



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA**  
**FACSISTEL**

**ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**  
**COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN**  
**COMPLEXIVO**

*“Diseño de un sistema automatizado para el proceso de  
producción de aceite a base de semillas de girasol”*

**AUTOR:**

Ariel Enrique Calixto Ascencio

**DIRIGIDO POR:**

Ing. Carlos Saldaña Enderica, M.Sc.

La Libertad – Ecuador

2024

## **DEDICATORIA**

Este trabajo en primer lugar se lo dedico a mis padres, Damián Calixto y Virginia Ascencio, los cuales con dedicación y sacrificio me apoyaron en cada momento para culminar mis estudios académicos.

A mis hermanos, Carlos y César, que nunca dejaron de creer en mí, a pesar de las dificultades del camino. Y a mi esposa, Nangelly Arteaga, mi confidente y fuente de inspiración diaria, cuya paciencia y comprensión ha sido el refugio en los momentos de duda y la celebración en los tiempos de éxito.

## **AGRADECIMIENTO**

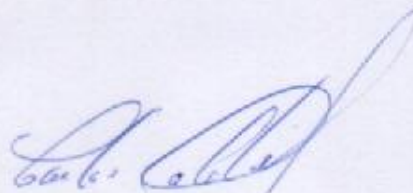
En primer lugar, mi más profundo agradecimiento a mi amada esposa, Nangelly Arteaga, quien es el pilar de mi vida, por su amor incondicional y apoyo constante. Mi familia, que ha sido mi fuente de inspiración y fortaleza, merece una mención especial por su inquebrantable fe en mí, este logro es también de ustedes.

No puedo dejar de reconocer a mis leales amigos Ariel Terán, Marly Asencio, Anthony Rosales y Jerick Suarez, que día a día su apoyo fue fundamental en cada paso de mi trayectoria universitaria. Agradezco a Dios por guiarme en este viaje y a todas las personas que han creído en mí.

### APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del trabajo examen complejo denominado: "Diseño de un sistema automatizado para el proceso de producción de aceite a base de semillas de girasol", elaborado por el estudiante Ariel Enrique Calixto Ascencio, de la carrera de Electrónica y Automatización de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, lo apruebo en todas sus partes y autorizo al estudiante que inicie los trámites legales correspondientes.

La Libertad, 13 de enero de 2025



---

Ing. Carlos Saldaña Enderica, M.Sc.

Docente Tutor

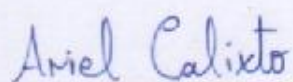
---

## FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

Firmas de responsabilidad del estudiante.

**Nombre:** Ariel Enrique Calixto Ascencio

**Cédula:** 0942797291

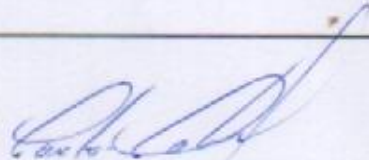


Firma

Firmas de responsabilidad del Profesor o Tutor Propuesto (opcional).

**Nombre:** Ing. Carlos Saldaña, M.Sc.

**Cédula:** 0914840947



Firma

Firmas de responsabilidad del Docente de Unidad de Integración Curricular II.

**Nombre:** Ing. Luis Enrique Chuquimarca Jiménez, M.Sc.

**Cédula:** 1104610132



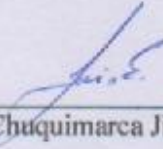
Firma

## TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



PhD. Ronald Humberto Rovira Jurado.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE  
ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN.



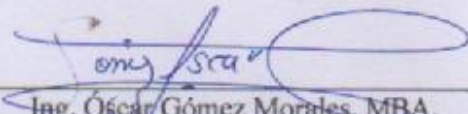
Ing. Luis Chuquimarca Jiménez, MSc.

DOCENTE GUÍA UIC II



Ing. Carlos Saldaña Enderica, MSc.

DOCENTE TUTOR



Ing. Óscar Gómez Morales, MBA.

DOCENTE ESPECIALISTA



Ing. Corina Gonzabay, Mgt.  
SECRETARIA DEL TRIBUNAL  
DE SUSTENTACIÓN

## RESUMEN

El proyecto propuesto se orienta en diseñar un sistema automatizado para la elaboración de aceite a base de semillas de girasol, centrado en el controlar y monitorear de las variables en las etapas de prensado y filtrado. El objetivo es desarrollar una programación en el software TIA Portal, que mejore la eficiencia en la producción del aceite.

El desarrollo del sistema inicia con la programación de un PLC S7-1200, el cual, permitirá la automatización precisa de estas etapas críticas, hasta, el diseño de la interfaz gráfica en el mismo software para facilitar el monitoreo y control de variables en tiempo real, como la temperatura con el controlador DTB 4848 para el prensado de las semillas, o las variables simuladas por sliders como el nivel del tanque del aceite.

La validación del proyecto se realizará a través de pruebas con los instrumentos del laboratorio de automatización de la UPSE, donde con los resultados obtenidos al simular el proyecto se garantiza que el sistema sea robusto y confiable.

**Palabras Clave:** Prensado, filtrado, TIA Portal, PLC, automatizado, interfaz, control, robusto.

## **ABSTRACT**

The proposed project is aimed at designing an automated system for the production of oil based on sunflower seeds, focused on the control and monitoring of variables in the pressing and filtering stages. The objective is to develop programming in the TIA Portal software that improves efficiency in oil production.

The development of the system begins with the programming of an S7-1200 PLC, which will allow the precise automation of these critical stages, up to the design of the graphical interface in the same software to facilitate the monitoring and control of variables in real time, such as the temperature with the DTB 4848 controller for pressing the seeds, or the variables simulated by sliders such as the oil tank level.

The validation of the project will be carried out through tests with the instruments of the UPSE automation laboratory, where the results obtained by simulating the project guarantee that the system is robust and reliable.

**Keywords:** Pressing, filtering, TIA Portal, PLC, automation, interface, control, robustness.



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTO .....	II
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	III
FIRMAS DE RESPONSABILIDAD .....	IV
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN .....	V
RESUMEN .....	VI
ABSTRACT.....	VII
INTRODUCCIÓN .....	1
OBJETIVOS .....	2
<i>Objetivo general</i> .....	2
<i>Objetivos específicos</i> .....	2
Antecedentes .....	3
Justificación .....	4
Alcance del proyecto.....	4
Metodología .....	4
Marco Contextual.....	6
Capítulo 1: Fundamentos Teóricos.....	7
1.1. <i>Marco Conceptual</i> .....	7
1.1.1.    Semillas de girasol .....	7
1.1.5.    Estructura de un sistema automatizado .....	9
1.2.    Componentes físicos.....	10
1.2.1.    Sensores.....	11
1.2.2.    Actuadores.....	12
1.2.3.    Dispositivos de control y monitoreo.....	15
1.3.    Componentes lógicos .....	19

1.4.	Normativa empleada en el desarrollo del proyecto .....	20
1.5.	Comunicación Profinet.....	20
Capítulo 2: Desarrollo experimental .....		22
2.1.	Plan de ejecución.....	22
2.1.1.	Estudio de factibilidad.....	22
2.2.1.	Descripción del proyecto.....	24
2.2.2.	Diseño del sistema.....	24
2.2.3.	Diagrama P&ID del prensado y filtrado de las semillas de girasol.....	26
2.2.4.	Esquema eléctrico del proyecto.....	26
2.3.	Diseño de la propuesta .....	26
2.3.1.	Lógica de control de la etapa de prensado de las semillas de girasol.....	26
2.3.2.	Lógica de control de la etapa de filtrado del aceite .....	27
Bibliografía .....		43
Anexos .....		46

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1. Proceso de elaboración del aceite de girasol. [Fuente: Autor] .....	8
Figura 2. Estructura de un sistema automatizado [13] .....	10
Figura 3. Pirámide CIM [14].....	10
Figura 4. PLC S7-1200 [25].....	15
Figura 5. Módulo de comunicación CM 1241 [30].....	17
Figura 6. Controlador de temperatura DTB4848 [30].....	18
Figura 7. Esquema para el desarrollo de la propuesta. [Fuente: Autor] .....	22
Figura 8. Comunicación entre PLC y HMI. [Fuente: Autor] .....	29
Figura 9. Simulación del proyecto en el software TIA Portal. [Fuente: Autor] .....	32
Figura 10. Pantalla de bienvenida e ingreso de usuario. [Fuente: Autor].....	33
Figura 11. Estado general del sistema. [Fuente: Autor] .....	33
Figura 12. Menú de opciones. [Fuente: Autor] .....	34
Figura 13. Activación manual - Proceso de prensado de las semillas de girasol. [Fuente: Autor].....	35
Figura 14. Simulación de los sensores de peso y nivel. [Fuente: Autor].....	35
Figura 15. Alarmas e indicadores del sistema. [Fuente: Autor] .....	36
Figura 16. Llenado de la tolva de la extrusora. [Fuente: Autor].....	36
Figure 17. Prensado de las semillas de girasol. [Fuente: Autor] .....	37
Figura 18. Bombeado del aceite. [Fuente: Autor].....	37
Figura 19. Filtrado centrífugo del aceite. [Fuente: Autor] .....	38
Figure 20. Ventana de Históricos. [Fuente: Autor].....	38
Figura 21. Parámetros operativos y eléctricos. [Fuente: Autor].....	39
Figure 22. Pantalla de mantenimiento. [Fuente: Autor] .....	39

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Característica de la extrusora YZS-95 [11].....	8
Tabla 2. Característica de la filtradora LX-MK50 [3] .....	9
Tabla 3. Características técnicas del sensor de nivel capacitivo VEGACAL 62. [16] .....	11
Tabla 4. Características técnicas del sensor celda de carga [17].....	12
Tabla 5. Características técnicas del sensor de temperatura RK520-01 [19].....	12
Tabla 6. Características técnicas de la bomba centrífuga MP-20R [21] .....	13
Tabla 7. Características técnicas un motor trifásico [22].....	14
Tabla 8. Característica técnicas de la cinta transportadora [23].....	14
Tabla 9. Características técnicas de la válvula 86 8M188 [24].....	15
Tabla 10. Características técnicas del PLC S7-1200 [25].....	16
Tabla 11. Características técnicas del SIMATIC HMI TP900 Comfort [29] .....	17
Tabla 12. Características técnicas del módulo CM 1241 [24] .....	18
Tabla 13. Características técnicas de controlador DTB4848 [30] .....	19
Tabla 14. Costos de materiales. Fuente: [30].....	23
Tabla 15. Costos de la mano de obra del proyecto. Fuente: Autor .....	24
Tabla 16. Elementos para la etapa del prensado [6] .....	25
Tabla 17. Elementos para la etapa de filtrado [6] .....	26

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el aumento por el uso de aceites saludables ha motivado a las empresas a implementar métodos de producción más eficiente. En el sector de las industrias alimentarias, esto se refleja en la elaboración de aceite de girasol al utilizar semillas cultivadas de manera sostenible o maquinarias con mayor capacidad de procesamiento del producto [1].

La elaboración del aceite a base de semillas de girasol se da por distintos procesos, como: acondicionamiento, almacenamiento, descascarillado, prensado y filtrado [2]. Donde, las últimas 2 etapas determinarán la calidad del producto, por lo que, se enfocará en desarrollar un método rápido y eficiente para el proceso del prensado y filtrado del aceite.

