



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL SISTEMA DE TAPADO DE LOS ENVASES DE TEMPERA Y PINTURA AL FRÍO EN UNA EMPRESA QUÍMICA

Autor:
Binetti, Giovanni
CI.:23.411.741

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



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

**PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL SISTEMA DE TAPADO
DE LOS ENVASES DE TEMPERA Y PINTURA AL FRIO EN UNA
EMPRESA QUÍMICA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
INGENIERO ELECTRÓNICO.**

Autor: Binetti, Giovanni
C.I.: 23.411.741
Tutor: Ing. López, Jetro

San Diego, Junio 2019



FI-E-001-2019-ICR

Valencia, 21 de Marzo de 2019

Ciudadano:
Giovanni Binetti
C.I: 23.411.741
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2019 de fecha 21-03-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL SISTEMA DE TAPADO DE LOS ENVASES DE TEMPERA Y PINTURA AL FRÍO EN UNA EMPRESA QUÍMICA**. Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Electrónico

Se ratifica la designación del Ing. Jetro López, C.I: 8.779.723 y la Ing. Alicia De Pizzella, C.I: 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,



Prof. Luis Lira
Decano de la Facultad de Ingeniería

c.e. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).
L/lc.



CONTENIDO

Pp.

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

ÍNDICE DE FIGURAS IX

Quien suscribe, Ingeniero Jetro López, titular de la cédula de identidad N° 8.779.723, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano GIOVANNI BINETTI ALTOMARE titular de la cédula de identidad N° 23.411.741, titulado "PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL SISTEMA DE TAPADO DE LOS ENVASES DE TEMPERA Y PINTURA AL FRIO EN UNA EMPRESA QUÍMICA", presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Electrónica, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

RESUMEN XI

En San Diego, a los 16 días de mayo del año 2019

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO

I EL PROBLEMA

Jetro López

	Ing. Jetro López.	1.1 Planteamiento del problema.....
1.2 Formulación del	C.I.: 8.779.723	problema
1.3 Objetivos de la		investigación.....
1.3.1 Objetivo General.....		4

1.3.2 Objetivos Específicos	4
1.4 Justificación.....	4
1.5 Alcance de la Investigación.....	5
1.6 Limitaciones	5

II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes	6
2.2 Bases teóricas	8
2.2.1 Automatización.....	8
2.2.1.2 Partes de un Sistema de Automatización	8
2.2.2 Procesos de la Automatización.....	9
2.2.2.1 Procesos no automáticos	10
2.2.2.2 Procesos semiautomáticos.....	10
2.2.2.3 Procesos Automáticos	11
2.2.3 E quipos de tapados	12
2.2.3.1 Roscador manual.....	12
2.2.3.2 Roscador semiautomático	13
2.2.3.3 Roscador automático.....	15
2.2.4 Controlador Lógico Programable	16
2.2.4.1 Los Autómatas Programables	16
2.2.4.2 Arquitectura Externa	17
2.2.4.3 Arquitectura Interna	17
2.2.4.4 Aplicaciones de los PLC.....	19
2.2.4.5 Programación del PLC.....	20
2.2.5 Clasificación de los PLC	21
2.2.6 Lenguajes de Programación de un PLC.....	23
2.2.6.1 Lenguajes gráficos	23
2.2.6.2 Lenguajes textuales	23
2.2.6.3 Gráfico funcional secuencial (SFC).....	23

2.2.7 Interfaz de usuario HMI (Human Machine Interface)	24
2.2.7.1 Criterio de usabilidad	24
2.2.7.2 Tipos de Interfaz	24
2.2.8 Software TIA PORTAL V15	25
2.4 Definición de términos básicos	26

III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación	27
3.2 Diseño de la investigación.....	27
3.3 Nivel de la investigación	27
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos	28
3.5 Fases de la Investigación.....	29

IV RESULTADOS

4.1 Fase I	31
4.1.1 Observación directa.	31
4.1.2 Revisión documental del funcionamiento del sistema de tapado de los envases de tempera.	32
4.1.2.1 Proceso de taponado de envases.	32
4.1.2.2 Pasos para el proceso del enroscado.	33
4.1.2.3 Detener los envases exactamente en el lugar del taponado.....	34
4.1.2.4 Taponado por presión.....	34
4.1.2.5 Taponado por roscado	35
4.2 Fase II	36
4.2.1 Controlador Lógico Programable Siemens S7-1200	36
4.2.1.2 Partes y Características del PLC Siemens S7-1200	38
4.2.1.3 Capacidad de la CPU	40
4.2.1.4 Ventajas del PLC S7-1200	40

4.2.2 Software TIAPORTAL.....	41
4.2.2.1 Características del TIAPORTAL.....	41
4.2.2.2 Aplicaciones del TIAPORTAL.....	41
4.2.2.3 Ventajas del TIAPORTAL.....	42
4.2.2 Pantallas HMI.....	43
4.2.2.1 Características del HMI.....	43
4.2.3 HMI KTP 600.....	45
4.2.3.1 Componentes del KTP 600.....	45
4.3 Fase III.....	46
4.3.1 Crear un proyecto TIAPORTAL.....	47
4.3.1.1 Primeros pasos.....	47
4.3.1.2 Definir tabla de símbolos.....	49
4.3.1.3 Definir el bloque Main.....	50
4.3.1.4 Bloques de Función (FB).....	51
4.3.1.5 Bloques de Datos (DB).....	52
4.3.2 Descripción y simulación de la programación.....	53
4.3.3 Simulación de la programación.....	63
4.3.4 Interfaz Hombre Máquina (HMI).....	67
4.3.4.1 Descripción del HMI.....	67

V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.....	72
5.2 Recomendaciones.....	73

REFERENCIAS 74

ANEXOS 76

ANEXO A. Hoja de datos del PLC SIEMENS S7-1200.....	77
ANEXO B. Hoja de datos del HMI KTP 600.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pp.
Figura 1. Máquina Semiautomática.	10
Figura 2. Máquina Automática para embotellar y taponar líquidos.....	11
Figura 3. Roscador Manual.	13
Figura 4. Roscador semiautomático.	14
Figura 5. Roscador Automático.	15
Figura 6. Diagrama de un PLC en un control de procesos.....	16
Figura 7. Unidades funcionales del PLC	17
Figura 8. PLC tipo Nano	21
Figura 9. PLC tipo Compacto.	22
Figura 10. PLC tipo Modular.	22
Figura 11. Software TIA PORTAL V15.....	25
Figura 12. Sistema de taponado neumático.....	33
Figura 13. Esquema de taponado por presión.	35
Figura 14. Esquema de taponado por roscado.	36
Figura 15. Controlador S7-1200 Compacto.....	37
Figura 16. Partes del PLC S7-1200.....	39
Figura 17. Aplicaciones del TIAPORTAL.	42
Figura 18. Touch Panel KTP 600.....	44
Figura 19. Vista de la pantalla HMI.....	45
Figura 20. Crear un proyecto en TIAPORTAL.	46
Figura 21. Agregar dispositivo.....	47
Figura 22. Seleccionar el dispositivo	47
Figura 23. Creación de Variables.....	48
Figura 24. Tabla de Variables	49

Figura 25. Tabla de Variables 2	49
Figura 26. Bloque de Organización Main	50
Figura 27. FB Avisos de las Alarmas	51
Figura 28. DB3 Bloque de datos de Alarmas.....	52
Figura 29. DB4 Bloque de Datos contador de potes.....	52
Figura 30. Diagrama de bloques para el sistema de llenado y tapado de los potes de tempera.....	53
Figura 31. Descripción del sistema 1.	54
Figura 32. Descripción del sistema 2.	55
Figura 33. Descripción del sistema 3.	56
Figura 34. Descripción del sistema 4.	57
Figura 35. Descripción del sistema 5.	58
Figura 36. Descripción del sistema 6.	59
Figura 37. Contador de potes pequeños 37 ml.....	60
Figura 38. Contador de potes medianos 70ml.....	60
Figura 39. Contador de potes grandes 135 ml.	60
Figura 40. Modo automático.	61
Figura 41. Base de datos según el tamaño del pote.....	62
Figura 42. Run activo, inicio de la simulación.....	63
Figura 43. Simulación para el llenado de potes.	63
Figura 44. Simulación para el colocador de tapas.....	64
Figura 45. Simulación para el presionado de tapas.....	64
Figura 46. Simulación para el enroscado de tapas.	65
Figura 47. Simulación para el modo Manual del Sistema.	65
Figura 48. HMI Principal.	67
Figura 49. HMI Proceso.....	67
Figura 50. HMI Registros de Alarmas	68
Figura 51. HMI Modo Manual.....	69
Figura 52. HMI Registro de producción.	69



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

**PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL SISTEMA DE TAPADO
DE LOS ENVASES DE TEMPERA Y PINTURA AL FRIO EN UNA
EMPRESA QUÍMICA**

Autor: Binetti, Giovanni

Tutor: Ing. Jetro López.

Fecha: Junio 2019.

RESUMEN

A medida que la tecnología avanza, el ser humano se ha visto en la obligación de buscar soluciones en base a sus conocimientos y prácticas que pueden ser aplicables en la automatización de procesos y actividades que realice, sea para su beneficio, o el de su entorno . Por lo anterior la propuesta de automatización para un sistema de tapado de los envases de tempera y pintura al frío tiene la finalidad de incrementar el nivel de calidad tanto en los productos, como en la productividad de la empresa. La línea de investigación es Avances Tecnológicos de Automatización y Control, bajo la modalidad de proyecto factible con un diseño experimental y nivel de investigación descriptiva. Se aplican técnicas de recolección de datos en el cual las técnicas empleadas fueron observación directa y revisión documental. La propuesta de automatización está basada en tres fases elementales como lo son: diagnosticar el proceso de la empresa, determinar la tecnología más recomendable a usar, diseñar un programa basado en un lenguaje escalera con el diseño de la interfaz HMI. Por otro lado el controlador lógico programable que se utilizara es un PLC S7-1200) y la interfaz a utilizar se desarrollara en el programa TIA PORTAL. Al culminar el desarrollo del trabajo de grado, se llegó al diseño de un HMI en el cual podemos contralar y monitorear el proceso automatizado de llenado y tapado de los envase de tempera y pintura al frío, gracias al que desarrollo de esta interfaz es amigable, y sencilla de comprender es mucho más fácil poder hacer una implementación por parte de la empresa.

Descriptores: automatización, sistema de tapado, envases.

INTRODUCCIÓN

El proceso de elaboración de productos y envasado de los mismos, es un proceso que involucra varios elementos, siendo fundamental en este proceso una parte mecánica que consta de los distintos actuadores que permitan transportar y dispensar la sustancia en envases de distintas características. Este conjunto es vital de este proceso lo que hacen es tomar el producto de envases de almacenamiento transportarlo de estos a secciones de almacenamiento más pequeñas y luego de esto enviar el producto a una a su recipiente final. Todo este proceso y estos conjuntos mecánicos van de la mano con un conjunto realmente vital que es el de control y toda la parte electrónica que le permite a todo el proceso trabajar de manera armónica para llegar a cumplir y suplir las necesidades asumiendo que sea un proceso de dosificado totalmente autónomo.

El desarrollo y progreso tecnológico en el área de la automatización en la actualidad conducen a la industria a innovar y desarrollar nueva maquinaria para de esta forma incrementar la producción y así reducir el tiempo y costos que requiere la misma. Ya que en este punto la industria es un ámbito muy competitivo donde la rapidez, el bajo costo y la calidad entre otros, son aspectos de gran importancia a la hora de surgir en este campo siendo consecuentes con eso las industrias hoy en día están preocupadas por desarrollar nuevas tecnologías e implementar las ya existentes en los distintos procesos que involucran en el desarrollo de sus productos.

La empresa se ha preocupado por mantener un nivel competitivo en la producción y la elaboración de sus productos colocando en marcha el proyecto de diseño y automatización del proceso del sistema de tapado de los envases de tempera y pintura al frío para mejorar sus estándares de producción y alcanzar nuevas metas.

En este orden, el objetivo general del trabajo de grado se fundamenta en lo dicho anteriormente, también se realizara el HMI de la automatización.

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

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

Capítulo II: se hace hincapié en los antecedentes, bases teóricas los fundamentos legales.

Capítulo III: Marco Metodológico se plantea la naturaleza de la investigación, la cual por sus características, se trata de una investigación documental con carácter descriptivo, de modo que la estrategia metodológica seleccionada sirvió de guía para el desarrollo del trabajo de grado.

Capítulo IV: este capítulo se hablara sobre los resultados que se obtuvieron al desarrollar cada una de las fases para poder realizar este proyecto.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

Las industrias, frente a los cambios que actualmente exige el mundo, necesitan metodologías que les permitan generar información a partir de la investigación y el desarrollo relacionado con la optimización de los productos y servicios que ofrecen, esto les facilitará la supervivencia en un ambiente altamente competitivo puesto que, les permitirá comparar lo que tienen, frente a lo que les es demandado, y en consecuencia podrán responder acertadamente. A medida que la tecnología avanza, el ser humano se ha visto en la obligación de buscar soluciones en base a sus conocimientos y prácticas que pueden ser aplicables en la automatización de procesos y actividades que realice, sea para su beneficio, o el de su entorno.

Sin embargo en Venezuela por ser un país en vía de desarrollo, su progreso industrial es mixto es decir es común ver grandes empresas como también muchos comercios informales, esto genera que exista un alto e ineficaz nivel de producción que sean necesarios para el consumo humano, teniendo la necesidad de establecer mejoras en la elaboración de productos en cuanto a tiempo y calidad se refiere.

Si bien es cierto la mencionada ineficacia en la no automatización en sistemas productivos afecta diariamente el desarrollo sostenible local, regional y global, ya que es un hecho que el crecimiento de las empresas encargadas a la producción no es una solución para la problemática planteada, sin dejar de resaltar que toda urbe o ciudad va creciendo constantemente así como también su consumo y dichas empresas deben contar con planes para automatización de las líneas de producción, aspecto que del cual no ha sido implementado en su totalidad en el territorio nacional.

por otra parte la falta de políticas en materia de innovación y automatización a nivel (nacional, regional y local), aunado a malas prácticas en los procesos automatizados , ha conllevado a un deterioro prolongado en el sistema productivo reduciendo así su capacidad de producción , involucrando aspectos físicos- financieros que desvalorizan la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo podría optimizarse el sistema de tapado de los envases de tempera y pintura al frio?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Proponer la automatización en el sistema de tapado de los envases de tempera y pintura al frio.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar el proceso actual en el sistema de tapado de los envases de tempera y pintura al frio.
- Determinar la tecnología recomendable para las condiciones y requerimientos actuales del proceso de tapado.
- Diseñar la programación del sistema automatizado para el tapado de los envases de tempera y pintura al frio.

1.4 Justificación

En una empresa todos los elementos que la conforman son importantes, si alguno de estos tiene fallas o deficiencias, las consecuencias se reflejan en el funcionamiento de todos los demás y por ende de toda la empresa. Por lo que en la empresa QUEEN QUÍMICAS, ente encargado de la producción de productos escolares, se sugieren cambios y propuestas que están al alcance de la empresa, que a su vez requieran de una mínima inversión y al mismo tiempo aprovechen todos los recursos con los que en estos momentos cuentan, puesto que actualmente no cuentan con la tecnología necesaria a para llevar a cabo procesos automatizados para optimizar su producción.

1.5 Alcance de la Investigación

Dentro de la presente investigación se delimito a evaluar los procesos de automatización de producción dentro de la empresa QUEEN QUÍMICA CA, ubicada en Turmero Edo Aragua, utilizando técnicas de automatización Industrial.

1.6 Limitaciones

Todos los casos de estudio no poseen las mismas limitaciones, cada una de estas prestaran diferentes particularidades, es el tiempo un factor limitante al desarrollo del trabajo, puesto que este no pudo haber sido suficiente para la mayor profundización en el periodo evaluado. Así mismo, pudo haber limitaciones en cuanto a los recursos especialmente financieros para poder desarrollar una investigación más profunda, es importante destacar que aunque se consiguió información relevante para la investigación, la misma fue limitada.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Franco Ramos, I (2018) realizo un trabajo titulado **“Propuesta de mejora del proceso de distribución de agua mediante la implementación de un sistema automatizado para la empresa Colgate-Palmolive Company”** para optar por el título de Ingeniero en Electrónica en la Universidad José Antonio Páez, Venezuela. El presente trabajo de investigación describe como realizar la optimización del bombeo de agua utilizando un sistema automático para mejorar el rendimiento y la eficiencia a la hora de tener que surtir a la empresa. Lo anteriormente expuesto tiene como finalidad principal, la propuesta de un sistema que controle el flujo de agua a una presión constante en todas las áreas que sea requerida y que este sea automático. El presente proyecto fue desarrollado con el uso de un PLC Siemens S7-300 usando el software TIA Portal Step 7 mediante el lenguaje de escalera para su programación.

El proyecto se vincula con la actual en función de la utilización usando el software TIA Portal Step 7, la utilización de este software es de gran importancia puesto que a través de él simularemos todo el diseño del sistema de tapado de los envases de tempera, mediante un lenguaje escalera.

De la misma manera Velásquez Costa., J (2017), realizo un trabajo titulado **“Prototipo automatizado para el llenado y tapado de botellas de plástico”** para optar por el título de Ingeniero en Electrónica en la Universidad Nacional UNMSM, España. Facultad de Ingeniería Electrónica. El presente trabajo de investigación describe la implementación de un prototipo automatizado para el llenado y tapado de botellas de plástico, con la finalidad de incrementar el nivel de calidad de los productos así como la productividad en el envasado de las botellas. El prototipo fue desarrollado con actuadores neumáticos, sensores, electroválvulas, solenoides,

motores y un controlador lógico programable PLC S7-1200 así como también una rueda de ginebra para que este pueda controlar el proceso de manera automática, reduciendo los cuellos de botella y permitiendo un llenado uniforme.

La investigación citada, se vincula con la actual en función del uso de un controlador lógico programable PLC S7-1200, el cual fue elegido para el desarrollo de este proyecto. Por otra parte es importante obtener información necesaria de cómo realizar conexión correcta entre el PLC y la interfaz de hombre maquina (HMI).

Por otra parte Salazar Bayas., F (2015), en su investigación denominada: **“Diseño y Construcción de una máquina automática lineal de tapado de envases para la reducción de tiempo de despacho de la producción en la Empresa-Productos Lácteos en Caracas”** para optar por el título de Ingeniero Eléctrico presentado en la Universidad Centra de Venezuela, Venezuela. Facultad de Ingeniería. El presente trabajo consta sobre una propuesta que se llevó a cabo con la finalidad de reducir el tiempo de despacho de producción, disminuyendo la intervención del operario para evitar el contacto con el producto y conservando su calidad debidamente calificado por las normas de higiene y salud, para poder cubrir diariamente los pedidos de los clientes. Consta de 2 sistemas, el sistema neumático y el sistema mecánico. Para la programación del sistema automático se utiliza un PLC que se lo hizo mediante programación KOP. El funcionamiento de manera general se basa a partir de: La llegada del producto (envase) es realizada mediante una banda transportadora, luego de la cual, el producto es verificado por un sensor de producto lleno, posteriormente ingresa a la estación de trabajo (tapado del envase), después de cierto tiempo se sujeta el envase, desciende el sistema neumático hasta una distancia requerida hacia la boquilla del envase luego realiza el tapado del envase y seguidamente serán impulsados por la banda transportadora para su despacho.

La investigación citada, se vincula con la actual en función en conocer los requerimientos y fases que tiene una maquina tapadora, la cual esta se divide en tres: llegada de producto, tapado del envase y despacho del envase. Por otra parte propone material de instrucción de cómo utilizar el lenguaje de programación KOP.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Automatización

La automatización es un sistema donde se transfieren tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos. Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

- **Parte de Mando:** suele ser un autómeta programable (tecnología programada), aunque hasta hace bien poco se utilizaban relés electromagnéticos, tarjetas electrónicas o módulos lógicos neumáticos (tecnología cableada). En un sistema de fabricación automatizado el autómeta programable está en el centro del sistema. Este debe ser capaz de comunicarse con todos los constituyentes de sistema automatizado.
- **Parte Operativa:** es la parte que actúa directamente sobre la máquina. Son los elementos que hacen que la máquina se mueva y realice la operación deseada. Los elementos que forman la parte operativa son los accionadores de las máquinas como motores, cilindros, compresores y los captadores como fotodiodos, finales de carrera.

2.2.1.2 Partes de un Sistema de Automatización

- **Sistema:** un sistema es una combinación de componentes de manera armónica que actúan conjuntamente para realizar una tarea específica. Una componente es una unidad en particular en función de un sistema. De ninguna manera limitado a los aspectos físicos, el concepto de sistema se puede ampliar en fenómenos dinámicos abstractos, tales como los que se encuentran en la economía, el transporte, el crecimiento de la población y la biología. Un sistema se llama dinámico si su salida en el presente depende de una entrada en el pasado; si su salida en curso depende solamente de la entrada en curso, el sistema se conoce como estático. La salida de un sistema estático permanece constante si la entrada no cambia y cambia solo cuando la entrada cambia.

