al sistema con el objetivo de controlar las electroválvulas, ya que estas están en constante conmutación y suponen un punto crítico para todo el proceso de envasado, es por ello que se reemplazó los relés electromagnéticos por relés de estado sólido brindando así mayor confiabilidad al sistema, al no poseer partes móviles se los considera más fiables y con un rango de vida útil mayor.

Con este elemento se logrará controlar los siguientes procesos:

- Electroválvula del Dosificador N°1.
- Electroválvula del Dosificador N°2.
- Electroválvula del cilindro que sostiene el vaso.
- Electroválvula del cilindro que baja el motor roscador.

Generalmente los relés de control de estado sólido comercialmente se distribuyen desde 10, 25, 50, 75, 90, 125 (A) según el catálogo del fabricante. Se utilizará el elemento de 10 A puesto que los dispositivos a controlar no manejan corrientes excesivas.

Para el proceso de automatización se utilizó 5 relés de estado sólido (3 con la entrada a DC y 1 con entrada a AC) de la marca Q&W

**Tabla 29-3:** Ficha técnica del relé de estado sólido

Parámetro	Relé con entrada a AC	Relé con entrada DC
Modelo	ZG3NC-310B	ZG3NC-310A
Marca	Q&W	Q&W
Corriente	10 A	
<b>OUTPUT</b>		
Voltaje	24-480 VAC	24-480 VAC
<b>INPUT</b>		
Voltaje	90-250 VAC	3-32 VDC

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 3.4.6.5. Relé electromagnético.

Será el encargado de controlar el accionamiento del contactor del motor del roscador, el relé electromagnético será controlado desde una de las salidas del LOGO, para su selección se tomó en cuenta aspectos como:

- Vida útil
- Tensión de los contactos.
- Voltaje de alimentación de la bobina.
- Dimensión.

Siendo así el más idóneo a seleccionar el relé de la marca Camco cuyas características técnicas se muestran a continuación:

**Tabla 30-3:** Ficha técnica del relé electromagnético

Parámetro	Característica	
Marca	Camsco	
Contactos	Imáx	10 A
	Vmáx	250/125 V AC/DC
	Imin	10mA
Bobina	I	37,7 mA
	Vcc	24 V
	Pn	0,9 W

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 3.4.6.6. Contactor.

Para el dimensionamiento del contactor a utilizar se tomó como referencia los aspectos de la ficha técnica del motor Crompton Greaves. El proceso a controlar es el roscado de los envases para ellos se reutilizó el motor de 0,25Hp.

**Tabla 31-3:** Dimensionamiento del contactor.

Parámetros de selección contactor	
Tensión nominal de empleo	240 VAC
Tensión de alimentación y naturaleza de la bobina	200/240 VAC
Número de contactos de fuerza y de maniobra	El motor a implementar es de tipo trifásico por lo que se requiere un contactor con 3 contactos NA.
Categoría de empleo	AC3
Rango de intensidad	La corriente de consumo del motor es de 1,2 [A]. en vacío.

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

Después de analizar los parámetros de selección se recurrió al catálogo de la marca LS para seleccionar aquel que cumpla con los requerimientos previamente establecidos ver tabla 31-3.

**Tabla 32-3:** Dimensionamiento del contactor.

Contactor	
Parámetro	Valor
Voltaje	240 [V]
Frecuencia	60 [Hz]
Corriente	9 [A]
Bobina	220/240 [VAC]
Ith	20 [A]
Característica	AC3

Fuente: (JmA Ingeniería, 2019, pp. 12)

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

**Nota:** Para su activación se utilizó un relé electromagnético el cual está alimentado a 24 V DC, mismo que se activa con una salida de relé programable.

### 3.4.6.7. Relé térmico.

Este elemento se acopla al contactor para proteger al motor del roscador ante una posible sobrecarga, para su dimensionamiento se tomó en cuenta los parámetros nominales de funcionamiento del motor que se muestra en la ficha técnica (ANEXO B) a dicho valor se aplicará el factor de seguridad.

$I=1,2$  [A] consumo del motor Cromton Greaves.

$$I=(1,2 * 1,25)+1,2$$

$$I=2,7$$
 [A]

De acuerdo con el catálogo de LS el relé bimetálico que mejor se adapta es el modelo GT clase 10A con un rango de ajuste de 2,5 – 4 A.

### 3.4.6.8. Variador de frecuencia.

Estos dispositivos están destinados a controlar la velocidad en la banda transportadora y la cruz de malta. Después de realizar el diagnóstico de su estado técnico se determinó que se encuentran dentro de sus parámetros funcionales por lo que se optó por implementarlos nuevamente al sistema. Sus detalles técnicos se muestran en la siguiente tabla:

SV ■■■iG5A -2 ■■		004	008	015	022	040	055	075		
Potencia nominal del motor <sup>1</sup>	[HP]	0.5	1	2	3	5.4	7.5	10		
	[kW]	0.4	0.75	1.5	2.2	4.0	5.5	7.5		
Valores de salida	Potencia [Kva.] <sup>2</sup>	0.95	1.9	3.0	4.5	6.5	9.1	12.2		
	FLA [A] <sup>3</sup>	2.5	5	8	12	17	24	32		
	Frecuencia	400 [Hz] <sup>4</sup>								
	Tensión	3Φ 200 ~ 230V <sup>5</sup>								
Valores de entrada	Tensión	3Φ 200 ~ 230 VAC (+10%, -15%)								
	Frecuencia	50 ~ 60 [Hz] (±5%)								
Tipo de ventilación	Convección Natural	Ventilación forzada								
Peso [kg]		0.76	0.77	1.12	1.84	1.89	3.66	3.66		

**Figura 67-3:** Ficha técnica variador de frecuencia iG5A

**Fuente:** (Industrial Systems, 2016)



**Figura 68-3:** Variador de frecuencia iG5A

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 3.4.6.9. Señalización.

Se utilizan 2 luces piloto una verde la cual indica que el tablero se encuentra energizado y una roja para indicar que el hongo retenido (paro de emergencia) se encuentra accionado, estas luminarias funcionan con una alimentación de 220V.



**Figura 69-3:** Señalización.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 3.4.7. Montaje del sistema eléctrico de la envasadora.

Lo primero fue montar todos los elementos de protección, la fuente de alimentación y los elementos de control en el cuadro eléctrico. En este punto se realizó la conexión de la pantalla Kinco con el LOGO V8 para controlar las diferentes variables establecidas previamente como tiempo de dosificado, roscado entre otros.

Una vez listo el cuadro eléctrico se procede a acoplarlo en la máquina para la conexión de los elementos de transmisión de señal en este caso los sensores para la activación de los diferentes actuadores como motores y electroválvulas.



**Figura 70-3:** Montaje del tablero eléctrico de la envasadora.

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 71-3:** Montaje del tablero de mandos de la envasadora

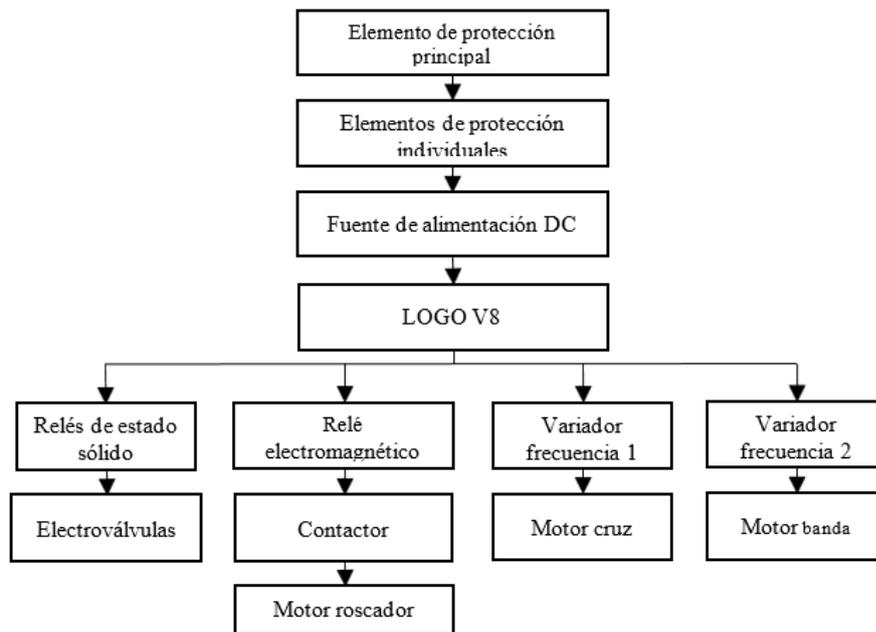
**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021



**Figura 72-3:** Tablero de mandos de la envasadora

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

En la figura 73-3 se muestra la secuencia de conexión general de los elementos de protección, de control y sus actuadores.



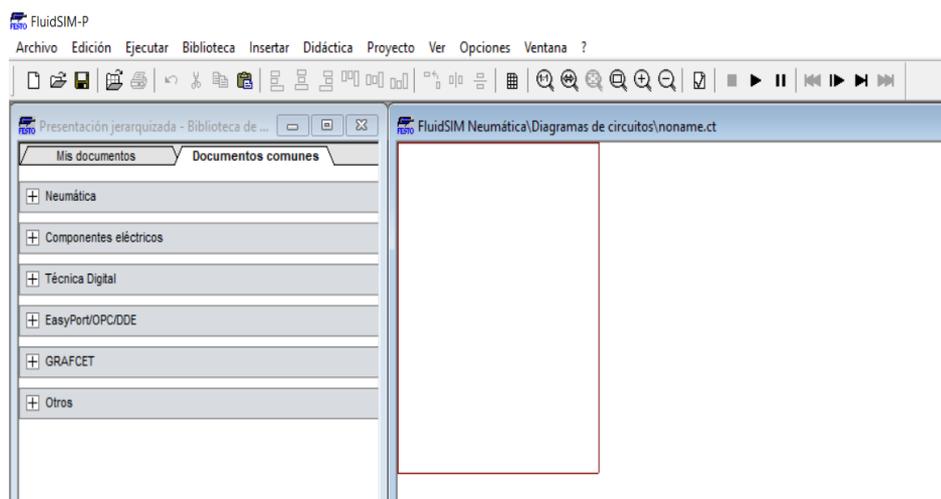
**Figura 73-3:** Secuencia de conexión del tablero eléctrico

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### 3.5. Diseño y automatización del sistema neumático.

#### 3.5.1. Desarrollo del circuito neumático.

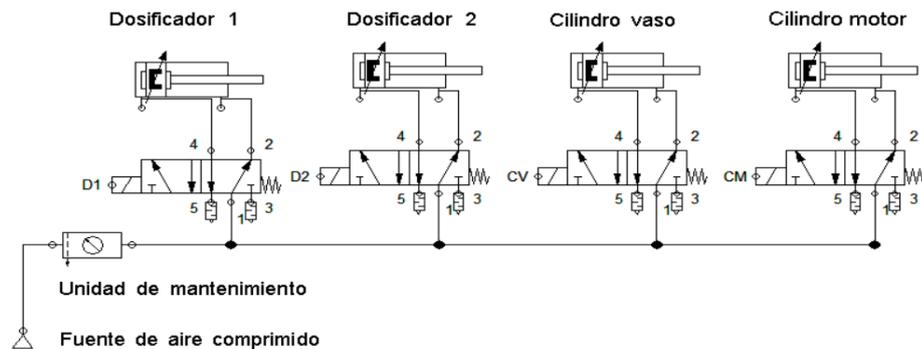
Para el desarrollo del sistema neumático se utilizó el programa FluidSIM, donde se simuló la interacción de los cilindros neumáticos de doble efecto para los procesos de dosificado y roscado. Esto con la finalidad de entender el funcionamiento y la conexión de dichos elementos.



**Figura 74-3:** Entorno de desarrollo del programa FluidSIM-P

Fuente: FluidSIM-P

La automatización del sistema neumático se desarrolló al momento de programar el LOGO V8, donde se estableció los parámetros para el accionamiento de los relés de estados sólido que son los encargados de accionar las electroválvulas para el funcionamiento de este sistema (VER ANEXO D).



**Figura 75-3:** Circuito neumático envasadora dosificadora rotativa.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### 3.5.2. Elementos neumáticos de la envasadora y dosificadora rotativa.

El sistema neumático posee elementos claves en el funcionamiento de la dosificadora rotativa, los componentes neumáticos utilizados en el equipo son:

- *Unidad de mantenimiento.* Se eligió la unidad de mantenimiento con tamaño de puerto de 1/4 plg para trabajar con la manguera neumática de diámetro exterior de 6 mm.



**Figura 76-3:** Unidad de mantenimiento.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Electroválvulas.* Utilizadas para controlar el paso del aire comprimido para el accionamiento de los actuadores (cilindros doble efecto) en el equipo. Se cuenta con

cuatro electroválvulas 5/2 vías para que el escape de los cilindros de doble efecto pueda ser independiente para cada lado y poder realizar otras funciones de mando.



**Figura 77-3:** Electroválvula.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

Su bobina es de accionamiento de 220 voltios ya que los relés utilizados para su accionamiento tienen una salida de 220 voltios.



**Figura 78-3:** Bobina de electroválvula.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Cilindros neumáticos* Para los dosificadores contamos con dos cilindros de 25x25 es decir diámetro de 25 mm y carrera 25 mm, para realizar la apertura o cierre en los dosificadores.