En el prensado, se tiene que tener en cuenta la temperatura y presión a las cuales se someten las semillas, debido a que, las prensas cuentan con un tornillo sinfín que trabajan con una presión 3 atm. Durante este prensado la temperatura podría variar, si sobrepasa los 40 °C, se encenderá un sistema de ventilación, sino, el aceite perdería cualidades nutricionales [2].

Para el filtrado del aceite se innovará con una filtradora centrífuga, donde el aceite irá ingresando a la máquina por una bomba, la cual, aprovecha la fuerza generada por un tambor que gira a gran velocidad para separar los sólidos del aceite, permitiendo que el aceite limpio fluya fuera del tambor una vez que este cesa su movimiento [3].

Para validar que el sistema funcione correctamente, se usará el módulo CM1241, el cual tomará las lecturas del sensor de temperatura en tiempo real, de esta manera se hará distintas pruebas validando que las alarmas respondan correctamente en cada situación del aumento de temperatura, el control de temperatura se da por el DTB4848 aplicando PID.

Este proyecto, solo se desarrolló para el diseño y la programación del prensado y filtrado del aceite, en el cual, solamente se obtienen datos reales de un sensor de temperatura, simulando el resto de sensores, por lo que, para obtener mayores resultados a futuro se podría implementar y realizar pruebas con un sensor de nivel y presión.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Diseñar un sistema automatizado para el control y monitoreo de variables en los procesos de prensado y filtrado para la producción del aceite a base de semillas de girasol.

### **Objetivos específicos**

- Desarrollar un algoritmo de programación en lenguaje Ladder mediante el software TIA PORTAL, para la automatización de las etapas de prensado y filtrado en el proceso de producción del aceite de girasol.
- Diseñar una interfaz gráfica en el software TIA PORTAL para el monitoreo y control de las etapas de prensado y filtrado en el proceso de producción del aceite de girasol.
- Validar los resultados del sistema automatizado para las etapas de prensado y filtrado en el proceso de producción del aceite de girasol mediante PLC S7-1200 y HMI

## **Antecedentes**

En Ecuador, la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (SENPLADES) identifica un notable incremento en la demanda de aceite y grasas comestibles, tanto a nivel nacional como global [4]. Por lo que, incorporar tecnologías de automatización ha revolucionado las plantas de producción del aceite de girasol, se sabe que la implementación de sistemas para el procesamiento de las semillas condujo a una disminución de costos operativos y un incremento en la producción [5].

La planta BARBIERI S.R.L, es una empresa en constante crecimiento, la cual, desde el 2020 produce el aceite de girasol mediante, este producto comienza con el acondicionamiento, almacenado de las semillas, el prensado a 3 atmósfera de presión y máximo 70°C. Posteriormente separan residuos, donde, el aceite pasa por tanques de decantación antes de filtrarlo a una temperatura de (40 a 50) °C [2].

En el 2021, la EAFIT desarrollo la investigación sobre: “Control Automático, Fabricación De Aceite De Girasol”, destaca la importancia y demanda del producto a utilizar, desarrollando así un diseño óptimo para la elaboración del producto mediante el descascarillado, prensado a 30 °C y el filtrado del aceite mediante productos químicos [6].

En el año 2021 – 2022, se produjeron aproximadamente 19,8 millones de toneladas métricas en todo el mundo de semillas de girasol, estimando que en él 2022/2023 el volumen sea de 20,4 millones [7]. Por lo que, actualmente industrias como Ales C.A y la Fabril, importantes en la producción de aceites vegetales en el Ecuador adoptaran sistemas eficientes la fabricación del aceite de girasol, el cual, se obtiene por la combinación de refinación cáustica, descerado, blanqueado y refinación física [8].

La producción de aceite de girasol experimentará innovaciones constantes en su tecnología, por lo que, el proyecto a desarrollar se enfocará en el prensado y filtrado de las semillas de girasol, la cual se programará en el software TIA Portal utilizando un lenguaje de contactos, facilitando así la visualización del flujo de control y la lógica de los procesos. Además, se realizará un interfaz HMI, en el cual podrá visualizar alarmas, históricos, indicadores, valores operativos y eléctricos de cada proceso, donde, el prensado se dará por una extrusora para posteriormente filtrarlo centrífugamente.

## **Justificación**

La propuesta de desarrollar un sistema automatizado para la elaboración del aceite a base de semillas de girasol se centra en dos aspectos fundamentales que impactan directamente la calidad y eficiencia del proceso productivo: la precisión en el control de las variables durante la extracción y el filtrado, así como la optimización de los recursos. En los métodos manuales actualmente utilizados, es común que se presenten inconsistencias en la calidad del aceite debido a variaciones en la extracción y filtrado, lo cual puede afectar las propiedades nutricionales del producto final. Estas variaciones no solo comprometen la uniformidad y calidad del aceite, sino que también incrementan el riesgo de desperdicio de materias primas y consumo energético excesivo, además de exponer a los trabajadores a condiciones inseguras.

Para el diseño de este sistema se utiliza un PLC S7-1200 y un HMI, el cual busca controlar las variables en la extracción y filtrado, con el fin de garantizar la estabilidad del aceite producido. Esto asegura que se mantengan las propiedades adecuadas del aceite y se mejore la eficiencia al reducir desperdicios.

Esta propuesta es de gran importancia, debido a que se alinea con las tendencias globales de la automatización industrial y el acogimiento de tecnologías 4.0. El integrar sistemas inteligentes en la producción del aceite corresponde a la necesidad de las empresas para mantenerse competitivo en el mercado global [9].

## **Alcance del proyecto**

Este sistema empleará el PLC S7-1200 y una interfaz HMI, con el objetivo de asegurar un control y un funcionamiento sencillo del proyecto. Los recursos y tecnologías empleados solo serán los existentes en el laboratorio de automatización de la UPSE, al igual que el medidor de parámetros DPM - C530 A y el controlador DTB 4848 para la recolección de información en tiempo real. Las premisas para llevar a cabo el proyecto comprenden la presencia de los instrumentos requeridos para la simulación, así como que las semillas de girasol empleadas están previamente descascarilladas para el procedimiento de prensado y filtrado. Adicionalmente, se realizará una simulación de los diferentes actuadores y sensores de peso y nivel de cada subproceso.



## **Metodología**

Para el cumplimiento de los parámetros previsto en el proceso de prensado y filtrado de las semillas de girasol se utilizará 3 tipos de metodología:

- Metodología de investigativa

Se centra en la investigación de distintas fuentes bibliografía (Libros, revistas académicas y tesis) sobre las etapas de prensado y filtrado de las semillas de girasol para la producción del aceite.

Con la información relevante se estudia las características de los equipos que interactúan en cada uno de los procesos como el PLC, HMI, actuadores y sensores.

- Metodología diagnóstica

Con una metodología diagnóstica se identificará los puntos óptimos para la programación del algoritmo, los cuales abarcan los objetivos del sistema. Las ideas se plantean por diagramas de flujo de cada uno de los procesos, logrando una comprensión de todo el sistema.

- Metodología experimental

Esta metodología implica en el desarrollo del sistema automatizado, tanto en la programación y la creación la interfaz HMI. Esto utilizara una estructura de programación optima y eficiente para la elaboración del aceite con las semillas de girasol.

## **Marco Contextual**

El diseño y la simulación de este sistema automatizado representan un avance significativo en la educación técnica y la ingeniería en Electrónica y Automatización. Por lo que, el funcionamiento del proyecto se dará en el laboratorio de automatización de la UPSE, donde no solo proporcionará una herramienta educativa valiosa para los estudiantes, sino que también servirá como un modelo para la automatización industrial a pequeña escala de empresas de aceites.

Para este proyecto se hará uso del PLC S7-1200 y un HMI diseñado específicamente para un TP 900 Comfort de Siemens, esto reflejará una adaptación consciente a los instrumentos disponibles en las industrias. El laboratorio de automatización cuenta con la limitación de instrumentos al solo contar con HMI delta, a pesar de estas restricciones el proyecto ofrecerá una experiencia práctica en la programación de PLC y la creación del interfaz humano máquina.

Los elementos a utilizar son cruciales en la automatización moderna, además se utilizará el medidor de parámetros DPM-C530A, donde se registrarán los parámetros eléctricos del proyecto y el DTB4848 para realizar el control de temperatura mediante PID, eso fomentara una comprensión más profunda de los procesos dinámicos involucrados en la producción de aceite.

## **Capítulo 1: Fundamentos Teóricos**

### **1.1. Marco Conceptual**

En este capítulo se presentan las ideas fundamentales para la automatización en entornos de producción, así como las definiciones claves que facilitan el entendimiento eficiente del proyecto. Estos principios son esenciales para avanzar en la implementación de sistemas automatizados y mejorar la eficacia operativa en la industria.

#### **1.1.1. Semillas de girasol**

Las semillas de girasol se distinguen por sus diversas ventajas y características nutricionales, gracias a su gran aporte de ácidos grasos insaturados, que contribuyen a mitigar afecciones cardiovasculares. Adicionalmente, su alto nivel de antioxidantes puede prevenir enfermedades y mitigar los impactos del envejecimiento [10].

Estas semillas cuentan con varias propiedades al contribuir con un aporte proteico y contener una cantidad considerable de fibra dietética, para prevenir el estreñimiento, además genera una sensación de saciedad, lo que es ventajoso en dietas orientadas al control del peso [4].

#### **1.1.2. Procesos para la elaboración del aceite de girasol**

La elaboración del aceite de girasol es un proceso meticuloso que comienza con la selección de semillas de girasol de alta calidad. Estas semillas son recolectadas y transportadas a la planta de procesamiento, donde se almacenan en condiciones óptimas para preservar su integridad. En la Figura 1, se observa las diferentes etapas para la elaboración de este producto, donde, el primer paso es la limpieza y el llenado de los silos por medio de una banda transportadora de cangilones, posteriormente se realizará el descascarillado, separando la cáscara del núcleo de la semilla, que es rico en aceite [6].

Una vez descascarilladas, las semillas se someten a un proceso de prensado, utilizando una extrusora, en donde el aceite se debe prensar a no más de 40 °C para no arruinar su

calidad [6]. El aceite crudo resultante contiene impurezas que deben ser eliminadas; por ello, se lleva a cabo un proceso de filtrado, en donde el tambor de la filtradora girara separando el líquido de los residuos [3].

Posteriormente, comienza el proceso de envasado donde se deposita el aceite en su botella respectiva para después sellarlo y etiquetarlo, esto es una secuencia de pasos meticulosamente coordinados que aseguran la calidad y la seguridad del producto final [6].

