



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

1 de 2

Neiva, _____

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

El (Los) suscrito(s):

____MARIA PAULA TORRES MURCIA_____, con C.C. No. _____1075287585_____

____CRISTIAN CAMILO LOSADA PERDOMO_____, con C.C. No. _____1081158766_____

_____, con C.C. No. _____

_____, con C.C. No. _____

autor(es) de la tesis y/o trabajo de grado o _____

Titulado_____DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE LLENADO AUTOMÁTICO DE AMBIENTADORES PARA LA EMPRESA ASPROQUIN_____

Presentado y aprobado en el año ____2017____ como requisito para optar al título de

_____INGENIERO ELECTRONICO_____;

Autorizo (amos) al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales "open access" y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia.
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.

Vigilada Mineducación

La versión vigente y controlada de este documento, solo podrá ser consultada a través del sitio web Institucional www.usco.edu.co, link Sistema Gestión de Calidad. La copia o impresión diferente a la publicada, será considerada como documento no controlado y su uso indebido no es de responsabilidad de la Universidad Surcolombiana.



CARTA DE AUTORIZACIÓN

CÓDIGO

AP-BIB-FO-06

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 2

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

EL AUTOR/ESTUDIANTE:

Firma:

M^{te} Paula Torres M.



TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO:

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
TORRES MURCIA	MARIA PAULA
LOSADA PERDOMO	CRISTIAN CAMILO

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
ROBAYO BETANCOURT	FAIBER IGNACIO

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
ROBAYO BETANCOURT	FAIBER IGNACIO

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO ELECTRONICO

FACULTAD: INGENERIA

PROGRAMA O POSGRADO: ELECTRONICA

CIUDAD: NEIVA

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2017

NÚMERO DE PÁGINAS: 65

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una X):

Diagramas_ __ Fotografías_ __ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general___ Grabados___
Láminas___ Litografías___ Mapas___ Música impresa___ Planos___ Retratos___ Sin ilustraciones___
Tablas o Cuadros___



DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO

CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	2 de 3
---------------	---------------------	----------------	----------	-----------------	-------------	---------------	---------------

SOFTWARE: Microsoft Word

MATERIAL ANEXO:

Anexo A. Programación del PLC. Archivo con extensión .ap13, ejecutable con el programa TIA PortalV13. Se encuentra en el CD que acompaña este libro.

Anexo B. Programación PIC. Archivo con extensión .fcfx, ejecutable con el programa Flowcode. Se encuentra en el CD que acompaña este libro.

Anexo C. Circuito eléctrico del sistema. Archivo con extensión .DNS, ejecutable con el programa Eagle. Se encuentra en el CD que acompaña este libro

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Control	Control
2. Automatización	Automation
3. Ambientador	Air fresheners
4. PLC	PLC
5. Dosificador	Doser

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Este proyecto consiste en la automatización y control de la primera fase de llenado de galones para la empresa ASPROQUIN, empresa que en uno de sus procesos fabrican diferentes tipos de ambientadores y utilizan 3 tanques alimentados por un tanque principal que contiene la materia prima. Para dicha automatización se desarrolla un prototipo compuesto principalmente por una banda transportadora en donde se adapta un sensor de detección de objetos que activa un servo motor que hace parte del sistema de barrera que posiciona el galón en el lugar deseado dando paso al llenado a través de una electroválvula y se mide el nivel requerido con el sensor capacitivo, todas estas acciones controladas por el PLC que permite al operario manipular e interactuar con el sistema para realizar las operaciones de almacenamiento y dosificación de forma automática o manual. Se implementa el prototipo y se hacen los ajustes necesarios ante circunstancias que se presenten cuando esté en funcionamiento.

A partir de ahí, el desarrollo del prototipo significa un avance importante para la compañía y el crecimiento industrial de la región, ya que pasará de tener un proceso de envasado manual como se ha ido haciendo por años, a tener un sistema parcialmente automático para este mismo propósito, permitiendo el aumento en la producción, la disminución de las pérdidas del producto y la seguridad del personal.



CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 3
--------	--------------	---------	---	----------	------	--------	--------

ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

The follow work consists in the automatization and control of the first phase of filling gallons for the company ASPROQUIN LTDA, in one of those processes, they fabricate different kinds of air fresheners and use 3 tanks, which are fed by a main tank which contains the raw material. For such automation a prototype is developed, it is composed mainly of a conveyor belt with a detection sensor that activates the servo motor which is part of the barrier system. This system positions the gallon in the desired location giving rise to the filling through an electrovalve and the required level is measured with the capacitive sensor, all these actions controlled by the PLC which allows to the operator manipulate and interact with the system in order to perform operations, storage and dosing automatically or manually. The prototype is implemented and the necessary adjustments are made before circumstances arise when it is in operation.

From there, the prototype development is an important breakthrough for the company and the industrial growth of the region, since it went from having a process of manual packaging as it has been doing for years to have a partially automatic system for this same purpose allowing the increase in the production, the decrease in the losses of the product and the safety of staff.

APROBACION DE LA TESIS

Nombre Presidente Jurado: Faiber Robayo

Firma:

Nombre Jurado: José de Jesús Salgado

Firma:

Nombre Jurado: Agustín Soto

Firma:

Vigilada mieducación

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE LLENADO
AUTOMATICO DE AMBIENTADORES PARA LA EMPRESA ASPROQUIN**

MARIA PAULA TORRES MURCIA

20121109314

CRISTIAN CAMILO LOSADO PERDOMO

20121107890

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
NEIVA HUILA
2017**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PROTOTIPO DE LLENADO
AUTOMÁTICO DE AMBIENTADORES PARA LA EMPRESA ASPROQUIN**

MARIA PAULA TORRES MURCIA

20121109314

CRISTIAN CAMILO LOSADO PERDOMO

20121107890

Trabajo presentado como requisito para obtener el título de:
INGENIERO ELECTRÓNICO

Director:

FAIBER ROBAYO BETANCOURT
Magister Ingeniero Electrónico

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA
NEIVA HUILA
2017

Nota de aceptación

Firma del director del proyecto

Firma del Primer jurado

Firma del Segundo jurado

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres que me han brindaron su apoyo para logra alcanzar esta meta, por su cariño y amor, a mi hermana y mi Abuelo que son parte fundamental de mi existir.

María Paula Torres Murcia

Dedico este trabajo a Dios por haberme dado salud para lograr mis objetivos, a mis padres por apoyarme en todo momento, y a mi hermano por alegrarme todos los días con su presencia.

Cristian Camilo Losada Perdomo

AGRADECIMIENTOS

Primero a Dios por permitirme alcanzar esta etapa y gran sueño de mi vida.

A mis padres por todo su esfuerzo y apoyo brindado para realizar este sueño.

A mi hermana la cual amo y adoro.

A todos los familiares y amigos que de una u otra forma me han colaborado para llegar a este punto de mi carrera.

A la Universidad Surcolombiana y el programa de Ingeniería Electrónica por transmitir sus conocimientos para formar un futuro mejor y en especial al Ingeniero Faiber I. Robayo por su asesoría y acompañamiento durante este proyecto.

A la empresa ASPROQUIN y su personal por acogerme y brindarme la oportunidad para realizar este proyecto de grado.

María Paula Torres Murcia

A Dios por haberme dado el existir y poner en mi camino la ayuda para lograr todo lo que me he propuesto.

A mis padres por ser quienes me apoyaron en todo momento y me brindaron todas las necesidades que requería para lograr la meta.

A mi hermano Juan José al cual amo por alegrarme cada día y estar pendiente de lo que hago para que él pueda desarrollar en un futuro grandes proyectos.

Al ingeniero Andres Gonzalez por estar pendiente en cada etapa del proyecto y compartir sus conocimientos para lograr los objetivos.

A la Universidad Surcolombiana y el programa de Ingeniería Electrónica por transmitir sus conocimientos para formar un futuro mejor y en especial al Ingeniero Faiber I. Robayo por su asesoría y acompañamiento durante este proyecto.

A mi tío Fredy Perdomo y su empresa ASPROQUIN por acogerme y brindarme la oportunidad para realizar este proyecto de grado.

Cristian Camilo Losada Perdomo

CONTENIDO

Página

INTRODUCCIÓN	12
1. OBJETIVOS.....	¡Error! Marcador no definido.
1.1 GENERAL	¡Error! Marcador no definido.
1.2 ESPECÍFICOS	¡Error! Marcador no definido.
2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	145
2.1 ASPROQUIN S.A.	¡Error! Marcador no definido.5
2.2 RESEÑA HISTÓRICA	¡Error! Marcador no definido.5
2.3 PRODUCTOS Y SERVICIOS	¡Error! Marcador no definido.
2.4 AREA DE PRODUCCION ANTES DEL PROYECTO....	¡Error! Marcador no definido.
3. ESTADO DEL ARTE.....	¡Error! Marcador no definido.
4. MARCO TEORICO Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA	¡Error! Marcador no definido.
4.1 BANDA TRANSPORTADORA	¡Error! Marcador no definido.
4.2 SENSOR DE DETECCIÓN INFRARROJO E18-D8NK..	¡Error! Marcador no definido.
4.3 SENSOR DE NIVEL CAPACITIVO LJC18A3-BZ-AX	¡Error! Marcador no definido.
4.4 SERVO MOTOR POWERHD AR 1201MG27	¡Error! Marcador no definido.
4.4.1 Principio del servo motor PowerHD AR 1201MG ..	¡Error! Marcador no definido.
4.4.2 Datos tecnicos servo motor PowerHD AR 1201MG	¡Error! Marcador no definido.
4.5 ELECTROVÁLVULA 2W-160-15	¡Error! Marcador no definido.
4.6 VARIADOR MICROMASTER 420.....	¡Error! Marcador no definido.

4.7	PLC SIEMEN S7-1200.....	31
4.8	MOTOR VOGES TRIFASICO B 80 A4/EC	33
5.	DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN	35
5.1	SELECCIÓN DEL SISTEMA	35
5.2	SECCIONES DEL SISTEMA.....	36
5.2.1	Tablero de operación.....	¡Error! Marcador no definido.
5.2.2	Diseño de circuitos	39
5.2.3	Configuración PLC	¡Error! Marcador no definido.
5.2.4	Configuración del variador.....	54
5.3	EJECUCIÓN DEL SISTEMA	55
5.4	COSTOS DEL SISTEMA.....	57
6.	VALIDACIÓN DE RESULTADOS	58
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	59
7.1	CONCLUSIONES.....	59
7.2	RECOMENDACIONES.....	60
7.3	TRABAJOS FUTUROS	60
	BIBLIOGRAFÍA	61

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Area de producción de la empresa Asproquin	18
Figura 2. Tanque principal de la empresa Asproquin. ¡Error! Marcador no definido.	no
Figura 3. Plano del sistema automatico de llenado de galones ¡Error! Marcador no definido.	no
Figura 4. Banda transportadora..... ¡Error! Marcador no definido.	no
Figura 5. Sensor de proximidad infrarrojo E818-D8NK. ¡Error! Marcador no definido.	no
Figura 6. Sensor de nivel capacitivo LJC18A3-BZ-AX	26
Figura 7. Servo motor POWERHD AR 1201MG.	27
Figura 8. Electroválvula 2W-160-15.	29
Figura 9. Variador MICROMASTER 420..... ¡Error! Marcador no definido.	no
Figura 10. PLC SIEMEN S7-1200..... ¡Error! Marcador no definido.	no
Figura 11. Características del PLC SIEMEN S7-1200. ¡Error! Marcador no definido.	no
Figura 12. Protocolos de comunicación del PLC SIEMEN S7-1200..... ¡Error! Marcador no definido.	no
Figura 13. Motor voges trifasico B 80 A4/EC..... ¡Error! Marcador no definido.	no
Figura 14. Diagrama de bloques de secciones del sistema.....	36
Figura 15. Tablero de operación.....	37
Figura 16. Secciones del tablero de distribución ¡Error! Marcador no definido.	no
Figura 17. Seccion de entrada del tablero de distribución ¡Error! Marcador no definido.	no
Figura 18. Seccion de salida del tablero de distribución ¡Error! Marcador no definido.	no

Figura 19. Circuito de acople del sensor de nivel.....	39
Figura 20. Circuito de acople del servo motor.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 21. Diagrama de la programación PLC.	42
Figura 22. Tabla de variables_1 del PLC.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 23. Diagrama de estados del PLC.	45
Figura 24. Segmento 1 y 2 de la programación del PLC.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 25. Segmento 3 de la programación del PLC.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 26. Segmento 4 de la programación del PLC.	¡Error! Marcador no definido.8
Figura 27. Segmento 5 de la programación del PLC.....	49
Figura 28. Segmento 6 de la programación del PLC.....	49
Figura 29. Segmento 7 de la programación del PLC.	¡Error! Marcador no definido.
Figura 30. Segmento 8 de la programación del PLC.	¡Error! Marcador no definido.1
Figura 31. Segmento 9 de la programación del PLC.	¡Error! Marcador no definido.1
Figura 32. Segmento 10 de la programación del PLC.....	52
Figura 33. Segmento 11 de la programación del PLC.....	52
Figura 34. Segmento 12 de la programación del PLC.....	53
Figura 35. Segmento 13 y 14 de la programación del PLC.....	53
Figura 36. Segmento 15 de la programación del PLC.....	54
Figura 37. Pines del variador.....	55
Figura 38. Funcionamiento del sistema.....	57

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Datos técnicos de la electroválvula 2W160-15. ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 2. Características electroválvula 2W160-15 ... ¡Error! Marcador no definido.	
Tabla 3. Entradas y salidas del PLC.	43
Tabla 4. Configuración del variador micromaster 420.	55
Tabla 5. Presupuesto planteado para el sistema.....	57

ANEXOS

Anexo A. Programación del PLC. Archivo con extensión .ap13, ejecutable con el programa TIA PortalV13. Se encuentra en el CD que acompaña este libro.

Anexo B. Programación PIC. Archivo con extensión .fcfx, ejecutable con el programa Flowcode. Se encuentra en el CD que acompaña este libro.

Anexo C. Circuito eléctrico del sistema. Archivo con extensión .DNS, ejecutable con el programa Eagle. Se encuentra en el CD que acompaña este libro.

GLOSARIO

CAPACITANCIA: es la propiedad que tienen los cuerpos para mantener una carga eléctrica. La capacidad es también una medida de la cantidad de energía eléctrica almacenada para una diferencia de potencial eléctrico dada.

LADDER: es un lenguaje de programación gráfico muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos. Ladder es uno de los varios lenguajes de programación para los controladores lógicos programables (PLCs)

PLC: es un dispositivo de estado sólido, diseñado para controlar procesos secuenciales (una etapa después de la otra) que se ejecutan en un ambiente industrial. Es decir, que van asociados a la maquinaria que desarrolla procesos de producción y controlan su trabajo.

SERVO MOTOR: es un tipo especial de motor que permite controlar la posición del eje en un momento dado. Está diseñado para moverse determinada cantidad de grados y luego mantenerse fijo en una posición.

VARIADOR: un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores.

