



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES**  
**INDUSTRIALES**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA  
AUTOMATIZADO PARA ENVASADO DE FLUIDOS  
SEMIPASTOSOS TARRINERA N°2, PARA LA EMPRESA  
EPACEM S.A EN LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN: PROYECTO TÉCNICO**  
**Para optar al Grado Académico de:**  
**INGENIERO EN ELECTRÓNICA, CONTROL Y REDES**  
**INDUSTRIALES**

**AUTOR: JAVIER OSWALDO OBREGÓN GUTIÉRREZ**  
**TUTOR: ING. MARCO ANTONIO VITERI BARRERA**

Riobamba – Ecuador  
2017

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES**  
**INDUSTRIALES**

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA ENVASADO DE FLUIDOS SEMIPASTOSOS TARRINERA N°2, PARA LA EMPRESA EPACEM S.A EN LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO”, de responsabilidad del señor OBREGÓN GUTIÉRREZ JAVIER OSWALDO, ha sido minuciosamente revisado por los miembros del tribunal del trabajo de titulación, quedando autorizada su presentación.

<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Washington Luna E. <b>DECANO DE LA FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA.</b>	.....	.....
Ing. Freddy Chávez V. <b>DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES.</b>	.....	.....
Ing. Marco Viteri B. <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	.....	.....
Ing. Wilson Zúñiga V. <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	.....	.....

Yo, Javier Oswaldo Obregón Gutiérrez, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados. Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación.

Yo, **JAVIER OSWALDO OBREGÓN GUTIÉRREZ**, soy responsables de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en este trabajo, y el patrimonio intelectual del Trabajo de Titulación pertenece a la **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**.

-----  
Javier Oswaldo Obregón Gutiérrez

C.I.: 172477705-5

ESTUDIANTE

-----  
Ing. Marco Viteri

C.I.: 180181190-0

DIRECTOR TRABAJO DE TITULACIÓN

-----  
Ing. Wilson Zúñiga

C.I.: 060160015-8

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## **DEDICATORIA**

Dedico el trabajo de titulación a mis padres Gabriel Obregón y María Gutiérrez, los cuales me dieron su apoyo en todo momento, por la formación académica que me dieron, el cariño y la fortaleza brindada en cada etapa de mi vida para seguir adelante, y la perseverancia que me enseñaron para cumplir las metas planteadas.

A mi hermana Ginna por su apoyo incondicional y siempre estar pendiente, la cual ha sido una fortaleza en cada etapa de mi vida.

A mi abuelita Mama Amelita por su constante preocupación para conmigo.

Javier Oswaldo

## **AGRADECIMIENTO**

A Jehová Dios por darme la salud, el entendimiento, y guiarme en el camino correcto para que de esta manera se cumplan los objetivos propuestos y poder seguir adelante, ya que gracias a su ayuda pude lograr cumplir mis estudios académicos y poder formarme como profesional.

A mis padres Gabriel y María, los cuales me apoyaron en mis estudios, se sacrificaron día tras día para que cumpla con mis metas propuestas y el estar pendiente de mí para que no me falte nada y así poder verme convertido en un profesional.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo por haberme abierto las puertas para poder estudiar en tan prestigiosa institución, el proveer el conocimiento académico con buenos profesores los cuales crearon una base sólida para el ejercicio profesional.

Al Ing. Marco Viteri tutor del trabajo de titulación y al Ing. Wilson Zúñiga miembro de tribunal, los cuales aportaron con sus conocimientos en el desarrollo del presente trabajo, su experiencia profesional y así poder cumplir cada objetivo planteado.

A la empresa EPACEM S.A por haberme permitido desarrollar el trabajo de titulación en el sector industrial, en especial al Ing. Víctor Tapia gerente el cual me dio la facilidad para la ejecución del presente proyecto, al Ing. Wilson Chalcualán y al Tlgo. Manuel Morán del equipo de Mantenimiento los cuales dieron su apoyo, tiempo y esfuerzo para la ejecución del trabajo de titulación.

A mis tíos especialmente a mi tío Iván y mi tía Gladis por haberme brindado su apoyo en los estudios universitarios realizados en Riobamba, mi hermana Ginna Aracely por estar pendiente de mí y por las palabras de ánimo que siempre me brindaron, primos y demás familiares que me apoyaron en los estudios proveyéndome su cariño, tiempo, recursos, alimentos y hospedaje brindado, de los cuales estoy agradecido.

Javier Oswaldo

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	xvi
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xviii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....</b>	<b>6</b>
1.1 Manteca vegetal.....	6
1.2 Proceso de envasado.....	6
1.3 Tipos de tarrinas.....	9
1.4 Análisis del proceso de envasado actual.....	9
1.5 Tiempos de envasado.....	12
1.6 Proceso de envasado de fluidos para la producción final.....	13
1.7 Diseño de la máquina.....	13
1.8 Descripción del diseño mecánico.....	14
1.9 Ingreso y salida de tarrinas.....	14
1.10 Acometida al tablero principal.....	15
1.11 Mesa giratoria.....	16
1.11.1 Mecanismo de transmisión de la mesa giratoria.....	16
1.12 Banda transportadora.....	17
1.13 Motores eléctricos.....	18
1.14 Sistema de dosificación.....	18
1.14.1 Cilindros de envasado.....	19

<b>1.15</b>	<b>Estructura de soporte de celdas de carga</b> .....	19
<b>1.16</b>	<b>Sistema neumático</b> .....	20
<i>1.16.1</i>	<i>Electroválvulas 5/2</i> .....	20
<i>1.16.2</i>	<i>Filtro regulador con funda metálica protectora</i> .....	22
<i>1.16.3</i>	<i>Racor codo</i> .....	23
<b>1.17</b>	<b>Automatización industrial</b> .....	23
<i>1.17.1</i>	<i>Objetivos de la automatización industrial</i> .....	23
<i>1.17.2</i>	<i>Ventajas de la automatización industrial</i> .....	24
<b>1.18</b>	<b>PLC</b> .....	24
<i>1.18.1</i>	<i>Características del PLC Siemens S7-1200</i> .....	26
<i>1.18.2</i>	<i>Criterios de selección para PLC</i> .....	29
<b>1.19</b>	<b>Lenguaje de programación</b> .....	30
<b>1.20</b>	<b>Pantalla HMI</b> .....	30
<b>1.21</b>	<b>Módulo de entradas analógicas</b> .....	31
<b>1.22</b>	<b>Diseño eléctrico</b> .....	32
<b>1.23</b>	<b>Contactores</b> .....	33
<b>1.24</b>	<b>Guardamotores</b> .....	33
<b>1.25</b>	<b>Sensores</b> .....	34
<i>1.25.1</i>	<i>Sensores inductivos</i> .....	34
<i>1.25.2</i>	<i>Sensores capacitivos</i> .....	35
<i>1.25.3</i>	<i>Galgas extensiométricas</i> .....	36
<b>1.26</b>	<b>Relé de estado sólido</b> .....	36
<b>1.27</b>	<b>Ventilador con filtro</b> .....	37
<b>1.28</b>	<b>Fuente de 24VDC</b> .....	38
<b>1.29</b>	<b>Fuente de 12VDC</b> .....	38
<b>1.30</b>	<b>Pulsadores</b> .....	39
<b>1.31</b>	<b>Luces piloto</b> .....	40
<b>1.32</b>	<b>Sensor de peso</b> .....	41

## **CAPÍTULO II**



2	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	43
2.1	<b>Introducción</b> .....	43
2.2	<b>Requerimientos de la máquina llenadora de manteca</b> .....	43
2.3	<b>Identificación del proceso a mejorar</b> .....	44
2.4	<b>Identificación de los equipos involucrados en la automatización</b> .....	44
2.5	<b>Selección de conductores</b> .....	45
2.5.1	<i>Circuito de fuerza</i> .....	45
2.5.2	<i>Circuito de control</i> .....	46
2.6	<b>Dimensionamiento del contactor</b> .....	48
2.6.1	<i>Para el motor de la banda</i> .....	48
2.6.2	<i>Para el motor de la mesa</i> .....	49
2.7	<b>Cálculo de protección del guardamotor para bandas transportadoras</b> .....	50
2.7.1	<i>Guardamotor para la banda transportadora</i> .....	50
2.7.2	<i>Guardamotor para el motor de mesa</i> .....	50
2.8	<b>Codificación de los equipos y elementos para la programación del PLC</b> .....	51
2.9	<b>Creación del programa del PLC</b> .....	52
2.9.1	<i>Variables del PLC en Tía Portal</i> .....	52
2.9.2	<i>Normalización de la señal celda de carga en Tía Portal</i> .....	55
2.10	<b>Calibración del sensor de peso</b> .....	56
2.11	<b>Distancia de calibración del sensor capacitivo</b> .....	57
2.12	<b>Variables utilizadas en la programación del HMI</b> .....	58
2.13	<b>Programación de pantalla HMI KTP 400</b> .....	59
2.13.1	<i>Pantalla de “INICIO”</i> .....	59
2.13.2	<i>Pantalla de “SELECCIÓN”</i> .....	60
2.13.3	<i>Pantalla de “DOSIFICACIÓN”</i> .....	61
2.13.4	<i>Pantalla de “MENU MANUAL”</i> .....	61
2.13.5	<i>Pantalla de “BANDAS”</i> .....	62
2.13.6	<i>Pantalla de “MESA”</i> .....	63
2.13.7	<i>Pantalla de “VISUALIZACIÓN”</i> .....	63

2.13.8	<i>Pantalla de “ELECTROVÁLVULAS”</i> .....	64
2.13.9	<i>Pantalla de “USUARIO”</i> .....	65
2.14	<b>Implementación de los Elementos y Equipos de Control</b> .....	65
2.14.1	<i>Instalación neumática</i> .....	65
2.14.2	<i>Instalación eléctrica de fuerza y control</i> .....	66
2.14.2.1	<i>Acometida al tablero de control</i> .....	66
2.14.2.2	<i>Montaje del tablero de control</i> .....	67
2.14.2.3	<i>Instalación de la pantalla</i> .....	67
2.15	<b>Pruebas y funcionamiento de la máquina automatizada</b> .....	68
<b>CAPÍTULO III</b>		
3	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	69
3.1	<b>Introducción</b> .....	69
3.2	<b>Producción anterior en dosificación de tarrinas</b> .....	69
3.2.1	<i>Resultados de la producción anterior</i> .....	70
3.3	<b>Producción actual en dosificación de tarrinas</b> .....	72
3.3.1	<i>Resultados de la producción actual</i> .....	73
3.4	<b>Análisis de costos</b> .....	75
3.4.1	<i>Materiales y accesorios</i> .....	75
3.4.2	<i>Costo por transporte</i> .....	77
3.5	<b>Costo totales directos</b> .....	77
3.5.1	<i>Costos indirectos</i> .....	77
3.6	<b>Costo total proyecto</b> .....	78
<b>CONCLUSIONES</b> .....		79
<b>RECOMENDACIONES</b> .....		81
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>		
<b>ANEXOS</b>		

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Comparación de los modelos de CPU .....	27
Tabla 1-2 Entradas digitales del PCL.....	51
Tabla 2-2 Salidas digitales del PCL.....	52
Tabla 1-3 Pesos obtenidos durante la producción anterior .....	70
Tabla 2-3 Estadística descriptiva producción anterior .....	72
Tabla 3-3 Pesos obtenidos durante la producción actual.....	73
Tabla 4-3 Estadística descriptiva producción actual.....	75
Tabla 5-3 Costos accesorios eléctricos y neumáticos .....	76
Tabla 6-3 Costos por transporte.....	77
Tabla 7-3 Costos totales directos .....	77
Tabla 8-3 Costos indirectos .....	77
Tabla 9-3 Costo total proyecto .....	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Filtración del RBD en área de fraccionamiento.....	7
Figura 2-1 Homogenizadores .....	7
Figura 3-1 Bomba dosificadora .....	8
Figura 4-1 Plastificador .....	8
Figura 5-1 Cristalizador .....	9
Figura 6-1 Tarrinas para la dosificación .....	9
Figura 7-1 Diagrama de flujo del proceso de envasado .....	10
Figura 8-1 Área de dosificación .....	11
Figura 9-1 Llenado del envase.....	11
Figura 10-1 Cartones de almacenamiento de manteca.....	12
Figura 11-1 Cartones de transporte.....	12
Figura 12-1 Esquema dosificadora de manteca .....	14
Figura 13-1 Diseño mecánico.....	14
Figura 14-1 Entrada y salida de tarrinas.....	15
Figura 15-1 Tablero de alimentación general .....	15
Figura 16-1 Mesa giratoria .....	16
Figura 17-1 Mecanismo de la mesa .....	17
Figura 18-1 Bandas transportadoras .....	17
Figura 19-1 Motor eléctrico.....	18
Figura 20-1 Descripción interna de la válvula de llenado .....	19
Figura 21-1 Soporte de las celdas de carga .....	19
Figura 22-1 Sistema neumático .....	20
Figura 23-1 Esquema electroválvula.....	20
Figura 24-1 Electroválvulas de 5/2 .....	21
Figura 25-1 Solenoides a 220V .....	22
Figura 26-1 Filtro regulador .....	22
Figura 27-1 Racor codo 90 grados.....	23
Figura 28-1 PLC SIEMENS S7 1200 .....	26
Figura 29-1 Partes del PLC Siemens .....	27
Figura 30-1 Estructura del PLC .....	29
Figura 31-1 Pantalla HMI Siemens KTP 400.....	31
Figura 32-1 Módulo de entradas analógicas.....	32
Figura 33-1 Contactor siemens .....	33
Figura 34-1 Guardamotor .....	34

Figura 35-1 Sensor inductivo .....	35
Figura 36-1 Sensor capacitivo .....	36
Figura 37-1 Relé de estado sólido.....	37
Figura 38-1 Ventilador con filtro.....	37
Figura 39-1 Fuente de 24VDC .....	38
Figura 40-1 Fuente de 12VDC .....	39
Figura 41-1 Pulsador rasante NA.....	40
Figura 42-1 Pulsador paro de emergencia .....	40
Figura 43-1 Luz piloto verde .....	41
Figura 44-1 Luz piloto roja .....	41
Figura 45-1 Sensores de peso .....	42
Figura 1-2 Tabla de corriente y potencia soportada según calibre AWG .....	46
Figura 2-2 Tabla de interruptores termomagnéticos 2 polos .....	47
Figura 3-2 Tabla de interruptores termomagnéticos 3 polos .....	47
Figura 4-2 Tabla de tamaño de válvula.....	48
Figura 5-2 Variables del PLC en Tía portal parte 1 .....	53
Figura 6-2 Variables del PLC en Tía portal parte 2.....	53
Figura 7-2 Variables del PLC en Tía portal parte 3 .....	54
Figura 8-2 Valor digitalizado de entradas de voltaje integradas del PLC S7-1200. ....	55
Figura 9-2 Normalización y escala .....	56
Figura 10-2 Compensación de valores.....	56
Figura 11-2 Calibración de los sensores de peso .....	57
Figura 12-2 Constante dieléctrico.....	57
Figura 13-2 Distancia de detección en función de la constante dieléctrica .....	58
Figura 14-2 Variables del HMI en Tía portal .....	59
Figura 15-2 Pantalla de inicio.....	60
Figura 16-2 Pantalla de selección .....	60
Figura 17-2 Pantalla de dosificación.....	61
Figura 18-2 Pantalla de menú modo manual .....	62
Figura 19-2 Pantalla de accionamiento de bandas modo manual .....	62
Figura 20-2 Pantalla de accionamiento de la mesa modo manual .....	63
Figura 21-2 Pantalla de visualización .....	64
Figura 22-2 Pantalla de electroválvulas .....	64
Figura 23-2 Pantalla de usuario .....	65
Figura 24-2 Tablero del sistema neumático .....	66
Figura 25-2 Acometida para alimentación general .....	67
Figura 26-2 Tableros antiguos vs tablero nuevo instalado .....	67

Figura 27-2 Instalación de pantalla HMI .....	68
Figura 28-2 Pruebas de funcionamiento de la máquina automatizada .....	68

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-3 Producción por horas en dosificación anterior.....	70
Gráfico 2-3 Rangos de peso en dosificación anterior .....	71
Gráfico 3-3 Producción por horas en dosificación actual .....	74
Gráfico 4-3 Rangos de peso en dosificación actual .....	74

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

<b>ESPOCH:</b>	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
<b>EPACEM:</b>	Extractora y procesadora de aceites economía mixta
<b>PLC:</b>	Programmable Logic Controller
<b>HMI:</b>	Interfaz Hombre-Máquina
<b>RBD:</b>	Refinado – Blanqueado - Desodorizado
<b>VDC:</b>	Voltaje de corriente directa
<b>VAC:</b>	Voltaje de corriente alterna
<b>HP:</b>	horsepower (caballo de fuerza)
<b>Su:</b>	Alcance útil
<b>Sn:</b>	Alcance nominal
<b>Sr:</b>	Distancia nominal
<b>P:</b>	Potencia
<b>A:</b>	Amperios
<b>V:</b>	Voltios
<b>W:</b>	Vatios
<b>Q:</b>	Caudal
<b>T:</b>	Tiempo



## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1-2	Ecuación para la corriente del motor 1 .....	45
Ecuación 2-2	Ecuación para la corriente del motor 2 .....	45
Ecuación 3-2	Ecuación para la corriente de fuerza .....	46
Ecuación 4-2	Ecuación para la corriente elementos de control .....	46
Ecuación 5-2	Ecuación para la corriente total .....	47
Ecuación 6-2	Ecuación para el diseño de válvula neumática .....	47
Ecuación 7-2	Ecuación para el contactor de las bandas .....	48
Ecuación 8-2	Ecuación para el contactor de la mesa .....	49
Ecuación 9-2	Cálculo del guardamotor de las bandas .....	50
Ecuación 10-2	Cálculo del guardamotor de la mesa .....	51
Ecuación 11-2	Distancia de detección .....	58

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo A:</b>	Fotos preliminares antes de la instalación
<b>Anexo B:</b>	Tablero eléctrico y neumático implementado
<b>Anexo C:</b>	Carátula
<b>Anexo D:</b>	Alimentación
<b>Anexo E:</b>	Entradas digitales
<b>Anexo F:</b>	Salidas digitales
<b>Anexo G:</b>	Entradas analógicas
<b>Anexo H:</b>	Comunicación
<b>Anexo I:</b>	Fuerza
<b>Anexo J:</b>	Neumático

## RESUMEN

En el presente trabajo de titulación se diseñó e implementó el sistema automatizado para envasado de fluidos semipastosos en la máquina tarrinera N°2 de la empresa Extractora y Procesadora de Aceites EPACEM S.A en la ciudad de Santo Domingo. Primero se identificó el proceso a automatizar con los equipos involucrados en el mismo para la elección de los elementos adecuados, se realizó la planimetría aprobada por el área de mantenimiento de la empresa. Por otro lado, se calibraron las celdas de carga para el control de peso en la dosificación de las tarrinas; luego se dimensionaron los guardamotores. Se realizó el montaje de las partes mecánicas para posteriormente proceder a la programación y configuración del sistema de control utilizando el software Tía Portal para determinar la secuencia a realizar, vista de símbolos, lógica a aplicar, diagrama ladder, vista de variables para la interfaz hombre máquina (HMI). El sistema dispone de cuatro electroválvulas para el pre-llenado y llenado de manteca en las tarrinas; una pantalla HMI, la cual permite regular el peso requerido para envasar cada tarrina. Una vez programado y configurado el sistema, se realizaron las pruebas respectivas para comprobar el correcto funcionamiento de la máquina automatizada. Los datos recogidos, con el sistema implementado, fueron procesados en un análisis estadístico descriptivo, dando como resultado una variación leve del peso por tarrina envasada, obteniendo un bajo margen de error. El sistema automatizado permite llenar las tarrinas con el producto de una manera limpia y cumpliendo con las políticas y normas de la empresa, por lo que el sistema fue satisfactoriamente aceptado. Es importante dar mantenimiento preventivo a la máquina tarrinera para que se conserve en un buen estado la máquina y continúe el correcto funcionamiento.

