



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROGRAMACIÓN DE PLC
PARA MÁQUINA STACKER
EN LA EMPRESA VENCOR C.A.**

Autor:

Moises Patiño

Urb. Yuma II, calle N.º 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



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

PROGRAMACIÓN DE PLC PARA MÁQUINA STACKER EN LA EMPRESA
VENCOR C.A.

Proyecto del Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO ELECTRÓNICO

Autor:

Moises Patiño

C.I: 27.711.811

Tutor:

Ing. Juan Ameglio

C.I: 19.809.202

San Diego, mayo de 2022



ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Programación de PLC para máquina Stacker en la empresa Vencor C.A

Realizado por el (la) Br. Moisés Alejandro Patiño Hernández

C.I. N° 27.711.811 cursante de la carrera de Ing. Electrónica

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

Juan D

El Jurado

[Signature]

Tutor Académico (Coordinador)
Nombre: Juan Ameglio
C.I.: V - 19809202

Jurado 1
Nombre: Andrés Rodríguez M
C.I.: 11541002



16/11/23

[Signature]
Jurado
Nombre: Wilmar Saiz
C.I.: 7130496

Fecha: 13/11/2023



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA

FI E 003 2023-1CR TG

Valencia, 04 de agosto de 2023

Ciudadano:
PATIÑO HERNÁNDEZ, MOISÉS ALEJANDRO
27.711.811
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 11-2023 de fecha 13/06/2023 aprobó el proyecto de grado titulado:

Programación de PLC para máquina Stacker en la empresa VENCOR C.A.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero en Electrónica.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Juan Ameglio, titular de la cédula de identidad V-19.809.202

Atentamente



Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería



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

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, ING JUAN AMEGLIO, portador de la cédula de identidad N° 19.809.202, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano MOISES PATIÑO, portador de la cédula de identidad N°27.711.811, titulado **PROGRAMACIÓN DE PLC PARA MÁQUINA STACKER EN LA EMPRESA VENCOR C.A.**, presentado como requisito parcial para optar al título de INGENIERO ELECTRÓNICO, 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 20 días del mes de OCTUBRE del año dos mil veintitrés.

ING JUAN AMEGLIO

C.I: 19.809.202



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

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Mediante la presente hago constar que he leído el Proyecto de Trabajo de Grado, elaborado por el ciudadano Moises Alejandro Patiño Hernandez titular de la cédula de identidad N° 27.711.811, para optar al grado académico de Ingeniero Electrónico, cuyo título es **“PROGRAMACIÓN DE PLC PARA MÁQUINA STACKER EN LA EMPRESA VENCOR C.A.”**, adscrito a la línea de investigación “Ciencias cognitivas y aplicadas”, y declaro que acepto la tutoría del mencionado Proyecto de Trabajo de Grado durante su etapa de desarrollo hasta su presentación y evaluación por el jurado evaluador que se designe; según las condiciones del Reglamento de Estudios de la Universidad José Antonio Páez.

En San Diego a los 6 días del mes de junio del año dos mil veintitrés.

Juan Ameglio
C.I: 19.809.202



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

ACTA DE REVISIÓN METODOLÓGICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quienes suscriben es acta, dejan constancia de que el proyecto de Trabajo de Grado: **PROGRAMACIÓN DE PLC PARA MÁQUINA STACKER EN LA EMPRESA VENCOR C.A.** Ha sido revisado metodológicamente y, cumpliendo con los requisitos exigidos para su aprobación recomiendan su tramitación ante el organismo académico correspondiente.

ING. JUAN AMEGLIO
Tutor Académico

Firma

23/06/2023

Fecha

ING. ALICIA PIZZELLA
Tutor Metodológico

Firma

8-6-23

Fecha

AGRADECIMIENTOS

En la culminación de este proyecto, deseo expresar mi sincero agradecimiento a quienes han contribuido de manera significativa y han sido una fuente constante de apoyo a lo largo de este arduo camino.

En primer lugar, agradezco a Dios, cuyo tiempo es perfecto, y cuya guía constante me ayudó a superar cada dificultad que se presentó en mi camino.

A mi madre, María Fernanda Hernández Latouche, le agradezco su apoyo incondicional y su inquebrantable esfuerzo por alentarme a seguir adelante en cada paso de este viaje.

A mi padre, Higgins Patiño, agradezco su apoyo continuo y su confianza en mi capacidad para enfrentar y superar los desafíos.

A mi tía, Rosmira Patiño, quien ha sido como una segunda madre para mí, le agradezco por su cariño y apoyo incondicional.

A mis abuelos, quienes nunca dejaron de estar pendientes de mi progreso, les agradezco su amor y aliento constante.

A mis amigos, Christiam Gedde, Manuel Peralta y Gerardo Estévez, les agradezco por levantarme cada vez que tropecé, por su amistad sólida y su apoyo inquebrantable.

A mi esposa, Claudia, le agradezco por su compañía y comprensión a lo largo de este arduo camino, así como por su paciencia y apoyo constante.

A mi hermano, Santiago, le agradezco su apoyo inquebrantable y su fe en mi capacidad para alcanzar mis metas.

A mi tutor, Juan Ameglio, le agradezco por su invaluable orientación y apoyo en la superación de cada obstáculo que encontré durante el desarrollo de mi tesis.

Al director de la escuela, Wilmer Sanz, le agradezco por su apoyo no solo a mí, sino a todos los estudiantes que hemos tenido el privilegio de conocerlo, reconociendo la labor excepcional que realiza en beneficio de nuestra formación.

A los profesores que han influido en mi formación, como César Seijas, Irahis Rodríguez y Wilfredo Mendoza, les agradezco por sus enseñanzas, que perdurarán en nuestras vidas durante mucho tiempo. Además, a profesores como Agustín Larez, quienes se esfuerzan por garantizar que comprendamos profundamente los conocimientos que imparten,

les expreso mi gratitud sincera. Su contribución y apoyo han sido fundamentales en la realización de este proyecto. Les agradezco sinceramente a todos por ser parte de este viaje y por su inestimable ayuda en la culminación de esta tesis.

Además de los agradecimientos mencionados previamente, deseo expresar mi profundo agradecimiento a Oswaldo Ayala por su papel fundamental en mi vida. Su apoyo incondicional, orientación y generosidad han sido invaluable. Oswaldo no solo ha fungido como un segundo padre para mí, sino que también ha sido un faro de sabiduría y apoyo constante en mi vida. Siempre ha obrado por el bienestar de nuestra familia y ha desempeñado un papel vital en mi crecimiento personal y profesional.

Su compromiso con mi éxito y bienestar ha sido ejemplar, y su influencia positiva ha dejado una huella imborrable en mi vida. A Oswaldo Ayala, mi eterno agradecimiento por ser un pilar de apoyo, un modelo a seguir y un amigo incondicional. Este reconocimiento es un tributo a la importancia de las relaciones familiares y al valor de contar con individuos excepcionales en nuestras vidas que nos guían, inspiran y enriquecen nuestra existencia.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|-------------|
| CONTENIDO | |
| AGRADECIMIENTOS | VIII |
| ÍNDICE GENERAL | VI |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| EL PROBLEMA | 3 |
| 1.1 Planteamiento del Problema..... | 3 |
| 1.2 Formulación del Problema | 6 |
| 1.3 Objetivos de la Investigación..... | 6 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 6 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos..... | 6 |
| 1.4 Justificación de la Investigación | 6 |
| 1.5 Alcance y Limitaciones..... | 7 |
| MARCO TEÓRICO | 8 |
| 2.1 Antecedentes | 8 |
| 2.2 Bases Teóricas | 13 |
| 2.2.1 La teoría del Control | 13 |
| 2.2.2 La teoría de la automatización | 13 |
| 2.3 Bases Legales..... | 15 |
| 2.4 Definición de Términos Básicos | 15 |
| MARCO METODOLÓGICO | 15 |
| 3.1 Paradigma | 15 |
| 3.2 Tipo de la Investigación:..... | 15 |
| 3.2 Diseño de la Investigación | 16 |
| 3.3 Nivel de la Investigación | 17 |
| 3.4 Población y Muestra | 18 |
| 3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos | 18 |

| | |
|--|-----------|
| 3.6 Técnicas de Análisis de Resultados | 20 |
| 3.7. Fases metodológicas: | 22 |
| 3.8 Cuadro Técnico Metodológico: | 22 |
| RECURSOS..... | 23 |
| 4.1 Recursos Humanos..... | 23 |
| 4.2 Recursos Institucionales..... | 23 |
| 4.3 Recursos Materiales | 23 |
| 4.4 Recursos Económicos | 23 |
| 4.4. Cronograma de Actividades..... | 23 |
| RESULTADOS | 25 |
| 5.1 FASE I: Realizar un diagnóstico detallado de las características y condiciones de la máquina Stacker y del PLC disponible para su automatización, identificando los componentes, sensores, actuadores y dispositivos conectados al PLC, evaluando su compatibilidad..... | 25 |
| 5.1.1 Revisión de la lista de componentes: | 25 |
| 5.1.2 Compatibilidad con el PLC:..... | 26 |
| 5.2 FASE II: Evaluar exhaustivamente las diferentes opciones de configuración del PLC, analizando las capacidades y funcionalidades que ofrece, y determinar la solución más adecuada para integrar la máquina Stacker en el proceso de producción de la empresa. | 31 |
| 5.2.1 Análisis de Requisitos del Proceso de Producción: | 31 |
| 5.2.2 Identificación de Soluciones Potenciales:..... | 32 |
| 5.3 Fase III: Realizar una simulación del programa del PLC utilizando herramientas y software de simulación, verificando y validando su correcto funcionamiento antes de implementarlo en la máquina Stacker..... | 33 |
| 5.3.1: Selección de Herramientas de Simulación: | 33 |
| 5.3.2 Configuración de la Simulación: | 47 |
| 5.3.3 Prueba de Simulación: | 58 |

5.4 Fase IV: Implementar la solución propuesta al PLC de la empresa Vencor C.A., realizando las modificaciones necesarias en el programa del PLC de acuerdo con la configuración seleccionada y las características de la máquina Stacker.61

5.4.1 Redireccionamiento memorias físicas para la implementación de los componentes en el programa61

5.4.2 Estudio de la viabilidad técnica a través de una relación beneficio-costo..66

CONCLUSIONES69

RECOMENDACIONES70

REFERENCIAS.....71

APÉNDICES73

LISTA DE CUADROS

1 Cuadro de Operacionalización de Variables22

2 Cronograma de Actividades24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. AllenBradley 176927

Figura 2. AllenBradley 176927

Figura 3 AllenBradley 1769-IQ1628

Figura 4 AllenBradley 1769-IQ1629

Figura 5 AllenBradley 1769 -OW8I30

Figura 6 Logo Studio 500034

Figura 7 Comando New Studio 5000.....35

Figura 8 Controller Studio 5000.....35

Figura 9 Configurar Controller Studio 500036

Figura 10 Organizador de controles Studio 500036

Figura 11 Nuevo programa Studio 5000.....37

Figura 12 Parámetros nuevo programa Studio 500037

Figura 13 vista actualizada organizador de controles Studio 500038

Figura 14 Añadir Nueva Rutina Studio 5000.....38

| | | |
|------------------|---|-----------|
| Figura 15 | Parámetros Nueva Rutina Studio 5000 | 39 |
| Figura 16 | Barra de Herramientas Studio 5000 | 39 |
| Figura 17 | Vista Rutina Studio 5000 | 39 |
| Figura 18 | Nuevo Módulo Studio 5000 | 40 |
| Figura 19 | Catalogo de Módulos Studio 5000..... | 41 |
| Figura 20 | Parámetros Módulo VFD Studio 5000 | 41 |
| Figura 21 | Periféricos Módulo VFD Studio 5000..... | 42 |
| Figura 22 | Formato de conexión VFD Studio 5000..... | 43 |
| Figura 23 | Logo Studio 5000 | 43 |
| Figura 24 | Definición de dispositivos VFD Studio 5000 | 44 |
| Figura 25 | Vista Informativa VFD Studio 5000..... | 45 |
| Figura 26 | Parámetros configurables VFD Studio 5000 | 45 |
| Figura 27 | Logo Studio 5000 | 46 |
| Figura 28 | Tags Consumidos VFD Studio 5000 | 46 |
| Figura 29 | Módulo en Backplane Studio 5000 | 47 |
| Figura 30 | Bloques de Funciones Studio 5000..... | 47 |
| Figura 31 | Rutina Main Studio 5000..... | 48 |
| Figura 32 | Diagrama de flujo rutina Conveyor | 49 |
| Figura 33 | Diagrama de flujo levantar Conveyor | 50 |
| Figura 34 | Rutina Conveyor Studio 5000 | 51 |
| Figura 35 | Diagrama de flujo rutina Jog | 52 |
| Figura 36 | Rutina JOG Studio 5000..... | 53 |
| Figura 37 | Diagrama de flujo Stacker..... | 54 |
| Figura 38 | Rutina Stacker Studio 5000 | 55 |
| Figura 39 | Rutina Varios (1) Studio 5000 | 56 |
| Figura 40 | Rutina Varios (2) Studio 5000 | 57 |
| Figura 41 | Prueba de simulación (1) Studio 5000 | 58 |

| | |
|--|-----------|
| Figura 42 Prueba de simulación (2) Studio 5000 | 58 |
| Figura 43 Prueba de simulación (3) Studio 5000 | 59 |
| Figura 44 Prueba de simulación (4) Studio 5000 | 59 |
| Figura 45 Prueba de simulación (5) Studio 5000 | 59 |
| Figura 46 Prueba de simulación (6) Studio 5000 | 59 |
| Figura 47 Prueba de simulación (7) Studio 5000 | 59 |
| Figura 48 Prueba de simulación (8) Studio 5000 | 60 |
| Figura 49 Prueba de simulación (9) Studio 5000 | 60 |
| Figura 50 Prueba de simulación (10) Studio 5000 | 60 |
| Figura 51 Prueba de simulación (11) Studio 5000 | 60 |
| Figura 52 Prueba de simulación (12) Studio 5000 | 61 |
| Figura 53 Rutina Manual (1) Studio 5000 | 61 |
| Figura 53 Rutina Manual (2) Studio 5000 | 62 |
| Figura 54 Rutina Manual (3) Studio 5000 | 62 |
| Figura 55 Rutina Manual (4) Studio 5000 | 62 |
| Figura 56 Rutina Manual (5) Studio 5000 | 63 |
| Figura 57 Rutina Manual (6) Studio 5000 | 63 |
| Figura 58 Rutina Manual (7) Studio 5000 | 63 |
| Figura 59 Rutina Manual 2(1) Studio 5000 | 64 |
| Figura 60 Rutina Manual 2(2) Studio 5000 | 64 |
| Figura 61 Rutina Manual 2(3) Studio 5000 | 64 |
| Figura 62 Rutina Manual 2(3) Studio 5000 | 65 |
| Figura 63 Rutina Manual 2(4) Studio 5000 | 65 |
| Figura 64 Rutina Manual 2(5) Studio 5000 | 65 |
| Figura 65 Rutina Varios (3) Studio 5000 | 66 |
| Figura 66 Organizador de Controles Studio 5000 | 66 |
| Figura 67 Costo por componente | 67 |

| | |
|---|-----------|
| Figura 68 Costo Total | 68 |
| Figura 69 Ganancia aproximada..... | 68 |
| Figura 70 valor de producto generado mensual | 68 |



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

PROGRAMACIÓN DE PLC PARA MÁQUINA STACKER EN LA EMPRESA
VENCOR C.A.

Autor: Moises Patiño

Tutor: Ing. Juan Ameglio

Fecha: junio 2023

RESUMEN

La sociedad actual se basa en la automatización de procesos industriales para mejorar la eficiencia y la productividad. En este contexto, la empresa Vencor C.A. se enfrenta al desafío de poner en funcionamiento su máquina Stacker, la cual carece de la programación adecuada en el PLC Allen Bradley desde su ensamble en 2012. Esta falta de programación ha dejado a la máquina inoperable, lo que ha generado problemas en la producción. La presente tesis aborda el problema de la falta de programación del PLC Allen Bradley en la máquina Stacker de la empresa Vencor C.A. Por otra parte, en cuanto a la metodología, se hará una investigación de tipo proyecto especial, el diseño a emplear será un diseño de campo como técnicas de recolección de datos utilizando la entrevista no estructurada, la observación directa y la recopilación documental. Para así desarrollar una propuesta de programa PLC de la máquina Stacker de Vencor C.A que cumpla con las expectativas para su puesta en marcha usando de referencia la teoría de la automatización en las ciencias cognitivas y aplicadas.

Descriptor: Máquina eléctrica, automatización, PLC, programación informática.

INTRODUCCIÓN

La programación de PLC (Controlador Lógico Programable) ha adquirido una gran relevancia en el ámbito de la automatización industrial, permitiendo el control y monitoreo de diversos procesos en empresas de diferentes sectores. En particular, en el caso de la empresa Vencor C.A., la programación de PLC desempeña un papel fundamental en el funcionamiento eficiente de su máquina Stacker. El Stacker, como componente clave en los sistemas de almacenamiento automatizados, tiene la responsabilidad de manipular y almacenar cargas de manera precisa y segura. La correcta programación de los PLC que controlan el Stacker es esencial para garantizar su funcionamiento óptimo, maximizando la productividad y minimizando los errores en las operaciones de almacenamiento.

Esta tesis tiene como objetivo principal abordar el desafío de la programación de PLC para el Stacker de la empresa Vencor C.A. a través de un enfoque exhaustivo y sistemático. Se busca desarrollar un sistema de control que permita optimizar el rendimiento del Stacker, mejorar la eficiencia de las operaciones de almacenamiento y contribuir al logro de los objetivos estratégicos de la empresa. En este contexto, se llevará a cabo una investigación de naturaleza aplicada, combinando el conocimiento teórico existente en el campo de la programación de PLC con la experiencia práctica y los requerimientos específicos de Vencor C.A. Se utilizarán herramientas de análisis y técnicas de programación avanzadas, con el objetivo de diseñar soluciones personalizadas que se adapten a las necesidades y particularidades de la empresa.

La metodología de investigación se basará en la recolección de datos, análisis exhaustivo de las variables relevantes, diseño y desarrollo de algoritmos de control, implementación y prueba en un entorno simulado y finalmente, validación y evaluación en el Stacker real de Vencor C.A. Se emplearán técnicas de observación directa, revisión documental y análisis de resultados. Los resultados de esta investigación serán de gran importancia tanto para Vencor C.A. como para el campo de la programación de PLC en general. Se espera que las soluciones propuestas contribuyan a mejorar la eficiencia operativa de la empresa, reducir los tiempos de respuesta, minimizar los errores y optimizar los recursos disponibles.

En resumen, esta tesis representa un aporte significativo al desarrollo de la programación de PLC en el contexto específico de la empresa Vencor C.A. Se busca no solo

abordar los desafíos actuales en el control del Stacker, sino también sentar las bases para futuras investigaciones y mejoras continuas en el ámbito de la automatización industrial.

En el Capítulo I, se presenta una descripción detallada del proceso de Stacker en la empresa Vencor C.A. Se aborda el problema que está afectando a la empresa y se establecen los objetivos generales y específicos de la investigación. Además, se delimita el alcance y se mencionan las limitaciones del estudio. Asimismo, se justifica la necesidad de implementar esta propuesta en la empresa.

En el Capítulo II, se revisan investigaciones previas relacionadas con la programación de PLC en máquinas Stacker. Se exploran los antecedentes para obtener conocimientos adicionales que puedan enriquecer nuestra investigación. Además, se presenta el marco teórico, donde se abordan las teorías y herramientas necesarias para el desarrollo de la tesis.

En el Capítulo III, se detalla la metodología empleada en la investigación. Se describe el tipo de investigación realizado, su nivel y diseño. Se establece la población y muestra de estudio, y se mencionan las técnicas utilizadas para recolectar los datos. Además, se presentan las fases metodológicas que se seguirán para alcanzar la solución propuesta.

En el Capítulo IV se detallan los recursos necesarios para la implementación de la programación de PLC en el Stacker de la empresa Vencor C.A. Se describen los recursos humanos, institucionales, materiales y económicos requeridos para el proyecto.

Y finalmente se incluyen referencias bibliográficas que dan soporte a la presente investigación.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

En la actualidad, la industria se encuentra inmersa en un proceso de transformación y optimización de sus operaciones a través de la automatización de procesos. La adopción de sistemas de control y tecnologías avanzadas, como los controladores lógicos programables (PLC), ha revolucionado la forma en que las empresas operan y ha generado mejoras significativas en la producción. La automatización de procesos industriales ha adquirido una relevancia cada vez mayor debido a los numerosos beneficios que aporta. En primer lugar, permite aumentar la eficiencia operativa al optimizar los procesos de producción. Mediante la automatización, las tareas repetitivas y rutinarias pueden ser realizadas de manera más rápida y precisa por máquinas y equipos controlados por PLC, liberando a los trabajadores de estas labores y permitiéndoles enfocarse en actividades de mayor valor agregado.

Además, la automatización de procesos contribuye a reducir los tiempos de producción, lo que se traduce en una mayor capacidad de respuesta a la demanda del mercado. Los sistemas automatizados pueden ejecutar tareas de manera continua y constante, minimizando los tiempos de inactividad y optimizando la utilización de los recursos disponibles. Esto se traduce en una mejora en los plazos de entrega, lo que permite a las empresas ser más competitivas y responder de manera eficiente a las necesidades de los clientes. Otro aspecto crucial de la automatización es la reducción de errores y la mejora en la calidad del producto final. Los PLC permiten controlar y supervisar en tiempo real los diferentes parámetros de producción, garantizando la consistencia y precisión en los procesos. Asimismo, la automatización facilita la implementación de sistemas de control de calidad y la detección temprana de posibles desviaciones o fallas en los procesos, lo que se traduce en una reducción de los productos no conformes y en una mejora general de la calidad.

La seguridad laboral es un área que ha mejorado con la automatización de procesos. Al reemplazar tareas peligrosas y repetitivas realizadas por los trabajadores por sistemas automatizados, se reduce el riesgo de accidentes y lesiones. Los PLC permiten monitorear y controlar en tiempo real condiciones críticas y actuar rápidamente ante situaciones de peligro, protegiendo la integridad física de los trabajadores y creando entornos laborales más seguros.

Dicho esto, la máquina Stacker encargada de movilizar láminas de aluminio y cargarlas en camiones es una herramienta indispensable en la empresa Vencor C.A. Que se dedica a la fabricación y distribución de productos de aluminio. La empresa Vencor C.A. ha enfrentado dificultades en la puesta en marcha de la máquina Stacker debido a la falta de programación en el controlador lógico programable (PLC) Allen Bradley. Desde su ensamble en 2012, la máquina ha permanecido inoperativa debido a la imposibilidad de contar con programadores procedentes de Canadá, ya que Venezuela fue catalogado como un país de riesgo. Aunque los sensores, actuadores y otros equipos necesarios para el funcionamiento de la máquina están instalados, algunos de ellos han sido retirados para reparar otras máquinas, lo que ha llevado a considerar a la máquina Stacker como perdida.

Este problema ha generado diversas consecuencias negativas para Vencor C.A., como la disminución de la eficiencia en la cadena de producción y la pérdida de oportunidades de negocio. Por lo tanto, es fundamental abordar esta situación y buscar una solución que permita reactivar la máquina Stacker mediante la programación adecuada del PLC Allen Bradley. En este contexto, surge la necesidad de formular una tesis que aborde el desarrollo de la programación PLC para la máquina Stacker, considerando los siguientes aspectos:

- Análisis detallado de los requisitos funcionales y operativos de la máquina Stacker.
- Diseño e implementación de la programación PLC adecuada para garantizar el correcto funcionamiento de la máquina.
- Integración de los sensores, actuadores y demás equipos necesarios para el control y monitoreo de la máquina.
- Verificación y pruebas exhaustivas para asegurar la eficiencia y seguridad en la operación de la máquina Stacker.
- Evaluación del impacto de la reactivación de la máquina en los procesos productivos y en la rentabilidad de la empresa Vencor C.A.

El objetivo de esta tesis es proporcionar una solución técnica y práctica para reactivar la máquina Stacker, superando las dificultades relacionadas con la falta de programación del PLC Allen Bradley y optimizando los recursos disponibles en la empresa. Se espera que los resultados obtenidos contribuyan a mejorar la eficiencia operativa de Vencor C.A., fortaleciendo su posición en el mercado y generando nuevas oportunidades de negocio.

El hecho de que la máquina Stacker haya estado sin uso durante tanto tiempo plantea una serie de problemas para la empresa Vencor C.A. En primer lugar, la falta de una

herramienta tan importante ha afectado negativamente a la productividad de la empresa, ya que por el diseño de la planta si el Stacker se encuentre inoperativo la línea de producción no puede operar, lo cual quiere decir que se descarta la opción de métodos manuales para realizar las tareas que debería estar realizando la máquina Stacker. Además, la falta de uso prolongado de la máquina Stacker pudo haber provocado daños en los componentes mecánicos y electrónicos de la misma, lo que requeriría reparaciones adicionales antes de que la máquina pueda ser puesta en funcionamiento de nuevo. Esto, a su vez, podría retrasar aún más la puesta en marcha de la máquina y aumentar los costos para la empresa.

La falta de programación adecuada en el PLC Allen Bradley de la máquina Stacker de la empresa Vencor representa un desafío significativo para su correcto funcionamiento. La programación de un PLC es un proceso complejo que requiere conocimientos técnicos especializados y experiencia en la configuración de sistemas automatizados. Sin una programación adecuada, la máquina Stacker no podrá ejecutar las secuencias de operación requeridas para realizar las tareas de apilamiento de manera eficiente y precisa. Esto puede llevar a un rendimiento deficiente de la máquina, afectando la productividad y la calidad de los productos finales. Además, la falta de una lógica de control adecuada puede provocar errores en la manipulación de los objetos, movimientos inseguros de los componentes mecánicos y problemas en la coordinación con otros equipos dentro del proceso de producción.

