



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**AUTOMATIZACIÓN PARA LA LÍNEA
DE ENSAMBLE DE CONGELADORES
DE LA EMPRESA BELLCAR SERVICE C.A
UBICADA EN EL MUNICIPIO
SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.**

Autores:
Torrens, Carlos

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) - Fax: (0241) 87123



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

**AUTOMATIZACIÓN PARA LA LÍNEA DE ENSAMBLE DE
CONGELADORES DE LA EMPRESA BELLCAR SERVICE C.A UBICADA
EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO**

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

Autores: Torrens, Carlos
C.I.: 7.118.669
Tutor: Ing. María Izquierdo

San Diego, Agosto 2021



FI-T-003-2021-ICR (TG)

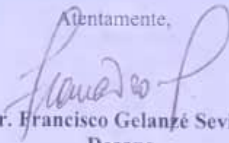
Valencia, 21 de julio de 2021

Ciudadano:
Torrens Torrens, Carlos Hugo.
C.I. 7.118.669
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 02-2021 de fecha 25-05-2021 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **AUTOMATIZACIÓN PARA LA LÍNEA DE ENSAMBLADO DE CONGELADORES DE LA EMPRESA BELLCAR SERVICE C.A UBICADA EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO**, presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Electrónico.

Se ratifica la designación de la Ing. María Izquierdo C.I: 25.981.156 como Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,


Dr. Francisco Gelanzé Sevilla.
Decano



c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

GF/aa



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
 COORDINACIÓN DE PASANTÍAS Y TRABAJO DE GRADO
 FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA DE APROBACIÓN DEL INFORME DE PASANTÍA O
 TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

AUTOMATIZACIÓN PARA LA LÍNEA DE ENSAMBLAJE DE CONGELADORES DE LA EMPRESA BELICAR SA EN LA LÍNEA EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.

Realizado por el (to) BI CARLOS VERGARA

C.I. 26.116.379, en su calidad de Ingeniero de Ingeniería ELECTRONICA hace constar de que al haber leído y escuchado la defensa oral, considera que reúne los méritos suficientes para otorgar la APROBACIÓN DEFINITIVA D DIECINUEVE 19 PUNTOS

T. 25.981.156

Jurado (1)
 Nombre: Gilberto Vergara
 C. I. 26.116.379

Nombre: ...
 C.I. 7130496

Fecha: 11/9/2021

COORDINACIÓN DE PASANTÍAS Y TRABAJO DE GRADO

<p>Nombre del Titulado:</p> <p>C.I.</p> <p>Fecha:</p>	<p><u>[Firma]</u> Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado</p> <p>SEMESTRE: <u>2021-1ER.</u></p>
---	---





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

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ing. María Izquierdo, titular de la cédula de identidad N° 25.981.156, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Carlos Torrens titular de la cédula de identidad N° 7.118.669, titulado **“AUTOMATIZACIÓN PARA LA LÍNEA DE ENSAMBLE DE CONGELADORES DE LA EMPRESA BELLCAR SERVICE C.A UBICADA EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO”**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Electrónica, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 05 de agosto del año 2021

Ing. María Izquierdo
C.I.: 25.981.156

ÍNDICE GENERAL

	Pp.
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE CUADROS	XI
ÍNDICE DE TABLAS	XII
RESUMEN	XIII
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO

I EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Formulación del problema	5
1.3 Objetivos de la investigación	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos	6
1.4 Justificación	6
1.5 Alcance de la Investigación	7
1.6 Limitaciones.....	7

II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes	9
2.2 Bases teóricas	12
2.2.1 Automatización.....	12
2.2.1.1 Partes de un Sistema de Automatización	12
2.2.2 Procesos Industriales	14
2.2.2.1 Importancia de la Automatización en los Procesos Industriales	14
2.2.2.2 Clasificación de los procesos Industriales	15

2.2.3 Sistemas de Control.....	16
2.2.3.1 Lazos de Control.....	17
Figura 5. Lazo de Control Abierto.....	19
2.2.4 Sensores.....	19
2.2.4.1 Detectores de Posición.....	20
2.2.4.2 Detectores Magnéticos.....	20
2.2.4.3 Detectores Electrónicos.....	21
2.2.4.4 Sensores de Presión.....	22
2.2.4.5 Actuadores.....	22
2.2.5 Controlador Lógico Programable.....	22
2.2.5.1 Arquitectura Externa.....	24
2.2.5.2 Arquitectura Interna.....	24
2.2.5.3 Programación del PLC.....	26
2.2.6 Lenguajes de Programación de un PLC.....	27
2.2.6.1 Lenguajes gráficos.....	27
2.2.6.2 Lenguajes textuales.....	27
2.2.6.3 Gráfico funcional secuencial (SFC).....	28
2.2.7 Interfaz de usuario HMI (Human Machine Interface).....	28
2.2.7.1 Tipos de Interfaz.....	29
2.2.7.2 Pantallas HMI.....	30
2.2.7.3 SCADA.....	31
2.2.8 Software STEP 7 BASIC V11.....	31
2.4 Definición de términos básicos.....	34

III MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación.....	36
3.2 Nivel de la Investigación.....	37
3.3 Diseño de la Investigación.....	37
3.4 Población y Muestra.....	38

3.4.1 Población	38
3.4.2 Muestra.....	38
3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	39
3.5.1 Técnicas de recolección de datos	39
3.5.2 Instrumentos de recolección de datos	40
3.6 Fases de la Investigación	40

IV RESULTADOS

4.1 Fase I: “Diagnosticar la situación actual de la línea de ensamblado de congeladores en la Empresa Belcar Service C.A.”	42
4.1.1 Observación directa.....	42
4.2 Fase II: “Determinar las variables del proceso de la Línea de Ensamblado de Congeladores.”	52
4.2.1 Variables del subproceso colocado del compresor.....	52
4.2.2 Variables del subproceso colocado de puertas	52
4.2.3 Variables del subproceso soldadura de tuberías	53
4.2.4 Variables del subproceso vacío y carga del congelador	54
4.2.5 Variables del subproceso pruebas del laboratorio del congelador	54
4.2.6 Variables del subproceso colocar accesorios, limpieza y embalado del producto detección del peso del congelador	55
4.2.7 Variables ingreso del producto terminado a la bodega del congelador	56
Apagado	56
4.3 Fase III: “Diseñar la automatización del Sistema y Control del proceso de la línea de ensamblado de congeladores.”	57
4.3.1 Controlador Lógico Programable	57
4.3.1.1 PLC Simatic S7-300	58
4.3.1.2 Tamaño del PLC Simatic S7-300	61
4.3.1.3 Ventajas del PLC S7-300.....	61
4.3.2 Descripción de la programación	62

4.3.2.1 Crear un proyecto en Step 7	62
4.3.2.2 Bloques del proyecto	65
4.3.2.3 Simulación de la programación	71
4.4 Fase IV: “Realizar un estudio de factibilidad operativa, técnica y económica para la automatización del proceso de la línea de ensamblado de congeladores de la Empresa Bellcar Service C.A.”	77
4.4.1 Factibilidad económica.....	77
4.4.1.1 Costos.....	77
4.4.1.2 Presupuesto del personal	78
4.4.1.3 Detalles de los Beneficios	79
4.4.2 Factibilidad operativa	80
4.4.3 Factibilidad técnica	81
CONCLUSIONES	82
RECOMENDACIONES	84
REFERENCIAS.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Pp.
Figura 1. Importancia de la Automatización en un proceso Industrial	15
Figura 2. Sistema de Control.....	17
Figura 3. Lazo de Control	18
Figura 4. Lazos de Control Cerrado.....	18
Figura 5. Lazo de Control Abierto.....	19
Figura 6. Contacto Reed. (Normalmente abierto)	21
Figura 7. Controlador Lógico Programable.	23
Figura 8. Unidades funcionales del PLC	24
Figura 9. Sistema Estructural de un Scada.....	31
Figura 10. Software STEP 7 BASIC V11.....	32
Figura 11. Proceso de Ensamble de Congeladores.....	43
Figura 12. Subproceso de Colocado del compresor.	44
Figura 13. Subproceso de Colocado de puerta.	45
Figura 14. Subproceso Soldadura de tuberías.	45
Figura 15. Subproceso Vacío y carga del congelador.....	46
Figura 16. Pruebas de Laboratorio de ensamble de congeladores.....	47
Figura 17. Embalaje del congelador.	48
Figura 18. Validación para ingreso de producto a la bodega.	49
Figura 19. Esquema de la línea de ensamble de congeladores de la empresa.....	50
Figura 20. PLC S7 300.....	59
Figura 21. Partes del PLC S7-300	59
Figura 22. Crear el equipo Simatic 300.	63
Figura 23. Insertar bastidor	63
Figura 24. Símbolos del proceso de automatización	64
Figura 25. Inicio del Sistema.....	65

Figura 26. Parada del Sistema de automatización	66
Figura 27. Para de Emergencia Sistema de automatización.....	66
Figura 28. Selección de Automático del Sistema de Automatización	67
Figura 29. Subproceso colocado del compresor.....	67
Figura 30. Subproceso colocado de puerta.....	68
Figura 31. Subproceso de proceso de embalaje.....	68
Figura 32. Sensor Analógico para la detección del peso del congelador.....	69
Figura 33. Peso valido del congelador (Activación de la marca)	69
Figura 34. Subproceso de detección de peso.....	69
Figura 35. Producto valido abre la puerta hacia la bodega	70
Figura 36. Activación del contador.....	70
Figura 37. Producto válido cierra la puerta de la bodega.....	71
Figura 38. Inicio del Sistema.....	71
Figura 39. Parada del Sistema	72
Figura 40. Marca de Automático del sistema.....	72
Figura 41. Enciende el Motor 1 de la banda transportadora	73
Figura 42. Apagado del Motor 1 de la banda transportadora.....	73
Figura 43. Subproceso embalaje del producto	74
Figura 44. Encendido de la línea transportadora del subproceso de embalaje del producto.....	74
Figura 45. Subproceso abre la puerta para el ingreso del producto.....	75
Figura 46. Peso valido del producto	75
Figura 47. Encendido de la puerta para el ingreso a la bodega	76
Figura 48. Contador de productos	76
Figura 49. Motor para la bajada de la puerta apagado.....	76
Figura 50. Motor para la bajada de la puerta encendido	77

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	Pp.
Cuadro 1. Diagnostico detallado de los equipos de la línea de producción de ensamble de congeladores de la empresa Belicar Service C.A	51
Cuadro 2. Variables del Subproceso colocado del compresor	52
Cuadro 3. Variables del Subproceso colocado de puertas	53
Cuadro 4. Variables del Subproceso Soldadura de Tuberías	53
Cuadro 5. Variables del Subproceso vacío y carga del congelador.....	54
Cuadro 6. Variables del Subproceso pruebas de laboratorio del congelador.....	54
Cuadro 7. Variables del Subproceso colocar accesorios, embalado y peso del congelador.	55
Cuadro 8. Variables del Subproceso colocar accesorios, embalado y peso del congelador.	56
Cuadro 9. Descripción de la parte de un PLC S7-300	60

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA	Pp.
Tabla 1. Costos de Materiales	78
Tabla 2. Costo del personal	78
Tabla 3. Tabla de Conceptos del personal	79
Tabla 4. Costo Total del Proyecto	79



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

**AUTOMATIZACIÓN PARA LA LÍNEA DE ENSAMBLE DE
CONGELADORES DE LA EMPRESA BELLCAR SERVICE C.A UBICADA
EN EL MUNICIPIO SAN DIEGO, ESTADO CARABOBO.**

Autores: Torrens, Carlos

Tutor: Ing. María Izquierdo

Fecha: Agosto 2021.

RESUMEN

A medida que la tecnología avanza, el ser humano se ha visto en la obligación de buscar soluciones en base a sus conocimientos y prácticas que pueden ser aplicables en la automatización de procesos y actividades que realice, sea para su beneficio, o el de su entorno . En consecuencia, el proyecto de investigación tiene como objetivo principal, Proponer el Diseño de un Sistema de Automatización para la Línea de Ensamblado de Congeladores en la Empresa Belcar Service C.A ubicada en el municipio San diego, Estado Carabobo el cual permita y describa la automatización de la línea de ensamblado de los congeladores y el ingreso de este producto terminado a la bodega, para su logística y posterior carga a los diferentes contenedores para su distribución, para lo cual se tendrá que usar varios componentes eléctricos y electrónicos para el control de la línea de ensamble e ingreso, como el Controlador Lógico Programable (PLC), Interfaz Humano-Máquina (HMI), sensores, detectores, entre otros, adicionalmente del conocimiento en programación y normativas. Por otro lado, el proyecto de investigación está enmarcado dentro de la modalidad de investigación de proyecto factible, bajo los lineamientos de la investigación de campo, con un nivel descriptivo y documental. Este sistema podrá aportar un control, supervisión, de un sistema para máquinas de inyección a futuros proyectos relacionados a este campo de investigación.

Descriptores: Automatización, Línea de Ensamble, Congeladores, Empresa.

INTRODUCCIÓN

La automatización de un sistema consiste en usar la tecnología para realizar tareas sin la necesidad de personas, la cual es más común en aquellos procesos relacionados con la fabricación de productos, la robótica, automóviles entre otros. Para realizar la automatización de un sistema es importante tener en cuentas dos factores, los operadores humanos y un conjunto de elementos tecnológicos, que juntos son utilizados para realizar el control de procesos automáticos, esto con el fin de aumentar la productividad, suprimir trabajos forzosos e incrementa la seguridad. En los sistemas de control automático, es de vital importancia que los dispositivos que actúan como elementos integradores del mismo, ofrezcan un nivel de seguridad que permita garantizar el desarrollo completo del proceso en ejecución en industrias tales como las manufactureras, comerciales, entre otras.

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

Es por esto que importante hablar sobre los procesos de fabricación, lo cual se deberá primero entender lo que es y lo que hace. La industria automotriz es un punto de referencia cuando se trata de la automatización de los procesos de fabricación. El presente trabajo de tesis plantea la siguiente automatización para una línea de ensamble de los congeladores y el ingreso de este producto terminado a la bodega, para su logística y posterior carga a los diferentes contenedores para su distribución, para lo cual se tendrá que usar varios componentes eléctricos y electrónicos para el control de la línea de ensamble e ingreso, como controlador

lógico programable (PLC), interfaz humano-máquina (HMI), sensores, detectores, entre otros, adicionalmente del conocimiento en programación y normativas. Específicamente, se abordara el análisis, diseño, de un sistema de control automático usando como marco de desarrollo un conjunto de metodologías existentes, para la conceptualización e implementación de sistemas de automatización industrial, que parten de la definición de la cadena de valor del proceso. El uso de estos marcos metodológicos permitirá enfocar de una mejor manera la forma que se realiza el proceso de una automatización industrial.

Es por estos que las empresas en el país se han preocupado por mantener un nivel competitivo en la producción y la elaboración de sus productos colocando en marcha el proyecto de Proponer el Diseño de un Sistema de Automatización para la Línea de Ensamblado de Congeladores en la Empresa Bellcar Service C.A ubicada en el municipio San diego, Estado Carabobo y así de esta manera mejorar sus estándares de producción y alcanzar nuevas metas.

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

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

Capítulo II: se hace hincapié en los antecedentes y bases teóricas que sustentan este proyecto de grado.

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

Capítulo IV: este capítulo se hablara sobre los resultados y el desarrollo de las fases planteadas en el capítulo III de este trabajo de grado.

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La continua evolución de la industria ha permitido desarrollar nuevas técnicas, metodologías y tecnologías para mejorar los procesos de producción, esa sí que hoy en día, se habla ya de una nueva era industrial, al actual se le ha bautizado como la Industria, donde los mundos real y virtual se fusionan a través de las nuevas tecnologías de la información y comunicación. Dentro de estos conceptos no solamente se toma en cuenta el aspecto tecnológico sino, también, la cooperación entre los seres humanos y las máquinas, de tal manera que el hombre interactúe directamente con las nuevas tecnologías existentes.

La empresa Bellcar Service C.A tiene el propósito de producir electrodomésticos que cumplan los más altos estándares de diseño, construcción y tecnología, para lo cual cuenta con diferentes áreas encargadas de cumplir con este objetivo. La empresa cuenta con diferentes secciones encargadas de transformar la materia prima en el producto final, entre las cuales están las líneas de ensamble de cocinas (a gas y de inducción), refrigeradoras, congeladores y televisores.

Sin embargo la empresa Bellcar Service C.A en sus de líneas de ensambles e arman y colocan las partes de las piezas fabricadas en otros procesos, existen por lo tanto, varias estaciones de trabajo, siendo tareas repetitivas las que se realizan en dichas estaciones. Además las líneas de ensamble deben estar balanceadas, es decir, que se deben suministrar a tiempo los productos que pasan de una estación de trabajo a otra, de tal forma que se reduzcan al mínimo los tiempos muertos y se utilicen de forma óptima tanto los recursos del personal como de las instalaciones. Para esto generalmente se sigue una secuencia de

funcionamiento en cada estación de trabajo. Actualmente, el proceso de ensamble de la línea de congeladores e ingreso de estos a la bodega de producto terminado se realiza de forma manual, es decir, empujándolos productos sobre rodillos, de un puesto de trabajo al otro y cuando se tiene ya el producto terminado, se almacena temporalmente hasta completar un pequeño lote.

Sin embargo para ingresar los productos utilizan cuatro personas, que realizan otras tareas, de los cuales tres se dedican a ingresar y contar los productos que se entregan a la bodega y la cuarta persona se dedica a la lectura del código de barras, en el cual se debe leer el código del producto y número de serie, verificando de modo visual dicha lectura; igualmente, en bodega el producto es recibido por dos personas más quienes verifican que el producto este en buenas condiciones; toda esta tarea toma alrededor de 45 minutos y se realiza tres veces por turno.

Por otro lado, no se verifica el peso del producto, actualmente esto es necesario ya que la empresa cuenta con ciertas certificaciones, que básicamente promueve el comercio seguro en cooperación con gobiernos y organismos internacionales para evitar la contaminación de los productos con contrabando y/o drogas. La lectura del peso también ayuda a la comprobación de colocación de todos los componentes que van dentro del congelador. Se necesita tener un registro del producto con el peso de ingreso, su código y serial, para usos posteriores y respaldo de la empresa. Entonces se evidencia que el problema fundamental es la operación completamente manual que tiene la línea de ensamblaje actualmente.

Es por esta razón que, en la presente investigación se propone el Diseño de un Sistema de Automatización para la línea de ensamble de congeladores de la Empresa Belcar Service C.A ubicada en el Municipio San Diego, Estado Carabobo.

1.2 Formulación del problema

El planteamiento antes expuesto, lleva a formular las siguientes interrogantes:

¿Cómo se puede mejorar el proceso de la línea de ensamble de congeladores en la empresa Belcar Service C.A ubicada en el municipio San Diego, Estado Carabobo?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Proponer el Diseño de un Sistema de Automatización para la Línea de Ensamblado de Congeladores en la Empresa Bellcar Service C.A ubicada en el municipio San diego, Estado Carabobo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la línea de ensamblado de congeladores en la Empresa Bellcar Service C.A.
- Determinar las variables del proceso de la línea de ensamblado de congeladores.
- Diseñar la automatización del Sistema y Control del proceso de la línea de ensamblado de congeladores.
- Realizar un estudio de factibilidad operativa, técnica y económica para la automatización del proceso de la línea de ensamblado de congeladores de la Empresa Bellcar Service C.A

1.4 Justificación

El presente trabajo de tesis tiene como principal objetivo proponer el Diseño de un Sistema de Automatización para la Línea de ensamblado de Congeladores Bellcar Service C.A ubicada en el Municipio San diego, Estado Carabobo. Trayendo como beneficio para la empresa la automatización de la máquina sabiendo que está en modo manual, de esta manera se puede obtener monitoreo del funcionamiento, acceso al control de proceso, seguridad en el proceso, posibilidad de poder realizar modificaciones y facilidad en el lenguaje de programación, dando como resultado un control más eficiente y preciso para la línea de ensamblado de Congeladores.

Sin embargo en cuanto a las líneas de ensamble, generalmente cuando se trata de implementarlas, en los procesos que se necesiten, las industrias optan por comprarlas a empresas externas que se dedican a la construcción y automatización de las mismas, el modelo de las bandas transportadoras dependerá del uso que se

le vaya a dar. Muy pocas empresas se encargan por sí mismas de automatizar sus procesos de ensamble. Y esto trae como beneficio un monitoreo mucho mejor del funcionamiento, acceso al control de proceso, seguridad en el proceso, posibilidad de poder realizar modificaciones y facilidad en el lenguaje de programación, dando como resultado un control más eficiente y preciso del proceso.

Por otro lado también tiene un beneficio hacia los trabajadores el cual no estarán moviendo la materia prima y trabajando directamente con los productos, por lo que aumentara la seguridad y el error de cualquier producto disminuirá.

Es por esto que el desarrollo de este trabajo de grado es muy importante ya que este diseño a parte de poder ser usado en la empresa Bellcar Service C.A, puede ser vendido o implementado en otros tipos de empresas que trabajen con líneas de ensamblado.