**Palabras Claves:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <TECNOLOGÍA DEL CONTROL AUTOMÁTICO>, <AUTOMATIZACIÓN DE PROCESOS INDUSTRIALES>, <CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE (PLC)>, <INTERFÁZ HOMBRE MÁQUINA (HMI)>, <SENSORES DE PESO>, <ELECTROVÁLVULAS>, <MANTECA VEGETAL>.

## **ABSTRACT**

The present research work was carried out with aim of designing and implementing the automated system for the packaging of semi – flexible fluids in the N°2 tarring machine at Extractor and Processor of Oils EPACEM S.A in Santo Domingo city. Firstly, it identified the process to automate with equipment involved in the same for election of appropriate elements. In addition, the planimetry was approved by the maintenance area of enterprise. On the other hand, the load cells were calibrated for the weight control in the dosing of pots; then grad motors were measured. The mechanical parts were assembled and then the control system was programmed and configured using Tia Portal software to determine the sequence to be performed, symbols view, logic to be applied, ladder diagram, and variable view for human interface machine (HMI). The available system of four solenoid valves for pre-filling and filling of butter in pots; an HMI screen, which allows regulating the weight required packing each pot. Once the system was programmed and configured, the respective tests were performed to verify the correct operation of the automated machine. The data collected, with the implemented system were processed in a statistical descriptive analysis, resulting in a slight variation of the weight per packaged jar, obtaining a low margin of error. The automated system allows filling the cartons with product in a clean way and complying policies and standards of the enterprise, so the system was satisfactorily accepted. It is important to give preventive maintenance to the tarring machine to keep the machine in good condition and continue the correct operation.

**Key words:** <ENGINEERING TECHNOLOGY AND SCIENCES>, <AUTOMATIC CONTROL TECHNOLOGY>, <AUTOMATION OF INDUSTRIAL PROCESSES>, <PROGRAMABLE LOGIC CONTROLLER (PLC)>, <INTERFACE MAN MACHINE (HMI)>, <WEIGHT SENSORS>, <ELECTROVAN>, < PLUMBING>.

## **INTRODUCCIÓN**

En el presente trabajo de titulación se realiza el diseño e implementación de un sistema automatizado para envasado de fluidos semipastosos, para la empresa EPACEM S.A en la ciudad de Santo Domingo, con el fin de automatizar la producción de manteca y margarina mejorando la dosificación de las tazonas, para lo cual se cuenta con una interfaz gráfica en HMI la cual facilita la manipulación de la máquina en el momento del envasado.

La presente memoria descriptiva consta de: introducción, tres capítulos, conclusiones y recomendaciones. En el primer capítulo, denominado marco teórico referencial, se detalla los elementos utilizados en la automatización de la máquina, la función que cumplen con sus respectivas características, además se analiza el estado actual de la empresa tomando como punto de partida para la adquisición de elementos necesarios en la implementación.

El segundo capítulo es el marco metodológico, donde se explica el proceso para la implementación del proyecto, identificando los requerimientos de la máquina, el proceso a mejorar, seleccionando los equipos involucrados en la automatización con su respectivo dimensionamiento, la programación del PLC y la pantalla HMI, para su posterior implementación.

El tercer capítulo es el análisis de resultados, donde se detalla los logros alcanzados por el proyecto y la importancia del mismo, se visualiza en diagramas circulares para así poder llegar a una mejor interpretación, se finaliza con análisis de costos del proyecto realizado.

En las conclusiones, se resumen los resultados alcanzados del proyecto implementado, en las recomendaciones se plantean sugerencias que sirvan de base para seguir avanzando en el desarrollo de proyectos posteriores dentro de la máquina, y también exhortaciones para las personas a manipular los equipos, para que de esta manera el sistema se conserve en buen estado y con el correcto funcionamiento.

## **ANTECEDENTES**

EPACEM es una empresa dedicada a la extracción, refinamiento y comercialización de oleaginosas y productos de limpieza, su política de calidad está orientado hacia la mejor alternativa del mercado, cumpliendo los requerimientos del cliente, con personal competente en valores y conocimiento, a través del mejoramiento continuo de la eficacia del sistema de gestión de la calidad. (EPACEM 2014)

Debido a la insuficiente producción diaria actual para abastecer la demanda, y el tiempo que implica dichas actividades por la escasa infraestructura existente, se ve en la necesidad de mejorar la tecnología implementada hace ya 30 años, adaptándose al cambio que exige las condiciones actuales debido a la competencia y los altos estándares que hoy la producción demanda, y de esta manera poder mejorar la calidad, aumentar la producción y reducir el tiempo de operación.

Específicamente se automatiza el proceso de llenado de tarrinas de manteca vegetal, mejorando el tiempo que conlleva esta actividad, y adaptándose a las necesidades de la empresa.

## **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

La producción de margarina o manteca se efectúa mediante un llenado defectuoso desde hace 30 años, lo que provoca que la empresa tenga complicaciones con esta actividad y ante aquello es indispensable mejorar la tecnología para optimizar el peso de dosificación en la producción en la empresa y tener un alto grado de confiabilidad mediante la automatización del proceso de llenado de tarrinas.

## **SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA**

¿El estado técnico de las máquinas permite realizar la automatización del mismo?

¿De qué manera aportará en el llenado de las tarrinas, la automatización mediante sistema de PLC a mejorar la producción en la empresa EPACEM?

¿Qué porcentaje de fiabilidad poseemos en nuestro sistema?

## **JUSTIFICACIÓN TEORICA**

Los procesos digitales suponen una gran ventaja para las empresas, ya que les permiten realizar su trabajo de una forma más ágil y eficiente, sin mencionar el importante ahorro de costos y tiempo que éstos suponen. Y es que la era digital promete grandes cosas, un mundo en el que personas, procesos y tecnología se combinan para realizar todo el trabajo sin esfuerzo. (TICbeat 2016)

EPACEM S.A se encuentra en la necesidad de realizar el cambio del sistema automático, aumentando el número de golpes por minuto, que actualmente genera 10 golpes por minuto en la tarrinera N°2, ya que la tecnología es muy antigua y se ve en la necesidad de mejorar este proceso industrial, y de esta manera obtener mejores resultados.

El presente tema de titulación sirve para futuros estudios o trabajos de desarrollo en el área de automatización en proceso de llenado de tarrinas, y de esta manera recurra como base para mejorar el proceso en otras industrias.

Por esta razón se realiza la propuesta a EPACEM S.A de automatizar el proceso que realiza la tarrinera N°2, para lo cual se implementa un nuevo sistema eléctrico y neumático.

## **JUSTIFICACIÓN APLICATIVA**

Los sistemas automáticos mejoran la productividad de las máquinas, es decir producir más con menos recursos.

El diseño e implementación del sistema automatizado para envasado de fluidos semipastosos en la tarrinera N°2 de la empresa EPACEM SA, permite cumplir con el objetivo planteado, que es mejorar la productividad de la máquina, este sistema reemplaza la manipulación de las tarrinas y del producto a envasar.

El sistema automatizado detecta la presencia de dos tarrinas y las transportará hacia la posición de envasado, para el llenado respectivo, sin la necesidad de manipulación por parte del personal. Además el sistema puede obtener cambios en la cantidad de peso a envasar con la materia prima utilizada.

## **DELIMITACIÓN**

### **ESPACIO**

El presente proyecto se realiza en la empresa EPACEM S.A ubicada en el cantón Santo Domingo de los Colorados, que por sus características de clima es excelente productora de la materia prima con la cual desarrolla sus productos esta empresa.

### **TIEMPO**

Esta investigación se realiza con datos actuales vigentes de la empresa EPACEM S.A, para la producción mensual de manteca y margarina, siendo estos datos variables por cada mes, donde el sistema será analizado para comprobar el avance con el método nuevo.

### **ALCANCE**

El presente trabajo se implementa para la industria EPACEM S.A en la ciudad de Santo Domingo, con el fin de mejorar la producción de la empresa, gastar menor recursos en menos tiempo posible, y disminuir la cantidad de mano de obra. Al mismo tiempo se deja la oportunidad abierta para posteriores investigaciones en el área de producción, sobre el control de diversas maquinas a su posterior automatización.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar e implementar un sistema automatizado para envasado de fluidos semipastosos en la máquina tarrinera N°2 para la empresa EPACEM S.A.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar el estado técnico actual de la máquina.
- Analizar los requerimientos para la implementación del sistema de control.
- Diseñar el sistema de control automatizado, tanto eléctrico como de neumático.
- Programar e implementar el sistema de control.



- Efectuar pruebas para evidenciar el correcto funcionamiento de la máquina automatizada.

## CAPÍTULO I

### 1 MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

#### 1.1 Manteca vegetal

Grasa sólida o semisólida de olor y sabor agradable o neutro y que provienen de grasas y/o aceites naturales, comestibles, hidrogenados o no. (Glosario.net 2007)

#### 1.2 Proceso de envasado

En el proceso de envasado de la manteca vegetal, la materia prima a utilizar son aceites de palma desodorizados (refinados), las mismas que pasa por refinería y/o fraccionamiento. Estas materias primas se colocan/ubican en los homogenizadores detallados M307, M308, M301A, M301B, de capacidad de 3500 litros (por la densidad del aceite se convierten a 3200 kilos) con un factor de conversión 0,92 a una temperatura de 50° a 60°C; con agitación constante dado que el BLEND (mezcla de aceites-oleinas-esterinas-RBD) existente necesita estar bien homogenizado por medio de una bomba dosificadora que trabaja en un rango de 30 a 60 Hz, bombea esta materia prima a un cristalizador llamado HEZTENBERG (equipo de frio que trabaja con amoniaco a una temperatura de -10°C), el cambio brusco de temperatura de 50° a -10°C con el homogenizador permite que las moléculas de la grasase empiecen a unirse formando la manteca para luego ir hacia un plastificador con el objetivo de que todos las moléculas sean uniformes y adquieran brillo natural de la manteca, del plastificador se dirige a la línea de tazona dosificando de acuerdo al peso establecido del recipiente, la temperatura promedio del envasado esta entre 20° y 28°C.

En la Figura 1-1 podemos ver el proceso de refinación de manteca con sus pasos secuenciales y ordenados.



**Figura 1-1 Filtración del RBD en área de fraccionamiento**

Realizado por: Obregón Javier, 2017



**Figura 2-1 Homogenizadores**

Realizado por: Obregón Javier, 2017



**Figura 3-1 Bomba dosificadora**

Realizado por: Obregón Javier, 2017



**Figura 4-1 Plastificador**

Realizado por: Obregón Javier, 2017



**Figura 5-1** Cristalizador

Realizado por: Obregón Javier, 2017

### 1.3 Tipos de tarrinas

Tarrina plástica: La tarrina plástica y su tapa se produce en EPACEM S.A mediante una máquina existente en el área de plásticos, esta utiliza como materia prima el PET (Polietileno tereftalato ligero), HDPE (Polietileno de alta densidad, gran versatilidad y resistencia química), LDPE (Polietileno de baja densidad, fuerte, flexible, transparente), y finalmente PP (Polipropileno, cuyo punto de fusión permite el envasado de fluidos calientes).

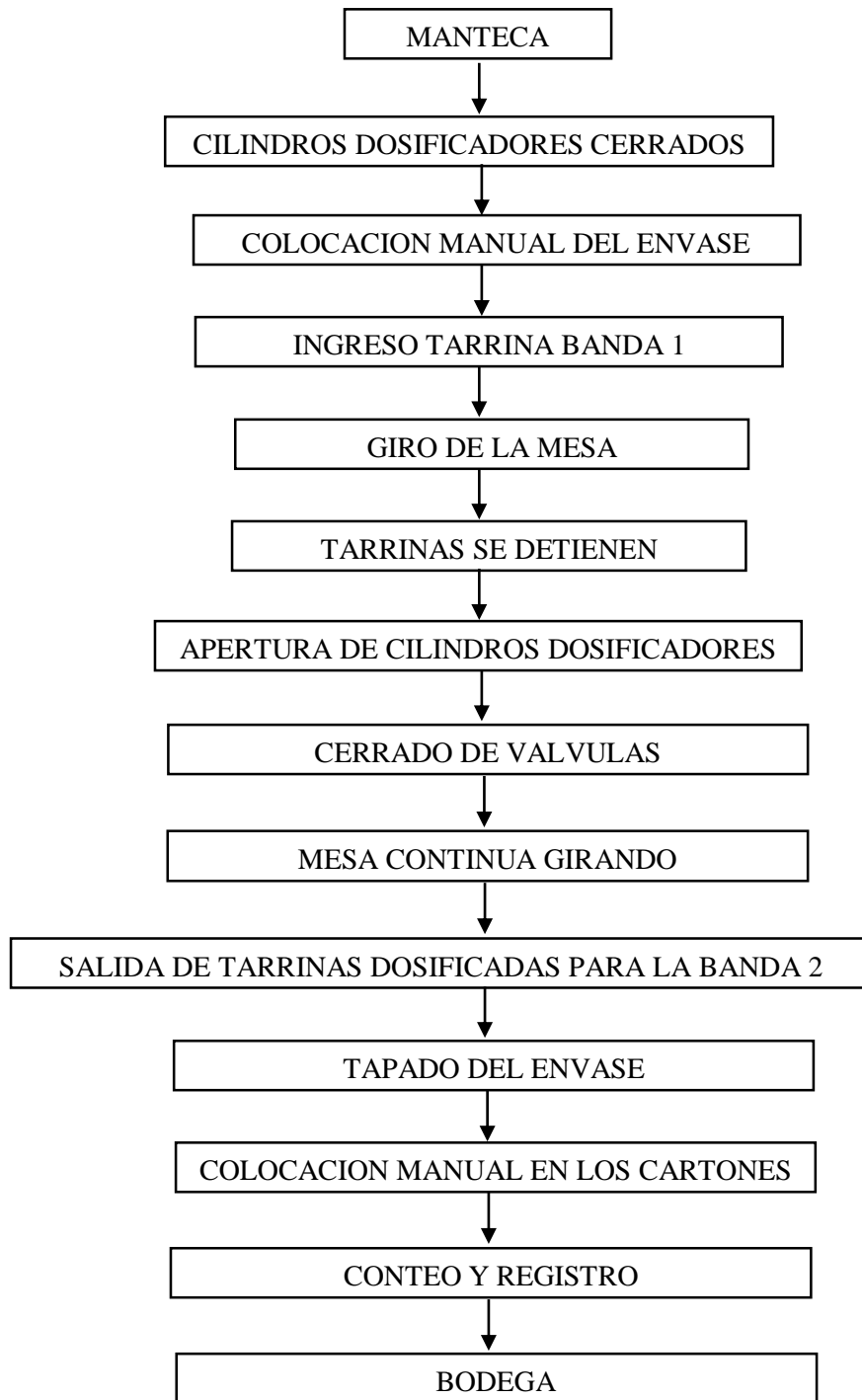


**Figura 6-1** Tarrinas para la dosificación

Realizado por: Obregón Javier, 2017

### 1.4 Análisis del proceso de envasado actual

Este proyecto se enfoca en la etapa final de la producción de manteca, el envasado, donde el proceso se cumple de forma manual e involucra hasta dos o tres empleados. Esta etapa se resume en la Figura 7-1.



**Figura 7-1 Diagrama de flujo del proceso de envasado**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

La manteca lista para ser envasada, tras su producción se encuentra almacenada en cajas ubicadas en la parte posterior del área de envasado, ver Figura 8-1. Por efecto de la gravedad la manteca recorre hacia la parte inferior por tubería de acero inoxidable de 1 1/2" sanitaria para el ingreso, y el retorno de 1" sanitaria.



**Figura 8-1 Área de dosificación**

**Realizado por:** Obregón Javier, 2017

En el sistema anterior la mesa se detenía hasta colocar las tarrinas debajo de las cilindros, donde el operario en modo manual una vez detenida la mesa se presionaba manualmente la tarrina para vigilar el flujo de aire que controlaba el peso de las electroválvulas, y posterior a ello se cerraba los cilindros de dosificación, hasta que se aflojara la manteca de los cabezales, el sistema de pesaje era neumático, a la vez existía el problema de derrame de producto al momento de detenerse la estrella sin haber enviado tarrina, el cual generaba inconvenientes en el trabajo de la máquina.



**Figura 9-1 Llenado del envase**

**Realizado por:** Obregón Javier, 2017



**Figura 10-1 Cartones de almacenamiento de manteca**

**Realizado por:** Obregón Javier, 2017

Posteriormente se coloca en cartones ver Figura 11-1, proceso que se repite con cada envase, para después ser trasladado a las bodegas, dejando así el producto está listo para ser distribuido (presentación de 1014 gramos).



**Figura 11-1 Cartones de transporte**

**Realizado por:** Obregón Javier, 2017

### **1.5 Tiempos de envasado**

Se determina el tiempo que tarda el envasado de manteca es de 4 segundos, en la presentación de 1014 gramos, que existe una variación en los tiempos debido a la presión ejercida por la cantidad de manteca concentrada en las válvulas dosificadoras, es decir, si la tarrina alcanza el peso ideal primero que la otra sufría un cambio de presión en la segunda tarrina, la cual hacia



que el peso variara en la segunda tarrina, teniendo un error en el llenado, que no se podía controlar.

## **1.6 Proceso de envasado de fluidos para la producción final**

En la máquina envasadora, las cajas se deslizan por una rampa de desplazamiento, en donde el operario recoge las cajas llenas de tarrinas y las pone en la banda transportadora, donde las tarrinas llegan a la mesa giratoria y son llenadas de manteca mediante cilindros dosificadores, llenando dos tarrinas a la vez, luego siguen girando y mediante otra banda transportadora sale el producto final para ser ingresado a las cajas y llevado a la venta final a los clientes. En la empresa existe un sistema completo para la elaboración de las tarrinas y existen diferentes máquinas a trabajar, donde será implementado la automatización en la maquina Tarrinera N°2.

El sistema se implementa cumpliendo los estándares de calidad para entregar el producto de manera ideal. Es necesario configurar el PLC con las entradas, salidas, y puertos de comunicación necesarios, para ello se plantea la programación necesario para cumplir con estos requerimientos.

Con las celdas de carga se controla el peso máximo, luego para desplazar la mesa se dispone de un motor eléctrico que se controla automáticamente. El ciclo comienza con el llenado del depósito, que debe alcanzar una cierta temperatura, donde el sensor se activa y las válvulas de salida permiten la entrada del líquido. Cuando exista el fluido en el depósito, va a comenzar el proceso realizando el llenado, y cuando se alcance el nivel máximo debe cerrarse, pero si no hay el suficiente fluido debe activarse el ciclo de acondicionamiento.

## **1.7 Diseño de la máquina**

Para el diseño de la máquina se toma en cuenta los requerimientos y necesidades de la empresa, que luego fueron tomadas como criterios técnicos, para determinar su diseño final, se trabaja en la línea 2.



**Figura 12-1 Esquema dosificadora de manteca**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

### 1.8 Descripción del diseño mecánico

La máquina envasadora está construida en material de acero inoxidable gracias a sus beneficios en la elaboración y producción de alimentos. Los principales objetivos de utilizar acero inoxidable 304 2B son los siguientes:

- El grado alimenticio ya que no hay contaminación.
- Esta dentro de las normas de grado alimenticio.



**Figura 13-1 Diseño mecánico**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

### 1.9 Ingreso y salida de tarrinas

Para el desplazamiento de las tarrinas a través de cada etapa del proceso se utiliza dos bandas transportadoras existentes, con las siguientes características:

- Diseño higiénico: fácil de limpiar.
- En su mayoría, construidas con componentes de acero inoxidable T304.

- Fácil de instalar.
- 18 cm de ancho para ingreso y salida de las tarrinas.

Para el funcionamiento de la banda transportadora se necesita el uso de un motor el cual proporciona el movimiento requerido para su desplazamiento considerando el peso de los envases, por esta razón se trabajó con un motor trifásico de 1.5 HP mostrado en la siguiente figura:



**Figura 14-1 Entrada y salida de tarrinas**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

### 1.10 Acometida al tablero principal

La máquina envasadora funciona con alimentación a 220V trifásico, el mismo que proviene del tablero principal con una distancia de 40 metros desde el tablero a la máquina.