La programación de un PLC también incluye la configuración de los sistemas de seguridad, como detectores de objetos, sistemas de parada de emergencia y dispositivos de protección. Estos sistemas son fundamentales para garantizar la seguridad de los trabajadores y prevenir accidentes en el entorno de trabajo. La ausencia de una programación adecuada puede llevar a la falta de activación o funcionamiento incorrecto de estos sistemas de seguridad, aumentando significativamente los riesgos para los operadores y el personal de la empresa.

Además de la falta de programación adecuada, la carencia de conocimientos técnicos en la configuración del PLC Allen Bradley también representa un obstáculo. Sin personal interno con experiencia en este tipo de programación, la empresa se verá limitada en su capacidad para mantener y solucionar problemas relacionados con el PLC de la máquina Stacker. Cada vez que sea necesario ajustar o reconfigurar el PLC, se requerirá la asistencia de técnicos externos, lo que implica mayores costos y tiempos de espera. La dependencia de técnicos externos no solo aumenta los costos operativos, sino que también puede generar

retrasos en la resolución de problemas. La falta de conocimientos técnicos internos dificulta la identificación y solución rápida de fallas en el PLC, lo que a su vez afecta la disponibilidad y eficiencia de la máquina Stacker. Además, la comunicación con los técnicos externos puede presentar barreras adicionales debido a la diferencia de idiomas, zonas horarias y disponibilidad limitada.

1.2 Formulación del Problema

¿Cómo lograr la puesta en marcha de la máquina Stacker de Vencor C.A.?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Programar el PLC de la máquina Stacker de Vencor C.A. para su puesta en marcha.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar las características y condiciones de la máquina Stacker y del PLC disponible para su automatización.
- Evaluar las opciones de configuración del PLC y determinar la mejor solución para la integración de la máquina Stacker en el proceso de producción de la empresa.
- Simular el programa del PLC para verificar su correcto funcionamiento.
- Implementar la solución propuesta al PLC de la empresa Vencor C.A.

1.4 Justificación de la Investigación

En la industria moderna, la automatización de los procesos productivos se ha vuelto cada vez más importante. Los sistemas automatizados permiten la realización de tareas repetitivas de manera eficiente y segura, reduciendo los errores humanos y mejorando la calidad del producto. Una de las herramientas más comunes en la industria del aluminio es la máquina Stacker, la cual se encarga de movilizar grandes láminas de aluminio y cargarlas en camiones para su transporte.

En el caso de la empresa Vencor C.A. La máquina Stacker ha estado sin funcionar durante más de 10 años, lo que ha impedido el correcto flujo de producción y ha provocado una pérdida en la productividad de la empresa. La solución para este problema es la configuración adecuada del PLC que controla el funcionamiento de la máquina, lo que permitirá su correcta operación y la mejora en el rendimiento de la empresa.

La investigación sobre la máquina Stacker de la empresa Vencor C.A. Se fundamenta en la necesidad de mejorar la productividad de la empresa, la cual se ha visto afectada por la falta de una herramienta importante en su proceso productivo. Además, la implementación de sistemas automatizados, como la máquina Stacker, es cada vez más común en la industria y su correcto funcionamiento es fundamental para mantener la competitividad de la empresa.

La investigación sobre la programación del PLC está relacionada con la línea de investigación de la Universidad José Antonio Páez en el campo de la automatización. Esto asegura la alineación con los objetivos institucionales y el respaldo académico y científico para el desarrollo del proyecto. A su vez la investigación aporta una metodología o guía práctica para la programación de PLCs en maquinarias similares, estableciendo buenas prácticas y recomendaciones técnicas. Esto puede ser útil para otros profesionales e investigadores interesados en el campo de la automatización industrial. Ya que la investigación sobre la programación del PLC en el contexto de la máquina Stacker contribuirá al conocimiento y comprensión de los sistemas de control y automatización industrial. Esto puede generar nuevas técnicas, métodos o enfoques que sean aplicables a otros casos similares en el ámbito industrial.

1.5 Alcance y Limitaciones

El alcance se limita a la configuración del PLC, lo cual implica el diseño de la lógica de control y la programación de este. Además, se realizarán pruebas de funcionamiento simulado para verificar el correcto funcionamiento.

El proyecto se llevará a cabo en la empresa Vencor C.A. y estará enfocado únicamente en la máquina Stacker encargada de movilizar láminas de aluminio y cargarlas en camiones. La duración del proyecto se extenderá por un período de seis meses, durante los cuales se realizará la configuración del PLC y las pruebas de funcionamiento correspondientes. El proyecto no aborda otros aspectos de la maquinaria o sistemas que puedan estar relacionados con el mal funcionamiento de esta.

Además, es importante señalar que el proyecto se enfoca únicamente en la configuración del PLC para el funcionamiento de la máquina Stacker, y no se contempla la puesta en marcha física, ya que es posible que posea daños mecánicos o electrónicos que pudieran haber surgido en la máquina debido a los años de inactividad. Por último, se debe tener en cuenta que la empresa Vencor C.A.

Entre sus limitaciones se encuentran principalmente las licencias del software AllenBradley las cuales tendrán que ser adquiridas si se desea implementar en el PLC de la

máquina. A su vez los cables de conexión serial para su implementación física del programa también deberán de ser adquiridos en el caso de configurar el PLC de la máquina Stacker con el software que se desarrollo para este trabajo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Los antecedentes, en el contexto de una tesis o investigación académica, se refieren a los estudios previos, trabajos relacionados, teorías, enfoques metodológicos y hallazgos relevantes que se han realizado en el ámbito de investigación específico de la tesis. Estos antecedentes proporcionan un contexto y base teórica para la investigación actual, permitiendo al investigador comprender el estado del conocimiento existente y las contribuciones previas en el área de estudio. Los antecedentes ayudan a identificar y revisar la literatura científica y académica relevante relacionada con el tema de investigación, lo que permite al investigador situar su trabajo en relación con otros estudios previos. Esto incluye revisar y sintetizar los resultados y conclusiones de investigaciones similares, analizar las teorías existentes en el campo y examinar las metodologías utilizadas en investigaciones previas.

La revisión de antecedentes es esencial para desarrollar una fundamentación teórica sólida y para identificar posibles vacíos en el conocimiento existente. Al conocer los antecedentes, el investigador puede formular preguntas de investigación relevantes, establecer objetivos claros y diseñar una metodología adecuada para abordar el problema de investigación planteada. Por lo tanto, se mencionan los siguientes:

Silva Kavi (2021 2CR) En su trabajo de grado titulado **“Propuesta De Automatización De Una Caseta De Transmisión De Radiocomunicación A Través Del Uso De Un Controlador Lógico Programable (PLC)”** realizado en la Universidad José Antonio Páez para optar por el título de “INGENIERO ELECTRÓNICO”. El cual explica que “Durante su experiencia laboral, el autor de la presente investigación ha observado que algunas empresas de radiocomunicación en el Estado Carabobo cuentan con un sistema analógico en sus casetas de radiotransmisión, lo cual dificulta el monitoreo periódico de las instalaciones, así como también la resolución de diferentes situaciones inesperadas que puedan presentarse. En este sentido, esta limitante ha estado presente durante un largo periodo de tiempo lo cual ha traído como consecuencia la desmejora y el envejecimiento de las tecnologías, apartando a un lado el desarrollo y no dándole la importancia merecida, llegando al punto del estancamiento tecnológico, dicho estancamiento ha hecho que los procesos de mantenimiento y control se hagan cada día más tediosos para el personal a cargo, dando como resultado un atraso estructural, económico y pérdida de tiempo y recursos”.

Por lo tanto “Para desarrollar el software y el proceso de automatización debemos tener en cuenta la lógica de control adecuada, adaptando nuevas tecnologías, evaluando y describiendo las variables que se deben tomar en cuenta para el desarrollo de la propuesta” Silva (2021 2CR). Además “la investigación se concluye que a través de desarrollo del diagrama de flujo se observa cómo está constituido el sistema y el software con el dispositivo PLC permitiendo el desarrollo y el control de todas las variables existente dando como resultado la implementación de un sistema remoto controlado por un PLC que facilita el control la mejora del sistema operativo, así como también la mejora del servicio al cliente.” Silva (2021 2CR).

Para así concluir “Aplicando la propuesta se puede observar que hay una reducción de 560,00 dólares mensuales, representado el 70 % de ahorro de gastos operativos y reduciendo el traslado hacia la caseta de tres ida y vueltas semanales a una sola por semana, dejando esa visita solo para fines de supervisión y el monitoreo del espacio físico.” Silva (2021 2CR). Esta investigación recalca la necesidad de un buen diagrama de flujo para un buen desarrollo del programa del PLC y los beneficios que puede traer un programa bien optimizado.

Vidal Alejandro (2021) en su trabajo de grado titulado “**Proyecto De Automatización De Un Sistema De Almacenamiento Mediante PLC M241 De Schneider Con Monitorización HMI Y Simulación Del Proceso Con El Software CiroS**” realizado en la Universitat Politècnica De València para optar por el título de “INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA” y expone lo siguiente “Es evidente que hoy en día la automatización está presente en todos los ámbitos de nuestras vidas (domótica del hogar, industrias automatizadas...) y queda reflejado en el nivel de inversión a nivel mundial tanto en investigación como desarrollo de este tipo de sistemas que el avance no va a cesar. Cada vez encontraremos más y mejores sistemas automatizados, puesto que aportan ventajas y características que mejoran las condiciones laborales y reducen el factor de riesgo, permitiendo delegar operaciones que podrían ser de riesgo para los operarios en autómatas. Además, también hemos de tener en cuenta el factor económico, ya que juega un papel importante a favor de los sistemas automatizados.

el cual su objetivo es: “el diseño de la automatización de un sistema de almacenamiento, su implementación sobre un autómata M241 de Schneider Electric y la realización de un HMI, alojado en el servidor web que trae embebido el propio PLC, que pueda monitorizar toda la información del proceso y permita al cliente modificar los

parámetros de este” Vidal (2021). Entre las conclusiones más importantes del proyecto podemos encontrar “Es necesario conocer todos los elementos que componen la estación que se desea automatizar, así como sus características físicas y funcionales para poder realizar una correcta creación y asignación de variables, además uno de los aspectos más importantes en la automatización de procesos industriales es las distintas comunicaciones que se establecen entre los elementos que intervienen en ellos, puesto que determinan la forma de trabajar y de diseñar los sistemas”. A su vez comenta sobre simultaneidad de conexiones y conexión con servidores como lo demuestra en el siguiente párrafo “Y a su vez crear un servidor OPC haciendo uso de una herramienta como Kepware se presenta como una buena solución a la hora de conectar un sistema como el de este proyecto por la facilidad de creación de las entradas y salidas y la posibilidad de establecerlas como booleanas o no booleanas y de lectura o lectura y escritura. Además, estas herramientas permiten la conexión simultánea de varios autómatas, lo que tiene sentido en procesos encadenados o estaciones más complejas” Vidal (2021). Por último, se puede extraer de esta investigación la importancia que tiene conocer todos los elementos a utilizar, y su pensamiento a futuro para conexión con el HMI.

Cardoza Daniel (2020 1CR) en su trabajo de grado titulado “**Adecuación Del Proceso De Transporte Y Elevación De Cauchos De Las Líneas 1 Y 2 En Andino Pneus De Venezuela C.A.**” realizado en la Universidad José Antonio Páez para optar al título de “INGENIERO ELECTRÓNICO”

Citando las palabras del investigador “El trabajo presente tuvo por objeto principal la Adecuación del proceso de transporte y elevación de cauchos de las líneas 1 y 2 de Andino Pneus de Venezuela C.A. ya que el elevador no detecta el tamaño del caucho, no lo sostiene de la manera correcta y se eleva siempre al mismo ángulo con el fin de mejorar el proceso de transporte y la eficiencia del mismo en la empresa y de esta manera aumentar la producción y cumplir eficientemente con la demanda establecida se propuso un sistema de detección del tamaño del caucho en las líneas 1 y 2 de la empresa y Sistema de ajuste de la posición del caucho en máquina de elevación en las líneas 1 y 2 de la empresa.”

“Inicialmente se observa que el gancho de la grúa (línea aérea de ganchos que se encarga de transportar cauchos a diferentes áreas de la planta) encargado de sostener al neumático y transportarlo al área de acabado afecta al caucho de (13) pulgadas lo sostiene de manera incorrecta ya que el caucho se sostiene por una sola pestaña haciendo que el caucho caliente se deforme o en ocasiones perforando el caucho convirtiéndose en un producto

dañado y en los cauchos de (15) pulgadas impacta con la parte interna del caucho denominada talón haciendo que este se desprenda o perforando el caucho, haciéndolo producto dañado.” Cardoza (2020 1CR).

Dicho esto, para resolver esta problemática el autor planteó “La mejora del sistema de adecuación del proceso de transporte del caucho, se basó en tres primicias: Detección del tamaño del caucho; el cual se hará a partir de dos sensores fotoeléctrico retro reflectante polarizados, que determinaran si el diámetro del caucho es la medida trece (13) o de la medida quince (15). Ajuste de la posición del sistema de recepción del caucho, el cual modificara su posición debido a los cilindros normalizados de doble efecto, Marca: FESTO Mod: DSNU-8-25-P-A. instalados a los costados de la máquina de elevación que harán que el caucho cambio su posición haciendo que le gancho de la grúa no toque el talón del caucho. se hizo un análisis de Beneficio-Costo para determinar la factibilidad del proyecto a ser implementado por la empresa” Cardoza (2020 1CR).

Dando así sus conclusiones “luego de investigaciones con el departamento de planimetría y de producción se obtuvieron un costo total de inversión de 495 \$ (100.153.845 Bs), y costo total del beneficio de 3.486 \$ (705.325.866 Bs) los que nos dio una relación Beneficio- costo de 7,04 haciendo un proyecto totalmente factible a implementar por la empresa Andino Pneus de Venezuela C.A. plantea mejorar la eficiencia en el proceso de transporte y elevación de cauchos en la empresa Andino Pneus de Venezuela C.A. A través de un sistema de detección de cauchos el cual ajusta la posición del sistema de recepción y añadir este al PLC de la línea.” Cardoza (2020 1CR).

Este trabajo demuestra que una ligera optimización en el programa del PLC, provee unos beneficios significativos a la empresa como a su vez la máquina Stacker necesita conocer el largo y ancho de las láminas para su funcionamiento eficaz, así mismo que se podría optimizar aún más la máquina Stacker en un futuro.

Por otro lado, se tiene también en cuenta el estudio de Moreno Pablo (2019 1CR) en su trabajo titulado “**Propuesta De Diseño De Automatización Del Sistema De Sellado De Las Llenadoras Rovemas En La Empresa Colgate Palmolive C.A.**” realizado en la Universidad José Antonio Páez para optar por el título de “INGENIERO ELECTRÓNICO” en palabras del autor “Colgate Palmolive C.A. es una empresa que está buscando la manera de automatizar su proceso de sellado de las bolsas plásticas en la línea de producción de detergentes en polvos, por lo tanto, para que la empresa siga creciendo dentro del mercado ha

empezado a realizar una serie de cambios especialmente dentro de la automatización para seguir prestando un servicio con calidad y garantía.” Moreno (2019 1CR).

En este orden el objetivo fundamental del proyecto se fundamenta en proponer el diseño de la automatización del sistema de sellado de las llenadoras ROVEMAS en la empresa Colgate Palmolive C.A, por medio de dispositivos electrónicos y PLC para mejorar el rendimiento y obtener ganancias máximas.” Moreno (2019 1CR). Para así al final concluir “El sistema desarrollado permite al operador observar las alarmas de sellado de cabeza, sellado de fondo y sellado vertical, permite saber si hay una parada por falta de producto y también permite observar cuando está en la final de la lámina, tiene una ventana disponible para el personal de producción del área de mantenimiento protegida con contraseña que permite la manipulación de variables tales como el tiempo que transcurre en ciertas secuencias del proceso.” Moreno (2019 1CR)

Esto se logró usando un PLC de la marca Allen Bradley, el cual será el usado en este proyecto, aunque ellos difieren en su modelo, las marcas comparten el mismo software y por lo tanto el desarrollo de los algoritmos es parecido, a su vez la importancia de la comunicación humano-máquina y como hacer su implementación en la industria.

Además, Ramos Paulo (2019). En su trabajo de grado titulado “**Sistema De Recolección De Datos Y Manejo De Los PLC De Los Hornos De Saint Gobain Materiales Cerámicos Venezuela C.A.**” realizado en la Universidad Católica Andrés Bello para optar por el título de “INGENIERO EN INFORMÁTICA”. En palabras del autor “El Carburo de Silicio es creado mediante un proceso donde se crea un horno usando grafito como conductor eléctrico y una combinación de arena sílice y coque durante un periodo aproximado de 5 días, convirtiendo a estos horno en el punto más importante de la cadena de producción, los PLC son los encargados de recolectar los parámetros eléctricos de distintos puntos del horno, transformarlos y enviarlos a la sala de supervisión general donde se encarga de tomar registro de manera manual y tomar decisiones sobre el voltaje en caso de ser necesario. Al ser un proceso manual existe el riesgo de que se cometan errores humanos y los registros no se guarden correctamente o en un caso más grave puede que se envíe una cantidad incorrecta de voltaje se dañen los transformadores, paralizando el proceso de producción.” Ramos (2019).

“Se plantea el desarrollo de un sistema de recolección de datos y manejo de los PLC de los hornos de Saint Gobain Materiales Cerámicos Venezuela, que usando el PLC permite guardar un registro de los parámetros eléctricos de distintos puntos del sistema de hornos

correspondiente, siguiendo los Líneamientos de toma de muestras del personal de producción de la empresa. El sistema crea un registro que muestra los valores eléctricos tomados por el PLC ordenándolos cronológicamente por fecha y hora y crea gráficos a partir de dichos datos que permite la visualización amigable de la información recolectada, Ramos (2019).

“Utilizar el RSLogix 500 durante la construcción del sistema otorgó facilidad y simpleza en la interfaz entre el PLC y la herramienta ofimática Microsoft Excel.” Ramos (2019). El estudio no solo demuestra la versatilidad de los PLC Allen Bradley pudiendo trabajar con varios hornos al mismo tiempo si no que a su vez se puede integrar con otros programas para tener un mejor análisis de la producción. Lo cual puede ser interesante para añadir al desarrollo de este proyecto.

2.2 Bases Teóricas

La programación de un PLC Allen Bradley para una máquina Stacker en Vencor C.A. se sustenta en diversas teorías que respaldan el control y la automatización de procesos industriales. A continuación, se describen las principales bases teóricas:

2.2.1 La teoría del Control

Es fundamental en el diseño de la programación del PLC. Esta teoría se centra en los fundamentos del control y su aplicación en sistemas industriales. El control en lazo cerrado, que utiliza la realimentación para corregir desviaciones en base a una referencia, es esencial para garantizar un funcionamiento preciso de la máquina Stacker. Además, se emplean técnicas de control proporcional, integral y derivativo (PID) para ajustar la acción de control en función del error, la acumulación del error y la variación del error en el tiempo.

2.2.2 La teoría de la automatización

Se refiere al estudio y desarrollo de sistemas y procesos que permiten la realización de tareas de manera automática, sin intervención humana directa. Esta teoría se basa en la idea de que es posible diseñar y controlar sistemas para que realicen operaciones de manera eficiente, precisa y segura, con el objetivo de mejorar la productividad, reducir los errores y aumentar la calidad en diferentes ámbitos.

La programación estructurada es otro aspecto clave en la programación del PLC Allen Bradley. Esta metodología se basa en principios de organización y claridad en el código. Se utilizan estructuras de control secuenciales, selectivas y repetitivas para establecer la lógica y secuencia de operaciones en la máquina Stacker. La definición y asignación de variables

permite el almacenamiento y manipulación de datos necesarios para el control de la máquina. Además, se promueve la modularidad y reutilización de código para facilitar el mantenimiento y la escalabilidad del sistema.

Las redes de comunicación industrial desempeñan un papel fundamental en la programación del PLC. Se utilizan diversos protocolos de comunicación para establecer la interacción entre el PLC Allen Bradley y otros dispositivos en el entorno industrial. En particular, el protocolo Ethernet/IP es ampliamente utilizado para la comunicación en tiempo real y el intercambio de datos en la máquina Stacker. La configuración de los módulos de entrada/salida (E/S) permite la conexión de sensores y actuadores, brindando la capacidad de interactuar con el entorno de la máquina.

Por otro lado, la teoría de Sistemas de Control Distribuido es relevante cuando se trabaja con múltiples PLC interconectado en una red. Esta teoría abarca el diseño y la programación de sistemas de control distribuido, donde los PLC Allen Bradley se comunican entre sí para lograr un control coordinado de los procesos en la máquina Stacker. La configuración de la arquitectura de red y el intercambio de datos entre los controladores permiten una sincronización adecuada y un control preciso de la máquina. Además, se utilizan herramientas de supervisión y monitoreo remoto para visualizar y diagnosticar el estado de los PLC y la máquina en tiempo real.

En resumen, la programación de un PLC Allen Bradley para una máquina Stacker en Vencor C.A. se basa en las teorías del Control, teoría de la automatización, la programación estructurada, las redes de comunicación industrial y los sistemas de control distribuido. Estas teorías proporcionan los fundamentos necesarios para desarrollar un control preciso, eficiente y coordinado de los procesos industriales en la máquina Stacker.

El estudio realizado con nombre **“Speed Optimization Design of Stacker in Automatic Stereoscopic Warehouse Based on PLC”** Ding & Yongsheng (2020) Los autores proponen configurar un PLC con un control de velocidad curva tipo S para maximizar la eficiencia de una máquina Stacker, concluyendo así en mayor estabilidad y precisión de la máquina.

Además, el estudio **“Diseño de apilador y desapilador de contenedores automático”** Perez (2021) muestra varios tipos de Stacker utilizados en la industria y sus posibles configuraciones, además de cómo implementar un Stacker mejoraría la producción de la empresa.

2.3 Bases Legales

Ley Orgánica del Trabajo, los Trabajadores y las Trabajadoras (LOTTT): Esta ley establece los derechos y obligaciones de los trabajadores, así como las normas relacionadas con las condiciones de trabajo, la seguridad y salud laboral, las horas de trabajo y descanso, entre otros aspectos relevantes para el personal involucrado en la programación y operación de la máquina Stacker.

Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT): Esta ley tiene como objetivo establecer las normas para la prevención de riesgos laborales, la seguridad y salud en el trabajo. Establece las obligaciones y responsabilidades de los empleadores en relación con la protección de los trabajadores en su entorno laboral.

Ley de Infogobierno: Esta ley regula el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en Venezuela, incluyendo aspectos relacionados con la protección de datos personales, la seguridad informática y la gestión de la información en el ámbito público y privado.

Ley de Propiedad Intelectual: Esta ley protege los derechos de autor y las invenciones industriales en Venezuela. Si la programación del PLC implica el uso de software protegido por derechos de autor, es importante cumplir con las disposiciones de esta ley y respetar los derechos de los titulares de los derechos de autor.

2.4 Definición de Términos Básicos

PLC (Controlador Lógico Programable): Es un dispositivo electrónico diseñado para controlar y supervisar procesos en entornos industriales. Los PLCs son programables y se utilizan para automatizar tareas, como el control de maquinarias y procesos industriales.

Máquina Stacker: También conocida como apiladora, es una máquina utilizada para apilar o desapilar objetos, como cajas, palets, o contenedores. En el contexto industrial, una máquina Stacker puede ser utilizada para organizar y almacenar productos de manera eficiente en un almacén o depósito.

Entradas y salidas (E/S): Son los puntos de conexión entre el PLC y los dispositivos externos. Las entradas son señales o datos recibidos por el PLC, provenientes de sensores, interruptores u otros dispositivos, mientras que las salidas son señales o comandos enviados por el PLC para controlar dispositivos externos, como motores, válvulas o luces.

Instrucciones lógicas: Son comandos o bloques de programación utilizados para implementar operaciones lógicas en un PLC. Estas instrucciones permiten realizar

comparaciones, operaciones booleanas (AND, OR, NOT), contar o temporizar eventos, entre otras funciones.

Ciclo de escaneo: Es el proceso repetitivo que realiza un PLC para leer las entradas, ejecutar las instrucciones programadas y actualizar las salidas. Durante el ciclo de escaneo, el PLC verifica el estado de las entradas, ejecuta el programa de control y actualiza las salidas según la lógica programada.

Temporizador: Es una instrucción utilizada para controlar el tiempo en la programación de un PLC. Permite establecer tiempos de retardo, tiempos de espera o intervalos de tiempo para activar o desactivar una salida o realizar una acción específica

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Paradigma

El paradigma tecnológico se refiere a un conjunto de creencias, principios y prácticas que guían el desarrollo y la adopción de tecnologías en una determinada época o contexto. Representa una forma dominante de pensar, diseñar y utilizar la tecnología en una determinada sociedad. El paradigma tecnológico evoluciona a medida que surgen nuevas ideas, descubrimientos científicos y avances tecnológicos que transforman la manera en que las personas interactúan con el mundo y resuelven problemas. Cada paradigma tecnológico puede caracterizarse por sus principales enfoques y características distintivas.

El filósofo Friedrich Rapp desarrolló el concepto de "paradigma tecnológico" en su libro **“Analytical Philosophy of Technology”** Rapp (1981). Según Rapp, los paradigmas tecnológicos son formas dominantes de pensar y actuar en relación con la tecnología en una determinada sociedad. el paradigma tecnológico se refiere al enfoque teórico y metodológico utilizado para abordar el problema de investigación y lograr los objetivos planteados. En este caso, el paradigma tecnológico se basa en la automatización de procesos industriales y la programación de PLCs. Se considera que la implementación de un PLC en la máquina Stacker permitirá optimizar y controlar de manera más eficiente las operaciones del equipo.

