

**APOYO EN LA MIGRACIÓN DE ARQUITECTURA ROCKWELL USADA
ACTUALMENTE EN LAS ENVASADORAS ESSI, A ARQUITECTURA SIEMENS,
DETERMINANDO CAMBIOS EN COMPONENTES Y PLANOS ELÉCTRICOS.**

CUPERTINO CARO CUADROS



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA
2019**

**APOYO EN LA MIGRACIÓN DE ARQUITECTURA ROCKWELL USADA
ACTUALMENTE EN LAS ENVASADORAS ESSI, A ARQUITECTURA SIEMENS,
DETERMINANDO CAMBIOS EN COMPONENTES Y PLANOS ELÉCTRICOS**

CUPERTINO CARO CUADROS

**Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de:
INGENIERO ELECTRÓNICO**

**M.SC. CARLOS GERARDO HERNÁNDEZ CAPACHO
SUPERVISOR**

**JUAN CAMILO VILLAMIZAR
DIRECTOR EMPRESA**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
BUCARAMANGA
2019**

DEDICATORIA

A Dios por todas las oportunidades que me ha dado en la vida, por mi salud y la persistencia que me acompañó en el camino de alcanzar este logro.

A mi familia seres incansables y que gracias a su apoyo y acompañamiento puedo decir que he alcanzado otro escalón en mi gran proyecto de vida.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la empresa ESSI – Ingeniería y Servicios Industriales, por su confianza, apoyo y disponibilidad para que este proyecto se realizara, así mismo a la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga por su orientación y guía en este camino académico.

Agradezco al ingeniero Juan Camilo Villamizar por su colaboración y aportes quien desde la empresa puso a nuestra disposición la infraestructura y el conocimiento que se requirió para el desarrollo de la práctica.

Agradezco a mi Supervisor de práctica empresarial Carlos Gerardo Hernández Capacho, a todos y cada uno de los docentes de la Facultad de la Universidad Pontificia Bolivariana, Seccional Bucaramanga, que me formaron como profesional; por su dedicación, soporte y enseñanzas.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	3
OBJETIVOS	5
OBJETIVO GENERAL	5
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1. ESSI -INGENIERÍA Y SERVICIOS INDUSTRIALES-	6
1.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	6
1.2 DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA.....	6
1.3 ANTECEDENTES de la empresa	8
1.4 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA	8
1.5 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN EN LA EMPRESA	9
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	11
2.2 SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	12
3. MARCO TEÓRICO	13
3.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE.....	13
3.2 SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATIZADO	14
3.3 ROCKWELL	16
3.3.1 Descripción general de los controladores	17
3.4 SIEMENS AG	17
3.4.1 Descripción general de los controladores	17
3.5 ENVASADO ASÉPTICO	18
3.5.1 Breve historia.....	18
3.6 MANUALES OPERATIVOS	20
3.7 PLANOS ELÉCTRICOS Y NEUMÁTICOS	21
4. METODOLOGÍA	23
4.1 MATERIAL REQUERIDO PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	23
4.2 MIGRACIÓN DE ARQUITECTURA ROCKWELL A SIEMEN.....	25
4.2.1 Estructura de los bloques de programación ladder	25
4.2.2 Estructura de la HMI	32
4.3 SISTEMAS FUNCIONALES DE UNA ENVASADORA ASÉPTICA	35
4.4 MANUALES OPERATIVOS DE LA ENVASADORA ULTRA LIMPIA DE DOS CABEZALES “UL2”	37
4.5 DISEÑO DE PLANOS ELÉCTRICOS Y NEUMÁTICOS DE LA ENVASADORA ULTRA LIMPIA DE DOS CABEZALES “UL2”	44
4.5.1 Planos Neumáticos	44
4.5.2 Planos eléctricos	46
5. MODIFICACIONES, VALIDACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO EN PLANTA MATRIZ	48
5.1 MODIFICACIONES	48

5.2 FUNCIONAMIENTO DEL CICLO EN PRODUCCIÓN, MODIFICACIONES.....	51
5.2.1 Ciclo de producción.....	51
5.2.2 Problema de procesamiento y solución	52
5.2.3 Adaptar ciclo de producción según requerimientos del cliente, evidencia de los resultados	53
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
REFERENCIAS	55
ANEXOS	59
Anexo A. PLANOS NEUMÁTICOS ENVASADORA UL2 LACTHOSA.....	59
Anexo B PLANOS ELÉCTRICOS ENVASADORA UL2 LACTHOSA	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Metodología de la investigación.....	24
Tabla 2 Sistemas que componen la envasadora UL2	43
Tabla 3 Relación de los sistemas migrados, modificados y validados	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Envasadora Aséptica de dos cabezales “ESSI A”.....	6
Figura 2. Logo y presentación de la empresa.	8
Figura 3. Estructura en el software Studio 5000	26
Figura 4. Dispositivos usados en el proyecto.	26
Figura 5. Bloque ladder usados.	27
Figura 6. Proceso de los dispositivos creados y los módulos usados.	29
Figura 7. Módulos de entrada y salida digitales.	30
Figura 8. Descripción de carpetas.	30
Figura 9. Despliegue del grupo Rockwell.	31
Figura 10. Despliegue de Rockwell rutina de migración.	31
Figura 11. Bloques creados a partir de la arquitectura siemens.	32
Figura 12. Bosquejo general de lo que contiene el software.	32
Figura 13. Display utilizados en la envasadora A2.	33
Figura 14. Migración de estos display.....	33
Figura 15. Pantalla de inicio.....	34
Figura 16. Tia Portal migrada.....	34
Figura 17. Producción ba”.....	35
Figura 18. Envasadora con CIP completa isométrica.....	36
Figura 19. Isométrica sin CIP.....	36
Figura 20. Sistema de dosificación, conformador de plástico, sello horizontal, sella vertical desaireador.....	37
Figura 21. Portada del manual operativo UL2	38
Figura 22. Contenido del manual – índice.....	39
Figura 23. Descripción partes envasadora U12.....	40
Figura 24. Parámetros del CIP.....	41
Figura 25. Operaciones de la UL2 desde el HMI.....	42
Figura 26. Símbolos explicativos planos diseñados	45
Figura 27. Diagrama del sistema.	45
Figura 28. Diagrama del Tanque de aire comprimido.....	46
Figura 29. Plano Eléctrico Unidad de control	47
Figura 30. Circuito de alineación y tensión cabezal A-B.....	47
Figura 31. CIP UL2, Estándar y automático de las envasadoras ESSI	49
Figura 32. Línea de suministro, tanque de balance de la envasadora UL2 y A2	49
Figura 33. Integración del bus de nodo del Festo a la red profinet, CTEU-PN	50
Figura 34. Integración de la librería GSDML de los motores a paso de festo	51
Figura 35. Comportamiento del timer de producción BA, ciclo producción	51
Figura 36. Gráficas del comportamiento de las señales en producción.....	52
Figura 37. Línea de desactivar señal de prensas y activar desarrollo.....	53
Figura 38. Producto finalizado.	53

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: APOYO EN LA MIGRACIÓN DE ARQUITECTURA ROCKWELL USADA ACTUALMENTE EN LAS ENVASADORAS ESSI, A ARQUITECTURA SIEMENS, DETERMINANDO CAMBIOS EN COMPONENTES Y PLANOS ELÉCTRICOS

AUTOR(ES): CUPERTINO CARO CUADROS

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR(A): CARLOS GERARDO HERNÁNDEZ CAPACHO

RESUMEN

La tecnificación de la industria de envasado de productos de larga vida en el país con tecnología UAT (Ultra Alta temperatura), provoca que las empresas involucradas en esta rama busquen nuevos métodos de producción que resulten en alta productividad y bajo costo, es por esto que se han diseñado y construido máquinas automáticas, semiautomática selladora de bolsas de polietileno, incrementando así la productividad de las empresas, cuyo objetivo principal es optimizar el rendimiento de la máquina y de esta manera poder obtener una solución final de alta productividad. Para lograr un adecuado funcionamiento, se integran diferentes tecnologías para facilitar la fabricación inteligente con base en una solución de automatización industrial, sin embargo, algunas propiedades de dicha programación automática carecen de efectividad, puesto que hacia la mejora del proceso el objetivo de la migración se concentra en temas de disponibilidad, costos, calidad y generar alternativas para construir un equipo más eficiente. El propósito de migración de la arquitectura Rockwell por otra tecnología es la implementación de un controlador para la automatización de envasadoras verticales, llenador y sellador, encargadas de envasar productos lácteos. Contando con la elección de los elementos del lazo de control, su respectivo diseño y su implementación en planta; teniendo en cuenta el manejo especial que se debe tener con los productos de consumo humano, lo que le da un carácter especial a la elección de los materiales para cada instrumento. Esta práctica empresarial está enfocada en realizar la migración de la arquitectura Rockwell a Siemens de programación de controlador lógico programable, para el diseño y puesta en marcha de una envasadora Ultra Limpia de dos cabezales "UL2" según proyecto de Honduras. Esto le permite a la Empresa Soluciones, Servicios e Innovación "ESSI" tener la posibilidad de crear las máquinas envasadoras con tecnología diferentes a la actualmente usada.

PALABRAS CLAVE:

Arquitectura, Migración, Rockwell, Siemens, envasadora, eficiencia.

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: SUPPORT IN THE MIGRATION OF ROCKWELL ARCHITECTURE CURRENTLY USED IN ESSI PACKAGING, ARCHITECTURE SIEMENS, DETERMINING CHANGES IN ELECTRICAL COMPONENTS AND PLANS

AUTHOR(S): CUPERTINO CARO CUADROS

FACULTY: Facultad de Ingeniería Electrónica

DIRECTOR: CARLOS GERARDO HERNÁNDEZ CAPACHO

ABSTRACT

The technification of the industry of packaging of long life products in the country with UAT technology (Ultra High Temperature), causes that the companies involved in this branch look for new production methods that result in high productivity and low cost, that is why automatic machines have been designed and built, semi-automatic polystyrene bag sealer, increasing the productivity of the companies, whose main objective is to optimize the performance of the machine and in this way to obtain a final solution of high productivity. To achieve an adequate functioning, different technologies are integrated to facilitate intelligent manufacturing based on an industrial automation solution; however, some properties of such automatic programming lack effectiveness, since towards the improvement of the process the objective of the migration is concentrates on issues of availability, costs, quality and generate alternatives to build a more efficient team. The purpose of migration of the Rockwell architecture by another technology is the implementation of a controller for the automation of vertical fillers, filler and sealer, responsible for packaging dairy products. Counting on the choice of the elements of the control loop, its respective design and its implementation in the plant; taking into account the special handling that must be had with products for human consumption, which gives a special character to the choice of materials for each instrument. This business practice is focused on performing the migration of the Rockwell architecture to Siemens programmable logic controller programming, for the design and commissioning of an Ultra Clean two head "UL2" filler according to Honduras project. This allows the Company Solutions, Services and Innovation "ESSI" to have the possibility of creating packaging machines with different technology than the one currently used.

KEYWORDS:

Architecture, Migration, Rockwell, Siemens, packing, efficiency.

INTRODUCCIÓN

En la industria de alimentos, se procura que la inocuidad y asepsia esté presente en todo el proceso, desde su producción hasta su distribución, por ello diferentes organismos internacionales y locales han establecido parámetros y protocolos de empaqueo y llenado muy específicos que garanticen la salubridad en el proceso, es allí que la importancia de contar con protocolos tecnológicos limpios, permite a una planta de producción convertir sus procesos en sistemas eficientes para suplir necesidades específicas, lo cual convierte al desarrollo de los mecanismos tecnológicos innovadores en requerimientos fundamentales para garantizar eficiencia en producción, tiempo y calidad.

En relación a ello, en términos de productos líquidos, el envasado de alimentos es esencial y está generalizado: *esencial* porque sin el envasado, la seguridad y la calidad de los alimentos se verían comprometidas, y generalizado porque casi todos los alimentos se envasan de alguna manera bajo parámetros específicos. Por ejemplo, el envasado de alimentos realiza una serie de tareas específicas, protege a los alimentos de la contaminación y el deterioro; facilita el transporte y almacenamiento de alimentos y proporciona una medida uniforme de los contenidos. Por ello, se debe determinar el equipo que le proporcione a la industria de alimentos las características técnicas específicas, al permitir que las marcas se creen y estandaricen, hace que la publicidad sea significativa y la distribución a gran escala y la comercialización masiva posible. Los paquetes de alimentos con tapas dispensadoras, rociadores, aberturas que se pueden volver a cerrar y otras características hacen que los productos sean más útiles y convenientes, así como la practicidad del envasado de productos lácteos.

Ahora en términos técnicos para que este tipo de envasadoras generen la productividad necesaria, es fundamental que su sistema operativo garantice que el tratamiento del producto se manejará de manera higiénica a través del proceso de llenado y empaque, contribuyendo a la alta calidad del producto y, en última instancia, a la seguridad del consumidor. El diseño de la misma, debe ir de la mano del software de control y envasado, los cuales deben garantizar una limpieza fácil debido a que hay menos áreas que pueden atrapar los alimentos y causar contaminación, así como minimizar el tiempo de inactividad y el desperdicio del producto, garantizar una alta calidad constante del producto y concentrarse en desarrollar y entregar productos de acuerdo a los protocolos sanitarios y productivos.

En concordancia a lo anterior, se puede decir que cuando se integran sistemas de control industrial en una infraestructura en una planta, aumenta la eficiencia y la

productividad en todas sus operaciones. Si se reemplaza múltiples sistemas de control dispares con un marco común, habilita la instalación, operación y mantenimiento eficientes, logrando la escalabilidad y el rendimiento para satisfacer las necesidades de producción. Teniendo en cuenta por lo tanto que existe una demanda creciente por tanto es fundamental evitar inconvenientes que resulten en problemas de ventas debido al mal envasado de cada producto ya que la dosificación que realizara la envasadora sin un correcto paquete de software de diseño y configuración intuitivo, puede generar pérdidas en los procesos de producción, es allí que es requerido que la dosificación en la envasadora se realice por medio de temporizadores los cuales cuentan con tiempos constantes para cada presentación, lo cual sería ideal si el proceso es coordinado y sistematizado en su totalidad.

Por lo anterior, se pretende con este documento presentar el desarrollo práctico en la realización de la migración de la arquitectura Rockwell a Siemens con la programación del controlador lógico programable, para el diseño y puesta en marcha de una envasadora Ultra Limpia de dos cabezales "UL2" según proyecto de Honduras. Esto le permitió a la Empresa Soluciones, Servicios e Innovación "ESSI" tener la posibilidad de crear las máquinas envasadoras con tecnología diferentes a la actualmente usada, garantizando a su demanda eficiencia en los tiempos y temporizadores de producción. El documento es presentado en cinco capítulos de los cuales el primero trata sobre la empresa, el segundo sobre el planteamiento del trabajo de grado, el tercero presenta la fundamentación teórica de los elementos manejados en la empresa, el cuarto capítulo sintetiza el desarrollo metodológico desarrollado durante la práctica empresarial, en el último capítulo se encuentran consignadas las variaciones importantes llevadas a cabo, la cuales, impactaron positivamente en el desarrollo de la máquina. Finalmente, en el documento se encuentran compiladas las conclusiones y recomendaciones que desde la práctica empresarial se logran aportar.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Migrar de arquitectura Rockwell usada actualmente en las envasadoras ESSI, a arquitectura Siemens, determinando cambios en componentes y planos eléctricos

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar migración de arquitectura Rockwell a Siemens de la Envasadora Ultra Limpia de dos cabezales "UL2".
- Elaborar manuales operativos de la Envasadora Ultra Limpia de dos cabezales "UL2".
- Diseño de planos eléctricos y neumáticos de la Envasadora Ultra Limpia de dos cabezales "UL2".
- Validación y pruebas de funcionamiento de la Envasadora Ultra Limpia de dos cabezales "UL2" en planta matriz.

1. ESSI -INGENIERÍA Y SERVICIOS INDUSTRIALES-

1.1 GENERALIDADES DE LA EMPRESA

La Empresa ESSI SAS, cuyas iniciales hacen referencia a: Empresa de Soluciones, Servicios e Innovación, es una compañía sostenible la cual tiene tres líneas de negocio Energía & Automatización, BPO Mantenimiento y Procesos Asépticos, siendo éste último el área en la cual se desarrolló la práctica empresarial presentada en este documento. En los procesos asépticos de la empresa, se cuenta con las Envasadoras Aséptica y Ultra-limpia, equipos de proceso como el Esterilizador, Tanque Aséptico entre otros y finalmente cuenta con finales de línea conformado por la Ingeniería de Detalle, Distribución & Transporte y Bagger. En la Figura 1 se muestra una envasadora aséptica de dos cabezales (ESSI, 2018).



