



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL
SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE PRODUCTO
ENTRE LA PRENSA SACMI HACIA
EL SECADERO DE LA PRENSA EVO 3608
EN LA EMPRESA CERÁMICA CARABOBO S.A.C.A
PLANTA GRES-GUACARA.**

Autor:
Hernández, Argenis
CI.:27.372.384

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



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

**PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL SISTEMA DE
TRANSFERENCIA DE PRODUCTO ENTRE LA PRENSA SACMI HACIA
EL SECADERO DE LA PRENSA EVO 3608 EN LA EMPRESA CERÁMICA
CARABOBO S.A.C.A PLANTA GRES-GUACARA.**

EMPRESA: CERÁMICA CARABOBO S.A.C.A

Autor:
Hernández, Argenis
CI.:27.372.384
Tutor: Ing. Antonio Rodríguez

San Diego, Junio del 2019

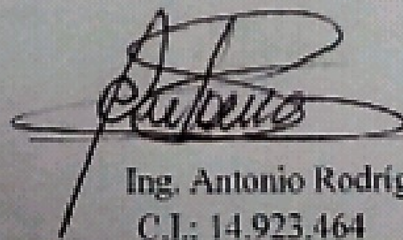


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero Antonio Rodríguez, titular de la cédula de identidad N° 14.923.464, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano ARGENIS HERNANDEZ, titular de la cédula de identidad N° 27.372.384, titulado "PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE PRODUCTO ENTRE LA PRENSA SACMI HACIA EL SECADERO DE LA PRENSA EVO 3608 EN LA EMPRESA CERÁMICA CARABOBO S.A.C.A PLANTA GRÉS-GUACARA.", presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Electrónica, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los dieciseis del mes de mayo del año 2019



Ing. Antonio Rodríguez
C.I: 14.923.464



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

PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN PARA EL SISTEMA DE
TRANSFERENCIA DE PRODUCTO ENTRE LA PRENSA SACMI HACIA
EL SECADERO DE LA PRENSA EVO 3608 EN LA EMPRESA CERÁMICA
CARABOBO S.A.C.A PLANTA GRES-GUACARA.

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN

Ing. Antonio Rodríguez
C.I.: 14.923.464
Tutor Académico


Firma

20-05-2019
Fecha

Ing. Carlos Rodríguez
C.I.: 18.231.220
Tutor Empresarial


Firma

20-05-2019
Fecha


CERÁMICA CARABOBO S.A.C.A.
RIF. J-00006348-8
PLANTA GUACARA
ENE. 2019

Autor:
Hernández, Argenis
C.I.: 27.372.384

DEDICATORIA

Este trabajo está especialmente dedicado a mi madre y mi padre, que son las personas que se han encargado durante toda mi vida de guiarme y enseñarme, para crecer y ser un hombre de bien, también, por darme el apoyo total para estudiar esta maravillosa carrera que estoy a punto de culminar, para ustedes. Gracias

AGRADECIMIENTOS

Principalmente agradezco a mis padres, mis hermanas Maisabe, Melissa, Mariangel y María Gabriela. Quienes desde el principio en cada momento siempre han sido mi apoyo incondicional, sus consejos y enseñanzas siempre me han ayudado a dar cada paso y seguir adelante.

A mi novia, que ha estado prestándome su apoyo absoluto y auténtico durante más de la mitad de la carrera.

A mis compañeros de clase y futuros colegas, todos y cada uno de ellos en momentos por su apoyo, enseñanzas e ideas compartidas, por la amistad fuera de lo académico que compartimos y por todo el tiempo compartido, especialmente a mi compañera Sthefani, por estar incondicionalmente y ayudarme tanto a lo largo del tiempo que llevamos conociéndonos.

A mi tutor, el Ing. Antonio Rodríguez por su orientación, apoyo e impulso en todo el proceso de investigación y desarrollo de este proyecto, además de las muchas otras enseñanzas que fueron surgiendo en el periodo de la realización en distintas áreas, siempre dispuesto a explicar con detalles cada cosa.

A la empresa Cerámica Carabobo S.A.C.A por la oportunidad y muy especialmente a los trabajadores de la planta Gres-Guacara por el tiempo y todo su conocimiento compartido, por hacerme sentir parte de su equipo de trabajo, por tan excelente etapa, eternamente agradecido.

Finalmente, a los profesores que a lo largo de la carrera se han dedicado a compartir sus conocimientos con dedicación y compromiso a pesar de las circunstancias, nombrarlos a todos volvería este texto muy extenso, pero eso no le quita la importancia de estas personas para formarme como ingeniero.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Pp.
DEDICATORIA	VIII
AGRADECIMIENTOS	IX
ÍNDICE DE CUADROS	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO

I LA EMPRESA

1.1 Ubicación.....	3
1.2 Descripción de la Empresa	3
1.3 Misión	3
1.4 Visión.....	4
1.5 Valores.....	4
1.6 Objetivos Generales.....	4
1.7 Política	5
1.7.1 Organigrama general Gres-Guacara	6
1.7.2 Organigrama Gerencia de Mantenimiento.....	7

II EL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del problema	8
2.2 Formulación del Problema.....	9
2.3 Objetivos de la Investigación	9
2.3.1 Objetivo General.....	9
2.3.2 Objetivos específicos	10

2.4 Justificación de la Investigación.....	10
2.5 Alcance	10
2.6 Limitaciones	10

III MARCO TEORICO

3.1 Antecedentes de la investigación.....	12
3.2 Bases Teóricas	14
3.2.1 Baldosas Cerámicas Esmaltadas.....	14
3.2.2 Descripción del proceso de fabricación	15
3.2.2.1Recepción y Tratamiento de Materias Primas	15
3.2.2.2 Molienda.....	16
3.2.2.3 Atomización.....	17
3.2.2.4 Prensa y Secadero	18
3.2.2.5 Línea	20
3.2.2.6 Sistema de cocción	20
3.2.2.7 Clasificación y Sistema de calidad	21
3.2.2.8 Paletizado.....	22
3.2.2.9 El Transporte	23
3.3 Definición de términos básicos.....	24

IV MARCO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de la Investigación	28
4.2 Fases de la Investigación	29

V RESULTADOS

5.1 Fase I: Recolección de la información necesaria acerca de la situación actual de la mesa de rodillos de la prensa SACMI	31
5.1.1 Observación directa.	31

5.1.2 Revisión documental del funcionamiento de la mesa de rodillos de la prensa SACMI.....	37
5.2 Fase II. Evaluación de los componentes de hardware y software que mejor se adapten a las necesidades y especificaciones que solicite el proceso.....	39
5.2.1 PLC	39
5.2.2 Pantalla HMI.....	42
5.2.3 Variador de Frecuencia.....	43
5.2.4 Actuadores neumáticos.....	45
5.2.5 Motores	46
5.2.6 Sensores	47
5.2.7 Misceláneos	49
5.2.8 Selección del software	50
5.3 Fase III. Diseño de un sistema automatizado para el traslado de baldosas de una prensa al secadero de otra.....	51
5.3.1 Configuración de los dispositivos.....	52
5.3.1.1 PLC	52
5.3.1.2 HMI	54
5.3.2 Programación.....	55
5.3.3.1 Bloques del programa.....	56
5.3.3.2 Variables generales del programa.....	65
5.3.3.3 Bloque de organización principal, Main (OB1)	67
5.4 Fase IV. Desarrollo de un interfaz humano maquina (HMI) por sus siglas en ingles.	73
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES.....	78
BIBLIOGRAFÍA	79
ANEXOS	80

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	Pp.
Cuadro 1. Elementos del PLC	39
Cuadro 2. Datos Pantalla HMI	42
Cuadro 3. Datos del Variador Yaskawa	43
Cuadro 4. Datos de Cilindros Neumaticos	45
Cuadro 5. Datos de los motores.....	47
Cuadro 6. Especificaciones de los sensores.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	Pp.
Figura 1. Organigrama General Gres - Guacara.....	6
Figura 2. Organigrama Gerencia de mantenimiento Gres - Guacara	7
Figura 3. Atomizador.....	18
Figura 4. Salida de las baldosas y prensa oleo hidráulica para baldosas.....	18
Figura 5. Volteador de baldosas.	19
Figura 6. Secadero	19
Figura 7. Ciclo de cocción de las baldosas.....	21
Figura 8. Horno monoestrato de rodillos para baldosas	21
Figura 9. Laser Guided Vehicle (LGV).....	23
Figura 10. Fuente de Alimentación FA S7-1200 2,5.....	40
Figura 11. CPU S7-1200 1214C.....	40
Figura 12. Módulo de E/S digitales 8ED/8SD	41
Figura 13. Módulo de E/S digitales 8ED/8SD	41
Figura 14. Pantalla HMI KTP600.....	43
Figura 15. Variador de frecuencia YASKAWA V1000.....	44
Figura 16. Especificaciones técnicas del YASKAWA V-1000.....	44
Figura 17. Actuador neumático DNC-80/100 FESTO	46
Figura 18. Motor tamaño 90 con brida	47
Figura 19. Reed Switch marca SMC	49
Figura 20: Pantalla de inicio de TIA Portal.....	51
Figura 21: Configuración de los dispositivos	52
Figura 22: Configuración de E/S del CPU 1214C.....	52
Figura 23 Configuración de E/S del módulo de E/S digitales SM1223	53
Figura 24 Configuración de primer módulo de salidas analógicas	53
Figura 25 Configuración del segundo módulos de salidas analógicas	53

Figura 26 Interfaz de conexión PROFINET	54
Figura 27 Configuración del dispositivo HMI	54
Figura 28 Interfaz de conexión del HMI	55
Figura 29 Bloques del programa	56
Figura 30 Bloque de función del volteador, parte 1	56
Figura 31 Bloque de función del volteador, parte 2	57
Figura 32 Bloque de función del motor del puente, parte 1	58
Figura 33 Bloque de función del motor del puente, parte 2	58
Figura 34 Bloque de función del motor de las correas del bancalino.....	59
Figura 35 Bloque de función del motor de los rodillos del volteador	59
Figura 36 Bloque de función del motor 4.....	60
Figura 37 Bloque de función del motor 3.....	60
Figura 38 Bloque de función del motor 2.....	61
Figura 39 Bloque de función del motor 1	61
Figura 40 Bloque de función para la ejecución en modo manual.....	62
Figura 41 Función de alarmas, parte 1.....	62
Figura 42 Función de alarmas, parte 2	63
Figura 43. Función de alarmas, parte 2	64
Figura 44 Función para manipular la velocidad de los motores	64
Figura 45 Tabla de variables, parte 1	65
Figura 46 Variables del programa, parte 2	65
Figura 47 Variables del programa, parte 3	66
Figura 48 Variables del programa, parte 4	66
Figura 49 Variables del programa, parte 5	67
Figura 50 Variables del programa, parte 6	67
Figura 51 Inicio del proceso en modo automático	68
Figura 52 Bloque de control del motor 1	68
Figura 53 Control del motor de los rodillos del volteador	69
Figura 54 Control del motor del volteador	69

Figura 55 Control del motor 2	70
Figura 56 Control del motor 3	70
Figura 57 Control del motor 4	71
Figura 58 Control del motor de las correas del bancalino	71
Figura 59 Control del motor de las correas del puente	72
Figura 60 Control del modo manual	72
Figura 61 Pantalla de inicio	73
Figura 62 Pantalla de configuración de los tiempos	74
Figura 63 Configuración de la velocidad de los motores	74
Figura 64 Muestra las alarmas producidas por los motores	75
Figura 65 Muestra el registro de las alarmas	75
Figura 66 Muestra el proceso en automático y operación manual	76
Figura 67 Muestra ventana de interlock	76

INTRODUCCIÓN

A lo largo de su extensa trayectoria, Cerámica Carabobo se ha caracterizado por ser prácticamente los pioneros del desarrollo tecnológico en la industria de las baldosas en Venezuela y puede decirse que en Latinoamérica.

La empresa, para mantenerse como líder de Venezuela en materia de fabricación de diversos modelos de baldosas, en su planta de gres-Guacara se produce actualmente cerámicas en formato de 60x60 centímetros, y es la única planta a nivel nacional que es capaz de producir este tipo de baldosas ya que cuenta con las instalaciones, la tecnología junto con el personal altamente calificado para realizar la correcta y eficiente fabricación de este producto.

Debido a los hechos que tuvieron que ver con el cese de actividades en la planta principal de la corporación en Valencia donde se producía cerámicas en formato 60x40 centímetros y la planta píemme que producía 60x30 centímetros, se tomó la decisión de reactivar una línea que había sido puesta fuera de servicio. Asimismo, para la producción de estos formatos u otros será adecuada y reactivada la línea ya antes nombrada que se encuentra en estado de inoperatividad, esta línea cuenta con una prensa SACMI teniendo así su respectiva línea que conducía a su secadero junto con su propia línea de esmaltado, horno y selección final.

El objetivo de este proyecto será la automatización de la transferencia entre la línea de prensa SACMI hasta el secadero de línea 3 de la prensa EVO.

Este trabajo está estructurado en 5 (cinco) capítulos de la siguiente manera:

Capítulo I: se realizó una breve descripción sobre la empresa, su historia, misión, visión, entre otros.

Capítulo II: aquí se efectuó el planteamiento del problema, los objetivos y se señala la justificación, alcance junto a sus limitaciones.

Capítulo III: este está comprendido por las bases teóricas en las cuales se sustenta la investigación, y reúne los elementos conceptuales que define el objeto de estudio.

Capítulo IV: se describe la metodología necesaria para desarrollar la investigación. Describe las fases metodológicas características de la investigación efectuada, especificando el tipo y diseño de investigación.

Capítulo V: presenta los resultados obtenidos gracias a la ejecución de las fases planteadas en el capítulo IV.

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

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1 Ubicación

La empresa Cerámica Carabobo S.A.C.A. – Gres Guacara, está ubicada en la Carretera Nacional Los Guayos, Callejón Monzanga, Edificio Cerámica Carabobo.

1.2 Descripción de la Empresa

Cerámica Carabobo produce cerámicas de gres en diferentes formatos desarrolladas por un proceso productivo denominado Monococción, en el cual esmaltes y cuerpo de las baldosas son cocidos simultáneamente. Para ello se utiliza tecnología de avanzada que garantiza la fabricación de productos de excelente calidad. Hecho que los ha convertido en líderes de la industria cerámica en Venezuela, lo cual constituye al orgullo de ser ceramistas y formar parte de la gran familia Cerámica Carabobo.

1.3 Misión

Cerámica Carabobo, S.A.C.A. es una empresa líder en la fabricación y venta de productos cuya misión, es la satisfacción de sus clientes al suministrar productos de óptima calidad, a través de la implantación de sistemas de aseguramiento de la calidad, el mejoramiento continuo de sus tecnologías, la excelencia de sus procesos de manufactura, el desarrollo de nuevos productos y la formación de un recurso humano, altamente motivado, calificado e identificado con la empresa; garantizando a los accionistas un retorno adecuado de su inversión, que conlleve a un crecimiento continuo de la organización, permitiendo participar activamente en el desarrollo y crecimiento de la comunidad, apoyando iniciativas de protección al medio ambiente y siendo ejemplo en el aspecto ecológico en las comunidades donde se desarrolla.

1.4 Visión

Continuar siendo el líder, en el mercado nacional y ampliar nuestra participación en los mercados internacionales, al suministrar a los clientes productos cerámicos de excelente calidad, amparados en un sistema sólido de aseguramiento de calidad ajustado a normas nacionales e internacionales, una óptima atención al cliente y recursos humanos altamente capacitados y motivados.

1.5 Valores

En Cerámica Carabobo nuestros valores son:

- Productividad
- Proyectar la buena imagen de la Empresa.
- La excelencia.
- Nos adaptamos
- Moral
- Mística
- Respeto
- Sentimos preocupación por el personal en cuanto a su bienestar, desarrollo y estabilidad.
- Responsabilidad

1.6 Objetivos Generales

En el convencimiento de que sus mayores activos lo constituyen sus clientes satisfechos y sus trabajadores capaces y motivados, Cerámica Carabobo S.A.C.A. fundamenta el logro de su Política de la Calidad sobre los siguientes objetivos generales:

1. Conocer los requisitos y necesidades actuales del mercado, así como de los procesos y las tendencias tecnológicas de sus clientes, mediante asistencia técnica eficaz y oportuna.

2. Administrar la gestión de adquisición de bienes y servicios nacionales y de importación, procurando la combinación óptima de calidad, disponibilidad, precio, requisitos técnicos y seguridad.
3. Mejorar continuamente la calidad de los productos, mediante la optimización y control de los procesos productivos y la adecuación y actualización de sus tecnologías.
4. Establecer, implementar y mantener los procesos necesarios para el Sistema de Gestión de la Calidad, así como la mejora continua de su eficacia.
5. Entrenar, capacitar y desarrollar a los trabajadores, especialmente a los que realicen trabajos que afectan la calidad del producto, gestionando el ambiente de trabajo necesario que garantice alta productividad y satisfacción del personal.
6. Cerámica Carabobo S.A.C.A. convencida de contar con el apoyo y la participación de todos los miembros de la organización, se compromete a ceñirse a los objetivos generales antes mencionados, suministrando los recursos suficientes y necesarios para garantizar el cumplimiento de la Política de la Calidad.

1.7 Política

Es política de la Calidad de Cerámica Carabobo S.A.C.A., suministrar productos y servicios de excelente calidad que satisfagan los requisitos de sus clientes, a través de la gestión y el mejoramiento eficaz de los procesos de la organización.

1.7.1 Organigrama general Gres-Guacara

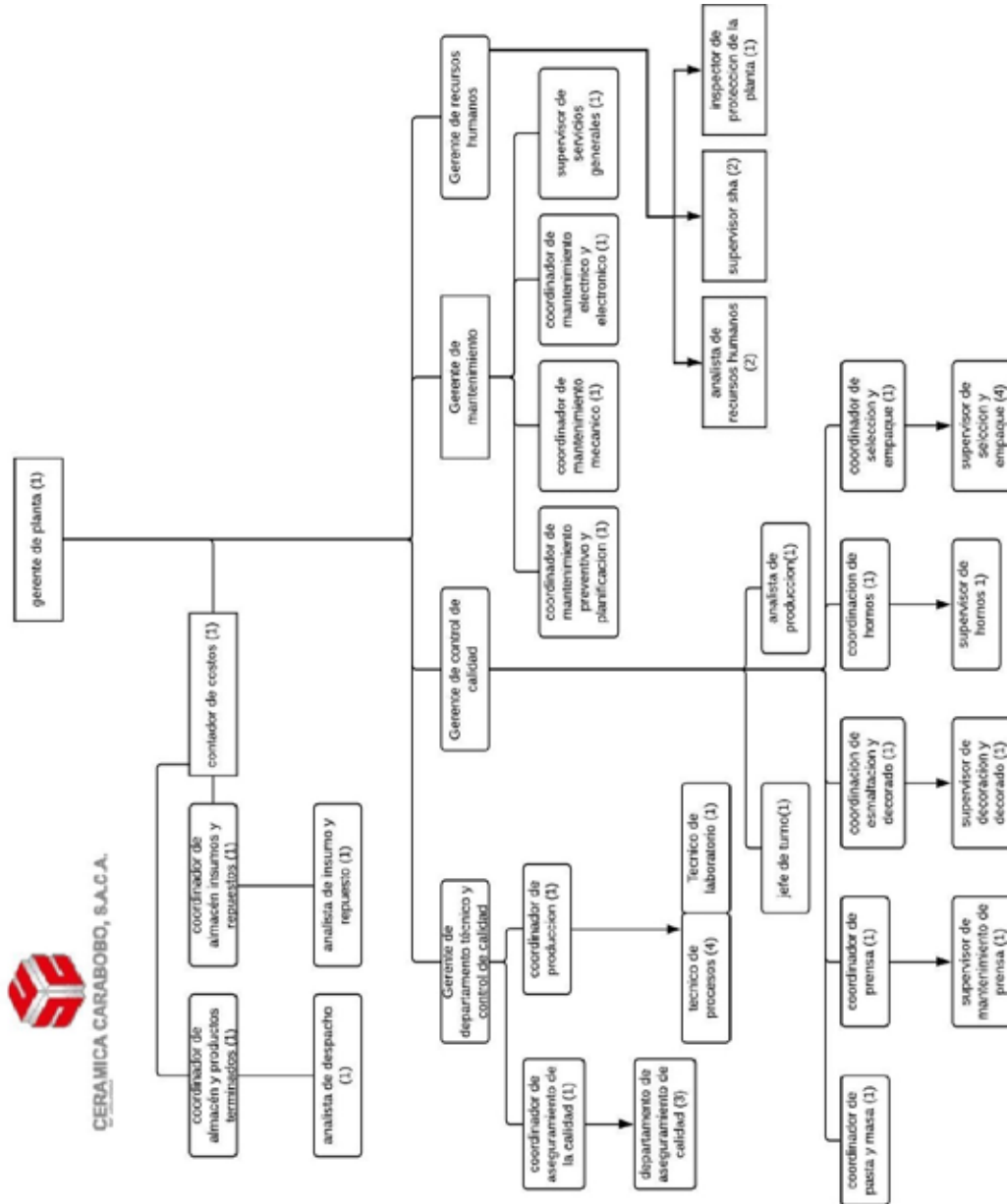


Figura 1. Organigrama General Gres - Guacara
 Fuente: Cerámica Carabobo (2018)

