



## **UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**

**PROPUESTA DE DISEÑO DE  
AUTOMATIZACIÓN DEL  
SISTEMA DE SELLADO DE  
LAS LLENADORAS ROVEMAS  
EN LA EMPRESA COLGATE  
PALMOLIVE C.A.**

**Autor:**  
Moreno, Pablo  
CI.:13.899.892

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Teléfono: (0241) 8714240 (master)



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

**PROPUESTA DE DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE  
SELLADO DE LAS LLENADORAS ROVEMAS EN LA EMPRESA  
COLGATE PALMOLIVE C.A.**

**EMPRESA: COLGATE PALMOLIVE C.A**

**Autor:**  
Moreno, Pablo  
CI.:13.899.892  
**Tutor:** Ing. Jetro López

San Diego, Enero del 2019

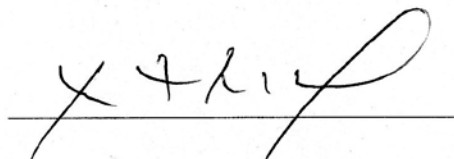


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, Ingeniero Jetro López, titular de la cédula de identidad N° 8.779.723 , en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano PABLO ALEXANDER MORENO HERNANDEZ, titular de la cédula de identidad N° 13.899.892, titulado **“PROPUESTA DE DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE SELLADO DE LAS LLENADORAS ROVEMAS EN LA EMPRESA COLGATE PALMOLIVE C.A.”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Electrónica, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 24 de Mayo del año 2019

  
Ing. Jetro López  
C.I.: 8.779.723

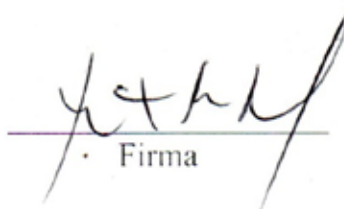


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROPUESTA DE DISEÑO DE AUTOMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE  
SELLADO DE LAS LLENADORAS ROVEMAS EN LA EMPRESA  
COLGATE PALMOLIVE C.A.

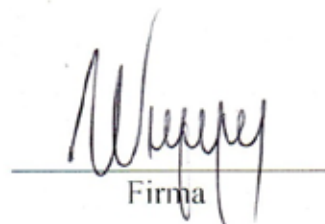
CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN

Ing. Jetro López  
C.I.: 8.779.723  
Tutor Académico

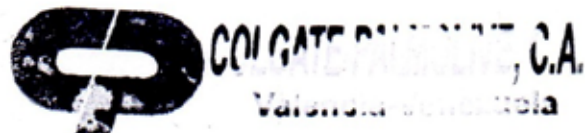
  
Firma

24/05/2019  
Fecha

Ing. Whilbert Jiménez  
C.I.: 18.433.654  
Tutor Empresarial

  
Firma

24/05/2019  
Fecha



**Autor:**  
Moreno, Pablo  
C.I.:13.899.892

## ÍNDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pp.</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>X</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO</b>	
<b>I LA EMPRESA</b>	
1.1 Ubicación.....	3
1.2 Descripción de la Empresa .....	3
1.3 Reseña Histórica.....	3
1.4 Misión.....	4
1.5 Visión .....	4
1.6 Valores.....	4
1.7 Objetivos Generales .....	5
1.8 Política.....	6
1.9 Organigrama de la empresa.....	7
1.9.1 Organigrama General.....	7
1.9.2 Organigrama de Departamento.....	8
<b>II EL PROBLEMA</b>	
2.1 Planteamiento del problema .....	9
2.2 Formulación del Problema .....	10
2.3 Objetivos de la Investigación .....	10
2.3.1 Objetivo General.....	10
2.3.2 Objetivos específicos .....	10
2.4 Justificación de la Investigación.....	10

2.5 Alcance .....	11
2.6 Limitaciones .....	11
3.1 Antecedentes .....	12

### **III MARCO TEÓRICO**

3.2 Bases Teóricas .....	14
3.2.1 Automatización.....	14
3.2.1.1 Elementos de la Automatización.....	14
3.2.2 Plásticos .....	15
3.2.3 Proceso de corte y sellado del plástico .....	15
3.2.4 Selladoras.....	16
3.2.4.1 Tipos de Selladoras industriales.....	16
3.2.5 Técnicas de Sellado .....	18
3.2.6 Sistemas PLC.....	18
3.2.6.1 Partes de un PLC.....	19
3.2.6.2 Tipos de PLC.....	20
3.2.7 Lenguaje de Programación .....	22
3.2.7.1 Lenguajes de alto nivel.....	22
3.2.7.2 Lenguajes de bajo nivel.....	24
3.3 Definición de términos .....	24

### **IV MARCO METODOLÓGICO**

4.1 Tipo de investigación .....	25
4.2 Diseño de la investigación.....	25
4.3 Nivel de la investigación .....	26
4.4 Fases de la Investigación.....	26

### **V RESULTADOS**

5.1 Fase I .....	28
------------------	----

5.1.1 Observación Directa. ....	28
5.2 Fase II .....	29
5.2.1 Controlador Lógico Programable de ALLEN BRADLEY .....	29
5.2.1.1 PLC MicroLogix 1000 .....	31
5.2.2 Software de Programación RSLogix500 .....	35
5.2.2.1 Características de Programación del Software RSLogix500 .....	36
5.2.3 Panel View Plus 600.....	38
5.2.4 Software de Programación Factory Talk View Studio Machine Edition. ..	40
5.2.4.1 Características del Software Factory Talk View Studio .....	41
5.3 Fase III.....	44
5.3.1 Iniciando el Software RSLogix500 .....	45
5.3.2 Creando un proyecto en el Software RSLogix500 .....	46
5.3.3 Descripción y simulación de la programación.....	47
5.3.3.1 Descripción de la programación.....	47
5.3.3.2 Tabla de variables .....	51
5.3.3.3 Simulación de la programación.....	52
5.4 Fase IV .....	55
5.4.1 Creación de un nuevo proyecto .....	56
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>64</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>65</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.Organigrama General Uslar - Valencia .....	7
Figura 2.Organigrama de Departamento Uslar - Valencia.....	8
Figura 3.Selladoras de bolsas en continuo. ....	17
Figura 4. Selladoras de bolsas por impulso.....	17
Figura 5. PLC integrado.....	20
Figura 6. PLC modular.....	21
Figura 7. PLC compacto. ....	21
Figura 8. Diagrama Ladder o escalera. ....	23
Figura 9. Diagrama de Bloques.....	23
Figura 10. Diagrama de los distintos PLC de Allen Bradley.....	31
Figura 11. PLC Micrologix 1000.....	32
Figura 12. Software de programación RSLogix 500 .....	38
Figura 13. Panal View Plus 600.....	39
Figura 14. Software Factory Talk View Studio .....	44
Figura 15. Elementos integrales de un Proyecto en RSLogix500.....	45
Figura 16. Selección del procesador para el MicroLogix 1000 .....	46
Figura 17. Ventana del proyecto en el Software RSLogix500.....	47
Figura 18. Activación del Sistema de Sellado .....	47
Figura 19. Indicador de parada de máquina .....	48
Figura 20. Rutina de activación de sellados.....	49
Figura 21. Alarma del sistema por rutina de sellados .....	49
Figura 22. Referencia de arranque y paro del motor de Arrastre.....	50
Figura 23. Activación y apagado del motor de arrastre .....	50
Figura 24. Tabla de variables de entradas y salidas 1.....	51
Figura 25. Tabla de variables de entradas y salidas 2.....	51
Figura 26. Tabla de variables de entradas y salidas 1.....	51
Figura 27. Simulación de la programación 1 .....	52

Figura 28. Simulación de la programación 2 .....	53
Figura 29. Simulación de la programación 3 .....	53
Figura 30. Simulación de la programación 4 .....	54
Figura 31. Simulación de la programación 5 .....	54
Figura 32. Simulación de la programación 6 .....	55
Figura 33. Simulación de la programación 7 .....	55
Figura 34. Creación de una nueva aplicación. ....	56
Figura 35. Creación de nuevas pantallas.....	57
Figura 36. Pantalla final del Factory Talk View .....	57
Figura 37. HMI Principal .....	58
Figura 38. Pantalla Principal.....	59
Figura 39. Sellado de Mordazas.....	60
Figura 40. HMI Usuario 1 .....	60
Figura 41. HMI Usuario 2.....	61
Figura 42. Sellado de Mordazas 2.....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características y Ventajas del PLC MicroLogix 1000.....	33
Tabla 2. Especificaciones de entrada del MicroLogix 1000. ....	34
Tabla 3. Especificaciones de salida del MicroLogix 1000. ....	35

## INTRODUCCIÓN

Desde la antigüedad, el hombre trató de cambiar lo que le rodea, buscando factores que hicieran fácil y cómoda su vida; ya que ésta es la condición necesaria para impulsar la civilización y todas las manifestaciones de progreso. La Revolución industrial surgió como máxima expresión de éste fenómeno y transformó radicalmente la vida política, económica y social.

Actualmente en el país la industria es la base fundamental de la economía y para que dichas empresas puedan sustentarse necesitan atraer al consumidor, para ello deben mejorar sus procesos de producción y por consiguiente automatizarlos, de ésta manera el resultado final será ofertar al cliente un producto de calidad y con menor tiempo fabricación. La industria siempre está buscando un continuo desarrollo y evolución de los diferentes procesos, con la construcción de máquinas e instalaciones automáticas que cumplan con las exigencias necesarias en productividad, flexibilidad, calidad y economía, se está demostrando la importancia de tener ingenieros capacitados para diseñar, construir, implantar y resolver problemas a niveles industriales.

Colgate Palmolive C.A. es una empresa que está buscando la manera de automatizar su proceso de sellado de las bolsas plásticas en la línea de producción de detergentes en polvos, por lo tanto para que la empresa siga creciendo dentro del mercado ha empezado a realizar una serie de cambios especialmente dentro de la automatización para seguir prestando un servicio con calidad y garantía.

En este orden el objetivo fundamental del proyecto se fundamenta en proponer el diseño de la automatización del sistema de sellado de las llenadoras rovevas en la empresa Colgate Palmolive C.A, por medio de dispositivos electrónicos y PLC para mejorar el rendimiento y obtener ganancias máximas.

El presente informe de pasantías está estructurado en cinco capítulos, con el fin de cumplir las normativas establecidas por la Universidad José Antonio Páez, dichos capítulos se describen a continuación:

**Capítulo I:** en el cual se realiza una breve descripción sobre la empresa, su historia, misión, visión entre otros.

**Capítulo II:** referido al problema, su planteamiento el cual se trata de comprobar durante todo el curso de la investigación por medio de los objetivos generales y específicos, así como la justificación del estudio y su alcance.

**Capítulo III:** está comprendido por las bases teóricas en las cuales se sustenta la investigación, y reúne los elementos conceptuales que define el objeto de estudio.

**Capítulo IV:** Marco Metodológico se plantea el tipo de investigación. Y se explican cómo serán las fases para realizar el proyecto de investigación.

**Capítulo V:** este capítulo se hablara sobre todos los resultados y métodos que se utilizaron para realizar este informe de pasantías.

Y finalmente se incluyen referencias bibliográficas que dan soporte a la presente investigación.

# **CAPÍTULO I**

## **LA EMPRESA**

### **1.1 Ubicación**

La empresa Colgate Palmolive C.A. empresa ubicada en la urbanización Michelena avenida Uslar Valencia - Estado Carabobo, Venezuela.

### **1.2 Descripción de la Empresa**

Colgate-Palmolive, cuenta con sedes en las ciudades de Caracas donde se encuentran sus oficinas principales y Valencia, donde cuenta con 5 plantas enfocadas: crema dental, detergente, líquidos, jabones y plástico, además del Centro Nacional de Distribución. Está dedicada a la fabricación de productos de primera necesidad tanto de Higiene bucal, Higiene personal como de limpieza en el hogar, entre otros, así mismo se encarga de la comercialización y distribución de estos productos, tales como, cremas dentales, cepillos, enjuagues bucales, detergentes líquidos, suavizantes, detergentes en polvo, y una gran variedad más de productos.

Además de la fabricación de los diferentes productos antes mencionados, ésta empresa se especializa en la distribución y venta de ellos. Está conformada por una amplia diversidad de profesionales calificados en sus diferentes áreas de desarrollo, tanto a nivel industrial contando con ingenieros especializados en los diferentes procesos de producción, del mismo modo con personal competente en los departamentos de logística, ventas y servicio al cliente, entre otros.

### **1.3 Reseña Histórica**

La historia de Colgate - Palmolive en Venezuela comienza en la Caracas de 1943, hace más de 50 años, cuando la firma Pardo, Mosquera inicia formalmente las operaciones de importación de los productos de la compañía. Tres años más tarde la firma encarga a Mendoza & Co. la fabricación del jabón Palmolive. Ante el firme y

continuo éxito, en 1953, Colgate - Palmolive compra toda la maquinaria e inicia la construcción de su Planta en Valencia.

Para 1957, todas las operaciones de manufactura se encontraban centralizadas en la Planta. Actualmente la planta cuenta con más de 78.000 metros cuadrados de terreno y en ella trabajan más de 800 personas. A través de los años COLGATE - PALMOLIVE C.A. ha venido creciendo paralelamente al desarrollo tecnológico de Venezuela, contribuyendo significativamente a la economía del país y ocupando actualmente un sitio de vanguardia en el mercado nacional de productos de higiene personal y limpieza del hogar.

#### **1.4 Misión**

La misión de la empresa es “Convertirnos en la Compañía Número 1 de nuestro mercado, siendo el mejor socio de nuestros proveedores, clientes y consumidores, en armonía con nuestro ambiente, apoyándonos en nuestra gente y productos de calidad logrando un crecimiento sostenido y rentable”.

#### **1.5 Visión**

La visión de COLGATE-PALMOLIVE Company está orientada a: Satisfacer las necesidades de nuestros consumidores, clientes y clase profesional, proveyéndoles productos y servicios de la mejor calidad; permitiendo el crecimiento, desarrollo y prosperidad de nuestra Compañía, nuestra Gente y nuestra Comunidad.

#### **1.6 Valores**

Los valores que caracterizan a la empresa son los siguientes:

- Cuidado y Bienestar de su gente: Actuar con compasión, integridad y honestidad en todo momento, escuchar respetuosamente a los demás y valorar las diferencias. Comprometidos a proteger el ambiente a nivel mundial y a contribuir al mejoramiento de las comunidades donde vive y trabaja el personal Colgate.

- Trabajo en equipo global: Sólo compartiendo ideas, tecnologías y talentos, la compañía podrá obtener y sustentar un crecimiento rentable y sus ganancias.
- Mejora continua: Ser la mejor en la medida en que conozca mejor al cliente y sus expectativas, trabajar de manera permanente para innovar y perfeccionar sus productos, servicios y procesos.

### **1.7 Objetivos Generales**

En el convencimiento de que sus mayores activos lo constituyen sus clientes satisfechos y sus trabajadores capaces y motivados, Colgate Palmolive C.A. fundamenta el sobre los siguientes objetivos generales:

- Impulsando el crecimiento: tiene la finalidad de hacer efectiva la aceptación de las marcas por parte del público, es decir, ser exitosos a la hora de realizar negocios, siempre buscando formas creativas e innovadoras para impulsar el crecimiento de la empresa.
- Obtención de fondos: se orienta a optimizar el uso de los recursos existentes a través de la eficientización de las operaciones y de la forma en que la empresa hace negocios. Esta estrategia ha permitido desarrollar un proceso de compras más efectivo, incrementar la satisfacción de los clientes, reducir gastos fijos, eficientizar la generación de efectivo, mejorar la tecnología y por supuesto optimizar la calidad de la producción.
- Crear el Mejor lugar para trabajar: es la tercera estrategia y tiene una gran importancia para la empresa, pues sirve de sustento y de impulso a las dos estrategias anteriores para lograr sus objetivos de negocios en forma más eficiente y rápida. Esta estrategia se sustenta en seis elementos: valores fundamentales, trabajo en equipo, ambiente motivante, carreras estimulantes, reconocimiento, recompensa y sentirse conectados. Cada uno de estos elementos tiene un objetivo específico que a la vez es común entre ellos;

“Seguir haciendo de Colgate el mejor lugar para trabajar” a fin de poder atraer, retener y desarrollar el mejor talento existente.