El paradigma tecnológico se basa en la comprensión de los principios y conceptos clave de la automatización y la programación de PLCs. Esto incluye la identificación de los sensores, actuadores y dispositivos conectados al PLC, así como el diseño de un programa que defina las instrucciones y lógica necesaria para el funcionamiento adecuado de la máquina Stacker.

Además, el paradigma tecnológico implica la evaluación de diferentes opciones de configuración del PLC y la selección de la mejor solución que se ajuste a las necesidades y requerimientos de la empresa Vencor C.A. Esto implica considerar factores como la eficiencia energética, la seguridad, la facilidad de mantenimiento y la compatibilidad con los equipos existentes.

3.2 Tipo de la Investigación:

El presente es un proyecto factible, el objetivo es programar el PLC de la máquina Stacker de Vencor C.A. para su puesta en marcha, el cual ayudará a aumentar la producción de esta empresa y por lo tanto generara en un aumento en las ganancias a largo plazo. Pestana

& Stracuzzi (2006) menciona que los proyectos factibles “Consiste en elaborar una propuesta viable destinada a atender necesidades específicas, determinadas a partir de una base diagnóstica. Para desarrollar esta modalidad, lo primero que se debe hacer es un diagnóstico; el segundo paso consiste en plantear y fundamentar teóricamente la propuesta y establecer tanto el procedimiento metodológico como las actividades y recursos necesarios para su ejecución. Por último, se realiza análisis sobre la factibilidad del proyecto y, en caso de que el trabajo incluya el desarrollo, la ejecución de la propuesta con su respectiva evaluación, tanto del proceso como de los resultados.”. Proyecto factible se puede expresar como un proceso que genera alguna propuesta viable para solventar algún problema.

3.2 Diseño de la Investigación

Se deben plantear las estrategias a usar para encontrar la solución a la situación que se encuentre. Hernández, Fernández, & Baptista (1999) habla que “El diseño señala al investigador lo que debe hacer para alcanzar sus objetivos de estudio, contestar las interrogantes que se ha planteado y analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto en particular”. El presente trabajo se definirá como uno de campo y documental. Para la investigación documental este enfoque implica la recopilación, revisión y análisis de información existente en documentos, publicaciones, normativas, manuales, estudios previos y otros recursos escritos relacionados con la programación de PLCs, la maquinaria Stacker y la industria en general. La investigación documental proporciona una base teórica sólida para comprender el contexto, los conceptos y las mejores prácticas en el campo de la automatización industrial. Además, ayuda a identificar las características y condiciones específicas de la máquina Stacker y el PLC disponible para su automatización. También se puede utilizar para obtener información sobre las opciones de configuración del PLC y las soluciones propuestas por expertos en el campo.

Y la investigación de campo implica la recopilación de datos directamente del entorno donde se encuentra la máquina Stacker y la interacción con los actores involucrados, como los técnicos de la empresa, los operarios de la máquina y otros expertos en automatización. En este caso, se puede realizar una serie de actividades, como la observación directa de la máquina Stacker y sus componentes, la entrevista a los técnicos y operarios para obtener información sobre las dificultades y desafíos que han enfrentado, así como las sugerencias y recomendaciones que puedan aportar. Además, se pueden realizar pruebas y simulaciones utilizando software especializado para verificar el correcto funcionamiento del programa del PLC y su integración con los sensores y actuadores de la máquina Stacker.

La combinación de la investigación documental y de campo permitirá obtener una visión completa y sólida del problema y sus posibles soluciones. La investigación documental proporcionará el marco teórico y conceptual necesario, mientras que la investigación de campo aportará información práctica y específica sobre la máquina Stacker y su entorno. Ambos enfoques se complementan entre sí y brindan una base sólida para el diseño del programa del PLC y su implementación exitosa en la máquina Stacker de Vencor C.A.

3.3 Nivel de la Investigación

La investigación de tipo factible, a nivel estructurado, se refiere a un enfoque de investigación sistemático y riguroso que tiene como objetivo principal determinar la viabilidad o factibilidad de un proyecto, programa o acción específica. Este nivel de investigación se centra en analizar y evaluar la posibilidad de llevar a cabo determinada actividad, considerando aspectos como la disponibilidad de recursos, la viabilidad técnica, económica, social y ambiental, y los posibles resultados y beneficios esperados. En este tipo de investigación, se utiliza una metodología que incluye la recopilación y análisis de información relevante, la identificación de variables e indicadores pertinentes, y la evaluación de diferentes alternativas o escenarios. Además, se realiza una interpretación y valoración de los resultados obtenidos, con el fin de determinar la viabilidad y los posibles impactos de la propuesta.

La investigación factible a nivel estructurado es de carácter descriptivo, ya que se centra en describir y analizar la situación actual, identificar los factores relevantes y evaluar la factibilidad de la acción o proyecto propuesto. Su objetivo es proporcionar información sólida y fundamentada que permita tomar decisiones informadas y planificar de manera efectiva. La investigación descriptiva es un tipo de estudio que tiene como objetivo principal describir y analizar de manera objetiva las características, comportamientos, fenómenos o situaciones presentes en un determinado contexto o población. Su finalidad es recopilar información detallada y precisa sobre variables y factores relevantes, con el propósito de brindar una representación precisa y comprensiva de la realidad investigada. Este tipo de investigación se enfoca en responder preguntas como "¿qué?", "¿cómo?" o "¿cuál es la situación actual?", sin buscar explicaciones causales o establecer relaciones de causa-efecto. Se centra en observar, medir y registrar información de manera sistemática y rigurosa, utilizando diversos métodos y técnicas de recolección de datos, como encuestas, observación directa, entrevistas, análisis de documentos, entre otros.

La investigación descriptiva se basa en un diseño de investigación cuidadosamente planificado, en el cual se define claramente la población o muestra a estudiar, se establecen las variables de interés y se seleccionan los métodos apropiados para recopilar y analizar los datos. Los resultados obtenidos permiten tener una visión objetiva y detallada de los fenómenos estudiados, lo que puede ser útil para generar conocimiento, tomar decisiones informadas o plantear investigaciones futuras.

3.4 Población y Muestra

Cuando se desea definir de Población Arias (2012) nos comenta que 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”. por lo que se puede definir la población Finita como la agrupación en la que se conoce la cantidad de unidades que la integran y existan documentos que funcionen como registros. Arias (2012) también habla de la muestra y dice que es “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. Tomando en cuenta todo lo anterior, podemos decir que la población serían los PLC de las máquinas Stacker de la empresa VENCOR C.A en la República Bolivariana de Venezuela, y la muestra a tomar es el PLC de la línea 1 y 2. ubicada en VENCOR C.A municipio diego Ibarra estado Carabobo.

3.5 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

El buen desarrollo de una investigación recae en buena parte en la eficacia de las técnicas de recolección de información seleccionadas, así como en la suficiencia de los instrumentos utilizados para este propósito. Según Arias (2012) define las técnicas de recolección de datos "como el conjunto de procedimientos y métodos que se utilizan durante el proceso de investigación, con el propósito de conseguir la información pertinente a los objetivos formulados en una investigación”.

Finol & Camacho (2006) definen la herramienta para conseguir información como la “herramienta utilizada por el sujeto investigador para recabar información acerca del hecho, evento o fenómeno que investiga”. Se hace uso de la técnica de observación directa la cual es una estrategia de recolección de datos que consiste en la observación y registro sistemático de los fenómenos, eventos o comportamientos en su contexto natural, sin intervenir o manipular la situación. Esta técnica permite obtener información detallada y directa sobre lo que ocurre

en el entorno de estudio. Se emplea cuando se desea capturar datos sobre comportamientos, interacciones, procesos o cualquier aspecto que pueda ser observado y registrado.

La técnica de recolección de datos seleccionada para la investigación es la entrevista. La entrevista es un método de recopilación de información que implica la interacción directa entre el investigador y el participante. A través de preguntas estructuradas o semiestructuradas, se busca obtener respuestas detalladas y en profundidad sobre los temas relacionados con el proyecto de PLC para la máquina Stacker de Vencor C.A. La entrevista permite obtener información de primera mano y facilita la comprensión de los problemas, necesidades y perspectivas de los expertos o personas involucradas en el proceso de automatización. Además, brinda la oportunidad de aclarar cualquier duda o ambigüedad que pueda surgir durante la conversación. Para llevar a cabo las entrevistas, se seleccionarán profesionales expertos en el tema de automatización de procesos industriales y programación de PLC, así como personal técnico y operativo relacionado con la máquina Stacker en Vencor C.A. Se elaborará un conjunto de preguntas pertinentes y se establecerá un marco de tiempo adecuado para cada entrevista.

La información recopilada a través de las entrevistas se analizará posteriormente, identificando patrones, tendencias y perspectivas relevantes que contribuyan a la comprensión y resolución del problema planteado. La técnica de entrevista proporcionará una visión integral de los aspectos técnicos, operativos y organizacionales relacionados con la configuración del PLC para la máquina Stacker. Es importante destacar que se aplicarán los principios éticos de la investigación durante la realización de las entrevistas, asegurando la confidencialidad y el consentimiento informado de los participantes.

La técnica de investigación de la revisión documental, también conocida como revisión bibliográfica o revisión de literatura, consiste en recopilar, analizar y sintetizar información relevante y actualizada proveniente de fuentes documentales como libros, artículos científicos, informes técnicos, tesis, entre otros. Esta técnica tiene como objetivo principal obtener una visión panorámica y comprensiva sobre el tema de investigación, revisando y consultando diversas fuentes de información que hayan sido publicadas previamente.

De los instrumentos a utilizar se puede nombrar de primero a el registro fotográfico. El instrumento de registro fotográfico se refiere a la utilización de fotografías como una herramienta de recolección de datos en investigaciones. Consiste en capturar imágenes

visuales de objetos, personas, lugares o eventos relevantes para el estudio, con el fin de documentar y registrar información de manera visual y concreta. Este tipo de instrumento permite obtener evidencia visual que puede complementar y enriquecer otros métodos de recolección de datos, como entrevistas, observación o cuestionarios. Las fotografías capturadas pueden proporcionar detalles y contextos adicionales que no pueden ser fácilmente expresados a través de palabras o datos numéricos. El instrumento de registro fotográfico puede ser utilizado en diversas disciplinas y áreas de investigación, como la antropología, sociología, arquitectura, biología, entre otros. Las fotografías pueden ayudar a documentar cambios a lo largo del tiempo, capturar aspectos culturales, sociales o ambientales, registrar observaciones detalladas, identificar patrones o tendencias, y facilitar el análisis y la interpretación de los datos.

Una libreta de campo es un instrumento utilizado para registrar de manera sistemática y organizada las observaciones, datos y notas relevantes durante una investigación de campo. Es un cuaderno o bloc de notas que permite a los investigadores llevar un registro detallado de sus actividades, descubrimientos, impresiones y cualquier otro tipo de información relevante que pueda surgir durante el desarrollo del trabajo de campo. La libreta de campo generalmente se caracteriza por tener un formato fácil de transportar, con páginas en blanco o con cuadrícula para facilitar la escritura y el dibujo. Puede incluir secciones para registrar la fecha, la ubicación, el tiempo y cualquier otra información relevante que sea necesaria para el estudio. El uso de la libreta de campo permite a los investigadores tener un registro preciso y confiable de sus observaciones y descubrimientos, lo que facilita el análisis y la interpretación de los datos recolectados. Además, puede servir como referencia para futuras investigaciones o como material de respaldo para validar y respaldar los hallazgos obtenidos.

3.6 Técnicas de Análisis de Resultados

Según Hurtado de Barrera (2000), el análisis de datos “constituye un proceso que involucra la clasificación, la codificación, el procesamiento y la interpretación de la información obtenida durante la recolección de datos, con el fin de llegar a conclusiones específicas y dar respuesta a la pregunta de investigación”. Sería conveniente trabajar en base de los Sistemas Basados en Conocimiento (SBC), este usa una base de conocimiento para razonar y resolver problemas complejos. Los rasgos fundamentales que caracterizan un SBC son, el Conocimiento, la Representación del conocimiento, el Razonamiento y la búsqueda que se puede efectuar sobre el mismo.

La Tecnología de Análisis de Resultados Sistema Basado en Conocimiento (SBC) es una técnica avanzada que permite a los usuarios analizar los resultados obtenidos a través de una variedad de herramientas y técnicas para descubrir patrones y tendencias en los datos. Esta técnica se puede utilizar para ayudar a las empresas a tomar decisiones más informadas sobre cómo mejorar sus operaciones. Se puede utilizar la Tecnología de Análisis de Resultados Sistema Basado en Conocimiento (SBC) como una herramienta para el análisis y la toma de decisiones basadas en los resultados obtenidos durante el proceso de programación y control de los PLC. El SBC es un enfoque que combina el conocimiento experto con técnicas de inteligencia artificial para ayudar en la toma de decisiones y solución de problemas. A continuación, se describe cómo se podría utilizar el SBC en esta tesis:

- Captura del conocimiento experto: Se recopila y codifica el conocimiento experto en programación de PLC específicamente relacionado con el Stacker de la empresa Vencor C.A. Esto implica identificar y documentar las mejores prácticas, estrategias, reglas y recomendaciones para la programación eficiente y efectiva de los PLC en el contexto del Stacker.
- Desarrollo del sistema basado en conocimiento: Utilizando herramientas y técnicas de desarrollo de sistemas basados en conocimiento, se construye un sistema que almacene y organice el conocimiento capturado. Este sistema puede ser implementado en forma de software o plataforma interactiva que permita el acceso y consulta del conocimiento.
- Análisis de resultados: Durante la ejecución de la programación de los PLC y el funcionamiento del Stacker, se recopilan datos y resultados relevantes, como rendimiento, eficiencia, tiempos de respuesta, errores o incidencias. Estos datos se ingresan en el sistema basado en conocimiento para su análisis.
- Evaluación y recomendaciones: El sistema basado en conocimiento analiza los datos de entrada y los compara con el conocimiento experto almacenado. Con base en esta comparación, el sistema genera recomendaciones, sugerencias o diagnósticos sobre posibles mejoras, ajustes o correcciones en la programación de los PLC para optimizar el rendimiento del Stacker.
- Retroalimentación y actualización del sistema: A medida que se obtienen nuevos resultados y se adquiere más experiencia en la programación de los PLC para el Stacker, se puede retroalimentar el sistema basado en conocimiento. Esto implica actualizar y mejorar el conocimiento experto

almacenado en el sistema, incorporando nuevos hallazgos, soluciones y estrategias descubiertas durante el desarrollo de la tesis.

- El éxito de las metas propuestas en esta investigación es requerido la planificación de un conjunto de actividades definidas por una serie de fases que permitan el desarrollo y cumplimiento de los objetivos señalados anteriormente.

Según Méndez (2007), la validez se define como "el grado en que una prueba mide lo que se propone medir". Esta definición resalta la importancia de este aspecto, ya que garantiza al investigador que la información recopilada será relevante para su propósito. En línea con estas consideraciones, en el presente estudio se diseñará un instrumento para recolectar información, el cual será validado por expertos en el tema y la metodología de la investigación. Estos expertos revisarán el instrumento y ofrecerán su opinión en términos de comprensión, redacción y claridad. Una vez obtenidas las observaciones y recomendaciones de los expertos, se realizarán los ajustes necesarios al instrumento siguiendo sus indicaciones. Posteriormente, el instrumento validado se aplicará a la muestra seleccionada.

3.7. Fases metodológicas:

Fase I: Realizar un diagnóstico detallado de las características y condiciones de la máquina Stacker y del PLC disponible para su automatización, identificando los componentes, sensores, actuadores y dispositivos conectados al PLC, evaluando su estado de funcionamiento y compatibilidad.

Fase II: Evaluar exhaustivamente las diferentes opciones de configuración del PLC, analizando las capacidades y funcionalidades que ofrece, y determinar la solución más adecuada para integrar la máquina Stacker en el proceso de producción de la empresa.

Fase III: Realizar una simulación del programa del PLC utilizando herramientas y software de simulación, verificando y validando su correcto funcionamiento antes de implementarlo en la máquina Stacker.

Fase IV: Implementar la solución propuesta al PLC de la empresa Vencor C.A., realizando las modificaciones necesarias en el programa del PLC de acuerdo con la configuración seleccionada y las características de la máquina Stacker.

3.8 Cuadro Técnico Metodológico:

| Objetivo de la investigación | PROGRAMACION DE PLC PARA MÁQUINA STACKER EN LA EMPRESA VENCOR C.A. | | | | |
|--|--|--|--|-------|--|
| Objetivo específico | Variable | Dimensión | Indicadores | Ítems | Técnicas e instrumentos |
| -Evaluar las opciones de configuración del PLC y determinar la mejor solución para la integración de la máquina Stacker en el proceso de producción de la empresa. | Programación de PLC | Análisis de requisitos y especificaciones. | Adecuación de los requisitos y especificaciones identificados. | 1 | Entrevista Semiestructurada utilizando guion de entrevista |
| | | Diseño de la lógica de programación. | Coherencia y eficacia del diseño de la lógica de programación. | 2 | |
| | | Simulación | Correcta implementación y funcionamiento del programa en el PLC. | 3 | |
| | | Evaluación de resultados. | Identificación de áreas de mejora y recomendaciones. | | |

Fuente: Moises Patiño

CAPÍTULO IV

RECURSOS

4.1 Recursos Humanos

Para la ejecución de este proyecto de investigación se contará con el apoyo de:

- Personal de mantenimiento de la empresa
- El docente.

4.2 Recursos Institucionales

- Se cuenta con el apoyo de la Universidad José Antonio Páez.

4.3 Recursos Materiales

Los recursos materiales necesarios para el desarrollo de la investigación se listan a continuación:

- Computadora portátil
- Conexión a internet
- Software Rs Logix 5000
- Software Rs linx classic
- Impresora de la empresa
- Resmas de hojas blancas
- Lápices y bolígrafos
- Cable serial 1747-Cp3 a USB
- Adaptador USB-C a ethernet

4.4 Recursos Económicos

Se necesitarán fondos para el traslado a la ubicación de la planta de Vencor C.A, donde se realizarán las entrevistas y configuración del PLC. Estos gastos serán asumidos por el investigador de manera individual.

4.4. Cronograma de Actividades

En la presente tabla se tiene un cronograma de tiempo aproximada para el desarrollo de los objetivos planteados en esta propuesta de programación de PLC para la máquina Stacker de la empresa Vencor C.A, acorde a los tiempos expuestos por la Universidad José Antonio Páez para los periodos lectivos de 2023-1CR y 2023-2CR. (Ver cuadro 2)

Cuadro 2. Cronograma de Actividades

| Actividades | Tiempo en semanas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|--|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | | |
| Diagnosticar las características y condiciones de la máquina Stacker y del PLC disponible para su automatización. | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Evaluar las opciones de configuración del PLC y determinar la mejor solución para la integración de la máquina Stacker en el proceso de producción de la empresa. | | | | | | | | | | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | | | | |
| Simular el programa del PLC para verificar su correcto funcionamiento | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | | | | |
| Implementar la solución propuesta al PLC de la empresa Vencor C.A. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | X | X | X | |

Fuente: Patiño (2023)

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 FASE I: Realizar un diagnóstico detallado de las características y condiciones de la máquina Stacker y del PLC disponible para su automatización, identificando los componentes, sensores, actuadores y dispositivos conectados al PLC, evaluando su compatibilidad.

En la primera fase de la investigación, se llevará a cabo un diagnóstico exhaustivo de las características y condiciones de la máquina Stacker y del PLC disponibles para su automatización. A continuación, se detallan las acciones a realizar:

- Revisión de la lista de componentes: Se comenzará por revisar la lista de componentes extraída del manual de armado de la máquina Stacker. Esta lista servirá como punto de partida para identificar los elementos clave que deben ser considerados en el diagnóstico.
- Compatibilidad con el PLC: Se verificará la compatibilidad de los componentes y sensores de la máquina Stacker con el PLC Allen Bradley. Es importante asegurarse de que el PLC pueda interactuar adecuadamente con estos elementos para su posterior programación.

5.1.1 Revisión de la lista de componentes:

En la siguiente tabla se mostrará la lista de componentes extraída del manual de la máquina Stacker. Esta lista es fundamental para el proceso de diagnóstico y configuración del PLC, ya que proporciona una visión inicial de los elementos que componen la máquina y que deben ser tenidos en cuenta en la automatización.

| Quantity | Electrical Parts LÍNEA |
|----------|-------------------------------------|
| 1 | AC/DC 8PT ISOLATED RELAY OUTPUT MOD |
| 3 | 24 VDC 16PT INPUT MODULE |
| 4 | BIMETALLIC OVERLOAD RELAYS 7.2-10A |
| 2 | BIMETALLIC OVERLOAD RELAYS 1.4-2A |
| 4 | BIMETALLIC OVERLOAD RELAYS 3.5-4.8A |
| 6 | CLASS CC FUSE TIME DELAY 15A |
| 2 | CONTROL TRANSFORMER |
| 2 | PANELVIEW +600, 24VDC |

| | |
|--------|-----------------------------|
| 3 | SAFETY RELAY EXPANSION UNIT |
| 1 | SAFETY RELAY MSR138DP |
| 2 | 5HP 480VAC VFD |
| 2 | 10HP 480VAC VFD |
| Number | Electrical Parts STACKER Ea |
| 10 | PROXIMITY SWITCH |
| 10 | 4-PIN DC MICRO STR.CORD SET |
| Number | Electrical Parts PUSHER Ea |
| 8 | PROXIMITY SWITCH |
| 8 | 4-PIN DC MICRO STR.CORD SET |

| QUANTITY | COMPONENT | MODEL |
|----------|----------------------------|-------------|
| 1 | PLC | 1769-L32E |
| 1 | ETHERNET PORT LOCAL ENB | 1769-L32E |
| 3 | INPUT MODULE | 1769-IQ16/A |
| 3 | OUTPUT MODULE | 1769-OW16/A |
| 1 | OUTPUT MODULE | 1769-OW8I/B |

5.1.2 Compatibilidad con el PLC:

Durante el proceso de diagnóstico en la Fase I, se verificó que el PLC Allen Bradley disponible cumple con las especificaciones del manual del fabricante. Según el manual de Allen Bradley, el PLC tiene una capacidad de hasta 16 módulos de entradas y salidas. En el caso actual, se constató que se poseen 7 módulos disponibles, lo cual está en línea con la capacidad especificada en el manual. Además, se verificó minuciosamente que los módulos de entradas y salidas disponibles son compatibles con la serie 1769 de Allen Bradley, la cual corresponde al modelo del PLC utilizado. Esto garantiza la integración adecuada de los componentes con el PLC y sienta las bases para la configuración y programación exitosa.

Esta verificación de compatibilidad es esencial para asegurar que los componentes existentes puedan ser efectivamente controlados y supervisados por el PLC durante el proceso de automatización de la máquina Stacker.

Al planificar el sistema CompactLogix, tenga en cuenta los siguientes aspectos:

- El controlador CompactLogix es siempre el módulo del extremo izquierdo en el sistema.
- El controlador debe estar a una distancia no superior a cuatro módulos de la fuente de alimentación del sistema. Algunos módulos de E/S pueden estar a una distancia de hasta ocho módulos de la fuente de alimentación. Consulte la documentación correspondiente a sus módulos de E/S 1769 para obtener información detallada.
- El controlador 1769-L32E admite hasta 16 módulos de E/S y el controlador 1769-L35E admite hasta 30 módulos de E/S. Ambos controladores pueden utilizar un máximo de 3 bancos de E/S con 2 cables de expansión.
- Cada uno de los bancos de E/S requiere su propia fuente de alimentación eléctrica.
- Solo se puede utilizar un controlador en un sistema CompactLogix.
- Una tapa de extremo derecho 1769-ECR o una tapa de extremo izquierdo 1769-ECL es necesaria para terminar el extremo del bus de comunicación.

Figura 1. AllenBradley 1769

Fuente: (ALLEN BRADLEY, MANUAL 1769, PG19)

Tabla 1 - Combinaciones de controladores CompactLogix

| Controlador | Memoria disponible | Opciones de comunicación | Número de tareas admitidas | Número de módulos de E/S locales admitidos |
|----------------------|--------------------|---|----------------------------|--|
| 1769-L35CR | 1.5 MB | 1 puerto ControlNet - admite medios redundantes 1 puerto serial RS-232 (protocolos de sistema o del usuario) | 8 | 30 |
| 1769-L35E | | 1 puerto EtherNet/IP 1 puerto serial RS-232 (protocolos de sistema o del usuario) | | |
| 1769-L32C | 750 KB | 1 puerto ControlNet 1 puerto serial RS-232 (protocolos de sistema o del usuario) | 6 | 16 |
| 1769-L32E | | 1 puerto EtherNet/IP 1 puerto serial RS-232 (protocolos de sistema o del usuario) | | |
| 1769-L31 | 512 KB | 1 puerto serial RS-232 (protocolos de sistema o del usuario) 1 puerto serial RS-232 (solo protocolo del sistema) | 4 | |

Figura 2. AllenBradley 1769

Fuente: (ALLEN BRADLEY, MANUAL 1769, PG13)



**Rockwell
Automation**

Compact™ 1769-IQ16 Módulo de entradas 24 V c.c. drenador/surtidor

Instrucciones para la instalación

Contenido

| | |
|---|---|
| Descripción del módulo..... | 2 |
| Instalación del módulo | 3 |
| Ensamblaje del sistema | 4 |
| Montaje de módulos de ampliación E/S..... | 5 |
| Reemplazar un módulo dentro de un sistema | 7 |
| Conexiones del cableado..... | 8 |

Figura 3 AllenBradley 1769-IQ16

Fuente: (ALLEN BRADLEY, MANUAL 1769-5.3ES, Compact™ 1769-IQ16, PG1)

Compact 5000 Digital 16-point Relay Output Module

Catalog Number 5069-0W16

| Topic | Page |
|--|------|
| About the Module | 4 |
| Install a System | 5 |
| Install the Removable Terminal Block | 6 |
| Install the Module | 6 |
| Install the End Cap | 7 |
| Wire the Removable Terminal Block | 8 |
| Disconnect Wires from the Removable Terminal Block | 8 |
| Wiring Diagram | 9 |
| Use a Cable Tie | 10 |
| Power the System | 10 |
| Remove the Module | 10 |
| Specifications | 11 |
| Additional Resources | 11 |

The 5069-0W16 digital 16-point normally open relay output module drives output devices. The data sent to the module from a Logix 5000™ controller and the state of some Compact 5000™ I/O input modules determines the 5069-0W16 module behavior.