- **Disposición de un sistema autónomo:** un sistema autónomo cuenta con varios componentes que como su nombre lo dice hacen que un proceso tenga autonomía en toma de decisiones y que el conjunto de elementos que interactúan en el tengan plena armonía para realizar tareas específicas de manera adecuada.
- **Controlador:** es una de la partes fundamentales en el funcionamiento de un proceso automatizado ya que en el recae la toma de decisiones y el envío de instrucciones a los diferente actuadores que se encuentran en el sistema, este envío de instrucciones depende en gran parte de las entradas y de los sensores que se encuentren en el proceso. Todo esto para que se ejecuten acciones correctivas o se realicen acciones secuenciales.
- **Planta:** sistema físico (mecánico, eléctrico, neumático, etc.) al cual se le controlan y se le monitorean, una o más variables pertenecientes a un proceso secuencial. Sensores o partes secundarias de control. Estos son los encargados de monitorear el proceso y los estados en los cuales se encuentra el proceso y son los encargados de enviar señales físicas y electrónicas para que se realicen tareas correctivas o simplemente se avance a la siguiente etapa del proceso.
- **Actuadores:** estos son elementos de un proceso automatizado de gran importancia ya que son los encargados de manifestar en acciones físicas la interpretación de señales que ha hecho el controlador ya sea para corregir algún inconveniente en el procesos o permitirle al mismo avanzar además estos elementos se pueden encontrar en un proceso como: motores, cilindros neumáticos, válvulas, pistones, ventiladores entre otros.

2.2.2 Procesos de la Automatización

Los procesos no automáticos, semiautomáticos y automáticos la importancia de estos en la Industria, tecnología y eficacia, son utilizados por la mayor parte de las empresas para generar ganancia y obtener un producto rápido y eficaz.

2.2.2.1 Procesos no automáticos

La producción se ve afectada por demoras en el proceso de control de calidad tanto en las parte de gestión como en la parte de operación y ejecución de procesos, porque las técnicas se las llevan a cabo de forma manual por parte de operarios. Como consecuencia de errores humanos y del tiempo empleado en la verificación se tiene una demora considerable en la producción global de la empresa que afecta la eficiencia de la misma. Puesto que el control del proceso involucra dos procesos principalmente, las lecturas de los flujos y las gestiones, es necesario reducir el tiempo empleado en adquisición y almacenamiento de datos y aumentar la confiabilidad de la prueba eliminando los errores provocados por los operarios.

2.2.2.2 Procesos semiautomáticos

Un proceso semiautomático es aquél que necesita del ser humano para continuar una o más fases durante el desarrollo del proceso (una vez que éste dio inicio) (figura 1) Equipo para envasado de productos líquidos, con posible generación de espuma, de baja viscosidad, por medio de boquillas con control de nivel con retorno de excedente a tanque de balance, se ofrecen den formato semiautomático, automático lineal y rotativo.



Figura 1. Máquina Semiautomática.

Fuente: https://www.google.com/search?rlz=1C1KMZB_enVE58

2.2.2.3 Procesos Automáticos

En un proceso completamente automatizado no hay intervención humana para iniciar las fases subsiguientes del proceso, ya que se suceden en forma automática sin intervención humana una tras otra. La única intervención humana en un proceso automático es al inicio del mismo. Los sistemas de mando automáticos de libre programación dirigen las cargas sin acompañamiento a los puntos de parada prefijados, las cargan o entregan, las descenden o elevan, según sea el caso del proceso a realizar; hasta situarlas en una posición previamente establecida. (Figura 2).



Figura 2. Máquina Automática para embotellar y taponar líquidos

Fuente: https://www.google.com/search?rlz=1C1KMZB_eHK

Los componentes que se utilizan para la realización de las más diversas operaciones de automatización son, por ejemplo:

- Ordenadores industriales (IC/PC).
- Microordenadores.
- Unidades de control programables (Autómatas PLC).
- Ordenadores de posicionado (Dematik PSC).

- Ordenadores de sincronización (Dematik GLC).
- Transmisores de datos.
- Registro de recorridos-valores reales (encoders, detectores de proximidad, finales de carrera).
- Equipos de protección contra colisiones.
- Dispositivos de seguridad.

2.2.3 Equipos de tapados

2.2.3.1 Roscador manual

Esta máquina cuenta con un cabezal de enroscado manual para trabajo pesado, la tecnología de este equipo está basado en el roscador neumático de arranque automático cuando se ejerce presión en la tapa, posee un control de torque ajustable, de 10 a 25 libras pulgada con un control de torque de paro automático que limita la fuerza aplicada al cierre de la tapa, con resortes intercambiables, reversible puede tener o no lubricación. Cuenta con un sistema de montaje giratorio que facilita el acople del mismo a un pedestal de equipo de envasado o también un poste para acoplarse a mesas o sistemas de transportes existentes, cuenta también con un sistema de balancín que permite suspenderlo ajustando la altura de este sobre los envases, de esta manera se libera las manos del operador cuando no está en uso. Posee un juego de dos tipos de adaptadores en acero inoxidable, estriado interior fabricado especialmente para tapas desde 18 hasta 55 mm, que pueden ser intercambiados fácilmente dependiendo de la necesidad de la producción. La capacidad de producción dependiendo de la habilidad del operador es para colocar la tapa y apretarla puede ser hasta 30 botellas por minuto.

En la figura 3 se observa la máquina Roscador manual, la cual como lo indica contiene el soporte aéreo, roscador automático, adaptadores y sistema de soporte. Esta máquina es un complemento ideal para envasadoras manuales semiautomáticas o automáticas lineales de hasta 8 boquillas.

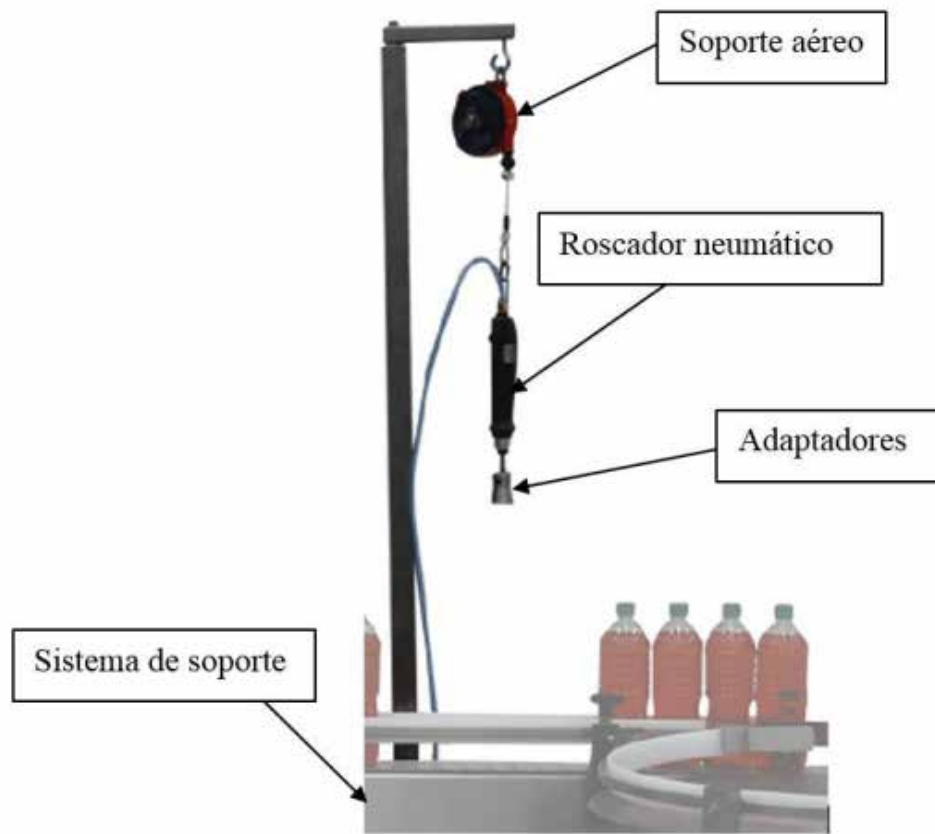


Figura 3.Roscador Manual.

Fuente: <http://www.equitek.com.mx/f/ERM-Enroscados-Tapa-Manual.jpg>

2.2.3.2 Roscador semiautomático

Esta máquina cuenta con un cabezal de enroscado, para trabajo pesado, de operación neumática, montado en un actuador neumático el cual cuenta con un sistema de trampas para captar el envase con la tapa presentada y enroscar esta con el torque adecuado, el mismo que es controlado por medio de un arranque automático cuando el roscador es presionado contra la tapa y un control de torque de paro automático que limita la fuerza aplicada al cierre de la tapa. La función del operador es colocar la tapa sobre el envase, cuando este entra sobre el sistema de enroscado un sensor detecta el envase y cierra dos trampas, una en la parte inferior para evitar que el envase gire y otra en el cuello del envase, para evitar que este colapse por la fuerza del cabezal de enroscado, una vez que la tapa es enroscada las trampas se abren y

liberan el envase. La capacidad de operación es de aproximadamente 40 envases por minuto. Posee un juego de dos tipos de adaptadores en acero inoxidable, estriado inferior, fabricado especialmente para tapas 10 hasta 55 mm de diámetro. Posee un torque ajustable de 10 a 25 libras pulgada. Este equipo es ideal para envasadoras semiautomáticas o envasadoras lineales automáticas de 4, 6 y 8 boquillas. El control del equipo se da por medio de un sensor fotoeléctrico inteligente, o sincronizado con el PLC del equipo de envasado.

En la figura 4 se observa la máquina Roscador semiautomático, la cual como lo indica contiene la alimentación del aire, enroscador automático, sistema de transporte y sujetador de botellas. Esta máquina como lo indica transporta botellas pero previos a cambios puede sujetar sin ningún inconveniente envases de tempera y pintura.

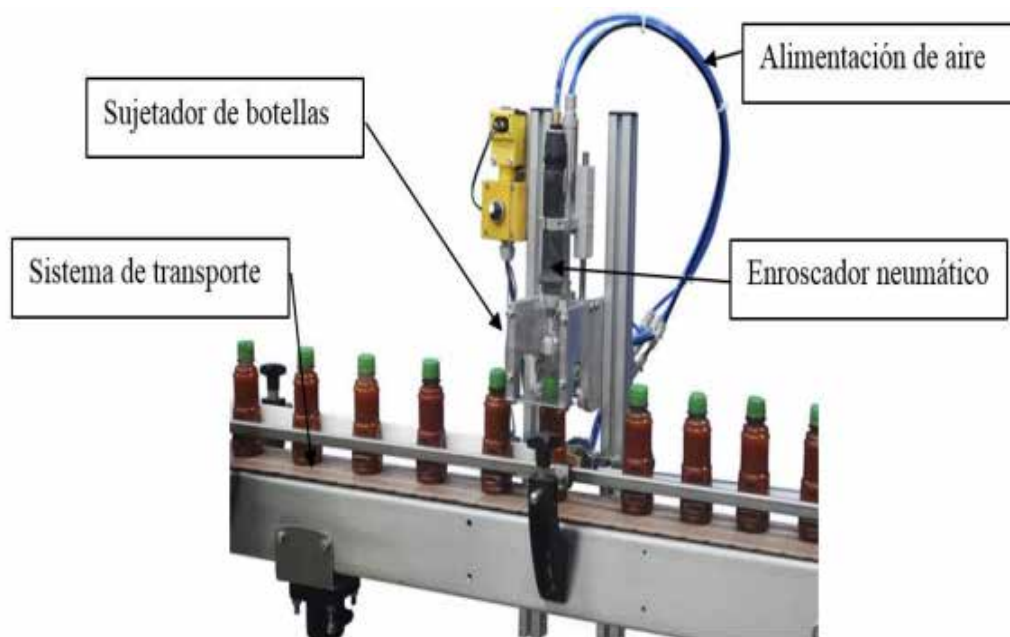


Figura 4. Roscador semiautomático.

Fuente: <http://www.equitek.com.mx/f/ERM-Enroscados-Tapa-Manual.jpg>

2.2.3.3 Roscador automático

Este equipo es adecuado para aplicaciones en industria alimenticia, posee un cabezal de enroscado para trabajo pesado, se encuentra montado en un actuador de operación neumática, además posee un sistema de trampas para captar el envase, posee un mecanismo de tambor rotatorio para colocar la tapa en la posición correcta y por medio de unas guías las tapas son colocadas, que se encuentra controlado por un mecanismo con motor.

En la figura 5 se observa la máquina Roscador automático, la cual como lo indica contiene un sistema de colocación de tapas, un sistema de sellado, sistema de soporte, sistema de transporte y por último el sistema de control. El sistema de control es uno de las más importantes puestos que este a través de un controlador lógico programable controla todo la máquina y permite que esta misma sea automática y no deja a la interfiere ninguna manipulación por un operario.



Figura 5. Roscador Automático.

Fuente: <http://www.equitek.com.mx/f/ERM-Enroscados-Tapa-Manual.jpg>

2.2.4 Controlador Lógico Programable

2.2.4.1 Los Automatas Programables

Un autómata es una máquina industrial (API) susceptible de ser programada, al estar basada en un sistema de microprocesador dotado de un hardware estándar independiente del proceso a controlar. Se adapta a tal proceso mediante un programa de usuario específico, escrito en algún lenguaje de programación y que contiene la secuencia de operaciones a realizar. El programa, realizado y depurado en una unidad de programación propia o ajena al autómata, se incorpora a la memoria de programa del mismo, para su ejecución por la Unidad Central de Proceso (CPU) del autómata. La secuencia de operaciones del programa se realiza sobre señales de entrada y salida del proceso, llevadas al bus interno del autómata a través de las correspondientes interfaces de entrada y salida (E/S). El autómata gobierna las señales de salida según el programa de control previamente almacenado en su memoria de programa, a partir del estado de las señales de entrada. Los tipos de interfaces de E/S son muy variados, según las características de las señales procedentes del proceso o las que se van a aplicar al mismo (ver Figura 6).

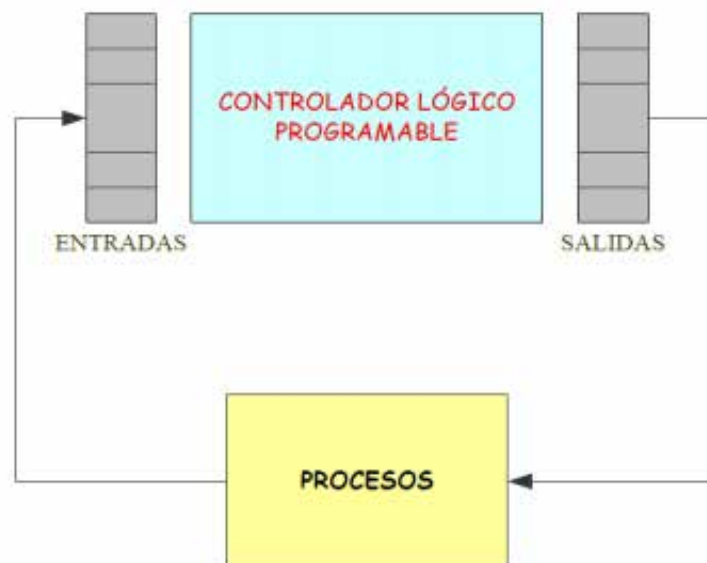


Figura 6. Diagrama de un PLC en un control de procesos.
Fuente: <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>

2.2.4.2 Arquitectura Externa

Su arquitectura externa es la que permite comunicarse con los sensores y actuadores que se encuentran en la planta. Se identifican entre las principales partes tales como:

- Terminales de alimentación.
- Terminales de conexión de salidas.
- Leds indicadores del estado del PLC.
- Batería. Puerto de extensión (Modbus ASCII).
- Panel de leds indicadores del estado de E/S.
- Terminales de conexión de entradas.
- Memoria de EEPROM.
- Puerto de comunicación Tierra.

2.2.4.3 Arquitectura Interna

El PLC permite utilizar programas de programación para crear la lógica que controla un sistema. Las funciones de un PLC se repiten ordenadamente, para responder a cualquier cambio en las condiciones del sistema. (Ver figura 7).

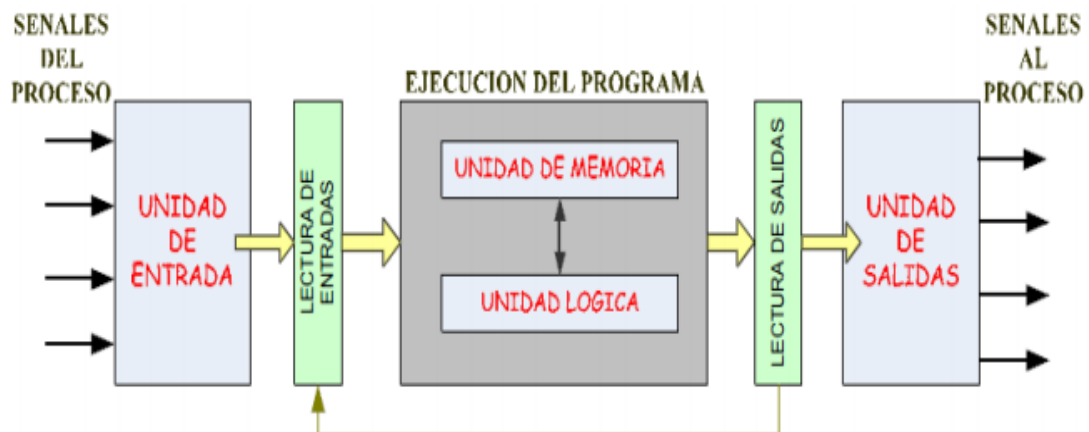


Figura 7. Unidades funcionales del PLC

Fuente: <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>.Pag 102

El PLC ejecuta continuamente un ciclo automático, llamado “Tiempo de Barrido”. La Unidad de Procesamiento Central (CPU) del PLC se compone de cuatro unidades funcionales:

- Unidad de Entradas.
- Unidad de Salidas.
- Unidad Lógica.
- Unidad de Memoria.

Las cuatro unidades funcionales mencionadas anteriormente se comunican entre sí como de lo muestra en la figura 5.

Las entradas y salidas son los elementos que conectan al procesador central (CPU) del PLC con el proceso que se va a controlar.

- **Unidad de Entrada:** proporciona el aislamiento eléctrico necesario y realiza el acondicionamiento de las señales eléctricas de voltaje, proveniente de los switches de contactos ON – OFF del campo o de convertidores analógicos digitales. Las señales se adecuan a los niveles lógicos de voltaje de la Unidad Lógica.
- **Unidad de Salida:** acepta las señales lógicas provenientes de la Unidad Lógica, en los rangos de voltaje que le son propios y proporciona el aislamiento eléctrico de los switches de contactos, tiristores en señales digitales y por transistores en señales analógicas que se comandan hacia el campo.
- **Unidades de entradas y salidas:** son funcionalmente iguales a los bancos de relés, que se empleaban en los antiguos controladores lógicos de tipo tambor. La diferencia radica en que las unidades de entrada de los PLC son de estado sólido mientras que las salidas pueden ser de tipo relé como de tiristores dependiendo la acción que se necesita ejecutar en el campo si son salidas digitales y por transistores si son salidas analógicas.

- **Unidad Lógica:** está basada en un microprocesador, es el corazón del PLC. Ejecuta las instrucciones programadas en memoria, para desarrollar los esquemas de control lógico que se especifican. Dentro de la unidad lógica se encuentra la memoria que almacena los códigos de mensajes o instrucciones que ejecuta la unidad lógica. La memoria se divide en (PROM o ROM) que es solo de lectura y RAM que es de acceso aleatorio. Por medio de estas memorias, se puede utilizar un PLC en procesos diferentes sin necesidad de readecuar o transformar el equipo; solo se debe modificar el programa. Para el control de un proceso BATCH, se pueden almacenar varias recetas en la memoria y acceder aquellas que interesa.

2.2.4.4 Aplicaciones de los PLC.

Un autómata programable suele emplearse en procesos industriales que cumplen las siguientes condiciones de funcionamiento:

- Cuando se requiere una amplia recopilación de datos.
- Cuando se tiene procesos secuenciales.
- Cuando el proceso tecnológico se presta a una programación.
- Cuando se requieren exigencias rigurosas en rentabilidad o calidad.
- Cuando se trata de elevadas cifras de producción.
- Cuando se trata de procesos peligrosos.

Las aplicaciones generales de los PLC son en:

- Maniobra de máquinas.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.

Entre las ventajas tenemos:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.
- Posibilidad de hacer modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra.

- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómata.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.

2.2.4.5 Programación del PLC.

Por su condición de programable, es necesaria la intervención de un operador humano que defina cómo ha de evolucionar el proceso y que intercambie información con el autómata. El lenguaje de programación puede definirse como "el conjunto de símbolos y textos, entendibles por la unidad de programación, que utiliza el usuario para codificar sobre un autómata las leyes de control que desea". Asimismo, el lenguaje de explotación se definiría como "el conjunto de comandos y órdenes que, desde la CPU u otro terminal adecuado, puede enviar el usuario para conocer el estado del proceso, y en su caso para modificar alguna variable". En la tarea de programación del autómata, han de seguirse los siguientes pasos:

1. Establecer mediante un diagrama de flujo, una descripción literal o gráfica que indique qué es lo que se quiere que haga el sistema y en qué orden.
2. Identificar las señales de E/S del autómata.
3. Representar de forma algebraica (instrucciones literales o de textos) o gráfica (símbolos gráficos) un modelo del sistema de control con las funciones que intervienen, con las relaciones entre las mismas y con la secuencia a seguir.
4. Asignar a cada uno de los elementos que figuran en el modelo direcciones de E/S o internas.
5. Codificar la representación del paso 3 en instrucciones o símbolos entendibles por la unidad de programación (lenguaje de programación).
6. Transferir el conjunto de instrucciones escrito en la unidad de programación a la memoria del autómata.
7. Depurar, poner a punto el programa y guardar una copia de seguridad.

