



**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**PROPUESTA DE PUESTA EN MARCHA DE LA MÁQUINA  
SOPLADORA DE PET ESA-3000 DE LA EMPRESA LATINPLAST  
GROUP C. A. UBICADA EN LA ZONA INDUSTRIAL NORTE DE  
VALENCIA**

**Autor: Ayskel Muñoz**

**C. I.: V - 20.383.888**

**Urb. Yuma II, Calle N°3, Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (Master)- Fax: (0241) 8712394**



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

**PROPUESTA DE PUESTA EN MARCHA DE LA MAQUINA  
SOPLADORA DE PET ESA-3000 DE LA EMPRESA LATINPLAST  
GROUP C.A. UBICADA EN LA ZONA INDUSTRIAL NORTE DE  
VALENCIA**

**EMPRESA: LATINPLAST GROUP C.A.**

**Autor: Ayskel Muñoz**

**C. I.: V - 20.383.888**

**San Diego, abril del 2018**



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

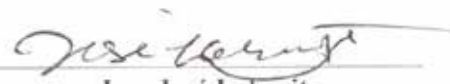
PROPUESTA DE PUESTA EN MARCHA DE LA MAQUINA  
SOPLADORA DE PET ESA-3000 DE LA EMPRESA LATINPLAST  
GROUP C.A. UBICADA EN LA ZONA INDUSTRIAL NORTE DE  
VALENCIA

CONSTANCIA DE APROBACIÓN

TUTOR EMPRESARIAL

TUTOR ACADÉMICO

  
Ing. Ramón Méndez  
C. I.: V- 7.290.208

  
Ing. José Laborit  
C. I.: V- 11.510.507



Autor: Ayskel Muñoz  
C. I.: V - 20.383.888

San Diego, abril del 2018



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

APROBACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero José Laborit portador de la cédula de identidad número V-11.510.507, en mi carácter de tutor del Informe de Pasantía presentado por la ciudadana Muñoz Ayskel, portadora de la cédula de identidad número V-20.383.888, titulado: **PROPUESTA DE PUESTA EN MARCHA DE LA MAQUINA SOPLADORA DE PET ESA-3000 DE LA EMPRESA LATINPLAST GROUP C.A. UBICADA EN LA ZONA INDUSTRIAL NORTE DE VALENCIA.** Presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electrónico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 02 días del mes de abril del 2018.

Ing. José Laborit  
C. I.: V- 11.510.507

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente a Dios por darme la inteligencia y perseverancia que necesité en el transcurso de mi carrera universitaria. Por rodearme siempre de gente linda y motivadora, por el ánimo que muchas veces infundió en mí a través de muchas personas y por permitirme hoy la culminación de esta meta.

A mis padres Dafne Flores y Jorge Aguilar por ser mis principales motivadores y por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida. Porque siempre creyeron en mí y en que lograría esta meta algún día. Por criarme correctamente y por esforzarse siempre por mi educación.

A mi esposo por ser mi mano derecha desde que lo conocí, porque siempre tuvo palabras de aliento para mí en esos momentos de desánimo, por su gran paciencia, comprensión y amor.

A la Universidad de Carabobo, que me permitió fundar las bases de mi carrera en su recinto, a los profesores de esta casa que con sus exigencias formaron en mí un carácter y conocimientos sólidos que llevaré en mí transitar. A todos aquellos profesores dentro de la facultad que me motivaron a ser una profesional de excelencia, muchas gracias.

A la Universidad José Antonio Páez por abrir sus puertas y permitir la culminación de mi formación universitaria en su recinto.

A mis profesores Marlene Zambrano, Irahí Rodríguez y Jorge Álvarez que dejaron una huella imborrable en mí con sus anécdotas, conocimientos, dedicación para enseñar y sus exigencias en cada clase impartida. Porque en ellos encontré palabras de aliento y por ser un gran ejemplo a seguir.

A mi tutor académico José Laborit, por haber aceptado ser mi tutor y por su ayuda en la elaboración del presente informe.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	vii
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS</b>	xi
<b>ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS</b>	xiii
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>CAPÍTULO I: LA EMPRESA</b>	
Ubicación.....	3
Descripción de la empresa.....	3
Procesos básicos.....	3
Productos elaborados.....	3
Misión de la empresa.....	4
Visión de la empresa.....	4
Valores de la empresa.....	4
Objetivos de la empresa.....	5
Estructura organizativa.....	5
<b>CAPÍTULO II: EL PROBLEMA</b>	
Planteamiento del problema.....	6
Formulación del problema.....	7
Objetivos de la investigación.....	8
Justificación del trabajo de pasantías.....	8
Limitaciones del estudio.....	9

### **CAPÍTULO III: MARCO REFERENCIAL CONCEPTUAL**

Antecedentes .....	11
Bases teóricas .....	14
Materiales termoplásticos .....	15
Definición de los plásticos .....	15
Termoestables .....	15
Termoplásticos .....	15
Materia prima dela empresa LATINPLAST GROUP C.A. ....	16
Polietileno .....	16
Polipropileno .....	16
PET .....	17
Proceso de producción de botellas .....	17
Elaboración de una botella de PET .....	18
Características de los envases de PET .....	18
Fallas y análisis de fallas .....	19
Tipos de fallas .....	20
Fallas debido a defectos durante la fabricación del equipo .....	20
Fallas por mal uso del equipo .....	20
Fallas debido al desgaste natural y al envejecimiento .....	20
Fallas debido a fenómenos naturales .....	20
Fallas en función de la capacidad de trabajo de la máquina .....	20
Fallas en función de cómo aparecen .....	20
Nivel de reparación de fallas .....	21
Primer nivel de reparación .....	21
Segundo nivel de reparación .....	21
Tercer nivel de reparación .....	21
Tipos de mantenimiento .....	21
Mantenimiento correctivo .....	22
Mantenimiento predictivo .....	22

Mantenimiento programado .....	22
Mantenimiento bajo condiciones .....	22
Mantenimiento preventivo .....	22
Definición de términos básicos .....	23
 <b>CAPÍTULO IV: FASES METODOLÓGICAS</b>	
Tipo de investigación .....	25
Fases metodológicas .....	25
 <b>CAPÍTULO V: RESULTADOS</b>	
Fase I .....	28
Fase II .....	56
Fase III .....	57
Fase IV .....	58
 <b>CONCLUSIONES</b> .....	
	62
 <b>RECOMENDACIONES</b> .....	
	64
 <b>REFERENCIAS</b> .....	
	66

## LISTADO DE GRÁFICOS Y FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Estructura organizativa de la empresa .....	5
Preformas para diferentes tamaños de botellas .....	18
Alimentador de la maquina ESA-3000 .....	29
Horno de la maquina ESA-3000 .....	30
Vista trasera del horno de la maquina ESA-3000 .....	30
Cambiador de la maquina ESA-3000 .....	31
Posicionador de la maquina ESA-3000 .....	32
Cilindro neumático de las pinzas del posicionador de la máquina .....	33
Cilindro neumático de la mesa del posicionador de la máquina .....	34
Regla de la máquina ESA-3000 .....	35
Barras laterales de la regla de la máquina ESA-3000 .....	35
Vista lateral de la prensa de la maquina ESA-3000 .....	36
Vista frontal de la prensa de la maquina ESA-3000 .....	37
Varillas de estiramiento de la máquina ESA-3000 .....	38
Panel frontal de la maquina ESA-300 .....	39
Mensaje en la pantalla HMI de la máquina ESA- 3000 .....	40
Pantalla antes de iniciar homing de la maquina ESA-3000 .....	42
Pantalla al culminar el homing de la maquina ESA-3000 .....	42

Pantalla de selección de modos de operación de la máquina .....	43
Pantalla al iniciar el modo manual de la maquina ESA-3000 .....	44
Pantalla al iniciar el modo automático de la maquina ESA-3000 .....	45
Tablero de control. Sección del PLC .....	47
Tablero de control. Sección de protecciones .....	48
Programa recomendado para desbloquear el PLC Master-K 120S .....	60
Software KGLWIN para PLC marca Master-K para Windows versión 3.66	61

## ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

	<b>Pág.</b>
Clasificación de los productos elaborados según el tipo de material .....	4
Características del cilindro neumático de las pinzas del posicionador .....	32
Características del cilindro neumático de la mesa del posicionador .....	33
Consumo de aire de la máquina ESA-3000 .....	46
Elementos de control de la MULTIPET ESA-3000 .....	49

## INTRODUCCIÓN

El presente informe está basado en las pasantías laborales que se realizaron en la empresa LATINPLAST GROUP C.A. para la cual se realizó una propuesta para la puesta en marcha de una máquina sopladora de PET modelo ESA-3000, ubicada dentro de sus instalaciones. La máquina sopladora de PET ESA-3000 es la máquina más nueva y sofisticada que tiene la empresa para la fabricación de botellas de este material y no se encuentra operando en la actualidad, ya que no logra culminar con éxito una secuencia de pasos iniciales necesarios para poder funcionar correctamente, en cualquiera de sus dos modos de operación (manual o automático). Esta secuencia de pasos se llama *homing* y la misma no logra completarlo, imposibilitando al operador el poder hacer uso de ella y a la empresa dejar de recibir beneficios como reducción de los costos de producción y de mantenimiento y ahorro en el consumo de energía eléctrica.

Con el fin de abordar este proyecto acatando lo exigido en el manual normativo de la Universidad José Antonio Páez se estructura este informe de la siguiente manera:

Capítulo I: Donde se da a conocer la descripción de la empresa, su ubicación, los productos que ella elabora; se mencionan también los tipos de procesos que utiliza para elaborar sus productos, así como su misión, visión, valores y por último la estructura organizativa de la misma.

Capítulo II: Aquí se plantea con detalle el problema, se presentan los objetivos de la investigación (tanto el general como los específicos), la justificación del trabajo de pasantías y las limitaciones que se podrían presentar durante su realización.

Capítulo III: En éste se encuentra contenido el marco referencial conceptual, se insertan los antecedentes y las bases teóricas en las que se apoyó este trabajo para estructurar el contenido del trabajo, así como también se incluyen las definiciones de algunos términos básicos.

Capítulo IV: Cuyo desarrollo se basa en las fases metodológicas, se especifica en primer lugar el tipo de investigación utilizada y se describen las actividades a desarrollar en cada fase de la presente investigación para alcanzar cada objetivo específico planteado en un principio.

Capítulo V: Es donde se muestran los resultados obtenidos durante la realización de cada fase

# **CAPÍTULO I**

## **LA EMPRESA**

### **1.1 Ubicación**

La empresa se encuentra ubicada en la zona industrial municipal norte, Avenida Este-Oeste Número 1, galpón 19-A, municipio Valencia, estado Carabobo.