Figura 1. Envasadora Aséptica de dos cabezales “ESSI A”.

Fuente: (Empresa de Soluciones, 2018)

Esta empresa ofrece al mercado soluciones globales y eficientes, además cuenta con una experiencia de 20 años estando presente en 10 países como lo son Honduras, Ecuador, México, entre otros incluyendo Colombia donde se encuentra ubicada su sede principal. Actualmente cuenta con 336 funcionarios (ESSI, 2018).

1.2 DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

La tecnificación de la industria de envasado de productos de larga vida en el país con tecnología UAT (Ultra Alta temperatura), provoca que las empresas involucradas en esta rama busquen nuevos métodos de producción que resulten en alta productividad y bajo costo, es por esto que se han diseñado y construido máquinas automáticas, semiautomática selladora de bolsas de polietileno, incrementando así la productividad de las empresas. (Robledo, Gutiérrez, Guerrero y Sánchez, 2000).

De lo anterior, se puede describir que ESSI es una empresa sostenible que cuenta con tres líneas de negocio: Procesos Asépticos, Energía & Automatización y BPO

Mantenimiento, su experiencia data de más de 20 años en el mercado le ha permitido estar presentes en 15 países como: México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Ecuador, Perú, Chile, Paraguay, Argentina, India y por supuesto, Colombia. Lo que convierte a ESSI en un aliado estratégico importante para las empresas en ambos sectores.

La empresa ESSI, desde el año 2005, ha desarrollado diseños de máquinas específicas dirigidas al sector alimentos, específicamente al envasado de productos lácteos de mediana y/o baja viscosidad (UAT), en el caso concreto en materia de este estudio, el diseño actual del sistema, cuenta con dos mordazas cuyo rendimiento productivo alcanza para dosificar y sellar 2400 bolsas de litro por minuto (Morales, 2014).

Desde este punto, la empresa ha comenzado un mejoramiento continuo de las diferentes maquinarias diseñadas, así mismo, se han intervenido diferentes sistemas al interior de las máquinas, para dar a conocer uno de ellos, es conformado del polietileno y el sistema de dosificación, sin afectar significativamente el diseño del sistema de sellado horizontal, materia de estudio del presente proyecto (Morales, 2014). El futuro de las empresas pasa por el planteamiento de productos altamente funcionales, eficientes y eficaces, enfocándose a rediseños han permitido concebir parámetros positivos como:

- Mejoramiento de la calidad del servicio
- Crecimiento económico de la empresa.
- La inclusión significativa de la usabilidad (HMI), es decir, la comunicación e integración hombre – máquina.
- Relación personalizada Cliente – Proveedor

Y aspectos no tan positivos como:

- Aumento en la carga presupuestal por pruebas de laboratorio.
- Incremento de tiempos de proceso de investigación.
- Daños en máquinas y herramientas de medición debido a su continuo uso.

Así mismo, en su proceso de calidad, atendiendo su política que se enfoca a la satisfacción total del cliente a través de la aplicación de un sistema de gestión de calidad en cada proyecto que se lleve a cabo, mediante procesos eficaces de control y mejoramiento continuo, de igual forma son poseedores de certificaciones de calidad y seguridad en sus procesos de producción y servicios energéticos ofrecidos, por tanto ha preparado el personal para atender los requerimientos técnicos de los clientes, generando escenarios innovadores para realizar rediseños de arquitecturas, mordazas etc.

1.3 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

ESSI – Ingeniería y Servicios Industriales es una empresa de servicios industriales, con respuesta inmediata a las necesidades de sus clientes, en áreas como ingeniería industrial, ingeniería mecánica, outsourcing en mantenimiento industrial dirigido a los sectores agroindustriales, alimentos, bebidas, salud y petroquímica, conformada por un equipo interdisciplinario de ingenieros, tecnólogos y técnicos altamente calificados y comprometidos con la organización para la satisfacción del cliente, enfocándose en la calidad, innovación y el uso adecuado de la tecnología (ESSI, 2015).



Soluciones Eficientes

Figura 2. Logo y presentación de la empresa.

Fuente: Sitio web oficial de ESSI.

1.4 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA

ESSI posee toda la historia de una marca líder en Ingeniería e innovación ya que labrar poco a poco el camino y avanzar con paciencia, es una de las claves necesarias para consolidar una compañía que desea surgir. Este es el caso preciso de ESSI; una compañía que nace tras el liderazgo y valentía de un joven soñador, quien en su empeño de consolidar una empresa en Santander líder en Ingeniería, pensó en la construcción de lo que hoy sería su más grande sueño. De esta forma, en el año 1996, el Ingeniero Mauricio Briñez Rodríguez, convirtió a ESSI en su gran aliada para brindarle a Santander, la mejor alternativa en Ingeniería e innovación existente en el mercado.

Para el inicio de su fundación, se disponía de una oficina ubicada en la Carrera 26a # 51-19 donde la empresa comenzó a generar sus primeros pinos en crecimiento. Además, el mismo año de fundación, con la ambición de consolidar las metas inicialmente propuestas, se inscribió la marca ESSI SAS “Electricidad y Servicios Industriales” en cámara de comercio, lo cual abrió con ímpetu grandes oportunidades a sueños venideros (ESSI, 2018).

El trabajo constante y el empuje de sus 45 empleados, permitieron que para el año 2000, la empresa se hiciera acreedora de un contrato con Coca-Cola, que sin duda

le brindaría una brillante apertura a la empresa en la prestación de servicios de Ingeniería. Al poco tiempo y con el único objetivo de expandir su línea de mercado, ESSI inició en el 2001 su plan de llevar a cabo diversas actividades en la cadena de la Ingeniería con el objetivo de incursionar en el campo de mantenimiento eléctrico e industrial dirigido al sector lácteo. Toda decisión en la vida, se debe tomar con perspectiva a lo que sería mejor. Enfoque por el cual se dirigió ESSI en el año 2005, donde emprende la fabricación de una máquina empacadora aséptica, que prometería llevar a la empresa al desencadenamiento del éxito. Éxito que el año siguiente se haría tangible, pues la compañía se hizo acreedora del Premio Innova 2006, por el diseño y fabricación de la máquina ESSI A1, gracias a la cual en el año 2007 se realiza la primera exportación al Ecuador, abriendo brechas en mercados internacionales (ESSI, 2018).

Tras arduos años de trabajo y dedicación, fue hasta en mayo de 2008 cuando ESSI obtuvo el respaldo diferenciador en el mercado, haciéndose merecedor de la certificación ICONTEC ISO 9001, en Fabricación, comercialización y saneamiento de maquinaria industrial para el sector de alimentos, outsourcing y prestación de servicios de Ingeniería.

Las gigantescas proyecciones y la alta capacidad en materia de servicios de Ingeniería, se fueron afianzando de ESSI para el año 2010. Año en el cual la empresa empieza a suministrar sus servicios a la reconocida Hidroeléctrica de Sogamoso y donde hoy en día continua vigente su imprescindible labor en la misma (ESSI, 2011).

1.5 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN EN LA EMPRESA

En una tesis de grado titulada: Rediseño y fabricación del sistema de sellado horizontal en las máquinas envasadoras asépticas marca ESSI, desarrollada por Morales S (2014), se proyectó su objetivo principal de describir la tecnificación de la industria de envasado de productos de larga vida en el país con tecnología UAT (Ultra Alta temperatura), provoca que las empresas involucradas en esta rama busquen nuevos métodos de producción que resulten en alta productividad y bajo costo, es por esto que se han diseñado y construido máquinas automáticas, semiautomática selladora de bolsas de polietileno, incrementando así la productividad de las empresas. El propósito del trabajo fue rediseñar y fabricar el sistema de sellado horizontal de las máquinas envasadoras asépticas marca ESSI, aumentando su rendimiento y facilitando su manipulación durante el ensamble, mantenimiento y operación.

Otro documento escrito por Salazar y Villacreses (2015), Titulado: Diseño e Implementación de un sistema SCADA para monitoreo de flujo y temperatura del sistema de llenado aséptico de Jugo de maracuyá en la Agro – industria de frutas la pasión – Ltda, el cual se centró en ayudar a la industria a cumplir con las normas de control de calidad internacional con el fin de obtener productos tipo exportación, por lo tanto se tomaron muestras de los productos, las temperaturas en producción, utilizando una programación automática en PLC y un HMI que permitieron la interacción con el operario de la industria. Así mismo, se logró que el PLC cumpliera con su función de controlar, a través de la programación con información precisa de los procesos a secuenciar. De igual forma, se rediseñó la arquitectura del PLC y se procedió con el recableado de tarjetas para lograr el funcionamiento eléctrico requerido para soportar las funcionalidades industriales, se instaló mecánicamente de 3 pt100 un flujómetro, una válvula porcentual y todo el sistema neumático requerido para el control de la misma. Sus resultados se enfocaron en la eficiencia del sistema SCADA mejorando los registros de control de calidad del llenado de tanques, mediante la visualización del proceso en tiempo real y el uso de herramientas para reportar datos.

Un documento escrito por García Sánchez (2018) titulada metodologías para el diseño de sistemas de control distribuido bajo el estándar IEC 61499 aplicados al control de procesos, tesis doctoral, se proyectó hacia la aplicación masiva de nuevas tecnologías de comunicación, con Internet a la cabeza, a todos los procesos de fabricación, de modo que el funcionamiento de la misma sea inteligente y eficiente. Con estas premisas se podría abordar una definición más técnica, en virtud de la cual la Industria 4.0 consistiría en la implementación de una red tecnológica de producción inteligente para que máquinas, dispositivos y sistemas colaboren entre sí. Por lo tanto, el escrito describe la importancia del desarrollo de Ethernet en la industria fue crucial para esta evolución debido a que permitió sistemas de supervisión cada vez basados más en la Nube (Cloud Automation) y disponibles en cualquier dispositivo móvil. Al fin y al cabo, el sensor siempre se ha comunicado con el PLC, lo que ha cambiado ha sido el medio, antes lo hacía mediante una señal analógica, ahora se hace mediante Ethernet o por algún mecanismo inalámbrico a través de la red de comunicación pública o privada, presentando como resultado la norma IEC 61499 desarrollada para control de Sistemas Distribuidos, y trabajos relacionados con los objetivos de la tesis.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los autómatas programables más conocidos como PLC por sus siglas en inglés (Programmable Logic Controllers) es un aparato electrónico que se usa para monitorear entradas digitales o análogas, que toma decisiones basadas en su programación o lógica programada para controlar salidas y así poder automatizar un proceso o máquina. En el mercado se cuenta con diferentes marcas y cada una tiene desarrollado sus propios equipos con software específico (PLC, 2018).

Es de entender que existe teoría sobre el PLC, la cual ha desarrollado manuales de instrucciones "*Aspectos básicos del PLC*" con la esperanza que sirva de inicio para el usuario avanzado, sin embargo, la programación es lo más complejo y no ha brindado principios genéricos en todos los PLC, convirtiendo esto en un problema para las empresas que usan la arquitectura para el manejo industrial, es así que este tipo de aparatos electrónicos pueden ser encontrados en el hogar donde sea necesario controlar dispositivos (domótica), pero también es usado en las grandes industrias donde son requeridos controles para máquinas neumáticas, robots, semáforos, máquinas hidráulicas y líneas de envasado, sin embargo posee problemas que van desde las secuencias de instrucciones, tales como tiempo, conteo, almacenamiento de memoria, lógica de relé y cálculo aritmético, los parámetros del PLC son cruciales e imperativos para los complejos procesos necesarios y esto incluye la caja de controles, problemas que son el resultado de módulos de E / S o equipos de campo, es decir, con las periféricas descentralizadas usadas cuando se tiene un controlador para una línea con varios equipos. De lo anterior, estos impases se convierten en problemas para las compañías que empleen estos equipos ya que si desean cambiar de proveedor debe realizar la ingeniería de cambio tanto de la parte de software como de hardware y esto requiere de tiempo y dinero. En la empresa ESSI SAS se maneja la línea de envasadoras con equipos Rockwell ya estandarizados.

2.2 SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

La sistematización es una herramienta fundamental para la industria sea cual fuere la línea que tenga, puesto que permite la interacción de la mecánica con los protocolos de producción, puesto que interviene hoy en todos los procesos de cualquier fábrica, ayudando en la productividad y reduciendo los riesgos para los operarios. La autorregulación es un gran adepto para una industria tan exigente como la alimentaria. Dentro de los retos para la implementación del sistema de control e información de Arquitectura Integrada de Rockwell Automation, es el avance de la integración y capacidades de red, puede interactuar con una solución de Empresa Conectada en toda la planta.

Por lo anterior, la migración de arquitectura Rockwell Automation a Siemens Ag, se logrará transferir datos desde el controlador al sistema en cada máquina, utilizando el mismo tipo de lenguaje automatizado, pero en otro software que logre diseñar el almacenamiento de datos procedentes del manejo productivo en este caso de una maquina envasado aséptica de alimentos, garantizando que no exista ninguna pérdida de información relevante y que el proceso se desarrolle óptimamente.

Es por tanto pertinente la siguiente presentación del ejercicio práctico de la migración, a través del documento descrito en los tiempos programados, puesto que la automatización vista desde el punto de sistemática, permitirá a la empresa ESSI perfeccionar los atributos de valor de la maquinaria que es construida pensando en la optimización de los ciclos productivos de la industria de alimentos, específicamente en el envasado de líquidos.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

Un controlador lógico programable es un sistema electrónico utilizado en ambientes industriales, posee una memoria interna programable donde realiza el almacenamiento interno de instrucciones lógicas, secuenciales para controlar diversos procesos o máquinas mediante entradas y salidas que pueden ser análogas y/o digitales.

Estos sistemas utilizan diferentes lenguajes de programación como Diagrama de Funciones Secuenciales “SFC”, Diagrama de Bloques de Funciones “FBD”, Diagrama de Tipo Escalera “LAD”, Texto Estructurado “ST” y Lista de Instrucciones “IL”. En general estos lenguajes de programaciones utilizados para los autómatas programables se resumen en visuales, los cuales permiten estructurar un programa por medio de símbolos gráficos, similar a los que describen los diagramas de bloques y sistema de automatización. No obstante, también se utilizan lenguajes escritos como ST e IL los cuales describen las funciones a ejecutar. En un programa se emplea una combinación enlazados con los bloques de funciones (Learning, 2018).

Los controladores lógicos programables (PLC) controlan el comportamiento de los sistemas de control industrial de acuerdo con los programas cargados. Ahora se sabe que los PLC son vulnerables a la carga de códigos maliciosos que pueden tener graves consecuencias físicas. Lo que no se entiende es si un adversario sin conocimiento de la interfaz del PLC con el sistema de control puede ejecutar un ataque dañino, dirigido o sigiloso contra un sistema de control que usa el PLC.

Su protocolo de manejo proporciona un método para convertir una configuración de hardware y el programa lógico de control correspondiente para su uso en un primer controlador lógico programable (PLC) en un programa equivalente de configuración de hardware y lógica de control. Una representación gráfica de los módulos de hardware que se pueden usar con el primer PLC se muestra para la consideración del usuario. El usuario selecciona aquellos módulos que realmente se emplean en una configuración de hardware particular para el primer PLC y se crea un primer archivo de configuración de hardware. Luego se hace una determinación de esos segundos módulos de hardware de PLC que son equivalentes a los primeros módulos de hardware de PLC contenidos en el primer archivo de configuración de hardware. Esta determinación se hace haciendo referencia a una primera base de datos que incluye información sobre qué módulos de hardware para usar en el segundo PLC son equivalentes a los módulos de hardware correspondientes para

usar en el primer PLC. Luego se genera una asignación de puntos de E/S desde el primer PLC a los puntos de E/S del segundo PLC. Estos pasos de determinación y generación de un mapeo definen la segunda configuración de hardware del segundo PLC. El método incluye además la generación de un segundo programa de control para usar con el segundo PLC a partir de las declaraciones del primer PLC y la asignación de puntos de E/S. Esto se logra al verificar cada declaración del primer programa de control con una segunda base de datos para determinar una declaración equivalente para el segundo programa de control (Bolton, 2015).

