



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE ELECTROMECAÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA EL CONTROL DE UNA SELLADORA DE BOTELLAS DE ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO”

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del Título Ingeniero Electromecánico

Autor:

Cunalata Trávez Luis Felipe

Director:

PhD. Yoandrys Morales Tamayo

La Maná - Ecuador

Agosto - 2017

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Cunalata Trávez Luis Felipe, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA EL CONTROL DE UNA SELLADORA DE BOTELLAS DE ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO”**, siendo el PhD. Yoandrys Morales Tamayo, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

A handwritten signature in blue ink, reading "Luis Cunalata". The signature is stylized and cursive, with the first name "Luis" and the last name "Cunalata" clearly visible.

Cunalata Trávez Luis Felipe
C.I: 0503671687

AVAL DEL DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el título: **“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA EL CONTROL DE UNA SELLADORA DE BOTELLAS DE ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO”**, del estudiante Cunalata Trávez Luis Felipe de la Carrera Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

La Maná, Julio 2017



PhD. Morales Tamayo Yoandrys
C.I: 175695879-7
TUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el postulante: Cunalata Trávez Luis Felipe, con el título de proyecto de investigación: **“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA EL CONTROL DE UNA SELLADORA DE BOTELLAS DE ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

La Maná, Julio 2017

Ing. Paco Jovanni Vásquez Carrera M.Sc.
C.I: 050175876-7
Lector 1

Ing. Fernando Jácome Alarcón. M.Sc
C.I: 050247562-7
Lector 2

Ing. Jessica Castillo Fiallos M.Sc.
C.I: 060459021-6
Lector 3

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la fuerza para salir adelante y permitirme compartir esta eterna alegría con todos mis seres amados.

A mi madre por su sacrificio y apoyo incondicional que supo darme para llegar a este punto de mi vida.

A mis queridos familiares quienes compartieron mis noches de desvelo y estuvieron conmigo en todo momento brindándome sus ánimos y apoyándome de todo corazón.

A mis amigos con quienes compartí muchas alegrías y tristezas en mi vida de estudiante, y estuvieron dispuestos a bríndame su ayuda desinteresadamente cuando lo necesité.

Luis

DEDICATORIA

A mi madre, por creer en mí y compartir sus palabras de aliento en esos momentos difíciles cuando llegue a pensar que no lo lograría, gracias por estar siempre conmigo y permitirme demostrar que, con esfuerzo y dedicación, todo es posible.

Luis



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA EL CONTROL DE UNA SELLADORA DE BOTELLAS DE ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO”

Autor: Cunalata Trávez Luis Felipe

RESUMEN

El presente trabajo de investigación establece la implementación y desarrollo de prácticas de automatización para el control de una selladora de botellas de accionamiento neumático, se proporciona una descripción sobre la tecnología utilizada en el proceso, debido al avance de la ciencia y la tecnología, día a día nos encontramos con nuevos retos con la finalidad de automatizar procesos que no requieran de la intervención del hombre, para mejorar la producción. Controlar la precisión del proceso neumático de sellado de botellas se convierte en la variable más importante a controlar, lograr que queden bien selladas las botellas, logrando evitar que se derrame líquido y evitar pérdidas de producción y costos. Manteniendo siempre aspectos de seguridad industrial para todo equipo.

Todos estos procesos son unidos mediante el Circuito Lógico Programable (PLC) y una pantalla HMI, por ser poderosas herramientas que controlan y monitorean procesos industriales en forma eficiente para efectuar la tarea completa de sellado, este circuito es la parte central en el control de la máquina, porque es el que se encarga desde el inicio de la activación hasta el mantener de manera constante cada ciclo, dependiendo de las señales de entrada, será su comportamiento hacia las señales de salida o actuadores. El módulo didáctico nos permite simular el proceso automático de sellado de botellas, los elementos que intervienen en el proceso de sellado de botellas logran medir, controlar, visualizar y modificar la presión del aire, además el proceso automático permite controlar los tiempos de operación de los elementos que intervienen en el proceso de traslado de las botellas mediante una banda transportadora.

Palabras claves: PLC, HMI, sellado.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITLE: "IMPLEMENTATION AND DEVELOPMENT OF AUTOMATION PRACTICES THROUGH A DYNAMIC MODULE WITH THE SIMATIC S7-1200 PLC FOR THE CONTROL OF A PNEUMATIC DRIVE BOTTLE SEALER"

Autor: Cunalata Trávez Luis Felipe

ABSTRACT

The present research work establishes the implementation and development of automation practices for the control of a pneumatic cylinder sealer, provides a description of the technology used in the process, due to the advance of science and technology, day to day we find new challenges with the aim of automating processes that do not require the intervention of man, to improve production. Controlling the precision of the pneumatic bottle sealing process becomes the most important variable to be controlled, ensuring that the bottles are well sealed, avoiding liquid spillage and avoiding production losses and costs.

All these processes are linked by the Programmable Logic Circuit (PLC) and an HMI screen, being powerful tools that control and monitor industrial processes in an efficient way to perform the complete sealing task, this circuit is the central part in the control of the machine, because it is the one that is in charge from the beginning of the activation to the constant maintenance of each cycle, depending on the input signals, will be its behavior towards the output signals or actuators. The didactic module allows us to simulate the automatic process of sealing bottles, the elements involved in the bottle sealing process manage to measure, control, visualize and modify the air pressure, in addition the automatic process allows controlling the operating times of the bottles. Elements that intervene in the process of transfer of the bottles through a conveyor belt.

Key words: *PLC, HMI, sealing.*



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Centro
de
Idiomas

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

CENTRO DE IDIOMAS

La Maná - Ecuador

CERTIFICACIÓN

En calidad de Docente del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná; en forma legal CERTIFICO que: La traducción de la descripción del Proyecto de Investigación al Idioma Inglés presentado por el señor egresado: Cunalata Trávez Luis Felipe **“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA EL CONTROL DE UNA SELLADORA DE BOTELLAS DE ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO”** lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

La Maná, 28 de Julio 2017

Atentamente

Ledo. Kevin Rivas Mendoza

DOCENTE

C.I. 1311248049

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIA.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
AVAL DE INGLES.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
1.1. Título del Proyecto	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	5
6.1. Objetivo General	5
6.2. Objetivos Específicos	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
8.1. Automatización	7
8.1.1. Niveles de automatización.....	7

8.1.2.	Tipos de Automatización.....	8
8.1.3.	Ventajas de la automatización	9
8.2.	Tipos y Clasificación de los Sistemas de Control	10
8.2.1.	Sistemas de control en lazo abierto	10
8.2.2.	Sistemas de control en lazo cerrado	10
8.2.3.	El sistema binario	11
8.2.4.	Los sistemas lógicos	11
8.3.	Controlador Lógico Programable.....	11
8.3.1.	Campos de aplicación del Automata Programable.....	12
8.4.	PLC S7- 1200	12
8.4.1.	Partes del PLC S7-1200	13
8.4.2.	Memoria	13
8.4.3.	Diseño escalable y flexible.....	14
8.4.4.	Módulos de comunicación.....	14
8.4.5.	Interfaz Profinet Integrada.....	14
8.4.6.	Funciones de la Interfaz	14
8.4.7.	CPU 1212C.....	14
8.4.8.	Corriente necesaria	15
8.4.9.	Dimensiones de montaje	16
8.5.	Los paneles	16
8.6.	Software de programación STEP 7	16
8.7.	Simatic WinCC Flexible	17
8.8.	Control industrial y el circuito de mando.....	17
8.8.1.	Circuito de potencia.....	18
8.8.2.	Contactador	18
8.8.3.	Relé térmico	18
8.8.4.	Interruptores automáticos	18
8.8.5.	Pulsadores.....	19
8.8.6.	Los sensores de proximidad	19
8.8.7.	Sensores para detectar el nivel de un líquido	20
8.8.8.	Interruptor de posición	20

8.9.	Neumática.....	20
8.9.1.	Propiedades físicas del aire	21
8.9.2.	Esquema representativo de los componentes de un sistema neumático.....	21
8.9.3.	El tratamiento del aire comprimido	22
8.10.	Compresores	22
8.11.	Actuadores neumáticos.....	22
8.11.1.	Cilindros de simple efecto	22
8.11.2.	Cilindro de doble efecto	23
8.12.	Electroválvulas	23
8.13.	Válvulas	24
9.	VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	24
9.1.	Comprobación de la hipótesis.....	25
9.2.	Comprobación de la hipótesis general.....	25
10.	METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	28
10.1.	Investigación de Campo	28
10.2.	Investigación Bibliográfica-Documental	29
10.3.	Métodos de Investigación.....	29
10.3.1.	El método inductivo	29
10.3.2.	El método deductivo.....	30
10.4.	Técnicas de Investigación	30
10.4.1.	La Entrevista.....	30
10.4.2.	La Encuesta	30
10.5.	Diseño experimental.....	31
10.6.	Población.....	31
11.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	31
11.1.	Datos Técnicos de los Equipos.....	32
11.1.1.	Compresor de aire.	32

11.1.2. Computadora.....	33
11.1.3. Definición de un PLC.....	33
11.1.4. Simatic Step 7 Basic V13 Sp2.....	39
11.1.5. HMI	39
11.1.6. Cilindros neumáticos.....	39
11.1.7. Válvula reguladora	40
11.1.8. Unidad de filtro.....	40
11.2. Programación del sellado de botellas	41
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	48
13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO.....	49
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	51
14.1. Conclusiones.....	51
14.2. Recomendaciones	52
15. BIBLIOGRAFÍA	53
16. ANEXOS	57
ANEXO 1: Fotografías del proceso de elaboración de estructura del módulo	57
ANEXO 2: Encuesta	57
ANEXO 3: Tabla de verificación del Chi cuadrado	57
ANEXO 4: Esquema de potencia del sellado de botellas.....	61
ANEXO 5: Esquema de control del sellado de botellas.....	62
ANEXO 6: Datos personales del Tutor del Proyecto de Investigación	63
ANEXO 7: Datos personales del Investigador	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Beneficiarios del Proyecto.....	4
Tabla 2: Actividades y Metodologías para los objetivos específicos.....	6
Tabla 3: Características del CPU 1212C.....	15
Tabla 4: Valores Observados Hipótesis General.....	31
Tabla 5: Valores esperados hipótesis general.....	31
Tabla 6: Técnicas e instrumentos.....	31
Tabla 7: Diseño experimental.....	31
Tabla 8: Características del CPU 1212c.....	35
Tabla 9: Dimensiones de montaje.....	36
Tabla 10: Requisitos de instalación.....	39
Tabla 11: Presupuesto del proyecto.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Niveles de la automatización.....	8
Figura 2: Sistemas de control en lazo abierto.....	10
Figura 3: Sistemas de control en lazo cerrado.....	11
Figura 4: Partes del PLC S7-1200.....	13
Figura 5: Dimensiones de montaje del equipo S7-1200.....	16
Figura 6: Partes de un relé térmico.....	18
Figura 7: Representación de pulsadores.....	19
Figura 8: Componentes de un sistema neumático.....	21
Figura 9: Cilindro de simple efecto.....	23
Figura 10: Cilindro de doble efecto.....	23
Figura 11: Distribución del Chi cuadrado.....	33
Figura 12: Compresor de aire.....	33
Figura 13: Componentes de un enlace de datos.....	35
Figura 14: Dimensiones de montaje.....	37
Figura 15: Espacio libre necesario.....	38
Figura 16: Cilindro neumático marca Festo.....	40
Figura 17: Válvula reguladora.....	40

Figura 18: Unidad de filtro	41
Figura 19: Utilización del Software Tia Portal.....	42
Figura 20: Crear proyecto.....	42
Figura 21: Vista previa del programa.....	43
Figura 22: Cargar CPU	43
Figura 23: Configuraciones del PLC.	444
Figura 24: Configuraciones de red del PLC.	44
Figura 25: Proceso del sellado de botellas.....	45
Figura 26: Tabla de variables	46
Figura 27: Conexión KTP Y PLC	46
Figura 28: Programación de botones, luces, equipos, válvulas, motores, pistones y animaciones en la KTP.....	46
Figura 29: Cargar elemento a programación.	47
Figura 30: Proceso de sellado de botellas.....	47

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1. Título del Proyecto

“IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO DE PRÁCTICAS DE AUTOMATIZACIÓN A TRAVÉS DE UN MÓDULO DIDÁCTICO CON EL PLC SIMATIC S7-1200 PARA EL CONTROL DE UNA SELLADORA DE BOTELLAS DE ACCIONAMIENTO NEUMÁTICO”

Fecha de inicio: La Maná 19 de Octubre del 2016

Fecha de finalización: La Maná 15 de Julio del 2017

Lugar de ejecución: Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná

Facultad que auspicia: Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia: Ingeniería Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado

Equipo de Trabajo

Tutor de titulación: PhD. Yoandrys Morales Tamayo

Coordinador del proyecto: Cunalata Trávez Luis Felipe

Área de Conocimiento: Ingeniería, Industria y Construcción

Línea de investigación

El proyecto a realizarse esta sujeto según los lineamientos de investigación de la institución al punto “procesos industriales” de acuerdo a las diferentes características técnicas y científicas. Las investigaciones enmarcadas en esta línea se enfocará en el potenciamiento y desarrollo de tecnologías y procesos destinados a mejorar y tecnificar los procesos tradicionales sujetos en la industria de nuestro país. Así como la automatización de sistemas que reemplace la intervención directa del humano.

Sub líneas de investigación de la Carrera

Sistemas mecatrónicos y automatización industrial

2. RESUMEN DEL PROYECTO

El presente trabajo de investigación establece la implementación y desarrollo de prácticas de automatización para el control de una selladora de botellas de accionamiento neumático, se proporciona una descripción sobre la tecnología utilizada en el proceso, debido al avance de la ciencia y la tecnología, día a día nos encontramos con nuevos retos con la finalidad de automatizar procesos que no requieran de la intervención del hombre, para mejorar la producción. Controlar la precisión del proceso neumático de sellado de botellas se convierte en la variable más importante a controlar, lograr que queden bien selladas las botellas, logrando evitar que se derrame líquido y evitar pérdidas de producción y costos. Manteniendo siempre aspectos de seguridad industrial para todo equipo.

Todos estos procesos son unidos mediante el Circuito Lógico Programable (PLC) y una pantalla HMI, por ser poderosas herramientas que controlan y monitorean procesos industriales en forma eficiente para efectuar la tarea completa de sellado, este circuito es la parte central en el control de la máquina, porque es el que se encarga desde el inicio de la activación hasta el mantener de manera constante cada ciclo, dependiendo de las señales de entrada, será su comportamiento hacia las señales de salida o actuadores. El módulo didáctico nos permite simular el proceso automático de sellado de botellas, los elementos que intervienen en el proceso de sellado de botellas logran medir, controlar, visualizar y modificar la presión del aire, además el proceso automático permite controlar los tiempos de operación de los elementos que intervienen en el proceso de traslado de las botellas mediante una banda transportadora.

Palabras claves: PLC, HMI, sellado.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación comprenderá la implementación y desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC SIMATIC S7 1200 para el control de una selladora de botellas de accionamiento neumático, se justifica en base al proceso que se lleva a cabo en diferentes empresas en el sellado de botellas, lograr un sellado óptimo que permita mejorar el nivel de producción, la higiene en el proceso de envasado, calidad de producto terminado, ahorro de costo en el proceso de producción y aplicar las buenas prácticas de manufactura.