RESUMEN

El presente trabajo consiste en la automatización y control de la primera fase de llenado de galones para la empresa ASPROQUIN, empresa que en uno de sus procesos fabrican diferentes tipos de ambientadores y utilizan 3 tanques alimentados por un tanque principal que contiene la materia prima. Para dicha automatización se desarrolla un prototipo compuesto principalmente por una banda transportadora en donde se adapta un sensor de detección que activa un servo motor que hace parte del sistema de barrera que posiciona el galón en el lugar deseado dando paso al llenado a través de una electroválvula y se mide el nivel requerido con el sensor capacitivo, todas estas acciones controladas por el PLC que permite al operario manipular e interactuar con el sistema para realizar las operaciones de almacenamiento y dosificación de forma automática o manual. Se realizan las pruebas en el laboratorio corrigiendo y adecuando el sistema ante circunstancias que se presenten cuando esté en funcionamiento.

A partir de ahí, el desarrollo del prototipo significa un avance importante para la compañía y el crecimiento industrial de la región, ya que pasará de tener un proceso

de envasado manual como se ha ido haciendo por años, a tener un sistema parcialmente automático para este mismo propósito, permitiendo el aumento en la producción, la disminución de las pérdidas del producto y la seguridad del personal.

Palabras clave: Control, Automatización, Ambientador, PLC, Dosificador

ABSTRACT

The following work consists in the automatization and control of the first phase of filling gallons for the company ASPROQUIN LTDA, in one of those processes, they fabricate different kinds of air fresheners and use 3 tanks, which are fed by a main tank which contains the raw material. For such automation a prototype is developed, it is composed mainly of a conveyor belt with a detection sensor that activates the servo motor which is part of the barrier system. This system positions the gallon in the desired location giving rise to the filling through an electrovalve and the required level is measured with the capacitive sensor, all these actions controlled by the PLC which allows to the operator manipulate and interact with the system in order to perform operations, storage and dosing automatically or manually. Tests are performed in the laboratory correcting and adequate the system before circumstances when it is in operation.

From there, the prototype development is an important breakthrough for the company and the industrial growth of the region, since it went from having a process of manual packaging as it has been doing for years to have a partially automatic

system for this same purpose allowing the increase in the production, the decrease in the losses of the product and the safety of staff.

Key words: Control, Automation, Air Fresheners, PLC, Doser

INTRODUCCIÓN

Día a día la tecnología avanza y da paso a la automatización y control de las industrias, es por eso que las empresas buscan mejorar los procesos de producción y así brindar un mejor desempeño, seguridad a sus empleados y eficiencia en cada una de sus áreas, es allí donde la electrónica influye a través de todas sus teorías utilizando los dispositivos mecánicos, electrónicos y computacionales, disminuyendo la intervención del factor humano y aumentando la calidad de los productos eliminando procesos defectuosos.¹

En la empresa ASPROQUIN LTDA ubicada en la ciudad de Neiva, Huila en los últimos años ha tenido mayor demanda de productos haciendo que aumente la producción y quedando cortos con el abastecimiento de sus clientes, debido a que este proceso se realiza manualmente se hace imprescindible la necesidad de agilizar y automatizar los procesos para seguir manteniendo el auge que la

¹ IsaacMinian, ÁngelMartínez., Jennylbáñez. "Cambio tecnológico y relocalización de la industria del vestido" Volume 48, Issue 188, January–March 2017, Pages 139-164

identifica, por consiguiente se desarrolla el proyecto: “Diseño e implementación de un prototipo de llenado automático de ambientadores”.

ASPROQUIN LTDA cuenta entre sus instalaciones con un área de producción la cual está conformada por 3 tanques alimentados por uno principal que contiene la materia prima. Dicho llenado se realiza manualmente por medio de una válvula galvanizada, en cada tanque se realiza la mezcla correspondiente al ambientador requerido y esta se lleva a cabo por la persona a cargo.

El trabajo de grado está estructurada en 7 capítulos, el primero plantea los objetivos del proyecto, el segundo detalla la empresa ASPROQUIN LTDA, el tercero presenta el estado del arte, el cuarto describe el marco teórico y requerimiento del sistema, el quinto especifica el desarrollo de la solución al problema, el sexto explica la validación de resultados y el séptimo muestra las conclusiones y recomendaciones.

Al finalizar y probar el prototipo del sistema se puede apreciar que mediante la implementación de la electrónica es posible realizar el control de llenado de ambientadores evitando que el líquido se desperdicie, que el proceso se haga en menos tiempo e incrementando la seguridad de los procesos, optimizando el recurso humano de la empresa y mejorando el diagnóstico, supervisión y control de calidad de la producción.

1. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

Diseñar e implementar un prototipo de control automático para el proceso de llenado de ambientadores de la empresa ASPROQUIN LTDA.

1.2 ESPECÍFICOS

Diseñar sistemas mecánicos (banda transportadora) e implementar dispositivos eléctricos (sensores, actuadores) que se vayan a emplear en el proyecto.

Diseñar un sistema de control de llenado de tanque de sustancias aromáticas a partir de un sistema de válvulas eléctricas.

Construir el prototipo del sistema propuesto a implementar para que cumpla con las características requeridas en la planta.

Diseñar un tablero de control donde el operario pueda manipular el funcionamiento de la planta.

2. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1 ASPROQUIN LTDA:

La empresa INDUSTRIAS QUIMICAS ASPROQUIN LTDA se encuentra ubicada en la localidad de NEIVA, en el departamento de HUILA. El domicilio social de esta empresa es CLL 2 No 15 – 01. La forma jurídica de INDUSTRIAS QUIMICAS ASPROQUIN LTDA es SOCIEDAD LIMITADA y su principal actividad es "Comercio al por menor de productos diversos NCP (no clasificado precedentemente), en establecimientos especializados".

2.2 RESEÑA HISTORICA:

La empresa ASPROQUIN LTDA, se dedica a la producción de elementos de aseo y desinfección y la comercialización de los mismos y elementos de cafetería, dando

cumplimiento a los aspectos legales en todas sus manifestaciones, gracias a lo cual cuenta con una buena experiencia. Fue fundada por la ingeniera. Química CRISTA BLUME SAAVEDRA con la sigla ASPROQUIN LTDA (ASEO y PRODUCTOS QUIMICOS NACIONALES) en el año de 1995 fue adquirida por la empresaria ALBENIS MORA ESPINOSA en sociedad con el señor CRISTIAN CAMILO SANCHEZ afianzando así un crecimiento continuo.

Certificada por el INVIMA (INSTITUTO NACIONAL DE VIGILANCIA DE MEDICAMENTOS Y ALIMENTOS) en capacidad productiva (CCP) y con sus NOTIFICACION SANITARIA OBLIGATORIA (NSO) para sus diferentes productos de higiene y aseo de hogar y avalada para la producción de productos de aseo institucionales, de igual forma se cuenta con el Programa de Salud Ocupacional vigente y avalado en el año 2013 por la ARL COLPATRIA.

ASPROQUIN LTDA. Ha desarrollado contratos de suministros de diferentes envergadura y complejidad cubriendo distintos sectores de la economía nacional como son:

- Industria petrolera
- Entidades públicas y de servicios
- Industria privada y manufacturera
- Entes municipales y departamentales
- Entidades hospitalarias y clínicas públicas y privadas

Con una cobertura en los siguientes departamentos del país:

- Huila
- Tolima
- Caquetá
- Putumayo
- Cundinamarca
- Amazonas

Algunas de los contratos de mayor importancia realizadas independientemente en los diferentes departamentos son:

- Alcaldías
- Neiva
- Rivera
- Tesalia
- Algeciras
- Gigante
- La plata

- Pitalito
- Teruel
- Gobernación del Huila
- Universidad Surcolombiana
- Policía nacional
- Ejército nacional
- Hoteles de la región
- Empresas petroleras de la región

Servicios asociados

- Petro word
- Weatherod
- Smith International

Aeropuertos

- Puerto Asis
- Leticia
- Mariquita
- San Vicente del Caguan
- Florencia
- Flandes
- Guaimaral
- Puerto Leguizamo

Para todos estos contratos que realiza la empresa, es política de la compañía el trabajo en equipo para el logro de mayor competitividad y productividad. Es por esto que se destina personal calificado, recursos físicos y técnicos regulados por las normas nacionales e internacionales; prestando los servicios con procesos continuamente mejorados, superando la necesidades y expectativas de los clientes y usuarios finales, con el fin de lograr la satisfacción plena de estos.

Por ende, la empresa ASPROQUIN LTDA es una compañía reconocida a nivel nacional por su buen desempeño en calidad, eficacia, cumplimiento, puntualidad, seriedad y responsabilidad de los servicios que presta; promoviendo el mejoramiento continuo, el bienestar del trabajador y protección al medio ambiente.

ASPROQUIN LTDA tiene sus oficinas ubicada en la Calle 2 N. 15-01 y su Planta de Producción en la Calle 2 No 15^a-34, siendo esta una estructura física acorde para

el desarrollo de las actividades de oficina, producción, ventas y distribución con iluminación natural y artificial en buenas condiciones, ventilación que proporciona una temperatura adecuada para trabajar, pisos totalmente en buenas condiciones, paredes pintadas y sin accidentes, techos absorbentes de rayos solares.

2.3 PRODUCTOS Y SERVICIOS:

ASPROQUIN LTDA, ofrece todo lo que busca para el suministro de su empresa u hogar lo encuentra en un solo lugar, con los mejores precios y la más alta calidad. Comprometidos en ofrecerles un excelente servicio

ASEO: La más amplia y variada gama de productos químicos y elementos de limpieza. Conozca los productos de aseo ASPROQUIN desarrollados en nuestra planta de producción:

- Límpido
- Limpiador multiusos
- Desinfectante
- Desmanchador de superficies (Ácido nítrico)
- Hipoclorito
- Cloro Liquido
- Shampoo Autos
- Ariel
- Blancox
- Detergente Liquido
- Ambientadores
- Ceras
- Botas
- Escobas
- Trapeador
- Canecas

2.4 AREA DE PRODUCCION ANTES DEL PROYECTO:

La empresa ASPROQUIN en sus instalaciones cuenta con un área de producción, la cual realiza el sistema de llenado de ambientadores de manera manual, allí se encuentran 3 tipos de tanque cada uno con un olor diferente como se visualiza en la Figura 1, estos están alimentados por un tanque principal en el que se suministra la materia prima a cada uno de ellos, como se observa en la Figura 2,

Figura1. Área de producción de la empresa ASPROQUIN LTDA.



Fuente: ASPROQUIN LTDA

Figura 2. Tanque principal de la empresa ASPROQUIN LTDA.



Fuente: ASPROQUIN LTDA

Dicho Proceso se realiza manualmente debido a que el operario por medio de una válvula galvanizada abre el tanque principal ya que el líquido baja por gravedad, en cada tanque se realiza la mezcla correspondiente al ambientador requerido y esta

se lleva a cabo por la persona a cargo, estos 3 tanques poseen una llave manual para el llenado donde el operario debe trabajar galón por galón.

Recuperado: <http://www.asproquin.com/>

3. ESTADO DEL ARTE

En el mundo industrial de rápido crecimiento y altamente competitivo, una empresa debe ser eficiente si desea sobrevivir, dando lugar a la automatización para agilizar los procesos; en el año 2014 en Himachal Pradesh, India, se diseñó un prototipo comercial de llenado automático de botellas utilizando PLC y SCADA visualizado en la pantalla SCADA. Las ventajas que ofrece este prototipo es que suministra la mezcla de cualquier cantidad de líquidos en cualquier proporción y advierte al operario de fallas en el sistema además que es de bajos costo, cuenta con limitaciones debido a que realiza un solo llenado al tiempo. Este trabajo fue presentado por profesores de la universidad de Eternal para la revista “International Journal of Engineering REsearch and General Science Volume 2.”²

Un año anterior, en el 2013 se presentó un sistema de llenado de botella automatizado usando control PLC desarrollado en los laboratorios EEE por estudiantes de la Universidad East West en Chicago, EEUU. Este proyecto se enfocó más en las industrias ya que fue construido para soportar ambientes de fábricas donde hay mayor inmunidad al ruido y vibraciones, el sistema se controló por PLC dándole mayor confiabilidad y seguridad.³

En el año 2015 se diseñó una máquina de llenado de líquidos de botellas simultáneamente en Tamilnadu, India. El objetivo principal de este proyecto es descubrir los métodos para llenar más de una botella a la vez implementaron un sistema transportador con un motor paso a paso para mayor eficiencia incluye al usuario un nivel deseado y posee menor cantidad de sensores haciendo que el proyecto sea de bajos costos. El llenado es controlado por PLC utilizando el método de escalera concluyendo que este método es el más indicado. Dicho proyecto presenta inconvenientes en el caso de las vibraciones de la banda transportadora y

² jagat dhiman, er.dileep kumar “hybrid method for automatically filling of the chemical liquid into bottles using plc & scada” en international journal of engineering research and general science volume 2, issue 6, october-november, 2014.

³ Hasan, Md. Mahadi; Fuaduzzaman; Moinuddin, S. M. “*PLC Controlled Automatic Bottle Filling System*” (tesis de pregrado) en Electrical and Electronic Engineering of East West University, Dhaka, Bangladesh 2013.

los tiempos de llenado fue presentado por estudiantes del departamento EEE, INFO instituto de ingeniería de Coimbatore.⁴

Para el año 2014 en el continente americano se llevó a cabo un proyecto en Xalapa, Vera Cruz. Sobre la Automatización mediante PLC de FESTO de una mezcladora de líquidos, el proyecto lo dividieron en 3 etapas, se desarrolló por dos métodos; el primero fue aplicando la neumática y el segundo fue aplicando el PLC dando como resultado mayor ventajas con el segundo método a pesar de que es de alto costo mejora los tiempos de producción, utiliza menos espacios y es adaptable a cualquier necesidad. El proyecto se ejecutó por un estudiante de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Electrónica de la Universidad Veracruzana.⁵

En el mismo año en Iquitos, Perú se realizó un diseño e instalación industrial para la automatización de agua envasada utilizando como lenguaje de programación LADDER de un PLC marca Schneider Electric model Zelio SR2 B121FU, para llenado de botellas de 18 litros, el diseño fue muy sencillo debido a que realiza un llenado a la vez, y hasta que no se llene no pasa el siguiente envase, por lo que se convierte en un proceso lento pero confiable, y cuenta con un tablero de distribución sencillo de encendido y apagado de la máquina, limitando otras posibles recipientes de diferentes niveles de líquido, el proyecto se desarrolló para la empresa FIA-UNAP por estudiantes de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.⁶

A nivel nacional en el año 2014 en la ciudad de Santiago de Cali se diseñó un sistema automatizado de llenado para tanques de aceite de palma para la empresa PALMAS SANTAFE S.A. , donde se realizó un estudio previo para observar el problema y poder solucionarlo por medio de una estrategia de control adecuada al sistema, permitiéndole al operador de la planta tener una información clara del proceso de forma visual, a través de una HMI, implantaron un PLC SCL 500 ALLAN BRALEY y gracias a este proyecto la empresa dejaría de tener pérdidas de

⁴ D.Baladhandabany, S.Gowtham, T.Kowsikkumar, P.Gomathi “PLC based automatic liquid filling system” en D.Baladhandabany et al, International Journal of Computer Science and Mobile Computing, Vol.4 Issue.3, March- 2015, pg. 684-692.