**Figura 79-3:** Cilindro neumático INOX de doble efecto 25x25.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Racores.* Para los cilindros neumáticos se utilizó racores con reguladores para variar la presión de aire que ingrese y así poder establecer la longitud de la carrera que se acople para los diferentes procesos.



**Figura 80-3:** Racor codo con regulador 6mm.

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

En las válvulas se utilizó racores de codo para poder conectar la manguera fácilmente.



**Figura 81-3:** Racor codo 6mm.

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

Se utilizó racores pasa muros para la distribución del aire comprimido hacia los cilindros neumáticos, de esta manera hacer más estética la conexión.



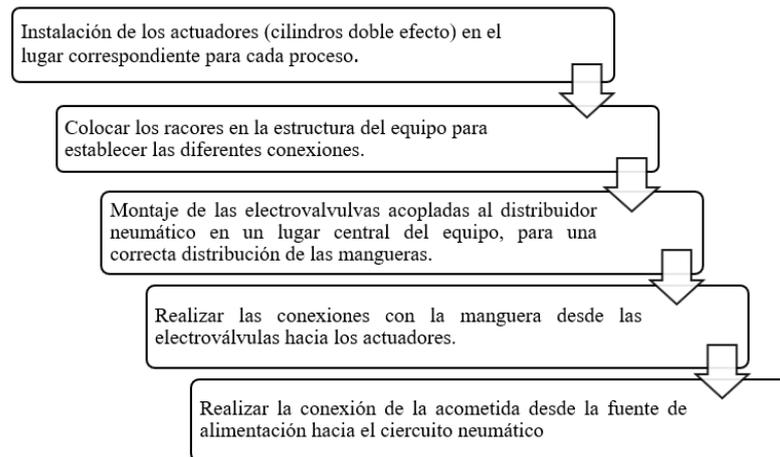
**Figura 82-3:** Racor pasamuros 6mm.

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Manguera neumática.* Se utilizó el tubo de poliuretano de diámetro exterior de 6 mm ya que tiene capacidad resistir una presión de aire de hasta 13 bares.

### 3.5.3. Montaje del sistema neumático.

Montaje de la unidad de mantenimiento y electroválvulas en una placa de acero para acoplarla a la estructura del equipo.



**Figura 83-3:** Montaje del sistema neumático.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

## 3.6. Mejoras impuestas al equipo.

### 3.6.1. Llenado del producto.

Con el proceso manual para la dosificación del yogurt, el operador tiene la obligación de garantizar al consumidor el volumen correspondiente al indicado en la etiqueta. Desde un punto de vista legislativo el sobrellenado no es un problema, pero si tiene consecuencias como la pérdida de producto, así como formación de residuos en el envase debido al sobrellenado. Pero si por el contrario el contenido neto real del producto es menor que el contenido neto nominal se estaría incumpliendo con los requisitos establecidos por la norma RTE INEN 284 encargada de verificar el contenido neto de los productos alimenticios en el Ecuador.

Al implementar un tanque de almacenamiento del yogurt con flotador se establecerá un rango de volumen fijo. Cuando el nivel del producto comience a disminuir hasta llegar al punto bajo de producto la válvula mecánica accionada por el flotador se abrirá dejando ingresar el yogurt, hasta que nuevamente el propio producto eleve el flotador hacia el punto máximo de llenado y cierre la válvula de paso.

De esta manera se controla el proceso de dosificación, optimizando recursos como materia prima (producto), mano de obra y el tiempo, de forma fiable, rentable y óptima.

#### 3.6.1.1. *Modificación del tanque de almacenamiento del producto.*

Puesto que el tanque de almacenamiento implementado en la máquina actual se ocupaba para otro proceso ya extinto, se tomó la decisión de adaptarlo a la máquina envasadora rotativa de yogurt, para ello se realizó las siguientes modificaciones.

- *Definir la ubicación.*

El primer paso es establecer el punto de ubicación del tanque en la máquina, para que no interfiera con ningún proceso ya sea roscado o dosificado.

- *Trazado de la línea de succión y descarga del producto.*

Después de definir la ubicación del tanque del producto se procede a trazar el área de succión descarga, para posteriormente perforar el área trazada con la ayuda de un sacabocado de diámetro 1 ½ [plg], finalmente se pule la superficie para dejarla uniforme.



**Figura 84-3:** Trazado de la línea de succión y descarga.

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Soldadura de la línea de descarga.*

Este proceso se realizó mediante soldadura TIG por ello se debe tener mayor precaución, puesto que se trabaja con materiales alimentarios (acero inoxidable AISI 304), los mismo que se

contaminan fácilmente con el propio gas de del proceso de soldadura (Argón). Para evitar dicha eventualidad debe realizar un cordón de suelda corrido.

*Primer paso.* Ubicar el codo de 45° en salida de producto y posteriormente realizar puntos de soldadura para fijar codo en el tanque.

*Segundo paso.* Después de alinear y fijar el codo en el tanque se procede a realizar el cordón de soldadura tanto externa como internamente (ver figura 85-3).



**Figura 85-3:** Proceso de soldado TIG del codo a 45° con varilla 316L.

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

*Tercer paso.* Para realizar esta unión (codo tubo de descarga hacia la línea de dosificado) primero se debe fijar el codo y el tubo mediante puntos de suelta, posteriormente se debe aislar la tubería ante la entrada del aire atmosférico, este proceso se lo realiza con tapones para soldar, en uno de los extremos se introduce gas Argón y finalmente se procede a realizar el cordón de soldadura.



**Figura 86-3:** Unión del codo a 45° con el tubo de la línea de descarga.

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Soldadura de la línea de succión.*

*Primer paso.* Ubicar el tubo de 10cm en la entrada de producto y posteriormente realizar puntos de soldadura para fijar tubo en el tanque.

*Segundo paso.* Después de alinear y fijar el tubo en el tanque se procede a realizar el cordón de soldadura tanto externa como internamente del tanque.

*Tercer paso.* Alinear la unión universal (macho) en la tubería de descarga soldada previamente y posterior a ello puntar con suelda la unión.

*Cuarto paso.* Ubicar los tapones de soldadura en los dos extremos de la unión a soldar, posterior a ello inyectar Argón, para finalmente realizar el cordón de suelda (ver figura 86-3).



**Figura 87-3:** Línea de succión del tanque de almacenamiento del yogurt.

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### *3.6.1.2. Implementación del flotador en el tanque de almacenamiento de producto.*

*Primer paso.* Soldar a 2mm de la parte inferior de la boca de dosificación una guía de 20 mm con un corte de 15 mm a lo largo y una perforación a 5 mm de la parte superior para soportar con una bincha la palanca de accionamiento de la válvula.



**Figura 88-3:** Eje de la palanca de accionamiento

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

*Segundo paso.* Acoplar la palanca y la válvula de apertura y cierre del producto a la guía que se soldó previamente.



**Figura 89-3:** Palanca de accionamiento y válvula.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

*Tercer paso.* Colocar la boya en el centro de la olla mediante un eje acoplado a la palanca de accionamiento.



**Figura 90-3:** Implementación del flotador en el tanque de almacenamiento de yogurt.

Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

La válvula de apertura y cierre para la dosificación consta de un eje con aspas y una cabeza semiesférica que, al momento de elevarse la boya y llegar a la altura deseada de producto, esta empuja a la válvula linealmente hasta toparse con boca de dosificación, evitando así que salga el producto.

### **3.6.2. *Sustitución de relés electromagnéticos por relés de estado sólido***

Al sustituir los relés electromagnéticos (EMR) por relés de estado sólido (SSR), para el accionamiento de las electroválvulas de aire comprimido que realizarán los procesos o etapas de

dosificado, retención del envase y roscado. Con su implementación se logrará brindar mayor fiabilidad al sistema ya que los SSR al no tener piezas móviles o contactos, éstos no se degradan, en comparación al cierre o apertura constante de los contactos móviles de un relé electromagnético. Además, gracias a su mayor velocidad de conmutación de los SSR se activarán las electroválvulas de forma rápida, cumpliendo de esta manera con los tiempos establecidos para ejecutar los procesos anteriormente mencionados.



**Figura 91-3:** Relés de estado sólido.

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

## CAPÍTULO IV

### 4. GESTIÓN DEL PROYECTO.

#### 4.1. Análisis financieros de costos.

Para determinar los costos de elaboración de la envasadora rotativa de yogurt, se analizó los costos de materiales, mano de obra, maquinaria/herramientas, transporte y gastos generales. A estos se los dividió en costos directos e indirectos.

Los costos del desarrollo del proyecto técnico se asumieron de la siguiente manera:

**Tabla 1-4.** Porcentaje de asignación de los costos del proyecto.

Empresa "PRASOL"	80%
Autores del proyecto técnico	20%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

##### 4.1.1. Costos directos.

Son los costos realizados por parte de los elaboradores del proyecto técnico, los parámetros que se tomó en cuenta para el análisis de costos directos son los siguientes:

- Materiales y accesorios.
- Mano de obra y transporte.
- Equipos y herramientas.

##### 4.1.1.1. Materiales y accesorios.

Para determinar el costo total se toma en cuenta los materiales utilizados en los diferentes sistemas de la máquina los cuales se detallan a continuación:

- Costos de materiales y accesorios mecánicos.
- Costos de materiales y accesorios eléctricos.
- Costos de materiales y accesorios neumáticos.

**Tabla 2-4:** Costos de accesorios mecánicos.

ACCESORIOS MECÁNICOS					
N° piezas	Detalle	Unidad	Cantidad	Valor unitario [USD]	Valor total [USD]
1	Pernos de cabeza hexagonal AISI 304, Ø 1/4x1 [plg]	U	10	0,05	0,5
2	Pernos de cabeza hexagonal AISI 304, Ø 3/8x3/4 [plg]	U	20	0,25	5
3	Pernos de cabeza hexagonal AISI 304, Ø 7/16x3/4 [plg]	U	10	0,30	3
4	Pernos de cabeza hexagonal AISI 304, Ø 1/2x3/4 [plg]	U	5	0,33	1,65
5	Tornillos cabeza en estrella M8x20mm	U	20	0,14	2,8
6	Turca hexagonal AISI 304, Ø 1/4 [plg]	U	10	0,08	0,8
7	Turca hexagonal AISI 304, Ø 3/8 [plg]	U	20	0,10	2
8	Turca hexagonal AISI 304, Ø 7/16 [plg]	U	10	0,08	0,8
9	Pernos de cabeza hexagonal AISI 304, Ø 1/2 [plg]	U	5	0,12	0,6
10	Remaches 1/8x3/8 [plg]	U	30	0,03	0,9
11	Tubo acero inoxidable AISI 304 Ø 1 ½ x1/16 [plg]	m	3	13,00	39
12	Férula de soldadura AISI 304 Ø 1 ½ x1/16 [plg]	U	1	3,00	3
13	Codo a 45° AISI 304 Ø 1 ½ x1/16 [plg]	U	2	10,00	20
14	Abrazadera de trébol AISI 304	U	5	7,50	37,5
15	Eje de acero inoxidable AISI 304 Ø 3/4 x 3 [plg]	kg	0,23	4	0,92
16	Universal AISI 304 Ø 1 ½	U	1	10,00	10
17	Pintura anticorrosiva azul	lt	1	4,50	4,5
				<b>Total</b>	<b>132,97</b>

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

**Tabla 3-4:** Costos de materiales mecánicos.

MATERIALES MECÁNICOS					
N° piezas	Detalle	Unidad	Cantidad	Valor unitario [USD]	Valor total [USD]
1	Electrodo 308L (AWS E 308L)	lb	0,25	36,00	9,00
2	Varillas Tig Inox 308L	U	20	0,25	5,00
3	Boquilla para antorcha Tig N° 6	U	1	4,00	4,00
4	Electrodo de tungsteno 3/32 Thorio 2%	U	1	3,25	3,25
5	Lija 180	U	4	0,30	1,20
6	Grasa SRI Grease 2	U	1	30,00	30,00
7	Grasa de grado alimenticio LGFP 2 (SKF)	U	1	60,00	60,00
				<b>Total</b>	<b>112,45</b>