### **1.2 Descripción de la empresa**

La empresa LATINPLAST GROUP, C.A. constituye una compañía que cumple con todo lo relacionado con la compra, venta, fabricación, representación, distribución, almacenaje y comercialización de piezas o envases en plástico y sus derivados; así como también los accesorios correspondientes.

### **1.3 Procesos básicos**

Los procesos empleados para la producción de envases en la empresa son los siguientes:

- Soplado
- Inyección
- Inyección-soplado

### **1.4 Productos elaborados**

La empresa elabora productos de tres materiales distintos (polipropileno, PET, polietileno), ver tabla 1 para su clasificación según el tipo de material.

**Tabla 1. Clasificación de los productos elaborados según el tipo de material**

<b>POLIPROPILENO</b>	<b>PET</b>	<b>POLIETILENO</b>
Envase de 0.250 LT.	Envase de 0.333 LT.	Tapa de botellón
Envase de 0.333 LT.	Envase de 0.5 LT.	Tapa de presión
Envase de 1.5 LT.	Envase de 1 LT.	Tapa de rosca
	Envase 1.5 LT.	Envase de 1 LT.

Fuente. Empresa LATINPLAST GROUP C.A. (2017)

### **1.5 Misión de la empresa**

Consolidar el buen funcionamiento de la industria del plástico basados en principios y valores definidos, con el compromiso de mejorar la calidad del producto, al servicio y satisfacción de los clientes.

### **1.6 Visión de la empresa**

Ser una empresa reconocida nacional e internacionalmente entre las mejores comercializadoras venezolanas del mercado del plástico.

### **1.7 Valores de la empresa**

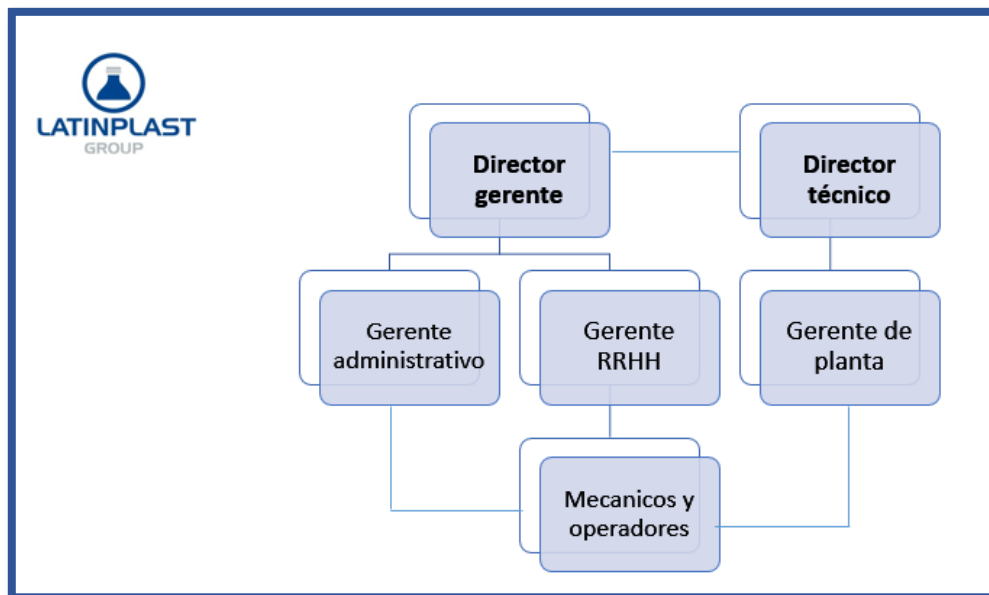
- **Socialmente:** Ser el pilar de seguridad económica de todos sus trabajadores.
- **Industrialmente:** Ofrecer un producto funcional que cumpla todas las normas de seguridad y sanidad.
- **Laboralmente:** Cumplir con todos los requisitos estipulados en la ley del trabajo y de seguridad, en conformidad con la LOPCYMAT.
- **Fiscalmente:** Garantizar la fiabilidad de los informes contables.

## 1.8 Objetivos de la empresa

- Desarrollar el conocimiento previamente obtenido por los fundadores para presentar productos de calidad y competitividad
- Garantizar la seguridad laboral de todos los empleados de la empresa

## 1.9 Estructura organizativa

En la figura 1 se muestra la estructura organizativa de la empresa.



**Figura 1. Estructura organizativa de la empresa**

Fuente. Empresa LATINPLAST GROUP C.A. (2017)

## **CAPÍTULO II**

### **EL PROBLEMA**

#### **2.1 Planteamiento del problema**

El Tereftalato de Polietileno (más conocido por sus siglas en inglés PET) tiene propiedades físicas peculiares y que han sido las razones por las que el material ha alcanzado un desarrollo relevante en la producción de una gran diversidad de envases para sus diferentes usos a nivel mundial.

Una de las áreas con mayor crecimiento en Venezuela ha sido la industria del plástico, hoy en día la mayoría de envases y tapas se elaboran con este tipo de material, esto es, debido a su maleabilidad y fácil procesamiento. Entre las ventajas de la fabricación de las botellas PET se encuentra su fuerte composición que las hace prácticamente irrompibles, la utilización de un material 100% reciclable, higiénico y sobre todo ligero, lo que permite su fácil trasportación. A estas ventajas se le une la transparencia del envase.

Es por esto que las grandes, medianas y pequeñas empresas dedicadas a esta área dentro del país han decidido incluir la automatización en el proceso de elaboración de envases y hoy en día existen innumerables máquinas con control automático en la creación de envases de polietileno. Cabe resaltar que este tipo de máquinas proporcionan a las empresas que se dedican a esta rama de la industria una reducción en los costos de producción y un incremento de la misma. Sin embargo, por tratarse de máquinas automatizadas, la mayoría están sujetas a órdenes suministradas por PLC (Controlador Lógico Programable) y están expuesta a fallas; según Chacón L. (2012, p.14) “Una falla, es la causa u evento que nos lleva a la finalización de la capacidad de un equipo para realizar su función adecuadamente o para dejar de realizarla en su totalidad”.

Actualmente la empresa LATINPLAST GROUP C.A. cuenta con una máquina sofisticada y completamente automatizada que tiene por nombre Multipet ESA-3000, la misma fabrica botellas de Tereftalato de Polietileno (PET) y las moldea por el método de soplado; dicha máquina estuvo en funcionamiento un año y medio después de su compra y empezó a presentar fallas en el soplado de las preformas, luego se le partió el eje de uno de sus servo motores y al ser reemplazado por uno de las mismas especificaciones empezó a presentar fallas en la realización del homing, arrojando un mensaje de error en la pantalla y una señal de alerta, al no poder culminar todos sus pasos. El homing es la secuencia de pasos iniciales que debe completar la máquina para colocar cada elemento en su estado inicial y de esta forma preparar la máquina para su funcionamiento, sin la realización de este proceso la máquina no puede operar en ninguno de sus modos (manual o automático). Luego de esto la empresa no encontró personal especializado que estuviese dispuesto a dedicar tiempo y es fuerza a reestablecer el funcionamiento de la misma.

De allí pues, surge la necesidad de realizar una propuesta para lograr poner en marcha dicha máquina, a fin de que la misma trabaje al cien por ciento y aumente la producción de la empresa, al elaborar más botellas en menos tiempo, todo esto con menos personal a cargo y con menor consumo de energía eléctrica, en comparación con las otras máquinas que tiene la empresa.

## **2.2 Formulación del problema**

La empresa LATINPLAST GROUP C.A. requiere tener operando todas sus máquinas sopladoras de PET en óptimas condiciones, para así poder conservar su nivel de producción y poder cumplir con su misión de ofrecer los mejores productos a nivel nacional. A partir de lo dicho anteriormente surgen las siguientes interrogantes:

¿Qué debe hacerse para poner nuevamente en funcionamiento la máquina sopladora de PET ESA-3000?

¿Cómo la puesta en marcha de la máquina Multipet ESA-3000 beneficiaría a la empresa LATINPLAST GROUP C.A.?

## **2.3 Objetivos de la investigación**

### **2.3.1 Objetivo general**

Proponer la puesta en marcha de la máquina sopladora de PET ESA-3000 de la empresa LATINPLAST GROUP C. A., ubicada en la Zona Industrial Norte de Valencia.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

1. Diagnosticar el sistema de control actual de la máquina sopladora de PET ESA-3000.
2. Identificar las posibles causas de falla de la máquina.
3. Determinar los recursos necesarios para la puesta en marcha de la sopladora de PET.
4. Proponer un programa de puesta en marcha para la maquina sopladora de PET ESA-3000.

## **2.4 Justificación del trabajo de pasantías**

El sector de soplado de una línea embotelladora, es un área que está creciendo rápidamente de la mano del éxito reciente que ha vivido el PET. El plástico está entrando en los diversos mercados de bebidas que antiguamente pertenecían al vidrio. Con nuevas tecnologías que preservan la calidad del líquido que embotella, el uso del vidrio se ve en amenaza frente a la nueva solución del PET. Y es que el PET presenta muchas ventajas y ofrecen mayores beneficios, como lo son un menor peso que el vidrio, que requiere menos consumo de energía para su fabricación y que posee una mayor facilidad para diversificarse en diferentes formatos y geometrías de la botella.

Además de todas las ventajas, al igual que el vidrio, preserva bien el líquido a embotellar, además de ser botellas 100% reciclables.

Es por ello que la puesta en marcha de la máquina sopladora de PET ESA-3000, trae innumerables ventajas a la empresa LATINPLAST GROUP C.A., empresa sobresaliente por la fabricación de envases plásticos y tapas de excelente calidad y dispuesta a invertir en tecnologías que ayuden al ambiente.

Con respecto a las ventajas más resaltantes de la máquina, cabe señalar que la misma no sólo contribuye notablemente con la reducción de costos de producción, sino también proporciona bajo consumo de energía eléctrica y un bajo costo de mantenimiento (objetivos deseables en cualquier empresa). Tomando lo antes planteado, surge la necesidad de tener operando la máquina sopladora de PET ESA-3000, ya que la misma representa un alto ingreso económico a la empresa por tratarse de una máquina totalmente automática, apta para producir 3000 garrafas por hora y con poco personal a cargo, capaz de ejecutar movimientos precisos, gracias a los servo motores de alta tecnología que hacen posible un rendimiento de hasta 1500 unidades sopladas de 500ml y también por tratarse de la máquina más nueva y sofisticada que tiene la empresa, además de ser la única que posee moldes de cambio rápido; éstos moldes están fabricados con un material más económico que los demás y representa un ahorro en tiempo y dinero a la hora de remplazarlos.