⁵ Ramírez Parra, Roberto de Jesús “*Automatización mediante PLC de festo de una mezcladora de líquidos*”. Trabajo práctico técnico presentado a la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Veracruzana. Región Xalapa, 2014.

⁶ López Valderrama, Solangell Elizabeth, Mendieta Alvarado, Ignacio Junior. “*Diseño, instalación y puesta en marcha de un equipo con PLC para la automatización de la operación de llenado de botellones en la planta de agua de la FIA-UNAP*” (Proyecto) en Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, 2014.

derrames y aumenta la producción y ahorrando costos, la cual es de gran ayuda para tenerlo en cuenta en nuestro proyecto como ejemplo de para una empresa y fue desarrollando por estudiantes del programa de ingeniería mecatrónica de la Universidad Autónoma de Occidente.⁷

Teniendo una referencia más actual, en el año 2016 en la Ciudad de Pereira se realizó una propuesta de mejora en el llenado y embalaje del aérea de empaque para la empresa Resiplast de Colombia S.A.S el proyecto se enfocó en agilizar los tiempos de producción de la empresa debido a que los pedidos a los clientes aumentaron, para ello realizaron una investigación sobre los métodos de llenado y se enfocaron en el llenado por peso y por volumen, solucionando al final la necesidad de la empresa. Dicho proyecto fue llevado a cabo por estudiantes de ingeniería industrial de la Universidad Católica de Pereira.⁸

En el departamento del Huila son muy pocos los proyectos que se enfocan en implementar un sistema de automatización para resolver una necesidad en una empresa, en el año 2016 se diseñó e implementó un controlador de nivel para un tanque de ácido sulfúrico en la empresa Quinsa, se usó un método no intrusivo, se controló el nivel del tanque y se creó un dosificador para garantizar mayor seguridad al operario y automatizar todo el proceso, este proyecto fue desarrollado por un estudiante de la Universidad Surcolombiana.⁹

Se pretende continuar con la línea de desarrollo de automatización de procesos industriales mediante la implementación de un sistema de llenado de galones para la empresa ASPROQUIN Ltda.

⁷ Tombé Andrade, Jimmy, director “*Diseño de la automatización de un sistema de llenado para tanques de aceite de palma*” (trabajo de grado) en Repositorio Institucional Universidad Autonoma de Occidente, 2014.

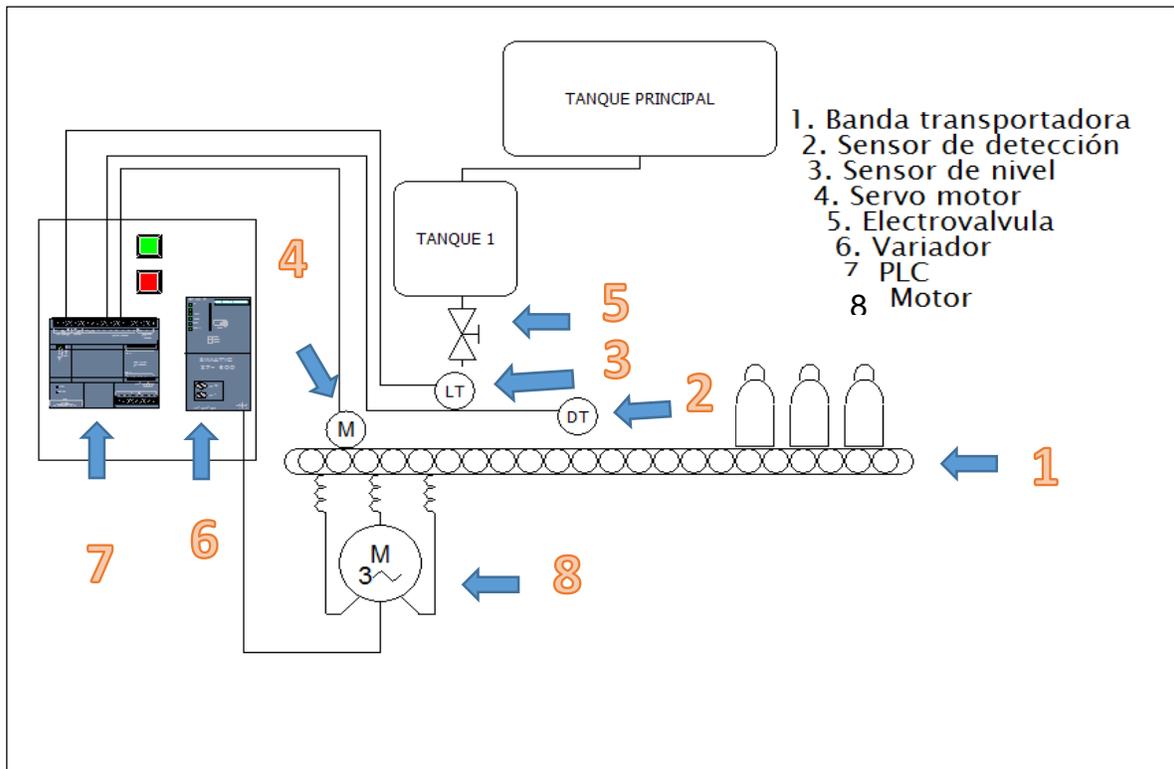
⁸ Naisdy Garcia Rico, Leidy Johana Bedoya Ospina, “*Propuesta de mejora en el llenado y embalaje del área de empaque empresa Resiplast de Colombia S.A.S*” (Proyecto de grado) en Universidad Católica de Pereira, Facultad de ciencias básicas e ingeniería, programa de ingeniería industrial, 2016.

⁹ Uberney Castañeda Perez “*Automatización del control de llenado en los procesos de almacenamiento y dosificación del ácido sulfúrico en la empresa quinsa*”. (proyecto de grado) en la Universidad Surcolombiana, 2016.

4. MARCO TEORICO Y REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

Los componentes utilizados para realizar el prototipo de llenado automático de ambientadores son: sensor de proximidad o detección infrarrojo E18-D80NK, sensor de nivel capacitivo LJC18A3-BZ/AX , servo PowerHD AR 1201MG, electroválvula 2W-160-15, Plc Siemen 7S-1200, variador Micromaster 420, Motor y Banda Transportadora

Figura 3. Plano del sistema automático de llenado de galones



En la Figura 3, se observa el modelo esquemático del proceso de llenado automático en donde se diferencia cada uno de los componentes que hacen parte del prototipo, que son la banda transportadora, sensor de detección, sensor de nivel, servomotor, electroválvula, variador, PLC y motor.

4.1 BANDA TRANSPORTADORA

Cada uno de los componentes se adaptó en una banda transportadora la cual fue adquirida en el nodo Sena Tecnoparque y se observa en la Figura 4, dicha banda consta de un sistema de transporte continuo formado por una banda continua que se mueve entre dos tambores.

Figura 4. Banda Transportadora



Fuente: Sena Nodo Tecnoparque Neiva

La banda que se observa en la Figura 4 es accionada por un motor trifásico y está compuesta por dos tambores que minimizan la fricción debido a que en el primero se aplica una tensión a la banda transportadora mediante un mecanismo tensor por husillo o tornillo tensor y el otro suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento y su función es servir de retorno a la banda. La banda es soportada por rodillos entre los dos tambores.

Debido al movimiento de la banda el material depositado es transportado hacia el tambor de accionamiento donde la banda gira y da la vuelta en sentido contrario. En esta zona el material depositado es vertido fuera de la misma debido a la acción de la gravedad y/o de la inercia.¹⁰

¹⁰ Cinta transportadora (<http://www.tusa.es/cintas.html>)

4.2 SENSOR DE DETECCIÓN INFRARROJO E18-D80NK

En la etapa de detección del sistema es necesario un sensor industrial que perciba la presencia de un galón de plástico semitransparente, cuando pasa por el lugar deseado a velocidad constante de la banda y una distancia entre de 15cm a 80 cm del sensor al galón enviando una señal digital al sistema.

El sensor infrarrojo E18-D80NK como se muestra en la Figura 5, cumple con las características requeridas para la detección del galón debido a que posee las siguientes especificaciones:

- Cable Café: Positivo
- Cable Azul: Negativo
- Cable Negro: Señal
- Modelo: E18-D80NK
- Voltaje de operación: 5V
- Corriente de operación: 100mA
- Diámetro: 18mm
- Sensor Longitud: 45mm
- Longitud del cable: 450mm
- Tiempo de respuesta: <2ms
- Distancia a sensor: 3cm~80cm
- Temperatura de operación: -25°C~55°C

Figura 5. Sensor de Proximidad Infrarrojo E18-D80NK



Fuente: <https://www.vistronica.com/sensores/sensor-de-proximidad-infrarrojo-e18-d80nk-detail.html>

Funcionamiento del sensor de proximidad infrarrojo E18-D80NK

El sensor de proximidad E18-D80NK permite detectar objetos a distancia sin necesidad de contacto, para lograr esto el sensor emite un haz de luz infrarroja que al impactar sobre un objeto es reflejado, este reflejo es detectado por el sensor fotoeléctrico y se emite una señal de detección. El sensor no emite una señal con la distancia, únicamente muestra estados on/off. Posee un buen rango de detección, que puede ser regulado mediante un potenciómetro dentro del mismo sensor. Además posee un led que se activa cuando el sensor detecta un objeto, lo que nos permite calibrar y comprobar el buen funcionamiento del sensor.¹¹

4.3 SENSOR DE NIVEL CAPACITIVO LJC18A3-BZ-AX

Para la detección de llenado del galón es necesario un sensor de detección de proximidad capacitivo con un rango de hasta 10mm, de tipo industrial, con respuesta on/off, que detecte materiales metálicos y no metálicos, tales como plástico, vidrios, agua, aceite. En este proyecto se utiliza para la detección del material del ambientador el cual se ubica en la parte superior en una base sobre la banda transportadora, como se puede ver en la Figura 8.

Figura 6. Sensor de Nivel Capacitivo LJC18A3-BZ-AX



Fuente: Prototipo realizado en el Sena NodoTecnoparque

¹¹ Sensor de proximidad infrarrojo E18-D80NK
<https://www.vistronica.com/sensores/sensor-de-proximidad-infrarrojo-e18-d80nk-detail.html>

Datos técnicos del sensor LJC18A3-BZ-AX¹²

- Distancia de detección: hasta 10mm
- Polaridad: NPN
- Estado de la salida: Normalmente cerrado
- Voltaje de operación: 6-36V
- 3 cables
- Longitud del cable: 1.1m/44.09"
- Puede detectar elementos dieléctrico

4.4 SERVO MOTOR POWERHD AR 1201MG

El requerimiento para la barrera de frenado de los galones es un motor que soporte gran torque con giro limitado que vaya de 0° a 90° con respuesta rápida como es el caso del servomotor PowerHD AR 1201MG que cuenta con un conector de tres pines estándar el cual incorpora una circuito de control interno que permite moverlo a la posición deseada de 0° a 180° como se observa en la Figura 7.

Figura 7. Servo Motor PowerHD AR 1201MG



Fuente: Sena Nodo Tecnoparque

¹² Sensor de Nivel Capacitivo LJC18A3-BZ-AX
(<http://www.didacticaselectronicas.com/index.php/sensores/sensor-de-proximidad-capacitivo-normalmente-cerrado-3438-detai>)

4.4.1 Principio del servomotor PowerHD AR 1201MG

El servo AR 1201MG es un dispositivo con un eje de rendimiento controlado ya que puede ser llevado a posiciones angulares específicas al enviar una señal codificada. Con tal de que exista una señal codificada en la línea de entrada, el servo mantendrá la posición angular del engranaje. Cuando la señal codificada cambia, la posición angular de los piñones cambia. En la práctica, se usan servos para posicionar elementos de control como palancas, pequeños ascensores y timones¹³.

4.4.2 Datos técnicos del servomotor PowerHD AR 1201MG¹⁴

- Torque a (4.8V): 12.0 kg-cm (166.65 oz/in)
- Torque a (6.0V): 13.5 kg-cm (187.48 oz/in)
- Velocidad: 0.22 sec (4.8V) | 0.20 sec (6.0V)
- Tipo de motor : Motor DC
- Tipo de engranaje: Cobre
- Temperatura de operación : -20°C~60°C

4.5 ELECTROVÁLVULA 2W-160-15

El Líquido depositado en los galones es un ambientador de contextura viscosa y es llenado por gravedad, es necesario implementar una electroválvula industrial que trabaje a un voltaje suministrado por una fuente de 5V o 12V y sea activada por medio de una señal on/fff. La válvula Solenoide de referencia 2W160-15, permite una apertura de 16mm, compatible con rosca 1/2" y se encuentra normalmente cerrada. El embobinado que tiene esta válvula es de alambre de cobre con módulo de refrigeración revestida de aluminio. Se observa en la Figura 8 la ubicación de la electroválvula:

¹³ Principio servo motor (<http://panamahitek.com/que-es-y-como-funciona-un-servomotor/>)

¹⁴ Servo motor PowerHD AR 1201MG (<https://www.taloselectronics.com/servomotor-tower-pro-mg995/>)

Figura 8. Electroválvula 2W160-15



Fuente: Prototipo Sena Nodo Tecnoparque

Datos técnicos Electroválvula 2W160-15

Los datos técnicos del Electroválvula 2W160-15¹⁵ son mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1. Datos técnicos Electroválvula 2W160-15

Modelo	2W160-15
Medio de funcionamiento	Aire, agua, aceite, gas
Voltaje de operación	· 12 VDC
Modo de operación	Acción directa
Tipo de accionamiento	Normalmente cerrada
Tamaño de puerto	G1/2
Operación de viscosidad de fluido	Por debajo de 20 CST
Operación de presión	· Aire: 0Mpa~1.0Mpa · Agua: 0Mpa~0.7Mpa · Aceite: 0.9Mpa
Resistencia máxima de presión	1.0Mpa
Temperatura de operación	-5°C~+120°C
Rango de voltaje	±10%
Material de la estructura	Cobre
Material de sello de aceite	NBR o VITON

¹⁵ Electroválvula (<https://www.vistronica.com/valvulas/electrovalvula-110vac-12-2w-160-15-detail.html>)

Las características de la electroválvula 2w160-15 son mostradas en la Tabla 2.

Tabla 2. Las características de la electroválvula 2w160-15.

Voltaje de Alimentación	12 VDC
Presión	Si
Diámetro Entrada	1/2"
Diámetro Salida	1/2"

4.6 VARIADOR MICROMASTER 420

Con el fin de controlar la velocidad de la banda transportadora sin apagar el motor evitando daños a futuro se implementa como medida de seguridad un variador que permita ser operado por medio de entradas digitales enviadas por un PLC, se utiliza el variador Micromaster 420 de la familia SIEMENS¹⁶.

El Variador está ubicado dentro de la caja de distribución como lo observamos en la Figura 9:

Figura 9. Variador Micromaster 420 ubicado en la Caja de Distribución



Fuente: Sena NodoTecnoparque

¹⁶ Variador micromaster 420

(<http://notasdeautomatizacion.blogspot.com.co/2009/09/parametrizacion-sencilla-de-un-variador.html>)

Datos técnicos del variador

Dispone de 3 entradas digitales y una entrada analógica (convertible en digital) que por defecto vienen configuradas de la siguiente forma:

Entrada 1: ON/OFF (Arrancar o parar el motor).