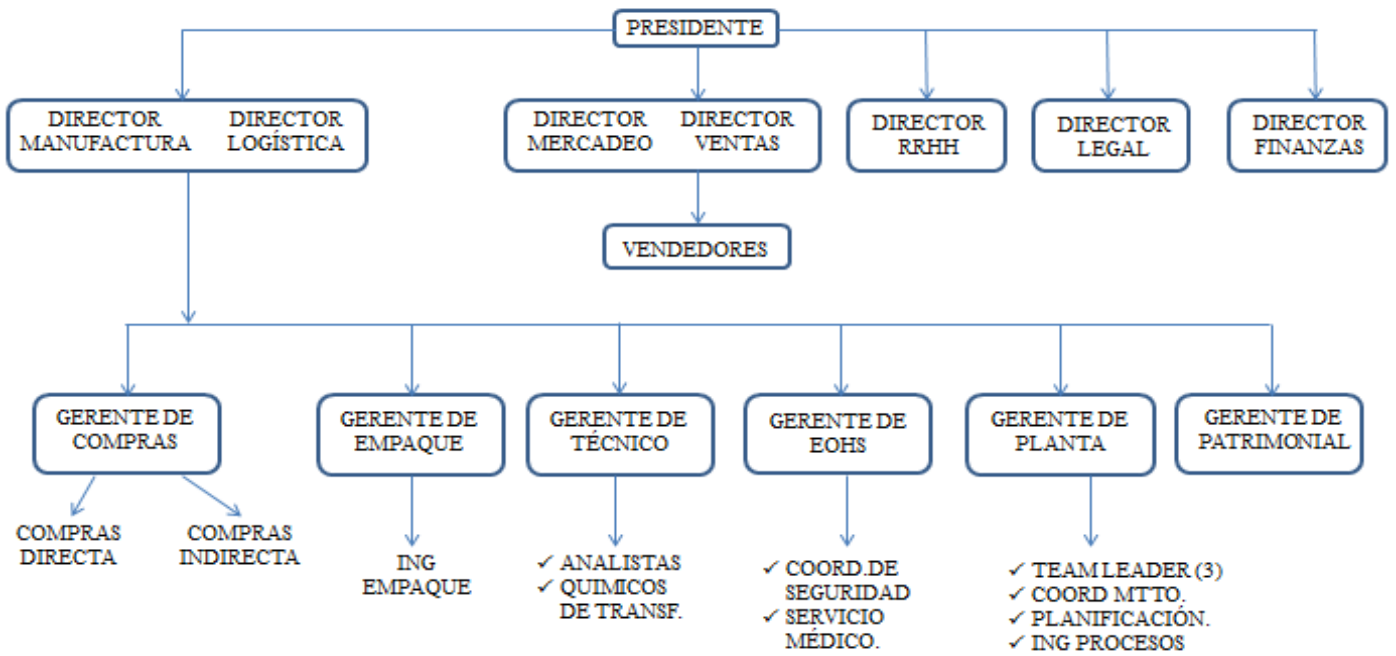
### **1.8 Política**

Esta empresa cuenta con un grupo extenso de políticas las cuales se listan a continuación:

- Política contra el soborno.
- Política de VIH/SIDA Colgate.
- Igualdad de oportunidades, información del empleador.
- Políticas de seguridad de ingredientes.
- Sin política de deforestación.
- Política de contribuciones políticas.
- Política de investigación de seguridad del producto.
- Respetando los derechos humanos y los derechos laborales: Declaración de divulgación.
- Política de donación.
- Valorando a la gente de Colgate.
- Código de conducta.
- Política de minerales de conflicto.
- Declaración de política ambiental, de salud y seguridad ocupacional.
- Línea de ética.
- Administrar con respeto.
- No represalias.
- Políticas de compras.
- Declaración de política de calidad.

## 1.9 Organigrama de la empresa

### 1.9.1 Organigrama General



**Figura 1.** Organigrama General Uslar - Valencia

Fuente: Colgate Palmolive (2018)

1.9.2 Organigrama de Departamento

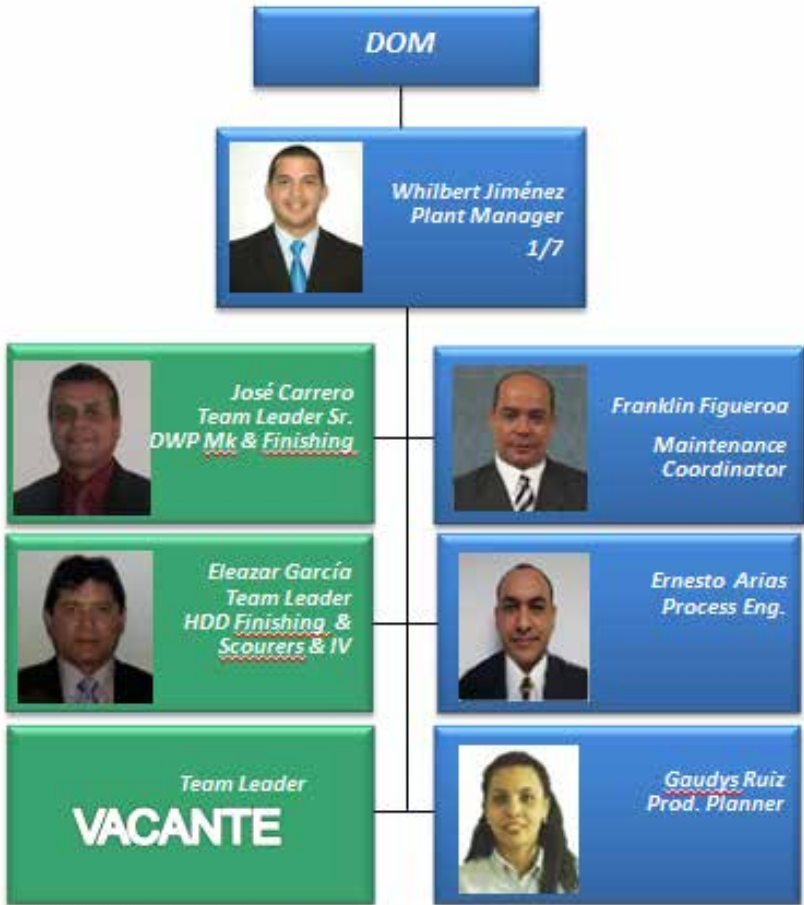


Figura 2. Organigrama de Departamento Uslar - Valencia  
Fuente: Colgate Palmolive (2018)

## **CAPÍTULO II**

### **EL PROBLEMA**

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

Colgate - Palmolive es una empresa venezolana que dio inicio en Caracas en 1943, esta misma se dedica a la fabricación de productos de primera necesidad tanto de Higiene bucal, Higiene personal como de limpieza en el hogar, entre otros. Hoy en día con la incertidumbre e inestabilidad económica, financiera y social que vive el país, su producción ha sido mermada por la caída del mercado nacional. Sin embargo, pese a todo esto, está consolidada como una empresa de liderazgo tecnológico y con un creciente mercado tanto nacional como internacional.

Por otra parte en el país la industria es la base fundamental de la economía y para que dichas empresas puedan sustentarse necesitan atraer al consumidor, por ello deben mejorar sus procesos de producción y por consiguiente automatizarlos, de ésta manera el resultado final será ofertar al cliente un producto de calidad y con menor tiempo fabricación. Con la situación del país la empresa ha buscado reemplazar y sustituir la tecnología obsoleta por tecnología moderna, pero con presencia en América Latina, puesto que su adquisición sea lo más rápida y efectiva posible.

Actualmente el proceso de sellado en la empresa de las bolsas plásticas en la línea de producción de detergentes en polvos es inadecuado, y se llegó al termino de no hacer el sellado debido a la falta de un repuesto la cual esto generó pérdida de tiempo, perdida de dinero y provoca deficiencias. El personal constantemente tiene que reubicar el producto verificar el peso y hacer el sellado de la bolsa, al ser este proceso manual es necesario tener varios operarios que bien que podrían estar haciendo otras tareas en la planta.

Sin embargo en la empresa existe una maquina selladora que realiza el proceso de sellado de forma automática, pero dicha maquina se encuentra con

repuestos obsoletos y con fallas, el taller de mantenimiento busca constantemente el reemplazo de los repuestos pero esto se dificulta ya que antes llegaban de Alemania y ahora no llegan, por otro lado el reparar este repuesto genera un costo muy elevado de producción y al mismo tiempo no da buenos resultados en el sistema de sellado de bolsas de detergentes. Además, cabe destacar que la migración a nuevos componentes electrónicos de máquinas genera que la empresa siga creciendo en el mercado y ofreciendo un producto de alta calidad.

## **2.2 Formulación del Problema**

Mediante toda la información que ha sido expuesta anteriormente, llevó al investigador a formularse la siguiente interrogante ¿Cómo podría optimizarse el sistema de sellado de las llenadoras rovevas en la empresa Colgate Palmolive?

## **2.3 Objetivos de la Investigación**

### **2.3.1 Objetivo General**

Proponer el diseño de la automatización del sistema de sellado de las llenadoras rovevas en la empresa Colgate Palmolive C.A.

### **2.3.2 Objetivos específicos**

- Analizar el proceso actual de sellado en la empresa.
- Seleccionar los componentes de hardware y software para la automatización del sistema de sellado.
- Diseñar una propuesta de automatización industrial para el proceso de sellado.
- Desarrollar un Interfaz Hombre Máquina (HMI).

## **2.4 Justificación de la Investigación**

Con la finalidad de alcanzar los objetivos antes planteados en el presente proyecto, se presentara ante la gerencia de la empresa Colgate Palmolive C.A. una propuesta de diseño de la automatización del sistema de sellado de las llenadoras rovevas.

Por otra parte esta propuesta aumentara la línea de producción para los detergentes en polvos en el mercado, disminuirá perdidas y a su vez maximizara

las ganancias en la línea de producción. Es de gran importancia aprovechar al máximo las capacidades de la maquinaria instalada con solamente realizar simples modificaciones a la actual para cubrir las necesidades del público en general.

## **2.5 Alcance**

Con la propuesta antes planteada se quiere llegar al diseño de automatización del sistema de sellado de las llenadoras roveamas en la empresa Colgate Palmolive C.A. De esta manera se desarrollara un diseño en cual permita a la empresa tener bases técnicas para la innovación tecnológica sobre el proceso de sistema de sellado en las bolsas plásticas en la línea de producción de detergentes en polvos.

## **2.6 Limitaciones**

Para el siguiente proyecto de investigación se consideran las siguientes limitaciones:

- Falta de tiempo.
- Maquinarias obsoletas.
- Falta de repuestos.
- Referencias bibliográficas limitadas.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

El presente capítulo reviste de gran importancia, primeramente para conformarlo se precisa recurrir a una profunda y asertiva revisión bibliográfica. En tal sentido, se debe procurar obtener informaciones de autores que en sus trabajos estén subyacentes temas afines con este tópico, además se insertan aspectos entre los cuales se destacan antecedentes y bases teóricas.

#### **3.1 Antecedentes**

A continuación, se presentan varios proyectos o trabajos integradores efectuados en los últimos años, y tomando aportes valiosos para la investigación que pueda brindar cada uno de ellos.

Palma, A (2015) realizó un trabajo titulado **“Automatización de una máquina cortadora y selladora de fundas para la empresa eduplastic”**, para optar por el título de Ingeniero Electromecánico ante la Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador. Facultad de Ingeniería en Electromecánica. Este proyecto desarrollo una propuesta de automatización de una maquina cortadora y selladora de fundas; la cual incremento la velocidad de producción de la misma. Recupero la inversión en solo siete meses incrementándose así, la cantidad de fundas por minuto selladas a partir de la optimización de la velocidad de producción acorde a las necesidades de la empresa siendo muy satisfactoria.

El proyecto se vincula con el actual en función ya que muestra cómo se debe entablar el proceso de sellado de una bolsa plástica de manera eficiente, lo cual resulta un aporte importante ya que con esto se persigue que la propuesta de diseño para el proceso de sellado sea lo más óptimo posible.

Por otra parte Rivadeneira, I (2013) realizó un trabajo titulado **“Diseño e implementación del sistema de control y monitoreo para la máquina de corte y sellado de fundas tepack”**, para optar por el título de Ingeniero en electrónica y control presentado en la Universidad Politécnica Nacional, Quito. Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Esta investigación se inicia en el proceso de

fabricación de plásticos a partir de su polímetro base y a partir de éste la fabricación de fundas plásticas para diferentes aplicaciones. Se realizó un estudio en detalle de la máquina para fabricar fundas, validación de los elementos de maniobra, controladores existentes, se diseñó un nuevo sistema de control incluyendo el PLC que constituye el nuevo cerebro de la máquina, nueva instrumentación y actuadores, driver, motor y relé para regir el arrastre del plástico y mover las barras de corte y sellado y una nueva pantalla HMI que permite ajustar los parámetros del proceso al operador de forma sencilla, exacta y clara.

La investigación citada, se vincula con la actual en función de que incorpora nuevas tecnologías que brindan la facilidad y oportunidad de fabricar nuevos productos con una alta calidad de manera que se pueda competir en el mercado internacional, de esta manera la incorporación de PLC como un avance tecnológico ayudara a la línea de producción de detergentes en polvos.

De la misma manera Díaz, E (2011) realizo un trabajo titulado **“Propuesta del sistema de control para una máquina de inyección de plástico”**, para optar por el título de Ingeniero en Control y Automatización ante la Universidad Nacional, México. Facultad de Ingeniería Electrónica. Este proyecto desarrollo una propuesta de control de una máquina de inyección de plástico de la marca Battenfeld de la empresa de Transformaciones Universales. La renovación del sistema de control era necesaria puesto que la máquina presentaba inconvenientes de producción y mantenimiento. Este proyecto se basó en tres puntos clave: conocimiento de la máquina, análisis de condiciones actuales y desarrollo del sistema de control. Una vez que se realizaron los primeros dos puntos se seleccionó el controlador lógico programable (PLC), el cual cumplía con los requerimientos del sistema en esta oportunidad seleccionaron el PLC Allen-Bradley.

El proyecto se vincula con el actual en función, de la selección del controlador lógico programable el cual para esta investigación se escogió el PLC Allen-Bradley. La elección correcta del PLC para el proyecto es esencial y por

ellos es necesario considerar toda la información disponible y herramientas empleadas que sean los más actualizados posibles.

## **3.2 Bases Teóricas**

### **3.2.1 Automatización**

La automatización es el conjunto de elementos o procesos informáticos, mecánicos y electromecánicos que operan con mínima o nula intervención del ser humano. Estos normalmente se utilizan para optimizar y mejorar el funcionamiento de una planta industrial, pero igualmente puede utilizarse la automatización en un estadio, una granja o hasta en la propia infraestructura de las ciudades.

Según lo anterior explicado Guzmán, E (2018) define automatización como, “La Automatización Industrial es la aplicación de diferentes tecnologías para controlar y monitorear un proceso, máquina, aparato o dispositivo que por lo regular cumple funciones o tareas repetitivas, haciendo que opere automáticamente, reduciendo al mínimo la intervención humana.”

#### **3.2.1.1 Elementos de la Automatización**

Generalmente, los métodos y maneras de controlar el comportamiento de un aparato, máquina o sistema eléctrico, o también controlar el arranque, parada, dirección de movimiento, aceleración, velocidad se realiza mediante controladores eléctricos.

- **Controladores eléctricos:** Es un dispositivo o grupo de dispositivos que comandan o regulan las funciones de un motor o máquina de manera predeterminada. El control eléctrico se puede realizar de tres maneras:
  - 1) **Control Manual:** El control manual es una de las formas de mando o regulación que se ejecuta manualmente en el mismo lugar en que está situado el dispositivo de control. Este control es el más sencillo y conocido es probablemente el arrancador manual de pequeños motores a tensión nominal
  - 2) **Control Semiautomático:** Los controladores que pertenecen a esta clasificación utilizan un arranque electromagnético y uno o más dispositivos pilotos manuales, tales como; pulsadores, interruptores de maniobra,

combinados de tambor, etc. Dentro de estos los más utilizados son el cuadro de pulsadores – botonera, a causa de que constituyen una unidad compacta y relativamente económica. Este tipo de control requiere de un operador que inicie cualquier cambio en la posición o condición de funcionamiento de la máquina. Mediante el uso de un arrancador electromagnético puede realizarse este cambio desde un lugar o puesto de trabajo cómodo o necesario, lo que no es posible con el control manual que debe maniobrase en el mismo lugar en que está situado el arrancador.

- 3) **Control Automático:** Un control automático está formado fundamentalmente, por un arrancador electromagnético o contactor, cuyas funciones están controladas por uno o más dispositivo piloto automáticos. La orden inicial de marcha puede ser automática, pero generalmente es una operación manual, realizada en un panel de pulsadores o interruptores.

### **3.2.2 Plásticos**

Según Jurado, X (2012) define plástico “Los plásticos se caracterizan por una alta relación de resistencia y densidad, propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y una buena resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes”. (Pág. 23).

### **3.2.3 Proceso de corte y sellado del plástico**

Rivadeneira, C (2010) explica que “Es un proceso que permite transformar el plástico en bolsas de diferente longitud y ancho, que están destinadas a almacenar o al empaque de diferentes productos.” (pág. 34).

Normalmente el corte de las bolsas plásticas se concibe con cuchillas tipo tijera o guillotina para asegurar una adecuada forma en la funda. Para este paso no es posible aplicar un sistema de parada y arrastre pues la funda puede que no se fraccione adecuadamente. El tipo de sellado se vincula directamente con el pegamento manejado ya que en dependencia del mismo, podrá resultar perjudicial para la salud por lo que se fijará si la funda podrá ser usada para envasar productos para el consumo humano o animal. El corte y sellado es el proceso más importante

dentro de la elaboración de las fundas plásticas puesto que en él, se determina el tamaño y la calidad del sellado dando como resultante tener o no un producto que satisfaga las necesidades y conformidad del cliente.

### **3.2.4 Selladoras**

Es una máquina que se utiliza para sellar bolsas de plástico mediante la presión y el calor, siendo muy habitual su aplicación en la industria del embalaje, entre otras. Las máquinas de sellado se utilizan de forma habitual en las industrias médicas, químicas y farmacéuticas. También se utilizan para procesar una amplia variedad de productos alimenticios, bebidas, cosméticos, electrónica entre otros.

#### **3.2.4.1 Tipos de Selladoras industriales**

Las máquinas cerradoras de bolsas, permiten el sellado de bolsas. Existen una gran variedad de máquinas selladoras de bolsa que se ajustan perfectamente a cada necesidad del producto, tanto en ancho de la bola de sellar, capacidad de sellado frente al espesor del plástico o producción.