## **2.5 Limitaciones del estudio**

La única limitante del estudio será comunicarse satisfactoriamente con el soporte técnico de la empresa Multipet ubicada en Brasil, empresa fabricante de la maquina en estudio, ya que dicha empresa posee los manuales de operación, planos eléctricos, manuales de mantenimiento y a su vez es la encargada de suministrar en caso de alarma de la máquina un código de liberación para la misma. Por ello es necesario la comunicación efectiva con el soporte técnico de Multipet, para así poder llevar a cabo

cada uno de los objetivos propuesto en este trabajo y lograr como objetivo futuro la puesta en marcha de la Multipet ESA-3000.

## CAPÍTULO III

### MARCO REFERENCIAL CONCEPTUAL

#### 3.1 Antecedentes de la Investigación

Como sustento a esta investigación, se realizó una búsqueda previa en documentos y material bibliográfico que guardaban relación con el tema de estudio, dicha búsqueda permitió escoger aquellas investigaciones que se encuentran en correspondencia directa o indirecta con el objetivo general de esta investigación.

Baldeón y Janeta (2016), que en su tesis de grado titulada “Automatización y puesta en marcha de una máquina inyectora de plástico para la empresa MATRICERÍA Y PRODUCCIÓN EDBOR” presentado ante la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, como requisito para poder optar por el título de Ingeniero Industrial, dejan claro que su proyecto pretende dar a conocer la importancia que tiene para dicha empresa la automatización de una de sus maquinarias, para la mejora de su producción y fijan como objetivo poner en marcha una máquina, utilizando un PLC para conseguir automatizar el sistema y detectar cualquier falla que se pueda presentar.

Cabe mencionar que al igual que en Venezuela, en Ecuador la industria del plástico y polímeros es uno de los sectores con más crecimiento en los últimos años, y al igual que este trabajo de investigación se pretende repotenciar una máquina para poder competir en un mercado cada vez más estricto en cuanto a calidad y costos de producción.

En este proyecto se puede observar que la máquina inyectora de plástico a automatizar incluye la mayoría de los componentes que posee la máquina sopladora de PET ESA-3000 (electroválvulas, contactores, relés, unidad de mantenimiento, cilindros, moldes), además de esto, posee sistemas eléctricos, neumáticos y mecánicos que guardan gran similitud con la máquina objeto de estudio en esta investigación. Por

otro lado, también se hace mención de ciertos análisis que deben realizarse a la hora de ponerla en marcha, análisis de la parte física, de la parte neumática y del sistema automático (PLC), similar a lo que se fijó en esta investigación como objetivo; aunado a esto, se propone un pequeño programa para detección de averías en el funcionamiento de la máquina que podría ser de utilidad para este proyecto.

Finalmente, los autores de la investigación mencionada con anterioridad, lograron demostrar los beneficios de la automatización en la máquina inyectora en cuanto al tiempo de producción y como recomendación acotan que no debe usarse un plástico de diferentes características a las específicas en el diseño de la máquina, ya que la temperatura está regulada para un plástico específico (en el caso de la máquina inyectora Polipropileno); lo cual es un aporte válido para la investigación actual.

Orozco y Quintero (2015) llevaron a cabo un trabajo de grado presentado ante la Universidad Tecnológica de Pereira, titulado “Simulación de una máquina automatizada para empacar arequipe”. En este trabajo las autoras logran diseñar la máquina para automatizar el proceso de llenado y sellado del arequipe, y también logran simular dicho proceso con el programa IRIS 2D, en donde se logra observar el funcionamiento de la máquina y su respectivo control.

Dicha investigación guarda relación con este proyecto porque en ella se resaltan los múltiples beneficios que trae la automatización en un proceso industrial y mencionan algunas ventajas tales como, reducción de costos, fácil mantenimiento, producciones masivas y de alta calidad, por nombrar algunas; beneficios que ofrece la máquina sopladora de PET ESA-3000, al ser una máquina completamente automatizada y que permite a sus operadores configurarla en modo manual o automática.

Morín (2014) en su informe de pasantías presentado ante la ilustre Universidad Simón Bolívar para optar al título de Técnico Superior Universitario en Tecnología Mecánica titulado “Propuesta de mantenimiento periódico de la maquinaria en el área de planta Tecnolam de Venezuela”, desarrolló un proyecto donde su objetivo principal

era proponer un plan de mantenimiento para la máquina ubicada en el área de planta de la empresa TecnoLAM C.A. donde determinó la importancia del mantenimiento, sus causas y consecuencias, con el fin de proponer mejoras y correctivos correspondientes a este tipo de procedimiento.

El autor resalta la importancia de realizar un mantenimiento periódico en las maquinarias y comprueba que este procedimiento no sólo mejora el desempeño de las mismas, sino que también alarga la vida útil de todos los componentes que la conforman, trayendo como consecuencia una mayor continuidad de la producción de la empresa. Dicha investigación representa un aporte a este trabajo de pasantías en cuanto a las fallas y tipos de mantenimientos industriales que deben tomarse en cuenta en una maquinaria. Además de compartir como objetivo la mejora de la producción de la empresa.

Rodríguez (2014) presentó un trabajo de grado ante la Universidad José Antonio Páez, para optar al título de Especialista en Automatización Industrial titulado “Automatización del proceso de trazado y corte mediante robots industriales para disminuir el tiempo de trabajo, incrementar la producción y mejorar la calidad” en donde propone un proyecto que se basa en la automatización del proceso de trazado y corte, mediante robots industriales, para la empresa G.R.E. Manufacturas, ubicada en Valencia, Venezuela, con el objetivo de lograr la disminución del tiempo de trabajo, mejorar la calidad del producto y aumentar la producción de la empresa. El aporte de este trabajo radica en que se aplicó una metodología similar, por tratarse de un proyecto factible, además de referirse a una propuesta de automatización.

Burbano y Cún (2013) en su trabajo titulado “Automatización y puesta en marcha de máquina inyectora Reed-100 en Plásticos Ecuatorianos S.A.”, presentado ante la Universidad Politécnica Salesiana de Guayaquil, Ecuador, como un proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico con mención en Sistemas Industriales, en donde se observa una estrecha relación con el tema objeto de estudio en este trabajo

de investigación, por tratarse de una máquina que posee similares características a la Multipet ESA-3000.

La propuesta de automatización de la máquina inyectora de plásticos realizada a la empresa Plásticos Ecuatorianos S.A. por Burbano y Cún surgió porque se trataba de una máquina de estructura de muy buena calidad y que representaba un alto ingreso para la empresa (lo cual impedía que se prescindiera de ella), dicha máquina estaba inhabilitada por falta de repuestos, aunque el sistema hidráulico se encontraba en buen estado. En dicho proyecto los autores se basan en la implementación de un PLC, de un microcontrolador y de una pantalla HMI para el control y supervisión de los movimientos de la máquina.

Al igual que en la máquina sopladora de PET ESA-3000 los movimientos de la máquina inyectora Reed-100 son controlados por un PLC, el cual controla las activaciones de las válvulas dependiendo de las entradas y también posee una pantalla táctil en donde se pueden configurar movimientos en manual, así como activar o desactivar funciones y en donde además se pueden verificar alarmas.

### **3.2 Bases Teóricas**

A continuación, se presentan una serie de conceptos que constituyen la base de esta investigación y que servirán de apoyo para la solución del problema planteado. A fin de familiarizar al lector con el tema resulta conveniente comenzar con el estudio de los diferentes tipos de plásticos que existen para luego destacar los tipos de materiales que usa la empresa para la fabricación de sus botellas y finalmente instruir al lector sobre los procedimientos que deben seguirse para la elaboración de un envase de PET por el proceso de soplado.

Al respecto, Cárdenas (2010) expresa lo siguiente sobre las bases teóricas:

Cuando se desarrolla un proyecto que contempla la construcción, ampliación o modificación de una planta, instalación industrial, o cualquier trabajo de importancia como es la adecuación tecnológica de un sistema contra incendios, implica el manejo de

diversos recursos: materiales, económicos y humanos. No se debe realizar ningún trabajo de importancia sin antes hacer el proyecto de ingeniería. (p.80).

### **3.2.1 Materiales termoplásticos**

#### **3.2.1.1 Definición de los plásticos**

Según lo expresa Barona (2011, p.24) “los plásticos son el material de mayor crecimiento en la industria moderna, su amplia versatilidad y propiedades hacen que sean los materiales más adaptables en términos de aplicación”

La molécula básica es el monómero que tiene como base el carbono, las materias primas para la producción de plásticos son los gases de petróleo y del carbón, la resina básica se produce por la reacción química de monómeros para formar la molécula de cadena larga llamada polímeros. Hay dos tipos bien definidos de plásticos los termoestables y los termoplásticos.

##### **3.2.1.1.2 Termoestables**

El concepto termoestable deriva de las palabras thermo (calor) y stabilis (permanente), son materiales que después de someterlos a la acción del calor para darle su forma no pueden volver a su estado inicial y no pueden ser recuperados.

##### **3.2.1.1.3 Termoplásticos**

Este tipo de polímero es una cadena larga de monómeros, presentan la característica que cuando son sometidos a las altas temperaturas se reblandecen y son moldeados a presión.

Cabe resaltar que las altas temperaturas no afectan sus propiedades químicas o físicas de manera apreciable, el efecto que se desea es el de ablandar el material para su reprocesamiento y pueden ser utilizados varias veces.

### **3.2.2 Materia prima de la empresa LATINPLAST GROUP C.A.**

El polietileno de baja densidad se utiliza para la inyección y soplado, el polietileno de alta densidad se utiliza únicamente para el soplado, el polipropileno se utiliza para el soplado, el PET es un material que llega en preforma se lleva a un horno donde pasa por diferentes resistencias para ser ablandado y luego es soplado directamente al molde.

En la fabricación de envases plásticos se utiliza el polietileno, en la empresa se usa como materia prima los siguientes:

- Polietileno
- Polipropileno
- PET (Tereftalato de Polietileno)

#### **3.2.2.1 Polietileno**

Este termoplástico es un derivado del petróleo y tiene la característica que puede moldearse por soplado o extrusión. La manera de obtener es por medio de la polimerización del etileno, por medio de diferentes reacciones. Se emplea para producir recipientes para cubos de hielo, vasos para beber, vajillas, botellas, bolsas, globos, juguetes, barreras contra la humedad.

- **Polietileno de baja densidad:** Sus usos son como recubrimientos de canales, bolsas plásticas, contenedores herméticos y tuberías para riego.
- **Polietileno de alta densidad:** Se emplea para recipientes moldeados por soplado como las botellas.