De lo anterior, se puede describir que una propiedad de este tipo de sistematización es que es un método que convierte las direcciones de memoria de los controladores lógicos programables (PLC) conectados a la interfaz hombre-máquina (HMI). Los PLC de diferentes especificaciones están asociados con diferentes direcciones de memoria. Los datos de la dirección de memoria correspondientes a los PLC con varias especificaciones se establecen primero en HMI. Se comprueba una condición de asignación para el tipo de memoria y el tamaño de la memoria para el PLC con diferentes especificaciones. Se establece una relación de asignación cuando la condición de asignación se cumple y los datos se envían automáticamente al área de memoria del nuevo PLC (Bolton, 2015).

En el mercado existen diferentes proveedores de controladores lógicos programables como lo son Onrom, Festo, Siemens, Rockwell, entre otros. Debido a la delimitación de la práctica empresarial, solo fue posible limitarse a dos proveedores como lo son Siemens y Rockwell.

3.2 SISTEMAS DE CONTROL AUTOMATIZADO

Los controles automáticos tienen una injerencia cada vez más significativa en el diario vivir de las personas, puesto que desde los simples controles que hacen funcionar un tostador automático hasta los complicados sistemas de control necesarios en vehículos espaciales, en guiado de proyectiles, sistemas de pilotajes de aviones, etc, están presentes. Es este principio, estos sistemas y herramientas de automatización los que permiten construir soluciones complicadas a la ecuación diferencial lineal a partir de soluciones simples. Además, el control automático se ha convertido en parte importante e integral de los procesos de manufactura e industriales modernos, puesto que manejan dentro de sus programas un sistema se llama lineal que realiza el principio de superposición, el cual establece que la respuesta producida por la aplicación simultánea de dos funciones de forzado diferentes es la suma de las dos respuestas individuales. Por lo tanto, para el sistema lineal, la respuesta a varias entradas se puede calcular tratando una entrada a la vez y agregando los resultados, esto se aplica en ejemplos tales como

el control automático en operaciones industriales del manejo de la presión, temperatura, humedad, viscosidad y flujo en las industrias de procesos (Martínez, 2016).

En la actualidad en las modernas fábricas e instalaciones industriales, se hace cada día más necesario de disponer de sistemas de control o de mando, que permitan mejorar y optimizar una gran cantidad de procesos, en donde la sola presencia del hombre es insuficiente para gobernarlos, puesto que requieren de un modelo matemático de un sistema dinámico, el cual se define como un conjunto de ecuaciones que representan la dinámica del sistema con precisión, o al menos bastante bien. En este orden de ideas un ejemplo preciso de su uso y utilidad se encuentra en la industria espacial y de la aviación, petroquímica, papelera, textil, del cemento, alimentos etc. los cuales requieren de sistemas de control, cuya complejidad ha traído como consecuencia el desarrollo de técnicas dirigidas a su proyecto y construcción (Pérez, et al, 2003).

El control automático y la dinámica de muchos sistemas, ya sean mecánicos, eléctricos, térmicos, económicos, biológicos, etc., puede describirse en términos de ecuaciones diferenciales. Estas ecuaciones diferenciales se pueden obtener mediante el uso de leyes físicas que rigen un sistema en particular, por ejemplo, las leyes de Newton para sistemas mecánicos y las leyes de Kirchhoff para sistemas eléctricos. Siempre se debe tener en cuenta que derivar modelos matemáticos razonables es la parte más importante de todo el análisis de los sistemas de control (Martínez, 2016).

Un sistema de control puede radicar en una serie de componentes. Para mostrar las funciones realizadas por cada componente, en ingeniería de control, comúnmente se usa un diagrama llamado diagrama de bloques, por tanto, estos sistemas son dinámicos y una comprensión de la teoría de control suministra una base para razonar el comportamiento de tales sistemas (Martínez, 2016).

En palabras de los autores Pérez (2008):

En todos los sistemas de control se usan con frecuencia componentes de distintos tipos, por ejemplo, componentes mecánicos, eléctricos, hidráulicos, neumáticos y combinaciones de estos. El estudio de los controles automáticos es importante debido a que proporciona una comprensión básica de todos los sistemas dinámicos, así como una mejor apreciación y utilización de las leyes fundamentales de la naturaleza (p 2).

3.3 ROCKWELL

Esta compañía empezó en el año 1901 con la invención del reóstato de compresión por Lynde Brandley dos años después el Dr. Stanton Allen y Bradley dormán la compañía Compression Rheostat y en 1909 la compañía se reincorpora y cambia su nombre al de Allen-Bradley. Surgió la primera guerra mundial lo cual tuvo un crecimiento de su compañía y se expandieron. En los siguientes años siguieron inventos en el área de motores, pero solo hasta el año 1970 se posiciona como pionero en controladores lógicos programables. En el 2001 la compañía pasa a llamarse oficialmente Rockwell Automation. Esta es una compañía estadounidense que ofrece sistemas de automatización e información industrial, con más de 22.000 empleados en más de 80 países (Automation, 2018).

Esta empresa divulga y promueve un sistema y un método para desarrollar programas para operar procesos industriales. El sistema incluye una interfaz de operador y un computador acoplados a la interfaz del operador, donde el computador incluye una memoria y un procesador. La memoria almacena un primer programa e información sobre una pluralidad de plantillas dentro de al menos una biblioteca y una pluralidad de objetos dentro de al menos un proyecto que es representativo a un proceso industrial. El procesador está configurado para ejecutar el primer programa para procesar la información almacenada en la memoria, de modo que la información almacenada procesada pueda ser operada por un segundo programa. El primer programa es capaz de determinar una identidad del segundo programa y un tercer programa que se empleó para generar la información, y seleccionar partes de la información almacenada para su uso por el segundo programa.

De igual forma, desarrollan un lenguaje de programación para la programación de controladores industriales en el lenguaje de lógica de escalera de relés, el lenguaje de programación que incluye tanto las extensiones a la forma de renglón estándar de RLL como las extensiones totalmente independientes de la forma estándar. El lenguaje utiliza una pluralidad de plantillas, cada una de las cuales incluye secciones de lenguaje de escalera de relé verdaderamente reutilizables. La mayoría de las plantillas también incluyen especificaciones que identifican otras plantillas que proporcionan la lógica de lenguaje adicional necesaria para definir aspectos específicos del trabajo de la plantilla de referencia. Usando las plantillas se puede proporcionar un árbol de máquina que refleja un proceso industrial (Marvin, et al, 2000).

3.3.1 Descripción general de los controladores

Rockwell Automation ofrece un conjunto de controladores que se pueden utilizar para tareas simples hasta soluciones complejas en el mercado. Desde la gama más baja de los ControlLogix hasta la más alta, se empezaron a comunicar por protocolos y puertos de comunicación. Los puertos de comunicación utilizados utilizan conectores D Sub de 9 o 25 pines con comunicación RS. Actualmente utiliza comunicaciones por Ethernet, IP Ethernet el cual es una tecnología conocida como cliente servidor, esto permite una mejor interconexión con el dispositivo permitiendo enlazar también equipos que contengan la misma comunicación, como lo son variadores, servomotores (RD, 2018)

3.4 SIEMENS AG

Siemens es una empresa alemana fundada en 1847 por Berlín y Werner Von Siemens. Su primera línea de negocio fue la construcción de una línea telegráfica a larga distancia en Europa. Después de varia línea de negocios en el año 1966 se realizó la unión de tres compañías formando Siemens AG. La cual cuenta con las líneas de negocios como generación de potencia, automatización y control industrial, equipo médico, sistemas de comunicación y reactores nucleares. Actualmente cuenta con 372.000 empleados (Siemens, 2018).

Los sistemas de automatización de Siemens, puede cubrir todos los requisitos mientras se beneficia de la máxima eficiencia, flexibilidad y rentabilidad, puesto que las demandas de máquinas y plantas modernas están creciendo constantemente en todas las industrias. Esta compañía posee un potente, compacto y modular gabinete de control que proporciona el direccionamiento directo en la máquina, basado en PLC o PC, denominado SIMATIC, el cual permite una completa configuración del sistema de control, rendimiento del sistema, lenguajes de programación, funciones de control de movimiento, arquitectura del sistema entre otras.

3.4.1 Descripción general de los controladores

La gama de microcontroladores de Siemens se le conoce como Simatic, el cual cuenta con controladores clásicos hasta la gama de controladores HMI integrados. Los tipos de datos que manejan estos PLC van desde bit, Byte, Word y Dword con la siguiente cantidad de bits 1, 8, 16 y 32. Para acceder a los datos internos existen varias formas como la comunicación en serie RS, comunicación MPI, Profibus y la comunicación Profinet. El último medio de conexión mencionado es la más utilizada actualmente y la más rápida (RD, 2018).

La maquinaria y los equipos modernos a menudo implican tareas técnicas muy variadas y exigentes. En casos como estos, es bueno saber que la tecnología SIMATIC proporciona una solución inteligente en la que puede confiar para todos los desafíos relacionados con el control de movimiento, la adquisición / salida de señal y el control de circuito cerrado / PID, hasta las comunicaciones en serie. Las soluciones de automatización integrada y escalable de la tecnología SIMATIC no solo le ahorran tiempo valioso de ingeniería en el caso de tareas simples o incluso problemas complejos, sino que también garantizan la máxima eficiencia y flexibilidad. El resultado: una ingeniería, un controlador, una comunicación para automatización estándar, seguridad y tecnología (Siemens, 2018).

3.5 ENVASADO ASÉPTICO

La productividad es sin duda el indicador por excelencia de la eficiencia (técnica o económica según el tipo de medidas empleadas), midiendo, para un cierto periodo de tiempo, la relación entre la producción obtenida y la cantidad de factores empleados para obtenerla. Aunque como se deduce de su definición, puede referirse a cualquier factor productivo, la más empleada entre las unidades de producto obtenidas y las horas de mano de obra empleadas.

Es el llenado de productos en condiciones asépticas, en envases previamente utilizados, con un sellado hermético para evitar re contaminación del producto. Para que el proceso sea aséptico debe cumplir con los siguientes aspectos: El ambiente y equipo de envasado debe estar totalmente esterilizado. Los envases deben estar estériles y poseer una hermeticidad para que no se contamine con el contacto exterior. La clave de los procesos asépticos es que realiza la esterilización independientemente al producto y a los envases, en su mayoría estos procesos se realizan con tratamientos térmicos (Tecnológico, 2018).

3.5.1 Breve historia

La conservación de los alimentos consiste en la aplicación de conocimientos basados en la ciencia a través de una variedad de tecnologías y procedimientos disponibles, para prevenir el deterioro y el deterioro de los productos alimenticios y extender su vida útil, al tiempo que garantiza a los consumidores un producto libre de microorganismos patógenos. Se puede definir la vida útil como el tiempo que tarda un producto en declinar a un nivel inaceptable, puesto que el deterioro de los alimentos resultará en la pérdida de atributos de calidad, incluidos el sabor, la textura, el color y otras propiedades sensoriales.

El procesamiento y envasado aséptico inició en los Estados Unidos - EE. UU, este proceso comenzó con el calentamiento y enfriamiento (HCF) desarrollado por Olin

Ball en la década de 1920 (PillaiS y Shayanfar, 2015). Aunque esta tecnología solo tuvo un éxito comercial limitado, allanó el camino para las tecnologías actuales de procesamiento y envasado aséptico. En la década de 1940, el proceso aséptico de Dole fue desarrollado por McKinley Martin. Este proceso contenía cuatro operaciones separadas, a saber: esterilización por calor del producto y enfriamiento posterior; esterilización por vapor de los recipientes y tapas; llenado aséptico del producto enfriado en los recipientes esterilizados, y sellado del producto. En la década de 1960, el cloro se usó como agente esterilizante para el material de envasado aséptico, pero en 1981 la FDA aprobó el uso de peróxido de hidrógeno como esterilizante. Esta aprobación proporcionó un verdadero impulso a esta tecnología. La compañía Real Fresh operó la primera empresa de envasado aséptico comercial en asociación con Tetra Pak Company.

Esta fase temprana de envasado aséptico vio el desarrollo comercial de fórmulas para bebés envasadas asépticamente, leches saborizadas, crema agria, cremas para untar de queso, nog de huevo, helado, sopas, pudines y bebidas de reemplazo de comidas. Hoy en día, una variedad de alimentos envasados asépticamente están disponibles en los estantes de las tiendas de comestibles. La diversidad de alimentos, texturas y diseños de empaques es verdaderamente notable por una tecnología que, para todos los propósitos prácticos, tiene solo unos 30 años. Hoy en día, hay grandes buques portacontenedores que tienen tanques asépticos para transportar jugos de frutas y verduras a través de los continentes. Las bolsas asépticas se utilizan habitualmente en la industria alimentaria para transportar concentraciones de sabor, jugo y puré.

Entre tanto en el llenado y acabado de alimentos asépticos y estériles y la inspección, la automatización puede reducir o eliminar la intervención del operador, lo que reduce el potencial de contaminación y mejora la eficiencia. La automatización tradicional de un eje funciona bien para procesos de alta velocidad, pero los brazos robóticos de ejes múltiples ofrecen repetibilidad con la flexibilidad de cambiar fácilmente el proceso o el tipo de contenedor que se está llenando. Los avances tecnológicos han hecho que los sistemas robóticos sean adecuados para el procesamiento aséptico y fácil de operar. Por consiguiente, el ambiente donde se manipulan y sellan los alimentos también debe estar libre de bacterias potencialmente contaminantes. Esto significa que la maquinaria de llenado y sellado debe ser estéril antes del envasado y durante el proceso de producción. Esto se puede lograr utilizando aire caliente y vapor o combinando el tratamiento térmico con esterilización química con peróxido de hidrógeno (Phillip N, 2010).

3.6 MANUALES OPERATIVOS

Las operaciones de empaque pueden diseñarse para tamaños y formas variables de paquetes o para manejar solo paquetes uniformes, donde la maquinaria o la línea de empaque es ajustable entre ejecuciones. Ciertamente, las operaciones manuales lentas permiten a los trabajadores ser flexibles a la variación del paquete, pero también algunas líneas automatizadas pueden manejar una variación aleatoria significativa (Riley, 2017).

Pasar de las operaciones manuales, a través de operaciones semiautomáticas a líneas de envasado totalmente automatizadas ofrece ventajas para algunos empacadores. Además del control obvio de los costos laborales, la calidad puede ser más consistente y el rendimiento se puede optimizar (ZHAO, 2011).

Las grandes líneas de envasado totalmente automáticas pueden incluir varias piezas de equipos principales de diferentes fabricantes, así como transportadores y equipos auxiliares. Integrar tales sistemas puede ser un desafío. A menudo se utilizan consultores o empresas de ingeniería externas para coordinar grandes proyectos.

Ahora en este orden de ideas, la importancia de los manuales operativos para cualquier maquinaria radica en que, con los años, la maquinaria y las especificaciones eléctricas han aumentado considerablemente. Y mientras los códigos locales agregan sus propios requisitos arbitrarios, estos intentos bien intencionados de crear estándares internos se están volviendo obsoletos a medida que los estándares y regulaciones internacionales se armonizan cada vez más.

También es difícil para las especificaciones creadas hace décadas adaptarse al nivel de innovación en el diseño de paquetes, materiales, maquinaria y espacios de controles actuales. Algunas compañías de ingeniería han descubierto que las especificaciones que les han servido bien durante años se han convertido en un obstáculo para la innovación. Y así, han puesto sus especificaciones en una dieta estricta de funcionalidad y estándares reconocidos de la industria, adicional a ello también muestran las tendencias que prometen hacer que las operaciones de empaque sean más eficientes, seguras, productivas y accesibles para las personas que las usan y mantienen.