La acometida al tablero principal es la encargada de suministrar la tensión y corriente necesaria tanto al PLC como al circuito de fuerza, la tensión de entrada es 220VAC, la cual provee el tablero principal, donde la línea 2 de alimentación a la tarrinera está en el segundo breaker.



**Figura 15-1 Tablero de alimentación general**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

## 1.11 Mesa giratoria

Cuenta con una estrella que tiene la capacidad de ingresar 8 tarrinas, la cual gira en sentido horario y dosifica manteca a las tarrinas.



**Figura 16-1 Mesa giratoria**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

### *1.11.1 Mecanismo de transmisión de la mesa giratoria*

En el motor de la mesa se transmite la potencia a través de una correa hacia el moto-reductor, el motor reductor transmite la potencia al temporizador mecánico, este a su vez ofrece el tiempo de giro de la estrella, es decir el tiempo de posicionamiento de las tarrinas, a través del piñón del conducido se conecta la estrella giratoria donde se traslada la tarrinas a la posición de llenado, el piñón de conducido se mueve a través del temporizador mecánico.

El mecanismo de transmisión cuenta punto apoyo, donde el tiempo de giro de la estrella se controla mediante la leva, y el tiempo de la leva por medio de control de ángulo, a la vez el piñón del conducido se encuentra conectado a un eje de 25mm de diámetro y está soportado por dos chumaceras tipo piso con un diámetro igual al del eje, utilizando pernos de 6mm x 25mm para su fijación a la estructura.



**Figura 17-1 Mecanismo de la mesa**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

### 1.12 Banda transportadora

Las bandas y rodillos transportadores son elementos auxiliares de las instalaciones cuya misión es la de recibir un producto de forma más o menos continua y conducirlo a otro punto. Son aparatos que funcionan solos, intercalados en las líneas de proceso y que no requieren generalmente ningún operario que manipule directamente sobre ellos de forma continuada. (Sabaté 1984)

Las cintas transportadoras se usan como componentes en la distribución y almacenaje automatizados. Combinados con equipos informatizados de manejo de pales, permiten una distribución minorista, mayorista y manufacturera más eficiente. Permitiendo ahorrar mano de obra y transportar rápidamente grandes volúmenes en los procesos, lo que ahorra costes a las empresas que envía o reciben grandes cantidades, reduciendo además el espacio de almacenaje necesario. (Ramírez et al. 2013)



**Figura 18-1 Bandas transportadoras**

Fuente: [http://www.cwmaquinaria.com/catalog/product\\_info.php?products\\_id=38](http://www.cwmaquinaria.com/catalog/product_info.php?products_id=38)

### 1.13 Motores eléctricos

En las actividades industriales y comerciales es necesario mover distintos procesos productivos, maquinaria y equipos diversos, como ventiladores, bandas transportadoras, bombas de agua, escaleras eléctricas, compresores, taladros, es decir, un sinnúmero de aplicaciones mecánicas que requieren movimiento. La forma más fácil de llevar a cabo ese movimiento es mediante un motor eléctrico.

La finalidad de los motores eléctricos es convertir la energía eléctrica, en forma de corriente continua o alterna, en energía mecánica apta para mover los accionamientos de todo tipo de máquinas. Los motores eléctricos cubren toda la gama de aplicaciones que la sociedad moderna exige, se encuentran tan pequeños como los usados en el giradiscos de un DVD, tan cotidianos como el de una licuadora, un ventilador o un acondicionador de aire; pero también los hay tan grandes como los que necesitan las industrias para mover molinos, trituradoras, compresores de aire, mezcladoras, etc. (BUNCA 2011)



**Figura 19-1 Motor eléctrico**

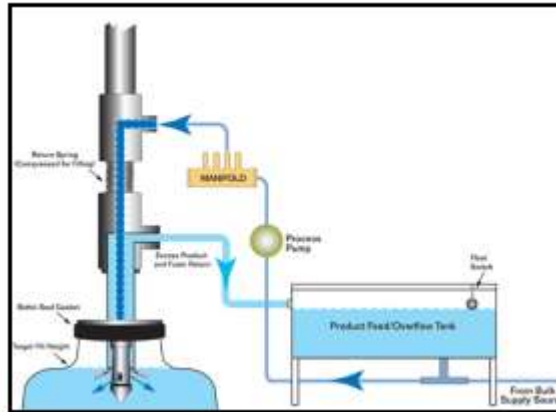
Realizado por: Obregón Javier, 2017

### 1.14 Sistema de dosificación

El sistema de dosificación automática y mezclado es el corazón del proceso de producción de una planta de alimentos. El sistema de dosificación es un conjunto de aplicaciones enfocadas a administrar y controlar la formulación automática de ingredientes para su pesaje. Desde el origen de una orden de producción en el sistema de dosificación se puede determinar el destino que tendrá en los depósitos de producto terminado una vez entregados al sistema de control y transporte automático. (Sistemas Proactivos 2015)

### 1.14.1 Cilindros de envasado

La parte principal del sistema lo compone un grupo de 2 cilindros, cada cilindro consta de una tubería de circulación del líquido a envasar en un 75% y otra tubería por la que recircula el complemento de líquido completando el 100% en llenado de manteca. La apertura de los cilindros se controla por las cuatro electroválvulas, y los sensores capacitivos.



**Figura 20-1 Descripción interna de la válvula de llenado**

Fuente: [www.fillers.com](http://www.fillers.com)

### 1.15 Estructura de soporte de celdas de carga

Dos celdas de carga se encuentran ajustadas a los platos de acero inoxidable, las mismas que están sujetas a una base de plancha de 10mm por medio de pernos de 6mm por 25mm, en unos platos de diámetro de 160 mm por un espesor de 6mm en acero inoxidable, para cumplir con la función de pesaje.

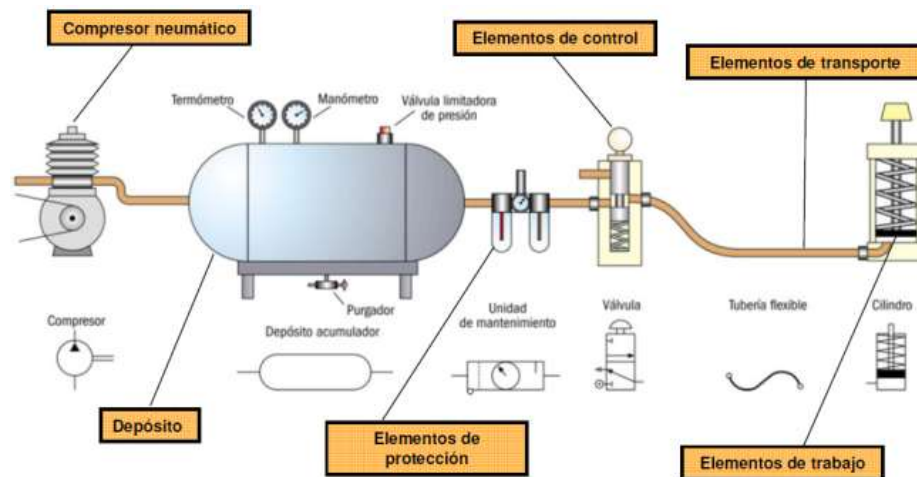


**Figura 21-1 Soporte de las celdas de carga**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

## 1.16 Sistema neumático

Los sistemas neumáticos son sistemas que utilizan el aire u otro gas como medio para la transmisión de señales y/o potencia. Dentro del campo de la neumática la tecnología se ocupa, sobre todo, de la aplicación del aire comprimido en la automatización industrial (ensamblado, empaquetado, etc.) («Sistemas Neumáticos» 2016)

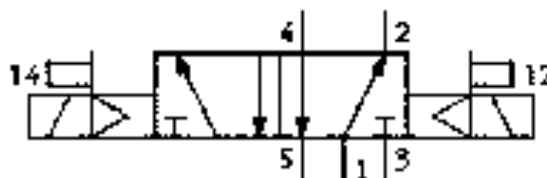


**Figura 22-1 Sistema neumático**

Fuente: <https://automatizacionindustrialurp.wordpress.com/2016/04/22/sistemas-neumaticos/>

### 1.16.1 Electroválvulas 5/2

Con la electroválvula 5/2, en la posición de reposo se mantiene cerrado el cilindro de dosificación, cuando se posicione la tarrina se detecta mediante el sensor de posicionamiento, cuya señal será enviada al PLC, y este dispondrá abrir el cilindro de llenado, se conmuta el aire pasará hacia la otra. La aplicación general de la válvula 5/2 es controlar el apertura y cierre de un cilindro de doble efecto, en una posición de la válvula el cilindro apertura y cierre.



**Figura 23-1 Esquema electroválvula**

Realizado por: Obregón Javier, 2017



El sistema consta de 4 electroválvulas, las cuales tienen la función de pre-llenado y llenado final para la primera tarrina, pre-llenado y llenado final para la segunda tarrina, ambas funcionan a la vez controladas por el peso a través de las galgas extensiométricas.

Características:

- Monoestable, reposición por muelle.
- Marca Festo
- Presión de trabajo: 80 psi.
- Racores de 1/8 para pum 8.
- Gobernadas por bobinas magnéticas de 220V las cuales son gobernadas por solenoides de 220V.



**Figura 24-1 Electroválvulas de 5/2**

Fuente: Obregón Javier, 2017

El fluido a controlar es manteca, por lo tanto las electroválvulas no contaminan el producto. Las presiones a las cuales circula la manteca fluctúan entre 30 y 50 psi. La temperatura de la manteca que está en los cilindros dosificadores está entre valores mayores a 25°C. Los cilindros en los cuales trabajan son acoplados en acero inoxidable de 1 ½” y la salida 1”. El voltaje de funcionamiento debe ser de 220 VAC trifásico.

Se utiliza además solenoides a 220V para realizar la conmutación del émbolo interior de la electroválvula, con el cual cambia las posiciones las salidas de aire de la electroválvula.



**Figura 25-1 Solenoides a 220V**

Fuente: Obregón Javier, 2017

### ***1.16.2 Filtro regulador con funda metálica protectora***

Es la combinación de filtro y regulador formando un solo elemento, el filtro sinterizado con separador de agua elimina del aire comprimido la suciedad, los óxidos y la condensación, el regulador reduce la presión de aire de alimentación hasta la de trabajo y evita fluctuaciones de presión, además de suministrar aire al sistema neumático, regular la presión y por ende al funcionamiento de las electroválvulas para la dosificación del producto final.

Características:

- Tipo: LFR – ½ - D – MIDI
- Conexión: G ½
- Caudal: 3400 l/min
- Presión de entrada máxima: 16 bar
- Presión de trabajo mínima: 12 bar



**Figura 26-1 Filtro regulador**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

### **1.16.3 Racor codo**

Racores de acople rápido para aplicaciones neumáticas auxiliares.

Presión de trabajo: 0-16 bar

Rango de temperatura: máximo 85°C



**Figura 27-1 Racor codo 90 grados**

Fuente: <https://www.hidraflex.com/es/racores-en-codo/786-racor-instantaneo-pl>

## **1.17 Automatización industrial**

La historia de la automatización comienza con la introducción de las máquinas (mecanización) para producir grandes cantidades, para lo cual era imprescindible dividir el trabajo en tareas más pequeñas y sencillas. La mecanización a gran escala dio lugar al comienzo de la automatización, la misma que es el uso de sistemas o elementos computarizados para controlar maquinarias y/o procesos industriales substituyendo a operadores humanos. (Ruedas 2008)

### **1.17.1 Objetivos de la automatización industrial**

- Operar el proceso en forma segura y estable.
- Diseñar sistemas que el operador pueda vigilar, comprender y cuando sea necesario manipular en forma selectiva.
- Evitar desviaciones importantes respecto a las especificaciones de productos debidas a perturbaciones.
- Permitir que el operador cambie un valor deseado o punto de consigna (valor de referencia) sin alterar indebidamente otras variables de controladas.
- Evitar cambios considerables y rápidos en variables manipuladas que podrían incumplir restricciones de operación o alterar unidades integradas situadas en escalafones inferiores.

- Operar el proceso en forma congruente con los objetivos de calidad de cada producto.
- Controlar las cualidades del producto en valores que maximicen su utilidad cuando se consideren índices con valores de productos y además minimicen el consumo de energía. (Gonzalez 2010)

### ***1.17.2 Ventajas de la automatización industrial***

- Disminución de la manipulación manual y almacenamiento intermedio de materiales en proceso.
- Aumento en la velocidad y eficiencia para la transferencia entre etapas del proceso, incrementando la productividad.
- Eliminación de contaminación por derrames de producto en el proceso.
- Manejo eficiente de la documentación en planta.
- Integración en computador y control de todos los procesos y operaciones de producción.
- Mejoramiento del nivel de calificación del personal que opera las tecnologías. (Gonzalez 2010)

## **1.18 PLC**

El PLC es una máquina electrónica programable diseñada para ser utilizada en un entorno industrial (hostil), que utiliza una memoria programable para el almacenamiento interno de instrucciones orientadas al usuario, para implantar soluciones específicas tales como funciones lógicas, secuencias, temporizadores, recuentos y funciones aritméticas, con el fin de controlar mediante entradas y salidas, digitales y analógicas diversos tipos de máquinas o procesos. (Mateos 2001)

El PLC por sus especiales características de diseño tiene un campo de aplicación muy extenso. Aún más cuando la constante evolución del hardware y software amplía constantemente sus prestaciones permitiéndoles satisfacer las necesidades que se detectan en el entorno industrial. Su utilización se centra fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control y señalización. Por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industriales de cualquier tipo a transformaciones industriales, control de instalaciones, etc. (García Higuera 2005)

Las reducidas dimensiones de los PLC, la extremada facilidad de su montaje, la posibilidad de almacenar los programas para su posterior y rápida utilización, la modificación o alteración de los mismos, hace que su eficacia se aprecie principalmente en procesos en que se producen necesidades tales como:

- Espacio reducido para la instalación de control.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes
- Procesos secuenciales
- Maquinaria de procesos variables
- Instalaciones de procesos complejos y amplios
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso

Los PLC se distinguen de otros controladores automáticos, en que pueden ser programados para controlar cualquier tipo de máquina, a diferencia de otros controladores (como por ejemplo un programador o control de la llama de una caldera) que, solamente, pueden controlar un tipo específico de aparato. Además de poder ser programados, son automáticos, es decir son aparatos que comparan las señales emitidas por la máquina controlada y toman decisiones en base a las instrucciones programadas, para mantener estable la operación de dicha máquina. (Observatorio Tecnológico 2007)

Para la automatización y monitoreo de acuerdo a la lista de equipos y elementos anteriormente identificados y tomando en cuenta los factores de selección se necesita un PLC con:

- 8 entradas digitales.
- 2 entradas analógicas.
- 6 salidas digitales.
- Comunicación profinet para interacción con pantalla HMI.

Teniendo ya la cantidad de entradas, salidas y comunicación necesaria se decide utilizar un PLC marca SIEMENS S7 1200 CPU 1212C, el cual cumple con las características del proceso a controlar y lo podemos observar en la Figura 28-1.



**Figura 28-1 PLC SIEMENS S7 1200**

**Fuente:** <https://www.plc-city.com/shop/en/siemens-simatic-s7-1200-cpu-1212c/6es7212-1he40-0xb0.html>

### ***1.18.1 Características del PLC Siemens S7-1200***

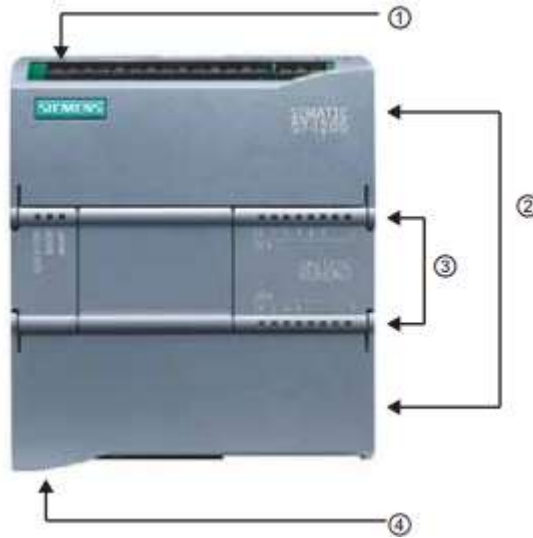
El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones. (Stanley 2012)

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación.

La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes. La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Hay disponibles módulos adicionales para la comunicación en redes PROFIBUS, GPRS, RS485 o RS232.

- Conector de corriente.
- Conectores extraíbles para el cableado de usuario. (Detrás de las tapas)

- Ranura para Memory Card (debajo de la tapa superior).
- LED de estado para las E/S integradas.
- Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU).



**Figura 29-1 Partes del PLC Siemens**

Fuente: <https://es.scribd.com/document/256973497/Plc-Sim-1200>

**Tabla 1-1 Comparación de los modelos de CPU**

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C	CPU 1215C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75	90 x 100 x 75	110 x 100 x 75	130 x 100 x 75
Memoria de usuario				
• Trabajo	30 kB	50 KB	75 kB	100 kB
• Carga	1 MB	1 MB	4 MB	4 MB
• Remanente	10 Kb	10 kB	10 kB	10 kB
E/S integradas locales				
• Digital	6 entradas/4 salidas.	8 entradas/6 salidas.	14 entradas/10 salidas.	14 entradas/10 salidas.
• Analógico	2 entradas	2 entradas	2 entradas	2 entradas/2 salidas
Tamaño de la memoria imagen de proceso.				
Entradas (I)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
Salidas (Q)	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes	1024 bytes
Área de marcas (M)	4096 bytes	4096 bytes	8192 bytes	8192 bytes

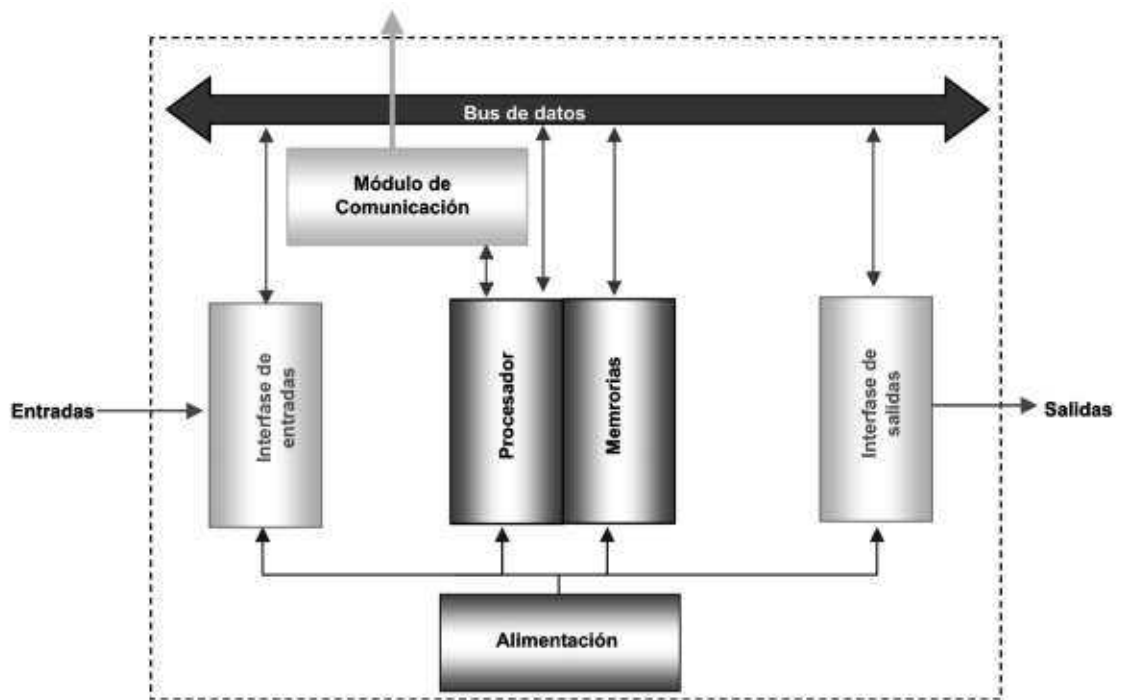
Ampliación con módulo de señales (SM)	Ninguna	2	8	8
Signal board (SB), Battery Board (BB) o Communication Board (CB)	1	1	1	1
Módulo de comunicación (CM) (ampliación en el lado izquierdo)	3	3	3	3
Contadores rápidos <ul style="list-style-type: none"> <li>Total</li> <li>Fase simple</li> <li>Fase en cuadratura</li> </ul>	3 E/S incorporadas, 5 con SB. 3 a 100 kHz SB: 2 a 30 kHz 3 a 80 kHz 2 a 20 kHz	4 E/S incorporadas, 6 con SB 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz SB: 2 a 30 kHz 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz SB: 2 a 20 kHz	6 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz	6 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz
Generadores de impulsos	4	4	4	4
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)			
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	20 días típ./12 días mín. a 40 °C (condensador de alto rendimiento sin mantenimiento)			
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet			2 puertos de comunicación Ethernet
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales.	2,3 µs/instrucción			
Velocidad de ejecución booleana.	0,08 µs/instrucción			

Fuente: [http://media.automation24.com/manual/es/36932465\\_s71200\\_system\\_manual.pdf](http://media.automation24.com/manual/es/36932465_s71200_system_manual.pdf)

Realizado por: Javier Obregón



El PLC está compuesto por: interfaces de entrada, interfaces de salida y CPU; tiene la siguiente estructura:



**Figura 30-1 Estructura del PLC**

Fuente: <http://www.microautomacion.com/capacitacion/Manual061ControladorLgicoProgramablePLC.pdf>

### 1.18.2 Criterios de selección para PLC

De acuerdo a la tabla 1-1 los criterios para selección de PLC son:

- Tipo de PLC.
- El número de entradas y salidas digitales: estas se integran con el circuito de PLC con el objeto de proporcionar información vital para el monitoreo y el control del proceso. Las salidas para actuadores permiten que el PLC provoque la ocurrencia de alguna cosa en un proceso. (Leao 2017)
- Tipo de entradas y salidas.
- Requisitos de capacidad: El sistema de PLC debe poseer suficientes puntos de terminación para que sean conectadas todas las líneas de señal y de control para el proceso.
- Entradas analógicas, capacidad de programa y memoria, comunicaciones, software para lenguaje de programación, aplicación para procesos industriales, soporte técnico, etc.