2.2.5 Clasificación de los PLC

Debido a la gran variedad de tipos de PLC, tanto en sus funciones, capacidad, aspecto físico y otros, es que es posible clasificar los distintos tipos en varias categorías:

- **PLC tipo Nano:** es como un PLC de tipo compacto que puede manejar un conjunto reducido de E/S generalmente hasta 48 como se indica en la (Figura 8). Permite manejar entradas/salidas digitales y analógicas, y algunos disponen de módulos especiales como entradas rápidas para detectar impulsos desde 100us, tienen también salidas especiales para generar impulsos que controlan motores paso a paso o equipos que requieren impulsos de una frecuencia rápida, normalmente hasta 5 Hz.



Figura 8. PLC tipo Nano

Fuente: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/.pdf>.Pag 105

Para la alimentación de sus entradas, ofrecen una tensión de 24Vcc y 250mA, para consumos mayores (detectores y fotocélulas principalmente) se implementa una fuente externa de mayor calibre.

- **PLC tipo Compacto:** tiene incorporado la Fuente de Alimentación, CPU y módulos de E/S en un solo módulo principal (Figura 9) y permiten manejar desde unas pocas E/S hasta alrededor de 500, su tamaño es superior a los Nano PLC y soportan una gran variedad de módulos especiales, tales como: Entradas y salidas análogas, interfaces de operador, expansiones de E/S.



Figura 9. PLC tipo Compacto.

Fuente: <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/.pdf>.

PLC tipo Modular: estos PLC permiten una ampliación de sus posibilidades con los diferentes módulos que se necesiten, limitados principalmente en número, en función de las características del PLC o CPU (Unidad Central). Se componen de un chasis principal en el cual están alojados los módulos de ampliación (Figura 3.12) que suelen ser de E/S digitales o analógicas, E/S combinadas, comunicaciones, conteo rápido, ejes, regulación, pesaje, funciones especiales.



Figura 10. PLC tipo Modular.

Fuente: <http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/.pdf>.Pag 205

2.2.6 Lenguajes de Programación de un PLC.

Para controlar un determinado proceso, el autómeta realiza sus tareas en base a una serie de sentencias o instrucciones establecidas en un programa que se escribe en un lenguaje de programación, estos lenguajes permiten simplificar la creación de programas debido a su fácil descripción de las instrucciones que ha de ejecutar el procesador.

La norma IEC 61131-3 es la encargada de estandarizar los lenguajes de programación, para definirla han participado empresas internacionales con experiencia en el área de automatización industrial. El resultado ha sido tablas de características con la especificación de la sintaxis y semántica unificada de lenguajes de programación, incluyendo el modelo de software global y sus lenguajes estructurantes.

2.2.6.1 Lenguajes gráficos

Son la representación basada en símbolos gráficos, de tal forma que según la disposición en que se encuentran cada uno de estos símbolos y en conformidad a la sintaxis que lo gobierna, expresa una lógica de mando y control, estos son:

- Diagrama de Escalera o contactos (Diagram Ladder, LD).
- Diagrama de Bloques Funcionales (Function Block Diagram, FBD).

2.2.6.2 Lenguajes textuales

Son el conjunto de instrucciones compuesto de letras, códigos y números de acuerdo a una sintaxis establecida, se considera un lenguaje de menor nivel que los gráficos y se utilizan para programar pequeños PLC cuyos programas no son muy complejos en modo gráfico, ellos son:

- Lista de Instrucciones (Instruction List, IL).
- Texto Estructurado (Structured Text, ST).

2.2.6.3 Gráfico funcional secuencial (SFC)

Llamado también Grafcet, es un lenguaje gráfico que describe las secuencias de un proceso y de un programa de control. Los elementos básicos son etapas y

transiciones interconectadas por medio de enlaces directos. Cada etapa lleva asociados un conjunto bloques de acción que permiten realizar el control del proceso, y cada transición va asociada a una condición de transición que cuando se cumple causa la desactivación de la etapa anterior y la activación de la siguiente. Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismos eléctricos.

2.2.7 Interfaz de usuario HMI (Human Machine Interface)

Por medio de esta se presentan los datos a un operador (humano), y este controla todo el proceso el cual se hace por medio de un ordenador. La interfaz de usuario dispone de dos medios que son:

- Ü **Entrada:** que permite al usuario manipular un sistema.
- Ü **Producto:** el cual reproduce las órdenes que el operario haya asignado al proceso.

2.2.7.1 Criterio de usabilidad

El diseño de una interfaz de usuario afecta a la cantidad de esfuerzo que el usuario debe gastar para proporcionar insumos al sistema y para interpretar los resultados que el sistema arroja. Usabilidad es el grado en que el diseño de la interfaz de usuario en particular tiene en cuenta la psicología humana y de la fisiología de los usuarios, y hace que el proceso de la utilización del sistema se de forma eficaz, eficiente y satisfactoria.

2.2.7.2 Tipos de Interfaz

Actualmente los siguientes tipos de interfaz son conocidos:

- **Interfaz gráfica de usuario (GUI Graphics User Interfaces):** que permiten comunicarse con el ordenador de una forma muy rápida e intuitiva.
- **Touch interfaces:** son interfaces gráficas de usuario mediante una pantalla táctil con una combinación de dispositivos de entrada y salida. Se utiliza en muchos tipos de procesos industriales, máquinas de autoservicio, etc. Hay que tener en cuenta que un sistema SCADA realiza un control supervisorio y de

adquisición de datos, de ahí su nombre mientras que un HMI es una interface Hombre Máquina que usualmente es para visualización del proceso y arranque y para de las máquinas.

2.2.8 Software TIA PORTAL V15

Es el software de ingeniería más conocido y utilizado en la automatización industrial en todo el mundo. La misma que ha facilitado la automatización de varios procesos industriales, optimizando tiempos de producción, aumentando la producción, disminuyendo costos con la mínima intervención del operario.

Además cabe recalcar que el software TIA Portal V15 es exclusivo de SIEMENS.

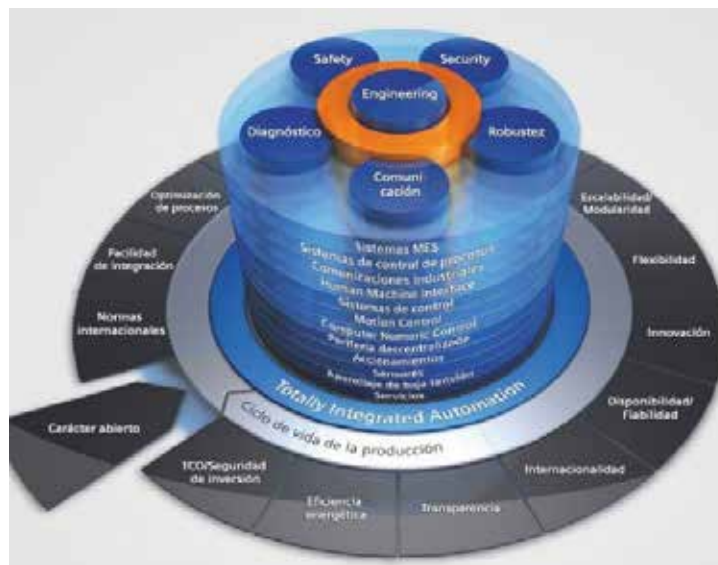


Figura 11. Software TIA PORTAL V15.

Fuente: (I IA AS S MP, 2012 pag. 4)

Con el TIA Portal, la gestión de variables es una tarea de fácil resolución, una vez definidas las variables quedan directamente a disposición de todos los editores. Además garantiza la propagación inmediata de todas las modificaciones de variables en el conjunto del proyecto.

2.4 Definición de términos básicos

Actuadores: estos son elementos de un proceso automatizado de gran importancia ya que son los encargados de manifestar en acciones físicas

Automatización: Aplicación de máquinas o de procedimientos automáticos en la realización de un proceso o en una industria.

PLC: computador lógico programable.

Proceso: Conjunto de fases sucesivas de un fenómeno o hecho complejo.

Sistema: Conjunto de reglas, principios o medidas que tienen relación entre sí.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de investigación

La naturaleza propia del proyecto, hace que la investigación entre en la clasificación de proyecto factible, puesto que se desarrollará un plan de trabajo para el diseño de una propuesta de automatización para el sistema de tapado y envasado de temperas y pintura al frío con fin de solventar los inconvenientes que presentan actualmente la empresa con los equipos actuales. Basado en lo anteriormente descrito Mijares y García (2007) definen como proyecto factible a:

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

3.2 Diseño de la investigación

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

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

3.3 Nivel de la investigación

El nivel de investigación se refiere según Arias:(2012) “al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno”(p.47). Así pues, el nivel de investigación establece hasta qué punto se llevará a cabo el estudio del tema o

problema planteado. Tomando en cuenta el tipo de investigación, se conocerá el nivel en el cual se basa todo el estudio. También el nivel permite saber qué factores tienen que intervenir para el desarrollo de toda la investigación.

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

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

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

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos

Los instrumentos de investigación son parte fundamental de la misma ya que son los medios por los cuales el investigador puede recolectar datos sobre la problemática en la que está trabajando, teniendo esto en cuenta Sabino (1992) lo define como:

“Un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. De este modo el instrumento sintetiza en sí toda la labor previa de la investigación, resume los aportes del marco teórico al seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto a las variables o conceptos utilizados” (p.149, 150).

Y por técnica se va a anotar la definición que nos da el diccionario de metodología anteriormente citado, el cual establece que las técnicas de investigación son: “Conjunto de mecanismos, medios y sistemas de dirigir, recolectar, conservar, reelaborar y transmitir los datos sobre estos conceptos” (p.150).

3.4.1. Técnicas empleadas

- **Revisión Documental**

La revisión documental es hacer una recopilación de información sobre textos e investigaciones generados por otros investigadores que tienen relación directa o

indirecta con la problemática que es razón de estudio. Hurtado (2010) define este concepto como:

“... es una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la toma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros como texto en sí mismo constituyen los eventos de estudio” (p.427).

- **Observación directa**

La observación directa es el proceso en el cual el investigador recolecta datos directamente desde el medio ambiente del fenómeno a estudiar, por otro lado Hurtado (2010) la define como: "... un proceso de atención, recopilación, selección y registro de información para el cual el investigador se apoya en sus sentidos” (p.459).

En primer lugar, se utilizó como técnica la observación directa, en la cual se evalúa el proceso actual, para la realización de esta técnica nos dirigimos a la empresa QUEEN QUÍMICAS y por medio de la observación propia del investigador se realizara el estudio del problema que involucra el proceso actual en el sistema de tapado de los envases de tempera y pintura al frío.

3.5 Fases de la Investigación

Fase I: Diagnosticar el proceso actual en el sistema de tapado de los envases de tempera y pintura al frío.

Se realizará el estudio del problema en el que involucra el proceso actual en el sistema de tapado de los envases de tempera y pintura al frío. Se hará primeramente una profunda y asertiva revisión bibliográfica con el fin de entender teóricamente como es el proceso de tapado.

Fase II: Determinar la tecnología recomendable para las condiciones y requerimientos actuales del proceso de tapado.

Se procederá a realizar el estudio de todos los cómputos lógicos programables que pueden controlar el sistema de tapado de los envases de tempera y pintura al frío. Después de realizar los distintos tipos de PLC que se encuentran en el mercado se

determinara cual es el mejor para el proceso. Al realizar esta evaluación se tomaran en cuenta las mejores opciones para el proyecto.

Fase III: Diseñar la programación de un sistema automatizado para el tapado de los envases de tempera y pintura al frio.

Para realizar el proceso de control, se diseñara el programa el cual lleva a cabo todo el proceso de automatización. Para el diseño de este programa se escogió el lenguaje de programación KOP en el programa TIA PORTAL y por otro lado se diseñar una interfaz HMI.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Fase I: Diagnosticar el proceso actual en el sistema de tapado de los envases de tempera y pintura al frio.

4.1.1 Observación directa.

En la empresa QUEEN QUÍMICAS se diagnosticó el proceso actual en el sistema de tapado de los envases de tempera y pintura al frio por medio de la observación propia del investigador. El sistema de tapado de los envases de tempera y pintura al frio se dividen en tres etapas principales el cual se describe de la manera siguiente: Primera etapa: se da inicio al proceso pulsando el botón de START de esta manera la cinta transportadora se activa y empieza a mover el primer envase de tempera, cuando se detecte la presencia de un envase de tempera para ser llenado, se activa un sensor de posición dejando al envase en el lugar para realizar el llenado de tempera. Segunda etapa: se debe parar la cinta y abrir la válvula del depósito durante los 5 segundos o el tiempo programado que tarda en llenarse un envase de tempera, al cabo de los cuales la válvula debe cerrarse. Tercera etapa: después de haberse llenado el envase de tempera la cinta debe ponerse de nuevo en marcha, posteriormente un operador toma el envase de tempera ya llenado y procede a realizar el enroscado del envase de manera manual. . El proceso descrito anteriormente es considerado semiautomático puesto que se necesita la ayuda de un operador para hacer el enroscado del envase. De esta manera se ha venido laborando.

Por otra parte también se observó que en el proceso se encuentra un sensor de nivel el cual indica cuando este se active el nivel bajo en el depósito que es donde se encuentra el líquido para todo el llenado, si este sensor se activa igualmente se deben seguir llenando los envases de tempera y se abrirá la válvula de la cisterna que abastezca al depósito principal, el cual este se cerrará al llenarse el ultimo pote de tempera que haya permanecido en el proceso. Durante el tiempo en que la válvula de

la cisterna permanezca abierta, la luz de alarma se encenderá de forma intermitente (dos segundos encendidos y dos segundos apagados). Si, a pesar de haber abierto la válvula de la cisterna, el depósito se vaciara, se cerrará la válvula de éste último en caso de que estuviera abierta y se encenderá la luz de alarma de forma permanente, que se apagará una vez que se llene el depósito. El funcionamiento normal del sistema se reanudará sólo cuando, habiéndose apagado ya la luz de alarma y habiéndose retirado el envase de tempera que quedó a medio llenar, se vuelva a pulsar la marcha.

4.1.2 Revisión documental del funcionamiento del sistema de tapado de los envases de tempera.

4.1.2.1 Proceso de taponado de envases.

Una vez de tener el envasado lleno, el siguiente objetivo sería el tapado del envase. El proceso de tapado vendrá determinado como es lógico por el tipo de tapón. En el proceso de tapado intervienen tres elementos, por un lado el posicionador, por otro el dosificador de tapas, y por último el tapador o enroscador propiamente dicho.

- **El Posicionador de tapado:** este se encarga de entregar el tapón o tapa al dosificador, el posicionador de tapado puede ser mecánico o por vibración. La elección de uno u otro dependerá de la forma del tapón y la complicación que tenga para orientarlo.
- **El Dosificador de Tapones:** sirve para una vez posicionado la tapa en la situación adecuada realiza la entrega al envase. El dosificador puede ser por transfer, por brazo actuado, etc. En este caso la elección de un modo u otro no viene solo apretar el tipo de tapón exclusivamente, si no también influye el tipo de envase.
- **El taponador o enroscador:** es el elemento que permitirá realizar el tapado del envase Existen dos tipos fundamentales por presión y por rosca. En la figura 6 se muestra un esquema de taponado neumático que puede ser utilizado en cualquier proceso industrial.

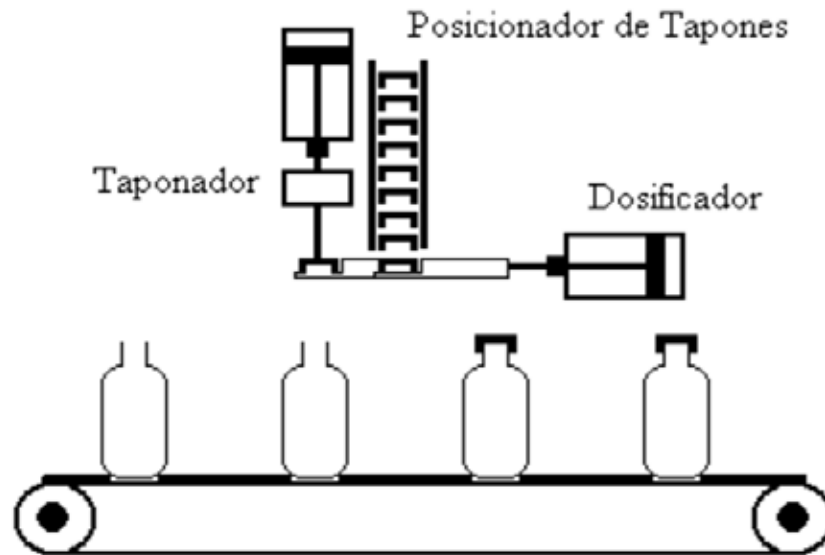


Figura 12. Sistema de taponado neumático.
Fuente:

4.1.2.2 Pasos para el proceso del enroscado.

El diámetro del tapón de la tapa debe ser superior al diámetro interior del envase.

1. **El posicionamiento del envase:** el movimiento de posicionamiento debe ser suave y progresivo, con el fin de que no golpee el envase y que no se agite el líquido que contiene; si no es así salpicará y mojará el interior del cuello del envase con los consiguientes problemas de hermeticidad, puesto que probablemente se producirá una fuga del líquido por la zona donde se haya mojado el cuello del envase. Es importante, también, la precisión en el centrado del envase bajo el cabezal enroscador, un mal posicionamiento impedirá la entrada de la tapa y producirá deformaciones en éste.
2. **Colocación de la tapa:** deber realizarse con un esfuerzo repartido uniformemente por toda la superficie del mismo. No deben producirse pinzamientos ni deformaciones y debe calibrarse, puesto que un enrosque

excesivo puede dañar la estructura celular y una compresión insuficiente puede originar que al salir de la mordaza se expanda golpeando en la boca del envase.

3. **Enroscado de la tapa:** debe introducirse hasta que quede totalmente enroscada con el borde superior del envase, si se enrosca demás puede ocasionar el daño del envase. Si se deja la tapa enroscada a la mitad del envase, el problema es más bien el derrame del líquido dejando una pérdida a la empresa.

4.1.2.3 Detener los envases exactamente en el lugar del taponado

Sin importar el medio de desplazamiento, es necesario detener los envases justo en los lugares donde se realice el proceso de taponado o sellado. Casi todos estos procesos necesitan detener parcialmente los envases. Para detener la banda que está transportando los envases es necesario determinar la posición exacta de los envases. Esta determinación se puede realizar censando si el envase ha llegado a un punto determinado de la instalación (sensores de proximidad) o mediante la determinación de la posición de la banda en tiempo real por medio de sensores de velocidad y posición. Estas restricciones hacen de este método muy costoso. Mantener la velocidad constante en la banda transportadora, no es tan sencillo, dado que el peso de esta varía y por tanto, la carga mecánica para los motores que mueven la banda está siempre variando y con ellos la velocidad. Variadores de velocidad se emplean con sistemas de lazos cerrados para mantener la velocidad constante y con esto el costo de la instalación se incrementa.

4.1.2.4 Taponado por presión

Este taponado se puede realizar mediante una rueda loca, rueda traccionada con la propia maquina o pistón neumático, la elección dependerá de la velocidad y de la forma de tapón e incluso de factores ambientales como ambientes corrosivos. En este tipo de taponado la tapa más frecuente es el tipo Corona la cual está formada por una cápsula de hojalata o hierro cromado barnizado y decolorado, con faldón ondulatorio provisto de una junta interna a encajar sobre la boca del envase. En la figura7 se

muestra el taponado por presión. Su funcionamiento es por medio de un cilindro 1 el cual empuja las tapas a un receptáculo del cilindro 2, el cilindro 2 coloca el tapón sobre la botella, presionándola a través del pistón neumático. En el cilindro 2 se encuentra un final de carrera el cual controla el retroceso del vástago.

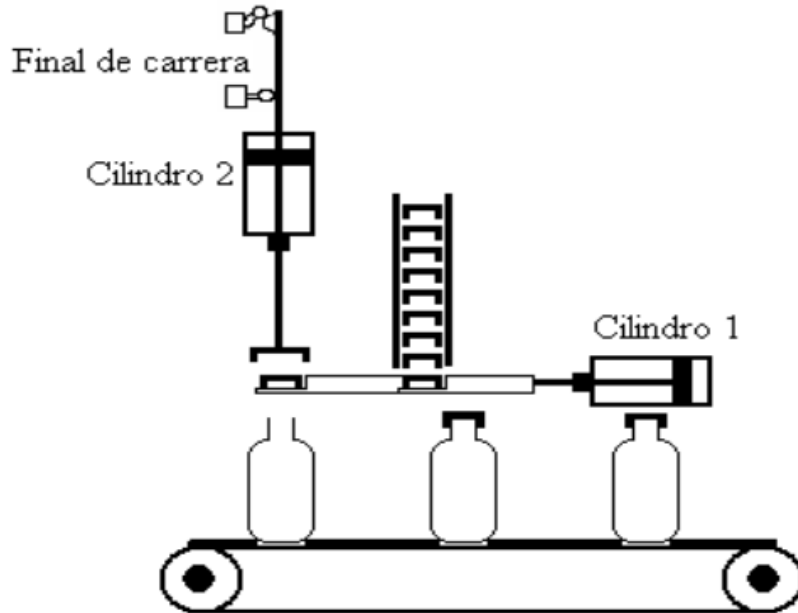


Figura 13. Esquema de taponado por presión.