Entrada 2: Inversión del sentido de giro.

Entrada 3: Acuse de fallo.

Entrada analógica: Consigna de frecuencia (mediante una señal externa o un potenciómetro).

Con la configuración de fábrica suele ser suficiente para las aplicaciones que se hacen habitualmente.

Tiene también una salida digital (relé) cuya función se puede definir en el parámetro P0731. Indica que active la salida cuando esté listo para el servicio, cuando haya un error, etc.

Finalmente existe la posibilidad de usar una salida analógica (de intensidad, 0 a 20 mA) que se puede configurar para obtener la consigna de frecuencia real aplicada al motor (por defecto) u otros valores de funcionamiento del variador.

4.7 PLC SIEMEN S7-1200

Es un PLC de tamaño pequeño que tiene las entradas y salidas necesarias para el funcionamiento del sistema. La gama S7-1200 abarca distintos controladores lógicos programables (PLC's) que pueden utilizarse para numerosas tareas. El controlador lógico programable (PLC) S7-1200 ofrece la flexibilidad y 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 ideal para controlar una gran variedad de aplicaciones, en la Figura 10 se puede visualizar el PLC¹⁷.

¹⁷ Manual del PLC siemens S7-1200

(http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/controlador_basico_S71200/Documents/Datos%20t%C3%A9cnicos%201200.pdf)

Figura 10. PLC SIEMEN S7-1200



Fuente: [s://www.google.com.co/search?q=plc+siemens+s7-1200&source](https://www.google.com.co/search?q=plc+siemens+s7-1200&source)

Datos técnicos del PLC s7-1200

Las características del PLC S7-1200 se observan en la Figura 11.

Figura 11. Las características del PLC S7-1200

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario			
• Memoria de trabajo	• 25 KB		• 50 KB
• Memoria de carga	• 1 MB		• 2 MB
• Memoria remanente	• 2 KB		• 2 KB
E/S integradas locales			
• Digitales	• 6 entradas/4 salidas	• 8 entradas/6 salidas	• 14 entradas/10 salidas
• Analógicas	• 2 entradas	• 2 entradas	• 2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1		
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos	3	4	6
• Fase simple	• 3 a 100 kHz	• 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz	• 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz
• Fase en cuadratura	• 3 a 80 kHz	• 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz	• 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C		
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

Fuente: http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/controlador_basico_S71200/Documents/Datos%20t%C3%A9cnicos%201200.pdf)

La gama S7-1200 ofrece una gran variedad de módulos de señales y Signal Boards que permiten ampliar las prestaciones de la CPU. También es posible instalar módulos de comunicación adicionales para soportar otros protocolos de comunicación, las cuales estas distribuidas de la siguiente manera Figura 12:

Figura 12. Protocolos de comunicación del PLC SIEMEN S7-1200

Módulo		Sólo entradas	Sólo salidas	Entradas y salidas
Módulo de señales (SM)	Digital	8 entradas DC	8 salidas DC 8 salidas de relé	8 entradas DC/8 salidas DC 8 entradas DC/8 salidas de relé
		16 entradas DC	16 salidas DC 16 salidas de relé	16 entradas DC/16 salidas DC 16 entradas DC/16 salidas de relé
	Analógico	4 entradas analógicas 8 entradas analógicas	2 salidas analógicas 4 salidas analógicas	4 entradas analógicas/2 salidas analógicas
Signal Board (SB)	Digital	-	-	2 entradas DC/2 salidas DC
	Analógico	-	1 salida analógica	-
Módulo de comunicación (CM)				
<ul style="list-style-type: none"> • RS485 • RS232 				

Fuente: http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/controlador_basico_S71200/Documents/Datos%C3%A9nicos%201200.pdf)

4.8 MOTOR VOGES TRIFASICO B 80 A4/EC:

El motor requerido para el sistema debe ser industrial, trabajar con una alimentación de 220VAC a una frecuencia de 60 Hz, compatible con el variador Micromaster 420, tener la fuerza necesaria para girar los tambores de la banda transportadora y un bajo costo.

El motor VOGES trifásico B 80 A4/EC como se observa en la Figura 13, se fabrica en diversas potencias, desde una fracción de caballo hasta miles de caballos de fuerza (HP), se construye para prácticamente todas las tensiones y frecuencias (50 y 60 Hz) normalizadas y muy a menudo, está equipado para trabajar a dos tensiones nominales distintas. Se emplea para accionar máquinas-herramienta, bombas, montacargas, ventiladores, grúas, maquinaria elevada y sopladora¹⁸.

¹⁸ motor voges trifasico b 80 a4/ec (<https://es.scribd.com/doc/29297042/Instalacion-y-Mantenimiento-de-Motores-Elctricos-Trifasicos-Modulo-10>)

Figura 13. Motor VOGES trifásico B 80 A4/EC



Fuente: Nodo Sena Tecnoparque

Datos técnicos motor VOGES trifásico B 80 A4/EC

- Jaula de ardilla de inducción asíncrona de tres fases motores de rotor.
- Tamaños del marco: 56 a 355 (IEC).
- Dimensiones: según (IEC 72).
- Totalmente cerrado Ventilador Enfriado (TEFC).
- Clasificación: 1/12 a 500 HP.
- Frecuencia: 50 y / o 60Hz.
- Voltaje: 220/380; 380/660; 220/440; 440; 440/760; O 220/380/440 / 760V.
- Protección: B (IP55).
- Polaridad: 2, 4, 6 u 8 polos.
- Clase de aislamiento: B (130°C), F (155°C) o H (180°C).
- Categoría: N.
- Rodamientos.

5 DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

Las funciones principales del sistema son controlar el llenado de los galones el cual tiene una capacidad de 3.7 L a su vez garantizar el mismo nivel para que este no se rebose, otra función es aumentar la velocidad de llenado de forma segura para que no se presente perdidas del líquido.

5.1 SELECCIÓN DEL SISTEMA

Al momento de seleccionar cada uno de los componentes del sistema según su funcionamiento, en la detección del galón primero se opta por utilizar una barrera laser con una fotorresistencia al otro lado de la banda, pero al trabajar en lugares con mucha luz el láser no produce suficiente energía como para activar la fotorresistencia y se presentan problemas en la detección, también se opta por implementar un sensor capacitivo pero su rango de detección es muy bajo y además su costo es muy elevado, por lo que se decide por el sensor de proximidad infrarrojo en el cual se tiene en cuenta el voltaje con el que se está trabajando los sensores, en el caso son 5v, el rango de detección que no debe ser mayor a la distancia del ancho de la banda transportadora, su bajo costo, su fácil manejo, instalación y el tipo de material que se desea detectar (plástico).

A su vez para la detección del nivel del líquido se prueba con un sensor ultrasónico pero al momento de la implementación afecta el diseño inicial debido a que se debe coloca de forma vertical al llenado del líquido, también se prueba con un sensor infrarrojo pero no es muy preciso y presenta problemas de riegos cuando aumenta la presión del llenado y por último se utiliza un sensor capacitivo debido a que es de tipo industrial, robusto y seguro, posee una distancia de detección ajustable, además de que presenta gran fiabilidad en productos viscosos como es el caso del ambientador, fácil manejo en la toma de las señales enviando 5v o 0v y bajo costo.

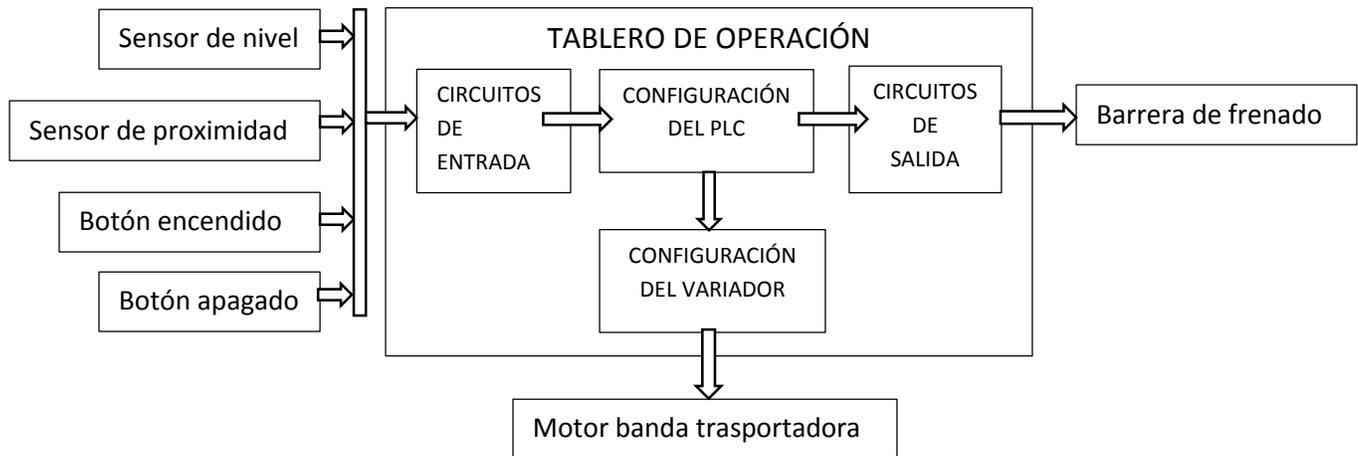
Al momento de diseñar el sistema de barrera se piensa en usar un motor, se sabe que hay varios tipos de motores, como el motor PaP (paso a paso), motor DC, motor AC y servomotor; se selecciona el servomotor y se toma en cuenta varias características como el voltaje de funcionamiento que debe ser de 5v, con gran torque lo suficiente para soportar el peso de la barrera, precisión de giro y su fácil programación por medio de un PIC debido a que trabaja por variaciones de frecuencia.

Se selecciona la electroválvula 2W-160-15 teniendo en cuenta que debe tener un grosor de media pulgada, trabaje con corriente continua con una fuente de 5v o 12v, conmute al ser activado por un relé y que da paso a un líquido viscoso en este caso ambientador y su resistencia a los químicos al ser de cobre se puede usar en la industria.

5.2 SECCIONES DEL SISTEMA

El sistema cuenta con 4 secciones las cuales son el tablero de operación, diseño de circuitos, configuración PLC y configuración variador.

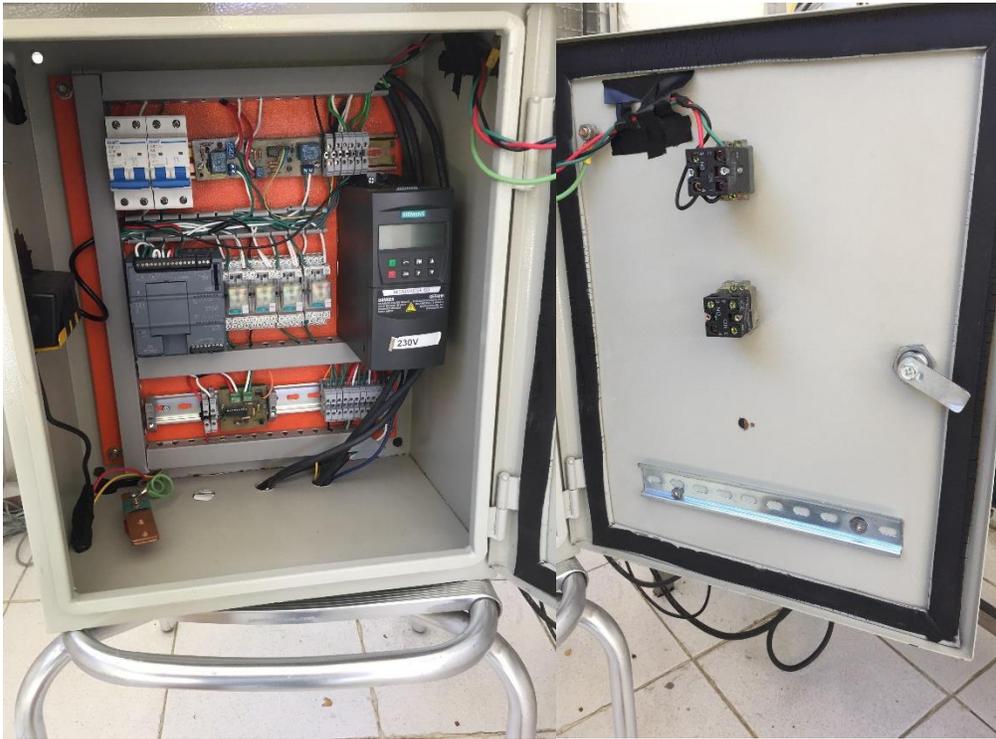
Figura 14. Diagrama de bloques de las secciones del sistema



5.2.1 Tablero de Operación

En el tablero de operaciones se encuentra el PLC, el variador, los breakers, los circuitos de acople, fuentes de alimentación, entre otros, todo acomodado en una caja plástica con sello hermético para proteger estos elementos como se observa en la Figura 15.

Figura 15. Caja del tablero de operación



Fuente: Sena NodoTecnoparque

En la Figura 16 se muestra la distribución del tablero de operación, el cual consta de 4 secciones:

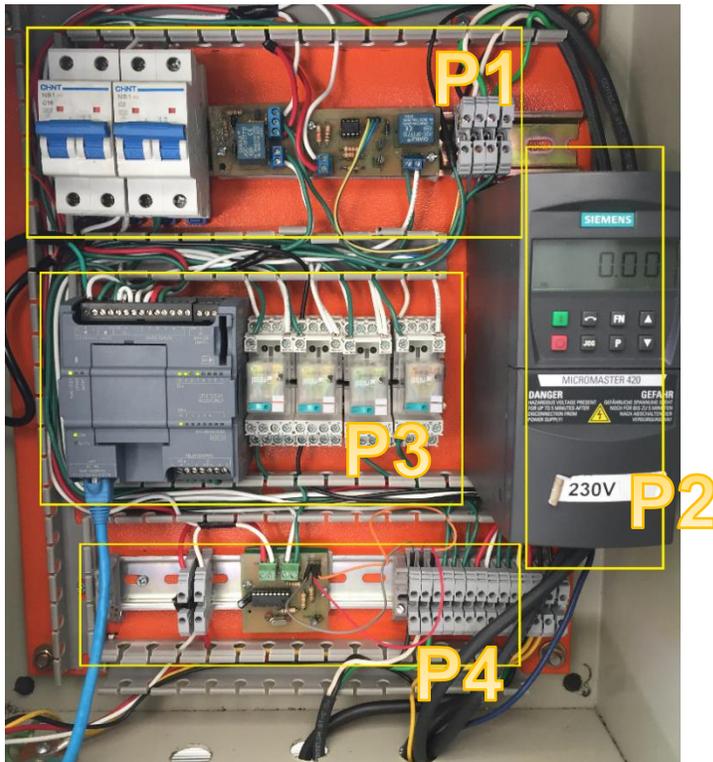
P1: Las entradas

P2: PLC

P3: variador

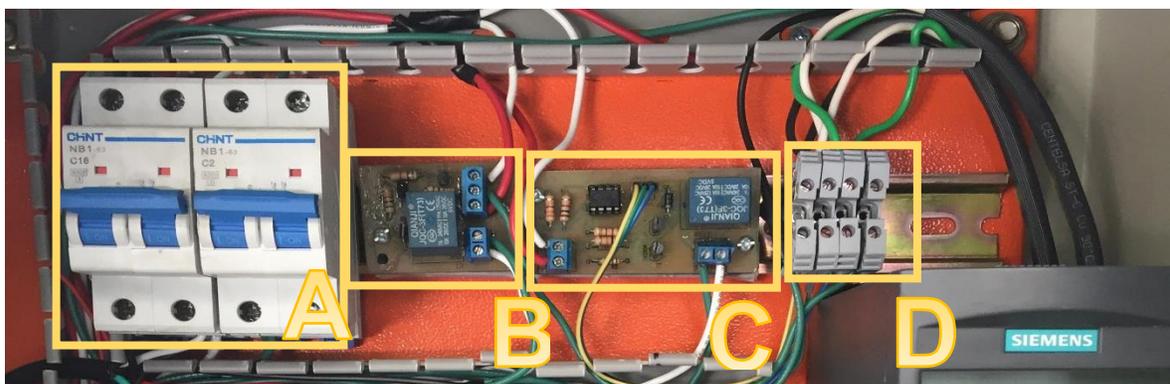
P4: la salida

Figura 16. Secciones del tablero de operación



Las Secciones del Variador y PLC ya fueron descritas en capítulos anteriores, en la Figura 17 se ilustra las entradas del tablero de operación.