El desarrollo de la ciencia y tecnología ha permitido mejorar nuestro estilo de vida, facilitando nuestras labores cotidianas y mejorado los procesos de fabricación en las industrias, generando una mayor riqueza, gran parte de estos beneficios se han logrado como resultado de un sin número de investigaciones que han permitido obtener sistemas automáticos creados a partir de conceptos básicos de diferentes ciencias y ramas de la industria.

La aplicación de esta tecnología sigue abriendo una gran demanda dentro de los procesos de fabricación industrial controlados por medios automáticos, provocando la necesidad de contar con alternativas al momento de recuperar este tipo de maquinaria, ya sea por los desperfectos causados por su uso continuo o por la necesidad de aumentar su rendimiento. Por lo general realizar una reposición completa de estos equipos resulta muy costoso, la aplicación del mantenimiento preventivo es importante para el mantenimiento de esta tecnología.

El impacto que tendrá este proyecto de investigación, será que los estudiantes que se gradúen en la institución estén capacitados para diseñar, desarrollar y ejecutar procesos de automatización que se requieran implementar en las industrias del país. Este proyecto será utilizado para mejorar la capacidad pedagógica de la institución, permitiendo que los estudiantes puedan recibir una formación teórica-práctica de calidad apegados a la nueva tecnología, la misma que hoy en día se encuentra en mayor cantidad debido a los grandes avances científicos y demanda de productos en general.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Se pueden identificar dos tipos de beneficiarios.- Directos e indirectos.

Tabla 1: Beneficiarios del Proyecto

Beneficiarios Directos	Beneficiarios Indirectos
Alumnos legalmente matriculados en la Carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.	Alumnos de la Carrera de Electromecánica y docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Matriz.

Fuente: Secretaría Académica Periodo Abril – Agosto 2017

Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La formación técnica profesional en Ingeniería Electromecánica es una de las áreas más requeridas en las industrias ecuatorianas, debido a que está completamente ligada a los procesos de elaboración del producto. Para ello se debe incrementar el conocimiento práctico en una manera que el estudiante al culminar sus estudios universitarios esté en condiciones de diseñar, construir y automatizar procesos de producción vinculados con la industria alimenticia.

La situación actual, debido al corto periodo de tiempo en que se imparten las asignaturas de autómatas programables y control eléctrico, ha dado como resultado que el estudiante aprenda conceptos, análisis, teorías, leyes, y ejecución de prácticas básicas de control y programación. Esta situación problemática ha permitido ser objeto de estudio para encontrar las soluciones respectivas en beneficio de la comunidad universitaria y la sociedad. Es por aquello que se ha visto la necesidad de actualizar parte de los equipos del laboratorio de la carrera y alcanzar la complementación de la teoría con la práctica, permitiendo ejecutar procesos iguales a los que se utilizan en las industrias actuales.

En la actualidad el avance tecnológico global ha permitido que los procesos de automatización industrial se hayan convirtiendo en un método de producción eficaz, entregando el producto terminado con una mejor calidad. La construcción y diseño de estos sistemas automatizados se desarrollan gracias al conocimiento de los ingenieros, quienes debieron tener una formación clara y precisa en su institución de formación.

En el ámbito nacional el cambio de la matriz productiva en el Ecuador, trae consigo oportunidades de creación de nuevas empresas, las cuales requerirán de personas capaces para desarrollar y controlar sus tecnologías de automatización, provocando plazas de empleo para profesionales Electromecánicos.

En el ámbito local los estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, encontrarán lugares donde aprender y aplicar sus conocimientos de automatización, impartidos gracias a la creación de los módulos didácticos de automatización industrial de última tecnología.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

- Implementar un módulo didáctico con el PLC SIMATIC S7-1200 para el control de una selladora de botellas de accionamiento neumático.

6.2. Objetivos Específicos

- Construir y ensamblar la estructura física del módulo didáctico para implementar los equipos de fuerza y control del proyecto.
- Modificar la programación del PLC para controlar la simulación del proceso de sellado de botellas.
- Sistematizar todos los equipos que contendrá el modulo didáctico para demostrar un proceso automático.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 2: Actividades y Metodologías para los objetivos específicos

Objetivos	Actividad	Resultados de la actividades	Descripción de la actividad
Construir y ensamblar la estructura física del módulo didáctico para implementar los diferentes equipos y accesorios eléctricos del proyecto.	Diseñar la estructura física del módulo didáctico.	Obtención de un diseño confiable, seguro y didáctico.	Se utilizará el programa Auto Cap, como herramienta de diseño para la estructura del módulo didáctico.
	Adquirir los materiales necesarios para su construcción.	Obtención de materiales de buena calidad, para una larga vida útil.	Se verificará las proformas y calidad del material en diferentes sitios de venta.
	Ensamblar los materiales con las dimensiones establecidas del módulo didáctico.	Obtención de una estructura adecuada para el montaje de los diferentes equipos.	Se utilizará la soldadora de arco eléctrico y herramientas técnicas, para el ensamble de la estructura.
Modificar la programación del PLC para controlar la simulación del proceso de sellado de botellas.	Adquirir el programa STEP 7 V13. Instalar el programa STEP 7 V13 en el ordenador.	Obtención de la herramienta adecuada para la programación de PLC SIMATIC S7-1200	Se utilizará la licencia correspondiente del programa STEP 7 V 13, para instalarlo en el ordenador adecuado a sus características.
	Crear el programa en el PLC.	Obtención de una correcta funcionalidad del Autómata Lógico Programable.	Se utilizará el manual STEP 7 V13, como base para la correcta ejecución de la programación del PLC.
	Adquirir el programa WIN CC.	Obtención de la herramienta adecuada para diseñar el proceso de la simulación.	Se adquirirá la licencia del programa para poder ejecutarlo.
	Realizar el diseño en la pantalla TOUCH.	Obtener gráficamente el proceso en el panel.	Se diseñará el proceso y se procederá a dibujarlo.
Sistematizar todos los equipos que contendrá el módulo didáctico para demostrar un proceso automático.	Montar los equipos de control, fuerza y montar los accesorios.	Obtención de un diseño didáctico y funcional.	Se instalarán todos los dispositivos eléctricos, como PLC, contactores, breaker de protección, relés y accesorios como regletas, terminales, etc.
	Unir eléctricamente todos los dispositivos eléctricos y mostrar un proceso automático.	Obtención de una correcta circulación de la corriente y voltaje y datos.	Utilización de cálculos en conductores y conexión adecuada del módulo.

Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Automatización

Es la sustitución de la acción humana por mecanismos, independientes o no entre sí, movidos por una fuente de energía exterior, capaces de realizar ciclos completos de operaciones que se pueden repetir indefinidamente. Un sistema automático supone siempre la existencia de una fuente de energía, de unos órganos de mando, que son los que ordenan el ciclo a realizar, y de unos órganos de trabajo, que son los que los ejecutan.

Según el grado de automatización puede hablarse de dos niveles completo y parcial. La automatización completa se prefiere en la producción masiva de productos homogéneos en ciclo continuo (botellas de vidrio, fármacos, etcétera), mientras que la automatización parcial es propia de la producción variable y limitada (CEMBRADOS, 2008, pág. 2).

8.1.1. Niveles de automatización

Dentro de la estructura de una empresa, independiente de su naturaleza, los procesos a automatizar son múltiples y variados; la Oficina Nacional de Normas (NBS), con el objetivo de aclarar conceptos, ha definido el modelo de automatización integral de una empresa identificando los diferentes niveles que se pueden encontrar, afín de estructurar e integrar sus fases de producción, diseño y gestión.

Nivel 0: En este nivel, se encuentran el conjunto de dispositivos, procesos y equipos en general con los que se realizan las operaciones elementales de producción y control en la planta de producción. En este nivel, también se incluyen los dispositivos de campo que permiten al operador interactuar con el proceso, como son los sensores, las pantallas, los paneles de operador, las alarmas, etcétera.

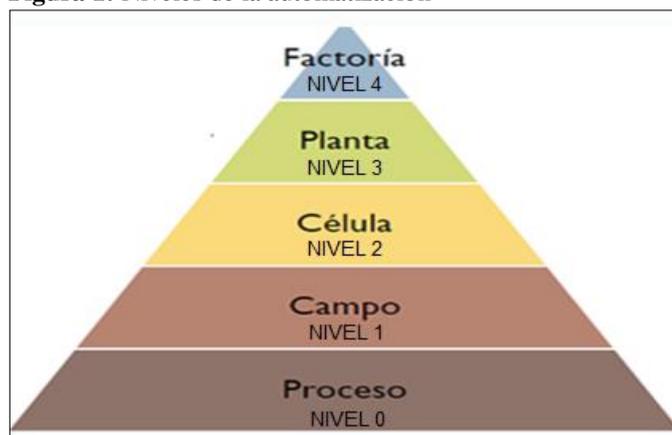
Nivel 1: En el siguiente nivel, se encuentran el conjunto de dispositivos lógicos de control, como son los autómatas programables, las tarjetas de control, los ordenadores industriales y cualquier equipo programable orientado al control y a la automatización de procesos.

Nivel 2: A este nivel, se asignan las tareas de supervisión y control, como son la adquisición y el tratamiento de datos generales de producción, la monitorización de procesos mediante programas SCADA, la gestión de alarmas y asistencias, el mantenimiento correctivo y preventivo, la programación a corto plazo, el control de calidad, la sincronización de las diferentes células de trabajo en que está dividida la planta y todo el proceso de producción, la coordinación de transporte, el aprovisionamiento de líneas, el seguimiento de lotes, el conseguimiento de órdenes de trabajo, etcétera.

Nivel 3: El nivel de planificación tiene como misión la programación de la producción, la gestión de compras, el análisis de los costes de fabricación, el control de inventarios, la gestión de recursos de fabricación, la gestión de calidad y la gestión de mantenimiento.

Nivel 4: Es el nivel corporativo, se realizan las tareas de gestión comercial, marketing, planificación estratégica, planificación financiera y administrativa, gestión de recursos humanos, ingeniería de producto, ingeniería de proceso, gestión de tecnología, gestión de sistemas de información (GUADAYOL & MEDINA, 2010, págs. 13-14).

Figura 1: Niveles de la automatización



Fuente: (GUADAYOL & MEDINA, 2010, pág. 14).

8.1.2. Tipos de Automatización

La automatización industrial se puede clasificar atendiendo a diferentes criterios. Según la clasificación más extendida, la automatización industrial se agrupo en torno a tres tipos:

- La automatización fija.- es un tipo de automatización empleada cuando el volumen de producción es muy alto. Esta automatización está asociada a la utilización de sistemas lógicos, como son las compuertas lógicas. Se trata de un sistema de operación con secuencias fijas en torno a una configuración de los equipos que lo forman. Actualmente este tipo se ha ido flexibilizando debido a la introducción de distintos elementos programables como los Controladores Lógicos Programables o PLC.
- La automatización programable.- es un sistema de fabricación que dispone de una serie de equipos diseñados para poder modificar la secuencia en las operaciones con el objetivo de adecuarse a la fabricación de distintos productos. Esta adecuación en la producción se realiza mediante un programa.
Se utiliza cuando tenemos un volumen de producción baja y diversidad en la producción. Se aplica en robots industriales y en máquinas con “Control Numérico por Computadora” (CNC).
- La automatización flexible.- nos referimos a una extensión de la automatización programable. Suele constituirse por extensiones de trabajo interconectadas por sistemas de manipulación y almacenamiento de materiales, que son controlados por una computadora. La automatización flexible permite sistemas de fabricación donde se pueden modificar tanto los programas como la relación entre los elementos. Es adecuada para una producción de tipo medio (RUIZ, 2012, pág. 15).

8.1.3. Ventajas de la automatización

Existen numerosas ventajas como por ejemplo:

- Asegurar el funcionamiento y repetitividad de maniobras y operaciones.
- Facilitar y simplificar el manejo de los procesos productivos.
- Reducir el número de averías, y si se producen, repararlas lo más pronto posible.
- Controlar las instalaciones y procesos de fabricación con la finalidad de obtener datos.

- Facilitar la gestión y la planificación de la producción (SOLBES R. , 2014, pág. 17).

8.2. Tipos y Clasificación de los Sistemas de Control

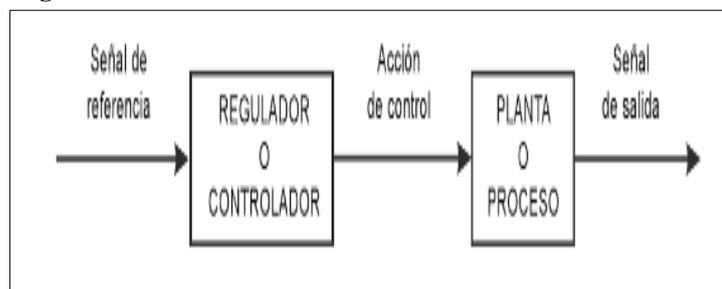
Los sistemas de control manipulan de alguna manera una o varias entradas (acción de control) para influenciar en el comportamiento de una o más salidas y, así poder controlarlo y predecirlo, con independencia de las perturbaciones que ataquen al sistema.

Los sistemas de control automático se clasifican dependiendo del criterio elegido, como puede ser la forma en la que procesan la información, la dependencia con el tiempo, la linealidad de los componentes, las señales que tratan etcétera.

8.2.1. Sistemas de control en lazo abierto

Son aquellos que actúan sobre la planta o el proceso sin considerar el valor de la señal de salida, esto es, la salida no se compara con la entrada. En estos casos, la salida no se utiliza como señal de retroalimentación; por tanto, para cada entrada de referencia corresponde una condición de operación prefijada.

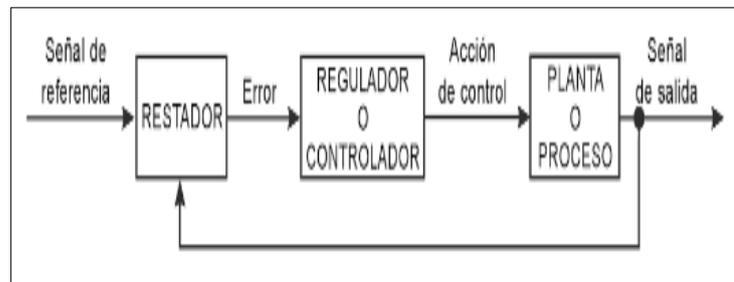
Figura 2: Sistemas de control en lazo abierto



Fuente: (VALDIVIA, 2012, pág. 13).

8.2.2. Sistemas de control en lazo cerrado

En los sistemas de control de lazo cerrado, la señal de salida se compara con la señal de referencia para obtener una señal de error. La señal de error obtenida entra al regulador o controlador para que este actúe sobre la planta o el proceso y reducir el error, llevando la salida del sistema al valor deseado.

Figura 3: Sistemas de control el lazo cerrado

Fuente: (VALDIVIA, 2012, pág. 13).

8.2.3. El sistema binario

El sistema binario, en matemáticas, es un sistema de numeración en el que los números se representan utilizando solamente las cifras cero y uno (0 y 1). Una variable binaria, también llamada booleana, si toma únicamente dos valores perfectamente diferenciados, que simbólicamente se designan por 0 y 1. Estos símbolos se pueden asociar a los términos: si-no, todo –nada, abierto- cerrado, tensión alta- baja, accionado- no accionado.

Existen un gran número de dispositivos eléctricos, electrónicos, neumáticos o magnitudes físicas que tienen dos estados posibles claramente definidos, a los que se le asigna los valores 0 y 1, pudiéndose aplicar las leyes del álgebra de Boole (álgebra especial para el sistema binario). Un contacto eléctrico se puede representar por la letra a, teniendo dos estados posibles: abierto y cerrado (RUIZ & MOLINA, 2010, pág. 205).