Un Manual de Operaciones debe contener procedimientos, instrucciones y orientación para uso del personal operativo en el desempeño de sus funciones, también puede contener parte o toda la información contenida en las especificaciones técnicas de la máquina, pero también contiene mucha otra

información con respecto a la forma en que se realizarán el procedimiento y funcionamiento del equipo en cada una de las fases y estructuras que lo componen (Bishop, 2002)

Un Manual de Operaciones, que puede ser emitido en partes separadas correspondientes a aspectos específicos de las operaciones, contendrá al menos lo siguiente:

- Instrucciones que describen las responsabilidades del personal de operaciones relacionadas con la conducción de las operaciones de vuelo.
- Lista de verificación de equipos de emergencia y seguridad e instrucciones para su uso.
- La lista de equipos mínimos para los tipos de aviones operados y las operaciones específicas autorizadas, incluidos los requisitos relacionados con las operaciones en el espacio aéreo RNP (rendimiento de navegación requerido).
- Precauciones de seguridad durante el repostaje con pasajeros a bordo.

3.7 PLANOS ELÉCTRICOS Y NEUMÁTICOS

El Sistema de aprendizaje para la automatización y la tecnología se ha desarrollado y preparado exclusivamente para la capacitación en el campo de la automatización y la tecnología. La organización de capacitación y/o el aprendizaje se asegurarán que las precauciones de seguridad descritas en la documentación técnica adjunta, se cumplan en su totalidad. El término electrohidráulico (electro-neumático) se define a partir de palabras de electro, que significa eléctrico e hidráulico (neumático) que significa presión hidro/líquido (aire). El equipo y sistema electrohidráulico (electro neumático) es una integración de componentes eléctricos y mecánicos con una fuente de líquido comprimido (aire) (Hackworth, y Hackworth, 2003).

Los controladores electrohidráulicos (electro-neumáticos) tienen una sección de potencia hidráulica (neumática). En un control electrohidráulico (electro-neumático), la sección de control de señal está formada por componentes eléctricos, por ejemplo, los interruptores de proximidad y los relés. Las válvulas de control direccional se comportan como un medio entre la sección de control de la señal eléctrica y la hidráulica (neumática) sección de energía en el controlador.

Durante muchos años, la tecnología neumática ha desempeñado un papel importante en la mecánica y en el desarrollo de aplicaciones automatizadas. Además, los cilindros neumáticos se utilizan más como elementos de trabajo en

serie, ya que se trata de unidades de precio relativamente bajo, de fácil instalación, sencillas y disponibles en diversos tamaños de cilindros. Por tal motivo, la implementación de actuadores neumáticos en los sellos horizontales y verticales, así como en la dosificación (movimiento lineal) se eligió en el diseño de la máquina.

4. METODOLOGÍA

Con este proyecto se espera obtener un documento con la información de una envasadora Ultra Limpia de dos cabezales “UL2”. Esta información comprende la migración de arquitectura Rockwell a Siemens, planos eléctricos, planos neumáticos y manual de operación, para el desarrollo de este documento se va a realizar primero una revisión bibliográfica del equipo, seguido del análisis de la programación usada en las envasadoras ESSI, para elaborar el código de una UL2 y finalmente elaborar los planos neumáticos y eléctricos.

El tipo de investigación es descriptiva – presentando los avances en cada uno de las etapas del proyecto:

1. Entender el funcionamiento y operación de las envasadoras ESSI.
2. Interpretación de la arquitectura Rockwell usada en las envasadoras ESSI de dos cabezales “A2”.
3. Migración de la arquitectura Rockwell a Siemens realizando cambio de los elementos de control.
4. Realizar la adaptación de la envasadora Ultra Limpia “UL2” según lo requiera el proyecto de Honduras.
5. Elaborar manuales operativos de la Envasadora Ultra Limpia de dos cabezales “UL2”.
6. Diseñar los planos eléctricos y neumáticos de la Envasadora Ultra Limpia de dos cabezales “UL2”.
7. Validación y pruebas de funcionamiento de la Envasadora Ultra Limpia de dos cabezales “UL2” en planta matriz.

4.1 MATERIAL REQUERIDO PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

- Software pro parte de Rockwell se usó el “Studio5000” parte de programación y logita, “Factory Talk View” parte de interfaz humano máquina.
- Por parte de Siemens Ag, se usó el “Tia Portal V15” parte de programación y logita, “Wincc” parte de interfaz humano máquina.
- En planos se utilizó “See Electrical” para diseñar los planos eléctricos y “FluidSim” Planos Neumáticos.

Tabla 1 Metodología de la investigación.

MCIP (Matriz de Coherencia del Proyecto)		
OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	METODOLOGÍA
Migrar de arquitectura Rockwell usada actualmente en las envasadoras ESSI, a arquitectura Siemens, determinando cambios en componentes y planos eléctricos.	Realizar migración de arquitectura Rockwell a Siemens de la Envasadora Ultra Limpia de dos cabezales "UL2".	Comprender el funcionamiento y operación de las envasadoras ESSI.
		Estudio de la arquitectura Rockwell y Siemens.
		Interpretación de la programación usada actualmente en las envasadoras ESSI.
	Elaborar manuales operativos de la Envasadora Ultra Limpia de dos cabezales "UL2".	Interpretar la operación de la envasadora Ultra Limpia "UL2".
		Estudio de la norma usada para planos eléctricos y neumáticos.
	Diseño de planos eléctricos y neumáticos de la Envasadora Ultra Limpia de dos cabezales "UL2".	Realizar los planos eléctricos con el software See Electrical y los neumáticos con Fluidsim.
		Validar todas las señales analógicas y digitales, así como el correcto accionamiento de los actuadores.
	Validación y pruebas de funcionamiento de la Envasadora Ultra Limpia de dos cabezales "UL2" en planta matriz.	Ejecutar las pruebas de funcionamiento de la Envasadora Ultra Limpia de dos cabezales "UL2"
		Realizar los cambios respectivos.

Fuente: Autor.

4.2 MIGRACIÓN DE ARQUITECTURA ROCKWELL A SIEMEN

4.2.1 Estructura de los bloques de programación ladder

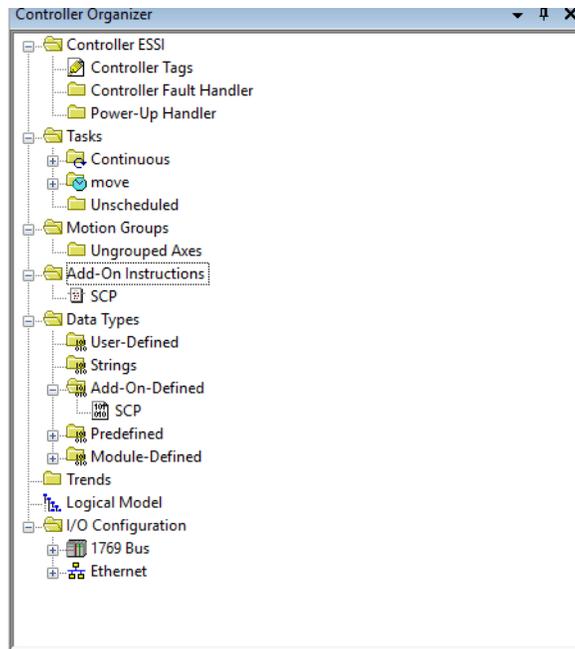
Dentro del procedimiento para la migración de la arquitectura, es la identificación del código migrado a Siemens, el cual fue de una envasadora Aséptica “ESSI A2” a una envasadora ULTRALIMPIA “UL2”. Se debe tener especial cuidado en observar diferencia entre estas, ya que una es totalmente estéril la cabina, la parte de envasado dándole una duración a la leche de larga vida. La ultra limpia no es estéril y la limpieza del plástico se realiza con lámparas germicidas o ultravioletas dándole una menor durabilidad al producto.

El procedimiento que se llevó a cabo fue primero migrar todas las variables utilizadas en el software Studio 5000 sin excepción ninguna, desde las salidas y entradas físicas del controlador, a un bloque de datos “DB” utilizados en TIA portal¹. Luego se procedió a crear todos los bloques de funciones una vez creados los bloques de funciones se empezó a crear la programación *ladder* de cada uno, realizando la equivalencia en bloques como contadores ascendentes “CTU”, Temporizadores “TON” y “TOFF”, cálculo de ecuaciones, entre otras.

Ya creados los bloques de funciones en el TIA portal se finaliza la parte del PLC quedándonos por migrar la pantalla o bien llamada la HMI. En la HMI se empezó creando todas las imágenes en WINCC o bien llamados displayS en FACTORY talk View. Una vez diseñada la creación de las imágenes se procedió a crear el contenido de cada una de ellas desde imágenes y sus animaciones. Se creó imagen por imagen y observando si tenía alguna animación, visibilidad o evento asignado. Por último, se creó las alarmas utilizadas en el programa con sus respectivos comentarios.

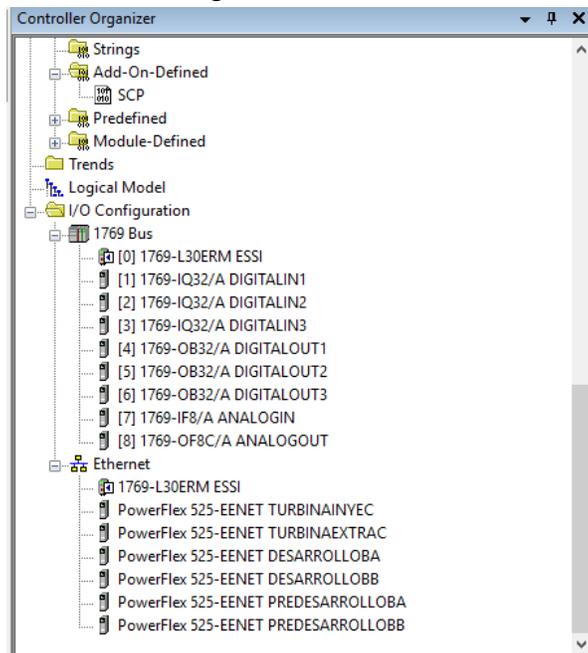
A continuación, se procede a dar una pequeña descripción de la estructura del programa y como se migró.

¹ TIA Portal es el innovador sistema de ingeniería utilizado por Siemens Ag que permite configurar de forma intuitiva y eficiente todos los procesos de planificación y producción.



*Figura 3. Estructura en el software Studio 5000
Fuente: Tomado por el autor.*

En la imagen anterior se muestra la estructura utilizada en el programa utilizado como referencia para realizar la migración.



*Figura 4. Dispositivos usados en el proyecto.
Fuente: Autor. Tomado de software Studio 5000.*

Si se ingresa en la carpeta I/O Configuration, se muestra primero qué tipo de PLC se está utilizando y los módulos, que este tipo de programación convoca. La

siguiente pestaña muestra los equipos conectados a la red Ethernet IP creada, entre ellos se puede ver el PLC, los variadores de turbina de inyección y extracción las cuales no se utilizan en la envasadora Ultra Limpia, adicionalmente se observa los variadores del desarrollo y pre desarrollo, todos estos variadores son de la gama Powerflex en este caso se utiliza un 525 que homologando por un Sinamic G120 de Siemens.

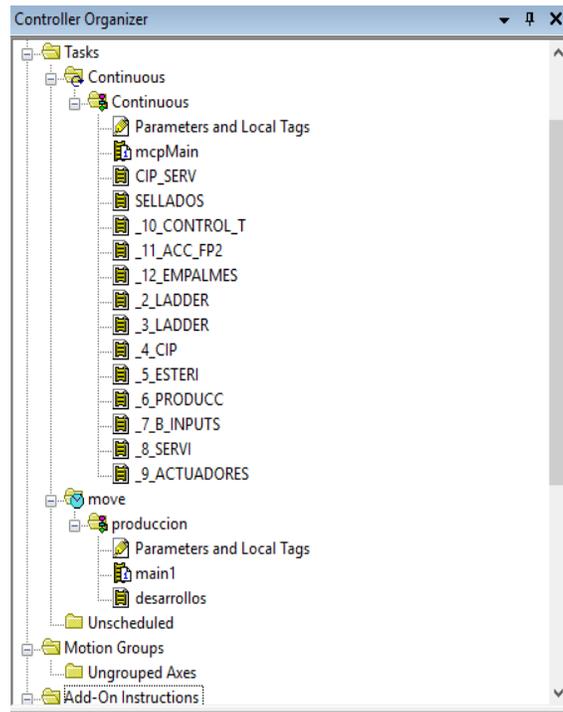


Figura 5. Bloque ladder usados.

Fuente: Autor. Tomado de software Studio5000.

Desplegando la pestaña de “task”, muestra todos los bloques de programas que se encuentran creadas en el programa. Al desplegar esta ventana y se evidencia dos más donde se observa una llamada “task-continuos” y otra “produccion-main”. Esta pestaña “continuous” cuenta con los “task locales” de esta rutina, después se muestra una rutina llamada “mcpMain” que es la principal. A continuación, se describen cada una de estas rutinas.

MCPMAIN: Rutina principal y se llama al bloque _2_LADDER con la siguiente secuencia:

- ❖ **_2_LADDER:** Este bloque se realiza un primer Scan donde se resetea todas las salidas y fallos del sistema, adicionalmente se llama a las otras rutinas.
- ❖ **_3_LADDER:** Se tienen todas las Alarmas del programa y las entradas del PLC que son fallos.

- ❖ CIP_SERV: En CIP Servi se encuentra todos los servicios utilizados cuando se realiza CIP de la envasadora, como activar la bomba, activar el control de nivel.
- ❖ SELLADOS: Se encuentra los sellados de los sistemas de sello horizontal y vertical.
- ❖ _10_CONTROL_T: En esta rutina se encuentra el control de temperatura del tanque de refrigeración el cual es un on/off, control del tanque de balance y control de temperatura del tanque de peróxido.
- ❖ _11_ACC_FT2: Se tiene la rutina del dosificador completa utilizando anteriormente micromotores para realizar el movimiento del actuador eléctrico.
- ❖ _12_EMPALMES: en ella la Rutina se tiene la lógica del empalmador de todos los cabezales.
- ❖ _4_CIP: Aquí se coloca todos los pasos que debe realizar el CIP cuando se realiza el lavado del equipo.
- ❖ _5_ESTERI: Este bloque contiene todos los pasos que se debe tener para esterilizar la envasadora.
- ❖ _6_PRODUC: En esta rutina se encuentra los pasos para empezar a producir y donde para el proceso de la boca si se presenta una falla.
- ❖ _7_B_INPUTS: Aquí se relaciona todas las entradas físicas a variables de uso en el programa.
- ❖ _8_SERVI: se encuentra con un horómetro realizado manualmente para saber cuánto tiempo estuvo el equipo en producción. También tiene la rutina de inyección de peróxido a las bocas.
- ❖ _9_ACTUADORES: En actuadores están conectadas todas las variables de proceso con las salidas físicas del equipo.

Las rutinas nombradas anteriormente en el grupo de “continuos” donde su proceso no tiene prioridades. El siguiente grupo “MOVE” es periódico con un periodo de 9 milisegundos y una prioridad 1. Este grupo cuenta con las siguientes rutinas.

- ❖ Main1: contiene el ciclo de producción en el cual realiza su procesamiento siendo este dependiente directamente con el ciclaje a la cual va a trabajar.
- ❖ Desarrollos: En el bloque anterior se realiza el procesamiento de producción

aquí se continua con el procesamiento debido a que se divide en dos para realizar sellados y arrastre en ciclos diferentes. Cabe decir que el variador del desarrollo se activa con una señal digital y su control es por comunicación.

Realizada su migración a siemens en *Tia Portal* se crearon todas las variables y dispositivos del programa y se empezaron a crear sus rutinas idénticas sin importar si la envasadora ultra limpia la contemple en el proceso o no. Antes de mostrar estas rutinas se muestra los dispositivos creados y los módulos usados.

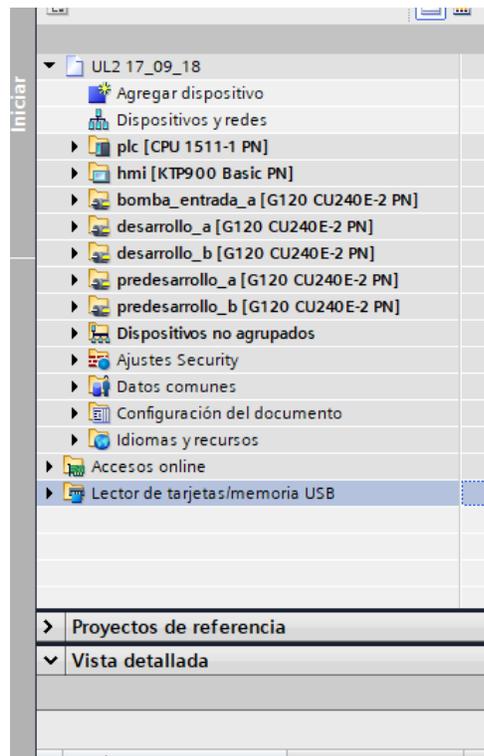


Figura 6. Proceso de los dispositivos creados y los módulos usados.