1.7.2 Organigrama Gerencia de Mantenimiento

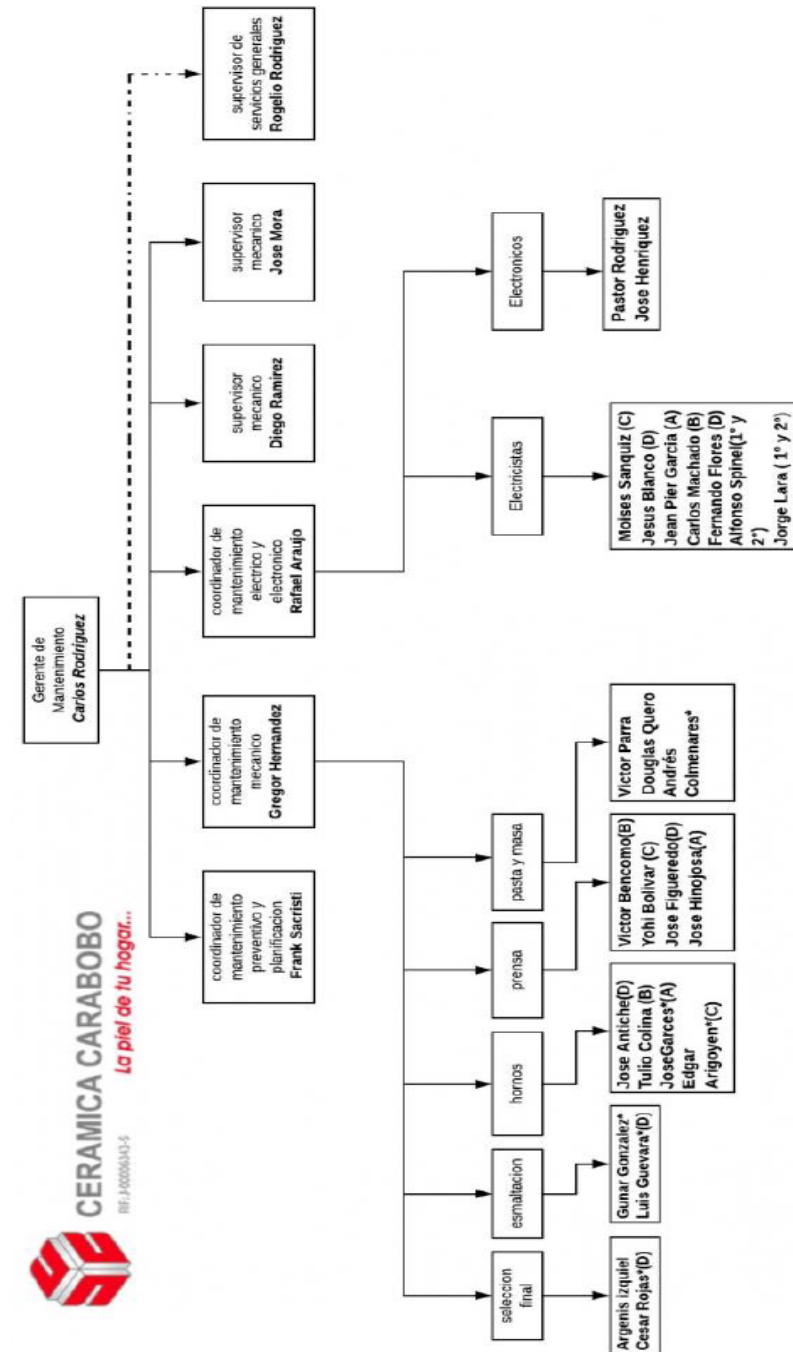


Figura 2. Organigrama Gerencia de mantenimiento Gres - Guacara
Fuente: Cerámica Carabobo (2018)

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1 Planteamiento del problema

En la actualidad el entorno financiero que han estado viviendo las industrias venezolanas está siendo bastante afectado por la caída del mercado interno debido a la contracción económica, esto trae como consecuencia una disminución del poder adquisitivo del venezolano, por ende se le da prioridad a cosas que se consideran más importantes como al área de los insumos alimenticios y de primera necesidad, en consecuencia, la industria de cerámica es una de las áreas más afectada ya que no se toma en cuenta como producto esencial, por lo tanto la empresa Cerámica Carabobo S.A.C.A trata de mantenerse como la líder en la industria de la cerámica nacional y en buena posición internacionalmente hablando, para esto debe diversificar su producción y aumentar la productividad.

Como puede observarse la división baldosas, produce principalmente revestimiento cerámico para pisos y paredes por monococción, e inició sus actividades en la original planta de Valencia en el año 1.957 con una capacidad instalada anual de 180.000 metros cuadrados. Las baldosas de piso elaboradas mediante el proceso de monococción, son producidas en la planta de Gres Guacara, zona Los Guayos, construida en el año de 1973, la cual desde entonces ha sido modernizada y ampliada en varias ocasiones, alcanzando en la actualidad una capacidad de producción instalada de aproximadamente 2.0 millones de metros cuadrados de cerámica por año.

De igual manera en esta división actualmente solo se producen baldosas para pisos en el formato de 60x60 centímetros, la cual tiene una línea independiente para todo el proceso de fabricación, dadas las circunstancias de la planta principal gres-Valencia y la planta Píemme, los formatos de baldosas que eran producidos en las

antes mencionadas plantas serán producidas ahora en la planta Gres-Guacara. La corporación, para mantenerse en pie aun con la situación que se vive actualmente necesita proyectarse más en el mercado nacional e internacional para poder mantener la planta operativa.

En consecuencia, es necesario la reactivación de una prensa que había sido desactivada, esta inoperativo todo su sistema de rodillos y transporte de las baldosas desde la salida de la prensa SACMI hacia su antiguo horno secadero, pero para no hacer gastos mayores reactivando otra línea entera, existe la necesidad de realizar un puente mecánico que comunique esta con el secadero de la otra prensa EVO y debe tener un sistema automatizado eficiente para asegurar que lleguen a su destino.

Asimismo, el sistema que era usado anteriormente para realizar las funciones necesarias para su correcta ejecución con el pasar del tiempo se volvió anticuado, obsoleto, estando en completa desidia y deterioro físico, por esto es necesario que el diseño de este proyecto venga acompañado de tecnología reciente para mantener a la vanguardia tecnológica la corporación.

2.2 Formulación del Problema

Mediante toda la información que ha sido expuesta anteriormente, llevó al investigador a formularse la siguiente interrogante ¿Cómo podría influir la implementación de un sistema automatizado en la optimización del sistema de transferencia de producto de la prensa SACMI hacia el secadero de la prensa EVO en la línea 3?

2.3 Objetivos de la Investigación

2.3.1 Objetivo General

Proponer la automatización para el sistema de transferencia de producto entre la prensa SACMI hacia el secadero de la prensa EVO 3608 en la empresa CERÁMICA CARABOBO S.A.C.A planta gres-Guacara.

2.3.2 Objetivos específicos

- Recopilar toda la información necesaria que tenga que ver con el actual sistema que transfiere baldosas de la prensa EVO a su secadero y el estado actual de la línea de la prensa SACMI.
- Evaluar los elementos de hardware que están en el mercado que mejor se acoplen a las necesidades y posibilidades de la empresa.
- Diseñar un sistema automatizado que permita llevar las baldosas de la prensa SACMI al secadero de la prensa EVO en la línea 3.
- Desarrollo de un interfaz humano maquina (HMI) por sus siglas en ingles.

2.4 Justificación de la Investigación

La presente investigación se justifica ya que la empresa se propone evitar gastos operacionales en la reactivación de otro secadero, horno y otra línea de esmaltado y tendrá la capacidad de producir distintos tipos de productos con solamente realizar modificaciones a la actual línea que está operativa y de esta manera, aprovechar al máximo las capacidades de la maquinaria instalada produciendo las suficientes baldosas para cubrir las necesidades del público en general, así como también la capacidad de exportar un nuevo producto para variar en el mercado internacional los distintos modelos que la empresa es capaz de producir.

2.5 Alcance

Con esta propuesta se pretende llegar al diseño del sistema automatizado de la transferencia de producto en la prensa SACMI hacia la prensa EVO incluyendo todo lo que tiene que ver con el manejo y control de los motores de las mesas de rodillos, así como los sensores involucrados en dicho proceso.

2.6 Limitaciones

Para este proyecto se considera que son limitaciones las siguientes a plantearse:

- Obsolescencia de los mecanismos a recuperar.
- Referencias bibliográficas limitadas.
- Los obstáculos relativos a las previsiones de seguridad de las empresas de

cerámicas para proporcionar información acerca de su estructura de costo, en aspectos de salud de los operarios y seguridad industrial.

- Difícil acceso a la información por restricciones (patentes) sobre los materiales y equipos a utilizar.

.

CAPÍTULO III

MARCO TEORICO

En toda propuesta de investigación, es de gran relevancia tener bases o referencias que aporten conocimiento y ayuden a la descripción, análisis y desarrollo de proyectos que estén relacionados con el tema a tratar, es por esta razón que se hace análisis a diferentes tipos de propuestas, tanto a nivel Nacional como Internacional.

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

3.1 Antecedentes de la investigación

Franco Ramos, I (2018) en su proyecto de investigación titulado **“Propuesta de mejora del proceso de distribución de agua mediante la implementación de un sistema automatizado para la empresa colgate-palmolive Company”**. Presentado ante la Universidad José Antonio Páez para optar por el título en Ingeniería Electrónica. Este proyecto esta originalmente planteado para realizar la optimización del bombeo de agua utilizando un sistema automático para mejorar el rendimiento y la eficiencia a la hora de tener que surtir del vital líquido a toda esta área de la ya antes mencionada empresa. Lo anteriormente expuesto tiene como finalidad principal, la propuesta de un sistema que controle el flujo de agua a una presión constante en todas las áreas que sea requerida y que este sea automático, ya que este presentaba un deterioro bastante notable y estaba muy obsoleto, mediante la implementación de un PLC Siemens s7-300 usando el software especialmente desarrollado para las aplicaciones de programación de controladores lógicos TIA Portal Step 7, con el desarrollo de su respectivo diagrama de escalera y aunado a esto los módulos necesarios para el uso correcto de este sofisticado aparato.

La información anteriormente expuesta está vinculada a la actual ya que tiene como fin desarrollar un sistema de distribución de agua automatizado utilizando un PLC Siemens s7-300 con el software especializado de automatización, diseño y simulación TIA portal Step.

De la misma manera Maldonado, O (2015) en su trabajo **“Diseño e implementación de un tablero simulador para PLC siemens s7-1200 y desarrollo de guías de prácticas”** presentado ante la Universidad Nacional de Loja, Ecuador. Requisito fundamental para obtener el título de Ingeniero Electromecánico, el cual consiste en el diseño de un tablero de pruebas para la simulación del control de sistemas industriales con un autómatas programable, con la finalidad de poder realizar prácticas y complementar los principios teóricos adquiridos. El tablero consta de un PLC S7-1200 de Siemens y un touch panel KTP400 (HMI) como elementos principales de control y supervisión de los procesos a simular, además se tiene motor trifásico, variador de frecuencia, contactores, relés, pulsadores y pilotos luminosos que permiten a los estudiantes interactuar con elementos que usualmente se encuentran en la industria, complementando de esta manera su formación académica con algunos recursos prácticos.

Se lograron desarrollar varias prácticas para probar el tablero desarrollado y se elaboraron las guías respectivas para que de esta forma los estudiantes sepan cómo proceder al manejo, desarrollo e implementación de las mismas y facilitar la manipulación del tablero.

La investigación antes mencionada está vinculada a la actual ya que hace referencia al trabajo presentado que pretende utilizar un PLC Siemens S7-1200 y su respectiva HMI para usarlo de manera didáctica en los laboratorios de la Universidad Nacional de Loja en Ecuador.

Por otra parte, Ortiz Barreto, H. (2008) en tu trabajo titulado **“Repotenciamiento de prensas hidráulicas para industria cerámica”** presentado ante la Universidad Simón Bolívar, Venezuela, para obtener el título de Ingeniero Mecánico, realizó una optimización a un plan de mantenimiento en la empresa

Colorificio Pordecar C.A. Esto fue posible, a través de estudios realizados a la línea de producción y a sus equipos.

También, realizó la repotenciación de dos prensas hidráulicas, sustituyendo piezas viejas por nuevas, limpiando y lubricando cada una de sus partes. Luego, comparó el funcionamiento de la prensa antes y después, y obtuvo que en ambas prensas se redujeran las pérdidas de presión, capacitándolas para trabajar más rápido, y así incrementar la producción.

El trabajo anteriormente expuesto está relacionado con la investigación actual ya que se busca mejorar y aumentar la producción aplicando los avances tecnológicos más recientes en la industria de la cerámica y también se utilizó como referencia bibliográfica.

3.2 Bases Teóricas

Las empresas que fabrican cerámicas tipo gres por lo general están compuestas por un complejo sistema de producción que está atado desde el tratamiento de las tierras que es el inicio de la fabricación hasta la salida del acabado de decoración y esmalte, la cocción y la selección y el empaque.

3.2.1 Baldosas Cerámicas Esmaltadas

Las baldosas cerámicas esmaltadas son placas de poco espesor, variados diseños y colores; fabricadas a partir de una mezcla equilibrada de materias primas plásticas (arcillas) y no plástica (feldespato), las cuales son prensadas en seco, secadas, esmaltadas y sometidas posteriormente a un proceso de Monococción a temperatura de alrededor de 1200°C, para que adquieran establemente las propiedades requeridas.

Las baldosas cerámicas así producidas, son impermeables, resistentes a las variaciones de temperatura, colores estables a la luz y rayos ultravioletas, resistentes a la flexión, dilatación térmica, dureza, resistentes a la abrasión, resistentes a los ácidos, completamente vitrificadas y se presentan en diversos colores, inclusive con terminaciones de salpicaduras o granuladas.

Por otra parte, se tiene que el cuerpo o soporte, llamado bizcocho es de textura fina y homogénea, siendo poco apreciables a simple vista granos, inclusiones o poros. Las superficies y aristas son regulares y bien acabadas. La cara vista, está cubierta por un esmalte vitrificado, que puede ser blanco, monocolor, marmoleado, moteado o multicolor, y puede estar decorado con motivos diversos. Las formas predominantes son la cuadrada y la rectangular.

En Cerámica Carabobo se fabrican actualmente baldosas en el formato de 60x60 centímetros con soporte poroso, a una temperatura de cocción 1160°C, y con esmalte color blanco.

3.2.2 Descripción del proceso de fabricación

3.2.2.1 Recepción y Tratamiento de Materias Primas

El proceso se inicia con la obtención de la materia prima con la que se fabrica la base de la baldosa. Las arcillas llegan a la empresa mediante camiones desde minas a cielo abierto distribuidas en las proximidades de la zona. Las arcillas se depositan en estratos horizontales, en una superficie (era) dedicada al almacenamiento de materias primas, cuyo principal objetivo es conseguir una homogeneización óptima para conseguir una mayor uniformidad en las propiedades de las arcillas.

Cada uno de los tres tipos de arcilla con las que se trabaja, es depositado en montones (eras) independientes y se van formando capas de un espesor aproximado de medio metro entre cada par de estratos, introduciéndose entre ambos una fina capa de polvo que se recupera del ciclo productivo. Esto se hace con objeto de evitar que cuando llueva se filtre el agua de los estratos inferiores y estos se humedezcan por encima de un valor mínimo óptimo para trabajar.

Se puede disponer de dos tipos de eras:

- **Eras de consumo:** Se extraen las materias primas que van a ser utilizadas en el proceso. La extracción se realiza mediante palas mecánicas que toman la arcilla perpendicularmente a como han sido formados los estratos para conseguir un material lo más homogéneo posible.

- **Eras de formación:** Se van formando los estratos para abastecer las eras de consumo.

Para evitar que la lluvia detenga la producción, se dispone de unos graneros techados en los que las arcillas también se almacenan en montones independientes. Diversos controles a las arcillas aseguran la óptima calidad de las mismas, así se realiza uno a la entrada a eras y otro antes de la molienda.

Para evitar problemas en la etapa de molienda ya que las arcillas tienen una granulometría muy variada, se realiza una reducción de tamaño de las arcillas mediante unos trituradores de martillos que consiguen reducirlas, gracias a varios cilindros dentados, a partículas no superiores a tres o cuatro centímetros.

Una pala cargadora (*Payloader*) se encarga de llevar las arcillas hasta el triturador. Una vez triturada cada arcilla, pasa mediante una cinta transportadora, a unos silos de acopio, desde los que se realiza la dosificación a los molinos. Estos silos suelen estar conectados a un sistema informatizado de pesada que marca los tipos y la cantidad de arcilla que se requiere. Una vez realizada la pesada de los materiales éstos pasan mediante cintas transportadoras móviles cubiertas (para evitar la acción de agentes meteorológicos durante su trayecto), a una serie de tolvas que se encuentran situadas en la zona de carga de molinos. Para cada molino la carga se realiza mediante una tolva de arcilla y un depósito de agua situados en la parte superior.

3.2.2.2 Molienda

Esta etapa tiene dos objetivos. Por un lado, aumentar la superficie del material por unidad de masa, y por otro, obtener una distribución de tamaños de partícula adecuada a las necesidades del proceso y producto. La molienda se lleva a cabo mediante molinos de bolas y se realiza por vía húmeda (en presencia de agua), ya que se consigue una mayor homogeneización de las materias primas y permite obtener polvo granulado con mayor fluidez que el obtenido por vía seca, facilitando la obtención de mejoras en el proceso productivo y con ello mayor calidad en el producto final. Los molinos contienen en su interior bolas de alúmina como elementos de molienda, siendo éstos de diferentes tamaños y capacidades. Al final del proceso se

obtiene una mezcla de la arcilla, agua y defloculante que se denomina barbotina. Para ello, el molino está en marcha durante unas 10 o 15 horas.

Una vez finalizado el proceso de molienda, el contenido del molino (barbotina de arcilla) se vierte y almacena en constante agitación en la llamada balsa de sucio. Este líquido espeso es tamizado en tamices vibratorios, eliminando todas las partículas de tamaño excesivo, y guardado en las balsas de limpio quedando listo para el siguiente proceso de atomización.

El agua utilizada en el proceso proviene de unas balsas en las que se almacena los volúmenes provenientes de la limpieza de la fábrica y lluvia, con lo que se evitan vertidos al medio ambiente.

3.2.2.3 Atomización

Mediante la operación de atomización se logran dos objetivos básicos:

- Secar la barbotina para adecuar la humedad del sólido a la óptima requerida en la etapa de prensado.
- Obtener un polvo cuyos gránulos presentan una morfología esférica que mejora la fluidez del sólido y facilita que durante el llenado de la tolva de la prensa se obtenga una distribución de masa uniforme.

Desde las balsas de limpio la barbotina se bombea al atomizador mediante bombas de pistón doble refrigeradas por agua, pasando antes por unos tamices. El objetivo de los atomizadores es pulverizar la barbotina en contracorriente con un flujo de aire caliente (que puede provenir de un quemador vertical de gas o una turbina de cogeneración). Al contacto con los gases calientes sufre un secado violento quedando convertida en polvo ligero.

El total de atomizado producido es conducido mediante cintas transportadoras a unos silos de almacenamiento.



Figura 3. Atomizador

Fuente: Autor

Los silos presentan aspiraciones internas para eliminar el polvo producido en la carga, así como la humedad, evitando de este modo que se pegue el atomizado a las paredes internas del silo produciendo costras. De los silos, el atomizado parte mediante cintas transportadoras hacia la sección de prensas.

3.2.2.4 Prensa y Secadero

El polvo atomizado es trasladado en banda transportadora hasta el proceso de prensado en seco. Este proceso se lleva a cabo a través de prensas hidráulicas, donde el polvo atomizado es sometido, a presiones entre 150-200 bar (dependiendo del formato de la baldosa), dentro de una matriz para darle forma a la pieza cruda.



Figura 4. Salida de las baldosas y prensa oleo hidráulica para baldosas.

Fuente: Autor /<http://www.sitibt.com/es/tecnologias-para-la-ceramica/>

Los bizcochos una vez conformados según el molde establecido, se reciben en una mesa de rodillos, donde son volteadas por su cara superior a través de un volteador (Ver Figura 5. **Volteador de baldosas.**), para ser enviadas al secadero monoestrato horizontal (Ver Figura 6. **Secadero**).



Figura 5. Volteador de baldosas.

Fuente: Autor

Aquí permanecen por un ciclo de secado de aproximadamente 35 minutos a una temperatura máxima de 300°C, permitiendo a la pieza ser embestida en su totalidad por grandes cantidades de aire caliente. Este proceso de secado se realiza con el fin de reducir la humedad del bizcocho hasta niveles suficientemente bajos (0,2%-0.5%), para que las fases de esmaltado y cocción se desarrollen adecuadamente. El principal mecanismo de transmisión de calor entre el aire y las piezas es el de convección.



Figura 6. Secadero

Fuente: Autor

3.2.2.5 Línea

Los bizcochos son trasladados en correas transportadoras al área de esmaltación y decoración, donde reciben las diferentes aplicaciones de esmaltes líquidos y serigrafía. Antes de colocar el esmalte se aplica una capa de engobe. Este se utiliza para cubrir y homogeneizar la superficie del soporte, aislar el soporte de la acción de partículas contaminantes, proporcionar una superficie blanca sobre la que se aplica el vidriado y para regular la adaptación entre esmalte y soporte. Luego, se procede a recubrir el soporte con el esmalte (fina capa vidriosa uniforme e impermeable) con un espesor comprendido entre 75-500 micras en total, logrando realizar su función estética.

Posteriormente, los bizcochos entran a la etapa de decoración, la cual consiste en someter a la baldosa al proceso de impresión del diseño sobre el soporte cerámico, logrando transferir sobre las piezas un diseño original. Esta técnica se lleva a cabo mediante modernas impresoras como lo es la ink jet; ya que permiten repetir decorados idénticos a una gran velocidad sin dañar las aplicaciones precedentes.

Luego, las piezas esmaltadas y decoradas son dispuestas en una mesa de rodillo compuesta por un sistema llamado engobador, el cual permite aplicar en la parte inferior del bizcocho una finísima capa de engobe, para evitar un ensuciamiento rápido de los rodillos del horno.

3.2.2.6 Sistema de cocción

Los bizcochos son ahora introducidos en el horno monoestrato de rodillos (Ver Figura 8. **Horno monoestrato de rodillos para baldosas**), donde se quema el soporte y el esmalte simultáneamente para dar el acabado final. En esta operación, las piezas son sometidas a 1.150°C durante un ciclo térmico de aproximadamente 40 minutos, durante el cual se presentan una serie de transformaciones que conducen a una modificación de las propiedades finales deseadas en la pieza, tales como: reducción de la porosidad, estabilidad dimensional, aumento de las resistencias mecánicas y resistencia a los agentes químicos entre otras.