Fuente:

4.1.2.5 Taponado por roscado

Este taponado se puede realizar de manera mecánica por ruedas, por cabezales actuados de manera mecánica, por cabezales actuados por motores neumáticos o por cabezales actuados por motores eléctricos. En este tipo de taponado encontramos los taponados de tornillo las cuales suelen ser de aluminio y poseen una junta interna y una falda más o menos elevada preenroscada o no. En la (Figura 5.5) Se muestra el taponado por roscado. Consiste en un cilindro 1 el cual empuja las tapas a un receptáculo del cilindro 2, el cilindro 2 coloca el tapón sobre la botella, rascándola a través del motor neumático, el cual consta de un cabezal de enroscado. En el cilindro 2 se encuentra un final de carrera el cual controla el retroceso del vástago.

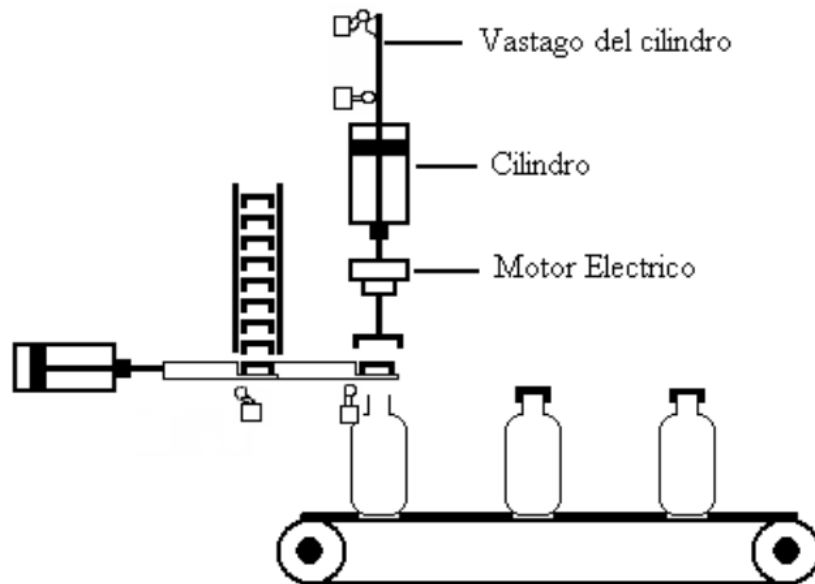


Figura 14. Esquema de taponado por roscado.

Fuente:

4.2 Fase II: Determinar la tecnología recomendable para las condiciones y requerimientos actuales del proceso de tapado.

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

4.2.1 Controlador Lógico Programable Siemens S7-1200

El mundo del S7-1200, es el último dentro de una gama de controladores SIMATIC de Siemens. El controlador compacto SIMATIC S7-1200 es el modelo modular y compacto para pequeños sistemas de automatización que requieran funciones simples o avanzadas para lógica, HMI o redes. Gracias a su diseño compacto, su bajo coste y sus potentes funciones, los sistemas de automatización S7-

1200 son idóneos para controlar tareas sencillas. En el marco del compromiso SIMATIC para con la automatización plenamente integrada (TIA: Totally Integrated Automation), la familia de productos S7-1200 y la herramienta de programación STEP 7 Basic proporcionan la flexibilidad necesaria para cubrir las diferentes necesidades de automatización de cada caso.



Figura 15. Controlador S7-1200 Compacto.

Fuente: www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/aut

La gama S7-1200 abarca distintos controladores lógicos programables (PLC) que pueden utilizarse para numerosas tareas. Gracias a su diseño compacto, bajo costo y amplio juego de instrucciones, los PLC S7-1200 son idóneos para controlar una gran variedad de aplicaciones. Los modelos S7-1200 y el software de programación basado en Windows ofrecen la flexibilidad necesaria para solucionar las tareas de automatización. La solución basada en el controlador SIMATIC S7-1200, diseñado dentro de la categoría de "compactos", se compone del controlador SIMATIC S7-1200 y los paneles SIMATIC HMI Basic, ambos programables con el software de configuración SIMATIC STEP 7 Basic. La posibilidad de programar ambos dispositivos con el mismo software reduce significativamente los costes de desarrollo.

4.2.1.2 Partes y Características del PLC Siemens S7-1200

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, así como circuitos de entrada y salida en una carcasa compacta, conformando así un potente PLC. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de conteo y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes. Numerosas funciones de seguridad protegen el acceso tanto a la CPU como al programa de control:

- Toda CPU ofrece protección por contraseña que permite configurar el acceso a sus funciones.
- Es posible utilizar la "protección de know-how" para ocultar el código de un bloque específico.

La CPU incorpora un puerto PROFINET para la comunicación en una red PROFINET. Los módulos de comunicación están disponibles para la comunicación en redes RS485 o RS232.

En la figura 16 se observa las partes del PLC S7-1200.

1. Conector de corriente.
2. Ranura para Memory Card (debajo de la tapa superior).
3. Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas).
4. LED de estado para las E/S integradas.
5. Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU).

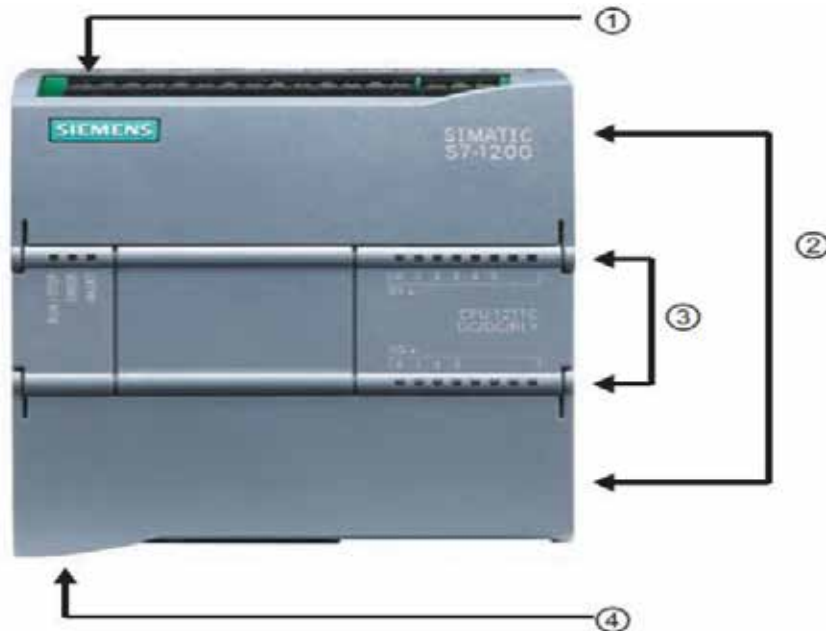


Figura 16. Partes del PLC S7-1200
Fuente: Binnetti (2019)

El PLC Siemens S7-1200 contiene las siguientes partes:

- **Módulo de señales:** las mayores CPU admiten la conexión de hasta ocho módulos de señales, ampliando así las posibilidades de utilizar E/S digitales o analógicas.
- **Señales integradas:** un módulo de señales integradas puede enchufarse directamente a un CPU. De este modo pueden adaptarse individualmente las CPU, añadiendo E/S digitales o analógicas sin tener que aumentar físicamente el tamaño del controlador. El diseño modular del SIMATIC S7-1200 garantiza que siempre se podrá modificar el controlador para adaptarlo perfectamente a cualquier necesidad.
- **Módulos de comunicación:** toda CPU SIMATIC S7-1200 puede ampliarse hasta con tres módulos de comunicación. Los módulos de comunicación son RS485 y RS232 son aptos para conexiones punto a punto en serie, basadas en caracteres. Esta comunicación se programa y configura con sencillas instrucciones, o bien

con las funciones de librerías para protocolo maestro o esclavo USS Drive y Modbus RTU, que están incluidas en el sistema de Ingeniería SIMATIC TIA PORTAL.

4.2.1.3 Capacidad de la CPU

La gama S7-1200 ofrece una gran variedad de módulos de señales y SignalBoards que permiten ampliar las prestaciones de la CPU. También es posible instalar módulos de comunicación adicionales para soportar otros protocolos de comunicación. Para más información sobre un módulo en particular.

El SignalBoard (SB) permite agregar E/S a la CPU. Es posible agregar una SB con E/S digitales o analógicas. Una SB se conecta en el frente de la CPU.

- SB con 4 E/S digitales (2 entradas DC y 2 salidas DC).
- SB con 1 entrada analógica.

4.2.1.4 Ventajas del PLC S7-1200

- Espacio de ocupación mínimo.
- Elaboración de proyectos en menor tiempo.
- Posibilidad de modificación sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Economía en su mantenimiento.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo PLC.
- Tiempo mínimo de puesto en marcha.
- Instalación rápida y sencilla para el cliente.
- Transmisión de velocidad de hasta 45 Megabits por segundo.
- Tecnología de banda ancha.
- Alimentación única, voz y datos
- Sin necesidad de cableado adicional ni obras.

- Conexión de equipo.
- Transmisión simultánea de datos.
- Permanente conexión de datos (24 horas del día)
- Suministro eléctrico constante.

4.2.2 Software TIAPORTAL

Es el software de ingeniería más conocido y utilizado en la automatización industrial en todo el mundo. La misma que ha facilitado la automatización de varios procesos industriales, optimizando tiempos de producción, aumentando la producción, disminuyendo costos con la mínima intervención del operario.

4.2.2.1 Características del TIAPORTAL

El Totally Integrated Automation Portal (TIA Portal) integra diferentes productos SIMATIC es una aplicación del software en la cual aumenta la eficiencia del proceso y ofrece soportes en las diferentes áreas dando así soluciones en automatización las cuales son:

- Un controlador que controla el proceso con la ayuda del programa.
- Un panel de operador con el que se maneje y visualice el proceso. (I IA AS SM ID 3, 2010)

4.2.2.2 Aplicaciones del TIAPORTAL

Las aplicaciones más importantes que realiza el software TIA Portal son para los controladores lógicos programables en la industria de la automatización donde permite optimizar los tiempos de cada uno de los procesos y la reducción del personal capacitado.

- Modifican y actualizan automáticamente los datos de los diferentes equipos (PLC, HMI).
- Garantiza una consistencia absoluta en todo el proyecto de la automatización.
- Reduce la probabilidad de que aparezcan errores y se crean proyectos transparentes y compactos.

- Se puede reducir los bloques o proyectos enteros, reduciendo el trabajo de ingeniería e incrementado la calidad de sistema de automatización.
- Establece conexión vía Profibus y Profinet.

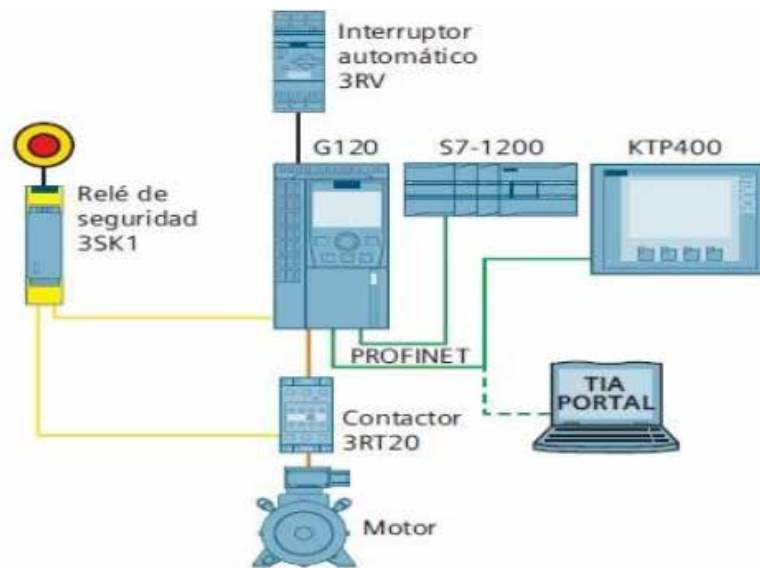


Figura 17. Aplicaciones del TIAPORTAL.

Fuente: <https://www.swe.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/co>

4.2.2.3 Ventajas del TIAPORTAL

- Controlador
- Periferia descentralizada
- Manejo y visualización
- Accionamientos.
- Perfecta integración de los accionamientos.
- Más funcionalidad.
- Diagnóstico automático del sistema.
- Funcionalidad Safety integrada.
- Alto rendimiento de comunicación PROFINET.
- Integrated Security para la protección del Know-how y contra accesos no autorizados.

Con el TIA Portal, la gestión de variables es una tarea de fácil resolución, una vez definidas las variables quedan directamente a disposición de todos los editores. Además garantiza la propagación inmediata de todas las modificaciones de variables en el conjunto del proyecto.

4.2.2 Pantallas HMI

Una interfaz Hombre - Máquina o HMI ("Human Machine Interface") es el aparato que presenta los datos a un operador (humano) y a través del cual éste controla el proceso.

Los sistemas Human Machine Interface (HMI). Es un dispositivo o sistema que permite el interfaz entre la persona y la máquina se están masificando cada vez más a nivel industrial. Esta tendencia se debe principalmente a la necesidad de tener un control más preciso y agudo de las variables de producción y de contar con información relevante de los distintos procesos en tiempo real.

Clasificación de la gama Simatic HMI Basic Paneles.

- KP300 básica mono.
- KTP400 básica mono.
- KTP600 básica mono.
- KTP600 color básica.
- KTP1000 color básica.
- KTP1500 color básica.

4.2.2.1 Características del HMI

- HMI Basic funcionalidad para el entorno de PROFIBUS o PROFINET.
- Alternativa de bajo precio a los paneles de la serie 170.
- Puede ser utilizado en todo el mundo con 32 idiomas configurables (de las cuales 5 son en línea conmutable).
- Teclas configurables con retroalimentación táctil.
- Funcionalidad HMI básica (sistema de alarmas, gestión de recetas, funcionalidad de curvas de tendencia y cambio de idioma).

- Configuración con SIMATIC WinCC flexible y WinCC 11 BASIC.
- Se puede remplazar o añadir dispositivos de acuerdo al crecimiento del proceso en la industria.
- El cableado y la interconexión es muy baja que sustituyen sistemas cableados estos pueden ser: elementos físicos como botones, interruptores, equipos de relés, lámparas, led, por sistemas compactos.
- Es muy corto el sistema de implementación.

Las características de los HMI mencionado anteriormente se muestran en la tabla 1, y así de esta manera poder seleccionar correctamente qué HMI se utilizara para el trabajo de grado, se debe realizar una comparación de ciertas características como se realiza a continuación.

Tabla 1. Tabla de características principales de los HMI
Fuente: Binetti (2019)

Característica	HMI300	HMI600	HMI1500
Pantalla	3,7 pulgadas	5.7 pulgadas	5.7 pulgadas
Interfaz Profinet	No Disponible	Disponible	Disponible
Panel	Básico	Básico	Avanzado
Wincc	V.11	V.15	V.15
Precio	200\$	300\$	3600\$

En la tabla 1 se realiza la comparación de ciertas características que se han considerado más importantes para la escogencia del HMI para este trabajo de grado. Se debe decir que el HMI600 tiene unas características por encima de las otras opciones para ser elegido como el HMI de este trabajo de grado. En primer lugar, tiene una pantalla de 5.7 pulgadas lo cual permite que la representación de las pantallas creadas se vean en un tamaño conveniente y más fácil de manejar para el operador.

En segundo lugar, posee una interfaz Profinet la cual es esencial para poder realizar múltiples conexiones tanto como HMI o interfaces SCADA. No obstante, el

factor determinante ha sido el precio. El HMI600 tiene un precio bastante accesible, y posee todas las características primordiales para el diseño automatización del trabajo de grado.

4.2.3 HMI KTP 600

El HMI está equipado con una pantalla de 5,7 pulgadas que ofrece 256 colores. Una resolución de 320 x 240 píxeles permite que la representación de las pantallas de operación sea menos compleja en un tamaño conveniente.

El panel puede ser operado por una pantalla táctil analógica resistiva y, complementariamente, de 6 teclas de función libremente configurables que cuando se acciona proporcionar retroalimentación táctil. El color KTP600 Basic es el ideal HMI-componente para el pequeño y mediano sistemas de controlador S7-1200.



Figura 18. Touch Panel KTP 600
Fuente: Manual de Operación Simatic Siemens.

4.2.3.1 Componentes del KTP 600

1. Conexión para la fuente de alimentación.
2. Interfaz Profinet.
3. Escotaduras para una mordaza de fijación.

4. Pantalla/pantalla táctil.
5. Junta de montaje.
6. Teclas de función.
7. Placa de características.
8. Nombre del puerto.
9. Guía para una tira rotulable.
10. Conexión de la tierra funcional.

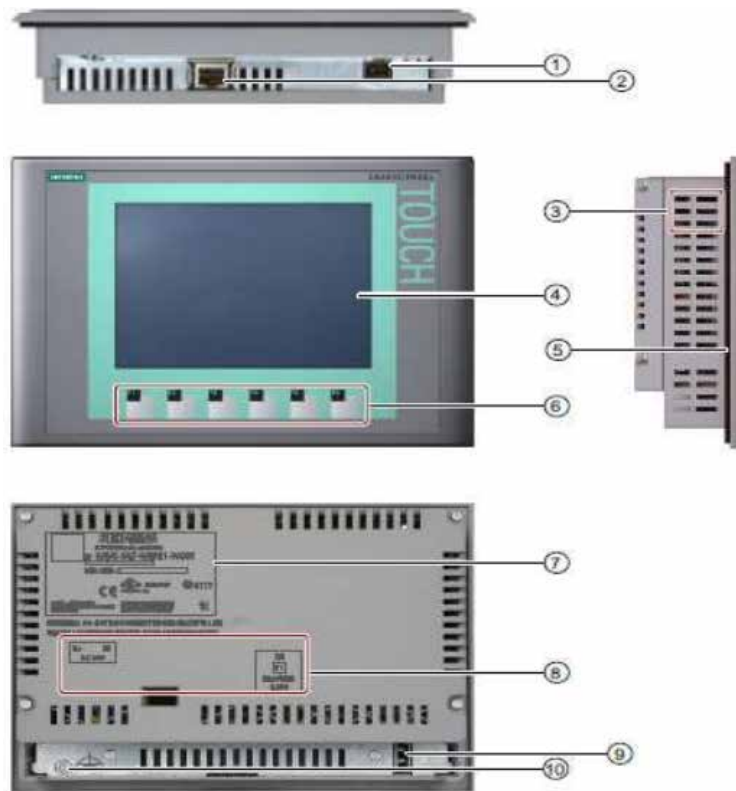


Figura 19. Vista de la pantalla HMI.
Fuente: Manual de Operación Simatic Siemens.

4.3 Fase III: Diseñar la programación del sistema automatizado para el tapado de los envases de tempera y pintura al frío.

La programación, es la acción de ordenar y estructurar una serie acciones de forma cronológica para cumplir un objetivo, en el caso de un proyecto de automatización, la programación es en la cargada de controlar todos los procesos que

requieran, para realizar esto existen una gran variedad de lenguajes de programación como KOP, AWL, FUP, sin embargo, debido a su simplicidad para entender e interpretar sus instrucciones, el lenguaje de programación más utilizado para realizar la acción de automatizar un proceso es Ladder (KOP), también llamado diagrama de escalera o diagrama de contactos, este lenguaje de programación gráfico es muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. De este modo, con los conocimientos que todo técnico o ingeniero eléctrico posee, es muy fácil adaptarse a la programación en este tipo de lenguaje.

4.3.1 Crear un proyecto TIAPORTAL.

4.3.1.1 Primeros pasos

- Abrimos el STEP 7 Tia Portal, hacer clic en "Crear proyecto" en el portal de inicio, en la cual se introduce el nombre del proyecto y se hace clic en "Crear".

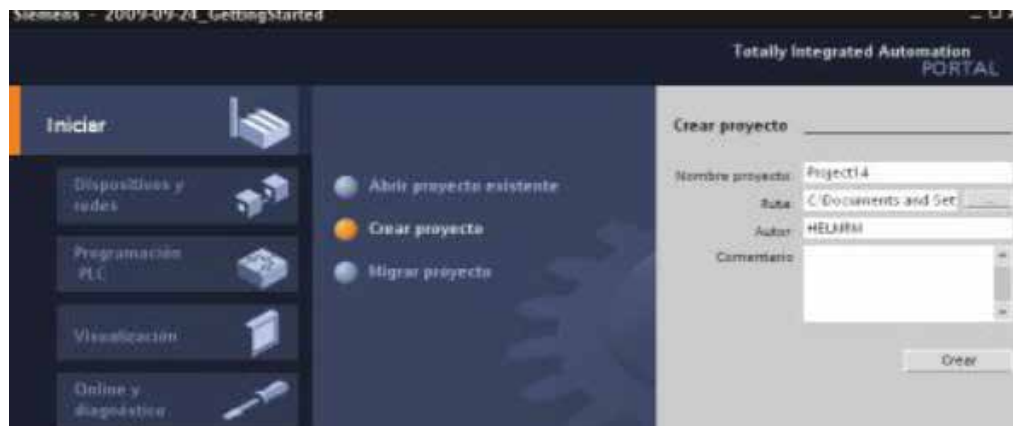


Figura 20. Crear un proyecto en TIAPORTAL.