Figura 17. Sección de entrada del tablero de operación



A. Breakers de protección: son capaces de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por el circula excede de un determinado valor.

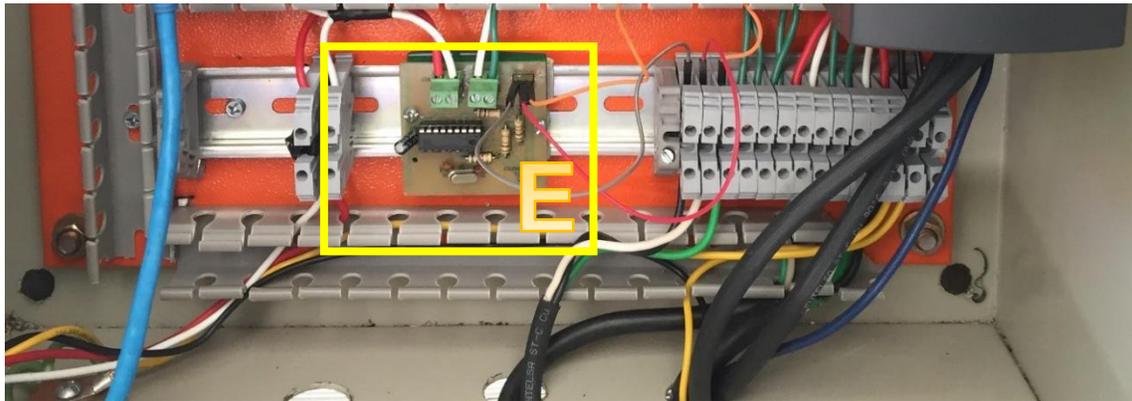
B. Circuito del sensor de nivel: circuito de acople para el rele que me permite dar una señal al PLC.

C. Circuito del sensor de distancia: circuito de acople para la detección de voltaje que arroja el sensor.

D. Borneras: es donde se produce la conexión con el circuito eléctrico exterior al mismo.

En la Figura 18 se ilustra la sección de salida del tablero de operación.

Figura 18. Sección de salida del tablero de distribución

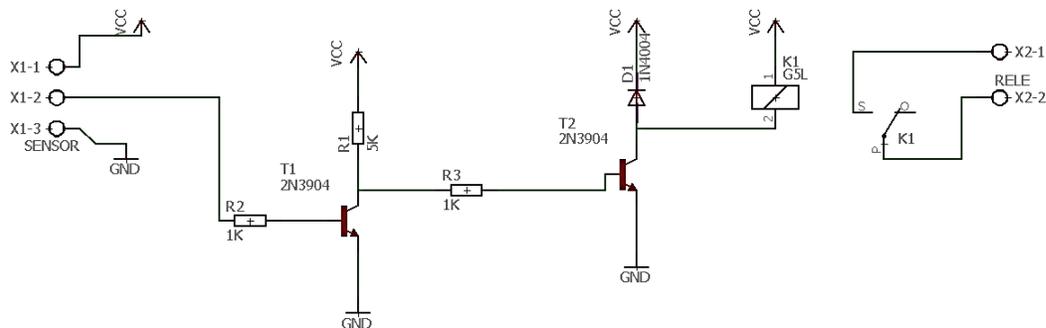


E. Circuito del servo: este circuito se utiliza para el sistema de frenado (barrera) el cual está compuesto por un microcontrolador para la configuración de la rotación del servo.

5.2.2 Diseño de circuitos

- **Circuito del sensor de nivel**

Figura 19. Circuito de acople del sensor de nivel



En la figura 19, se aprecia el circuito de acople para la señal que envía el sensor de nivel la cual posee dos niveles de tensión 0v cuando detecta el líquido en el galón y 5v cuando no detecta.

Para ello se utiliza un transistor configurado en corte y saturación como se ve en la figura 19, para calcular los valores de las resistencias es necesario dar un valor a una y calcular por medio de esta el valor de la otra, en este caso R1 y calculado R2.

$$R2 = \frac{V_{bb} - 0.7}{I_{base}}$$

$$I_{base} = \frac{I_{Csaturacion}}{\beta}$$

Debido a que beta se ve afectada por la temperatura y por la Ic por lo cual si beta cambia, Ib cambia y esta a su vez cambia el valor de Ic y puede llegar a sacar al transistor de la saturación, por ese motivo se hace que Ib=sea mínimo, 10 veces mayor, en nuestro caso tomamos 40, de esta forma se logra asegurar la saturación ya que si beta cambia Ib cambia pero ICsat no se ve afectada.

$$I_{base} = \frac{40 * I_{Csaturacion}}{\beta}$$

Ahora se procede a realizar el cálculo de R2 tomando como referencia que R1 es 5K Ω y Vcc es 5V.

$$I_{C \text{ saturacion}} = \frac{V_{CC}}{R_c} = \frac{5V}{5K\Omega} = 1mA$$

Remplazando en corriente de base y teniendo en cuenta que el beta de nuestro transistor es de 100.

$$I_{base} = \frac{40 * 1mA}{100} = 0.004mA$$

Por ultimo remplazamos para hallar R2 sabiendo que Vbb es 5v

$$R2 = \frac{5V - 0.7V}{0.004mA} = 1.075K\Omega = 1K\Omega$$

El segundo transistor 2N3904 (T2) su funcionamiento es operar, proteger el relé y enviar la señal de 5V a 24V al PLC, primero se coloca una resistencia en la base del transistor para que se eleve la corriente y permita al transistor operar en corte o saturación, el voltaje entre base y emisor debe ser mínimo de 0.7V para que puede operar

$$V_{bb} = I_{base} * R_{base} + V_{be}$$

Para calcular la corriente de base sabemos que la corriente máxima que puede fluir por el transistor es de 83mA y beta es de 100

$$I_{base} = \frac{83mA}{100} = 0.83mA$$

Por lo tanto para calcular Rbase

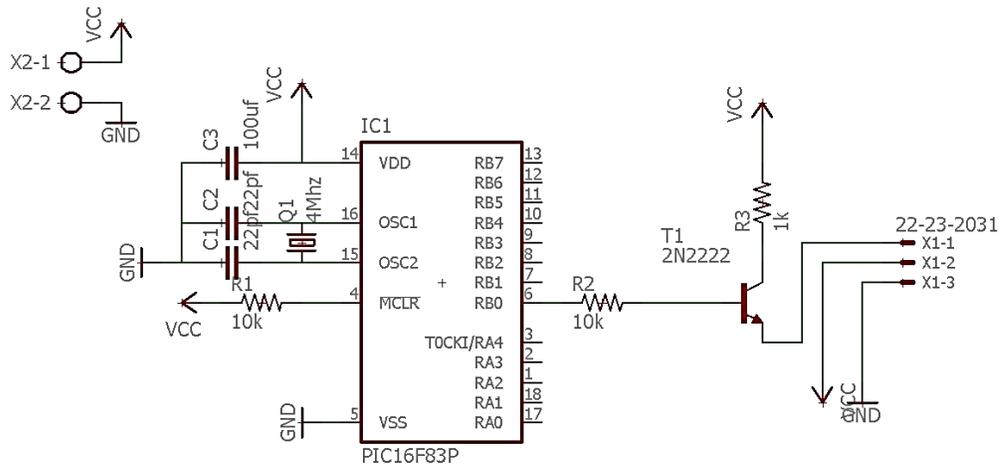
$$R_{base} = \frac{V_{bb} - V_{be}}{I_{base}} = \frac{5 - 0.7}{0.83mA} = 5.18K\Omega$$

La resistencia de base debe tener un valor máximo de 5.18 KΩ por lo tanto se usa una resistencia de 1 KΩ debido que no sobrepasa el valor límite para que funcione la configuración del transistor en corte o saturación.

Para resolver el problema de la extra tensión, la solución más simple es la de conectar en paralelo con la bobina un diodo rectificador inversamente polarizado de modo que este tome estos pico de tensión de polaridad opuesta por lo que usamos un diodo 1N4004.

- **Circuito servo motor**

Figura 20. Circuito de acople del servo motor



La configuración del PIC16F83P se desarrolla en flowcode y se puede observar en el anexo B, se trabaja a una frecuencia de 4Mhz por lo que se implementa un cristal con esta característica y dos condensadores de 22pF y uno de 100μF,

El servomotor trabaja por medio de PWM (modulación por ancho de pulsos), se configura el PIC16F83P para enviar a la salida RB0 (pin 6) un tren de pulsos de 0V y 5V dependiendo del ángulo del servomotor y es necesario utilizar un transistor en configuración emisor común que trabaje en corte y saturación para garantizar los valores de voltaje a la entrada del servomotor.

Para que cumpla estas características la corriente del colector debe ser aproximadamente de 5mA, el beta del transistor de 10 y el voltaje entre emisor y colector de 0.2V o 0.3V y así se calcula la corriente de base y las resistencias RC y RB.

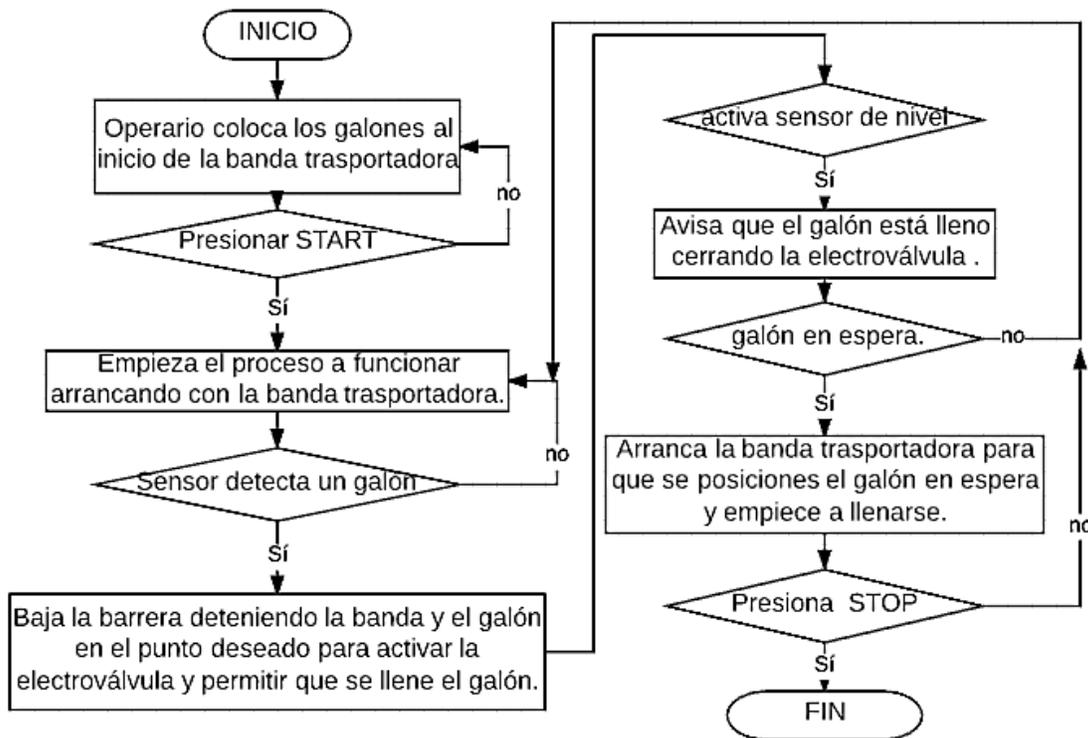
$$I_{base} = \frac{I_{C_{saturacion}}}{Beta} = \frac{5mA}{10} = 0.5mA$$

$$R_C = \frac{V_{cc}}{I_{C_{saturacion}}} = \frac{5V}{5mA} = 1Kohm$$

$$R_{base} = \frac{V_{bb} - V_{be}}{I_{base}} = \frac{5 - 0.2}{0.5mA} = 9.6K\ ohm \cong 10K\ ohm$$

5.2.3 Configuración PLC

Figura 21. Diagrama de programación PLC



Paso 1. Declarar variables:

Inicialmente se deben declarar las variables de los sensores y actuadores que se van a utilizar en la programación, se debe tener en cuenta que el programador que se utiliza es el PLC SIEMENES S7-1200, el cual posee 8 entradas y 6 salidas digitales, en la Tabla No.3 se visualiza más entradas y salidas

Tabla No. 3 Entrada y salidas del PLC.

Entradas	I	Salidas	Q
Sensor de Distancia	0	Servomotor	0
Sensor de nivel	1	Electrovalvula	1
Boton de START	2	Activar el motor	2
Boton de Stop	3	Activar la velocidad del motor	3
		Alarma	4

Como se puede ver en la Figura 22 se utiliza 4 entradas y 5 salidas, para realizar la programación se declara las variables con la letra "I" empezando de la %I0.0 a la %I0.7 y las variables de salida con la letra "Q" empezando de la %Q0.0 a la %Q0.5.

Figura 22. Tabla de variables_1

Tabla de variables_1							
	Nombre	datos	Dirección	Rema...	Visibl...	Acces...	Comentario
1	SD		%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sensor de Deteccion
2	SN		%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Sensor de Nivel
3	START		%I0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Encender
4	STOP		%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Parar
5	B		%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Barrera
6	EV		%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Electrovalvula
7	MV		%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Motor del variador
8	V		%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Velocidad de la banda
9	E0		%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Estado 0
10	E1		%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Estado1
11	E2		%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Estado2
12	E3		%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Estado3
13	E4		%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Estado4
14	E5		%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Estado5
15	MSTART		%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	marca start
16	E6		%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Estado alterno
17	E7		%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Estado de barrera
18	MSTOP		%M1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Marca Stop
19	E.FRENADO		%M1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Estado de Frenado
20	ALARM		%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Alarma de aviso
21	MALARMA		%M1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Marca Alarma

Para realizar la programación se desarrolla un diagrama de estados para facilitar el entendimiento del problema debido a que se muestra paso a paso las diferentes etapas utilizadas en el proceso y se crea la solución en 7 estados.