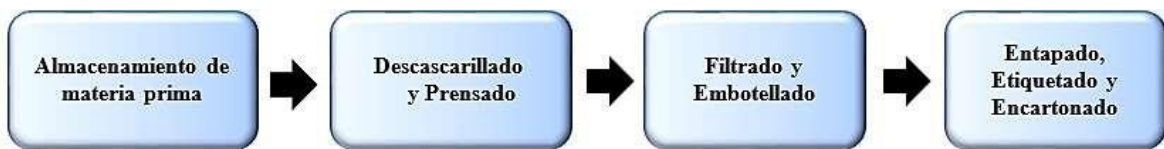


Figura 1. Proceso de elaboración del aceite de girasol. [Fuente: Autor]

### 1.1.3. Proceso de prensado y filtrado

Para el proceso de prensado las semillas de girasol ingresaran a la tolva de la extrusora por medio de una banda transportadora, esta utiliza un eje compuesto por un tornillo sinfín, el cual, empuja el material contra la pared interior de los discos extrayendo el aceite, aplicando una presión de 3 atmósferas a una temperatura inferior de 40°C, en caso de mayor temperatura se encenderá un sistema de ventilación [2]. En la Tabla 1, se encuentra las características técnicas de la extrusora YZS-95.

Tabla 1. Característica de la extrusora YZS-95 [11]

<b>Datos - Extrusora YZS-95</b>			
<b>Capacidad diaria</b>	<b>Potencia del motor</b>	<b>Potencia de la ventilación</b>	<b>Funcionamiento</b>
200 kg/h	7.5 kW / 1440 rpm	1.5 kW	380 V, 50 Hz,

Todo el aceite extraído por la extrusora se ira almacenando en un tanque de 40 L, este cuando se encuentre lleno, el sensor de nivel enviara una señal de activación para el encendido de la válvula y bomba [6].

El aceite ingresara a una filtradora centrifuga, la cual, aprovecha la fuerza generada por un tambor que gira a gran velocidad para separar los sólidos del aceite, permitiendo que

el aceite limpio fluya fuera del tambor una vez que este termine su movimiento [3]. En la Tabla 2, se encuentran las características de la filtradora LX-MK50.

*Tabla 2. Característica de la filtradora LX-MK50 [3]*

<b>Filtradora de aceite LX-MK50</b>			
<b>Diámetro</b>	<b>Dimensiones (mm)</b>	<b>Potencia (kW)</b>	<b>Voltaje (V)</b>
500 mm	750*500*950	2.2 - 4	380

#### **1.1.4. Automatismo**

La automatización se refiere a la aplicación de tecnologías que minimizan la intervención humana en diversos procesos. Esta disciplina también conocida como “Automática” utiliza sistemas electromecánicos para operar procesos industriales de manera autónoma, abarcando control, sistemas digitales, supervisión, gestión de datos, accionamientos, instrumentación y comunicaciones [12].

Estos sistemas resultan imprescindibles en la producción industrial, en la que sensores, procesadores y actuadores realizan las funciones programadas, optimizando de esta manera la eficiencia y productividad. Además, la automatización es útil en campos como la robótica, que permite el empleo de robots para reducir diversas tareas de manera precisa y sin agotamiento [12].

#### **1.1.5. Estructura de un sistema automatizado**

En un sistema automatizado interactúa el controlador, los sensores, actuadores y el HMI. Los sensores recopilarán los datos del entorno, como temperatura, presión o proximidad para posteriormente enviar estos datos al controlador, el cual interpreta la información y actúa respecto a un programa preestablecido.

A continuación, el PLC envía señales a los actuadores, que pueden ser motores, válvulas, cilindros o relés, para realizar acciones físicas que resulten en el control del proceso o la máquina en cuestión [13].

En la Figura 2, se muestra la estructura de este sistema, el cual, trabaja de manera continua y automática, asegurando que se opere dentro de los parámetros deseados.

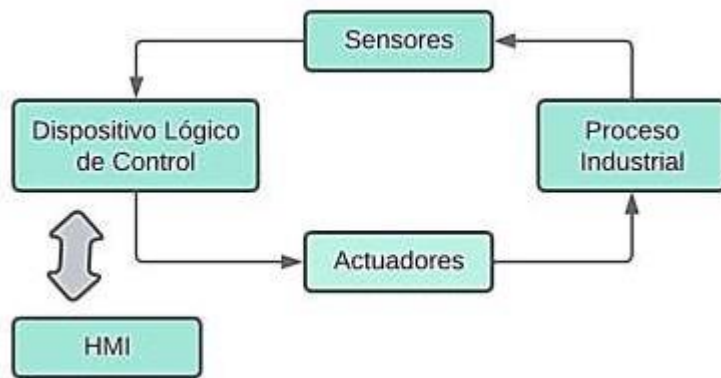


Figura 2. Estructura de un sistema automatizado [13]

En la Figura 3, encontramos la pirámide CIM, la cual, ayuda a optimizar la producción y el manejo de información. Comprendiendo los niveles, desde el área de producción hasta la gestión empresarial. [14].

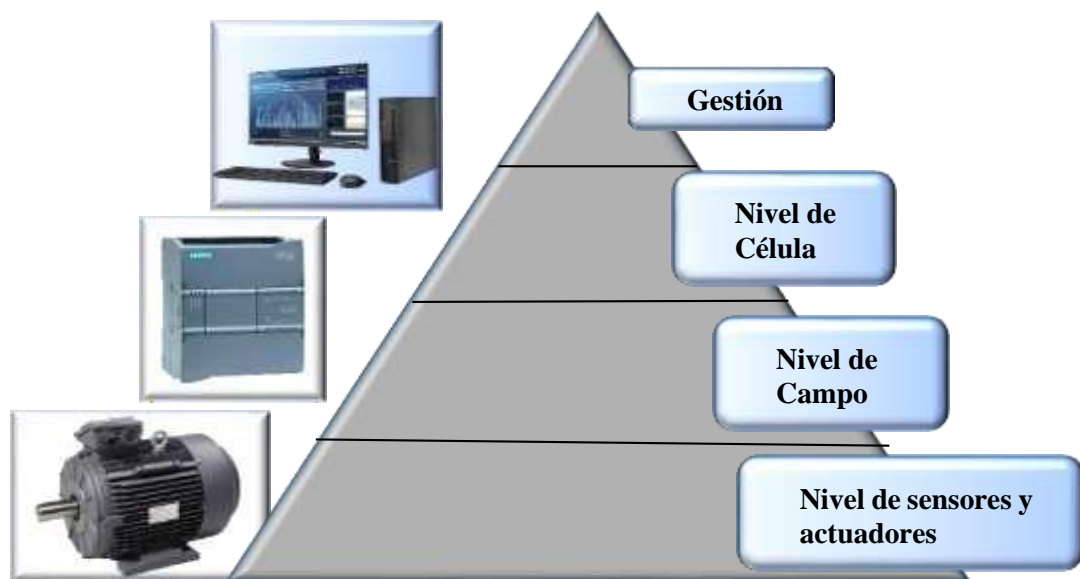


Figura 3. Pirámide CIM [14]

## 1.2. Componente

A continuación, se describirá los distintos componentes físicos que intervienen en la producción del aceite de girasol.

### 1.2.1. Sensores

Los sensores son fundamentales en la automatización, debido que, detectan las distintas variaciones físicas y las transforma en señales eléctricas.

Estas señales son esenciales para procedimientos industriales, debido a que, a partir de ellas el controlador puede actuar respecto a los factores del entorno, como la temperatura, presión, etc. [15].

- **Sensor de nivel capacitivo**

Los sensores de nivel son dispositivos cruciales en la automatización industrial, utilizados para medir y controlar el nivel de materiales sólidos y líquidos en una variedad de entornos. La medición capacitiva permite medir distintos ángulos por toda la longitud, el sensor VEGACAL 62, es óptimo para medir sólidos a granel y líquidos no conductores, esto se da gracias a la configuración de la sensibilidad del sensor [16].

En la Tabla 3, encontraremos las características técnicas que nos ofrece este sensor de nivel.

*Tabla 3. Características técnicas del sensor de nivel capacitivo VEGACAL 62. [16]*

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Alimentación	6-36V DC
Corriente	20 mA máx
Rango de medición	6 m
Salida	Profibus PA
Temperatura del proceso	-50 a 200 °C
Presión de proceso	-1 a 64 bar

- **Sensor de peso – celda de carga**

Este tipo de sensores son adecuados por su versatilidad, precisión y capacidad para acoplarse en procesos industriales. El cual, convierte una fuerza en señal eléctrica para la activación de cierto proceso [17].

En la Tabla 4, se encuentran las características de un sensor celda de carga.

*Tabla 4. Características técnicas del sensor celda de carga [17]*

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Alimentación	10-15V DC
Corriente	20 mA máx
Capacidad	100 kg
Clase	C2
Rango de temperatura	-35 a 80 °C
RO	< ±0.030%

- **Sensor de temperatura**

Estos sensores funcionan detectando cambios de temperatura en su entorno y convirtiendo estos cambios en señales eléctricas o digitales. Estas señales pueden ser interpretadas por instrumentos o sistemas de control para monitorear, regular o alertar sobre las condiciones de temperatura [18].

En Tabla 5, podemos ver las características técnicas del sensor de temperatura RK520-01.

*Tabla 5. Características técnicas del sensor de temperatura RK520-01 [19]*

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Fuente de voltaje	5 - 24 V DC
Temperatura operativa	-40 a +80 °C
Tiempo de respuesta	< 1s
Precisión	±0.2°C
Rango	-30 a +70 °C

### **1.2.2. Actuadores**

Estos elementos transforman la energía de fuentes determinadas, ya sea eléctrica, neumática o hidráulica, en acciones mecánicas específicas, tales como desplazamiento recto, rotación o vibración. Esta capacidad de conversión es crucial para la



automatización en sectores industriales, permitiendo el manejo exacto y efectivo de distintos aparatos y sistemas [20].

- **Bomba centrífuga**

Estos aparatos se emplean para trasladar líquidos a través de la transformación de energía mecánica en hidráulica. Los elementos esenciales de una bomba centrífuga comprenden el inductor, que resguarda los componentes internos; la carcasa, que resguarda los mecanismos; el cojinete, que sostiene y orienta el eje; y el rotor, que es la parte rotatoria. Su estructura puede modificarse para ajustarse a diversas demandas, como bombas de voluta o de turbina, y pueden ser categorizadas según la ubicación del eje, el diseño del escudo, la forma de succión, entre otros factores [21].

Las características de la bomba centrífuga modelo MP-20R se detallan en la Tabla 6.

*Tabla 6. Características técnicas de la bomba centrífuga MP-20R [21]*

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Caudal máximo	17m <sup>3</sup> /h
Presión máxima	0.37 bar
Temperatura de trabajo	0 - 80 °C
Consumo de potencia	20 W

- **Motor trifásico**

Estos motores son elementos electromecánicos que utilizan energía eléctrica trifásica para generar energía mecánica. Se diferencian de los motores monofásicos por su capacidad para manejar aplicaciones de mayor potencia, siendo comunes en entornos industriales y comerciales. Estos motores se componen de tres partes principales: el estator, el rotor y la carcasa [22].

En la Tabla 7, podemos observar las características de un motor trifásico.

Tabla 7. Características técnicas un motor trifásico [22]

Característica	Descripción
Torque	13.2 Nm
RPM	3000
Factor de potencia	50 - 100
Polos	2
Peso	42 kg
Corriente	7.6 A

- **Banda transportadora**

Las bandas transportadoras en las industrias facilita la transportación de los productos de manera ordenada y segura hacia su respectivo proceso. Esto se da por una estructura rectangular recubierta por una faja flexible. El mecanismo de movimiento se realiza por medio de un sistema de poleas motorizadas [23].

En la Tabla 8, se muestra las características de una banda transportadora para productos a granel.