### **1.19 Lenguaje de programación**

IEC 61131-3 es la base real para estandarizar los lenguajes de programación en la automatización industrial, haciendo el trabajo independiente de cualquier compañía. Hay muchas maneras de describir el trabajo desarrollado en la tercera parte de esta norma, algunas de ellas son: («IEC 61131-3 Introducción al lenguaje de programación» 2011)

- IEC 61131-3 es el resultado del gran esfuerzo realizado por 7 multinacionales con muchos años de experiencia en el campo de la automatización industrial.
- Incluye 200 páginas de texto aproximadamente, con más de 60 tablas.
- IEC 61131-3 define las especificaciones de la sintaxis y semántica de los lenguajes de programación de PLC, incluyendo el modelo de software y la estructura del lenguaje.

La parte 3 del estándar presenta dos grandes bloques temáticos

- Elementos Comunes: La tipificación de los datos previene errores en una etapa temprana. Se usa para definir el tipo de cualquier parámetro usado. Esto evita que por ejemplo se divida una fecha entre un entero. Los tipos de datos comunes son: Boolean, Integer, Real, Byte y Word. También Date, Time\_of\_Day y String. Basado en ellos, uno puede definir sus propios tipos de datos, llamados “tipos de datos derivados”.
- Lenguajes de Programación: Los lenguajes son 2 de tipo textual y 2 de tipo gráfico: Textuales: Lista de Instrucciones, Texto estructurado. Gráficos: Diagrama de Escalera (Ladder Diagram – LD), Diagrama de Bloques de Funciones.

### **1.20 Pantalla HMI**

El HMI es la principal herramienta utilizada por operarios y supervisores de línea para coordinar y controlar los procesos industriales y de fabricación en la planta, El HMI traduce variables de procesos complejos en información útil y procesable. (Wonderware 2017)

La función de los HMI consiste en mostrar información operativa en tiempo real, proporcionado gráficos de procesos visuales que aportan significado y contexto al estado del motor y de la válvula, niveles de depósitos y otros parámetros del proceso. Suministran información operativa al proceso, y permiten el controlar y la optimización al regular los objetivos de producción y de proceso.



**Figura 31-1 Pantalla HMI Siemens KTP 400**

**Fuente:**

[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/678/31032678/att\\_25341/v1/hmi\\_basic\\_panels\\_operating\\_instructions\\_es-ES\\_es-ES.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/678/31032678/att_25341/v1/hmi_basic_panels_operating_instructions_es-ES_es-ES.pdf)

### **Criterios de selección para pantalla HMI:**

- Comunicación
- Tipo de pantalla
- Tamaño
- Amigable con el usuario.
- Costo.

### **1.21 Módulo de entradas analógicas**

Los módulos de entrada analógicas son módulos de interface que convierten señales analógicas a valores digitales en el caso de entradas, de manera que los controladores pueden usar estas señales para fines de control. Mediante el modelo de red productor/consumidor, los módulos de analógicas producen información cuando es necesario, a la vez que realizan funciones adicionales del sistema. (Allen-Bradley 2015)

Los módulos de entrada analógica tipo termopila son interfaces entre el controlador y los dispositivos de campo que forman el sistema. Las señales analógicas, que son continuas, son convertidas por el módulo y usadas por el controlador para ordenar los resultados de los dispositivos de campo, estos a su vez trabajan en un rango de -80mV a 80mV.



**Figura 32-1 Módulo de entradas analógicas**

**Fuente:** [https://relepro.com/simatic-s7-1200/291/siemens\\_simatic-s7-1200-s7-1200-entrada-analog-sm-1231-tc-4ai\\_6es7231-5qd32-0xb0.html](https://relepro.com/simatic-s7-1200/291/siemens_simatic-s7-1200-s7-1200-entrada-analog-sm-1231-tc-4ai_6es7231-5qd32-0xb0.html)

## 1.22 Diseño eléctrico

Para el diseño de la máquina se toma en cuenta los niveles de voltaje donde va a funcionar la máquina y niveles estándar de voltaje para equipos de automatización, estos niveles se detallan a continuación:

- Nivel de voltaje para la alimentación de los equipos de fuerza 220 VAC trifásico 60 Hz.
- Nivel de voltaje para alimentación de controlador y servicios generales 110 VAC monofásico 60 Hz.
- Nivel de voltaje para actuadores neumáticos y HMI 24 VDC.
- Nivel de voltaje para celdas de carga 12 VDC.
- Motor de 1.5HP a 1750 RPM. (bandas)
- Motor de 2HP a 1750 RPM (mesa)

Los equipos seleccionados son fabricados por Siemens debido a sus altas prestaciones en la industria, fácil adquisición local y cumplen con todas las normas necesarias para una máquina en la industria alimenticia.

### 1.23 Contactores

Es un mecanismo cuya misión es la de cerrar unos contactos, para permitir el paso de la corriente a través de ellos. Esto ocurre cuando la bobina del contactor recibe corriente eléctrica, comportándose como electroimán y atrayendo dichos contactos. (Vilches 2010)

Para el dimensionamiento del contactor se debe considerar:

- Tipo de accionamiento
- Voltaje nominal
- Intensidad nominal del motor
- Potencia del contactor
- Categoría de utilización establecida por la norma IEC 947
- Frecuencia
- Clase de servicio
- Voltaje de la bobina



**Figura 33-1** Contactor siemens

Fuente: <http://www.tme.eu/es/details/3rt2017-1bb41/contactores-modulos-principales/siemens/>

### 1.24 Guardamotores

El guardamotor se encarga de desconectar el motor en cuanto la corriente (intensidad) que está consumiendo supera en un porcentaje a la corriente nominal que corresponde a la potencia del motor, lo cual es indicativo de un mal funcionamiento del motor y es mejor desconectarlo para evitar que termine por calentarse demasiado y quemarse. Por esta razón se puede clasificar como un elemento de protección. (Ingeniería mecafenix 2017)

Estos dispositivos protegen contra sobrecarga al motor, y contra cortocircuito y sobrecarga a la línea de alimentación y al motor, tienen que estar conectados al principio de la línea de alimentación del motor. El accionamiento del guardamotor se lo realiza de forma manual y automática, con la utilización de contactos auxiliares se detecta fallas del mismo, y visualizarlas en la pantalla HMI.



**Figura 34-1 Guardamotor**

Fuente: <http://electricayservicios.com.mx/producto/3rv1011-1ca15-456.xhtml>

## 1.25 Sensores

Los sensores imitan la capacidad de percepción de los seres humanos, por ello es cada vez más usual encontrarnos incorporados a cualquier área tecnológica. Debido a esta característica de imitar la percepción humana, podemos encontrar sensores relacionados con los diferentes sentidos: vista, oído, tacto, es decir, que reaccionan a la luz, el sonido, el contacto, etc. De igual manera que nuestro cerebro reacciona a la información que recibe de nuestros sentidos, los dispositivos que incorporan sensores reaccionarán a la información que reciben de ellos. Los sensores son por tanto dispositivos electrónicos que nos permiten interactuar con el entorno, de forma que nos proporcionan información de ciertas variables que nos rodean para poder procesarlas y así generar ordenes o activar procesos. (Serna Ruiz, Ros García y Rico Noguera 2010)

### 1.25.1 Sensores inductivos

Son utilizados para la detección de materiales metálicos ferrosos mediante campos magnéticos. Su rango de alcance es muy reducido y preciso, pudiendo ser la distancia máxima hasta el

objeto de fracciones de milímetros hasta 40mm de promedio. Existe una gran variedad de formatos de sensores inductivos como: cilíndricos, chatos, rectangulares, etc. Siendo los tipos cilíndrico los más usuales en las aplicaciones industriales. (Rodríguez Fernández, Cerda Filiu y Bezos Sánchez-Horneros 2014)



**Figura 35-1 Sensor inductivo**

Fuente: <http://zensotec.com/sensores-inductivos>

### ***1.25.2 Sensores capacitivos***

Un sensor capacitivo es un elemento utilizado para la detección de cuerpos metálicos y no metálicos, su funcionamiento se basa en un oscilador, el condensador del cual, está formado por dos electrodos situados en la parte delantera del aparato. Cualquier material (metálico o no metálico) provocara una variación del acoplamiento capacitivo del condensador. A su vez, esta variación de capacidad provocará que el oscilador emita una señal de salida. (Solbes Monzó 2013)

Este tipo de sensores se utilizan para detectar (sin contacto físico):

- Materiales aislantes y conductores.
- La masa de un objeto (líquido o sólido).

La distancia de detección dependerá en todo momento de la constante dieléctrica del material a detectar y del alcance nominal del propio detector, el cual a su vez, dependerá de su propia métrica (diámetro del área de detección). En cualquier caso, la distancia de detección es de pocos milímetros (entre 2mm y 25mm aproximadamente).

Las principales características de los sensores capacitivos son las siguientes:

- No existe contacto físico con el objeto a detectar, por lo que se aumenta su vida útil notablemente.

- Están constituidos por elementos semiconductores y no por elementos electromecánicos.
- Su cadencia de funcionamiento es muy elevada.
- Buen comportamiento a los entornos industriales.



**Figura 36-1 Sensor capacitivo**

Fuente: <http://www.ndu.cl/sensorcapacitivo6-36vccpnpsn0-15mm-m30-nancip67>

### ***1.25.3 Galgas extensiométricas***

Las galgas extensiométricas se basan en la variación de la resistencia de un conductor o un semiconductor cuando es sometido a un esfuerzo mecánico. Este efecto fue descubierto por Lord Kelvin en 1856. (Pallás 2003)

### **1.26 Relé de estado sólido**

Es el encargado de conectar y desconectar eléctricamente las selenoides (0.5A) de las electroválvulas, se puso para evitar que las salidas del PLC se deterioren o dañen mucho más rápido debido a la conmutación eléctrica la cual en este caso la corriente que circula por los relés es mínima.

Ventajas de utilizar los relés de estado sólido:

- Altas frecuencias de operación - son más rápidos.
- Su construcción sellada herméticamente los hace más resistentes a las condiciones ambientales.
- Son inmunes a choques y vibraciones
- Los Relés de Estado Solido no sufren de desgaste mecánico ya que no usan partes móviles.



- Son robustos, silenciosos, livianos y confiables.
- Pueden conmutar altas corrientes y voltajes sin producir arcos o ionizar el aire circundante.
- Generan muy poca interferencia.
- Manejan aislamientos del orden de kilovatios entre la entrada y la salida. («Relés de estado sólido» 2010)



**Figura 37-1 Relé de estado sólido**

Fuente: <http://www.electricasbc.com/articulo/contenido/15-reles-de-estado-solido>

### 1.27 Ventilador con filtro

Se usa para climatizar el tablero eléctrico, su rango de trabajo es de 220VAC, este a su vez se instala en posición lateral, mediante la alimentación de aire exterior a través del ventilador con filtro y la evacuación del aire interno acumulado por el filtro de salida se reduce la temperatura interior del armario eléctrico, el filtro ayuda a que no permanezca húmedo el tablero. El flujo de aire impide que se formen bolsas de aire y protege los componentes electrónicos contra el sobrecalentamiento. Estos ventiladores con filtro están diseñados sólo para uso en interiores. El plástico utilizado para la carcasa es altamente resistente a los rayos ultravioletas. (STEGO 2010)



**Figura 38-1 Ventilador con filtro**

Fuente: <http://www.ndu.cl/celesia-con-ventilador-109x109mm-24vdc-25m3h-r7035>

### 1.28 Fuente de 24VDC

La fuente de alimentación LOGO POWER 24V 2,5A - 6EP1332-1SH52 de Siemens es con una tensión de salida de 24 V DC y una intensidad de 2,5 A, la fuente de alimentación óptima para los LOGO! Micro PLC. La fuente de alimentación conmutada LOGO POWER 24V 2,5A - 6EP1332-1SH52 ofrece gran potencia en un reducido espacio. La alto rendimiento, que desde todo el intervalo de carga hasta la baja disipación de energía en reposo, garantiza su eficiencia. Gracias a la amplia gama de entradas es posible una conexión con corriente continua. La temperatura de funcionamiento de hasta + 70 °C y la optimización del comportamiento en la conmutada de cargas capacitivas, hacen que la fuente de alimentación conmutada LOGO POWER 24V 2,5A - 6EP1332-1SH52 garantice un suministro eléctrico fiable. Además, se mantiene el diseño del módulo lógico LOGO! para facilitar su puesta en marcha. («Fuente de alimentación Siemens LOGO» 2012)

Se utiliza fuente logo de 24VDC para la conexión con el PLC S7-1200, también para el funcionamiento de los sensores capacitivos, y la pantalla HMI, además para protección de la misma se utiliza portafusible con fusible de 5A.



**Figura 39-1 Fuente de 24VDC**

**Fuente:** <http://www.automation24.com/power-supplies/siemens-logo-power-24v-25a-6ep1332-1sh43-i28-959-0.htm>

### 1.29 Fuente de 12VDC

Las fuentes de alimentación de la serie ofrecen una funcionalidad ampliada en comparación con la serie CP-S. Además, las fuentes de alimentación pueden equiparse con funciones adicionales a través del concepto innovador de las ranuras del módulo de ampliación en la parte frontal. Ello

ahorra espacio y facilita la instalación de un módulo adicional, ya que no se requiere más cableado para conectar el módulo a la fuente de alimentación. (ABB 2006)

Las unidades están equipadas con una entrada de rango amplio y, por lo tanto, pueden funcionar con todas las tensiones de red comunes, incluso en entornos exigentes con grandes variaciones de la tensión de alimentación. Al igual que las unidades de la serie CP-S, las fuentes de alimentación de la serie CP-C ofrecen reservas de potencia internas que permiten el arranque de cargas elevadas.

Se utiliza fuente de 12VDC, 2,5A marca Autonics para el funcionamiento de las celdas de carga, además para protección de la misma se utiliza portafusible con fusible de 2A.



**Figura 40-1 Fuente de 12VDC**

**Fuente:** [http://www.ebay.com/itm/Switching-Mode-Power-Supply-Autonics-SPB-060-12-12V-60W-5A-DIN-Rail-Mounting-/321507657938/?\\_ul=MX](http://www.ebay.com/itm/Switching-Mode-Power-Supply-Autonics-SPB-060-12-12V-60W-5A-DIN-Rail-Mounting-/321507657938/?_ul=MX)

### 1.30 Pulsadores

Se toma en cuenta la necesidad de realizar el arranque-paro manual de las bandas y la mesa giratoria es necesaria la utilización de un pulsador de arranque industrial. Se selecciona el pulsador rasante color verde de 22 mm normalmente abierto XB4BA31 marca SCHNEIDER que se muestra en la ilustración de la Figura 41-1, debido a su gran robustez en usos industriales.



**Figura 41-1 Pulsador rasante NA**

Fuente: <http://uk.rs-online.com/web/p/push-button-complete-units/6096007/>

Se necesita un pulsador paro de emergencia para detener todo el sistema, de esta manera generar seguridad ante contratiempos producidos durante el proceso o en situaciones de emergencia, tanto para las personas que manipulan como para la máquina. Es por esto que se decide el uso de un pulsador de paro de emergencia XB7ES542P marca SCHNEIDER ilustrado en la Figura 42-1.



**Figura 42-1 Pulsador paro de emergencia**

Fuente: <http://uk.rs-online.com/web/p/emergency-stop-push-buttons/3309388/>

### 1.31 Luces piloto

Estas luces se colocan en el tablero de control para indicar el funcionamiento de las bandas y mesa. Además existe una luz piloto que indique la alarma correspondiente, de tal manera que es fácil darse cuenta cuando el proceso de envasado se lo está realizando de una manera inadecuada.

Para las luces de mando se seleccionan luces piloto color verde de 22mm con una alimentación de 24 voltios de corriente directa XB7EV03BP marca SCHNEIDER, como se muestra en la Figura 43-1. Se selecciona este tipo de luz piloto debido a su resistencia en usos industriales, y tomado muy en cuenta el color verde como luces de mando o indicación de funcionamiento de algún equipo o proceso.



**Figura 43-1 Luz piloto verde**

**Fuente:** <https://es.aliexpress.com/w/wholesale-24v-pilot-light.html>

Para identificar la presencia de una alarma o paro del proceso se toma en cuenta el color que identifica todo tipo de alarma o peligro, accionado mediante el relé del guardamotor, de esta manera se selecciona las luces piloto color rojo de 22mm con una alimentación de 24 voltios de corriente directa XB7EV04BP marca SCHNEIDER, como se muestra en la Figura 44-1.



**Figura 44-1 Luz piloto roja**

**Fuente:** <https://es.aliexpress.com/popular/red-pilot-light.html>

### **1.32 Sensor de peso**

En la sección de dosificación y/o llenado de manteca, se necesita el uso de un sensor de peso o celda de carga con la capacidad de determinar la cantidad de fluido que está siendo envasado; cabe mencionar que la posición de dichos sensores estarán ubicados en la parte inferior de los

platos de acero inoxidable donde ingresan las dos tarrinas ubicadas en la mesa giratoria para la posterior apertura de la válvulas.

La cantidad de dosificación por tarrina está en el rango de 1014 - 1035 gramos, por eso se decide usar las celdas con modulo para celdas Siemens S7 1200 6ES7 231-5QD32-0XB0 diseñado para montaje directo en plataformas de pesaje de bajo costo, perfilado para áreas industriales y disponible en una amplia gama de capacidades, desde 3 a 200 kg, contiene además de protección ambiental IP66.



**Figura 45-1 Sensores de peso**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO METODOLÓGICO

#### 2.1 Introducción

En este capítulo se presenta el diseño del *hardware* del sistema de automatización para la dosificación de manteca. Se especifica lo requerimientos técnicos que debe cumplir y se realiza el diseño en bloques de cada uno de sus módulos. Se justifica la selección de los sensores y componentes que lo integran.