Compact 5000 I/O modules use the Producer/Consumer communication model. The Producer/Consumer communication model is an intelligent data exchange between module and other system devices in which each module produces data without first being polled.

The modules are used as local I/O modules in CompactLogix™ 5380, Compact GuardLogix® 5380, and CompactLogix 5480, controller systems. They can also be used as remote I/O modules with CompactLogix 5380, Compact GuardLogix 5380, CompactLogix 5480 controllers, and some other Logix 5000™ controllers.

For more information on how to use Compact 5000 I/O modules, see the publications that are listed in [Additional Resources on page 11](#).

Figura 4 AllenBradley 1769-IQ16

Fuente: (ALLEN BRADLEY, MANUAL 1769-IN062A-ES-P, Módulo de salida de relé de CA/DC de 16 puntos Compact™, PG1)



Compact™ Individually Isolated AC/DC Relay Output Module

(Catalog Number 1769-OW8I, Series B)

Inside

| | |
|---|----|
| Module Description | 2 |
| Module Installation..... | 3 |
| System Assembly..... | 4 |
| Mounting Expansion I/O | 5 |
| Replacing a Single Module within a System | 7 |
| Field Wiring Connections..... | 8 |
| I/O Memory Mapping | 11 |
| 1769-OW8I Configuration File | 12 |
| Spare/Replacement Module Parts | 13 |
| Specifications | 14 |
| Hazardous Location Considerations | 17 |
| Environnements dangereux | 17 |
| For More Information | 18 |

Figura 5 AllenBradley 1769 -OW8I

Fuente: (ALLEN BRADLEY, MANUAL 1769-IN062A-ES-P, 1769-IN053A-EN-P,
Compact™ Individually Isolated AC/DC Relay Output Module, PG1)

5.2 FASE II: Evaluar exhaustivamente las diferentes opciones de configuración del PLC, analizando las capacidades y funcionalidades que ofrece, y determinar la solución más adecuada para integrar la máquina Stacker en el proceso de producción de la empresa.

5.2.1 Análisis de Requisitos del Proceso de Producción:

Durante esta fase de la investigación, se llevaron a cabo entrevistas clave con el equipo de producción de la empresa Vencor C.A. El objetivo principal de estas entrevistas fue comprender en profundidad los procedimientos y operaciones relacionados con la máquina Stacker, que ya se encontraba en uso en la empresa. Además, como esta no es la única máquina Stacker de la empresa se pudo recopilar información del funcionamiento que debe poseer este Stacker. Los pasos de funcionamiento de la máquina Stacker se detallaron de la siguiente manera:

- **Activación del Conveyor:** El proceso se inicia con la activación del conveyor, que sirve como un medio de transporte para las láminas de climatizado que se moverán a través del sistema.
- **Posicionamiento del Stacker:** El Stacker, la máquina clave en este proceso, se posiciona en preparación para recibir las láminas del conveyor.
- **Transferencia de las Láminas al Stacker:** Cuando el conveyor empuja una lámina de climatizado hacia el Stacker, este recoge la lámina y la deposita en su lugar designado, que generalmente es un camión o plataforma de carga.
- **Manejo de Láminas en Ubicaciones Alternas:** En situaciones en las que la lámina de climatizado se encuentra en el lado opuesto al Stacker, se activa un sistema adicional en el conveyor para trasladar la lámina de un lado a otro. Una vez en posición, el Stacker procede a recoger y liberar la lámina en el lugar deseado.

Este proceso de entrevista permitió obtener una comprensión detallada de las operaciones y los desafíos actuales relacionados con la máquina Stacker. Además, proporcionó información valiosa sobre la lógica de funcionamiento de la máquina y las interacciones entre los componentes clave del sistema. Estos conocimientos son

fundamentales para evaluar cómo la automatización mediante la programación del PLC podría mejorar la eficiencia y la seguridad en el proceso de producción.

Mapeo de Procesos:

- **Interacción con HMI:** La máquina Stacker se comunica con dos interfaces de máquina humana (HMI), una por cada línea. Estas interfaces proporcionan información en tiempo real sobre el estado de la máquina, los eventos y las operaciones. Los operadores pueden supervisar y controlar la máquina a través de estas interfaces.
- **Tiempo de Soltado y Retraído:** Se ha observado que el Stacker requiere aproximadamente 2 segundos para soltar una lámina en su ubicación deseada y luego retraerse. Este tiempo es un factor crítico para considerar y así garantizar una secuencia de operaciones fluida.
- **Utilización de la Máquina Previa al Stacker:** La máquina que precede al Stacker, en la línea de producción, puede proporcionar información valiosa sobre la velocidad a la que deberían desplazarse las láminas. Esto se utiliza como referencia para determinar cuándo iniciar el sistema del Stacker para garantizar la sincronización adecuada.

Evaluación de Riesgos de Seguridad: Se evaluarán los aspectos de seguridad en el proceso de producción, identificando cualquier área donde la automatización de la máquina Stacker pueda mejorar la seguridad de los trabajadores. Esto incluirá la identificación de posibles situaciones de riesgo y la implementación de medidas de seguridad adecuadas.

5.2.2 Identificación de Soluciones Potenciales:

En esta fase del proceso de investigación, se procederá a la identificación de soluciones potenciales para mejorar la eficiencia y seguridad en la operación de la máquina Stacker. Basado en el contexto adicional proporcionado, aquí se presenta un ejemplo de cómo se pueden identificar soluciones potenciales:

- **Automatización de la Secuencia de Operación:** Se podría considerar la automatización completa de la secuencia de operación de la máquina Stacker. Esto implicaría que el PLC controle todo el proceso, desde la activación del

conveyor hasta el posicionamiento del Stacker y la liberación de las láminas en su ubicación deseada. La asignación de un número específico de láminas a producir permitiría una programación precisa y la optimización de los tiempos de ciclo.

- **Controles de Seguridad Mejorados:** Se pueden implementar controles de seguridad avanzados para garantizar que los sensores relevantes no se activen simultáneamente, lo que podría representar un riesgo para la seguridad. Además, los botones de emergencia ubicados alrededor de la máquina deben estar conectados al PLC para detener inmediatamente cualquier operación en caso de una situación de emergencia.
- **Diagnóstico de Fallos y Mantenimiento Preventivo:** Se podría desarrollar un sistema de diagnóstico de fallos que permita al PLC verificar el estado de todas las salidas y componentes conectados. Esto facilitaría la detección temprana de problemas y permitiría un mantenimiento preventivo eficiente.

5.3 Fase III: Realizar una simulación del programa del PLC utilizando herramientas y software de simulación, verificando y validando su correcto funcionamiento antes de implementarlo en la máquina Stacker.

En esta etapa de la investigación, se llevará a cabo la simulación del programa del PLC que controlará la máquina Stacker. La simulación es esencial para verificar y validar el correcto funcionamiento del programa antes de su implementación en la máquina Stacker.

5.3.1: Selección de Herramientas de Simulación:

Se identificarán y seleccionarán las herramientas y software de simulación adecuados para el PLC utilizado en la máquina Stacker. Esto podría incluir software de simulación específico proporcionado por el fabricante del PLC. En esta etapa, se ha identificado y seleccionado el software de simulación adecuado para el PLC utilizado en la máquina Stacker. En este caso, se ha optado por el software Allen Bradley 5000, que es compatible con el PLC Allen Bradley y es recomendado por el fabricante. Se utilizará una licencia de prueba para llevar a cabo la simulación. Es importante destacar que, si la empresa decide

implementar el software de forma permanente, deberá adquirir la licencia completa de este software.

La elección de esta herramienta de simulación específica es crucial, ya que garantiza una simulación precisa y realista del programa del PLC antes de su implementación en la máquina Stacker. La licencia de prueba brinda la oportunidad de evaluar la idoneidad del software para los fines de la empresa antes de realizar una inversión completa en una licencia permanente. Este paso demuestra un enfoque proactivo para garantizar la eficacia de la simulación y, en última instancia, la exitosa implementación del programa del PLC en la máquina Stacker. La selección de herramientas adecuadas y la consideración de licencias futuras reflejan una planificación sólida y una gestión eficiente de recursos.

Para crear un nuevo proyecto en Studio 5000 primero se ejecuta el programa:

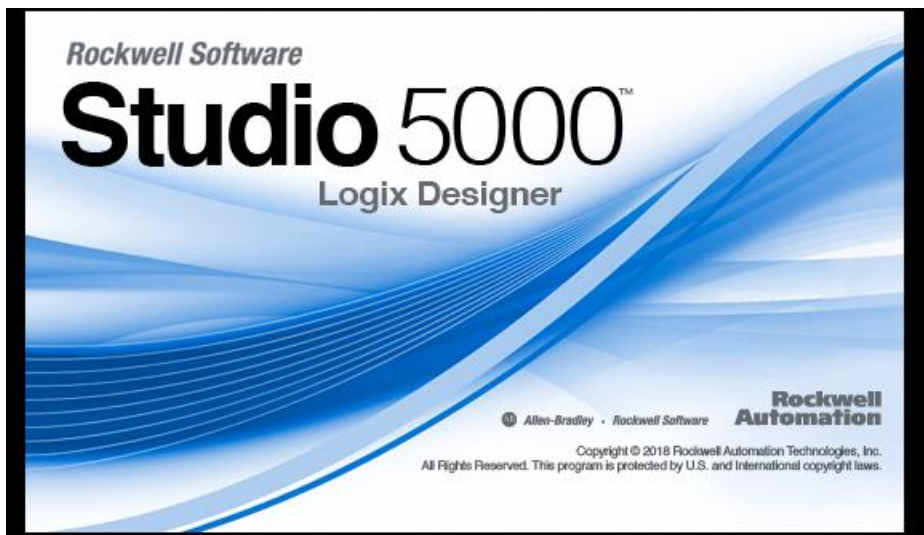


Figura 6 Logo Studio 5000

Fuente: Patiño M (2023)

Luego se procederá en la pestaña de arriba a la izquierda donde se lee la palabra “File” se pulsa click izquierdo, lo cual desplegará una serie de opciones, se pulsará new, o en su defecto se puede hacer uso del comando rápido Ctrl+N.

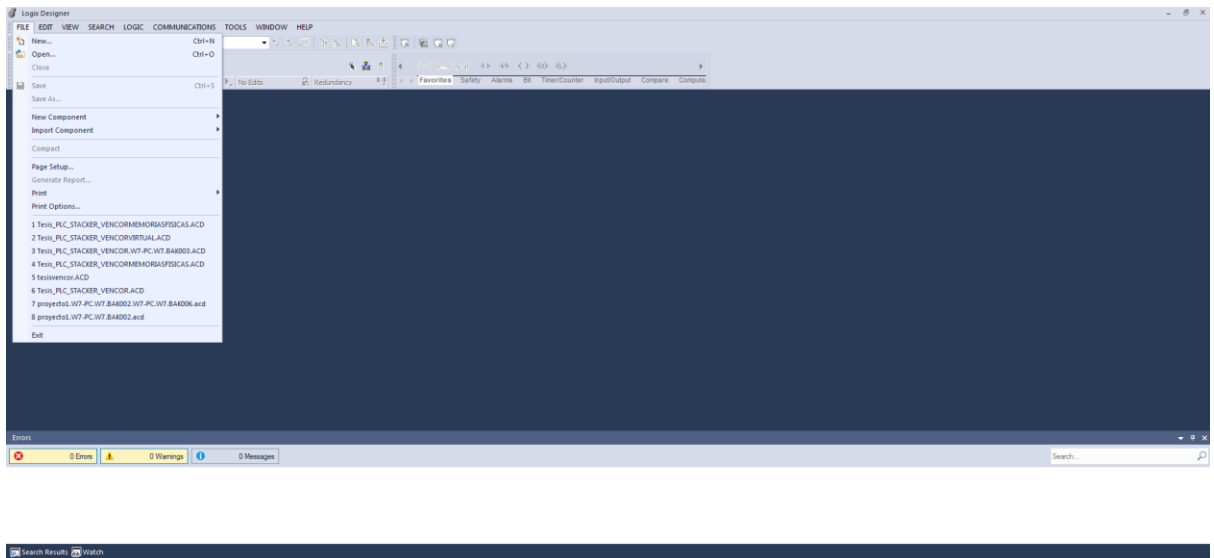


Figura 7 Comando New Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Al ejecutar el comando new se abrirá una pestaña para configurar nuestro nuevo proyecto.

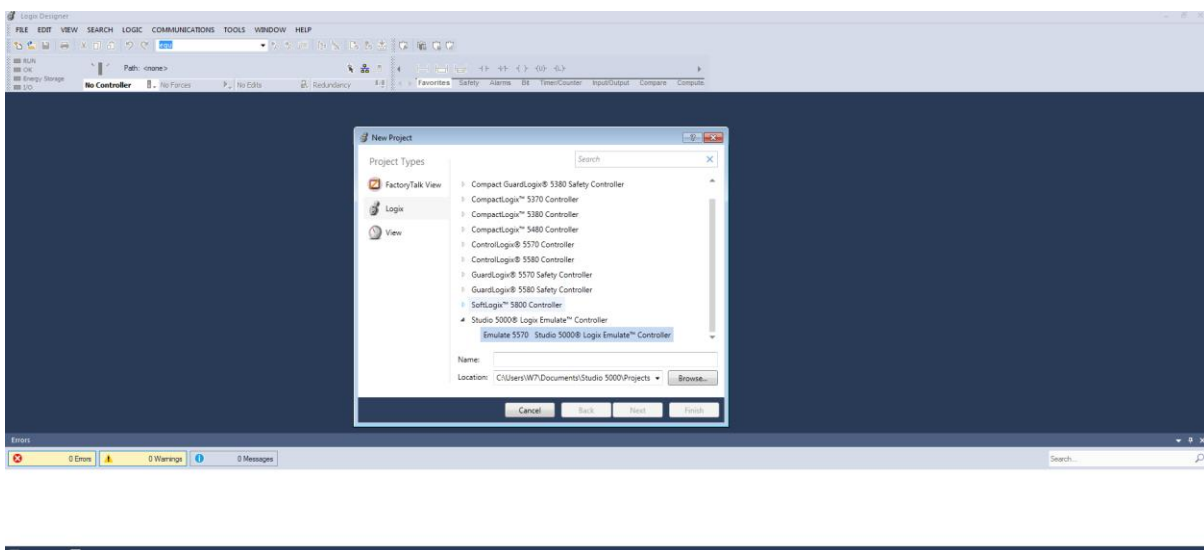


Figura 8 Controller Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Se ha de seleccionar la opción Studio 5000 Logix Emulate Controller, dentro de ella se seleccionará el controlador con nombre emulate 5570 Studio5000. La marca Allen-Bradley de Rockwell Automation no permite la emulación virtual del PLC de interés, se debe simular con el controlador 5570 y luego se ha de migrar el programa elaborado en simulador al PLC que se utilizará en campo

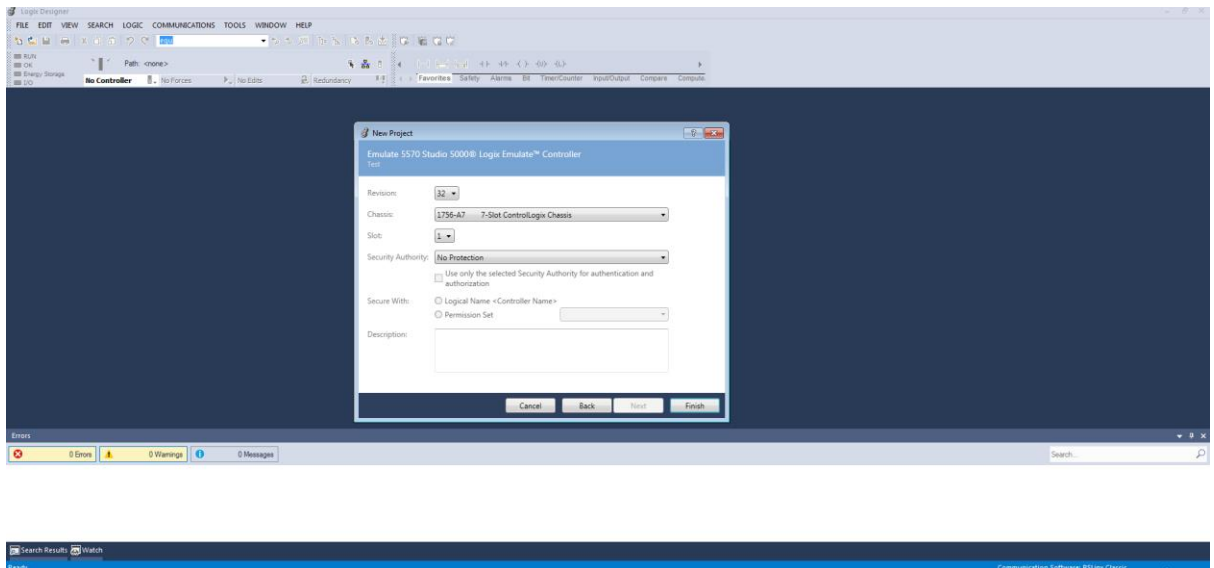


Figura 9 Configurar Controller Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Se selecciona el chasis a utilizar (No obstante, este cambiara cuando se haga la migración del PLC), y el Slot en el que se ubica el PLC además de la versión del software a utilizar.

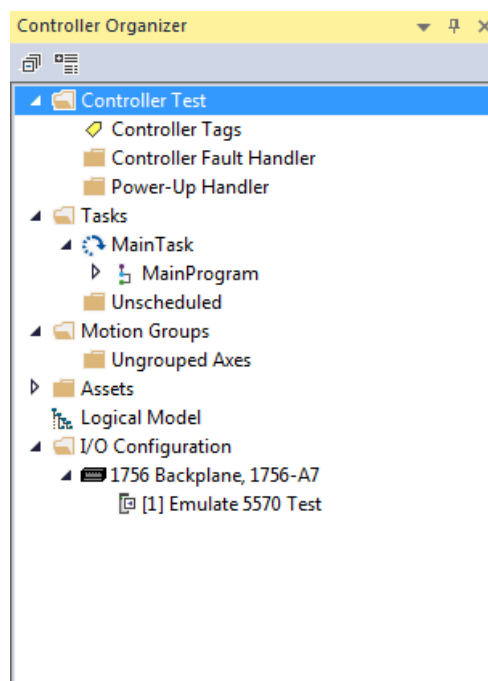


Figura 10 Organizador de controles Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Una vez finalizada la configuración del PLC, se vera de esta forma el organizador de controles.

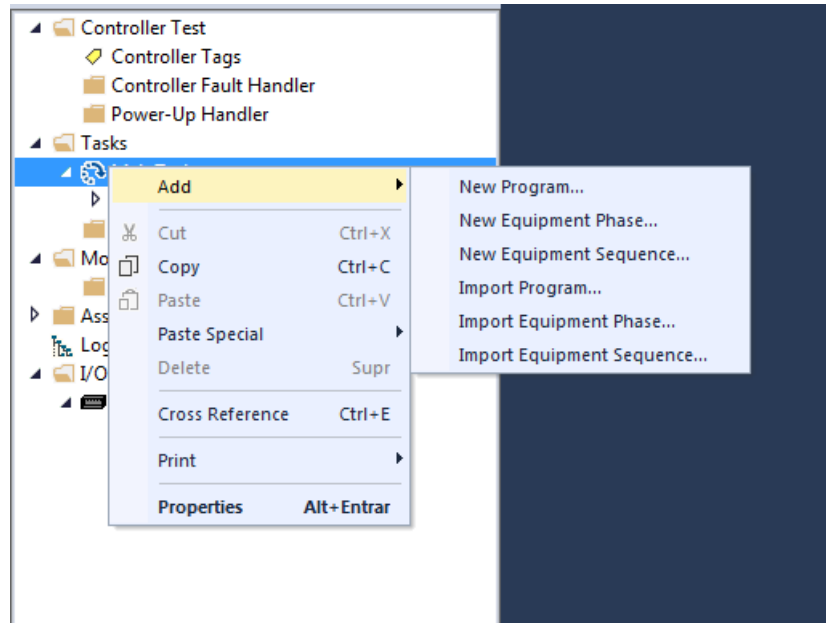


Figura 11 Nuevo programa Studio 5000

Fuente: Patiño M (2023)

Para añadir un nuevo programa basta con darle click derecho a una tarea y seleccionar la opción “New Program”

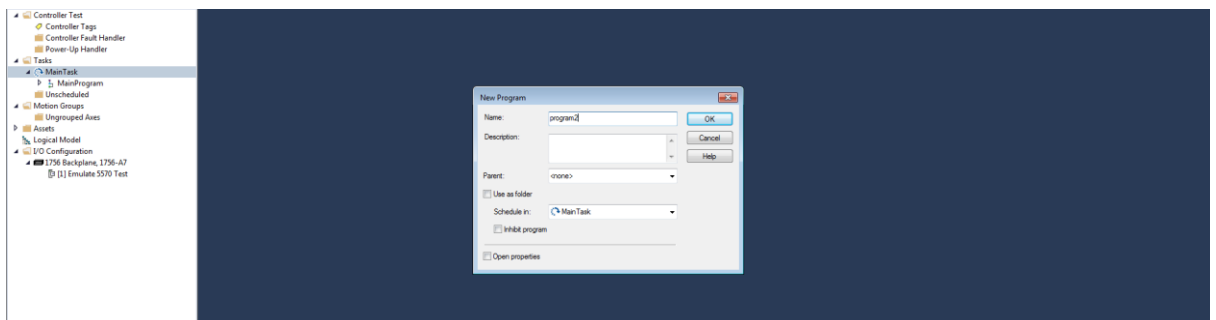


Figura 12 Parámetros nuevo programa Studio 5000

Fuente: Patiño M (2023)

Esto desplegará una pestaña en la que se pide como parámetros, el nombre del programa, descripción si se desea, padre del que hereda el programa, y finalmente en que tarea se va a crear este programa.

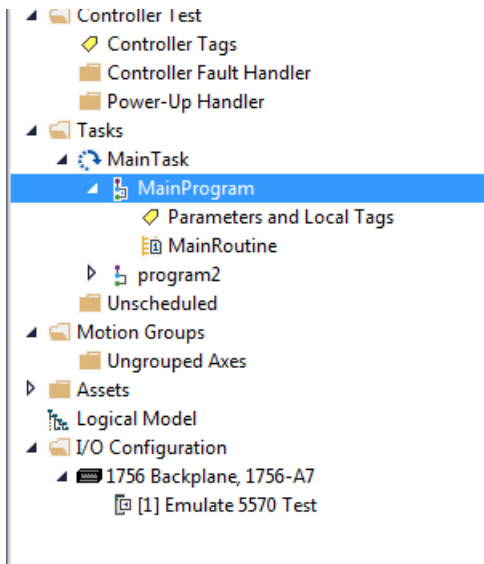


Figura 13 vista actualizada organizador de controles Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Una vez finalizado esto, podemos observar que ahora poseemos un segundo programa, cada programa posee sus propios parámetros y tags locales, además de una MainRoutine.

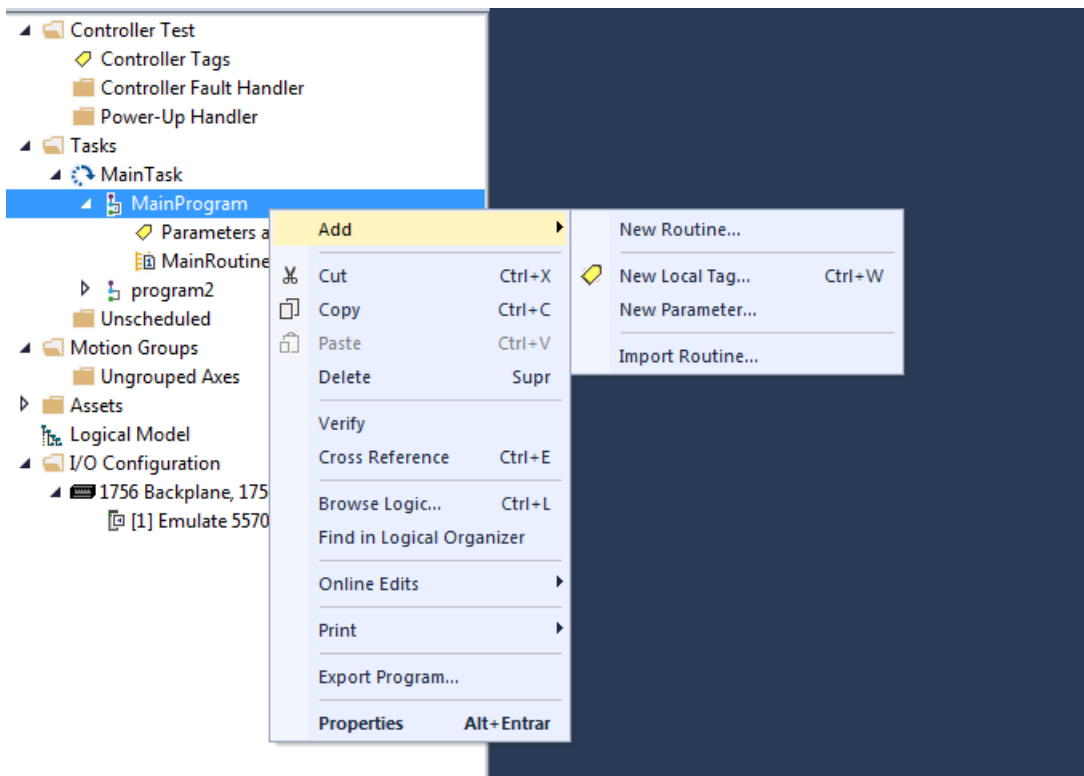


Figura 14 Añadir Nueva Rutina Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Para crear una nueva rutina los pasos son parecidos, se hace click derecho en un programa, se coloca el mouse encima de “Add” y se hará click izquierdo en “New Routine”.