Así también, la realización de este Trabajo Especial de Grado permitirá cumplir con los requisitos académicos exigidos por la Universidad José Antonio Páez para alcanzar el título de Ingeniero en Electrónica, además de adquirir nuevos conocimientos y poner en práctica todo el aprendizaje e información adquirida durante toda la carrera.

1.5 Alcance de la Investigación

Esta investigación se realizara la Propuesta de un Sistema de Automatización para la Línea de ensamblado de Congeladores Bellcar Service C.A ubicada en el Municipio San diego, Estado Carabobo, esta misma abarcara todas las industrias tanto nacionales como internacionales que trabajen con líneas de ensamblado no solamente de congeladores, puede ser usada para diversificación de productos.

1.6 Limitaciones

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

importante destacar que aunque se consiguió información relevante para la investigación, la misma fue limitada.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

Según Méndez (2005) se define el Marco Teórico como, una descripción detallada de cada uno de los elementos de la teoría que serán directamente utilizados en el desarrollo de la investigación. También incluyen las relaciones más significativas que se dan entre estos elementos teóricos.

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

2.1 Antecedentes

García, G (2016), en su investigación denominada: **“Sistema de Monitoreo en Línea de las Variables de Control: Ultrasonido, Temperatura, Aire y Caudal de Agua de los Motores DC del Tren acabador del proceso de laminación en caliente en Acerías Nacionales del Ecuador”** para optar por el título de Ingeniero Electrónica presentado en la Universidad Politécnica Salesiana, en Guayaquil, Ecuador. El proyecto de investigación se fundamenta en el monitoreo del estado de los motores del tren acabador en el proceso laminación en la siderúrgica ANDEC, planta ubicada en el Guasmo Central.

Sin embargo para este cometido se realizó la programación de un PLC S7-300 el cual mediante sensores tales como PT100, ultrasonido, flujo, se procesan interactuando con un SCADA donde se muestran en línea parámetros de funcionamiento como temperatura, vibración y caudal de forma amigable para poder ser visualizados por los operadores de la planta. El software que se utilizó en el proceso fue Step 7 V5.5 en el cual se hicieron las líneas de programación y el WinCC explorer el cual sirvió para realizar el SCADA. Para la comunicación software y

hardware se usó una red Ethernet. Se diseñó este proyecto para tener valores reales e instantáneos que sirvan para diagnosticar el estado de los motores.

La investigación citada, se vincula con la actual en función de que incluye la el desarrollo de una automatización para un Sistema de Monitoreo en Línea de las Variables de Control lo cual resulta un aporte importante ya que con esto se persigue que el diseño sea trabajado en un PLC-S7300 y se pueda realizar una interfaz en el WinCC, de esta manera el trabajo de grado es de gran aporte para el desarrollo de esta investigación.

De la misma manera Iglesias, J (2018) en su proyecto de investigación titulado **“Automatización de un sistema de dosificación, mezclado y transporte de la materia prima para la alimentación de los hornos rotativos en un empresa metalúrgica”**. Presentado ante la Universidad José Antonio Páez para optar por el título en Ingeniería Electrónica. Este proyecto de investigación surge de la problemática existente en una gran cantidad de empresas metalúrgicas, que se dedican al reciclaje del plomo, el cual se realiza de forma manual, dicho proceso requiere gran esfuerzo por parte del personal. En consecuencia, el proyecto de investigación tiene como principal objetivo, el diseño de un sistema automatizado, el cual permita realizar el proceso de pesado, dosificación y transporte de la materia prima utilizada en el reciclaje del plomo en empresas metalúrgicas.

Es por esto que este sistema es de gran ayuda ya que podrá aportar a las empresas a reducir los riesgos del personal que se encarga de hacer dicha labor y a futuros proyectos relacionados a este campo de investigación. El proyecto se vincula con el actual en función de un proceso de pesado, ya que se utilizaran sensores analógicos para poder saber el peso del producto terminado. Por otro lado para la realización del proyecto es esencial, ya que este trabajo de grado se propone material de instrucción de cómo utilizar el lenguaje de programación KOP (lenguaje escalera), el cual fue elegido para el desarrollo de este proyecto, por lo que es necesario considerar toda la información disponible y herramientas empleadas para el desarrollo de este proyecto.

Sin embargo, dicho trabajo de investigación, apporto el procedimiento general para la programación del controlador lógico programable (PLC), además, de la información necesaria para realizar una conexión correcta entre el PLC y la interfaz de hombre maquina (HMI), la cual es necesaria para llevar a cabo este proyecto.

Por otra parte, Jara y Peralta (2015) en su proyecto de investigación titulado **“Diseño e Implementación de una Mini Planta Industrial para llenado de sólidos mediante la técnica de número de vueltas a ser instalado en el Laboratorio de Automatización Industrial”**. Presentado en la Universidad de San Carlos de Guatemala en la sede Guatemala. Para optar por el título de Ingeniero en Electrónico. El proyecto de investigación está basado con la finalidad diseñar e implementar una mini planta de llenado de sólidos como son gránulos para realizar prácticas con las cuales los alumnos adquieran conocimientos técnicos para su carrera profesional.

El estudiante podrá interactuar con los módulos de entrenamiento que están conformados por el módulo PLC que contendrá la programación a ejecutarse en el proceso industrial mediante un PLC S7-1200 CPU 1214C y una signalboard de señal analoga. Y el módulo de la mini planta industrial en el que se ejecutará el proceso antes programado mediante la comunicación de sensores y actuadores de dicho módulo. Toda esta técnica se realizó en un control óptimo con un porcentaje de error bajo que se obtiene mediante el valor deseado y la cantidad de producto resultante después de realizada la técnica lineal de dosificación por un número de vueltas determinado.

La investigación citada, se vincula con la actual, en que aporta las bases teóricas acerca de cómo están conformados los modulos del PLC S7-300 el cual existe una gran variedad para el proceso de programación y comunicaciones con los sensores analógicos o digitales que puedan existir en el proceso del sistema y control en la línea de ensamblaje de líneas de congeladores. Sin embargo, en esta investigación se realiza dicho proceso de manera similar al propuesto en este trabajo de grado en cuanto a las comunicaciones y controles de variables analógicas y digitales que son de gran importancia para este trabajo de grado.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Automatización

Según López, G (2010) define lo siguiente:

La automatización aplica los sistemas automáticos en la realización de procesos, en el área de sistemas dinámicos y sus aplicaciones al control automático, teoría de señales, identificación, moldeamiento e Instrumentación. Una de las razones principales para el uso de sistemas automatizados fue y sigue siendo la necesidad de producir a costos cada vez menores para ser competitivos. La técnica de la automatización contribuye a ese fin de varias maneras.

Un sistema automatizado consta de dos partes principales:

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

2.2.1.1 Partes de un Sistema de Automatización

- **Sistema:** un sistema es una combinación de componentes de manera armónica que actúan conjuntamente para realizar una tarea específica. Una componente es una unidad en particular en función de un sistema. De ninguna manera limitado a los aspectos físicos, el concepto de sistema se puede ampliar en fenómenos dinámicos abstractos, tales como los que se encuentran en la economía, el transporte, el crecimiento de la población y la biología. Un sistema se llama dinámico si su salida en el presente depende de una entrada en el

pasado; si su salida en curso depende solamente de la entrada en curso, el sistema se conoce como estático. La salida de un sistema estático permanece constante si la entrada no cambia y cambia solo cuando la entrada cambia.

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

2.2.2 Procesos Industriales

Un proceso es comprendido como todo desarrollo sistemático que conlleva una serie de pasos ordenados u organizados, que se efectúan o suceden de forma alternativa o simultánea, los cuales se encuentran estrechamente relacionados entre sí y cuyo propósito es llegar a un resultado preciso. Desde una perspectiva general se entiende que el devenir de un proceso implica una evolución en el estado del elemento sobre el que se está aplicando el mismo hasta que este desarrollo llega a su conclusión. De esta forma, un proceso industrial acoge el conjunto de operaciones diseñadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos primarios. De manera que el propósito de un proceso industrial está basado en el aprovechamiento eficaz de los recursos naturales de forma tal que éstos se conviertan en materiales, herramientas y sustancias capaces de satisfacer más fácilmente las necesidades de los seres humanos y por consecuencia mejorar su calidad de vida.

2.2.2.1 Importancia de la Automatización en los Procesos Industriales

Para hablar de la automatización de los procesos de fabricación, debemos primero entender lo que es y lo que hace. La industria automotriz es un punto de referencia cuando se trata de la automatización de los procesos de fabricación. Fordismo llevó la industria a serializar el concepto de procesos de fabricación y, por tanto, la estandarización de los productos. Con la evolución de la industria surgieron otros conceptos que implique la automatización y la industria del automóvil, como el sistema de Toyota, también conocido como Ohnoismo, que trajo consigo muchos otros cambios, tales como el sistema JIT (Just in Time), el control estadístico de procesos y se incorporan otros sistemas tales como taylorismo y el fordismo en sí.

Estas nuevas necesidades han surgido principalmente para satisfacer cada vez más el exigente y competitivo mercado. Y esta evolución constante ha puesto en cada segmento, muchos en el sector manufacturero, las nuevas necesidades y requerimientos y, entre ellos, la constante necesidad de automatizar los procesos que se llevaron a cabo con anterioridad por las personas y los sistemas electromecánicos, y ahora incluso incorporan sistemas de inteligencia artificial. (Ver figura 1).



Figura 1. Importancia de la Automatización en un proceso Industrial

Fuente: <https://www.google.com/search?q=automatizacion&rlz=>

La automatización del proceso aportará numerosas ventajas a su producción. Un proceso de fabricación automatizada en la industria hoy en día, incluyendo el negocio de la fabricación de helados, significa un producto final de mayor calidad y más competitivos debido a factores tales como la normalización de procesos y productos, la velocidad de producción, programación de la producción, la reducción continua de los residuos y menos probabilidades de equivocarse. Evita el contacto del producto con los recursos humanos, que para el campo de alimentos trae mucha más higiene en el proceso, la confiabilidad y la calidad del producto final. A pesar del alto costo, el pago es inmediato.

2.2.2.2 Clasificación de los procesos Industriales

De acuerdo a la manera de introducir una alimentación a un proceso y de extraer el producto, los mismos pueden clasificarse en continuos, batch o semi-continuos.

- a) **Proceso por lotes:** la alimentación es cargada al comienzo de la operación en un recipiente y luego de un cierto tiempo el contenido del recipiente es removido o descargado. En este modo de operación, no hay transferencia de materia a través de las fronteras sistema (entendiendo por sistema cualquier porción arbitraria o completa de un proceso estableciendo por el ingeniero para el análisis). Esta operación también es llamada cerrada, aunque no debe asociarse este término a que esté en contacto con la atmósfera, simplemente se

los llama cerrados porque no hay ingreso de materia a ser procesada ni egreso de productos durante el tiempo en que ocurre la transformación.

- b) **Proceso continuó:** hay un flujo permanente de entrada y de salida durante todo el tiempo que dura el proceso, esto es, siempre hay un flujo de materia que ingresa por las fronteras del sistema y otro que egresa por ellas mientras se lleva a cabo la transformación.
- c) **Proceso semicontinuo o semibatch:** cualquier forma de operar un proceso que no sea continúa ni batch. Ejemplo: permitir el escape de un gas presurizado en un contenedor a la atmósfera o introducir líquido en un tanque sin extraer nada de él, o sea, llenado de un tanque o vaciado del mismo.

De acuerdo a la variación del proceso con el tiempo, los mismos pueden ser clasificados en estacionarios o transitorios. Si en un proceso dado, los valores de las variables no cambian en el tiempo, entonces el proceso está operando en un estado estacionario. Por el contrario, si las variables del proceso cambian en el tiempo, el proceso es operado en estado transitorio o no estacionario.

Los procesos batch generalmente se usan cuando se procesan pequeñas cantidades de reactivos o cuando son operaciones ocasionales mientras que, si se desean obtener grandes cantidades de producto, se opera de modo continuo. Normalmente los procesos continuos se llevan a cabo en estado estacionario (pueden existir fluctuaciones menores alrededor de un valor medio que es corregido por los sistemas de control) excepto en la puesta en marcha/parada de un proceso.

2.2.3 Sistemas de Control

Según López, G (2010) un sistema de control puede definirse conceptualmente como lo siguiente:

“Un ente que recibe unas acciones externas o variables de entrada, y cuya respuesta a estas acciones externas son las denominadas variables de salida”

Todo sistema de control tiene 3 partes indispensables: operador, sistema de control y planta. El operador indica los parámetros deseados al sistema de control, con

comandos que se transmiten a actuadores que realizan la acción solicitada, es decir, lleva al sistema a los parámetros deseados. El sistema retroalimenta información sobre su estado mediante sensores, con el fin de notificar el valor actual y definir si es necesario corregir algún parámetro o, por el contrario, indicar que se encuentra en el valor deseado. Por último dicha información es mostrada al operador mediante una HMI. (Ver figura 2).

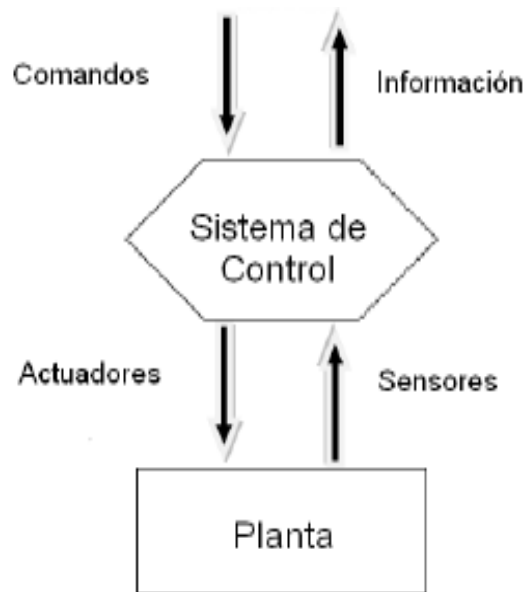


Figura 2. Sistema de Control

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

2.2.3.1 Lazos de Control

En los últimos años los sistemas de control han asumido un papel cada vez más importante en el desarrollo y avance de la civilización, como en la tecnología. La mayoría de las actividades de nuestra vida diaria está afectada por algún tipo de sistema de control. Los sistemas de control se encuentran en gran cantidad en el hogar y en los diversos sectores de la industria, tales como control de calidad de los productos manufacturados, líneas de ensamble automático, control de máquinas- herramienta, robótica y muchos otros.

- Los componentes básicos de un sistema de control son los siguientes:

- Objetivos de control.
- Componentes del sistema de control.
- Resultados o salidas.

La relación entre los componentes se observa en el gráfico. Los objetivos son las señales actuantes o señales de referencia y los resultados son las salidas o variables controladas. En general, el objetivo de un sistema de control es controlar las salidas en alguna forma señalada mediante las entradas a través de los elementos del sistema de control. (Ver figura 3).



Figura 3. Lazo de Control
Fuente: Torrens (2021).

Lazo de control cerrado

Los sistemas de control en lazo cerrado son aquellos en que la señal de salida tiene efecto directo sobre la acción de control, es decir, los sistemas de control en lazo cerrado son sistemas de control realimentado. La señal de error actuante, que es la diferencia entre la señal de referencia y la de salida, entra al controlador con el fin de reducir el error y llevar la salida del sistema al valor deseado. El término lazo cerrado implica el uso de la acción de realimentación para reducir el error del sistema. Hay numerosos sistemas de control en lazo cerrado en la industria y en el hogar. (Ver figura 4).

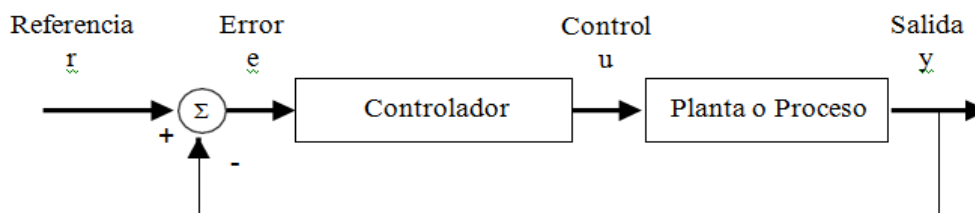


Figura 4. Lazos de Control Cerrado.
Fuente: Torrens (2021).

Lazo de control abierto

Son sistemas de control en los que la salida no tiene efecto sobre la acción de control, es decir; en un sistema de control en lazo abierto cualquiera, no se compara la salida con la entrada de referencia; por lo tanto, para cada entrada de referencia le corresponde una condición operativa fija; como resultado, la precisión del sistema depende de la calibración. En presencia de perturbaciones, un sistema de control en lazo abierto no cumple su función asignada. En la práctica, sólo se puede usar el control en lazo abierto si la relación entre la entrada y la salida es conocida y si no hay perturbaciones internas ni externas. (Ver figura 5).

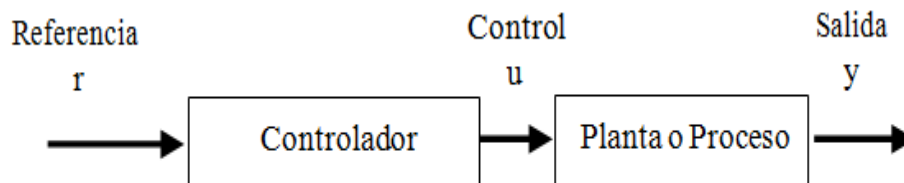


Figura 5. Lazo de Control Abierto

Fuente: Torrens (2021).

2.2.4 Sensores

Según el manual de sensores e interruptores de Rockwell Automation define que: “Los sensores o detectores captan la presencia a distancia o ausencia del algún objeto”.

Estos sensores o detectores también envían informaciones y transmiten señales procesables a las unidades de evaluación. En numerosas aplicaciones se utilizan detectores de diversas formas y modos de funcionamiento. Considerando su gran variedad, es importante clasificarlos sistemáticamente”

Los detectores pueden clasificarse de acuerdo con los siguientes criterios:

- Modo de funcionamiento (óptico, inductivo, mecánico, por fluidos, etc.)
- Magnitud de medición (recorrido, presión, distancia, temperatura, valor pH, intensidad de luz, presencia de piezas, etc.)

- Señal de salida (analógica, digital, binaria, etc.)

En la técnica de la automatización se utilizan principalmente detectores con salida digital, ya que son mucho menos sensibles a posibles interferencias que los detectores con salida analógica. Además, las unidades de control de tecnología digital pueden procesar directamente las señales digitales, mientras que las señales analógicas primero tienen que transformarse en señales digitales mediante un convertidor correspondiente.

Los detectores más difundidos en la automatización industrial son los así llamados detectores de posición, con los que se comprueba la presencia (o la aproximación) de una pieza.

2.2.4.1 Detectores de Posición

Los detectores de posición conmutan sin establecer contacto y, por lo tanto, sin que sea necesaria la presencia de una fuerza mecánica externa. Por ello tienen una larga duración y son muy fiables.

Se puede distinguir entre los siguientes tipos:

- Detectores con contacto de conmutación mecánico

Contacto Reed Detectores con salida electrónica:

- Detectores de posición inductivos
- Detectores de posición capacitivos
- Detectores de posición ópticos

2.2.4.2 Detectores Magnéticos

Los contactos Reed son detectores de posición de accionamiento magnético. Estos detectores tienen dos lengüetas de contacto que se encuentran en un tubo de vidrio lleno de gas inerte. Por efecto de un imán se cierra el contacto entre las dos lengüetas, de modo que puede fluir corriente eléctrica. Tratándose de contactos Reed normalmente cerrados, las lengüetas están pretensadas mediante un pequeño imán. Esta precarga se supera mediante un imán mucho más potente. Los contactos Reed tienen una gran duración y su tiempo de respuesta es muy corto (aprox. 0,2 ms). Además, no

precisan mantenimiento, aunque no deben utilizarse en zonas expuestas a campos magnéticos fuertes (por ejemplo, en las cercanías de máquinas de soldadura por resistencia o equipos de tomografía computarizada). (Observar figura 6).

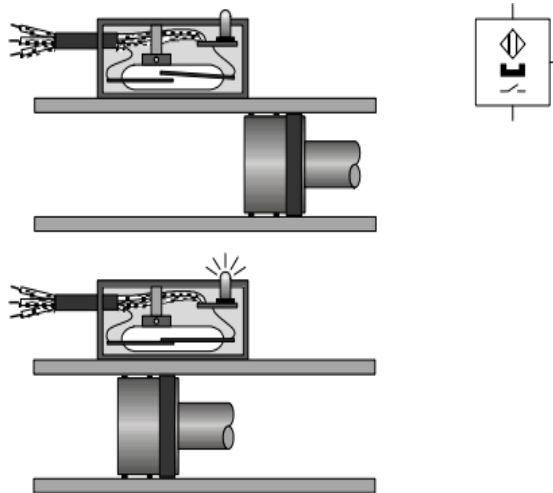


Figura 6. Contacto Reed. (Normalmente abierto)

Fuente:<http://dSPACE.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>

2.2.4.3 Detectores Electrónicos

Los detectores electrónicos pueden ser inductivos, ópticos y capacitivos. Normalmente están provistos de tres conexiones eléctricas:

- Conexión para la alimentación de tensión.
- Conexión a masa.
- Conexión para la señal de salida.