Ciclo de cocción

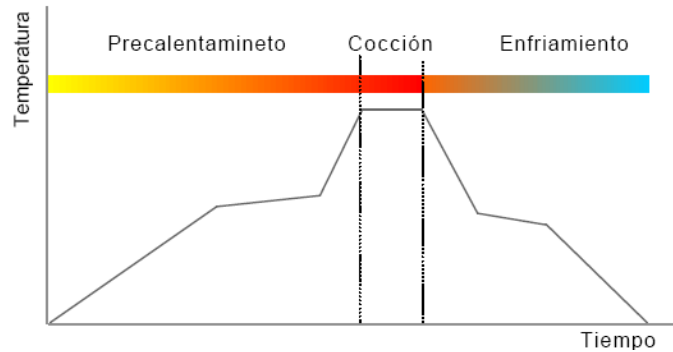


Figura 7. Ciclo de cocción de las baldosas.

Fuente: <https://www.monografias.com/trabajos-pdf5/materiales-ceramicos/materiales-ceramicos.shtml>



Figura 8. Horno monoestrato de rodillos para baldosas

Fuente: <http://www.sitibt.com/es/tecnologias-para-la-ceramica/>

3.2.2.7 Clasificación y Sistema de calidad

Las piezas una vez han salido del horno pasan al almacén donde se almacenan para su posterior clasificación. En esta sección se somete a las baldosas, uno a uno, a varias pruebas para clasificarlos por calidades, calibres y tonos (resistencia mecánica, clasificación visual, plenaria, calibres y tono).

En la clasificación de las piezas se distinguen tres calidades:

- Primera: la baldosa no presenta ningún defecto visible.

- Segunda: la baldosa incluye despuntados, grietas, hoyos, picaditas de tamaño pequeño y en poca cantidad, etc.

- Tercera: la baldosa contiene los mismos defectos que los de segunda, pero en mayor cantidad y tamaño, además de defectos de serigrafía y otras aplicaciones.

Las baldosas con defectos más graves como despuntados o desconchados se clasifican como tiesto, las piezas así clasificadas son desviadas y caen a un depósito. Posteriormente serán molidas para su reincorporación a las nuevas arcillas de las eras.

Al mismo tiempo que se realiza la clasificación por calidades los baldosas se clasifican por tonos y calibres dentro del mismo producto que ya venía definido por un formato, un diseño y un color. Dicho de otra forma, el tono y el calibre son características variables del producto, que, si bien se mantienen dentro de un rango, no se conocen con precisión hasta el final del proceso.

La tecnología actual permite que el proceso de clasificación este altamente automatizado. Este proceso consiste en el paso, mediante una cinta transportadora, por un sistema formado por elementos de visión artificial y otros sensores que informan a un sistema informático que asigna a la baldosa a un grupo. La baldosa continúa por la línea hasta que llega a la posición asignada a las baldosas de su grupo donde es desviado a un nivel inferior donde permanecerá hasta completar un número preestablecido dependiente del formato. Cuando ese número se alcanza se traslada mediante otra cinta transportadora a la entrada de la máquina empaquetadora que identifica en su envoltorio no sólo el modelo, formato y color sino su tono y calibre.

Finalmente, las cajas son transportadas por una cinta hasta la siguiente sección de paletizado.

3.2.2.8 Paletizado

De la sección de la clasificación sale el producto embalado en cajas codificadas según calibre, calidad y tono. La paletizadora se encarga de llenar las paletas de forma automática teniendo en cuenta estos datos. Una vez está la paleta ya conformado se enfunda manualmente con un plástico biodegradable mediante la aplicación de calor.

Las paletas se llevan a otra nave donde se ubica el almacén mediante la utilización de vehículos mecánicos.

La situación de las paletas en el almacén atiende a un programa de control de almacenes diseñado para un óptimo aprovechamiento del mismo, así como para una eficaz gestión y control de cada paleta.

3.2.2.9 El Transporte

Entre líneas de esmaltado y hornos, y hornos y líneas de clasificación las unidades se depositan mediante sendos manipuladores en unas estructuras compuestas por diferentes repisas denominadas box de carga y pancones. Para el transporte de estos boxes de carga y los pancones se utilizan vehículos guiados por láser (LGV, del inglés *Laser Guided Vehicle*) motorizados eléctricamente (ver figura 9), que se desplazan sin necesidad de rieles mediante la acción de un sistema de control guiado. El recorrido de los vehículos viene prefijado por un conjunto de espejos reflectores ubicados en todas las trayectorias por las cuales suele pasar, estos equipos están gestionados por un computador con el software controlador de este sistema instalado en el mismo, que envía la información a los vehículos mediante una red Wi-Fi privada.

Este sistema proporciona una gran flexibilidad a la hora de programar la entrada de los trabajos a la siguiente sección.



Figura 9. Laser Guided Vehicle (LGV)

Fuente: Autor

3.3 Definición de términos básicos

Compensador

El compenser o compensador se encarga de acumular y suministrar piezas en caso de averías leves, como enganchones, etc. Si se engancha una pieza o hay una pequeña avería aguas arriba de la entrada, el compenser suministrará piezas, previamente acumuladas, hasta que se restablezca el problema.

Matiz

El matiz es una de las propiedades del color. El matiz es la propiedad que se refiere a los aspectos cualitativamente diferentes de la experiencia de color que tienen relación con diferencias de longitudes de onda o con mezclas de diferentes longitudes de onda.

Monococción

Se denomina monococción a la cocción del proceso cerámico, desde un estado totalmente crudo hasta una completa vitrificación de la misma.

Bizcocho

Bizcocho es la arcilla modelada, y sometida a un previo proceso de secado. Se puede considerar en algunos casos como pieza terminada, tales como cabezas de muñecas, o bien una etapa intermedia antes de que se le aplique un revestimiento de esmalte y luego se hornee.

Esmalte

El esmalte o barniz es una suspensión líquida de minerales muy finamente molidos, y que se aplica a las piezas cerámicas, ya sea por monococción o por bicocción.

Gres

Es el término genérico que designa una pasta cerámica, formada por arcillas, materiales desgrasantes, como el sílice y fundentes, como el feldespato.

Horno monoestrato de rodillos

Su función es cocer el bizcocho esmaltado para dar el producto final. La alimentación de los hornos es mediante gas natural. En su paso por el horno el bizcocho

atraviesa varias secciones denominadas pre-horno, pre-calentamiento, cocción, enfriamiento natural y enfriamiento forzado, respectivamente, siendo el sistema de movimiento de las piezas mediante rodillos.

Rotador

Dispositivo accionado mediante el cual los azulejos son girados a 90° sobre sí mismos, montado sobre bancada motorizada independiente.

Volteador

Es un dispositivo que se encarga de voltear 180 grados las baldosas recién salidas de la prensa ya que las insignias y letras que identifican a la baldosa quedan con la cara inferior viendo hacia la parte de arriba, por lo cual es necesario que estas sean volteadas para que la parte superior quede ahora viendo hacia arriba donde se le será colocado el engobe y esmalte.

Transportador de rodillos

El transportador de rodillos es un dispositivo que, como su nombre indica, utiliza rodillos metálicos para facilitar el manejo y traslado de una gran diversidad de objetos, tales como cajas, tarimas, llantas, tambos, palés, paquetes, baldosas, etc. siempre y cuando cumplan la condición de contar con un fondo regular. En caso contrario, suelen emplearse otro tipo de dispositivos como el transportador de banda, el transportador helicoidal, etc. El transportador de rodillos se utiliza en múltiples procesos industriales y en almacenes.

Prensa oleo hidráulica

Es un sofisticado sistema de elaboración de baldosas, donde se realiza la mezcla de la cara vista con el revés y correspondiente prensado para conseguir el correcto compactado de la baldosa. Esta máquina dispone también de un sistema de desmoldeo de las baldosas, para su salida mediante la pala extractora.

Tiene un cilindro principal de prensado de doble efecto, lo que permite la parada de la carrera del mismo, mediante detector, donde se desee en función del espesor de baldosa a fabricar.

Cuenta con una central hidráulica preparada para realizar el prensado principal, así como los movimientos de desmoldeo, molde de limpieza, Regulación de las alturas de desmoldeo y expulsión de las baldosas mediante unas manetas, lo que simplifica el cambio de formato a fabricar.

Secadero

La función del secadero es la reducción del contenido de agua de las piezas antes de la cocción, es una operación compleja en la que influyen muchos factores:

- Naturaleza de la arcilla
- Preparación y homogenización de la pasta.
- Manejo de la pasta en el proceso de moldeo.
- Diseño y estructura de la pieza, uniformidad o des uniformidad de secado, etc.

La calidad y tiempo de secado que se lleve a cabo en este proceso influirá en el resultado final de la pieza luego del horneo.

El Secado al igual que la cocción es el paso más importante de la producción de cerámica, debido a que la pieza y su acabado final depende de la cantidad de agua que pierda antes de entrar al horno, ya que si la pieza aún posee gran cantidad de agua esta pieza estallará dentro del horno debido a las altas temperaturas que se manejan en ese proceso.

Era

Es un espacio de terreno limpio y firme donde se realizan diversas funciones, según el tipo de era: se trabajan los cereales, se cultivan vegetales, se preparan argamasas, se trabajan los minerales, etc.

Tamiz vibratorio

Es una máquina de tamizado que vibra alrededor de su centro de gravedad. La vibración de las mallas se realiza mediante masas excéntricas en los extremos inferior y superior de la pieza generadora de movimiento.

Engobe

Es la técnica cerámica que comporta una suspensión de materiales plásticos y no plásticos más agua, es decir engobe es sinónimo de la pasta cerámica que se obtiene mezclando distintos tipos de arcilla y otros materiales con agua y, generalmente, un defloculante como por ejemplo silicato sódico.

Bancalino

Es un mecanismo de la mesa de rodillos accionado por un actuador neumático o un motor que sube una sección de las correas transportadoras verticalmente, para permitir el desplazamiento en otra dirección del producto en cuestión.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de la Investigación

Este proyecto se define bajo el enfoque de proyecto factible, ya que las soluciones que se proponen son completamente prácticas y accesibles al problema que existe en el transporte de las baldosas de la prensa SACMI hasta el secadero de la prensa EVO en la empresa Cerámica Carabobo, planta gres-Guacara.

Basado en lo anteriormente descrito Mijares y García (2007) definen como proyecto factible a:

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

De igual manera, la Universidad Simón Rodríguez (1980) considera que un proyecto factible está orientado a resolver un problema planteado o a satisfacer las necesidades en una institución.

De las definiciones anteriores se deduce que, un proyecto factible se compone de un conjunto de actividades vinculadas entre sí, cuya ejecución permitirá el logro de objetivos previamente definidos en atención a las necesidades que pueda tener la empresa. Es decir, la finalidad del proyecto factible radica en el diseño de una propuesta de acción dirigida a resolver un problema previamente detectado en el medio. Situación a la que se dará respuesta desarrollando la propuesta de automatización del proceso de transferencia de baldosas de una prensa al secadero de

otra y todo esto será visualizado y controlado por un HMI (del inglés, *human machine interface*).

Al mismo tiempo se hará el desarrollo de la programación del PLC y de la interconexión con su respectivo HMI para un funcionamiento y desempeño óptimo del proceso de traslado de las baldosas hasta el secadero que es una etapa muy importante en el proceso de fabricación de las cerámicas.

4.2 Fases de la Investigación

Las fases metodológicas están orientadas a establecer los pasos y el método apropiado que debe seguir la investigación de este trabajo de grado desde el inicio hasta la realización del proyecto. Estas fases fueron establecidas según el investigador, las cuales son:

Fase I. Recolección de la información necesaria acerca de la situación actual de la mesa de rodillos de la prensa SACMI

La investigación empieza por la recolección de toda la información necesaria que tiene que ver con la mesa de rodillos de la prensa SACMI y los elementos que componen esta misma, tales como sensores motores y variadores de frecuencia y también se tiene que examinar el estado estructural de la mesa ya que esta había sido desactivada hace algunos años.

Fase II. Evaluación de los componentes de hardware y software que mejor se adapten a las necesidades y especificaciones que solicite el proceso

En esta fase está incluida la selección el PLC que se va a usar y el HMI de una manera que todo esto sea de sencillo entendimiento para el personal de mantenimiento de la empresa y aparte de esto la disponibilidad en el mercado de los componentes que sean requeridos para la correcta ejecución de este proyecto

Fase III. Diseño de un sistema automatizado para el traslado de baldosas de una prensa al secadero de otra.

En esta etapa se pretende hacer un diseño que se acople a las necesidades y posibilidades que tenga la empresa a fin de hacer los planos eléctricos que sean fáciles de entender por el personal calificado de la planta, una correcta programación del PLC

y las simulaciones de todo el proceso antes de que sea ejecutado para examinar cuál sería su hipotético resultado ya que en un software se hace en las condiciones más ideales.

Fase IV. Desarrollo de un interfaz humano maquina (HMI) por sus siglas en ingles.

En esta fase de la investigación, se realizará el diseño de la interfaz visual que dará al operador la facilidad de manipular el proceso automatizado, se desarrollará de acuerdo a los requerimientos que solicita la empresa en torno a la visibilidad, fácil manejo y fácil entendimiento.

CAPITULO V

RESULTADOS

En el presente capítulo se pueden observar los resultados obtenidos a través de técnicas de recolección de datos y análisis de la información, así mismo sobre la programación respectiva para el diseño del sistema automatizado.

5.1 Fase I: Recolección de la información necesaria acerca de la situación actual de la mesa de rodillos de la prensa SACMI

5.1.1 Observación directa.

La mesa de rodillos de la prensa SACMI se encontraba en estado de inoperatividad desde hace aproximadamente cuatro años, debido a la decisión de la empresa de detener esta línea ya que el mercado nacional e internacional interesado en este producto había sufrido un drástico debacle, esto, conllevó a la directiva de la corporación a hacer un alto a las funciones de la prensa SACMI, el secadero y la sección completa de esmaltación de la línea 6, el horno F-3 y su respectiva línea de selección final y empaque.

Con el paso del tiempo, los propios trabajadores de la planta fueron desmembrando la mesa de rodillos y hasta la propia prensa, para el momento del inicio de los trabajos en dicha mesa de rodillos, esta se encontraba en un estado deplorable y completamente en el olvido, ya que a simple vista se pudo observar una notoria falta de partes, tales como rodillos, motores, correas, sensores, cuerdas de seguridad, actuadores neumáticos y electroválvulas, y todo esto era solo visible en la parte externa. Para el momento en el que se tuvo acceso al tablero principal de control, se pudo observar que el estado paupérrimo de esta mesa de rodillos no era exclusivamente las partes externas, en el tablero de control era evidente la desidia ya que la tierra cubría el interior del tablero en su totalidad, aunado a esto la falta de partes debido a la

sustracción de estas, partes como, fusibles, contactores, guarda motores, relés, drivers, transformadores, fuentes reguladas, entre otras cosas.

Sin embargo, luego de esta primera revisión se pudo constatar que todas las partes que quedaban, estaban en un estado de obsolescencia que era necesario que fuesen cambiadas o actualizadas para que los electricistas al momento de corregir una falla se les facilite el trabajo y actualizar la manera en la que el operador utiliza esta mesa, ya que es el puente directo entre él y la máquina.

5.1.2 Revisión documental del funcionamiento de la mesa de rodillos de la prensa SACMI.

El transportador lateral de rodillos, nombre que recibe en su manual, del fabricante italiano *Barbieri & Tarozzi*, fue manufacturado en la década de los 90 por dicha empresa, Cerámica Carabobo como uno de sus clientes recibió este equipo, que, para su momento fue muy avanzado y complicado de instalar incluso hasta para los mismos técnicos italianos del grupo *B & T*.

Este transportador lateral indica en su ya antes mencionado manual todo su funcionamiento explicado con lujo de detalles, las partes mecánicas, eléctricas y el funcionamiento de todas las alarmas, el control automático de este banco de rodillos esta comandado por un PLC SIEMENS S5-100C. La línea de ejecución del proceso viene dada por el botón de “arranque” que tiene la máquina, también cuenta con un botón tipo hongo para un paro de emergencia, selector de modo manual/automático y los respectivos botones e indicadores para la ejecución en modo manual de los motores de la mesa, cuando se le da inicio al proceso, se encienden todos los motores de la mesa de rodillos que estarán a la espera de recibir azulejos recién prensados para transportarlos al secadero, al inicio del banco esta la primera sección de rodillos la cual está acompañada de un sensor de proximidad del tipo fotocelda que detecta el paso del azulejo y funciona como saturadora, luego pasa a la siguiente sección que es donde está el volteador, cuando el azulejo pasa por una segunda fotocelda que se encuentra ubicada unos centímetros antes del volteador, inmediatamente después que pasa existe un tiempo hasta que la baldosa entre en el volteador y cierre sus compuertas, acto

seguido el volteador detiene sus rodillos y procede a ejecutar su función, voltear el azulejo 180° para que quede la parte donde se plasma la imagen quede mirando hacia arriba, después que se voltea se abren nuevamente las compuertas del volteador y comienzan a girar los rodillos del mismo, expulsando así el azulejo de este, el producto sigue su rumbo y pasa por una tercera fotocelda que sirve para la saturación del sistema, sin cambiar su curso el azulejo sigue y pasa por un sensor de barrera que detecta el paso de este, dado un tiempo suficiente para que el producto de coloque encima del bancalino, este proceda a subir y accionar sus correas transportando el producto a la mesa de carga del secadero.

Si ocurre una parada imprevista aguas debajo de la línea, esta se va deteniendo por secciones, dándole como nombre a este suceso “saturación”, cuando esto llega al transportador de rodillos lateral, este empieza por la sección que envía los azulejos al banco de carga del secadero, si este se detiene y el bancalino sube, este debe detener sus correas y permanecer arriba, mientras el bancalino este arriba y pasa algún producto por el sensor de barrera anterior a este, debe destense esta sección de la mesa de rodillos, mientras esta sección este detenida y pasa algún producto por la tercera fotocelda se debe detenerla sección anterior a esta y los rodillos del volteador también, si el volteador está detenido y se detecta presencia en la segunda fotocelda se debe detener la sección anterior a esta y así también con la sección de la primera fotocelda hasta que finalmente se le quite el permiso a la prensa de seguir haciendo su trabajo, cuando el proceso de saturación culmina la mesa hace un barrido de producto y después de un tiempo seguro, da el consentimiento a la prensa para que comience nuevamente su ciclo de trabajo.

Cuando se presentan alarmas hay indicadores visuales y auditivos, bien sea por exceso de tiempo en los sensores o disparo de guarda motores, entre otros, las alarmas se pueden reiniciar única y exclusivamente ejecutando la operación manual/automático.

5.2 Fase II. Evaluación de los componentes de hardware y software que mejor se adapten a las necesidades y especificaciones que solicite el proceso.

En esta fase se evalúa los componentes que mejor se adapten tanto en rendimiento, economía, y disponibilidad en el mercado, entre otros, para que sirva de apoyo al sistema automatizado propuesto.

5.2.1 PLC

Para la presente propuesta se pretende utilizar un PLC S7-1200 CPU 1414C, su correspondiente fuente de alimentación, modelo: FA S7-1200 2,5. un módulo de entradas y salidas digitales, modelo: 8ED/8SD. Y por último dos módulos de salidas analógicas, modelo: 4 SA.

A continuación, se mostrarán las especificaciones técnicas de cada parte.

Cuadro 1. Elementos del PLC

Fuente: <https://masvoltaje.com/>

Parte del PLC	Especificaciones	Referencia
Fuente de alimentación	Entrada: AC 120/230 V monofásica 50/60Hz Salida: DC 24 V/2,5A LED verde para 24 V O.K.	6EP1332-1SH71.
CPU 1200	Simatic S7-1200, CPU 1214c, CPU compacta, DC/DC/RELÉS, E/S integradas: 14 DI 24vdc, 10 DO relés 2A, 2 AI 0 – 10V DC, alimentación: AC 20,4 -28,8 v dc, memoria de programa/datos 75 kb. Software: Step 7 v11 o superior	6ES7214-1HG31-0XB0
Módulo de E/S digitales	Simatic S7-1200, E/S Digitales SM 1223, 8 DI AC / 8 DO RELE, 8 DI	6ES7223-1QH30-0XB0.

	120/230 V AC, 8 DO RELE 2A.	
Módulo de salidas analógicas	Simatic S7-1200, Salida Analógica, SM 1232, 4 AO, +/-10V, Resolución 14 BIT, O 0-20 MA, Resolución 13 BIT	6ES7232-4HD30-0XB0



Figura 10. Fuente de Alimentación FA S7-1200 2,5.

Fuente: <https://masvoltaje.com/>



Figura 11. Módulo de E/S digitales

Fuente: <https://masvoltaje.com/>



Figura 12. CPU S7-1200 1214C
Fuente: <https://masvoltaje.com/>



Figura 13. Módulo de Salidas analógicas
Fuente: <https://masvoltaje.com/>

5.2.2 Pantalla HMI

La Pantalla utilizada para graficar la interfaz HMI se seleccionó en base a los requerimientos de la empresa, así como de las prestaciones que los trabajadores necesitaban por parte de dicha pantalla, fluidez en gráficos, adaptabilidad al medio que hace referencia a la variedad de puertos disponibles, así como el tipo de estos, a fin de ser lo más versátil posible. Además de lo anteriormente expuesto se tuvo en cuenta la disponibilidad de hardware presente en la empresa o en el mercado, con la finalidad de reducir costos o tratar que estos fueran lo menor posible.

Por tal motivo se realizó inicialmente un chequeo específico en el almacén de dispositivos de la empresa a fin de verificar si los dispositivos que poseía ésta cumplían con lo requerido, y se evidencio que se disponía del hardware solicitado, de tal forma se seleccionó la pantalla HMI marca Siemens modelo KTP600, la cual cumplía en su totalidad con los requerimientos; las características del dispositivo se logran apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Datos Pantalla HMI

Fuente:<https://masvoltaje.com/>

Pantalla	Especificaciones	Referencia
SIMATIC KTP600 Basic Color	OPERACION TECLA/TACTIL, DISPLAY 6" TFT, 256 COLORES, INTERFAZ PROFINET, CONFIGURABLE DESDE WINCC FLEXIBLE 2008 SP2 COMPACT/ WINCC BASIC V10.5/ STEP7 BASIC V10.5, CONTIENE SW OPEN SOURCE. VER CD ADJUNTO	6AV6647-0AD11- 3AX0.