8.2.4. Los sistemas lógicos

En electrónica digital, un dígito binario (1 o 0) se denomina bit. Un bit se caracteriza por dos niveles de tensión. Si la tensión más positiva se considera el nivel 1, se dice que este sistema emplea lógica positiva. En caso contrario se considera un sistema lógico negativo (RUIZ & MOLINA, 2010, pág. 206).

8.3. Controlador Lógico Programable

Un controlador lógico programable (PLC) es una forma especial de controlador basado en procesador que usa una memoria programable para almacenar instrucciones e implementar

funciones tales como: lógica, secuenciamiento, temporizaciones, conteo y aritmética; con el objetivo de controlar máquinas y procesos, son diseñados para operar por ingenieros con conocimiento limitado de computadoras y lenguajes de computación estos son:

- Robustos y diseñados para recibir vibraciones, temperaturas, humedad y ruido.
- Son fáciles de programar y tienen un lenguaje de programación fácil de comprender el cuales principalmente concierne con operaciones lógicas y de conmutación (RAMIREZ, MORENO, & CABRERA, 2011, pág. 16).

8.3.1. Campos de aplicación del Autómata Programable

El autómata programable industrial, por sus especiales características de diseño, tiene un campo de aplicación muy extenso. La constante evolución del hardware y software amplía constantemente este campo para poder satisfacer las necesidades que se detectan en el espectro de sus posibilidades reales. Su utilización se da fundamentalmente en aquellas instalaciones en donde es necesario un proceso de maniobra, control, señalización, etcétera.; por tanto, su aplicación abarca desde procesos de fabricación industrial, de cualquier tipo, a transformaciones industriales, control de instalaciones (BARBADO, MARTÍN, & APARICIO, 2013, pág. 228).

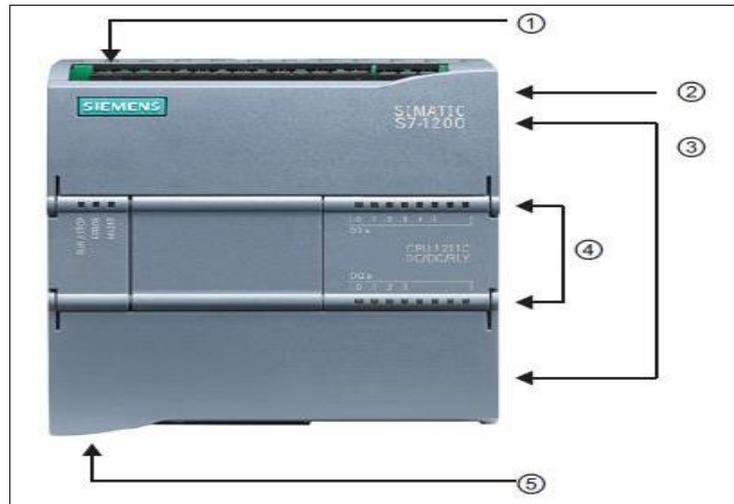
8.4. PLC S7- 1200

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y la capacidad de controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas tareas de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones. 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, esta 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.

8.4.1. Partes del PLC S7-1200

Figura 4: Partes del PLC S7-1200



Fuente: (Manual del fabricante).

- Conector de corriente
- Ranura para la tarjeta de memoria (debajo de la tapa superior).
- Conectores extraíble para el cableado de usuario (detrás de las tapas).
- LEDs de estado para las E/S integradas
- Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU)

8.4.2. Memoria

Hasta 50 KB de memoria de trabajo en el controlador, con libre configuración del tamaño de memoria de programa y de datos de usuario. Además, el controlador posee hasta 2 MB de memoria de carga integrada y 2 KB de memoria de datos remanente. Con la SIMATIC Memory Card opcional pueden transferirse fácilmente programas a varias CPU. La tarjeta también puede utilizarse para guardar diversos archivos o para actualizar el firmware del controlador.

8.4.3. Diseño escalable y flexible

Módulos 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 adicionales.

Signal Boards.- Una Signal Board puede enchufarse directamente a una 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 de SIMATIC S7-1200 garantiza que siempre se podrá modificar el controlador para adaptarlo perfectamente a cualquier necesidad.

8.4.4. Módulos de comunicación

La gama S7-1200 provee módulos de comunicación (CMs) que ofrecen funciones adicionales para el sistema. Hay dos módulos de comunicación, a saber: RS232 y RS485.

- La CPU soporta como máximo 3 módulos de comunicación, todo CM se conecta en lado izquierdo de la CPU (o en lado izquierdo de otro CM).

8.4.5. Interfaz Profinet Integrada

El PROFINE TIO- CONtroller posibilita la conexión de equipos PROFINET. La interfaz PROFINET integrada puede usarse indistintamente para la programación o la comunicación HMI o de CPU a CPU. Además permite la comunicación con otros equipos de otros de otros fabricantes mediante protocolos abiertos de Ethernet.

8.4.6. Funciones de la Interfaz

Entradas de alta velocidad.- el nuevo controlador SIMATIC S7-1200 posee hasta 6 controladores de alta velocidad. Hay tres entradas de 100 KHz y otras tres de 30 KHz perfectamente integradas para funciones de contaje y medición.

8.4.7. CPU 1212C

Tabla 3: CARACTERÍSTICAS DEL CPU 1212C

Función		CPU 1212C
Dimensiones físicas mm		90x100x75
Memoria de usuario	Trabajo	25KB
	Carga	1MB
	Remanente	2KB
E/S integradas locales	Digital	8 entradas/ 6 salidas
	Analógico	2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	Entrada (I)	1024 bytes
	Salida (Q)	1024 bytes
Áreas de marcas (M)		4096 bytes
Ampliación con módulo de señales (SM)		2
Signal board (SB) o placa de comunicación (SB)		1
Módulo de comunicación (CM) (ampliación en el lado izquierdo)		3
Contadores rápidos	Total	4
	Fase simple	3 a 100 KHz / 1 a 30KHz
	Fase cuadratura	3 a 80 KHz / 1 a 20 KHz
Generador de impulsos		2
Memory card		Memory card (opcional)
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real		Típico 10 días / 6 días a 40 °C
PROFINET		1 puerto de comunicación Ethernet
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales		18 μ s / instrucción
Velocidad de ejecución booleana		0.1 μ s / instrucción

Fuente: Manual del fabricante

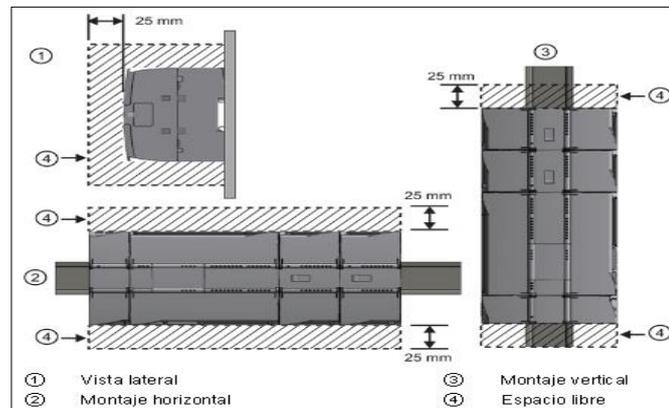
8.4.8. Corriente necesaria

La CPU dispone de una fuente de alimentación interna que suministra energía eléctrica a la CPU, los módulos de señales, la Signal Board y los módulos de comunicación, así como los otros consumidores de 24 V DC. El CPU ofrece una alimentación de sensores de 24 V DC a las entradas y bobinas de relés de los módulos de señales, así como a otros consumidores. Si los requisitos de corriente de 24 V DC exceden la capacidad de alimentación de los sensores, es preciso añadir una fuente de alimentación externa de 24 V DC al sistema.

8.4.9. Dimensiones de montaje

Al planificar la disposición del sistema S7- 1200, prevea espacio suficiente para el cableado y la conexión de los cables de comunicación.

Figura N° 5: Dimensiones de montaje del equipo S7-1200



Fuente: Manual del fabricante

8.5. Los paneles

En muchos casos, es posible mejorar aún más el funcionamiento de máquinas o aplicaciones sencillas, recurriendo a elementos adicionales para la visualización. Los paneles de la gama SIMATIC HMI Basic Panels y su funcionalidad básica permiten obtener un potencial de rentabilidad que abre la puerta a nuevas posibilidades para unas soluciones de automatización creativas. Los paneles de la gama SIMATIC HMI Basic Panels ofrecen pantallas táctiles gráficas de alto contraste, con teclas de función táctiles, funcionalidad básica de red y comunicación homogénea, características todas que los hacen perfectos para las aplicaciones del nuevo SIMATIC S7-1200.

8.6. Software de programación STEP 7 V13

STEP7 ofrece un entorno confortable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como controladores y dispositivos HMI.

Para poder encontrar la información necesaria, STEP 7 ofrece un completo sistema de ayuda en pantalla.

- KOP (esquema de contactos) es un lenguaje de programación gráfico. Su representación es similar a los esquemas de los circuitos.
- FUP (diagrama de funciones) es un lenguaje de programación que se basa en los símbolos lógicos empleados en el álgebra booleana.
- SCL (Structured Control Language) es un lenguaje de programación de alto nivel basado en texto.

8.7. Simatic WinCC Flexible

SIMATIC WinCC flexible es el innovador software HMI ejecutable en Windows para todas las aplicaciones a pie de máquina en el ámbito de la construcción de maquinaria, maquinaria de serie e instalaciones. La gama de paneles de mando abarca desde los Micro Panels, que están pensados para aplicaciones con controladores SIMATIC S7-200, hasta soluciones locales con SIMATIC Panel PC (BERGER, 2012, pág. 287).

8.8. Control industrial y el circuito de mando

En el circuito de mando se establece la lógica del automatismo mediante cables conductores, incluyéndose los dispositivos que reciben información de los diferentes elementos captadores. El circuito de mando debe establecerse para que sea capaz de proporcionar un control sobre la máquina (circuito de potencia y, en su diseño, es muy importante considerar que lo prioritario es mantener la integridad de los operarios que interactúan con mandos de control manual. Generalmente, los circuitos de mando se establecen a cierta distancia de los circuitos de potencia. Esto evita que los operarios tengan que hacer desplazamientos innecesarios en el control de proceso. El principio de funcionamiento de los circuitos de mando se puede asemejar al de una computadora o un PC, ya que, una vez activados esperan a que se produzca un evento o que se le asigne una orden (GUERRERO, 2012, Pág.45).

8.8.1. Circuito de potencia

Los circuitos de potencia o fuerza se encargan de ejecutar las ordenes (movimientos de máquinas, conexión de la iluminación de un local, etcétera.) establecidas en el circuito de mando.

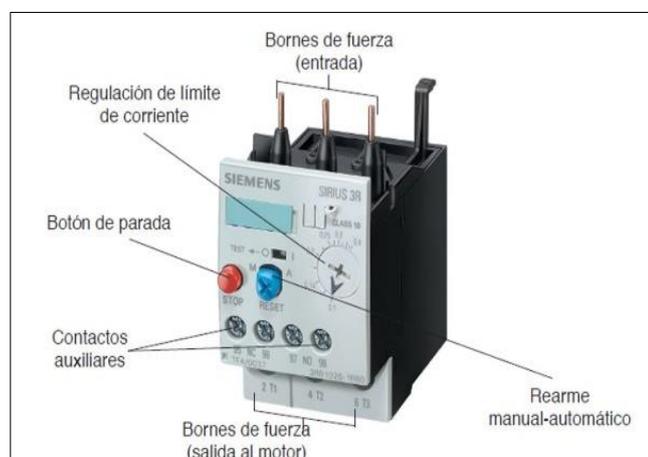
8.8.2. Contactor

Es un dispositivo de conexión y desconexión de circuitos de fuerza, utilizado en prácticamente la totalidad de las instalaciones de automatismos industriales para controlar la apertura o cierre de la alimentación eléctrica hacia los receptores terminales de los circuitos. La apertura o cierre que ofrece el contactor se realiza a través de una bobina (electroimán), situada en el circuito de maniobra asociado al automatismo que se desea controlar.

8.8.3. Relé térmico

Aparato cuya función es la protección de circuitos y receptores contra corriente de sobrecarga (sobreintensidad), que supera la intensidad nominal asignada, sobreintensidad: toda corriente superior a un valor asignado (RÓLDAN, 2011, pág. 32).

Figura 6: Partes de un relé térmico



Fuente: (RODRIGUEZ, 2011).

8.8.4. Interruptores automáticos

Interruptor capaz de establecer, mantener e interrumpir las intensidades de corriente de servicio, o de establecer e interrumpir automáticamente, en condiciones determinadas intensidades de corriente anormalmente elevadas, tales como las corrientes de cortocircuito.

Los interruptores automáticos pueden ser con protección magnética y magnetotérmica.

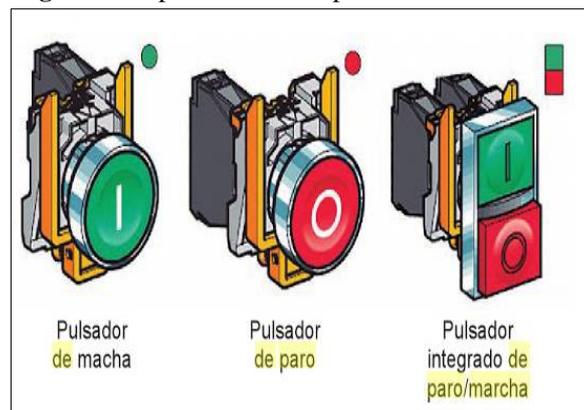
8.8.5. Pulsadores

Se caracteriza porque una vez activados, únicamente se mantienen en este estado mientras dure la presión sobre su superficie, en el momento que se dejan de presionar un pulsador, este vuelve a su estado de reposo. Son, sin lugar en duda, los dispositivos de maniobra más utilizados en los circuitos de mando de las instalaciones de automatismos industriales.

Generalmente, se codifican bajo un código de colores, siendo:

- De color verde, el pulsador de marcha. Tendrá asociado un contacto normalmente abierto (NO), de color rojo, el pulsador de paro. Tendrá asociado un contacto normalmente cerrado (NC).

Figura 7: Representación de pulsadores



Fuente: (RODRIGUEZ, CERDA & SÁNCHEZ, 2014, pág. 208).

8.8.6. Los sensores de proximidad

El sensor, también llamado transductor o captador es un dispositivo capaz de transformar una magnitud física en una magnitud eléctrica. Los detectores de proximidad revelan la presencia de un elemento dentro de su campo de acción entre el sensor y el elemento a detectar no existe un contacto físico, con lo que no existe un desgaste al no haber piezas en movimiento.

- **Sensores de proximidad inductivos.-** Es un sensor de presencia que se emplea principalmente para la detección de materiales metálicos. Funciona a base de generar un campo electromagnético alterno mediante una bobina delante de una cara sensible o activa y con una frecuencia alta (entre 100 y 500 Hz) mediante un oscilador. Cuando un objeto metálico se sitúa dentro de su campo de detención, se inducen unas corrientes parasitas en él (CERDÁ, 2014, pág. 265).
- **Sensores de proximidad capacitivos.-** Los sensores de proximidad de tipo capacitivo son de aspecto similar a los de tipo inductivo. En este caso, en vez de crear un campo electromagnético crea un campo electrostático. Se basan en funcionar de manera similar al condensador. La cara activa del sensor actúa como una de las placas del condensador y la otra placa se considera tierra (CERDÁ, 2014, pág. 266).