Para el desarrollo es preciso utilizar de forma combinada los siguientes métodos y técnicas de investigación:

- Revisión documental, para adquirir información relacionada con el proyecto a implementar, mediante planos eléctricos y neumáticos que fueron aprobados por el área de mantenimiento de EPACEM para su posterior implementación.
- Sistematización, en base a las bibliografías revisada, se pudo concretar el diseño mecánico necesario para las celdas en la implementación de la máquina.
- Análisis y síntesis, para evaluar los datos, llegar a conclusiones y recomendaciones.
- Calibración, para los sensores de peso.
- Observación, para la aprobación de los resultados obtenidos, de las pruebas de cada etapa del proyecto.

#### 2.2 Requerimientos de la máquina llenadora de manteca

Basado en el estudio realizado se definen los requerimientos de diseño que debe cumplir la automatización de la tarrinera para la dosificación de manteca. Estos son:

- Identificación de los proceso a mejorar.
- Identificación de los equipos involucrados en la automatización.
- Selección de los equipos y elementos adecuados para el proceso.
- Codificación de los equipos y elementos para la programación del PLC.
- Creación del programa del PLC.

- Programación de pantalla HMI KTP 400.
- Implementación de los elementos y equipos de control.
- Calibración de los sensores de peso.
- Pruebas y funcionamiento del maquina automatizado.

### **2.3 Identificación del proceso a mejorar**

Tras el análisis realizado en el capítulo I de la situación actual de la empresa en cuanto al proceso de envasado se concluye que es necesaria una mejoría en esta etapa de dosificación de manteca, puesto que existen varios inconvenientes, a continuación se detalla los problemas hallados:

- Número de empleados que realizan el proceso de envasado.
- Tiempo que se tarda en envasar la manteca.
- Derrame y/o desperdicio de producto durante el envasado.
- Cantidad justa de producto envasado.
- Proyección de tarrinas a envasar para diferentes pesos.

### **2.4 Identificación de los equipos involucrados en la automatización**

El control automatizado de envasado de manteca que se diseña está tomando en cuenta dos partes, una parte que es la automatización del envasado en el proceso de producción de manteca, y la otra el monitoreo del mismo. En este proceso de automatización se controlaran y monitorean cada uno de los siguientes equipos y elementos involucrados:

- Pulsador de paro de emergencia.
- Pulsador manual de encendido-apagado de bandas transportadoras.
- Pulsador manual de encendido-apagado de mesa.
- Sensor capacitivo para tarrina 1.
- Sensor capacitivo para tarrina 2.
- Sensor inductivo para el posicionamiento de la mesa.
- Celda de carga 1.
- Celda de carga 2.
- Motor Banda transportadora.
- Motor Mesa.
- Electroválvula pre-llenado tarrina 1.



- Electroválvula llenado tarrina 1.
- Electroválvula pre-llenado tarrina 2.
- Electroválvula llenado tarrina 2.
- Válvula neumática con solenoide.
- Filtro regulador con funda metálica protectora.
- Luz indicadora de funcionamiento manual para bandas.
- Luz indicadora de funcionamiento manual para mesa.

## 2.5 Selección de conductores

Para diseñar una instalación se debe evaluar la cantidad de corriente para la posterior selección de los conductores adecuados.

### 2.5.1 Circuito de fuerza

Para el circuito de fuerza se toma en cuenta la corriente que soporta los dos motores, para su posterior dimensionamiento del conductor adecuado.

**Ecuación 1-2** Ecuación para la corriente del motor 1

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos \phi$$

$$I_{motor1} = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \phi}$$

$$I_{motor1} = \frac{1119}{\sqrt{3} * 220 * 0.8}$$

$$I_{motor1} = 3,67A$$

**Ecuación 2-2** Ecuación para la corriente del motor 2

$$2HP = 1492W$$

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos \phi$$

$$I_{motor2} = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \phi}$$

$$I_{motor2} = \frac{1492}{\sqrt{3} * 220 * 0.8}$$

$$I_{motor2} = 4,89A$$

**Ecuación 3-2** Ecuación para la corriente de fuerza

$$I_{fuerza} = I_{motor1} + I_{motor2}$$

$$I_{fuerza} = 3,67A + 4,89A$$

$$I_{fuerza} = 8,56A$$

Por factor de seguridad:

$$I_{fuerza} = 8,56A \times 1,25$$

$$I_{fuerza} = 10,7A$$

Calibre AWG	Corriente soportada	Watts soportados 127V
18	10 Amperes	1270
16	13 Amperes	1651
14	18 Amperes	2286
12	25 Amperes	3175
10	30 Amperes	3810
8	40 Amperes	5080

**Figura 1-2** Tabla de corriente y potencia soportada según calibre AWG

Fuente: <http://sonarmx.com/blog/2012/04/como-elegir-tus-extensiones-electricas-o-cables-de-corriente/>

Se selecciona cable #12 AWG para el circuito de fuerza, ya que soporta la corriente de los dos motores.

### 2.5.2 Circuito de control

Para el circuito de control se toma en cuenta la corriente que soporta el PLC, las fuentes de voltaje y las electroválvulas, para su posterior dimensionamiento del conductor adecuado.

**Ecuación 4-2** Ecuación para la corriente elementos de control

$$I_{PLC} = 200mA$$

$$I_{FUENTE\ 24VDC} = 2,5A$$

$$I_{FUENTE\ 12VDC} = 1,5A$$

$$I_{electrovalvulas} = 100mA \times 4 = 400mA$$

$$I_{control} = I_{PLC} + I_{FUENTE\ 24VDC} + I_{FUENTE\ 12VDC} + I_{electrovalvulas}$$

$$I_{control} = 4,6A$$

$$I_{control} = 4,6A \times 1,25$$

$$I_{control} = 5,75A$$

Se selecciona cable #16 AWG para el circuito de control ya que soporta esa corriente, además un breaker de 2 polos 6A.

206-7	6
210-7	10
216-7	16
220-7	20
225-7	25
232-7	32
240-7	40
250-7	50
263-7	63

**Figura 2-2** Tabla de interruptores termomagnéticos 2 polos

Fuente: <http://www.symnet.com.ar/interruptor-termomagnetico-unipolar-16a-p-245.html>

**Ecuación 5-2** Ecuación para la corriente total

$$I_{total} = I_{fuerza} + I_{control}$$

$$I_{total} = 10,7A + 5,75A$$

$$I_{total} = 16,45 A \times 1,25$$

$$I_{total} = 20,56A$$

306-7	6
310-7	10
316-7	16
320-7	20
325-7	25
332-7	32
340-7	40
350-7	50
363-7	63

**Figura 3-2** Tabla de interruptores termomagnéticos 3 polos

Fuente: <http://www.symnet.com.ar/interruptor-termomagnetico-unipolar-16a-p-245.html>

Se selecciona cable #8 AWG para alimentación ya que soporta esa corriente, además un breaker de 3 polos 20A para el seccionamiento principal. Para el circuito neumático, tomamos el consumo de aire, 12,66cm<sup>2</sup> de área y el desplazamiento de 10 cm en 2 segundos.

**Ecuación 6-2** Ecuación para el diseño de válvula neumática

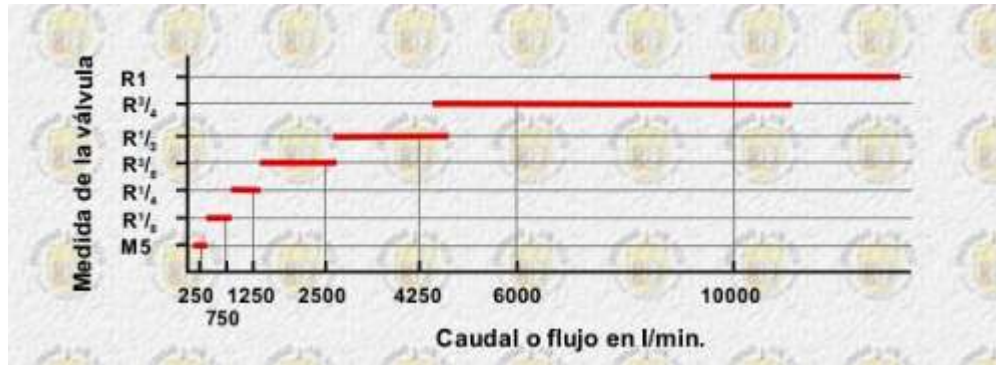
$$Q = \frac{V}{T}$$

$$Q = \frac{126.6}{2} * \frac{60s}{1min}$$

$$Q = 3768 \frac{cm^3}{min}$$

$$Q = 3,79 \text{ LPM}$$

Se Selecciona tamaño de válvula M5.



**Figura 4-2** Tabla de tamaño de válvula

Fuente: <https://es.slideshare.net/FabioHerrera/valvulasneumaticas>

## 2.6 Dimensionamiento del contactor

Se realiza el dimensionamiento de los dos contactores para los dos motores, con las características que presentan la potencia nominal de cada motor, por factor de seguridad se considera un sobre dimensionamiento del 125% de la potencia nominal del motor.

### 2.6.1 Para el motor de la banda

Para el dimensionamiento del contactor del motor de la bandas se sobredimensiona el 25% adicional, cuestiones de corriente, no trabajar al límite con la corriente del motor, el cual se representa en la ecuación 7-2.

**Ecuación 7-2** Ecuación para el contactor de las bandas

$$P = 1.25 * P_{nom}$$

$$P = 1.25 * 1.5HP$$

$$P = 1.875 \text{ HP}$$

El contactor se escoge de acuerdo al tipo de motor y su potencia nominal. Tiene las siguientes características:

- Tipo de accionamiento: Electromagnético

- Voltaje nominal: 220VAC
- Intensidad nominal: 9A
- Potencia del contactor: 2HP
- Categoría de utilización según norma IEC 947: AC3
- Frecuencia: 60Hz
- Clase de servicio: Intermitente
- Voltaje de la bobina: 220VAC
- Marca: Siemens

De acuerdo a la potencia del contactor, se escoge un contactor de 2HP marca Siemens, ya que cumple con los requerimientos del sistema.

### **2.6.2 Para el motor de la mesa**

Para el dimensionamiento del contactor del motor de la mesa se sobredimensiona el 25% adicional por cuestiones de corriente para no trabajar al límite con la corriente del motor, el cual se representa en la ecuación 8-2.

**Ecuación 8-2** Ecuación para el contactor de la mesa

$$P = 1.25 * P_{nom}$$

$$P = 1.25 * 2HP$$

$$P = 2.5 HP$$

El contactor se escoge de acuerdo al tipo de motor y su potencia nominal. Tiene las siguientes características:

- Tipo de accionamiento: Electromagnético
- Voltaje nominal: 220VAC
- Intensidad nominal: 9A
- Potencia del contactor: 4HP
- Categoría de utilización según norma IEC 947: AC3
- Frecuencia: 60Hz
- Clase de servicio: Intermitente
- Voltaje de la bobina: 220VAC
- Marca: Siemens

De acuerdo a la potencia del contactor, se escoge un contactor de 4HP marca Siemens, ya que cumple con los requerimientos del sistema.

## 2.7 Cálculo de protección del guardamotor para bandas transportadoras

Se realiza el cálculo para la protección de los dos motores, con las características que presentan la potencia nominal de cada motor.

### 2.7.1 *Guardamotor para la banda transportadora*

El motor a emplearse en la banda transportadora tiene una potencia de 1,5 HP, la cual demanda una corriente, y por lo tanto se detalla el consumo energético del mismo y esta se representa en la ecuación 9-2.

**Ecuación 9-2** Cálculo del guardamotor de las bandas

$$1.5HP = 1119W$$

$$P = \sqrt{3} * V * I * \cos \phi$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \phi}$$

$$I = \frac{1119}{\sqrt{3} * 220 * 0.8}$$

$$I = 3,67A$$

$$I = 3,67 * 1,25 \text{ Sobredimensionar la protección.}$$

$$I = 4,59A$$

Los fabricantes recomiendan un ajuste de 125% de corriente nominal del motor. Para la protección del motor de la banda se emplea un guardamotor regulable de 3.5 a 5 A el cual nos permite regular la corriente nominal de trabajo.

### 2.7.2 *Guardamotor para el motor de mesa*

El motor a emplearse en la mesa da una potencia de 2HP, la cual demandara una corriente, se detalla consumo energético del mismo, y se representa en la ecuación 10-2.

### Ecuación 10-2 Cálculo del guardamotor de la mesa

$$\begin{aligned}2HP &= 1492W \\ P &= \sqrt{3} * V * I * \cos \phi \\ I &= \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \phi} \\ I &= \frac{1492}{\sqrt{3} * 220 * 0.8} \\ I &= 4,89A \\ I &= 4,89A * 1,25 \\ I &= 6,12A\end{aligned}$$

Los fabricantes recomiendan un ajuste de 125% de corriente nominal del motor. Para la protección del motor de la banda se emplea un guardamotor regulable de 4.5 a 6.3 A el cual nos permite regular la corriente nominal de trabajo. También sirve para el seccionamiento (breaker) y como relé térmico (control de corriente).

### 2.8 Codificación de los equipos y elementos para la programación del PLC

Para la programación del PLC se necesita identificar claramente los elementos que van a actuar en las entradas y los elementos que van a ser controlados en las salidas. Con el fin de facilitar la programación del PLC se designa cada elemento de entrada y salida una dirección específica, logrando de esta manera organizar la programación y ahorrar tiempo en ella.

Las entradas y salidas digitales del PLC se distribuyen de la siguiente manera:

**Tabla 1-2 Entradas digitales del PCL**

ENTRADA	NOMBRE	DIRECCION PLC
0	Paro de emergencia	%I0.0
1	Relé térmico banda	%I0.1
2	Pulsador físico de la banda	%I0.2
3	Relé térmico mesa	%I0.3
4	Pulsador físico de la mesa	%I0.4
6	Sensor capacitivo 1	%I0.5
7	Sensor capacitivo 2	%I0.6
5	Sensor inductivo	%I0.7

Realizado por: Javier Obregón, 2017.

**Tabla 2-2 Salidas digitales del PCL**

SALIDA	NOMBRE	DIRECCION PLC
0	Electroválvula de pre-llenado tarrina 1	%Q0.0
1	Electroválvula de llenado tarrina 1	%Q0.1
2	Electroválvula de pre-llenado tarrina 2	%Q0.2
3	Electroválvula de llenado tarrina 2	%Q0.3
4	Banda	%Q0.4
5	Mesa	%Q0.5

Realizado por: Javier Obregón, 2017.

## **2.9 Creación del programa del PLC**

Los parámetros más relevantes a automatizar es el control de pesado para las dos tarrinas mediante la detección de sensores para la posterior dosificación, para ello se utiliza un PLC Siemens S7 1200. A través del PLC donde se controla las entradas de la máquina como son: paro de emergencia, los pulsadores físicos de bandas y mesa, así mismo se controla las salidas electroválvulas, banda y mesa.

Se utiliza un módulo de entradas analógicas para las celdas, ya que la señal de salida de las celdas trabaja en rango de 0 – 80mV, esta señal se acondiciona o normaliza en la programación, la misma que es entendible para el programa, esta se utiliza para el control del peso en el rango especificado por la empresa EPACEM.

### **2.9.1 Variables del PLC en Tía Portal**

Se utiliza en la programación de la máquina en el software Tia Portal V13, los mismos que cumplen características indicadas en cada dirección asignada, para la manipulación manual y automática en la dosificación de manteca, programando las variables en el lenguaje ladder (diagrama de escalera).



Variables PLC							
	Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Visibl...	Acces...
1	SO	Tabla de variables e..	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Termico_1	Tabla de variables e..	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Termico_3	Tabla de variables e..	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Sensor_2	Tabla de variables e..	Bool	%I0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Sensor_3	Tabla de variables e..	Bool	%I0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Sensor_ind	Tabla de variables e..	Bool	%I0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Bandas	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Mesa	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	EV1	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	EV2	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	EV3	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	EV4	Tabla de variables e..	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	Manual	Tabla de variables e..	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	Automatico	Tabla de variables e..	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	S2	Tabla de variables e..	Bool	%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	S3	Tabla de variables e..	Bool	%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	entrada_celda_1	Tabla de variables e..	Int	%IW96	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	entrada_celda_2	Tabla de variables e..	Int	%IW98	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	salida_final_1	Tabla de variables e..	Real	%MD40	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	salida_final_2	Tabla de variables e..	Real	%MD44	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	control_1	Tabla de variables e..	LReal	%M10.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	control_2	Tabla de variables e..	LReal	%M18.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	salida_restada_1	Tabla de variables e..	Real	%MD30	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	salida_restada_2	Tabla de variables e..	Real	%MD34	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	marca_pre_llenado_1	Tabla de variables e..	Bool	%M100.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Figura 5-2 Variables del PLC en Tía portal parte 1**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

26	marca_llenado_1	Tabla de variables e..	Bool	%M100.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
27	marca_pre_llenado_2	Tabla de variables e..	Bool	%M100.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
28	marca_llenado_2	Tabla de variables e..	Bool	%M100.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
29	abrir_valv_peso1	Tabla de variables e..	Bool	%M8.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
30	Falla_B1	Tabla de variables e..	Bool	%M1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31	Falla_mesa	Tabla de variables e..	Bool	%M1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
32	Auxiliar-Automatico	Tabla de variables e..	Bool	%M100.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
33	Auxiliar-Manual	Tabla de variables e..	Bool	%M100.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
34	run_val1	Tabla de variables e..	Bool	%M1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
35	run_val2	Tabla de variables e..	Bool	%M1.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
36	run_val3	Tabla de variables e..	Bool	%M2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
37	abrir_valv_peso2	Tabla de variables e..	Bool	%M2.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
38	llena_galga1	Tabla de variables e..	Bool	%M8.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
39	llena_galga2	Tabla de variables e..	Bool	%M8.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
40	llenar_tar_manual	Tabla de variables e..	Bool	%M8.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
41	Aplastar_dosificar	Tabla de variables e..	Bool	%M8.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
42	run_val4	Tabla de variables e..	Bool	%M2.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
43	Memoria_galga1	Tabla de variables e..	Bool	%M40.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
44	Memoria_galga2	Tabla de variables e..	Bool	%M40.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
45	Cierre_valvulas_temp	Tabla de variables e..	Bool	%M40.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
46	rotacion_mesa	Tabla de variables e..	Bool	%M40.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
47	ev_tramos	Tabla de variables e..	Bool	%M50.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
48	Tag_30	Tabla de variables e..	Bool	%M60.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
49	Tag_1	Tabla de variables e..	Bool	%M60.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
50	Tag_2	Tabla de variables e..	Bool	%M60.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Figura 6-2 Variables del PLC en Tía portal parte 2**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

51	Tag_12	Tabla de variables e.	Bool	%M60.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
52	Tag_13	Tabla de variables e.	Bool	%M60.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
53	Tag_14	Tabla de variables e.	Bool	%M60.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
54	ESTRELLA	Tabla de variables e.	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
55	CADENA	Tabla de variables e.	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
56	Tag_5	Tabla de variables e.	Bool	%M50.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
57	Tag_3	Tabla de variables e.	Bool	%M60.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
58	Tag_4	Tabla de variables e.	Bool	%M60.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
59	Fisico_bandas	Tabla de variables e.	Bool	%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
60	tablero_mesa	Tabla de variables e.	Bool	%I0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
61	correr_rodillos	Tabla de variables e.	Bool	%M30.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
62	correr_table	Tabla de variables e.	Bool	%M30.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
63	Imagen_Sind	Tabla de variables e.	Bool	%M9.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
64	Tag_6	Tabla de variables e.	Real	%MD60	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
65	entrada	Tabla de variables e.	Real	%MD4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
66	Tag_8	Tabla de variables e.	Bool	%M100.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
67	Tag_9	Tabla de variables e.	DInt	%MD24	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
68	Tag_10	Tabla de variables e.	Word	%MW101	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
69	Tag_11	Tabla de variables e.	Bool	%M70.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
70	Tag_15	Tabla de variables e.	DInt	%MD33	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
71	Tag_16	Tabla de variables e.	Real	%MD27	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
72	Tag_17	Tabla de variables e.	DWord	%MD28	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
73	Tag_7	Tabla de variables e.	Real	%MD8	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
74	Tag_18	Tabla de variables e.	Real	%MD80	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
75	Tag_19	Tabla de variables e.	Real	%MD20	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
76	Tag_20	Tabla de variables e.	Real	%MD50	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
77	Tag_21	Tabla de variables e.	Real	%MD90	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
78	Tag_22	Tabla de variables e.	Real	%MD22	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
79	Tag_23	Tabla de variables e.	Real	%MD6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
80	Tag_24	Tabla de variables e.	Bool	%M55.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**Figura 7-2 Variables del PLC en Tía portal parte 3**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

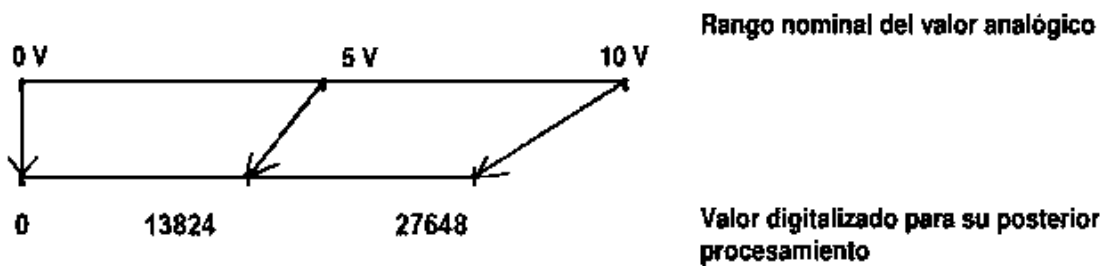
El proceso para la producción actual es el siguiente:

- Se alimenta el tablero de control para energizar a todo el sistema.
- Se ingresa los valores a ser pesados por la tarrinas mediante la pantalla HMI.
- Se escoge el modo de operación de la máquina, sea en manual o automático.
- Ingreso de tarrinas plásticas a la primera banda transportadora.
- La mesa cuenta con un sensor inductivo cuya función es dar ejecución a la dosificación, siempre y cuando la tarrina sea detectada por el sensor capacitivo de posición para evitar derramamientos innecesarios del producto, una vez llegado la tarrina demora dos segundos en abrir la electroválvula, una vez alcanzado el peso se cierran las electroválvulas de dosificación y se espera a que el temporizador mecánico ejecute una nueva vuelta y posicione a las dos siguientes tarrinas, el tiempo que se demora entre dosificar y dar la vuelta la mesa demora 7 segundos, el cual se denomina el tiempo del ciclo de llenado.