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

**Tabla 4-4:** Costos de materiales y accesorios eléctricos.

<b>MATERIALES Y ACCESORIOS ELÉCTRICOS</b>					
<b>N° piezas</b>	<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario [USD]</b>	<b>Valor total [USD]</b>
1	LOGO Siemens 12/24 RC	U	1	165,75	165,75
2	Módulo de expansión DM8 12/24RC	U	1	83,25	83,25
3	Relé de estado sólido Q&W 24-480 VAC/ 24-480 VAC	U	3	6,296	6,29
4	Relé de estado sólido Q&W 90-250 VAC/ 3-32 VDC	U	1	6,296	6,29
5	Relé electromagnético 24VDC con base de 8 pines	U	1	4,97	4,97
6	Fuente de alimentación MEAN WELL EDR 7425	U	1	45,43	45,43
7	Contactador LS 220 VAC – 50/60 Hz	U	1	15,00	15,00
8	Relé térmico 2,5-4 A	U	1	10,00	10,00
9	Interruptor termomagnético 20A (Schneider) 3 polos	U	1	41,91	41,91
9	Interruptor termomagnético 3A (Schneider) 3 polos	U	1	15,32	15,32
10	Interruptor termomagnético 6A (Schneider) 3 polos	U	2	15,32	30,64
11	Bornera de 2,5mm	U	20	0,256	5,12
12	Bornera de 4 mm	U	20	0,336	6,72
13	Bornera de 6mm	U	6	0,408	2,448
14	Bornera de tierra 4mm	U	5	1,08	5,4
15	Rollo de cable N°18	m	100	0,1615	16,15
16	Ferul 18	U	200	0,0189	3,78
17	Ferul 12	U	100	0,02682	2,682
18	Ferul doble 18	U	100	0,01856	1,856
19	Conector tipo horquilla	U	10	0,10	1,00
20	Cinta de ½ BMP-21 (amarillo)	U	1	30,00	30,00
21	Sensor inductivo PNP	U	2	13,81	27,62
22	Sensor fotoeléctrico NPN	U	1	16,53	16,53
23	Pantalla táctil Kinco GL070E	U	1	200,00	200,00
24	Portafusible 10x38	U	1	3,00	3,00
25	Fusible cerámico de 6A	U	1	1,00	1,00
26	Portafusible tipo bornera 5x20 mm	U	2	3,76	7,52
27	Fusible de cristal 0,5A	U	1	0,50	0,5
28	Lámpara de señalización verde 220 VAC 22 mm	U	1	2,50	2,5
29	Lámpara de señalización roja 220 VAC 22 mm	U	1	2,50	2,5
30	Selector 2 posiciones NA	U	2	1,764	3,528
31	Selector 3 posiciones NA	U	1	2,11	2,11
32	Hongo retenido, emergencia	U	1	2,208	2,208
33	Seccionador 32 A trifásico	U	1	17,44	17,44
34	Canaleta ranurada 40x40 mm	U	2	3,50	7,00
				<b>Total</b>	<b>806,06</b>
					<b>6</b>

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

**Tabla 5-4:** Costos de materiales y accesorios neumáticos.

<b>ACCESORIOS NEUMÁTICOS</b>					
<b>N° piezas</b>	<b>Detalle</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario [USD]</b>	<b>Valor total [USD]</b>
1	Pasamuros 6mm	U	8	2,25	18
2	Regulador de caudal tipo banjo 6mm x 1/8"	U	8	3,98	31,84
3	Racor codo 6mm x 1/8"	U	8	1,11	8,88
4	Racor codo 8 mm x 1/4"	U	1	1,51	1,51
5	Racor T 8 mm x 1/4"	U	1	1,51	1,51
6	Manguera neumática N° 6	U	20	0,762	15,24
7	Manguera neumática N° 8	U	2	1,20	2,40
8	Unidad de mantenimiento	U	1	82,38	82,38
10	Cilindro diámetro 25mm, carrera 25 mm	U	1	46,14	46,14
				<b>Total</b>	207,90

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 4.1.1.2. Costo de mano de obra y transporte.

En los costos de mano de obra y transporte se considera el valor monetario y el tiempo empleado por los trabajos realizados fuera de los talleres de la empresa "PRASOL".

**Tabla 6-4:** Costos de mano de obra y transporte

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio [USD]</b>
1	Soldadura de acero inoxidable	50,00
2	Torneado	39,00
3	Transporte	60,00
<b>Total</b>		149,00

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 4.1.1.3. Equipos y herramientas.

Para determinar los costos de equipos y herramientas se tomó en cuenta el valor monetario cancelado por prestación de servicios a talleres externos a la empresa.

**Tabla 7-4:** Costos por equipos y herramientas

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Costo/hora [USD]</b>	<b>Horas equipo</b>	<b>Valor [USD]</b>
1	Soldadura TIG	4,25	3	12,75
2	Torno	2,00	7	14,00
3	Marquilladora	1,00	24	24,00
4	Prensa de banco	0,85	2	1,70
5	Taladro de pedestal	1,25	2	2,50
<b>Total</b>				54,95

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 4.1.1.4. Costos totales directos.

**Tabla 8-4:** Costos totales directos

N°	Detalle	Valor [USD]
1	Accesorios mecánicos	132,97
2	Materiales mecánicos	112,45
3	Materiales y accesorios eléctricos	806,066
4	Materiales y accesorios neumáticos	207,90
5	Mano de obra y transporte	149,00
6	Equipos y herramientas	54,95
<b>Total</b>		<b>1463,34</b>

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 4.1.2. Costos indirectos.

Para determinar el valor de los costos indirectos se tomó en cuenta los gastos por asesoría e imprevistos.

**Tabla 9-4:** Costos Indirectos

N°	Detalle	Valor [USD]
1	Supervisión	500,00
2	Imprevistos	100,00
<b>Total</b>		<b>600,00</b>

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 4.1.3. Costos totales.

Es el total de los costos realizados en el desarrollo del proyecto técnico tanto directos como indirectos (ver tabla 10-4).

**Tabla 10-4:** Costos totales

Costo	Valor [USD]
Directo	1463,34
Indirecto	600,00
<b>Total</b>	<b>2063,34</b>

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

## **4.2. Pruebas y puesta en marcha de la máquina.**

### **4.2.1. Puesta en marcha de la máquina.**

El botón “Marcha” en la pantalla es el inicio del proceso el cual envía una señal a la entrada del LOGO (relé programable) este procesa la señal y acciona a los actuadores del sistema.

Empezará con el encendido simultaneo del motor de la banda transportadora, cruz de malta y el motor del roscador con ello comienza el ciclo de acción de la máquina.

Cuando las botellas hayan sido colocadas manualmente la banda será encargada de transportarlas hacia la mesa rotativa para que el envase cumpla sus 3 etapas.

Empezando la primera etapa que consiste en el transporte de los envases hacia la zona de dosificado y roscado para esta etapa la banda transportadora y el motor de la cruz de malta (mesa rotativa) tienen que estar en perfecta sincronía esto se logra a través de los variadores de frecuencia conectados al sistema.

La segunda etapa consiste en la dosificación del producto, los sensores de posicionamiento (inductivos) ubicados en la cruz de malta determinarán el posicionamiento exacto de los envases en los cilindros dosificadores, mientras que el sensor fotoeléctrico será el encargado de detectar la presencia de las botellas en la mesa rotativa y con ello accionar las electroválvulas para la evacuación del yogurt hacia los envases.

La última etapa consiste en el roscado de las tapas en los envases dosificados, después que el sensor fotoeléctrico detecta la botella este manda una señal al LOGO el cual activa la función de bytes de desplazamiento y cuando el envase pasa por el sexto bit de desplazamiento comienza la etapa de roscado. Un relé de estado sólido activará la electroválvula que controla el cilindro denominado retenedor de botella para evitar el giro involuntario de la misma, posteriormente se activará un segundo relé de estado sólido que accionará el cilindro de desplazamiento vertical del motor para finalmente colocar la tapa de seguridad en la botella.

Gracias a estas etapas se logra un dosificado y roscado adecuado en cada una de las botellas, cumpliendo así todos los requerimientos establecidos.

#### 4.2.2. *Parámetros de funcionamiento de los motores del sistema.*

Para comprobar el correcto funcionamiento de los motores eléctricos de la envasadora, se midió los parámetros funcionales a plena carga y se los comparó con los valores nominales que establecen los manuales de los componentes. Con ello se determinó si los motores están en su capacidad óptima para cumplir con su función requerida.

**Tabla 11-4:** Datos a plena carga de los motores de la envasadora.

Componente	Funcionamiento eléctrico			Observaciones
	Tensión [V]	Ia [A]	In [A]	
Motor Eberle (0,5 Hp)	220	3,1	1,92	Aceptable
Motor Baldor (0,5 Hp)	220	2,8	2,1	Aceptable
Motor Crompton Greaves (0,25 Hp)	220	1,9	1,2	Aceptable

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 4.2.3. *Pruebas de funcionalidad de la envasadora.*

Se realizaron las pruebas para comprobar el adecuado funcionamiento de la máquina. Ajustando tiempos y sincronizando tareas con el objetivo de evitar posibles fallas potenciales en la puesta en marcha y en el envasado del producto para ello se tomó en cuenta los siguientes parámetros de funcionamiento.

- Verificación del adecuado dosificado del producto.
- Determinación de todos los tiempos en cada etapa durante el proceso
- Verificación del adecuado roscado de las botellas

#### 4.2.4. *Resultados.*

Las pruebas ejecutadas durante la fase vista en el apartado 4.2.3, entregaron datos importantes acerca de los parámetros de funcionamiento nominales de la máquina, mostrando un incremento en la productividad al comparar los tiempos de producción manual respecto a la propuesta

Los tiempos registrados son datos aproximados y no representan un valor real, ya que pueden presentarse eventualidades que pueden variar los tiempos de producción como, por ejemplo: fallas mecánicas, eléctricas, neumáticas, etc. En las pruebas funcionales de la envasadora se tomó como base comparativa el resultado el tiempo total al obtener lotes de 24 botellas en forma cíclica.

**Tabla 12-4:** Prueba N°1 accionamiento de los procesos de transporte, dosificado y roscado.

<b>Prueba N° 1</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>
Accionamiento de la banda Transportadora	X	
Accionamiento de la cruz de malta	X	
Accionamiento del roscador	X	
Accionamiento de las electroválvulas	X	

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

**Tabla 13-4:** Prueba N°2 Sincronización

<b>Prueba N° 2</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>
Sincronización de la banda transportadora con la cruz de malta	X	
Sincronización del paso de las botellas de la banda transportadora a la estrella de la cruz de malta	X	
Sincronización de la posición de las botellas en el proceso de dosificado	X	
Sincronización de la posición de las botellas en el proceso de roscado	X	

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

**Tabla 14-4:** Prueba N°3 Detección de sensores

<b>Prueba N° 3</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Cumple</b>	<b>No cumple</b>
Detección del sensor inductivo N°1	X	
Detección del sensor inductivo N°2	X	
Sincronización los sensores inductivos con el mecanismo de la cruz de malta	X	
Detección del sensor fotoeléctrico	X	
Conteo de las botellas a través del sensor fotoeléctrico	X	

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

**Tabla 15-4:** Prueba N°4 Dosificación

<b>Prueba N° 4</b>				
<b>Parámetro</b>	<b>Volumen</b>	<b>Número de botellas</b>	<b>Tiempo Dosificador N°1</b>	<b>Tiempo Dosificador N°2</b>
Dosificación de yogurt	100 ml	24	56 [s]	73 [s]

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

**Tabla 16-4:** Prueba N°5 Roscado

<b>Prueba N° 5</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Número de botellas</b>	<b>Tiempo roscado</b>
Roscado de las botellas	24	93 [s]

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

#### 4.2.4.1. Ajustes de parámetros.

Después del resultado obtenidos en las pruebas funcionales de la envasadora del apartado anterior se concluye que para envasar botellas de 100 ml se debe ajustar los tiempos de los retardos la conexión y a la desconexión según la siguiente tabla:

**Tabla 17-4:** Ajustes del proceso de envasado y roscado

Parámetro	Tiempo [ms]
Ret. Dosificador 1	20
Tmp. Dosificador 1	25
Ret. Dosificador 2	20
Tmp. Dosificador 1	25
Ret. Sostiene Vaso	20
Tmp. Sostiene vaso	80
Ret. Roscador	15
Tmp. Roscador	80
Ret. Inicia ciclo	24
Ret. Apagado	25

Realizado por: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

### 4.3. Operación y manual de mantenimiento de la máquina.

#### 4.3.1. Reglas de seguridad para evitar percances durante la operación y mantenimiento de la máquina.

- Asegúrese de las condiciones y los peligros presentes en el equipo antes de operar la máquina.
- Realice una inspección previa de las condiciones de la máquina.
- No trabaje sobre un área mojada.
- Se prohíbe ajustes y arreglos de la máquina a personal no autorizado.
- Se prohíbe realizar labores de mantenimiento cuando los motores de la envasadora estén en marcha
- Utilizar equipos de protección personal en producción, limpieza y mantenimiento de la envasadora.

#### 4.3.2. Operación.

El manual de operación constituye de suma importancia para la empresa, ya que contiene información para llevar a cabo de manera secuencial y precisa las actividades a ejecutar por el operador en la máquina dosificadora y roscadora rotativa de yogurt. La descripción de los

procesos se realizó de forma ordenada y progresiva de las operaciones a llevarse a cabo en cada actividad durante el ciclo de producción.

El funcionamiento de la envasadora depende del accionamiento de los controles ubicados en el tablero de mando, el mismo que contiene selectores, seccionador, hongo retenido de emergencia para activar o desactivar los procesos de envasado, transporte y roscado, además se compone de dos lámparas como indicadores cuando la máquina se encuentra energizada (Luz verde) y cuando se acciona el hongo retenido de emergencia (Luz roja).