Estado 0: Se declara las condiciones iniciales, como se puede ver en la Figura 23, la electroválvula se encuentra en estado inactivo permitiendo que el líquido no circule, el motor de la banda y la velocidad se encuentran apagados porque al proceso no se le ha dado inicio y por último la barrera se encuentra de forma vertical.

Estado 1: Se activa después de que el operario ha presionado el botón START dando inicio al proceso donde se activa el motor y al mismo tiempo empieza a funcionar la velocidad de la banda a la velocidad programada en el variador y por último la barrera se mantiene de forma vertical al igual que la electroválvula mantiene su condición anterior en estado cerrado.

Estado 2: Se activa cuando el sensor de proximidad infrarrojo E18-D80NK identifica que un objeto se encuentra en su rango, en este caso se detecta un galón vacío, permitiendo que la velocidad de la banda se detenga y al mismo tiempo la barrera baje y se ubique de forma horizontal para posicionar en el lugar deseado el galón.

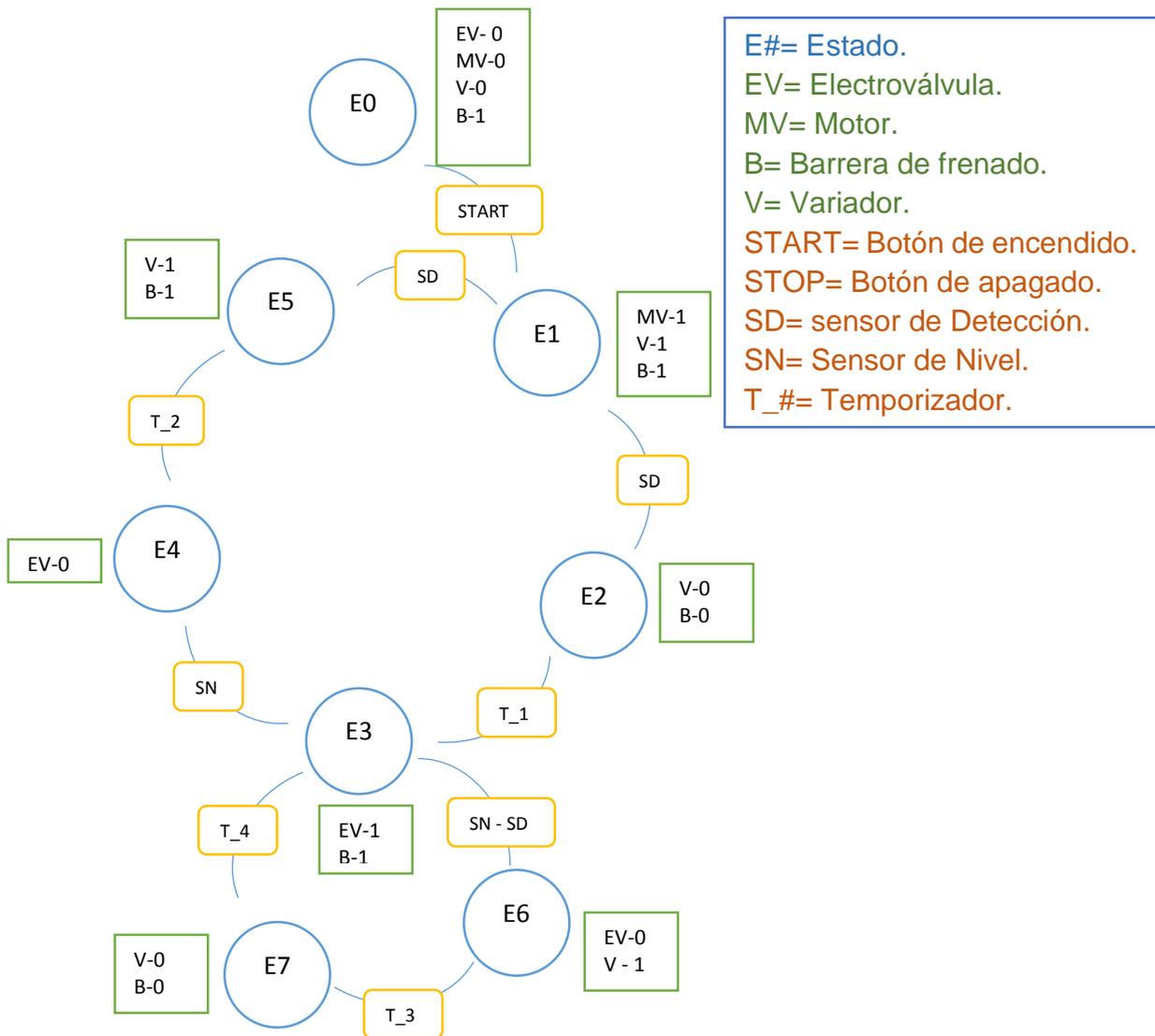
Estado 3: Después de 3 segundos empieza la etapa de llenado permitiendo que la electroválvula se active y permita el paso del líquido para empezar a llegar el galón y como este se encuentra en el lugar deseado para el llenado la barrera regresa a su estado vertical para que le permita al galón moverse cuando este se encuentre lleno.

Estado 4 y 5: Si el sistema detecta que el galón está lleno gracias al sensor de nivel y no se encuentra ninguno en espera rápidamente cierra la electroválvula impidiendo el flujo del líquido y activando el estado 5 donde le da un tiempo de 2 segundos para activar la velocidad de la banda y regresando al estado 1 para que sistema siga funcionando y de paso al galón lleno.

Estado 6 y 7: Si el sistema detecta que el galón está lleno y al mismo tiempo está detectando uno en espera se cierra la electroválvula y enciende la velocidad de la banda dando paso al estado 7, después de 1.8 segundos donde baja la barrera posicionado al galón que se encontraba en espera y dándole paso al que está lleno, regresando al estado 3.

En la figura 23 se observa el respectivo cuadro de diagrama de estados.

Figura 23. Diagrama de estados de la programación del PLC



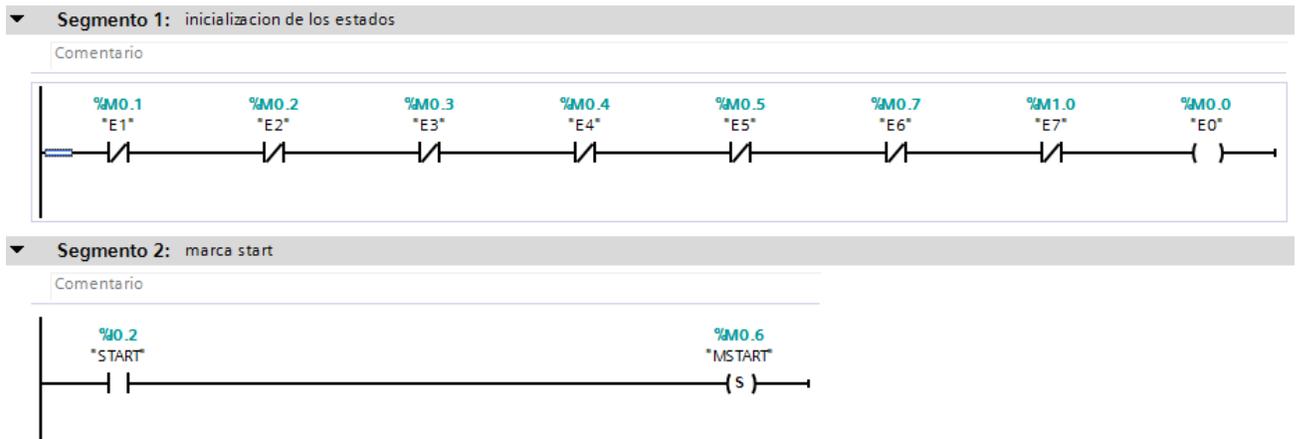
Después de tener claro los estados que se van a utilizar en la programación se utiliza el programa TIA PORTA V.13 que es compatible con el PLC además que viene anexo en el producto y el lenguaje LADDER¹⁹ debido a que se tiene conocimientos previos sobre este, es de fácil entendimiento y manejo, se desarrolla 15 segmentos y se utiliza marcas para declarar los estados como variables.

¹⁹ Departamento de Electrónica Universidad de Alcalá. "Programación en Ladder" Máster universitario en automatización de procesos industriales.

- Segmento 1 y 2

Segmento 1, se inicializan los estados 1 al 7 para activar el estado 0, esto se realiza para mejorar la confiabilidad del sistema y para que no se active ningún estado desde que no se desee. Segmento 2, es necesario declarar una marca para el botón START debido a que es un botón pulsador y esto permite mantener el estado encendido para cuando sea necesario, como se observa en la figura 24.

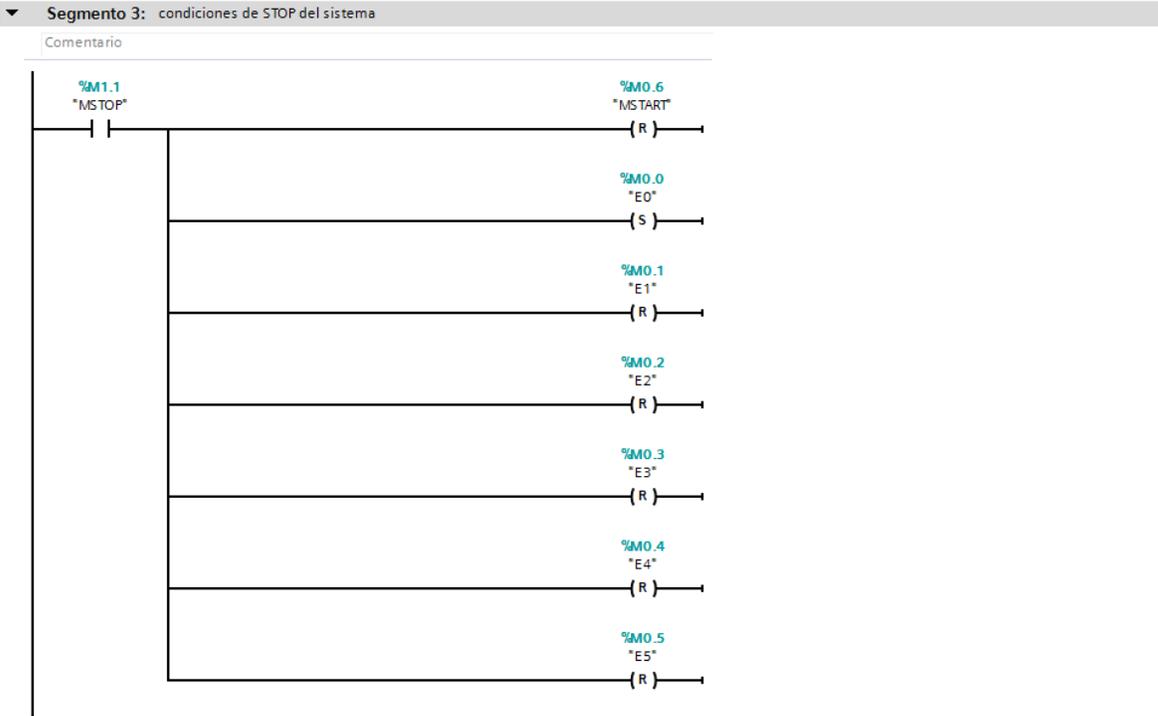
Figura 24. Segmento 1 y 2 de la programación del PLC



- Segmento 3

Son las condiciones de la marca stop, cuando este botón se presione apaga todo el sistema enviando al estado 0 y desactivando el estado donde se encontraba antes de presionar el stop, como se observa en la Figura 25.

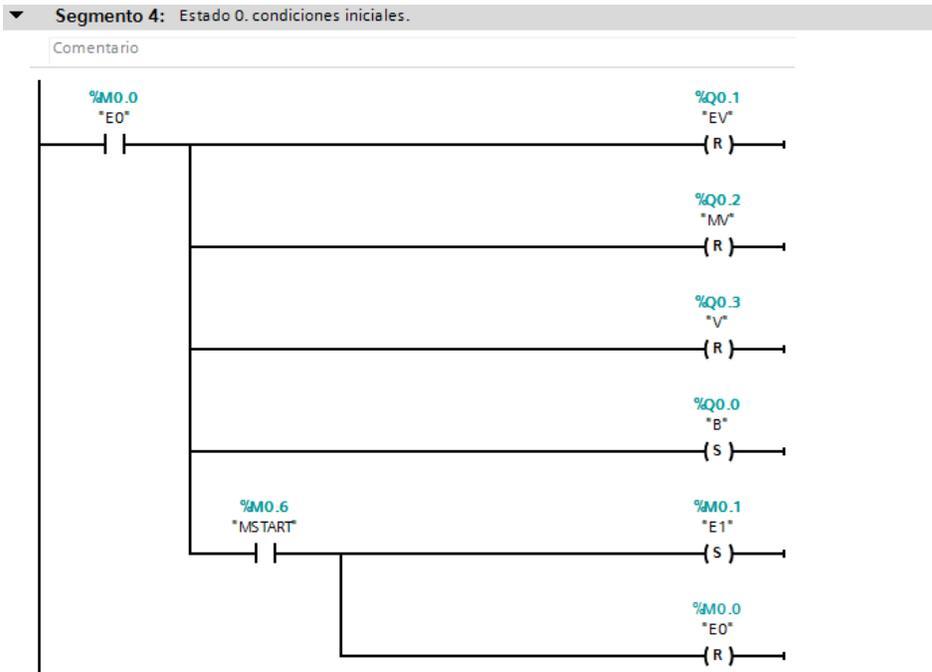
Figura 25. Segmento 3 de la programación del PLC



- Segmento 4

Es el estado 0, como se explica anteriormente envía las condiciones iniciales del sistema y espera que se presione el botón inicio para activar el estado 1 y desactivar el estado 0, como se visualiza en la Figura 26.

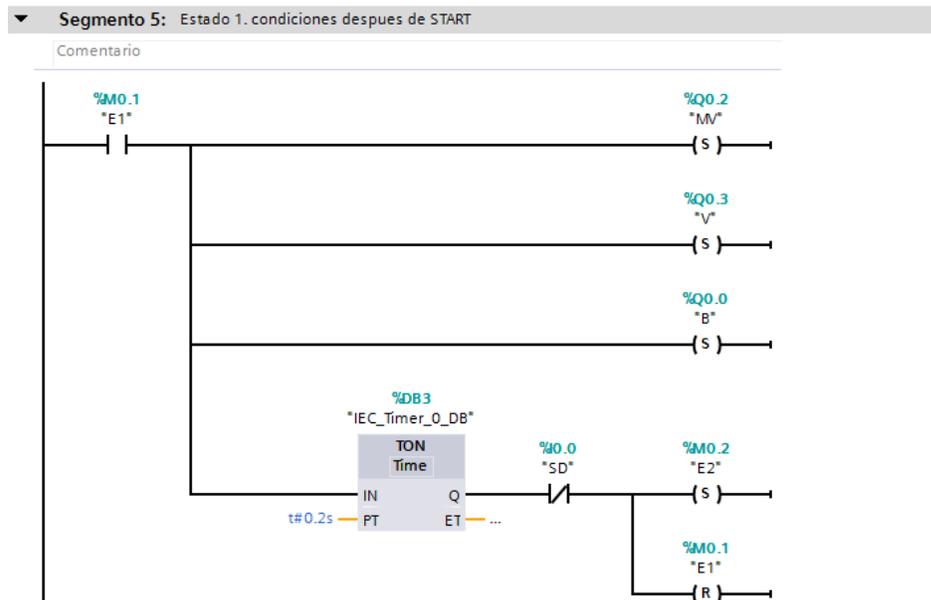
Figura 26. Segmento 4 de la programación del PLC



- Segmento 5

Es el estado 1, donde se activa la banda y se mantiene así hasta que se detecte un objeto por más de 0.2 segundos para mayor seguridad enviando después al estado 2 y desactivando el estado 1, como se observa en la Figura 27.