Muchos de los nuevos empaques necesitan de un sellado con calor para que el producto esté listo para la venta. Existen principalmente dos tipos de termo selladoras o selladoras de bolsa por contacto directo y por impulso, según sea el sistema de calentamiento de la herramienta, continuo o discontinuo. Dichas termo selladoras a su vez pueden ser manuales o automáticas.

- **Selladoras de bolsas en continuo:** Este tipo de termo sellador disponen de correas en movimiento sobre el que se deposita la bolsa a sellar, que se colocará entre los elementos de aplicación de calor para que la correa automáticamente lo lleve hasta el final del aplicador de calor (como si fueran unas pinzas). Este tipo de termo selladora mantiene el calor de continuamente, de ahí su nombre Esta clase de termo selladora es ideal para embalaje de bolsas que contienen artículos vertibles como polvos o líquidos o plásticos más gruesos.

En la figura 1 se observa una máquina industrial, en este caso es una selladora de bolsas en continuo.



**Figura 3.** Selladoras de bolsas en continuo.

Fuente: <https://www.solostocks.com/venta-productos/envases/bolsas/selladora-de-bolsas>

- **Selladoras de bolsas por impulso:** los elementos calefactores o aplicadores de calor no se calientan de forma continuada. Únicamente se genera calor cuando circula la corriente. Cuando los materiales se colocan en el cierre por calor, se mantienen en su lugar por la presión. Una corriente eléctrica calienta el elemento de calentamiento durante un tiempo especificado para crear la temperatura requerida. Una vez sellado el plástico, soltamos y deja de aplicarse el calor sobre la bolsa. (Ver figura 2)



**Figura 4.** Selladoras de bolsas por impulso.

Fuente: [https://www.solostocks.com/es.uline.mx/Grp\\_46/Poly-Bag-Sealers](https://www.solostocks.com/es.uline.mx/Grp_46/Poly-Bag-Sealers)

### 3.2.5 Técnicas de Sellado

En la actualidad coexisten diferentes maneras de sellar los materiales plásticos que se utilizan en la industria y en la sociedad en general dependiendo de la aplicación que se le vaya a dar, del producto que se va a envasar y el valor económico y financiero que signifique en cada caso.

Existen varios métodos o procedimientos para la elaboración de sellado de bolsas, el más usado y conocido es el de sellado térmico. Varias son las características con las que una bolsa debe cumplir según la función que va a desempeñar, como lo son el material, el espesor de la película, las dimensiones, la calidad del sello, el color etc.

- **Sellado térmico:** Consiste en sellar dos porciones superpuestas de un material mediante el uso de calor generado por niquelinas sobre barras calientes que unen las porciones del material. Esta técnica requiere el uso permanente de alta cantidad de energía para mantener calientes las barras de sellado mediante las niquelinas.
- **Sellado Ultrasónico:** Es una técnica innovadora que utiliza la frecuencia de ultrasonido para unir molecularmente dos porciones de un material entre sí. Este método es ambientalmente amigable ya que tiene un uso muy eficiente de la energía para el proceso de sellado.
- **Sellado adhesivo:** Dicha técnica utiliza sustancias adhesivas para la unión de las partes plásticas en la formación de fundas. Las sustancias adhesivas que se usan en la fabricación de envases de almacenamiento son de alto riesgo para la salud humana, por lo tanto, no se utilizan en envases que contengan productos comestibles o de uso humano o animal.

### 3.2.6 Sistemas PLC

El PLC es un dispositivo o máquina que realiza funciones automáticas que son programadas por un operador, generalmente se les utiliza en un ambiente industrial. Este equipo electrónico que puede ser programado en lenguaje no informático, está

diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente tipo industrial, procesos secuenciales.

Por lo anterior Harold, C (2008), define PLC “Es una máquina electrónica programable por personal no informático, destinada a cumplir en un ambiente industrial y en tiempo real funciones de automatismos lógicos, combinatorios y secuenciales.” (pág. 28).

### 3.2.6.1 Partes de un PLC

- **Fuente de alimentación:** Esta parte lleva energía continua a cada uno de los circuitos electrónicos que conforman el controlador. Usualmente se le conoce como fuente de poder. Se encarga de suministrar la corriente y la tensión necesarias a las tarjetas y al CPU.
- **Módulo de memoria:** Usualmente se le llama memoria. Se encarga del componente del PLC encargado de guardar el programa en una memoria, la cual puede ser volátil, denominándose como memoria RAM, o no volátil, donde toma el nombre memoria ROM.
- **Batería:** Se encarga de dar energía o alimentar la memoria RAM cuando el PLC no tenga alimentación. Esta batería no llega a ser necesaria cuando la memoria del PLC no es volátil. Esta batería se debe de cambiar en un periodo de 1 a 3 años para prevenir cualquier desgaste o que se pierda alguno de los programas que estén almacenados en la memoria RAM.
- **Módulos:** Es una de las partes que más caracteriza a los PLC, ya que es a través de sistema de entrada y salida que se llega a diferenciar un computador, los cuales se presentan como módulos especiales para hacer posible la conexión física entre la unidad de procesamiento y el mundo exterior. Existen dos tipos de módulos: módulos de entrada y módulos de salida.
- **Puertos de comunicación:** Se trata del medio de comunicación que usa el PLC con la interfaz, con los periféricos, las unidades de programación, con otros PLC, etc.

- **CPU:** Se trata de la Unidad Central de Proceso, lo cual se encarga de mantener bien controlada la secuencia en la cual el programa se ejecuta, también se encarga de coordinar la comunicación entre los distintos elementos que componen el PLC, y a la vez ejecuta todas las operaciones lógicas y a la vez aritméticas. Se presenta como un elemento inteligente que tiene una gran capacidad para interpretar y leer todas las instrucciones que son cargadas en la memoria.

### 3.2.6.2 Tipos de PLC

- **PLC integrados:** Es utilizado para aplicaciones pequeñas y tienen la característica que en una sola unidad integran todas las partes de un PLC, la CPU, módulo de memoria, las entradas y salidas, la batería, y en ocasiones la fuente de alimentación, el cable de comunicación y el software de interfaz para el PC también viene en el paquete comercial aunque no estén integrados en la unidad. En la figura 3 se muestra la imagen de un PLC integrado.



**Figura 5.** PLC integrado

Fuente: [http://www.ieec.uned.es//PAC/archivos/Informacion\\_de\\_referencia\\_ISE6\\_1\\_1.pdf](http://www.ieec.uned.es//PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf)

- **PLC modulares:** Este tipo de PLC tiene diversos elementos que se pueden agrupar para cubrir la necesidad del usuario final. Los módulos que se pueden usar son la tarjeta madre (chasis o rack), el procesador o CPU, el módulo de memoria, módulos de entradas o salidas o mixto, estos módulos pueden ser de entradas y salidas digitales o analógicas, etc. (Ver figura 4)



**Figura 6.** PLC modular.

Fuente: [http://www.ieec.uned.es/PAC/archivos/Informacion\\_de\\_referencia\\_ISE6\\_1\\_1.pdf](http://www.ieec.uned.es/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf)

- **PLC compactos:** son aquellos que incorporan CPU, PS, módulos de entrada y salida en un único paquete. A menudo existe un número fijo de E/S digitales (no mayor a 30), una o dos canales de comunicación (para programar el PLC y la conexión de los buses de campo) y HMI. Además, puede haber una entrada para el contador de alta velocidad y una o dos E/S analógicas. Para aumentar el número de las E/S de una PLC compacta individual se incrementa (además) los módulos que pueden ser conectados. Estos se colocan en un paquete, similar al del mismo PLC. Estos PLC de tipo compacto se utilizan en automoción como substitutos de los relés.

En la figura 5 se muestra la imagen de un PLC compacto.



**Figura 7.** PLC compacto.

Fuente: [http://www.ieec.uned.es/PAC/archivos/Informacion\\_de\\_referencia\\_ISE6\\_1\\_1.pdf](http://www.ieec.uned.es/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf)

### 3.2.7 Lenguaje de Programación

Los lenguajes de programación de PLC fueron diseñados para poder tener una comunicación de usuario máquina. Gracias a este vínculo, podemos ser capaces de crear un programa con las instrucciones necesarias para controlar el comportamiento de cualquier proceso o máquina. Dichos lenguajes de programación consisten en símbolos, caracteres y reglas de uso. La comunicación entre dos o más PLC no sucede a través de un lenguaje de programación convencional. Para lograr una conexión entre estos dispositivos se requiere de una serie de reglas que permiten la transferencia de información, a esta serie de reglas se les llama protocolo de comunicación, algunos de esto son: Profibus, Fieldbus, Modbus, Devicenet, Interbus, entre otros.

La variedad dentro de los lenguajes de programación para PLC se debe a que los programadores tienen diferente formación en diferentes ramas, por lo cual unos prefieren programar en un lenguaje más visual y otros prefieren un lenguaje escrito. Los lenguajes de programación de PLC pueden clasificarse principalmente en 2 clases:

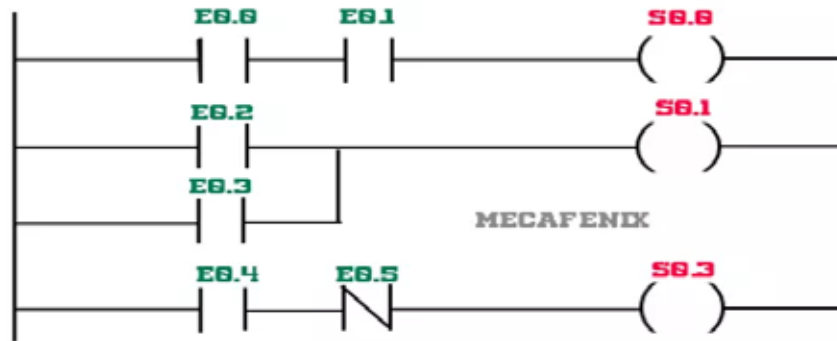
- Lenguajes de alto nivel.
- Lenguajes de bajo nivel.

#### 3.2.7.1 Lenguajes de alto nivel

En esta clase se encuentran los lenguajes gráficos, estos utilizan una interfaz de símbolos para declarar las instrucciones de control, una de las desventajas de estos lenguajes visuales es que la programación está limitada a los símbolos que se proporcionan.

- **Diagrama escalera o Ladder:** Este lenguaje fue uno de los pioneros ya que fue uno de los primeros en ser utilizados, ya que se asemeja mucho a los diagramas con relevadores. Se le llama de escalera porque es muy similar a la estructura de una escalera, ya que contiene dos rieles verticales, y varios rieles

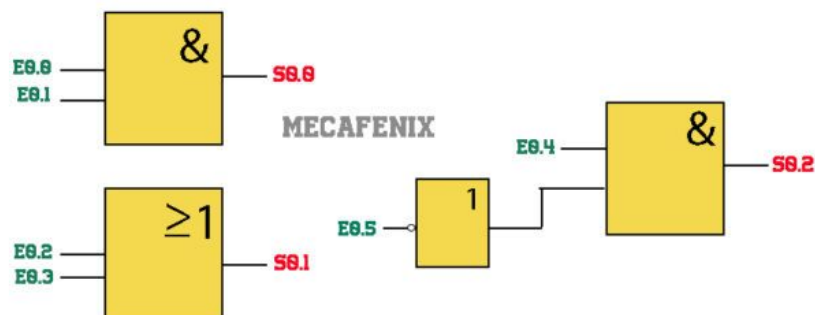
horizontales (en este caso serían los escalones). Este tipo de diagrama se puede observar en la figura 6.



**Figura 8.** Diagrama Ladder o escalera.

Fuente: [http://www.ieec.uned.es//PAC/archivos/Informacion\\_de\\_referencia\\_ISE6\\_1\\_1.pdf](http://www.ieec.uned.es//PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf)

- **Diagrama de bloques:** en este tipo de programación se utilizan bloques de símbolo lógicos. Las salidas no se requieren incorporar a una bobina de salida, porque la salida está asignada en las salidas de los bloques lógicos. Estos diagramas en su mayoría son preferidos por personas acostumbrados a trabajar con circuitos de compuertas lógicas, ya que la simbología utilizada es equivalente. Este tipo de diagrama se puede observar en la figura 7.



**Figura 9.** Diagrama de Bloques.

Fuente: [http://www.ieec.uned.es//PAC/archivos/Informacion\\_de\\_referencia\\_ISE6\\_1\\_1.pdf](http://www.ieec.uned.es//PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf)

### 3.2.7.2 Lenguajes de bajo nivel

En esta clase se encuentran los lenguajes de programación textual, su programación es a través de texto utilizando cadenas de caracteres para indicar las instrucciones de control.

- **Texto estructurado:** el texto estructurado se compone de una serie de instrucciones que se pueden ejecutar, como sucede con los lenguajes superiores, de forma condicionada. Este lenguaje es muy similar al lenguaje C y sobre todo a PASCAL (“IF..THEN..ELSE”) o en bucles secuenciales (WHILE..DO).
- **Lista de instrucciones:** este tipo de lenguaje es el más antiguo y es la base para todos los lenguajes de programación que existen, este lenguaje es el precursor del diagrama escalera ya que este se utilizaba cuando las computadoras aun no tenían capacidad gráfica. Todos los lenguajes son traducidos a lista de instrucciones.

### 3.3 Definición de términos

**Actuadores:** aparatos que ejercen una acción específica en un proceso.

**Automatizar:** Automático o mecanizado nuestros movimientos y acciones, el trabajo y la producción en general.

**Controladores:** Dispositivos electrónicos con fin de lograr que una máquina o dispositivo funcione mediante mandos.

**PLC:** Controladores lógicos programables.

**Sensores:** Dispositivos que detectan actividad física y la transforman en señales eléctricas.

**Sistema:** Conjunto de cosas ordenadas y relacionadas entre sí. Método o grupo de órganos que regulan una función.

## **CAPÍTULO IV**

### **MARCO METODOLÓGICO**

Una vez formulado el problema, delimitado los objetivos y asumidas las bases teóricas que orientan el sentido de la investigación de manera precisa, para indicar el tipo de datos que se requiere indagar deben seleccionarse los distintos métodos y técnicas que posibiliten la obtención de información, para ello se elabora el Marco Metodológico, que según Balestrini (2004) “ está referido al momento que alude al conjunto de procedimientos lógicos, tecnológicos, operacionales, implícitos en todo proceso de investigación” (p.113).

#### **4.1 Tipo de investigación**

La naturaleza propia del proyecto, hace que la investigación entre en la clasificación de proyecto factible, puesto que se desarrollará un plan de trabajo para la propuesta de diseño de automatización del sistema de sellado de las llenadoras rovevas con fin de solventar los inconvenientes que presentan la empresa actualmente. Basado en lo anteriormente descrito Mijares y García (2007) definen como proyecto factible a:

“... la investigación elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organización o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas tecnologías, métodos o procesos. El proyecto factible debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades...”(p5).

#### **4.2 Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es el conjunto de directrices que toma el investigador con el fin de observar, analizar y plantear una solución de ser posible a la problemática objeto de la investigación. Según Palella y Martins (2012) definen como investigación de campo a:

“La Investigación de campo consiste en la recolección de datos directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar las variables. Estudia los fenómenos sociales en su ambiente natural. El investigador no manipula variables debido a que esto hace perder el ambiente de naturalidad en el cual se manifiesta...”(pag.88).

### **4.3 Nivel de la investigación**

El nivel de investigación se refiere según Arias:(2012) “al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno”(p.47). Así pues, el nivel de investigación establece hasta qué punto se llevará a cabo el estudio del tema o problema planteado. Tomando en cuenta el tipo de investigación, se conocerá el nivel en el cual se basa todo el estudio. También el nivel permite saber qué factores tienen que intervenir para el desarrollo de toda la investigación.

Tomando en cuenta lo anteriormente expuesto, el nivel de investigación que se emplea es descriptiva definido por Hurtado de B. (2010), como:

“Los estudios descriptivos miden de forma independiente las variables, y aun cuando no se formulen hipótesis, las primeras aparecerán enunciadas en los objetivos de investigación” (p.223).

Lo mencionado por Hurtado, se aplica a todas las investigaciones que conllevan a diseños dirigidos a cubrir necesidades y que están basados en conocimientos anteriores.

### **4.4 Fases de la Investigación**

#### **Fase I: Analizar el proceso actual de sellado en la empresa.**

Se realizará un análisis sobre el proceso actual de sellado en la empresa. Para esto es necesario investigar los métodos y procesos actuales utilizados en la empresa, de esta manera se podrá diseñar un sistema automatizado que realice este proceso de manera eficiente y eficaz.

#### **Fase II: Seleccionar los componentes de hardware y software para la automatización del sistema de sellado.**

Luego de analizar el proceso de sellado en la empresa, es necesario seleccionar un PLC adecuado ya que este se encargará del proceso de control. Por otro

lado es importante la selección de software para el manejo del lenguaje. Al realizar esta evaluación se tomaran en cuenta las mejores opciones para el proyecto.

**Fase III: Desarrollar una propuesta de automatización industrial para el proceso de empaque.**

En esta fase se realizara el diseño de la propuesta de automatización el comprende la programación del PLC que este se encargara de controlar todo el proceso. La realización de este programa se realizara en el software Allen-Bradley.

**Fase IV: Diseñar una interfaz hombre máquina (HMI)**

La HMI en un proceso de esta magnitud es una herramienta de gran importancia, ya que mediante esta herramienta podemos estar informados de todo lo que ocurre en el sistema, el diseño de este va de la mano, con la programación del PLC, este diseño se realizara en el Software Factory Talk View Studio.

## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS**

#### **5.1 Fase I: Analizar el proceso actual de sellado en la empresa.**

Se procede a analizar el proceso de producción del detergente en polvo en la empresa Colgate – Palmolive.

##### **5.1.1 Observación Directa.**

Las industrias manufacturera para poder realizar el proceso de fabricación, llenado, empaquetado y paletizado del detergente en polvo y que finalmente se transporta a los almacenes donde disponen del producto para el cliente, es necesario cumplir con estos procesos, los cuales son fundamentales para obtener un producto final que cumpla con las características esperadas, uno de los procesos que es necesario realizar es la fabricación del detergente que se fundamenta en una receta que se mezcla en un drop tank llamado (croché) en él se inicia la fabricación del detergente que inicialmente es líquido y luego de pasar por distintitos procesos de filtrado y llevado a una presión favorable para su envío a la cámara de las espreas o atomización, para que en el mismo se atomice el detergente liquido por medio de espreas que se disponen en la torre de fabricación para su secado por medio del aire caliente que sale del horno y luego el mismo cae a fondo torre donde se pasa por una transportadora y llevado a un ducto elevador para su separación, es decir; los granos gruesos de los delgados para luego ser llevados a la botella y pesado por medio de una balanza merrick, dónde se le adiciona ciertos componentes y después se vacía en un tambor perfumador para luego pasar al cernidor y bajar por dos ductos a las estaciones de descarga del producto en carros y en bandas transportadoras para llevarlo a las tolvas de las líneas de llenado para que así el sistema dosificador – Balanza inteligente (YAMATO); pueda estar preparada para la descarga de la rovema en donde el sistema sincronizado de la llenadora dará la señal de descarga

cuando sea el momento para que haga su sellado vertical u horizontal en la bolsa donde es transportada a la siguiente fase empaquetado y nuevamente sellado pero ya en pacas de 18 unidades según sea el caso del requerimiento del cliente para luego ser paletizado por un trabajador y luego se transportan al almacén principal para quedar a la disposición del cliente.

## **5.2 Fase II: Seleccionar los componentes de hardware y software para la automatización del sistema de sellado.**

Conociendo el proceso actual de sellado en la empresa explicado en la fase I, se procederá a seleccionar los componentes necesarios para poder realizar el diseño automatizado. Para esta elección se han tenido en cuenta el cumplimiento de las especificaciones anteriormente estudiadas además de otros factores como el tamaño y el precio del componente. En consecuencia a esto se seleccionaron los siguientes componentes:

### **5.2.1 Controlador Lógico Programable de ALLEN BRADLEY**

ALLEN BRADLEY es uno de los principales fabricantes de PLC que existen a nivel mundial, debido a que cuentan con una amplia gama de equipos para la automatización industrial. Desde sus inicios ha sido pionero en la creación de tecnologías para que el HW del PLC fuera más eficiente y confiable, por lo que actualmente cuenta con una gran gama de equipos altamente reconocidos en nuestro medio por su calidad y competitividad, además con el buen soporte técnico que tiene en nuestro país. En la actualidad, ALLEN BRADLEY pertenece a ROCKWELL AUTOMATIZATION, que adquirió la firma en los últimos años y estratégicamente no le cambió el nombre para no perder la trayectoria, confiabilidad y aceptación con que contaba. Las familias de PLC que ha producido y representa Allen Bradley en orden de creación son:

- PLC2.
- PLC3.
- PLC5.

- Control Logix 1000.

### **SERIE PLC2:**

- Fue uno de los primeros PLC creados por Allen Bradley para automatizar procesos que solo maneja señales discretas.
- Desde un inicio en este fabricante el lenguaje de programación es el LADDER (Lenguaje en escalera).
- Solo maneja comunicaciones con 1 sola red.

### **SERIE PLC3:**

- Mejora las características de memoria y capacidades de I/O tanto discretas como continuas.
- Soporta instrucciones para la implementación de funciones de control Analógico.
- Posee varias opciones de comunicación, pero creadas inicialmente para otorgar versatilidad en las programaciones del PLC y no pensadas en aplicaciones de control distribuido.

### **SERIE PLC5:**

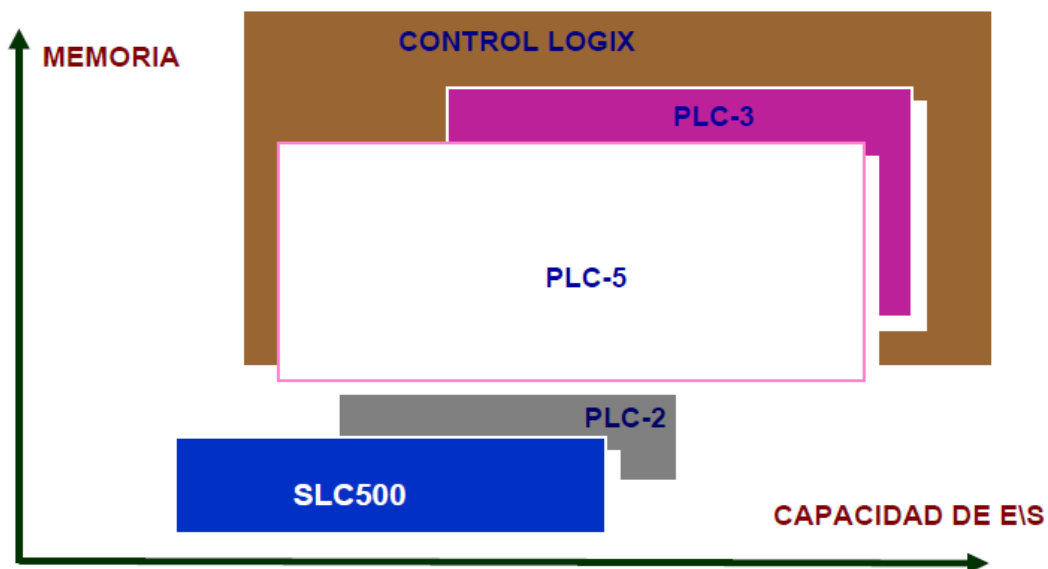
- Corresponde a un PLC muy potente y robusto, excelente para procesos muy complejos y con alta exigencia.
- Posee una alta capacidad de entradas y salidas tanto analógicas como discretas.
- Trabajan sobre un protocolo de red denominado DH+, con posibilidad de interconexión en ambientes distribuidos.
- Se encuentra sobredimensionado para la mayoría de aplicaciones industriales, y su elevadísimo costo no lo hace muy asequible en nuestro medio.

### **MICROLOGIX 1000**

- PLC muy potente y presenta una capacidad de Entradas y salidas superior al PLC5 contando con 16 entradas y 16 salidas.

- Se encuentra actualmente en evolución y ya ha sido comparado con un SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO (DCS), debido a que se pueden tener varios procesadores en el mismo PLC trabajando simultáneamente.
- Comparte entradas y salidas dinámicamente entre varios controladores.
- Posee alta capacidad de comunicación a un nivel de información de control bastante alto.

En la figura 10, se muestra un diagrama comparativo entre las diferentes familias de PLC de Allen Bradley.



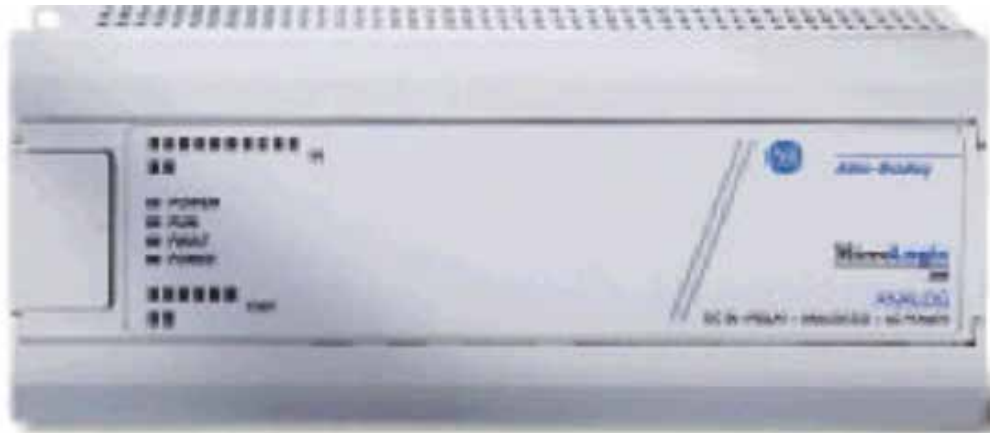
**Figura 10.** Diagrama de los distintos PLC de Allen Bradley.  
**Fuente:** Moreno P. (2019)

Por lo antes descrito y realizando la comparación entre las distintas familias de PLC de Allen Bradley, se debe decir que el MicroLogix 1000 tiene características por encima y superiores a las demás familia por lo que es elegido para el desarrollo del proyecto.

#### 5.2.1.1 PLC MicroLogix 1000

La familia de controladores programables MicroLogix 1000 ha sido diseñada para satisfacer sus necesidades de control en una serie de aplicaciones que requieren menos de 32 E/S. La familia MicroLogix 1000 le ofrece un controlador programable

de bajo costo con un poderoso conjunto de instrucciones y rápida velocidad de ejecución para un alto rendimiento. Al igual que todas las familias de PLC de Allen Bradley los controladores MicroLogix también se programan usando la conocida lógica de escalera.



**Figura 11.** PLC Micrologix 1000.

El controlador programable MicroLogix 1000 suplementa a la familia de controladores PLC 2, PLC3, PLC5 y SLC 500 proporcionando una versión de bajo costo que ofrece excelente rendimiento, superior con fiabilidad y alta calidad. Esta familia de productos le ofrece varios tipos de controladores, herramientas de desarrollo e interfaces de operador para satisfacer sus necesidades de control para una serie de aplicaciones.

Los controladores MicroLogix 1000 pueden programarse usando el Software de Programación MicroLogix 1000 (MPS) A.I. SeriesE, el software de programación SLC 500 A.I. Series, o el programador de mano MicroLogix 1000 (HHP), el cual se muestra en la figura 10.

Las principales características de estos controladores son:

- Dos tamaños de E/S (16 o 32 E/S).
- Tamaño compacto, le permite la controlador ser ubicado en espacios reducidos.

- Canal de comunicación RS-232, permite conectar directamente el controlador a tu dispositivo de programación o MODEM telefónico.
- Comunicación DH-485 vía un convertidor AIC+ (1761-NET-AIC), permitiendo que se enlace con procesadores SLC u otros procesadores MicroLogix, interface de operador o dispositivos de programación en una red DH-485.
- Diversas configuraciones eléctricas:
- Entradas 24 V dc y salidas tipo relay con una fuente de alimentación 120/240V ac.
- Entradas 120V ac y salidas tipo relay con una fuente de alimentación 120/240V ac.
- Entradas de 24V dc y salidas tipo relay con una fuente de alimentación de 24V dc.
- Entradas de 24V dc y FET de 24V dc y salidas tipo relay con una fuente de alimentación de 24V dc.
- Entradas de 120 V ac y salidas tipo relay y triacs con una fuente de alimentación de 120/240V ac.

En la siguiente tabla se presentan las ventajas de acuerdo a las características más relevantes del PLC MicroLogix de Allen Bradley:

**Tabla 1.** Características y Ventajas del PLC MicroLogix 1000.

Fuente: Moreno (2019)

Características	Ventajas
Versiones de 10, 16 o 32 E/S con 4 configuraciones eléctricas diferentes.	Proporciona flexibilidad para satisfacer las necesidades de prácticamente cualquier aplicación.
Capacidad de memoria de usuario de 1K.	Proporciona capacidad de memoria suficiente para satisfacer las necesidades de la mayoría de aplicaciones.

Más de 65 instrucciones de programación.	Proporciona un poderoso conjunto de instrucciones para desarrollar el programa adecuado para la aplicación.
Memoria EEPROM incorporada.	Retiene el programa y los datos después de una interrupción de la energía eléctrica. No se necesita batería de reserva ni un módulo de memoria adicional.
Canal de comunicación RS-232.	Proporciona conexión a computadora personal interface de operador y módem.
Tamaño compacto.	Permite que la unidad pueda instalarse en espacios estrechos.

Los Micrologix poseen 65 instrucciones de programación orientadas al manejo de variables de tipo discreto, mientras que un PLC SLC5/05 posee 99 instrucciones. Los tipos de archivos que soporta la memoria de un Micrologix son:

- Entradas (I).
- Tipo Bit (B).
- Enteros (N).
- Salidas (O).
- Temporizadores (T).
- Bits de Control (R).
- Status (S).
- Contadores (C).

A continuación se presentan algunas de las características técnicas principales de los Micrologix 1000.

**Tabla 2.** Especificaciones de entrada del MicroLogix 1000.

Fuente: Moreno P. (2019)

<b>Descripción</b>	<b>Especificación</b>	
<b>Tipo</b>	<b>100/120 VCA</b>	<b>24 VCC</b>
<b>Rango de Voltaje</b>	79 a 132 VCA 47 a 63 Hz	15 a 30 VCC
<b>Voltaje de Activación</b>	79 VCA min. 132 VCA max.	15 VCC min. 24 VCC nominal.
<b>Voltaje de desactivación</b>	20 VCA.	5VCC
<b>Corriente de activación</b>	5.0mA min 12mA nominal. 16mA max.	2.5mA min 8.0mA nominal. 12mA max.
<b>Corriente de desactivación</b>	2.5mA max.	1.5mA max.
<b>Impedancia nominal</b>	12 Kohms	3Kohms

**Tabla 3.** Especificaciones de salida del MicroLogix 1000.

Fuente: Moreno P. (2019)

<b>Descripción</b>	<b>Especificación</b>		
<b>Tipo</b>	<b>Relé</b>	<b>MOSFET</b>	<b>Triac</b>
<b>Voltaje</b>	5 a 264 VCA 5 a 125 VCC	20.4 A 26.4 VCC	85 a 264 VCA
<b>Corriente de carga min.</b>	10.0 mA	1 mA	10.0 mA
<b>Corriente por común.</b>	8.0 A	3A para L16BBB 6A para L32BBB	2.5A

### 5.2.2 Software de Programación RSLogix500

La plataforma utilizada para poder realizar la programación de los controladores fue a través del Software RSLogix500 ,plataforma sobre la cual se trabajó la programación del PLC Micrologix1000 para lo cual detallaremos algunas

características y ventajas del software de programación siendo estos actualmente muy utilizados en la industria dado que soportan la gran mayoría de lenguajes de programación más utilizados como son Ladder, SFC, Grafcet, Bloques de Función y Set de Instrucciones pudiendo ser utilizados estos en simultaneo bajo un mismo programa de aplicación.

#### **5.2.2.1 Características de Programación del Software RSLogix500**

La familia de paquetes de programación RSLogix, cumple la norma IEC61131-3 La cual hace referencia a Programación Ladder. Ayuda a maximizar el rendimiento, ahorrar tiempo de desarrollo del proyecto, y mejorar la productividad.

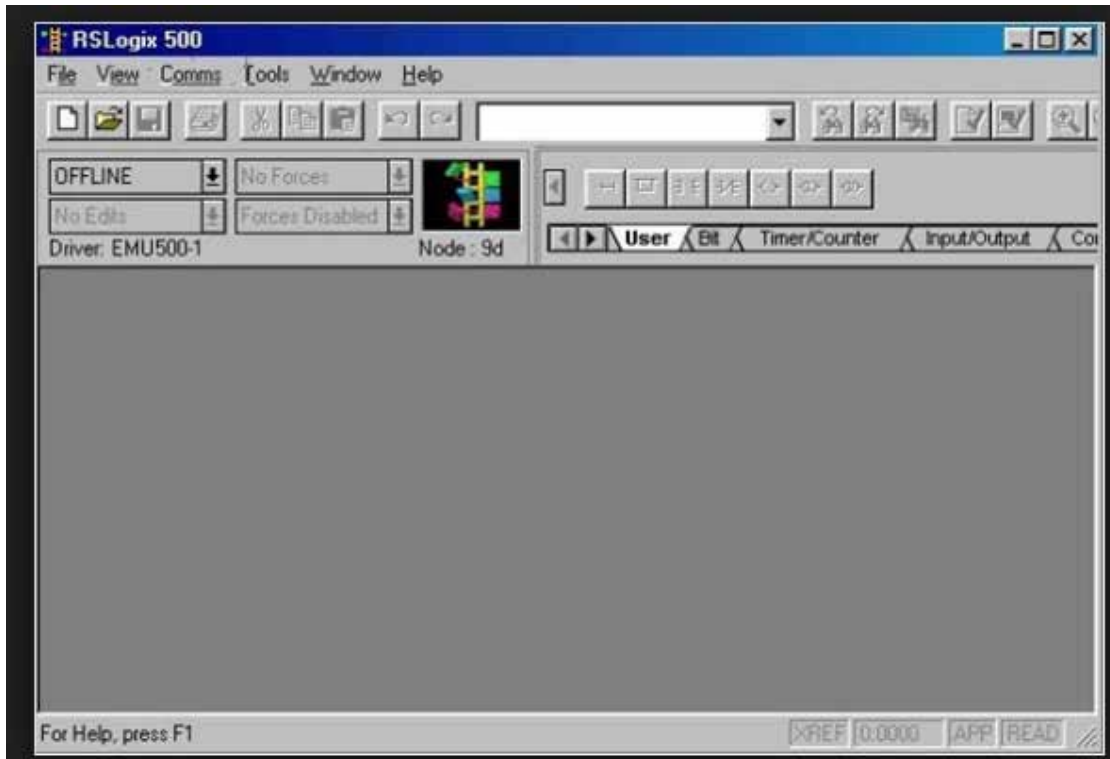
Este Software se ha desarrollado para operar en los sistemas operativos Microsoft Windows XP/7 en los cuales he demostrado su compatibilidad en el desarrollo de aplicaciones completas desde programación en Ladder a Lenguajes más avanzados. RSLogix500 fue el primer software de programación PLC para ofrecer productividad inmejorable con una interfaz de usuario líder en la industria en apoyo a las Familias de procesadores Allen Bradley SLC500 así como MicroLogix. El software de programación RSLogix 500 es compatible con los programas creados con los paquetes de programación basados en Rockwell Software para las familias de procesadores SLC 500 y MicroLogix , por lo que el mantenimiento del programa a través de plataformas de hardware son convenientes y fáciles. El ambiente de RSLogix5000 combina diseño e ingeniería elementos en un solo marco estándar. Optimiza la productividad, acorta los ciclos de diseño y reduce el tiempo de comercialización. RSLogix500 ayuda a responder rápidamente a los cambios en las necesidades del mercado y de negocios y reduce los costes totales de propiedad. Las nuevas capacidades de diseño pueden aumentar la productividad y reducir los costos de automatización durante el ciclo de vida de un proyecto. El medio ambiente es el único lugar para los ingenieros para desarrollar todos los elementos de su sistema de control para la operación y mantenimiento. RSLogix500 se extiende más allá de un controlador a ser una herramienta de desarrollo y diseño de todo el sistema haciendo

fácil su enlace a nuevas plataformas SCADA como son la integración con el Software Factory Talk View Studio.