#### **3.2.2.2 Polipropileno**

Es un termoplástico que es obtenido por la polimerización del propileno, subproducto gaseoso de la refinación del petróleo. Todo esto desarrollado en presencia de un catalizador, bajo un cuidadoso control de temperatura y presión. El Polipropileno se puede clasificar en tres tipos (homopolímero, copolímero rándom y copolímero de alto impacto), los cuales pueden ser modificados y adaptados para determinados usos. Se obtiene en el mercado en la forma que hace posible su transformación mediante

inyección, soplado y extrusión, se emplea para fabricar recipientes térmicos comerciales y medicinales, accesorios de tuberías, aislamientos de cables y alambres, láminas de embalaje.

### **3.2.2.3 PET**

Es un polímero termoplástico lineal, con un alto grado de cristalinidad. Como todos los termoplásticos puede ser procesado mediante extrusión, inyección, inyección-soplado, soplado de preforma y termoconformado. Para evitar el crecimiento excesivo de las esferulitas y lamelas de cristales, este material debe ser rápidamente enfriado, con lo que se logra una mayor transparencia. La razón de su transparencia al enfriarse rápidamente consiste en que los cristales no alcanzan a desarrollarse completamente y su tamaño no interfiere con la trayectoria de la longitud de onda de la luz visible, de acuerdo con la teoría cuántica. Actualmente, el principal uso que se le da a la resina PET es la fabricación de envases para refrescos, agua purificada, aceite comestible, medicinas, productos de limpieza, productos de aseo personal, cosméticos, entre otros.

### **3.2.3 Proceso de producción de botellas**

El proceso para la producción de botellas de plástico se inicia mediante una preforma, que se obtiene como materia prima en el mercado. La preforma viene en distintos materiales, entre los cuales se destaca el uso de polietileno tereftalato (PET), polietileno de alta densidad (HDPE) y polipropileno (PP); todos polímeros. Actualmente el PET es el material con más auge en la industria. Estas preformas tienen la característica que vienen con la rosca de la botellas ya incluidas. La figura 2 muestra una diversidad de preformas de PET en las cuales se observan diferentes tamaños y colores. El color, tamaño y material de la preforma, va acorde al formato de botella que se desea obtener y el fluido que se va a embotellar.



**Figura 2. Preformas para diferentes tamaños de botellas**  
Fuente. Briceño (2009, p.11)

### **3.2.4 Elaboración de una botella de PET**

Cada preforma se calienta en un horno a una temperatura de alrededor de 100°C. El calentamiento ablanda la preforma y la hace elástica, lo que permite estirarla y soplarla para que tome la forma del molde. Todo esto se realiza en una sopladora, equipos que se presentan en variados modelos para adaptarse a las necesidades específicas de fabricación como la velocidad de producción y del proceso. Apenas se sopla la botella, se le debe enfriar inmediatamente para asegurarse de que mantenga su forma. Las máquinas sopladoras de botellas poseen moldes que están sometidos a bajas temperaturas, y cuando la preforma es soplada hace contacto con las paredes del mismo, creándose de forma inmediata la botella de PET.

### **3.2.5 Características de los envases de PET**

Los envases de PET se caracterizan por ser 100 % reciclables y por lo tanto amigables con el ambiente, pero también poseen otras características básicas tales como:

Seguridad: Son resistentes y prácticamente irrompibles durante la producción, el almacenamiento y el transporte.

Ligereza: Una botella PET equivale al 10% en peso de un paquete de vidrio. El costo de traslado es reducido a un 30%.

Cristalinidad y transparencia: Los productos lucen bien, puros y saludables. Las botellas de PET para espumosos atraen la atención.

Higiénicos: Aprobado para productos alimenticios porque conserva el sabor y aroma.

Debido a que en este trabajo se realizará un diagnóstico de la máquina sopladora de PET ESA-3000 para poder identificar las posibles causas de fallas de la misma, resulta necesario conocer sobre los tipos de fallas que se presentan en un equipo.

### **3.2.6 Fallas y análisis de falla**

El análisis de falla se podría definir como el conjunto de actividades de investigación que, aplicadas sistemáticamente, trata de identificar las causas de las fallas y establecer un plan que permita su eliminación. El análisis sistemático de las averías se ha mostrado como una de las metodologías más eficaces para mejorar los resultados del mantenimiento.

En la industria una avería se entiende como una falla que impide que una máquina mantenga el nivel productivo deseado, este concepto se debe ampliar a los fallos que provocan o reducen la calidad en un producto, genera problemas de seguridad industrial, pérdidas energéticas y contaminación ambiental.

En este sentido se comprende que una máquina debe alcanzar el nivel de producción para la cual fue diseñada y obtener el producto que se espera. Si la calidad del producto depende del estado de la máquina cualquier hecho que haga descender esta calidad se considera fallas.

### 3.2.7 Tipos de fallas

Se empieza por el origen de la avería y clasificándola en los siguientes tipos de fallas:

- **Fallas debido a defectos durante la fabricación del equipo:** Estos se producen porque se desconoce las condiciones de fabricación del equipo.
- **Fallas por mal uso del equipo:** Se deben al desconocimiento del manejo del equipo y su uso en trabajos para los cuales no fue diseñada o en régimen superiores a los especificados.
- **Fallas debido al desgaste natural y al envejecimiento:** Se tratan de roturas, desgaste, corrosión, fatiga y cavitación que se manifiestan después de un determinado tiempo.
- **Fallas debido a fenómenos naturales:** En este grupo están incluidos los fenómenos meteorológicos y causa exteriores a los equipos que provocan un mal funcionamiento.

Desde el punto de vista de mantenimiento hay dos grandes clasificaciones para las fallas:

- **Fallas en función de la capacidad de trabajo de la máquina:** Se clasifican en fallas totales o parciales. La primera implica un paro de todo el sistema productivo, la segunda afecta una serie de elementos de la máquina, pero ésta aún puede continuar trabajando.
- **Fallas en función de cómo aparecen:** Son clasificadas en progresivas y repentinas. La primera son las que permiten anticipar su aparición y están asociadas al desgaste, la abrasión o desajustes. Las fallas repentinas son difíciles de predecir y suelen estar relacionadas con la rotura de elementos.

Una vez identificadas las posibles causas de fallas de la máquina, será necesario conocer cómo se van a reparar dichas fallas es por ello que se mencionan los siguientes conceptos.

### **3.2.8 Niveles de reparación de fallas**

Es el grupo de acciones que están destinadas a eliminar cualquier degradación que impida el normal funcionamiento de una máquina. Barona (2011) las clasifica en tres niveles:

#### **3.2.8.1 Primer nivel de reparación**

Consiste en lograr que la máquina funcione sin analizar la causa que ha originado la falla. Este tipo de reparación es muy rápida y apropiada si la producción no puede parar.

#### **3.2.8.2 Segundo nivel de reparación**

En este nivel se responde la pregunta ¿Qué causó la avería? y se actúa directamente sobre ella, cambiando o reparando el elemento defectuoso, para asegurar que no se repita el problema en un plazo de tiempo determinado.

#### **3.2.8.3 Tercer nivel de reparación**

Este implica responderse dos preguntas: ¿Cuál es la avería? y ¿Cuál es la causa de la avería? Y actuar de manera simultánea sobre la avería y su origen, para asegurar que no vuelva a ocurrir.

Ahora bien, dado que este trabajo es una propuesta para poner a operar la máquina sopladora de PET ESA-3000, es conveniente conocer los tipos de mantenimientos que se pueden realizar a un equipo, para así poder plantear o recomendar el que sea conveniente a la máquina en estudio.

### **3.2.9 Tipos de Mantenimiento**

Existen varios enfoques en la realización del mantenimiento de los equipos en una empresa. A continuación se describen algunos:

### **3.2.9.1 Mantenimiento correctivo**

Se enfoca en la corrección de los problemas o averías en el momento que aparecen, implementando una solución rápida que ponga nuevamente en funcionamiento el equipo.

### **3.2.9.2 Mantenimiento predictivo**

Este tipo de mantenimiento tiene como finalidad predecir fallas en una máquina, generalmente, usando ensayos no destructivos. Frecuentemente se aplican a equipos o partes de la máquina que son muy costosas.

### **3.2.9.3 Mantenimiento programado**

Es muy recomendado por los fabricantes de las máquinas y se basa en datos estadísticos en los cuales se tiene información de las piezas que conforman un equipo y su deterioro con el tiempo.

### **3.2.9.4 Mantenimiento bajo condiciones**

Se utiliza cuando ya se tiene un programa de mantenimiento preventivo, ya que se especifican las condiciones de operación o el contexto de la máquina. Si se cambian dichas condiciones se debe realizar un mantenimiento bajo las nuevas condiciones para adecuar al equipo o máquina para su correcto funcionamiento.

### **3.2.9.5 Mantenimiento preventivo**

Este tipo de mantenimiento tiene como objetivo anticiparse a las fallas de los equipos o máquinas. Debe realizarse para su implementación un plan de mantenimiento donde es necesario un registro estadístico completo de las fallas más comunes; en caso de no existir tales registros, el plan de mantenimiento debe comenzar con el diseño de las actividades requeridas para la recolección de tal información.

Se debe tener en cuenta que toda máquina es un conjunto de sistemas (mecánicos, eléctricos, entre otros) que se relacionan y necesitan diferente tipo de mantenimiento y a intervalos de tiempo diferentes. La identificación de estos sistemas es importante porque afecta directamente el plan de mantenimiento.

Mediante las técnicas de medición y ensayos no destructivos en la empresa se debe realizar el registro de anomalías de la máquina o equipo y la frecuencia con que ocurren, esto puede lograrse con inspecciones visuales, medición de temperaturas, análisis de lubricante, medición de vibraciones, pruebas de ultrasonido, entre otros.

El plan de mantenimiento preventivo consiste en una serie de trabajos o intervenciones al equipo que se deben realizar según un cronograma definido, esto para optimizar su desempeño y evitar paros no programados para reparaciones de emergencia. Es recomendable en este tipo de mantenimiento seguir las instrucciones de los fabricantes y tener en cuenta los puntos de vista de los técnicos especializados en esta área. En el mantenimiento preventivo se realizan dos tipos diferentes de intervenciones, la primera consiste en realizar trabajos que no necesitan conocimientos profundos y no es necesario ningún tipo de herramienta especializada (cambio de lubricante, por ejemplo), en la segunda es necesario el uso de personal especializado, con herramientas especializadas (por ejemplo cambio de una pieza, balanceo de ejes, entre otros).

### **3.3 Definición de Términos Básicos**

A continuación, se describen algunos conceptos resaltantes que sirven de mucha utilidad para comprender con mayor facilidad la investigación.