#### 4.3.2.1. Pasos para la operación de la máquina envasadora rotativa de yogurt.

Los mandos que dispone la máquina para su accionamiento son los siguientes:

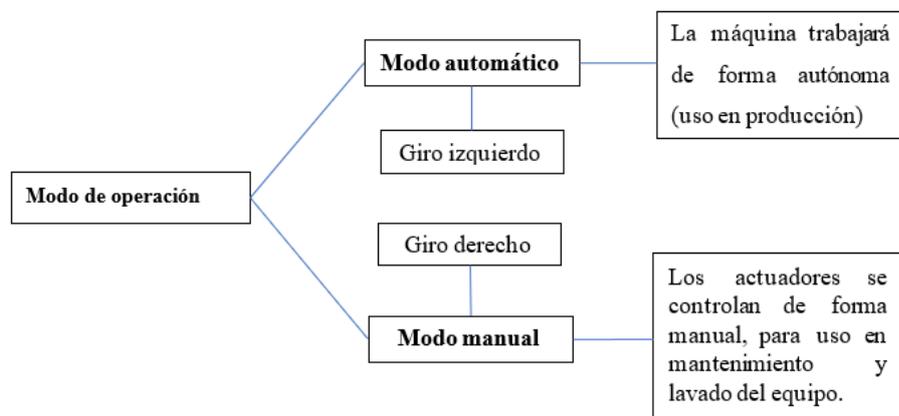
### Producción.

- *Paso 1. Seccionador.*

“Accionamiento general” habilita todas las funciones de los componentes de la máquina. Una luz de señalización verde en el tablero de mando indica que la máquina se encuentra energizada

- *Paso 2. Seleccionar el modo de operación de la máquina*

Establezca la posición del selector de tres posiciones (ver figura 1-4).



**Figura 1-4:** Modo de operación de la máquina envasadora.  
Fuente: Otáñez, F y Centeno, R, 2021

**Nota:** Un aviso en la pantalla HMI indicará el modo de operación de la máquina.

- *Paso 3. Establecer el volumen de dosificado.*

Definir el volumen de dosificado a envasar en la pantalla HMI según la tabla 17-4:



**Figura 2-4:** Determinación de la cantidad de yogurt en cada envase.

**Fuente:** Otáñez, F y Centeno, R, 2021

- *Paso 4. Marcha general.*

Establecido el selector en modo automático pulsar el botón marcha en la pantalla HMI este activará a todos los actuadores del sistema. Una luz verde intermitente en la pantalla indicará el funcionamiento de la máquina.

- *Funciones del operario durante la producción.*

Ingresar las botellas en la banda transportadora, después que la máquina dosifique los envases coloque las tapas de seguridad en las botellas de la mesa rotativa para su posterior roscado, cuando culmine este proceso coloque las botellas en una mesa receptora de producto.

**Nota:** En caso de presentarse alguna eventualidad pulsar el hongo retenido de emergencia ubicado en el tablero de mando, este detendrá instantáneamente todo el proceso.

#### **4.3.3. Mantenimiento.**

Los componentes que conforman la envasadora y dosificadora rotativa de yogurt no requieren actividades de mantenimiento complejas, por lo tanto, las tareas de mantenimiento preventivo se centran en inspecciones visuales, medición de parámetros establecidos, cambio de elementos y limpieza.

Las tareas designadas para cada elemento y su frecuencia se las determinó de catálogos de los fabricantes de los elementos utilizados y también se tomó como referencia los manuales de mantenimiento de máquinas existentes en la empresa que tenían procesos similares.

El manual de mantenimiento de la máquina dosificadora rotativa de yogurt describe cuatro partes importantes que son: mecánica, eléctrica, neumática y la línea del producto.

El manual de mantenimiento debe evitar paros imprevistos debido a un daño previo o por completo en la envasadora. (VER ANEXO F)

## **CONCLUSIONES.**

Durante la evaluación para la repotenciación de la envasadora se logró evidenciar el deterioro de los sistemas mecánico, eléctrico y neumático de la máquina; según los resultados de la evaluación un 44,44% de elementos son reutilizables, 40,74% de elementos de recambio y 14,81% de elementos a ser desechados. Por lo tanto, se fijaron acciones correctivas y preventivas para mejorar el estado funcional de los componentes de la envasadora.

Con el mantenimiento a los sistemas eléctrico, mecánico y neumático de la envasadora, se restauraron las condiciones funcionales de la máquina, de modo que se reutilizó determinados componentes, obteniendo así un ahorro de la inversión del proyecto técnico.

La actualización y modificación del sistema automático y neumático de la envasadora dio como resultado la eliminación de los componentes obsoletos y la sustitución de los mismos por unos de mayor tecnología. Con ello se logró obtener un óptimo control de la máquina y a su vez ahorrar tiempo y recursos a la empresa.

En base a la norma IEC 60617 se elaboró e implementó los planos eléctricos y neumáticos de la envasadora, con ello brindar una herramienta de apoyo técnico al departamento de mantenimiento de la empresa PRASOL Lácteos Santillán.

Se verificó; mediante pruebas experimentales; el correcto funcionamiento de cada uno de los sistemas que conforman la envasadora, determinando que para un lote de 24 botellas el tiempo de producción es de 93 segundos.

Se elaboró e implemento el manual de operación y mantenimiento, mismo que contiene información detallada del funcionamiento de la envasadora, permitiendo estandarizar el proceso de envasado y a su vez asegurar la disponibilidad operacional de la máquina., logrando con ello mayor eficiencia de los recursos tanto humanos como financieros.

## **RECOMENDACIONES.**

Capacitar al personal encargado de la operación de la envasadora y dosificadora rotativa en cuanto al uso y mantenimiento del equipo, para evitar eventualidad alguna y largar la vida útil del equipo.

Previo a su funcionamiento, revisar el manual de operación para evitar cualquier tipo de conflicto hombre-máquina.

Aplicar el plan de mantenimiento preventivo a los elementos de los sistemas de la máquina, para prevenir cualquier fallo que pueda representar paros imprevistos de producción

Establecer el volumen a envasar cuando la máquina se encuentre parada.

Evitar la manipulación de los componentes eléctricos del tablero de control de la envasadora, ya que puede existir riesgo de choque eléctrico.



## GLOSARIO

**Actuador:** Es un componente que emplea la energía recibida para activar el funcionamiento de un proceso automatizado. El actuador puede realizar su función gracias a la información que recibe de las unidades de control, en función de esta, se genera una orden de actuación, que puede ser hidráulica, neumática, eléctrica o automática. (Helloauto, 2020)

**Automatización:** La automatización consiste en usar la tecnología para realizar tareas casi sin necesidad de las personas. Se puede implementar en cualquier sector en el que se lleven a cabo tareas repetitivas.(Red Hat, 2018)

**Bit:** Bit es la abreviación de Binary Digit (dígito binario), la cual en términos técnicos es la unidad mínima de información de una computadora. Un bit tiene solamente un valor (que puede ser 0 o 1). Varios bits combinados entre sí dan origen a otras unidades, como byte, mega, giga y tera.(Marker, 2018)

**Byte:** Un Byte es un grupo de ocho bits, formando según una secuencia que representa un carácter. Se puede hacer una correspondencia biunívoca entre cada número decimal (0 a 9), las letras mayúsculas y minúsculas (A hasta Z), los símbolos matemáticos, la puntuación, y demás símbolos, con un respectivo byte. (Marker, 2018)

**Conmutación:** La conmutación en todo su esplendor se refiere a la posibilidad de establecer dos o más estados para un fin específico, dependiendo del tipo de aplicación, como puede ser modificar el camino que deben seguir los electrones.(Unisalia, 2021)

**Estandarización de procesos:** La estandarización de procesos sería, así, una especie de guía de navegación, una pauta de actuaciones sencilla y clara que nos permitirá ahorrar tiempo a la hora de gestionar procesos individuales o grupales. (KyOCERa, 2020)

**Interfaz:** Conexión física y funcional que se establece entre dos aparatos, dispositivos o sistemas que funcionan independientemente uno del otro.(Significados, 2015)

## BIBLIOGRAFÍA

**LÓPEZ FUENTES, Adrian Valentín., & VITERI MORALES, Gabriel Alexander.** Aplicación de fusibles e interruptores termo magnéticos (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [En línea] Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación. Guayaquil - Ecuador. 2010. pp. 106 [Consulta: 2021-08-14]. Disponible en: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0093854813482309>.

**AECO.** *AecoSensors - More than sensors* [blog]. [Consulta: 24 junio 2021]. Disponible en: <https://www.aecosensors.com/?fuseaction=ProdottiCat&id=39&t=/aeco-sensori-fotoelettrici/>.

**AISER.** *Tratamiento de aire* [blog]. [Consulta: 20 junio 2021]. Disponible en: <http://www.aiser.com.ec/filtro-lubricador-regulador-shako-ecuador.html>.

**ARCO.** *Tipos de racores según las tuberías y accesorios en fontanería.* [blog]. [Consulta: 26 junio 2021]. Disponible en: <https://blog.valvulasarco.com/tipos-racores-segun-tuberias-y-accesorios-fontaneria>.

**AUTONICS.** *Sensores fotoléctricos. Autonics Sensors & Controllers* [blog]. [Consulta: 02 junio 2021] Disponible en: <https://dominion.com.mx/descargas/sensores-fotoelectricos.pdf>.

**BALLUFF.** *Inductive sensors | Balluff* [blog]. [Consulta: 16 junio 2021]. Disponible en: <https://www.balluff.com/en/de/products/product-overview/sensors/inductive-sensors/>.

**ISO 8573.** *Auditoría de calidad del aire comprimido ISO. Parte 1 La importancia de la calidad del aire*

**BIRT.** *Dispositivos de control y protección de potencia* [blog]. [Consulta: 15 junio 2021]. Disponible en: [https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/IEA/AI/AI03/es\\_IEA\\_AI03\\_Contenidos/website\\_index.html](https://ikastaroak.birt.eus/edu/argitalpen/backupa/20200331/1920k/es/IEA/AI/AI03/es_IEA_AI03_Contenidos/website_index.html).

**BLATEM.** *Cómo combatir la corrosión con pintura para óxido | Pinturas Blatem* [blog]. [Consulta: 26 junio 2021]. Disponible en: <https://www.blatem.com/es/actualidad/noticias/como-combatir-la-corrosion-con-pintura-para-oxido>.

**BOSCH.** *Cepillo de vaso Clean for Metal con X-LOCK, alambre ondulado - Bosch Professional* [blog]. [Consulta: 26 junio 2021]. Disponible en: <https://www.bosch-professional.com/es/es/cepillos-de-vaso-ondulados-clean-for-metal-para-amoladoras-x-lock-2868989-ocs-ac/>.

**CLIPPARD.** *Silenciador impelente - 11130-N - Clippard - para válvula / de bronce* [blog]. [Consulta: 25 junio 2021]. Disponible en: <https://www.directindustry.es/prod/clippard/product-7116-1485173.html>.

**DECO MODA.** *Eliminar óxido en un instante – DECORA y PROTEGE* [blog]. [Consulta: 5 julio 2021]. Disponible en: <https://decomodablog.wordpress.com/2013/12/03/eliminar-oxido-en-un-instante/>.

**DF ELECTRIC.** *Fusibles de cristal y bases electrónicos - DF ELECTRIC - Catálogo PDF / Documentación técnica / Brochure.* [blog]. [Consulta: 2 agosto 2021]. Disponible en: [https://pdf.directindustry.es/pdf/df-electric/fusibles-cristal-bases-electronicos/63110-468583-\\_4.html](https://pdf.directindustry.es/pdf/df-electric/fusibles-cristal-bases-electronicos/63110-468583-_4.html).

**ELECTRICALCHILE.** *Como elegir el PLC Correcto para mi proyecto de Automatización* [blog]. [Consulta: 21 junio 2021]. Disponible en: <https://www.electricalchile.cl/plcall1.php>.

**EQUITEK.** *Envasadora DNS – Maquinaria para Envasado, Tapado y Etiquetado* [blog]. [Consulta: 8 junio 2021]. Disponible en: <https://equitek.com.mx/envasadora-dns-2/>.

**CHILIG GUANOCHANGA, Edwin Patricio., & JIMÉNEZ JIMÉNEZ, Darwin Germanico.** Diseño e implementación de una maquina envasadora automática lineal de yogurt para incrementar la producción en la empresa productos lácteos paraíso (Trabajo de titulación) (Ingeniería). [en línea] Universidad de las Fuerzas Armadas, Facultad de Eléctrica y Electrónica, Escuela de Electromecánica. Latacunga - Ecuador. 2015. pp. 40- 50. [Consulta: 2021-05-10]. Disponible en: <https://bit.ly/2CRD7eb>.

**HELLOAUTO.** *Actuador* [blog]. [Consulta: 13 marzo 2021]. Disponible en: <https://helloauto.com/glosario/actuador>.

**INDUSTRIALES ANDES.** *PANTALLA TÁCTIL ET070 7" QVIEW (KINCO) - Industriales Andes S.A.S* [blog]. [Consulta: 5 julio 2021]. Disponible en:

<https://industrialesandes.co/pantallas-hmi/192-pantalla-tactil-et070-7-qview-kinco.html>.

**INDUSTRIAS MECANICAS SEGUI.** *Transportador De Placas Articuladas* [blog]. [Consulta: 10 junio 2021]. Disponible en: [https://www.ecured.cu/Transportador\\_de\\_cangilones](https://www.ecured.cu/Transportador_de_cangilones).

**INDUSTRY MALL.** *Industry Mall - Siemens South Korea* [blog]. [Consulta: 21 junio 2021]. Disponible en: <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/kr/Catalog/Search?searchTerm=6ED1052-1CC08-0BA&tab=Product>.