En los detectores electrónicos, la conmutación no está a cargo de un contacto móvil. En vez de ello, la salida se conecta eléctricamente a la tensión de alimentación o a masa (= tensión de salida 0 V). En lo que respecta a la polaridad de la señal de salida, existen dos tipos de detectores electrónicos de posición:

- En el caso de los detectores que conmutan a positivo, la salida tiene la tensión cero (OFF) si en la zona de reacción del detector no se encuentra una pieza. La aproximación de una pieza provoca la conmutación de la salida (ON), de modo que se aplica tensión de alimentación.

- En el caso de detectores que conmutan a negativo, se aplica tensión de alimentación en la salida si en la zona de reacción del detector no se encuentra una pieza. La aproximación de una pieza provoca

2.2.4.4 Sensores de Presión

Existen diversos tipos de sensores de presión:

- Presostato mecánico con señal de salida binaria
- Presostato electrónico con señal de salida binaria
- Sensores de presión electrónicos con señal de salida analógica.

2.2.4.5 Actuadores

Genéricamente se conoce con el nombre de actuadores a los elementos finales que permiten modificar las variables a controlar en una instalación automatizada. Se trata de elementos que ejercen de interfaces de potencia, convirtiendo magnitudes físicas, normalmente de carácter eléctrico en otro tipo de magnitud que permite actuar sobre el medio o proceso a controlar. Al mismo tiempo aíslan la parte de control del sistema de las cargas que gobiernan el proceso. Entre los accionamientos más habituales se encuentran los destinados a producir movimiento (motores y cilindros), los destinados al trasiego de fluidos (bombas) y los de tipo térmico (hornos, intercambiadores, etc.).

- **Accionador:** Que se encarga de aportar la “energía” (lumínica, calorífica, etc.) necesaria al sistema, para modificar los valores de la magnitud física a controlar. Una bomba, un radiador, un motor, etc. son ejemplos claros de accionadores.
- **Preaccionador:** Que permite de manera intermedia, la amplificación y/o conversión de la señal de control proporcionada por el controlador para el gobierno de la instalación: relé de maniobra o contactor, electroválvula, etc.

2.2.5 Controlador Lógico Programable

Es un dispositivo electrónico que se programa para realizar acciones de control automáticamente, básicamente es un cerebro que activa componentes de maquinarias para ejecutar tareas que pudieran ser muy lentas, imperfectas o peligrosas para el ser

humano. Estos dispositivos se usan en la actualidad en todo tipo de aplicaciones industriales, resolviendo requerimientos en control de procesos y secuencias de la maquinaria, dentro del sector industrial y ha penetrado las aplicaciones domésticas y comerciales con mayor auge en la última década. Según Delgado, E (2017) un Controlador Lógico Programable (PLC) es lo siguiente:

Los “**PLC**” (**Programable Logic Controllers**), por sus siglas en inglés) son dispositivos electrónicos que puede programar, el proveedor que lo suministra o programadores que laboran en su empresa y personalizará este equipo con funciones automáticas según sus necesidades de control. Un PLC es un cerebro electrónico que acciona a otros componentes de su maquinaria para que ejecuten acciones que pudieran ser peligrosas o muy lentas al hacerlas manualmente.

Un PLC (Controlador Lógico Programable) es un dispositivo electrónico de estado sólido que puede controlar un proceso o una máquina y que tiene la capacidad de ser programado o reprogramado rápidamente según la demanda de la aplicación. Fue inventado para reemplazar los circuitos secuenciales basados en relés que eran necesarios para el control de las máquinas. El PLC funciona monitoreando sus entradas, y dependiendo de su estado, activando y desactivando sus salidas. El usuario introduce al PLC un programa, usualmente vía Software, lo que ocasiona que el PLC se comporte de la manera deseada. (Observar figura 7).



Figura 7. Controlador Lógico Programable.

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

Los PLC son usados en muchas aplicaciones: Maquinado de piezas, Embaladoras, Manipulación de materiales, ensamblaje automático, y en general cualquier tipo de aplicación que requiera de controles eléctricos puede usar más bien un PLC.

2.2.5.1 Arquitectura Externa

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

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

2.2.5.2 Arquitectura Interna

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

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

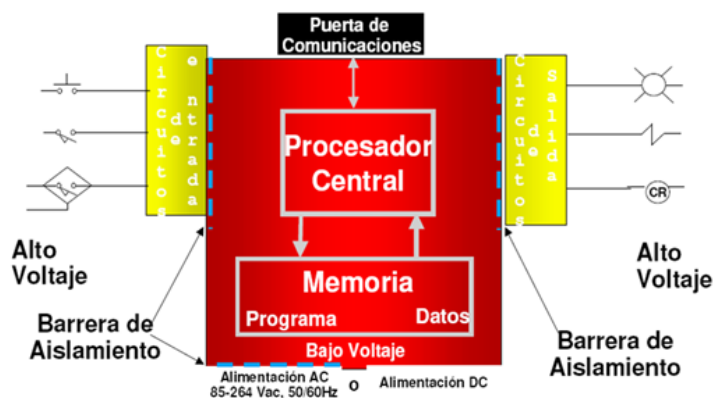


Figura 8. Unidades funcionales del PLC

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

En la figura 8 se puede observar las cuatro unidades funcionales que se dividen de la siguiente forma:

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

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

- **Unidad de Entrada:** proporciona el aislamiento eléctrico necesario y realiza el acondicionamiento de las señales eléctricas de voltaje, proveniente de los switches de contactos ON – OFF del campo o de convertidores analógicos digitales. Las señales se adecuan a los niveles lógicos de voltaje de la Unidad Lógica.
- **Unidad de Salida:** acepta las señales lógicas provenientes de la Unidad Lógica, en los rangos de voltaje que le son propios y proporciona el aislamiento eléctrico de los switches de contactos, tiristores en señales digitales y por transistores en señales analógicas que se comandan hacia el campo.
- **Unidades de entradas y salidas:** son funcionalmente iguales a los bancos de relés, que se empleaban en los antiguos controladores lógicos de tipo tambor. La diferencia radica en que las unidades de entrada de los PLC son de estado sólido mientras que las salidas pueden ser de tipo relé como de tiristores dependiendo la acción que se necesita ejecutar en el campo si son salidas digitales y por transistores si son salidas analógicas.
- **Unidad Lógica:** está basada en un microprocesador, es el corazón del PLC. Ejecuta las instrucciones programadas en memoria, para desarrollar los esquemas de control lógico que se especifican. Dentro de la unidad lógica se encuentra la memoria que almacena los códigos de mensajes o instrucciones que ejecuta la unidad lógica. La memoria se divide en (PROM o ROM) que es

solo de lectura y RAM que es de acceso aleatorio. Por medio de estas memorias, se puede utilizar un PLC en procesos diferentes sin necesidad de readecuar o transformar el equipo; solo se debe modificar el programa. Para el control de un proceso BATCH, se pueden almacenar varias recetas en la memoria y acceder aquellas que interesa.

- **Fuente de alimentación:** La principal función de la fuente de alimentación en un controlador, es suministrar la energía eléctrica al CPU y demás tarjetas según sea la configuración del PLC. En los circuitos interiores de una fuente de alimentación se transforma la tensión alterna de la red de suministro eléctrico a una tensión continua, en niveles que garanticen el funcionamiento correcto del hardware del PLC.

2.2.5.3 Programación del PLC.

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

1. Establecer mediante un diagrama de flujo, una descripción literal o gráfica que indique qué es lo que se quiere que haga el sistema y en qué orden.
2. Identificar las señales de E/S del autómeta.
3. Representar de forma algebraica (instrucciones literales o de textos) o gráfica (símbolos gráficos) un modelo del sistema de control con las funciones que intervienen, con las relaciones entre las mismas y con la secuencia a seguir.

4. Asignar a cada uno de los elementos que figuran en el modelo direcciones de E/S o internas.
5. Codificar la representación del paso 3 en instrucciones o símbolos entendibles por la unidad de programación (lenguaje de programación).
6. Transferir el conjunto de instrucciones escrito en la unidad de programación a la memoria del autómatas.
7. Depurar, poner a punto el programa y guardar una copia de seguridad.

2.2.6 Lenguajes de Programación de un PLC.

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

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

2.2.6.1 Lenguajes gráficos

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

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

2.2.6.2 Lenguajes textuales

Son el conjunto de instrucciones compuesto de letras, códigos y números de acuerdo a una sintaxis establecida, se considera un lenguaje de menor nivel que los

gráficos y se utilizan para programar pequeños PLC cuyos programas no son muy complejos en modo gráfico, ellos son:

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

2.2.6.3 Gráfico funcional secuencial (SFC)

Llamado también Grafcet, es un lenguaje gráfico que describe las secuencias de un proceso y de un programa de control. Los elementos básicos son etapas y transiciones interconectadas por medio de enlaces directos. Cada etapa lleva asociados un conjunto bloques de acción que permiten realizar el control del proceso, y cada transición va asociada a una condición de transición que cuando se cumple causa la desactivación de la etapa anterior y la activación de la siguiente. Este lenguaje resulta enormemente sencillo de interpretar por operarios sin conocimientos de automatismos eléctricos.

2.2.7 Interfaz de usuario HMI (Human Machine Interface)

Las siglas HMI es la abreviación en de Interfaz Hombre Maquina. Los sistemas HMI podemos pensarlos como una “ventana” de un proceso. Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en una computadora. Los sistemas HMI en computadoras se los conoce también como software HMI (en adelante HMI) o de monitoreo y control de supervisión.

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

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

Las funciones básicas de un Software HMI son las siguientes:

- **Monitoreo:** es la habilidad de obtener y mostrar datos de la planta en tiempo real. Estos datos se pueden mostrar como números, texto o gráficos que permitan una lectura más fácil de interpretar.
- **Supervisión:** esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente desde la computadora.
- **Alarmas:** es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlo estos eventos. Las alarmas son reportadas basadas en límites de control preestablecidos.
- **Control:** es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites. Control va mas allá del control de supervisión removiendo la necesidad de la interacción humana. Sin embargo, la aplicación de esta función desde un software corriendo en una PC puede quedar limitada por la confiabilidad que quiera obtenerse del sistema.
- **Históricos:** es la capacidad de muestrear y almacenar en archivos, datos del proceso a una determinada frecuencia. Este almacenamiento de datos es una poderosa herramienta para la optimización y corrección de procesos.

2.2.7.1 Tipos de Interfaz

Actualmente los siguientes tipos de interfaz son conocidos:

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

Hombre Máquina que usualmente es para visualización del proceso y arranque y para de las máquinas.

2.2.7.2 Pantallas HMI

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

Clasificación de la gama Simatic HMI Basic Paneles.

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

Características del HMI

- HMI Basic funcionalidad para el entorno de PROFIBUS o PROFINET.
- Alternativa de bajo precio a los paneles de la serie 170.
- Puede ser utilizado en todo el mundo con 32 idiomas configurables (de las cuales 5 son en línea conmutable).
- Teclas configurables con retroalimentación táctil.
- Funcionalidad HMI básica (sistema de alarmas, gestión de recetas, funcionalidad de curvas de tendencia y cambio de idioma).
- Configuración con SIMATIC WinCC flexible y WinCC 11 BASIC.
- Se puede remplazar o añadir dispositivos de acuerdo al crecimiento del proceso en la industria.
- El cableado y la interconexión es muy baja que sustituyen sistemas cableados estos pueden ser: elementos físicos como botones, interruptores, equipos de relés, lámparas, led, por sistemas compactos.

- Es muy corto el sistema de implementación.

2.2.7.3 SCADA

SCADA viene de las siglas: “Supervisory Control And Data Adquisition”; es decir: hace referencia a un sistema de adquisición de datos y control supervisor.

Tradicionalmente se define a un SCADA como un sistema que permite supervisar una planta o proceso por medio de una estación central que hace de Master (llamada también estación maestra o unidad terminal maestra, MTU) y una o varias unidades remotas (generalmente RTUs) por medio de las cuales se hace control, adquisición de datos.

Esquemáticamente, un sistema SCADA conectado a un proceso automatizado consta de las siguientes partes (Observar figura9):

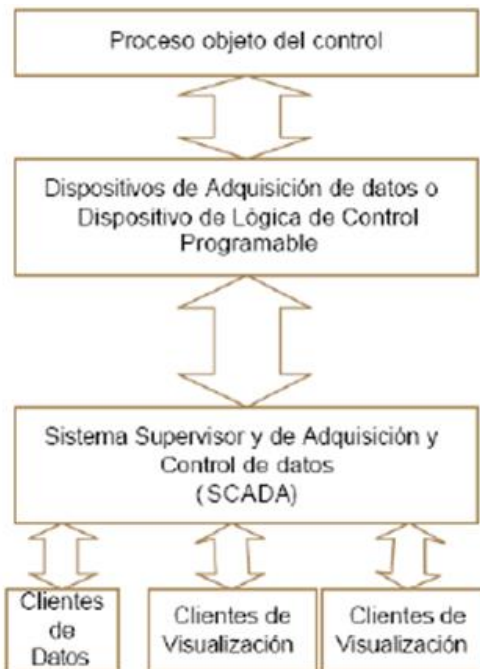


Figura 9. Sistema Estructural de un Scada

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

2.2.8 Software STEP 7 BASIC V11

Es el software de ingeniería más conocido y utilizado en la automatización industrial en todo el mundo. La misma que ha facilitado la automatización de varios

procesos industriales, optimizando tiempos de producción, aumentando la producción, disminuyendo costos con la mínima intervención del operario.

Además, cabe recalcar que el software STEP 7 BASIC V11 es exclusivo de SIEMENS. (Ver figura 10)



Figura10. Software STEP 7 BASIC V11.

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

Con el STEP 7 BASIC V11, la gestión de variables es una tarea de fácil resolución, una vez definidas las variables quedan directamente a disposición de todos los editores. Además, garantiza la propagación inmediata de todas las modificaciones de variables en el conjunto del proyecto.

La interfaz de usuario del software STEP 7 ha sido diseñada siguiendo los criterios ergonómicos más avanzados, lo que permite conocer rápidamente sus funciones. La documentación del software STEP 7 contiene la información completa en la Ayuda en pantalla y en los manuales electrónicos en formato PDF.

Este programa está compuesto por los siguientes elementos:

- **Barra de menús:** Permite ejecutar funciones utilizando el ratón o combinaciones de teclas. El menú Herramientas se puede personalizar agregando aplicaciones propias. Barras de herramientas: Permiten acceder fácilmente con el ratón a las funciones de STEP 7-Micro/WIN 32 utilizadas con frecuencia. El contenido y el aspecto de cada una de las barras de herramientas se pueden personalizar.

- **Barra de navegación:** Incorpora grupos de botones para facilitar la programación: “Ver”: Seleccione esta categoría para visualizar los botones Bloque de programa, Tabla de símbolos, Tabla de estado, Bloque de datos, Bloque de sistema, Referencias cruzadas y Comunicación. "Herramientas": Seleccione esta categoría para visualizar los botones del Asistente de operaciones y del Asistente TD 200.
- **Árbol de operaciones:** Ofrece una vista en árbol de todos los objetos del proyecto y de todas las operaciones disponibles en el editor de programas actual (KOP, FUP o AWL). Para insertar unidades de organización del programa adicionales (UOP), en el área de proyectos del árbol, haga clic con el botón derecho del ratón en la carpeta en cuestión. Asimismo, puede pulsar el botón derecho del ratón en una UOP individual para abrirla, cambiar su nombre, borrarla o editar su hoja de propiedades. Estando en el área de operaciones del árbol, puede hacer clic con el botón derecho del ratón en una carpeta o en una operación individual, con objeto de ocultar el árbol entero. Tras abrir una carpeta de operaciones, puede insertar operaciones en la ventana del editor de programas (sólo en KOP y FUP, no en AWL), haciendo doble clic en la operación en cuestión o utilizando el método de arrastrar y soltar.
- **Tabla de variables locales:** Contiene asignaciones hechas a las variables locales (es decir, a las variables utilizadas por las subrutinas y las rutinas de interrupción). Las variables creadas en la tabla de variables locales utilizan la memoria temporal. El sistema se encarga de gestionar la asignación de direcciones. Las variables locales sólo se pueden utilizar en la unidad de organización del programa (UOP) donde se hayan creado.
- **Editor de programas:** Contiene la tabla de variables locales y la vista del programa correspondiente al editor (KOP, FUP, o AWL) que se esté utilizando en el proyecto actual. En caso necesario, la barra de división se puede arrastrar para ampliar la vista del programa y cubrir la tabla de variables locales. Si se

han creado subrutinas o rutinas de interrupción además del programa principal (OB1), aparecerán fichas en el lado inferior de la ventana del editor de programas. Para desplazarse entre las subrutinas, las rutinas de interrupción y el programa principal (OB1) puede hacer clic en la ficha en cuestión.

2.4 Definición de términos básicos

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

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

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

Hardware: Componentes físicos de un ordenador. Parte física de un ordenador incluyendo los componentes eléctricos/electrónicos (dispositivos y circuitos), componentes electromecánicos (unidad de discos), componentes metálicos (armario).

Instrucciones: cada una de las órdenes de trabajo de un programa, pudiendo ser de tipo aritmético, lógicas, memorias. E/S (entradas/salidas) y otras.

Lenguaje: también llamado como código de la máquina, es el medio que interpretan los microprocesadores (μP) y se expresa en código binario. Los lenguajes más conocidos son los siguientes: Basic, Fortran, Cobol, Logo, Pascal, Lotus, P111, Ada, Emsamblador, Forth, Dinamic C y otros muchos.

PC: solo envía y/o recibe señales digitales.

PLC: computador lógico programable. Es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

Polímero: Compuestos orgánicos o sintéticos caracterizado por pequeñas unidades llamadas meros.

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

Programación: la programación refiere a la acción de crear programas o aplicaciones, a través del desarrollo de un código fuente, el cual se basa en el conjunto de instrucciones que sigue el ordenador para ejecutar un programa.

Sensores: Elementos externos al autómata por medio de los cuales se transmiten señales a los autómatas y que se conectan a las tarjetas de entrada.

Señal de control: es la señal que produce el controlador para modificar la variable controlada de tal forma que se disminuya o elimine el error.

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

Software: está compuesto por un conjunto de programas que son diseñados para cumplir una determinada función dentro de un sistema, ya sean estos realizados por parte de los usuarios o por las mismas corporaciones dedicadas a la informática.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico de la investigación se puede definir como la explicación de los mecanismos que se utilizan para analizar la problemática que se presente en una investigación. Arias, F. (2012), según el marco metodológico expresa que: “La metodología del proyecto incluye el tipo o tipos de investigación, las técnicas y los instrumentos que serán utilizados para llevar a cabo la indagación. Es el “cómo” se realizará el estudio para responder al problema planteado.” (pág. 110).

3.1 Tipo de Investigación

Con lo que respecta al tipo de investigación, Tamayo, M (2003) expresa que una investigación descriptiva “Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente. La investigación descriptiva trabaja sobre realidades de hecho, y su característica fundamental es la de presentarnos una interpretación correcta.”

El autor Arias, F. (2012) afirma que:

“La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere”. (pag.24).

En relación con lo expresado anteriormente, se dice que la presente investigación se puede calificar como documental – descriptiva, ya que la misma, constituye un estudio sistemático de investigaciones previas ya comprobadas, y a su vez, se realiza bajo el esquema de un proyecto factible, cuyo enfoque se centra en la posibilidad de llevar teorías generales al ámbito práctico, y cuyo esfuerzo se destina a

la implantación de propuestas, que pueden materializarse y brindar soluciones a problemas que se plantean en la industria, lo cual en este caso es automatizaciones de máquinas para la inyección de plástico.

3.2 Nivel de la Investigación

Según Arias, F. (2012, pág. 23), el nivel de investigación puede definirse como “el grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio”. “El tipo de investigación según el nivel o grado de profundidad con el que se realizará el estudio” (pág. 110).

Este trabajo se ha considerado de tipo descriptivo el cual es definido por Sabino, C. (1996, pág. 54) como “Las investigaciones descriptivas utilizan criterios sistemáticos que permiten poner de manifiesto la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, proporcionando de ese modo información sistemática y comparable con la de otras fuentes”. “También deben clasificarse como investigaciones descriptivas los diagnósticos que realizan consultores y planificadores: ellos parten de una descripción organizada y lo más completa posible de una cierta situación, lo que luego les permite en otra fase distinta del trabajo trazar proyecciones u ofrecer recomendaciones específicas.”. Este nivel de investigación consiste, fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus aspectos más importantes, es decir, en si el objetivo de este nivel de investigación es el de conocer las situaciones frente a un tema en particular, no quedándose solo en la recolección de datos sino también en ayudar a predecir e identificar la relación que existe entre dos o más variables.