Tabla 8. Características técnicas de la cinta transportadora [23]

Característica	Descripción
Distancia	500 m
Toneladas x hora	2400 toneladas
Tipo de motor	Trifásico
Velocidad de la banda	2 m/s

- **Válvula con actuador eléctrico**

La válvula a utilizar será una automatizada con actuador eléctrico, la cual, permite controlar el flujo del aceite a través de una tubería, estas válvulas se accionan por medio de una señal eléctrica [24].

La válvula 86 8M188, cuenta con las características de la Tabla 9.

Tabla 9. Características técnicas de la válvula 86 8M188 [24]

Característica	Descripción
Alimentación	100-240V AC
Consumo de potencia	4W
Compuerta	NC
Material	Metálico

### 1.2.3. Dispositivos de control y monitoreo

- **Controlador lógico programable**

Un PLC es un dispositivo electrónico diseñado para controlar procesos automáticos, estos funcionan mediante la ejecución de un programa almacenado que permite realizar operaciones como el encendido y apagado de máquinas, controlando así sistemas industriales complejos en tiempo real [25], en la Figura 4, se muestra el PLC S7-1200.

Los PLCs son fundamentales en la automatización industrial, debido a su capacidad para manejar tareas secuenciales y procesos que requieren precisión y fiabilidad, estos operan utilizando diversos lenguajes de programación.

Por ejemplo, el Lenguaje Booleano utiliza operadores lógicos para controlar señales binarias, el de contactos, también conocido como KOP, representa gráficamente la programación similar a los diagramas eléctricos [26].



Figura 4. PLC S7-1200 [25]

En la Tabla 10, se muestran algunas características técnicas del PLC S7-1200.

*Tabla 10. Características técnicas del PLC S7-1200 [25]*

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
Consumo de corrientes de las entradas digitales (24V DC)	4 mA/entrada utilizada
Intensidad disponible (24V DC)	300 mA máx. (alimentación de sensores)
Intensidad disponible (SM y bus CM)	1000 mA máx. (5 V DC)
Memoria de usuario	25 KB de memoria de trabajo
E/S digitales	8 entradas/6 salidas
E/S analógicas	2 entradas
Tamaño de la memoria	1024 bytes de entrada y salida
Área de marcas (M)	4096 bytes
Ampliación con módulos de señales	2 SMs máx.

- **Interfaz humano máquina**

Un HMI es un componente fundamental en la automatización, el cual, permite la interacción con un sistema de control de máquinas o procesos. Este proporcionara una plataforma visual para monitorear y ajustar las operaciones en tiempo real, lo que resulta esencial para mantener la eficiencia y la seguridad en las instalaciones. La interfaz suele ser intuitiva, a menudo utilizando gráficos y símbolos que simplifican la complejidad de los sistemas subyacentes [27].

El HMI tiene la capacidad de registrar y revisar el rendimiento de cada proceso, esto ayuda a identificar problemas y prevenir fallas antes de que ocurran. También son fundamentales para la implementación de estrategias de mantenimiento predictivo, lo que puede reducir el tiempo de inactividad [28].

En la Tabla 11, se muestran algunas características técnicas del SIMATIC HMI TP900 Comfort.

Tabla 11. Características técnicas del SIMATIC HMI TP900 Comfort [29]

Características	Descripción
Información General	Panel Siemens SIMATIC HMI TP900 Comfort
Designación del tipo de producto	TP900
Diseño	TFT
Diagonal del HMI	9 pulgadas
Ancho de visualización	195 milímetros
Altura de pantalla	117 milímetros
Número de colores	16777216
Rango permitido	(19,2 a 28.8) voltios
Tipo de procesador	X86

- **Módulo de comunicación modbus**

El controlador lógico programable Siemens S7-1200 tiene la capacidad de establecer conexión con dispositivos adicionales, como el módulo CM 1241 mostrado en la Figura 5, el cual, utiliza los estándares RS422/485 y RS232.

La configuración de estos componentes puede realizarse para operar en roles de maestro o esclavo, siendo el primero adecuado para el protocolo MODBUS [30].



Figura 5. Módulo de comunicación CM - 1241 [30]

Las especificaciones técnicas del módulo de comunicación se visualizan en la Tabla 12, verificando que se ajusten a los requerimientos necesario para la comunicación entre diferentes equipos.

Tabla 12. Características técnicas del módulo CM 1241 [24]

Características	Descripción
Alimentación (V)	24 V
Corriente de entrada	(65 - 80) mA
Entradas analógicas	Cuatro entradas diferenciales tipo corriente
Tiempo de integración parametrizable	40dB, DC a 60V, a frecuencia de 50/60 Hz
Error de temperatura (+/-)	25 °C $\pm$ 0,1 % / $\pm$ 0,3 %
Tiempo de ciclo. máx	100 $\mu$ s

- **Control de temperatura DTB4848**

En la Figura 6, está el DTB4848 encargado de controlar las medidas tomadas por un sensor de temperatura, donde, procesa la señal emitida por el sensor convirtiéndolo en un dato de temperatura, dicha información se envía por comunicación Modbus, la temperatura será controlada por el PID propio de controlador [30].



Figura 6. Controlador de temperatura DTB4848 [30]

Este dispositivo mantendrá una temperatura óptima por su control PID, en la Tabla 13, están características técnicas.

*Tabla 13. Características técnicas de controlador DTB4848 [30]*

<b>Descripción</b>	<b>Características</b>
Alimentación	100-240V AC
Consumo de energía	5 VA máx
Tipos de control	PID, control ON/OFF, sintonía manual
Comunicación	MODBUS, ASCII, RTU
Transmisión	2400 - 28400
Tipos de sensores	Termopares: K,J,T,E,N,R,S,B,U,L RTD de platino de 3 hilos

### **1.3. Componentes lógicos**

- **Totally Integrated Automation Portal (Tia Portal)**

Este software se destaca como una herramienta para automatizar procesos industriales, permitiendo la creación de programas que se ajustan a las exigencias del sector. Ofrece desde la configuración de controles hasta la gestión operativa de dispositivos y la planificación de tareas. Además, ofrece dos modalidades de programación: KOP, que utiliza diagramas de contactos y FUP, basado en diagramas de funciones, ambos dirigidos a generar una lógica de programación clara y efectiva [31].

- **SIMATIC S7 PLCSIM**

Esto nos permite la prueba y verificación de los programas sin necesidad de usar el PLC físico, lo cual ofrece una ventaja del desarrollo y prueba de los sistemas a programar [31].

- **WinCC**

El WinCC es una herramienta del TIA Portal para diseñar los HMI, la cual, nos permite configurar y simular pantallas para la supervisión de los procesos industriales [31].

#### **1.4. Normativas del proyecto**

Las normativas representan un conjunto de estándares fundamentales para la integración y eficiencia en la automatización industrial. Ayudándonos a establecer una representación gráfica clara de los instrumentos y sistemas, lo que es esencial para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de sistemas de medición y control [27].

Normas para el diseño del HMI:

- **ANSI/ISA-101:** Proporciona información para el diseño, operación y mantenimiento de estas interfaces, buscando optimizar la productividad y la seguridad operacional [29].
- **ANSI/ISA-18.2:** Proporciona directrices para el diseño, implementación, operación y gestión de los sistemas de alarma en plantas de procesos, teniendo en cuenta el ciclo de vida para la gestión de alarmas [30].

Además, las industrias deben seguir una gran variedad de normas ISO, de las cuales; La ISO 9001, ISO 45001, ISO 14001 y ISO 50001, estas abarcan desde la gestión medio ambiental y aseguran la calidad, seguridad y eficiencia de la energía. Estas son de suma importancia, debido a que, representan un compromiso con estándares internacionales que pueden abrir puertas a nuevas oportunidades de mercado y mejorar la competitividad global de las empresas [27].

#### **1.5. Comunicación Profinet**

Esta comunicación un estándar de la industria que facilita el intercambio de datos entre diversos dispositivos electrónicos, como sensores y actuadores, y controladores lógicos programables (PLC), a través de una red Ethernet industrial. Este protocolo es esencial en entornos industriales modernos, debido a que, permite una comunicación eficiente de los sistemas [32].

El protocolo Profinet se apoya en tres canales de comunicación principales que operan de manera asincrónica para satisfacer diferentes necesidades de transmisión de datos [32]:



- El canal estándar TCP/IP (NRT), es el método de conexión más común y se utiliza para la transmisión de grandes volúmenes de datos.
- El canal de tiempo real (Profinet RT), omite algunas capas del modelo TCP/IP para ofrecer una transmisión más rápida, con tiempos que varían entre 1 y 10 milisegundos.
- El canal Profinet IRT, incorpora procesos adicionales para la sincronización de alta precisión entre las aplicaciones, esto es fundamental para el control del movimiento y operaciones que necesiten una coordinación exacta.

## Capítulo 2: Desarrollo experimental

### 2.1. Plan de ejecución

Para el desarrollo del sistema automatizado a simular, se debe seguir el esquema planteado en la Figura 7, la cual, comienza con el análisis de toda la información recolectada, seguido del diseño de un diagrama de flujo del algoritmo a utilizar, por lo consiguiente su programación y diseño del HMI, hasta la validación del programa desarrollado.

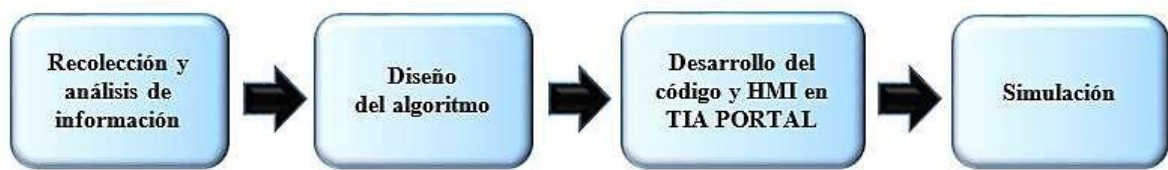


Figura 7. Esquema para el desarrollo. [Fuente: Autor]

#### 2.1.1. Estudio de factibilidad

- **Factibilidad técnica**

El objetivo para automatizar los procesos de prensado y filtrado, es de mejorar la eficiencia en la extracción y filtrado del aceite, asegurando la calidad del producto final. Este sistema implicará la integración de tecnologías, como PLC y HMI para automatizar conjunto específico de tareas.

En el subproceso de prensado, se controla la temperatura durante la extracción, lo que permitiría mantener una temperatura óptima para no afectar la calidad del aceite. En la etapa de filtrado, se planteará una maquina centrifuga, la cual, se controlará el tiempo de activación para el filtrado del aceite.

Para validar la funcionalidad del sistema, se utilizará el software Tia Portal que modelará los procesos del prensado y filtrado centrífugo, permitiendo identificar posibles problemas, además, se tomará datos del controlador DTB 4848, para validar el funcionamiento en tiempo real del sistema.

- **Factibilidad económica**

El estudio de la factibilidad económica, se realiza para estimar el costo para los subprocesos de elaboración del aceite de girasol. Por lo que, en la Tabla 14, se considera el costo de equipos y la Tabla 15, el costo de mano de obra.