**NTE INEN 2395.** Leches Fermentadas. *Norma Tecnica Ecuatorina Nte Inen 2395:2011*. Parte 3: clasificación

**INSELEC.** *CONTACTOR 7.5HP 220V ( Ref: B-2001 )* [blog]. [Consulta: 23 junio 2021]. Disponible en: <https://inselec.com.ec/store/inicio/2772-contactor-75hp-220v-ref-b-2001-.html>.

**INSELEC.** *RELÉ TÉRMICO 7-20 ( Ref: B-2027 )* [blog]. [Consulta: 23 junio 2021]. Disponible en: <https://inselec.com.ec/store/inicio/1472-rele-termico-7-20-ref-b-2027-.html>.

**ISO 14224:2016.** Industrias de petróleo y gas natural - recolección e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos. Parte.8 límites del equipo, taxonomía y definiciones de tiempo

**JMA INGENIERÍA.** *Productos Eléctricos LSIS*. No. 55. Ciudad de México - México: Gyeonggi-do, 2019, pp. 4-6.

**JVL EUROPE.** *Rodamientos 696A ZZ / MR1660-ZZ 6 x 16 x 5 mm bolas de cerámica si3n4 - JVL-Europe* [blog]. [Consulta: 17 junio 2021]. Disponible en: <https://shop.jvl-europe.com/Rodamientos-696A-ZZ/-MR1660-ZZ-6-x-16-x-5-mm>.

**KINCO.** *Gl043/gl043e*. [en línea]. Pekín - China: Kinco S.A, 2021 [Consulta: 10 mayo 2021] Disponible en: [http://www.slicetex.com/hmi/kinco/files/Flyer\\_GL043\\_EN-1907.pdf](http://www.slicetex.com/hmi/kinco/files/Flyer_GL043_EN-1907.pdf).

**KYOCERA.** *La estandarización de procesos, una ventaja competitiva* [blog]. [Consulta: 19 junio 2021]. Disponible en: <https://www.kyoceradocumentsolutions.es/es/smarter-workspaces/business-challenges/procesos/la-estandarizacion-de-procesos-una-ventaja-competitiva.html>.

**MARKER.** *¿Qué es un Bit? ¿Qué es un Byte?* [blog] [Consulta: 13 marzo 2022]. Disponible en: [https://www.tecnologia-informatica.com/que-es-el-bit-byte/#Que\\_es\\_un\\_Byte?](https://www.tecnologia-informatica.com/que-es-el-bit-byte/#Que_es_un_Byte?)

**MEAN WELL.** *f AC / DC Enclosed* [blog] [Consulta: 07 julio 2021]. Disponible en: <https://www.meanwell-web.com/en-gb/closed-frame-power-supplies/>

**MICROTEST.** *Hoja de Datos Microtest.* 6ª edición. Berlin-Alemania: Siemens AG, 2015, pp. 1-2.

**MINIPRESS.** *Máquina semiautMINIPRESS, 2021. Máquina semiautomática de escritorio WW-500* | [www.Minipress.ru](http://www.Minipress.ru) | *Equipo farmacéutico para verter y envasar ungüentos y cremas de tipo pistón.* [blog] [Consulta: 9 junio 2021]. Disponible en: <https://minipress.ru/katalog/lang/es/equipo-experimental/ispensadores-de-crema-y-ungueentos/dispensador-de-pistones-neumaticos-para-cremas-y-ungueentos-ww-500/>.

**MIRANDA AYLLON, Jefferson Daniel.** Rehabilitación del tablero de control de la máquina tapadora en la empresa Corporación Industrial San Ignacio para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecatrónico (trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Tecnológica del Perú, Facultad de Ingeniería, Escuela de Mecatrónica. Lima - Perú. 2019. pp 30 - 60

**MSI.** *MSI VÁLVULAS - Valvula Solenoide V5221-06.* [blog] [Consulta: 17 agosto 2021]. Disponible en: <https://www.msivalvulas.com.br/produto/valvula-solenoide-v5221-06>.

**MUNDOCOMPRESOR.** *Qué es FRL Filtro Regulador Lubricador - definición mundocompresor.com* [blog] [Consulta: 20 junio 2021]. Disponible en: <https://www.mundocompresor.com/diccionario-tecnico/frl>.

**NORTON.** *¿Cómo lijar metal oxidado?* [blog] [Consulta: 26 junio 2021]. Disponible en: <https://www.nortonabrasives.com/es-pe/blog/como-lijar-metal-oxidado>.

**RED HAT.** *¿Qué es la automatización?* [blog] [Consulta: 13 febrero 2021]. Disponible en: <https://www.redhat.com/es/topics/automation>.

**RODASEROS.** *CHUMACERAS – Rodaseros* [blog] [Consulta: 5 julio 2021]. Disponible en: <http://www.rodaseros.com/producto/chumaceras/>.

**ROMA.** *conveyors with metal belt - Roma To Move* [blog] [Consulta: 5 julio 2021]. Disponible en: <https://www.romatomove.com/en/metal-belt-on-l-shaped-on-z-shaped/>.

**RS.** *Módulo de expansión Siemens, 4 entradas tipo Digital, 4 salidas tipo Digital LOGO! 8, alimentación 24 Vdc Extensión de / RS Components* [blog] [Consulta: 11 julio 2021]. Disponible en: <https://es.rs-online.com/web/p/controladores-plcs-y-automatas/4112078/>.

**COLLAY RUIZ, Washington Giovanni., & LUZURIAGA BONILLA, Julio Mauricio.** *RECONSTRUCCIÓN Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA MÁQUINA ENVASADORA DE AGUA EN LA CORPORACIÓN BIMARCH CIA. LTDA. UBICADA EN LA PARROQUIA COTALÓ EN EL CANTÓN PELILEO* (trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería Industrial. Riobamba - Ecuador. 2017. pp 20 - 40

**SÁNCHEZ ANCHATUÑA, Eduardo Luis.** *ESTUDIO DE PROCESOS DE MANTENIMIENTO MECÁNICO DE LA MAQUINARIA PESADA Y LA FIABILIDAD EN LA EMPRESA OBRECO CIA. LTDA., DE LA CIUDAD DE MACHALA* (trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad tecnológica indoamérica, Facultad de Ingeniería y tecnologías de la información y la comunicación, Escuela de Ingeniería Industrial. Ambato - Ecuador. 2019. pp 60 - 80

**SANI CENTENO, Alicia Del Rocio., & TOAPANTA CARRASCO Javier Alexander.** *Diseño, Construcción e Implementación de una Máquina Envasadora y Dosificadora de Refrescos para la Industria de Lácteos Santillán "Prasol"* (trabajo de titulación) (Ingeniería) Escuela Superior Politécnica De Chimborazo, Facultad de Mecánica, Escuela de Ingeniería Mecánica. Riobamba Ecuador. 2015. pp. 203 [Consulta: 23 abril 2021]. Disponible en: <https://bit.ly/2OAMIS8>.

**ŠENOCAK, G.** "*La industria 4.0 y la industria alimentaria*". Red internacional de investigadores [en línea], 2019, (México) 1098(2), pp. 1 - 18. [Consulta: 23 junio 2021]. 1098-6596. Disponible en: [https://drive.google.com/drive/folders/1c1MW7-ZGswlUiXaULqAaNYGxMB\\_tWtwa](https://drive.google.com/drive/folders/1c1MW7-ZGswlUiXaULqAaNYGxMB_tWtwa).

**SIEMENS.** *LOGO! Software / LOGO! Logic Module / Siemens Global* [blog] [Consulta: 23 junio 2021]. Disponible en: <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo/logo-software.html>.

**SIEMENSLOGO.** *¿Qué son FUP y KOP en Siemens Logo? - Siemens Logo - SIEMENSLOGO.com* [en línea] [Consulta: 21 junio 2021]. Disponible en: [https://siemenslogo.com/module/ph\\_simpleblog/module-ph\\_simpleblog-single?sb\\_category=general&rewrite=que-son-fup-y-kop-en-siemens-logo](https://siemenslogo.com/module/ph_simpleblog/module-ph_simpleblog-single?sb_category=general&rewrite=que-son-fup-y-kop-en-siemens-logo).

**SIEMENSLOGO.** *Ampliación Siemens LOGO! DM8 24R - 6ED1055-1HB00-0BA2. 2021* [blog]. [Consulta: 25 junio 2021]. Disponible en: <https://siemenslogo.com/modulos-de-expansion-siemens-logo-8-entradas-salidas/38-ampliacion-siemens-logo-dm8-24r-6ed1055-1hb00-0ba2-4034106029449.html#description>.

**SIGMA.** *Sensores inductivos. E.I.R.L* [en línea]. Medellín - Colombia: Skillten, 2014. [Consulta: 08 agosto 2021]. Disponible en: <http://www.mes-sigma.net>.

**SIGNIFICADOS.** *Significado de Interfaz* [blog] [Consulta: 03 enero 2022]. Disponible en: <https://www.significados.com/interfaz/>.

**SILGE.** *Relé de estado sólido.* [blog] [Consulta: 13 junio 2021]. Disponible en: <https://blog.silge.com.ar/que-es-un-rele-de-estado-solido>.

**SKF.** *Rodamientos | SKF* [blog] [Consulta: 17 junio 2021]. Disponible en: <https://www.skf.com/co/products/rolling-bearings>.

**SM&R.** *Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) – SM&R* [blog] [Consulta: 10 junio 2021]. Disponible en: <https://www.smrconsultores.com/normativas/seguridad-alimentaria/buenas-practicas-de-manufactura-bpm/>.

**SYSTEMS, M.** *Máquina Roscadora para distintos formatos de envases* [blog] [Consulta: 10 junio 2021]. Disponible en: <http://www.mpsystems.es/maquinaria/roscado/>.

**TAYLOR.** *Serie SI | Taylor Automatización* [blog] [Consulta: 21 junio 2021]. Disponible en: <https://www.taylorsa.cl/productos-/serie-si/>.

**UNISALIA.** *Conmutación Eléctrica* [blog] [Consulta: 29 junio 2021]. Disponible en: <https://unisalia.com/conmutacion-electrica-6-tipos-de-conmutadores-y-ejemplo/>.

**SANCHIS,LLOPIS, Roberto; & ROMERO, PÉREZ, Julio.** *VMC, 2021. Variador iG5A VMC*

[en línea]. Castellón de la Plana - España: Sapientía, 2010. [Consulta: 17 junio 2021]. Disponible en: <https://www.vmc.es/es/ig5a>.

## ANEXOS

### ANEXO A: EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FUNCIONALES DE LA ENVASADORA.

 <b>Análisis de los componentes mecánicos</b>			<b>Parámetros</b>		
<b>N°</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Detalle</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Diagnóstico</b>	<b>Estado</b>
1	Elemento	Chumacera F204	Corroída y rodamientos desgastados	Recambio	Malo
	Cantidad	4			
	Material	Hierro colado			
2	Elemento	Chumacera F205	Corroída y rodamientos desgastados	Recambio	Malo
	Cantidad	1			
	Material	Hierro colado			
3	Elemento	Banda de placas articuladas	Cubierto de polvo y aceite. Presenta rayaduras.	Reutilizable	Bueno
	Cantidad	1			
	Material	ASI 304 (Inoxidable)			
4	Elemento	Banda tipo V	Presenta suciedad	Reutilizable	Bueno
	Cantidad	1			
	Material	Nylon impregnado de caucho			
5	Elemento	Bastidor	Cubierto de polvo y aceite. Presenta rayaduras.	Reutilizable	Bueno
	Cantidad	1			
	Material	ASI 304 (Inoxidable)			



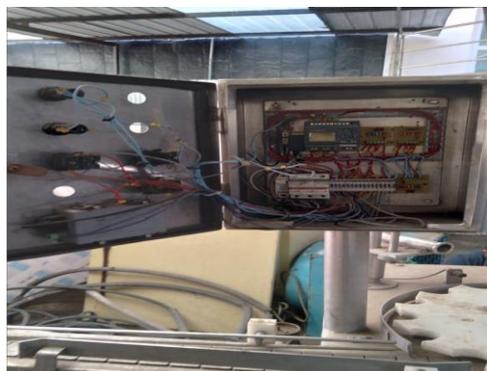
**Recomendaciones generales:** En toda la estructura se presenta una película de óxido como consecuencia de los componentes acoplados al sistema. Para el dosificado se contaba con dos cilindros neumáticos y una olla dosificadora, los mismos que no se encontraron en el sistema cuando este fue analizado.

 <b>Análisis de los componentes neumáticos</b>			<b>Parámetros</b>		
<b>N°</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Detalle</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Diagnóstico</b>	<b>Estado</b>
1	Elemento	Cilindro neumático (roscador)	Cubierto de polvo y suciedad	Reutilizable	Bueno
	Cantidad	1			
	Material				
2	Elemento	Cilindro neumático (retenedor)	Cubierto de polvo y suciedad	Reutilizable	Bueno
	Cantidad	1			
	Material				
3	Elemento	Cilindro neumático	Presenta suciedad	Reutilizable	Bueno
	Cantidad	1			
	Material	ASI 304 (Inoxidable)			
4	Elemento	Electroválvula 5/2	Presenta polvo y grasa en su estructura	Reutilizable	Bueno
	Cantidad				
	Material				
5	Elemento	Distribuidor neumático	Presenta suciedad	Reutilizable	Bueno
	Cantidad	1			
	Material				
6	Elemento	Unidad de mantenimiento	Presenta suciedad y deterioro	Desechar	Malo
	Cantidad	1			
	Material				



**Recomendaciones generales:** Para el dosificado se contaba con dos cilindros neumáticos de los cuales solo se encontró uno.