8.8.7. Sensores para detectar el nivel de un líquido

Sensor capacitivo. Se tiene un condensador sumergido en el líquido, de tal manera que el dieléctrico sea el propio líquido o el aire sobre este. Es función del nivel del líquido variara la capacidad del condensador. Método común para medir el nivel de combustible en aviación.

Sensor Óptico (fotodetector difuso). Se coloca el fotodetector sobre el dispositivo, el cual emite un haz de luz infrarroja. Cuando el líquido este suficientemente cerca del captador, este emitirá un pulso, depósito lleno (LÓPEZ, 2015, pág. 99).

8.8.8. Interruptor de posición

El interruptor de posición, también llamada final de carrera es un dispositivo electromecánico, similar a los interruptores, el cual se acciona de manera mecánica por el contacto de un objeto móvil sobre él. Se emplea para detectar la posición concreta y definida de un objeto que se desplaza por una trayectoria fija y conocida.

8.9. Neumática

La palabra neumática se refiere al estudio del movimiento del aire. Los sistemas de aire comprimido proporcionan un movimiento controlado con el empleo de cilindros y motores

neumáticos, y se aplican en herramientas, válvulas de control y posicionadores, martillos neumáticos, pistolas para pintar, motores neumáticos, sistemas de empaquetado, elevadores, herramientas de impacto, prensas neumáticas, robots industriales, vibradores, frenos neumáticos (CREUS, 2011, pág. 1).

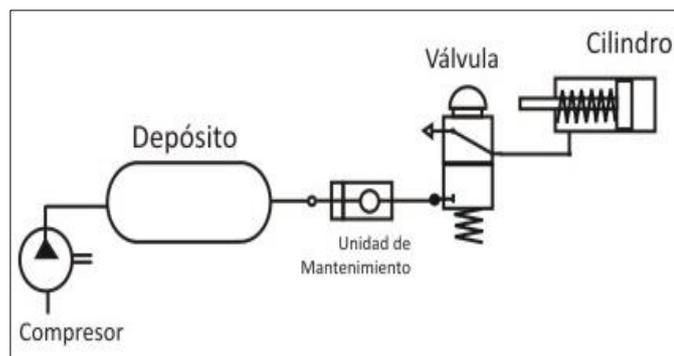
8.9.1. Propiedades físicas del aire

La fuente de energía de un sistema neumático se obtiene del aire comprimido y para entender cómo es que se logra obtenerlo es importante conocer las propiedades físicas del aire.

- **Comprensibilidad.-** El aire, así como todos los gases, tiene la propiedad de ocupar todo el volumen de cualquier recipiente, adquiriendo su forma propia. Así, podemos encerrarlo en un recipiente con un volumen determinado y posteriormente provocarle una reducción de su volumen usando una de sus propiedades la comprensibilidad. Podemos concluir que el aire permite reducir su volumen cuando está sujeto a la acción de una fuerza exterior.
- **Elasticidad.-** Propiedad que permite al aire volver a su volumen inicial una vez desaparecida la presión o el efecto de una fuerza aplicada.
- **Expansibilidad.-** Propiedad del aire que le permite ocupar totalmente el volumen de cualquier recipiente, adquiriendo su forma (SATURDINO & SORIA, 2013, pág. 230).

8.9.2. Esquema representativo de los componentes de un sistema neumático

Figura 8: Componentes de un sistema neumático



Fuente: (MARTINEZ, 2014).

8.9.3. El tratamiento del aire comprimido

La producción de aire comprimido la realizan los compresores. Una vez libre de impurezas y humedad el aire comprimido pasa a la red general de la que se alimentan los diversos equipos neumáticos. La alimentación a cada equipo atraviesa unos acondicionadores del aire, que constan de un filtro, un regulador de presión y un nebulizador (VALENTÍN, 2012, pág. 6).

8.10. Compresores

Son los encargados de proporcionar el aire a presión en una instalación neumática. Las características más importantes a tener en cuenta en este elemento son el caudal que proporciona y la relación de compresión o presión máxima que es capaz de alcanzar. Los compresores más comunes pueden ser alternativos de pistón, centrífugos y de tornillo.

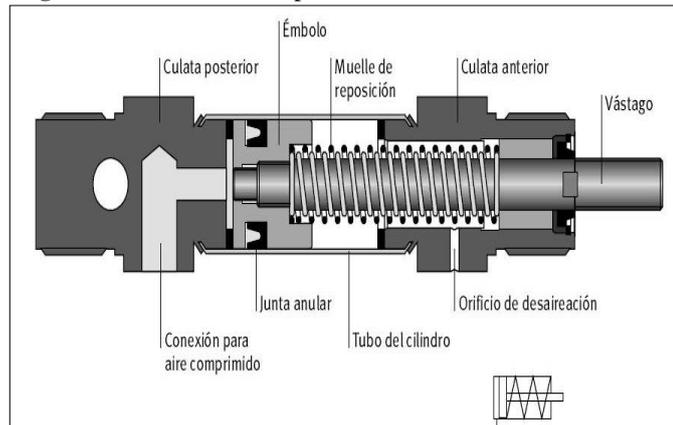
Los depósitos como parte de una instalación sirven de almacenamiento de aire comprimido para amortiguar las demandas de aire. Haciendo que los compresores reduzcan su trabajo. Existen de diversas formas y tamaños, siendo las necesidades de la instalación las que determinen estas características (Serrano et al, 2009, pág. 30).

8.11. Actuadores neumáticos

Son los elementos encargados de transformar la energía que proviene del aire comprimido en energía mecánica ya sea de rotación, como es el caso de motores, o energía mecánica lineal, como ocurre en los cilindros.

8.11.1. Cilindros de simple efecto

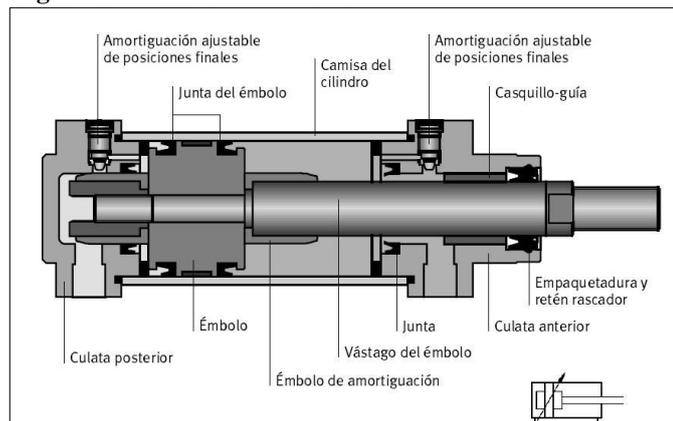
En los cilindros de simple efecto el émbolo recibe el aire comprimido por una sola cámara. Estos cilindros solo pueden ejecutar el trabajo en un sentido. Este sentido se conoce como carrera de trabajo. El sentido contrario o de retorno pueden tener lugar por la acción de un muelle incorporado o bien por otro tipo de fuerza externa.

Figura 9: Cilindro de simple efecto

Fuente: (MORALES, 2014).

8.11.2. Cilindro de doble efecto

En los cilindros de doble efecto el émbolo recibe el aire comprimido alternativamente por ambos lados. Con esto se consigue que el cilindro pueda trabajar en ambos sentidos, tanto en la carrera de avance como la de retroceso.

Figura 10: Cilindro de doble efecto

Fuente: (CASTILLO, 2014).

8.12. Electroválvulas

Las electroválvulas o válvulas electromagnéticas son elementos mixtos que, mediante una señal eléctrica exterior, efectúan las funciones propias de las válvulas distribuidoras. La parte

fundamental de la electroválvula es el electroimán, capaz de mover directamente el distribuidor, si el caudal es pequeño o bien por medio del mando indirecto.

8.13. Válvulas

Son los dispositivos de control para los actuadores o automatismos neumático. Son capaces de controlar el sentido, la presión y el caudal del aire que las atraviesa.

- **Válvulas distribuidoras.-** Encargadas de abrir o cerrar un circuito, cambiar el sentido del flujo, etcétera.
- **Válvulas antirretorno:** Encargadas de permitir en un único sentido el paso del fluido.
- **Válvulas reguladoras de a presión.-** Regulan la presión del fluido en una instalación neumática.
- **Válvulas reguladoras de caudal.-** Regulan el caudal que pueda necesitar por ejemplo, un actuador (SERRANO et al, 2009, pág. 31).

9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

La implementación y desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC SIMATIC S7-1200 para el control de una selladora de botellas de accionamiento neumático, incrementará los conocimientos teóricos prácticos de los estudiantes.

Para la validación de esta hipótesis se utilizó como referencia la siguiente pregunta de la encuesta realizada a estudiantes de la carrera de la misma que me permitió realizar la verificación de la hipótesis.

¿Considera usted que con la aplicación del módulo didáctico fortalecerá el aprendizaje y la manipulación de sistemas de procesos empleados en la vida profesional de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica?

9.1 Comprobación de la hipótesis

Para la comprobación de la Hipótesis General se utilizó la estadística inferencial, y el de análisis el Chi- cuadrado después de haber realizado un análisis de los resultados de las encuestas.

Fórmulas:

Formula del Chi Cuadrado

$$X^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}} =$$

$X^2 \text{ calculado} > X^2 \text{ tabla}$ = Se rechaza la hipótesis nula H_0 (dependencia entre las variables).

$X^2 \text{ prueba} < X^2 \text{ tabla}$ = Aceptar hipótesis nula H_0 (independencia entre las variables).

9.2. Comprobación de la hipótesis general

Para la comprobación de la Hipótesis general se utilizó la estadística inferencial y se aplicó el método Chi Cuadrado.

La implementación y desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC SIMATIC S7-1200 para el control de una selladora de botellas de accionamiento neumático, incrementará los conocimientos teóricos prácticos de los estudiantes.

Para la comprobación de la Hipótesis General se utilizó como la pregunta N° 5 de las encuestas realizadas a los estudiantes.

Paso 1: Establecer la Hipótesis Nula y la Hipótesis Alternativa

Hipótesis Nula (H_0):

La Hipótesis Nula (H_0). La implementación y desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC SIMATIC S7-1200 para el control de una selladora

de botellas de accionamiento neumático. No permitirá incrementar los conocimientos teóricos prácticos de los estudiantes.

Hipótesis Alternativa (H_1):

La Hipótesis Alternativa de investigación (H_1). La implementación y desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC SIMATIC S7-1200 para el control de una selladora de botellas de accionamiento neumático. Si permitirá incrementar los conocimientos teóricos prácticos de los estudiantes.

Paso 2: Determinación de los Valores Observados y Esperados

Se obtuvo los siguientes resultados luego de tabular las encuestas de los 240 estudiantes que se realizó la encuesta, los resultados obtenidos son los valores observados:

Tabla 4. Valores Observados Hipótesis General

Valores Observados			
	Antes	Después	Total
Si	142	232	374
No	98	8	106
Total	240	240	480

Fuente: Encuesta

Elaborado: Cunalata Trávez Luis Felipe, 2017

En el caso de este tema de investigación, para poder reemplazar la fórmula con los datos reales se identificó las siguientes fórmulas:

X^2 = Chi cuadrado tabla

X^2_p = Chi cuadrado de prueba

α = Nivel de significancia 0,05

gl = Grado de libertad

Determinar el valor del X^2 tabla o Chi cuadrado crítica para lo cual se necesita conocer los grados de libertad (gl) y el nivel de significancia que es del 5% es decir 0,05 para determinar los grados de libertad: $gl=1$

Formula:**Formula de Chi Cuadrado crítica**

$$X^2 = (gl, \alpha)$$

$$X^2 = gl(1), \alpha(0.05)$$

Por lo tanto buscando en la tabla de Chi- cuadrado el valor para X^2 tabla

$$X^2 = 3,841$$

Tabla 5. Valores Esperados Hipótesis General

Valores Esperados			
	Antes	Después	Total
Si	187	187	374
No	53	53	106
Total	240	240	480

Fuente: Encuesta

Elaborado: Cunalata Trávez Luis Felipe, 2017

Una vez obtenida los Valores Esperados el siguiente paso es determinar el valor de Chi X^2 prueba para lo cual se aplica la siguiente ecuación:

$$X^2_p = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k \frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{E_{ij}}$$

$$X^2_p = \frac{(142 - 187)^2}{187} + \frac{(98 - 53)^2}{53} + \frac{(232 - 187)^2}{187} + \frac{(8 - 53)^2}{53}$$

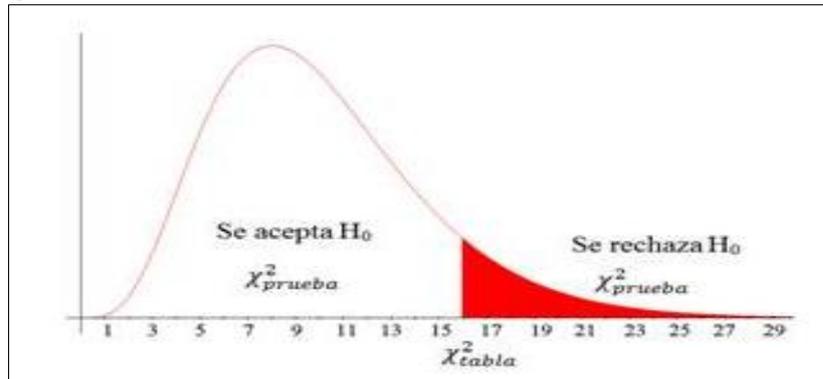
$$X^2_p = 98,07$$

Resultado obtenido:

X^2 Calculado = 13.3929 > X^2 tabla= 3,84 Se rechaza la hipótesis nula H_0

$$X^2 \text{ Calculado} = 98,07 > X^2 \text{ tabla} = 3,84$$

Figura 11: Distribución del Chi cuadrado



Elaborado: Cunalata Trávez Luis Felipe, 2017

3.841	98,07
X^2 tabla	X^2 calculado

Análisis:

De acuerdo a los datos obtenidos en el cálculo del Chi cuadrado calculado se llega a la conclusión que con un nivel de significancia del 5% y con grados de libertad de 1 según la tabla de valores de Chi cuadrado tenemos un valor límite de 3.841

Por lo tanto se rechaza la Hipótesis Nula H_0 y se acepta la Hipótesis Alternativa H_1 de investigación.

La implementación y desarrollo de prácticas de automatización a través de un módulo didáctico con el PLC SIMATIC S7-1200 para el control de una selladora de botellas de accionamiento neumático. Si permitirá incrementar los conocimientos teóricos prácticos de los estudiantes.

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1 Investigación de Campo

Se trata de la investigación aplicada para comprender y resolver alguna situación, necesidad o problema en un contexto determinado. El investigador trabaja en el ambiente natural en que conviven las personas y las fuentes consultadas, de las que obtendrán los datos más relevantes

a ser analizados, son individuos, grupos y representaciones de las organizaciones científicas no experimentales dirigidas a descubrir relaciones e interacciones entre variables sociológicas, psicológicas y educativas en estructuras sociales reales y cotidianas. (BERMEO, 2011).

(LÓPEZ, 2010, pág. 88), define: “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.

Según (SÁNCHEZ, 2014, pág. 141) “Es una técnica de acopio de datos, que consiste en registrar el comportamiento del grupo o individuos y recolectar sus necesidades” Técnica que a través de los sentidos permite captar la situación de los estudiantes, tiene como objetivo recolectar información sobre los aspectos de mayor interés para su posterior análisis e interpretación, con la finalidad de llegar a conclusiones valideras para una adecuada toma de decisiones.