Figura 14. Pantalla HMI KTP600

Fuente: <https://masvoltaje.com/>

5.2.3 Variador de Frecuencia

Para este elemento se llegó a la conclusión que el dispositivo accionador que mejor se adaptaba a las necesidades y requerimientos de la empresa era el YASKAWA V1000 puesto que es un producto relativamente económico y brinda mayor fiabilidad y versatilidad, además cuenta con un método especial de modulación por ancho de pulso que permite un funcionamiento silencioso del motor, así mismo este dispositivo accionador es ideal por la simplicidad del proceso, sin embargo este posee una extensa lista de parámetros modificables para aplicaciones de control más avanzadas.

Cuadro 3. Datos del Variador Yaskawa

Fuente: Manual de usuario de Yaskawa

Variador	Especificaciones	Referencia
YASKAWA V-1000	Ver Figura 16	Clase de 200V, Entrada Trifásica: 0.1 a 18.5 kW



Figura 15. Variador de frecuencia YASKAWA V1000
Fuente: <https://www.yaskawa.eu.com>

Elemento			Especificación				
Trifásico: CIMR-V□2A			0030	0040	0056	0069	
Monofásico: CIMR-V□BA <↔>			-	-	-	-	
Entrada	Corriente de Entrada (A) <↔>	Trifásico	Capacidad ND	34.7	50.9	69.4	85.6
			Capacidad HD	26.0	35.4	51.9	70.8
		Monofásico	Capacidad ND	-	-	-	-
			Capacidad HD	-	-	-	-
Salida	Capacidad de Salida Nominal (kVA) <↔>	Capacidad ND	11.4	15.2	21.3	26.3	
		Capacidad HD	9.5	12.6	17.9	22.9	
	Corriente de Salida (A)	Capacidad ND <↔>	30.0	40.0	56.0	69.0	
		Capacidad HD	25.0 <↔>	33.0 <↔>	47.0 <↔>	60.0 <↔>	
	Tolerancia de Sobrecarga		Capacidad ND: 120% de la corriente de salida nominal por 1 minuto Capacidad HD: 150% de la corriente de salida nominal por 1 minuto (Puede requerirse reducir la potencia nominal para aplicaciones que arrancan y se detienen frecuentemente)				
	Frecuencia de Portadora		2 kHz (Fijada por el usuario, 2 a 15 kHz)				
	Voltaje de Salida Máx. (V)		Alimentación Trifásica: Trifásico 200 a 240 V Alimentación Monofásica: Trifásico 200 a 240 V (ambos proporcionales al voltaje de entrada)				
	Frecuencia de Salida Máx. (Hz)		400 Hz (ajutable por el usuario)				
	Fuente de Alimentación	Voltaje Nominal Frecuencia Nominal		Alimentación Trifásica: Trifásico 200 a 240 V 50/60 Hz Alimentación Monofásica: 200 a 240 V 50/60 Hz			
		Fluctuación de Voltaje Permisible		-15 a 10%			
Fluctuación de Frecuencia Permisible		±5%					
Contra medidas Armónicas		Reactor de CD		Opcional			
Generación de Calor (W)	Trifásico	Capacidad ND	-	-	-	-	
		Capacidad HD	335.3	379.5	509.7	646.2	
	Monofásico	Capacidad ND	303.7	321.3	465.2	589.1	
		Capacidad HD	-	-	-	-	

Figura 16. Especificaciones técnicas del YASKAWA V-1000
Fuente: manual de usuario yaskawa

5.2.4 Actuadores neumáticos

En este segmento se selecciona los tipos de cilindros neumáticos que utilizaremos para las aplicaciones correspondientes al puente basculante, bancalino y el tramo de la primera sección de la mesa que debe poder retraerse.

Cuadro 4. Datos de Cilindros Neumáticos

Fuente: https://www.festo.com/cat/es-ve_ve/products_010000

Actuador	Especificaciones	Referencia
Cilindro normalizado grande	Carrera: 3 ... 2.000 mm Diámetro del émbolo: 100 mm Basado en la norma ISO 15552 Amortiguación P: amortiguación por tope elástico/placa a ambos lados PPV: amortiguación neumática regulable a ambos lados Posición de montaje indistinto Construcción: Émbolo Vástago Tubo perfilado Detección de la posición: riel para sensores de proximidad	DNC-100/500
Cilindro neumático normalizado pequeño	Carrera: 2 ... 2.000 mm Diámetro del émbolo: 40 mm Basado en la norma: ISO 15552 Amortiguación P: amortiguación por tope elástico/placa a ambos lados	DNC-40/80

	PPV: amortiguación neumática regulable a ambos lados Posición de montaje indistinto Construcción: Émbolo Vástago Tubo perfilado Detección de la posición: sin para sensores de proximidad	
--	--	--



Figura 17. Actuador neumático DNC-80/100 FESTO

Fuente: https://www.festo.com/cat/es-ve_ve/products_010000

5.2.5 Motores

Para esta sección se requieren dos tipos de motores, los que se encargan de mover los rodillos, tamaño 90, y los que se encargan de mover los cepillos que eliminan los restos de polvo excedente, estos últimos son tamaño 63.

Cuadro 5. Datos de los motores

Fuente: <https://www.electromecanicamm.com.ar/imagenes/archivos>

motores	especificaciones	referencia
Motor tamaño 90 con brida	HP:2 kW: 1,5 polos: 2 rpm: 2848 220/380V: 5,97/3,48A In:6	MT90S-2
Motor tamaño 63 con base	HP:0,33 kW: 0,25 polos: 2 rpm: 2710 220/380V: 1,29/0,75A In:6	MT632-2



Figura 18. Motor tamaño 90 con brida

Fuente: <https://www.electromecanicamm.com.ar/imagenes/archivos>

5.2.6 Sensores

Para este segmento se evalúan los sensores necesarios que se necesitan para la automatización, estos incluyen fotoeléctricos, de barrera laser, etc.

Cuadro 6. Especificaciones de los sensores.

Fuente: <https://www.smc.eu/> <https://www.omron.com/>

Tipo de sensor	Especificaciones	Referencia
Fotocelda reflectiva difusa (proximidad)	Método de detección: reflectivo difuso Distancia de detección: 0.1 m Fuente de luz: Infrarrojo LED Configuración de salida: PNP Marca: Omron Automation and Safety Voltaje de alimentación operativo: 24 V	E3F2
Barrera laser	Voltaje: 24VDC Distancia entre emisor/receptor: 3m Angulo direccional: 3° a 20° Fuente de luz: led infrarrojo Peso aproximado: 110g Consumo de corriente: 10mA máximo	E3F2-3Z1
Inductivo	Alcance: 2mm +/- 10% Diámetro: 12mm Alimentación: 12 - 24VDC Respuesta en frecuencia: 1.5KHz Salida de control: NPN-NA / 200 mA. Grado de protección: IP67 Origen: Japón Marca Omron	In75
Reed Switch	Aplicación: Relé, PLC	D-Z73

	Fuente de alimentación: 24 Vdc (100 Vac) Corriente de carga: 5 - 40 mA. (5 - 20 mA.) Caída de tensión interna <2,4 V (Indicador LED) Índice de protección IEC IP67 Diámetro de 12-50mm - Compacto	
--	---	--



Figura 19. Reed Switch marca SMC

Fuente: <https://www.smc.eu>

5.2.7 Misceláneos

En esta sección quedan presentes los elementos diversos que no se han planteado anteriormente pero que son de gran importancia en el desarrollo de este trabajo, estos no se han colocado debido a lo extenso que se volvería ya que son muchos los elementos, entre estos están incluidos:

- Contactores: están presente para el encendido y control de los motores que no usan variador de frecuencia.
- Relés: son necesarios para relevar las señales provenientes del PLC que accionan las electroválvulas, los variadores de frecuencia, contactores, etc.

- Fusibles: protegen al PLC de cortocircuitos provenientes de los sensores y las señales de entrada tanto como las de salida.
- Regletas: estos están encargados de interconectar los cables provenientes de los sensores hacia las entradas del PLC
- Fuentes de alimentación: su función principal es dar alimentación auxiliar de 24Vdc al tablero de control donde están ubicados los componentes como: relés, variadores de frecuencia (tensión auxiliar), también alimentan a los sensores.
- Guardamotores: protegen a los motores de sobre corrientes y sobrecalentamiento, también funciona como interruptor de tensión antes del variador de frecuencia en caso de ser necesario.
- Botones: son los encargados de dar inicio al proceso y también están para silenciar la sirena, además de colocar en modo manual/automático.
- bombillos indicadores: indican de manera luminosa el estado del proceso, ya sea que este en su funcionamiento normal como en estado de alarma.
- cuerda de seguridad: su función es la de detener el sistema en caso de una emergencia.
- Electroválvulas: componente encargado de permitir el flujo de aire para accionar los actuadores neumáticos.
- Sirena: en caso de alarma o inicio del proceso esta suena.

5.2.8 Selección del software

En la sección 5.2.1 se realizó la selección del PLC que mejor se adecuara a las necesidades, en esta sección, se hace la evaluación de los softwares disponibles más importantes para realizar la programación en el PLC y el HMI, entre estos destacan, STEP 7 para la programación del PLC y Wincc Flexible para el desarrollo del HMI, también esta software que se seleccionó finalmente que lleva como nombre TIA Portal, que es el acrónimo del inglés *Totally Integrated Automation*, que tiene integrado, como bien su nombre lo dice, todas las funcionalidades para trabajar en el campo de los

autómatas programables, tanto la programación del dispositivo como la creación del HMI.

Este software fue seleccionado debido a su compatibilidad con el sistema operativo Windows en la mayoría de sus versiones, también por su sencillez a la hora de utilizarlo ya que integra todas las funciones en un solo software.

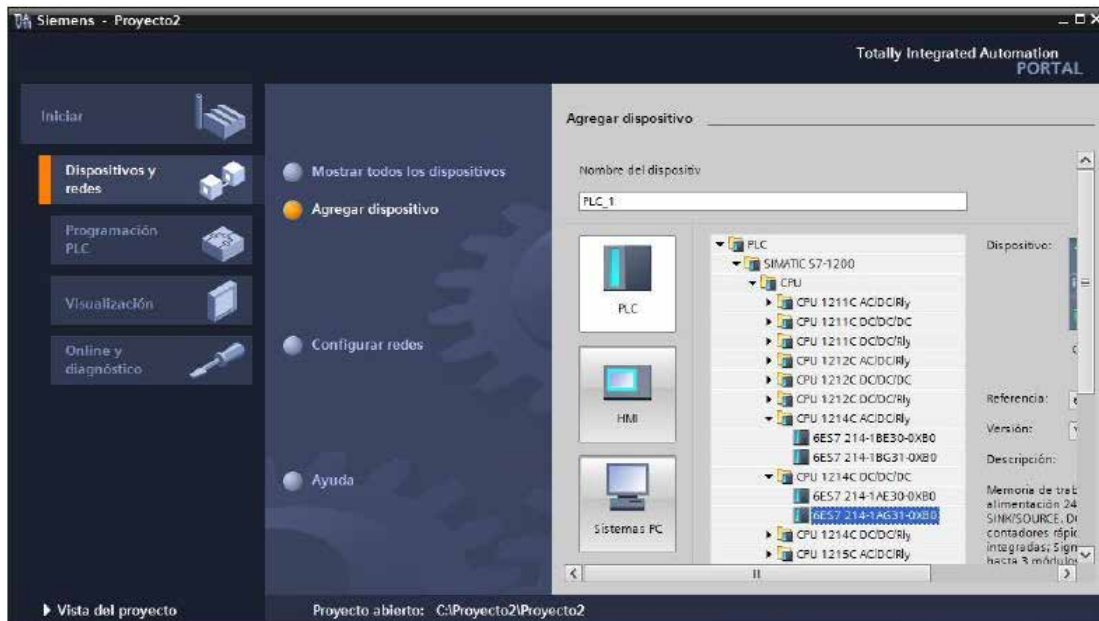


Figura 20: Pantalla de inicio de TIA Portal

Fuente: Autor

5.3 Fase III. Diseño de un sistema automatizado para el traslado de baldosas de una prensa al secadero de otra.

Después de haber realizado el análisis correspondiente del estado de la mesa de rodillos de la prensa, la selección de los hardware y software necesarios, se procedió a la realización del sistema automatizado que transportara las baldosas de la prensa al secadero, para la realización de este sistema automatizado, se consideró apropiado la programación en base al lenguaje en escalera (*Ladder*) para lograr cumplir con las expectativas y objetivos que solicito la empresa.

5.3.1 Configuración de los dispositivos

5.3.1.1 PLC

Para empezar, en el inicio del TIA Portal se realiza la selección del PLC, como bien es sabido, se eligió el S7-1200 CPU 1214C, luego de esto, se realiza la configuración de este para ajustar y añadir manualmente los módulos extras necesarios, tanto digitales como analógicos, así como las direcciones de entrada y salida que estos poseen y las configuraciones de salida de los módulos analógicos, se decidió trabajar con salida de intensidad de corriente estándar de 4 a 20 mA.



Figura 21: Configuración de los dispositivos

Fuente: Autor

Direcciones E/S

Direcciones de entrada

Dirección inicial: .0

Dirección final: .7

Bloque de organización: ...

Memoria imagen de proceso: ...

Direcciones de salida

Dirección inicial: .0

Dirección final: .7

Bloque de organización: ...

Memoria imagen de proceso: ...

Figura 22: Configuración de E/S del CPU 1214C

Fuente: Autor

Direcciones E/S

Direcciones de entrada

Dirección inicial:

Dirección final:

Bloque de organización: ...

Memoria imagen de proceso: ...

Direcciones de salida

Dirección inicial:

Dirección final:

Bloque de organización: ...

Memoria imagen de proceso: ...

Activar Windo

Figura 23 Configuración de E/S del módulo de E/S digitales SM1223
Fuente: Autor

Direcciones E/S

Direcciones de salida

Dirección inicial:

Dirección final:

Bloque de organización: ...

Memoria imagen de proceso: ...

Figura 24 Configuración de primer módulo de salidas analógicas
Fuente: Autor

Direcciones E/S

Direcciones de salida

Dirección inicial:

Dirección final:

Bloque de organización: ...

Memoria imagen de proceso: ...

Figura 25 Configuración del segundo módulos de salidas analógicas
Fuente: Autor

Interfaz PROFINET [X1]

General

Nombre: Interfaz PROFINET_1

Autor: Personal

Comentario:

Direcciones Ethernet

Interfaz conectada en red con

Subred: PN/IE_1

Agregar subred

Protocolo IP

Ajustar dirección IP en el proyecto

Dirección IP: 192 . 168 . 0 . 1

Másc. subred: 255 . 255 . 255 . 0

Utilizar router

Activar Wind
Ve a Configuración

Figura 26 Interfaz de conexión PROFINET

Fuente: Autor

5.3.1.2 HMI

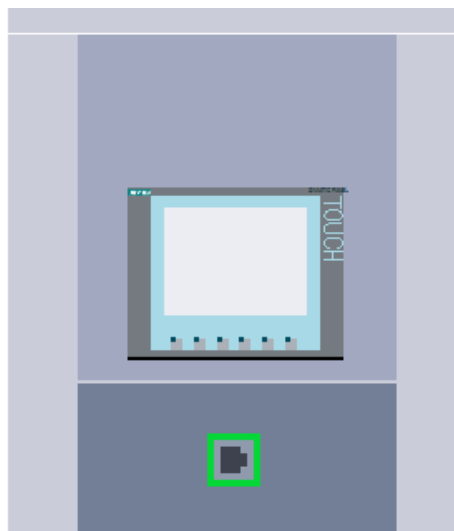


Figura 27 Configuración del dispositivo HMI

Fuente: autor

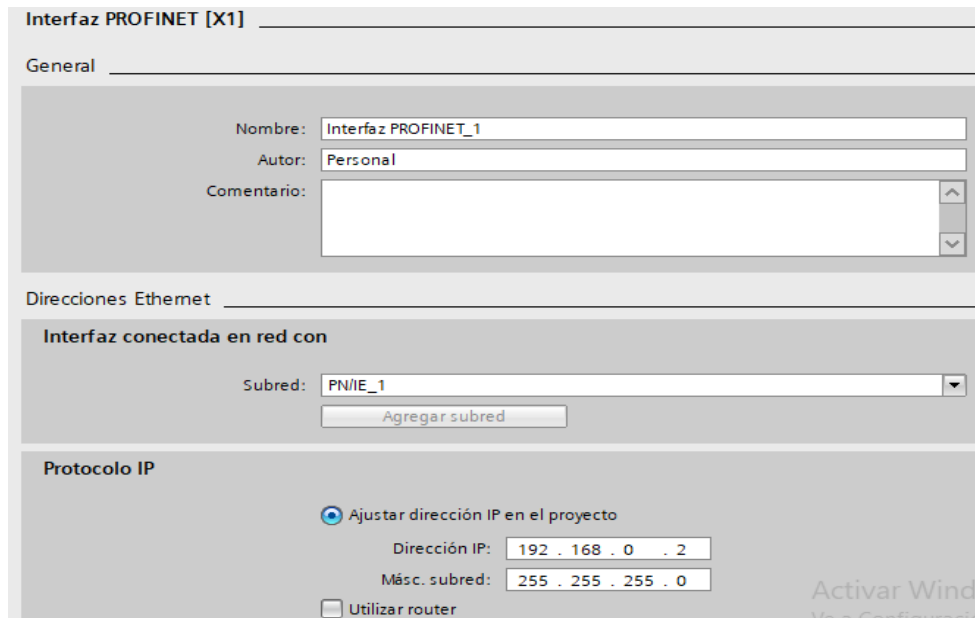


Figura 28 Interfaz de conexión del HMI
Fuente: Autor

5.3.2 Programación

La programación del controlador esta basa en lenguaje escalera o comúnmente llamado diagrama Ladder, que consta de un conjunto de segmentos en el cual en cada uno de ellos se realizan diferentes funciones, la cantidad de segmentos puede variar dependiendo del programador, en este caso el autor. La abreviación para el tipo de lenguaje utilizado en el software TIA Portal es llamado KOP. Por otra parte, un proyecto de TIA portal está constituido por un bloque de organización (OB) principal, el cual puede hacer uso de diferentes funciones (FC), bloques de funciones (FB), bloques de datos (DB) también llamados bases de datos, e inclusive con otros OB, manipulando diferentes tipos de variables, entre las más comunes de tipo bool, int, Dint, Word, DWord, real, String, Time, entre otros.

Así como existen los tipos de variables antes mencionados también encontramos variables o datos PLC (UDT), siendo este un tipo de dato compuesto personalizado, empleado para la declaración de una variable, y se representa como una estructura de diferentes tipos de datos. Tiene como ventajas intercambio sencillo de datos entre

varios bloques, transferencia de parámetros como una unidad de datos, y agrupación de datos según el control de proceso.

5.3.3.1 Bloques del programa

Son las secciones del programa donde se ubican las subrutinas que son usadas en el programa propuesto.