**Puesta en marcha:** Conjunto de técnicas que permiten, la identificación, análisis y evaluación sistemática de la probabilidad de la ocurrencia de daños asociados a los factores externos (fenómenos naturales, sociales) fallas en los sistemas de control, los sistemas mecánicos, factores humanos y fallas en los sistemas de administración; con

la finalidad de controlar o minimizar las consecuencias hacia los empleados, a la población, al ambiente, a la producción o las instalaciones.

**Preforma:** Es una clase de tubo de ensayo, más corto que la botella que será, pero con las paredes más gruesas, que se sopla y amolda; la misma tiene una rosca en su parte superior para aplicar una tapa roscada. Durante la fase de soplo-moldura, el aire a alta presión es soplado en la preforma permitiéndole tomar la forma exacta del molde en el que fue introducido. El producto final es una botella transparente, fuerte y ligera.

**PET (Polietileno Tereftalato):** Es un material fuerte de peso ligero de poliéster claro. Se usa para hacer recipientes para bebidas suaves, jugos, agua, bebidas alcohólicas, aceites comestibles, limpiadores caseros, y otros.

**Homing:** Es la primera operación que realiza la máquina sopladora de PET ESA-3000 y se refiere al conjunto de operaciones ejecutadas por los servomotores de la máquina en los cuales los mismos ejecutan su parametrización.

## **CAPÍTULO IV**

### **FASES METODOLÓGICAS**

#### **4.1 Tipo de investigación**

La presente investigación se enmarcará bajo la modalidad de proyecto factible. Se denomina proyecto factible a la elaboración de una propuesta viable, destinada para atender necesidades específicas a partir de un diagnóstico.

Con respecto a lo expresado anteriormente Hurtado (2014) afirma que:

Un proyecto factible consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base a los resultados de un proceso investigativo. (p.47)

Cabe resaltar, que el proyecto presentado en este trabajo de investigación entra dentro de esta modalidad, por tratarse de una propuesta para la puesta en marcha de la máquina sopladora de PET, modelo ESA-3000 de la empresa LATINPLAST GROUP C.A. planteada con el propósito de que dicha empresa aproveche todo el potencial de la máquina y disfrute de los beneficios que esta genera en comparación con otras máquinas que se encuentran dentro de la planta; reintegrando de esta forma, la inversión que significó en su momento para dicha organización la adquisición de la misma.

#### **4.2 Fases metodológicas**

A continuación, se describirá el procedimiento a ejecutar durante el desarrollo de las pasantías, el mismo será desplegado en cuatro fases; las cuales proporcionarán el cumplimiento de los objetivos específicos ya mencionados en el capítulo II.

**Fase I: Diagnostico del sistema de control actual de la máquina sopladora de PET ESA-3000.**

La realización de esta fase se cumplirá a través de la observación directa y en el transcurso de la misma surgirá la identificación de todos los elementos que conforman la maquina en estudio (Multipet ESA-3000) para poder reemplazarlos en caso de falla.

**Fase II: Identificación de las posibles causas de falla de la máquina.**

En esta fase será necesaria la identificación de las variables importantes durante el proceso de soplado, para así analizar los componentes que podrían estar generando fallas en el homing de la maquina sopladora de PET ESA-3000, que se encuentra ubicada en la empresa LATINPLAST GROUP C.A. Durante la realización de esta fase se probarán sensores, relés, fusibles, cableado, servomotores y se verificará que cada elemento esté funcionando correctamente; de ser así, se tomará como siguiente objetivo analizar la programación del PLC Master-K 120S, mediante el software KGLWIN, para poder identificar los errores que arroja el HMI de la misma.

**Fase III: Determinación de los recursos necesarios para la puesta en marcha de la sopladora de PET.**

En esta fase será necesario comprobar la existencia de los manuales de operación de la máquina, diagramas eléctricos, cables de comunicación para el PLC Master-K 120S, componentes de repuestos, cables de comunicación para los servomotores con sus servo drivers; para así poder determinar la viabilidad de la propuesta a desarrollarse en la siguiente fase; así como también generar un fundamento teórico sobre la máquina en estudio.

**Fase IV: Propuesta de un programa de puesta en marcha para la maquina sopladora de PET ESA-3000.**

Para poder cumplir con esta última fase, resulta ineludible utilizar el material compilado en la fase anterior, ya que existen una serie de documentos y planos con directrices y normas para poner en marcha la máquina sopladora de PET. Estos documentos servirán como guía para poder realizar la propuesta del programa de puesta en marcha de dicha máquina, que incluirá una manual de mantenimiento y un protocolo de verificación de componentes y de condiciones iniciales antes de proceder a arrancar la sopladora automática ESA-3000.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

En este capítulo se desarrollan los resultados finales del estudio según las fases propuestas al principio de esta investigación, vinculados con los objetivos específicos de este informe de pasantía.

#### **Fase I: Diagnostico del sistema de control actual de la máquina sopladora de PET ESA-3000**

Como paso previo al diagnóstico se realizó una observación detallada de la sopladora Multipet ESA-3000, con la finalidad de conocer las partes que la conforman. Encontrándose que la misma está compuesta por 6 partes fundamentales, las cuales se mencionan y describen a continuación:

**Alimentador:** Es una pieza que está conformada por dos pinzas cuyo cierre es ejecutado por el accionamiento de dos cilindros neumáticos Su función es recibir las preformas y luego llevarlas al horno donde éstas emprenderán su recorrido para ser calentadas. Su accionamiento está realizado por un servo motor de 3 N/m. (Ver figura 3)



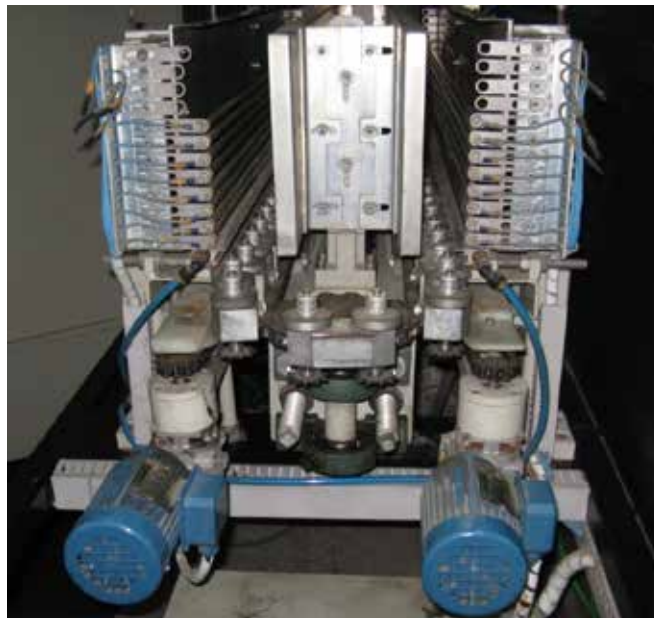
**Figura 3. Alimentador de la maquina ESA-3000.**

**Fuente. Muñoz (2017)**

**Horno:** El horno está dividido en tres partes, una viga de movimiento que contiene un servo motor de 6 N/m y permite el recorrido de la preforma, una viga rotacionaria que es responsable de rotar la preforma sobre su mismo eje y el horno en sí, conformado por 24 resistencias infrarrojas de 2400 watts, las placas reflectoras y los espejos, todo fabricado en acero inoxidable. Su función es someter las preformas que han sido recibidas por el alimentador a un proceso de calentamiento preciso y gradual, llevándolas en un recorrido a través del horno, donde posteriormente serán recibidas por el cambiador. (Ver figuras 4 y 5)



**Figura 4. Horno de la maquina ESA-3000.**  
Fuente. Muñoz (2017)



**Figura 5. Vista trasera del horno de la maquina ESA-3000.**  
Fuente. Muñoz (2017)

**Cambiador:** Es una pieza que está conformada por dos pinzas cuyo cierre es ejecutado por el accionamiento de dos cilindros neumáticos. Su función principal es tomar las preformas que han salido del horno y colocarlas en el posicionador. Su accionamiento es realizado por un servo motor de 3 N/m. (Ver figura 6)



**Figura 6. Cambiador de la maquina ESA-3000.**

Fuente. Muñoz (2017)

**Posicionador:** Su función es recibir las preformas del cambiador para luego introducirlas en la regla que las llevará donde serán sopladas (ver figura 7). Tiene un accionamiento realizado en dos sentidos, ambos por accionamiento neumático.

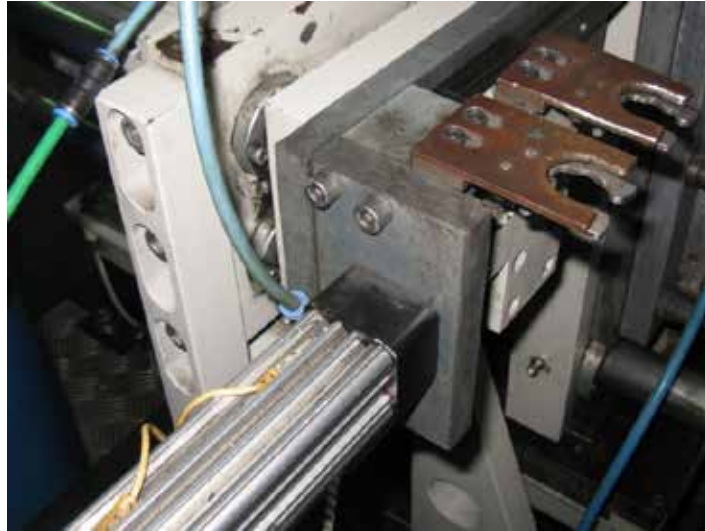
**Figura 7. Posicionador de la maquina ESA-3000.**

**Fuente. Muñoz (2017)**

Las características del cilindro neumático que controla las pinzas del posicionador se aprecian en la tabla 2.

**Tabla 2. Características del cilindro neumático de las pinzas del posicionador**

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
<b>Marca</b>	
<b>Modelo</b>	
<b>Tipo</b>	



**Figura 8. Cilindro neumático de las pinzas del posicionador de la máquina**  
**Fuente. Muñoz (2017)**

Las características del cilindro neumático que controla la mesa del posicionador se aprecian en la tabla 3.