3.3 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación es el conjunto de directrices que toma el investigador con el fin de observar, analizar y plantear una solución de ser posible a la problemática objeto de la investigación. Según el autor Palella y Martins (2010), define:

“El diseño experimental es aquel según el cual el investigador manipula una variable experimental no comprobada, bajo condiciones

estrictamente controladas. Su objetivo es describir de qué modo y porque causa se produce o puede producirse un fenómeno. Busca predecir el futuro, elaborar pronósticos que una vez confirmados, se convierten en leyes y generalizaciones tendentes a incrementar el cúmulo de conocimientos pedagógicos y el mejoramiento de la acción educativa”. (pag.86).

Según el autor Palella y Martins (2010), 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. (pag.88)

3.4 Población y Muestra

3.4.1 Población

La población es todo individuo de características considerables en las estadísticas de una investigación. Arias, F. (2012), realiza la siguiente definición:

“La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.” (pág. 81).

En la población del siguiente trabajo de grado se tomara de la empresa, específicamente en el área del proceso de inyección junto a todos los elementos que la componen entre ella.

3.4.2 Muestra

La muestra es todo aquel subconjunto considerado en una determinada población, a la cual se aplicará la posterior técnica de recolección de datos. Según Arias, F. (2012), expresa que: “La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. (pág. 83).

En la muestra del siguiente trabajo de grado se tomará como la línea de ensamblaje a la cual se le hará el diseño de automatización.

3.5 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Técnicas de recolección de datos

Es el medio por el cual el investigador facilita la recolección de datos, valiéndose del mismo para obtener la información necesaria. Hurtado, J. (2010), concluye que:

“Los aspectos metodológicos se desarrollan a lo largo del marco metodológico y se evidencian en las técnicas utilizadas para la recolección de datos y para el análisis de resultados... Las técnicas son modos específicos de hacer algo. Por ejemplo, algunas técnicas de recolección de datos son la entrevista y la observación”. (pág. 105 y 110).

La presente investigación, tiene como técnica la entrevista estructurada, la cual, según Arias, F. (2012) define que:

“Es la que se realiza a partir de una guía prediseñada que contiene las preguntas que serán formuladas al entrevistado. En este caso, la misma guía de entrevista puede servir como instrumento para registrar las respuestas, aunque también puede emplearse el grabador o la cámara de video”. (pág. 73).

Por ello, es importante destacar que los investigadores utilizarán la entrevista estructurada como técnica de recolección de datos, seleccionando la muestra finita antes planteada, para así aplicar la misma, obteniendo entonces los resultados que se desean lograr.

De igual forma, la observación directa es un método por el cual el investigador se vale para obtener, tal y como lo dice su nombre, la información directa del análisis que se desea desarrollar. Hurtado, J. (2010) cita: “La observación directa y natural de los hechos es el punto de partida del método del empirismo. Según Bacon esta observación debe hacerse dejando de lado los prejuicios, a los que este autor llamó ídolo”. (pág. 112).

El presente trabajo de investigación se vale de la observación directa, específicamente en la problemática que se presenta en la empresa. De esta manera se podrá obtener un posible diagnóstico de todas las variables operativas para el diseño

de la automatización del sistema de control de la línea de ensamblado de congeladores en la Empresa Bellcar Service C.A.

3.5.2 Instrumentos de recolección de datos

Un instrumento sirve como recurso material que se relaciona con el individuo al cual se le hace el análisis. Para Arias, F. (2012), los instrumentos: “Son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información. Ejemplo: fichas, formatos de cuestionario, guía de entrevista, lista de cotejo, escalas de actitudes u opinión, grabador, cámara fotográfica o de video, etc.”. (pág. 111)

En la presente investigación, tiene como instrumento de recolección de datos la ficha de registro de información que será diseñada por los autores. Esta ficha será diseñada tomando en consideración los objetivos de la investigación, a su vez estará constituida por preguntas cerradas, dicotómicas. Cabe destacar que dicho instrumento será empleado a la muestra determinada.

3.6 Fases de la Investigación

Fase I: “Diagnosticar la situación actual de la línea de ensamblado de congeladores en la Empresa Bellcar Service C.A.”

Actividades:

- Se examinará detalladamente las condiciones actuales de la empresa con el objetivo de obtener información por parte de todos los elementos de estudios en la unidad de análisis (máquinas, ambiente físico, materia prima). Por otro lado, también se evaluará el proceso actual de la empresa y se establecerá un diagnóstico más detallado del problema.
- Se realiza la revisión documental del funcionamiento de una línea de ensamblado de congeladores para poder determinar los procesos que se incluyen.

Fase II: “Determinar las variables del proceso de la Línea de Ensamblado de Congeladores”

Actividades:

- Se realizará una lista de variables en la cual se determinarán cuál de ellas son las más importantes para realizar un proceso óptimo, y así poder analizar todos los datos obtenidos con el fin de determinar las variables del proceso y sus interacciones.

Fase III: “Diseñar la automatización del Sistema y Control del proceso de la línea de ensamble de congeladores”

Actividades:

- Mediante la información obtenida, se realiza la selección de automatización para dicho proceso, para que sea posible su futuro desarrollo.
- Se realizará el diagrama de escalera de la programación del PLC.

Fase IV: “Realizar un estudio de factibilidad operativa, técnica y económica para la automatización del proceso de la línea de ensamble de congeladores de la Empresa Bellcar Service C.A”.

Actividades:

- Se evaluará la factibilidad económica sobre la automatización e instrumentos a utilizar para que sea posible su futuro desarrollo.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

4.1 Fase I: “Diagnosticar la situación actual de la línea de ensamblado de congeladores en la Empresa Belcar Service C.A.”

4.1.1 Observación directa.

El sistema actual del proceso de la línea de ensamble de congeladores de la empresa Belcar Service C.A, es aquel donde la automatización de la línea de producción con su sistema de control es un tema prácticamente inexistente, este, se maneja de forma manual en donde se requiere una persona encargada de la supervisión, la cual realiza labores sobre toda la línea de producción verificando que todos los parámetros estén correcto para el ensamblado de congeladores. A parte realiza un monitoreo visual supervisando de manera directa el panel de control, lo cual es necesario que todos los parámetros trabajen adecuadamente para evitar daños en la línea de producción.

En la empresa Belcar Service C.A los procesos que implican el ensamble del congelador e ingreso del producto terminado son los siguientes:

- Armado del cajón del congelador.
- Colocado del compresor.
- Colocado de puertas.
- Soldadura de tuberías.
- Vacío y carga.
- Pruebas de laboratorio.
- Limpieza y accesorios.
- Embalado.
- Validación del producto para ingreso a bodega de producto terminado.

El proceso actual de la línea de ensamble de congeladores de la empresa Bellcar Service C.A se divide como se explico anteriormente, en la siguiente parte se realizo la observación directa de la línea de producción y los subprocesos que implican en esta.

De esta manera se puede observar que para la línea de producción de ensamble de congeladores tiene como objetivo principal cumplir con el pedido de producción en tiempo de calidad y cantidad, si al final de la línea de producción hay productos rechazados tienen que volver a reprocesar el mismo. Por otro lado se pudo observar que la maquinaria y equipos se encuentran operativos y cuentan con operadores, inspectores de calidad entre otros de tal manera que la línea de producción se desenvuelva de la manera más óptima. En la siguiente figura se puede observar las características más resaltantes. (Ver figura 11).

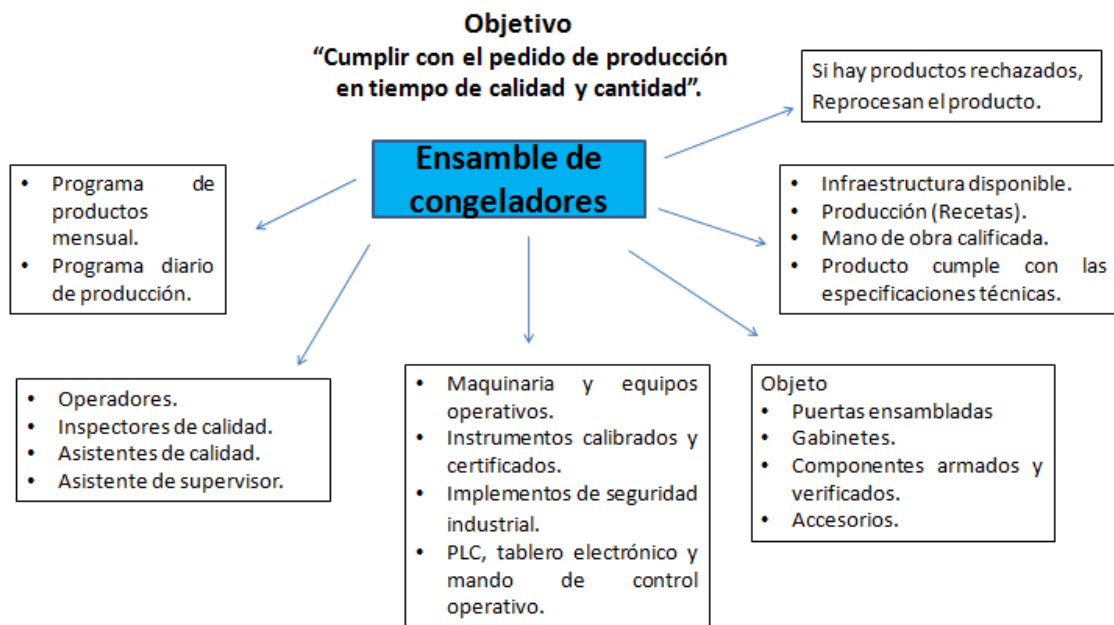


Figura 11. Proceso de Ensamble de Congeladores.

Fuente: Torrens (2021).

Ahora si ya bien estudiamos las características más resaltantes de esta línea de producción, hay que destacar que esta se divide en varios subprocesos el cual se nombran de la siguiente manera:

Colocado del compresor.

En la figura 12 se puede observar el modelo del subproceso colocado de compresor. A este proceso llegan como entradas los gabinetes y accesorios, provenientes del subproceso de inyección de gabinetes y de abastecimiento de materia prima semi-elaborada, la salida Gabinete con compresor, ventilador, control de temperatura y conexión eléctrica luego de esto se dirige al proceso de colocado de puerta.

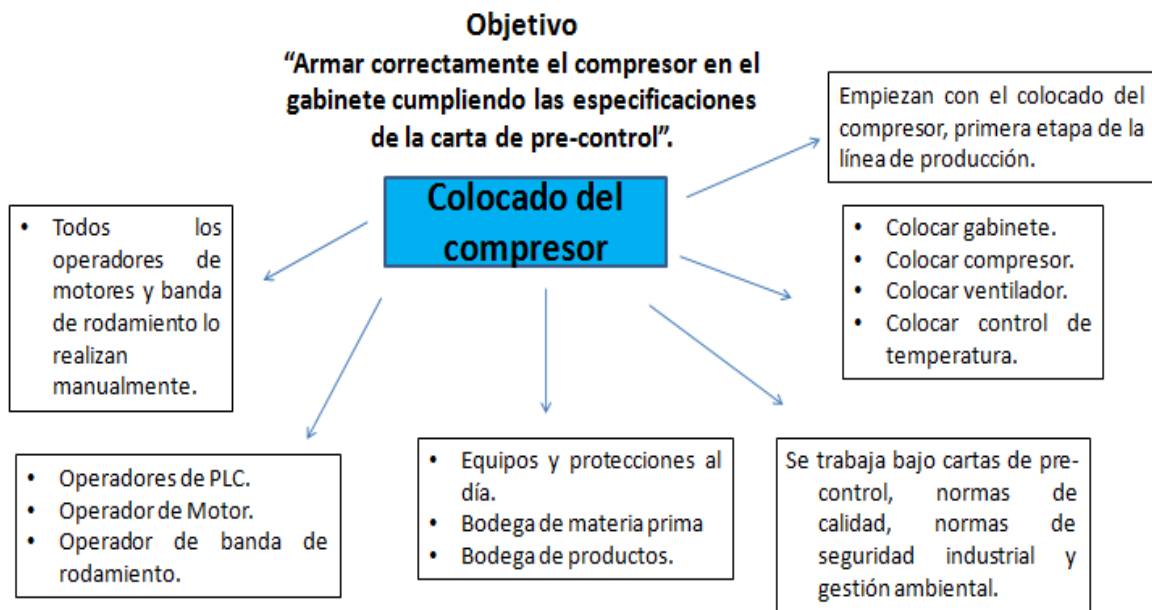


Figura 12. Subproceso de Colocado del compresor.

Fuente: Torrens (2021).

Colocado de puerta.

El modelo del subproceso colocado de puerta se puede observar en la en la figura 13. Las entradas de este proceso son: el gabinete con el compresor colocado, piezas plásticas, puertas ensambladas, accesorios, provenientes de los procesos de colocado de compresor, termoformado y deformación, inyección y ensamble de puertas. La salida de este subproceso va como entrada al siguiente proceso que es la soldadura de cañerías.

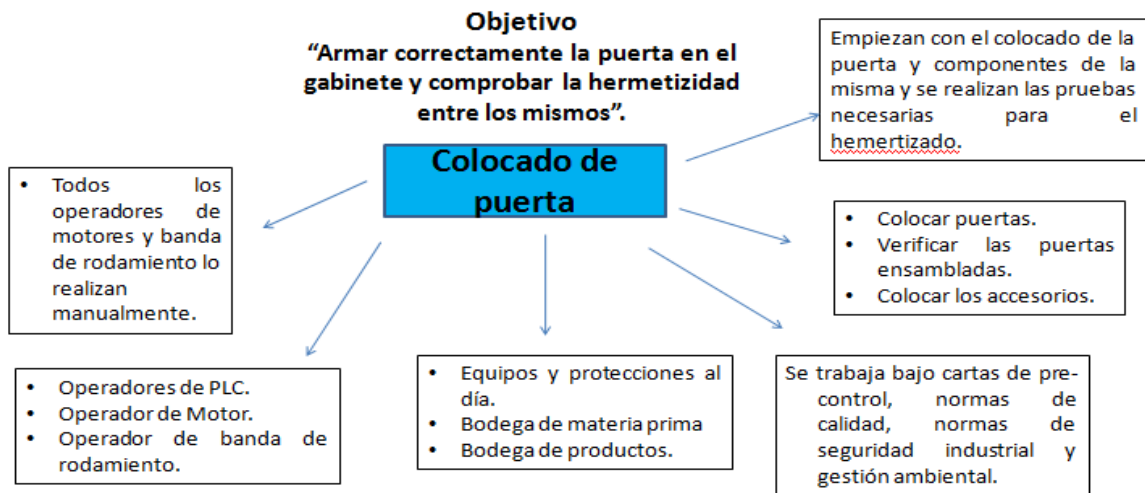


Figura 13. Subproceso de Colocado de puerta.

Fuente: Torrens (2021).

Soldadura de Cañerías.

El modelado del subproceso soldadura de tuberías se puede observar en la figura 14. La entrada este subproceso es el gabinete colocado la puerta y componentes de la puerta, proveniente del proceso colocado de puerta, la salida de este subproceso que es el gabinete listo para realizar las pruebas de vacío y carga va al subproceso de vacío carga.

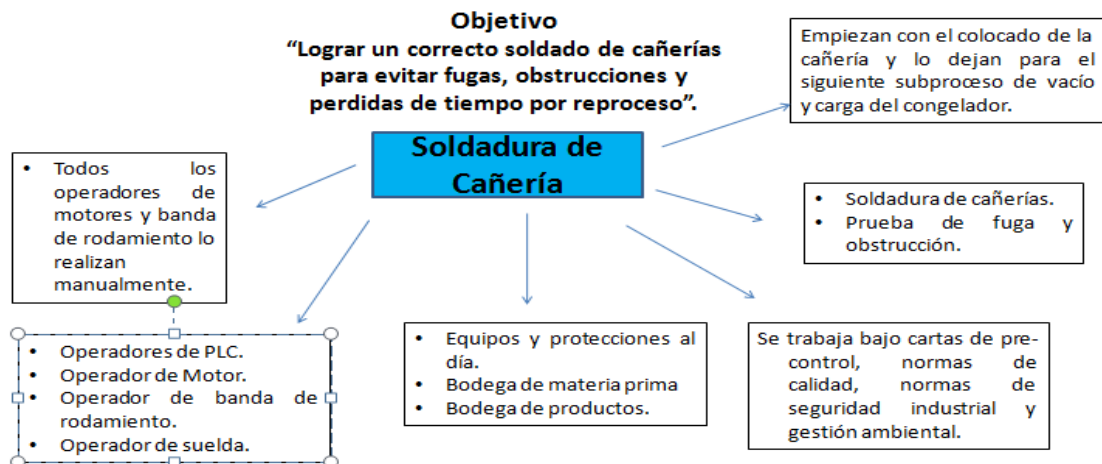


Figura 14. Subproceso Soldadura de tuberías.

Fuente: Torrens (2021).

En la figura 12 se muestra el modelo del subproceso vacío y carga, la entrada de este subproceso es el gabinete listo para realizar el proceso de vacío y carga, que viene de la salida del subproceso soldadura de cañerías. Las salidas del proceso de vacío y carga, la primera es el producto realizado la carga del gas refrigerante, la segunda salida, es el producto con fuga, a reprocesar y la tercera salida es la información de las estadísticas de los productos revisados.

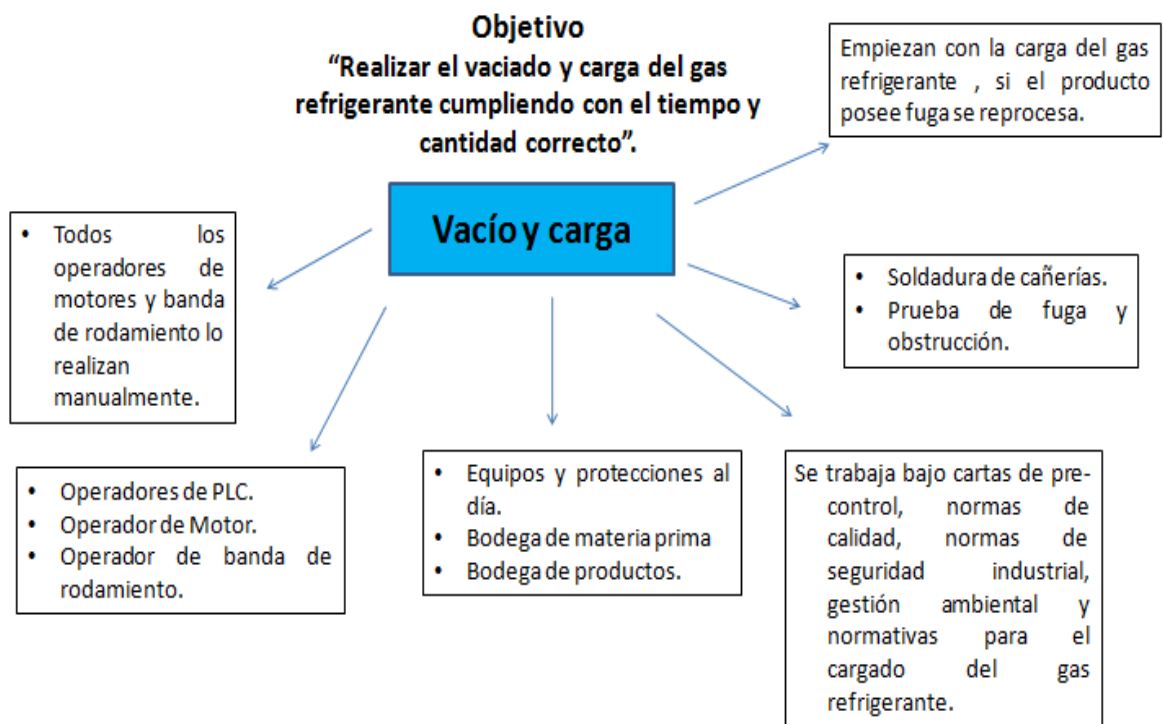


Figura 15. Subproceso Vacío y carga del congelador.
Fuente: Torrens (2021).

En la figura 16 se ilustra el modelo del subproceso pruebas de laboratorio, a este subproceso le llegan tres entradas, la primera es la que sale del subproceso vacío y carga que es el producto realizado la carga del gas refrigerante, la segunda entrada que es componentes armados y grabados que proviene del subproceso ensamble de componentes para refrigeración y la tercera entrada es los accesorios

que provienen del subproceso de abastecimiento de materia prima semielaborada. Las salidas del subproceso pruebas de laboratorio son tres, la primera salida es el producto revisado y aprobado, listo para empaquetar; la segunda salida es el producto rechazado con fuga de corriente y que se tiene que reprocesar. La tercera salida indica la información de las estadísticas de productos revisados.