*Tabla 14. Costos de materiales. Fuente: [30]*

<b>Cant.</b>	<b>Equipo</b>	<b>Detalle</b>	<b>Valor x Unidad</b>	<b>Valor Total</b>
1	PLC	S7 – 1200 CPU 1212 C	\$ 845,00	\$ 845,00
1	HMI	SIMATIC TP 900 Comfort	\$1350,00	\$1350,00
1	Módulo de Comunicación	SIMATIC CM 1241	\$500,00	\$500,00
1	Controlador de temperatura	Delta DTB-4848	\$300,00	\$300,00
1	Medidor de parámetros	Delta DPM-C530A	\$550,00	\$550,00
1	Sensor de temperatura	SITRANS TS500	\$1.450,00	\$1.450,00
1	Sensor de nivel	VEGACAL 62	\$1.200,00	\$1.200,00
1	Sensor de peso	YZC-1B	\$90,00	\$90,00
1	Gabinete	500x400x200 mm Ip65	\$250,00	\$250,00
1	Pulsador – Paro de emergencia	121462 – M22 –PVT45P	\$62,00	\$62,00
5	Pulsador luminoso – verde	216596 – M22 – D - G	\$ 19,00	\$ 95,00
2	Pulsador luminoso- rojo	216594 – M22 – D - R	\$19,00	\$38,00
5	Indicador luminoso - verde	216772 – M22 – L - G	\$18,00	\$90,00
2	Indicador luminoso – rojo	216773 – M22 – L - R	\$18,00	\$36,00
5 m	Cable negro y rojo Cal 20		\$30,00	\$30,00
5 m	Cable negro y rojo Cal 10		\$40,00	\$40,00
<b>TOTAL</b>				\$6926

Tabla 15. Costos de la mano de obra del proyecto [Fuente: Autor]

Personal	Detalle	Precio
Ingeniero en Electrónica y Automatización	Diseño y desarrollo del software	\$6.000,00
	Gastos adicionales	\$1.200,00
<b>Total</b>		<b>\$ 7.200,00</b>

## 2.2. Descripción de solución

### 2.2.1. Descripción de la propuesta

El objetivo principal es diseñar un sistema automatizado para la producción de aceite a base de semillas de girasol, donde se hará el control y monitoreo de las etapas de prensado y filtrado. Esto se logrará mediante el uso del PLC S7-1200, el cual se programará lenguaje Ladder.

El uso de este lenguaje de programación permitirá futuras modificaciones y mejoras en los procesos a automatizar, debido a que, se plantea el uso de una filtradora centrífuga. El sistema será programado y gestionado mediante una interfaz gráfica HMI SIMATIC, diseñada en el software TIA PORTAL, para facilitar la el monitoreo en tiempo real de las variables críticas como la temperatura y el estado de las fases de prensado y filtrado.

Para validar que el sistema funcione correctamente, se realizara pruebas en un entorno controlado, además se usara del módulo CM1241, el cual, realizará la comunicación para tomar las lecturas del sensor de temperatura en tiempo real, de esta manera se validará que las alarmas respondan correctamente en cada situación del aumento de temperatura.

### 2.2.2. Diseño del sistema

La elaboración del aceite de girasol consta con distintos procesos, de los cuales, el prensado y filtrado son las etapas a automatizar.

- **Prensado**

Para extraer el aceite de las semillas de girasol, comenzaremos el proceso por el suministro de materia prima a la extrusora, el cual, se realiza por medio de una banda transportadora.

Las semillas caerán dentro la tolva de la extrusora, una vez que se detecte el peso óptimo se enciende el motor de la máquina, donde, se prensará las semillas dejando caer el aceite hacia un tanque para su almacenamiento.

Durante este proceso, la temperatura puede llegar a subir, por lo que, se opta por añadir un sistema de ventilación, el cual, se activará en el momento que la temperatura sobrepase los 40°C, en la Tabla 16, se observaban los elementos que interactúan en este proceso.

*Tabla 16. Elementos para la etapa del prensado [6]*

<b>Elementos para el prensado de las semillas de girasol</b>		
<b>Etapa</b>	<b>Elemento</b>	<b>Tipo</b>
Transporte de materia prima	Banda transportadora	Sistema de transporte
	Motor Trifásico	Actuador eléctrico
Prensado	Sensor de peso	Analógico
	Sensor de temperatura	Digital
	Motor trifásico	Actuador eléctrico
	Ventilación	Actuador eléctrico

- **Filtrado**

Para este proceso se optó por el filtrado centrífugo, el cual, comenzará cuando exista almacenado 40 L de aceite en el tanque, debido a que, es la cantidad adecuada de la máquina a trabajar.

En la tabla 17, se muestran los elementos que interactúan es este proceso. Donde, el nivel del tanque se determinará por medio de un sensor de nivel, el cual, envía una señal para el accionamiento de la bomba y la válvula, cuando exista el nivel deseado en el tanque.

Al activarse los actuadores, se bombeará el aceite hacia el interior de la filtradora. En el momento que termine el bombeo se accionará la máquina por un tiempo determinado, donde, los residuos del aceite se quedarán en los filtros del tambor por la fuerza centrífuga ejercida.

Tabla 17. Elementos para la etapa de filtrado [6]

<b>Elementos para el filtrado del aceite</b>		
<b>Etapa</b>	<b>Elemento</b>	<b>Tipo</b>
Almacenamiento del aceite sin filtrar	Sensor de nivel alto	Digital
	Válvula	Actuador Eléctrico
	Bomba centrífuga	Actuador Eléctrico
	Sensor de nivel bajo	Digital
Filtrado	Motor trifásico	Actuador Eléctrico
	Temporizador	Digital

### **2.2.3. Diagrama P&ID del prensado y filtrado de las semillas de girasol**

El diagrama P&ID se muestra en el Anexo 1, el cual, representa la estructura y funciona del sistema. Donde, interactúan distintos transmisores de nivel y temperatura, elementos de accionamiento como motores, bombas y la válvula todo-nada, la cual, le llega una señal neumática de activación de una válvula de 2 vías, permitiendo el flujo del aceite. Todos estos elementos serán controlados por medio de un PLC Y HMI.

### **2.2.4. Esquema eléctrico del proyecto**

En el anexo 2, se encuentran el diagrama de mando para el arranque directo del motor de la banda transportadora, extrusora y filtradora. También, del accionamiento de la válvula y extrusora para el bombeado del aceite en el anexo 3.

El esquema eléctrico del PLC S7 – 1200, se observa en el anexo 4, el cual se divide en sus entradas y salidas digitales.

## **2.3. Diseño del proyecto**

### **2.3.1. Lógica de programación en la etapa de prensado de las semillas de girasol**

Las semillas de girasol avanzaran por la banda transportadora accionada por el motor (M1), este se detiene en el momento que se detecte que la tolva de la extrusora este con un peso óptimo de 30 kg, para posteriormente encender su motor (M2).

Durante, el proceso de prensado se debe tener una temperatura óptima de 40 °C, por lo que, el sensor de temperatura (S2) leerá las lecturas constantemente, al llegar a una temperatura superior a 40°C, se encenderá el sistema de ventilación. Para poder controlar la temperatura óptima se utiliza el controlador DTB 4848, el cual, aplica un control PID. (Véase en Anexo 5)

### **2.3.2. Lógica de control de la etapa de filtrado del aceite**

Durante el proceso del prensado el aceite extraído caerá dentro de un tanque. El sensor de nivel (S3) leerá constantemente el nivel del tanque, cuando este llegue a su volumen óptimo de 30 L, donde, se activar la válvula para dar flujo al aceite, el cual, se bombeará hacia la filtradora.

Cuando se termine de bombear todo el aceite, accionará el motor de la filtradora (M3), el cual, funcionará por un tiempo determinado produciendo un efecto centrífugo para separar los residuos del aceite. (Véase en el Anexo 6).

### **2.3.3. Programación de la lógica de control**

El desarrollo de la programación se realiza en el software TIA Portal versión 16, para un PLC S7-1200 del modelo 1212C AC/DC/RLY. El lenguaje a utilizar será de tipo ladder, el cual, facilita la comprensión al usuario por la relación en forma de flechas de las variables de entradas y salidas.

## **Segmentos de programación del PLC**

- **Bloque principal (Anexo 7)**

En el bloque main se recopilarán los datos de los bloques de funciones del programa, de esta manera, se divide de forma consistente los subprocesos del proyecto. En el segmento 1, se estable el control principal del programa. En el segmento 2 y 3, se encuentra los subprocesos del prensado y filtrado del aceite de girasol. En el segmento 4, se estable el llamado de los valores eléctricos y de temperatura.

Además, en este bloque se encuentra las lecturas del medidor de parámetros DPM-C530A y las del sensor de temperatura del controlador DTB-4848. Esto, es posible por

el bloque MB\_COMM\_LOAD, el cual, almacena los datos del medidor y del controlador. Por último, en el segmento 5 está la configuración de alarmas.

- **Bloque de función – Marcha (Anexo 8)**

En este bloque, se establece el control general del sistema. Donde, se puede manipular el encendido o paro del sistema, el cambio de manual o automático y el cambio de local o remoto.

- **Bloque de función – Extrusora (Anexo 9)**

En el segmento 1, se encuentra la activación y desactivación de la banda transportadora, además, el movimiento se programa por un contador CTU y una marca de ciclo. También, se normaliza y escala el valor del potenciómetro para simular el llenado y vaciado de la tolva de la extrusora cuando la tolva llegue a su peso máximo. (Véase en el anexo 9, seg 1)

Después se programa el encendido y apagado de la extrusora, también se normaliza y escala los datos del potenciómetro para controlar el nivel tanque donde se almacena el aceite extraído. Además, se controla el bombeo del aceite una vez que este el tanque lleno. (Véase en el anexo 9, seg 2)

En el siguiente segmento se realiza la activación y desactivación de la ventilación respecto a los niveles de temperatura obtenidos de la termocupla. (Véase en el anexo 9, seg 3)

- **Bloque de función – Filtradora (Anexo 10)**

Para este segmento se detectará cuando termine el bombeo del aceite en el tanque, por lo que, manda a encender el motor de la filtradora, el cual, se desactivará cuando se cumpla el tiempo para el filtrado centrífugo.

- **Bloque de función – Parámetros eléctricos y temperatura (Anexo 11)**

En este apartado con el bloque MOVE transferimos las variables del medidor para obtener variables de tipo MD. (Véase en el anexo 11 seg1). Por lo que, se aplica la misma lógica de programación para la lectura de los datos del controlador DTB 4848.



- **Bloque de función – Alarmas (Anexo 12)**

Este bloque de función se divide en 5 segmentos, en donde se encuentran todas las alarmas del sistema, las cuales, se enlazarán con el HMI para su respectiva visualización en el panel de avisos.

- **Bloque – Cyclic interrupt**

Con el bloque MB\_MASTER\_DB, se leerá los datos del medidor de parámetros eléctricos. (Véase en el anexo 13, seg1). Se insertará un mismo bloque Master para el controlador DTB 4848.

### 2.3.4. Comunicación entre el HMI y PLC

La comunicación entre estos dispositivos se lleva a cabo por el protocolo Profinet, el cual, permite la transmisión de los datos en tiempo real. En la Figura 8, se muestra la configuración en TIA Portal para el desarrollo del proyecto.