El entorno de programación de este software con el cual se desarrolló el programa de control del PLC Micrologix1000.Lo cual hace necesario también detallar los pasos necesarios para poder realizar la programación de este PLC con el cual haremos todo el control de proceso. La configuración principal del software RSLogix500 incluye algunos pasos principales y sumamente importantes para poder obtener la comunicación entre el Ordenador y el PLC. Estos se describen a continuación:

1. Instalar el Programa RSLogix500.
2. Explorar el RSLogix500.
3. Configurar el sistema de comunicación Serial RS232.
4. Crear un nuevo proyecto o abrir un proyecto existente.
5. Crear una carpeta para el programa y Archivos de datos.
6. Definir la Arquitectura y módulos de Expansión.
7. Realizar el ingreso del Programa en Lógica Ladder.
8. Agregar documentación a las diferentes instrucciones siendo estas comentadas por cada Instrucción Ladder.
9. Revisar que la lógica del Programa no contenga errores realizando una verificación a través del Software RSLogix500.
10. Configurar el canal de Comunicación.
11. Monitorear los Canales de Comunicación.

Cuando se haya instalado de manera correcta el software para el manejo del PLC, entonces se puede explorar su entorno; donde la exploración se realiza con mayor facilidad en la visualización de varias ventanas y barras de tareas.



**Figura 12.** Software de programación RSLogix 500

Fuente: Moreno P. (2019)

### 5.2.3 Panel View Plus 600.

Esta serie la podemos encontrar en tamaños de 4 0 6 pulgadas, incluye módulo de lógica, memoria y alimentación de corriente (AC o D.C.) en la parte inferior del equipo. El Panel View plus 600, se encuentra con matices gris de fondo (320 x 240), o a color con teclado numérico o pantalla táctil. El mecanismo de montaje requiere de un corte de dado sencillo sin herramientas especiales.

Cuenta con comunicación de la unidad RS-232, puerto USB, Ethernet, una ranura compact flash para transferencia de archivos y registro de datos. Estas unidades soportan un enlace de red para módulos de comunicación opcional (DH-485, ControlNet, DeviceNET).

Para las comunicaciones con los presupuestos limitados que requiere comunicación de P.L.C. básica, contamos con el puerto RS-232 o las ranuras de DH485, también para la comunicación contamos con el puerto de Ethernet.

Esta unidad proporciona comunicación simultánea con redes múltiples para el control distribuido.

El Panel View 600 ofrece las siguientes características:

- Unidad base de configuración
- Módulos de comunicación.
- Fuente de alimentación de AC o D.C.
- Fondos grises o exhibiciones de color.

### **Unidad configuración**

- RS-232 sólo.
- RS-232, Ethernet, y comunicaciones del módulo interactúan.
- Los módulos de comunicación nos informan de los equipos que serán añadidos a cada una de nuestras entradas y de esta forma poder interactuar con el equipo.
- Potencia alimentadora, AC (85...264V) o D.C. (18...30V).
- La ranura de la tarjeta de Compact Flash, la cual nos ayuda a actualizar el panel.
- puerto de USB para unir ratones, teclado, impresor, lector de código de barras, y otros dispositivos



**Figura 13.** Panal View Plus 600

**Fuente:** Moreno P. (2019)

En la figura 13 se puede observar el Panel View Plus 600 escogido para este proyecto.

#### **5.2.4 Software de Programación Factory Talk View Studio Machine Edition.**

El software FactoryTalk View Machine Edition (ME) es una versátil aplicación de interface operador-máquina (HMI) que ofrece una solución robusta y dedicada para dispositivos de interface de operador a nivel de máquina. Como un elemento integral de la solución de visualización de Rockwell Automation, FactoryTalk View Machine Edition proporciona gráficos superiores, cambio de idiomas en tiempo de ejecución y un tiempo de puesta en marcha más breve mediante un ambiente de desarrollo común. FactoryTalk View Machine Edition 6.1 incluye nuevas características que reducen el tiempo de diseño y de puesta en marcha, además de ampliar el alcance de posibles aplicaciones. Estas nuevas características incluyen:

- Mayor compatibilidad con dispositivos, incluidos los nuevos terminales PanelView Plus 6 400/600 y PanelView Plus 6 400/600 Compact, así como compatibilidad con la conectividad directa con dispositivos en Ethernet/IP, DeviceNet y ControlNet.
- Mayor productividad a la hora del diseño, incluida una instalación simplificada, así como funciones de búsqueda y reemplazo, junto con capacidades de referencias cruzadas que ayudan a agilizar las tareas de programación.
- Mayor eficiencia en tiempo de ejecución, incluida una mayor capacidad de registro de datos, mayor flexibilidad para los componentes reutilizables, tareas en tiempo de ejecución simplificadas y un nuevo control ActiveX que mejora el acceso a la información del terminal.

FactoryTalk View Machine Edition ofrece a los fabricantes originales de equipos y a los usuarios finales características que reducen el tiempo de desarrollo y de puesta

en marcha, a la vez que mejora la experiencia y conserva la capacidad de escalado a nivel de toda la planta. Reduzca el tiempo de diseño y puesta en marcha con:

- Û Un proceso de instalación simplificado.
- Û Objetos globales reutilizables.
- Û Función de búsqueda y reemplazo para tags y texto en varias pantallas y objetos globales.
- Û Vínculo activo a una ubicación de tag específica mediante referencias cruzadas
- Û Acceso a la información del terminal en tiempo de ejecución.
- Û Acceso a la documentación mediante el visor de PDF.
- Û Controles ActiveX que simplifican tareas complejas en tiempo de ejecución.
- Û Mayor flexibilidad de los componentes reutilizables para permitir el control mediante programación.
- Û Registro de datos para el análisis de tendencias.
- Û Administración de recetas.

#### **5.2.4.1 Características del Software Factory Talk View Studio**

La plataforma Factory Talk View Studio integra diferentes elementos de integración para diferentes componentes sin importar la familia de controladores Allen Bradley que se esté utilizando así como otra marca ya que permite ampliar una gran gama de equipos bajo la misma plataforma siendo escalable a diferentes niveles. Entre sus principales características destacan:

- a) **Compatible con más dispositivos:** FactoryTalk View Machine Edition ofrece ahora dos métodos para lectura/escritura en dispositivos sin tener que utilizar el controlador como puente: exploración de tags de parámetros EDS y exploración de tags de tablas de datos CIP. Los archivos EDS son archivos de texto abierto necesarios para todos los dispositivos CIP. La exploración de tags de parámetros EDS hace referencia a la sección [Params] del archivo EDS y es similar a la exploración fuera de línea en el controlador. Utiliza las entradas de ruta de vínculo, tipo de datos y tamaño de datos del archivo EDS

para leer y escribir datos. Los dispositivos compatibles con la exploración de tablas de datos CIP son dispositivos inteligentes que contienen tags predefinidos al estilo ControlLogix que permiten acceso directo. La exploración de tags de tablas de datos CIP hace referencia a los símbolos de dispositivo incorporados en el firmware y es similar a la exploración en línea del controlador. Utiliza el direccionamiento simbólico habilitado por el objeto de tabla de datos. En ambos métodos, el diagnóstico y el manejo de errores son similares a las comunicaciones del controlador.

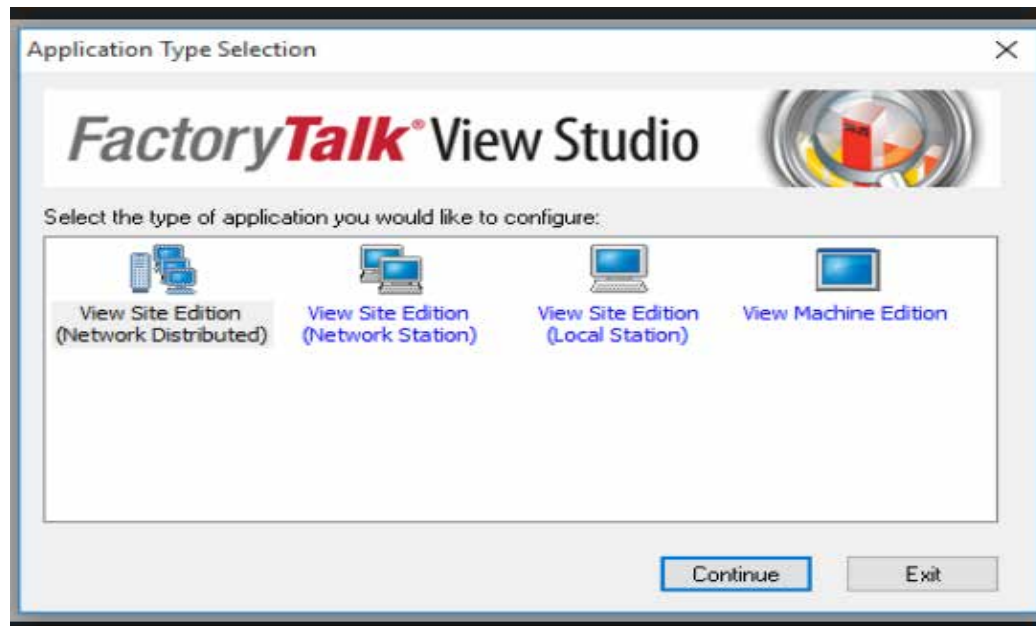
**b) Reducción del tiempo de diseño y puesta en marcha:** la versión 7.0 de FactoryTalk View Machine Edition incluye un proceso de instalación simplificada que es confiable y fácil de entender. Mediante un proceso de instalación integrada, todos los productos FactoryTalk View se incluyen en un solo DVD, organizados en el orden óptimo para su instalación. La capacidad de búsqueda y reemplazo le permite ejecutar los cambios de manera más eficiente, facilitando la actualización y el mantenimiento de las aplicaciones. Al actuar tanto sobre pantallas como sobre objetos globales, puede buscar y reemplazar tags así como texto en varios objetos de un proyecto. La función de referencia cruzada también le permite mantener y actualizar con facilidad la aplicación, además de agilizar la resolución de problemas. Con esta función, el sistema genera una tabla de referencias cruzadas y cada ítem de referencia cruzada es un vínculo activo al objeto específico que contiene la referencia del tag.

**c) Mayor flexibilidad y capacidad de la máquina:** gracias al nuevo control Terminal Info ActiveX, ahora puede capturar información de NIC internos y externos como, por ejemplo, el nombre y la dirección de un dispositivo TCP/IP, la máscara de subred y la identificación MAC. También puede captar datos de tiempo de ejecución del ambiente del terminal como la temperatura, tanto de la CPU como de la pantalla, la carga de la CPU y de la memoria, y el voltaje de la batería. Mediante modificaciones de los botones Go to Display y

Macro, ahora puede controlar mediante programación el Macro o el destino Display. Gracias al aumento de tamaño del modelo de datos a un millón de registros, ahora es posible registrar los datos de una aplicación durante períodos más largos.

- d) La conversión de la aplicación en tiempo de ejecución se traduce en una migración más fácil:** un “asistente” automatizado le permite importar proyectos de PanelView Standard y PanelView Enhanced a las aplicaciones FactoryTalk View Machine Edition mediante FactoryTalk View Studio. El proceso retiene correctamente la mayor parte de un proyecto PanelView, incluidas pantallas gráficas y la mayoría de objetos, texto, tags, mensajes de alarmas, y mensajes locales y globales.
- e) Compatibilidad con múltiples versiones:** FactoryTalk View Studio le permite crear aplicaciones en tiempo de ejecución (archivos .mer) para uso con versiones en tiempo de ejecución previas de FactoryTalk View Machine Edition, lo que le da la opción de mantener una base instalada de antiguas versiones en tiempo de ejecución y terminales PanelView Plus y PanelView Plus CE, mientras usa el más reciente editor de Factory Talk View Studio. Esto elimina el tiempo requerido para actualizar y recalificar el software en tiempo de ejecución o actualizar terminales con el último firmware.
- f) Cambio de idiomas en tiempo de ejecución:** FactoryTalk View Enterprise, así como FactoryTalk View Site Edition y FactoryTalk View Machine Edition, aceptan el cambio de idiomas en tiempo de ejecución (20 idiomas en tiempo de ejecución y 40 idiomas en tiempo de diseño). Usted puede configurar versiones en múltiples idiomas de una aplicación con la capacidad de cambiar dinámicamente los idiomas de la aplicación en tiempo de ejecución. El texto de los mensajes de alarma, locales y de información, así como el texto incorporado en objetos gráficos, puede traducirse fácilmente usando la función de importación/exportación de cadenas a Microsoft® Excel. Esta característica optimiza las cadenas duplicadas y permite obtener una sola

traducción de las cadenas que aparecen varias veces en la aplicación. La fuente incorporada Arial Unicode de Microsoft incluye prácticamente todos los rangos de caracteres Unicode, de modo que pueden realizarse implementaciones en múltiples idiomas más fácilmente, sin la complicada vinculación de fuentes.



**Figura 14.** Software Factory Talk View Studio  
Fuente: Moreno P. (2019)

### **5.3 Fase III: Desarrollar una propuesta de automatización industrial para el proceso de sellado.**

Para el diseño de la propuesta es importante destacar que la instalación del software (ver apartado 5.2.2.1) se haya realizado de manera correcta para el manejo del PLC, entonces se puede explorar su entorno; donde la exploración se realiza con mayor facilidad en la visualización de varias ventanas y barras de tareas. En el siguiente apartado se indica los elementos principales que componen un proyecto desarrollado con el programa RSLogix 500.

### 5.3.1 Iniciando el Software RSLogix500

Entre los principales elementos a destacar de la figura 14 tendremos a continuación:

- Ü **Barra en línea:** nos muestra el modo de operación del PLC en línea y además el tipo de conductor configurado.
- Ü **Árbol del proyecto:** contiene todas las carpetas, archivos y variables y configuraciones utilizadas para el proyecto.
- Ü **Instrucciones:** en esta sección se presentan las instrucciones y sus categorías para el programa.
- Ü **Vista del programa Ladder:** es la ventana que muestra el diagrama en escalera utilizado para el proyecto.
- Ü **Barra de Estado:** visualiza los mensajes del estado del autómata y del programa.