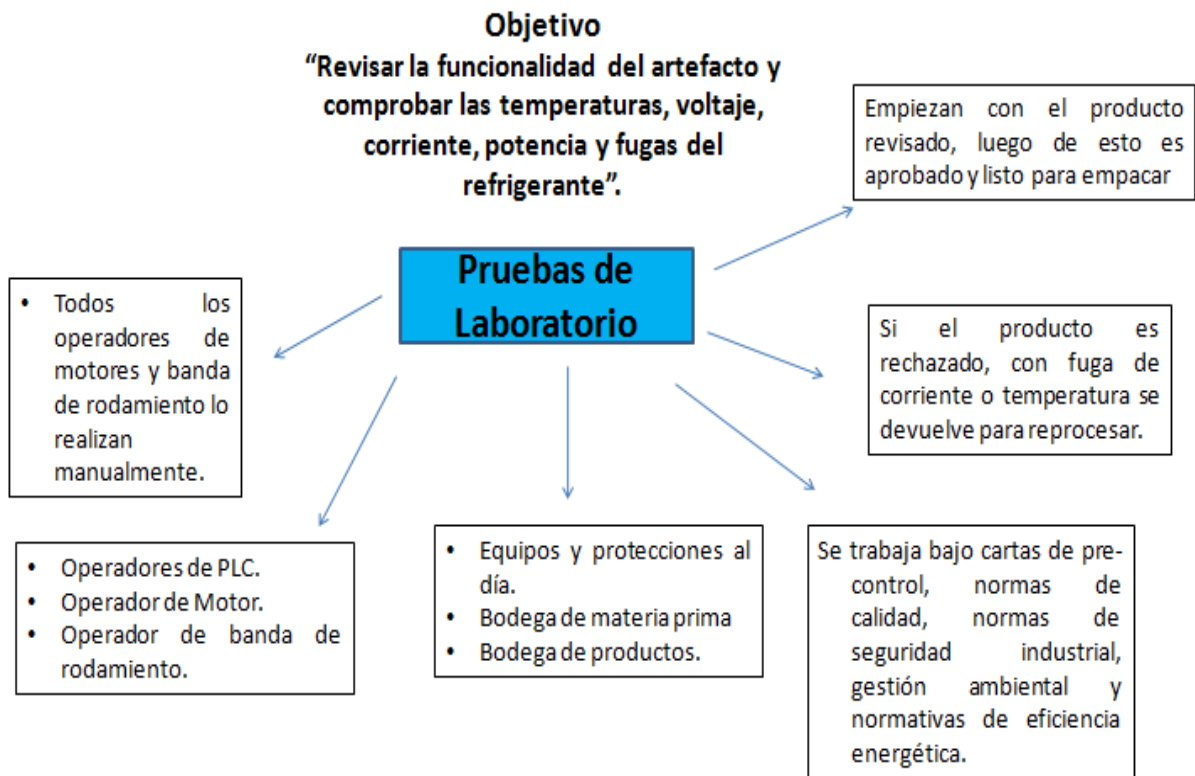


Figura 16. Pruebas de Laboratorio de ensamble de congeladores.

Fuente: Torrens (2021).

En la figura 17 se puede observar el modelo del subproceso de embalaje, en el cual se tienen como entrada la salida proveniente del subproceso pruebas de laboratorio, que es el producto revisado y aprobado, listo para empaquetar. La salida es el producto terminado y colocado la etiqueta del código de barras, que finalmente van al subproceso de validación para ingreso de producto a la bodega.

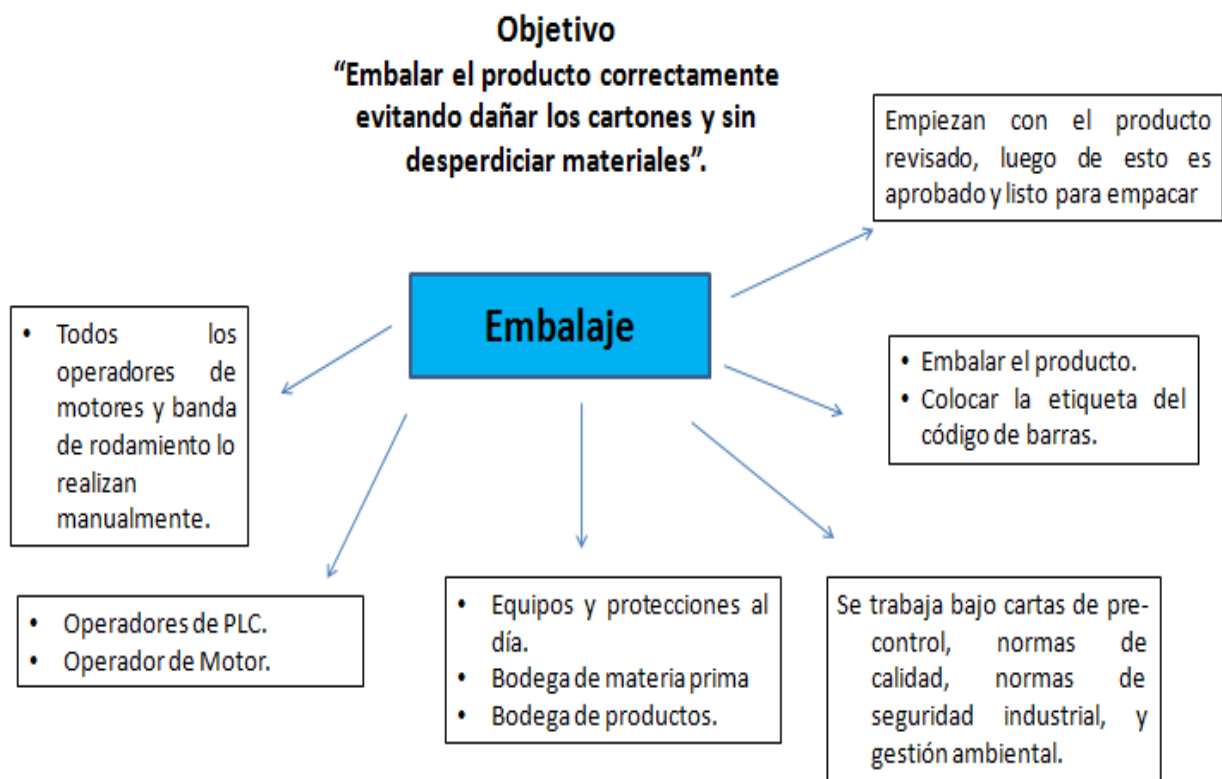


Figura 17. Embalaje del congelador.

Fuente: Torrens (2021).

El último subproceso es la validación para ingreso del producto a bodega, el modelo de dicho subproceso se ilustra en la figura 18, la entrada este subproceso viene desde el subproceso anterior, embalaje, es decir, el producto terminado y colocado la etiqueta de código de barras. Las salidas del subproceso validación para ingreso de producto a bodega, son cuatro, las mismas que se ven reflejadas en el subproceso ensamble de congeladores. La primera salida es la información de la cantidad de productos rechazados y que se tiene que reprocesar, la segunda salida es la información de la cantidad de productos realizados, la tercera salida es el producto terminado disponible en bodega y la cuarta salida es el producto rechazado en la validación.

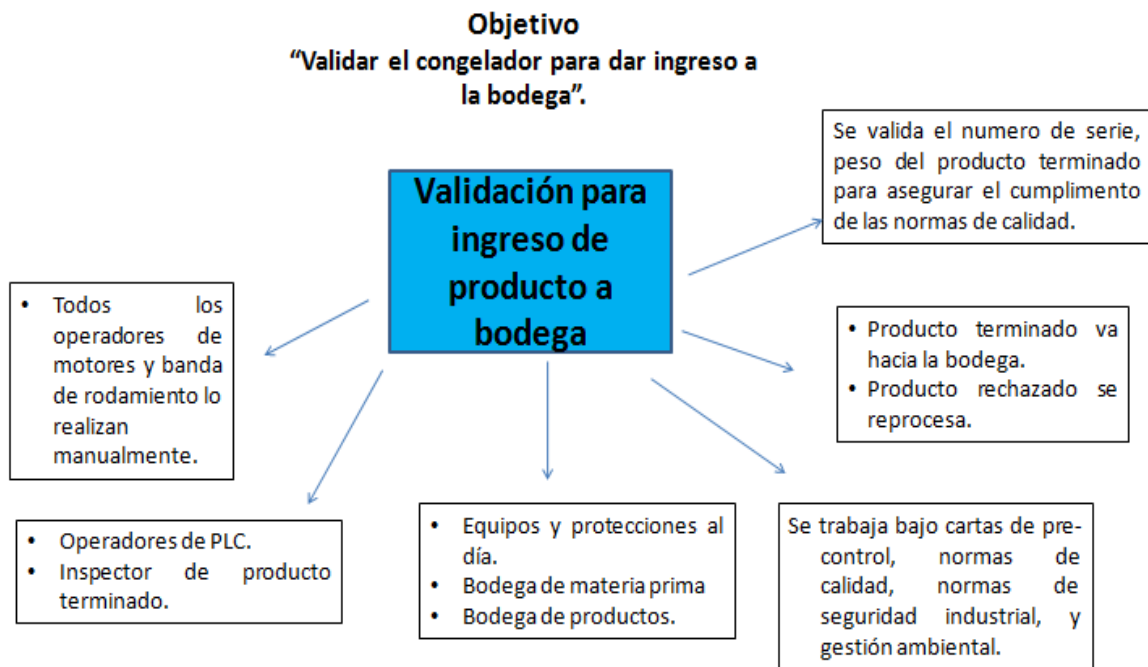


Figura 18. Validación para ingreso de producto a la bodega.

Fuente: Torrens (2021).

Estos subprocesos mencionados anteriormente necesitan de productos y materiales relacionados con otros procesos de la empresa. En la siguiente figura se muestra un esquema que representa los puestos de trabajo para realizar los procesos de ensamble de los congeladores y del ingreso para el producto terminado.

En la figura 19 se puede observar de manera grafica como trabaja la línea de producción de ensamble de congeladores para la empresa. Por otro lado se divide de la siguiente manera, de forma especificada con variables que interesan para la automatización de este trabajo de grado.

1. Banda para el armado y colocado del compresor.
2. Banda para colocado de la puerta.
3. Banda para proceso desuelda.
4. Banda con puestos de vacío y carga.
5. Banda con puestos de laboratorio.

6. Banda para colocar accesorios, limpieza y embalado del producto.
7. Lectura del código de barras.
8. Detección del peso e ingreso a bodega, o rechazo.
9. Puerta de ingreso de producto terminado.
10. Bodega

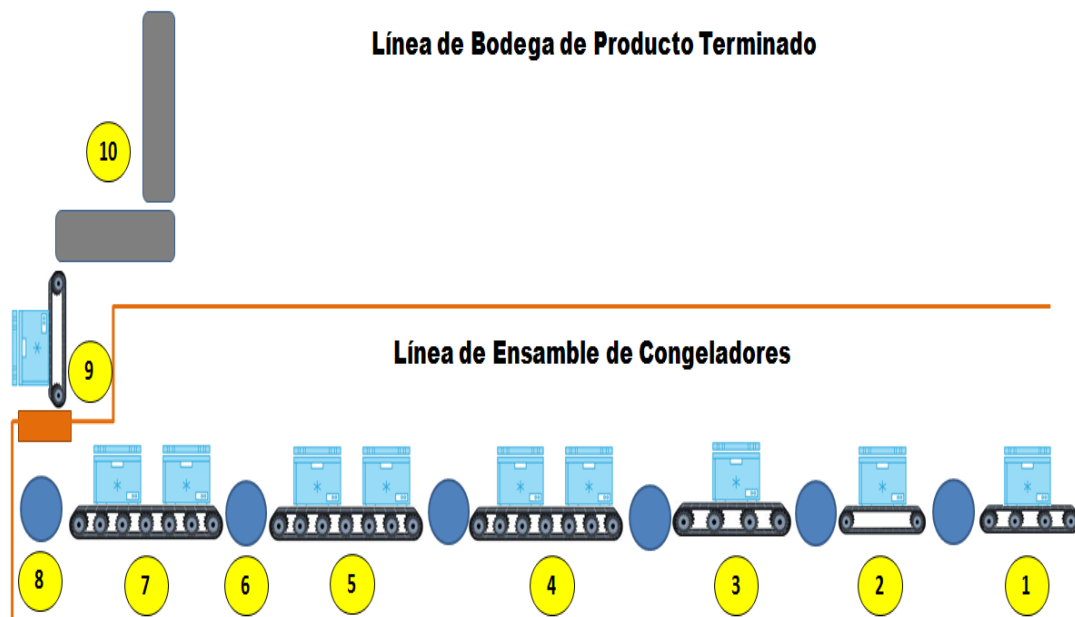


Figura 19. Esquema de la línea de ensamblaje de congeladores de la empresa
Fuente: Torrens (2021).

En el diagnóstico de la situación actual de la línea de ensamblaje de congeladores de la empresa Bellcar Service C.A se pudo observar que la automatización que incluye este proyecto de grado se deben incorporar como prioridad las siguientes variables: motorizar las bandas de ensamblaje, validar el producto terminado e ingresarlo a bodega. Realizar las secuencias de funcionamiento. Es por esto que se realizó un diagnóstico detallado de los equipos que se encuentran en la línea de ensamblaje de congeladores con el fin de ver que equipos se puede utilizar para la automatización y que equipos se recomendaría para la implementación si fuera así de este diseño.

Cuadro 1. Diagnostico detallado de los equipos de la línea de producción de ensamble de congeladores de la empresa Bellcar Service C.A

	Características	Situación Actual		Diagnóstico
		Estado	Consecuencia	
Motor banda 1	Franklin Electric Potencia 250kW Trifásico 230 V/ 60Hz	Operativo	-	Amerita revisión del equipo.
Motor banda 2	Franklin Electric Potencia 250kW Trifásico 230 V/ 60Hz	Operativo	-	El equipo necesita mantenimiento
Motor banda 3	Franklin Electric Potencia 250kW Trifásico 230 V/ 60Hz	Operativo	Podrán generarse problemas de operatividad de las mismas dentro de poco	El equipo necesita mantenimiento
Motor banda 4	Franklin Electric Potencia 250kW Trifásico 230 V/ 60Hz	Operativo	-	El equipo necesita sustitución
Motor banda 5	Franklin Electric Potencia 250kW Trifásico 230 V/ 60Hz	Operativo	-	El equipo necesita mantenimiento
Motor banda 6	Franklin Electric Potencia 250kW Trifásico 230 V/ 60Hz	Operativo	-	El equipo necesita mantenimiento
Motor banda 7	Franklin Electric Potencia 250kW Trifásico 230 V/ 60Hz	Operativo	-	El equipo necesita mantenimiento
PLC S7-300	Siemens	Operativo		Actualmente no usado en la planta

Fuente: Torrens (2021).

4.2 Fase II: “Determinar las variables del proceso de la Línea de Ensamblado de Congeladores.”

A continuación se presentan las variables para cada uno de los subproceso de la línea de ensamble de congeladores, en ellos se detalla cuáles son los requerimientos para que funcionen cada uno estos. Básicamente las actividades de control consisten, en este caso, en el encendido y apagado de los motores de las bandas transportadoras de cada subproceso dependiendo de los tiempos que puedan ser obtenidos por cada receta. Por otro lado es importante colocar sensores de movimiento que permitan saber si el congelador se encuentra en la posición correcta para cada proceso.

4.2.1 Variables del subproceso colocado del compresor

En el siguiente cuadro se estarán colocando todas las variables que permiten la automatización para la línea de producción de ensamble de congeladores del subproceso colocado del compresor.

Cuadro 2. Variables del Subproceso colocado del compresor

Actuador	Descripción	Estado Inicial	Valores posibles
Motor banda 1 (M1)	Motor que mueve la banda transportadora en donde se realiza el proceso “colocado de compresor”	Encendido	Encendido (1) y apagado (0)
Sensor de Movimiento 1	Detecta el congelador para estar en la posición adecuada para el colocado del compresor		Encendido (1) y apagado (0)

Fuente: Torrens (2021).

4.2.2 Variables del subproceso colocado de puertas

En el siguiente cuadro se estarán colocando todas las variables que permiten la automatización para la línea de producción de ensamble de congeladores del subproceso colocado de puertas.

Cuadro 3. Variables del Subproceso colocado de puertas

Actuador	Descripción	Estado Inicial	Valores posibles
Motor banda 2 (M2)	Motor que mueve la banda transportadora en donde se realiza el proceso “colocado de puertas”	Encendido	Encendido (1) y apagado (0)
Sensor de Movimiento 2	Detecta el congelador para estar en la posición adecuada para el colocado de puertas		Encendido (1) y apagado (0)

Fuente: Torrens (2021).

4.2.3 Variables del subproceso soldadura de tuberías

En el siguiente cuadro se estarán colocando todas las variables que permiten la automatización para la línea de producción de ensamble de congeladores del subproceso soldadura de tuberías.

Cuadro 4. Variables del Subproceso Soldadura de Tuberías

Actuador	Descripción	Estado Inicial	Valores posibles
Motor banda 3 (M3)	Motor que mueve la banda transportadora en donde se realiza el proceso “soldadura de tuberías”	Encendido	Encendido (1) y apagado (0)
Sensor de Movimiento 3	Detecta el congelador para estar en la posición adecuada para el proceso de soldadura de tuberías		Encendido (1) y apagado (0)

Fuente: Torrens (2021).

4.2.4 Variables del subproceso vacío y carga del congelador

En el siguiente cuadro se estarán colocando todas las variables que permiten la automatización para la línea de producción de ensamble de congeladores del subproceso vacío y carga del congelador.

Cuadro 5. Variables del Subproceso vacío y carga del congelador.

Actuador	Descripción	Estado Inicial	Valores posibles
Motor banda 4 (M4)	Motor que mueve la banda transportadora en donde se realiza el proceso “vacío y carga del congelador”	Encendido	Encendido (1) y apagado (0)
Sensor de Movimiento 4	Detecta el congelador para estar en la posición adecuada para el proceso de vacío carga del congelador		Encendido (1) y apagado (0)

Fuente: Torrens (2021).

4.2.5 Variables del subproceso pruebas del laboratorio del congelador

En el siguiente cuadro se estarán colocando todas las variables que permiten la automatización para la línea de producción de ensamble de congeladores del subproceso pruebas de laboratorio del congelador.

Cuadro 6. Variables del Subproceso pruebas de laboratorio del congelador.

Actuador	Descripción	Estado Inicial	Valores posibles
Motor banda 5 (M5)	Motor que mueve la banda transportadora en donde se realiza el proceso “pruebas de laboratorio del congelador”	Encendido	Encendido (1) y apagado (0)
	Detecta el congelador para		

Sensor de Movimiento 5	estar en la posición adecuada para el proceso de pruebas de laboratorio del congelador		Encendido (1) y apagado (0)
Botón 1	Activar el botón si se aprueba las pruebas de laboratorio	Apagado	Encendido (1) y apagado (0)

Fuente: Torrens (2021).

4.2.6 Variables del subproceso colocar accesorios, limpieza y embalado del producto detección del peso del congelador

En el siguiente cuadro se estarán colocando todas las variables que permiten la automatización para la línea de producción de ensamble de congeladores del subproceso colocar accesorios, limpieza y embalado del producto y detección del peso del congelador.

Cuadro 7. Variables del Subproceso colocar accesorios, embalado y peso del congelador.

Actuador	Descripción	Estado Inicial	Valores posibles
Motor banda 6 (M6)	Motor que mueve la banda transportadora en donde se realiza el proceso “limpieza y embalado del producto y detección del peso del congelador.”	Apagado	Encendido (1) y apagado (0)
Sensor de Movimiento 6	Detecta el congelador para estar en la posición adecuada para el proceso de limpieza y embalado del producto y del		Encendido (1) y apagado (0)

	peso del congelador.		
Sensor de Analógico 1	Detecta el peso del producto y compara si es el correcto para su validación		Valor analógico del sensor

Fuente: Torrens (2021).

4.2.7 Variables ingreso del producto terminado a la bodega del congelador

En el siguiente cuadro se estarán colocando todas las variables que permiten la automatización para la línea de producción de ensamble de congeladores del subproceso ingreso del producto terminado a la bodega del congelador. Es importante destacar que para el ingreso de la bodega tiene que haber sido validado por los subprocesos anteriores esto permite el levantamiento de la puerta para el ingreso a la bodega.

Cuadro 8. Variables del Subproceso colocar accesorios, embalado y peso del congelador.

Actuador	Descripción	Estado Inicial	Valores posibles
Sensor de Movimiento 7	Detecta el congelador en la última posición de la banda transportadora 7, de esta manera para el motor 7 y permitiendo evaluar si el producto es válido o no		Encendido (1) y apagado (0)
Motor banda 7 (M7)	Motor que mueve la banda transportadora en donde se realiza el proceso “limpieza y embalado del	Apagado	Encendido (1) y apagado (0)

	producto y detección del peso del congelador.”		
Sensor de Movimiento 8	Detecta el congelador para estar en la posición adecuada para abrir la puerta como producto ingresado a la bodega		Encendido (1) y apagado (0)
Motor 8 (M8)	Motor que abre la puerta para el ingreso del producto a la bodega	Apagado	Encendido (1) y apagado (0)
Motor 9 (M9)	Motor que cierra la puerta para el ingreso del producto a la bodega	Apagado	Encendido (1) y apagado (0)
Motor banda 10 (M10)	Motor que mueve la banda transportadora para el congelador hacia la bodega	Apagado	Encendido (1) y apagado (0)

Fuente: Torrens (2021).