Fuente: Binetti (2019)

- Una vez creado el proyecto, seleccionamos el portal “Dispositivos y redes”, clic en el botón “Agregar dispositivo” y esperar a que carguen los dispositivos.

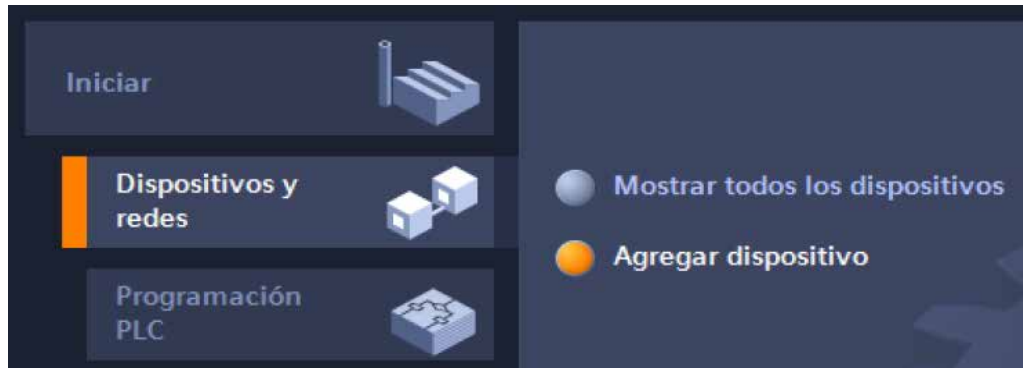


Figura 21. Agregar dispositivo.

Fuente: Binetti (2019)

- Expandimos las opciones de SIMATIC S7-1200 y escogemos el CPU, seleccionamos la CPU del PLC, en la figura 22 se observa la CPU escogida.

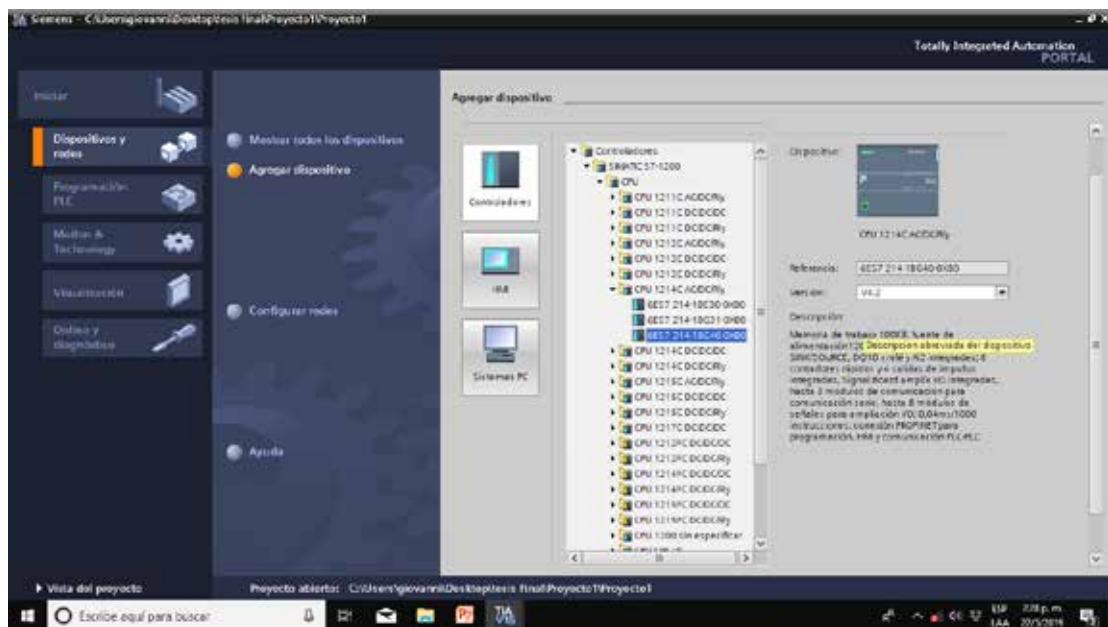


Figura 22. Seleccionar el dispositivo

Fuente: Binetti (2019)

- Una vez seleccionado todo, dar clic en el botón que está abajo llamado “Agregar” y luego se abrirá el proyecto creado. En la figura 22 se observa el área de trabajo, en la cual se muestran 3 pestañas “Vista topológica”, “Vista

de redes” y “Vista de dispositivos”, en la última ventana se muestra el PLC que fue agregado en nuestro caso S7-1200.

4.3.1.2 Definir tabla de símbolos

Para definir la tabla de símbolos, se iniciará con la creación de las variables las cuales estas son las entradas y salidas del PLC, para nos ubicamos en la ventana de “Árbol de proyecto”, expandimos las opciones de PLC_1, luego las de subcarpeta “Variables de PLC” y de clic derecho sobre la opción “Tabla de variables estándar” y luego en la opción “Abrir”.

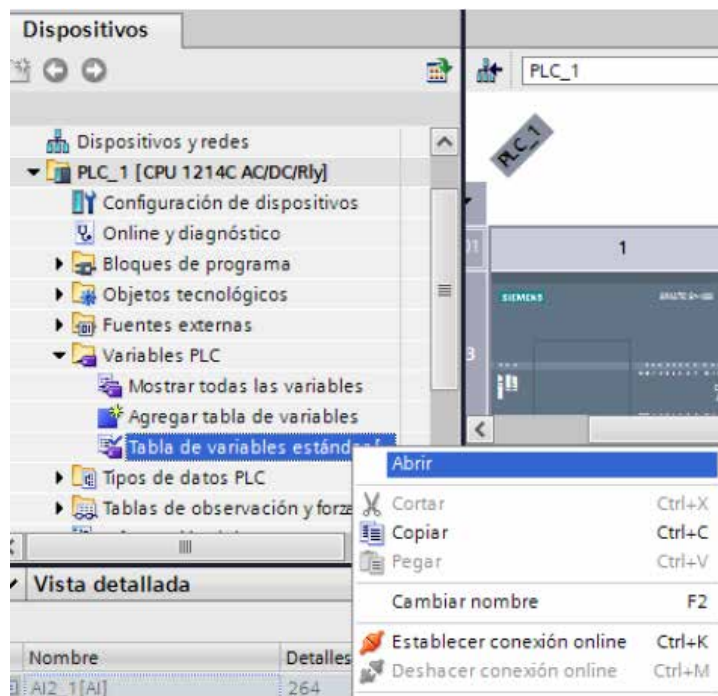


Figura 23. Creación de Variables.

Fuente: Binetti (2019)

Para el proyecto de investigación tenemos 14 variables de entrada y 11 variables de salida. En la figura 24 y 25 se puede observar la tabla de variables la cual consta de entradas, salidas y marcas utilizadas para el desarrollo del proyecto.

Variables PLC					
	Nombre	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
1	Enrosgador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enrosca la tapa de la tempera
2	Sensor de Enroscado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sensor
3	Contador Grande	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Contador de portes C
4	Contador medianos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Contador de potes B
5	STOP	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Parada del sistema
6	START	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Boton de inicio del sistema
7	Presionador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Coloca presion a la tapa
8	Sensor de presionador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sensor
9	Automatico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	modo automatico
10	Marca M	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Manual
11	Pote grande	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pote grande
12	Sensor llenado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sensor
13	llenado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Llenador de pintura
14	Marca A	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Automatico
15	Activa la Cinta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Manual
16	Boton C	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Boton de la cinta
17	Boton de llenado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	boton
18	Cinta Parada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	cinta parada
19	Boton tapador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	boton
20	Boton enrosgador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	boton
21	Boton presionador	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	boton
22	Llenador Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Salida
23	Enrosgador Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Salida
24	Presionador Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Salida
25	Tapador Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Salida
26	Pote Mediano	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pote mediano
27	Pote C	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pote c = pote grande
28	Tapado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Coloca la Tapa
29	Sensor Tapado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sensor
30	Sensor de Nivel bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sensor
31	Alarma 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Alarma de Pintura

Figura 24. Tabla de Variables

Fuente: Binetti (2019)

31	Alarma 1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Alarma de Pintura
32	Termico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Proteccion termica del motor
33	Pote pequeño	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pote pequeño
34	RUN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Lampara RUN
35	Cinta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Enciende la cinta
36	Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	manual
37	Contador pequeños	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Contador de potes A
38	Alarma	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Alarma de apagado del sistema
39	Pote B	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pote b= pote mediano
40	Pote A	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	pote a = pote pequeño

Figura 25. Tabla de Variables 2

Fuente: Binetti (2019)

4.3.1.3 Definir el bloque Main

El bloque de organización Main [OB1] es aquel que representa la interfaz del sistema operativo de la CPU, esta abre el OB1 automáticamente y ejecuta sus instrucciones en el orden en el que se han guardado en la memoria de programa. Al

llegar al fin del programa (fin de bloque), vuelve a comenzar la ejecución del programa desde el principio. Para el trabajo de grado el bloque Main cuenta con 29 segmentos que fueron definidos para la realizar la automatización del llenado de los pots de tempera. En la figura 26 se pueden observar todos los segmentos planteados.

▶ Título del bloque: "Main Program Sweep (Cycle)"	▶ Título del bloque: "Main Program Sweep (Cycle)"
▶ Segmento 1: Lampara RUN	▶ Segmento 16: contador de pots pequeños
▶ Segmento 2: Alarma de apagado del sistema	▶ Segmento 17: contador pots medianos
▶ Segmento 3: -----	▶ Segmento 18: contador de pots grandes
▶ Segmento 4: Automatico	▶ Segmento 19: modo manual de la cinta
▶ Segmento 5: Manual	▶ Segmento 20: modo manual de llenado
▶ Segmento 6: Enciende la cinta	▶ Segmento 21: modo manual de tapado
▶ Segmento 7: pote pequeño= pote A	▶ Segmento 22: modo manual de presionado
▶ Segmento 8: pote mediano= pote B	▶ Segmento 23: modo manual enroscado
▶ Segmento 9: pote grande = pote c	▶ Segmento 24: contador pote A
▶ Segmento 10: sensor de nivel bajo	▶ Segmento 25: move datos de pote A
▶ Segmento 11: Llenador de pintura	▶ Segmento 26: contador pots B
▶ Segmento 12: Enciende la cinta segun condiciones	▶ Segmento 27: mover datos pote B
▶ Segmento 13: Coloca la Tapa	▶ Segmento 28: contador pots C
▶ Segmento 14: presionador	▶ Segmento 29: mover datos pote c
▶ Segmento 15: Enrosca la tapa de la tempera	▶ Segmento 30: -----

Figura 26. Bloque de Organización Main

Fuente: Binetti (2019)

4.3.1.4 Bloques de Función (FB)

Se creó un bloque de función fc1 el cual este se encargará de dar los avisos de las alarmas, en este bloque el sistema contiene 3 alarmas esenciales las cuales son:

- ü **Alarma del térmico:** cuando esta alarma se activa, compré el térmico del motor que en este caso es de la cinta transportadora.
- ü **Alarma por falta de tapas:** si en el sistema hay falta de tapas se activa esta alarma y seguidamente genera una parada de la maquina provisional, hasta que este mismo materia sea repuesto.
- ü **Alarma por falta de pintura:** si en el sistema falta pintura se genera esta alarma y realiza un parado del sistema mientras se surte la pintura por la tolva principal.

En la figura 27 se puede observar el bloque de función para dar los avisos de las alarmas.

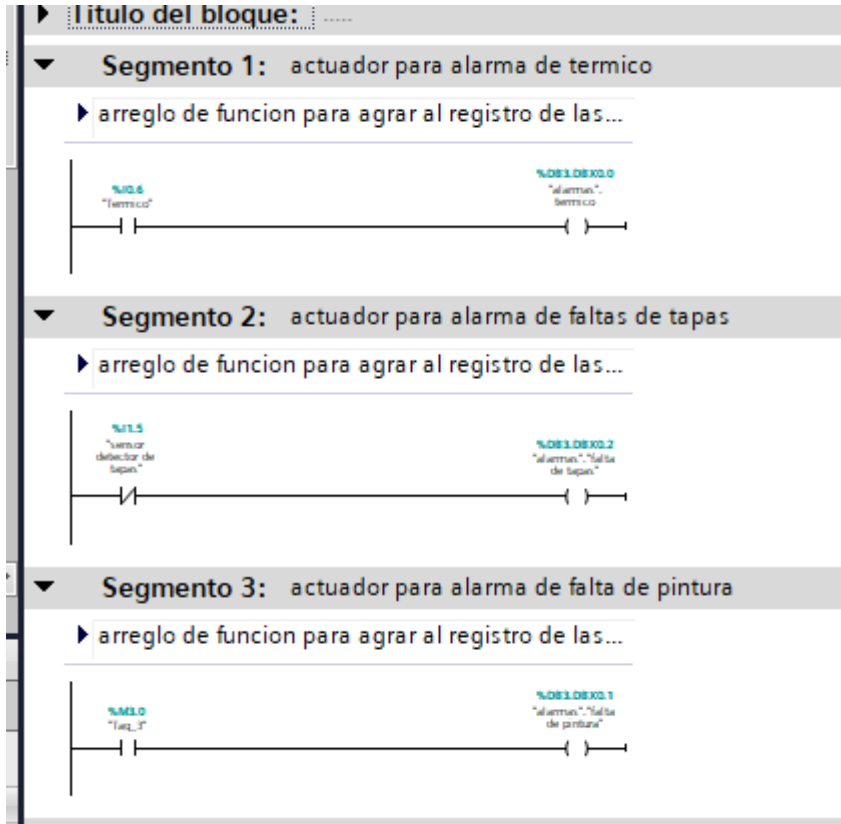


Figura 27. FB Avisos de las Alarmas
Fuente: Binetti (2019)

4.3.1.5 Bloques de Datos (DB)

Ü **DB3 bloque de datos de alarma:** este bloque de datos se encarga de guardar y registrar en una base de datos la activación de cualquier alarma perteneciente al FC1. (Ver figura 28).

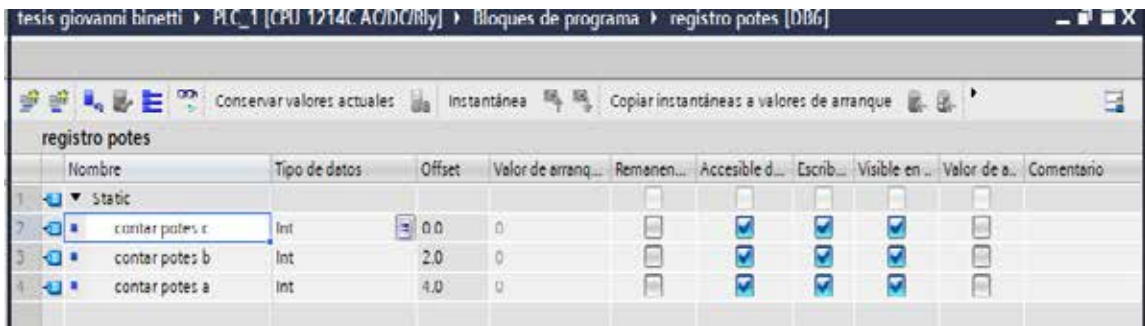
The screenshot shows the 'alarmas [DB3]' data block configuration in SIMATIC Manager. The table below represents the data shown in the interface:

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ...	Valor de a...	Comentario
Static									
termico	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
falta de pintura	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
falta de tapas	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 28. DB3 Bloque de datos de Alarmas

Fuente: Binetti (2019)

ü **DB4 bloque de datos registros de potes:** en el sistema se registrarán tres tamaños diferentes de potes para el llenado de pintura, en la programación principal se puede escoger el tipo de pote con el que se trabajara el cual consta de tres tamaños, dependiendo de cuál sea escogido este se registra en una base de datos después de haber sido llenado y tapado, esto con el fin de poder saber la producción al final del día y saber cuántos potes de cada tamaño fueron sacados. (Ver figura 29).



Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ...	Valor de a...	Comentario
Static									
contar potes c	Int	0.0	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
contar potes b	Int	2.0	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
contar potes a	Int	4.0	0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 29. DB4 Bloque de Datos contador de potes

Fuente: Binetti (2019)

4.3.2 Descripción y simulación de la programación

Para el programa de automatización se creó únicamente un OB1 que se encuentra en el Main principal, donde se verá la automatización para el sistema de llenado y tapado de los envases de tempera. Antes de realizar la descripción de cada segmento que comprende el programa es importante realizar un diagrama de bloques el cual nos indica cómo podemos crear una ruta para realizar la automatización con más claridad. (Ver figura 30).

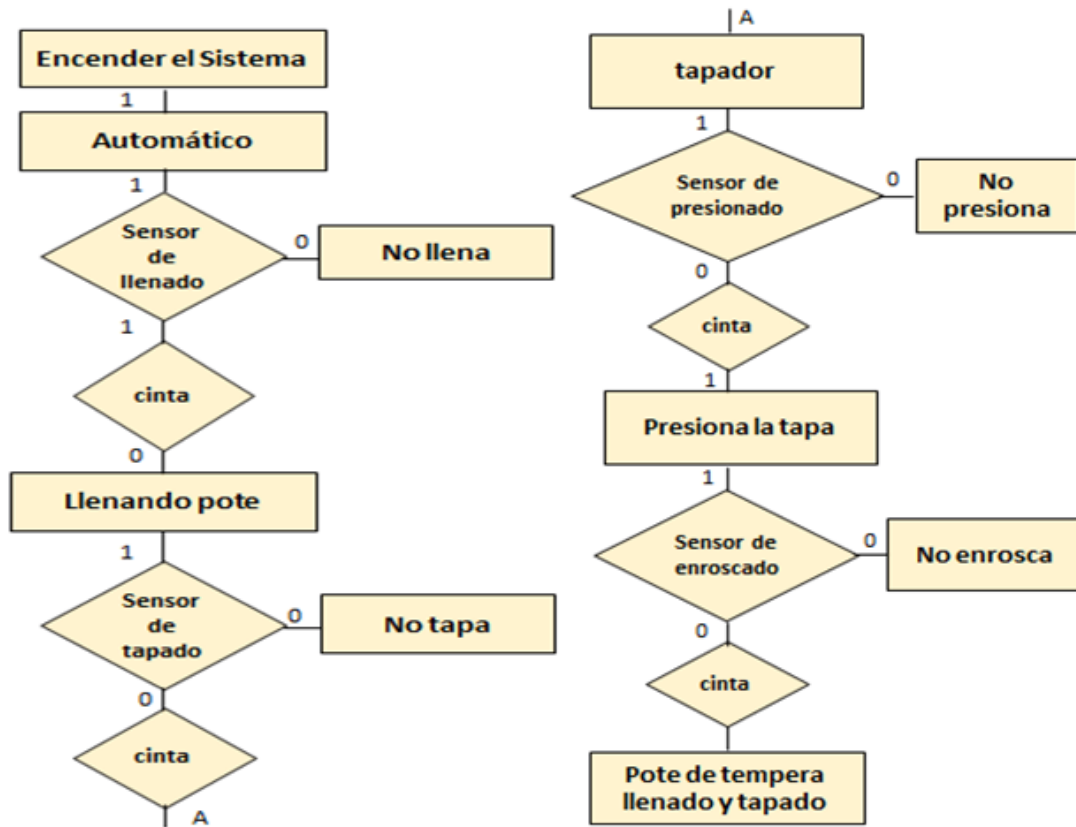


Figura 30. Diagrama de bloques para el sistema de llenado y tapado de los potes de tempera.

Fuente: Binetti (2019)

En la figura 30 se puede observar el diagrama de bloques para el sistema de llenado y tapado de los potes de tempera y pintura al frío, el cual consiste principalmente en encender el sistema el cual la cinta transportadora se pone en marcha trasladando el primer pote hacia el primer sensor, el cual este sensor es el sensor de llenado. Si el sensor se activa la cinta automáticamente se para y empieza el llenado del pote. Al terminar el llenado la cinta se activa y traslada el pote hasta la segunda estación activando así el sensor de tapado, igual que el anterior si el sensor de tapado se activa se detiene la cinta y este se encarga de colocarle la tapa al pote, seguidamente se vuelve activar la cinta la cual esta se detiene cuando se activa el sensor de presionado, el cual se encarga de presionar la tapa, nuevamente la cinta se

vuelve activa yendo hacia la última estación la cual activa el sensor de enroscado siendo este el que se encarga de enroscar la tapa del pote de tempera, teniendo así un producto final llenado y tapado.

Para iniciar la descripción del sistema podemos observar la figura 31 la cual comprende el segmento 1 y 2. Para el segmento 1 tenemos el inicio del sistema el cual activamos el botón de START dando así la activación del sistema con la salida RUN, esta salida a su vez enciende una lámpara de color verde indicando que el sistema está activo.