N°	Análisis de los componentes eléctricos		Parámetros		
	Parámetro	Detalle	Evaluación	Diagnóstico	Estado
1	Elemento	Variador de frecuencia	Cubierto de polvo y suciedad.	Reutilizable	Bueno
	Cantidad	2			
	Material				
2	Elemento	Contacto trifásico	Cubierto de polvo y suciedad.	Recambio	Bueno
	Cantidad	2			
	Material				
3	Elemento	Rele electromagnético	Tecnología antigua	Desachar	Bueno
	Cantidad	1			
	Material				
4	Elemento	Pantalla LOGO TD	Tecnología antigua, obsoleto	Desechar	Bueno
	Cantidad	1			
	Material				
5	Elemento	Fuente de entrada	Los parámetros no se ajustan al nuevo sistema	Recambio	Bueno
	Cantidad	1			
	Material				
6	Elemento	LOGO V6	Tecnología antigua, obsoleto	Desechar	Malo
	Cantidad	1			
	Material				
7	Elemento	Lámpara	Cubierta de polvo	Recambio	Bueno
	Cantidad	2			
	Material				
8	Elemento	Selector 2 posiciones	Cubierto de polvo y deteriorado	Recambio	Bueno
	Cantidad	1			
	Material				
9	Elemento	Selector 3 posiciones	Cubierto de polvo y deteriorado	Recambio	Bueno
	Cantidad	1			
	Material				
10	Elemento	Sensor fotoeléctrico	Cubierto de polvo	Reutilizable	Bueno
	Cantidad	1			
	Material				
11	Elemento	Braker C10	Contactos sulfatados	Recambio	Bueno
	Cantidad	1			
	Material				
12	Elemento	Braker C16	Contactos sulfatados	Recambio	Bueno
	Cantidad	1			
	Material				
13	Elemento	Braker C32	Contactos sulfatados	Recambio	Bueno
	Cantidad	1			
	Material				
14	Elemento	Motorreductor	Cubierto de polvo, suciedad y presenta oxidación.	Reutilizable	Bueno
	Cantidad	1			
	Material	Acero			
15	Elemento	Motorreductor	Corroído y presenta suciedad	Reutilizable	Bueno
	Cantidad	1			
	Material	Acero			
16	Elemento	Motor de inducción	Presenta suciedad y sus bobinas recalentadas	Reutilizable	Bueno
	Cantidad	1			
	Material	Acero			



**Recomendaciones generales:** El LOGO V6 y la Pantalla LOGO TD serán reemplazadas por versiones actuales ya que no es posible programar en ellos si no se tiene el cable de conexión.

**ANEXO B: PLACAS DE MOTORES**

EBERLE MOTOR DE INDUCCIÓN TRIFÁSICO			
Carc./mod: B Y1 84/EC		N°: 0704	
kW: 0.37	20:04	Cat: N	Kg: 9.20
Hp: 1/2	IP: 55	F.S: 1.15	Aisl.Cl: F
Servicio: 61		Ia/In: 5.0	
Cos ø: 0.71		Temp. Amb: 40° C	
Hz	rpm	V: 220	440
60	1700	A: 1.92	0,96
Red LA: 6203 ZZ		LOA: 6203 ZZ	
220 Delta delta		440 Delta	

BALDOR MOTOR INDUSTRIAL TRIFÁSICO					
CAT. NO	VM3538				
SPEC	34A63 - 872				
FRAME	56 C	SER	W6 - 95		
HP	0.5 TE				
VOLTS	208 - 230 / 460				
AMPS	2.1 - 2 / 1				
R.P.M	1725				
HZ	60	PH	3	CLASS	B
SER. F	1,25	DES	8	CODE	
NEMA NOME EFF	74%	P.F	63%		
RATING	40C AMB - CONT				
	SFA 2.5				

CROMPTOM GREAVES INDUCTION							
M/C NO	ADB44J/X021215						
Kw/hp	0.18 (0.25)	DUTY	S1	IP	55	GD2	0.002 Kgm2
RATING	MCR	BRG	BRG	6201ZZ		Cos ø	0,65
VOLTS	220	380	440	HZ	60		
AMPS	1,3	0,75	0,65	RPM	1600		
CONN	Delta-delta	Estrella-estrella	Delta	BRITISH STANDARD			999

**ANEXO C: FICHAS DE PROCEDIMIENTOS.**



N°	Orden de ejecución	Herramientas/Materiales
1	Analizar el sistema de dosificación	Llaves N° 13, 14
2	Preparar herramientas	Llaves exagonales
3	Desmontaje	Llaves torx
4	Observaciones	Martillo de goma

**Observación:**

	Desmontaje de los componentes de la etapa de dosificación	<b>Tiempo empleado</b>	1 hora
		<b>Elaborado por</b>	Jesús Centeno
		<b>Revisado por</b>	Franklin Otáñez



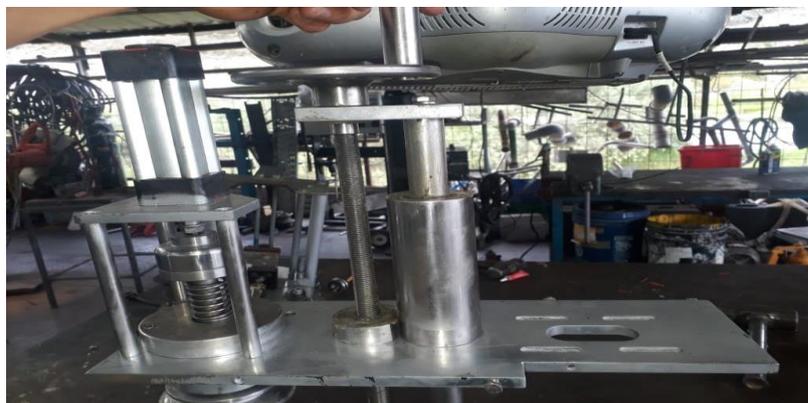
N°	Orden de ejecución	Herramientas/Materiales
1	Analizar el sistema neumático	Llaves N° 11, 12, 13, 14 Llaves exagonales y torx Alicate y cortadora
2	Preparar herramientas	
3	Desmontaje	
4	Observaciones	

**Observación:**

	Desmontaje de los componentes del sistema neumático	<b>Tiempo empleado</b>	1 horas
		<b>Elaborado por</b>	Jesús Centeno
		<b>Revisado por</b>	Franklin Otáñez



N°	Orden de ejecución	Herramientas/Materiales	
1	Analizar el sistema de roscado	Llaves N° 11, 12, 13, 14 Llaves hexagonales y torx Martillo de goma Prensa hidráulica	
2	Preparar herramientas		
3	Desmontaje		
4	Observaciones		
<b>Observación:</b>			
	Desmontaje del motorreductor de la etapa de roscado	<b>Tiempo empleado</b>	2 horas
		<b>Elaborado por</b>	Jesús Centeno
		<b>Revisado por</b>	Franklin Otáñez

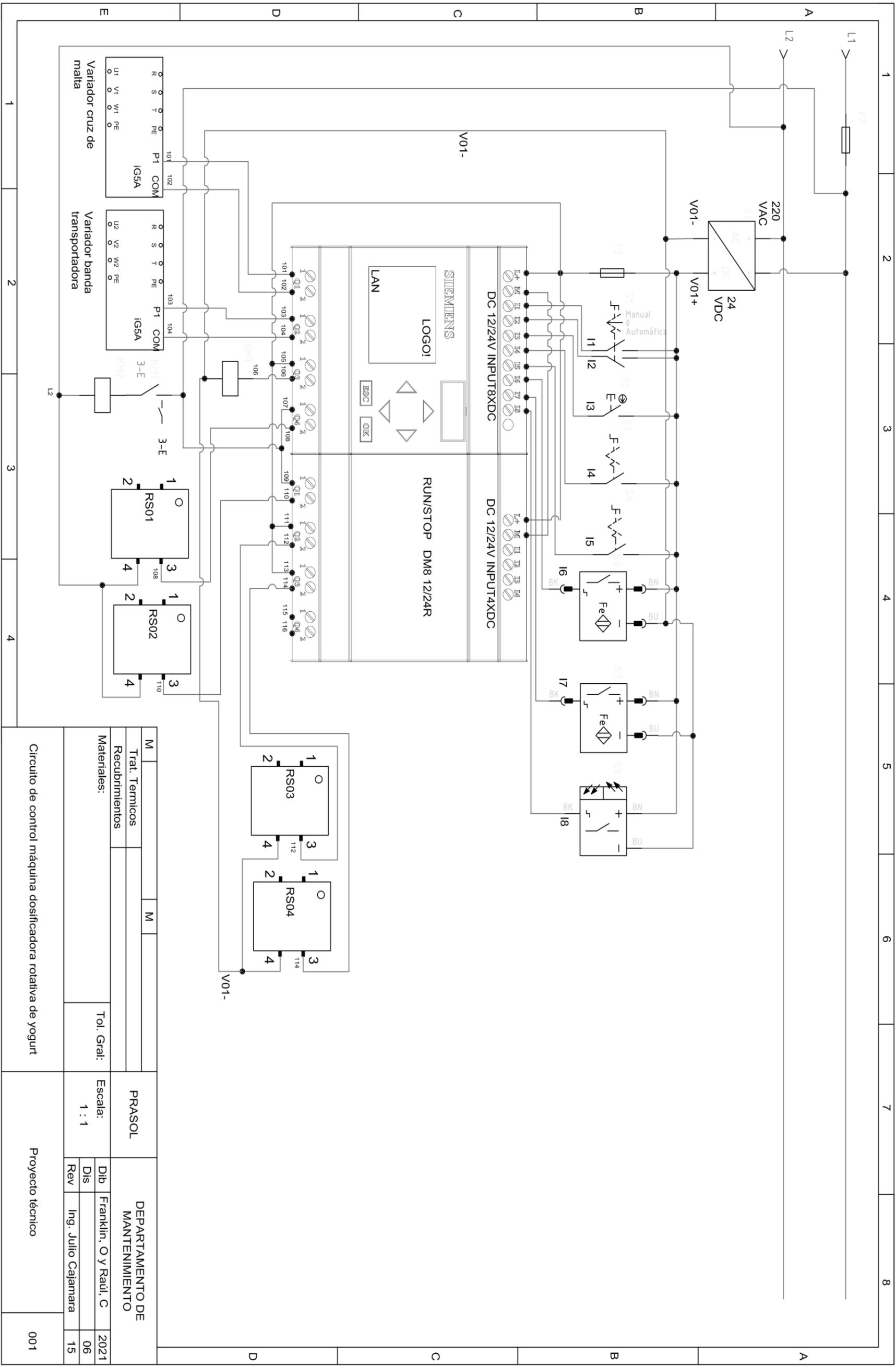


N°	Orden de ejecución	Herramientas/Materiales	
1	Analizar el sistema de roscado	Llaves N° 11, 12, 13, 14 Llaves hexagonales y torx Martillo de goma Prensa hidráulica	
2	Preparar herramientas		
3	Desmontaje		
4	Observaciones		
<b>Observación:</b>			
	Desmontaje de los cilindros de doble efecto de la etapa de roscado	<b>Tiempo empleado</b>	2 horas
		<b>Elaborado por</b>	Jesús Centeno
		<b>Revisado por</b>	Franklin Otáñez