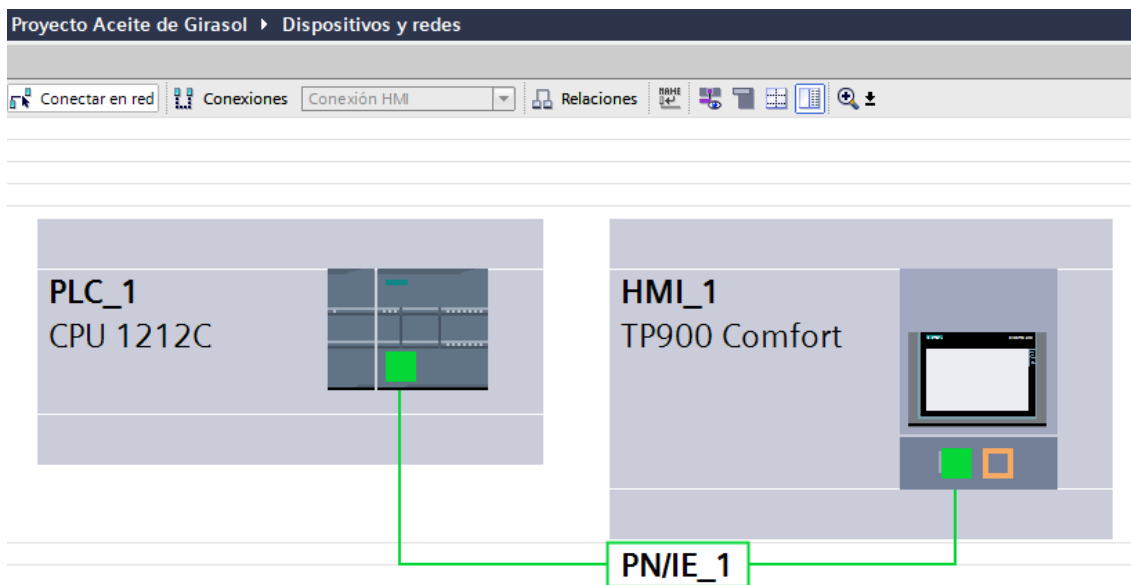


Figura 8. Comunicación entre PLC y HMI. [Fuente: Autor]

### **2.3.5. Diseño del HMI**

El desarrollo de esta interfaz se realizó siguiendo la norma ANSI/ISA-101, la cual, proporciona información para el diseño, operación y mantenimiento de estas interfaces, logrando una buena productividad y seguridad operacional [29].

- **Ventana de login**

Aquí se presenta el logo y el tema del proyecto, además, de contar con un sistema de niveles de seguridad de operador y administrador. Esta configuración se puede modificar en “administrador de usuarios” en el HMI, donde, se estable las contraseña para su respectivo ingreso.

- **Ventana de menú de opciones**

Esta proporcionará el acceso directo a las diferentes ventanas del subproceso de prensado, filtrado, estado general, alarmas, históricos, mantenimiento, parámetros eléctricos y operativos. Además, de contar con un regreso hacia el login, para cerrar la sesión. En todas las pantallas del HMI, existirá un ícono, el cual, nos regresará al menú de opciones.

- **Ventana de estado general**

La finalidad de esta pantalla es dar una visualización del estado del sistema, al contar con los indicadores para identificar si el control está en manual o automático, además de un registro de avisos y usuarios. Al tratarse de un proyecto simulado, se simularán los sensores de peso y nivel, donde, habrá una barra desplegable para seleccionar el uso de las entradas analógicas del PLC o sliders.

En todas las pantallas del HMI, se presentará el logo de la empresa, la fecha y hora en tiempo real y el tipo de usuario que opera en el HMI.

- **Ventana del prensado de las semillas de girasol**

Aquí se visualiza una representación gráfica de la banda transportadora, extrusora y el tanque donde se ira almacenando el aceite para el prensado de las semillas de girasol. Además, de contar con indicadores y registro de avisos para mostrar los datos importantes de estos subprocesos.

- **Ventana para el filtrado del aceite**

Esta ventana también contara con una representación gráfica del transporte del aceite hacia la filtradora. Al igual, tiene un registro de alarmas e indicadores para cada actuador de este subproceso.

- **Ventana de alarmas**

Para tener una mejor visualización de los diferentes cambios que se producen en el proyecto se incluye un visor de alarmas del tamaño de la pantalla del HMI.

- **Ventana de valores operativos y eléctricos**

Esta ventana mostrará los datos que reflejan los sensores de nivel y peso durante el proceso de prensado y filtrado del aceite, además de la temperatura receptada del controlador con el valor deseado de temperatura. Estos datos, se podrán visualizar gráficamente y numéricamente.

Los valores eléctricos muestran los datos de voltaje A-N, B-N, C-N y LL-AVG, con los que trabaja el laboratorio de automatización de la UPSE.

- **Ventana de históricos**

Esta ventana dará a conocer el comportamiento de los sensores de nivel, peso y temperatura, para identificar si trabajan dentro del rango de operación normal o presentan irregularidades. Cada sensor tendrá su propio registro, donde, se tendrá que acceder por una barra desplegable.

- **Ventana de mantenimiento**

La pantalla de mantenimiento permitirá la activación y desactivación de cada actuador del subproceso seleccionado, esto es de gran importancia, debido que, al suceder alguna irregularidad se manda en mantenimiento, el cual, se visualiza en su respectivo indicador y en el visor de avisos.

## 2.4. Pruebas y puesta en marcha de la solución

### 2.4.1. Interfaz de simulación

Para verificar la lógica de programación se hace uso del simulador “S7-PLCSIM V16” del software TIA Portal, en el cual, al dar click en “activar/desactivar observación” verificamos y modificamos el comportamiento de las variables, como se muestra en la Figura 9.

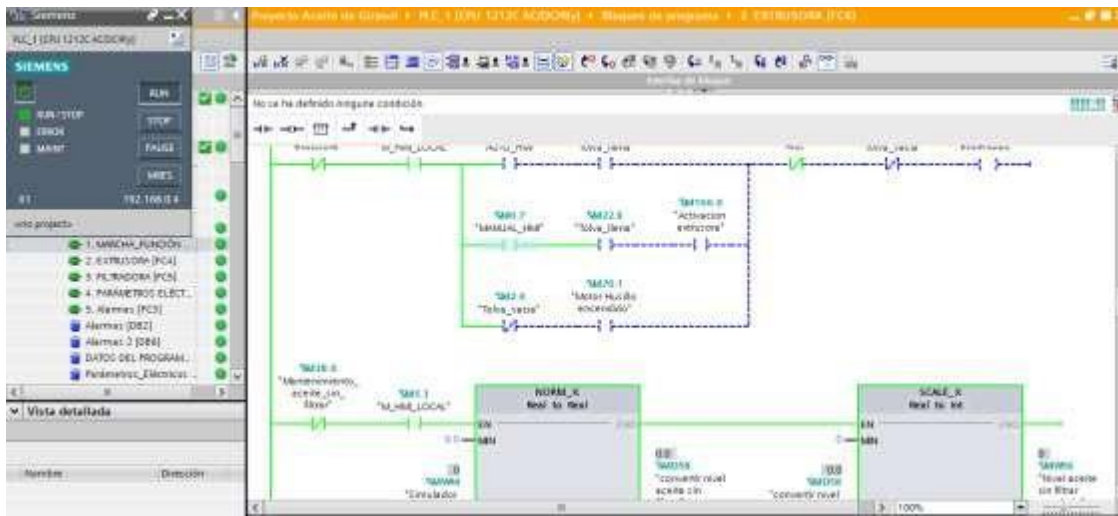


Figura 9. Simulación del proyecto en el software TIA Portal. [Fuente: Autor]

### 2.4.2. Interfaz de simulación HMI

Al simular el HMI con el SIMATIC WinCC, se visualiza la primera pantalla del TP 900 Comfort, la cual, nos presenta el proceso para la elaboración del aceite de girasol. En la Figura 10, se visualiza que al seleccionar el logo nos permite ingresar el usuario y la contraseña.



Figura 10. Pantalla de bienvenida e ingreso de usuario. [Fuente: Autor]

La siguiente ventana muestra el estado general del sistema, donde, se podrá accionar o detener el sistema, cambiar de modo manual a automático y un menú de opciones. Además, se registrará los distintos avisos que se presenten durante la ejecución del programa y un registro de usuarios, donde, solamente el administrador puede cambiar la contraseña de cada usuario registrado. (Véase en la Figura 11)

ESTADO GENERAL	
MARCHA	<input checked="" type="radio"/>
STOP	<input type="radio"/>
MANUAL	<input checked="" type="radio"/>
AUTOMÁTICO	<input type="radio"/>
Manual	S_HMI
MENÚ	

REGISTRO DE AVISOS					
Id.	Hora	Fecha	Estado	Texto	Acusar grupo
9	7:12:54	13/11/2024	I	NIVEL BAJO DE ACEITE SIN FILTRAR	0
5	7:12:54	13/11/2024	I	NIVEL BAJO-TOLVA	0
3	7:12:54	13/11/2024	I	TEMPERATURA ESTABLE-EXTRUSORA	0

REGISTRO DE USUARIO			
Usuario	Contraseña	Grupo	Tiempo de cierre...
Admin	*****	Administra...	5
Monitor	*****	Monitor	5
Operador	*****	Operación	5
PLC User	*****	No autoriz...	5

Figura 11. Estado general del sistema. [Fuente: Autor]

Cada ventana del HMI cuenta con un ícono, el cual, nos permitirá dirigir al menú de opciones, donde, se podrá escoger alguna de las pantallas para visualizar. (Véase en la Figura 12)



Figura 12. Menú de opciones. [Fuente: Autor]

En la Figura 13, se visualiza la pantalla del prensado de las semillas, el cual, tiene un visor de avisos, indicadores del estado del sistema y una representación del proceso. Si el sistema está en modo manual, se accionan los actuadores por botones “ON\_OFF” al abrir la venta emergente de “ACTIVACIÓN MANUAL”. Los actuadores al activarse cambian de color a verde, al estar desactivado permanece en gris.

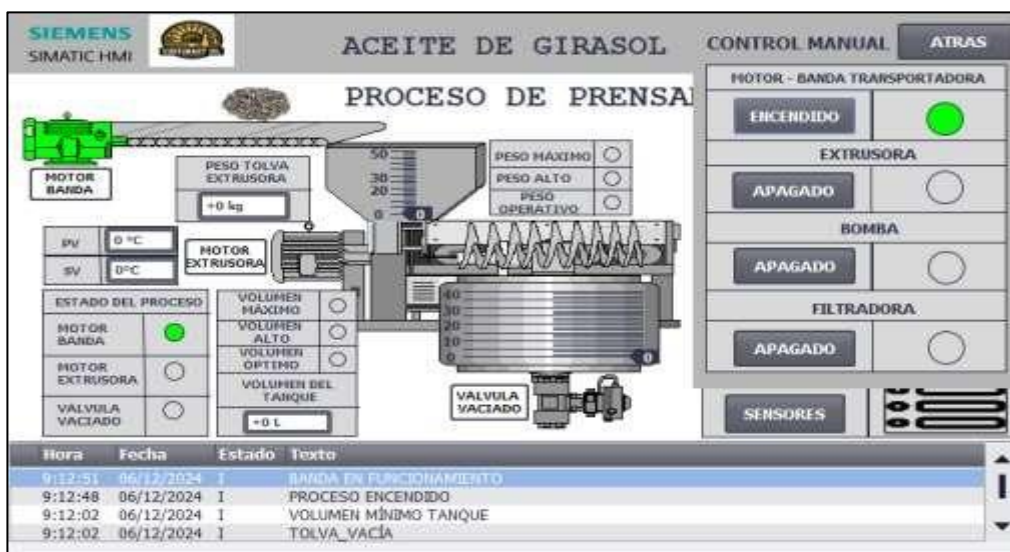


Figura 13. Activación manual - Proceso de prensado de las semillas de girasol. [Fuente: Autor]

En la Figura 14, se muestra dos sliders para simular el sensor de peso de la extrusora y el sensor de nivel del tanque. Estos sensores también se podrán manipular por las entradas analógicas del PLC.