4.3 Fase III: “Diseñar la automatización del Sistema y Control del proceso de la línea de ensamblado de congeladores.”

4.3.1 Controlador Lógico Programable

Entonces entorno al diagnóstico obtenido en la fase I se pudo observar que la empresa posee el PLC Siemens S7-300, este mismo es el que se usara como desarrollo de este proyecto de grado para una posible implementación en el futuro que desee la empresa.

Por otro lado se procede a evaluar la cantidad de variables de cada tipo en total tano como variables de entrada evaluadas en la fase II, variables de proceso y variables de

salida, que son necesarias para controlar la automatización del sistema y control del proceso de la línea de ensamblado de congeladores de la empresa Bellcar Service C.A. A continuación, se enumerarán la cantidad de variables digitales que intervienen a lo largo de todo el sistema de control del proceso de inyección.

- ❖ 9 entradas digitales provenientes de los relés térmicos instalados en los sistemas de seguridad de los motores.
- ❖ 1 entrada digital para encender la línea de producción.
- ❖ 1 entrada digital proveniente del sistema de parada de emergencia.
- ❖ 4 salidas digitales para el encendido y apagado del sistema de control.
- ❖ 1 salida digital para indicar que el sistema se encuentra en funcionamiento.
- ❖ 1 salida digital para indicar que el sistema se ha detenido.
- ❖ 1 salida digital para activar una alarma.
- ❖ 1 salida digital para activar un rechazo del congelador.
- ❖ 1 entrada analógica proveniente de un sensor de peso para la validación del producto.
- ❖ 8 salidas digitales para el encendido del motor.
- ❖ 8 salidas digitales para el apagado del motor.
- ❖ 16 variables de proceso para el manejo de los tiempos de los motores.

4.3.1.1 PLC Simatic S7-300

Este autómata de Siemens ideado especialmente para aumentar la cadencia y disminuir sensiblemente los tiempos de ciclo, respuesta y aumentar la calidad del proceso, opera más allá de los límites de prestaciones anteriores, asegurando la adquisición y tratamiento de señales (analógicas o digitales) a cualquier velocidad y en cualquier forma en que se presenten, de allí que es ideal para usarlo en maquinarias de embalaje y en máquinas herramientas, sector agroalimentario o en industria química o farmacéutica.

Posee una CPU cuya velocidad es 100 veces mayor a las convencionales (la más potente de sus 5 CPU no necesita más de 0,3 ms para ejecutar 1024 instrucciones binarias y no mucho más al procesar palabras), una Memoria de programa de 16K

instrucciones de capacidad máxima, 1024 entradas y salidas digitales y 32 módulos dentro de un solo sistema (para tareas especiales se ofrecen módulos específicos), alta potencia de cálculo con hasta aritmética de 32 bits en coma flotante e interfaces multipunto o puerto MPI.



Figura 20. PLC S7 300

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

Pequeño, extremadamente rápido y universal son las características más importantes de éste PLC, además de su modularidad, sus numerosos módulos de extensión, su comunicabilidad por bus, sus funcionalidades integradas de visualización y operación así como su lenguaje de programación bajo entorno Windows 7, 32 BIT.

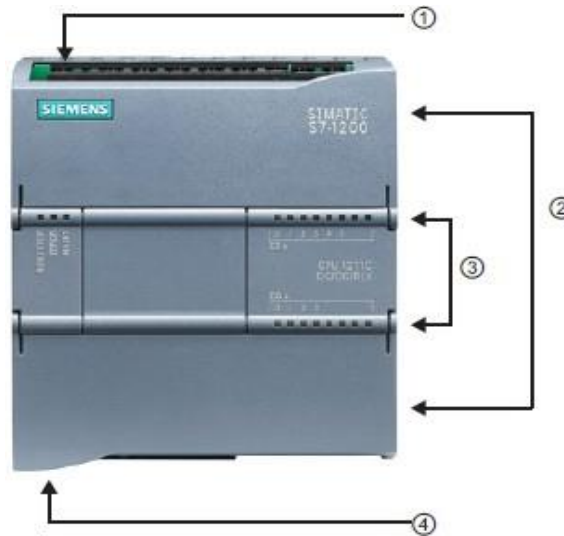


Figura 21.Partes del PLC S7-300

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

Gracias a su diseño compacto, configuración flexible y amplio juego de instrucciones, el S7-300 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, ésta contiene la lógica necesaria para vigilar y controlar los dispositivos de la aplicación. La CPU vigila las entradas y cambia el estado de las salidas según la lógica del programa de usuario, que puede incluir lógica booleana, instrucciones de contaje y temporización, funciones matemáticas complejas, así como comunicación con otros dispositivos inteligentes.

En el cuadro 9 se muestra la descripción de las partes de un PLC S7-300. (Ver figura 21).

Cuadro 9. Descripción de la parte de un PLC S7-300

#	Descripción
1.	Conector de Corrientes.
2.	Conectores extraíbles para el cableado de usuario (detrás de las tapas).
2.	Ranura para MemoryCard (debajo de la tapa superior).
3.	Leds de estado para las E/S integradas
4.	Conector PROFINET (en el lado inferior de la CPU).

Fuente: Torrens (2021).

El PLC Simatic S7-300 consta de los siguientes componentes:

- Unidad central de procesamiento (CPU), que constituye el "cerebro" del sistema y toma decisiones en base a la aplicación programada.
- Módulos para señales digitales y analógicas.
- Procesadores de comunicación (CP) para facilitar la comunicación entre el hombre y la máquina o entre máquinas. Se tiene procesadores de comunicación para conexión a redes y para conexión punto a punto.

- Módulos de función (FM) para operaciones de cálculo rápido.
- Módulos de suministro de energía.
- Módulos de interfaces para conexión de racks múltiples en configuración multi-hilera.

En los módulos de entradas pueden ser conectados:

- Sensores inductivos, capacitivos, ópticos.
- Interruptores.
- Pulsadores.
- Llaves.
- Detectores de proximidad.
- Sensores de movimiento.

En los módulos de salidas pueden ser conectados:

- Contactores.
- Electroválvulas.
- Variadores de velocidad.
- Alarmas.

4.3.1.2 Tamaño del PLC Simatic S7-300

El tamaño de la CPU (independientemente del modelo) es de 80 mm de largo, 125 mm de alto y 130 mm de profundidad. En cuanto a los módulos, sus medidas son 40 mm x 125 mm x 130 mm, respectivamente. Además, el S7-300 requiere una alimentación de 24 VDC. Por ésta razón, los módulos (fuentes) de alimentación de carga transforman la tensión de alimentación de 115/230 VAC en una tensión de 24 VDC. Los módulos de alimentación se montan a la izquierda junto a la CPU.

4.3.1.3 Ventajas del PLC S7-300

- Poco espacio de ocupación.
- Elaboración de proyectos en menor tiempo.
- Posibilidad de modificación sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Economía en su mantenimiento.

- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo PLC.
- Tiempo mínimo de puesto en marcha.
- Instalación rápida y sencilla para el cliente.
- Transmisión de velocidad de hasta 45 Megabits por segundo.
- Tecnología de banda ancha.
- Alimentación única, voz y datos
- Sin necesidad de cableado adicional ni obras.
- Conexión de equipo.

4.3.2 Descripción de la programación

La programación, es la acción de ordenar y estructurar una serie acciones de forma cronológica para cumplir un objetivo, en el caso de un proyecto de automatización, la programación es en la cargada de controlar todos los procesos que requieran, para realizar esto existen una gran variedad de lenguajes de programación, sin embargo, debido a su simplicidad para entender e interpretar sus instrucciones, el lenguaje de programación más utilizado para realizar la acción de automatizar un proceso es Ladder (KOP), también llamado diagrama de escalera o diagrama de contactos, este lenguaje de programación gráfico es muy popular dentro de los autómatas programables debido a que está basado en los esquemas eléctricos de control clásicos.

Por lo tanto la propuesta de automatización consiste en la elaboración de un programa en ambiente escalera en Step 7 que permitirá controlar el proceso de la línea de ensamble de congeladores permitiendo que este sea completamente automático.

4.3.2.1 Crear un proyecto en Step 7

Al crear el equipo se define el sistema de automatización. Para el trabajado de grado se utilizó el SIMATIC 300 el cual es definió como PLC Simatic S7-300.

En la figura 22 se puede observar que después de crear la estructura y la carpeta para el proyecto, se procede al crear el equipo el cual es aquel en donde se inserta el

PLC Simatic 300, dándole clic izquierdo insertar nuevo objeto y luego clic en Simatic 300.

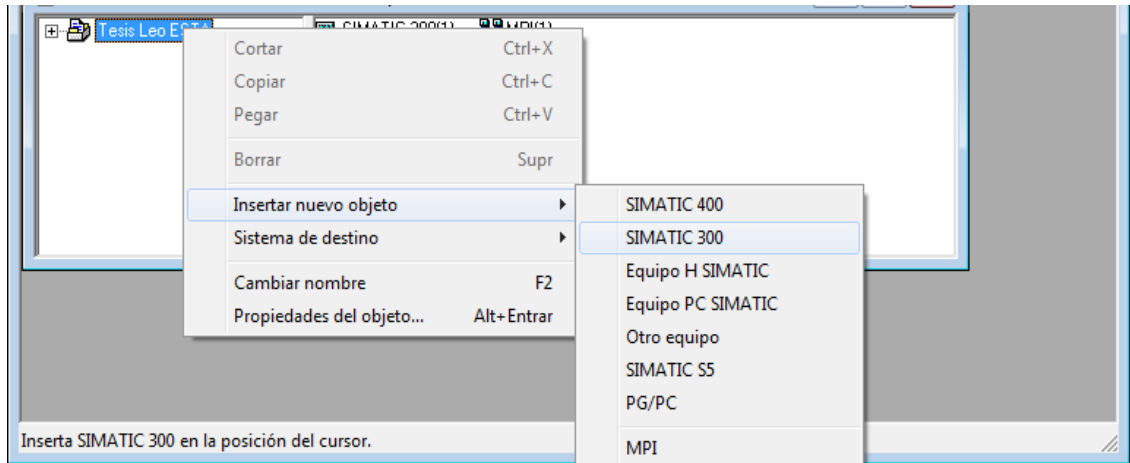


Figura 22. Crear el equipo Simatic 300.
Fuente: Torrens (2021)

- **Configurar el hardware**

Al configurar el hardware se define en una tabla de configuración qué módulos se utilizarán para la solución de automatización y a través de qué direcciones se accederá a los módulos desde el programa de usuario. Además, las propiedades de los módulos se pueden ajustar mediante parámetros. Se configura el hardware primeramente hay que insertar el bastidor, el cual es el modulo principal que se utiliza para insertar todas las demás variables. En el proyecto se utilizó una CPU-314, la cual tiene una memoria de trabajo de 192 KB, se insertó dos módulos de entradas analógicas, módulo de entrada y salidas digitales y por último también se insertó una fuente PS 307 10A. (Ver figura 23).

1	PS 307 10A
2	CPU 314
3	
4	AI8x16Bit
5	AI8x16Bit
6	DI16/DO16x24V/0.5A

Figura 23. Insertar bastidor
Fuente: Torrens (2021)

Para el programa de automatización se creó únicamente un OB1 que se encuentra en el Main principal, donde se verá la automatización para el sistema de automatización para la línea de ensamble de congeladores de la empresa Belcar Service C.A. Antes de realizar la descripción de cada segmento que comprende el programa es importante definir las variables del programa utilizadas.

- **Definir Símbolos**

En lugar de utilizar direcciones absolutas es posible definir símbolos locales o globales en una tabla de símbolos, empleando nombres autoexplicativos que se utilizarán luego en el programa. Todos los símbolos que se usaron en el programa de automatización para el ensamblado de congeladores se puede observar en la siguiente figura.

	Estado	Símbolo	Direcció /	Tipo de dato	Comentario
1		Run	A 0.0	BOOL	Lampara RUN
2		Alarma por Stop	A 0.1	BOOL	Alarma por parada del Sistema
3		Alarma 2	A 0.2	BOOL	Alarma de apagado del Sistema
4		Run motor 1	A 0.4	BOOL	Enciende el Motor 1
5		Run motor 2	A 0.5	BOOL	Enciende el Motor 2
6		Run motor 3	A 0.6	BOOL	Enciende el Motor 3
7		Run motor 4	A 0.7	BOOL	Enciende el Motor 4
8		Run motor 5	A 1.0	BOOL	Enciende el Motor 5
9		Run motor 6	A 1.1	BOOL	Enciende el Motor 6
10		START	E 0.0	BOOL	Boton de Inicio del Sistema
11		STOP	E 0.1	BOOL	Parada del Sistema
12		Para de Emergencia	E 0.2	BOOL	Parada de emergencia, boton fisico del sistema
13		Termico	E 0.4	BOOL	Proteccion Termica del motor
14		Sensor 1	E 0.5	BOOL	Sensor de colocado de compresor
15		Sensor 2	E 0.6	BOOL	Sensor de colocado de puerta
16		Sensor 3	E 0.7	BOOL	Sensor de proceso de soldadura
17		Sensor 4	E 1.0	BOOL	Sensor de vacio y carga
18		Sensor 5	E 1.1	BOOL	Sensor de pruebas de laboratorio
19		Sensor 6	E 1.2	BOOL	Sensor de embalado y accesorios
20		Convertor de FH	FC 4	FC 4	
21		SCALE	FC 105	FC 105	Scaling Values
22		START MARCA	M 3.0	BOOL	
23		STOP Marca	M 3.1	BOOL	
24		MARCA Automatico	M 3.4	BOOL	
25		MARCA Manual	M 3.5	BOOL	
26		Marca A	M 150.0	BOOL	Automatico
27		Marca de Manual	M 150.1	BOOL	Marca de Manual
28		Peso	M 500.0	BOOL	Peso valido del congelador

Figura 24. Símbolos del proceso de automatización

Fuente: Torrens (2021)

4.3.2.2 Bloques del proyecto

En un proyecto de gran envergadura, se deben controlar una gran cantidad de variables de entradas y de salidas, para que se pueda tener un proyecto organizado y que se pueda comprender al momento de realizar una modificación, se dispone de diferentes herramientas con las cuales se puede ordenar un proyecto, en el presente trabajo de investigación se presenta un proyecto el cual está organizado en diferentes bloques tales como, bloques de organización (OB), así como de diferentes bloques de función (FB), funciones (FC) y por último bloques de datos (DB), cada uno de estos bloques son de gran importancia para cumplir cada uno de los requerimientos del sistema a automatizar. A continuación se nombrarán los diferentes bloques y funciones que conforman el proyecto.

- **OB principal**

Para el OB principal primero se realizó el inicio del sistema con la entrada E0.0, al activar el botón inmediatamente se activa la lámpara A0.0 la cual indica que la línea de producción de ensamblado de congeladores está encendida. (Ver figura 17).

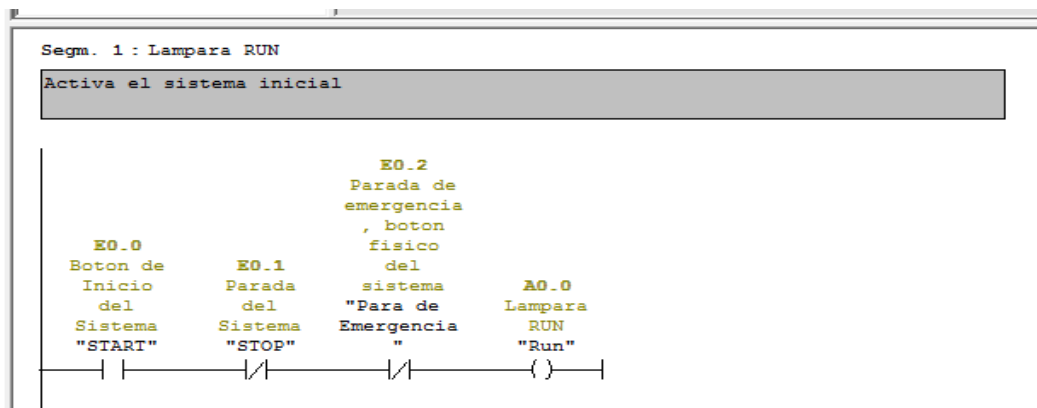


Figura 25. Inicio del Sistema

Fuente: Torrens (2021)

En la figura 26 se puede observar que existe el botón de parada del sistema como anteriormente se creó el botón de inicio, en este caso la parada del sistema está por la entrada E0.1, al activar la parada del sistema de automatización se activa una salida como alarma indicando que el sistema está parado.

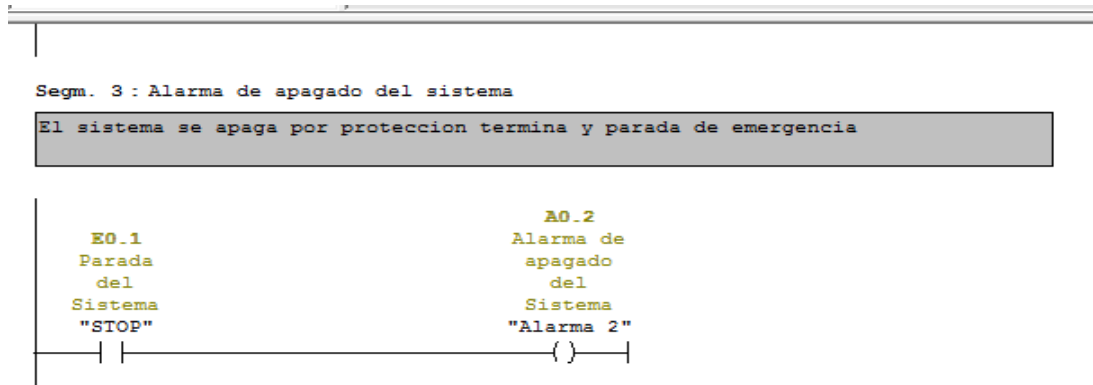


Figura 26. Parada del Sistema de automatización
Fuente: Torrens (2021)

En la figura 27 se puede observar que existe una parada de emergencia generando también una alarma, la cual este botón es de tal importancia en cada proceso por si ocurre una eventualidad.

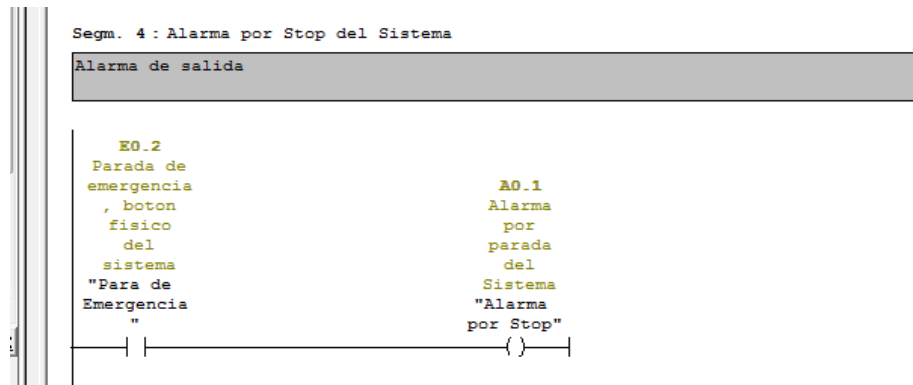


Figura 27. Para de Emergencia Sistema de automatización
Fuente: Torrens (2021)

En la siguiente figura se puede observar que el sistema de automatización posee dos controles el modo automático como el manual, en este caso se observa el modo automático del sistema de proceso de ensamblaje de congeladores.