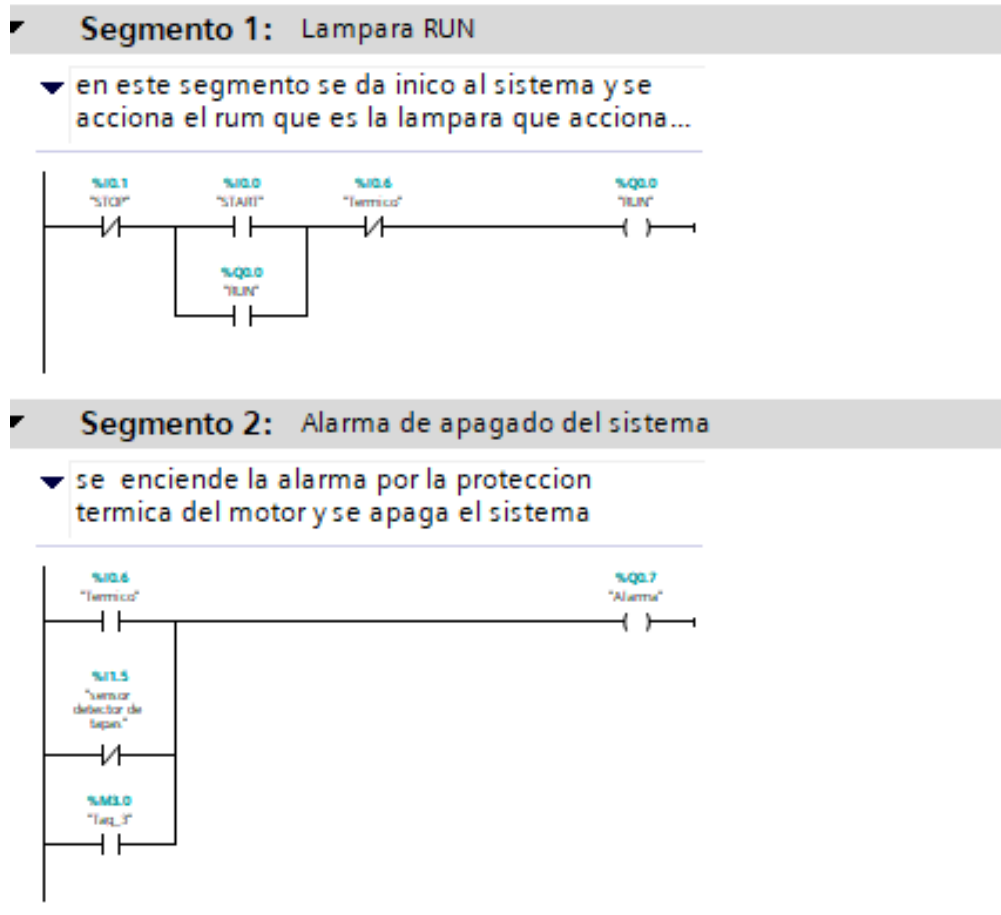


Figura 31. Descripción del sistema 1.

Fuente: Binetti (2019)

En el primer segmento también se colocó una entrada asignada como STOP, de tal manera que si hay una falla grave en el sistema el operador lo activa y deja así

todo el sistema apagado, por otro lado si también se activa el térmico del motor no da inicio al sistema. Para el segmento 2 tenemos el sistema de alarma indicando que si el térmico del motor está activo o el sensor por falta de tapas o falta de pintura, este mismo generara una alarma en el sistema indicando una lámpara de color rojo.

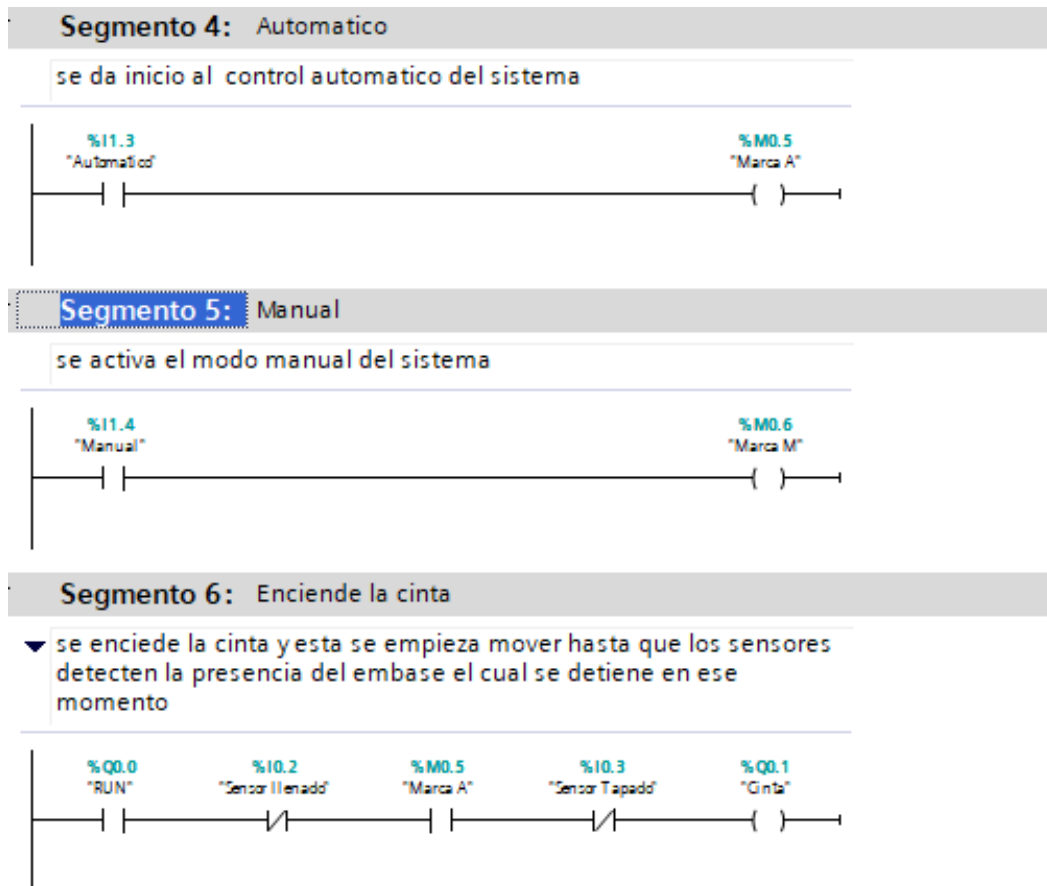


Figura 32. Descripción del sistema 2.

Fuente: Binetti (2019)

En la figura 32 se puede observar los segmentos 4,5 y 6. El segmento 4 y 5 nos indica el modo del sistema si es manual o automático generando así una cada una de estas entradas su respectiva marca, la cual es llamada para cada segmento por separado. En el segmento 6 damos el arranque a la cinta transportadora, la cual tenemos varias condiciones: la lámpara del Run tiene que estar activa y la marca A

también siendo la marca la entrada del modo del sistema automático, si estas entradas se encuentran activas da una salida para encender la cinta transportadora.

En la figura 33 se pueden observar los segmentos 7, 8 y 9. Estos segmentos comprenden el tamaño de los pots a utilizar en la producción. Como el tamaño varía por ende varia también la pintura que es vertida, por eso al seleccionar el tamaño de cada pote por separado es asignado un tiempo en específico en este caso acordado con la empresa para que el llenado sea preciso y exacto.

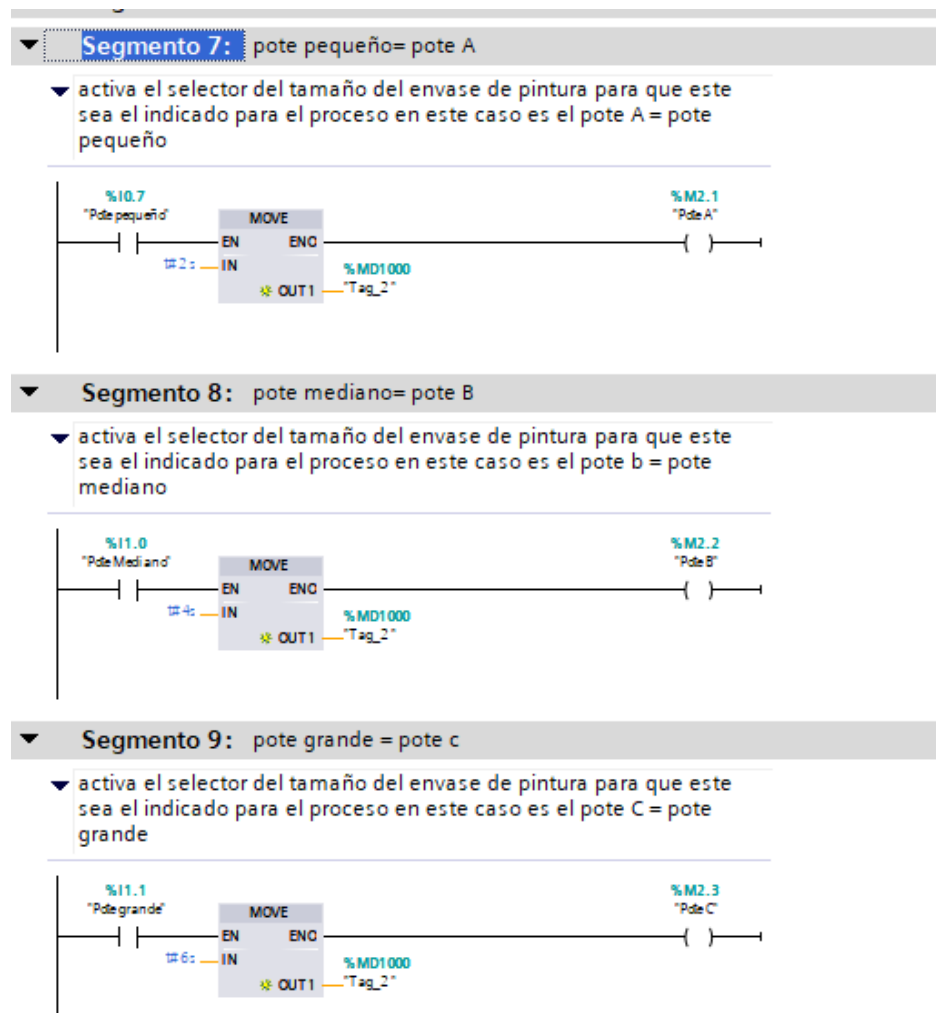


Figura 33. Descripción del sistema 3.
 Fuente: Binetti (2019)

En la figura 34 se puede observar los segmentos 11 y 12. El segmento 11 comprende la primera etapa del sistema el cual es el llenado de la pintura. Para que se active el llenado del pote existen varias condiciones:

- Ü Lámpara RUN Activa.
- Ü Seleccionar el tamaño del pote.
- Ü Sensor de llenado activo.
- Ü Marca del modo automático activo.
- Ü Sensor de nivel de líquido desactivado
- Ü Cinta parada.

Si todas estas condiciones se encuentran como fueron descritas anteriormente se activa la salida del llenador de pintura, en un tiempo específico el cual es tomado según el tamaño del pote.

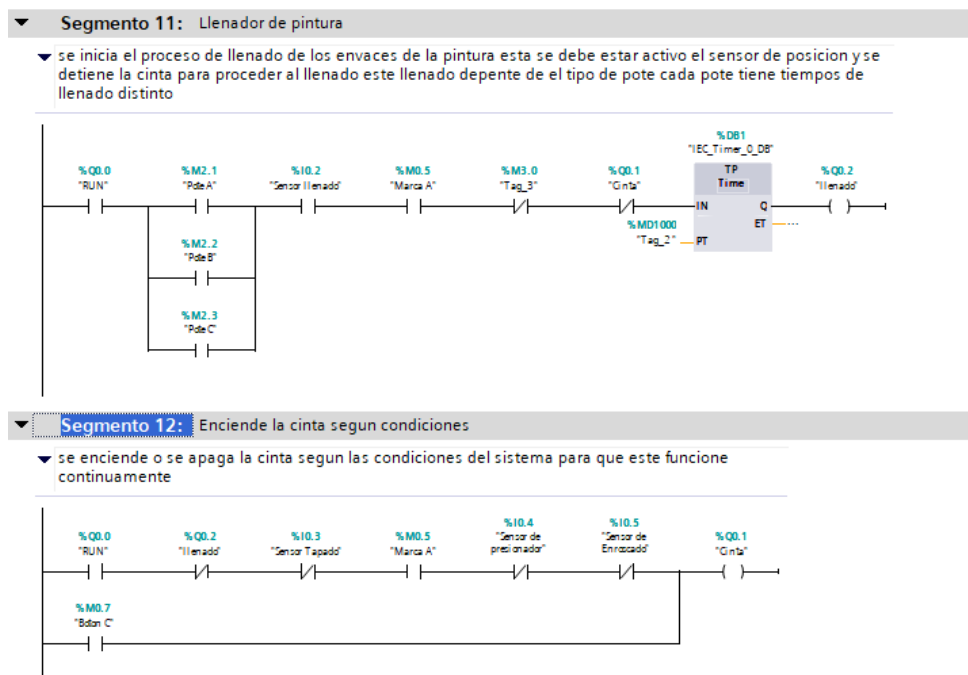


Figura 34. Descripción del sistema 4.
Fuente: Binetti (2019)

Para el segmento 12 tenemos el encendido o apagado del cinta automáticamente.

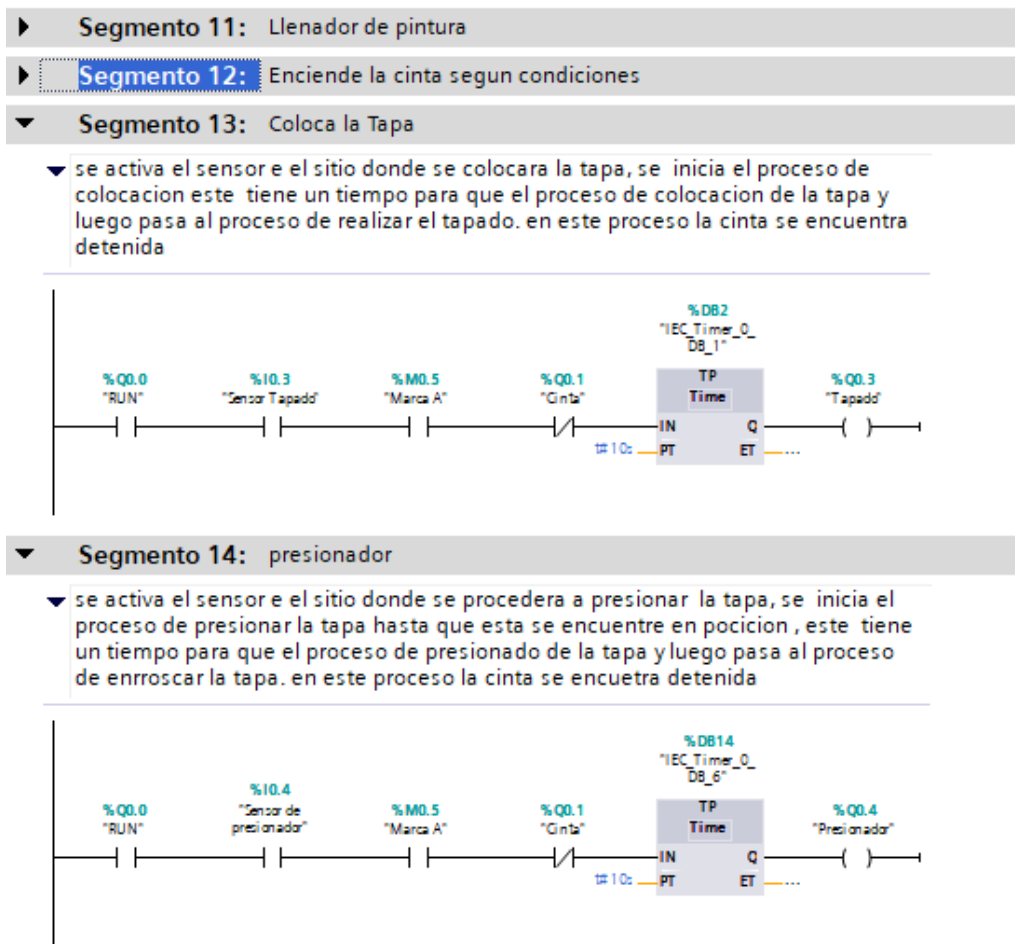


Figura 35. Descripción del sistema 5.

Fuente: Binetti (2019)

. El segmento 13 (ver figura 35) comprende la segunda etapa del sistema el cual es el colocador de tapa. La cual se activa bajo ciertas condiciones:

- Ü Lámpara RUN Activa.
- Ü Sensor de tapado activo.
- Ü Marca del modo automático activo.
- Ü Cinta parada.

. El segmento 14 (ver figura 35) comprende la tercera etapa del sistema el cual es el presionado de tapa. La cual se activa bajo ciertas condiciones:

- Ü Lámpara RUN Activa.
- Ü Sensor de presionado activo.
- Ü Marca del modo automático activo.
- Ü Cinta parada.

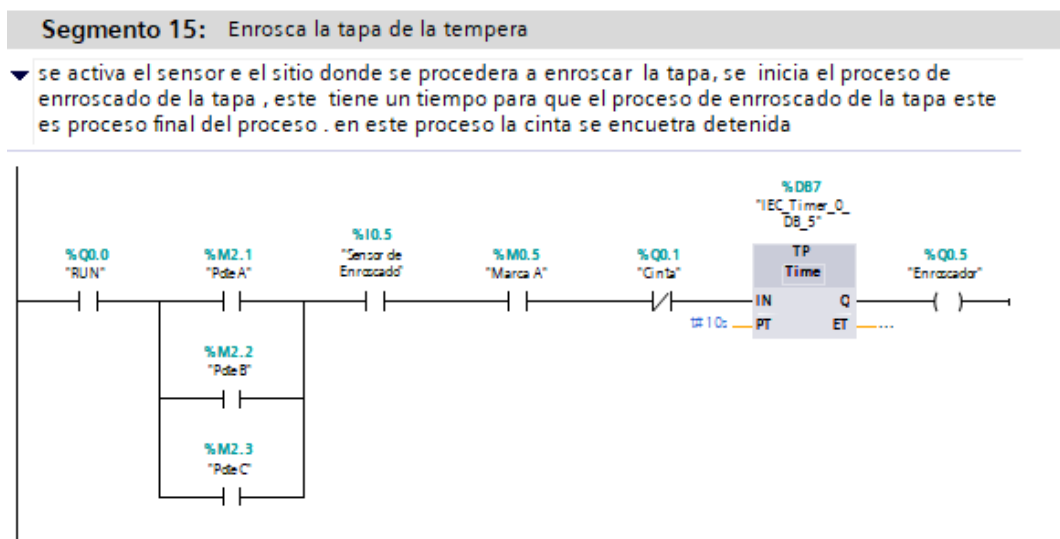


Figura 36. Descripción del sistema 6.
Fuente: Binetti (2019)

En el segmento 15 es la última etapa del sistema para el modo automático, este se encarga de realizar el enroscado de la tapa del pote de tempera de pintura. También para que se active tiene que cumplir las siguientes condiciones:

- Ü Lámpara RUN Activa.
- Ü Seleccionar el tamaño del pote.
- Ü Sensor de enroscado activo.
- Ü Marca del modo automático activo.
- Ü Cinta parada.

▼ **Segmento 16: contador de potes pequeños**

▼ se activa el contador de potes a y se guarda en la base de datos para mostrarse en la hmi en este caso es si es pote pequeño= pote A

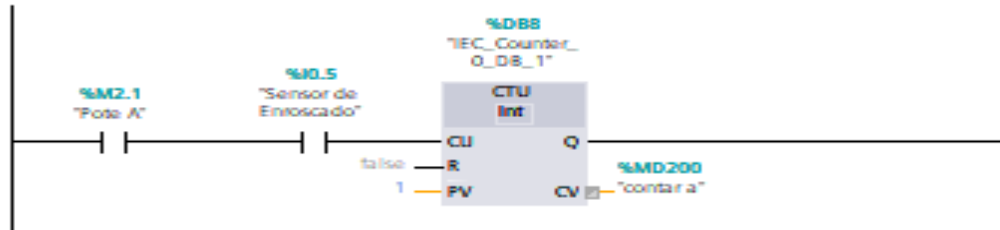


Figura 37. Contador de potes pequeños 37 ml.
Fuente: Binetti (2019)

▼ **Segmento 17: contador potes medianos**

▼ se activa el contador de potes b y se guarda en la base de datos para mostrarse en la hmi en este caso es si es pote mediano= pote B

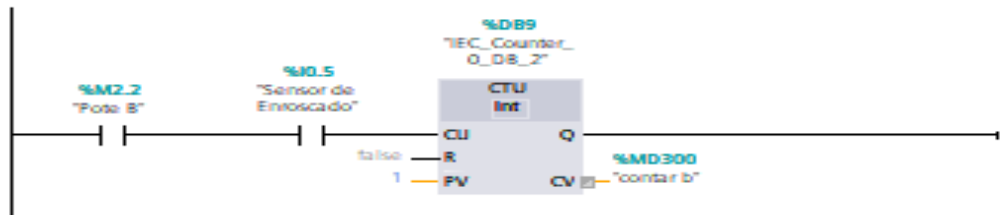


Figura 38. Contador de potes medianos 70ml.
Fuente: Binetti (2019)

▼ **Segmento 18: contador de potes grandes**

▼ se activa el contador de potes c y se guarda en la base de datos para mostrarse en la hmi en este caso es si es pot...

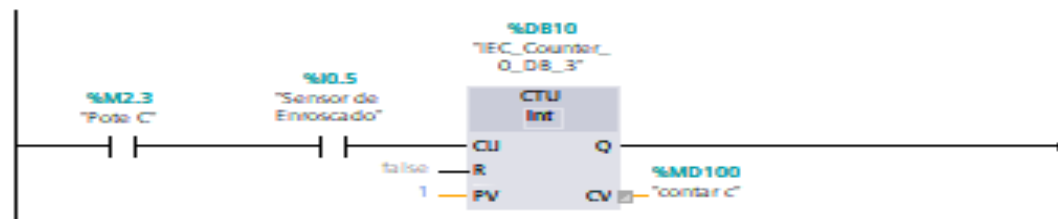


Figura 39. Contador de potes grandes 135 ml.
Fuente: Binetti (2019)

En la figura 37, 38 y 39 se puede observar contadores de pote por tamaño. Según el tamaño del pote se realiza un contador distinto con la finalidad de poder saber al final del día la producción que haya tenido la empresa.