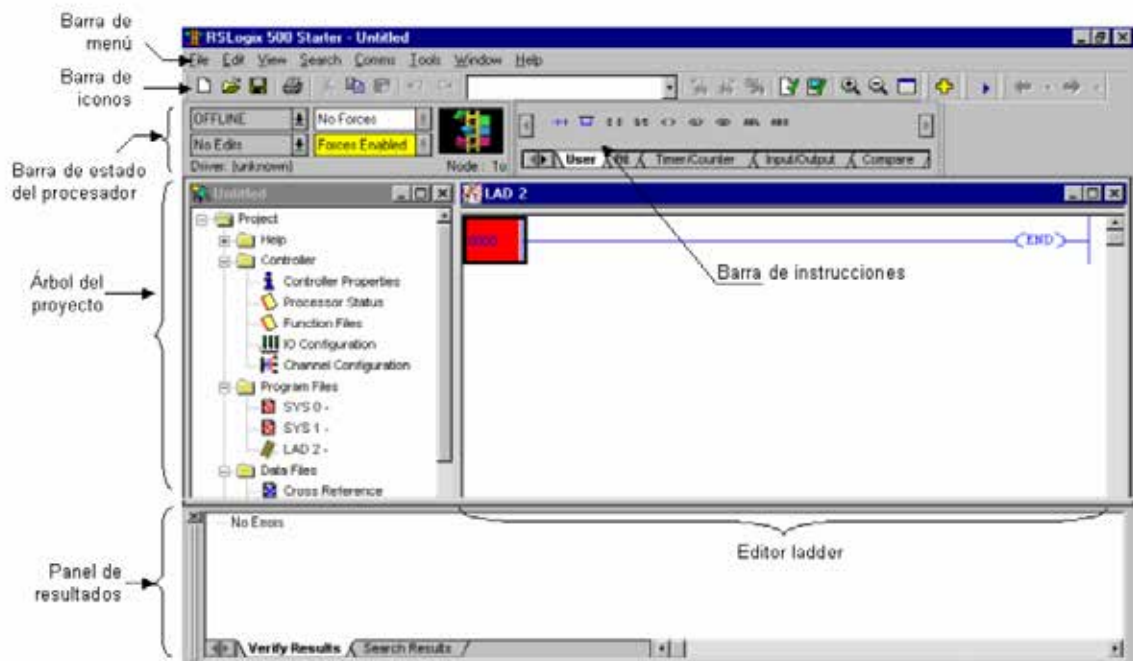
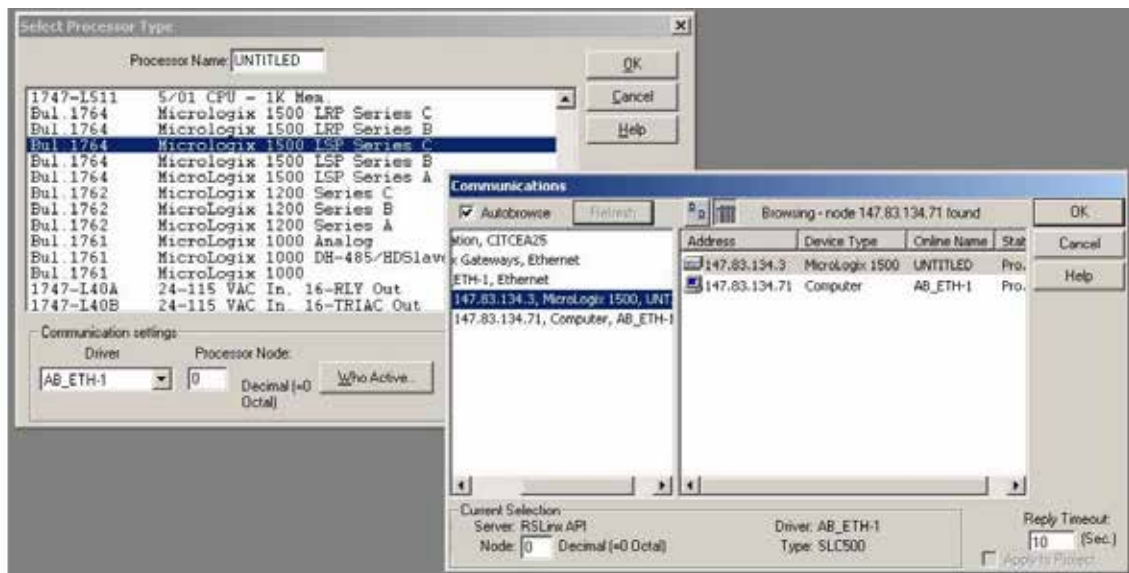


Figura 15. Elementos integrales de un Proyecto en RSLogix500

Fuente: Moreno P. (2019)

### 5.3.2 Creando un proyecto en el Software RSLogix500

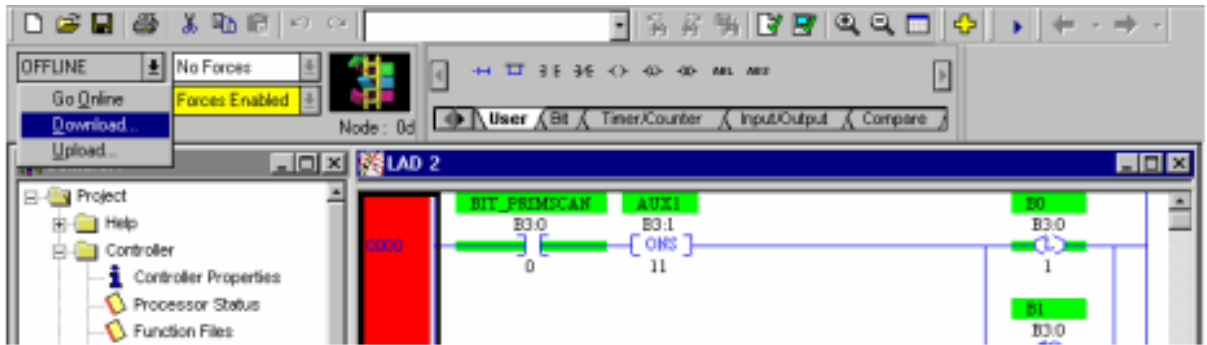
Para empezar se ha de configurar el autómatas que se usará, en nuestro caso se trata de un MicroLogix 1000. Para hacerlo nos dirigimos al menú File>New y en el diálogo que aparece seleccionamos el procesador adecuado. En el mismo diálogo se tiene la posibilidad de seleccionar la red a la que estará conectado. Si hemos efectuado correctamente la configuración de la red anteriormente (con el RSLinx) ya aparecerá el controlador correspondiente, en la esquina inferior izquierda de la figura 15 en el desplegable Driver. Sino, podemos usar el pulsador que aparece (Who Active) que permite acceder a un diálogo similar a RSWho y seleccionar la red definida. Seleccionamos el autómatas MicroLogix 1500 que aparece. Para que aparezca el autómatas en la red se debe estar conectado a Internet y tener activado el RSLinx.



**Figura 16.** Selección del procesador para el MicroLogix 1000

Fuente: Moreno P. (2019)

Una vez aceptado (OK) aparecerá la ventana del proyecto y la ventana del programa Ladder.



**Figura 17.** Ventana del proyecto en el Software RSLogix500.

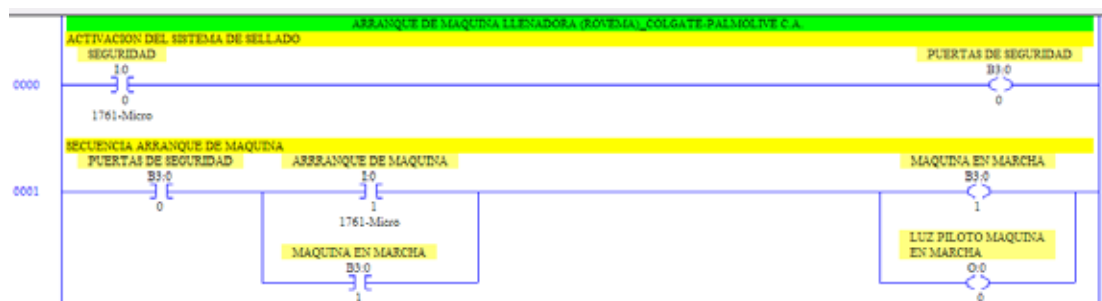
Fuente: Moreno P. (2019)

### 5.3.3 Descripción y simulación de la programación

#### 5.3.3.1 Descripción de la programación

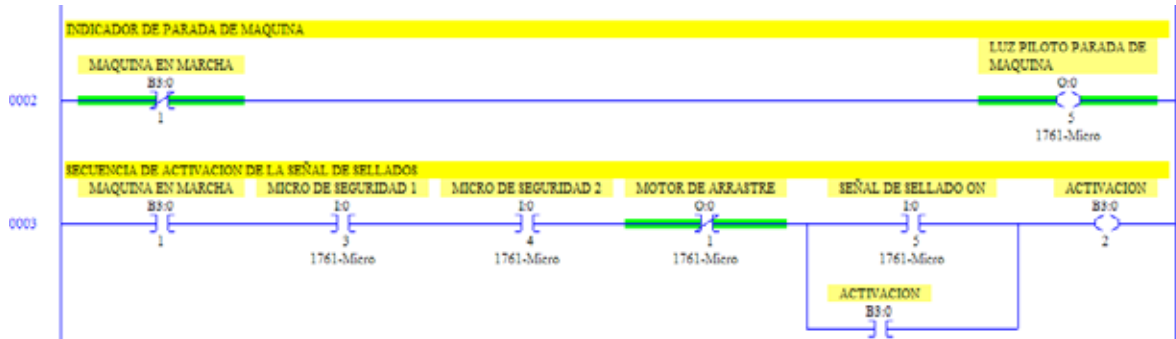
La programación del controlador esta basa en lenguaje escalera o comúnmente llamado diagrama Ladder, que consta de un conjunto de segmentos en el cual en cada uno de ellos se realizan diferentes funciones, la cantidad de segmentos puede variar dependiendo del programador, en este caso el autor.

En la figura 18 se puede observar la activación del sistema de sellado, el cual consiste en activar la entrada de seguridad primeramente, al activar esta entrada me genera una salida la cual me activa las puertas de seguridad. Seguidamente activamos el arranque a la máquina, activando dos salidas: máquina en marcha y luz piloto de maquina en marcha.



**Figura 18.** Activación del Sistema de Sellado

Fuente: Moreno P. (2019)

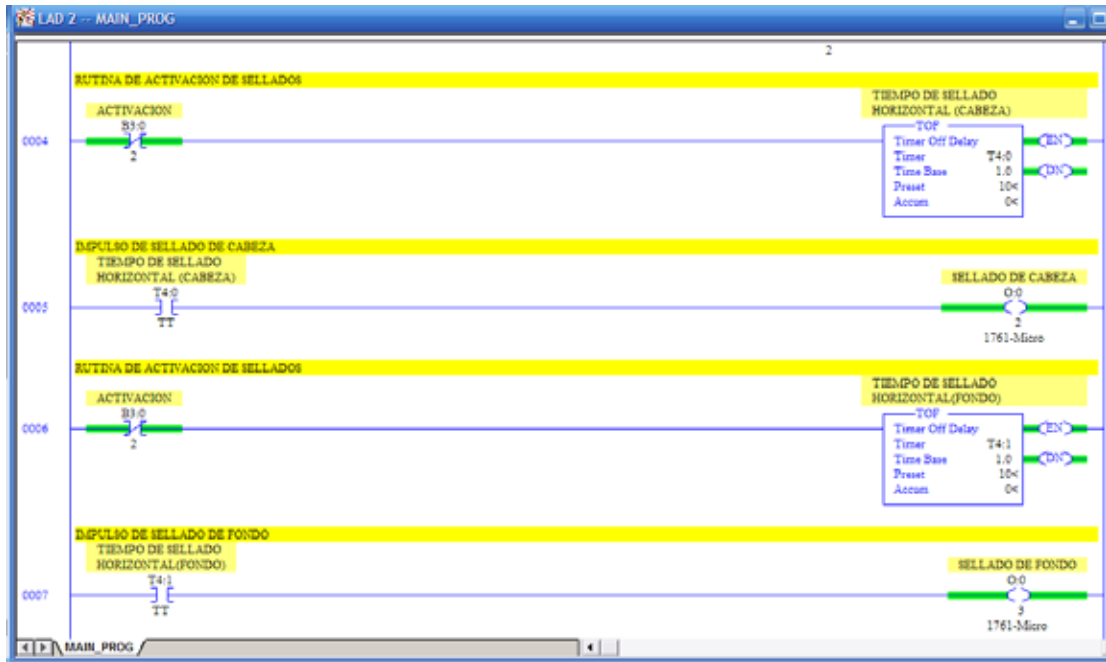


**Figura 19.** Indicador de parada de máquina  
Fuente: Moreno P. (2019)

En la figura 19 se encuentra el indicador de parada de máquina, el cual si la maquina esta parada activa una luz piloto indicando la parada de la máquina. Por otro lado en el siguiente segmento habla de la secuencia de activación de la señal de sellado el cual genera un bit activándose una señal de activación. Para que esta señal este activa tiene que estar habilitadas las siguientes entradas:

- Maquina en marcha.
- Micro de seguridad 1.
- Micro de seguridad 2.
- Motor de arrastre parado.
- Señal de sellado.

En la figura 20 se puede observar la rutina de activación de sellado la cual consiste, en que si el bit de activación se encuentra en cerrado, genera un tiempo en donde la salida de sellado de cabeza permanece activa por un tiempo predeterminado de 10 segundos, esta rutina se activa tanto para el sellado horizontal de cabeza como el sellado horizontal de fondo y sellado vertical.



**Figura 20.** Rutina de activación de sellados

Fuente: Moreno P. (2019)

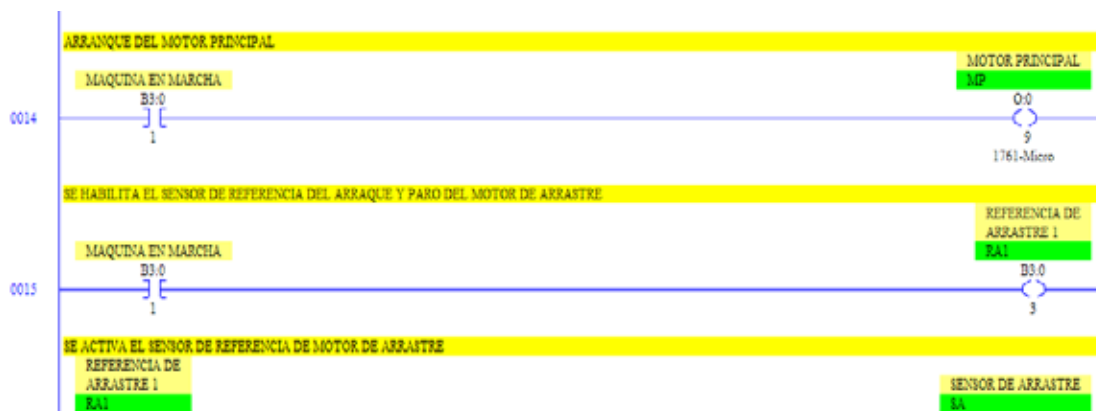
Para cada sistema de sellado tanto: horizontal cabeza, horizontal fondo y vertical contiene unas entradas digitales la cual generan una señal de alarma indicando una falla en la máquina, generando sus luz piloto para cada falla que pueda presentarse y de esta manera manda a pagar el sistema.



**Figura 21.** Alarma del sistema por rutina de sellados

Fuente: Moreno P. (2019)

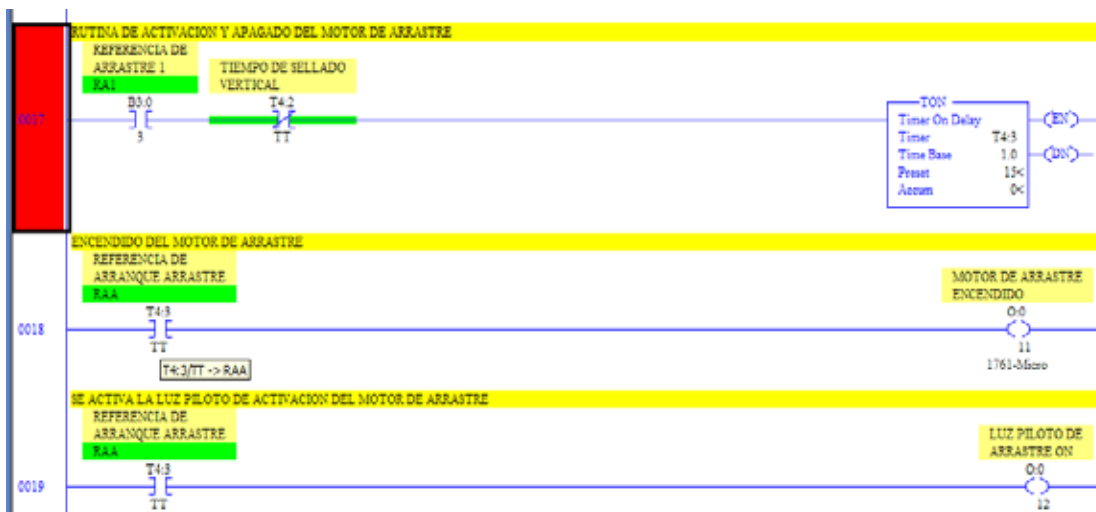
En la figura 22 se observa el arranque del motor principal activándose cuando la maquina este en marcha, por otro lado la maquina en marcha activa la referencia de arrastre y sensor de arrastre el cual se encarga de bajar la bolsa con el producto final.



**Figura 22.** Referencia de arranque y paro del motor de Arrastre

Fuente: Moreno P. (2019)

Si las referencias de arrastre se encuentran activas, estas mismas se encargan de encender el motor de arrastre y a su vez su luz piloto indicando el inicio de este proceso.



**Figura 23.** Activación y apagado del motor de arrastre

Fuente: Moreno P. (2019)

### 5.3.3.2 Tabla de variables

En la figura 25,26 y 27 se puede observar las variables de entrada, salida y bits que fueron utilizados para el desarrollo de la programación.