- Las tarrinas dosificadas de manteca salen por la segunda banda transportadora, para ser guardadas en cartones y almacenadas en las bodegas para su envío a los consumidores.

### 2.9.2 Normalización de la señal celda de carga en Tía Portal

Si se procesan magnitudes analógicas con un PLC, el valor de tensión, corriente o resistencia leído debe convertirse en información digital. Esta transformación se denomina conversión analógica-digital (conversión A/D). Cuantas más posiciones binarias se utilicen para la representación digital, más fina será la resolución. El PLC S7-1200 posee dos entradas analógicas integradas de voltaje con un rango de 0 a 10V, con una resolución de 10 bits y un rango total de 0 a 27648. («Procesado de señales analógicas» 2014)

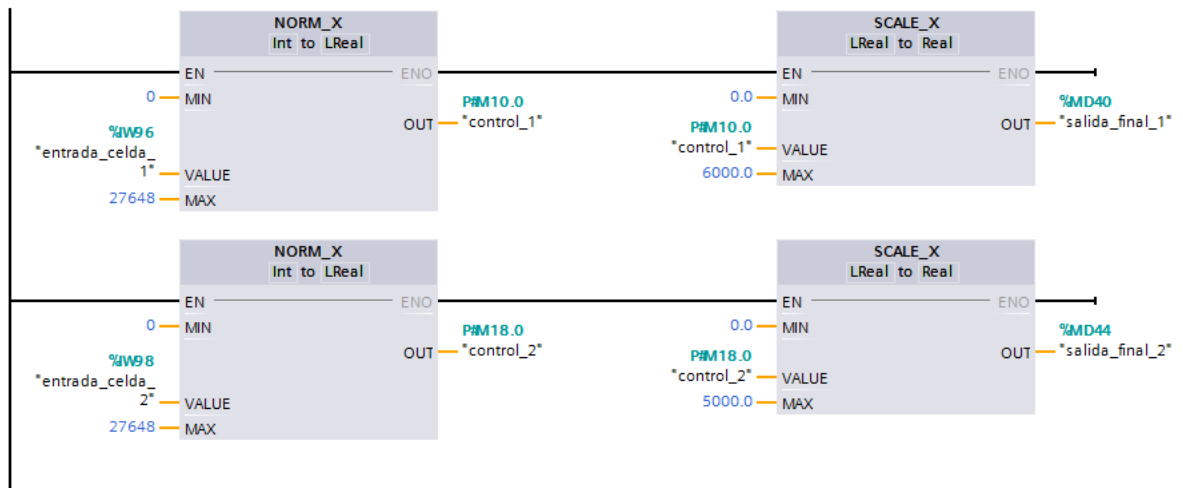


**Figura 8-2 Valor digitalizado de entradas de voltaje integradas del PLC S7-1200.**

**Fuente:** <http://www.udb.edu.sv/udb/archivo/guia/electronica-ingenieria/automatas-programables/2015/i/guia7.pdf>

Si se dispone de un valor de entrada analógico en forma digitalizada, este debe normalizarse por regla general para que los valores numéricos coincidan con las magnitudes físicas. Para que estas se realicen con la mayor exactitud posible, para la normalización deben transformarse los valores al tipo de datos REAL, para minimizar los errores de redondeo.

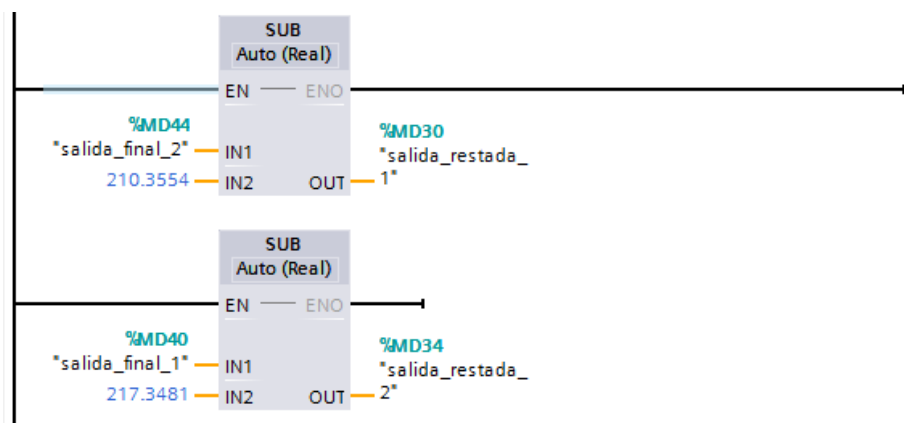
Primero se configura el módulo de entradas analógicas en Tía Portal con tipo de medición en tensión, se configura las variables “entrada\_celda 1” y “entrada\_celda 2” que son las señales de entrada que da el PLC, y la variable “control\_1” y “control\_2” que es el enlace entre normalizar la señal y escalar, es decir lee el valor de la señal de salida de la celda en mili-voltios y lo convierte en un valor entero, correspondiente a un valor de 0 a 27648 bits, como se requiere que el valor leído esté dentro de un rango específico se debe realizar un proceso de escalado.



**Figura 9-2 Normalización y escala**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

Luego se realiza una compensación, la salida final se resta con el valor del peso de la tarrina más el peso de la base de la platina, donde se obtiene la variable “salida restada” encerada para que comience los valores a pesar desde cero.



**Figura 10-2 Compensación de valores**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

## 2.10 Calibración del sensor de peso

Para comprobar el peso necesario para la dosificación se procede con la calibración de las celdas de carga, con el fin de obtener precisión en las mediciones. Para ello se realizó pruebas anteriores a la implementación para comprobar los pesos necesarios para cada tazona.

Usando Tía Portal se procede a realizar la programación para las dos celdas, posteriormente se utiliza la tarrina con el peso propio de este recipiente, adicional la base de platina que tiene otro

peso para sumado el peso de ambos proceder a restar dicho valor en la programación en Tía Portal para de esta manera encerrar el contenido, y que el peso inicial comience desde cero. La calibración se realiza en primera instancia con agua, dando como resultado los pesos ideales para la posterior implementación, y luego se calibra el peso en la empresa con manteca llegando al peso necesario, se puede visualizar en la Figura 11-2 las pruebas realizadas a las celdas de carga.



**Figura 11-2 Calibración de los sensores de peso**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

## 2.11 Distancia de calibración del sensor capacitivo

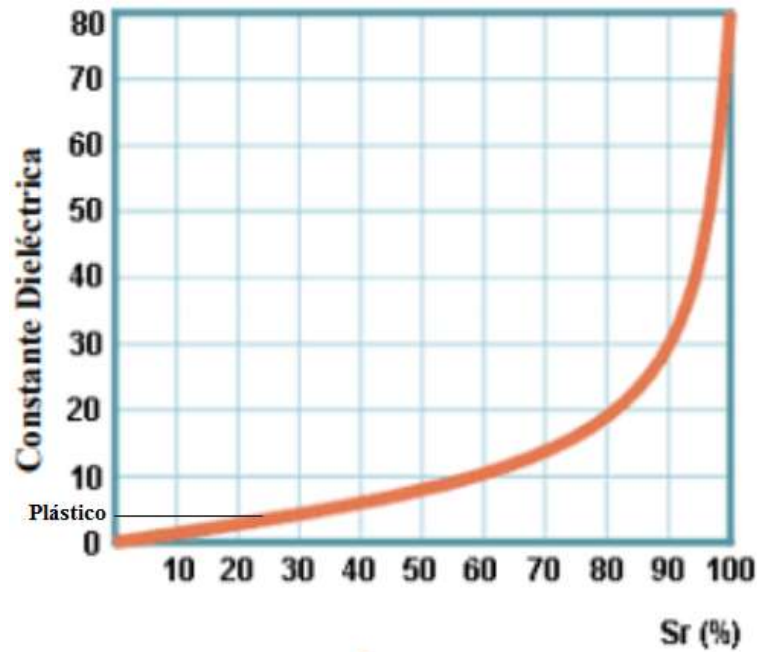
Los sensores capacitivos dependen de la constante dieléctrico del objetivo, mientras más grande es el constante dieléctrico del material, entonces es más fácil de detectar.

Material	Constante dieléctrica media	Rigidez dieléctrica media, MN/C
Aceite de transformador	4.0	16
Aire seco a 1 atm	1.006	3
Baquelita	7.0	16
Mica	5.0	200
Papel parafinado	2.0	51
Plástico	3.0	28
Plásticos de nitrocelulosa	9.0	250
Teflón	2.0	59
Vidrio	7.5	118

**Figura 12-2 Constante dieléctrico**

Fuente: <http://fisicadivertida.blogspot.com/2008/10/unidad-2.html>

En la Figura 13-2 se visualiza la relación existente entre la constante dieléctrica y la habilidad del sensor de detectar el material, en este caso el plástico, basado en la distancia nominal del sensor capacitivo.



**Figura 13-2 Distancia de detección en función de la constante dieléctrica**

Fuente: <http://sub210cecyte.blogspot.com/>

En este caso el sensor capacitivo tiene una distancia de sensado nominal de 8mm y el objetivo es plástico, la distancia efectiva de sensado es aproximadamente el 24% de la distancia nominal (Sr), es decir 0,24mm.

**Ecuación 11-2** Distancia de detección

$$Su = Sn \times Sr$$

$$Su = 8 \times 0,24$$

$$Su = 1,92 \text{ mm}$$

Es decir el alcance útil del sensor capacitivo es desde 0 hasta 1,92mm.

## 2.12 Variables utilizadas en la programación del HMI

El objetivo principal de la pantalla es disminuir los botones del control de la máquina con la finalidad de tener el control de las activaciones mediante el HMI, aumentar o disminuir los pesos de los cilindros dosificadores de la tarrina. El peso se controla a través de las celdas de carga y el modulo analógico de -80mV a 80mV.

Variables HMI					
Nombre	Tabla de variables	Tipo de datos	Conexión	Nombre PLC	
aplastar_dosifi	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
AUTOMATICO	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
entrada2	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	PLC_1	
estrellita solitaria	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
Falla_B1	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
Falla_mesa	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
FALTE_dosificacion	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
inremen_dosif	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
inductivo_hmi	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
Ingreso_Tarrina 1	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	PLC_1	
Ingreso_Tarrina 2	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	PLC_1	
introducir dato	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	PLC_1	
MANUAL	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
ojos_tazona 1	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	PLC_1	
on_transportadoras	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
S2_HMI	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
S3_HMI	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
Senal_automatico	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
Senal_manual	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
tazona 2	Tabla de variables estándar	Real	HMI_Conexión_1	PLC_1	
valvula1_hmi	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
valvula2_hmi	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
valvula3_hmi	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
valvula4_hmi	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
vista_rodillos	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	
vista_TABLE	Tabla de variables estándar	Bool	HMI_Conexión_1	PLC_1	

**Figura 14-2 Variables del HMI en Tía portal**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

### 2.13 Programación de pantalla HMI KTP 400

La pantalla cuenta con un menú principal el cual permite escoger el ciclo de trabajo (Manual, Automático), una pantalla para la selección del peso a dosificar, una para encendido-apagado de motores, visualización de elementos activados, entre otros, los cuales se explican a continuación:

#### 2.13.1 Pantalla de “INICIO”

Esta pantalla se visualiza al inicio del sistema, el cual representa el tema del proyecto implementado, esta pantalla se muestra en la Figura 15-2. Cabe destacar que el usuario tiene que la capacidad de ingresar a la siguiente imagen mediante pulsar en el botón “INGRESAR”, para las posteriores acciones a realizar.



**Figura 15-2 Pantalla de inicio**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

### 2.13.2 Pantalla de “SELECCIÓN”

Se visualiza la imagen de selección, donde el operario tiene que ingresar al botón dosificar para el ingreso mediante pantalla de los valores del peso por tarrina, en esta imagen también se selecciona las operaciones de la máquina sea en manual o automático, además puede pulsar a las siguientes imágenes de funcionamiento manual una vez accionado el sistema manual, y también pulsar en “VISUALIZACIÓN” para ver el funcionamiento de las electroválvulas.



**Figura 16-2 Pantalla de selección**

Realizado por: Obregón Javier, 2017



### 2.13.3 Pantalla de “DOSIFICACIÓN”

Pulsado “DOSIFICACIÓN” se visualiza la imagen, donde el operario ingresa los pesos por cada tarrina, a su vez puede mediante pulsos subir y bajar estos valores, y representarlos mejor mediante termómetros, pulsando en regresar puede seleccionar otras imágenes para diferentes acciones.



**Figura 17-2 Pantalla de dosificación**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

### 2.13.4 Pantalla de “MENU MANUAL”

Una vez seleccionado la operación de la maquina en forma manual, se visualiza tres pulsadores para el encendido manual de bandas, mesas, además la visualización en “DOSIFICACIÓN” e informaciones del sistema en la imagen “USUARIO”.



**Figura 18-2 Pantalla de menú modo manual**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

### 2.13.5 Pantalla de “BANDAS”

Una vez pulsado en el botón “BANDAS”, se procede primordialmente al encendido-apagado del motor accionador de las dos bandas de la máquina, donde el motor de la imagen se visualiza solamente cuando este pulsado en encendido las bandas, además se puede ingresar a los botones de “MESA” y “DOSIFICACIÓN” para las siguientes acciones.



**Figura 19-2 Pantalla de accionamiento de bandas modo manual**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

### 2.13.6 Pantalla de “MESA”

Una vez pulsado en el botón “MESA”, se procede primordialmente al encendido-apagado del motor accionador de la mesa, donde el motor de la imagen se visualiza solamente cuando este pulsado en encendido la mesa, con la particularidad del botón “DOS MAN”, este mediante un pulso acciona las electroválvulas para la dosificación, además el botón “PULSOS DOS”, el cual permite mediante pulsos dosificar la tarrina hasta que llegue hasta el peso establecido, además se puede ingresar mediante botones para “BANDAS” y “DOSIFICACIÓN” para las siguientes acciones.



**Figura 20-2 Pantalla de accionamiento de la mesa modo manual**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

### 2.13.7 Pantalla de “VISUALIZACIÓN”

Una vez pulsado en el botón “VISUALIZACIÓN”, se ingresa a la imagen donde visualiza los motores y sensores que se encuentran en funcionamiento, además de presentar estados gráficos en caso de fallas térmicas para cualquiera de los dos motores, además existe los botones “DOSIFICACIÓN”, y “ELECTROVÁLVULAS” el cual permite ingresar a las siguientes acciones.

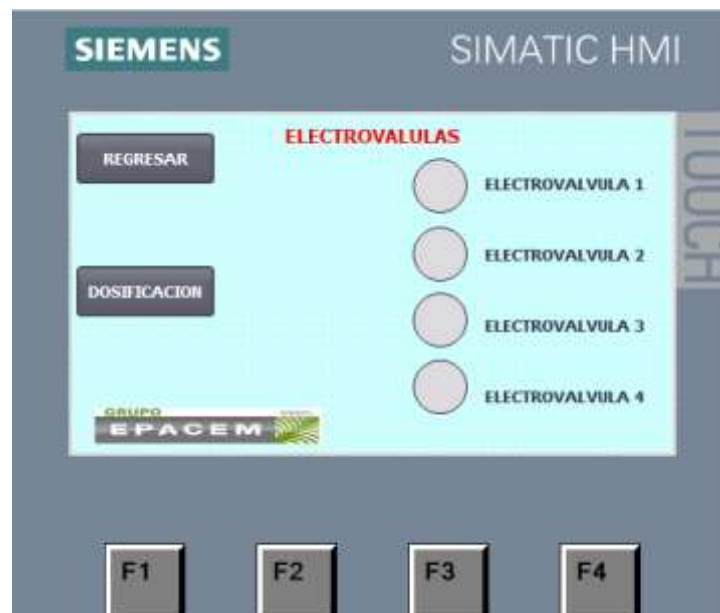


**Figura 21-2 Pantalla de visualización**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

### 2.13.8 Pantalla de “ELECTROVÁLVULAS”

Una vez pulsado en el botón “ELECTROVÁLVULAS”, se ingresa a la imagen donde visualiza el funcionamiento de las cuatro electroválvulas cuando se encuentra dosificando manteca a las tarrinas.



**Figura 22-2 Pantalla de electroválvulas**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

### 2.13.9 Pantalla de “USUARIO”

Proporciona información general del sistema implementado, donde se notifica lo más específico del proyecto realizado, generando información acerca de autor, empresa, tipo de panel, conexión, controlador, etc.



**Figura 23-2** Pantalla de usuario

Realizado por: Obregón Javier, 2017

## 2.14 Implementación de los Elementos y Equipos de Control

La implementación del control automatizado de envasado de manteca se lo divide en dos partes: La parte neumática, es decir la instalación de electroválvulas neumáticas, filtro regulador con funda metálica protectora y la parte eléctrica de fuerza y control.

### 2.14.1 Instalación neumática

Una vez concluida las pruebas e instalaciones de las electroválvulas, solenoides, filtro regulador de aire, se procede con la instalación del tablero neumático y la posterior toma de aire, retirando el anterior tablero el cual tenía un sistema implementado hace 30 años. Con entrada de aire de 1/2” a una presión de 7-8 bar hasta el filtro regulador, de ahí se sale al tablero con mangueras pum 8 y utilizando la red existente se procede a realizar la toma de aire del lugar más cercano la cual será necesaria para el funcionamiento de las electroválvulas de apertura y cierre para los cilindros dosificadores.