10.2 Investigación Bibliográfica-Documental

Es aquella búsqueda en documentos escritos o narrados por expertos en el tema sobre el cual queremos conocer más. Al recopilar la información obtenida en ellos, se pueden comenzar a analizar de forma tal, que podamos determinar hacia dónde nos orienta la información que hayamos, es decir, si necesitamos profundizar más hacia un tema en específico, si hay algún tema nuevo sobre el cual podemos comenzar a indagar. (LISI, 2012).

Según el autor (LÓPEZ, 2010, pág. 87), define: “el diseño bibliográfico, se fundamenta en la revisión sistemática, rigurosa y profunda del material documental de cualquier clase. Se procura el análisis de los fenómenos o el establecimiento de la relación entre dos o más variables.

10.3 Métodos de Investigación

10.3.1 El método inductivo

Conjuntamente con el anterior es utilizado en la ciencia experimental. Consiste en basarse en enunciados singulares, tales como descripciones de los resultados de observaciones o

experiencias para plantear enunciados universales, tales como hipótesis o teorías. Ello es como decir que la naturaleza se comporta siempre igual cuando se dan las mismas circunstancias, lo cual es como admitir que bajo las mismas condiciones experimentales se obtienen los mismos resultados, base de la repetitividad de las experiencias, lógicamente aceptado. (CEGARRA SÁNCHEZ, 2012).

10.3.2 El método deductivo

Permite inferir nuevos conocimientos o leyes aún no conocidas. Este método consiste en inducir una ley y luego deducir nuevas hipótesis como consecuencia de otras más generales. El método deductivo parte los datos generales aceptados como valederos, para deducir por medio del razonamiento lógico, varias suposiciones, es decir: parte de verdades previamente establecidas como principios generales, para luego aplicarlo a casos individuales y comprobar así su validez. El razonamiento deductivo constituye una de las principales características del proceso de enfoque cuantitativo de la investigación. (CARVAJAL, 2013).

10.4 Técnicas de Investigación

10.4.1 La Entrevista

Es una técnica para obtener datos que consisten en un diálogo entre dos personas: El entrevistador "investigador" y el entrevistado; se realiza con el fin de obtener información de parte de este, que es, por lo general, una persona entendida en la materia de la investigación. La entrevista es una técnica antigua, pues ha sido utilizada desde hace mucho en psicología y, desde su notable desarrollo, en sociología y en educación. De hecho, en estas ciencias, la entrevista constituye una técnica indispensable porque permite obtener datos que de otro modo serían muy difíciles conseguir. (GALVEZ., 2013).

10.4.2 La Encuesta

Es una técnica destinada a obtener datos de varias personas cuyas opiniones impersonales interesan al investigador. Para ello, a diferencia de la entrevista, se utiliza un listado de preguntas escritas que se entregan a los sujetos, a fin de que las contesten igualmente por escrito. Es una técnica que se puede aplicar a sectores más amplios del universo, de manera

mucho más económica que mediante entrevistas. Varios autores llaman cuestionario a la técnica misma. (GALVEZ., 2013).

10.5 Diseño experimental

Tabla 6: Técnicas e instrumentos

Nº	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	Encuestas	Cuestionario
2	Entrevistas	Test

Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

Tabla 7: Diseño experimental

Agente y/o Tecnologías	Técnicas, espacios de trabajo y difusión	Población	Cantidad Tot.
Población	Encuesta	240	240
Docentes	Entrevista	7	7
TOTAL		240	

Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

10.6 Población

El universo que se tomó en consideración para la realización de las encuestas fueron los 240 estudiantes de la Carrera de Electromecánica de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná.

11 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El proceso de sellado de botellas automático permite obtener un tapado completamente hermético, es una gran ventaja en la industria alimenticia con la cual se puede aumentar la producción, acortar los tiempos de trabajo y dar calidad al producto. Lo mencionado es de gran importancia para el ciclo de producción, el proceso de automatización consta en controlar el ciclo de sellado que se lleva a cabo. Este proceso consiste en manejar los tiempos tanto del transporte en la banda como del sellado de la botella, esto es esencial ya que si

alguno de ellos llega a fallar surgirían pérdidas en la producción del producto. Se ha diseñado un proceso completamente automático para el sellado, partiendo de la idea base de la máquina selladora manual, se le han adherido algunos cambios en beneficio de la comprensión de los involucrados y el rápido análisis de los ciclos que cumplen simultáneamente el proceso, los cuales son:

- Tiempo controlado en el sellado.
- Captación de la botella por un sensor de presencia
- Movimiento de la banda
- Sellado de la botella.

El controlador que se ha utilizado para la automatización del sellado de botellas es el PLC S7-1200 de la marca Siemens. Este PLC permite gobernar procesos en específico como el que se está abordando en la realización del módulo didáctico. Los componentes de este proceso en general están compuestos por:

- Compresor de aire
- Computadora
- PLC S7-1200
- HMI
- Cilindros neumáticos
- Válvulas neumáticas
- Unidad de Filtro
- Piezas mecánicas

11.1 Datos Técnicos de los Equipos

Los datos técnicos son dotados por los fabricantes de los equipos los cuales brindan información importante para la instalación de los equipos que forman parte del modular de simulación.

11.1.1 Compresor de aire

El compresor de aire que se ve en la figura 3.1 es utilizado para cargar de aire los cilindros neumáticos, encargados de hacer el juego tanto en el movimiento de arrastre como sellado de las bolsas. Especificaciones:

- Motor: 2.5HP
- Capacidad del tanque: 25 litros.
- Velocidad de funcionamiento: 2.800RPM.
- Caudal de Aire: 196 l/min.
- Presión máxima de trabajo: 8 BAR - 116 PSI.

Figura 12: Compresor de Aire



Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

11.1.2 Computadora

En este CPU se instaló el programa Step 7 V13 el cual se utiliza para la modificación de las variables del PLC. Teniendo las siguientes características.

- Procesador core i5 7ma Generación
- CPU 1 TB, 8GB
- Monitor 19.5" LG
- Teclado, mouse Genius
- Tarjeta de video Asus

11.1.3 Definición de un PLC

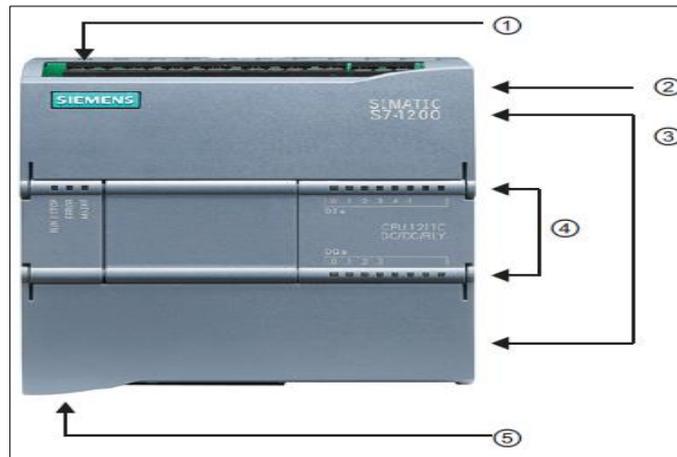
El PLC es una computadora diseñada para controlar procesos industriales. Cada BIT ofrece la información necesaria sobre el estado de una variable de entrada, mediante el manejo de un BIT se puede controlar la operación de un dispositivo de salida que actúa sobre el proceso que desea controlar. El diseño de los PLC es igual al de una computadora, aunque están planeados para tomar decisiones.

Un PLC típico está compuesto por las siguientes partes:

- Unidad central de procesamiento
- Sección de entrada/salida o I/O
- Unidad programadora

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. El controlador S7-1200 compacto incluye:

- PROFINET incorporado.
- E/S rápidas aptas para el control de movimiento, entradas analógicas integradas para minimizar el espacio requerido y excluir la necesidad de E/S adicionales, 2 generadores de impulsos para aplicaciones de ancho de impulso y hasta 6 contadores rápido.
- E/S integradas en los módulos CPU que ofrecen entre 6 y 14 entradas y entre 4 y 10 salidas.
- Módulos de señales para DC, relé o E/S analógicas amplían el número de E/S, mientras que las innovadoras Signal Boards integradas en el frontal de la CPU proporcionan entradas y salidas adicionales.

Figura 13: Componentes de un enlace de datos

Fuente: Manual del Fabricante

- Conector de corriente.
- Ranura para memory card (debajo de la tapa superior).Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas).
- LEDs de estado para las E/S integradas.
- Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU).

La CPU incorpora un microprocesador, una fuente de alimentación integrada, circuitos de entrada y salida, PROFINET integrado, E/S de control de movimiento de alta velocidad y entradas analógicas incorporadas, todo ello en una carcasa compacta, conformando así un potente controlador. Una vez cargado el programa en la CPU, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. El controlador S7-1200 ofrece la flexibilidad y potencia necesarias para controlar una gran variedad de dispositivos para las distintas necesidades de automatización. Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-1200 es idóneo para controlar una gran variedad de aplicaciones.

Tabla 8: Características del CPU 1212c

Función		CPU 1212C
Dimensiones físicas mm		90x100x75
Memoria de Usuario	Trabajo	25KB
	Carga	1MB
	Remanente	2KB
E/S integradas locales	Digital	8 entradas/ 6 salidas
	Analógico	2 entradas
Tamaño de la memoria	Entrada (I)	1024 bytes

imagen de proceso	Salida (Q)	1024 bytes
Área de marcas (M)		4096 bytes
Ampliación con módulo de señales (SM)		2
Signal board (SB) o placa de comunicación (CB)		1
Módulo de comunicación (CM) (ampliación en el lado izquierdo)		3
Contadores rápidos	Total	4
	Fase simple	3 a 100 kHz 1 a 30 kHz
	Fase cuadratura	3 a 80 kHz 1 a 20 kHz
Generador de impulsos		2
Memory card		Memory card (opcional)
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real		Típico 10 días / 6 días a 40°C
PROFINET		1 puerto de comunicación Ethernt
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales		18 µs/ instrucción
Velocidad de ejecución booleana		0.1 µs/ instrucción

Fuente: Manual del Fabricante

El PLC S7-1200 ha sido diseñado para un fácil montaje. Tanto montado sobre un panel como sobre un perfil DIN normalizado, su tamaño compacto permite optimizar el espacio. Cada CPU, SM, CM y CP admite el montaje en un perfil DIN o en un panel. Se utilizó los clips del módulo previstos para el perfil DIN para fijar el dispositivo al perfil. Estos clips también pueden extenderse a otra posición para poder montar la unidad directamente en un panel.

Tabla 9: Dimensiones de montaje

Dispositivos S7-1200		Ancho A	Ancho B
CPU	1212C	90mm	45mm
Módulos de señales	Digital de 8 y 16 E/S, analógico de 2, 4 y 8 E/S, termopar de 4 y 8 E/S, RTD de 4 E/S	45mm	22.5mm
	Analógico de 16 E/S, RTD de 8 E/S	70mm	35mm
Interfaces de comunicación	CM 1241 RS232, CM 1241 RS485	30mm	15mm
	CM 1243-5 PROFIBUS maestro,	30mm	15mm

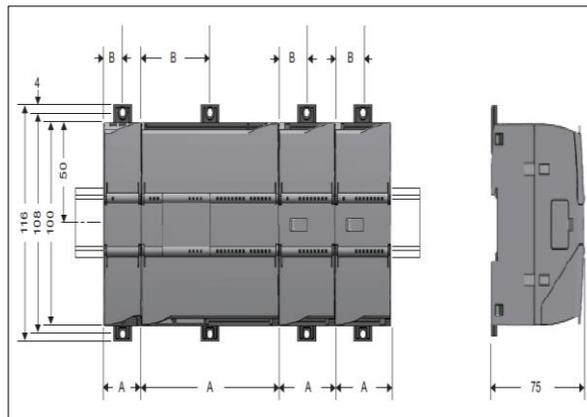
	CM 1242-5 PROFIBUS esclavo		
	CP 1242-7 GPRS	30mm	15mm
	Teleservice adapter IE Basic	30mm	15mm
		30mm	15mm

Fuente: Manual del Fabricante

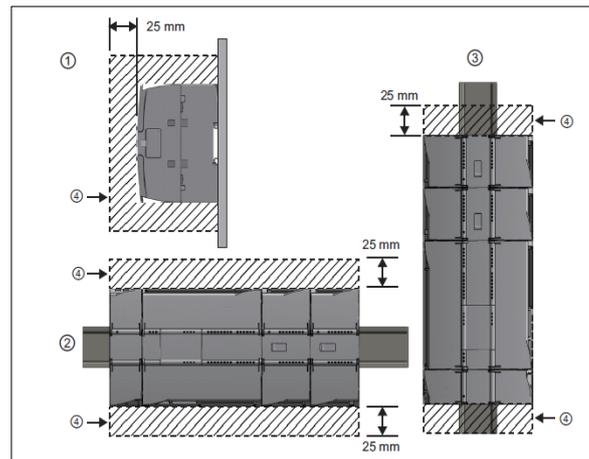
A la hora de planificar una instalación se debe tomar las siguientes directrices:

- Alejar los dispositivos de fuentes de calor, alta tensión e interferencias
- Procurar espacios suficientes para la refrigeración y el cableado, es preciso disponer de una zona de disipación de 25mm por encima y por debajo de la unidad para que el aire pueda circular libremente
- Vista lateral
- Montaje horizontal
- Montaje vertical
- Espacio libre

Figura 14: Dimensiones de montaje



Fuente: Manual del Fabricante

Figura 15: Espacio libre necesario

Fuente: Manual del Fabricante

11.1.4 Simatic Step 7 Basic V13 Sp2.- STEP 7 ofrece un entorno confortable que permite desarrollar, editar y observar la lógica del programa necesaria para controlar la aplicación, incluyendo herramientas para gestionar y configurar todos los dispositivos del proyecto, tales como controladores y dispositivos HMI. Para poder encontrar la información necesaria, STEP 7 ofrece un completo sistema de ayuda en pantalla. STEP 7 proporciona lenguajes de programación estándar, que permiten desarrollar de forma cómoda y eficiente el programa de control.

- KOP (esquema de contactos) es un lenguaje de programación gráfico. Su representación se basa en esquemas.
- FUP (diagrama de funciones) es un lenguaje de programación que se basa en los símbolos lógicos gráficos empleados en el álgebra.
- SCL (structured control language) es un lenguaje de programación de alto nivel basado en texto.

Requisitos del sistema.- Para instalar el software STEP 7 en un equipo con el sistema operativo Windows XP o Windows 7, es preciso iniciar la sesión con derechos de administrador. STEP 7 proporciona un entorno de fácil manejo para programar la lógica del controlador, configurar la visualización de HMI y definir la comunicación por red. Para aumentar la productividad, STEP 7 ofrece dos vistas diferentes del proyecto, a saber:

Distintos portales orientados a tareas y organizados según las funciones de las herramientas (vista del portal) o una vista orientada a los elementos del proyecto (vista del proyecto).

Tabla 10: Requisitos de instalación

Hardware/software	Requisitos
Tipo de procesador	Pentium M, 1,6 GHz o similar
RAM	1GB
Espacio disponible en el disco duro	2 GB en la unidad de disco C:\
Sistema operativo	Windows XP Professional SP3 Windows 2003 Server R2 StdE SP2 Windows 7 Home Premium (solo STEP 7 Basic, no compatible con STEP 7 Professional) Windows 7 (Professional, Enterprise, Ultimate) Windows 2008 Server StdE R2
Tarjeta gráfica	32 MB RAM Intensidad de color de 24 bits
Resolución de la pantalla	1024 x 768
Red	Ethernet de 20 Mbits/s o más rápido
Unidad óptica	DVD-ROM

Fuente: Manual del Fabricante

11.1.5 HMI

Es un interfaz hombre máquina que se utilizó para el control del PLC agregándole variables se permite obtener un gran número de dispositivos como pulsadores, interruptores e incluso la visualización de animaciones de acuerdo a su programación. Especificaciones.