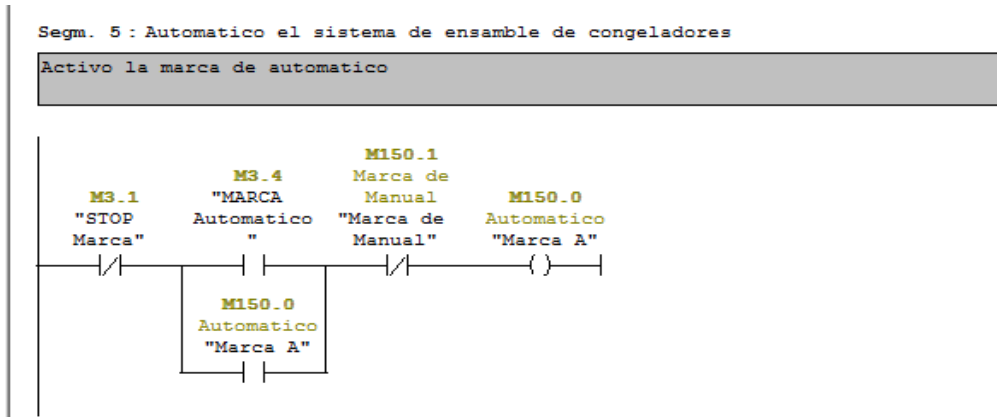
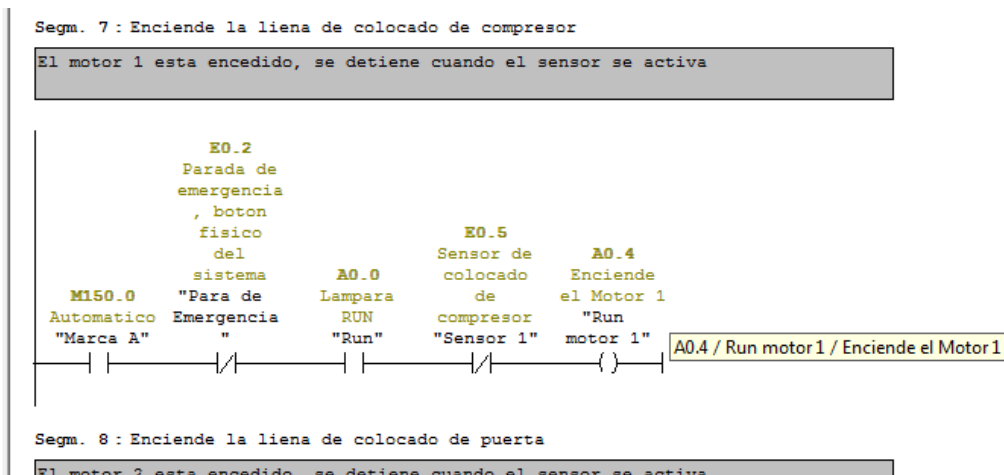


Figura 28. Selección de Automático del Sistema de Automatización
Fuente: Torrens (2021)

Luego de tener todos los demás parámetros activados dejando así en validación que la línea de producción se encuentra activa empezamos con el primero proceso de automatización el cual es el colocado de compresor. Inicialmente el motor de la cinta transportadora esta encendido posiblemente con congeladores a armar, el cual este se detiene cuando se activa el sensor de movimiento dejando así que los operadores trabajen con este producto, cuando el sensor se desactiva la cinta sigue rodando normalmente.



Segm. 8 : Enciende la liena de colocado de puerta

El motor 2 esta encendido, se detiene cuando el sensor se activa

Figura 29. Subproceso colocado del compresor
Fuente: Torrens (2021)

Como se explico anteriormente esta línea de código trabaja igual solo que esta abarca el subproceso de colocado de puerta, y dando salida a el motor de la transportadora 2.

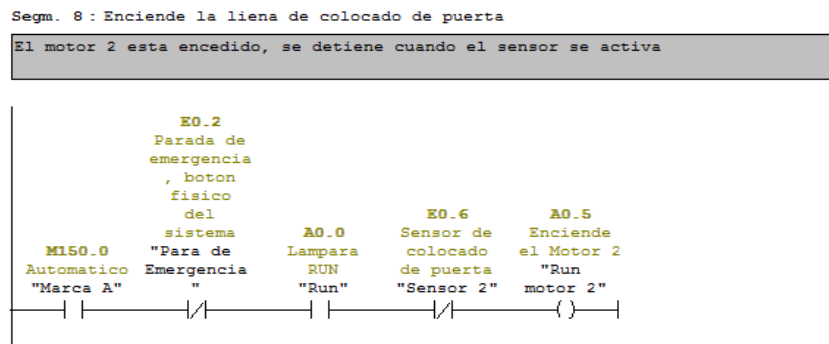


Figura 30. Subproceso colocado de puerta
Fuente: Torrens (2021)

Seguidamente tenemos los demás subprocesos como soldadura de cañerías, pruebas de laboratorio que trabajan igual como fue explicado anteriormente. Es importante destacar que en el proceso de pruebas de laboratorio se añadió un botón de entrada indicando que el producto había pasado la prueba, es por eso que para el siguiente subproceso el cual es embalaje del producto necesariamente el botón debe estar activado si no el motor 6 de esa banda transportadora no se activara y no llegara el producto para su embalaje. Por otro lado se puede interpretar que si el botón no esta activo existe rechazo del producto.

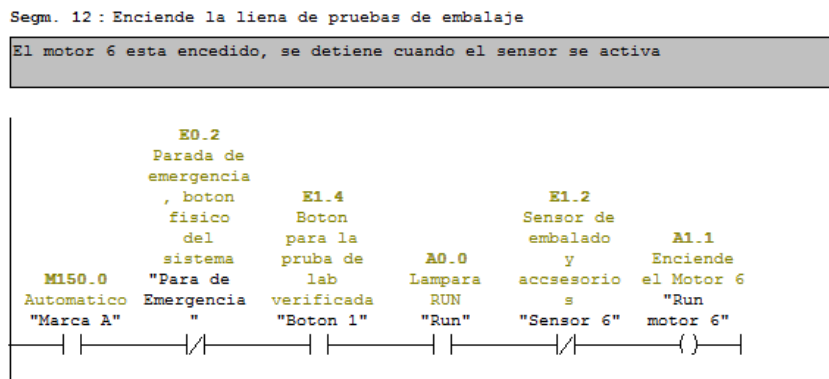


Figura 31. Subproceso de proceso de embalaje
Fuente: Torrens (2021)

Para el subproceso de detección de peso se colocó un sensor analógico de tal manera que se pueda leer el peso del congelador si este mismo se encuentra entre 30 y 32kg activa una marca. (Ver figura 32 ,33 y 34)

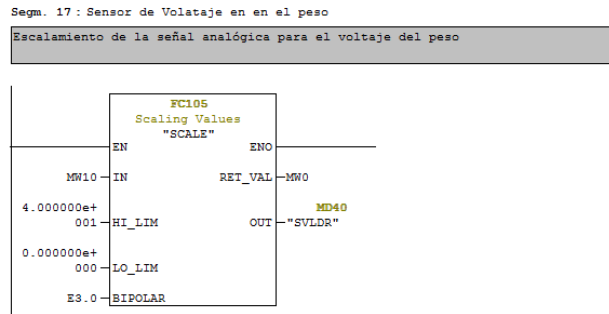


Figura 32. Sensor Analógico para la detección del peso del congelador
Fuente: Torrens (2021)

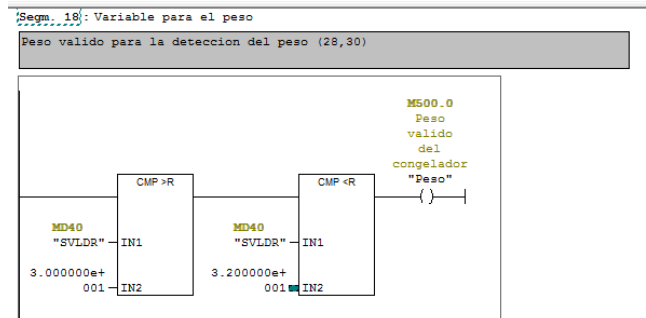


Figura 33. Peso valido del congelador (Activación de la marca)
Fuente: Torrens (2021)

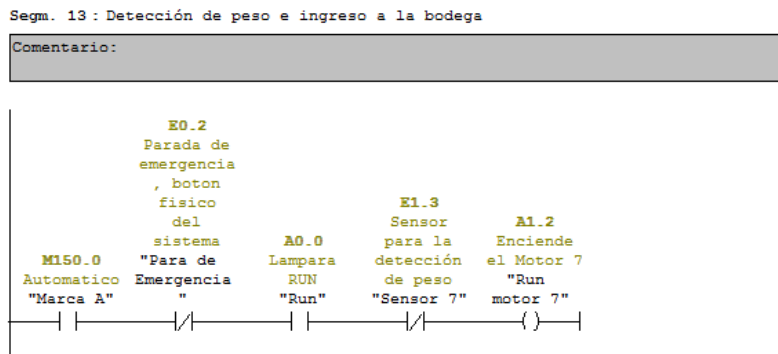


Figura 34. Subproceso de detección de peso
Fuente: Torrens (2021)

En la siguiente figura se puede observar que si el producto cumple con la condición del peso esto significa que ya ha sido aprobado por todos los operadores de cada uno de los subprocesos del ensamblado de congeladores y esto quiere decir que se activa la puerta dando así el paso del producto a la bodega, cuando se activa la puerta seguidamente se hace el conteo del producto para ver la producción por día y mientras el producto se dirige hacia la bodega se va cerrando la puerta de ingreso, esto dejando así el nuevo ingreso de otro producto hacia la bodega.

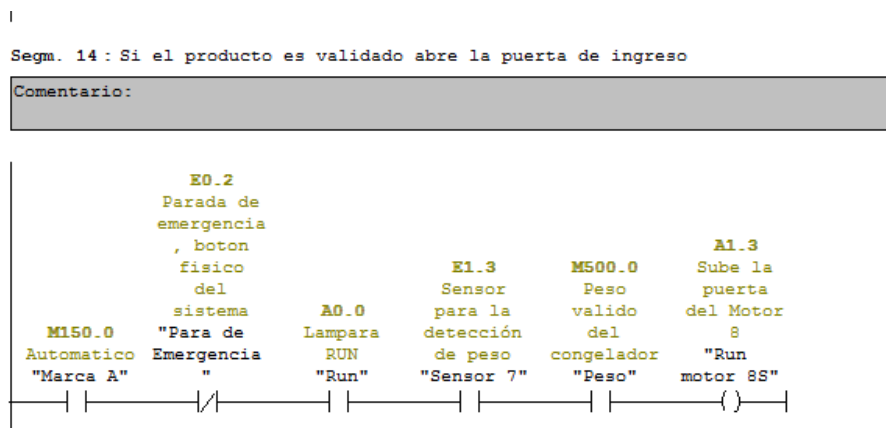


Figura 35. Producto valido abre la puerta hacia la bodega
Fuente: Torrens (2021)

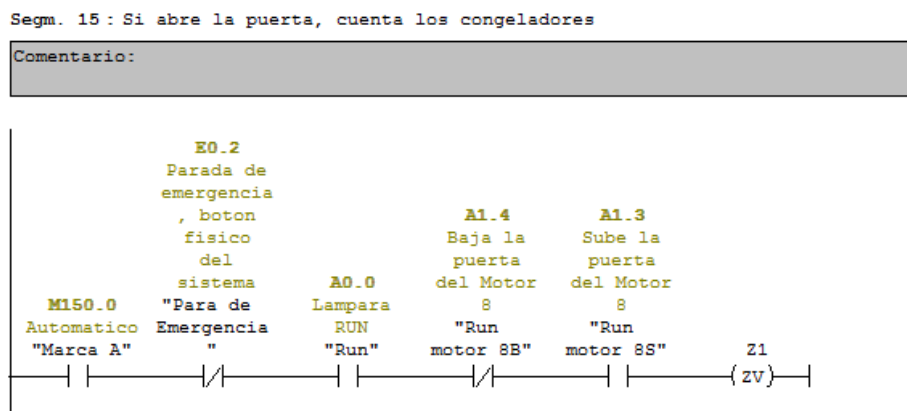


Figura 36. Activación del contador
Fuente: Torrens (2021)

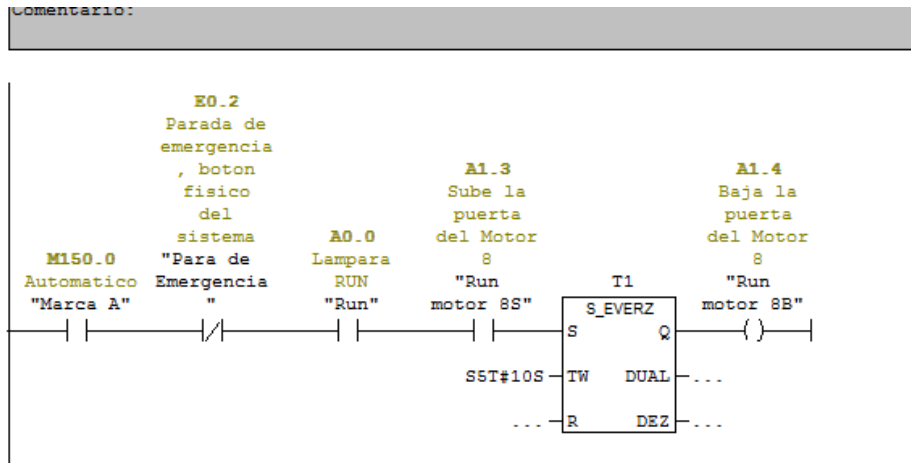


Figura 37. Producto válido cierra la puerta de la bodega
 Fuente: Torrens (2021)

4.3.2.3 Simulación de la programación

Para realizar la simulación del programa, como fue explicado anteriormente su descripción utilizamos el simulador PLC SIM el cual le damos RUN y nos ejecuta el lenguaje de programación. En la figura 30 se observar hacer la ejecución que al presionar la entrada E 0.0 en nuestro caso el botón de Inicio activa la lámpara de encendido Run.

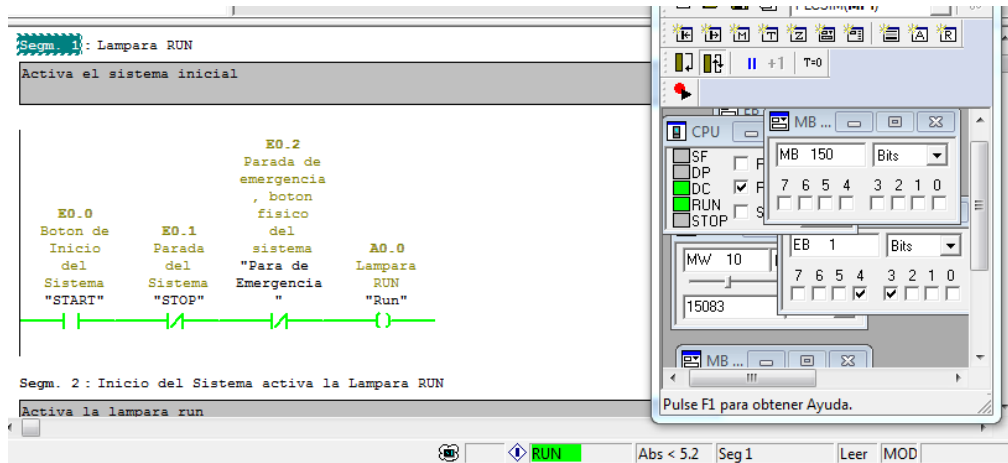


Figura 38. Inicio del Sistema
 Fuente: Torrens (2021)

En la siguiente figura se puede observar la alarma de apagado si la parada del sistema se encuentra activa.

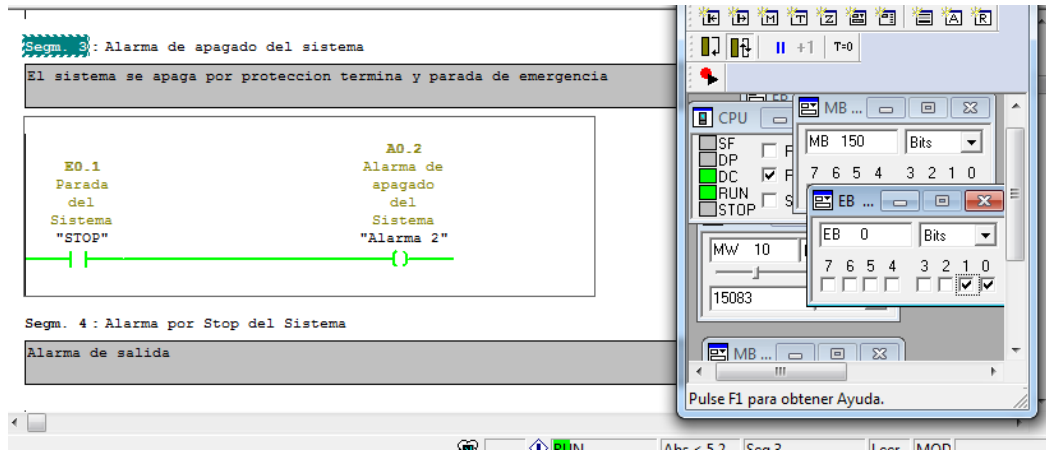


Figura 39. Parada del Sistema
Fuente: Torrens (2021)

En la figura 40 se observa la activación de la marca de automático.

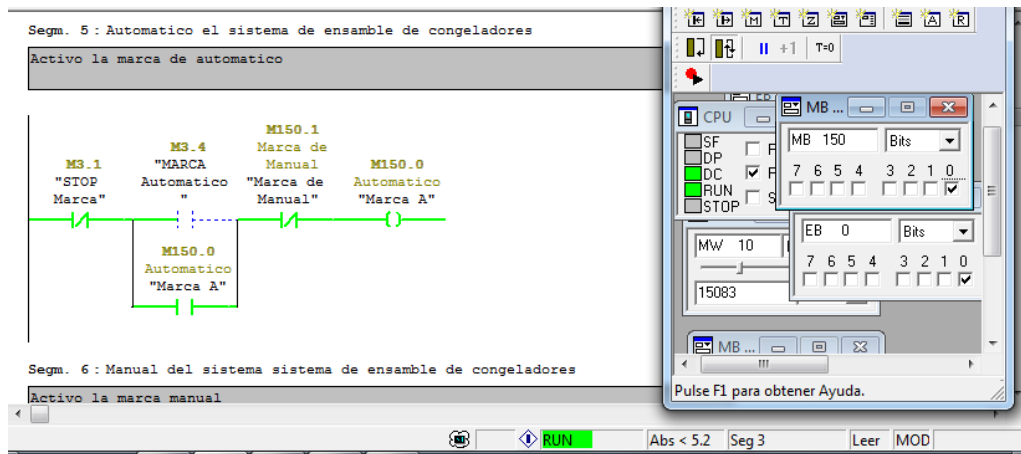


Figura 40. Marca de Automático del sistema
Fuente: Torrens (2021)

En la siguiente figura se puede observar que enciende el motor de la banda transportadora 1 del subproceso colocado del compresor, para que esto se active necesariamente el sistema tiene que estar encendido a través y señalado por la lámpara

del sistema y el sensor apagado, cuando el sensor de movimiento se activa inmediatamente la banda transportadora se detiene (ver figura 42)



Figura 41. Enciende el Motor 1 de la banda transportadora
Fuente: Torrens (2021)

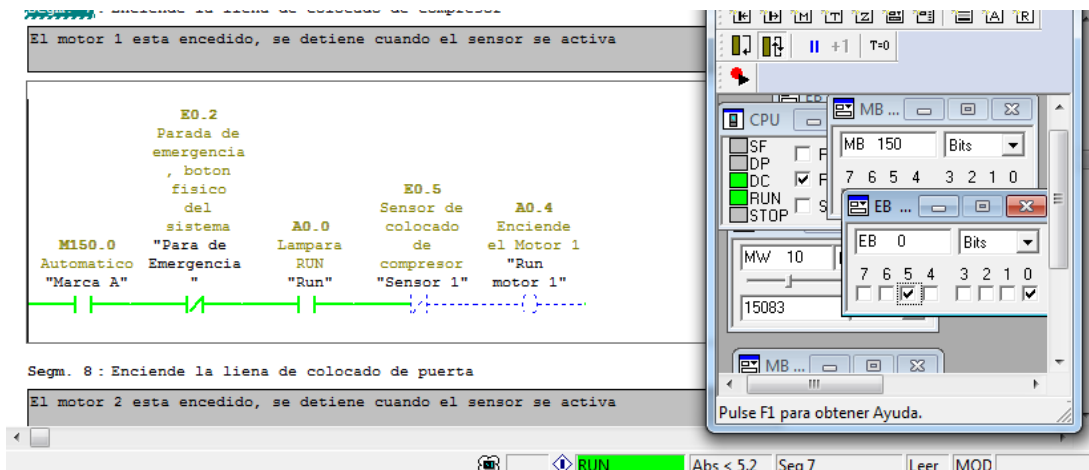


Figura 42. Apagado del Motor 1 de la banda transportadora
Fuente: Torrens (2021)

En la siguiente figura se observa el subproceso de embalaje del producto que como se explico anteriormente el botón 1 el cual es activo de la prueba de laboratorio tiene que estar en 1 para poder ser pasado a este proceso de embalaje (Ver figura 43). Seguidamente cuando el botón es activado enciende la cinta transportadora y esta se detiene cuando se activa el sensor de movimiento. (Ver figura 44).