Address	Symbol	Scope	Sym Group	Description	Dev. Code	Above	Below
B3:0/0		Global		PUERTAS DE SEGURIDAD			
B3:0/1	B3	Global		MAQUINA EN MARCHA			
B3:0/2		Global		ACTIVACION			
B3:0/3	RA1	Global		REFERENCIA DE ARRASTRE 1			
B3:0/4	PPA	Global		PARADA POR ALARMA			
I:0/0		Global		SEGURIDAD			
I:0/1		Global		ARRANQUE DE MAQUINA			
I:0/2		Global		PARADA DE MAQUINA			
I:0/3		Global		MICRO DE SEGURIDAD 1			
I:0/4		Global		MICRO DE SEGURIDAD 2			
I:0/5		Global		SEÑAL DE SELLADO ON			
I:0/6		Global		ALARMA SELLADO HORIZONTAL (C)			
I:0/7		Global		ALARMA SELLADO HORIZONTAL (F)			
I:0/8		Global		ALARMA SELLADO (VERTICAL)			
I:0/9		Global		ALARMA DE FINAL DE LAMINA			
I:0/10	PE	Global		PARADA DE EMERGENCIA			
I:0/11	AFP	Global		ALARMA FALTA DE PRODUCTO			
O:0/0		Global		LUZ PILOTO MAQUINA EN MARCHA			
O:0/1		Global		MOTOR DE ARRASTRE			
O:0/2		Global		SELLADO DE CABEZA			
O:0/3		Global		SELLADO DE FONDO			

**Figura 24.** Tabla de variables de entradas y salidas 1.

Fuente: Moreno P. (2019)

Address	Symbol	Scope	Sym Group	Description	Dev. Code	Above
O:0/4		Global		SELLADO VERTICAL		
O:0/5		Global		LUZ PILOTO PARADA DE MAQUINA		
O:0/6		Global		LUZ PILOTO ALARMA SELLADO DE		
O:0/7		Global		LUZ PILOTO ALARMA SELLADO DE		
O:0/8		Global		LUZ PILOTO ALARMA SELLADO VERT		
O:0/9	MP	Global		MOTOR PRINCIPAL		
O:0/10	SA	Global		SENSOR DE ARRASTRE		
O:0/11		Global		MOTOR DE ARRASTRE ENCENDIDO		
O:0/12		Global		LUZ PILOTO DE ARRASTRE ON		
O:0/13		Global		LUZ PILOTO FINAL DE LAMINA		
O:0/14		Global		LUZ PILOTO FALTA DE PRODUCTO		

**Figura 25.** Tabla de variables de entradas y salidas 2.

Fuente: Moreno P. (2019)

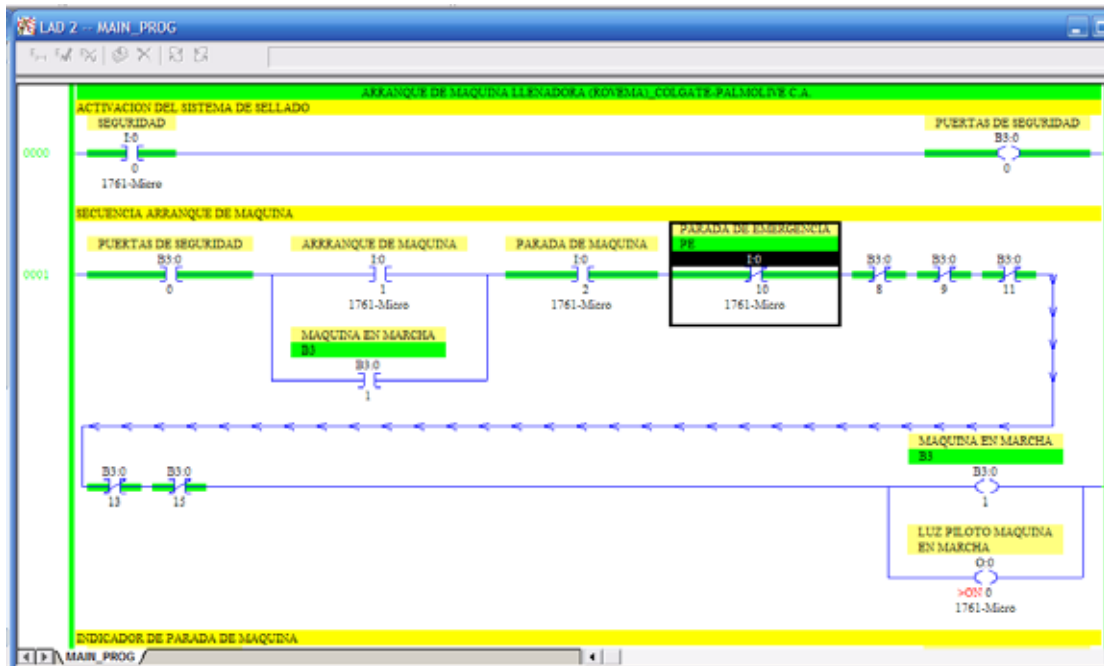
S:83		Global		DH+ Active Nodes
S:84		Global		DH+ Active Nodes
S:85		Global		DH+ Active Nodes
S:86		Global		DH+ Active Nodes
T4:0		Global		TIEMPO DE SELLADO HORIZONTAL
T4:1		Global		TIEMPO DE SELLADO HORIZONTAL
T4:2		Global		TIEMPO DE SELLADO VERTICAL
T4:3/TT	RAA	Global		REFERENCIA DE ARRANQUE ARRAS

**Figura 26.** Tabla de variables de entradas y salidas 1.

Fuente: Moreno P. (2019)

### 5.3.3.3 Simulación de la programación

Para la simulación de la programación es necesario guardar el programa donde se creó la automatización, luego descargar el programa y colocarlo en modo Run. Siguiendo estos pasos podemos observar si el programa está trabajando de forma correcta.



**Figura 27.** Simulación de la programación 1

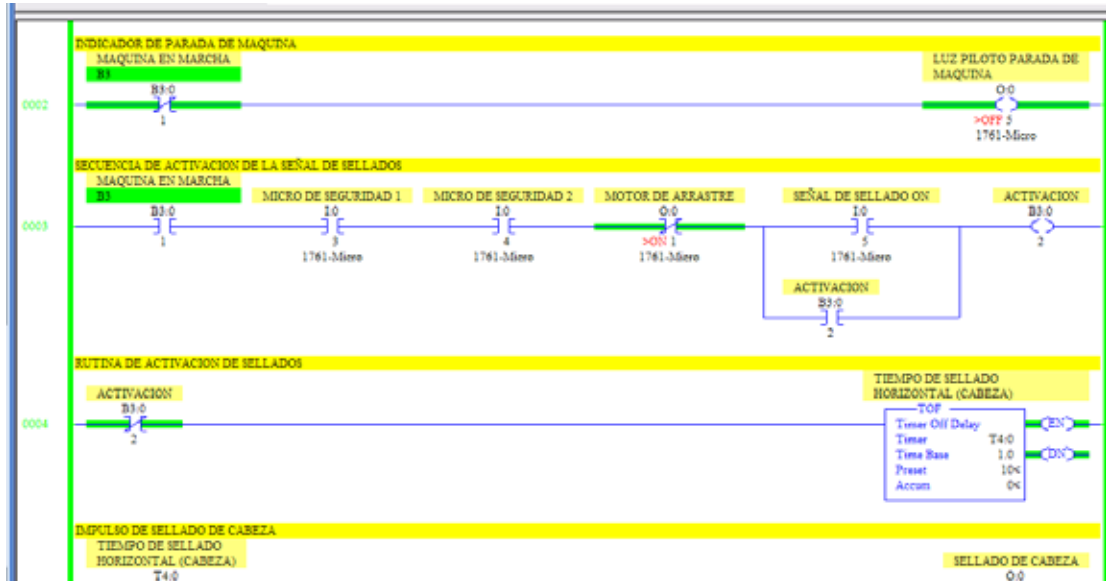
Fuente: Moreno P. (2019)

Como fue explicado anteriormente en la descripción de la programación ( ver apartado 3.3.3.1), para activar la maquina debemos cumplir las siguientes condiciones:

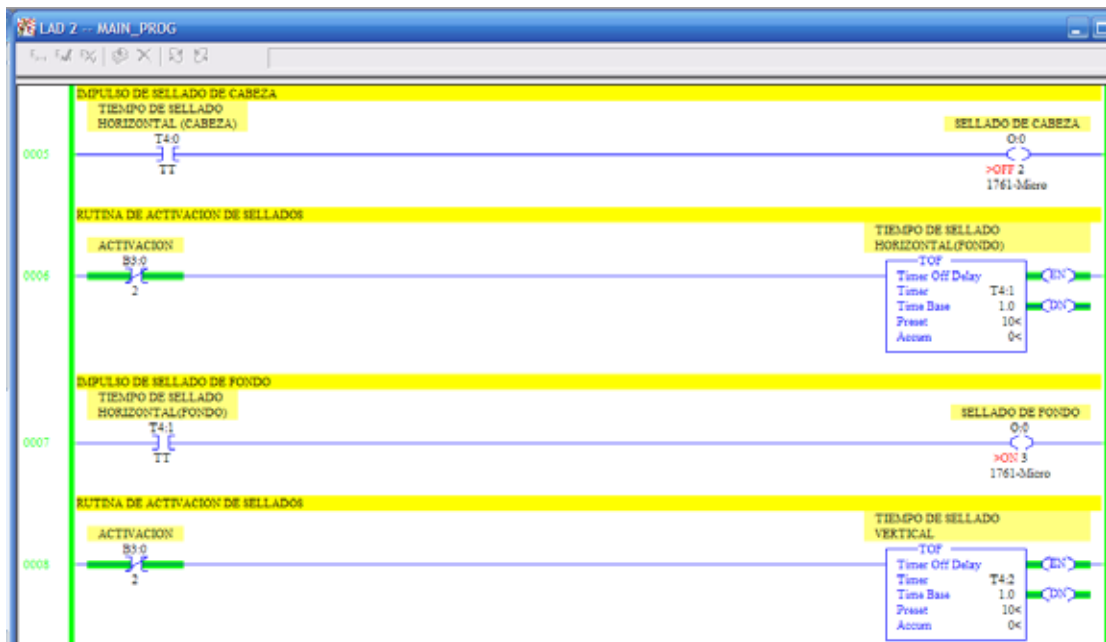
- Ü Seguridad I:0:0 (ACTIVO).
- Ü Puertas de seguridad B3:0:0 (ACTIVO).
- Ü Arranque de maquina I:0:1(ACTIVO).

Por ser estas entradas del sistema tenemos que a través del simulador colocar la entrada en 1, se puede observar que en la figura 24 el arranque de la maquina se

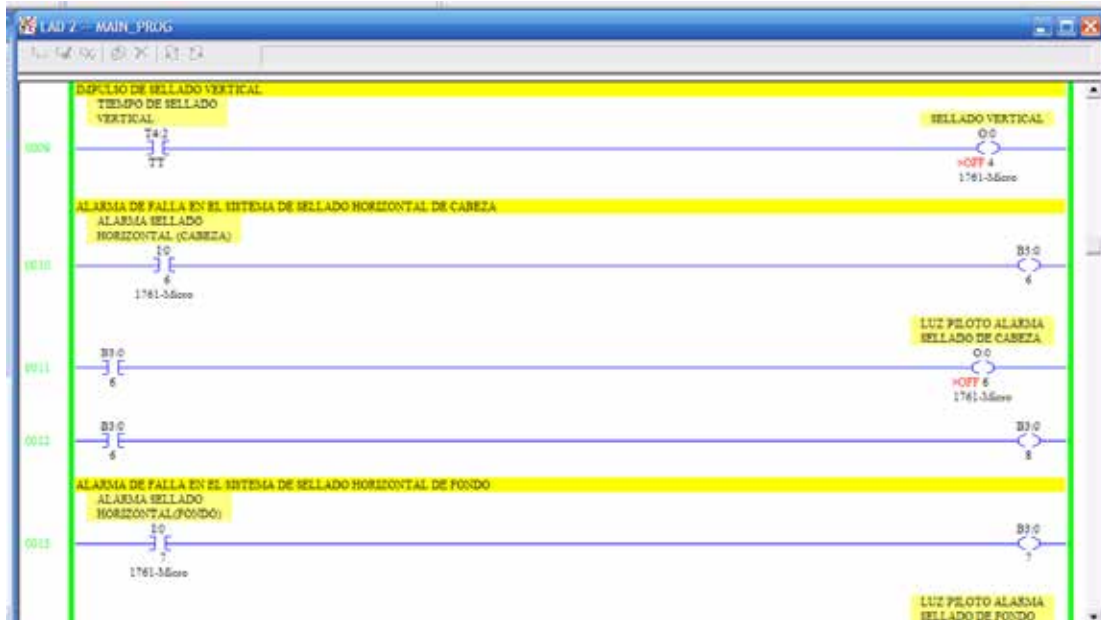
inicia correctamente. En las siguientes imágenes se puede observar toda la simulación de la automatización del sellado de las llenadoras rovemas.



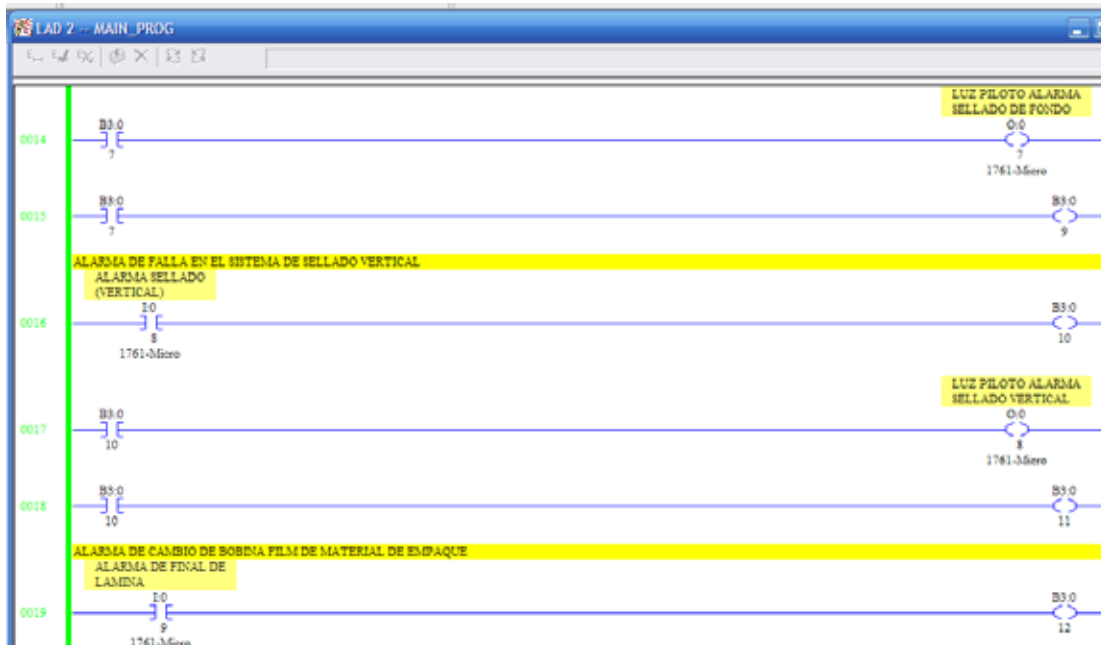
**Figura 28.** Simulación de la programación 2  
Fuente: Moreno P. (2019)



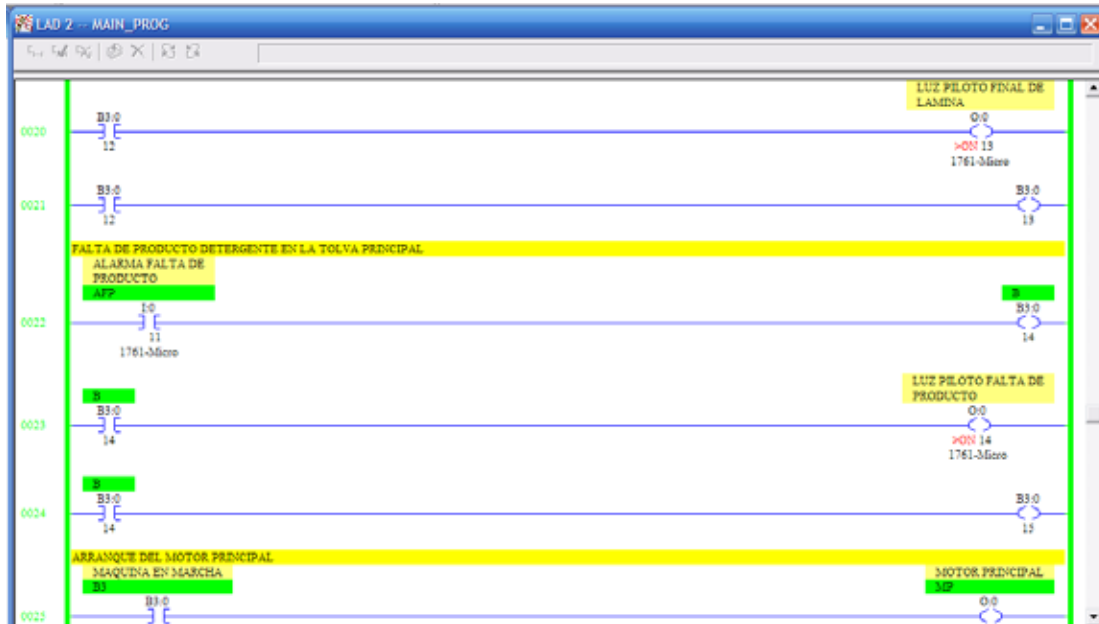
**Figura 29.** Simulación de la programación 3  
Fuente: Moreno P. (2019)