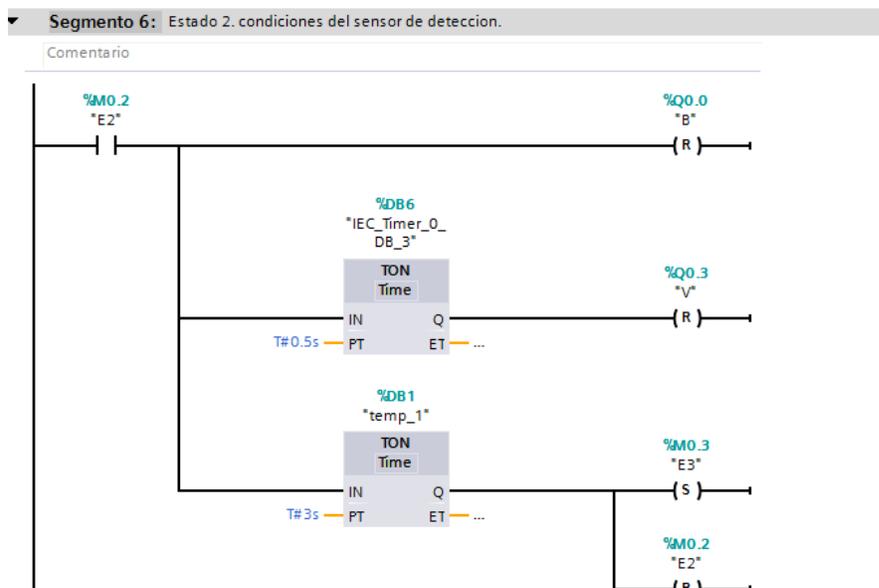
Figura 27. Segmento 5 de la programación del PLC



- Segmento 6

Es el estado 2, donde se baja la barrera, le da un tiempo de 0.5 segundos a la banda para que se detenga y espera por 3 segundos para pasar al estado 3 y desactivar el estado 2, como se visualiza en la figura 28.

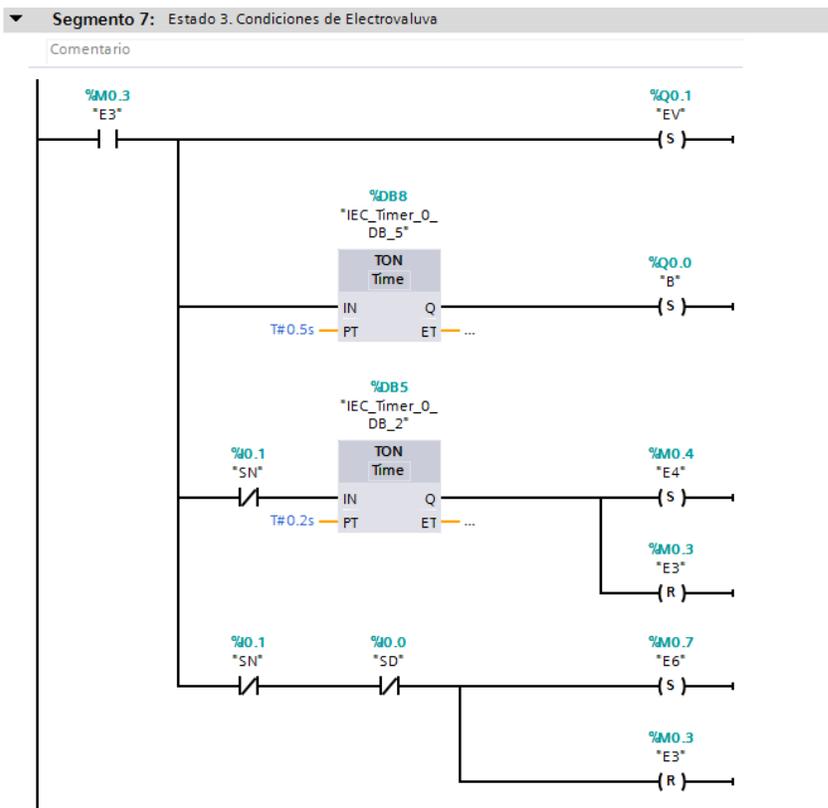
Figura 28. Segmento 6 de la programación del PLC



- Segmento 7

Es el estado 3, donde se activa la electroválvula, da un tiempo de 0.5 segundos para para subir la barrera, y puede enviar al estado 4 o al 6 dependiendo de que si se encuentra un galón en espera o no, si el sensor de nivel detecta que el galón se ha llenado y no detecta que se encuentra un galón en espera activa el estado 4 pero si se encuentra uno en espera activa el estado 6.

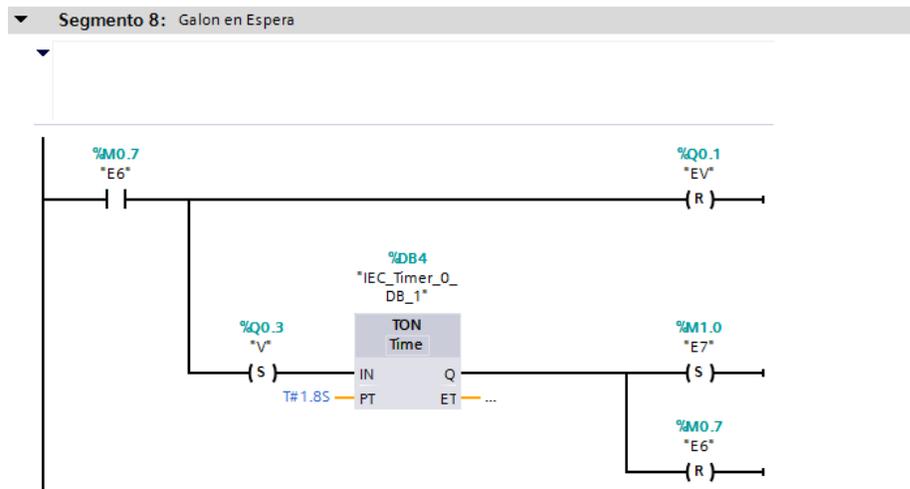
Figura 29. Segmento 7 de la programación del PLC



- Segmento 8

Estado 6, se desactiva la electroválvula, enciende la velocidad de la banda y da un tiempo de 1.8 segundos para pasar al estado 7 y desactivar el estado 6, como se observa en la Figura 30.

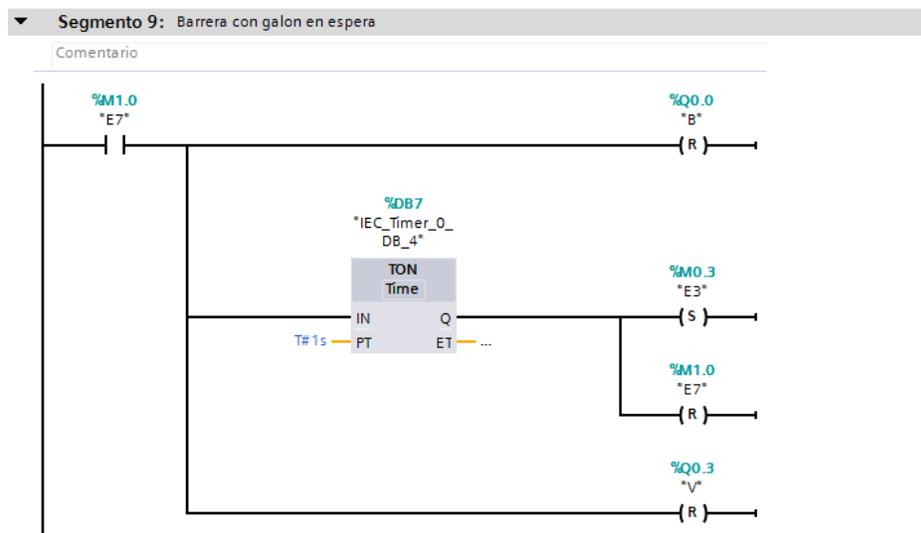
Figura 30. Segmento 8 de la programación del PLC



- Segmento 9

Estado 7, baja la barrera, detiene la velocidad de la banda y después de 1 segundo se activa el estado 3 y se desactiva el estado 7, como se visualiza en la figura 31.

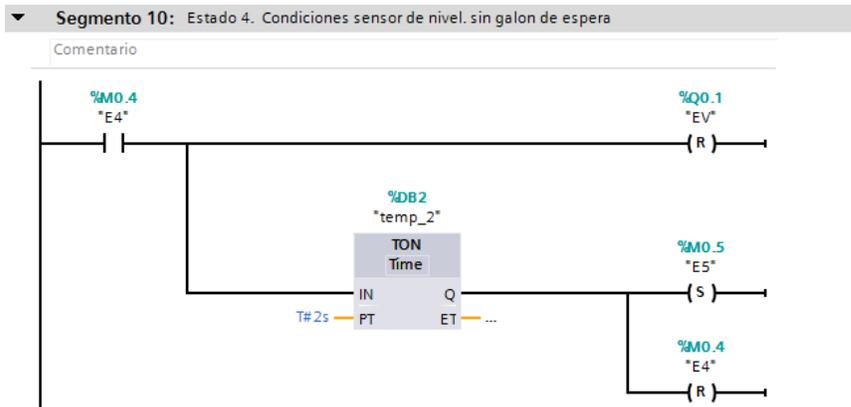
Figura 31. Segmento 9 de la programación del PLC



- Segmento 10

Estado 4, donde se desactiva la electroválvula y le da 2 segundos para desactivar el estado 4 y activar el estado 5, como se observa en la Figura 32.

Figura 32. Segmento 10 de la programación del PLC

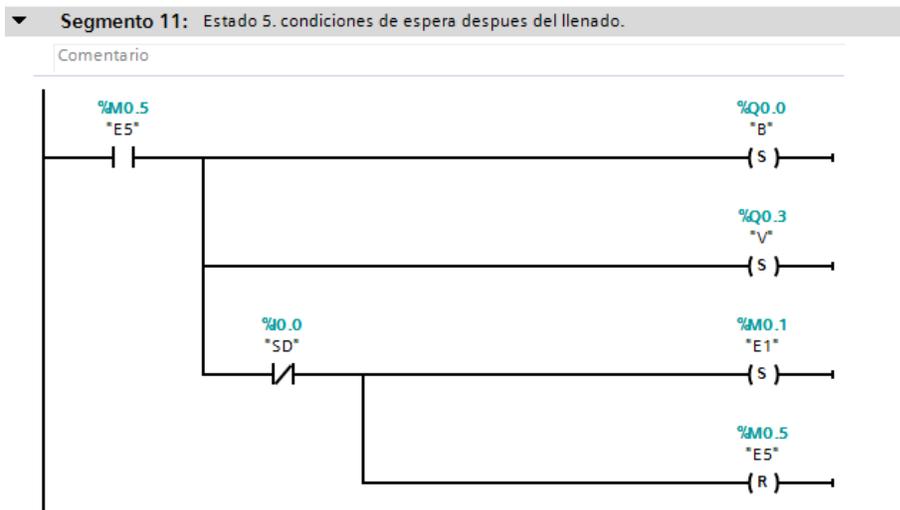


Fuente: Autores del Proyecto

- Segmento 11

Estado 5, se sube la barrera, activa la velocidad de la banda y espera activar el sensor de detección para encender el estado 1 y desactivar el estado 5, como se observa en la Figura 33.

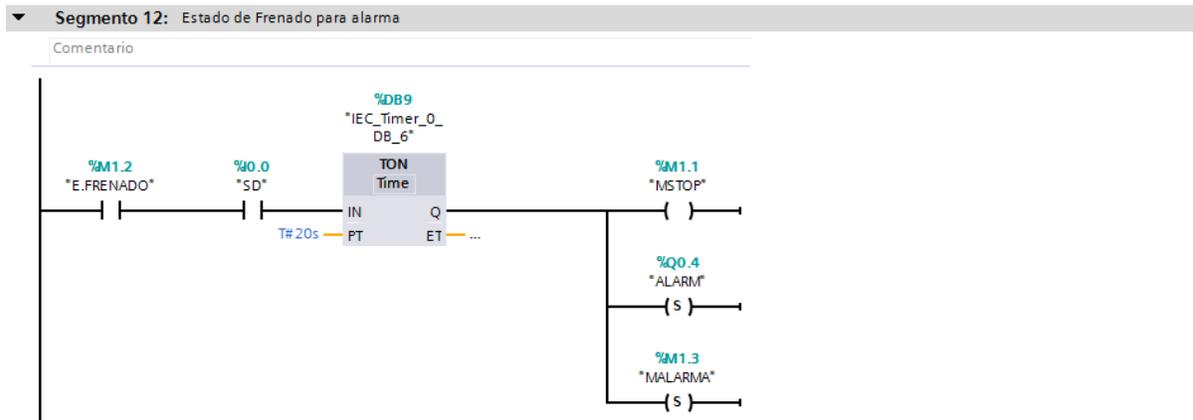
Figura 33. Segmento 11 de la programación del PLC



- Segmento 12

Es el estado de frenado para el sistema, donde si dura más de 20 segundos sin detectar ningún galón en la banda de detiene apaga la banda enviado al estado 0 y encenderá una alarma, como se visualiza en la Figura 34.

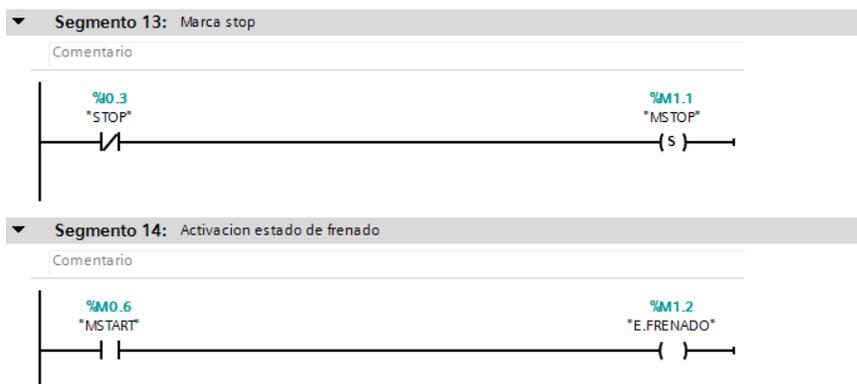
Figura 34. Segmento 12 de la programación del PLC



- Segmento 13 y 14

Segmento 13, marca stop para garantizar que se mantenga el estado apagado y mejore la fidelidad del sistema. Segmento 14, se activa el estado de frenado después de que se activa la marca start, como se observa respectivamente en la Figura 35.