Fuente: Autor. Tomada de la Tia portal.

En la figura anterior se muestra los dispositivos intercomunicados en la red profinet, como el PLC, HMI, variadores y periferia descentralizada, cabe resaltar que para los módulos de entradas y salidas se cuenta con una periferia descentralizada por motivos de economía. Como se muestra en la siguiente figura.

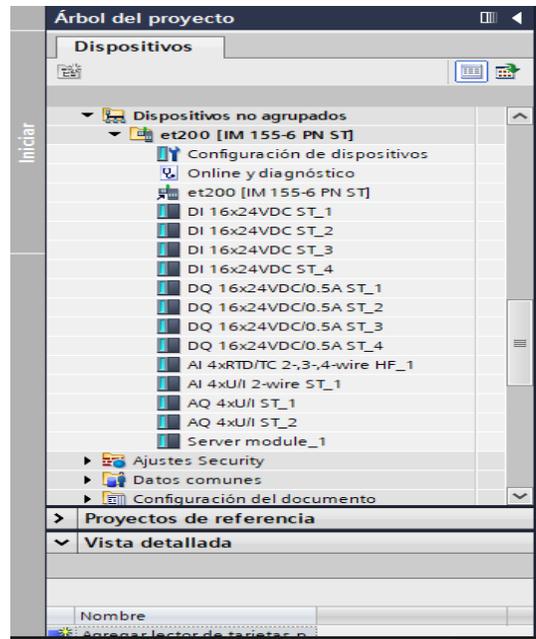


Figura 7. Módulos de entrada y salida digitales.

Fuente: Tomada del software tia portal.

En esta figura se observa los módulos de entradas y salidas digitales, entradas y salidas análogas. A continuación, se muestra cómo quedó el proceso de esta migración del PLC con los bloques migrados de Rockwell.

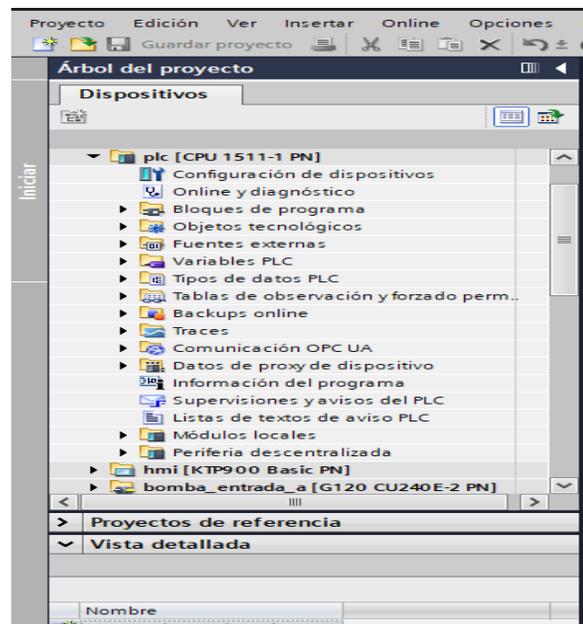


Figura 8. Descripción de carpetas.

Fuente: Tomada del software tia portal.

En *Tia Portal* se tiene la siguiente descripción de carpetas como bloques de programas, variables del PLC, graficas, módulos. En bloques del programa muestra todas las rutinas creadas.

Se crearon dos grupos uno llamado Rockwell donde se tiene todas las rutinas idénticas del Studio 500 y otro siemens donde se tiene un *MOVE* de entradas, salidas, alarmas y adecuación variadores. Como se muestra en la siguiente imagen.

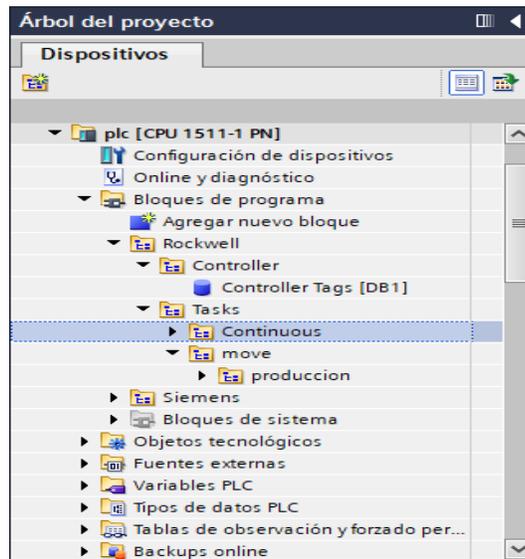


Figura 9. Despliegue del grupo Rockwell.
Fuente: Tomada del software tia portal.

Si se despliega el grupo de Rockwell se cuenta con todas las rutinas de la migración.

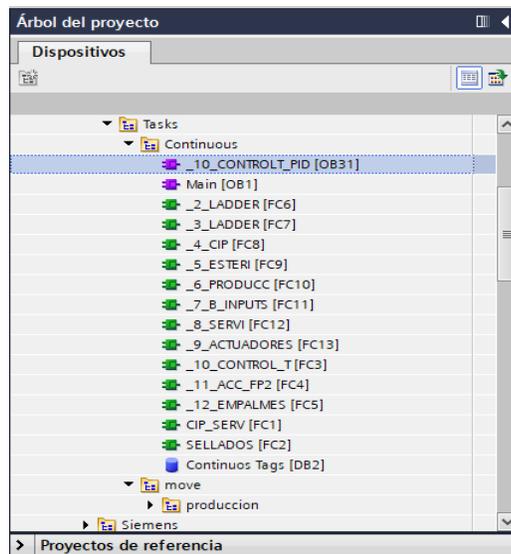


Figura 10. Despliegue de Rockwell rutina de migración.
Fuente: Tomada del software tia portal.

Y al desplegar siemens se observa las rutinas creadas.

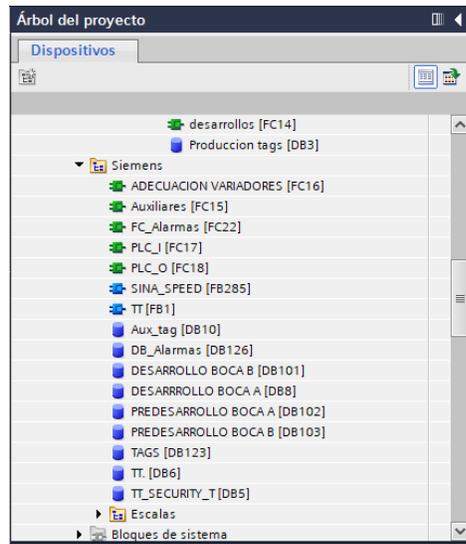


Figura 11. Bloques creados a partir de la arquitectura siemens.

Fuente: Tomada del software tia portal.

En la imagen anterior se observa los bloques creados en siemens, como alarmas, entradas y salidas, adecuación variadores y los bloques de datos para controlar los variadores.

4.2.2 Estructura de la HMI

Se realizó la migración de todos los display que contiene en el programa de la envasadora aséptica A2, desde el software Factory Talk View. A continuación, se describe y se da un bosquejo general, así como las pantallas utilizadas.

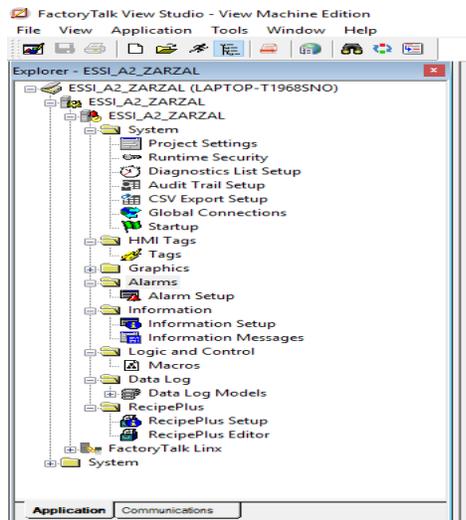


Figura 12. Bosquejo general de lo que contiene el software.

Fuente: Tomado del software Factory Talk View.

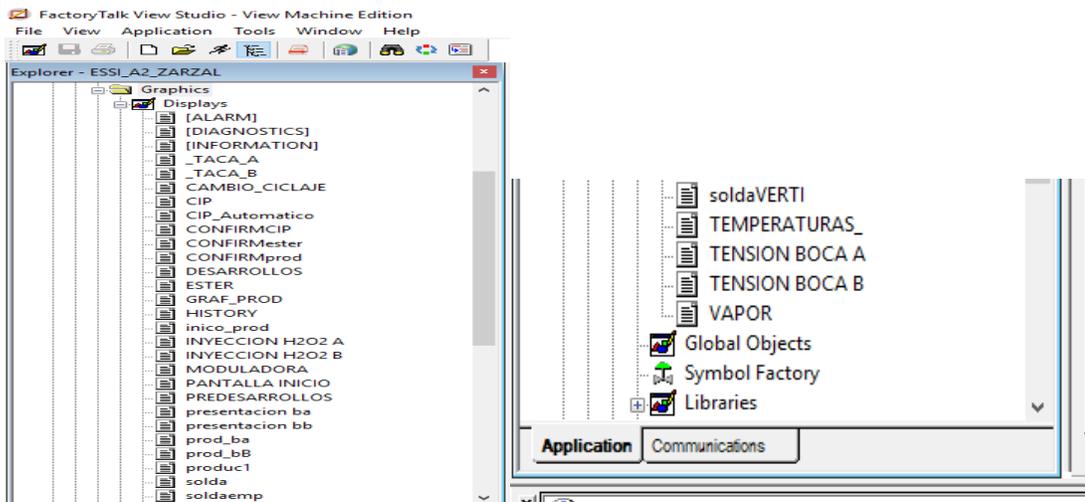


Figura 13. Display utilizados en la envasadora A2.

Fuente: Tomado de software Factory Talk View.

Los nombres de los displays que se observan en la imagen anterior son los display contenidos en el software no se entrara en detalle de cada uno, pero todos y cada uno se crearon en wincc del *Tia Portal* con sus respectivas variables.

En Wincc se realizó la migración de estos display como se observa en la imagen siguiente.

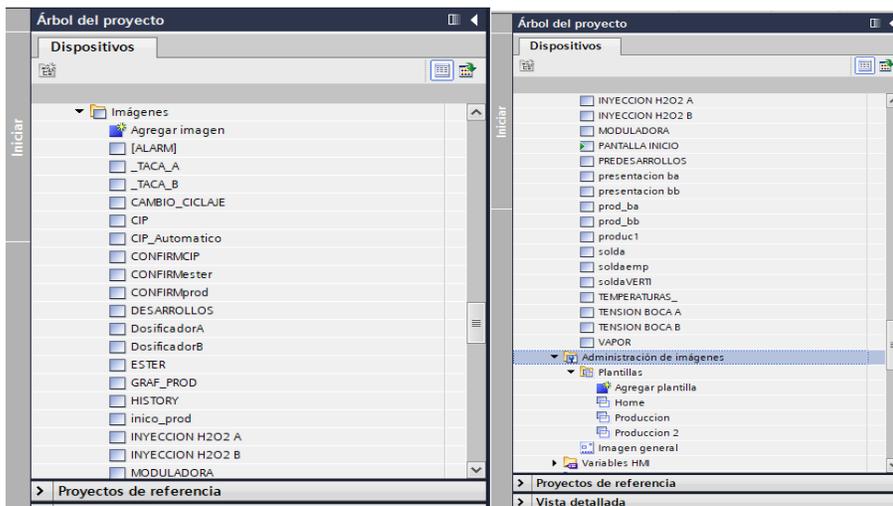


Figura 14. Migración de estos display.

Fuente: Tomado del software Wincc.

A diferencia con el Factory Talk View y con la pantalla que se homologó, esta no se puede realizar ventanas emergentes por lo tanto se crearon plantillas para ser utilizadas con el grupo de imágenes, adicionalmente y otro problema que se obtuvo al realizar la migración se debe que la referencia de este panel *View* no se pueden

realizar ecuaciones como condiciones para las animaciones, por lo tanto, se crearon en el programa del PLC.

A continuación, se describen las imágenes de “pantalla de inicio”.



*Figura 15. Pantalla de inicio
Fuente: Tomado del software Wincc.*

La figura anterior muestra cómo es la pantalla de “ inicio” utilizada en el factory talk view y la siguiente como es la de WinCC *Tia Portal* que se migró.



*Figura 16. Tia Portal migrada
Fuente: Tomado del software Wincc.*

Así mismo se muestra la pantalla de “producción ba”, donde en la imagen de la izquierda se observa la pantalla de producción ba utilizada en la envasadora aséptica A2 y a la derecha migrada en tia portal.



Figura 17. Producción ba”

Fuente: Tomado del software Factory Talk View y Wincc.

4.3 SISTEMAS FUNCIONALES DE UNA ENVASADORA ASÉPTICA

El procesamiento aséptico implica tres pasos principales: la esterilización térmica del producto, la esterilización del material de empaque y la conservación de la esterilidad durante el empaque. Para garantizar la esterilidad comercial, se requiere que las instalaciones de procesamiento aséptico mantengan la documentación adecuada de las operaciones de producción, lo que demuestra que se lograron y mantuvieron condiciones comercialmente estériles en todas las áreas de la instalación. Cualquier incumplimiento de un proceso programado para el sistema de procesamiento o empaque significa que el producto afectado debe ser destruido, reprocesado o segregado y mantenido para una evaluación adicional. Además, el sistema de procesamiento y embalaje se debe limpiar y volver a esterilizar antes de que se puedan reanudar las operaciones de procesamiento y / o embalaje. El equipo de envasado y los materiales de envasado se esterilizan con diversos medios o combinaciones de medios (es decir, vapor saturado, vapor sobrecalentado, peróxido de hidrógeno y tratamientos de calor y otros) (Pillais y Shayanfar. 2015).

Al diseñar equipos de procesamiento aséptico, hay seis requisitos básicos a considerar: el equipo debe tener la capacidad de ser limpiado a fondo, debe ser esterilizado con vapor, productos químicos o agua a alta temperatura, los medios de esterilización deben poder contactar a todas superficies del equipo, lo que significa que el equipo no contiene grietas, hendiduras ni puntos muertos, el equipo debe poder mantenerse en un estado estéril, debe tener la capacidad de ser utilizado de forma continua y, por último, el equipo debe cumplir con regulaciones internacionales (David, 2013).

La automatización consiste en controlar los equipos, líneas y todas sus operaciones. Cuanto mayor sea su control, más valor podrá obtener de su producción. Esto le asegura un control total de las operaciones de la planta y los beneficios que brinda:

desempeño mejorado y garantizado, calidad constante del producto, inocuidad de los alimentos y menor impacto ambiental. De manera genérica una envasadora aséptica, es controlada por los PLC, que son dispositivos que fueron diseñados para remplazar los circuitos secuenciales de relés utilizados en el control de máquinas. El PLC trabaja revisando sus entradas, y dependiendo del estado de éstas, manipula el estado de sus salidas, encendiéndolas o apagándolas. El desarrollo del control distribuido que está formado por una gran variada de campos va paralelo al de las comunicaciones. Esto esta evocado a diferentes niveles de abstracción sobre integración y producción de acuerdo a la filosofía de la "*Computer Integrated Manufacturing*" CIM. Cada vez es más necesario disponer de dispositivos inteligentes para realizar el control o la supervisión remota (Pedraza, 2007). De igual forma, se adjuntan las imágenes de la envasadora ul2 desde diferentes puntos de vista.



Figura 18. Envasadora con CIP completa isométrica
Fuente: ESSI 2018



Figura 19. Isométrica sin CIP
Fuente: Autor.



Figura 20. Sistema de dosificación, conformador de plástico, sello horizontal, sella vertical desaireador.