Así como el sistema de tapado para los envases de tempera y pintura posee el modo automático, también tiene un modo manual por si un operador quiere hacer un llenado y tapado manualmente. En la figura 40 se puede observar el modo automático del sistema de llenado y tapado de tempera y pintura al frío.

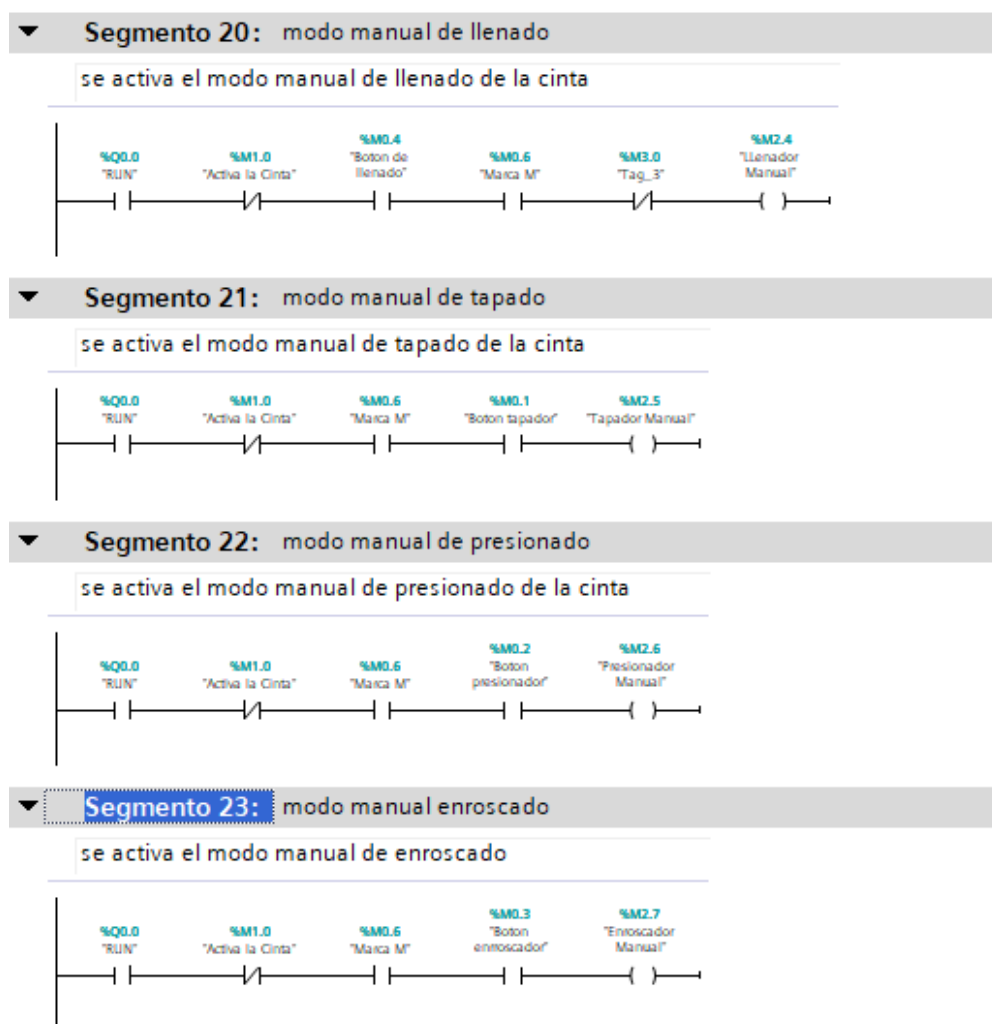


Figura 40. Modo automático.
Fuente: Binetti (2019)

Los últimos segmentos del programa Main consta de una base de datos creada para el guardado de la contabilización de producción diaria según el tamaño del pote. (Ver figura 41).

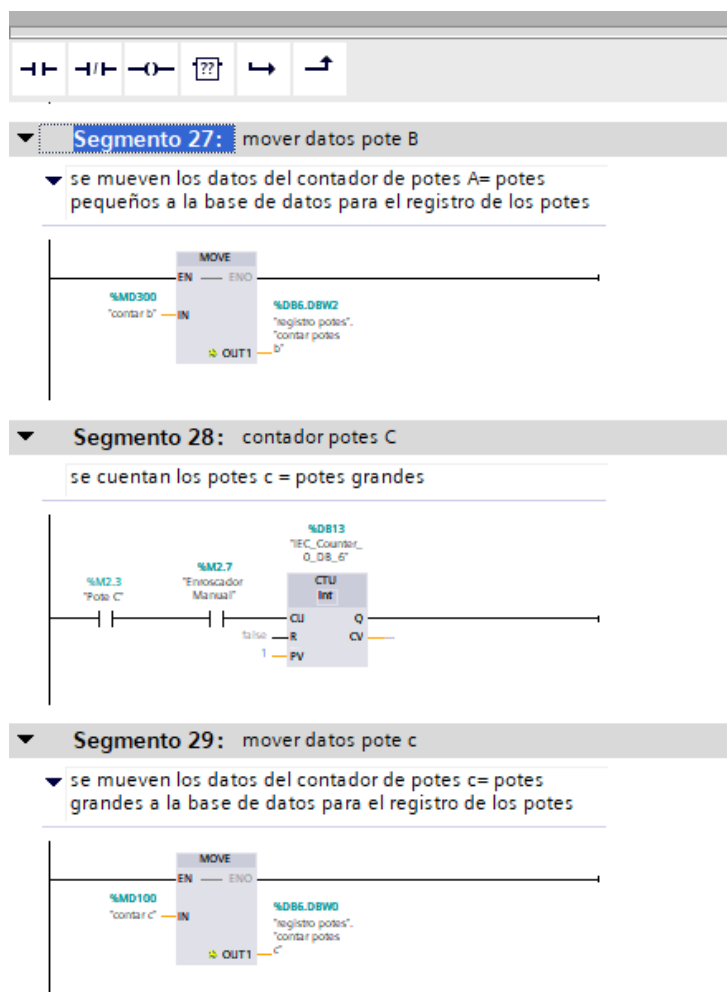


Figura 41. Base de datos según el tamaño del pote.
 Fuente: Binetti (2019)

4.3.3 Simulación de la programación

Para iniciar la simulación del programa empezamos con el bloque principal Main, en cual en este segmento damos RUN al proceso activando las variables de

entrada START y STOP (ver figura 42). Se puede observar en la imagen que el proceso se ejecutó sin problemas.

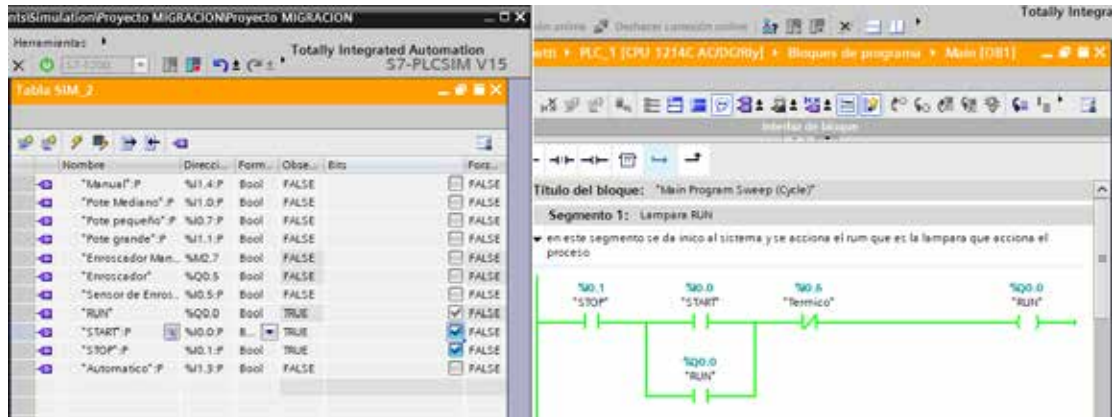


Figura 42. Run activo, inicio de la simulación.

Fuente: Binetti (2019)

Para la figura 43 tenemos la simulación para el llenado de pots como se había explicado anteriormente cumple con las condiciones:

- Ü Run activado
- Ü Selección del pote mediano (70ml).
- Ü Modo automático activado.
- Ü Sensor de llenado activo.
- Ü Cinta parada.
- Ü Sensor de nivel por falta de pintura desactivado.

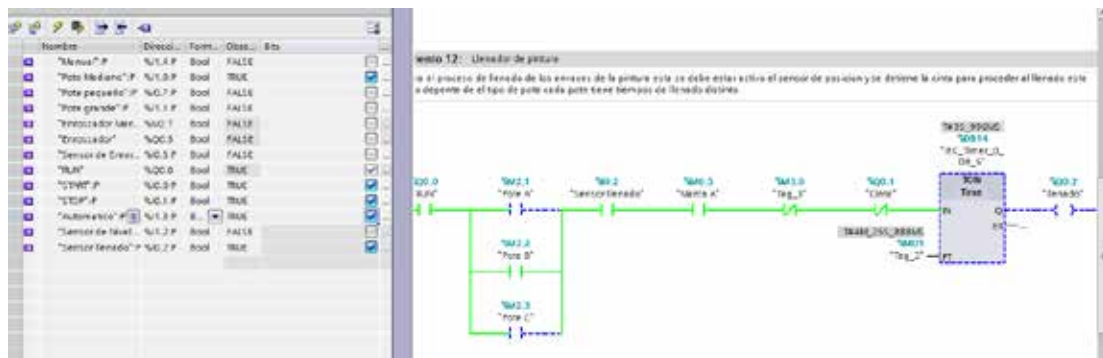


Figura 43. Simulación para el llenado de pots.

Fuente: Binetti (2019)

Cumpliendo todas esas condiciones se observa que se activa la salida del llenador de pintura por cierto tiempo, el tiempo especificado es de 5s para el llenado de un pote de pintura mediando de 70ml.

En la figura 44 se puede observar la simulación para el colocador de tapas el cual trabaja de la misma manera que el llenador, la diferencia es que en vez de activarse el sensor de llenador se activara el sensor de colocador siendo este la segunda etapa del proceso, al activarse el sensor para el colocador de tapas se activara la salida la cual esta programa por un tiempo de 3s.



Figura 44. Simulación para el colocador de tapas.
Fuente: Binetti (2019)

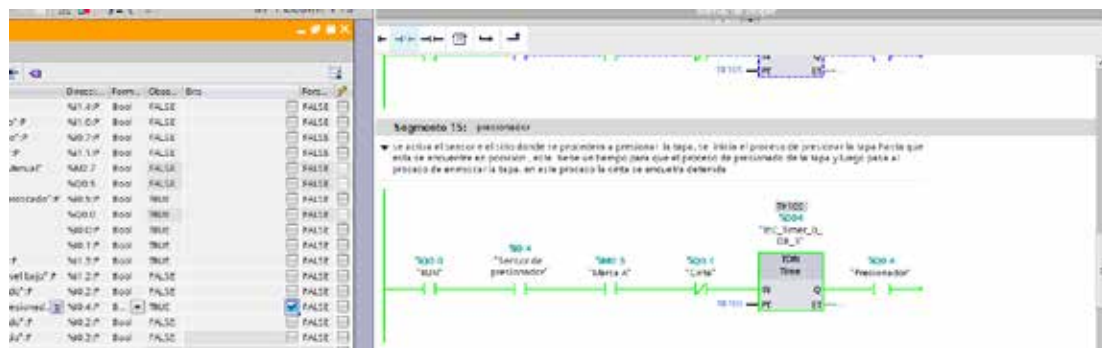


Figura 45. Simulación para el presionado de tapas.
Fuente: Binetti (2019)

En la figura 45 tenemos el presionado de tapas trabajando igualmente que los otros segmentos, pero con la activación de su sensor para el presionado de tapas.

En la figura 46 se puede observar el enroscado de tapas, el cual es la última etapa del sistema de automatización.

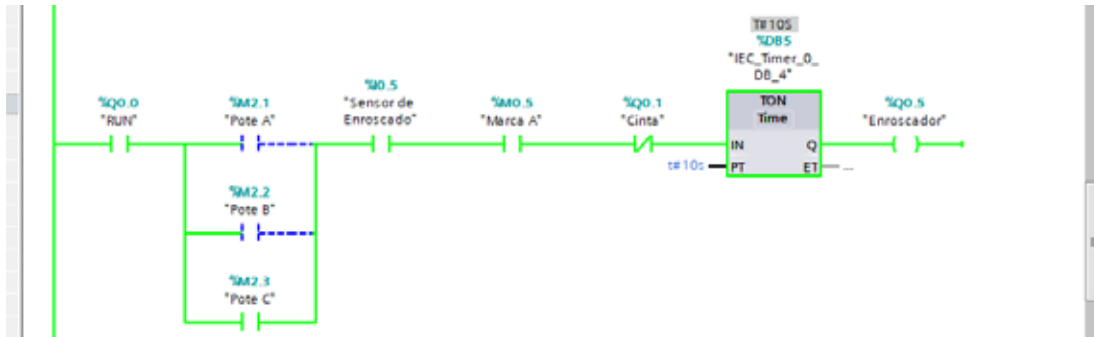


Figura 46. Simulación para el enroscado de tapas.

Fuente: Binetti (2019)

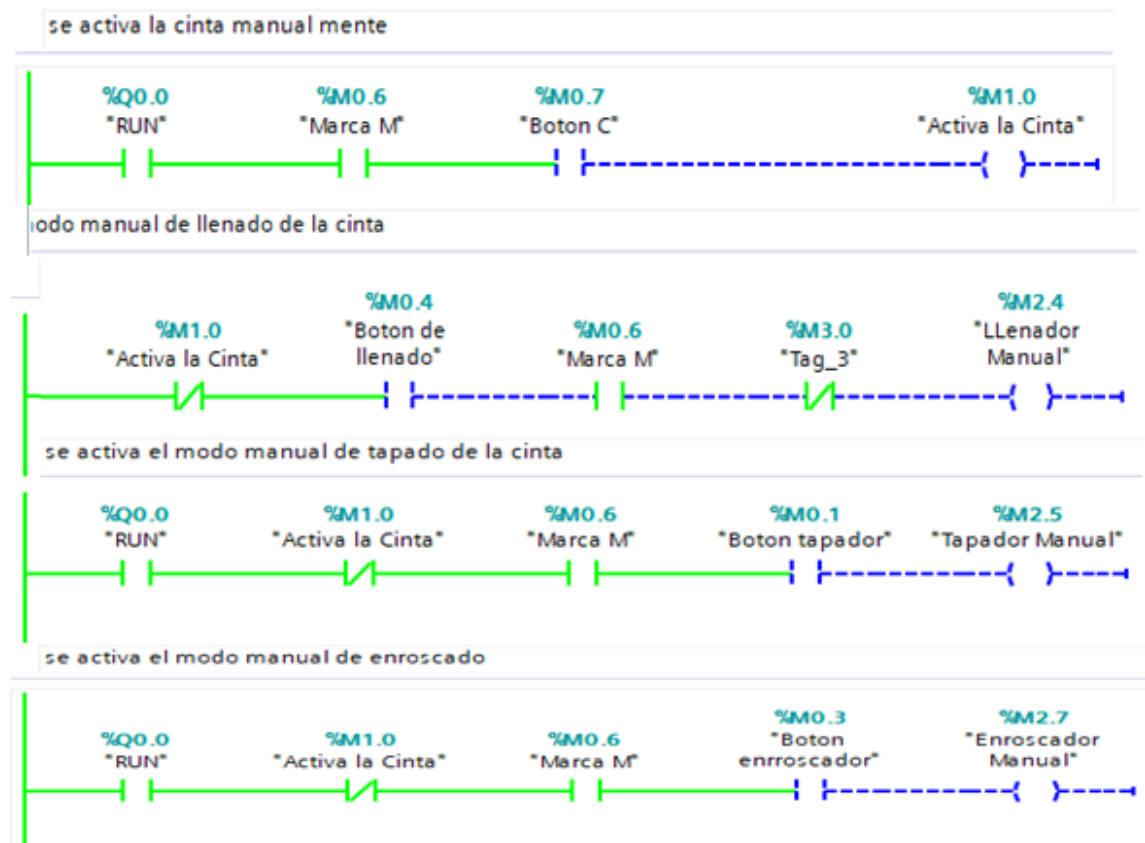


Figura 47. Simulación para el modo Manual del Sistema.

Fuente: Binetti (2019)

También se realizó la simulación en el sistema de automatización para el modo manual del sistema (ver figura 47). En esta figura se puede observar que el operador manualmente puede activar las entradas para poder manejar el sistema, el operador puede parar o activar la cinta para el movimiento del pote, también puede activar manualmente todas las salidas para llenado tapado o enroscado del producto.

4.3.4 Interfaz Hombre Máquina (HMI).

4.3.4.1 Descripción del HMI

El diseño del HMI presentado en este proyecto de investigación, cumple con las funciones necesarias por el sistema que se requiere automatizar, esta interfaz cuenta con diferentes imágenes en donde el operador puede manejar tanto el sistema automático como manual, en total cuenta con 5 pantallas las cuales son nombradas a continuación.

- Principal.
- Proceso.
- Registro de alarmas.
- Modo Manual.
- Registro de producción.

En la figura 48 se puede observar la pantalla principal del HMI, la cual consta de 4 botones principales:

- **Run:** Inicio del sistema, al activar este botón el sistema se pone en run.
- **Automático:** para que el sistema pueda funcionar en modo automático es necesario activar ese botón.
- **Manual:** permite que el sistema pueda ser operado directamente por un trabajador en modo manual.
- **Stop:** si en el sistema hay una falla de gran magnitud se aprieta el botón Stop para hacer un parado de emergencia.

Por otro lado el menú principal del HMI, también cuenta con el acceso a las demás pantallas que comprenden el sistema como lo son: registro de producción, proceso alarma y manual.



Figura 48. HMI Principal.
Fuente: Binetti (2019)

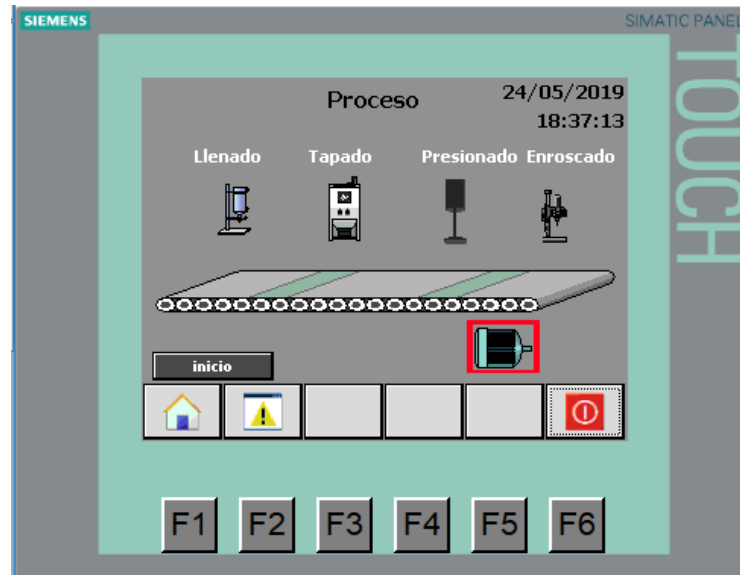


Figura 49. HMI Proceso
Fuente: Binetti (2019)

En la figura 49 se observa la pantalla del HMI que comprende al proceso del sistema, esta tiene como función mostrar al operador las 4 etapas para el proceso de llenado y tapado de los pots de pintura, estas etapas comprende: llenado, tapado, presionado y enroscado (explicado en la fase 4.3).

En la figura 50 se observa el registro de alarmas, el cual comprende las alarmas que se encuentran activas en el proceso y el registro de alarmas que fueron activadas a lo largo del día.