**Tabla 3. Características del cilindro neumático de la mesa del posicionador**

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
<b>Marca</b>	PARKER
<b>Modelo</b>	P1E-G063 MS0- 0110
<b>Tipo</b>	Tubo perfilado con canal para sensor 63
<b>Curso en mm</b>	110
<b>Temperatura</b>	-10C a 80C
<b>Presión</b>	10 bar máx

**Fuente. Muñoz (2018)**

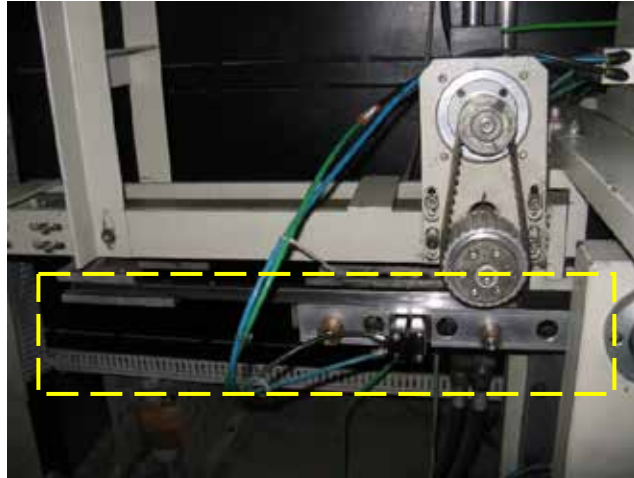
En la figura 9 se aprecia el cilindro neumático antes mencionado y su ubicación



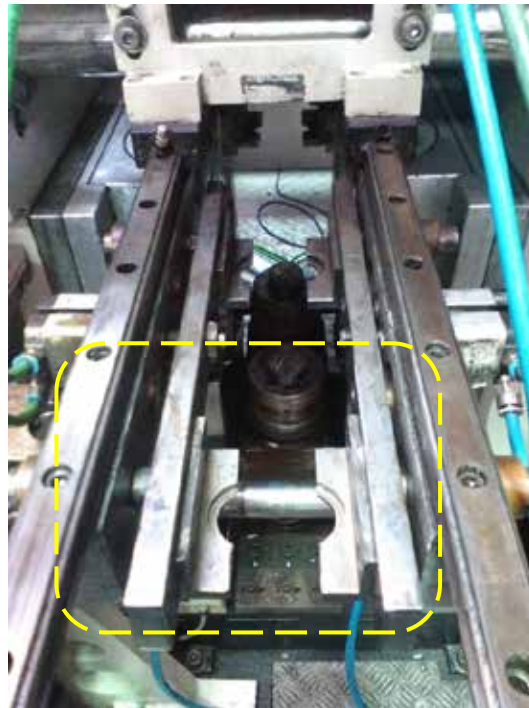
**Figura 9. Cilindro neumático de la mesa del posicionador de la máquina**

Fuente. Muñoz (2017)

**Regla:** Su función principal es recibir las preformas del posicionador y desplazarlas hasta el molde donde serán sopladas. La misma tiene un accionamiento hecho por un servo motor de 6 N/m que mueve las poleas de tracción. Aunado a esto, tiene un accionamiento conformado por cuatro cilindros neumáticos, los cuales hacen el cierre de la barra lateral de la regla, quien permite que se sujete la preforma. En la figura 10 se aprecia la regla y en la figura 11 las barras laterales que permiten el agarre de la preforma.



**Figura 10. Regla de la máquina ESA-3000**  
Fuente. Muñoz (2017)



**Figura 11. Barras laterales de la regla de la máquina ESA-3000**  
Fuente. Muñoz (2017)

**Prensa:** La misma se encarga de cerrar a presión el molde de la máquina mientras se están soplando las botellas (ver figura 12) y se controla mediante un servo motor de 15 N/m.



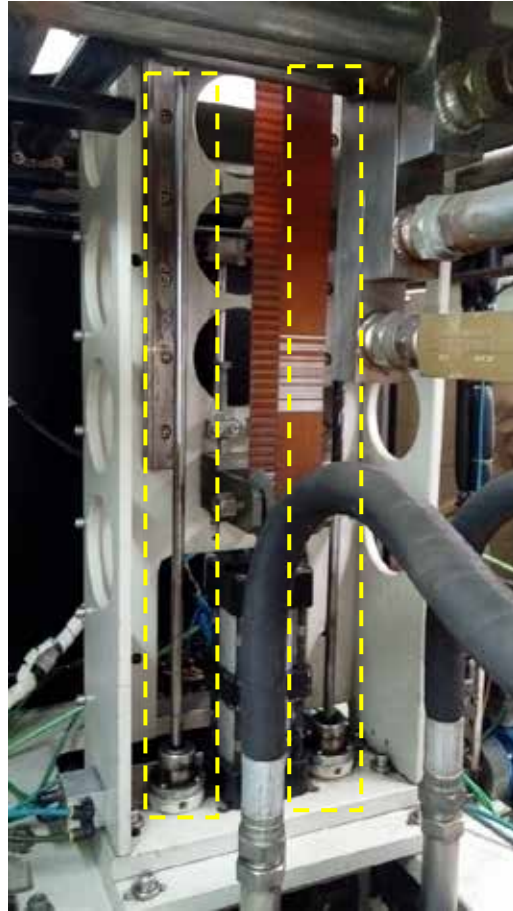
**Figura 12. Vista lateral de la prensa de la maquina ESA-3000**  
Fuente. Muñoz (2017)

En la figura 13 se puede apreciar la vista frontal de la prensa.



**Figura 13. Vista frontal de la prensa de la maquina ESA-3000**  
Fuente. Muñoz (2017)

**Varillas de estiramiento:** La función de estas varillas es estirar las preformas que han sido calentadas en el horno y puestas en la regla a través de las pinzas del posicionador, hasta el final del molde con un aire de baja presión, para luego ser sopladas con el aire de alta presión y de esta forma completar la botella de PET. Estas varillas son accionadas por un servo motor de 10 N/m. En la figura 14 se observa las varillas de estiramiento.



**Figura 14. Varillas de estiramiento de la máquina ESA-3000**

**Fuente. Muñoz (2017)**

Luego de conocer las partes fundamentales de la máquina sopladora se procedió a estudiar su funcionamiento, encontrándose que la misma tiene dos modos de operación (manual o automático) que pueden ser configurados por el operador a través del HMI que se encuentra en el panel frontal de la máquina (ver figura 15) pero antes de poderla a operar en alguno de sus dos modos ésta debe hacer el homing, que es un procedimiento que requiere de la culminación de 9 pasos. Mediante la observación directa se apreció que el homing no se realiza en su totalidad, lo que trae como consecuencia que la máquina no realice su funcionamiento normal, ya que a la máquina le falta realizar los 3 últimos pasos.



**Figura 15. Panel frontal de la maquina ESA-3000**  
**Fuente. Muñoz (2017)**

Como la ESA-3000 sólo realiza 7 de los 9 pasos del homing, enseguida arroja el mensaje de error en la pantalla y un sonido de alarma como señal de alerta. Imposibilitando al operador el manejo de la misma en alguno de sus dos modos de operación. El mensaje que aparece en la pantalla al ver la señal de alerta se muestra en la figura 16.



**Figura 16. Mensaje en la pantalla HMI de la máquina ESA- 3000**  
Fuente. Muñoz (2017)

Los pasos del homing se describen a continuación:

**Paso 1**

Habilitación del estiramiento: Ejecuta el posicionamiento para arriba.

Habilitación de la regla: Ejecuta el posicionamiento en relación con el tope.

**Paso 2**

Habilitación del alimentador: Ejecuta el posicionamiento para el lado de la mesa de alimentación.

Habilitación del cambiador: Ejecuta el posicionamiento para el lado de la mesa del posicionador.

Habilitación de la prensa: Ejecuta el posicionamiento en relación con el tope inferior.

**Paso 3**

Habilitación del horno: Hace el movimiento del horno hasta encontrar la señal del sensor.

**Paso 4**

Home del Estiramiento: Hace el posicionamiento apoyado en el fondo del molde.

Home del Alimentador: Hace el posicionamiento en los pines del horno.

Home del Cambiador: Hace el posicionamiento en los pines del horno.

**Paso 5**

Abre prensa

**Paso 6**

Cierra la prensa

Retrocede la regla

**Paso 7**

Avanza la regla

**Paso 8**

Acciona la mesa del posicionador

Acciona las pinzas de la regla

**Paso 9**

Desactiva las boquillas

Desactiva mesa del posicionador

Desactiva pinzas de la regla

**“Homing OK”**

Estos pasos deben cumplirse en su totalidad para que la máquina pueda arrojar en la pantalla el mensaje “Homing OK” y así poder manejarla en cualquiera de sus dos modos.

Para esto la máquina debe estar alimentada con aire comprimido y la llave selectora en la posición pausa. Cumplida estas condiciones basta tocar el mando Habilitar HOME (como se muestra en la figura 17) para que la máquina inicie la parametrización cumpliendo sus 9 pasos.



**Figura 17. Pantalla antes de iniciar homing de la maquina ESA-3000**  
Fuente. Manual de Multipet Sopradoras (2009, p.18)

Al completarse todos los pasos del homing se verá la pantalla como se muestra en la figura 18



**Imagen 18. Pantalla al culminar el homing de la maquina ESA-3000**  
Fuente. Muñoz (2018)

El comando continuar deberá ser accionado y entonces aparecerá una pantalla como se aprecia en la figura 19, esta pantalla permitirá al usuario operar la máquina en sus dos modos.



**Figura 19. Pantalla de selección de modos de operación de la máquina**  
Fuente. Manual de Multipet Sopradoras (2009, p.18)

La operación en manual se obtendrá mediante el accionamiento del mando Modo Manual. A través de esta opción será posible mover independientemente todos los dispositivos accionados por servo motores, los cuales son: alimentador, cinta del horno, cambiador, regla, prensa, varillas de estiramiento; además de ser posible mover los dispositivos accionados neumáticamente como soplo, pre-soplo, descarga, alimentador, pinzas, cierre de la barra lateral de la regla, posicionador, bocas de estiramiento. Luego de accionar el comando modo manual se observará la pantalla tal como en la figura 20.



**Figura 20. Pantalla al iniciar el modo manual de la maquina ESA-3000**  
Fuente. Manual de Multipet Sopradoras (2009, p.19)

El otro modo de operación es el modo automático, éste se usa para producir botellas continuamente, para hacer uso de este modo sólo debe cumplirse que la llave selectora esté en la posición pausa y accionar la tecla de mando Iniciar Ciclo como se observó en la figura 19. Después de seleccionar este mando la máquina entrará en funcionamiento a través del movimiento de la correa del horno y del accionamiento de las resistencias. En la figura 21 se aprecia la pantalla que se muestra luego de accionar el comando Iniciar Ciclo.



**Figura 21. Pantalla al iniciar el modo automático de la maquina ESA-3000**  
**Fuente. Manual de Multipet Sopradoras (2009, p.24)**

Según lo investigado en esta fase la máquina ESA-3000 necesita de dos elementos importantes (aire y agua) para poder realizar su función correctamente. El agua helada es para mantener los moldes fríos para la realización de las botellas y el agua natural en primer lugar para que la boca de las preformas que recorren el horno no sean deformadas con el calor y mantener así la rosca de la botella.