Fuente: ESSI 2018

4.4 MANUALES OPERATIVOS DE LA ENVASADORA ULTRA LIMPIA DE DOS CABEZALES “UL2”

En la sociedad actual, la comercialización de un producto no está concebida, cualquiera que sea su naturaleza, sin el uso de ningún tipo de envase o embalaje que lo contenga y lo proteja desde su producción primaria hasta que llegue al consumidor; esto establece la importancia de la tecnología alimentaria (Tijskens, 2001). A lo largo de los años, gracias a la incursión de la maquinaria en la industria del embalaje (Whelan, 1996); se han desarrollado todo tipo de contenedores, formas y diseños, utilizando diferentes materiales, para responder a las necesidades específicas de la industria y los consumidores (Dallyn, 1998). El desarrollo tecnológico a nivel local se ha limitado a las grandes empresas debido a la inversión que esto implica, negando a muchos empresarios la posibilidad de ver el empaque como una función técnica y económica que podría minimizar los costos y maximizar las ventas (Maroulis, 2003).

Los manuales operativos son indispensables para las compañías ya que proporcionan información y generan planes de contingencia que eviten dificultades para la implementación y puesta en marcha de equipos específicos, con ello se evita el despliegue de inversiones de dinero y tiempo en capacitar en su nuevo personal de trabajo, si se cuenta con procedimiento estandarizado para operar y manipular los equipos les es más fácil su comprensión. Al obtener los manuales se tienen beneficios como educar al personal de forma más rápida y eficaz, la empresa cuenta

con la información y no sus empleados. Debido a que esta información en su mayoría es facilitada al personal nuevo se recomienda realizar los manuales redactando la forma más sencilla y comprensible posible, utilizar imágenes en los procedimientos e integrar toda la información ligada a la operación.

La maquinaria de envasado se utiliza en todas las operaciones de envasado, e involucra desde los paquetes primarios hasta los paquetes de distribución. Esto incluye muchos procesos de envasado: fabricación, limpieza, llenado, sellado, combinación, etiquetado, envoltura, paletizado, etc.

A continuación, se describen los manuales operativos y guía de instalación de la envasadora UL2.



*Figura 21. Portada del manual operativo UL2
Fuente: Tomado del manual operativo UL2 ESSI*

Este manual inicia con una portada, donde va una imagen del equipo completo, el nombre del mismo, logo de la empresa y las certificaciones y premios obtenidos. Continúa con la información de la empresa que lo construyó y una breve descripción sobre cómo interpretar este manual. En la realización de este manual se encuentra implicados el personal de diseño y operativo, así como los conocimientos y prácticas realizadas en el equipo para conseguir los resultados esperados.



		Pág.
	INTRODUCCIÓN.	10
CAPÍTULO 1	GUÍA DE INSTALACIÓN	11
CAPÍTULO 2	GENERALIDADES DE LA ENVASADORA ULTRA LIMPIA.	33
CAPÍTULO 3	INSTALACIÓN DE LA ENVASADORA ULTRA LIMPIA.	36
CAPÍTULO 4	DESCRIPCIÓN DE LA ENVASADORA ULTRA LIMPIA.	38
CAPÍTULO 5	INSTRUCCIONES PARA EL USO.	47
CAPÍTULO 6	SISTEMAS QUE COMPONEN LA ENVASADORA ULTRA LIMPIA.	64
CAPÍTULO 7	MANTENIMIENTO DIARIO	71
CAPÍTULO 8	SOBRE EL DESARROLLO DE LA PELÍCULA DE POLIETILENO.	73
CAPÍTULO 9	SOLUCIÓN A POSIBLES FALLAS.	74
CAPÍTULO 10	CONFIGURACIONES Y AJUSTES.	81
CAPÍTULO 11	DIAGRAMAS.	82

Figura 22. Contenido del manual – índice
Fuente: Tomado del manual operativo UL2 ESS1

El índice que contiene este manual de la envasadora Ultra limpia cuenta con los siguientes ítems, como se observa en la imagen anterior:

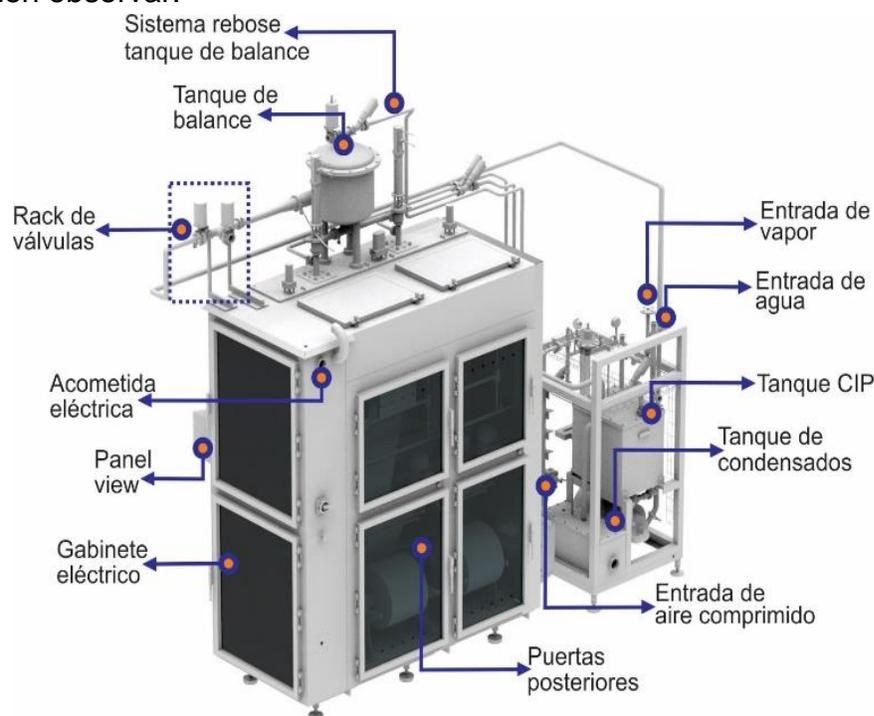
- Introducción
- Guía de Instalación
- Generalidades de la envasadora Ultra Limpia
- Instalación de la envasadora UL
- Descripción de la envasadora UL
- Instrucciones para el uso
- Sistemas que la componen
- Mantenimiento diario
- Recomendaciones y datos sobre el Polietileno
- Soluciones posibles fallas
- Configuraciones y ajustes

Del contenido anterior se enfocará en los puntos donde realmente implica a este documento y donde se dio gran parte de apoyo del área de automatización para realizarlo, sin embargo, se dará un pequeño resumen de cada uno.

Inicialmente se plantea una introducción para que el usuario tenga una idea general de qué trata este manual, seguido de la guía de instalación. En este capítulo 01 se cuenta con la información de la envasadora y las recomendaciones que se deben tener antes de iniciar su operación, como las condiciones de aire, voltaje requerido, agua vapor, conexión de la línea de producto, elementos de protección al momento

de la operación, verificación del sentido de giro de los motores y bomba CIP, verificación de todas las señales que su marcación sea correcta y por último una comprobación de los sellados.

Estas sugerencias son importantes realizarlas antes de poner en marcha el equipo ya que evita accidentes y una correcta operación del mismo. A continuación, se muestra una figura de envasadora UL2 desde una vista posterior con los sistemas que se pueden observar.



*Figura 23. Descripción partes envasadora UI2
Fuente: Tomado del manual operativo – UL2 ESSI.*

El segundo capítulo lo componen las generalidades de la envasadora ultra limpia se empieza dando nuevamente las especificaciones, esta vez con el detalle de sus consumos, dimensiones del CIP y la envasadora sin CIP, el tratamiento que se le da al producto y el material de envasado.

En el capítulo 03 cuenta con las instrucciones para su desplazamiento, almacenamiento del equipo y medidas de prevención para su buen funcionamiento.

Capítulo 04, en este capítulo se realiza una descripción del equipo como la cantidad de cabezales que es este caso son dos “cabezal A y B”, la capacidad de envasado que tiene cada uno (cabezal A des 1/4 de libra hasta 2 libras y cabezal B desde 1 libra hasta 5 libras), cabe resaltar que estas dos bocas comparten la misma

condición de inocuidad. Por último, se realiza una descripción de proceso de limpieza y empaçado. En el primer proceso se realizó una limpieza interna o CIP y una Externa o COP. La limpieza interna lo realiza el CIP de la envasadora UL2 siguiendo la rutina del mismo teniendo como parámetros los observados en la siguiente imagen y para la limpieza externa se realiza un lavado manual.

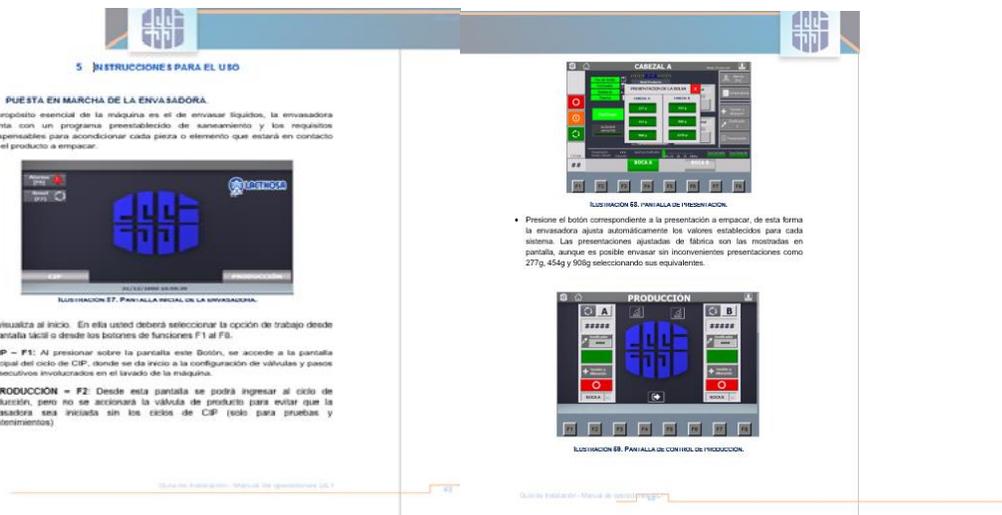
PARAMETROS CIP				
ITEM	PARAMETROS CIP	VARIABLE	VALOR RECOMENDADO	RESULTADO
1	Enjuague Inicial	Hora de inicio ciclo CIP		
		pH del agua potable de la planta		
2	Lavado Alcalino (verificar presión en la línea de retorno mínimo 10 psi)	Tiempo	30 min.	
		Temperatura	80 °C	
		Concentración	2-2,5 %	
3	Enjuague Intermedio	pH del agua potable de la planta		
		Temperatura	30 °C	
4	Lavado Acido (verificar presión en la línea de retorno mínimo 10 psi)	Tiempo	30 min.	
		Temperatura	70 °C	
		Concentración	1-1,5 %	
5	Enjuague Final	pH del agua potable de la planta		
		Hora fin ciclo CIP		

Figura 24. Parámetros del CIP

Fuente: Tomado del manual operativo UL2 ESSI

Antes de realizar el proceso de envasado se debe realizar una verificación de la temperatura del tanque de refrigeración la cual debe estar en un rango de 8-16°C y un correcto funcionamiento de la lámpara germicidas. Seguidamente se pone en funcionamiento el equipo realizando una verificación de los sellados, alineación, tensión y desplazamiento del polietileno.

En el capítulo 05 Instrucciones para el uso se centra específicamente en la operación del equipo desde la HMI.



*Figura 25. Operaciones de la UL2 desde el HMI
Fuente: Tomado del manual operativo UL2 ESSI*

En la figura 25 se muestra un ejemplo de cómo quedó parte del HMI y la puesta en marcha de la envasadora UL2. Se empieza explicando la pantalla inicial donde aparecen dos estados en el cual ella puede estar “CIP ó producción”, también se puede dar clic en reset o revisar el historial de alarmas. Luego se explica todos los pasos y la configuración de válvulas que se deben tener para realizar todo el ciclo de limpieza y lavado.

Una vez finalizado este ciclo se empieza el proceso de envasado, explicando desde que se da inicio producción en la Pantalla “inicio producción”, después se ingresa a la pantalla de cada boca y se configura los parámetros de potencia de sellado, tiempo desarrollo, ciclaje, apertura del dosificador, presentación del producto a envasar. Para empezar la producción se puede hacer independiente por cada boca y existen dos modos, el primero es realizar un paso a paso, donde el primer paso es accionar el sello vertical, el segundo el sello horizontal y el paso tres empieza a dosificar, se debe tener en cuenta que después del paso uno se desbloquea el arrastre para desarrollar.

La otra forma de operación se realiza directamente desde la pantalla de automático presionando el botón de automático, el cual realiza 4 sellos horizontales y verticales para realizar un precalentamiento de la resistencia, enseguida desbloquea arrastre y abre dosificador para empezar la producción.

Posteriormente finalizada la producción y realizado el lavado se da una recomendación para el apagado del equipo. Como por ejemplo evacuar todo el

producto, sacar la envasadora de los dos ciclos de operación, apagar la UPS, apagar el totalizador y seccionador para desenergizar completamente.

El siguiente capítulo trata de los sistemas que componen la envasadora Ultra Limpia.

Tabla 2 Sistemas que componen la envasadora UL2

Portarrollos Empalmador Predesarrollo Codificador Balancín Conformador	Desaireadores Mordaza vertical Desarrollo Mordaza horizontal Sistema de dosificación
---	---

Fuente: Tomado del manual operativo UL2 ESSI

En la tabla 2 se relacionan los sistemas que se encuentran involucrados en el acondicionamiento del plástico para realizar el empaqueo del producto.

En el capítulo 08 se dan unas recomendaciones de mantenimiento diario, como lo es lubricación de ejes, limpieza de los lentes de los sensores, revisar cinta teflón que no tenga quemadura o imperfecciones y si es así realizar el respectivo cambio, entre otras que se deben realizar para alargar la vida útil y poder tener un buen funcionamiento. En el siguiente capítulo se da una descripción sobre la postura del polietileno en la envasadora teniendo presente las guías, la tensión y alineación. Estos tres últimos capítulos son desarrollados principalmente por el diseñador del proyecto y el personal de operación en colaboración con el que ejecuta el proyecto.

En el capítulo 9 se da una descripción de las posibles fallas que se pueden presentar dando las recomendaciones para solucionarlas. En el siguiente capítulo se describe cómo configurar los sensores para tener un correcto funcionamiento y finalmente en el capítulo 11 se muestra un diagrama de la tubería que está involucrada en el proceso de envasado y limpieza.

De lo anterior hay que destacar que la importancia que posee tener documentado un manual de operación es precisamente de controlar el funcionamiento de la máquina para determinar las posibles situaciones donde esta pudiese necesitar atención del operario. Así mismo esto permite, identificar las características de los elementos que interactúan con el funcionamiento mecánico de la misma, teniendo en cuenta que el paquete también puede servir como un auxiliar de procesamiento. Es un artículo conveniente para el consumidor y es una herramienta de marketing.

Los aspectos de atractivo de ventas e identificación de productos de los envases son particularmente importantes para las sucursales de ventas y comercialización de las empresas de alimentos. Ciertos paquetes tienen beneficios económicos obvios, como la prevención de derrames, la facilidad de transporte, la prevención de la contaminación, la reducción del costo de mano de obra, etc y es allí que una envasadora debe ser orientada a identificar estas características para brindar soluciones y satisfacción en el llenado.

La calidad de los productos a medida que llegan al consumidor depende de la condición de la materia prima, del método y la severidad del procesamiento y de las condiciones de almacenamiento. Los mecanismos químicos, físicos y biológicos del deterioro de los alimentos son sensibles a diversos factores ambientales y la propiedad de barrera más pertinente del paquete varía con cada producto, por ello la importancia de poseer la información técnica de los equipos que intervienen en el proceso hacen que se garantice las etapas del proceso.