Se realiza la instalación del tablero neumático, el mismo que consta de dos cilindros neumáticos que interactúan a la vez para las dos tarrinas, cuatro electroválvulas, filtro regulador, el sistema neumático trabaja a una presión de 7psi.



**Figura 24-2 Tablero del sistema neumático**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

#### ***2.14.2 Instalación eléctrica de fuerza y control***

Una vez concluida la parte neumática se procede con la instalación eléctrica de fuerza y control, la cual se detalla a continuación:

##### ***2.14.2.1 Acometida al tablero de control***

Para los elementos a ser monitoreados y controlados, se necesita una acometida desde el lugar donde se encuentra cada equipo, sea este la electroválvula de manteca, o las válvulas neumáticas con solenoide; cada acometida debe llegar al tablero de control con dos cables concéntrico de 4 x 10 AWG flexible de 600V, estos cables deben estar muy bien designados para saber a qué equipo se están conectando y de esta manera facilitar el armado del tablero de control.



**Figura 25-2 Acometida para alimentación general**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

#### 2.14.2.2 Montaje del tablero de control

Se procede a retirar el anterior tablero eléctrico para la posterior implementación del nuevo sistema automatizado, donde el funcionamiento del sistema implementado utiliza guardamotores para la protección contra fallas térmicas, y a su vez relés de estado sólido que controlen y protejan las diferentes electroválvulas. De igual manera se necesita un breaker general y portafusibles que protejan el PLC y demás equipos.



**Figura 26-2 Tableros antiguos vs tablero nuevo instalado**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

#### 2.14.2.3 Instalación de la pantalla

Para la instalación de la pantalla se realiza en la parte inferior derecha de la mesa, cercano al puesto de trabajo del operario, teniendo así un mejor control de la máquina para una mejor

visualización. La conexión de la pantalla consta de 2 terminales el primero de alimentación de 24VDC y el segundo de transferencia de datos por medio de un cable con conexión Profinet.



**Figura 27-2 Instalación de pantalla HMI**

Realizado por: Obregón Javier, 2017

## **2.15 Pruebas y funcionamiento de la máquina automatizada**

Una vez implementado el sistema eléctrico y neumático, se procede a realizar las pruebas para verificar el correcto funcionamiento de la máquina dosificadora de manteca, donde se verifica el funcionamiento ideal del sistema cumpliendo a satisfacción con los requerimientos planteados.



**Figura 28-2 Pruebas de funcionamiento de la máquina automatizada**

Realizado por: Obregón Javier, 2017



## CAPÍTULO III

### 3 ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 3.1 Introducción

Para la elaboración del presente trabajo de titulación se detectó los problemas técnicos de producción en la máquina dosificadora de manteca de la empresa EPACEM, mediante la observación técnica y la comprobación práctica del peso dosificado, y con los datos obtenidos se aplicó un análisis estadístico para determinar la variación de error; de los resultados obtenidos se tomó alternativas de solución para lo cual se implementó un sistema de automatización, tomado como base los pesos en cada tarrina, la producción por hora y se comprobó mediante pruebas técnicas en producción la eficiencia del sistema implementado.

#### 3.2 Producción anterior en dosificación de tarrinas

Para realizar esta prueba se utilizó como referencia la producción diaria de ocho horas de trabajo de la máquina, se consideró los datos de dosificación de manteca tomando en cuenta que la producción se realizan por lotes, para determinar el porcentaje de error del sistema anterior se utilizó la hoja de cálculo Excel 2013, teniendo como base el análisis estadístico descriptivo en el que se obtuvo el margen de error. Se puede apreciar la variación del peso promedio en las horas de producción como se muestra en la Tabla 1-3, de esta manera se detectó el error que existe en el pesaje de las tarrinas en la producción.

LOTE 01 12 05 25

- 0: Tanque 200
- 1: Turno
- 12: Año
- 05: Mes
- 25: Día
- Fecha: 2012 – 05 –25
- Contenido neto: 950 gramos
- Peso máximo: 1034 gramos
- Peso mínimo: 1014 gramos

- Sección: Envasado

**Tabla 1-3 Pesos obtenidos durante la producción anterior**

TARRINAS	PESO PROMEDIO(gramos)	PRODUCCION
1 Hora	888,56	750 unidades
2 Hora	1027,43	720 unidades
3 Hora	980,23	744 unidades
4 Hora	1013,34	672 unidades
5 Hora	1025,89	623 unidades
6 Hora	999,01	710 unidades
7 Hora	945,93	742 unidades
8 Hora	1062,56	690 unidades
TOTAL	706,375	5651 unidades

Realizado por: Javier Obregón, 2017

### 3.2.1 Resultados de la producción anterior

Para el análisis de la dosificación de manteca se realizó diagramas circulares que permitan comprender mejor la producción de llenado de manteca envasada por cada hora de trabajo de la máquina en el sistema antiguo, el mismo que visualiza los valores de producción de manteca por hora y de esta manera detectar las fallas del sistema antiguo aplicado.



**Gráfico 1-3 Producción por horas en dosificación anterior**

Realizado por: Javier Obregón, 2017

En esta Gráfica 1-3 se visualiza la producción de manteca por tarrina por cada hora de trabajo de la máquina tarrinera, las mismas que generan resultados porcentuales existiendo variaciones de producción, los porcentajes están del 11% al 13%, estas variaciones provocan inconvenientes

en el trabajo de la máquina, como la parada de la producción, lo que incidía en la pérdidas de tiempo de producción, y menor cantidad de tarrina dosificadas afectando en el incremento de volumen de tarrinas obtenidas.



**Gráfico 2-3 Rangos de peso en dosificación anterior**

Realizado por: Javier Obregón, 2017

Al analizar el peso de dosificación anterior en la producción de la máquina, la variación del total de las tarrinas fuera del rango establecido está en el 75%, valor alto ya que solamente el 25% de producción está dentro del rango permitido con el peso real; la variación alta es debido al flujo de aire que controlaba el peso de las electroválvulas, el mismo que interfiere en los cilindros de dosificación, este sistema influyó en las pérdidas económicas de producción de la empresa.

**Tabla 2-3 Estadística descriptiva producción anterior**

<i>Columna1</i>	
Media	992,86875
Error típico	19,2918561
Mediana	1006,175
Moda	#N/A
Desviación estándar	54,5656091
Varianza de la muestra	2977,4057
Curtosis	0,88753685
Coefficiente de asimetría	-
Rango	0,95642314
Mínimo	174
Máximo	888,56
Suma	1062,56
Cuenta	7942,95
	8

Realizado por: Javier Obregón, 2017

Para el funcionamiento de la máquina con el sistema anterior, se aplicó un análisis estadístico descriptivo para el procesamiento de los datos como se muestra en la Tabla 2-3, se tiene un margen de error considerable del 19,29 y su desviación estándar del 54,57, valores que indican que en este sistema se detectaron problemas en el peso dosificado por tarrina envasada, por lo que estos inconvenientes estaban influyendo en el tiempo de producción por hora de la máquina.

### **3.3 Producción actual en dosificación de tarrinas**

Al aplicar el sistema de automatización en la máquina tarrinera se realizaron pruebas prácticas de dosificado, se consideró ocho horas de trabajo de la máquina, el peso en la dosificación y la producción por lote, los datos de producción obtenidos se muestra en la Tabla 3-3, para determinar el porcentaje de error del sistema actual se utilizó hoja de cálculo Excel 2013, teniendo como base el análisis estadístico descriptivo para comprender la variación del margen de error. Se puede apreciar la corrección del peso por tarrina dosificada promedio en las horas de producción.

LOTE 92 17 09 29

- 9: Tanque 209
- 2: Turno
- 17: Año
- 09: Mes
- 29: Día
- Fecha: 2017 – 09 –29
- Contenido neto: 950 gramos
- Peso máximo: 1034 gramos
- Peso mínimo: 1014 gramos
- Sección: Envasado

**Tabla 3-3 Pesos obtenidos durante la producción actual**

TARRINAS	PESO PROMEDIO (gramos)	PRODUCCION
1 Hora	1006,56	752 unidades
2 Hora	1020,34	717 unidades
3 Hora	1025,45	743 unidades
4 Hora	1028,98	668 unidades
5 Hora	1023,23	615 unidades
6 Hora	1027,89	725 unidades
7 Hora	1031,93	732 unidades
8 Hora	1029,56	700 unidades
TOTAL	1024,24	5652 unidades

Realizado por: Javier Obregón, 2017.

Es importante recalcar que estos pesos pueden ser regulados por el operario en el HMI al momento de procesar, pudiendo realizar la dosificación para cualquier rango de peso para las tarrinas necesarias.

### **3.3.1 Resultados de la producción actual**

En la prueba actual realizada se obtienen los siguientes resultados de producción por hora, estos son representados en diagrama circulares de la cantidad de tarrinas dosificadas en ocho horas de trabajo de la máquina.



**Gráfico 3-3 Producción por horas en dosificación actual**

Realizado por: Javier Obregón, 2017

En la Gráfica 3-3 se muestra los valores porcentuales de producción por hora de las tarrinas dosificadas con el sistema automatizado, la variación es del 1% en la producción de tarrinas ya que el mecanismo mecánico de transmisión de la mesa es el mismo para este proceso, permitiendo la automatización trabajar de forma continua y evitar las pérdidas de tiempo de producción al existir derrame de manteca en el proceso, por lo que el sistema actual tiene sensores de detección para que la tarrina se detenga y automáticamente sea dosificada, facilitando la operación de la máquina en el proceso y efectivizando la producción.



**Gráfico 4-3 Rangos de peso en dosificación actual**

Realizado por: Javier Obregón, 2017

Existe una variación leve del peso exacto por tarrina envasada, pero a la vez el sistema tiene un control de peso muy satisfactorio, el porcentaje del 13% de variación está dentro del rango de variación permitido, esto debido al módulo con la conexión de las celdas de carga, por lo que el sistema actual ofrece una mayor confianza en el peso por tarrina, generando mayor exactitud en el sistema actual, como se muestra en la Grafica 4-3.

**Tabla 4-3 Estadística descriptiva producción actual**

<i>Columna1</i>	
Media	1024,2425
Error típico	2,84575232
Mediana	1026,67
Moda	#N/A
Desviación estándar	8,04900304
Varianza de la muestra	64,78645
Curtosis	3,5112296
Coefficiente de asimetría	-
Rango	1,76352048
Mínimo	25,37
Máximo	1006,56
Suma	1031,93
Cuenta	8193,94
	8

Realizado por: Javier Obregón, 2017

Los datos recogidos fueron procesados en un análisis estadístico descriptivo, como lo muestra en la Tabla 4-3, obteniendo como resultado un error típico de 2,85 y una desviación estándar de 8,05 que representa un margen de error y desviación bajo. Por lo tanto, se concluye que fue necesario realizar el cambio del sistema de control automatizado de peso ya que controla el peso justo tanto para el consumidor y ganancias para la empresa.

### 3.4 Análisis de costos

En análisis de costo se tomó en cuenta los costos directos e indirectos, que ayudó a determinar el valor de la inversión en el diseño y construcción del equipo. Los parámetros tomados en cuenta para el análisis de costos directos son los siguientes: Materiales y accesorios, transporte.

#### 3.4.1 Materiales y accesorios

Se tomó en cuenta los materiales utilizados en los diferentes sistemas de la máquina con sus respectivos costos, detallados en las siguientes tablas:

**Tabla 5-3 Costos accesorios eléctricos y neumáticos**

Cant.	Detalle	V. Uni	ValoTotal
1	PLC CPU 1212C AC/DC/, alimentación 110/220VAC. Incorpora 8 DI, 6 DO.	450,00	450,00
1	Simatic Basic Panel KTP400 a color, pantalla de 4", táctil y 4 teclas de función.	735,00	735,00
1	Fuente de poder LOGO, Power. Entrada: 110/220VAC Salida: 24VDC 2.5A	118,00	118,00
1	Pulsador de emergencia	4,03	4,03
2	Pulsador N/A verde	3,20	6,40
4	Dos luces piloto led 220VAC verde, Dos luces piloto led 220VAC rojo	1,38	5,52
1	Celda de carga unipunto 5kg	119,32	119,32
1	Celda de carga unipunto 6kg	119,32	119,32
1	Módulo 4 IN a termo p/celda	533,70	533,70
1	Fuente de 12VDC	76,50	76,50
1	Tablero BEACOU 60cm x 60cm.	65,00	65,00
1	Tablero BEACOU 60cm x 40cm.	44,29	44,29
1	Guardamotors 3.5 - 5.0A	60,42	60,42
1	Guardamotor 4.5 - 6.3	60,42	60,42
3	Contacto auxiliar, montaje transversal S 00- S 0, 1NA + 1NC.	9,28	9,28
1	Contactores 3RT2015-1AF01 2 HP 220 V.	23,56	23,56
1	Contactador 3RT2024-1AN20 4 HP 220 V.	34,13	34,13
1	Breaker principal 32 A 3 polos.	32,50	32,50
1	Breaker de control 2A 2 polos.	28,75	28,75
2	Canaleta 40 x 60 cm	10,65	21,30
22	Borneras #12 AWG	0,30	6,60
2	Rieldin 35mm acero perforado	2,47	4,94
1	Ventilador con filtro LEIPOLD 230VAC	29,79	29,79
1	Cable 16 AWG 1 Rollo	25,00	25,00
1	Cable 12 AWG para fuerza 1 Rollo	25,00	25,00
8	Funda sellada 1/2"	1,65	10,95
8	Conectores para funda sellada	0,65	5,20
1	Funda amarras plásticas de 30cm	4,60	4,60
1	Accesorios para armar el tablero	20	20
1	Repartidor LEGRAND 4 polos 125 A	42,53	42,53
4	Relé de estado sólido 10 <sup>3</sup> 3-32VDC/90-480VAC	14,40	57,60
2	Solenoides 220V	24,62	49,24
10	Racor recto 6mm	1,07	10,70
15	Manguera 6mm azul poliuretano	0,82	12,30
1	Libreta para numeración en tablero	14,00	14,00
1	Otros	350	350
<b>TOTAL</b>			<b>3215,89</b>

Realizado por: Javier Obregón, 2017.



### 3.4.2 Costo por transporte

Se considera el costo que tuvo el envío de materiales desde Quito a Santo Domingo.

**Tabla 6-3 Costos por transporte**

Cant.	Detalle	Valor Unitario	Valor Total
1	Transporte de materiales a Santo Domingo.	4,15	4,15
TOTAL			4,15

Realizado por: Javier Obregón, 2017.

### 3.5 Costo totales directos

Este valor es la suma de los accesorios eléctricos y neumáticos, incluido el costo por transporte de envío.

**Tabla 7-3 Costos totales directos**

Detalle	Valor
Costos accesorios eléctricos y neumáticos	3215,89
Costo por transporte	4,15
TOTAL	3220,04

Realizado por: Javier Obregón, 2017.

#### 3.5.1 Costos indirectos

Se consideró los valores de la movilización, alimentación y demás imprevistos en el desarrollo del proyecto de automatización.

**Tabla 8-3 Costos indirectos**

Cant.	Detalle	Valor
1	Movilización, alimentación, etc	150,00
1	Imprevistos	100,00
TOTAL		250,00

Realizado por: Javier Obregón, 2017.

### 3.6 Costo total proyecto

Es la suma de los costos directos e indirectos, dando como total del proyecto el valor de 3470,04 los mismos que fueron solventados por parte del autor.

**Tabla 9-3 Costo total proyecto**

Detalle	Valor
Costos directos	3220,04
Costos indirectos	250
<b>TOTAL COSTO PROYECTO</b>	<b>3470,04</b>

**Realizado por:** Javier Obregón, 2017.

## CONCLUSIONES

- Realizado un estudio previo se determinó que en la máquina dosificadora de manteca de la empresa EPACEM técnicamente no tuvo sensores que permitan detectar el objeto y procederlo a dosificar, error en el control de peso por el sistema neumático de pesaje, sistema eléctrico y neumático con poco mantenimiento, y poco control en la ejecución de la máquina.
- Para la implementación del sistema de control fue necesario el dimensionamiento de los guardamotores de la mesa y bandas, teniendo en cuenta el ajuste del 25% adicional de la corriente para no trabajar al límite de la corriente nominal del motor, el PLC con capacidad a 8 entradas y 6 salidas, comunicación profinet para interacción con la pantalla HMI y de esta manera evitar el exceso de botones, que permita el control de la máquina y tener mejor manipulación, luces piloto para visualizar la operación de la máquina, además celdas de carga para la manipulación del peso.
- En el diseño de control automatizado se realizó el diseño de la planimetría previo al conocimiento de los requerimientos técnicos necesarios en la máquina para la implementación adecuada del sistema de control, ya que de esta manera se procedió a la instalación de una forma más segura y confiable, evitando fallos en el momento de las conexiones, con uso de procesos modernos para la toma de decisiones.
- Para la programación se aplicó el diagrama ladder en el software Tía Portal, se usó este software ya que es más compacto, para configurar PLC y pantalla HMI en un solo programa, configuración sencilla permitiendo instalar módulos de Siemens, más confiable y amigable con el usuario, uso de comunicación profinet, software es diseñado por la marca Siemens que es reconocida en automatización para industrias, permitiendo así la activación de los motores, visualizar el estado de operación de los mismos, controlar el peso de llenado, controlando esto de forma manual y automática, y así mantener estable la operación de la máquina.
- Se comprobó el sistema automatizado mediante las pruebas realizadas a la máquina, lo que generó una confiabilidad del 2,84% en el momento de la dosificación, evitando derrames innecesarios del producto, optimizando recursos económicos, tiempo adicional por parte del operario, y un mantenimiento más confiable en el proceso.

- La utilización de galgas para el pesaje es muy importante para lograr el peso adecuado y siempre dentro del rango aceptado.
- La selección adecuada del PLC ayuda a que la comunicación con el HMI sea transparente.
- Se deben realizar pruebas para la correcta validación del sistema.
- El sistema automatizado implementado en la máquina cumple con las políticas y normas en la empresa generando satisfacción a la directiva de la empresa.

## RECOMENDACIONES

- Realizar un programa de mantenimiento preventivo continuo a la máquina tarrinera y a los elementos involucrados en la misma, para que de esta manera se conserve en un buen estado la máquina, amplíe la vida útil y tenga el correcto funcionamiento.
- Cambiar el sistema de variación de velocidad mecánico de la máquina por un sistema de variador de velocidad, cuya ventaja principal será aumentar la producción de manteca y dotarle de mayor flexibilidad.
- Manipular con cuidado la pantalla HMI, ya que en el proceso intervienen fluidos los mismos que pueden ocasionar daño al sistema, por lo que es necesario realizar un programa de capacitación continua del personal para la manipulación de la máquina.
- Estar atento a las activaciones de las luces piloto en el desarrollo del proceso, de esta manera proteger la máquina ante posibles fallos que se puedan generar.
- Tener en cuenta los riesgos mecánicos que se pueden presentar en el momento que la máquina está funcionando, de esta manera garantizar la seguridad física de los operarios.

## BIBLIOGRAFÍA

**ABB**, Fuentes de alimentacion. [en línea], 2006. [Consulta: 15 octubre 2017]. Disponible en: <https://library.e.abb.com/public/9146478e6e30e650c12574ec002bec1a/1TXA114004M0701.pdf>.

**ALLEN-BRADLEY**, Módulos de entradas analógicas. [en línea], 2015. [Consulta: 15 octubre 2017]. Disponible en: [http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1756-um009\\_-esp.pdf](http://literature.rockwellautomation.com/idc/groups/literature/documents/um/1756-um009_-esp.pdf).

**BUNCA**, Motores electricos. [en línea], 2011. [Consulta: 15 octubre 2017]. Disponible en: <http://bun-ca.org/publicaciones/manuales/ManualesTecnicos03Agosto2011/Motores.pdf>.

**EPACEM**, Política de calidad. [en línea], 2014. [Consulta: 31 julio 2017]. Disponible en: [http://www.epacem.com.ec/web/index.php?option=com\\_content&view=article&id=81&Itemid=292](http://www.epacem.com.ec/web/index.php?option=com_content&view=article&id=81&Itemid=292).