- KTP 400 Basic Panel con 4 pulgadas en su pantalla táctil

11.1.6 Cilindros neumáticos

Los datos técnicos generales del cilindro neumático son de diámetro de émbolo 32, conexión neumática G1/8, rosca de vástago M10x1, 25, K3 M6, K5 M10, construcción de embolo, vástago y tubo perfilado, la holgura máxima de giro Q del vástago $\pm 0,65$, amortiguación de anillo y discos elásticos en ambos lados, amortiguación neumática regulable en ambos lados, carrera de amortización PPV 20mm, detección de posiciones, tipo de fijación con rosca interior con accesorios, posición de montaje indistinta.

Figura 16: Cilindro neumático marca Festo



Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

11.1.7 Válvula reguladora

Estas válvulas permiten cerrar el paso en un solo sentido girando la llave que se ve en la figura.

Figura 17: Válvula reguladora



Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

Consiste en una válvula con rosca recubierta de PTFE y racor QS, con conexión R1/8 para tubería de diámetro de 6mm, del tipo QH-QS-6-1/8.

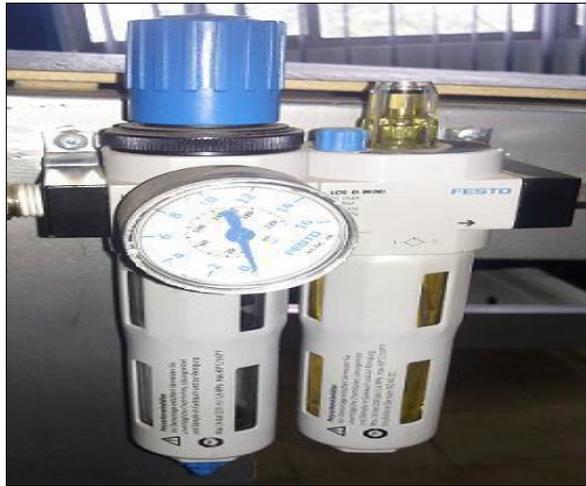
11.1.8 Unidad de filtro

En esta unidad que se muestra en la figura 3.6 filtra el aire comprimido. Está compuesta por:

- Una Unidad de filtro y regulador con manómetro

- Lubricador proporcional estándar por neblina aceitosa
- Grado de filtración: 40 μm , 5 μm
- Purga del condensado: manual, semiautomática, automática
- Una conexión neumática de G1/8
- Un caudal [l/min] de 90 ... 8.700

Figura 18: Unidad de filtro



Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

11.2. Programación del sellado de botellas

Para la programación de esta planta se realizó un análisis de las variables que intervienen en el proceso, como consecuencia se obtuvo una lista de parámetros a considerar para lograr con éxito la correcta sincronización de los componentes como son:

- La velocidad adecuada de la banda transportadora
- La captación de la botella por medio de un sensor
- Sellado de la botella
- Paro de emergencia

Para la programación del PLC se utilizó el software TIA PORTAL V13.

Utilizando los principios y aplicando el tipo de programación KOP para Step7, se elaboró el programa controlador del proceso de sellado de botellas. Este proceso consta de varias

etapas, aplicadas a un ciclo constante de trabajo el cual ayuda al control total del sellado de las botellas.

A continuación describimos cada una de las etapas para su mayor entendimiento.

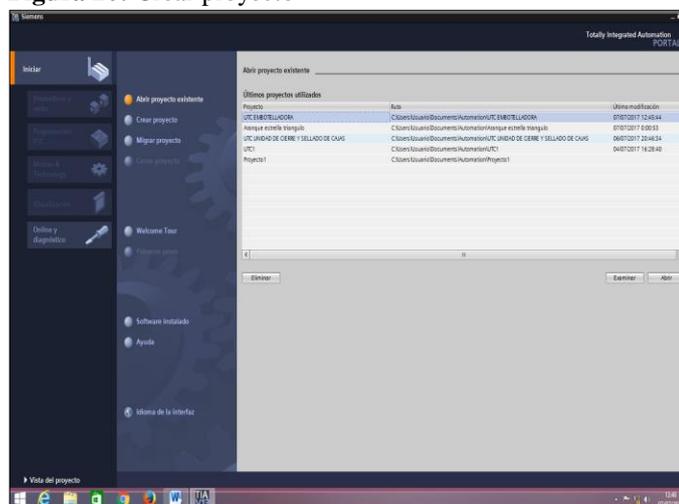
Figura 19: Utilización del software TIA PORTAL



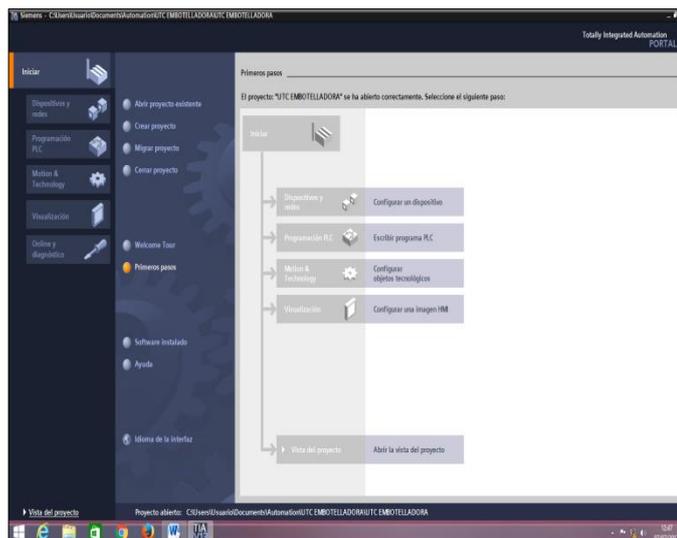
Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

Hacer un click en crear proyecto, seguidamente ubicamos el mouse en: “nombre del proyecto”, “ruta”, “Autor” y “Comentario” con la finalidad de ubicar el nombre del proyecto en Windows; luego hacer click en crear.

Figura 20: Crear proyecto

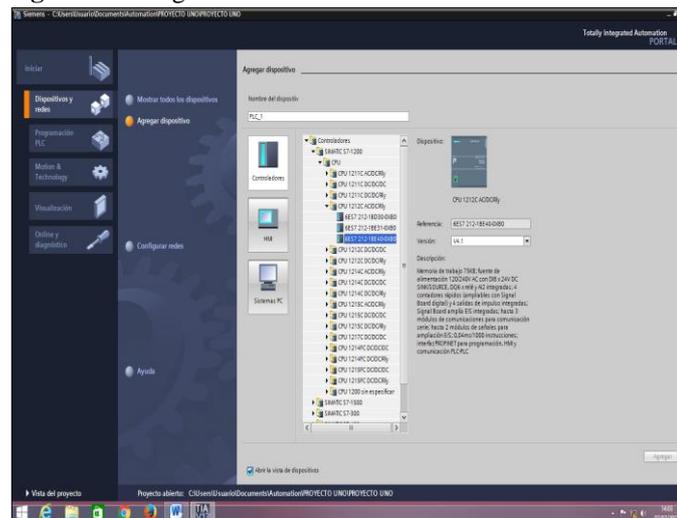


Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

Figura 21: Vista previa del programa

Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

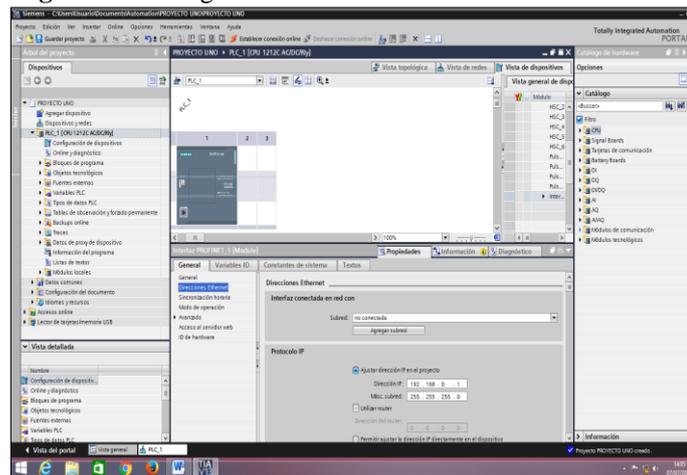
Al hacer click en agregar, va a parecer una opción llamada “agregar dispositivo” al hacer doble click en esta opción aparecerá el cuadro de HMI y luego procedemos a escoger el HMI correspondiente a la adquisición que se realice, para nuestro proyecto es. 6AV2 123-2DB03, acontinuacion click en aceptar.

Figura 22: Cargar CPU

Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

A continuación aparece las siguientes páginas, conexiones de PLC, luego hacemos click en examinar haciendo click en PLC y en él visto (✓) y se desplegará otra ventana donde se conectara en interfaz entre el puerto y PROFINET del HMI y el PLC, y luego hacemos click en siguiente.

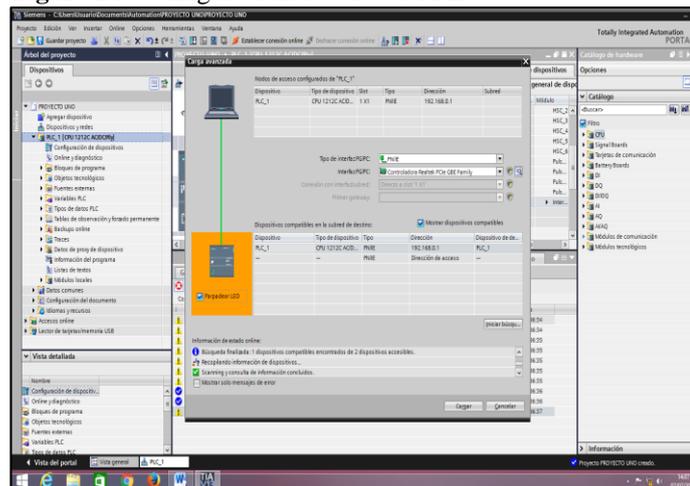
Figura 23: Configuraciones del PLC



Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

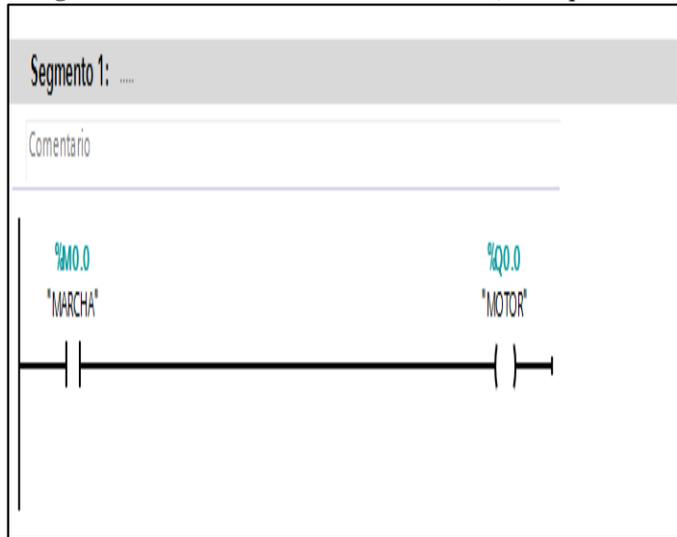
Luego se despliega otra ventana señalando formato de imagen para establecer el encabezado que incluye la fecha – hora y logotipo y por consiguiente se hace click en avisos, imágenes, imágenes de sistema, botones, donde habrá opciones a elegir según convenga.

Figura 24: Configuraciones de red del PLC

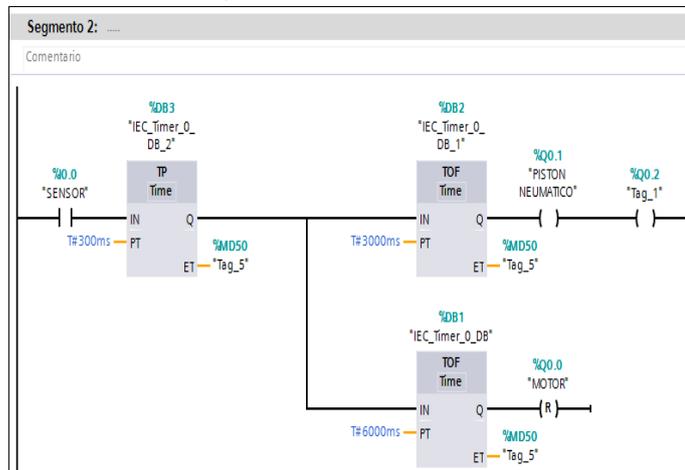


Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

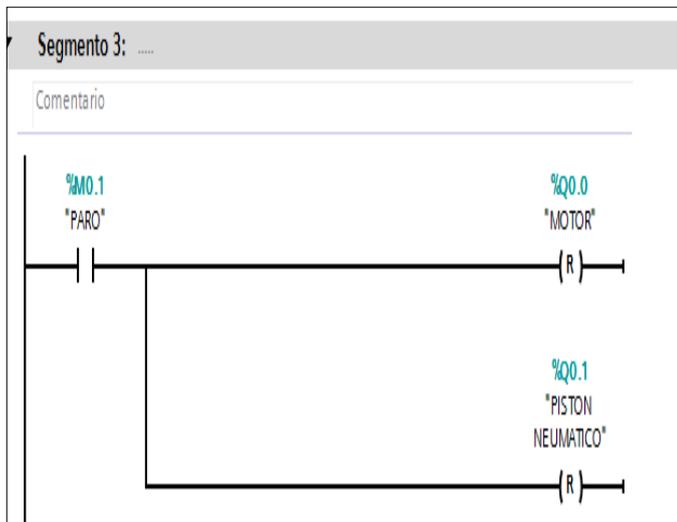
Figura 25: Proceso del sellado de botellas (Arranque de banda)



Censado de botella y sellado

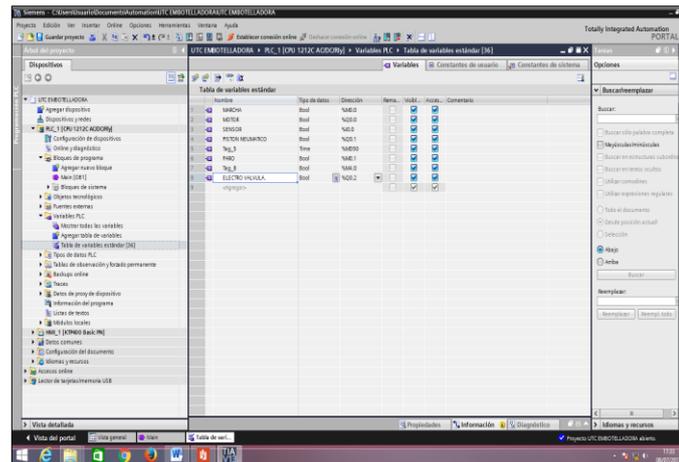


Paro del sistema



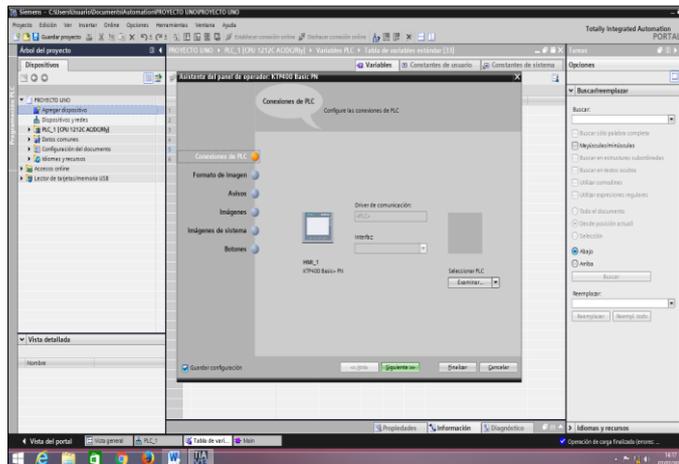
Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