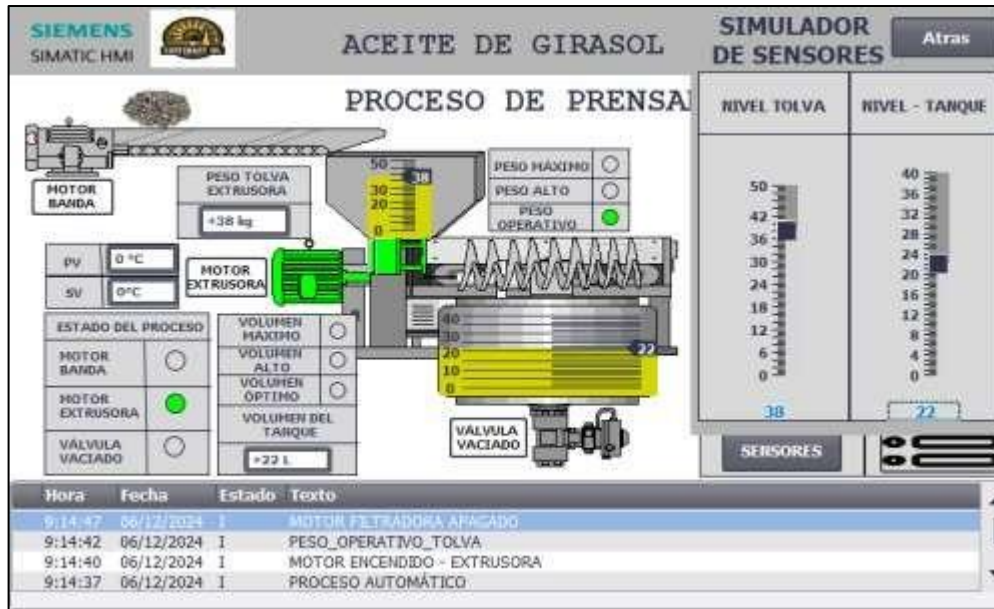


Figura 14. Simulación de los sensores de peso y nivel. [Fuente: Autor]

Para una mejor visualización de las alarmas del sistema, se inserta en una pantalla un visor de avisos. (Véase en la Figura 15)



Figura 15. Alarmas e indicadores del sistema. [Fuente: Autor]

El proceso comienza con el transporte de la materia prima por la banda transportadora, para llenar la tolva de la extrusora, la cual prensa 30 kg de semillas cada 9 minutos o 50 kg cada 15 minutos, posteriormente se apertura la compuerta para prensar todas las semillas de girasol. (Véase en la Figura 16)



Figura 16. Llenado de la tolva de la extrusora. [Fuente: Autor]

En la Figura 17, se visualiza el prensado de las semillas para extraer el aceite, el cual, se almacenará en un tanque de 40 L. Con 50 kg de semillas de girasol se podrá producir aproximadamente 20 L de aceite.



Figure 17. Prensado de las semillas de girasol. [Fuente: Autor]



El prensado de las semillas de girasol se termina cuando el tanque alcance los 30 L de aceite, para posteriormente bombearlo hacia la filtradora, la cual, cuenta con una capacidad de (30 a 50) L. (Véase en la Figura 18)



Figura 18. Bombeado del aceite. [Fuente: Autor]

Una vez bombeado todo el aceite hacia la filtradora, la bomba y la válvula se apagarán. Posteriormente, se encenderá el motor de la filtradora por un tiempo de (5 a 8) min, el cual, realiza un efecto centrífugo para eliminar cualquier suciedad del aceite. (Véase en la Figura 19)



Figura 19. Filtrado centrífugo del aceite. [Fuente: Autor]

La ventana de “Históricos”, nos muestra el registro de como varían los datos del sensor de temperatura, nivel y peso. Cada sensor se visualiza en un registro diferente, accediendo por una barra desplegable, tal como se muestra en la Figura 20.



Figure 20. Ventana de Históricos. [Fuente: Autor]

En la Figura 21, se visualiza los parámetros operativos del sistema, como: el peso de la tolva, el nivel del tanque y los valores de temperatura (PV, SV) del controlador DTB 4848. Además, se visualiza el valor de los voltajes con los que trabaja el laboratorio de automatización.



Figure 21. Parámetros operativos y eléctricos. [Fuente: Autor]

El mantenimiento del sistema se dividirá por etapas, en caso, de que exista algún inconveniente en la planta. Por lo que, esta pantalla en el HMI, nos permite la desactivación de algunos de los procesos al activar un switch, mostrando el aviso en el visor de alarmas. (Véase en la Figura 22)



Figure 22. Pantalla de mantenimiento. [Fuente: Autor]

## 2.5. Resultados

- Con el debido estudio de distintas fuentes sobre el proceso de elaboración del aceite de girasol, se identifica los distintos actuadores y sensores que interactúan en el sistema, para realizar el diseño de un sistema automatizado para el prensado de las semillas de girasol y un filtrado centrífugo del aceite. Además, se desarrolló esquemas eléctricos y P&ID, para una mayor comprensión.
- Se desarrolló diagramas de bloque y flujo para una mejor comprensión del funcionamiento del proyecto. Estos diagramas sirvieron como guía para realizar la programación en lenguaje ladder con el software TIA Portal. Se organizó cada proceso y subproceso en bloques de función, el control y comunicación MODBUS se desarrolló en bloques cíclicos. Además, se implementaron tablas de variables y bloques de datos para almacenar y gestionar de manera eficiente la información de cada proceso, como tiempos de funcionamiento, niveles y peso de llenado
- Se diseñó del HMI para una pantalla SIMATIC TP900 Comfort, la cual, facilitará el control y monitoreo de todas las variables durante los procesos de prensado y filtrado. Además, se incluyó la visualización de dispositivos externos como los valores eléctricos del medidor de parámetros DPM C530 y los datos de temperatura con el controlador DTB 4848.
- Se comprueba que, durante las pruebas del laboratorio de automatización de la UPSE, el sistema reacciona según lo programado, donde, las ejecuciones del programa demuestran que el sistema recibe datos en tiempo real y trabaja correctamente con los datos proporcionados por los sensores simulados.

## **2.6. Conclusiones**

Con el diseño y desarrollo del sistema automatizado para el proceso de producción de aceite a base de semillas de girasol, se facilita la supervisión en las etapas de prensado y filtrado. La implementación del algoritmo de programación en lenguaje Ladder, permitió automatizar estas etapas clave, mejorando el tiempo del filtrado del aceite y reduciendo la intervención manual en el proceso.

El HMI diseñado en el software TIA Portal ha facilitó el monitoreo y control en tiempo real, proporcionando a los operadores una herramienta intuitiva para verificar las variables del proceso, como nivel, temperatura y peso. Permitiendo un control preciso y una producción estable, lo que asegura una mayor consistencia en la calidad del aceite producido.

En conclusión, el uso del PLC S7 – 1200 y HMI demostró que el sistema automatizado responde de manera efectiva a las demandas impuestas, el cual se ajusta a las condiciones de la simulación. Este enfoque minimiza el desperdicio de recursos y reduce los tiempos de producción, lo cual es crucial para un entorno industrial competitivo y en constante.

## 2.7. Recomendaciones

- Para una mejor comprensión del sistema, se recomienda actualizar constantemente los conocimientos en automatización por distintas fuentes bibliográficas. De esta manera, se puede realizar ajuste a la programación en caso de futuras necesidades en el proceso de prensado o filtrado.
- Para el diseño del sistema, se debe considerar sensores o maquinarias que ayuden a desempeñar mejor cada proceso, de esta manera, se aumentaría las ganancias en una empresa al disminuir el tiempo de producción del aceite de girasol.
- La interfaz del sistema al ser completamente simulada, se recomienda cargar el programa en un HMI real, para comprobar si no existe algún inconveniente en el control o visualización de las variables.
- Para una mejor validación del sistema, se recomienda incorporar sensores reales en algún trabajo futuro para realizar una comparación. Lo cual, ayuda a verificar la confianza del sistema automatizado, asegurando que el proyecto simulado corresponda a condiciones reales.

## Bibliografía

- [1] K. O. Cefla Miranda, «DISEÑO DE UNA PLANTA PARA LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE VETAL COMESTIBLE DE LAS SEMILLAS DE CHÍA, MEDIANTE PENSADO,» 04 2020. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10365/3/CD-6164.pdf>. [Último acceso: 06 07 2024].
- [2] G. E. Mayorga, «Evaluación de Buenas Prácticas de Manufactura en una planta extractora de aceite de girasol,» 2020. [En línea]. Available: <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/17122/Evaluaci%3%b3n%20de%20Buenas%20Pr%3%a1cticas%20de%20manufactura%20en%20una%20planta%20extractora%20de%20aceite%20de%20girasol.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [3] «Filtradora centrífuga,» [En línea]. Available: [https://es.made-in-china.com/co\\_wuhanhdc/product\\_Industrial-Centrifuge-Machine-and-Centrifugal-Sunflower-Seeds-Oil-Filter-Machine\\_rhggnnurg.html](https://es.made-in-china.com/co_wuhanhdc/product_Industrial-Centrifuge-Machine-and-Centrifugal-Sunflower-Seeds-Oil-Filter-Machine_rhggnnurg.html). [Último acceso: 14 09 2024].
- [4] A. H. Guerrero Pérez, «ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL PROCESAMIENTO DE ACEITE DE GIRASOL EN EL CANTÓN URCUQUÍ,» Ibarra, 2016.
- [5] «COOSOL,» 09 06 2022. [En línea]. Available: <https://coosol.es/el-aceite-de-girasol-en-el-mundo/>.
- [6] A. Guerra Jimenez, J. Echeverri Giraldo y P. Arango Lazcano, «Control Automático Fabricación De Aceite De Girasol,» [En línea]. Available: <https://cap.davinsony.com/2021-1/informe/girasol.pdf>. [Último acceso: 01 06 2024].
- [7] A. Orús, «statista,» 16 02 2023. [En línea]. Available: <https://es.statista.com/estadisticas/1009911/produccion-mundial-de-aceite-de-girasol/>.
- [8] «LAFABRIL,» [En línea]. Available: <https://www.lafabril.com.ec/grasas-para-frituras/>. [Último acceso: 13 09 2024].
- [9] «BIOECONOMÍA&DESARROLOFEDERAL,» 22 05 2020. [En línea]. Available: <https://agroempresario.com/publicacion/3535/aceite-de-girasol-historia-produccion-y-variedades/>.
- [10] «Aceites Y Grasas,» pp. 129-130.
- [11] «Prensa De Aceite De Semilla De Girasol,» [En línea]. Available: <http://www.refinaciondeaceites.com/prensa-de-aceite-de-semilla-de-girasol.html>. [Último acceso: 05 2024].
- [12] D. M. Merchán Laje, «Desarrollo de un sistema para el proceso de elaboración de gel,» 2024. [En línea]. Available: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/12012/1/UPSE-TEA-2024-0018.pdf>. [Último acceso: 14 08 2024].
- [13] M. S. Luis, 03 2020. [En línea]. Available: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Modelo-de-estructura-de-la-automatizacion-de-procesos\\_fig1\\_283823987](https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Modelo-de-estructura-de-la-automatizacion-de-procesos_fig1_283823987). [Último acceso: 06 07 2024].
- [14] «Comunicaciones Industriales,» 02 12 2021. [En línea]. Available: <https://ningenia.com/comunicaciones-industriales-i/>. [Último acceso: 06 07 2024].
- [15] «QUE SON LOS SENSORES,» [En línea]. Available: <https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/guia-sensores/>. [Último acceso: 06 07 2024].
- [16] «OCTIMIZA,» 2024. [En línea]. Available: <https://octimiza.com/capacitivos/21->