**Fuente de alimentación Siemens LOGO**. [en línea], 2012. [Consulta: 15 octubre 2017]. Disponible en: <http://www.automation24.es/fuentes-de-alimentacion/fuente-de-alimentacion-siemens-logo-power-24v-40a-6ep1332-1sh52-i28-960-0.htm>.

**GARCÍA HIGUERA, A.**, *El control automático en la industria*. Universida. Murcia: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2005. ISBN 9788484274056.

**GLOSARIO.NET**, Definición de Manteca - Diccionario de Agricultura - Glosario. [en línea], 2007. [Consulta: 27 agosto 2017]. Disponible en: <http://ciencia.glosario.net/agricultura/manteca-11540.html>.

**GONZALEZ, A.R.**, Automatizacion Industrial. [en línea], 2010. [Consulta: 15 octubre 2017]. Disponible en: [http://www.avidromangonzalez.com/Teaching/AUTOMATIZACION\\_INDUSTRIAL.pdf](http://www.avidromangonzalez.com/Teaching/AUTOMATIZACION_INDUSTRIAL.pdf).

**IEC 61131-3 Introducción al lenguaje de programación**. [en línea], 2011. [Consulta: 23 octubre 2017]. Disponible en: <http://www.infopl.net/documentacion/67-estandares-programacion/595-introduccion-al-lenguaje-de-programacion-iec-61131-3>.

**INGENIERÍA MECAFENIX**, Guardamotor. [en línea], 2017. [Consulta: 15 octubre 2017]. Disponible en: <http://www.ingmecafenix.com/electricidad-industrial/guardamotor/>.

**LEAO, L.**, Elección de PLC y de Sistemas de Documentación Adecuados. [en línea], 2017. [Consulta: 15 octubre 2017]. Disponible en: <http://www.cim-team.com.br/blog-de-ingenieria-electrica-moderna/eleccion-de-plc-y-de-sistemas-de-documentacion-adecuados>.

**MATEOS, F.**, Sistema automatizado. [en línea], 2001. [Consulta: 22 octubre 2017]. Disponible en: <http://isa.uniovi.es/docencia/iea/teoria/plc.pdf>.

**OBSERVATORIO TECNOLÓGICO**, Principios básicos de PLC. [en línea], 2007. [Consulta: 15 octubre 2017]. Disponible en: <http://recursostic.educacion.es/observatorio/web/gl/component/content/article/502-monografico-lenguajes-de-programacion?start=2>.

**PALLÁS, R.**, *Sensores y acondicionadores de señal*. 4 edición. Barcelona - España: s.n, 2003. ISBN 84-267-1344-0.

**Procesado de señales analógicas**. [en línea], 2014. [Consulta: 6 noviembre 2017]. Disponible en: [http://umh1772.edu.umh.es/wp-content/uploads/sites/799/2013/02/Tema7\\_parte1.pdf](http://umh1772.edu.umh.es/wp-content/uploads/sites/799/2013/02/Tema7_parte1.pdf).

**RAMIREZ, A., RODRIGUEZ, A., SERRATO, O. y RAMIREZ, R.**, BANDA TRANSPORTADORA POR VISIÓN. [en línea], 2013. [Consulta: 15 octubre 2017]. Disponible en: [http://eprints.uanl.mx/9823/1/Banda\\_transportadora\\_por\\_vision.pdf](http://eprints.uanl.mx/9823/1/Banda_transportadora_por_vision.pdf).

**Relés de estado sólido**. [en línea], 2010. [Consulta: 15 octubre 2017]. Disponible en: <http://www.electricasbc.com/articulo/contenido/15-reles-de-estado-solido>.

**RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, J., CERDA FILIU, L.M. y BEZOS SÁNCHEZ-HORNEROS, R.**, *Automatismos industriales*. 1 edición. Madrid: Paraninfo, 2014. ISBN 9788497324830.

**RUEDAS, C.**, Automatización industrial. [en línea], 2008. [Consulta: 15 octubre 2017]. Disponible en: [http://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin10/URL\\_10\\_MEC01.pdf](http://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin10/URL_10_MEC01.pdf).

**SABATÉ, P.**, Cinta transportadora de materiales a granel. [en línea], 1984. [Consulta: 15

octubre 2017]. Disponible en:  
[http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp\\_089.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/001a100/ntp_089.pdf).

**SERNA RUIZ, A., ROS GARCÍA, F.A. y RICO NOGUERA, J.C.,** *Guía práctica de sensores*. España: Creaciones Copyright, 2010. ISBN 9788492779499.

**Sistemas Neumáticos.** [en línea], 2016. [Consulta: 15 octubre 2017]. Disponible en:  
<https://automatizacionindustrialurp.wordpress.com/2016/04/22/sistemas-neumaticos/>.

**SISTEMAS PROACTIVOS,** Dosificación. [en línea], 2015. [Consulta: 15 octubre 2017]. Disponible en: <http://automatizacion.sistemasproactivos.com/dosificacion.html>.

**SOLBES MONZÓ, R.,** *Automatismos industriales*. Valencia: Nau LLibres, 2013. ISBN 9788476429204.

**STANLEY, E.,** Controlador programable S7-1200. [en línea], 2012. [Consulta: 23 septiembre 2017]. Disponible en:  
[http://media.automation24.com/manual/es/36932465\\_s71200\\_system\\_manual.pdf](http://media.automation24.com/manual/es/36932465_s71200_system_manual.pdf).

**STEGO,** Catálogo de Producto. [en línea], 2010. [Consulta: 23 septiembre 2017]. Disponible en: [http://www.construmatica.com/archivos/29066/stego\\_catalog\\_2010\\_es\\_1.pdf](http://www.construmatica.com/archivos/29066/stego_catalog_2010_es_1.pdf).

**TICBEAT,** La importancia de la automatización de los procesos de negocio. [en línea], 2016. [Consulta: 15 octubre 2017]. Disponible en: <http://www.ticbeat.com/empresa-b2b/la-importancia-de-la-automatizacion-de-los-procesos-de-negocio/>.

**VILCHES, E.,** EL CONTACTOR. [en línea], 2010. [Consulta: 28 agosto 2017]. Disponible en: [http://ieslaurona.edu.gva.es/file.php/148/elementos\\_20electromecanicos.pdf](http://ieslaurona.edu.gva.es/file.php/148/elementos_20electromecanicos.pdf).

**WONDERWARE,** El interfaz entre el proceso y los operadores. [en línea], 2017. [Consulta: 15 octubre 2017]. Disponible en: <http://www.wonderware.es/hmi-scada/que-es-hmi/>.



## ANEXOS

### Anexo A: Fotografías preliminares de la máquina antes de la instalación.



**Anexo B: Tablero eléctrico y neumático implementado.**





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRONICA**  
**INGENIERIA ELECTRONICA EN CONTROL Y REDES INDUSTRIALES**

Dir: PANAMERICANA SUR KM 1 1/2  
Tel. 0997222015



**FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA**

**INSTITUCION** ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO  
**DESCRIPCION DE PROYECTO** TRABAJO DE TITULACION  
**NUMERO DE DISEÑO** 01

**AUTOR** JAVIER OBREGON 319  
**NOMBRE DEL PROYECTO** DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA ENVASADO DE FLUIDOS SEMIPASTOSOS TARRINERA Nº2, PARA LA EMPRESA EPACEM S.A EN LA CIUDAD DE SANTO DOMINGO  
**TIPO** PROYECTO TECNICO  
**LUGAR DE INSTALACION** EPACEM SANTO DOMINGO  
**TUTOR** ING MARCO VITERI

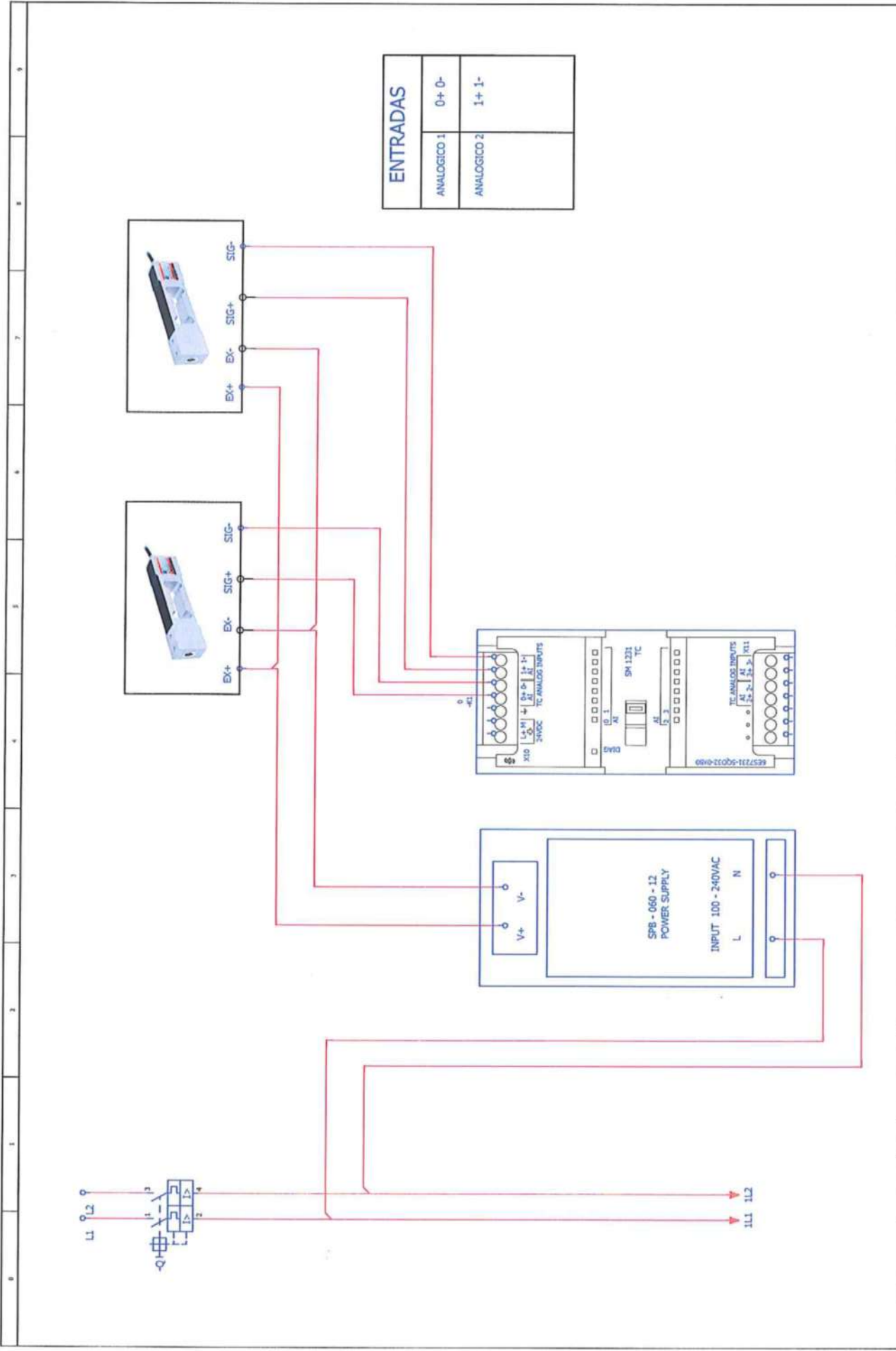
**Creado** 26-05-2017

Fecha	26/05/2017	EPLAN	EPACEM	*
Rep.	JAVIER OBREGON	INFORMACION PRINCIPAL		
Probad		Substituido por		
Original				
Fecha	Numero			
IC_01001				Hoja Informacion Pagina 1/8





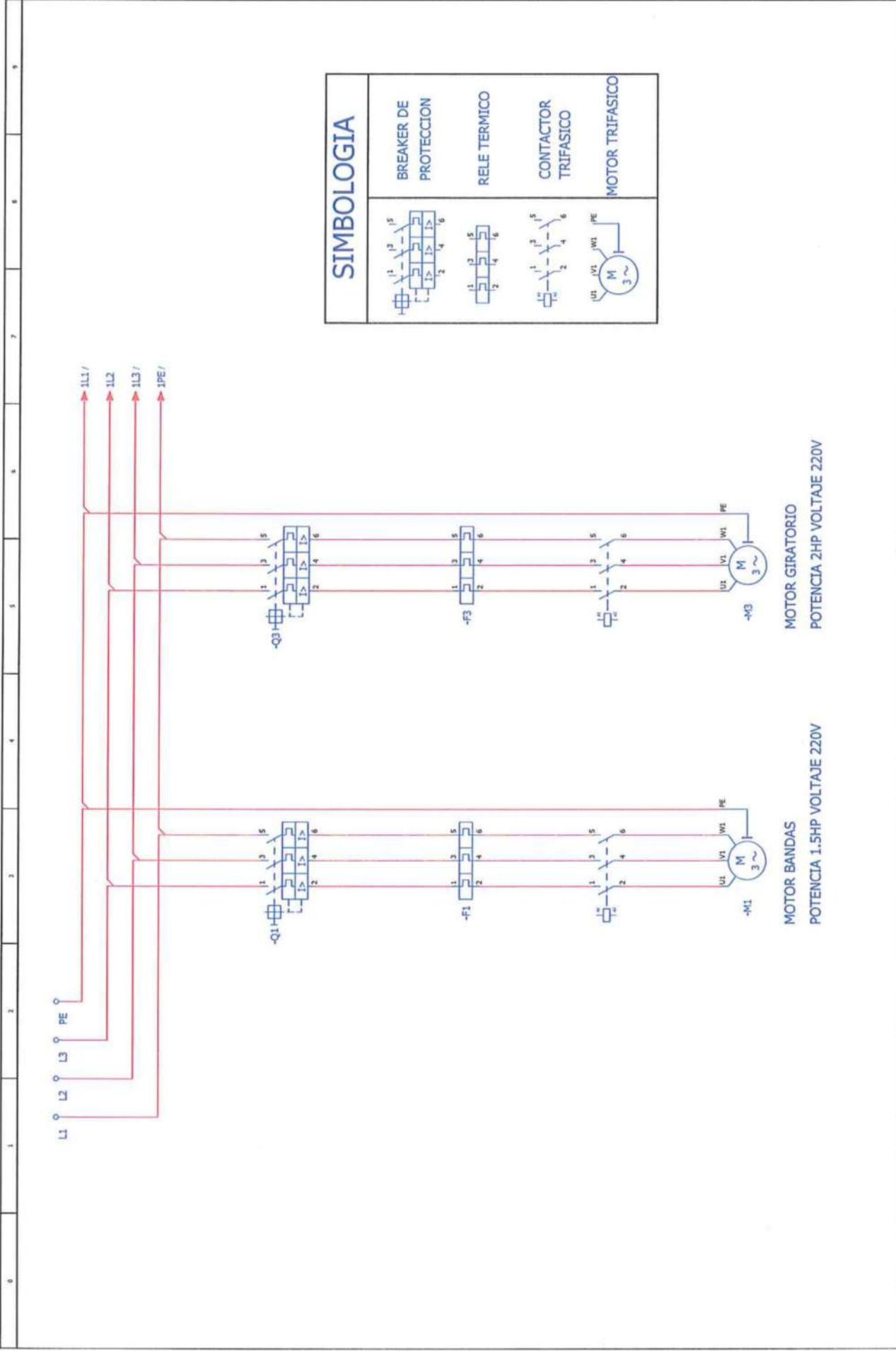




ENTRADAS	
ANALOGICO 1	0+ 0-
ANALOGICO 2	1+ 1-





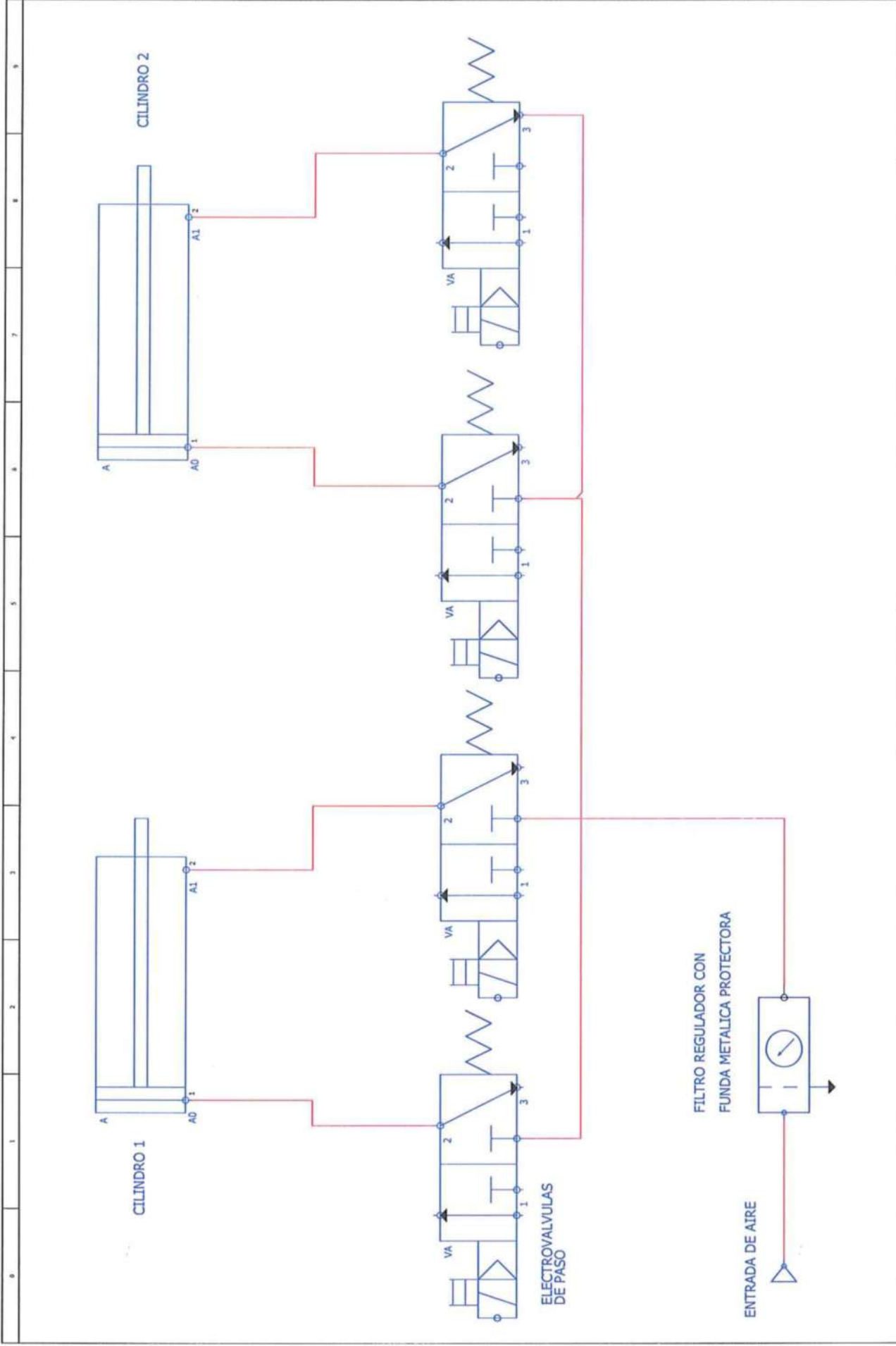


SIMBOLOGIA	
	BREAKER DE PROTECCION
	RELE TERMICO
	CONTACTOR TRIFASICO
	MOTOR TRIFASICO

MOTOR BANDAS  
 POTENCIA 1.5HP VOLTAJE 220V

MOTOR GIRATORIO  
 POTENCIA 2HP VOLTAJE 220V

Fecha	15/10/2017	EPLAN	EPACEM
Resp.	JAVIER OBREGON	FUERZA	
Proyecto		Sustituido por	
Original			
Nombre			
Fecha			
Hoja			
Página			7/8



9 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Fecha	14/10/2017	EPLAN	EPACEM	Hoja	Neumatico
Recib.	JAVIER OBREGON	NEUMATICO		Numero	8 / 8
Proceso		Substitución por		Id	JIC_p001
Original				Página	
Nombre					