Figura 26: Tabla de variables



Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

Figura 27: Conexión KTP y PLC

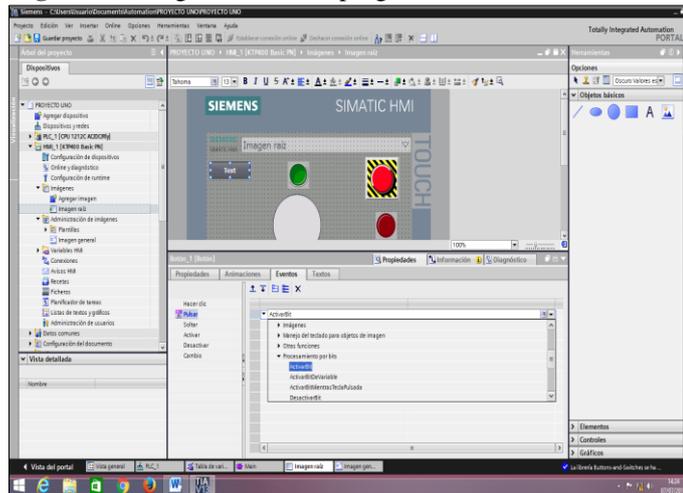


Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

Figura 28: Programación de botón

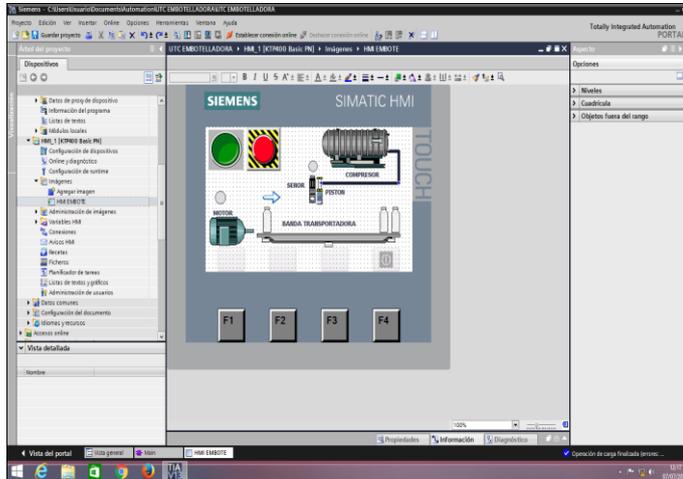
Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

Figura 29: Cargar elemento a programación.



Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

Figura 30: Proceso de sellado de botellas



Elaborado por: Cunalata Trávez Luis Felipe

12 IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

Mediante la ejecución del proyecto, se obtiene medidas objetivas de solución de problemas ambientales así como también la afectación de la misma, para ello es necesario promover tecnologías limpias y amigables con el medio ambiente, desarrollar diálogos ambientales participativos, evitar al máximo el uso de productos biodegradables, evitar la erosión de la superficie terrestre, contaminación de aguas y control de desechos industriales. Por medio de la elaboración de un módulo didáctico se ayuda a la sociedad a disminuir el consumo de energía, dejando de lado los tradicionales sistemas de control, el mismo que consume mucha más energía y puede sobre calentar los conductores de tanto uso.

Es también una manera de proteger la naturaleza, misma que debe mantener armonía con los aspectos sociales, económicos y culturales. En el sitio del proyecto no se encuentran valores históricos y/o culturales por lo que no afecta al aspecto socio cultural tanto de la universidad como de la localidad. Positivamente se mejora los procesos eléctricos a los cuales sea sometidos los procesos de automatización, y de una u otra manera podría afectar al ambiente o a la persona que trabaja expuesta constantemente a la emanación de humo, y con la implementación evitar este inconvenientes en el área de trabajo. El funcionamiento y los elementos que comprenden la máquina hacen que esta sea de fácil manipulación y de rápido accionamientos para los procesos destinados.

13 PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 11: Presupuesto del proyecto

Ítem	Descripción	Cant.	Precio Unit.	Precio Tot.
1	Computador core i5, 8GB RAM, 1 TB	1	616,00	616,00
2	Mueble computador	1	30,00	30,00
3	Bornera de motores, presotopas, terminales ojo, cable concéntrico	2	10,00	20,00
4	Motores 1 HP, 3600 RPM, TRIFASICO	2	116,25	232,50
5	Bases motor, madera, pintura, soporte	2	5,00	10,00
6	Mueble en inoxidable 304 grosor 1.1	1	300,00	300,00
7	PANEL VIEW Simatic Basic KTP400 a color	1	551,25	551,25
8	Fuente de poder siemens logo power	1	88,50	88,50
9	Switch industrial ethernet csm 1277	1	187,50	187,50
10	PLC s7 1200	1	372,75	372,75
11	1 Breaker de 2ª dos polos	1	4,00	4,00
12	SM1222 Módulo de señal de 8DO a RELE	2	163,50	327,00
13	Guarda motor	1	51,74	51,74
14	Variador De Frecuencia SINAMICS V20 1HP Con panel BOP	1	219,00	219,00
15	Relés térmicos	2	31,75	63,51
16	Breaker 2 polos	1	19,70	19,70
17	Breaker 3 polos	2	32,50	65,00
18	Borneras push in	105	1,52	159,60
19	Finales de bornera	13	1,25	16,25
20	Separadores pequeños	10	1,28	12,80
21	Separadores medianos	7	1,28	8,96
22	Puentes de borneras	6	1,28	7,68
23	Contactador bobina 220vac	4	22,23	88,92
24	Contactos auxiliar	2	27,34	

				54,68
25	CANALETA 25x60	1	11,60	11,60
26	Canaleta 25x40	1	7,50	7,50
27	Canaleta 40x40	4	5,60	22,40
28	Bornera de tierra	1	5,76	5,76
29	Borneras de distribución	1	15,25	15,25
30	Bornera porta fusible	4	1,50	6,00
31	Fusibles	4	0,50	2,00
32	Terminales tipo punta	3	3,50	10,50
33	Cable flexible	260	0,30	78,00
34	Cable utp	2	2,50	5,00
35	Riel din	3	3,50	10,50
36	Conductor	6	2,32	13,92
37	Enchufe trifásico +g	1	12,00	12,00
38	Toma corriente trifásico + g	1	12,00	12,00
39	Semáforo indicador	2	36,00	72,00
40	Amarras negras	2	3,00	6,00
41	Autoperforantes+brocas	200	0,03	6,00
42	Amperímetro	1	13,39	13,39
43	Voltímetro	1	13,39	13,39
44	Sensor de presión	1	100,34	100,34
45	Sensor de caudal	1	20,50	20,50
46	Cinta para maquillar de acuerdo a modulo	2	30,00	60,00
SUBTOTAL:				4.000,00
IVA 12%				480,00
TOTAL				4.480,00

14 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1 Conclusiones

Al finalizar el proyecto de investigación se puede llegar a las siguientes conclusiones.

- Como conclusión principal del presente proyecto de titulación es la de haber cumplido satisfactoriamente el objetivo principal del implementar un módulo didáctico con el PLC SIMATIC S7 1200 para el control de una selladora de botellas de accionamiento neumático, el cual permitirá un completo desarrollo de conocimientos y habilidades teóricas prácticas de los estudiantes en automatización Industrial.
- La estructura diseñada del módulo didáctico consta con las medidas de seguridad adecuadas para los estudiantes, integrando en su circuito una puesta a tierra de protección y el aislamiento de partes de posible contacto eléctrico. La incorporación de fusibles de protección para los equipos electrónicos y breaker termomagnéticos hacia los equipos de potencia, permiten brindar una adecuada protección del módulo.
- Se utilizó la pantalla HMI para el control del PLC, el mismo que fue seleccionado por la facilidad de modificar la programación, y su capacidad de incrementar el número de módulos de señales de entradas y salidas. Esto permitió que se desarrolle la programación del proceso de sellado de botellas con éxito logrando visualizar una planta en funcionamiento.
- El modulo didáctico brindará una idea clara sobre el control y funcionamiento de un proceso industrial, se consiguió desarrollar esquemas del circuito para una mejor comprensión, mejorando la accesibilidad de los equipos y facilitando su manipulación. El etiquetado de los componentes se lo realizó con fines didácticos permitiendo un reconocimiento de la ubicación de los accesorios en los diagramas de control y potencia.

14.2. Recomendaciones

- Tener conocimiento de los fundamentos teóricos aplicados a los componentes del módulo automático y su respectivo funcionamiento, conocer rango de voltaje, corriente y conexiones para salvaguardar la integridad de los estudiantes que ocuparan el modulo y la de los equipos.
- Para desarrollar la modificación de programación del PLC en el módulo se debe desconectar la fuente de alimentación de potencia, confirmar que los cables de datos estén correctamente conectados para su funcionamiento.
- Ejecutar adecuadamente el programa TIA PORTAL V13 en la configuración del PLC y HMI y desarrollar la programación de la práctica, verificando las conexiones antes de correr el programa instalado en el PLC del módulo.
- El diseño actual del módulo comprendió modificación de la programación del PLC y HMI en la demostración de procesos que se desarrollan en la industria actual, por lo cual se recomienda a los estudiantes reforzar sus conocimientos prácticos sobre los temas de control industrial y autómatas programables para un mejor desenvolvimiento en el transcurso de su carrera profesional.

15 BIBLIOGRAFÍA

- ALFAOMEGA. (2009). STEP 7 una manera facil de programar PLC de Siemens. México: Mexicano cámara nacional de la industria.
- ÀLVAREZ Leonardo, P. (2003). Controladores logicos. BARCELONA: Marcombo.
- ASENCIA, V. (2012). Introducción a la Automatización de los Servicios de Información. Murcia: G.K. Hall.
- AVALOS ARZATE, G. A. (2010). Teoria de control. MEXICO: All rights reserved.
- BALCELLS, J., & ROMERAL, J. (2009). Autómatas Programables. Barcelona: MARCOMBO S.A.
- BARBADO, J., Martín, J., & Aparicio, J. (2013). Automatismos Industriales. México: Alfaomega.
- BARREIRA Efren, G. F. (2010). Estudio para la optimización. QUITO: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.
- BARRIETOS, A & GUAMBAO, E. (2014). Sistemas de producción automatizados. Madrid: Dextra Editorial.
- BERGUER, H. (2012). Automatisieren. Auflage. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=kaq1eteal0EC&pg=PA287&dq=SIMATIC+WLNCC+FLEXIBLE&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjMzbjA48LSAhVIwFQKHS9AB14Q6AEIKDAC#v=onepage&q=SIMATIC%20WINCC%20FLEXIBLE&f=false>
- BEUNZA, F. (2011). Diseño de un sistema de intercambio de informacion para dispositivos intercomunicados por redes PLC de automóviles. HABANA: All rights reserved.
- BUEN, P. (2013). Operratividad con sistemas mecanicos ,hidráulicos, néumaticos. MADRIL, ESPAÑA: All rights reserved.
- CARRASCO, E. (2009). Instalaciones elèctricas de baja tensiòn en edificios de viviendas. MADRIL: Tèbar Flores.
- CASTILLO, R. (2011). Montaje y reparacóon de sistemas neumáticos e hidráulicos. MÁLAGA: ProQuest ebrary.
- CEMBRADOS, F. (2008). Automatismos Eléctricos Neumáticos e Hidráhulicos (Vol. 5). Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=TMa-xuhAUiIC&printsec=frontcover&dq=automatizacion+de+neumatica&hl=es->

419&sa=X&ved=0ahUKEwjdpoLBwojRAhUU0IMKHcJxAKc4ChDoAQhEMAQ#v=onepage&q=automatizacion%20de%20neumatica&f=false

- CERDÁ, L. (2014). Instalaciones eléctricas y automatismos (Vol. 1). Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=oFfvBgAAQBAJ&pg=PA265&dq=sensor+de+presencia&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiP1Z_pusfRAhXMMSYKHcyEDhIQ6AEISzAH#v=onepage&q=sensor%20de%20presencia&f=false
- CREUS, A. (2011). Neumática e Hidráulica (Vol. 2). México: Alfaomega.
- GARIBALDI, J. (2009). Análisis y diseño del sistema de control de un robot. HABANA: Universidad de Buenos Aires.
- GAZQUEZ Erick, L. (2017). Sistemas de contro integrado. MALAGA: QUEST.
- GÓMEZ Julio, S. (2005). Instrumentacion y control. LA HABANA: Feliz,verela.
- GÓMEZ, S., & REYES, J. (2005). Instrumentación y Control. HABANA: Félix Varela.
- GUADAYOL, J., & MEDINA, J. (2010). La Automatización en la Industria Química (Vol. 1). Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=q0dpBgAAQBAJ&pg=PA3&dq=niveles+de+la+automatizacion+industrial&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwib5sbH0b_RAhWBTCYKHbZ7AMEQ6AEINzAB#v=onepage&q=niveles%20de%20la%20automatizacion%20industrial&f=false
- GUERRERO, R. (2012). Montaje de instalaciones automatizadas. MALAGA: All rights reserved.
- LÓPEZ, A. (2010). Metodologías de la Investigación. México: International Thomson Editores S.A.
- LÓPEZ, J. (2015). Fundamentos de electrónica (Vol. 4). Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=eXuEBgAAQBAJ&pg=PA99&dq=Sensor+de+nivel+del+I%C3%ADquido&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi9qYmHyMfRAhUI4iYKHYY6kA2c4ChDoAQhZMAg#v=onepage&q=Sensor%20de%20nivel%20del%20I%C3%ADquido&f=false>
- MARTÍNEZ, U. (14 de Marzo de 2014). Circuitos hidráulicos y neumáticos. Obtenido de <https://pt.slideshare.net/amartind11/hidrulica-y-neumtica-4-eso>

- MEDINA, José. (2010). La automatización en la industria química (Vol. 1). Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya ISBN: 978-84-9880.
- RAMÍREZ, M. (2011). Controlador logico programable basado en hardware. CUJAE: INSTITUTO SUPERIOR JOSÉ ANTONIO.
- REDONDEO, J. (2010). Analisis prácticos de circuitos eléctricos. MADRID ESPAÑA: Hispano Hasa.
- RICO, J. C. (2009). Conocimientos técnico proceso. MADRID: Sílex.
- RODRÍGUEZ, A. (2012). Montaje y reparación de automatismos eléctricos. MÁLAGAN: Pro Quest Ebrary.
- RODRIGUEZ, Aquilino. (2008). Comunicaciones industriales. Barcelona: Marcombo.
- RODRÍGUEZ, J., Cerdá, L., Bezos, R., & Sánchez Horneros. (2014). Automatismos industriales (Vol. 1). Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=R9_7CAAAQBAJ&pg=PA210&dq=pulsadores+de+marcha+y+paro&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj64OLd1NnRAhWLMYKHC1JBoU4ChDoAQgYMAA#v=onepage&q=pulsadores%20de%20marcha%20y%20paro&f=false
- RÓLDAN, J. (2011). Automatismos industriales (Vol. 1). Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=gr5JAzSo5twC&printsec=frontcover&dq=AUTOMATISMOS&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjSqOru7MLRAhVGr1QKHAAHC-gQ6AEILDAA#v=onepage&q=AUTOMATISMOS&f=false>
- RODRIGUEZ, M. (14 de Marzo de 2011). Circuitos de Automatismos eléctricos para el arranque de motores. Obtenido de <https://es.slideshare.net/MiguelRodrguez1/u15-circuitos-de-automatismos-elctricos-para-el-arranque-de-motores>
- RUIZ, D. (2012). Montaje y Reparación de Sistemas Eéctricos y ectrónicos de bienes de Equipo y Maquinas Industriales. Malaga: INNOVA.
- RUIZ, A., & Molina, M. (2010). Automatización y telecontrol de sistemas de riego (Vol. 1). Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=Kq4NiqtcIwC&pg=PA205&dq=automatismo+s+sistemas+de+riego&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjllYD4u7bRAhXG0iYKHSStSBYUQ6AEIIZAA#v=onepage&q=automatismos%20sistemas%20de%20riego&f=false>

- SANCHEZ, D., & MEJÍA, S. (2012). Proceso auxiliares de fabricación en el mecanizado. MALAGA: All rights reserved.
- SÁNCHEZ, Daniel. (2013). Introducción a la síntesis y programación de automatismos secuenciales (Vol. 1). España: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz ISBN 84-9828-403-4.
- SÁNCHEZ, R. (2014). Enseñar a investigar: una didáctica nueva de la investigación en ciencias sociales y humanas. México: Plaza y Valdés S.A.
- SATURDINO, & Soria. (2013). Sistemas Automáticos Industriales de Eventos Discretos (Vol. 1). México: Alfaomega.
- SERRANO, A. (2009). Neumática Práctica (Vol. 1). Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=IUVsZSC6GsC&printsec=frontcover&dq=neumatica+practica&hl=es-419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- SOLBES, R. (2014). Automatismos Industriales, Conceptos y Procedimientos (Vol. 1). Nau Libres.
- VALDIVIA, C. (2012). Sistemas de Control Continuos y Discretos.