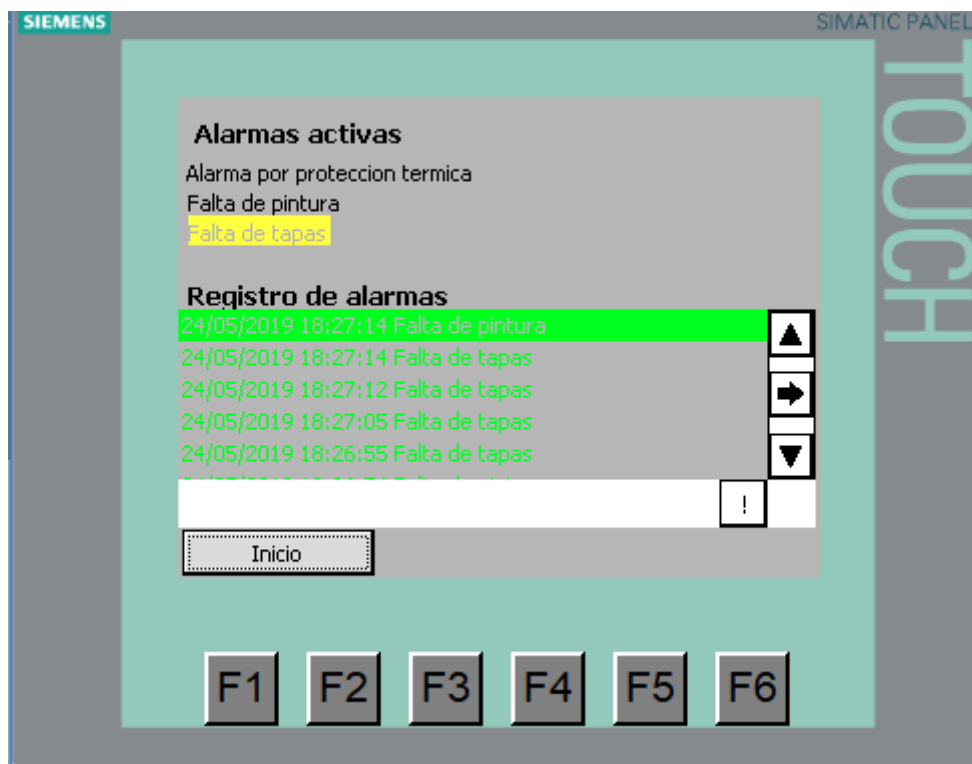


Figura 50. HMI Registros de Alarmas
Fuente: Binetti (2019)

En la figura 51 se puede observar la pantalla HMI para el modo manual del sistema de automatización, como fue explicado anteriormente esta pantalla se encarga de darle la opción al operador para poner a funcionar la máquina manualmente, contando así con 5 botones: arranque o pare de la cinta, llenado manual, tapado manual, presionado manual y enroscado manual.

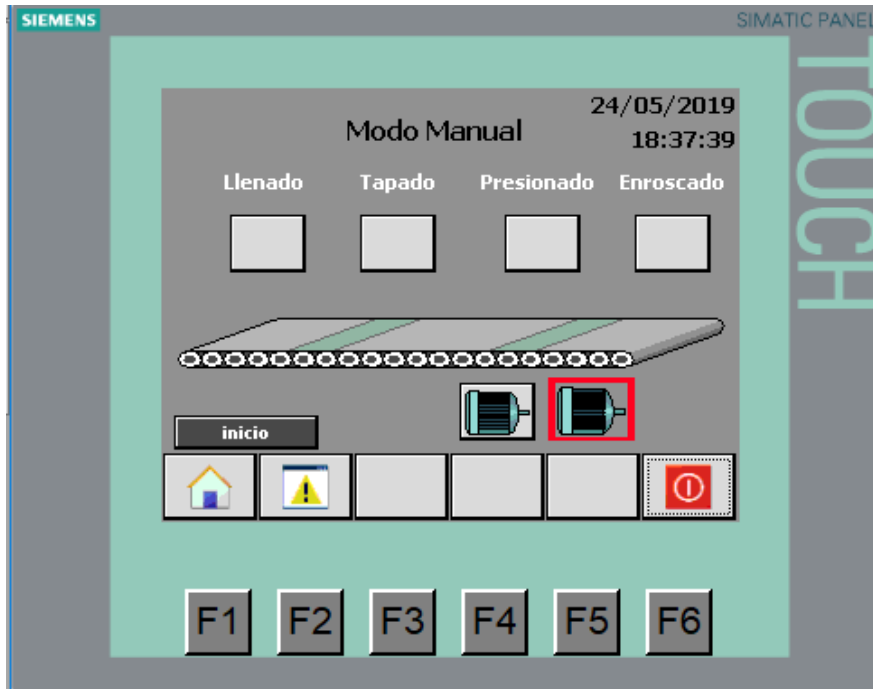


Figura 51. HMI Modo Manual.
Fuente: Binetti (2019)



Figura 52. HMI Registro de producción.
Fuente: Binetti (2019)

En la figura 52 se observa la última pantalla que pertenece al proceso automatizado, la cual esta comprende el registro de producción el cual está dividido según el tamaño de cada pote, dándole así a la empresa un numero de cuantos productos se sacaron a diario o mensualmente ya que esto conjuntamente también s registrado en una base de datos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

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

- Û El desarrollo de este trabajo de grado se aplicaron los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Electrónica mención control y automatización, siendo esta carrera uno de los pilares más importantes en el campo industrial.
- Û El trabajo de grado realizado, cumple con el objetivo principal planteado el cual es proponer la automatización para un sistema de llenado y tapado para los potes de tempera y de pintura al frío, el cual puede ser implementado en la empresa química.
- Û Con la ayuda del panel del operador HMI podemos contralar y monitorear el proceso automatizado creado, gracias a que posee una interfaz amigable, sencilla de comprender y utilizar, esto hace que el modulo alcance un nivel didáctico alto y una actualización tecnológica deseada.
- Û La programación está diseñada y cargada en el programa TIAPORTA V15.0 gracias a su sencillez y a su entorno que es muy intuitivo para la programación.
- Û Se utilizó un PLC que cumple con las necesidades del proyecto desarrollado, gracias a los diferentes dispositivos que conforman toda la familia SIMATIC S7-1200.

Ú La interfaz desarrollada cumple con los requerimientos de los operadores, ya que aporta la información necesaria de manera rápida y eficaz.

5.2 Recomendaciones

- Ü Implementación del sistema propuesto en el presente trabajo de investigación, ya que esto aumentaría la producción del en el proceso de sistema de llenado y tapado de tempera y pintura al frio.
- Ü Realizar la programación de un sistema de registro de usuarios, que permita tener distintos accesos por operadores.
- Ü Diseñar una interfaz SCADA para ver todo el proceso del sistema.
- Ü En la interfaz HMI diseñar una mejora para que el operador pueda colocar el tiempo de llenado, taponado, presionado y enroscado dependiendo de las necesidades de la empresa.
- Ü Hacer un sistema analógico en paralelo al HMI, como respaldo al haber una falla en el panel view.

REFERENCIAS

Bibliográficas

- Arias, F. (1999). **El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica**. 3ra Edición. Caracas: Editorial Episteme.
- Arias, F. (2012). **El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica**. Caracas: Editorial Episteme.
- Dubs de Moya, R. (2002). **El Proyecto Factible: una modalidad de investigación**. Caracas, Venezuela.
- Franco, I. (2018). **Propuesta de mejora del proceso de distribución de agua mediante la implementación de un sistema automatizado para la empresa Colgate-Palmolive Company**. Carabobo: Editorial UJAP
- Hurtado, J. (2007). **El proyecto de investigación**. Caracas: Editorial Quirón.
- Mijares, H y García, L. (2007). **Normas para la Elaboración y Presentación de los Anteproyectos, Proyectos y Trabajos de Grado**. Carabobo: Editorial UJAP
- Palella, S. y Martins, F. (2010). **Metodología de la investigación cuantitativa**. Caracas: Editorial Fedupel.
- Sabino, C. (1996). **Introducción a la Metodología de Investigación**. Caracas: Editorial: Panapo.
- Tamayo, M. (1998). **El proceso de la investigación científica**. 3ra edición. México: Editorial Limusa.
- Perez. M. (2012). **Configuración de un PLC**. México. Editorial BMJ.

Electrónicas

- López, Juan. (2016). **Prototipo automatizado para el tapado de plástico**. Recuperado en:
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/9294/ContrerasHurtadoJuanJose2013.pdf;jsessionid=8B8F6719F0983D83E2EA5922851F8A89?sequence=2>

Salazar, F (2015). **Diseño y Construcción de una máquina automática lineal de tapado de envases para la reducción de tiempo de despacho de la producción en la Empresa- Productos Lácteos en Caracas**, Recuperado en:

<http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>

Velásquez, J. (2017). **“Prototipo automatizado para el llenado y tapado de botellas de plástico”**. Recuperado en:

<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11329/1/AC-ESPEL-EMI-0295.pdf>

ANEXOS

ANEXO A. Hoja de datos del PLC SIEMENS S7-1200

SIEMENS

Hoja de datos

6ES7214-1AG40-0XB0

SIMATIC S7-1200, CPU 1214C, CPU COMPACTA, DC/DC/DC, E/S
INTEGRADAS: 14 DI 24V DC; 10 DO 24 V DC; 2 AI, 0 - 10V DC,
ALIMENTACION: DC 20,4 - 28,8 V DC, MEMORIA DE
PROGRAMA/DATOS 100KB



Información general	
Version de firmware	V4.1
Ingeniería con	STEP 7 V13 SP1 o superior
● Paquete de programación	
Tensión de alimentación	
Valor nominal (DC)	Sí
● 24 V DC	
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Tensión de carga L+	
● Valor nominal (DC)	24 V
● Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
● Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	500 mA; Solo CPU
Consumo máx.	1 500 mA; CPU con todos los módulos de ampliación
Intensidad de cierre, máx.	12 A; con 28,8 V
Alimentación de sensores	
Alimentación de sensores 24 V	
● 24 V	L+ menos 4 V DC mín.
Intensidad de salida	
Para bus de fondo (5 V DC), máx.	1 600 mA; máx. 5 V DC para SM y CM
Pérdidas	

Pérdidas, tip.	12 W
Memoria	
Memoria de trabajo	100 kbyte
<ul style="list-style-type: none"> Integrado Ampliable 	No
Memoria de carga	4 Mbyte
<ul style="list-style-type: none"> Integrado enchufable (SIMATIC Memory Card), máx. 	con SIMATIC Memory Card
Respaldo	SI: Libre de mantenimiento SI
<ul style="list-style-type: none"> existente sin pila 	
Tiempos de ejecución de la CPU	
para operaciones a bits, tip.	0,085 µs: /instrucción
para operaciones a palabras, tip.	1,7 µs: /instrucción
para aritmética de coma flotante, tip.	2,3 µs: /instrucción
CPU-bloques	
Nº de bloques (total)	DBs, FCs, FBs, contador y temporizadores. El número máximo de bloques direccionables es de 1 a 65535. No hay ninguna restricción, uso de toda la memoria de trabajo
OB	
<ul style="list-style-type: none"> Cantidad, máx. 	Limitada únicamente por la memoria de trabajo para código
Áreas de datos y su remanencia	
Área de datos remanentes total (incl. temporizadores, contadores, marcas), máx.	10 kbyte
Marcas	
<ul style="list-style-type: none"> Cantidad, máx. 	8 kbyte: Tamaño del área de marcas
Datos locales	
<ul style="list-style-type: none"> por cada prioridad, máx. 	16 kbyte
Imagen del proceso	
<ul style="list-style-type: none"> Entradas, configurables Salidas, configurables 	1 kbyte 1 kbyte
Configuración del hardware	
Nº de módulos por sistema, máx.	3 Communication Module, 1 Signal Board, 8 Signal Module
Hora	
Reloj	
<ul style="list-style-type: none"> Reloj por hardware (reloj tiempo real) Desviación diaria, máx. Duración del respaldo 	SI 60 s/mes @ 25 °C 480 h: típicamente
Entradas digitales	
Nº de entradas digitales	14: Integrado

<ul style="list-style-type: none"> De ellas, entradas usable para funciones tecnológicas 	6: HSC (High Speed Counting)
Canales integrados (DI)	14
de tipo M	SI
Número de entradas atacables simultáneamente	
— todas las posiciones de montaje	14
— hasta 40 °C, máx.	
Tensión de entrada	
• Valor nominal (DC)	24 V
• para señal "0"	5 V DC, con 1 mA
• para señal "1"	15 VDC at 2.5 mA
Retardo de entrada (a tensión nominal de entrada)	
— parametrizable	0,2 ms, 0,4 ms, 0,8 ms, 1,6 ms, 3,2 ms, 6,4 ms y 12,8 ms, elegible en grupos de 4
— en transición "0" a "1", máx.	0,2 ms
— en transición "0" a "1", máx.	12,8 ms
para entradas de alarmas	
— parametrizable	SI
para contadores/funciones tecnológicas:	
— parametrizable	Monofásica: 3 @ 100 KHz y 3 @ 30 KHz. Diferencial: 3 @ 80 KHz y 3 @ 30 KHz
Longitud del cable	
• apantallado, máx.	500 m; 50 m para funciones tecnológicas
• No apantallado, máx.	300 m; Para funciones tecnológicas: No
Salidas digitales	
Número de salidas	10
• De ellas, salidas rápidas	4: Salida de tren de impulsos 100 KHz
Canales integrados (DO)	10
Limitación de la sobretensión inductiva de corte a	L+ (-48 V)
Poder de corte de las salidas	
• Con carga resistiva, máx.	0,5 A
• con carga tipo lámpara, máx.	5 W
Tensión de salida	
• para señal "0", máx.	0,1 V; con carga de 10 KOhm
• para señal "1", mín.	20 V
Intensidad de salida	
• para señal "1" valor nominal	0,5 A
• para señal "0" intensidad residual, máx.	0,1 mA
Retardo a la salida con carga resistiva	
• "0" a "1", máx.	1 µs
• "1" a "0", máx.	5 µs

Frecuencia de conmutación		100 KHz
<ul style="list-style-type: none"> de las salidas de impulsos, con carga óhmica, máx. 		
Longitud del cable		500 m
<ul style="list-style-type: none"> apantallado, máx. No apantallado, máx. 		
Entradas analógicas		2
Nº de entradas analógicas		2: 0 a 10 V
Canales integrados (AI)		
Rangos de entrada		SI
<ul style="list-style-type: none"> Tensión 		
Rangos de entrada (valores nominales), tensiones		SI
<ul style="list-style-type: none"> 0 a +10 V Resistencia de entrada (0 a 10 V) 		
Longitud del cable		≥100 kohmios
<ul style="list-style-type: none"> apantallado, máx. 		
Formación de valores analógicos		100 m: trenzado y apantallado
Tiempo de integración y conversión/resolución por canal		
<ul style="list-style-type: none"> Resolución con rango de rebase (bits incl. signo), máx. Tiempo de integración parametrizable Tiempo de conversión (por canal) 		10 bit SI 625 µs
Sensor		
Sensores compatibles		SI
<ul style="list-style-type: none"> Sensor a 2 hilos 		
1. Interfaz		
Tipo de interfaz		PROFINET
Norma física		Ethernet
con aislamiento galvánico		SI
Detección automática de la velocidad de transferencia		SI
Autonegociación		SI
Autocrossing		SI
Funcionalidad		SI: también con funcionalidad de IO-Device simultánea
<ul style="list-style-type: none"> PROFINET IO-Device PROFINET IO-Controller 		
PROFINET IO-Controller		SI
<ul style="list-style-type: none"> Velocidad de transferencia, máx. Nº de IO Devices que se pueden conectar en total, máx. 		
PROFINET IO-Device		100 Mbit/s 16

Servicios		
— Shared Device		SI
— Nº de IO Controller con Shared Device, máx.		2
Funciones de comunicación		
Comunicación S7		
• Soporta servidor iPAR		SI
• como servidor		SI
• Como cliente		SI
Comunicación IE abierta		
• TCP/IP		SI
• ISO-on-TCP (RFC1006)		SI
• UDP		SI
servidores web		
• Soporta servidor iPAR		SI
• Páginas web definidas por el usuario		SI
Nº de conexiones		
• Total		16: dinámica
Funciones de test y puesta en marcha		
Estado/forzado		
• Estado/forzado de variables		SI
• Variables		Entradas/salidas, marcas, DB, E/S de periferia, tiempos, contadores
Forzado permanente		
• Forzado permanente		SI
Búfer de diagnóstico		
• existente		SI
Traces		
• Número de Traces configurables		2: por cada Trace son posible 512 kbytes datos
Funciones integradas		
Nº de contadores		
Nº de contaje (contadores), máx.		6
Frecuencia metro		100 KHz
• Posicionamiento en lazo abierto		SI
Número de ejes de posicionamiento con regulación de posición, máx.		8
Número de ejes de posicionamiento mediante interfaz impulsos/sentido		4
Regulador PID		SI
Nº de entradas de alarma		4
Nº de salidas de impulsos		4
Frecuencia límite (impulsos)		100 KHz

Aislamiento galvánico	
Aislamiento galvánico módulos de E digitales	
<ul style="list-style-type: none"> Aislamiento galvánico módulos de E digitales entre los canales, en grupos de 	500 V AC durante 1 minuto 1
Aislamiento galvánico módulos de S digitales	
<ul style="list-style-type: none"> Aislamiento galvánico módulos de S digitales entre los canales entre los canales, en grupos de 	Sí No 1
CEM	
Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática	Sí
<ul style="list-style-type: none"> Inmunidad a perturbaciones por descargas de electricidad estática IEC 61000-4-2 <ul style="list-style-type: none"> Tensión de ensayo con descarga en aire Tensión de ensayo para descarga por contacto 	8 kV 6 kV
Inmunidad a perturbaciones conducidas	Sí
<ul style="list-style-type: none"> Inmunidad a perturbaciones en cables de alimentación según IEC 61000-4-4 Inmunidad a perturbaciones por cables de señales IEC 61000-4-4 	Sí
Inmunidad a perturbaciones por tensiones de choque (sobretensión transitoria)	Sí
<ul style="list-style-type: none"> por los cables de alimentación según IEC 61000-4-5 	Sí
Inmunidad a perturbaciones conducidas, inducidas mediante campos de alta frecuencia radiados a frecuencias radioeléctricas según IEC 61000-4-6	Sí
Emisión de radiointerferencias según EN 55 011	Sí: Grupo 1
<ul style="list-style-type: none"> Clase de límite A, para aplicación en la industria Clase de límite B, para aplicación en el ámbito residencial 	Sí: Si se garantiza mediante medidas oportunas que se cumplen los valores límite de la clase B según EN 55011
Grado de protección y clase de protección	
Grado de protección según EN 60529	Sí
<ul style="list-style-type: none"> IP20 	Sí
Normas, homologaciones, certificados	
Mercado CE	Sí
Homologación UL	Sí
cULus	Sí
Homologación FM	Sí
RCM (anterior C-TICK)	Sí
Homologaciones navales	Sí

• Homologaciones navales	SI
Condiciones ambientales	
Carga libre	0,3 m; Cinco veces, en embalaje de envío
• Altura de carga máx. (en el embalaje)	
Temperatura ambiente en servicio	
• mín.	-20 °C
• máx.	60 °C; N.º de entradas o salidas conectadas al mismo tiempo: 7 o 5 (sin puntos contiguos) con 60 °C en horizontal o 50 °C en vertical, 14 o 10 con 55 °C en horizontal o 45 °C en vertical
• Montaje horizontal, mín.	-20 °C
• Montaje horizontal, máx.	60 °C
• Montaje vertical, mín.	-20 °C
• Montaje vertical, máx.	50 °C
Temperatura de almacenaje/transporte	
• mín.	-40 °C
• máx.	70 °C
Presión atmosférica según IEC 60068-2-13	
• Almacenamiento/transporte, mín.	660 hPa
• Almacenamiento/transporte, máx.	1 080 hPa
• Altitud de servicio permitida	-1000 a 2000 m
Humedad relativa del aire	
• Rango permitido (sin condensación) a 25 °C	95 %
Vibraciones	
• Vibraciones	Montaje en pared 2 g; perfil DIN, 1 g
• En servicio, según DIN IEC 60068-2-6	SI
Ensayo de choques	
• ensayado según DIN IEC 60068-2-27	SI; IEC 68, parte 2-27; semisinusoide: fuerza de choque 15 g (valor de cresta), duración 11 ms
Concentraciones de sustancias contaminantes	
— SO2 con HR < 60% sin condensación	SO2: < 0,5 ppm; H2S: < 0,1 ppm; HR < 60% sin condensación
programación	
Lenguaje de programación	
— KOP	SI
— FUP	SI
— SCL	SI
Vigilancia de tiempo de ciclo	
• configurable	SI
Dimensiones	
Ancho	110 mm
Alto	100 mm
Profundidad	75 mm

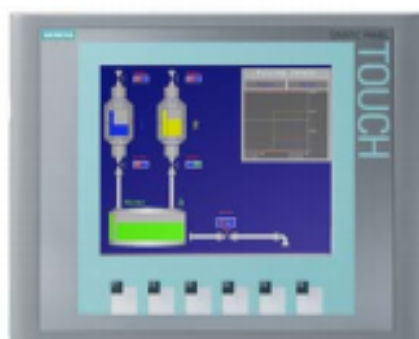
ANEXO B. Hoja de datos del HMI KTP 600

SIEMENS

Hoja de datos

6AV6647-0AD11-3AX0

SIMATIC HMI KTP600 BASIC COLOR PN, BASIC PANEL,
OPERACION TECLA/TACTIL, DISPLAY 6" TFT, 256 COLORES,
INTERFAZ PROFINET, CONFIGURABLE DESDE WINCC
FLEXIBLE 2008 SP2 COMPACT/ WINCC BASIC V10.5/ STEP7
BASIC V10.5, CONTIENE SW OPEN SOURCE ENTREGADO
GRATUITAMENTE. VER CD ADJUNTO



Información general	
Designación del tipo de producto	SIMATIC HMI KTP600 Basic color PN
Display	
Tipo de display	TFT
Diagonal de pantalla	5,7 in
Achura del display	115,2 mm
Altura del display	86,4 mm
Nº de colores	256
Resolución (píxeles)	
• Resolución de imagen horizontal	320 Pixel
• Resolución de imagen vertical	240 Pixel
Retroluminación	
• MTBF de la retroluminación (con 25 °C)	50 000 h
• Retroluminación variable	No
Elementos de mando	
Fuentes de teclado	
• Teclas de función	
— Nº de teclas de función	6