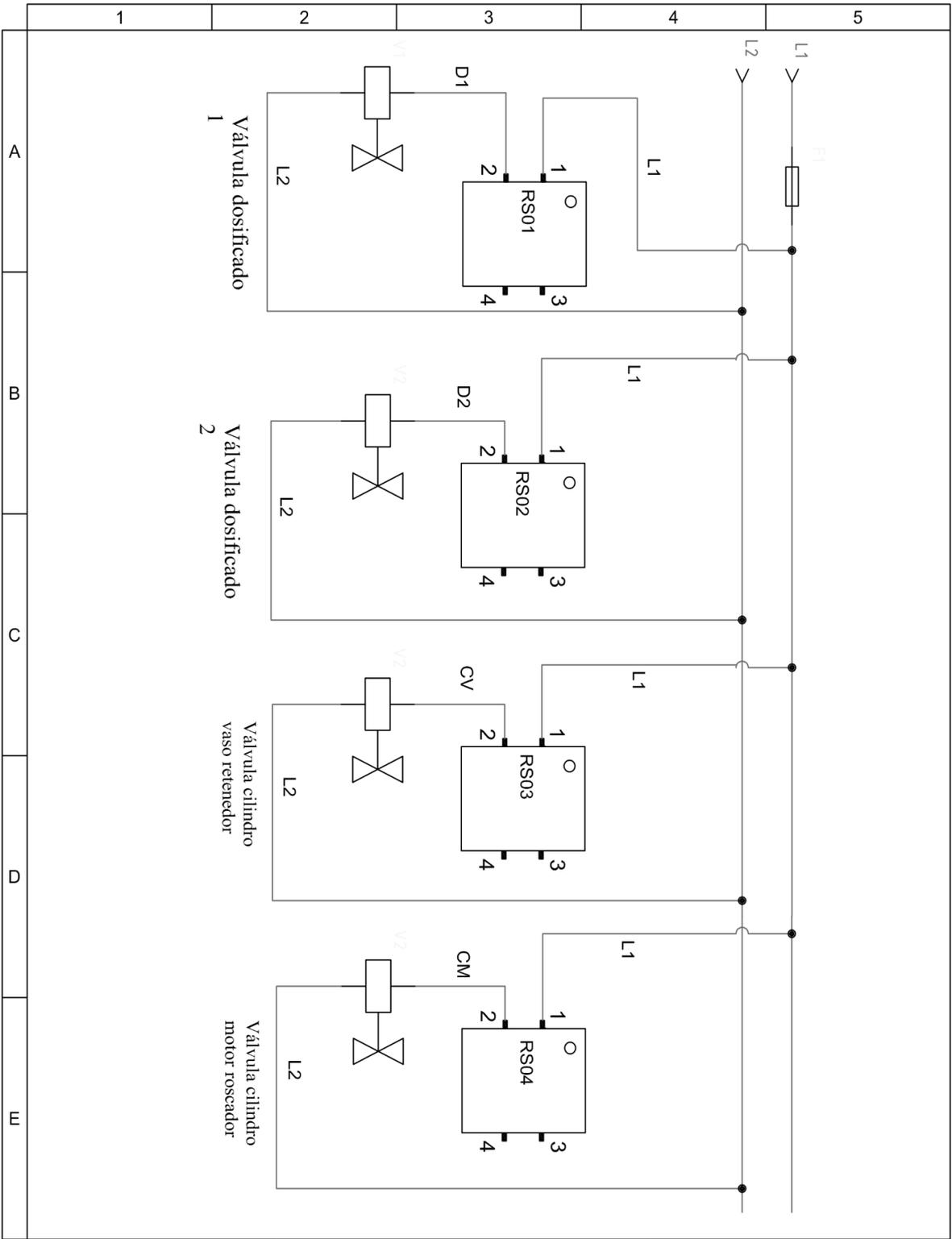
N°	Orden de ejecución	Herramientas/Materiales	
1	Analizar el sistema eléctrico	Destornillador plano y estrella Alicate Cortadora	
2	Preparar herramientas		
3	Desmontaje		
4	Observaciones		
<b>Observación:</b>			
	Desmontaje de los componentes del sistema eléctrico	<b>Tiempo empleado</b>	2 horas
		<b>Elaborado por</b>	Jesús Centeno
		<b>Revisado por</b>	Franklin Otáñez

**ANEXO D: PLANOS ELÉCTRICOS**

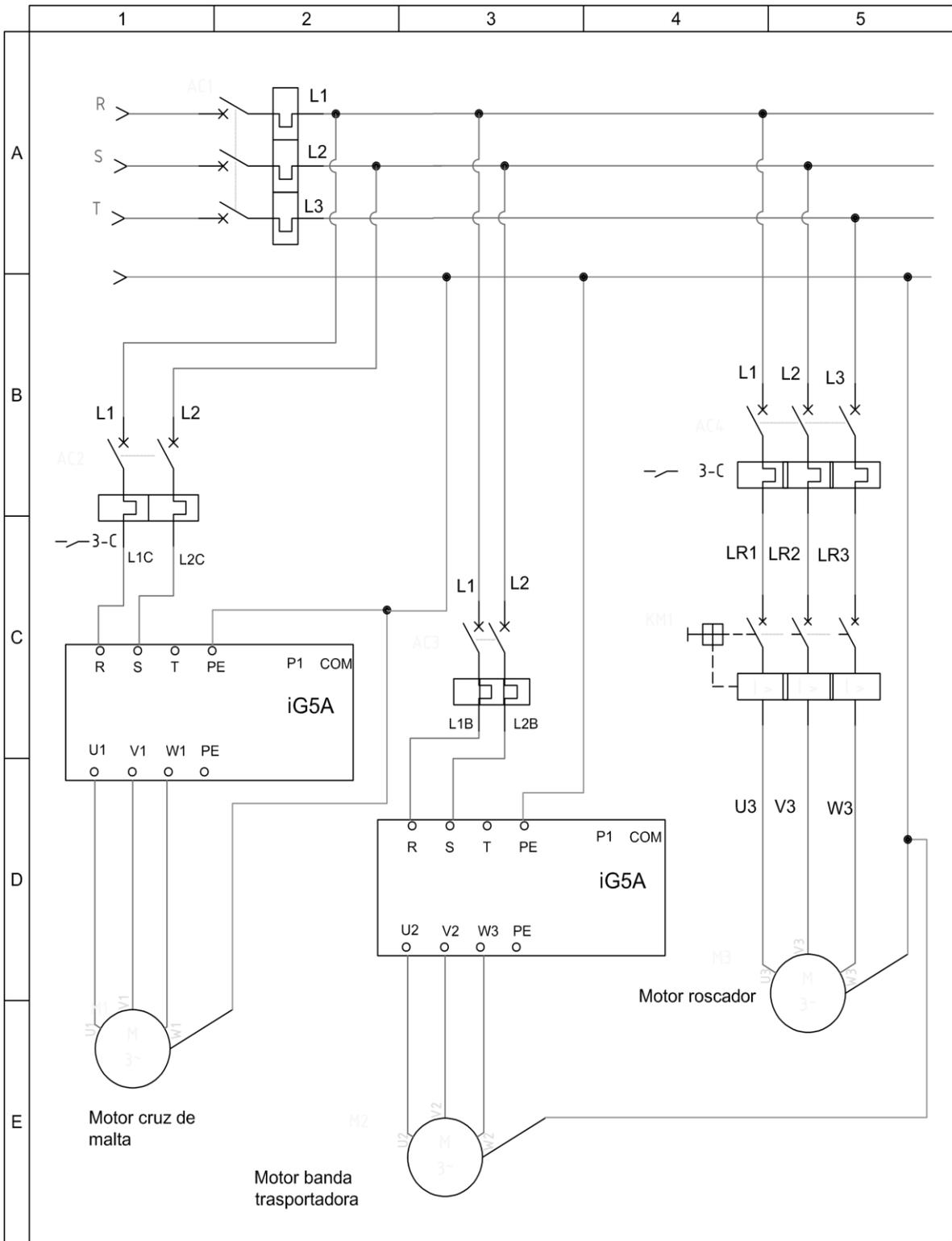


M		M		
Trat. Térmicos				
Recubrimientos				
Materiales:				
		Tol. Gral:	Escala:	
			1 : 1	
		Dib	Franklin, O y Raúl, C	2021
		Dis		06
		Rev	Ing. Julio Calamara	15
Circuito de control máquina dosificadora rotativa de yogurt				001

PRASOL		DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO	
Proyecto técnico			

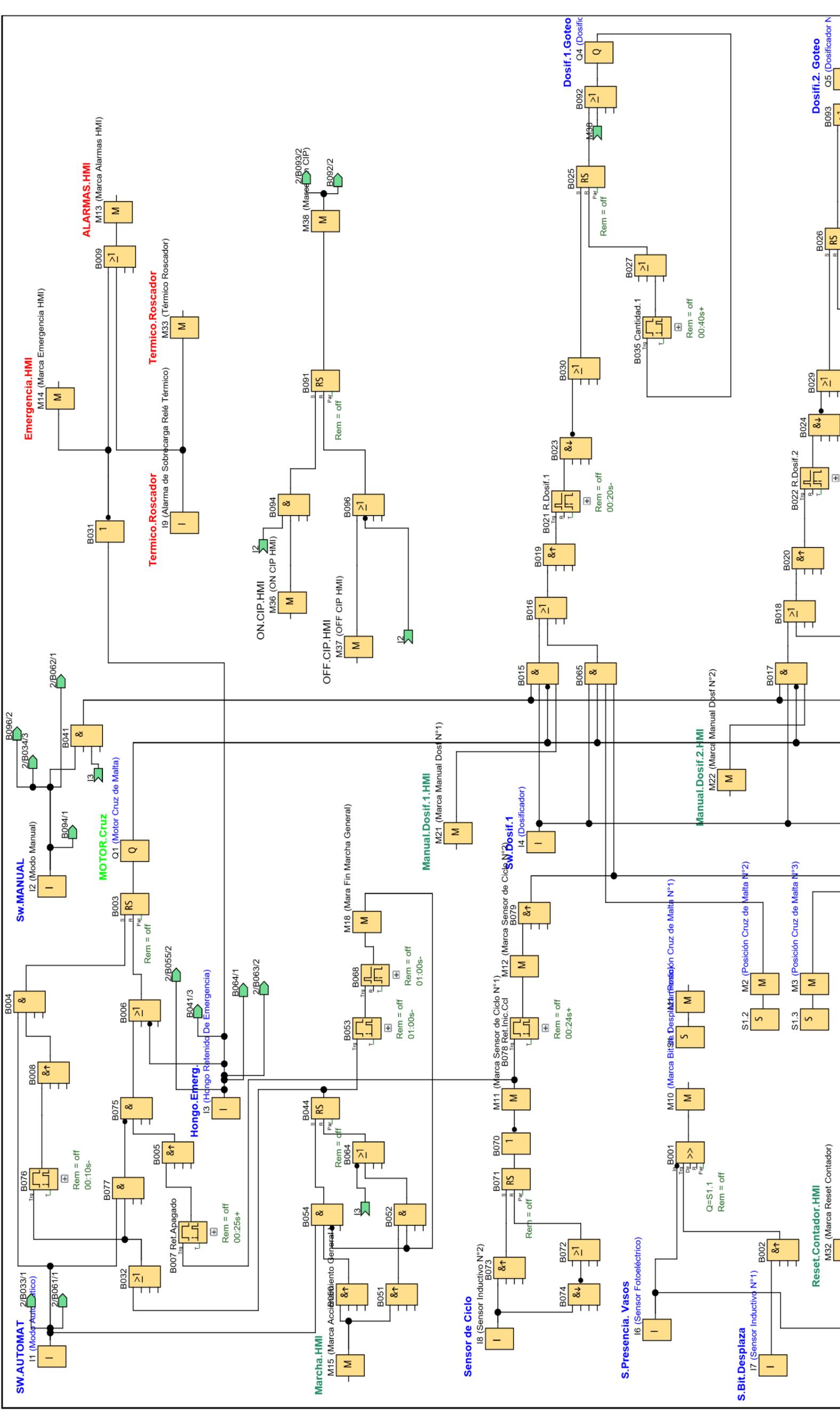


M	M	PRASOL	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
Trat. Termicos			Dib	Franklin, O y Raúl, C	2021
Recubrimientos		Escala:	Dis		06
Materiales:		Tol. Gral:	Rev	Ing. Julio Cajamarca	15
Circuito de control neumático máquina dosificadora rotativa de yogurt		Proyecto técnico			002



M		M		PRASOL	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		
Trat. Termicos				Escala: 1 : 1	Dib	Franklin, O y Raúl, C	2021
Recubrimientos					Dis		06
Materiales:		Tol. Gral:			Rev	Ing. Julio Cajamarca	15
Circuito de potencia máquina dosificadora rotativa de yogurt				Proyecto técnico			003

## **ANEXO E: LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN**



Autor:	Franklin O. Jesús C	ESPOCH
Comprobado:		
Fecha de creación/modificación:	15/03/21 15:26:11/21 23:36	
Proyecto:	Envasadora Dosificadora Rotativa De Yogurt	Cliente:
Instalación:	Lenguaje de Programación FUP	Nº diagrama:
archivo:	Maquina Vasos Desplazamiento.lsc	Página:
		PRASOL
		1
		3 / 9



Número de bloque (tipo)	Parámetro
B001(Registro de desplazamiento) :	Q=S1.1 Rem = off
B003(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B007 Ret.Apagado(Retardo a la conexión) :	Rem = off 00:25s+
B010 Ret.Roscador(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:20s-
B013(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B014 Tmp.Rosca(Retardo a la conexión) :	Rem = off 00:20s+
B021 R.Dosif.1(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:20s-
B022 R.Dosif.2(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:20s-
B025(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B026(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B035 Cantidad.1(Retardo a la conexión) :	Rem = off 00:40s+
B036 Cantidad.2(Retardo a la conexión) :	Rem = off 00:42s+
B040 Ret.Sostiene(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 00:15s-
B044(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B045(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B053(Retardo a la conexión) :	Rem = off 01:00s-
B056(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B068(Retardo a la desconexión) :	Rem = off 01:00s-
B071(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B076(Retardo a la conexión) :	Rem = off 00:10s-
B078 Ret.Inic.Ccl(Retardo a la conexión) :	Rem = off 00:24s+
B081 CONTADOR(Contador adelante/atrás) :	Rem = off On=0+ Off=0 Start=0

Autor:	Franklin.O. Jesús.C	ESPOCH	Proyecto:	Envasadora Dosificadora Rotativa De	Cliente:	PRASOL
Comprobado:			Instalación:	Lenguaje de Programación FUP	Nº diagrama:	1
Fecha de creación/modificación:	15/03/21 15:26/9/11/21 18:26		archivo:	Maquina Vasos Desplazamiento.lsc	Página:	5 / 9