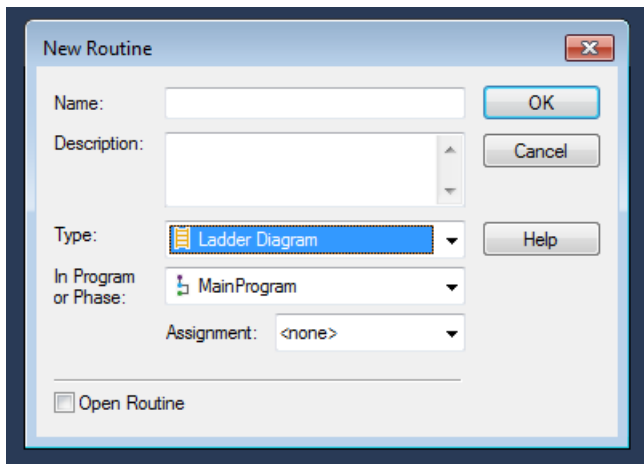


Figura 15 Parámetros Nueva Rutina Studio 5000

Fuente: Patiño M (2023)

Al hacer click en “New Routine” se desplegará una pestaña, en la cual tiene como parámetros, “name” como el nombre que recibirá esta rutina, descripción la cual es opcional, “type” que será el tipo de lenguaje de programación, y por último el programa donde se encontrará esta rutina.

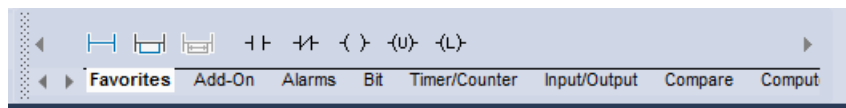


Figura 16 Barra de Herramientas Studio 5000

Fuente: Patiño M (2023)

Una vez dentro de una rutina, en la parte de arriba del programa se encontrarán una serie de herramientas de mucha utilidad, allí se encuentran los accesos rápidos a las bobinas, comparadores, temporizadores, contadores, operaciones aritméticas y entre muchas otras opciones más.

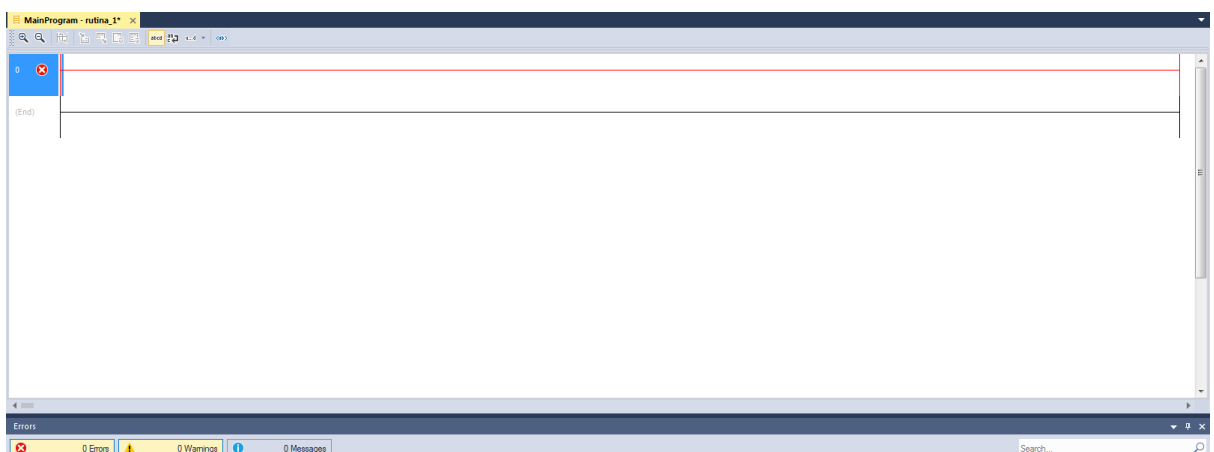


Figura 17 Vista Rutina Studio 5000

Fuente: Patiño M (2023)

Además, en la rutina que se acaba de crear se puede observar la línea 0 donde empezaremos a colocar lo necesario para crear una rutina, Para añadir más líneas basta con pulsar la tecla rápida Ctrl+R o hacer click derecho y añadir un nuevo “Rung”.

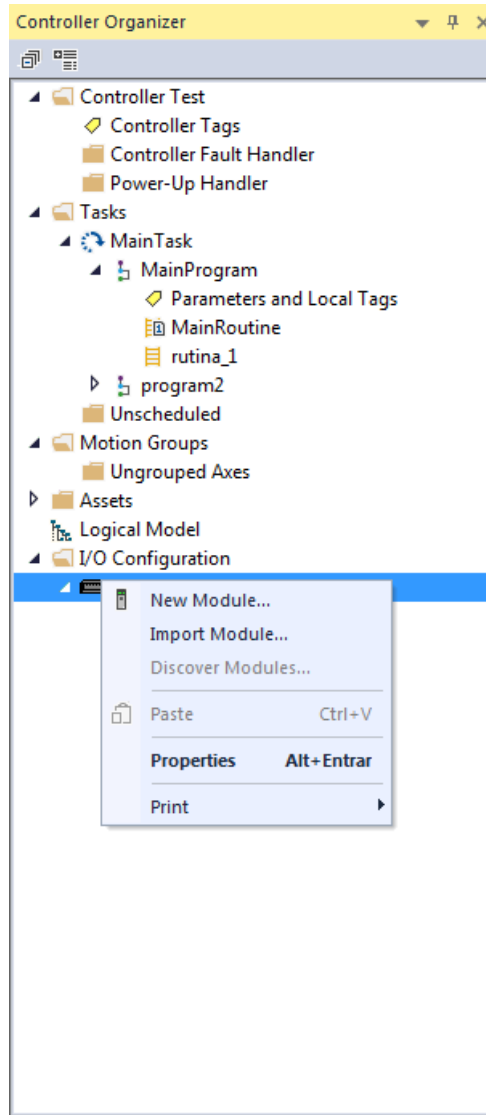


Figura 18 Nuevo Módulo Studio 5000

Fuente: Patiño M (2023)

Para introducir un nuevo módulo al programa basta con hacer click derecho en el “Backplane” y seleccionar la opción “New Module”.

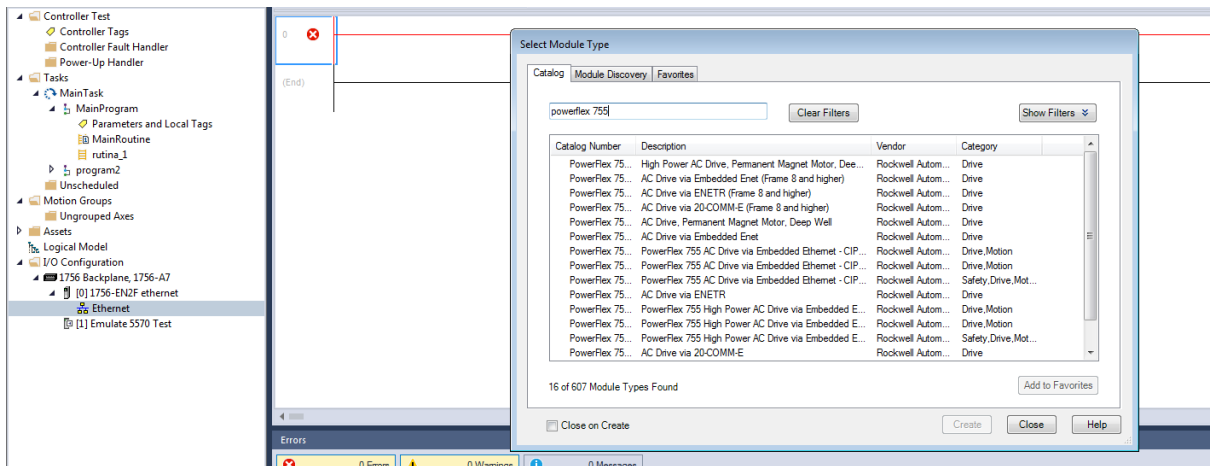


Figura 19 Catalogo de Módulos Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Se abrirá un catálogo y se hará una selección del módulo que se desea agregar, en este caso ya se agregó un módulo ethernet y dentro del módulo ethernet se conectará un módulo VFD powerflex.

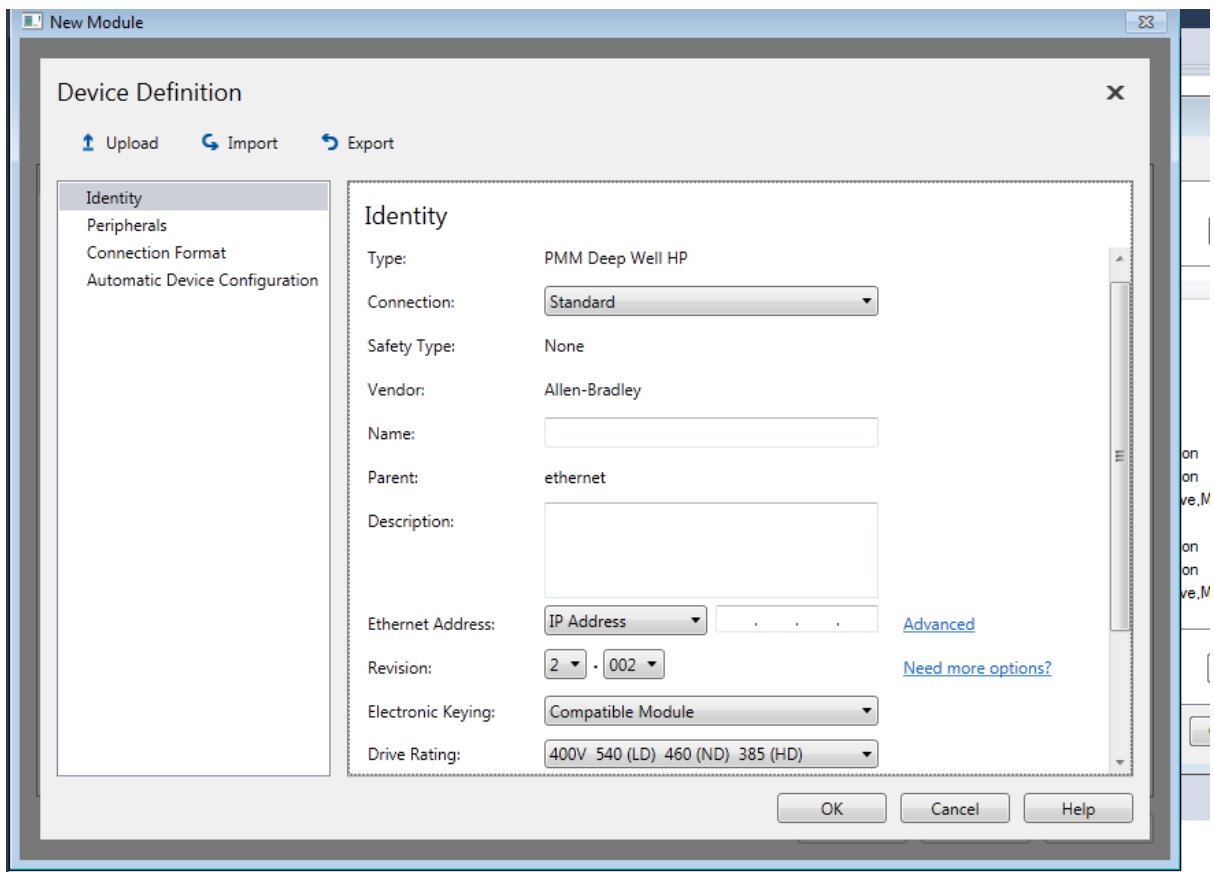


Figura 20 Parámetros Módulo VFD Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Una vez seleccionado el módulo VFD se abrirá una serie de opciones configurables, para seleccionar el VFD tal y como se tiene en físico o se planea usar en físico.

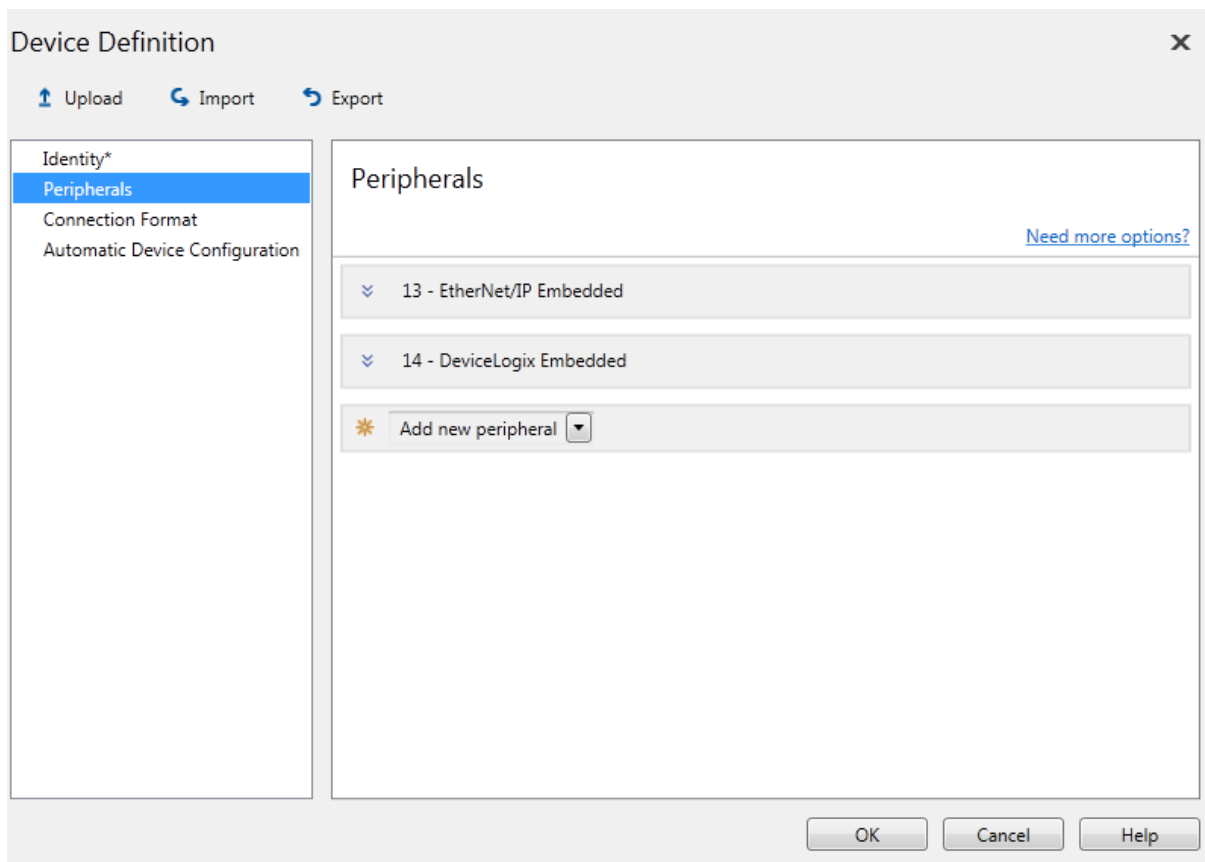


Figura 21 Periféricos Módulo VFD Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

En la pestaña de periféricos se pueden añadir los periféricos adicionales si este lo requiere.

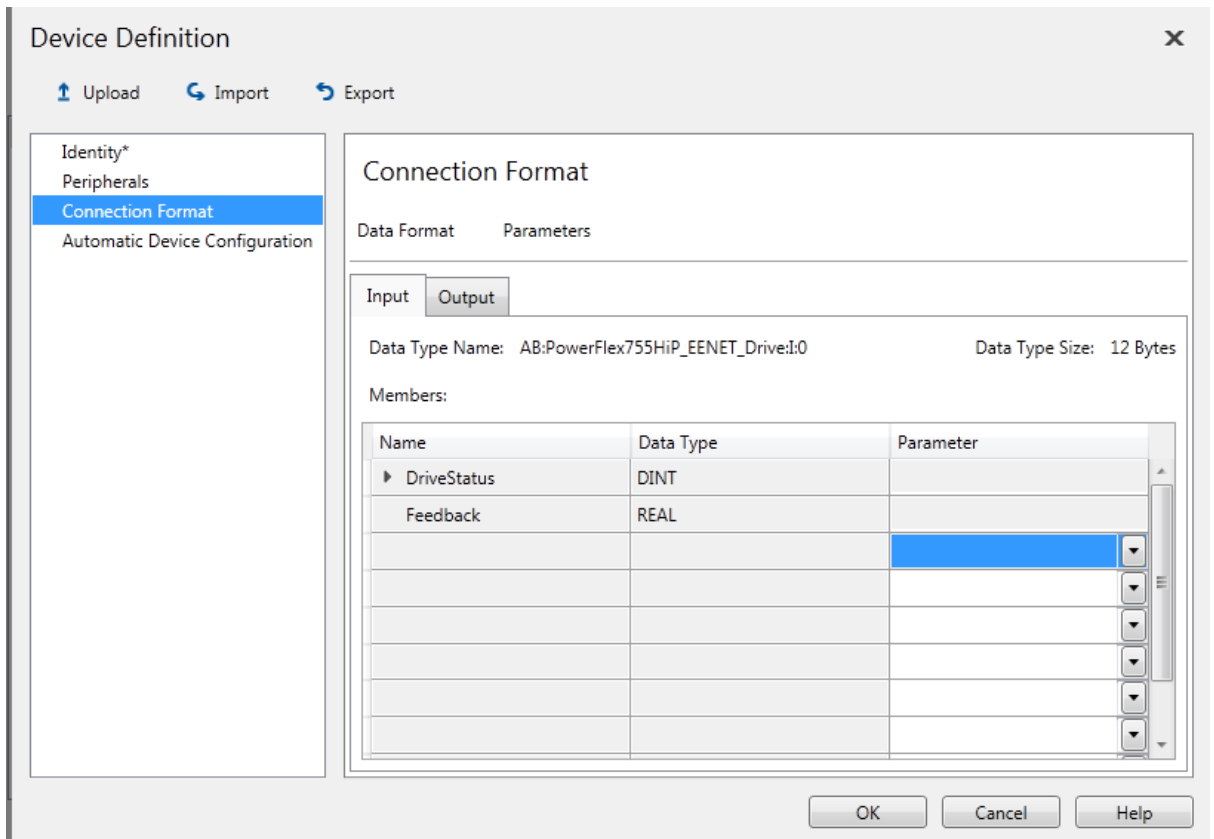


Figura 22 Formato de conexión VFD Studio 5000

Fuente: Patiño M (2023)

En el formato de conexión podemos observar los comandos que trae por defecto y si se quiere adicionar alguno que sea de utilidad.


| | | | | | |
|-----|--|----------|--|----|----------------|
| 545 | Spd Ref A Sel | Default: | 871 | RW | 32-bit Integer |
| 550 | Spd Ref B Sel | Min/Max: | 551 0 / 159999 | | |
| |  Speed Reference A, B Select Selects the source for speed references while in "Auto" (typical) mode. When the drive is in "Manual" mode, these sources are overridden (see P327). [Spd Ref A Sel] is the drive's main speed reference. [Spd Ref B Sel] is an alternate speed reference. Selecting between Reference A and Reference B is controlled by a digital input function (see parameters 173...175 [DI Speed Sel n]) or by Logic Command bits 12...14 (sent over a communication network). When the speed reference is from a communication network, set this parameter to Port 0 and select parameter 874...877 [Port n Reference] as appropriate. If the speed reference is from an encoder, set this parameter to Port 0 and select parameter 134 [Aux Vel Feedback]. Configure parameter 132 [Aux Vel Fdbk Sel] to the appropriate encoder. To access these parameters, set P301 [Access Level] to option 2 "Expert." | | | | |
| 546 | Spd Ref A Stpt | Units: | Hz | RW | Real |
| 551 | Spd Ref B Stpt | Default: | RPM 0.0000 Hz | | |
| | Speed Reference A, B Setpoint A constant speed value (similar to a preset speed) to be used as a possible source for P545 and P550. | Min/Max: | $-\text{/+P27}$ [Motor NP Hertz] x 8 $-\text{/+P28}$ [Motor NP RPM] x 8 | | |

Figura 23 Logo Studio 5000

Fuente: (AllenBradley, pág. 109)

Por ejemplo, es de utilidad el comando "Spd Ref A Stpt", ya que nos permite controlar el Set de la velocidad del motor.

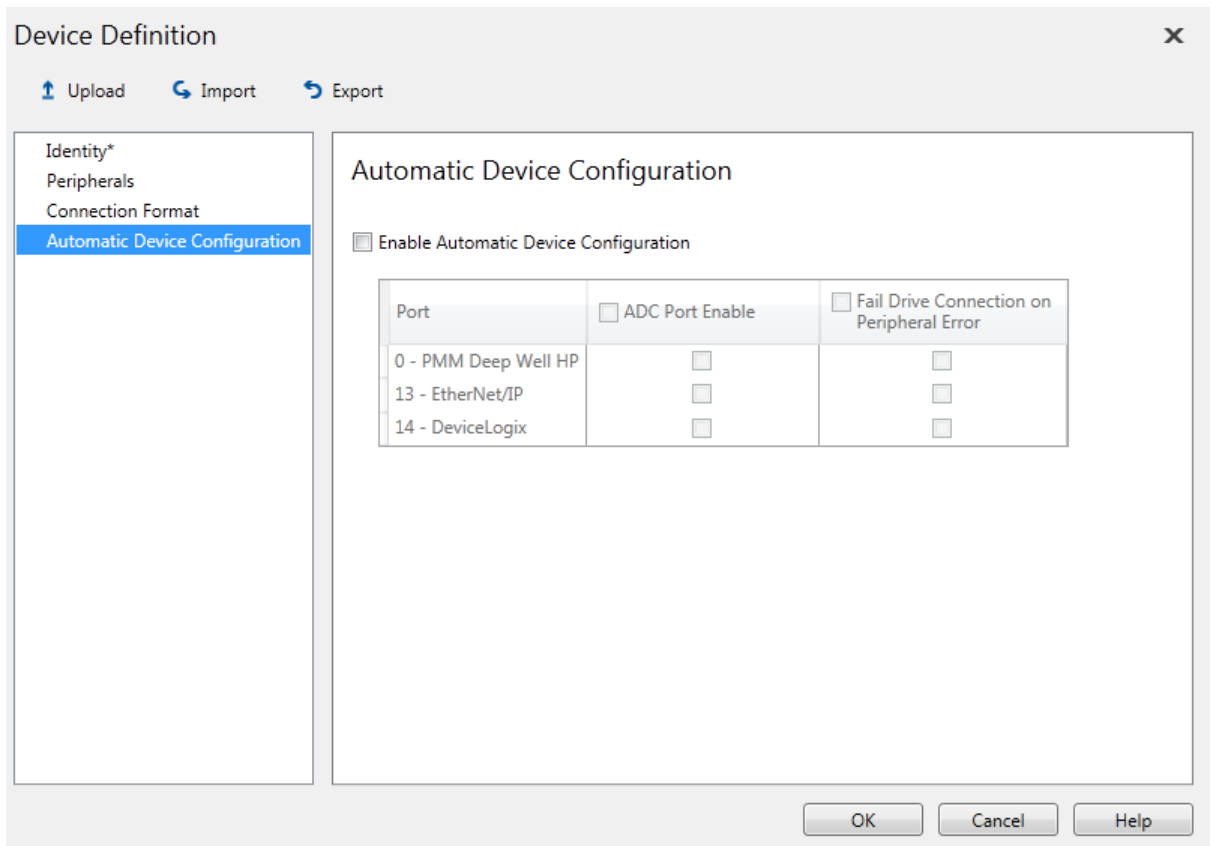


Figura 24 Definición de dispositivos VFD Studio 5000

Fuente: Patiño M (2023)

Por ultimo La configuración automática de dispositivos si así lo deseamos.