Figura 29 Bloques del programa
Fuente: autor

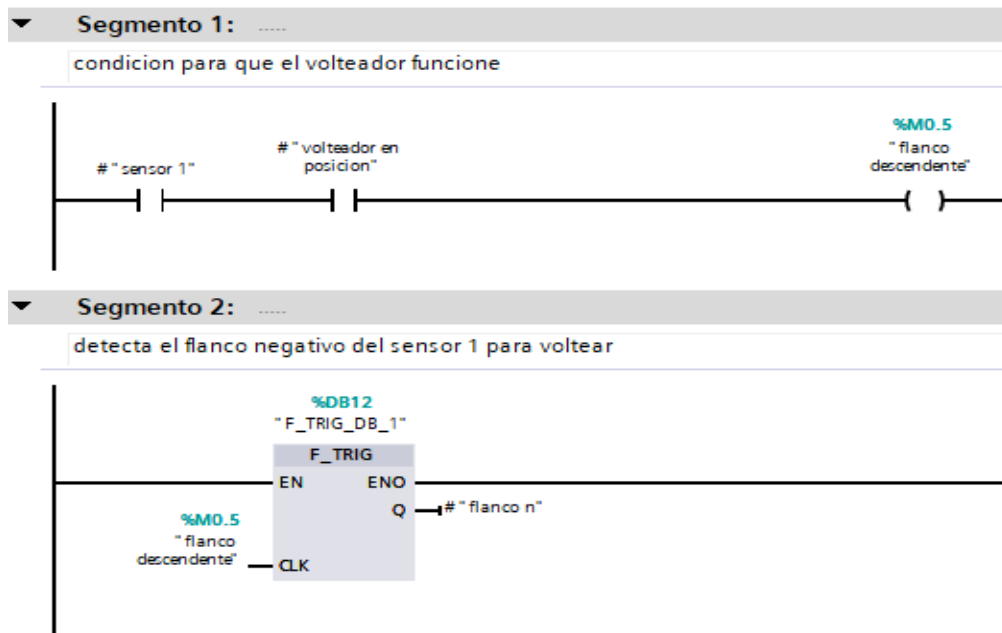


Figura 30 Bloque de función del volteador, parte 1
Fuente: Autor

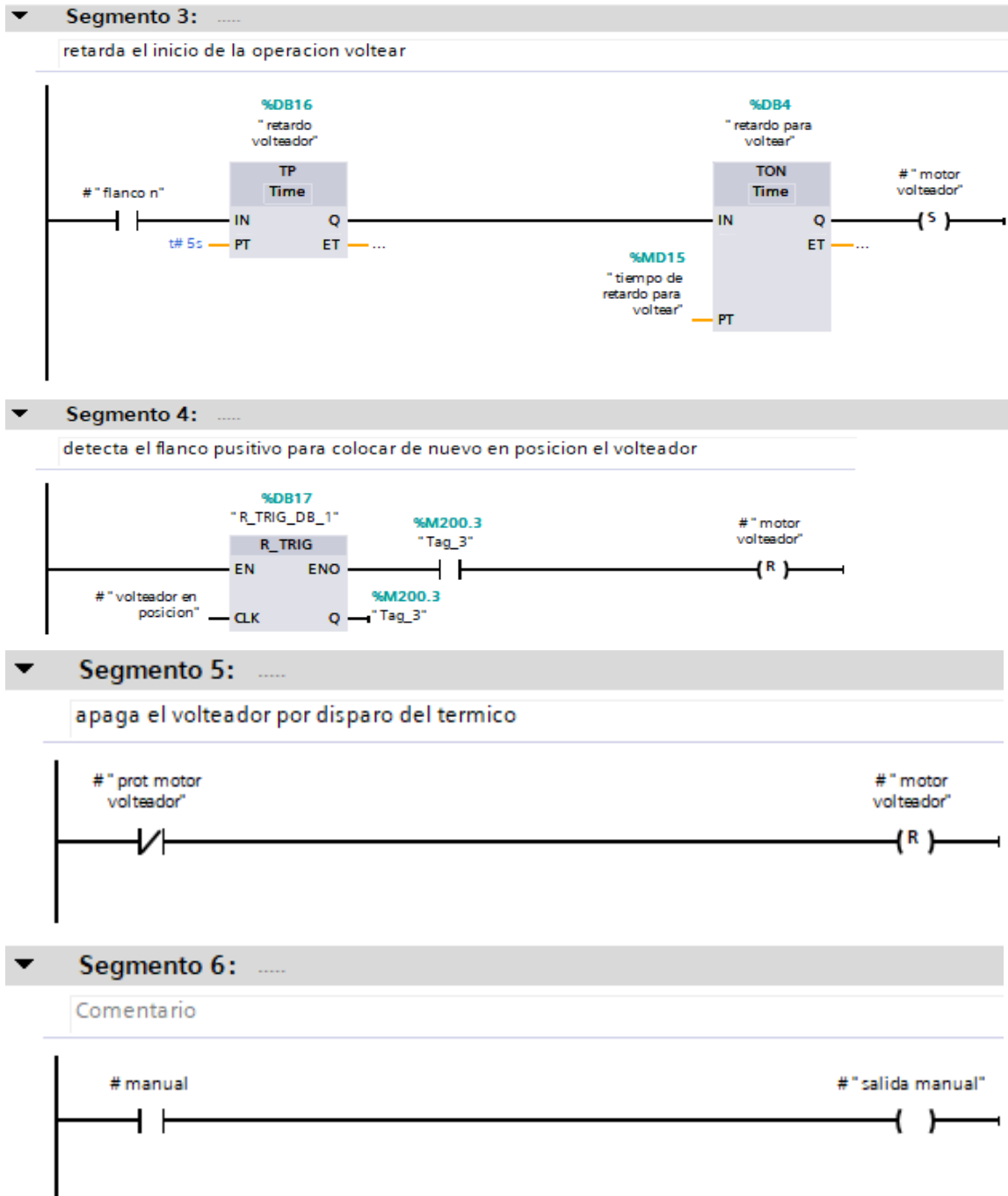


Figura 31 Bloque de función del volteador, parte 2

Fuente: Autor

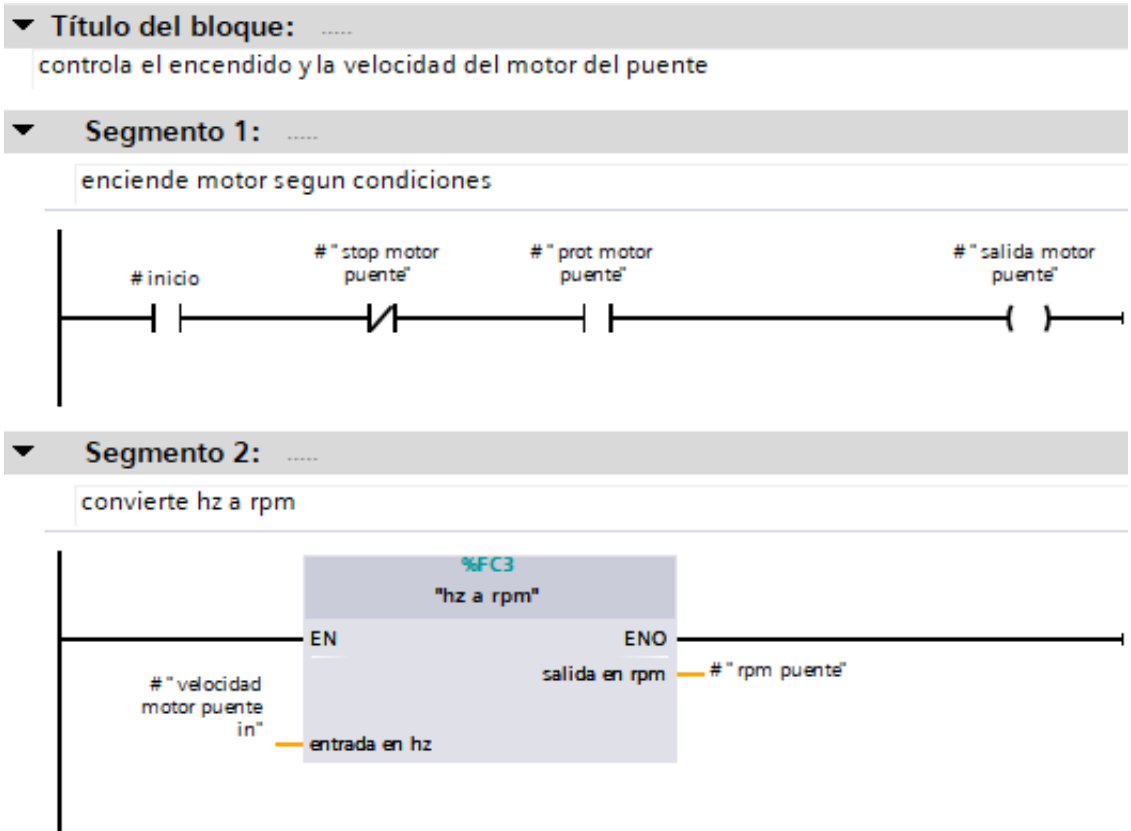


Figura 32 Bloque de función del motor del puente, parte 1
 Fuente: Autor

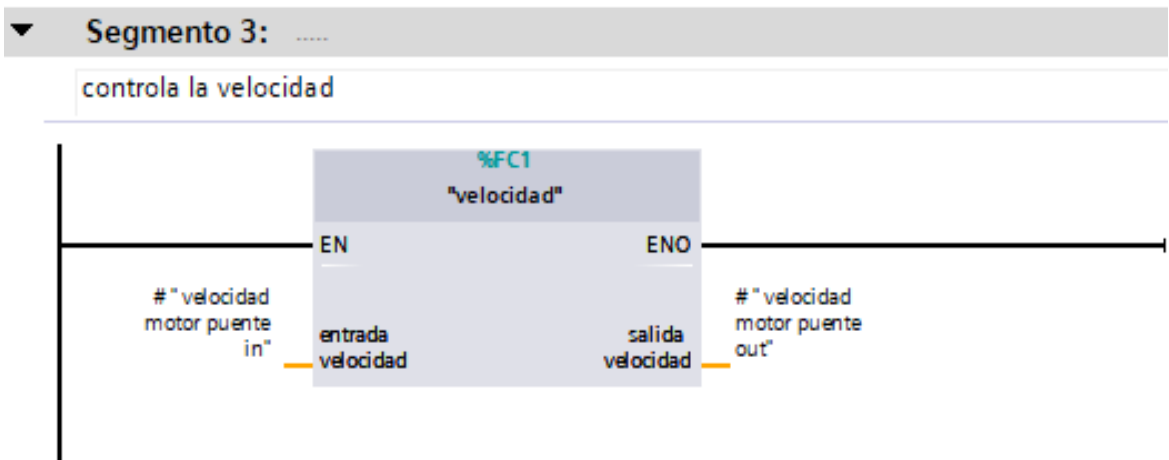


Figura 33 Bloque de función del motor del puente, parte 2
 Fuente: autor

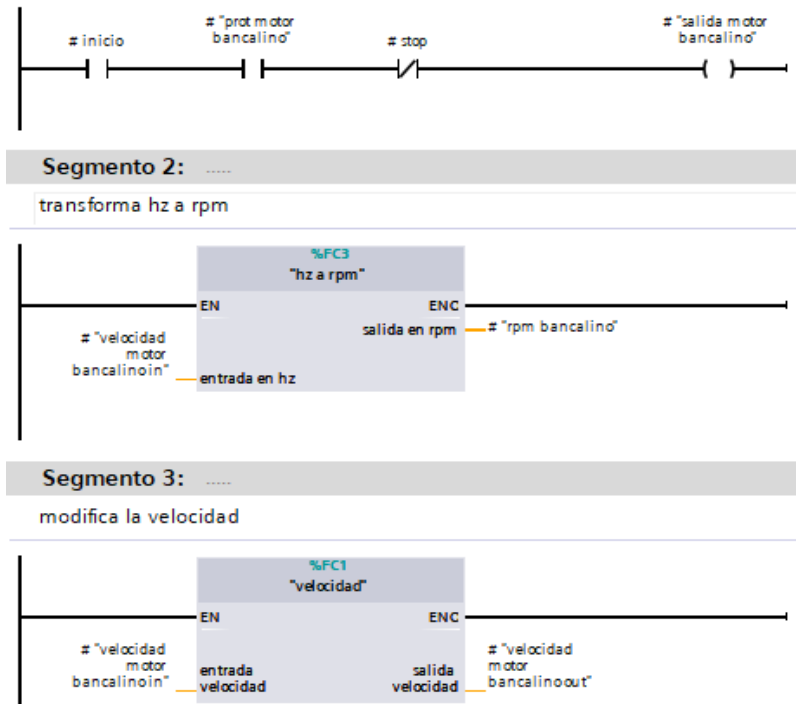


Figura 34 Bloque de función del motor de las correas del bancalino
Fuente: autor

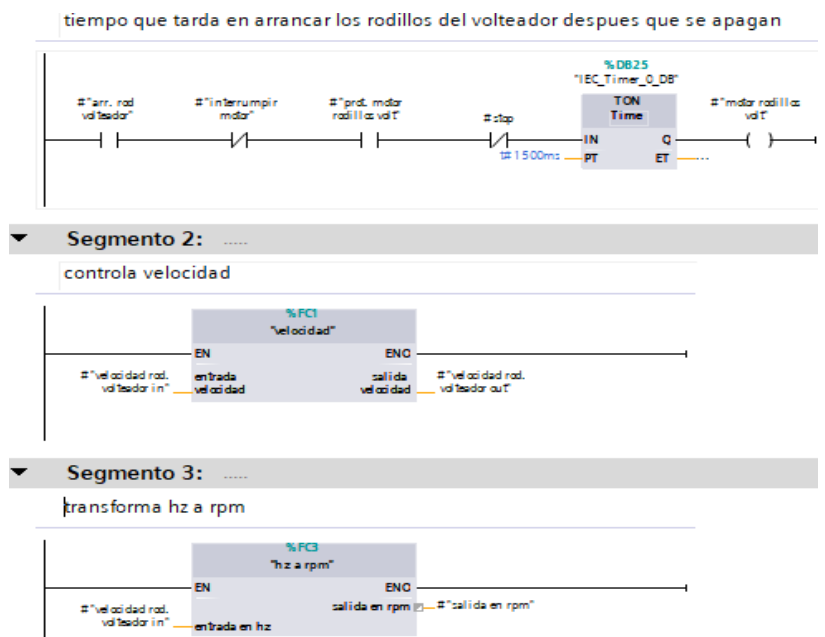


Figura 35 Bloque de función del motor de los rodillos del volteador
Fuente: autor