El aire comprimido es para el funcionamiento de los cilindros neumáticos que posee la máquina y para la creación de las botellas; para esto último se necesitan dos tipos de soplo (uno de alta presión y otro de baja presión), ya que una vez que las varillas de estiramiento llevan hasta el final del molde las preformas que han sido calentadas en el horno con un aire de baja presión, estas preformas son sopladas con aire de alta presión para crear de esta manera la botella de PET.

Se muestran a continuación los consumos de agua y aire de la máquina Multipet ESA-3000.

### Consumo de agua

- Agua helada para moldes (10C): 22.000 kcal, con variación mínima de 3.000 l/h.
- Agua industrial para compresor y horno (25 a 30)C, 25.000 kcal, con variación mínima de 3.000 l/h.

### Consumo de aire

Se describe en la tabla 4 cómo es el consumo de aire que debe tener la máquina sopladora de PET ESA-3000

**Tabla 4. Consumo de aire de la máquina ESA-3000**

<b>Consumo teórico del equipo (l/min)</b>	<b>Consumo de aire del conjunto neumático (l/min)</b>	<b>Aire de pre-soplo (l/min)</b>	<b>Aire de soplo (l/min)</b>
8182	605	571	4615

**Fuente. Manual de Multipet Sopradoras (2009, p.14)**

También se realizó una inspección de todos los elementos eléctricos que conforman la máquina sopladora de PET ESA-3000. Abriéndose el tablero de la máquina (ver figura 22 y 23) para visualizar el estado de los componentes de dicha máquina y verificar el estado de las conexiones.



**Figura 22. Tablero de control. Sección del PLC**  
Fuente. Muñoz (2017)



**Figura 23. Tablero de control. Sección de protecciones**  
Fuente. Muñoz (2017)

Por otro lado se procedió a identificar cada uno de los elementos eléctricos y neumáticos de importancia que se encuentran dentro de la máquina y que forman parte del proceso de control, en la tabla 5 se especifican las características de cada uno de ellos:

**Tabla 5. Elementos de control de la MULTIPET ESA-3000**

	<p><b>Sensor fotoeléctrico</b></p> <p>Marca: SICK Modelo: VTE18- 4P4240 Tensión de alim: 10 a 30VCC Corriente de trabajo: 100mA máx. Temperatura de trabajo: -25 a 70°C Conf. Sal.: PNP Alcance: 0 a 0.4 m Cantidad: 3</p>
	<p><b>Sensor fotoeléctrico</b></p> <p>Marca: SICK Modelo: VL180-2P42436 Tensión de alim: 10 a 30VCC Corriente de trabajo: 100mA máx. Temperatura de trabajo: -25 a 55°C Conf. Sal.: PNP Alcance: 0.05 a 7 m Modo de activación: Reflectivo con reflector Cantidad: 1</p>

Fuente. Muñoz (2018)

**Tabla 5. Elementos de control de la MULTIPET ESA-3000 (cont.)**

	<p><b>Sensor inductivo</b></p> <p>Marca: SICK          Modelo: IM12-04NPS-ZC1          Tensión: 10 a 30VCC          Temperatura: (-25 a 70)C          Alcance: 0 a 4mm          Conf. Sal.: PNP/NO          Cantidad: 1</p>
	<p><b>Interruptor de final de carrera</b></p> <p>Marca: Telemecanique          Modelo: ZCP21          Tipo de contactos: 1NC + 1NO          Nro. Polos: 2          Temperatura: (-25 a 70)C          Cantidad: 7</p>
	<p><b>PLC</b></p> <p>Marca: Master-K 120S          Modelo: K7M-DT60U          Entradas: 36          Salidas: 24          Velocidad de procesamiento: 0.1 s / step          Cantidad: 1</p>



Fuente. Muñoz (2018)

**Tabla 5. Elementos de control de la MULTIPET ESA-3000 (cont.)**

	<p><b>Módulo de expansión del PLC</b></p> <p>Marca: Master-K 120S Modelo: G7E-TR10A Salidas: 10 V: 12/24VDC Cantidad: 2</p>
	<p><b>Electroválvula (5vías/2posiciones)</b></p> <p>Marca: PARKER Modelo: P2E-KV32C V: 24 VDC W: 1.2 W Presión: 10 bar máx. Cantidad: 18</p>

**Fuente. Muñoz (2018)**

**Tabla 5. Elementos de control de la MULTIPET ESA-3000 (cont.)**

	<p><b>Cilindro Neumático</b></p> <p>Marca: PARKER Modelo: P1M020VDMA8J010 Diámetro: 20 mm Curso: 10 mm Pmáx: 10 bar Cantidad: 6</p>
	<p><b>Cilindro Neumático</b></p> <p>Marca: PARKER Modelo: P1M050VDMA7J020 Diámetro: 50 mm Curso: 20 mm Pmáx: 10 bar Temperatura: -10°C a 80°C Cantidad: 8</p>

Fuente. Muñoz (2018)

**Tabla 5. Elementos de control de la MULTIPET ESA-3000 (cont.)**

	<p><b>Cilindro Neumático</b></p> <p>Marca: FESTO  Modelo: ADN-20-10-A-PA  536235 B508  Pmáx: 10 bar  Cantidad: 2</p>
	<p><b>Cilindro Neumático</b></p> <p>Marca: PARKER  Modelo: P1E-T080DS0-0025E00633  Pmáx: 10 bar  Temperatura: (-10 a 80)C  Cantidad: 1</p>

Fuente. Muñoz (2018)

**Tabla 5. Elementos de control de la MULTIPET ESA-3000 (cont.)**



**Servo motor (ALIMENTADOR Y CAMBIADOR)**

Marca: PARKER

Modelo: SMH82750381421D65-400

Vn: 322 Vrms

Tn: 3 Nm

Pn: 0.47 kW

: 785

In: 0.9 A rms

Jm: 0.140 m kg



**Servo motor (REGLA Y HORNO)**

Marca: PARKER

Modelo: SMH100560651921D65-400

Vn: 293 Vrms

Tn: 6 Nm

Pn: 1.47 kW

: 586

In: 2.4 A rms

Jm: 0.336 m kg

Fuente. Muñoz (2018)

**Tabla 5. Elementos de control de la MULTIPET ESA-3000 (cont.)**

	<p><b>Servo motor (PRENSA)</b></p> <p>Marca: PARKER Modelo: SMH14256155242165 Vn: 332 Vrms Tn: 15 Nm Pn: 5.40 kW : 586 In: 9.8 A rms Jm: 1.40 m kg</p>
	<p><b>Servo drivers</b></p> <p>Marca: COMPAX3 Modelo: C3 S063 V2 F10 I11 T40 M00 V: 240 V I: 6.30 A Cantidad: 6</p>

Fuente. Muñoz (2018)

## **Fase II: Identificación de las posibles causas de falla de la máquina.**

Debido a la falla total que presenta la ESA-3000 en función de su capacidad de trabajo y que implicó un paro de todo el sistema productivo, resultó conveniente chequear exhaustivamente todos los elementos de la máquina con el fin de identificar las posibles causas de fallas para proceder a corregirlas.

La máquina sopladora de PET ESA-3000 debe realizar un ciclo en donde evalúa si toda la secuencia de pasos para la fabricación de una botella PET puede realizarse correctamente. Este ciclo llamado homing el cual tiene 9 pasos, sólo llega hasta al paso 7 y la máquina inmediatamente arroja un mensaje de error en la pantalla, dicho ciclo debe completarse para poder operar la máquina en sus dos modos (manual o automático).

A continuación, se describen las actividades realizadas para poder descartar las fallas:

- Se revisaron los fusibles de la máquina para comprobar que ninguno estuviese quemado y se encontró que todos estaban en perfecto estado.
- Se examinaron las mangueras de todos los cilindros neumáticos para descartar que hubiese fuga en algunas de ellas, impidiendo así el correcto funcionamiento de la máquina y se encontró que estaban rotas cinco mangueras de los cilindros neumáticos, esto debido al envejecimiento y desgaste natural de las mangueras lo cual produce roturas después de un determinado tiempo. Cuatro de las cinco mangueras están relacionadas con los cilindros que accionan la carga y descarga de aire comprimido y la otra relacionada con el cilindro que ejecuta el movimiento de la mesa del posicionador.

También se encontraron con fugas tres racores debido al mal estado de los anillos de retención de los mismos, uno relacionado con la manguera que van hacia el cilindro neumático que ejecuta el movimiento de las pinzas del posicionador, otro ubicado debajo del horno, relacionado con los cilindros

que accionan la carga y descarga de aire comprimido que posee la máquina y el tercero que está en la electroválvula que controla el cilindro neumático que ejecuta el movimiento de la mesa del posicionador.

- Se chequeó la operatividad de cada una de las electroválvulas de la máquina, tanto la parte eléctrica como la parte neumática, encontrándose que no accionaban tres electroválvulas de 5 vías / 2 posiciones relacionadas con la carga y descarga de aire comprimido. Le llegaba señal pero no daba respuesta, lo que podría deberse a un desgaste en las gomas de la misma.
- Se inspeccionó la bornera de conexión de los cables del PLC y se encontró que, en el módulo de expansión 1, el cableado de una de las salidas del PLC (señal de mando a la electroválvula que controla las boquillas de sople) necesaria para culminar el homing, estaba conectada en un punto incorrecto de la bornera. Aunado a esto, se constató que el programa del PLC estaba bloqueado y la empresa no tenía el password de la misma, dificultando el acceso al programa de control de la máquina.

### **Fase III: Determinación de los recursos necesarios para la puesta en marcha de la sopladora de PET.**

Una vez inspeccionada la máquina y luego de haber identificado los elementos que pueden ser causas de las fallas se determinó que es necesario contar con la siguiente lista de recursos para proceder a corregir los elementos defectuosos.

- Mangueras
- Racores
- Kit de reparación para el mantenimiento de las electroválvulas
- Alicates
- Juego de llave Allen
- Destornilladores para borneras
- Software que permita desbloquear el PLC

- Cable de comunicaciones RS232-C
- Convertidor RS232-C a USB
- Laptop u ordenador con Windows

Chequeando la lista de elementos se encuentra que se requiere de un convertidor RS232-C a USB para poder conectarse físicamente al autómeta programable y a los servo drivers con el ordenador o laptop, tres kits de reparación para el mantenimiento de las electroválvulas y el software que permita desbloquear el PLC. Ya que la empresa cuenta con herramientas básicas (alicate, destornilladores, juego de llave Allen) y se comprobó que en el almacén existen mangueras y racores; además de contarse con el cable RS232-C del PLC y con el ordenador con Windows para instalar el software del PLC KGLWIN.