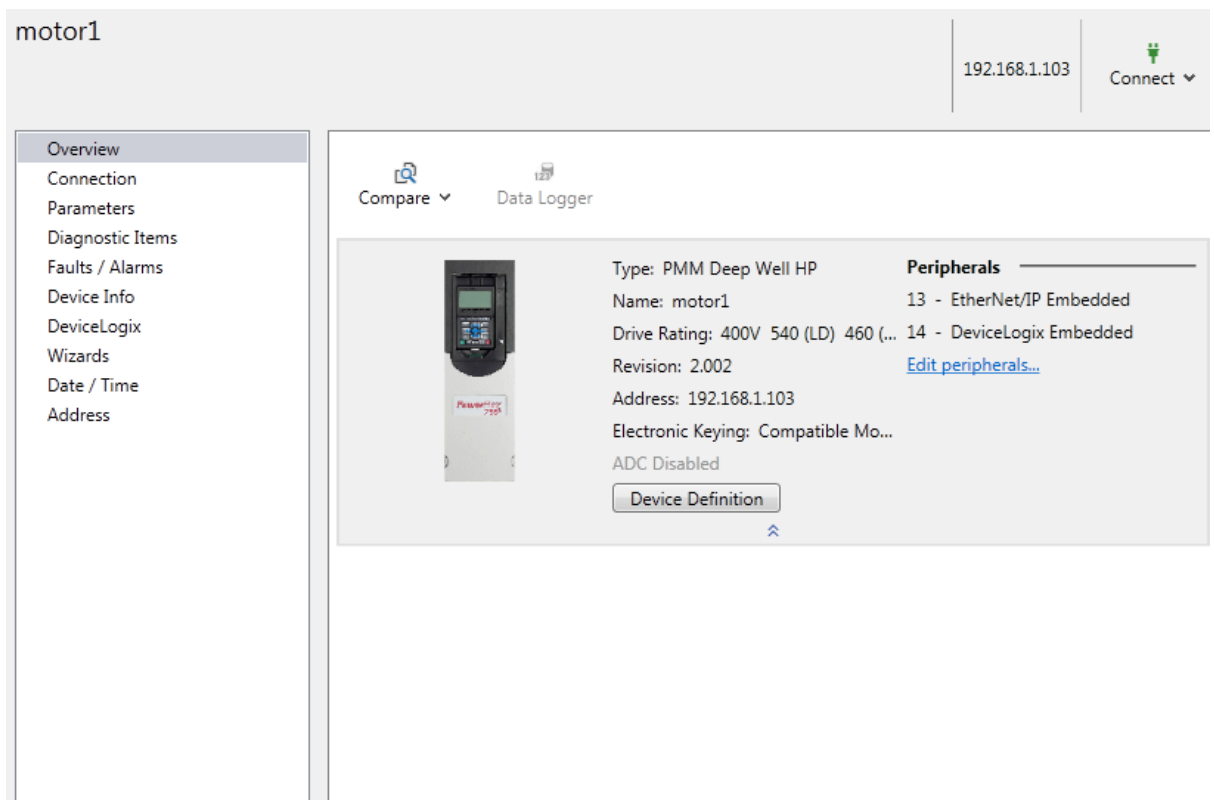


Figura 25 Vista Informativa VFD Studio 5000

Fuente: Patiño M (2023)

Una vez configurados los parámetros del motor se abrirá una pestaña mostrando los parámetros seleccionados, y mostrando una serie de pestañas informativas, de las cuales nos interesan los parámetros para sus últimas modificaciones.

motor1 192.168.1.103 Connect

Overview
Connection
Parameters
Diagnostic Items
Faults / Alarms
Device Info
DeviceLogix
Wizards
Date / Time
Address

Parameters

All Ports Show Non-Defaults

Filter Value Reset Defaults

| Port # | Name | Value | Units | Internal Value | Default |
|--------|------------------|-------|-------|----------------|---------|
| 0 1 | Output Frequency | 0.00 | Hz | 0.00 | |
| 0 2 | Commanded SpdRef | 0.00 | | 0.00 | |
| 0 3 | Mtr Vel Fdbk | 0.00 | | 0.00 | |
| 0 4 | Commanded Trq | 0.00 | % | 0.00 | |
| 0 5 | Torque Cur Fdbk | 0.00 | Amps | 0.00 | |
| 0 6 | Flux Cur Fdbk | 0.00 | Amps | 0.00 | |
| 0 7 | Output Current | 0.00 | Amps | 0.00 | |
| 0 8 | Output Voltage | 0.00 | VAC | 0.00 | |
| 0 9 | Output Power | 0.00 | kW | 0.00 | |
| 0 10 | Output Powr Fctr | 0.00 | | 0.00 | |
| 0 11 | DC Bus Volts | 0.00 | VDC | 0.00 | |

Creation in progress Create Cancel Help

Figura 26 Parámetros configurables VFD Studio 5000

Fuente: Patiño M (2023)

En parámetros podremos configurar los valores de los parámetros del motor.

| File | Group | No. | Display Name Full Name Description | Values | | Read-Write | Data Type |
|---------|--------|-----|--|-----------|--|------------|-----------|
| | | | | Units: | | | |
| CONTROL | Limits | 520 | Max Fwd Speed Maximum Forward Speed Sets the forward speed high limit. Refer to P524 [Overspeed Limit]. | Hz RPM | Default: P27 [Motor NP Hertz] P28 [Motor NP RPM] Min/Max: Based on [Motor NP Hertz]/[Motor NP RPM] and Voltage Class / [Motor NP Hertz] x 16.00 Based on [Motor NP Hertz]/[Motor NP RPM] and Voltage Class / [Motor NP RPM] x 16.00 | RW | Real |
| | | 521 | Max Rev Speed Maximum Reverse Speed Sets the reverse speed high limit. Refer to P524 [Overspeed Limit]. | Hz RPM | Default: P27 [Motor NP Hertz] x -1.00 P28 [Motor NP RPM] x -1.00 Min/Max: [Motor NP Hertz] x -16.00 / 0.00 [Motor NP RPM] x -16.00 / 0.00 | RW | Real |
| | | 522 | Min Fwd Speed Minimum Forward Speed Sets the low limit for speed reference after scaling is applied. Refer to P524 [Overspeed Limit]. | Hz RPM | Default: 0.00 Min/Max: 0.00 / [Motor NP Hertz] x 16.00 0.00 / [Motor NP RPM] x 16.00 | RW | Real |
| | | 523 | Min Rev Speed Minimum Reverse Speed Sets the low limit for speed reference after scaling is applied. Refer to P524 [Overspeed Limit]. | Hz RPM | Default: 0.00 Min/Max: [Motor NP Hertz] x -16.00 / 0.00 [Motor NP RPM] x -16.00 / 0.00 | RW | Real |

Figura 27 Logo Studio 5000
Fuente: (AllenBradley, pág. 107)

Entre los cuales se puede observar que se encuentran la velocidad máxima y mínima de este.

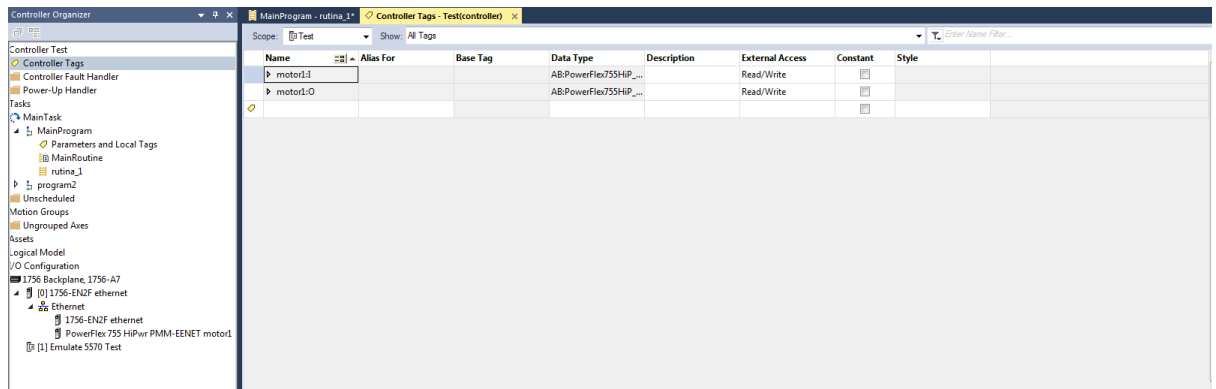


Figura 28 Tags Consumidos VFD Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Una vez creado nuestro módulo, se crearán 2 nuevos tags en la pestaña de “Controller Tags”, Una para los tags de entrada al motor y otro para las salidas producidas por este.

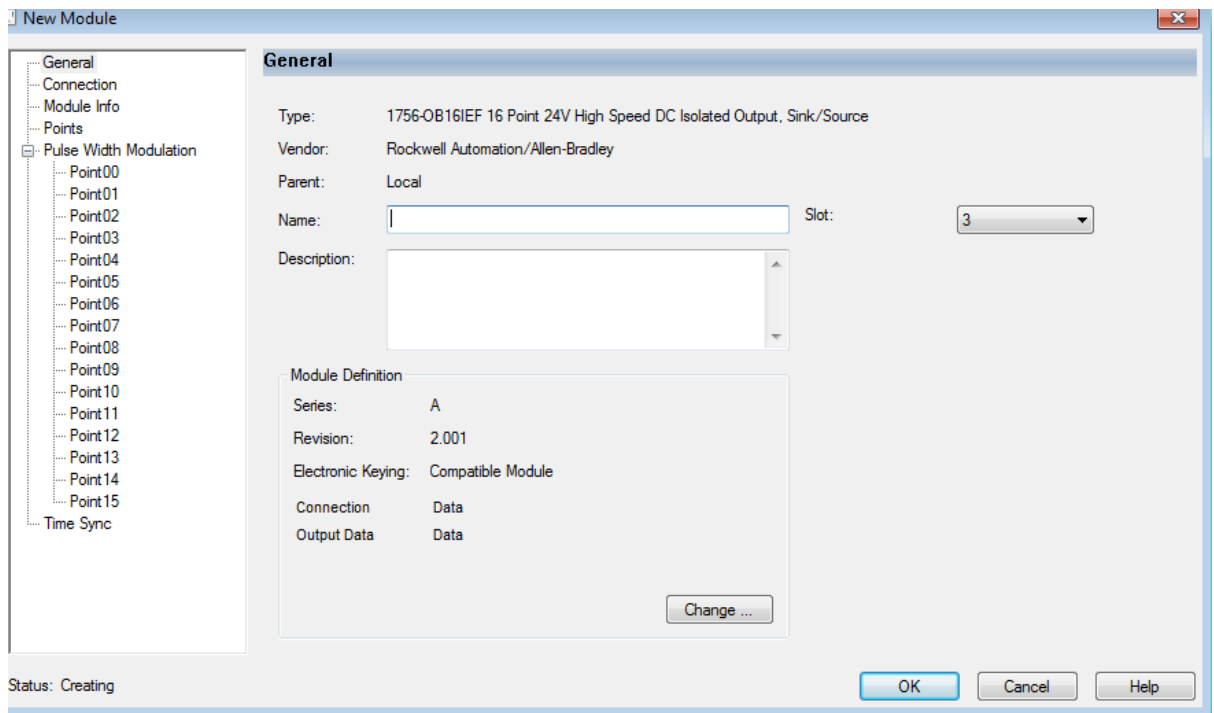


Figura 29 Módulo en Backplane Studio 5000

Fuente: Patiño M (2023)

Si se desea crear un módulo que se encuentre en el backplane por ejemplo uno de entradas y salidas basta con hacer el mismo procedimiento, pero click derecho en el backplane en vez del módulo ethernet, se pedirá como parámetro el nombre, descripción y slot en el que se encontrara el módulo.



Figura 30 Bloques de Funciones Studio 5000

Fuente: Patiño M (2023)

Algunos bloques de función importantes de resaltar son:

- JSR: jump to subroutine utilizado para habilitar una subrutina.
- TON: Timer On Delay utilizado como temporizador.
- CTU: Counter Up utilizado para contar iteraciones.
- EQU: Equal utilizado para comparar Datos
- MOV: utilizado para mover datos a direcciones de memoria

5.3.2 Configuración de la Simulación:

Se configurará el entorno de simulación para que refleje las condiciones de operación de la máquina Stacker. En esta etapa, se procederá a la ejecución de la simulación del programa del PLC, considerando una variedad de escenarios y condiciones de funcionamiento. El objetivo es probar exhaustivamente el programa en situaciones realistas

antes de su implementación en la máquina Stacker. Para ilustrar este proceso, nos enfocaremos en la explicación de uno de los programas, ya que ambos (Stacker 1 / Conveyor 1 y Stacker 2 / Conveyor 2) son espejos en su funcionamiento. El programa de Stacker 1 / Conveyor 1 se divide en 5 subprogramas:

Rutina Principal: Esta rutina Activa las Siguiete Subrutinas se podría considerar una rutina intermedia

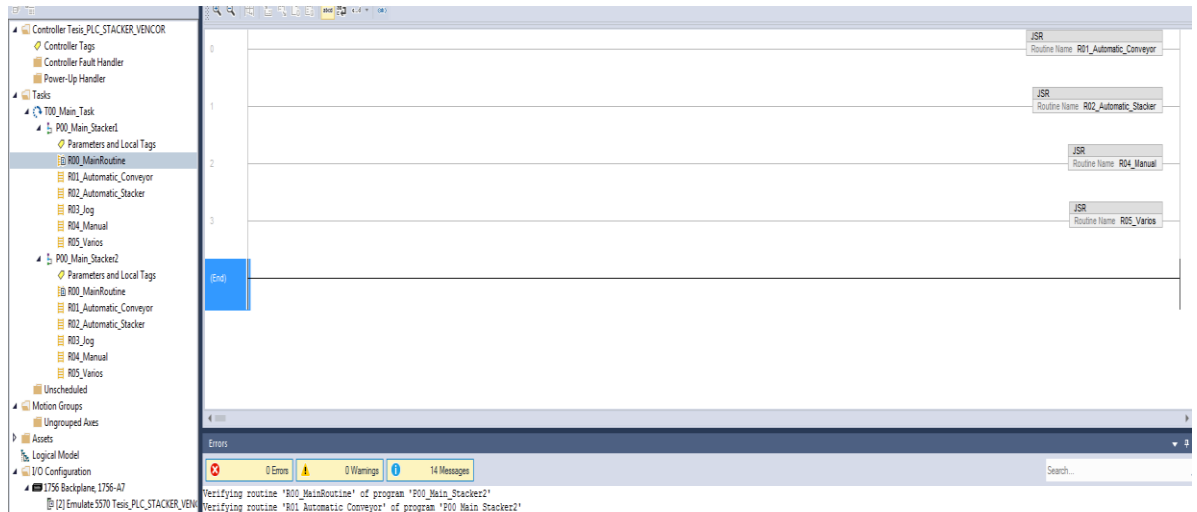


Figura 31 Rutina Main Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Rutina Automática del Conveyor: Esta rutina se encarga de la operación automática del conveyor que transporta las láminas hacia el Stacker. Controla la velocidad, la activación y la desactivación del conveyor.

Su diagrama de flujo seria:

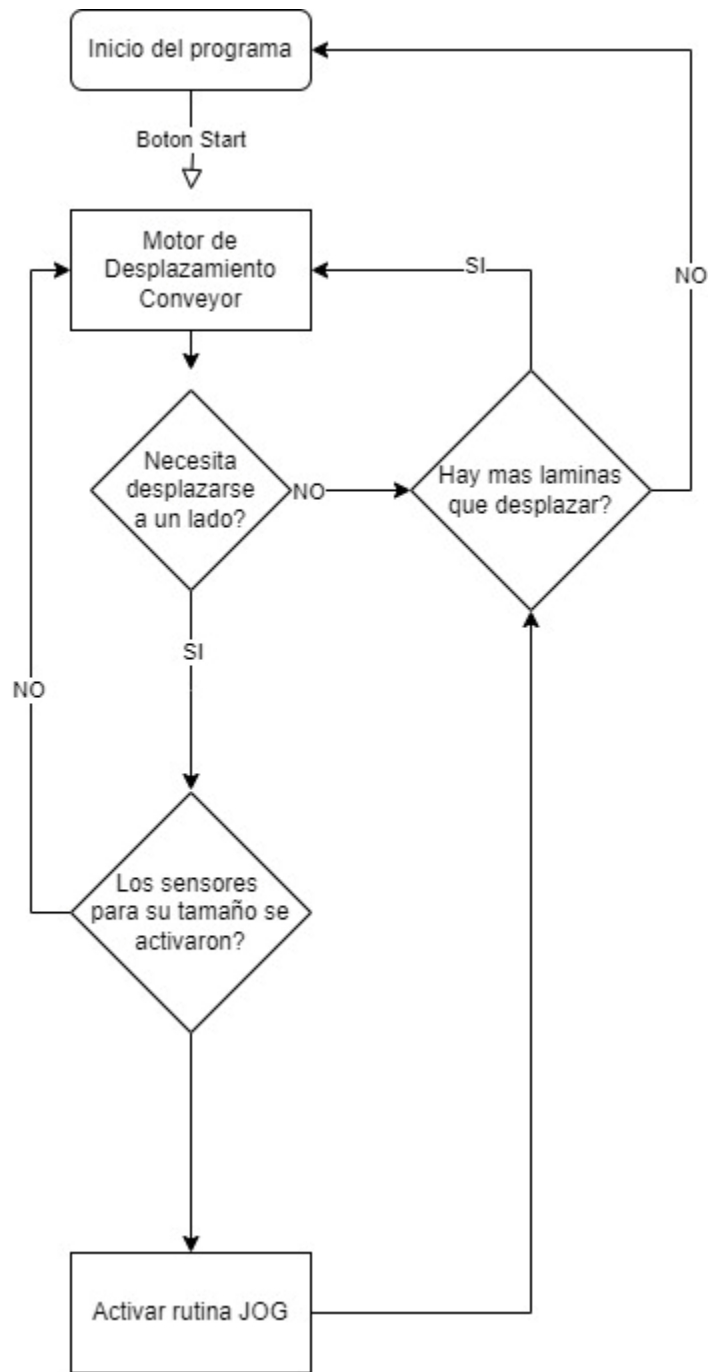


Figura 32 Diagrama de flujo rutina Conveyor
Fuente: Patiño M (2023)

En caso de que se quisiera levantar el conveyor para descartar producto tendríamos el siguiente diagrama de flujo:

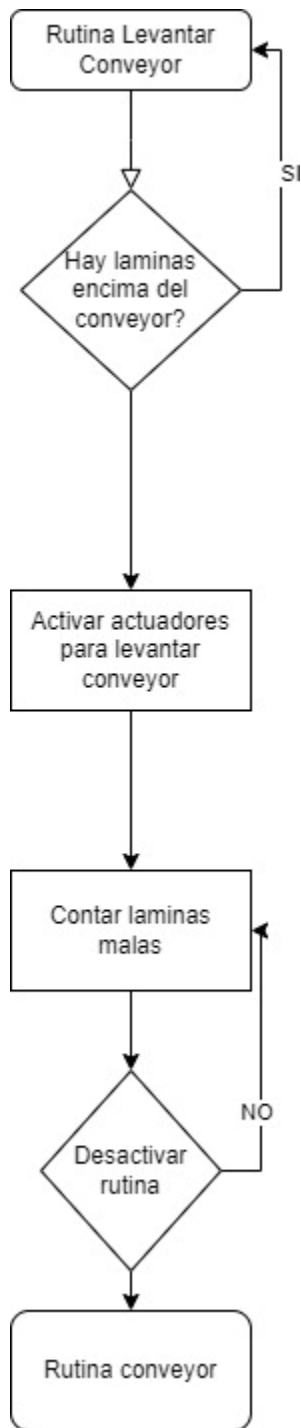


Figura 33 Diagrama de flujo levantar Conveyor

Fuente: Patiño M (2023)

Una vez realizada la programación para esta rutina se procederá a explicar el programa Línea por Línea.

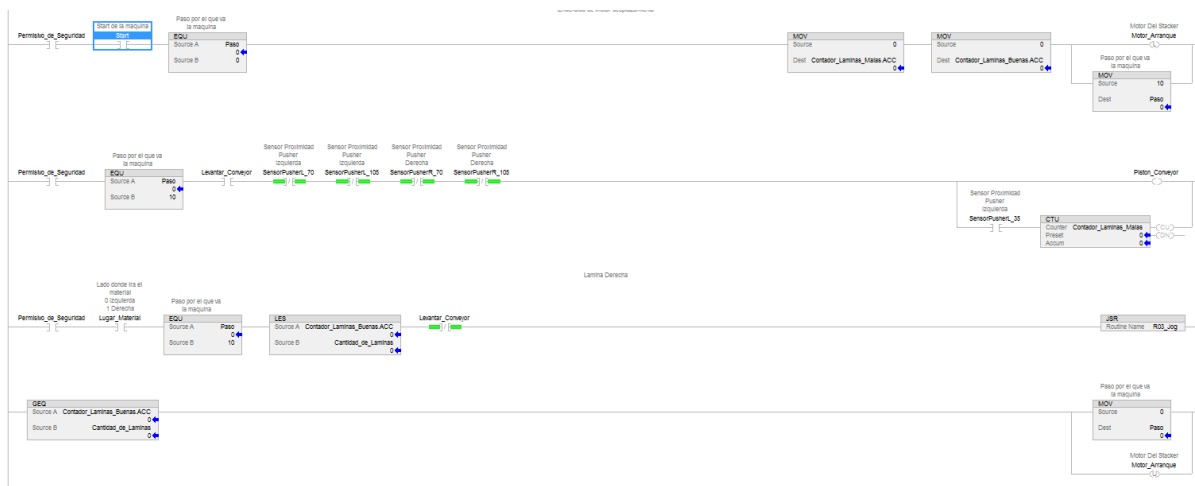


Figura 34 Rutina Conveyor Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Primero es de hacer notar como todas las líneas poseen sus respectivos permisos de seguridad para parar todo proceso de ser necesario.

- Línea 1: Se espera la activación del botón Start para reiniciar los contadores, activar el motor de arranque y mover la dirección de memoria para el siguiente paso.
- Línea 2: Si se activa el botón para levantar el conveyor se verificará que no posea láminas encima de ella, luego se procederá a levantar el conveyor y contar las láminas que pasan por ella.
- Línea 3: Se verifica el lugar en el que se posiciona la lámina si es necesario mover la lámina con el Jog se activara esta subrutina.
- Línea 4: Si la cantidad de láminas buenas es igual a la cantidad de láminas que se desean producir entonces detiene el motor del conveyor.

Rutina Automática del Jog: La rutina Jog se activa cuando es necesario un cambio de posición en la lámina del conveyor, A continuación, se mostrará su respectivo diagrama de flujo:



Figura 35 Diagrama de flujo rutina Jog
Fuente: Patiño M (2023)

Usando este diagrama de flujo como base se empezó a programar la rutina quedando de la siguiente manera:

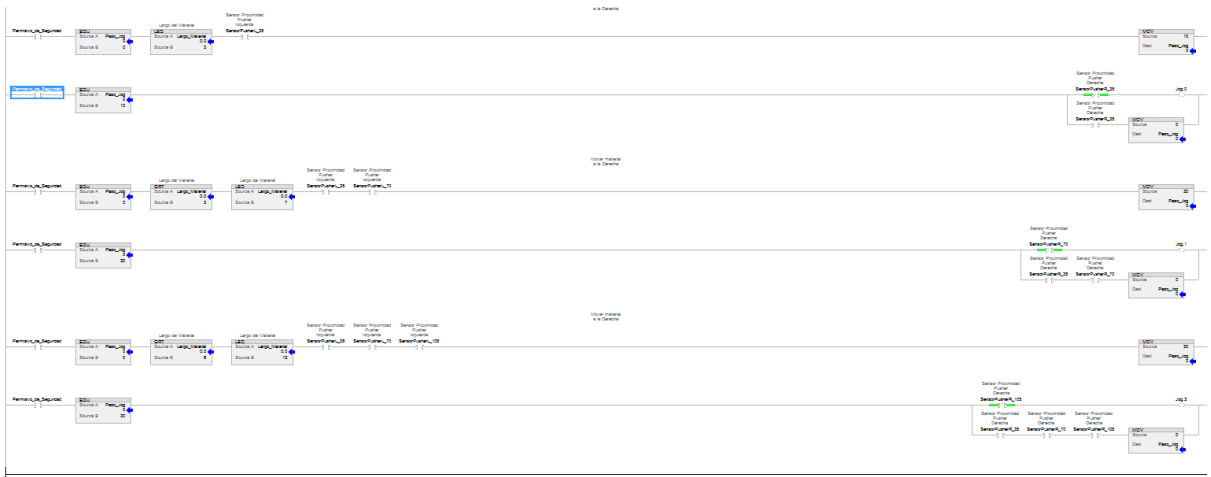


Figura 36 Rutina JOG Studio 5000

Fuente: Patiño M (2023)

Para entender mejor se procederá a explicar el programa:

- Línea 1: Si la lámina mide menos o igual de 3m y se activa el sensor posicionado en 3.5 m pasa a la Línea2.
- Línea 2: Se activa el JOG y no se desactivará hasta que los sensores opuestos detecten la lámina.
- Línea 3: Si la lámina mide menos o igual de 6m y se activa el sensor posicionado en 3.5 m y 7m pasa a la Línea4.
- Línea 4: Se activa el JOG y no se desactivará hasta que los sensores opuestos detecten la lámina.
- Línea 5: Si la lámina mide menos o igual de 6m y se activa el sensor posicionado en 7 m y 10.5m pasa a la Línea5.
- Línea 6: Se activa el JOG y no se desactivará hasta que los sensores opuestos detecten la lámina.