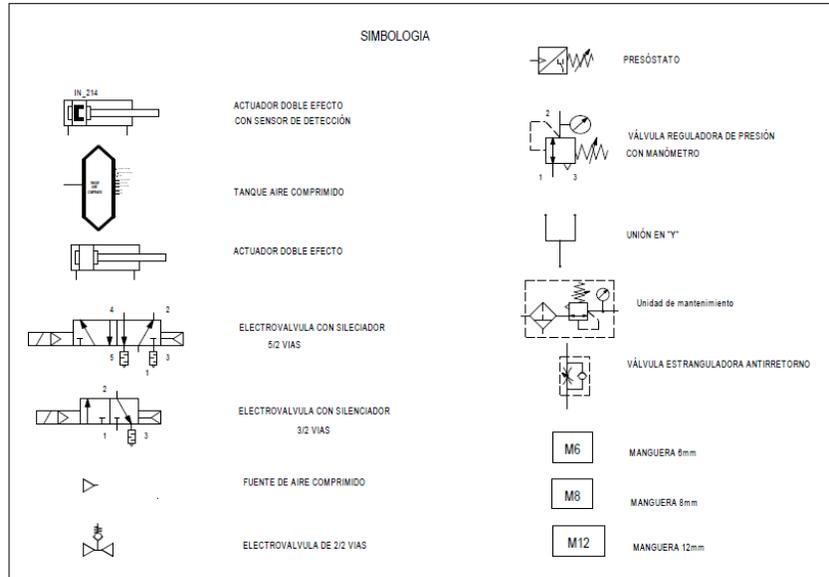
4.5 DISEÑO DE PLANOS ELÉCTRICOS Y NEUMÁTICOS DE LA ENVASADORA ULTRA LIMPIA DE DOS CABEZALES “UL2”

4.5.1 Planos Neumáticos

Para realizar los planos neumáticos de la envasadora UL2 se debió buscar la referencia de cada elemento usado en la página de Festo para saber cómo era el esquema, dependiendo del tipo de actuador que se haya escogido y electroválvula, así mismo como los filtros, unidades de mantenimiento y derivaciones. Una vez reconocidos los elementos y su esquema, se procedió a realizar un primer esquema manual de la distribución para después plasmarlo en un plano neumático con el rotulo utilizado en la empresa.

En el anexo A planos neumáticos UL2 se encuentran los planos realizados, adicional a ello se agrega como apéndice al presente documento la impresión de los planos como adjunto.

Inicialmente cuenta con una portada, después en la página 2 se encuentran los símbolos utilizados y la descripción de que significa cada uno de ellos. Como se muestra en la siguiente imagen.



*Figura 26. Símbolos explicativos planos diseñados
Fuente: Realizada por al autor, del software Fluidsim*

En el anexo A se encuentra el esquema general de la envasadora ultra limpia, la cual empieza con una entrada de aire la cual debe ser suministrada por la planta, después se encuentra la unidad de mantenimiento, un tanque de aire comprimido o tanque pulmón, la salida de este tanque a cada uno de los sistemas, por último, se encuentra el diagrama de cada uno de los sistemas.

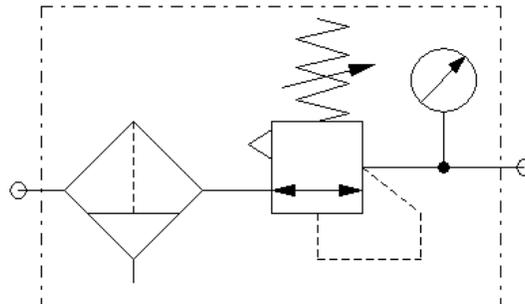
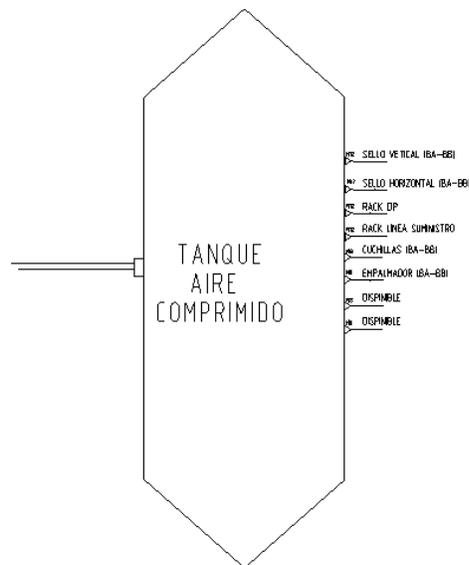


Figura 27. Diagrama del sistema.

Fuente: Tomado de Fluidsim, Esquema de la unidad de mantenimiento.

En este diagrama se puede apreciar que se cuenta con un filtro, manómetro y una válvula reguladora manual, además cuenta con una válvula de corte manual y un silenciador. El filtro cumple con su función de limpiar el fluido antes de entrar a los equipos, realizar limpieza como humedades, pequeñas partículas de material, entre otras para alargar la vida útil de los elemento usados en la envasadora, la válvula reguladora manual cumple con su función de regular la presión de entrada a la cual debe funcionar, según especificaciones se encuentra entre un rango de 6 a 8 bar,

adicionalmente se cuenta con un manómetro de visualización de análogo para tener una medición de la presión establecida. Finalmente, una válvula de corte on/off para realizar el corte total del equipo.



*Figura 28. Diagrama del Tanque de aire comprimido
Fuente: Imagen tomada de Software See Eléctrica.*

Después de la unidad de mantenimiento se cuenta con un tanque pulmón el cual guarda o represa una reserva de aire con el fin de mantener condiciones iguales en el proceso de la máquina y evitar caídas repentinas, después se cuenta con una salida de aire para cada sistema de este tanque.

Por último, se cuenta con el esquema de cada sistema. En las siguientes páginas del anexo se tiene un plano de cada sistema detallado empezando por el sello vertical, sello horizontal, rack cip, rack válvula de línea, cuchillas, empalmador y presóstato.

4.5.2 Planos eléctricos

En los planos eléctricos se continúa con el mismo estilo que los neumáticos empezando con una portada, distribución del tablero y el listado de elementos en sus primeras páginas. En la siguiente imagen se muestra el conexionado de las partes de control. Se tienen 3 fuentes a 24 voltios DC "24Vdc". La primera "Fuente PLC" es la encargada de alimentar toda la parte de control de los equipos como el PLC, la et200, HMI y el panel de control de los variadores, la siguiente fuente es la "fuente general" ésta se encarga de alimentar todos los sensores, actuadores que contiene la envasadora y finalmente se tiene una "fuente dosificada" es la que alimenta los motores paso a paso del dosificador y los drives asociados a este. Por

último, se observa en esta página una “UPS” que tiene como finalidad guardar y mantener el estado de la instrumentación en caso de un corte de energía de la red principal, esto es indispensable ya que en caso de un corte de energía entra en falla el equipo, para el proceso y cierra todas las válvulas con el fin de evitar derrames de productos acumulados en el tanque de balance o la línea de suministro.

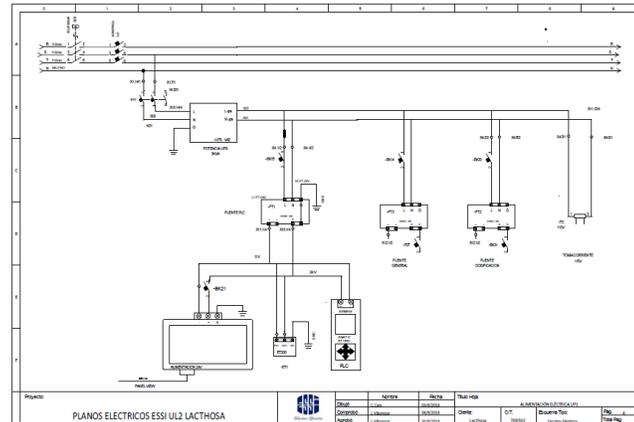


Figura 29. Plano Eléctrico Unidad de control
Fuente: Imagen realizada en el Software See Electrical.

En el anexo B se encuentra el esquema completo del equipo y el conexionado de los otros equipos como variadores “Sinamic G120” con su conexión trifásica, de control y comunicación. También las conexiones del dosificador, sellados circuito de micromotores para la parte de alineación y tensión, los sensores en las entradas de los módulos del PLC igualmente que las salidas para las señales análogas y digitales. Para el caso de la alimentación de los micromotores de alineación y tensión de los dos cabezales se realiza un puente H con dos relés ya que estos motores son de alimentación 24Vdc, en la figura 30 se observa el circuito.

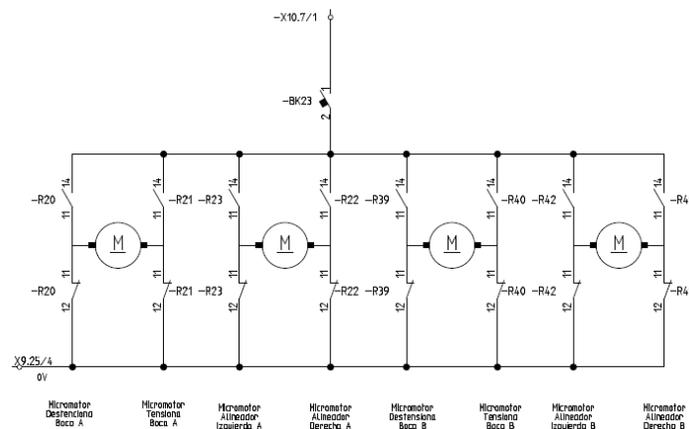


Figura 30. Circuito de alineación y tensión cabezal A-B
Fuente: Imagen realizada en el Software See Electrical.

5. MODIFICACIONES, VALIDACIÓN Y PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO EN PLANTA MATRIZ

5.1 MODIFICACIONES

Una vez realizado el proceso de la migración de tecnología, la realización de las etapas en los manuales operativos y la descripción gráfica de los planos; se inician las validaciones, las cuales tomaron una dirección con respecto a las reformas del programa original debido que su funcionamiento no es idéntico. En la tabla 3 se muestran los sistemas que se migraron y los que obtuvieron cambios.

Tabla 3 Relación de los sistemas migrados, modificados y validados

Sistema	Migración	Modificación	Validado
Ciclo de limpieza, CIP	SI	50%	SI
Tanque de balance	SI	0%	SI
Tanque de refrigeración	SI	0%	SI
CIP Retornos	SI	0%	SI
Rack de válvulas CIP y Producto	SI	10%	SI
Empalmador	SI	0%	SI
Pre desarrollo	SI	0%	SI
Fechador	SI	0%	NO
Balancín	SI	0%	SI
Conformador	SI	0%	SI
Sello Vertical	SI	0%	SI
Desarrollo	SI	30%	SI
Sello Horizontal	SI	30%	SI
Dosificador	SI	100%	SI
Lámparas Germicidas	SI	0%	SI
Balizas	SI	0%	SI
Control de Nivel	SI	50%	NO

Fuente: Autor.

El ciclo del CIP se modificó debido que es un diseño totalmente nuevo donde no es un CIP estándar ni automático, en la figura 30 se observa una imagen con el CIP de la máquina UL2 a la izquierda, el estándar de una envasadora aséptica en el centro y uno automático.



*Figura 31. CIP UL2, Estándar y automático de las envasadoras ESSI
Fuente: Autor.*

El tanque de balance obtuvo cambios en su diseño mecánico, los cuales lo convierten en un mecanismo más funcional, pero no afecta su funcionamiento y la lógica de programación en el PLC. En el sistema de refrigeración no se realizaron cambios por lo tanto no fue objeto de la migración y se validó sin novedad igualmente que el sistema de retorno.

El rack de válvulas de suministro, tuvo un pequeño cambio debido a que ya no lleva la válvula moduladora, esto debido a la migración se omite esta parte del código sin que me afecte el funcionamiento. Como se muestra en la siguiente figura 32.



*Figura 32. Línea de suministro, tanque de balance de la envasadora UL2 y A2
Fuente: Manuales operativos envasadoras ESSI.*

Los sistemas de balancín, empalmador, predesarrollo, fechador, sello vertical, conformador, lámparas germicidas y balizas no obtuvieron cambios en su funcionamiento lógico. Estos sistemas se validaron con un correcto funcionamiento a excepción de sistema de fechado debido que este sistema se pone en funcionamiento en planta Honduras.

Al sistema de desarrollo se le realizaron modificaciones debido a que la bolsa realiza las acciones de parada de dos formas diferentes: la primera por la taca, ya que en esta parte contiene el producto y la segunda por tiempo donde es una gola que va a contener el empaque. En el sello horizontal también tiene estos dos tiempos donde el primero solo sella y el segundo realiza un corte del plástico. El control de nivel solo se realizó y se validó on/off con la válvula de producto debido que se efectúa con una bomba que suministra el producto de entrada al tanque de balance, la cual es suministrada por el cliente en Honduras.

El sistema de dosificación se cambió completamente debido que las envasadoras anteriormente utilizadas llevaban como sistema de dosificador un micromotor a 24 Vdc, pero se cambió porque este produce una alta incertidumbre cuando se realiza el control de movimiento. El aliado Festo ofrece dos posibilidades las cuales se validaron, el funcionamiento con otros equipos, estas soluciones son un servo motor llamado EMCA y un motor paso a paso con un driver de control. Actualmente se utilizan los servomotores Emca debido a que todo el sistema viene embebido, por disponibilidad del proveedor se utilizó el motor paso a paso por ende el desarrollo del código y conexión en totalmente desde cero. Estos equipos tienen la facilidad manejar con cualquier protocolo de comunicación.

Para integrar estos motores en el TIA portal se solicita una comunicación profinet y se agrega el archivo GSDML realizado por el fabricante del equipo para integrar con esta herramienta de ingeniería. Los inconvenientes surgieron y el proveedor no posee el motor paso a paso en stock con comunicación profinet por tanto se recomienda un dispositivo que funciona como un nodo de bus entre dos protocolos de comunicación con el fin comunicar sin ningún problema. En la figura 33 se muestra la integración de este dispositivo en la red y los drives agregados.

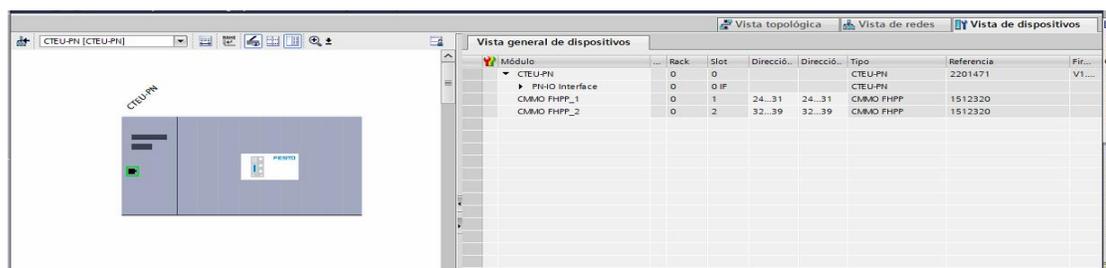


Figura 33. Integración del bus de nodo del Festo a la red profinet, CTEU-PN

Fuente: Programa de la envasadora UL2, Tia portal.

Una vez realizada la integración, fueron agregados los bloques de control, escritura y lectura de los motores paso a paso, para seguido de esto realizar la respectiva secuencia de los dosificadores en funcionamiento. Para esto se creó una carpeta llamada festo donde se consolidan todos los bloques de los motores.

Adicionalmente se creó el bloque de funciones “FC_DOSIFICACODRES – FC23” donde se encuentra toda la programación en ladder.

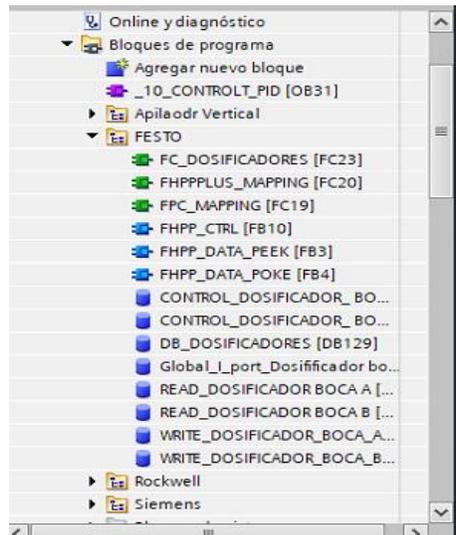


Figura 34. Integración de la librería GSDML de los motores a paso de festo
Fuente: Programa de la envasadora UL2, TIA portal

5.2 FUNCIONAMIENTO DEL CICLO EN PRODUCCIÓN, MODIFICACIONES

5.2.1 Ciclo de producción

El ciclo producción depende del ciclaje que trabaja la envasadora, este se divide en dos ciclos. El primer ciclo es el sellado horizontal, sellado vertical y dosificación de producto, el segundo ciclo es donde se realiza el arrastre del plástico activando el desarrollo y pre desarrollo. En la figura 35 se muestra el comportamiento del mismo.