Número de bloque (tipo)	Parámetro
B087(Relé autoenclavador) :	Rem = off
B088 Sostiene.Vas(Retardo a la conexión) :	Rem = off 00:30s+
B091(Relé autoenclavador) :	Rem = off
I1(Entrada) : SW.AUTOMAT	
I2(Entrada) : Sw.MANUAL	
I3(Entrada) : Hongo.Emerg.	
I4(Entrada) : Sw.Dosif.1	
I5(Entrada) : Sw.Roscador	
I6(Entrada) : S.Presencia. Vasos	
I7(Entrada) : S.Bit.Desplaza	
I8(Entrada) : Sensor de Ciclo	
I9(Entrada) : Termico.Roscador	
M13(Marca) : ALARMAS.HMI	
M14(Marca) : Emergencia.HMI	
M15(Marca) : Marcha.HMI	
M16(Marca) : ON.Banda.HMI	
M17(Marca) : OFF.Banda.HMI	
M19(Marca) : OFF.M.Roscador	
M20(Marca) : On.Motor.Rocador	
M21(Marca) : Manual.Dosif.1.HMI	
M22(Marca) : Manual.Dosif.2.HMI	

Autor:	Franklin.O. Jesús.C	ESPOCH	Proyecto:	Envasadora Dosificadora Rotativa De	Cliente:	PRASOL
Comprobado:			Instalación:	Lenguaje de Programación FUP	Nº diagrama:	1
Fecha de creación/modificación:	15/03/21 15:26/9/11/21 18:26		archivo:	Maquina Vasos Desplazamiento.lsc	Página:	6 / 9

Conector	Rotulación					
I1	Modo Automático					
I2	Modo Manual					
I3	Hongo Retenido De Emergencia					
I4	Dosificador					
I5	Roscador					
I6	Sensor Fotoeléctrico					
I7	Sensor Inductivo N°1					
I8	Sensor Inductivo N°2					
I9	Alarma de Sobrecarga Relé Térmico					
S1.1						
S1.2						
S1.3						
S1.4						
S1.5						
S1.6						
S1.7						
S1.8						
M1	Posición Cruz de Malta N°1					
M2	Posición Cruz de Malta N°2					
M3	Posición Cruz de Malta N°3					
M4	Posición Cruz de Malta N°4					
M5	Posición Cruz de Malta N°5					
M6	Posición Cruz de Malta N°6					
M7	Posición Cruz de Malta N°7					
M9	Posición Cruz de Malta N°8					
M10	Marca Bit de Desplazamiento					
M11	Marca Sensor de Ciclo N°1					
M12	Marca Sensor de Ciclo N°2					
M13	Marca Alarmas HMI					
M14	Marca Emergencia HMI					
M15	Marca Accionamiento General HMI					
M16	Marca ON Banda HMI					
M17	Marca OFF Banda HMI					
M18	Mara Fin Marcha General					
M19	Marca OFF Roscador HMI					
Autor:	Franklin.O. Jesús.C	ESPOCH	Proyecto:	Envasadora Dosificadora Rotativa De	Ciente:	PRASOL
Comprobado:			Instalación:	Lenguaje de Programación FUP	N° diagrama:	1
Fecha de creación/modificación:	15/03/21 15:26/9/11/21 18:26		archivo:	Maquina Vasos Desplazamiento.lsc	Página:	8 / 9

Número de bloque (tipo)	Parámetro
M23(Marca) : Rosgador.HMI	
M32(Marca) : Reset.Contador.HMI	
M33(Marca) : Termico.Rosgador	
M36(Marca) : ON.CIP.HMI	
M37(Marca) : OFF.CIP.HMI	
Q1(Salida) : MOTOR.Cruz	
Q2(Salida) : Motor.Banda	
Q3(Salida) : Motor.Rosgador	
Q4(Salida) : Dosif.1.Goteo	
Q5(Salida) : Dosifi.2. Goteo	
Q6(Salida) : Sostiene Vaso	
Q7(Salida) : Cilindro.Rosgador	

--	--	--	--	--	--

Autor:	Franklin.O. Jesús.C	ESPOCH	Proyecto:	Envasadora Dosificadora Rotativa De	Cliente:	PRASOL
Comprobado:			Instalación:	Lenguaje de Programación FLUP	N° diagrama:	1
Fecha de creación/modificación:	15/03/21 15:26:9/11/21 18:26		archivo:	Maquina Vasos Desplazamiento.lsc	Página:	7 / 9

Conector	Rotulación
M20	Marca ON Roscador HMI
M21	Marca Manual Dosf N°1
M22	Marca Manual Dosf N°2
M23	Marca Manual Roscador HMI
M24	Marca Contador de Botellas
M32	Marca Reset Contador
M33	Térmico Roscador
M36	ON CIP HMI
M37	OFF CIP HMI
M38	Marca Fin CIP
Q1	Motor Cruz de Malta
Q2	Motor Banda Transportadora
Q3	Motor Roscador
Q4	Dosificador N°1
Q5	Dosificador N°2
Q6	Cilindro Sostiene Botella
Q7	Cilindro baja el roscador

Autor:	Franklin.O, Jesús.C	ESPOCH	Proyecto:	Envasadora Dosificadora Rotativa De	Cliente:	PRASOL
Comprobado:			Instalación:	Lenguaje de Programación FUP	N° diagrama:	1
Fecha de creación/modificación:	2023/11/21 15:26:09/11/21 18:26		archivo:	Maquina Vasos Desplazamiento.Isc	Página:	9 / 9

## ANEXO F: PLAN DE MANTENIMIENTO

		Máquina									
		Envasadora y dosificadora rotativa de yogurt									
		Área									
		Envasado de yogurt									
Código del equipo	Nombre del equipo	Código de la tarea	Tarea	Frecuencia (semanas)	Herramientas y Equipos	Materiales	Repuestos	Cantidad aprox	Responsable	Tiempo empleado (min)	
PR-E-01-MBT01	Banda transportadora	A1	Limpieza general de la cinta transportadora	1		Vilera, detergente, sosa			Operador	30	
		A2	Engrase del rodamientos de la polea conducida de la banda transportadora	48	Engrasadora manual, destornillador plano	Guaípe	Grasa Gulf Chassis N°2	50 gr	Tec. Mantenimiento	10	
		A3	Engrase del piñon conductor de la banda transportadora	12	Engrasadora manual	Guaípe	Grasa Gulf Chassis N°2	50 gr	Tec. Mantenimiento	10	
		A4	Engrase del rodamiento del templador de la banda transportadora	48	Engrasadora manual, destornillador plano	Guaípe	Grasa Gulf Chassis N°2	30 gr	Tec. Mantenimiento	40	
		A5	Engrase de chumacera F205	24	Engrasadora manual, destornillador plano	Guaípe	Grasa Gulf Chassis N°2	500 gr	Tec. Mantenimiento	10	
PR-E-01-EMR01	Motorreductor banda transportadora	A6	Revisión del nivel de aceite de la caja reductora - motorreductor banda transportadora	4					Tec. Mantenimiento	3	
		A7	Verificar fugas aceite reductor - banda transportadora	4					Tec. Mantenimiento	5	
		A8	Cambio de aceite del reductor - banda transportadora	62	Llave de boca N° 14, embudo	Guaípe	Aceite texico meropa 220	0,75 li	Tec. Mantenimiento	40	
		A9	Cambio de retenedores de la caja reductora	150	Llave de boca N°11,12,13, 14; juego de llaves allen; llave inglesa; destrillador plano, estrella; martillo de goma; alicate; pinza	Guípe, vilera,	Retenedor		1 ud	Tec. Mantenimiento	60
		A10	Cambio de rodamientos del motor - banda transportadora	150	Llave de boca N°11,12,13, 14; juego de llaves allen; llave inglesa; destrillador plano, estrella; martillo de goma; alicate; pinza; prensa; extractor de rodamientos	Vilera, guaípe	Grasa Gulf Chassis N°2	50 gr		Tec. Mantenimiento	60
							Rodamiento 6204-2RSH	1 ud			
A11	Revisión del consumo de corriente motor - banda transportadora	4	Pinza amperimétrica					Tec. Mantenimiento	25		
PR-E-01-MST01	Transmisión por cadena motorreductor - banda transportadora	A12	Reengrase de la transmisión por cadena motorreductor - banda transportadora	12	Engrasadora manual	Guaípe	Grasa Gulf Chassis N°2		Tec. Mantenimiento	10	
PR-E-01-MCR01	Mecanismo cruz de malta	A13	Reengrase de la cruz de malta	12	Engrasadora manual	Guaípe	Grasa Gulf Chassis N°2	250 gr	Tec. Mantenimiento	10	
		A14	Reengrase del disco de freno - cruz de malta								
		A15	Reengrase del perno impulsor - cruz de malta								
PR-E-01-EMR02	Motor reductor cruz de malta	A16	Revisión del nivel de aceite de la caja reductora - motorreductor cruz de malta	4					Tec. Mantenimiento	3	
		A17	Verificar fugas aceite reductor cruz de malta	4					Tec. Mantenimiento	5	
		A18	Cambio de aceite del reductor - cruz de malta	62	Llave de boca N° 14, embudo	Guaípe	Aceite texico meropa 220	0,75	Tec. Mantenimiento	40	
		A19	Cambio de retenedores de la caja reductora - cruz de malta	150	Llave de boca N°11,12,13, 14; juego de llaves allen; llave inglesa; destrillador plano, estrella; martillo de goma; alicate; pinza	Guípe, vilera,	Retenedor			Tec. Mantenimiento	60
		A20	Cambio de rodamientos del motor - cruz de malta	150	Llave exagonal N°11,12,13; juego de llaves allen; destrillador plano; martillo de goma	Vilera, guaípe	Grasa Gulf Chassis N°2	50 gr		Tec. Mantenimiento	60
							Rodamiento 6203-2RSH	1 ud			
A21	Revisión del consumo de corriente motor - cruz de malta	4	Pinza amperimétrica					Tec. Mantenimiento	25		

PR-E-01-MDO01	Dosificador	A22	Lubricación del vástago - Electroválvula del dosificador N°1	24			Vaselina industrial	20 gr	Tec. Mantenimiento	20
		A23	Comprobar posibles fugas - Electroválvula del dosificador N°1	4					Tec. Mantenimiento	5
		A24	Verificar de accionamiento - Electroválvula del dosificador N°1	1					Operador	2
		A25	Comprobar accionamiento de la bobina - Electroválvula del dosificador N°1	1					Operador	2
		A26	Cambio de O'RING dosificador N°1	24	Destornillador plano, estrella	Guaipe, vilerá	Vaselina industrial	20 gr	Operador	20
						O'RING	1 ud			
		A27	Lubricación del vástago - Electroválvula del dosificador N°2	24			Vaselina industrial	20 gr	Tec. Mantenimiento	20
		A28	Comprobar posibles fugas - Electroválvula del dosificador N°2	4					Tec. Mantenimiento	5
		A29	Verificar de accionamiento - Electroválvula del dosificador N°2	1					Tec. Mantenimiento	2
		A30	Comprobar accionamiento de la bobina - Electroválvula del dosificador N°2	1					Tec. Mantenimiento	2
A31	Cambio de O'RING dosificador N°2	24	Destornillador plano, estrella		Vaselina industrial	20 gr	Tec. Mantenimiento	20		
				O'RING	1 ud					
PR-E-01-MDP01	Tanque de almacenamiento del producto	A32	Limpieza del flotador	1		Detergente, vilerá, sosa			Tec. Mantenimiento	5
		A33	Limpieza de la válvula de bloqueo	1		Detergente, vilerá, sosa			Tec. Mantenimiento	5
		A34	Limpieza del retenedor	1		Detergente, vilerá, sosa			Tec. Mantenimiento	2
		A35	Limpieza del eje flotador	1		Detergente, vilerá, sosa			Tec. Mantenimiento	3
		A36	Limpieza de la tubería de descarga	1		Detergente, vilerá, sosa			Tec. Mantenimiento	30
		A37	Limpieza del empaque	1		Detergente, vilerá			Tec. Mantenimiento	2
		A38	Cambio de empaque	24			Empaque de abrazadera	1 ud	Tec. Mantenimiento	5
		A39	Limpieza de la abrazadera	1		Detergente, vilerá			Tec. Mantenimiento	5
PR-E-01-MRO01	Roscador	A40	Lubricación del vástago - Electroválvula del roscador	24			Vaselina industrial	20 gr	Tec. Mantenimiento	20
		A41	Comprobar posibles fugas - Electroválvula del roscador	4					Tec. Mantenimiento	5
		A42	Verificación de accionamiento - Electroválvula del roscador	1					Tec. Mantenimiento	2
		A43	Comprobar accionamiento de la bobina - Electroválvula del roscador	1					Tec. Mantenimiento	2
		A44	Engrase de la rosca del regulador de altura - roscador	12		Guaipe	Grasa alimenticia LGFP 2	80 gr	Tec. Mantenimiento	10
		A45	Engrase del sistema de desplazamiento vertical del roscador	12		Guaipe	Grasa alimenticia LGFP 2	80 gr	Tec. Mantenimiento	10
		A46	Lubricación del vástago - electroválvula retenedor vaso	24			Vaselina industrial	20 gr	Tec. Mantenimiento	20
		A47	Comprobar posibles fugas - electroválvula retenedor vaso	4					Tec. Mantenimiento	5
		A48	Verificación de accionamiento - electroválvula retenedor vaso	1					Tec. Mantenimiento	2
		A49	Comprobar accionamiento de la bobina - electroválvula retenedor vaso	1					Tec. Mantenimiento	2





**ANEXO G: FOTOGRAFÍAS DEL PROYECTO TÉCNICO.**