Rutina Automática del Stacker: Esta rutina automatizada controla el Stacker y su posición para recibir las láminas del conveyor y colocarlas en el camión. Esto incluye el proceso de soltar y retraer el Stacker. Para un mejor estudio se elaboro el diagrama de flujo:

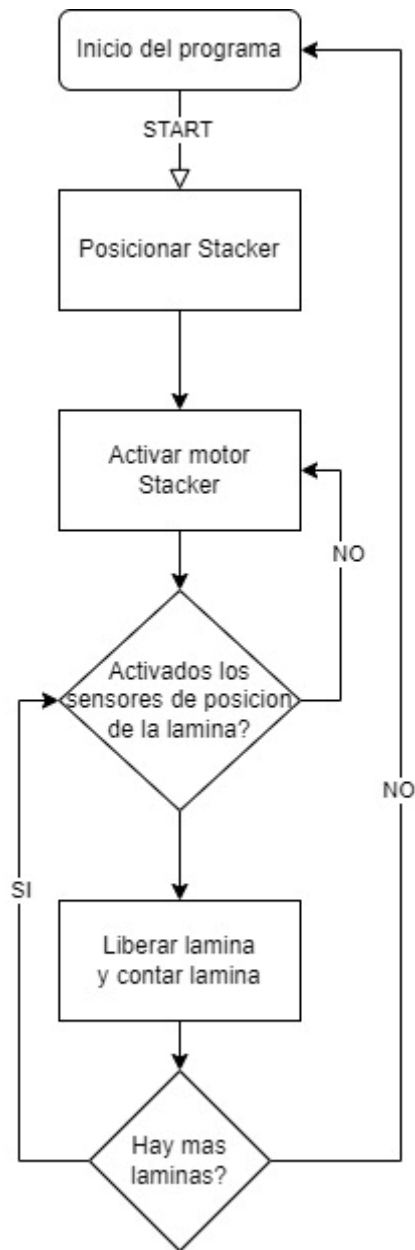


Figura 37 Diagrama de flujo Stacker

Fuente: Patiño M (2023)

Una vez realizado el diagrama de flujo se continua a plasmar en el programa:

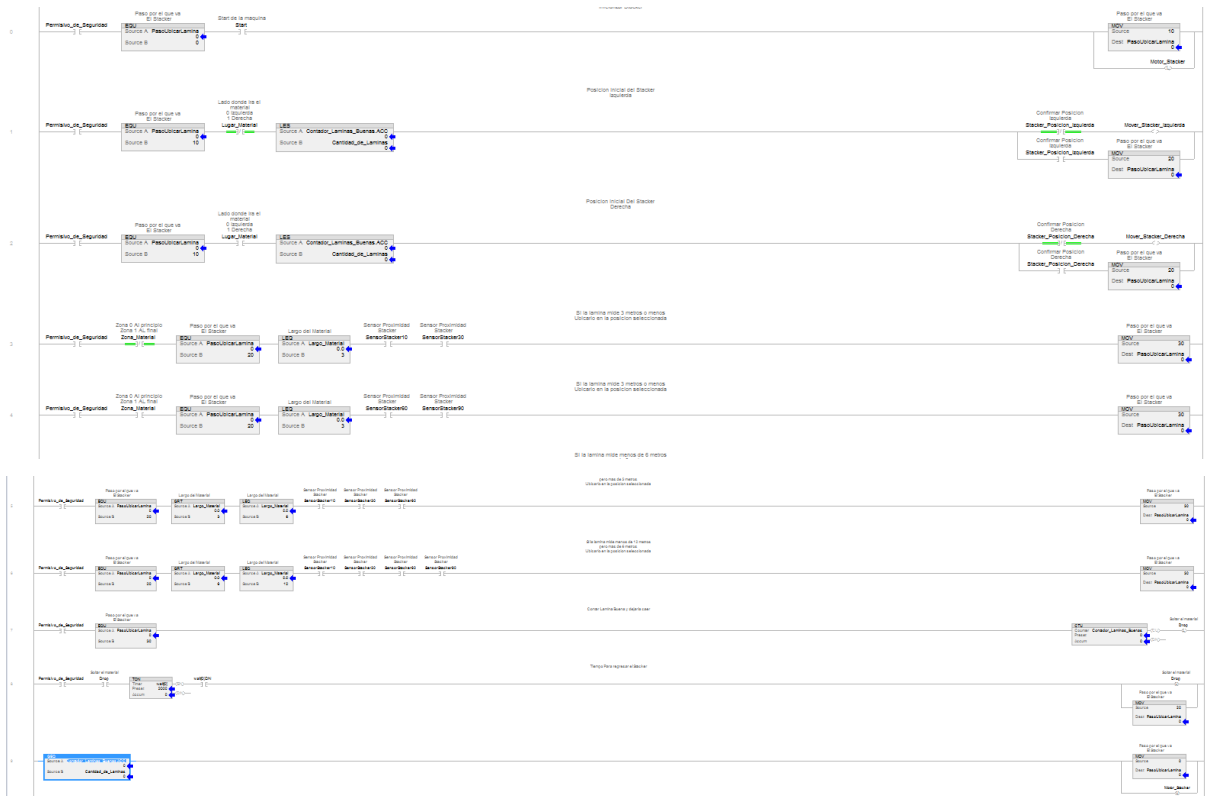


Figura 38 Rutina Stacker Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

A continuación, se describirá la rutina:

- Línea 1: Cuando se active el botón Start empieza la rutina, se activa el motor del Stacker y mueve la dirección de memoria al siguiente paso.
- Línea 2 y Línea 3: Estas líneas son las encargadas de posicionar el Stacker, activan el motor para ubicarlo de ser necesario, y pasa a la siguiente dirección de memoria.
- Línea 4 y 5: Ya que las láminas de 3 metros o menos se pueden ubicar en 2 posiciones distintas, estas líneas son encargadas de posicionarla, luego de que los sensores correspondientes se activen pasará a la siguiente dirección de memoria.
- Línea 6: Si la lámina esta entre 3 y 6 metros, esta esperara hasta que active los sensores pertinentes y pasará a la siguiente dirección de memoria.
- Línea 7: Si la lámina esta entre 6 y 9 metros, esta esperara hasta que active los sensores pertinentes y pasará a la siguiente dirección de memoria.

- Línea 8: Si la lámina está posicionada en su lugar correspondientes se activara los actuadores para liberar la lámina y dejarla caer en el camión, además contara la lámina como buena.
- Línea 9: Una vez que se detecte que se activaron los actuadores para liberar la lámina se esperara 2s y se retraerán estos, por último, se moverá la dirección de memoria para reiniciar el ciclo.
- Línea 10: Si la cantidad de láminas buenas es igual a la cantidad de láminas a producir se apagará el motor del Stacker y se reiniciará el ciclo.

Rutina Manual y Activaciones de Salidas: Esta rutina permite la operación manual de la máquina, generalmente a través de interfaces HMI. También gestiona la activación de salidas específicas según sea necesario. Esta parte del Programa se realizará en fase 4 ya que hay que ingresar las memorias físicas.

Además de estas rutinas, se incorpora una rutina de “varios” en la cual se gestionan permisos de seguridad, reinicio de la máquina y otras consideraciones importantes para garantizar la seguridad y el funcionamiento correcto.

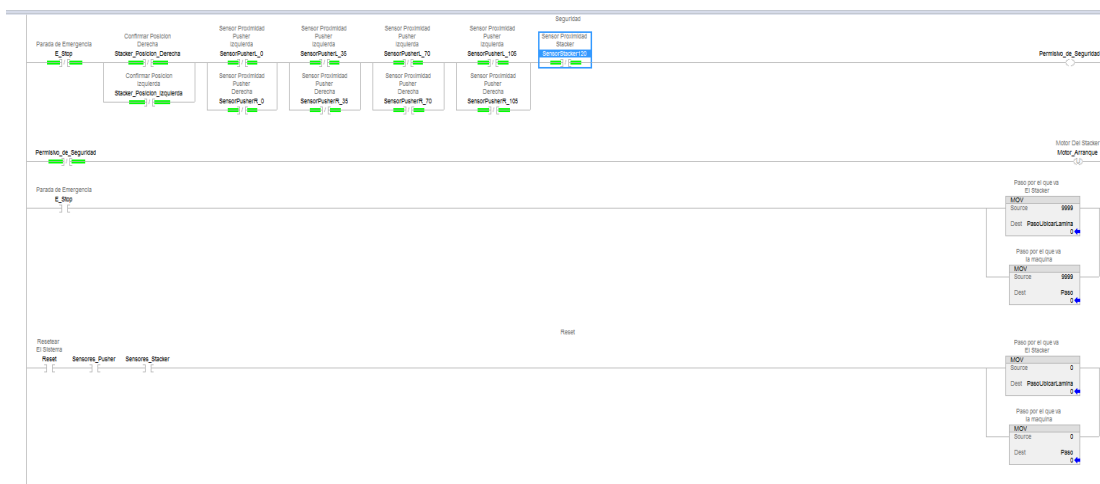


Figura 39 Rutina Varios (1) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

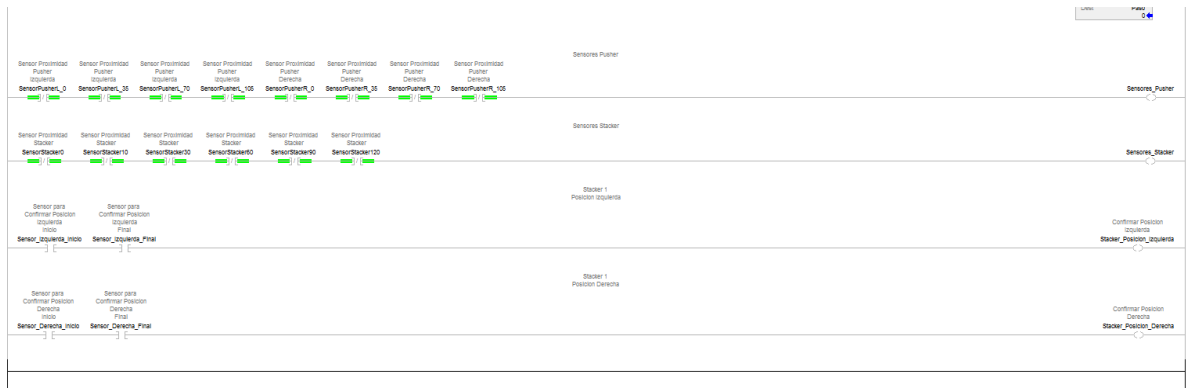


Figura 40 Rutina Varios (2) Studio 5000

Fuente: Patiño M (2023)

En la primera línea se puede observar los permisos de seguridad tales como:

- Parada de emergencia.
- No se pueden activar 2 sensores opuestos al mismo tiempo.
- Ninguna lámina debería llegar hasta el final del Stacker.

Línea 2: En el momento que se active un permiso de seguridad se debe parar los motores para que la máquina ya no se encuentre en funcionamiento.

Línea 3: En caso de activar la parada de emergencia las direcciones de memoria de los “Pasos” estas se direccionarán a 9999 y no se podrá usar la maquina hasta que no se haga un reinicio de estas memorias.

Línea 4: Para poder reiniciar no debe estar ningún sensor activo de posicionamiento de las láminas.

Línea 5: Sensores correspondientes al conveyor.

Línea 6: Sensores correspondientes al Stacker.

Línea 7: Sensores correspondientes a la posición del Stacker en la izquierda.

Línea 8: Sensores correspondientes a la posición del Stacker en la derecha.

Durante la ejecución de la simulación, se pondrán a prueba cada uno de estos componentes de programa en una variedad de situaciones, lo que incluye condiciones normales de funcionamiento, situaciones de emergencia y situaciones que requieren la intervención del operador. La simulación permitirá verificar que el programa responda de manera adecuada y cumpla con los requisitos de operación establecidos.

Este enfoque de simulación detallada y exhaustiva es esencial para asegurar que el programa del PLC esté completamente afinado y preparado para la implementación en la máquina Stacker, minimizando así los riesgos y maximizando la eficiencia en la operación.

5.3.3 Prueba de Simulación:

Se procede a Simular Con una lámina de 6 Metros, y se eligió 2 láminas a producir además se ubicó el lado derecho del Stacker 1, así se garantiza la activación de todas las subrutinas.



Figura 41 Prueba de simulación (1) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Se Activo el programa y se observa que se activó el motor de posicionamiento del Stacker además del motor de desplazamiento, y se está esperando que se ubique en el lado derecho.

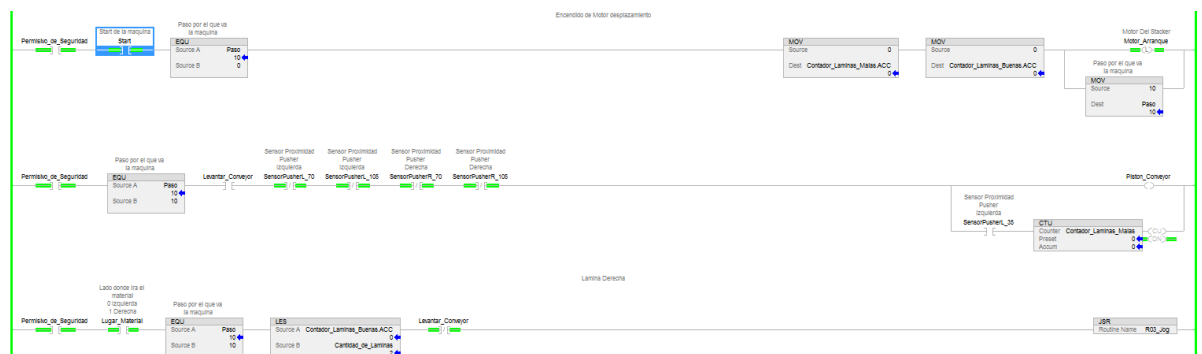


Figura 42 Prueba de simulación (2) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Por otro lado, en la rutina del convector se activó el motor de desplazamiento del convector y se redirigió a la subrutina del jog.



Figura 43 Prueba de simulación (3) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

En la rutina del jog se está esperando que la lámina active los sensores para activar el jog.



Figura 44 Prueba de simulación (4) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Una vez activado los sensores se activa el jog para desplazar la lámina de un lado a otro, y este no regresara hasta que lo detecte los sensores del otro lado

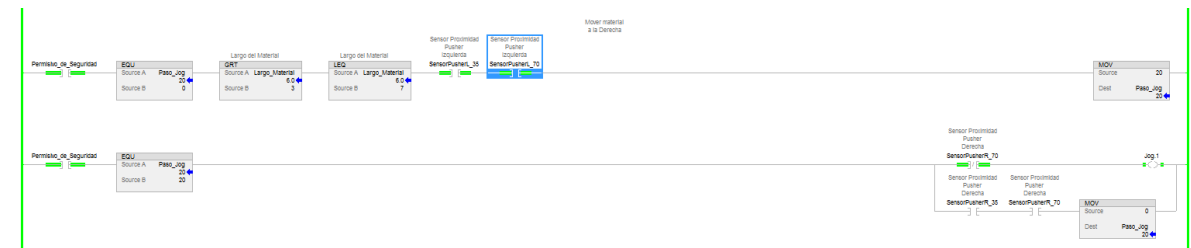


Figura 45 Prueba de simulación (5) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Una vez desplazada la lámina hacia el otro lado el jog se regresa y empieza de nuevo el ciclo

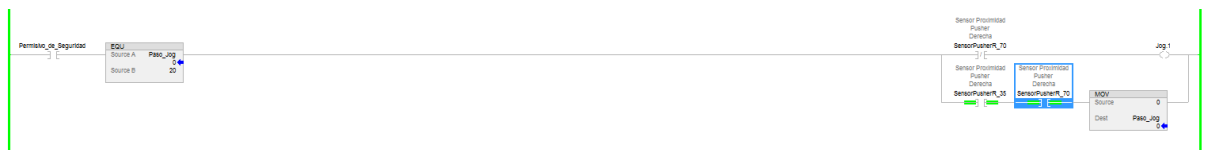


Figura 46 Prueba de simulación (6) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Por la parte del Stacker una vez posicionado en el otro lado se pasa al siguiente paso el cual es posicionar la lámina, una vez se activen los sensores esta se dejará caer:



Figura 47 Prueba de simulación (7) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Una vez se deja caer esta lámina se cuenta como buena espera 2 s y se retrae para iniciar el proceso, en caso de llegar al límite de láminas impuesto entonces el motor de desplazamiento se detiene



Figura 48 Prueba de simulación (8) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Cuando llega al límite de láminas se detiene el Stacker

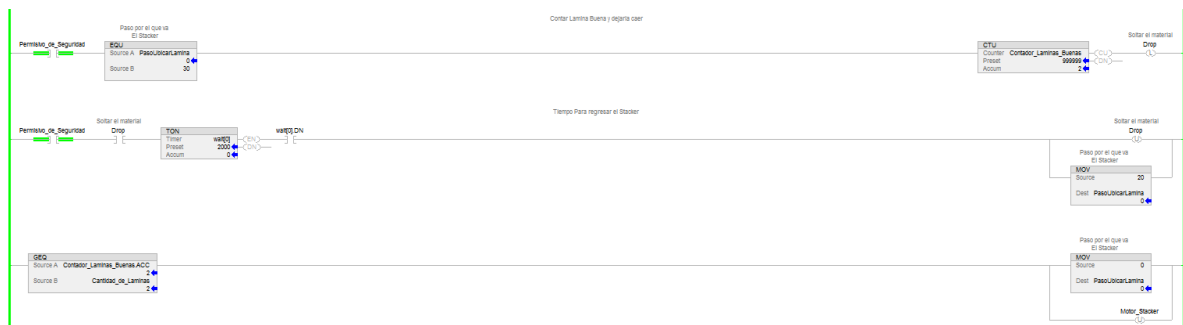


Figura 49 Prueba de simulación (9) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Cuando llega al límite de láminas se detiene el Conveyor.

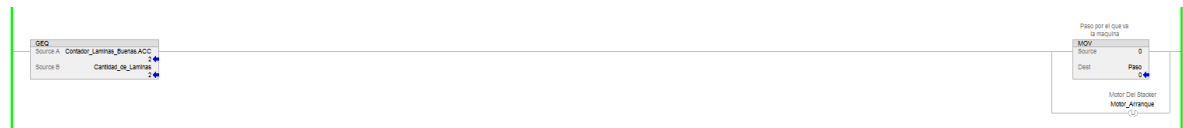


Figura 50 Prueba de simulación (10) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

En caso de parada de emergencia se desactivan los permisos y hay que reiniciar el programa

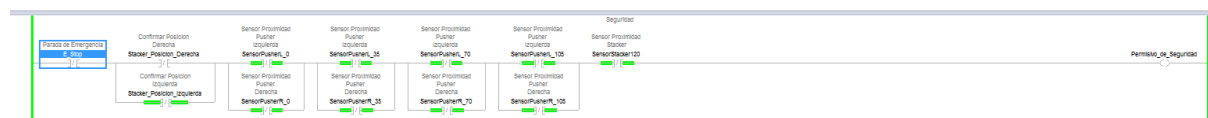


Figura 51 Prueba de simulación (11) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

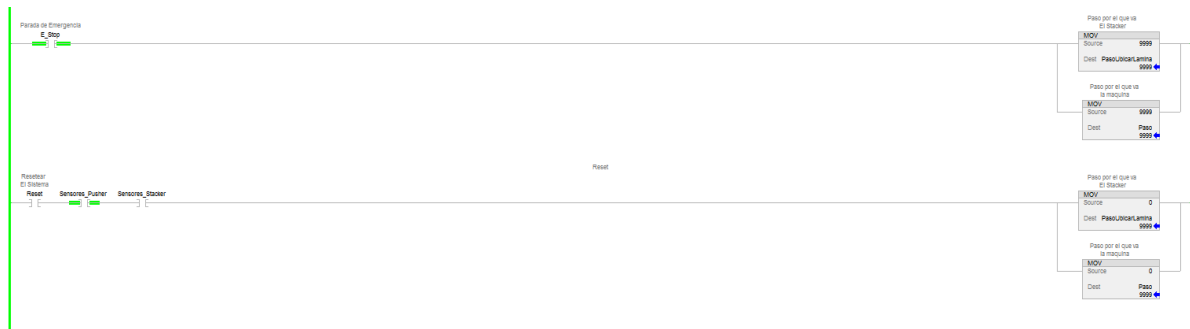


Figura 52 Prueba de simulación (12) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

5.4 Fase IV: Implementar la solución propuesta al PLC de la empresa Vencor C.A., realizando las modificaciones necesarias en el programa del PLC de acuerdo con la configuración seleccionada y las características de la máquina Stacker.

5.4.1 Redireccionamiento memorias físicas para la implementación de los componentes en el programa

Dado que la investigación se enfoca exclusivamente en la simulación y no en la implementación física, se realizarán las redirecciones pertinentes de las memorias virtuales a las físicas que se encuentran en Vencor C.A.

A continuación, se muestran las salidas y entradas físicas para el Stacker 1

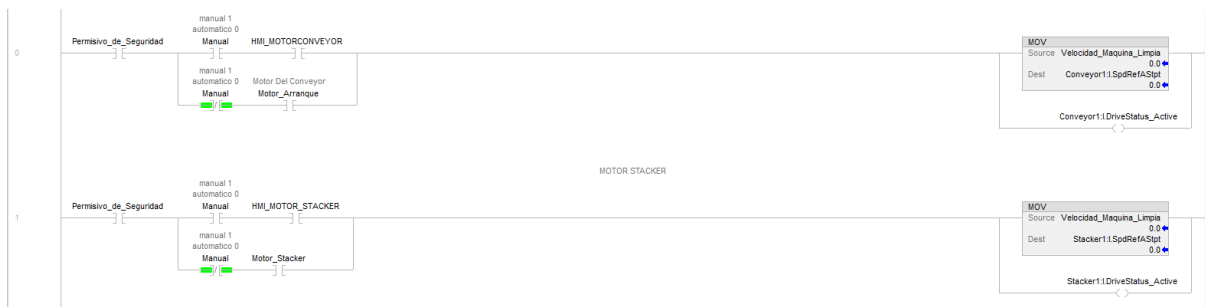


Figura 53 Rutina Manual (1) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

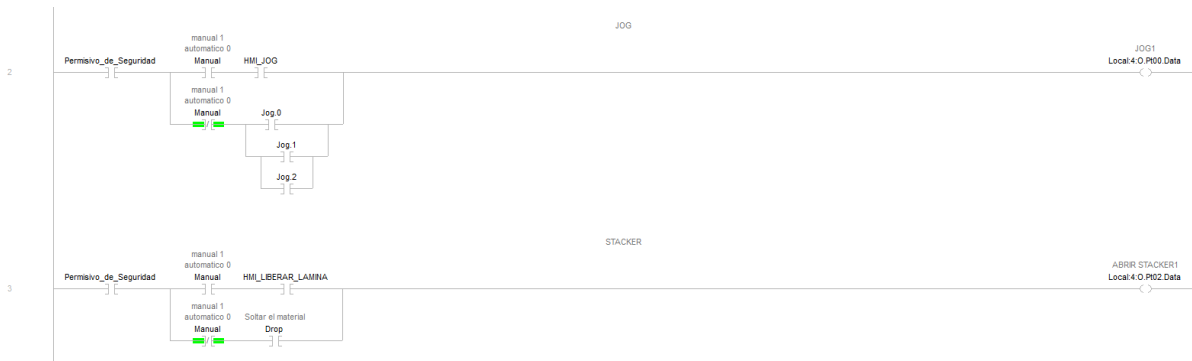


Figura 53 Rutina Manual (2) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

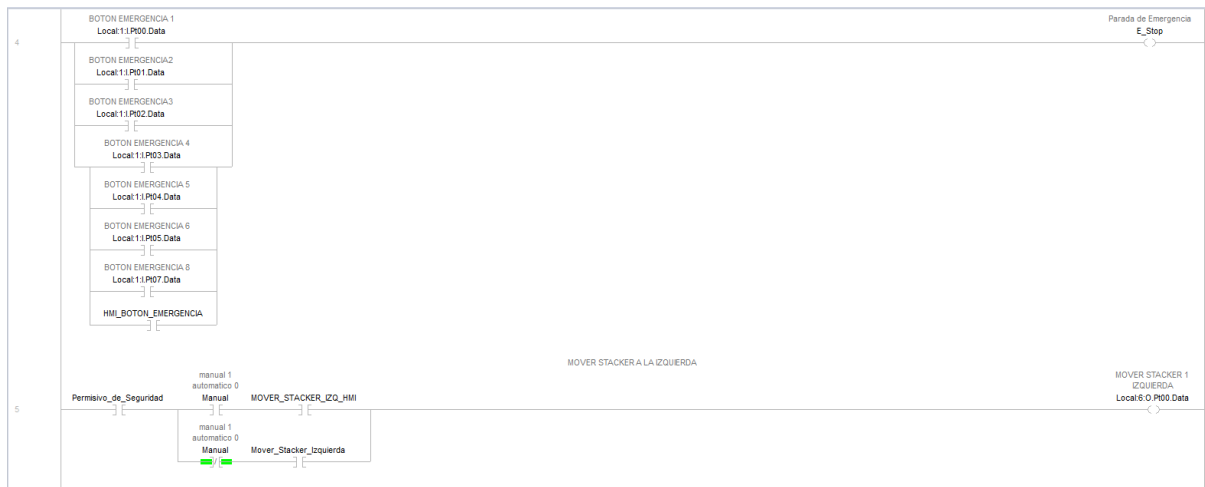


Figura 54 Rutina Manual (3) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

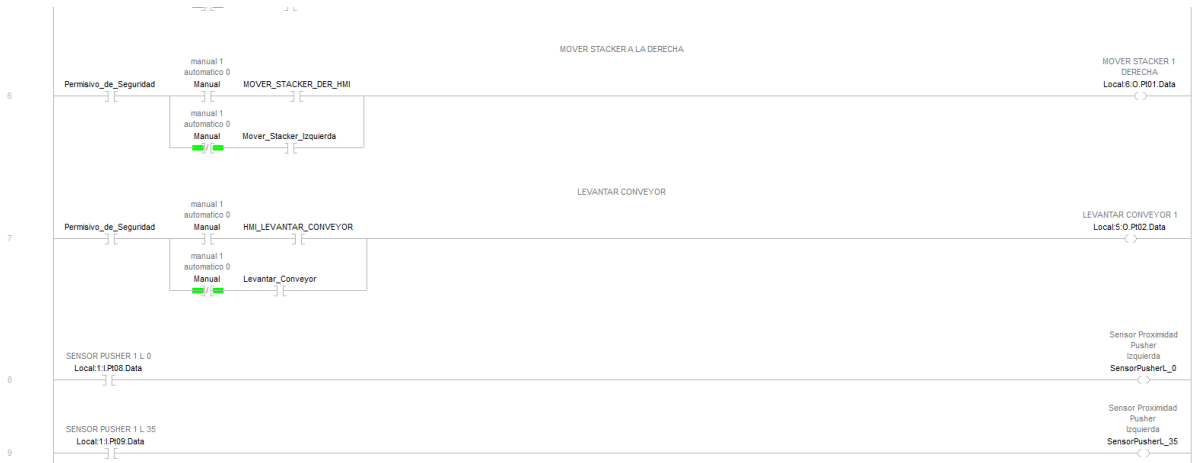


Figura 55 Rutina Manual (4) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

| | | |
|----|--|---|
| 10 | SENSOR PUSHER 1 L 70 Local:1:PI10.Data | Sensor Proximidad Pusher Izquierda SensorPusherL_70 |
| 11 | SENSOR PUSHER 1 L 105 Local:1:PI11.Data | Sensor Proximidad Pusher Izquierda SensorPusherL_105 |
| 12 | SENSOR PUSHER 1 R 0 Local:1:PI12.Data | Sensor Proximidad Pusher Derecha SensorPusherR_0 |
| 13 | SENSOR PUSHER 1 R 35 Local:1:PI13.Data | Sensor Proximidad Pusher Derecha SensorPusherR_35 |
| 14 | SENSOR PUSHER 1 R 70 Local:1:PI14.Data | Sensor Proximidad Pusher Derecha SensorPusherR_70 |
| 15 | SENSOR PUSHER 1 R 105 Local:1:PI15.Data | Sensor Proximidad Pusher Derecha SensorPusherR_105 |