Cabe resaltar que la empresa cuenta con los manuales de operación y de mantenimiento de la máquina, también posee los esquemas eléctricos de la misma y el diagrama de conexión del PLC (material provisto por la empresa Multipet). Además de esto también cuenta con el manual de los servo motores PARKER y el software de los servo drivers COMPAX3.

#### **Fase IV: Propuesta de un programa de puesta en marcha para la maquina sopladora de PET ESA-3000.**

Como parte del programa de puesta en marcha de la máquina ESA-3000 se establecen una serie de instrucciones a seguir para poder iniciar primeramente el homing y luego ponerla a funcionar correctamente. En primer lugar es necesario tener a la disposición los siguientes elementos:

- Cinco mangueras de 4mm (cuatro de 25cm de largo y una de 15 cm de largo).
- Tres racores para mangueras de 4 mm (dos de 90°)
- Tres kit de reparación para las electroválvulas PARKER que presentan fugas.

Luego de poseer lo anteriormente mencionado se propone lo siguiente:

- Cambiar las mangueras de las señales 230 y 231 ubicadas debajo el cambiador y de la señal 228 ubicada entre las dos varillas de estiramiento
- Sustituir los racores de la señal 229 ubicado entre las dos varillas a estiramiento, el de la señal 228 que va hacia la mesa del posicionador y el de la señal 231 que se encuentra debajo el cambiador.
- Reparar las electroválvulas de las señales 233, 230 y 231. Una ubicada en la parte superior de la máquina al lado de los cilindros neumáticos de sople y las otras dos debajo del cambiador.
- Colocar el cable del módulo de expansión del PLC en su correcta ubicación

Una vez corregidas las posibles causas de fallas de la máquina se recomienda proceder a hacer un homing, recordando que la máquina debe estar alimentada con aire comprimido y la llave selectora en la posición pausa. En caso de que el homing no se culmine o aparezca un mensaje de error en la pantalla se debe proceder a estudiar la programación del PLC Master-K 120S para ver si se puede detectar la falla a través del programa. Como el programa del PLC se encuentra bloqueado se recomienda usar el software **Unlock PLC LS Master-K 120S Tool** para proceder a desbloquear el mismo. Para ejecutar este paso se debe utilizar el ordenador o laptop con el programa instalado y el cable de comunicación RS232-C con un convertidor RS232-C a USB. Ver figura 24



**Figura 24. Programa recomendado para desbloquear el PLC Master-K 120S**

Fuente. <https://www.ebay.com/itm/Crack-Password-PLC-LS-Master-K-Tool-V1-0-for-Master-K120S-/253315896975>

Luego de estar desbloqueado el programa del PLC se debe hacer uso del software KGLWIN, utilizando el ordenador o laptop con el software instalado y el cable de comunicación RS232-C con un convertidor RS232-C a USB (preferiblemente debe hacerlo una persona capacitada en autómatas programables o en automatización). En la figura 25 se aprecia el software del autómata.

Una vez obtenida la programación del PLC debe procederse a la verificación de cada entrada usando el programa en modo monitor. Cada sensor debe ser activado y verificar que la señal respectiva llega a la entrada asignada al mismo. En cuanto a las salidas, el procedimiento debe ser forzar cada una a través del PLC para verificar el correcto funcionamiento y la conexión adecuada de los cables del PLC. Cabe resaltar que mientras se hacen estas comprobaciones debe hacerse un respaldo del programa del PLC por precaución, todo esto por si es necesario hacer alguna modificación del programa original.



**Figura 25. Software KGLWIN para PLC marca Master-K para Windows versión 3.66**

**Fuente.** <http://unlockplc.com/2015/03/phan-mem-lap-trinh-plc-ls-master-k-xgt-series-tai-lieu/>

Si después de este chequeo no se encuentra ninguna falla, se aconseja proceder a trabajar con los servo drivers que controlan los servo motores, se deben descargar los programas de los servo drives en el ordenador y con un personal capacitado estudiar la posible falla en alguno de los servo motores y proceder a hacer ajustes de ser necesario. Para esto es necesario hacer uso del software COMPAX3.

## CONCLUSIONES

En este trabajo de pasantías no sólo hubo un acercamiento al entorno laboral a un nivel profesional, sino que se desarrolló un aprendizaje sobre los procesos de fabricación de las botellas de PET, cabe resaltar que la máquina que fue objeto de estudio se dedica a la fabricación de botellas que son 100% reciclables y amigables con el ambiente, por ello la realización de este informe resultó un trabajo agradable y motivador por tratarse de una propuesta que al implementarse generará no sólo ingresos económicos, sino también la utilización de una tecnología que ofrece productos que favorecen al medio ambiente.

De acuerdo con los resultados obtenidos al desarrollar este informe, se puede afirmar que los objetivos planteados se lograron con efectividad al cumplir con cada una de las fases propuestas.

En la fase I, se logró realizar el diagnóstico del sistema de control de la máquina sopladora de PET ESA-3000, esto gracias a la observación directa y el estudio de los elementos que integran el sistema, así como también a los datos recopilados del material facilitado por la empresa Multipet (manuales de operación, esquemas eléctricos, planos de conexiones del PLC, entre otros)

Luego, en la fase II, se consiguió identificar las posibles causas de falla de la máquina, gracias a la observación directa y a la comprobación del correcto funcionamiento de cada uno de los sensores y elementos de control identificados en la fase anterior.

En la fase III, se determinaron los recursos necesarios para poner en marcha la máquina sopladora, encontrándose que sólo se requiere de un convertidor RS232-C a USB, tres kits de reparación para las electroválvulas y el software para desbloquear el PLC.

Finalmente, en la fase IV, se plasma la propuesta para la puesta en marcha de la maquina sopladora de PET ESA-3000. Se detalla cada uno de los elementos a utilizar a la hora de implementar la propuesta.

Por otra parte se concluye que es conveniente organizar periódicamente un mantenimiento preventivo de la máquina sopladora de PET ESA-3000 a fin de que sea posible identificar fallas a tiempo y evitar de esta manera paradas no planificadas de la producción de botellas PET.

## RECOMENDACIONES

1. Tener disposición del material en el idioma castellano para mayor entendimiento del personal de la planta.
2. Actualizar planos de la máquina.
3. Archivar los manuales de operación y mantenimiento de la máquina, junto con los planos de la misma, esquemas eléctricos, diagramas de conexión del PLC, manuales de los servo drivers, manuales de los servo motores en un sitio exclusivo para su rápida ubicación.
4. Realizar un cambio de todas las mangueras de la máquina antes de iniciar un plan de mantenimiento preventivo.
5. Usar fusibles, racores, mangueras, bobinas, cuyas especificaciones sean las mismas recomendadas en el manual de la máquina, de origen y calidad confiables.
6. En el caso de reparaciones de los cilindros neumáticos es necesario que se utilicen kits de reparación de la misma marca del cilindro.

Cabe resaltar que con la máquina conectada cualquier operación de mantenimiento es peligroso, así que en principio la máquina debe ser desenergizada durante todas las operaciones que se vayan a realizar. Teniendo en cuenta esto y con el fin de optimizar el desempeño de la máquina se recomienda también iniciar un plan de mantenimiento preventivo a fin de anticiparse a las fallas de la máquina siguiendo las instrucciones de los fabricantes y teniendo en cuenta los puntos de vista de los técnicos especializados en esta área y de esta forma evitar paros no programados para reparaciones debido a fallas totales en la misma. Por lo tanto se describen una serie de chequeos básicos para cada uno de los elementos importantes de la máquina:

**Posicionador**

- Verificar el estado de los cilindros cada dos meses, efectuando el cambio que sea necesario.
- Verificar la condición de alineación de las guías diariamente.

**Estiramiento**

- Verificar el estado de los cilindros cada dos meses, efectuando el cambio que sea necesario.

**Prensa**

- Verificar la condición de estiramiento de la correa del servo diariamente

**Horno**

- Verificar el nivel de aceite en los reductores mensualmente
- Verificar las resistencias, haciendo la limpieza de las mismas mensualmente

**Regla**

- Verificar el estado de los cilindros cada dos meses, efectuando el cambio que sea necesario.
- Verificar la condición de alineación de las guías diariamente
- Verificar la condición de estiramiento de las correas de la tracción diariamente

**Cambiador**

- Verificar el estado de los cilindros cada dos meses, efectuando el cambio que sea necesario.
- Verificar el nivel de aceite en el reductor mensualmente

**Alimentador**

- Verificar el estado de los cilindros cada dos meses, efectuando el cambio que sea necesario.
- Verificar el nivel de aceite en el reductor mensualmente

## REFERENCIAS

- Baldeón, P. y Janeta, A. (2016). **Automatización y puesta en marcha de una máquina inyectora de plástico para la empresa Matricería y Producción EDBOR.** Presentado en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Barona, Y. (2011). **Diseño e implementación del programa de mantenimiento preventivo para las máquinas sopladora e inyectora-sopladora de la empresa Otorgo LTDA.** Presentado en la Universidad Autónoma de Occidente.
- Briceño, A. (2009). **Ingeniería aplicada al diseño de una línea de producción para una planta embotelladora.** Presentado en la Universidad Simón Bolívar.
- Burbano, J. y Cún, J. (2013). **Automatización y puesta en marcha de máquina inyectora Reed-100 en Plásticos Ecuatorianos S.A.** Presentado en la Universidad Politécnica Salesiana.
- LG Industrial Systems (2004). **Master-K series.** Korea
- Morín, O. (2014). **Propuesta de mantenimiento periódico de la maquinaria en el área de planta Tecnolam de Venezuela.** Presentado en la Universidad Simón Bolívar.
- Multipet sopradoras (2009). **Manual sopradora automática ESA-3000.** Brasil
- Orozco, L. y Quintero, S. (2015). **Simulación de una máquina automatizada para empacar arequipe.** Presentado en la Universidad Tecnológica de Pereira.
- Rodríguez, G. (2014). **Automatización del proceso de trazado y corte mediante robots industriales para disminuir el tiempo de trabajo, incrementar la producción y mejorar la calidad.** Presentado en la Universidad José Antonio Páez.
- Universidad José Antonio Páez (2007). **Programa de Pasantía de la Universidad José Antonio Páez.** Coordinación de Pasantía y trabajo de Grado. San Diego.

## **Electrónicas**

Bisanti, H. (2015). **Paso a paso: Cómo se fabrica una botella de PET**. Disponible en: <https://www.bmimachines.com/paso-a-paso-como-se-fabrica-una-botella-de-pet/>. Consulta: 2017, Noviembre 28

Chacón, L. (2012). **La detección de fallas en los procesos industriales**. Disponible en: <https://es.slideshare.net/CEG-automatizacion/la-deteccion-de-fallas-en-los-procesos-industriales>. Consulta: 2017, Diciembre 12