Figura 43. Subproceso embalaje del producto
Fuente: Torrens (2021)

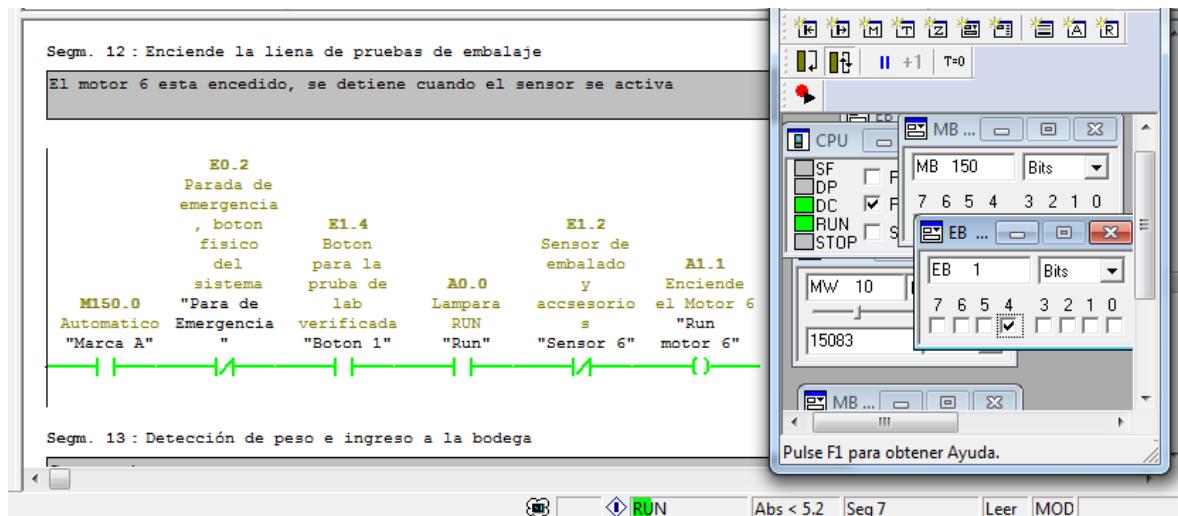


Figura 44. Encendido de la línea transportadora del subproceso de embalaje del producto
Fuente: Torrens (2021)

En la siguiente figura se puede observar que para que el producto ingrese a la bodega es necesario que cumpla con el peso en específico, para este caso el peso otorgado por la empresa es de un aproximado entre 30 y 32 Kg por producto. (Ver figura 45 y 46)



Figura 45. Subproceso abre la puerta para el ingreso del producto
Fuente: Torrens (2021)

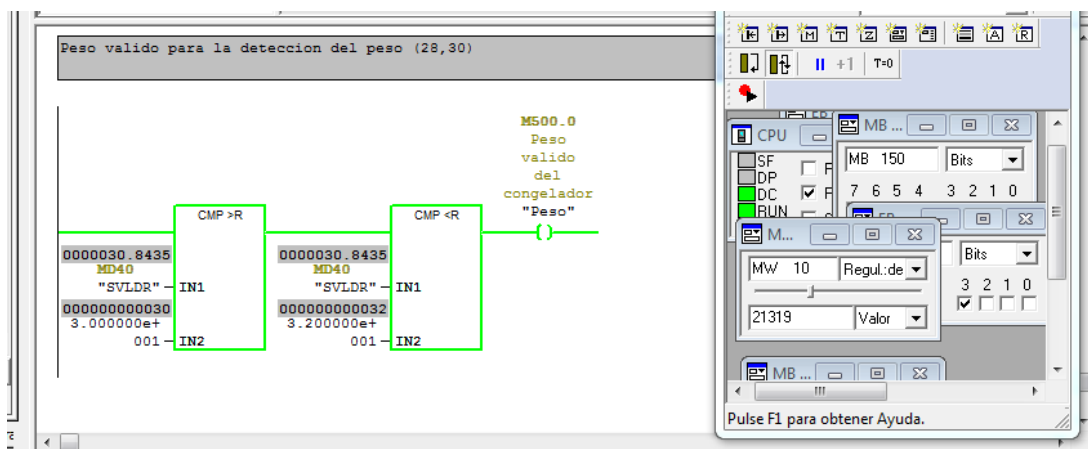


Figura 46. Peso valido del producto
Fuente: Torrens (2021)

Luego de tener todos los parámetros en orden para el proceso de ingreso del producto hacia la bodega se abre la puerta, seguidamente esta misma activa un contador de productos y deja un tiempo de 10 segundos para el ingreso del producto luego de haber culminado el tiempo baja el motor de la puerta dejando así el ingreso hacia otro producto que cumpla con todos los parámetros específicos para el congelador. (Ver figura 47, 48, 49, 50).

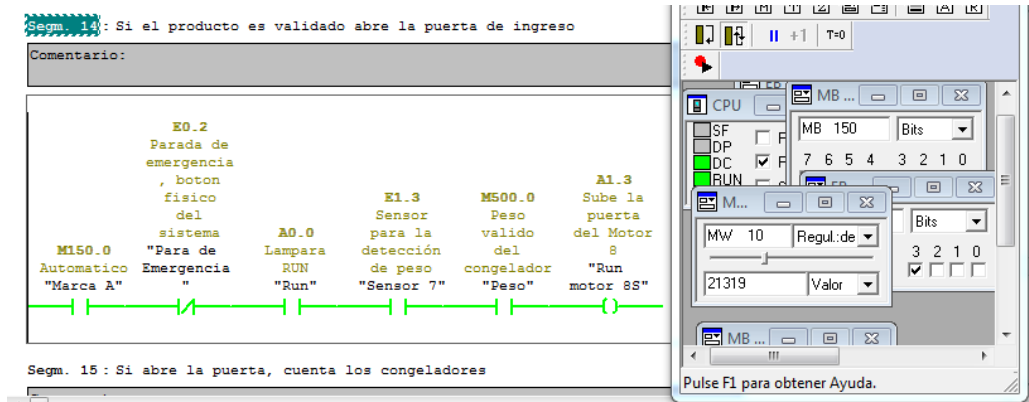


Figura 47. Encendido de la puerta para el ingreso a la bodega
Fuente: Torrens (2021)

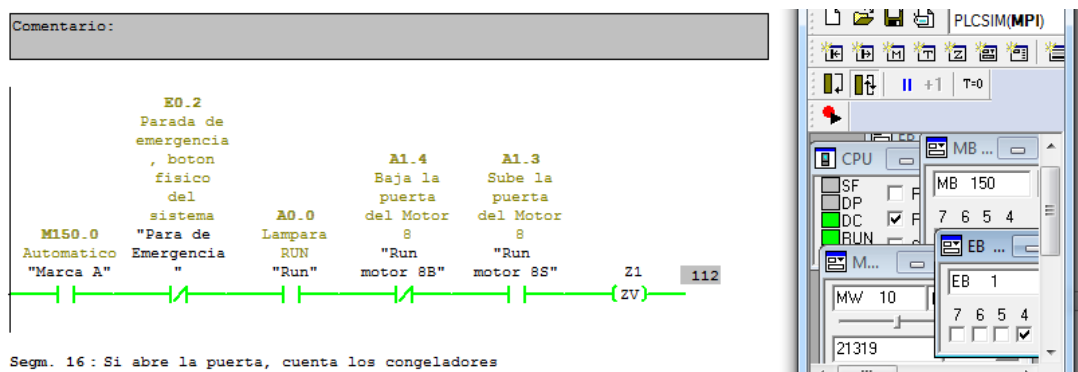


Figura 48. Contador de productos
Fuente: Torrens (2021)

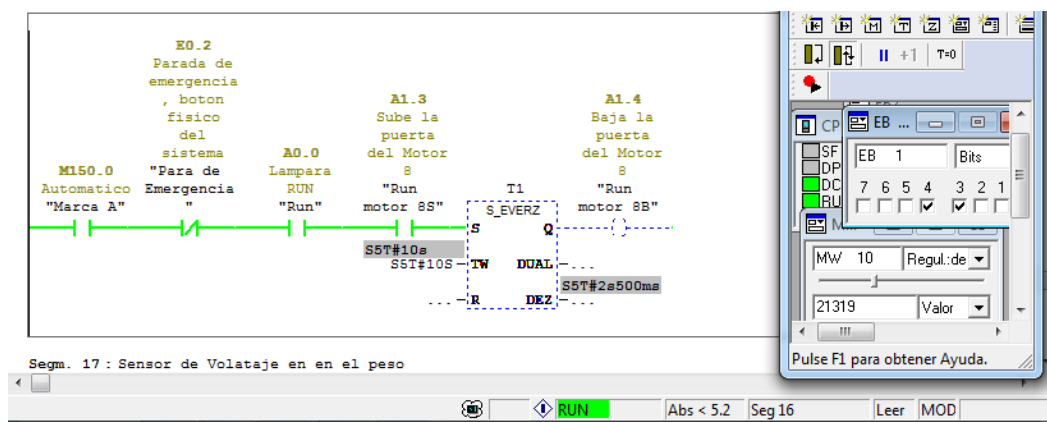


Figura 49. Motor para la bajada de la puerta apagado
Fuente: Torrens (2021)

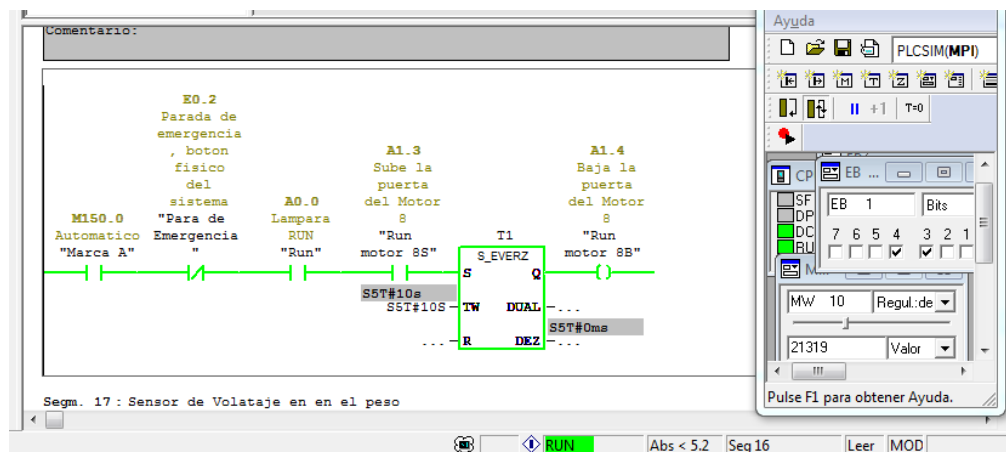


Figura 50. Motor para la bajada de la puerta encendido
Fuente: Torrens (2021)

4.4 Fase IV: “Realizar un estudio de factibilidad operativa, técnica y económica para la automatización del proceso de la línea de ensamblado de congeladores de la Empresa Bellcar Service C.A.”

A continuación se definen los recursos monetarios necesarios para la adquisición de activos fijos tangibles e intangibles requeridos para el desarrollo y la puesta en marcha el proyecto en futuro para su posible implementación.

4.4.1 Factibilidad económica

4.4.1.1 Costos

Se requiere de una inversión inicial para conseguir los recursos necesarios para que el sistema pueda empezar a funcionar. Se detallara el costo de los equipos para el sistema de supervisión y control para el proceso de inyección y el costo del personal necesario para el desarrollo del sistema, cabe destacar que los precios referenciales mencionados se tomaron de distintos proveedores, la mayoría de los precios presentados fueron obtenidos mediante pedidos de presupuestos en páginas web especializadas en la venta de equipos electrónicos y eléctricos industriales, algunas de ellas son nacionales y otras extranjeras. Se utilizaron presupuestos de Mercado Libre,

Amazon, Aliexpress, Alibaba y otros. A continuación se resumen estos diferentes gastos, clasificados en distintas categorías. (Ver tabla 1).

Tabla 1. Costos de Materiales

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
1	Sensor analógico	1	100	100
2	Módulo de entradas/ salidas analógicas	1	200	200
3	Módulo de entradas/ salidas digitales	1	150	150
4	Fuente de Alimentación	1	150	150
5	Hardware	1	420	420
6	Sensor de movimiento	8	100	800
TOTAL				1820 \$

Fuente: Torrens (2021)

4.4.1.2 Presupuesto del personal

El proyecto se llevara a cabo por dos Ingenieros, uno en control y uno en electrónica; un asistente técnico y ayudante para la instalación eléctrica. Trabajando 10 días hábiles, 8 horas diarias. La Tabla 2 muestra el costo del personal.

Tabla 2. Costo del personal

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
1	Ing. Electrónico	Horas	80	10	800
2	Ing. Control	Horas	80	10	800
3	Asistente técnico	Horas	24	2	48
4	Ayudante de Instalación Eléctrica	Horas	24	2	48
TOTAL					1696 \$

Fuente: Torrens (2021)

En la tabla 3 se puede observar la propuesta de control y conceptos del personal encargado del proyecto.

Tabla 3. Tabla de Conceptos del personal

Personal	Característica
Instalación eléctrica (Asistente técnico y ayudante).	<ul style="list-style-type: none"> • Conexión de sensores de movimiento • Etiquetado de control para los sensores. • Instalación de los equipos de control.
Ingeniería (Ing. en Control y Electrónico)	<ul style="list-style-type: none"> • Supervisión de instalación • Diseño del nuevo control • Planeación • Programación • Puesta en marcha de la línea de ensamblado de congeladores. • Secuencias de operación • Pruebas de operación

Fuente: Torrens (2021)

En la tabla 4 se muestra el costo total del proyecto de automatización para la línea de ensamblado de congeladores.

Tabla 4. Costo Total del Proyecto

Costo total de materiales	I.V.A. (16%)	Costo total de mano de obra	Costo total del proyecto
1.820 \$	291,2\$	1.696 \$	3807,2 \$

Fuente: Torrens (2021)

4.4.1.3 Detalles de los Beneficios

Beneficios Tangibles

- Incremento de producción de producción de los congeladores 5.000\$.
- Disminución en el tiempo empleado en los procesos 1.000\$.

- Reducción en la tasa de error por defectos de laboratorio o retrabajo 1.000\$.

Total Beneficios Tangibles: 7.000\$.

Beneficios Intangibles

- Mejor información.
- Empleados más satisfechos.
- Mejores condiciones de trabajo.
- Clientes más satisfechos al mejorar la calidad del producto final.

Para que el proyecto sea factible se tiene que calcular los beneficios netos del sistema a automatizar con la siguiente ecuación:

$$\text{Beneficios neto} = \text{Total de beneficios} - \text{costo Total}$$

$$\text{Beneficios neto} = 7.000\$ - 3.807,2\$ = 3192,8\$.$$

Siendo el Beneficio neto calculado y dando este un número mayor a cero se dice que el proyecto a implementar es factible, ya que los beneficios netos que adquiera la empresa son mayores al costo de implementación.

4.4.2 Factibilidad operativa

La viabilidad operativa de este trabajo de grado, consiste en la automatización para la línea de ensamble de congeladores de la empresa Bellcar Service C.A Ubicada en el Municipio San diego, Estado Carabobo, el cual este diseño mejora la calidad del producto terminado y mejora los tiempos de producción empleados para el ensamble de congeladores, y por otro lado también disminuirá la tasa de error para el producto final ya que los tiempos y pruebas de laboratorios activas se evitara el retrabajo de un producto que posiblemente estaba en buen estado y cumplía todas las condiciones pero fue rechazado por acumulación de productos.

El trabajo de grado cumple con la viabilidad operativa, ya que habrá mayor seguridad para el operario del sistema siendo este completamente automatizado, y solo contando con los operadores para los subprocessos de cada producto, este mismo será más eficiente y el producto final tendrá mejor calidad.

4.4.3 Factibilidad técnica

La factibilidad técnica consiste en el funcionamiento del sistema, proyecto o idea, atendiendo a sus características tecnológicas y a las leyes de la naturaleza involucradas. La factibilidad técnica del presente trabajo de automatización para la línea de ensamble de congeladores de la empresa Bellcar Service C.A Ubicada en el Municipio San diego, Estado Carabobo es viable ya que el sistema quedo completamente automatizado, por lo que este es mucho más óptimo y eficiente del actual que se encuentra en la empresa.

CONCLUSIONES

A continuación, se presentan las conclusiones más resaltantes del estudio realizado, así como las recomendaciones para futuras investigaciones, con el propósito de avanzar en el diseño de automatización para la línea de ensamble de congeladores de la empresa Bellcar Service C.A ubicada en el Municipio San Siego, Estado Carabobo

El desarrollo de este trabajo de grado se aplicó los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Electrónica mención control y automatización, siendo esta carrera unos de los pilares más importantes en el campo industrial.

El trabajo de grado realizado, cumple con el objetivo principal planteado, el cual es proponer el diseño de la automatización del sistema de supervisión y control para la optimización del proceso de automatización para la línea de ensamble de congeladores de la empresa Bellcar Service C.A, lo cual se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- El sistema planteado en este proyecto de investigación ofrece un sistema más eficiente para realizar los procesos del sistema de control para el proceso de automatización para la línea de ensamble de congeladores ya que cumplen con las especificaciones para mejorar la calidad de producto que ofrece la empresa, por otro lado disminuye perdidas en la empresa hacer un control más óptimo y eficaz.
- Se utilizó un controlador lógico programable que cumple con las necesidades del proyecto desarrollado, gracias a los diferentes dispositivos que conforman toda la familia SIMATIC S7-300, aunque dentro de esta familia hay PLC de más potencia se utilizo este en especifico por ya haber uno en la empresa y completamente operativo, y así de esta manera la empresa tendría un gasto menos por si decide la implementación de este proyecto de grado.

- Por último se realizó la automatización de cada uno de los subprocesos que conformaban la línea de ensamblado de congeladores, para realizar la automatización con más precisión fue muy importante haber realizado un diagnóstico detallado como fue explicado en el fase I, y una precisión de cada variable en específico por cada subproceso como fue especificado en la fase II, es fue de gran importancia para el desarrollo de programa óptimo.

RECOMENDACIONES

- La principal recomendación es la implementación del sistema propuesto en el presente trabajo de investigación, ya que con esto se mejorará las líneas de los subprocesos siendo estas completamente automatizadas.
- Diseñar una Interfaz SCADA que permita la visualización de todo el sistema de automatización para la línea de ensamble de congeladores de la empresa Belcar Service C.A
- Realizar la programación de un sistema de registro de usuarios, que permita tener distintos accesos por operadores y que permita tener una base de datos para el registro de los pesos y códigos de los productos ingresados a la bodega.
- Diseñar una aplicación Androide para el monitoreo del automatización para la línea de ensamble de congeladores de la empresa Belcar Service C.A, con el fin de que cada operador que no se encuentre en la sala de control pueda seguir obteniendo la información en tiempo real.
- Realizar una base de datos para un registro de alarmas por los paro de los de la máquina que pueda tener por cualquier fallo.
- Hacer un sistema HMI, para la automatización para la línea de ensamble de congeladores de la empresa Belcar Service C.A.

REFERENCIAS

Bibliográficas

- Aguilera, P (2002). **Estructura básica del PLC**. Recuperado en:
<http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/1335/1/108T0005.pdf>
- Aguilera, P (2002). **Programación de PLC**. Recuperado en:
<http://eprints.uanl.mx/919/1/1020148252.PDF>
- Arenas, L, Castilla, A y Rojas, D (2012) **Interfaz Hombre Maquina**. Recuperado en:
<https://es.scribd.com/doc/85749234/Interfaz-Hombre-Maquina-HMI>
- Arias, F. (2012). **El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica**. Caracas: Editorial Episteme.
- Delgado, E. (2017) **Que es un controlador lógico programable:**
<https://intrave.com/que-es-y-para-que-sirve-un-plc/>
- Dubs de Moya, R. (2002). **El Proyecto Factible: una modalidad de investigación**. Caracas, Venezuela.
- García, G (2016). **Sistema de Monitoreo en Línea de las Variables de Control: Ultrasonido, Temperatura, Aire y Caudal de Agua de los Motores DC del Tren acabador del proceso de laminación en caliente en Acerías Nacionales del Ecuador**. Recuperado en:
<https://prezi.com/7kjkhdb4st7i/sensor-de-peso/>
- Guzmán, E. (2018) **Que es automatización**. Recuperado en:
<http://www.milenio.com/opinion/varios-autores/universidad-politecnica-de-tulancingo/la-automatizacion-industrial-en-la-empresa-competitiva>
- Hurtado, J. (2010). **El proyecto de investigación**. Caracas: Editorial Quirón.
- Iglesias, J (2018). **Automatización de un sistema de dosificación, mezclado y transporte de la materia prima para la alimentación de los hornos rotativos en una empresa metalúrgica**. Carabobo: Editorial UJAP

- Jara y Peralta (2015). **Diseño e Implementación de una Mini Planta Industrial para llenado de sólidos mediante la técnica de número de vueltas a ser instalado en el Laboratorio de Automatización Industrial.** Recuperado en:
<http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/14141/1/T.E.G.%20completo%20Edward%20O.%2C%20Alarc%C3%B3n%20M..pdf>
- Mendez. C. (2005). **Metodología, diseño y desarrollo del proceso de investigación.** Colombia. Editorial: McGraw Hill.
- Mijares, H y García, L. (2007). **Normas para la Elaboración y Presentación de los Anteproyectos, Proyectos y Trabajos de Grado.** Carabobo: Editorial UJAP. Caracas: Editorial Fedupel.
- Palella y Martins (2010). **Metodología de la Investigación Cualitativa.** Caracas: Editorial Fedupel. Segunda Edición.
- Pérez. M. (2012). **Configuración de un PLC.** México. Editorial BMJ.
- Sabino, C. (1996). **El proceso de la Investigación.** Buenos Aires: Editorial Lumen/ Humanitas.
- Tamayo, M (2003). **Metodología de la Investigación.** México. Editorial: McGraw Hill.