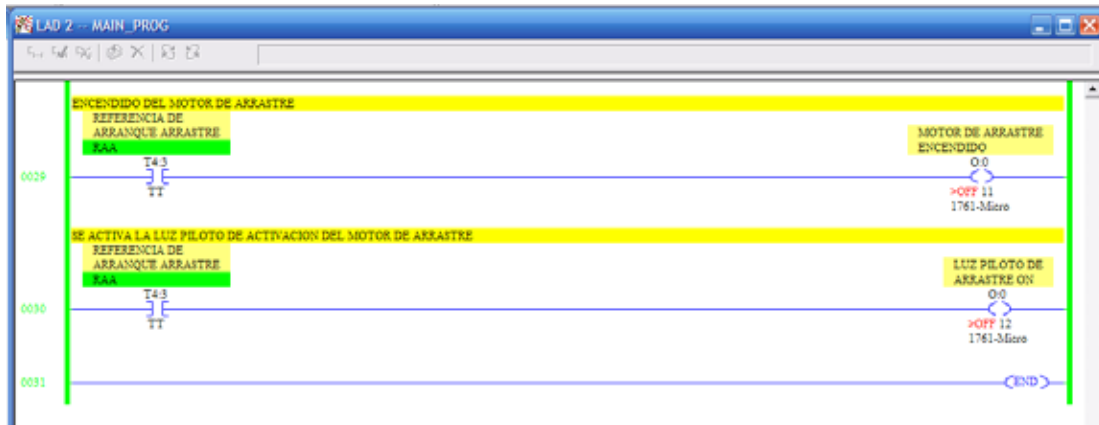
**Figura 30.** Simulación de la programación 4  
Fuente: Moreno P. (2019)



**Figura 31.** Simulación de la programación 5  
Fuente: Moreno P. (2019)



**Figura 32.** Simulación de la programación 6  
Fuente: Moreno P. (2019)



**Figura 33.** Simulación de la programación 7  
Fuente: Moreno P. (2019)

#### 5.4 Fase IV: Diseñar una interfaz hombre máquina (HMI)

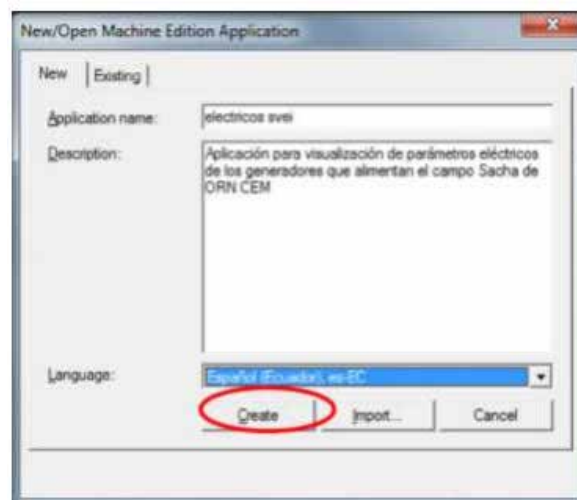
El entorno de trabajo de Factory Talk View Studio posee el mismo entorno que la mayoría de programas de Windows con la diferencia de que adicionalmente al entorno normal de trabajo se hace uso de diferentes herramientas de programación

para la elaboración de HMI y realización del mantenimiento y creación de archivos del proyecto.

Entre las más usadas tenemos la herramienta Application Manager, Transfer Utility entre las más utilizadas. Así mismo al crear un proyecto nuevo dentro del entorno los muestra desde el inicio que versión de Factory Talk usaremos que para nuestro caso fue un Proyecto en Machine Edition; este también se puede migrar fácilmente a otra versión de Factory Talk. Ahora bien mostraremos las principales ventanas al crear y realizar las configuraciones básicas de un proyecto.

#### 5.4.1 Creación de un nuevo proyecto

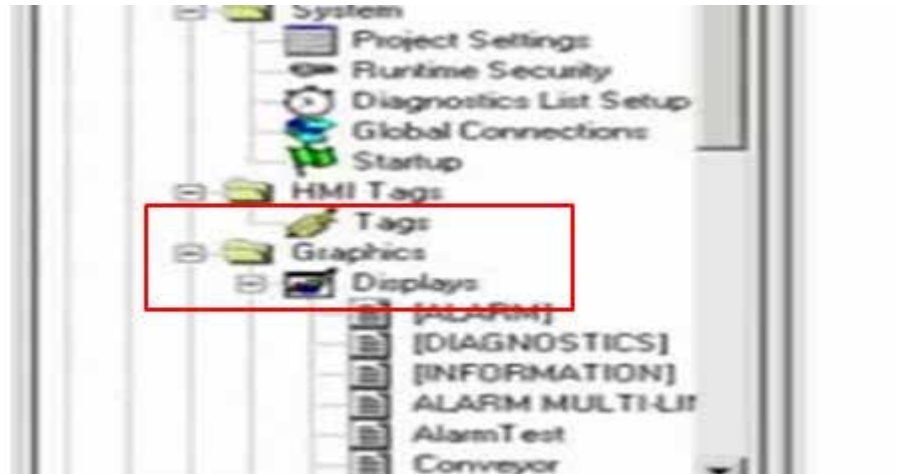
Para iniciar un nuevo proyecto se crea una nueva aplicación en “File>New Application”. En la ventana que aparece se asigna el nombre del proyecto, una descripción y la zona horaria.



**Figura 34. Creación de una nueva aplicación.**

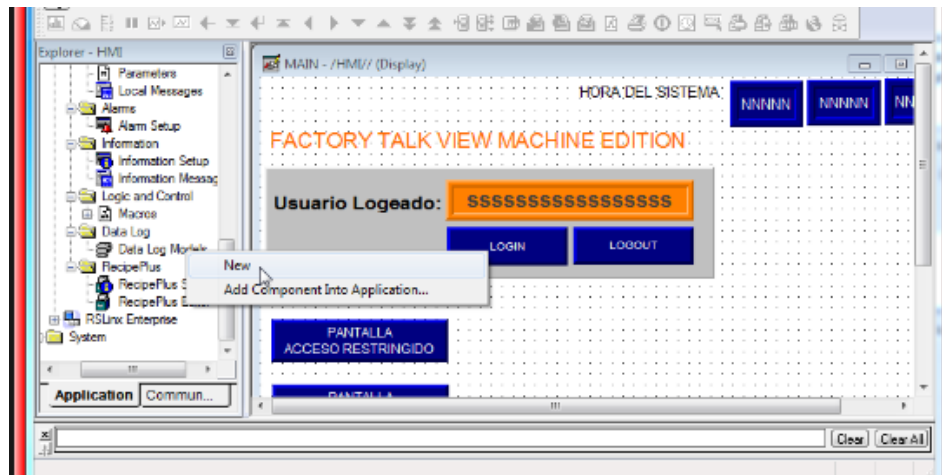
Fuente: Moreno P. (2019)

Para visualizar todos los datos tomados de las centrales de generación se deben crear varias pantallas; para esto se debe ir a “Graphics>Displays>New”, y asignar un nombre a la pantalla dependiendo de la central de generación a visualizar.



**Figura 35.** Creación de nuevas pantallas  
**Fuente:** Moreno P. (2019)

Una vez creado la pantalla aparecerá la ventana del proyecto del Factory Talk View.



**Figura 36.** Pantalla final del Factory Talk View  
**Fuente:** Moreno P. (2019)

#### 5.4.1 Interfaz HMI

Además de la programación hecha que se mostró en las páginas anteriores de este trabajo de investigación, se realizó la interfaz HMI de forma sencilla, agradable a

la vista e intuitiva, esta proporciona al usuario mayor información sobre el proceso, alarmas, datos, entre otros, por otra parte, se añadió niveles de seguridad que ayuda al departamento de mantenimiento de la empresa la correcta manipulación del proceso.



**Figura 37.** HMI Principal

Fuente: Moreno P. (2019)

En la figura 37 se muestra el HMI principal, el cual es la pantalla que al dar siguiente nos vamos a la siguiente pantalla (ver figura 38) en la cual estas muestran todas las alarmas presentes, tanto para sellado de cabeza, sellado de fondo y sellado vertical. Por otro lado tenemos el START y STOP de la máquina, también esta pantalla muestra una luz piloto si hay falta de producto.



**Figura 38. Pantalla Principal**

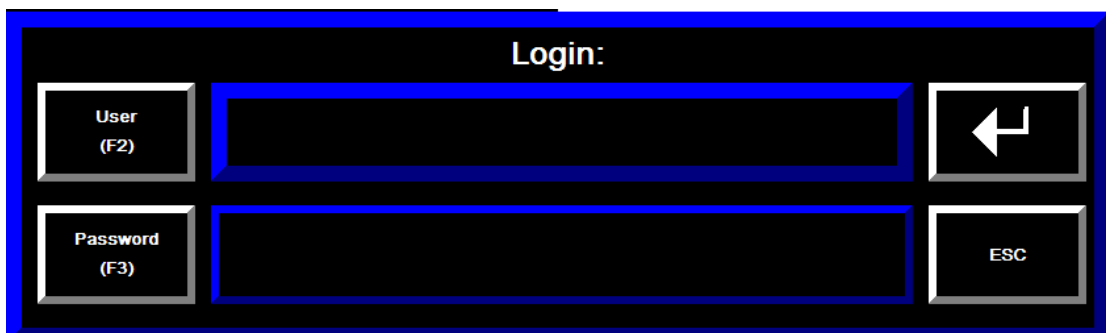
Fuente: Moreno P. (2019)

En la figura 19 tenemos la siguiente pantalla en la cual muestra el tiempo de los sellado de mordaza, este ajuste de tiempo está bloqueado para cualquier operario puesto que modificar este tiempo puede ser peligroso para la máquina, por otra parte existe una persona responsable que si puede realizar el ajuste de tiempo y contiene el usuario y clave para el acceso al modifique de estos tiempos, las imágenes para el acceso hasta ventana se puede observar en la figura 40 y 41. Para entrar al programa colocamos el usuario para el supervisor encargado el cual su usuario es producción y su respectiva clave asignada.



**Figura 39. Sellado de Mordazas**

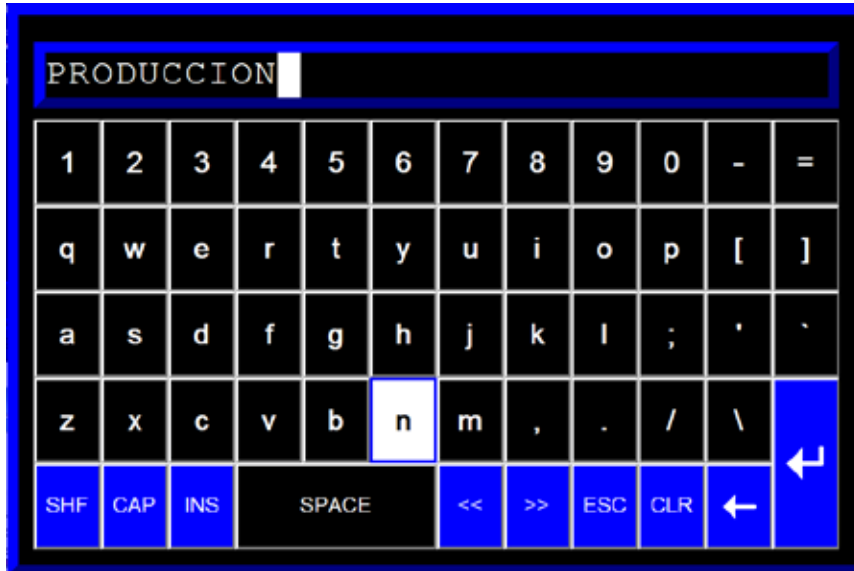
Fuente: Moreno P. (2019)



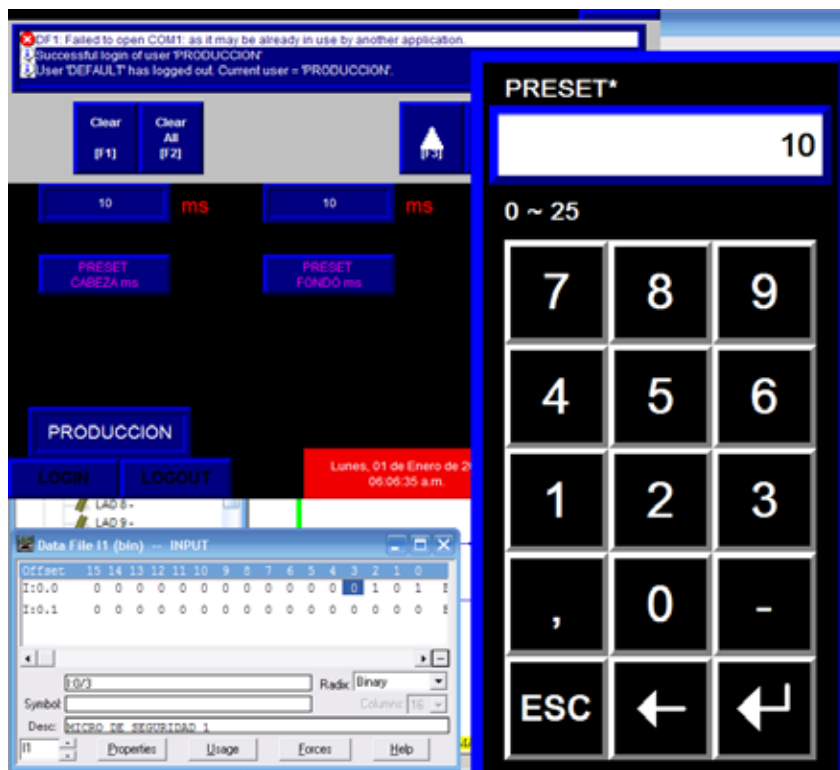
**Figura 40. HMI Usuario 1**

Fuente: Moreno P. (2019)

Para entrar al programa colocamos el usuario para el operario que trabaja en producción y su respectiva clave asignada.



**Figura 41. HMI Usuario 2**  
Fuente: Moreno P. (2019)



**Figura 42. Sellado de Mordazas 2**  
Fuente: Moreno P. (2019)

En la figura 42 se muestra el usuario ya ingresado el cual es producción y dando acceso al modifique de los tiempos de sellado de cabeza, sellado de fondo y sellado vertical.

## CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las conclusiones más resaltantes del estudio realizado, así como las recomendaciones para futuras investigaciones.

- Ü El desarrollo de este informe de pasantías se aplicaron los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Electrónica mención control y automatización, siendo esta carrera unos de los pilares más importantes en el campo industrial.
- Ü El informe de pasantías realizado, cumple con el objetivo principal planteado el cual es proponer el diseño de la automatización del sistema de sellado de las llenadoras rovevas en la empresa Colgate Palmolive C.A.
- Ü A lo largo del presente trabajo de investigación se recopiló la información necesaria para solventar la problemática por parte de la empresa, evaluando la disponibilidad de dispositivos y diseñando un sistema automatizado, permitiendo solucionar de la mejor forma posible los inconvenientes que dicha empresa presentaba en cuanto al proceso, además permitiendo el desarrollo de nuevas herramientas que dieran un agregado en el control del mismo.
- Ü El sistema desarrollado permite al operador observar las alarmas de sellado de cabeza, sellado de fondo y sellado vertical, permite saber si hay una parada por falta de producto y también permite observar cuando está en la final de la lámina, tiene una ventana disponible para el personal de producción del área de mantenimiento protegida con contraseña que permite la manipulación de variables tales como el tiempo que transcurre en ciertas secuencias del proceso.

## RECOMENDACIONES

- Û Para el Sistema de automatización colocar un selector de manera que se pueda optar por las opciones de la maquina este en modo automático o modo manual.
- Û Diseñar una interfaz SCADA para la visualización de todo el sistema de sellado de las llenadoras rovevas.
- Û Trabajar con un PLC más potente que agregue más entradas y salidas tanto digitales como analógicas al sistema automatizado.
- Û Se recomienda a los profesionales seguir las buenas prácticas para la elaboración de proyectos, así como llevar a cabo la documentación del proyecto, de esta manera se contará con una buena base para proyectos futuros.
- Û Se recomienda siempre tomar en cuenta las principales tecnologías del mercado dando soluciones nuevas e innovadoras a problemas típicos de industria manteniendo siempre un estándar al realizar la implementación y desarrollo de las mismas.

## REFERENCIAS

### **Bibliográficas**

Arias, F. (1999). **El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica**. 3ra Edición. Caracas: Editorial Episteme.

Arias, F. (2012). **El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica**. Caracas: Editorial Episteme.

Dubs de Moya, R. (2002). **El Proyecto Factible: una modalidad de investigación**. Caracas, Venezuela.

Hurtado, J. (2007). **El proyecto de investigación**. Caracas: Editorial Quirón.

Mijares, H y García, L. (2007). **Normas para la Elaboración y Presentación de los Anteproyectos, Proyectos y Trabajos de Grado**. Carabobo: Editorial UJAP

### **Electrónicas**

Díaz, E (2011). **Propuesta del sistema de control para una máquina de inyección de plástico** Recuperado en:

[https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4548/AUTOMATIZACION MAQ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4548/AUTOMATIZACION%20MAQ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Palma, A. (2015). **Automatización de una máquina cortadora y selladora de fundas para la empresa eduplastic** Recuperado en:

<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/2974/1/T-UTC-3925.pdf>

Rivadeneira, I (2013) realizo un trabajo titulado **Diseño e implementación del sistema de control y monitoreo para la máquina de corte y sellado de fundas tepack** Recuperado en:

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/10023/109.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pérez, M (2015) realizo un trabajo titulado **Definición y partes de un controlador lógico programable** Recuperado en:

<https://www.partesdel.com/plc.html>

Zambrano, M (2015) realizo un trabajo titulado **Partes de un PLC** Recuperado en:

[http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion\\_de\\_referencia\\_ISE6\\_1\\_1.pdf](http://www.ieec.uned.es/investigacion/Dipseil/PAC/archivos/Informacion_de_referencia_ISE6_1_1.pdf)