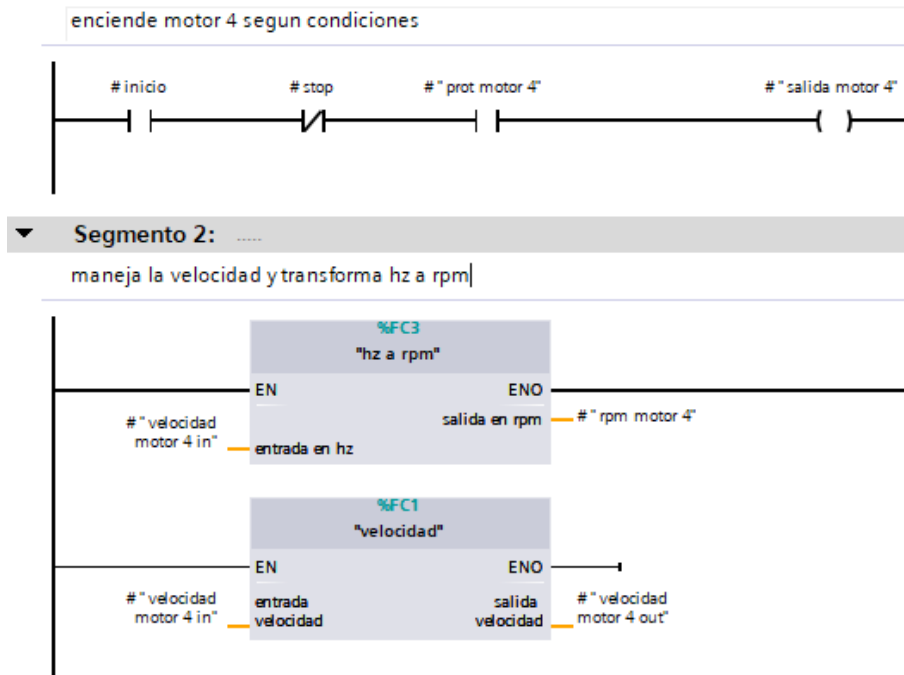


Figura 36 Bloque de función del motor 4
Fuente: Autor

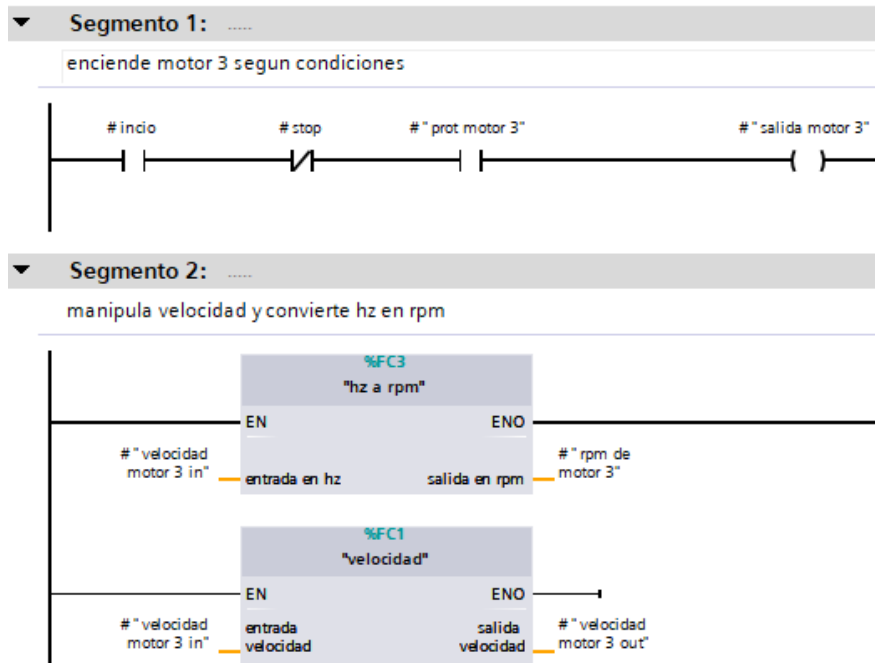


Figura 37 Bloque de función del motor 3
Fuente: autor

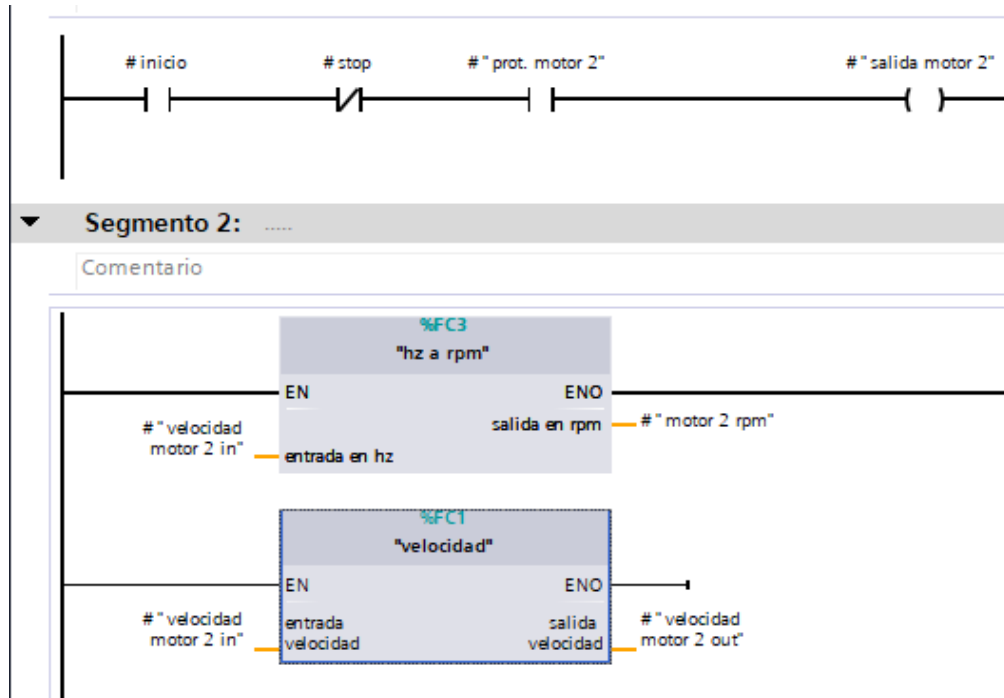


Figura 38 Bloque de función del motor 2
Fuente: autor

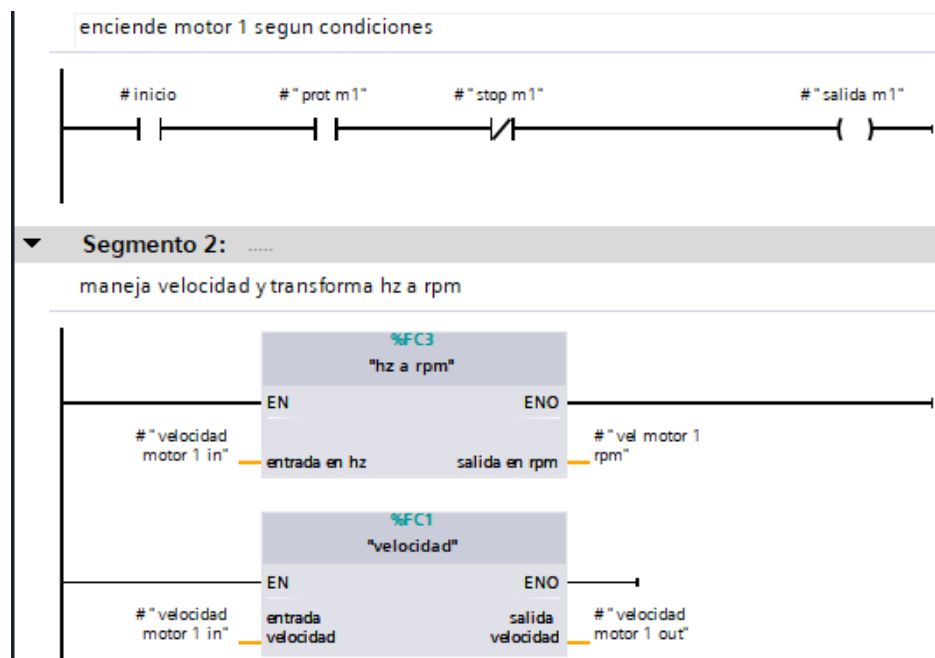


Figura 39 Bloque de función del motor 1
Fuente: autor

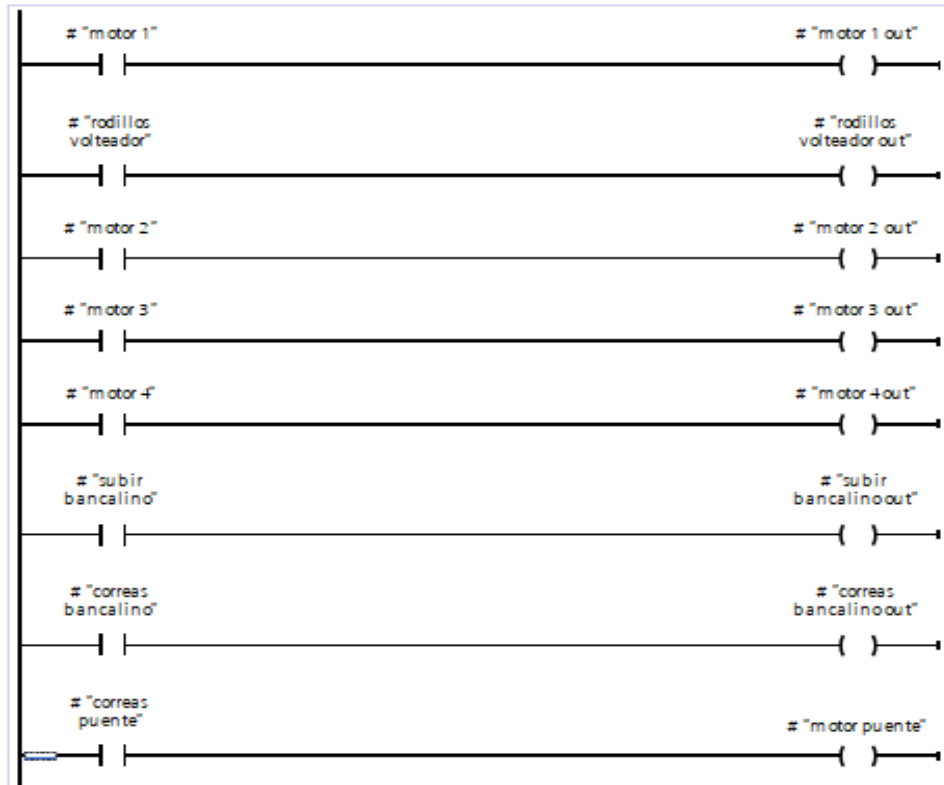


Figura 40 Bloque de función para la ejecución en modo manual
Fuente: autor

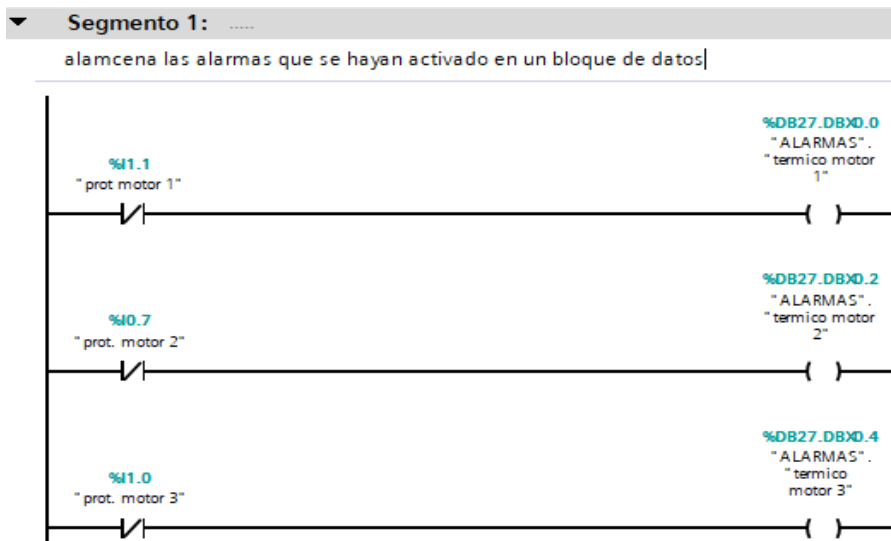


Figura 41 Función de alarmas, parte 1
Fuente: autor

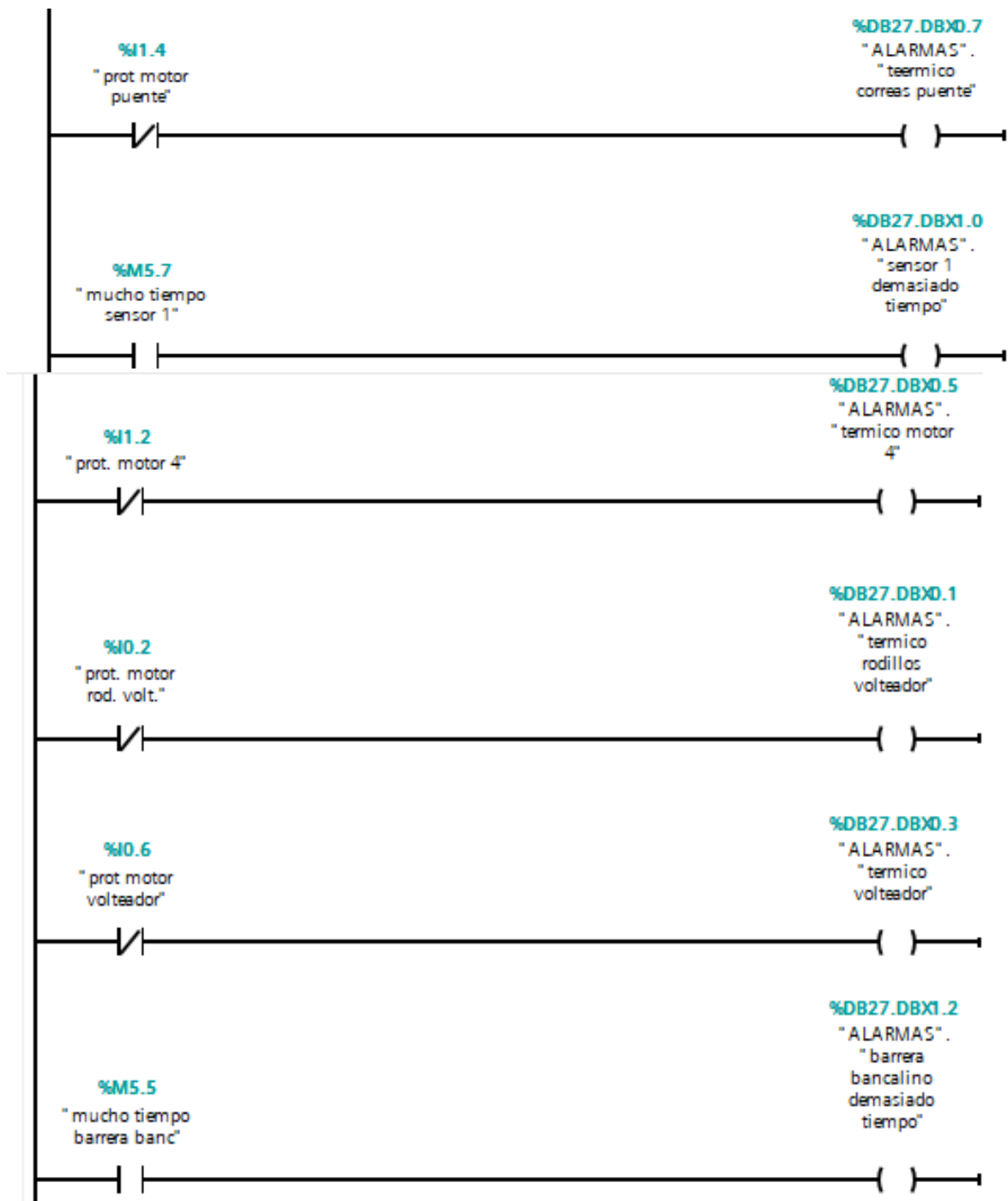


Figura 42 Función de alarmas, parte 2

Fuente: autor

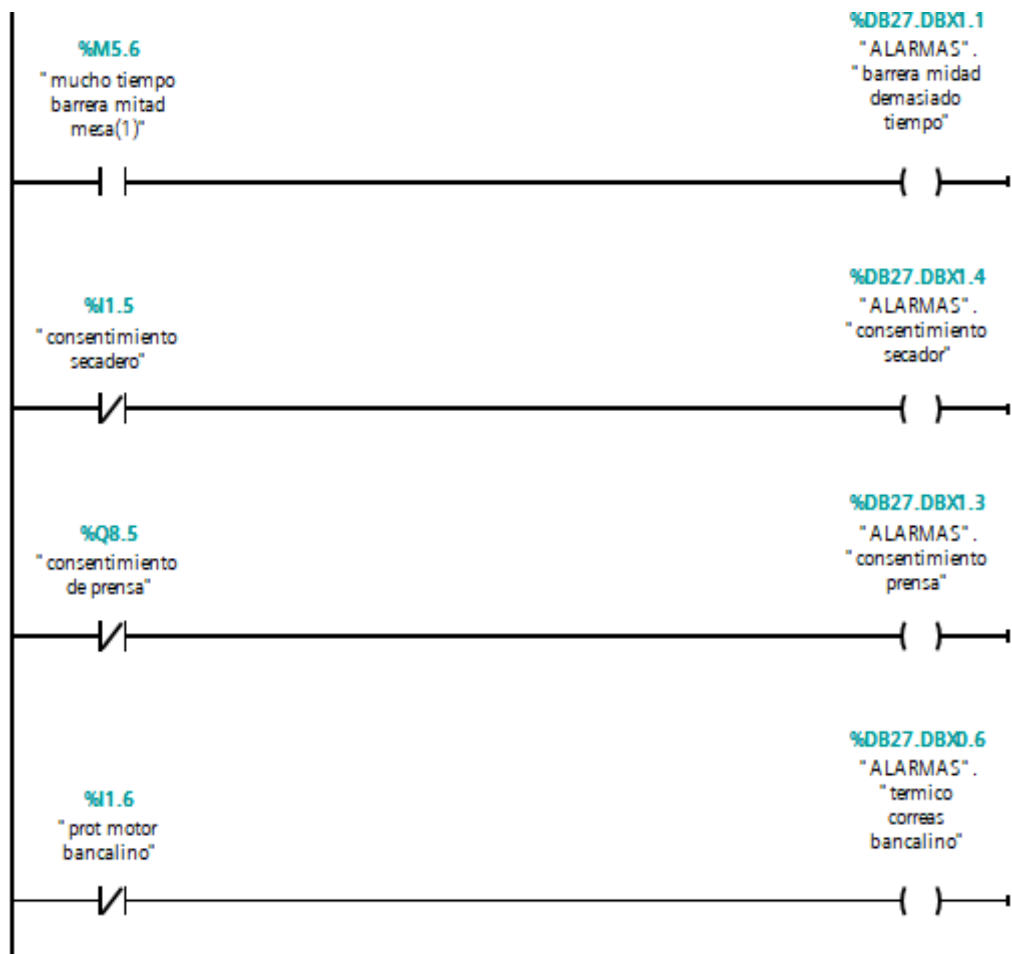


Figura 43. Función de alarmas, parte 2

Fuente: autor

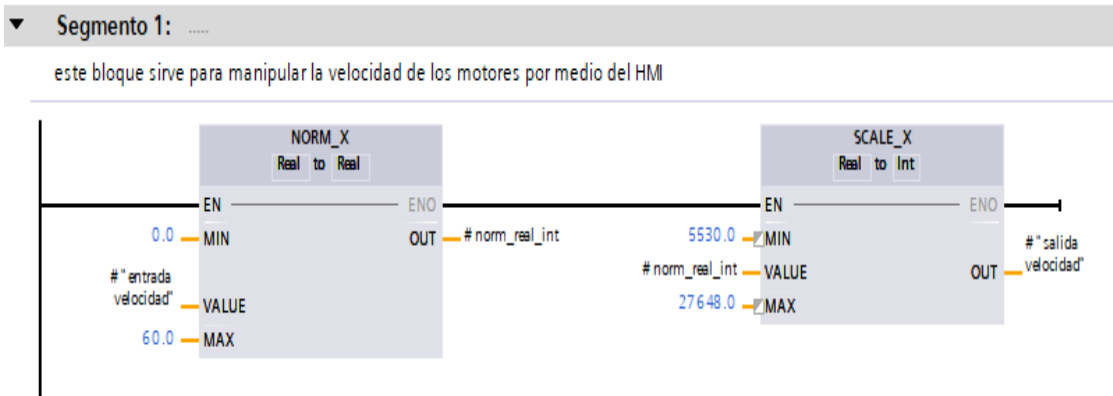


Figura 44 Función para manipular la velocidad de los motores

Fuente: autor

5.3.3.2 Variables generales del programa

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
1	arranque motor 1	Bool	%MD.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	velocidad motor 1 in	Real	%MD1100		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	salida m1	Bool	%MD.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4	prot motor 1	Bool	%I1.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	stop motor1	Bool	%MD.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
6	err. rod. volteador	Bool	%MD.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	motor rodillos volteador(1)	Bool	%Q0.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	prot. motor rod. volt.	Bool	%I0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
9	stop motor rod. volt.	Bool	%MD.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
10	motor 1	Bool	%Q0.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
11	prot. motor 3	Bool	%I1.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
12	volteador en posición	Bool	%I0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
13	motor volteador	Bool	%Q0.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	salida motor 2	Bool	%Q0.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	sensor1	Bool	%I0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
16	prot motor volteador	Bool	%I0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
17	flanco descendente	Bool	%MD.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	enclavar rodillos volt.	Bool	%MD.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
19	arranque motor 2	Bool	%MI.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
20	velocidad rod. volteador out(1)	Int	%QW112		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
21	velocidad rod. volteador	Real	%MD2000		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
22	velocidad motor 1 out	Int	%QW114		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
23	stop motor 2	Bool	%MI.1		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
24	prot. motor 2	Bool	%I0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 45 Tabla de variables, parte 1

Fuente: Autor

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
25	velocidad motor 2 in	Real	%MD3000		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
26	velocidad motor 2 out	Int	%QW116		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
27	arranque motor 3	Bool	%MI.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
28	stop motor 3	Bool	%MI.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
29	velocidad motor 3 in	Real	%MD4000		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
30	salida motor 3	Bool	%Q0.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
31	velocidad motor 3 out	Int	%QW118		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
32	arranque motor 4	Bool	%MI.3		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
33	prot. motor 4	Bool	%I1.2		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
34	stop motor 4	Bool	%MI.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
35	salida motor 4	Bool	%Q0.5		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
36	velocidad motor 4 in	Real	%MD5000		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
37	velocidad motor 4 out	Int	%QW128		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
38	arranque motor bancalino	Bool	%MB.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
39	prot motor bancalino	Bool	%I1.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
40	stop motor bancalino	Bool	%MI.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
41	salida motor bancalino	Bool	%Q0.6		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
42	velocidad motor bancalino in	Real	%MD6000		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
43	velocidad motor bancalino out	Int	%QW130		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
44	arranque motor puente	Bool	%MI.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
45	stop motor puente	Bool	%MI.0		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
46	prot motor puente	Bool	%I1.4		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
47	salida motor puente	Bool	%Q0.7		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
48	velocidad motor puente in	Real	%MD7000		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 46 Variables del programa, parte 2

Fuente: Autor

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
48	velocidad motor puente in	Real	%MD7000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
49	velocidad motor puente out	Int	%QW132	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
50	inicio	Bool	%I0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
51	automatico	Bool	%I0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
52	flanco negativo	Bool	%M200.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
53	fotocelda puente	Bool	%I0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
54	bancalino secadero abajo	Bool	%I1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	el bancalino del secadero e
55	stop motor puente(1)	Bool	%M2.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
56	bancalino arriba	Bool	%I8.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
57	barrera bancalino	Bool	%I8.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
58	subir bancalino	Bool	%Q1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
59	flanco bancalino	Bool	%M2.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
60	tiempo para subida bancalino	Bool	%M2.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
61	marca timer 0	Bool	%M2.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
62	interrumpir motor 4	Bool	%M2.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	detiene brevemente el mo
63	Tag_1	Bool	%M200.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
64	tiempo para detener motor 4(1)	Time	%MD500	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
65	tiempo de pausa motor 4(1)	Time	%MD600	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
66	tiempo bancalino arriba(1)	Time	%MD700	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
67	interrumpe motor 3	Bool	%M2.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
68	barrera mitad de la mesa	Bool	%I8.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
69	consentimiento de prensa	Bool	%Q8.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
70	sube banc	Bool	%M3.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
71	tiempo motor bancalino	DWord	%MD14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 47 Variables del programa, parte 3

Fuente: Autor

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comentario
72	consentimiento secadero	Bool	%I1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
73	tiempo de retardo para voltear	Time	%MD15	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
74	Tag_2	Time	%MD16	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
75	Tag_3	Bool	%M200.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
76	sube banca	Bool	%M3.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	deja el bancalino arr
77	Tag_4	DWord	%MD450	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
78	Tag_5	DWord	%MD800	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
79	interrumpe motor 4 saturacion	Bool	%M3.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
80	interrumpe motor 1	Bool	%M3.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
81	Tag_6	Bool	%M3.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
82	Tag_7	Bool	%M123.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
83	Tag_8	Bool	%M234.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
84	barrido	Bool	%M4.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
85	tiempo de consentimiento a pr..	Time	%MD750	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
86	tiempo de barrido(1)	Time	%MD650	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
87	int motor m4	Bool	%M4.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	en caso de saturacion
88	Tag_9	Bool	%M4.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
89	puente abajo	Bool	%I8.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
90	manual(1)	Bool	%M4.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
91	manual motor 1	Bool	%M4.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
92	manual rod volteador	Bool	%M4.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
93	manual volteador	Bool	%M4.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
94	manual motor 2	Bool	%M4.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
95	manual motor 3	Bool	%M5.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 48 Variables del programa, parte 4

Fuente: Autor

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	Comen...
96	manual motor 4	Bool	%M5.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
97	manual subir bancalino	Bool	%M5.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
98	manual correas bancalino	Bool	%M5.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
99	manual correas puente	Bool	%M5.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
100	mucho tiempo barrera banc	Bool	%M5.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
101	exceso tiempo barrera banc	Time	%MD555	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
102	mucho tiempo barrera mitad ...	Bool	%M5.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
103	exceso tiempo barrea mitad m...	Time	%MD744	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
104	MANUAL(2)	Bool	%I8.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
105	mucho tiempo sensor 1	Bool	%M5.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
106	mucho tiempo sensor 1(1)	Time	%MD255	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
107	sirena	Bool	%Q1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
108	indicador alarmas	Bool	%I8.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
109	Clock_2Hz	Bool	%M1000.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
110	ind alarma	Bool	%M6.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
111	silenciar sirena	Bool	%I8.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
112	Clock_Byte	Byte	%MB1000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
113	Clock_10Hz	Bool	%M1000.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
114	Clock_5Hz	Bool	%M1000.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
115	Clock_2.5Hz	Bool	%M1000.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
116	Clock_1.25Hz	Bool	%M1000.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
117	Clock_1Hz	Bool	%M1000.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
118	Clock_0.625Hz	Bool	%M1000.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
119	Clock_0.5Hz	Bool	%M1000.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 49 Variables del programa, parte 5

Fuente: Autor

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...	C
119	Clock_0.5Hz	Bool	%M1000.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
120	vel rod volteador rpm	Real	%MD400	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
121	rpm motor 1	Real	%MD444	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
122	rpm motor 2	Real	%MD666	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
123	rpm motor 3	Real	%MD777	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
124	rpm motor 4	Real	%MD888	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
125	rpm bancalino	Real	%MD999	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
126	rpm puente	Real	%MD333	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
127	marca sirena	Bool	%M6.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
128	marca volteador aut	Bool	%M7.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
129	marca volteador man	Bool	%M7.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
130	<Agregar>			<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

Figura 50 Variables del programa, parte 6

Fuente: Autor

5.3.3.3 Bloque de organización principal, Main (OB1)

En esa sección se explican los que se consideran los segmentos elementales para el funcionamiento del programa, para información detallada acerca del bloque Main (OB1), véase ANEXOS.

en este segmento se interrumpen los motores, ya sea por saturacion o por proceso

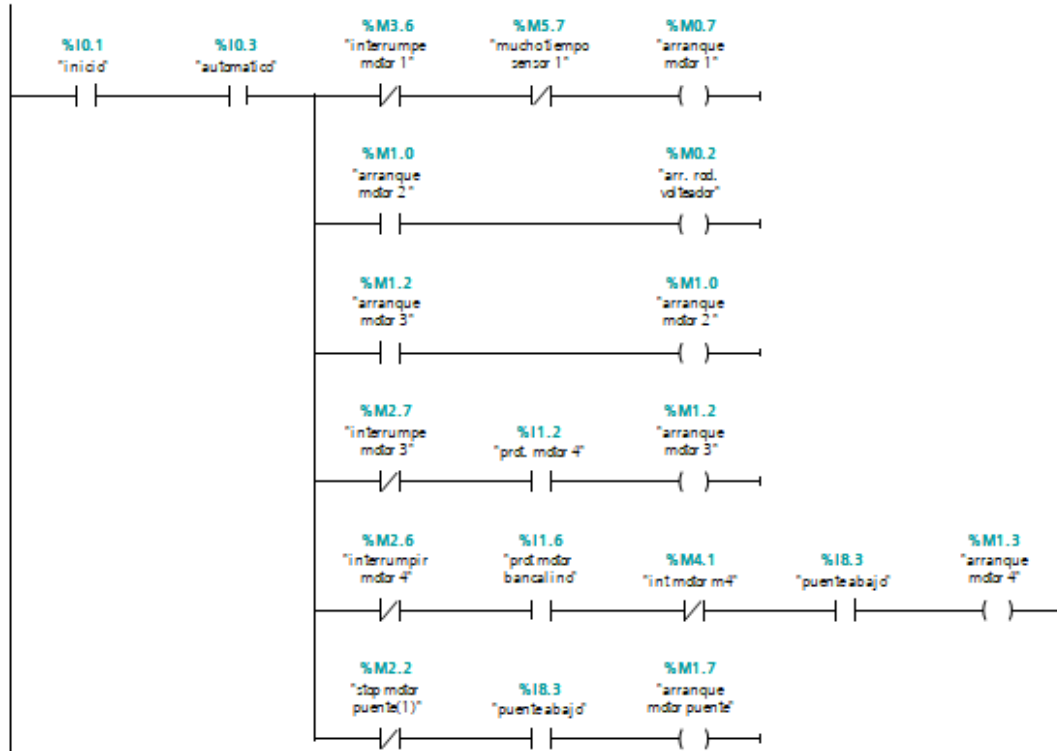


Figura 51 Inicio del proceso en modo automático

Fuente: Autor

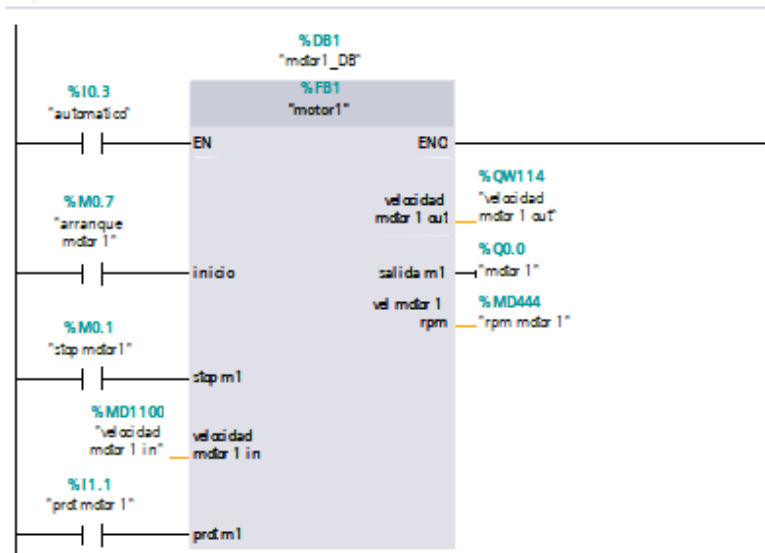


Figura 52 Bloque de control del motor 1

Fuente: autor

▼ Segmento 23:

control de motor de los rodillos del volteador

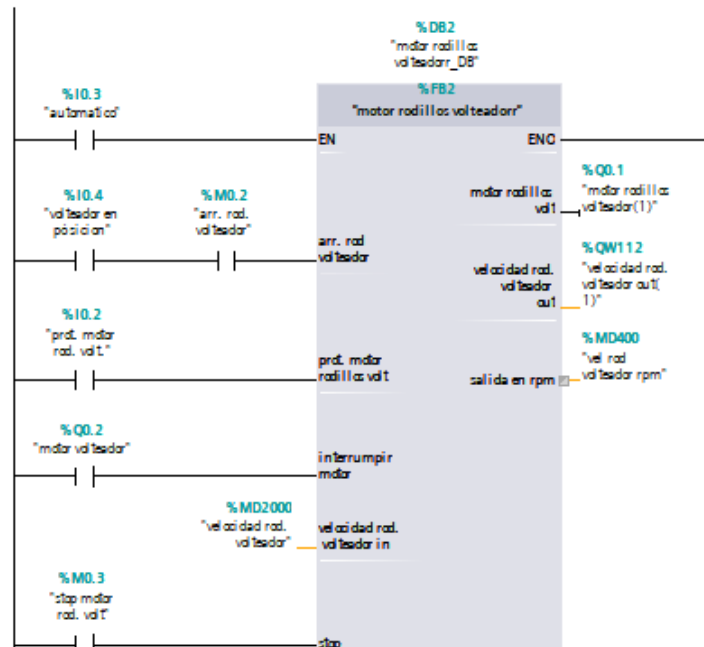


Figura 53 Control del motor de los rodillos del volteador

Fuente: Autor

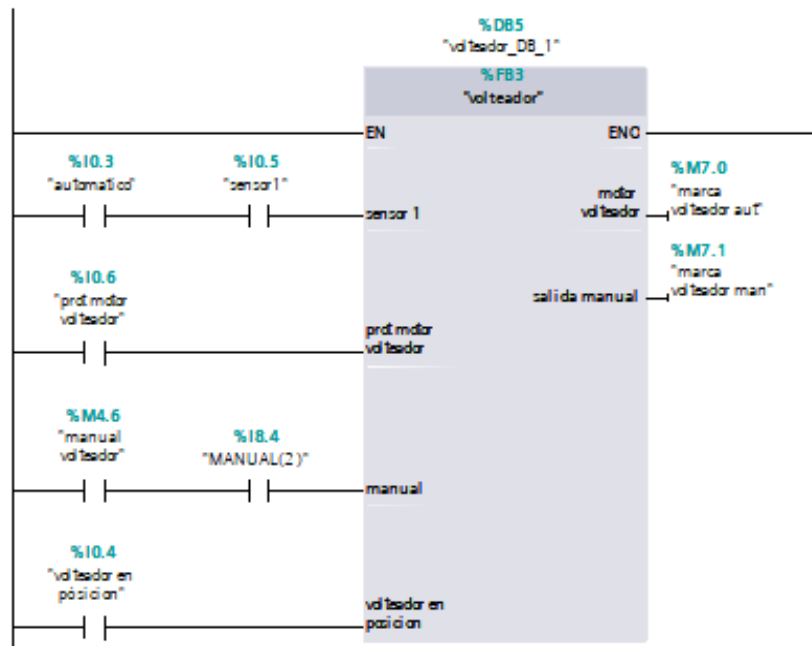


Figura 54 Control del motor del volteador

Fuente: Autor

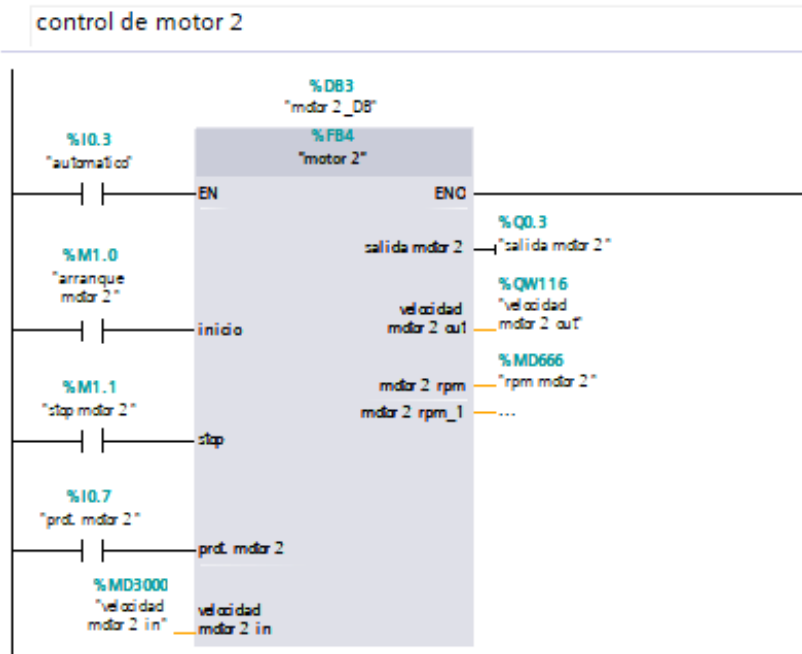


Figura 55 Control del motor 2
Fuente: Autor

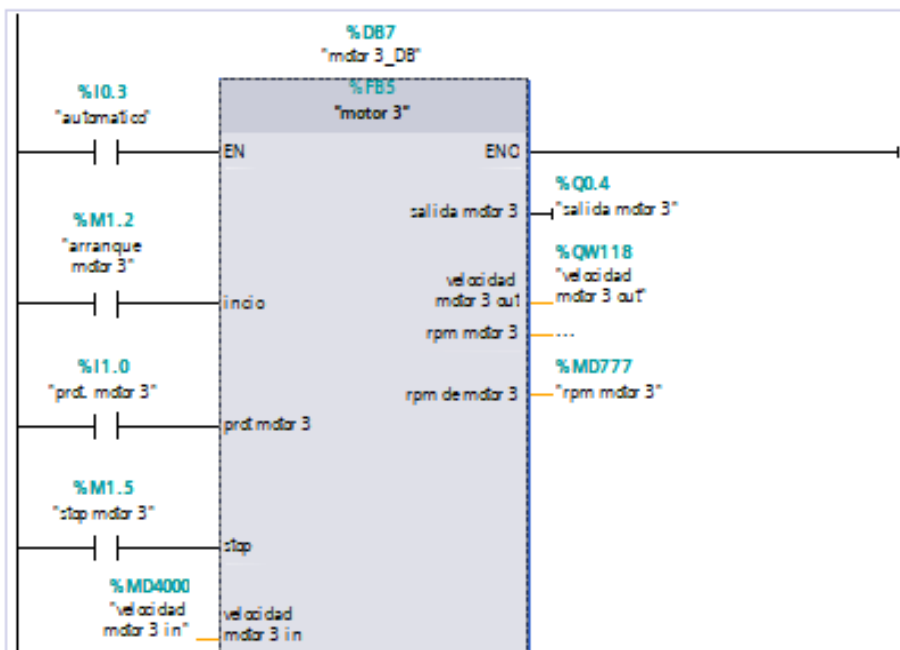


Figura 56 Control del motor 3
Fuente: Autor

control de motor 4

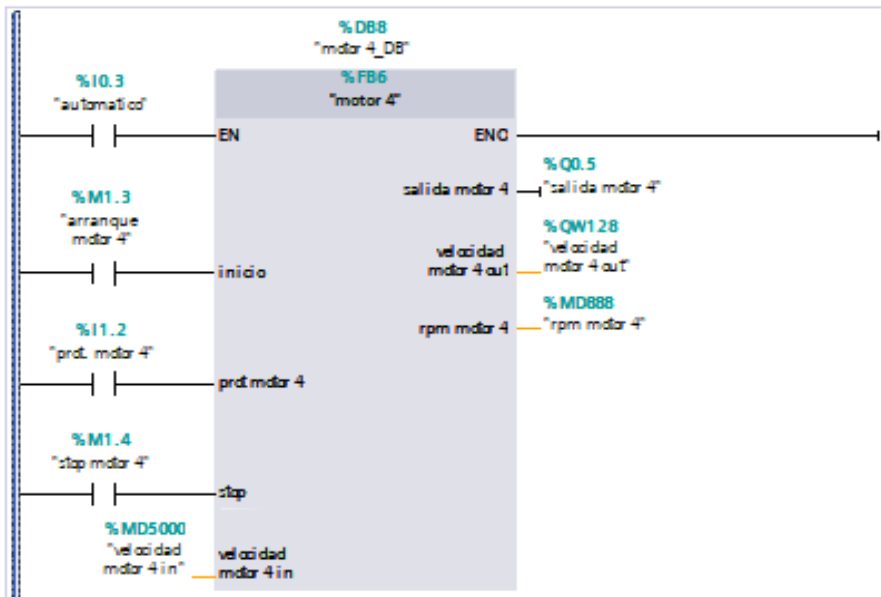


Figura 57 Control del motor 4
Fuente: Autor

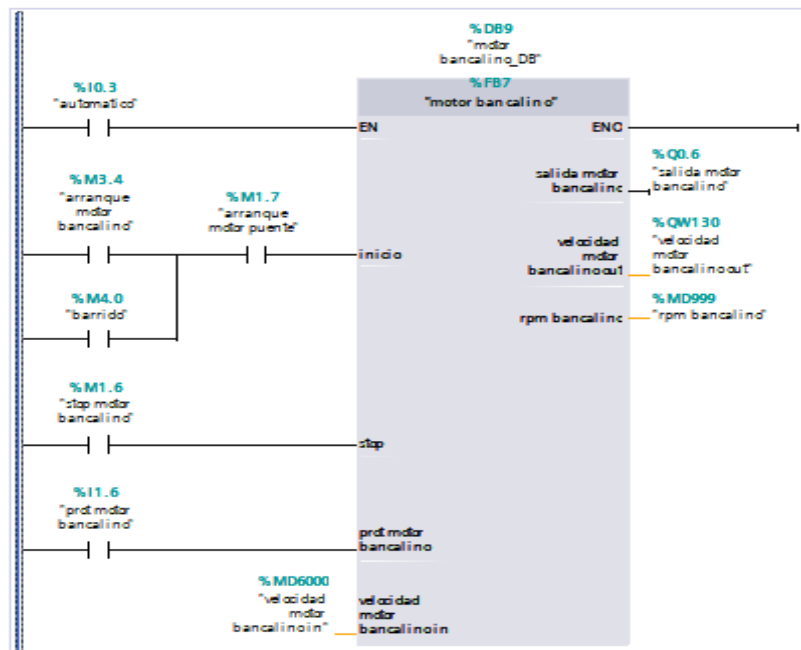


Figura 58 Control del motor de las correas del bancalino
Fuente: Autor

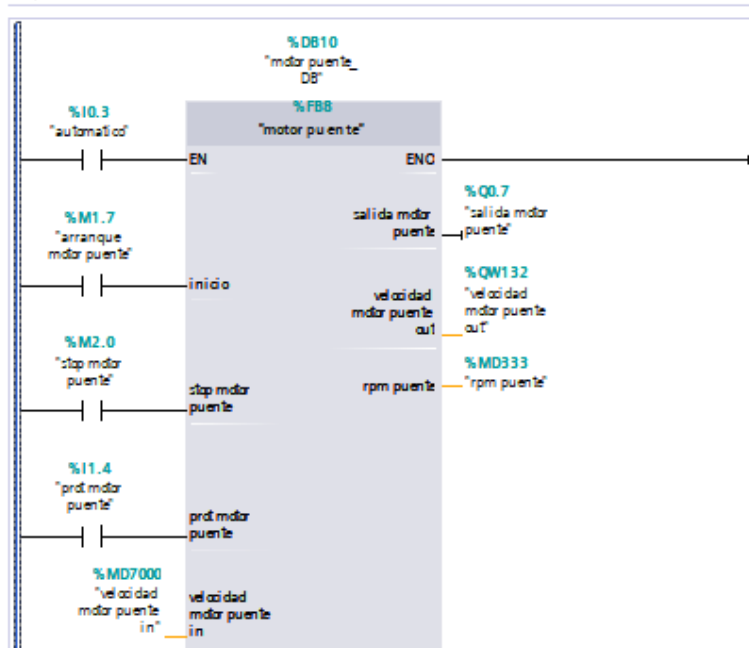


Figura 59 Control del motor de las correas del puente
Fuente: Autor

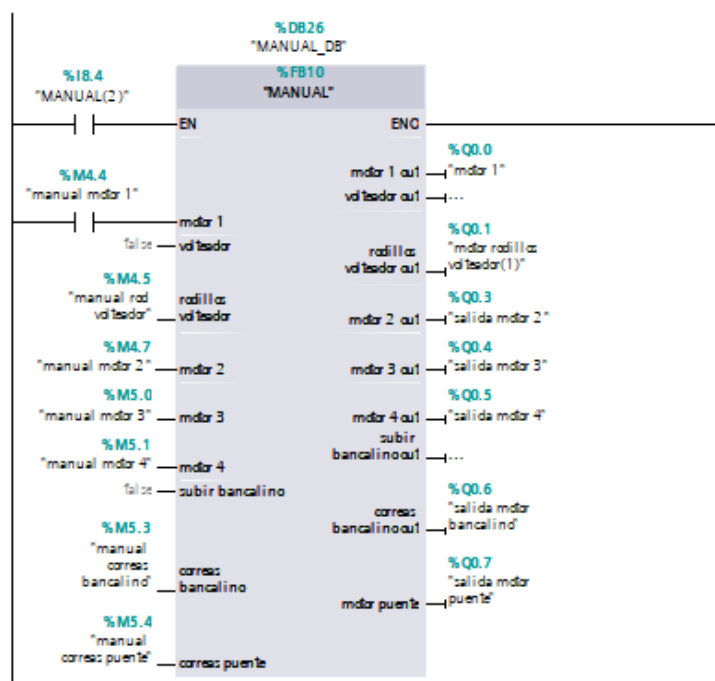


Figura 60 Control del modo manual
Fuente: Autor

5.4 Fase IV. Desarrollo de un interfaz humano maquina (HMI) por sus siglas en ingles.

Además de la programación hecha que se mostró en las páginas anteriores de este trabajo de investigación, se realizó la interfaz HMI de forma sencilla, agradable a la vista e intuitiva, esta proporciona al usuario mayor información sobre el proceso, alarmas, datos, entre otros, por otra parte, se añadió niveles de seguridad que ayuda al departamento de mantenimiento de la empresa la correcta manipulación del proceso.



Figura 61 Pantalla de inicio

Fuente: autor



Figura 62 Pantalla de configuración de los tiempos

Fuente: Autor



Figura 63 Configuración de la velocidad de los motores

Fuente: Autor



Figura 64 Muestra las alarmas producidas por los motores
 Fuente: Autor



Figura 65 Muestra el registro de las alarmas
 Fuente: autor



Figura 66 Muestra el proceso en automático y operación manual

Fuente: Autor



Figura 67 Muestra ventana de interlock

Fuente: Autor

CONCLUSIONES

Gracias al desarrollo de este proyecto se obtuvo una gran cantidad de conocimientos en materia de los procesos varios que llevan a la producción de baldosas. Asimismo, la experiencia principal se enfocó en el desarrollo de un proceso automatizado que traslada las baldosas de la salida de la prensa por una mesa de rodillos que tiene condiciones para su funcionamiento, también pasan por un puente basculante que permite el paso de montacargas hasta llegar finalmente a la mesa de entrada del secadero.

A lo largo del presente trabajo se recopiló la información necesaria para solventar la problemática por parte de la empresa, evaluando la disponibilidad de dispositivos y diseñando un sistema automatizado, permitiendo solucionar de la mejor forma posible los inconvenientes que dicha empresa presentaba en cuanto al proceso, además permitiendo el desarrollo de nuevas herramientas que dieran un agregado en el control del mismo.

El sistema desarrollado permite al operador observar el proceso cuando su funcionamiento está en modo automático, observar las alarmas presentes y verificar el registro en el tiempo de estas, también puede controlarlo en modo manual, tiene una ventana disponible para el personal del área de mantenimiento protegida con contraseña que permite la manipulación de variables tales como el tiempo que transcurre en ciertas secuencias del proceso, así como las velocidades de los motores para adecuarlos a las necesidades de producción.

También, cabe destacar que gracias a la realización de este proyecto se obtuvo un incremento en la producción general de la empresa ya que se incluyen nuevos formatos para ofrecer al público.

RECOMENDACIONES

- Crear una receta en el HMI para tener guardados los valores de tiempo y velocidades de los motores en caso de cambio de las dimensiones del producto o el incremento de la producción.
- Diseñar una subrutina para que la mesa de rodillos pueda conectarse a su antiguo secadero en caso de reactivación.
- Colocar el motor de la sección 4 con una velocidad lenta para que la baldosa no impacte fuerte contra la barrera limite
- Crear un plan de adiestramiento a los trabajadores de dicha empresa, con la finalidad de conocer y manipular de forma correcta el sistema automatizado propuesto.
- Realizar el desarrollo de la factibilidad económica.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliográficas

Arias, Fideas (2012). “El Proyecto de Investigación, introducción a la metodología científica” (6ta edición). Caracas, Venezuela. Editorial Episteme.

De Pizzella, A. (2016). “Presentación y transcripción del trabajo especial de grado”
Publicado en la universidad José Antonio Páez.

Mijares, H. y García, L. (2007). Normas Para La Elaboración Y Presentación De
Los Anteproyectos, Proyectos Y Trabajos De Grado. Carabobo, Universidad José
Antonio Páez.

Electrónicas

Información referente a los Tipos de Investigación, blog disponible en:
<http://tesisdeinvestig.blogspot.com/2011/05/tipos-de-investigacion.html>.

Consulta: Junio, 2018.

Información referente a los Proyectos Factibles, publicación disponible en:
<http://proyectofactible6.blogspot.com/>. Consulta: Junio, 2018.

Información referente al Trabajo de Investigación sobre Diseño de sistemas de
Control para obtener presión constante, publicación disponible en:

Información referente al Trabajo de Investigación sobre el diseño e
Implementación de un tablero simulador para PLC siemens S7-1200 y desarrollo
de guías de prácticas, publicación disponible en:

<http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/11850>

Información referente al Trabajo de Investigación sobre la repotenciación de prensas
hidráulicas para industria cerámica disponible en:

<http://159.90.80.55/tesis/000140746.pdf>

ANEXOS

Proyecto339 / PLC_1 [CPU 1214C DC/DC/DC] / Bloques de programa

Main [OB1]

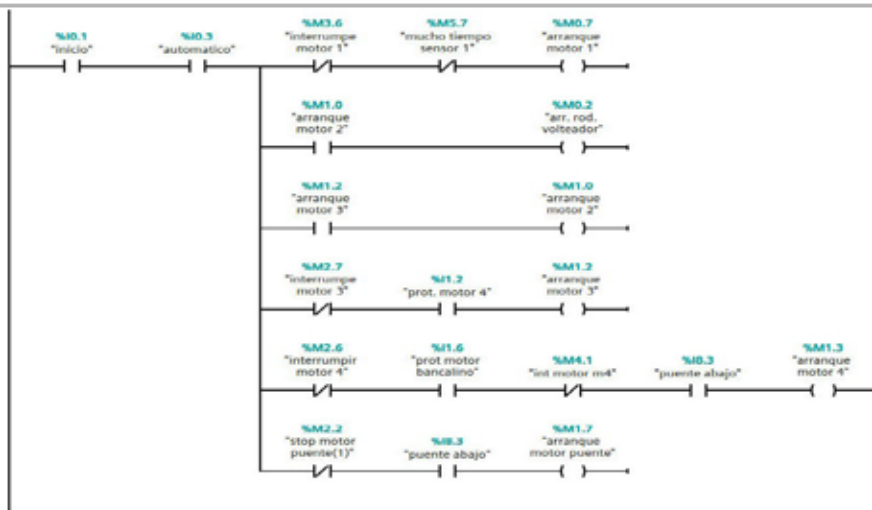
Main Propiedades

General			
Nombre	Main	Número	1
		Tipo	OB
		Idioma	KOP
Información			
Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor	
		Comentario	
		Familia	
Versión	0.1	ID personalizada	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
Input			
Initial_Call	Bool		Initial call of this OB
Remanence	Bool		=True, if remanent data are available
Temp			
Constant			

Segmento 1:

en este segmento se interrumpen los motores, ya sea por saturacion o por proceso



Segmento 2:

si el bancalino del secador y la fotocelda del puente estan activas, se detiene el motor de este ultimo.



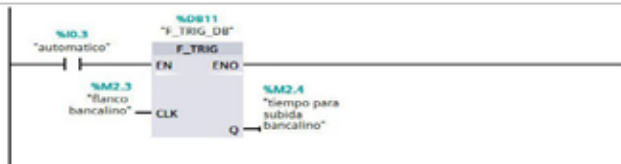
Segmento 3:

el tiempo para que se detenga momentaneamente el motor 4, solo ocurrira cuando el azulejo deje de ser visto por el sensor de barrera.