Figura 56 Rutina Manual (5) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

| | | |
|----|---|--|
| 16 | Sensor Stacker(1) 0 Local:2:IP01.Data | Sensor Proximidad Stacker SensorStacker0 |
| 17 | Sensor Stacker(1) 30 Local:2:IP02.Data | Sensor Proximidad Stacker SensorStacker30 |
| 18 | Sensor Stacker(1) 60 Local:2:IP03.Data | Sensor Proximidad Stacker SensorStacker60 |
| 19 | Sensor Stacker(1) 90 Local:2:IP04.Data | Sensor Proximidad Stacker SensorStacker90 |
| 20 | Sensor Stacker(1) 120 Local:2:IP05.Data | Sensor Proximidad Stacker SensorStacker120 |
| 21 | Sensor Stacker 1 Posicion Izquierda INICIO Local:2:IP11.Data | Sensor para Confirmar Posicion Izquierda Inicio Sensor_Izquierda_Inicio |
| 22 | Sensor Stacker 1 Posicion Izquierda FINAL Local:2:IP12.Data | Sensor para Confirmar Posicion Izquierda Final Sensor_Izquierda_Final |

Figura 57 Rutina Manual (6) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

| | | |
|----|--|--|
| 22 | Sensor Stacker 1 Posicion Izquierda FINAL Local:2:IP12.Data | Sensor para Confirmar Posicion Izquierda Final Sensor_Izquierda_Final |
| 23 | Sensor Stacker 1 Posicion Derecha INICIO Local:2:IP00.Data | Sensor para Confirmar Posicion Derecha Inicio Sensor_Derecha_Inicio |
| 24 | Sensor Stacker 1 Posicion Derecha FINAL Local:3:IP09.Data | Sensor para Confirmar Posicion Derecha Final Sensor_Derecha_Final |

Figura 58 Rutina Manual (7) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Y Del Stacker 2

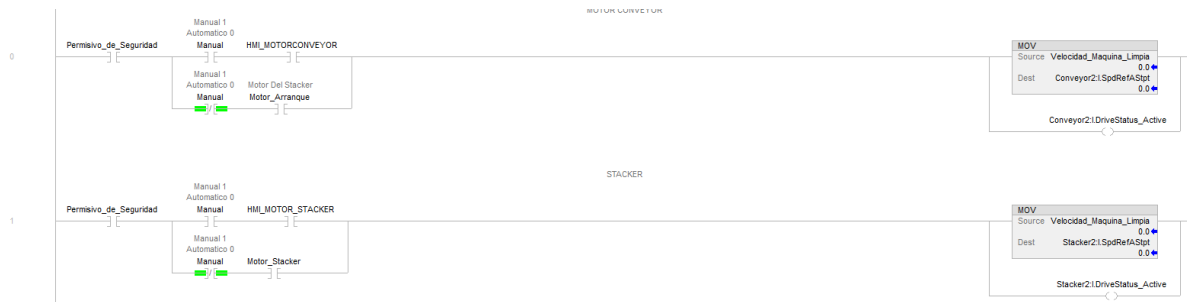


Figura 59 Rutina Manual 2(1) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

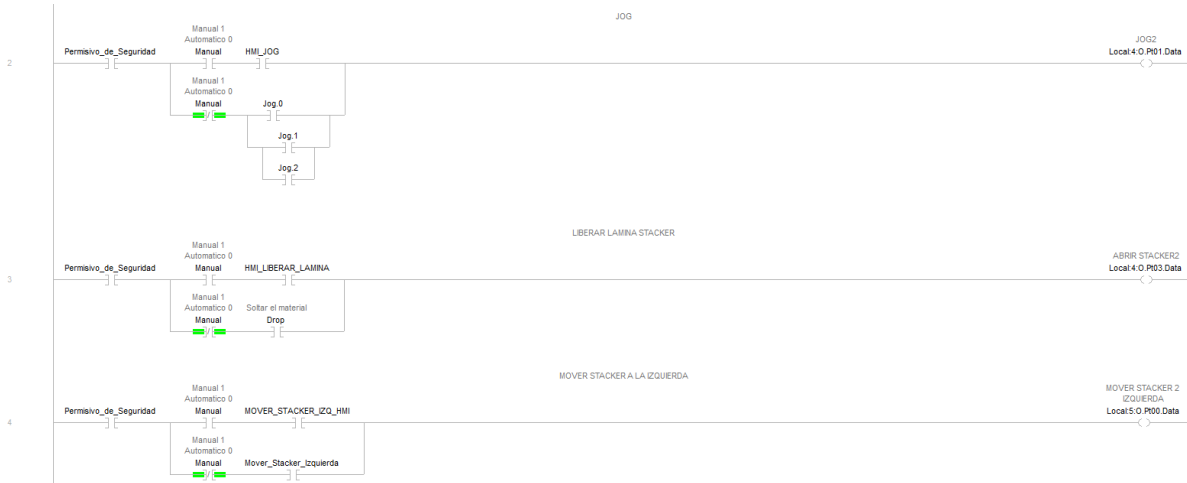


Figura 60 Rutina Manual 2(2) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

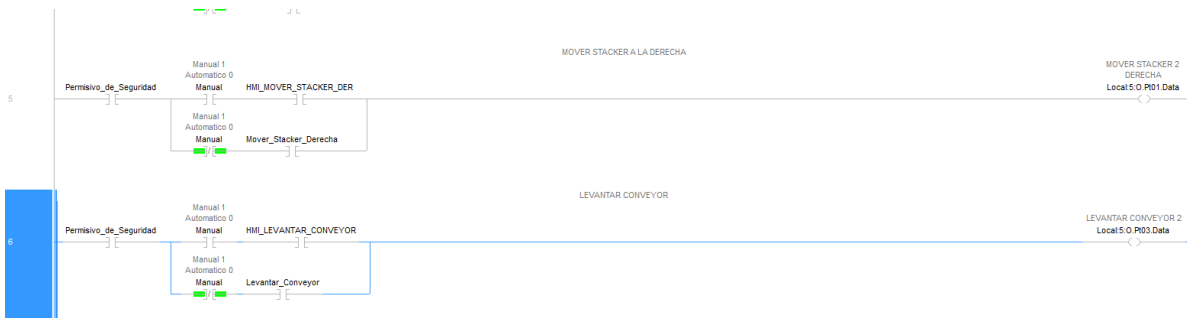


Figura 61 Rutina Manual 2(3) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

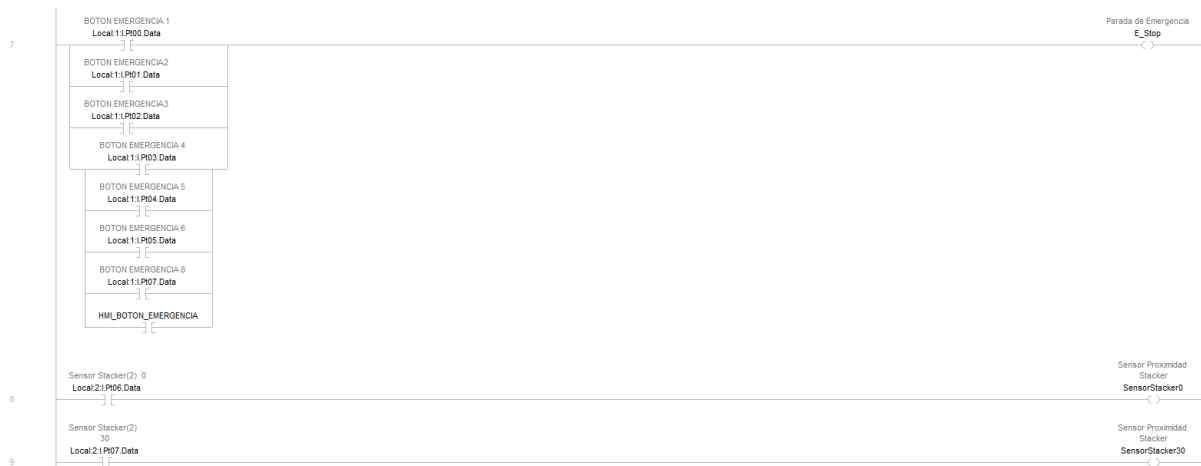


Figura 62 Rutina Manual 2(3) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

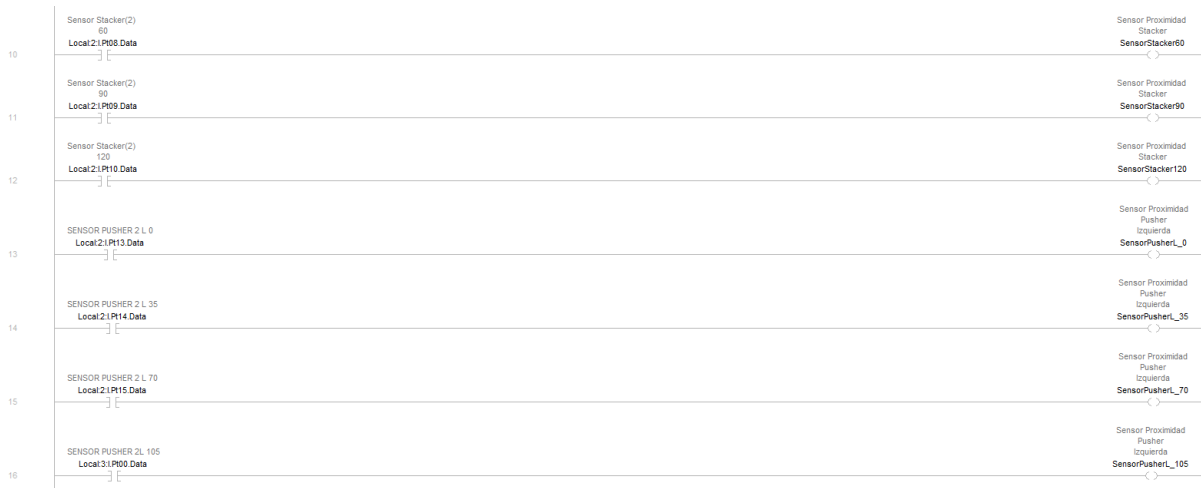


Figura 63 Rutina Manual 2(4) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)



Figura 64 Rutina Manual 2(5) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Además, en “varios” se agregó la conexión CIP para que la velocidad del conveyor y Stacker sea proporcional a la velocidad de entrada de la lámina:

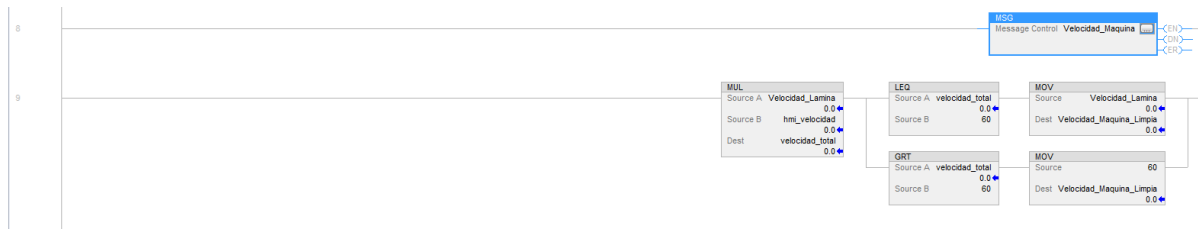


Figura 65 Rutina Varios (3) Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

Así queda la gestión de archivos al finalizar el programa.

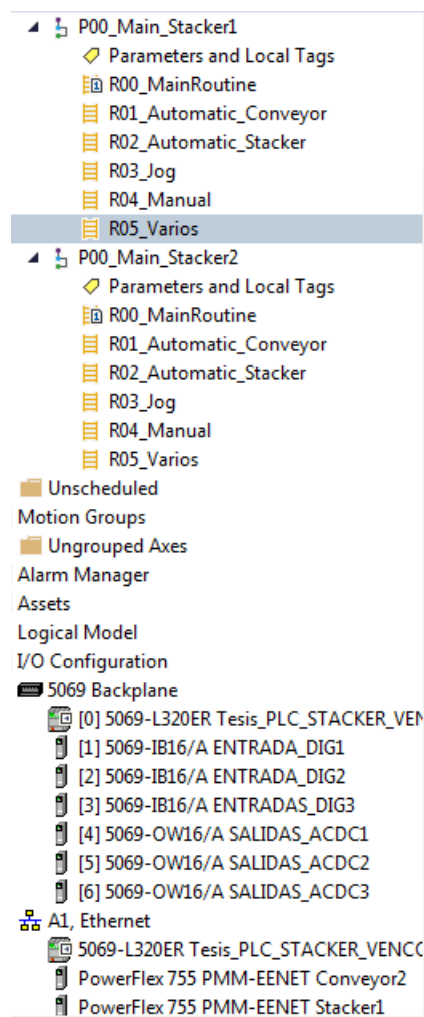


Figura 66 Organizador de Controles Studio 5000
Fuente: Patiño M (2023)

5.4.2 Estudio de la viabilidad técnica a través de una relación beneficio-costo.

La evaluación económica del diseño propuesto es una fase importante para determinar la factibilidad de llevar a cabo dicho proyecto. Por esta razón, se determina en este capítulo el

costo de inversión inicial necesaria para la puesta en marcha del diseño. Este valor es comparando luego con el beneficio que brinda el proyecto a lo largo de su vida útil permitiendo así comparar y tomar la decisión final mediante el cálculo del método beneficio-costos. Para estandarizar el análisis de costos se sugiere la dolarización del proyecto y así ajustar los costos a la tasa de cambio actual (Banco Central de Venezuela), ya que al estar en un escenario hiperinflacionario como en el caso venezolano se hace imposible predecir la inflación de los años siguientes, por lo cual se sugiere considerar una tasa de inflación internacional.

| | |
|-----------------------|---------------------------------|
| Tasa de Cambio Actual | Tasa de inflación Internacional |
| 35.38Bs=\$1 | 5% |

5.4.2.1 Inversión inicial para la puesta en marcha del diseño propuesto.

El cómputo de los materiales y mano de obra necesarios para llevar a cabo el proyecto se toma en cuenta a partir de los materiales retirados de la máquina, los cuales se deberán reponer para su puesta en marcha.

| Cantidad | Componente | Costo Unidad |
|----------|--|----------------|
| 1 | Power Flex 755 VFD 20G11NC015JA0NNNNN | \$1,926 |
| 3 | Sensor Inductivo 871C-c15r30 | \$225 |
| 2 | Motor Trifásico wwe10-18-215tmarca Worldwide Electric 10hp | \$785 |
| | Costo Total Para Reponer componentes | \$4,171 |

Figura 67 Costo por componente

Para el cálculo del costo por elaboración del programa del PLC, Un salario por Hora de \$25, con un tiempo estimado total de 80h para un total de \$2000 por la elaboración del programa.

Por lo Tanto:

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Costo Por Licencia Temporal Allen | \$400 |
|-----------------------------------|-------|

| | |
|---|---------|
| Bradley 5000 | |
| Costo Cable 1747-CP3 | \$50 |
| Costo Por Elaboración del Programa PLC | \$2000 |
| Costo Total Para Reponer componentes | \$4,171 |
| TOTAL | \$6,621 |

Figura 68 Costo Total

Para tener una mejor idea del valor agregado de esta máquina a la empresa se hizo un valor aproximado que podría generar el funcionamiento de está:

| | |
|---|----------------|
| Láminas de 6 metros | \$50 Al mayor |
| Costo de materia prima | \$35 |
| Capacidad de Láminas por Dia | 3360 |
| Cantidad de perdida aproximada por Día | 110 |
| Láminas de primera por día | 3250 |
| Valor de ganancia aproximada por el producto generado mensual | \$1,462,500.00 |

Figura 69 Ganancia aproximada

En cambio, la producción es mucho menor cuando el proceso se hace manual

| | |
|---|---------------|
| Láminas de 6 metros | \$50 Al mayor |
| Costo de materia prima | \$35 |
| Capacidad de Láminas por Dia | 96 |
| Cantidad de perdida aproximada por Día | 8 |
| Láminas de primera por día | 88 |
| Valor de Producto generado mensual | \$39,600.00 |

Figura 70 valor de producto generado mensual

Además, se puede reducir la cantidad de trabajadores de 12 a tan solo 3 personas con el uso de la máquina Stacker, así mismo se reduce el riesgo de accidentes laborales, como por ejemplo los cortes producidos por cargar estas láminas. Sin el uso de está no se puede suplir a una mayor cantidad de producto creando un cuello de botella en la línea y limitando las capacidades de la empresa.

CONCLUSIONES

En el cierre de esta investigación enfocada en la programación del PLC de la máquina Stacker de Vencor C.A., se desprenden una serie de conclusiones que no solo resaltan la magnitud de la problemática abordada, sino también la trascendencia de la automatización en el ámbito industrial. Desde el inicio de este proyecto, el diagnóstico exhaustivo de la problemática en torno a la máquina Stacker de Vencor C.A. ha arrojado luz sobre un problema crítico. La carencia de una programación adecuada en su PLC ha dejado a la máquina inoperable desde su ensamblaje en 2012. Esta situación ha no solo planteado desafíos en términos de producción y eficiencia.

A lo largo de esta investigación, se ha reforzado la relevancia central de la automatización de procesos en la industria. La carencia de programación en el PLC no solo ha limitado las capacidades de la máquina Stacker, sino que también ha subrayado la manera en que la automatización efectiva puede contribuir en gran medida a la mejora de la producción y la seguridad en el entorno industrial. A través de una evaluación minuciosa y un análisis riguroso, se ha conseguido la selección de la configuración más adecuada del PLC para la máquina Stacker de Vencor C.A. Esta elección se ha basado en su compatibilidad con los componentes de la máquina y en su alineación con los objetivos de producción de la empresa.

La simulación del programa del PLC se ha erigido como una etapa crítica en el proceso. Ha permitido no solo verificar la operatividad del programa propuesto, sino también validar su cumplimiento con los estándares de seguridad y eficiencia requeridos. Esta fase ha resultado esencial para asegurar que la implementación final sea exitosa. La elección del software Allen Bradley 5000 como herramienta de simulación ha demostrado ser adecuada. No solo ha sido compatible con el PLC Allen Bradley, sino que también ha proporcionado una plataforma sólida para realizar pruebas detalladas y ajustes precisos. Este proyecto alberga un impacto de gran alcance para Vencor C.A. La programación exitosa del PLC no solo posibilitará la activación de la máquina Stacker, sino que también mejorará la eficiencia de la producción y garantizará la seguridad de los trabajadores. Este avance representa una oportunidad clave para optimizar los procesos de la empresa y ampliar su competitividad en el mercado.

En síntesis, las conclusiones extraídas de este proyecto subrayan la trascendencia de la programación del PLC para la máquina Stacker de Vencor C.A. Esta investigación ha abordado los retos técnicos fundamentales y ha destacado el potencial transformador de la automatización en la industria. Así, se allanan las bases para la mejora de la eficiencia de producción, con miras a un horizonte más promisorio para Vencor C.A. y su contribución al ámbito industrial.

RECOMENDACIONES

Las siguientes recomendaciones se derivan de la investigación enfocada en la programación del PLC para la máquina Stacker de Vencor C.A. y se presentan como directrices para garantizar un despliegue exitoso y un funcionamiento sostenible del sistema:

- **Respaldo del Programa PLC:** Mantener copias de seguridad regulares del programa PLC es esencial. En caso de fallos eléctricos o problemas inesperados, tener una copia del programa facilitará la recuperación rápida y la restauración de la operatividad de la máquina Stacker.
- **Adquisición de Licencia de Software PLC:** Si la empresa decide implementar el software Allen Bradley 5000 de forma permanente, se recomienda adquirir una licencia completa del mismo. Esto garantiza el cumplimiento de las regulaciones de licencia y permite el acceso completo a las funcionalidades del software.
- **Referencia a Documentación de esta Tesis para HMI:** Al desarrollar interfaces hombre-máquina (HMI) para el PLC, se sugiere utilizar esta tesis como guía de referencia. Cada tag y componente del programa PLC se ha detallado aquí, lo que facilitará la creación de interfaces eficientes y funcionales.
- **Mantenimientos Preventivos del PLC:** Implementar un programa de mantenimiento preventivo para el área del PLC es fundamental. Esto incluye inspecciones regulares, pruebas de funcionamiento y reemplazo de piezas desgastadas o defectuosas. Estas acciones prolongarán la vida útil del sistema y reducirán el riesgo de fallos inesperados.
- **Capacitación Continua del Personal:** Proporcionar capacitación continua al personal encargado de operar y mantener el sistema. El conocimiento actualizado sobre la tecnología y el software garantizará una operación eficiente y la rápida resolución de problemas.
- **Registro de Cambios y Actualizaciones:** Llevar un registro detallado de cualquier cambio o actualización realizada en el programa PLC. Esto facilitará la identificación de problemas y la restauración de versiones anteriores en caso de que sea necesario.
- **Optimización de Procesos:** Continuar evaluando los procesos de producción y buscar oportunidades de optimización adicionales. La automatización es un campo en constante evolución, y las mejoras continuas pueden brindar ventajas competitivas.
- **Respaldo Energético:** Considerar la instalación de sistemas de protección, para proteger el PLC de apagones o fluctuaciones de energía que podrían dañar el equipo.

REFERENCIAS

- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación*. Editorial Episteme.
- Bello, F. (2006). *La investigación tecnológica: O cuando la solución es el problema*. Caracas: Revista FACES.
- Cardoza, D. (2020 1CR). *Adecuación Del Proceso De Transporte Y Elevacion De Cauchos De Las Líneas 1 Y 2 En Andino Pneus De Venezuela C.A.* San Diego: Universidad José Antonio Páez.
- Ding, L., & Yongsheng, C. (2020). *Speed Optimization Design of Stacker in Automatic Stereoscopic Warehouse Based on PLC*. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1678/1/012021/pdf>
- Elizondo Perez, L. F. (enero de 2021). *Diseño de apilador y des apilador de contenedores automático*. Obtenido de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/12341/TFG_Luis_Fernando_Elizondo_P%c3%a9rez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Finol, M., & Camacho, H. (2006). *El Proceso de Investigación Científica*. Maracaibo: Editorial de La Universidad del Zulia.
- Hernández, Fernández, & Baptista. (1999). *Metodología de la investigación. (2ª ed.)*. México: Mc Graw Hill.
- Hurtado de Barrera, J. (2000). *Metodología de la Investigación Holística*. Caracas: Fundación Sypal.
- Mendez Alvarez, C. E. (2007). *Metodología. Diseño y Desarrollo del Proceso de Investigación*. Colombia: Mc Graw Hill.
- Moreno, P. (2019 1CR). *Propuesta De Diseño De Automatización Del Sistema De Sellado De Las Llenadoras Rovemas En La Empresa Colgate Palmolive C.A.* San Diego: Universidad José Antonio Páez.
- Ñaupás Paitán, H. (2019). *Metodología de la investigación*. Bogota: Ediciones de la U.
- Pestana, F. M., & Stracuzzi, S. P. (2006). *Metodología la investigación cuantitativa*. caracas: FEDUPEL.
- Ramos, P. A. (Marzo de 2019). *Sistema De Recolección De Datos Y Manejo De Los Plc De Los Hornos De Saint Gobain Materiales Cerámicos Venezuela C.A.* Puerto Ordaz:

Universidad Católica Andrés Bello. Obtenido de <http://catalogo-gy.ucab.edu.ve/documentos/tesis/34951.pdf>

Rapp, F. (1981). *Analytical Philosophy of Technology*. **Boston Studies in the Philosophy and History of Science.**

Silva, T. (2021 2CR). *Propuesta De Automatización De Una Caseta De Transmisión De Radiocomunicación A Través Del Uso De Un Controlador Lógico Programable (PLC)*. San Diego: Universidad José Antonio Páez.

Vidal, A. H. (2021). *Proyecto De Automatización De Un Sistema Dealmacenamiento Mediante Plc M241 De Schneider Con Monitorización Hmi Y Simulación Del Proceso Con El Software CiroS*. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/171344/Huesca%20-%20Proyecto%20de%20automatizacion%20de%20un%20sistema%20de%20almacenamiento%20mediante%20PLC%20M241%20de%20Schneide....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

APÉNDICES

APÉNDICE A



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

INSTRUCCIONES PARA LA GUIA DE ENTREVISTA

- Responda de manera objetiva
- En caso de dudas, consulte con el entrevistador

| N° | Guión de entrevista |
|----|--|
| 1 | ¿Como se puede identificar los componentes que se encuentran Instalados en la máquina? |
| 2 | ¿Cuáles deben ser los primeros pasos antes de empezar la programación de la máquina? |
| 3 | ¿Factores que se deben tener en cuenta al hacer el programa? |
| 4 | Una vez finalizado el programa ¿Cómo enfocar la etapa de simulación? |

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

APENDICE B



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

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO (GUIÓN DE LA ENTREVISTA)

Coloque con una (X), en la alternativa que corresponda según opinión sobre los aspectos planteados, anote las observaciones que considere necesario en el recuadro destinado para ello.

| Ítems | Redacción de Ítems | | | Pertinencia de los objetivos | | Observaciones |
|-------|--------------------|---------|-------------|------------------------------|---------------|---------------|
| | Clara | Confusa | Tendenciosa | Pertinente | No pertinente | |
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |

Fecha: **XX/XX/2023**

Firma del Especialista:

| | |
|--|--|
| Breve descripción del perfil académico del Especialista: | |
|--|--|