16 ANEXOS

ANEXO 1: Fotografías del proceso de elaboración de la estructura

Proceso de elaboración de estructura



Instalación de canaletas



Cableado de PLC S7-1200



Configuración con el HMI



ANEXO 2: Encuesta

**ENCUESTA****DIRIGIDA A LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA DE INGENIERÍA
ELECTROMECAÁNICA**

1. **Considera usted importante aprender a programar PLCs y a desarrollar circuitos de control aplicado a procesos industriales.**

SI NO

2. **¿Cómo considera la implementación de equipos de última tecnología en los laboratorios de Ingeniería Electromecánica?**

BUENO MALO REGULAR

3. **¿Considera usted que es necesario la implementación de un módulo didáctico para el control automático de un sistema de sellado de botellas de accionamiento neumático?**

SI NO

4. **¿Quisiera usted tener los conocimientos para diseñar y construir un sistema automático de sellado de botellas?**

SI NO

5. **Considera usted que con la aplicación del módulo didáctico fortalecerá el aprendizaje y la manipulación de sistemas de procesos empleados en la vida profesional de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica.**

SI NO

6. **¿Considera usted importante la implementación de guías de estudio prácticas para la correcta utilización del módulo automático?**

SI

NO

7. **¿Usted cree que con la aplicación de guías de estudio prácticas se fortalecerá el aprendizaje en materia de Automatización Industrial?**

SI

NO

8. **Usted conoce los principales componentes de un circuito neumático.**

SI

NO

9. **¿Sabía usted que aire es utilizado para la generación de movimiento lineal, rotativo y combinados en los cilindros y motores neumáticos?**

SI

NO

10. **¿Considera usted que los sistemas de control automatizados aplicados en la industria mejoran la productividad, calidad e higiene del producto?**

SI

NO

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

ANEXO 3: Tabla de verificación del Chi cuadrado

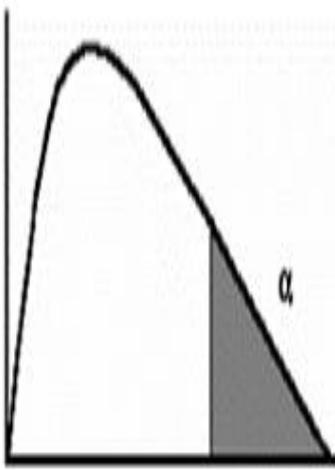
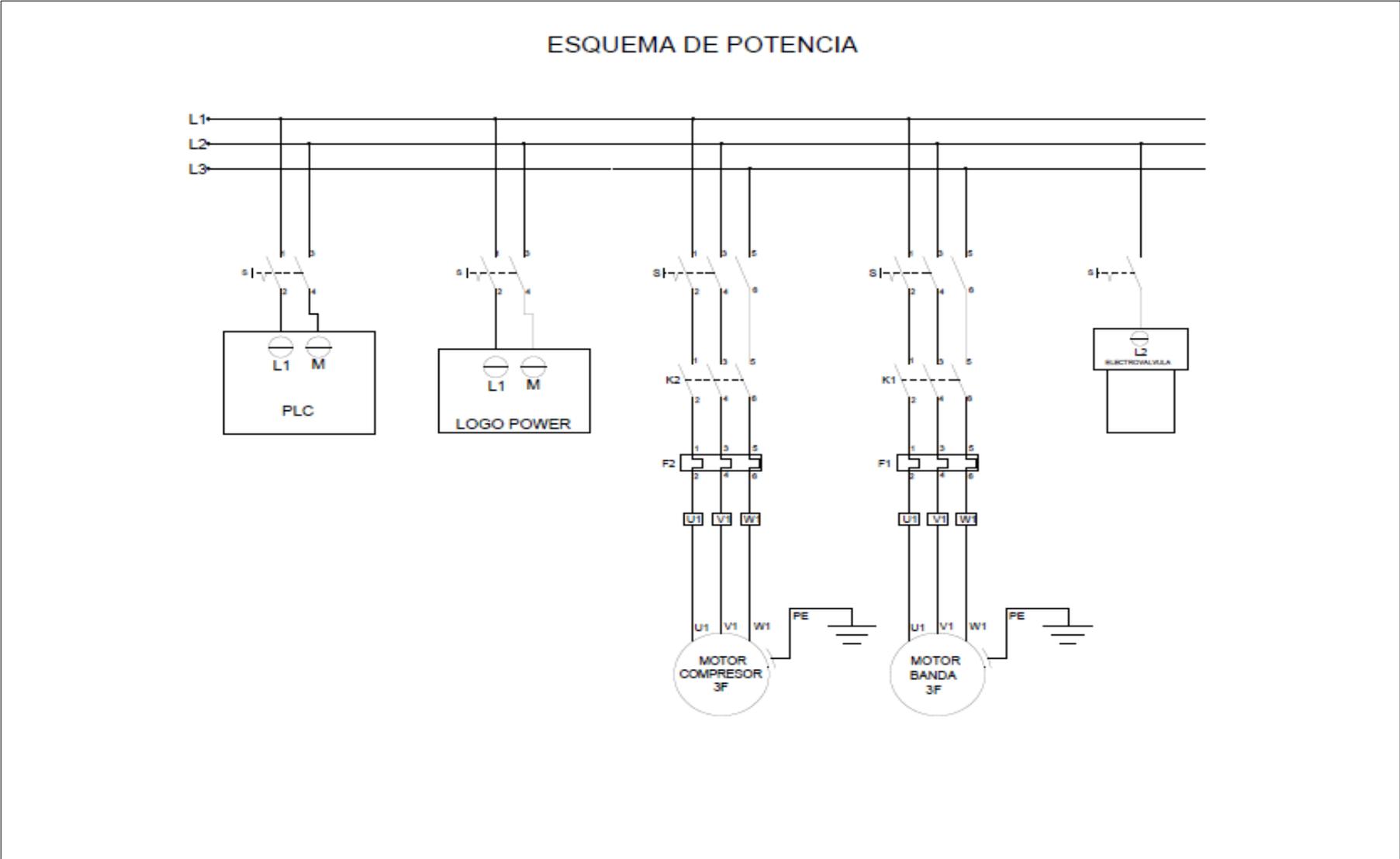


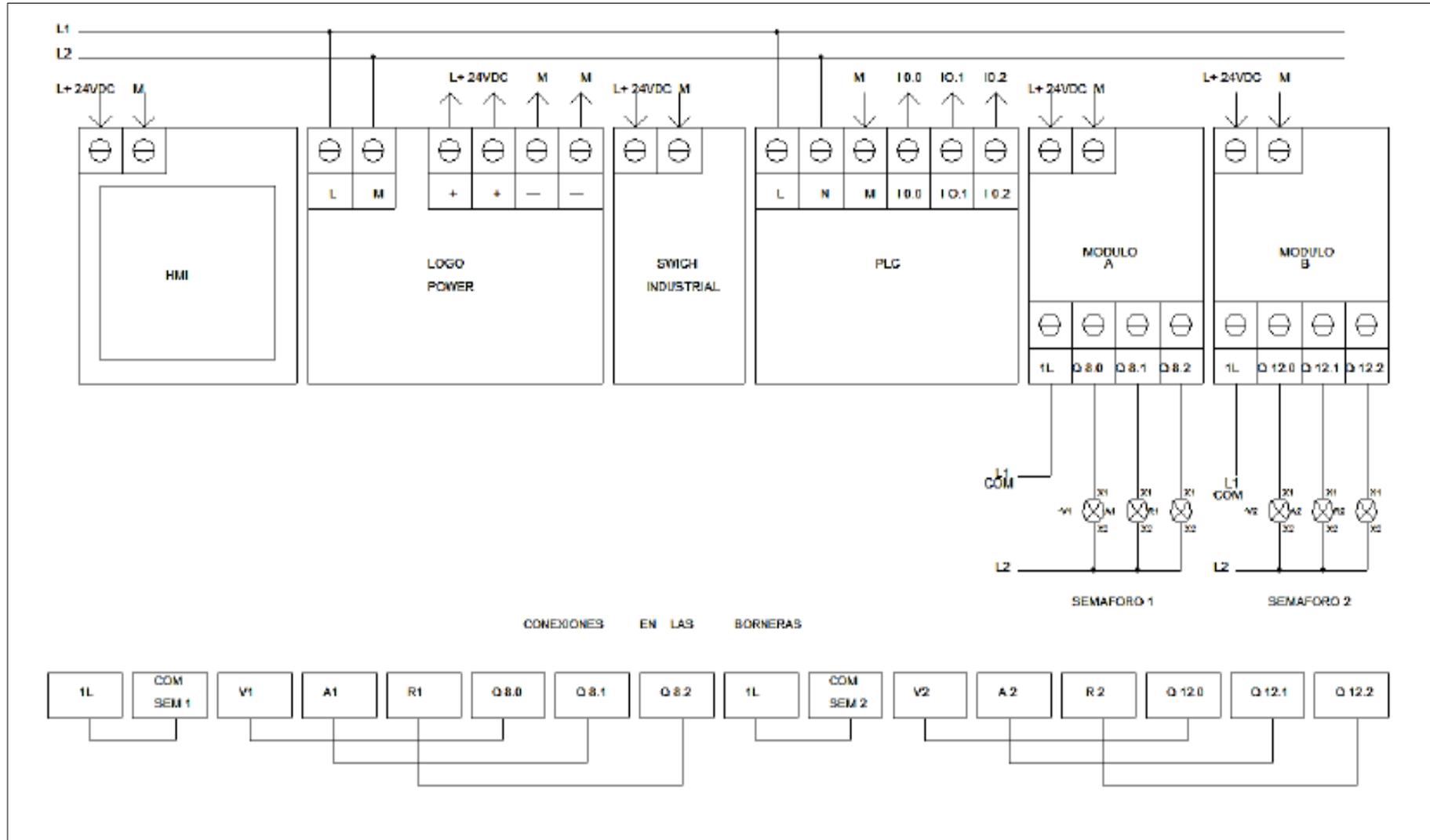
Diagrama de una curva de probabilidad con un área sombreada a la derecha etiquetada como α .

Grados de libertad	$\alpha=.995$	$\alpha=.99$	$\alpha=.975$	$\alpha=.95$	$\alpha=.90$	$\alpha=.10$	$\alpha=.05$	$\alpha=.025$	$\alpha=.01$	$\alpha=.005$
1	0.0000	0.0002	0.0010	0.0039	0.0158	2.7055	3.8415	5.0239	6.6349	7.8794
2	0.0100	0.0201	0.0506	0.1026	0.2107	4.6052	5.9915	7.3778	9.2103	10.597
3	0.0717	0.1148	0.2158	0.3518	0.5844	6.2514	7.8147	9.3484	11.345	12.838
4	0.2070	0.2971	0.4844	0.7107	1.0636	7.7794	9.4877	11.143	13.277	14.860
5	0.4117	0.5543	0.8312	1.1455	1.6103	9.2364	11.070	12.833	15.086	16.750
6	0.6757	0.8721	1.2373	1.6354	2.2041	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548
7	0.9893	1.2390	1.6899	2.1673	2.8331	12.017	14.067	16.013	18.475	20.278
8	1.3444	1.6465	2.1797	2.7326	3.4895	13.362	15.507	17.535	20.090	21.955
9	1.7349	2.0879	2.7004	3.3251	4.1682	14.684	16.919	19.023	21.666	23.589
10	2.1559	2.5582	3.2470	3.9403	4.8652	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188

ANEXO 4: Esquema de potencia del sellado de botellas



ANEXO 5: Esquema de control del sellado de botellas



ANEXO 6: Datos personales del tutor de Proyecto de Investigación

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Morales Tamayo
NOMBRES: Yoandrys
ESTADO CIVIL: Casado
CEDULA DE CIUDADANÍA: 1756958797
NÚMERO DE CARGAS FAMILIARES: 1
LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Cuba 10 de Agosto de 1983
DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Quevedo
TELÉFONO CELULAR: 0995493006
E-MAIL INSTITUCIONAL: yoandrys.morales@utc.edu.ec

**ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	NÚMERO DE REGISTRO
TERCER	Ingeniero Mecánico	2007	
CUARTO	Máster en Diseño y Fabricación Asistida por Computadora Doctor en Ciencias Técnicas, PhD	2011 2014	7526 R-15- 26566

HISTORIAL PROFESIONAL

FACULTAD EN LA QUE LABORA: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: Ingeniería, Industria y Construcción.

FECHA DE INGRESO A LA UTC: 2015

FIRMA

ANEXO 7: Datos personales del Investigador

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Cunalata Trávez
NOMBRES: Luis Felipe
ESTADO CIVIL: Soltero
CEDULA DE CIUDADANÍA: 050367168-7
LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: La Maná 07 de enero de 1993
DIRECCIÓN DOMICILIARIA: La Maná, Parroquia-El Carmen
TELÉFONO CELULAR: 0985790343
E-MAIL: luisfelipe-ct_93@hotmail.com

**ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS**

NIVEL	TITULO OBTENIDO	FECHA DE REGISTRO	NÚMERO DE REGISTRO
SECUNDARIA	TÉCNICO INDUSTRIAL EN MECÁNICA AUTOMATRÍZ	05 DE FEBRERO DEL 2011	0001-2011
TERCER	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA		

FIRMA