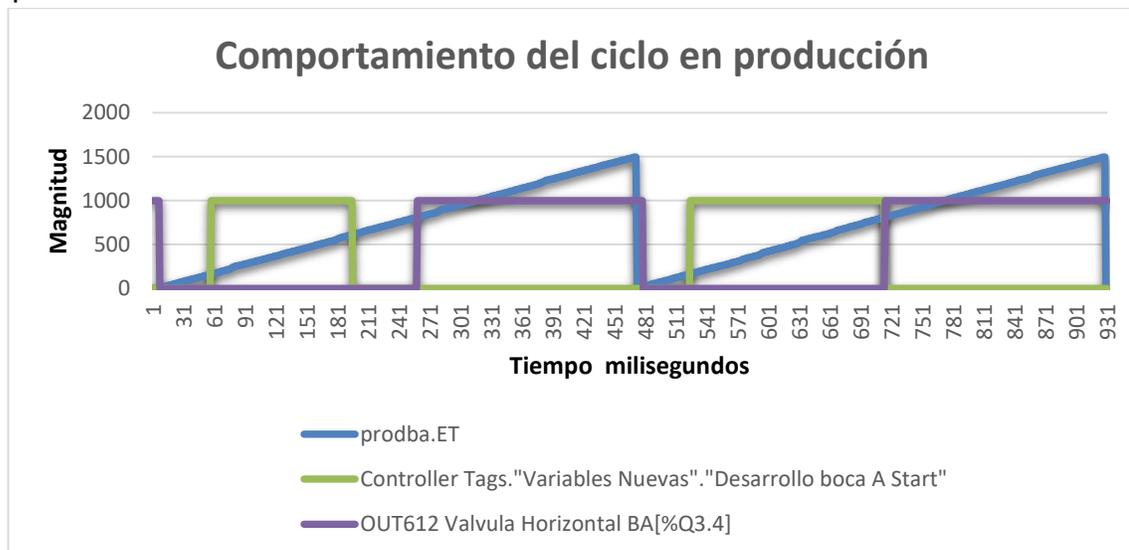


Figura 35. Comportamiento del timer de producción BA, ciclo producción
Fuente: Datos tomados del Programa de la envasadora UL2, Realizada en Excel

En la figura 35 se muestra la línea “prodba.ET” lo cual indica cuánto dura cada ciclo, la línea “Controller Tags”, “Variables Nuevas”, “Desarrollo boca A Start” es el bit de activación del variador del desarrollo y finalmente la línea “OUT612 Válvula Horizontal BA [%Q3.4]” es el bit de la electroválvula del sello Horizontal. Estos dos últimos están multiplicados por mil para poder visualizarlo en la gráfica. Esto se visualiza los dos ciclos anteriormente mencionados de sellado y arrastre de plástico. Cabe aclarar que estas pruebas se realizaron sin que el plástico tuviera la marca de la taca impresa, por lo tanto, el desarrollo se realiza por tiempo.

5.2.2 Problema de procesamiento y solución

Una vez explicado el funcionamiento del ciclo en producción se tuvo el siguiente problema: El Reseteo de “activar prensas” y “activar desarrollo” se realiza en los primeros 10 milisegundos del timer “prodba”.

Debido a que el procesamiento del ciclo realizado por el Controlador lógico programable estaba en un rango entre 3 – 14 milisegundos. Cuando éste superaba los 10 milisegundos no alcanzaba a ingresar a la línea donde se desactivan las prensas y activan el desarrollo. Para poder detectar este problema se vieron de diferentes puntos de vista hasta que se graficó y se obtuvo los siguientes datos.

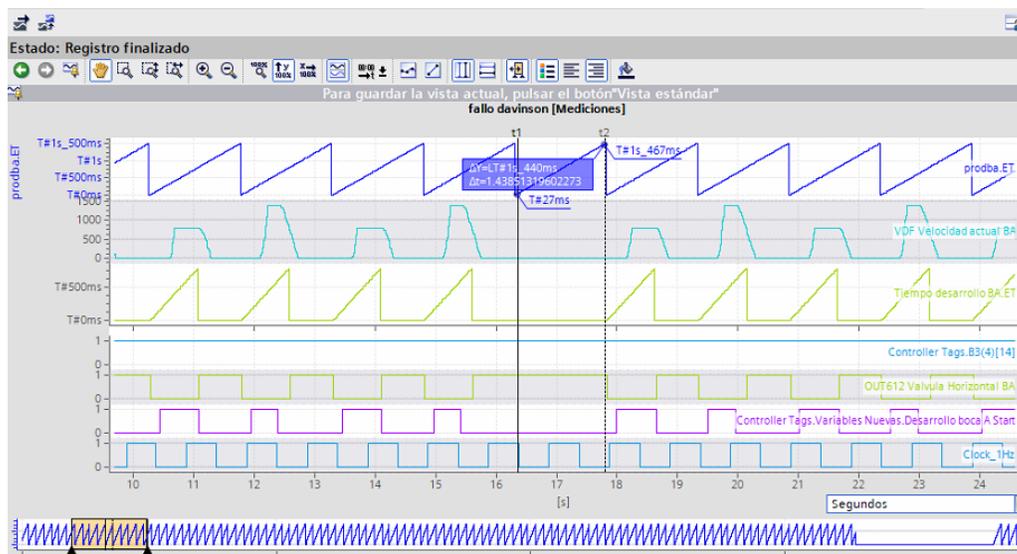


Figura 36. Gráficas del comportamiento de las señales en producción

Fuente: Programa de la envasadora UL2, Tia portal

El timer de “prodba” realizaba su ciclo normal, pero las otras variables continuaban con su estado actual hasta que se reiniciaba este bloque de tiempo. Debido a este problema se dio un mayor rango de tiempo para asegurar que cumpla la condición e ingresa a esta línea siempre, como se muestra en la siguiente imagen. Por lo tanto, este problema fue solucionado.

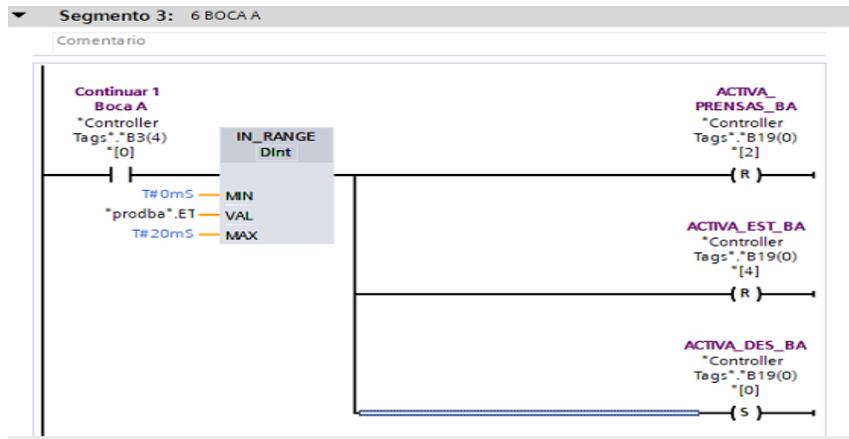


Figura 37. Línea de desactivar señal de prensas y activar desarrollo
Fuente: Programa de la envasadora UL2, Tía portal

5.2.3 Adaptar ciclo de producción según requerimientos del cliente, evidencia de los resultados

Un ciclo de producción se realiza cada vez que un producto se completa, en este caso cada vez que una bolsa de leche sea llenada y sellada. Para el caso específico del cliente en Honduras requiere que la bolsa de crema de leche lleve adicionalmente de ser sellada con producto una gola para posterior a este ser amarrada. Por lo tanto, dos ciclos de una envasadora aséptica se convierten un ciclo de producción de la envasadora ultra limpia. Donde la primera parte del ciclo se realiza un envasado con una bolsa totalmente sellada y el segundo es parte del plástico sin el sello horizontal y sin producto porque éste corta.

En la figura 38 se muestra la evidencia de la bolsa realizada por la envasadora, el cual ya es el producto finalizado.



Figura 38. Producto finalizado.
Fuente: Autor

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El desarrollo del objetivo, fue cumplido puesto que se realizó una migración de una envasadora aséptica A2 de Rockwell a Siemens, dejando como base un programa idéntico a la envasadora A2 y otro con las modificaciones según lo requería el cliente. Son dos lenguajes similares que comparten funciones de programación pero la forma de estructurar sus datos es muy diferente.

La forma de integrar la pantalla con los tags del PLC es muy distinta, en Rockwell no se logró identificar los tags usados en la HMI a diferencia de Siemens. La pantalla de Siemens no se le puede realizar un upload del programa actualmente usado, en Rockwell sí.

En Siemens Tia Portal está todo integrado en un solo proyecto HMI y la programación ladder del PLC, esto facilita la interacción y entendimiento cuando se analizan programas nuevos.

Se realizó el manual de operaciones con el apoyo de todo el personal técnico, operacional y de diseño, con el fin de integrar todo y que fuera lo más explícito, entendible y sencillo posible.

Al momento de realizar los planos se debe tener un buen conocimiento de los equipos a conectar realizando una revisión del manual, ya que una mala conexión lo puede dañar.

Los planos eléctricos y neumáticos se deben mantener actualizados, debido que siempre se recurren a ellos ante cualquier novedad del equipo. Los manuales, planos eléctricos y neumáticos son documentos importantes que deben estar al realizar la entrega de un equipo nuevo, ya que cualquier inquietud de operación o mantenimiento se recurre a él.

Durante el desarrollo del proyecto, se presentaron limitaciones para el desarrollo de cada etapa, teniendo en cuenta la disponibilidad de la máquina a la cual se le adaptó el sistema operativo, el cual tuvo la oportunidad de ser la prueba piloto para adaptar dos lenguajes similares que comparten funciones de programación, sin embargo la forma de estructurar sus datos fueron diferentes.

REFERENCIAS

- Andrews, S. Fastqc, (2010). A quality control tool for high throughput sequence data.
- Augen, J. (2004). Bioinformatics in the post-genomic era: Genome, transcriptome, proteome, and information-based medicine. Addison-Wesley Professional.
- Automation, R. (2018). Rockwell Automation. Obtenido de <https://www.rockwellautomation.com/global/about-us/overview.page?docid=a162d41cd4310beab22a277ea3d4e2ac&pagetitle=Our-History>
- Bishop, R. H., 2002, "El manual de mecatrónica", CRC Press, Nueva York. 1272 p.
- Blankenberg, D., Kuster, G. V., Coraor, N., Ananda, G., Lazarus, R., Mangan, M., ... & Taylor, J. (2010). Galaxy: a web-based genome analysis tool for experimentalists. Current protocols in molecular biology, 19-10.
- Bolger, A., & Giorgi, F. Trimmomatic: A Flexible Read Trimming Tool for Illumina NGS Data. URL <http://www.usadellab.org/cms/index.php>.
- Bolton W (2015). Programmable Logic Controllers. Libro. Editorial Newnes. Oxford. En línea. Recuperado de: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sDqnBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=programmable+logic+controller+security&ots=-aft0ndg8t&sig=LsVKfRlj8u8MVECiWlgs7YeInkA#v=onepage&q=programmable%20logic%20controller%20security&f=false>
- Bhuyan, M. (2007), "Medición y control en el procesamiento de alimentos". Taylor & Francis Group, Boca Ratón, EE. UU., 334 p.
- Dallyn, H. y Shorten, D., (1998), "Aspectos higiénicos de los envases en la industria alimentaria", International Biodeterioration, vol. 24, números 4-5, pp. 387-392.
- ESSI (2011). Reseña histórica de la empresa. Documento privado. Bucaramanga.
- ESSI (2015). Historia de la empresa. En línea. Recuperado de: <https://www.induguia.com/228560-essi-s-a-s-ingenieria-y-servicios-industriales.html>

ESSI (2018). Empresa de soluciones, Servicios e Innovación. Obtenido de:
<http://essi.com.co/acerca#quienessomos>

ESSI (2018). Página oficial de la empresa. En línea. Historia. Recuperado de:
<https://www.facebook.com/pg/essicolombia/about/>

García Sánchez (2018). Metodologías para el diseño de sistemas de control distribuido bajo el estándar iec 61499 aplicados al control de procesos. En línea. Consultado en abril de 2019. Recuperado de:
https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/26649/TESIS_GARCIA_SANCHEZ_MARCELO%20VLADIMIR.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Giardine, B., Riemer, C., Hardison, R. C., Burhans, R., Elnitski, L., Shah, P., ... & Nekrutenko, A. (2005). Galaxy: a platform for interactive large-scale genome analysis. *Genome research*, 15(10), 1451-1455.

Marvin J et al (2000). Lenguaje de programación basado en la tecnología Rocwell. En línea. Obtenido de:
<https://patentimages.storage.googleapis.com/96/5b/f0/0eae9c5237ba7/US6154684.pdf>

Martínez E (2016). Controladores automáticos. En línea. Disponible en:
<http://www.slideshare.net/martinezduardo/controladores-teoria-de-control-24587590>.

Maroulis, Z. y Saravacos, G. "Food Process Design", 2003, Marcel Dekker, CRC Press.

Morales S (2014). Rediseño y fabricación del sistema de sellado horizontal en las maquinas envasadoras asépticas marca ESSI. Tesis de grado. Universidad industrial de Santander. Bucaramanga.

Pérez M, Pérez J y Pérez G (2008). Introducción a los sistemas de control y modelo matemático para sistemas lineales invariantes en el tiempo. En línea. Consultado en abril de 2019. Recuperado de:
<http://dea.unsj.edu.ar/control1b/teoria/unidad1y2.pdf>

- Pillai S y Shayanfar (2015). Envasado aséptico de alimentos y su combinación con el procesamiento por haz de electrones. En línea. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/aseptic-packaging>.
- Phillip N (2010). Principios de Procesamiento y Envasado Asépticos. Libro. En línea. Recuperado de: <https://books.google.com.co/books?id=m97VRCEDfEUC&pg=PA2&lpg=PA2&dq=aseptic+packaging+automation&source=bl&ots=OhvExVpZsz&sig=ACfU3U2BGoZW0GbsQppp4YW8vDbPloB7Gw&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjph66RhOnhAhUI01kKHeRdBnA4ChDoATACegQICRAB#v=onepage&q=aseptic%20packaging%20automation&f=false>
- PLC, M. (2018). Manual PLC. En línea. Consultado en noviembre de 2018. Obtenido de <http://www.PLCmanual.com/>.
- Robledo J; Gutierrez I; Guerrero J y Sanchez I (2000). D'LAC-DAND. En línea. Consultado en abril de 2019. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/eg/v17n79/v17n79a07.pdf>
- RD, P. (2018). Real Time Automation. Obtenido de <https://www.rtaautomation.com/connecting-rockwell-siemens-automation-systems/>
- Riley, S (2017). ¿Cuánta automatización realmente necesita en su línea de envasado?". Resumen de embalaje. En línea. Consultado de: <https://www.packagingdigest.com/automation/how-much-automation-do-you-really-need-on-your-packaging-line-2017-02-24>
- Salazar D y Villacreses A (2015). Diseño e Implementación de un sistema Scada para monitoreo de flujo y temperatura del sistema de llenado aséptico de Jugo de maracuyá en la Agro – industria de frutas la pasión – Ltda. En línea. Consultado en abril de 2019. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/10430/1/UPS-GT001516.pdf>
- Siemens. (2018). Siemens. Obtenido de <https://www.siemens.com/global/en/home/company/about/history.html>

Tecnológico, C. (2018). Centro Tecnológico. Obtenido de <https://www.ainia.es/insights/las-8-claves-del-exito-del-ensado-aseptico/>

Tijskens, L. M. M., Hertog, M, y Nicolai, B. M., (2001) "Modelado de procesos de alimentos", CRC Press, Boca Raton, EE. UU., 416 p.

Whelan, P.F., Batchelor, B.G. 1996, "Sistemas de embalaje automatizados: un enfoque de ingeniería de sistemas", IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Parte A, vol. 26, Número 5.

ZHAO (2011). "Diseño del sistema de control PLC de la nueva máquina empaquetadora de cartón tipo". Maquinaria para la industria ligera. En línea. Consultado de: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-QGJX201103020.htm

ANEXOS**ANEXO A. PLANOS NEUMÁTICOS ENVASADORA UL2 LACTHOSA****ANEXO B PLANOS ELÉCTRICOS ENVASADORA UL2 LACTHOSA**