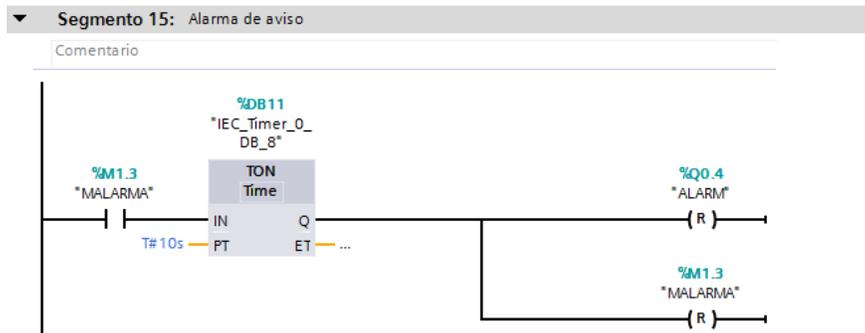
Figura 35. Segmento 13 y 14 de la programación del PLC



- Segmento 15

Se desactiva la alarma después de 10 segundos, dicho diagrama se observa en la Figura 36.

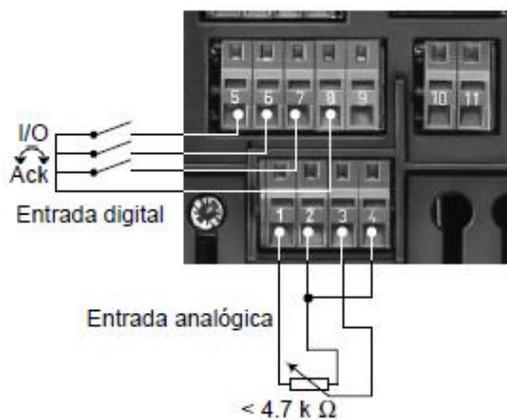
Figura 36. Segmento 15 de la programación del PLC



5.2.4 Configuración del variador

Para configurarlo existen varias opciones. Se puede acceder desde un PC por el puerto serie con un kit de conexión y hacer la configuración mediante un software (el DriveMonitor o el Starter) ²⁰. También existen unos paneles que se conectan sobre el variador. Figura 37.

Figura 37. Pines Variador



Fuente: <http://notasdeautomatizacion.blogspot.com.co/2009/09/parametrizacion-sencilla-de-un-variador.html>

²⁰ Variador micromaster 420

(<http://notasdeautomatizacion.blogspot.com.co/2009/09/parametrizacion-sencilla-de-un-variador.html>)

Las configuraciones correspondientes se visualizan en la Tabla No. 4

Tabla No. 4 Configuraciones variador Micromaster 420

ENTRADAS	BORNES	FUNCIÓN
Entrada Digital 1	5	ON derecha
Entrada Digital 2	6	Invertir
Entrada Digital 3	7	Acusar Fallos
Entrada Analógica	3 /4	Consigna de Frecuencia

5.3 EJECUCIÓN DEL SISTEMA

El tablero de operación debe estar conectado a un toma corriente de 220v AC, y su configuración inicial debe tener los breakers los cuales se muestran en estado OFF, para encender los elementos del sistema se deben activar manualmente los breakers al estado ON, tener en cuenta que se deben activar simultáneamente.

Al presionar el botón RUN (de color verde) se envía una señal al PLC para que active el variador que a su vez activa el motor y la banda transportadora empieza a funcionar, el operario deposita los galones vacíos al inicio de la banda; Al ser identificado el galón por el sensor de detección este envía un voltaje a su circuito de acople que por medio de un relé envía la señal respectiva al PLC el cual hace que el variador detenga la velocidad del motor y el servo motor se activa bajando la barrera 90° posicionando el galón en el lugar deseado, después de 3 seg la electroválvula se activa, empieza el llenado del galón y la barrera vuelve a su lugar; Al estar el galón a un nivel deseado es detectado por el sensor de nivel que envía un voltaje al circuito de acople y este lo transforma en una señal para el PLC.

El PLC está programado para realizar dos funciones, la primera es que si hay un galón en espera activando el sensor de detección se encienda la banda por 2 seg, permitiéndole dar paso al galón lleno y ubicar el galón vacío con la ayuda de la barrera a la posición adecuada para realizar el llenado, la segunda el sensor de detección esta desactivado regresa al estado inicial permitiendo que la banda transportadora de paso al galón lleno, y siga su funcionamiento normal, repitiendo el proceso una y otra vez.

Al presionar el botón STOP (de color rojo) envía una señal al PLC para detener el proceso, si en un tiempo de 20 seg el sensor de detección esta en modo desactivado automáticamente el proceso se detendrá por seguridad encendiendo un buzzer (alarma) para avisar que el proceso ha terminado y no se encuentra galones en espera.

Después de que se haya llenado el galón y se encuentre al final de la banda el operario debe retirarlo y si se ha terminado el proceso es necesario bajar los breakers OFF, para apagar el sistema.

Figura 38. Funcionamiento del sistema



5.4 COSTOS DEL SISTEMA

Una estimación del presupuesto para la implementación del sistema²¹ se muestra a continuación:

²¹ Lista de precios Colombia - productos eléctricos industriales. Autor: Siemens S.A

Tabla No. 5: Presupuesto planteado para el sistema

ITEM	DETALLE	CANTIDAD	VALOR
Electrónica	Electroválvula	1	\$ 90.000
	Sensor de detección	1	\$90.000
	Sensor de Nivel	1	\$ 86.000
	PLC	1	\$ 800.000
	Variador	1	\$700.000
	Servo motor	1	\$30.000
	Banda transportadora	1	\$3.000.000
	Componentes (caja, borneras, etc)		\$500.000
Total			\$5.296.000

6 VALIDACION DE RESULTADOS

Se realiza un estudio en la empresa ASPROQUION LTDA para observar el funcionamiento del llenado de galones de ambientador que ellos realizan de forma manual por medio de un solo operario que se encarga de ubicar el galón en la salida de la tubería y darle apertura a la llave para que el líquido caiga por gravedad y llene el galón, el operario cuando ve que el galón se encuentra casi lleno disminuye el flujo del líquido de la tubería manipulando la llave hasta que el galón se encuentre completamente lleno para posteriormente cerrar en su totalidad la llave y depositar el galón en otro mesón; se realiza una prueba de llenado para analizar el comportamiento del operario, el nivel de los galones y los tiempos de llenado, según los resultados aproximadamente el operario se demora 17 minutos llenado 40 galones de forma continua, pero se puede observar que todos los galones no se llenan al mismo nivel, unos poseen más líquido de la medida reglamentaria mientras a otros les falta, de igual manera se presenta desperdicio porque en algunos momentos el operario no ubica el galón en el lugar correcto o no cierra la llave de forma adecuada.

Se realiza la misma prueba descrita anteriormente pero en este caso se implementa el prototipo de automatización ubicando los galones al inicio de la banda transportadora, se coloca de 4 en 4 los galones debido a que la banda no es lo suficientemente larga para albergar todos los galones, pero de lo contrario se podrían colocar los 40 galones al inicio de la banda, solo se necesita un operario que ubique los galones y espere que el proceso termine, en ese tiempo el operario se puede encontrar al final de la banda recibiendo los galones llenos y adelantando el siguiente proceso de forma manual que es realizar el cierre de la tapa; el prototipo se demora 14 minutos aproximadamente, pero se puede observar que todos los galones se llenan al mismo nivel y no se presenta desperdicio del líquido.

Se puede analizar según los resultados obtenidos en las pruebas con y sin el prototipo de automatización que aunque se mejora un poco el tiempo de llenado en aproximadamente 3 minutos se agiliza en otro proceso debido a que el operario no debe estar presente durante el llenado, solo al inicio ubicando los galones y al final recibéndolos, además que no se presentan desperdicios del líquido que al ser productos químicos y caer directamente sobre el operario puede ocasionar problemas de salud y por último se garantiza mantener el mismo nivel de llenado en todos los galones permitiéndole a la empresa no tener pérdidas por llenar de más y no tener problemas o quejas por parte del consumidor al venderle menos de la cantidad descrita en el producto.

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- Se diseñó e implementó un prototipo de control automático para el proceso de llenado de ambientadores de la empresa ASPROQUIN LTDA, iniciando el diseño a partir de una banda transportadora a pequeña escala adecuándole los sensores y actuadores que tiene como fin incrementar su productividad, reduciendo los costos operativos, incrementando la seguridad de los procesos, optimizando el recurso humano de la empresa y mejorando el diagnóstico, supervisión y control de calidad de la producción.
- Se adaptó una banda transportadora implementando en ella dispositivos electrónicos como el sensor de nivel y el sensor de detección a los cuales se les diseñó un circuito de acople para su correcto funcionamiento.
- Se implementó un sistema para adecuar la electroválvula la cual permite el paso del líquido viscoso del ambientador que contiene los galones, evitando que el operario haga contacto directo con los productos químicos y se garantizó que no ocurra el rebosamiento por fuera del galón.
- Se construyó el prototipo con las características deseadas de llenado el cual está compuesto por un sensor de nivel capacitivo que tiene como fin detectar el líquido en el nivel requerido y a su vez un servo motor que posiciona la barra que permite que el galón frene y llegue al punto correspondiente para su siguiente proceso.
- El software utilizado para realizar la programación del PLC Siemens S7-1200 es TIA PORTA V.13 debido a que es de la misma marca y por ende trae con ella su respectiva licencia, además es de fácil manejo y su configuración posee diferentes lenguajes de programación LADDER, ya que teníamos conocimiento previo adquirido en la universidad de su manejo. La comunicación se llevó a cabo a través de un cable ETHERNET entre el computador y el PLC.
- El tablero de operación se diseñó para que el operario ponga en funcionamiento el sistema accionando los botones de arranque y frenado, además de contener en su interior todos los circuitos, relés, breakers, PLC y variador.

7.2 RECOMENDACIONES

- El operario debe ubicar los galones de la forma correcta al inicio de la banda para que el sistema trabaje sin fallas.
- Terminado el proceso de llenado el operario debe continuar con el proceso manual de etiquetado y sellado de la tapa.
- cuando el proceso ha terminado, es necesario bajar los breakers (tacos de energía) del tablero de operación en modo OFF (apagado) para evitar daños.
- Se puede implementar el mismo sistema de control en otros tipos de líquidos, ya que en estos líquidos se opera de forma muy similar al de los ambientadores.
- En las líneas de producción de la empresa se puede automatizar y optimizar muchos procesos, ya que en su mayoría es de forma manual y dependen mucho del criterio humano.

7.3 TRABAJOS A FUTURO

- Continuar con la línea de automatización del proceso de llenado para realizar una automatización total del sistema en procesos posteriores como es el sellado, etiquetado y distribución para el almacenamiento de los galones.
- Realizar el sistema de automatización por medio de otros métodos que permitan un mejor rendimiento y funcionamiento del proceso como hidráulico, mecánico, entre otros.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Isaac Minian, Ángel Martínez., Jenny Ibáñez. “Cambio tecnológico y relocalización de la industria del vestido” Volume 48, Issue 188, January–March 2017, Pages 139-164.
- [2] Jagat Dhiman, Er. Dileep Kumar “*Hybrid method for automatically filling of the chemical liquid into bottles using PLC & SCADA*” en International Journal of Engineering Research and General Science Volume 2, Issue 6, October-November, 2014.
- [3] Hasan, Md. Mahadi; Fuaduzzaman; Moinuddin, S. M. “*PLC Controlled Automatic Bottle Filling System*” (tesis de pregrado) en Electrical and Electronic Engineering of East West University, Dhaka, Bangladesh 2013.
- [4] D. Baladhandabany, S. Gowtham, T. Kowsikkumar, P. Gomathi “PLC based automatic liquid filling system” en D. Baladhandabany et al, International Journal of Computer Science and Mobile Computing, Vol.4 Issue.3, March- 2015, pg. 684-692.
- [5] Ramírez Parra, Roberto de Jesús “*Automatización mediante PLC de festo de una mezcladora de líquidos*”. Trabajo práctico técnico presentado a la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Veracruzana. Región Xalapa, 2014.
- [6] López Valderrama, Solangell Elizabeth, Mendieta Alvarado, Ignacio Junior. “*Diseño, instalación y puesta en marcha de un equipo con PLC para la automatización de la operación de llenado de botellones en la planta de agua de la FIA-UNAP*” (Proyecto) en Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, 2014.
- [7] Tombé Andrade, Jimmy, director “*Diseño de la automatización de un sistema de llenado para tanques de aceite de palma*” (trabajo de grado) en Repositorio Institucional Universidad Autónoma de Occidente, 2014.
- [8] Naisdy García Rico, Leidy Johana Bedoya Ospina, “*Propuesta de mejora en el llenado y embalaje del área de empaque empresa Resiplast de Colombia S.A.S*” (Proyecto de grado) en Universidad Católica de Pereira, Facultad de ciencias básicas e ingeniería, programa de ingeniería industrial, 2016.
- [9] Uberney Castañeda Pérez “*Automatización del control de llenado en los procesos de almacenamiento y dosificación del ácido sulfúrico en la empresa quinsa*”. (proyecto de grado) en la Universidad Surcolombiana, 2016.
- [10] <Cinta transportadora (<http://www.tusa.es/cintas.html>)>

- [11] Sensor de proximidad infrarrojo E18-D80NK
<https://www.vistronica.com/info/14-como-comprar?cms_rewrite=como-comprar >
- [12] Sensor de Nivel Capacitivo LJC18A3-BZ-AX
<<http://www.didacticaselectronicas.com/index.php/sensores/sensor-de-proximidad-capacitivo-normalmente-cerrado-3438-detai>>
- [13] Principio servo motor <<http://panamahitek.com/que-es-y-como-funciona-un-servomotor/>>
- [14] Servo motor PowerHD AR 1201MG
<<https://www.taloselectronics.com/servomotor-tower-pro-mg995/> >
- [15] Electroválvula <<https://www.vistronica.com/valvulas/electrovalvula-110vac-12-2w-160-15-detail.html> >
- [16] Variador micromaster 420
<<http://notasdeautomatizacion.blogspot.com.co/2009/09/parametrizacion-sencilla-de-un-variador.html> >
- [17] Manual del PLC siemens S7-1200
<http://w5.siemens.com/spain/web/es/industry/automatizacion/simatic/controladores_modulares/controlador_basico_S71200/Documents/Datos%20t%C3%A9cnicos%201200.pdf >
- [18] motor voges trifasico b 80 a4/ec
<<https://es.scribd.com/doc/29297042/Instalacion-y-Mantenimiento-de-Motores-Elctricos-Trifasicos-Modulo-10>>
- [19] Departamento de Electrónica Universidad de Alcalá. "Programación en Ladder" Máster universitario en automatización de procesos industriales.
- [20] Variador micromaster 420
<<http://notasdeautomatizacion.blogspot.com.co/2009/09/parametrizacion-sencilla-de-un-variador.html> >
- [21] Lista de precios Colombia - productos eléctricos industriales. Autor: Siemens S.A