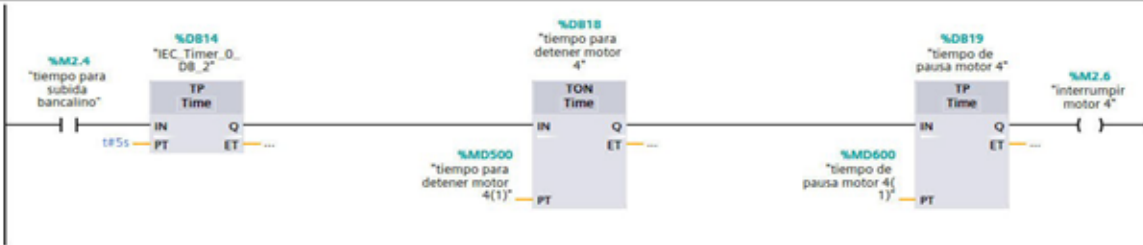
Segmento 4:

este bloque detecta el flanco negativo del sensor de barrera



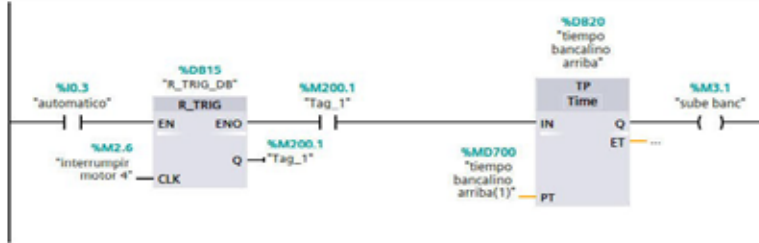
Segmento 5:

detiene brevemente el motor 4 para que suba el bancalino



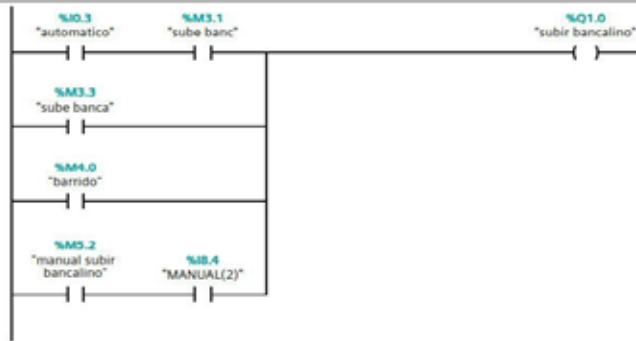
Segmento 6:

sube el bancalino luego de que se detenga momentaneamente el motor 4



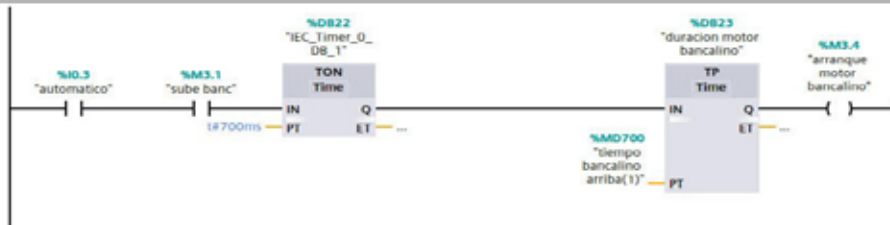
Segmento 7:

sube el bancalino dependiendo de las condiciones



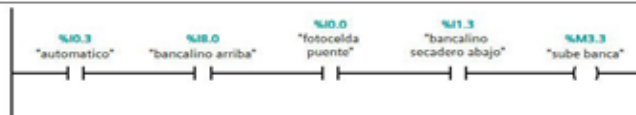
Segmento 8:

arranca el motor del bancalino un tiempo despues de que este ultimo sube



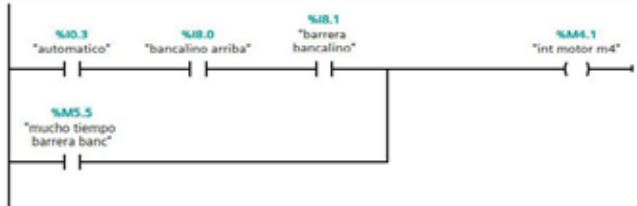
Segmento 9:

detiene brevemente el motor 4 para que suba el bancalino



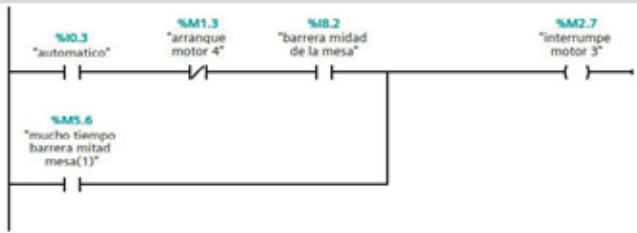
Segmento 10:

en caso de saturacion u otro, detiene el motor 4



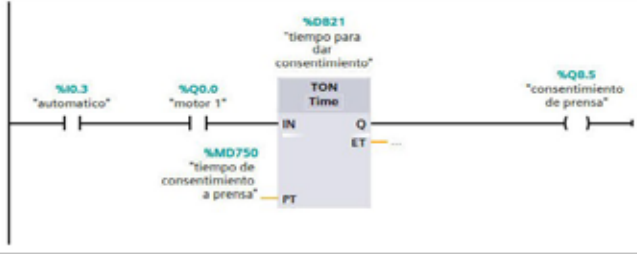
Segmento 11:

si el motor 4 esta detenido y el sensor que se ubica a mitad de la mesa se activa, el motor 2 procedera a detenerse junto al 2 y el motor de los rodillos del volteador.



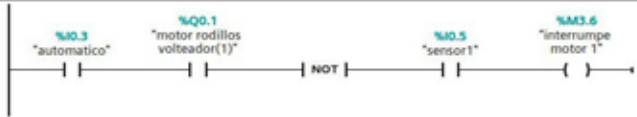
Segmento 12:

este segmento concede el permiso a la prensa para que de inicio a su proceso.



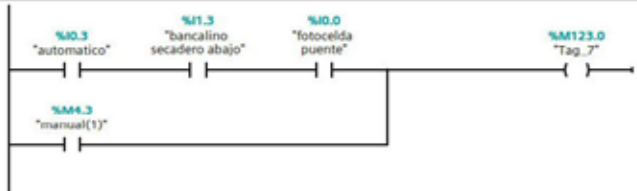
Segmento 13:

si el motor de los rodillos del volteador esta apagado, y se empena el sensor 1, el motor 1 se apagara y el consenso de la prensa se quitara.



Segmento 14:

cuando el proceso de saturacion culmina, se da un flanco negativo para dar inicio a una secuencia de barrido.



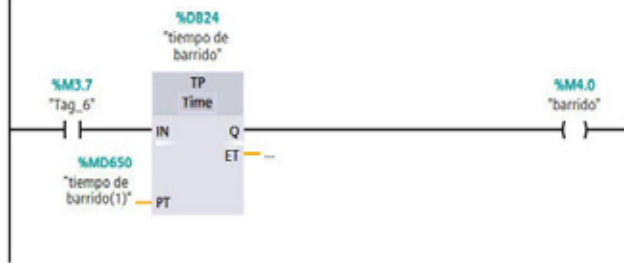
Segmento 15:

tambien se hace el barrido luego de hacer la operacion manual/automatico



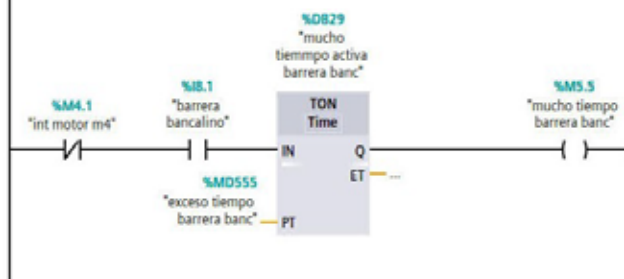
Segmento 16:

luego de una saturacion, el sistema a partir del bancalino realiza un barrido para despejar de producto el mismo



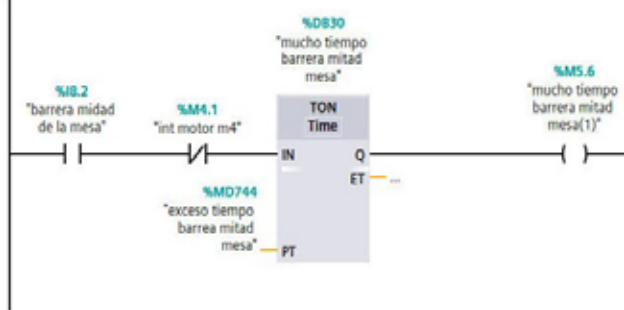
Segmento 17:

si el sensor de barrera dura mucho tiempo activo, se activa una alarma por obstruccion, desalineamiento del sensor o rotura de hilo



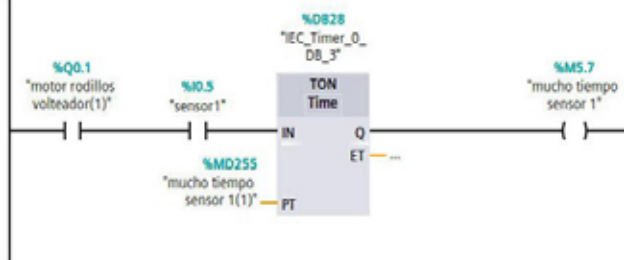
Segmento 18:

indica alarma y detiene el proceso por sensor mucho tiempo activo



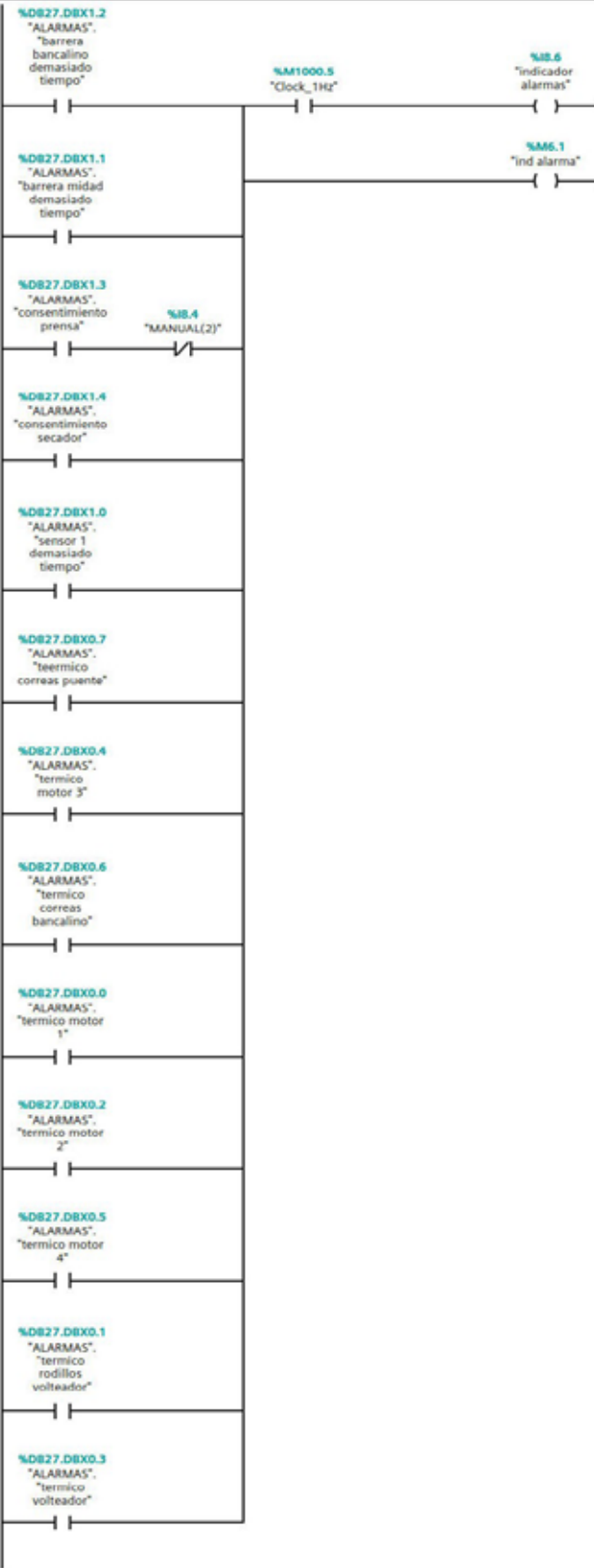
Segmento 19:

indica alarma y detiene el proceso por sensor mucho tiempo activo



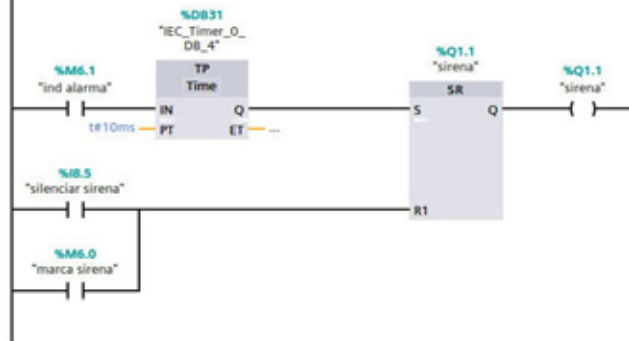
Segmento 20:

enciende una salida intermitente para indicar alarmas generales



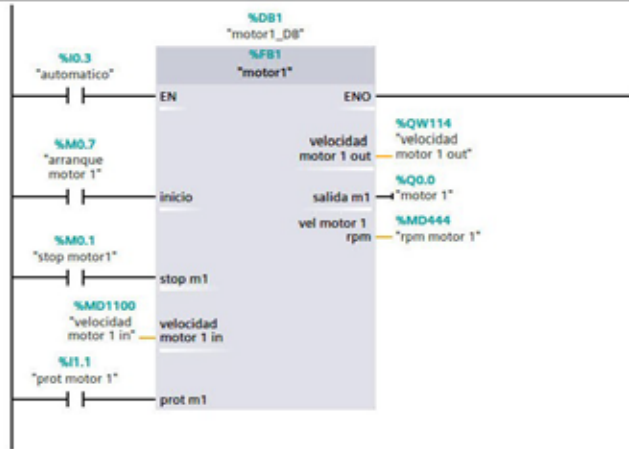
Segmento 21:

en caso de alarma se enciende la sirena y puede silenciarse aun estando la alarma activa



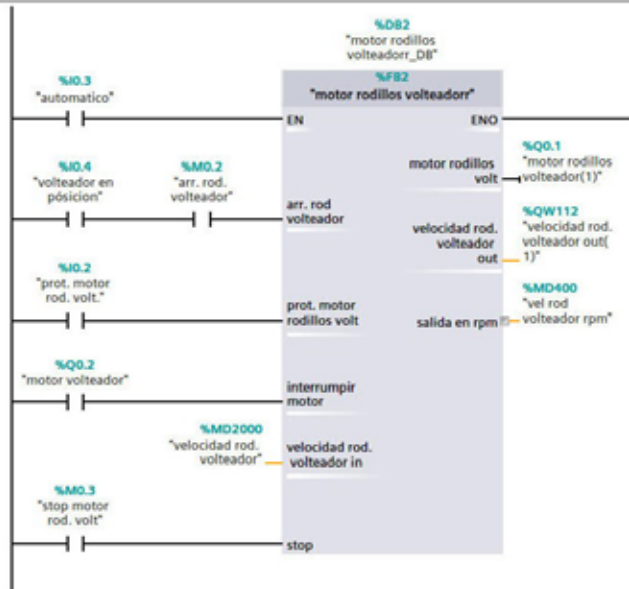
Segmento 22:

control de motor 1



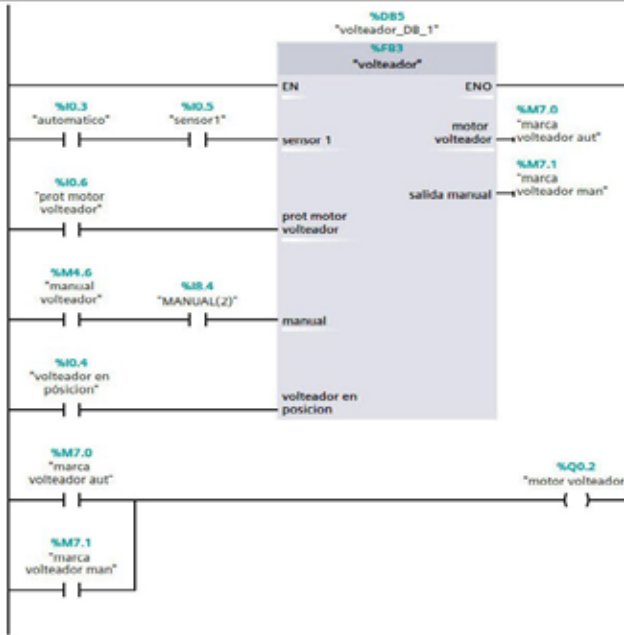
Segmento 23:

control de motor de los rodillos del volteador

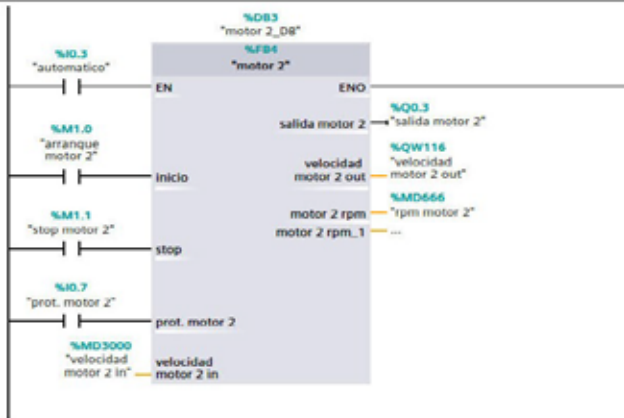


Segmento 24:

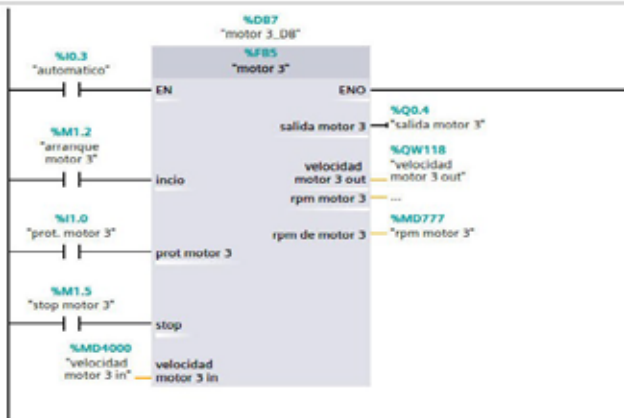
control de motor del volteador



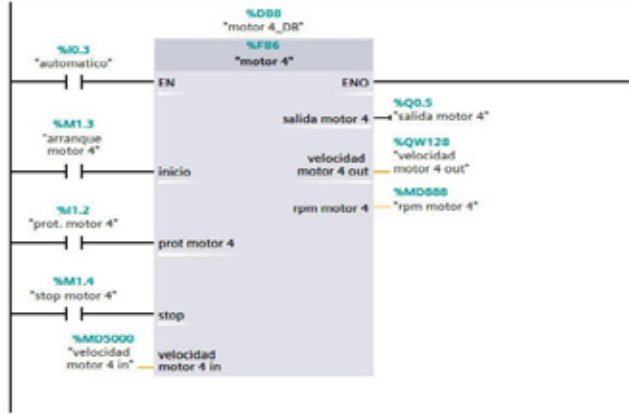
Segmento 25:
control de motor 2



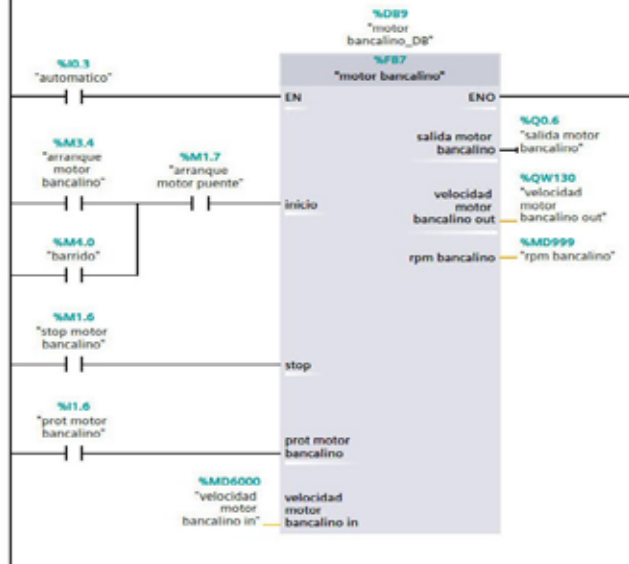
Segmento 26:
control de motor 3



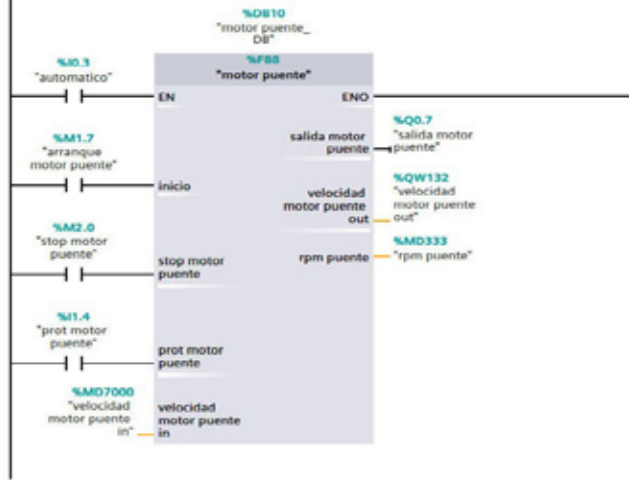
Segmento 27:
control de motor 4



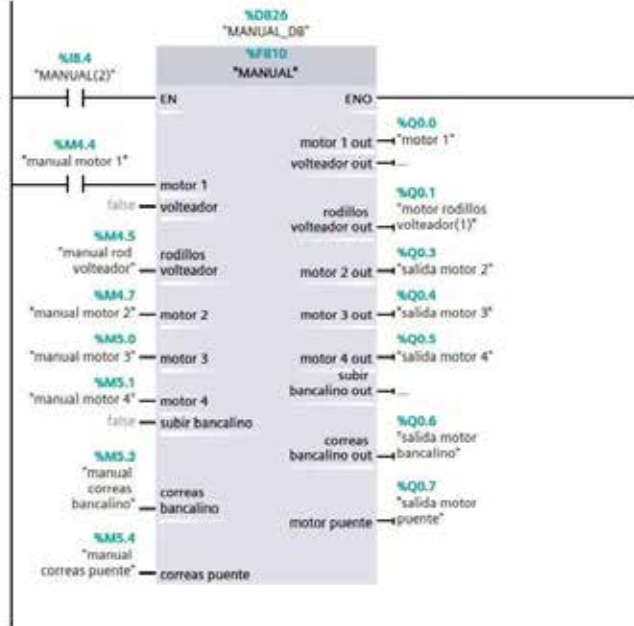
Segmento 28:
control de motor de las correas del bancalino



Segmento 29:
control de motor de las correas del puente



Segmento 30:
control manual



Segmento 31:

dirige información a la base de datos acerca de las alarmas