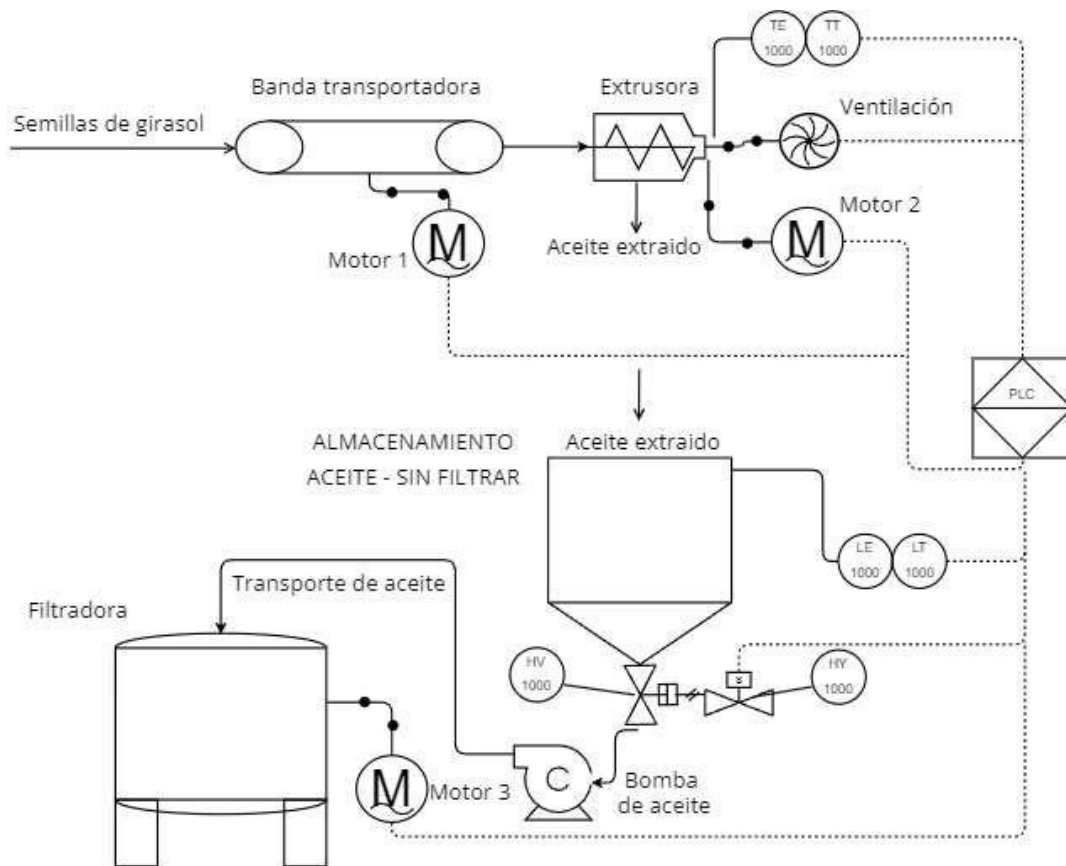
- vegacal-62.html. [Último acceso: 24 05 2024].
- [17] «AV Electronics,» [En línea]. Available: <https://avelectronics.cc/producto/sensor-de-peso-50kg/>. [Último acceso: 01 10 2024].
- [18] «Sensor de temperatura: tipos y normativa,» 21 06 2024. [En línea]. Available: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/sensor-temperatura/>.
- [19] «OMIXON,» [En línea]. Available: <https://www.omixom.com/products/sensor-de-temperatura-y-humedad-rika-rk520-01/>. [Último acceso: 24 05 2024].
- [20] «Tipos de actuadores,» [En línea]. Available: [https://especificarmag.com.mx/todo-sobre-los-actuadores-html/#:~:text=Tipos%20de%20actuadores&text=Los%20actuadores%20neum%C3%A1ticos%20utilizan%20aire,una%20bater%C3%ADa%2C%20para%20producir%20movimiento](https://especificarmag.com.mx/todo-sobre-los-actuadores-html/#:~:text=Tipos%20de%20actuadores&text=Los%20actuadores%20neum%C3%A1ticos%20utilizan%20aire,una%20bater%C3%ADa%2C%20para%20producir%20movimiento.). [Último acceso: 07 2024].
- [21] «DILABO, s.a.,» [En línea]. Available: [https://www.dilabo.com/producto\\_22131\\_NombreProd.html](https://www.dilabo.com/producto_22131_NombreProd.html). [Último acceso: 24 05 2024].
- [22] M. Arturo, «SCRIBD,» 17 09 2019. [En línea]. Available: <https://es.scribd.com/document/426276565/337239602-Ficha-Tecnica-Motor-Elctrico-docx>. [Último acceso: 24 05 2024].
- [23] «Banda,» [En línea]. Available: [https://www.buhlergroup.com/global/es/products/roller\\_trough\\_beltconveyor.html](https://www.buhlergroup.com/global/es/products/roller_trough_beltconveyor.html). [Último acceso: 04 08 2024].
- [24] «ECUATORIANA INDUSTRIAL,» [En línea]. Available: <https://www.ecuatorianaindustrial.com/index.php/productos/valvulas-de-control-y-proceso/v%C3%A1lvula-automatizada-de-actuador-el%C3%A9ctrico-serie-86-8m188-detail>. [Último acceso: 04 09 2024].
- [25] K. M. Cabrera Pozo, «Diseño de un Sistema Scada para la Pasteurización,» 2017. [En línea]. Available: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4056>. [Último acceso: 15 04 2024].
- [26] «PLC-SENSORS,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.plc-sensors.com/product-item/12-inch-siemens-simatic-hmi-tp1200-comfort-inox-pct-panel-6av2144-8mc20-0aa0/>. [Último acceso: 15 04 2024].
- [27] ACIEM, «HMI DE ALTO DESEMPEÑO BAJO NORMA ISA,» 15 10 2020. [En línea]. [Último acceso: 10 06 2024].
- [28] Punzenberger. [En línea]. Available: <https://www.copadata.com/es/productos/zenon-software-platform/visualizacion-control/que-significa-hmi-interfaz-humano-maquina-copadata/#:~:text=HMI%20son%20las%20siglas%20de,para%20las%20de%20entornos%20industriales..> [Último acceso: 22 06 2024].
- [29] «SIEMENS,» [En línea]. Available: <https://support.industry.siemens.com/cs/pd/70559?pdtdi=td&dl=es&lc=es-EC>. [Último acceso: 04 09 2024].
- [30] S. I. Jairala Bonilla, «Simulación de un sistema para el proceso de cátodos de cobre,» 22 08 2024. [En línea]. Available: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/11972>.
- [31] «SIEMENS - TIA PORTAL,» [En línea]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Products/5000483>. [Último



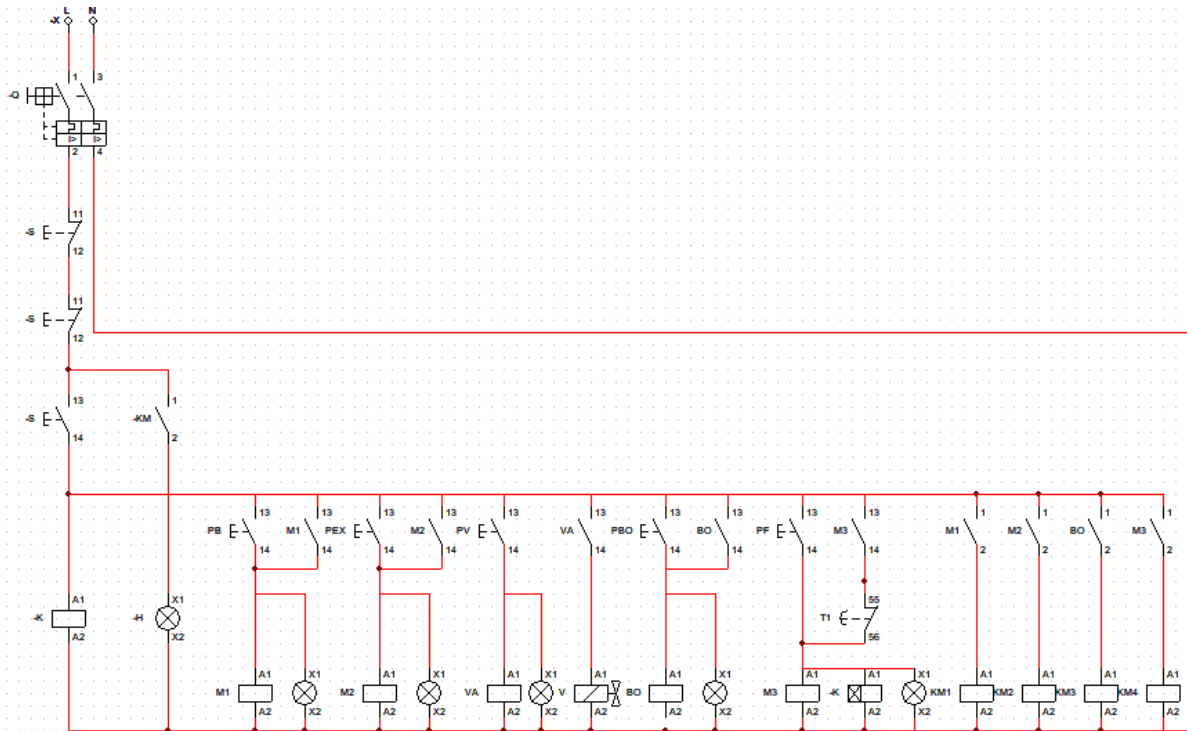
- acceso: 04 09 2024].
- [32] «Formación para la industria,» [En línea]. Available: [https://www.cursosaula21.com/profinet-que-es-y-como-funciona/#:~:text=PROFINET%20\(Process%20Field%20Network\)%20es,datos%20entr e%20controladores%20y%20dispositivos..](https://www.cursosaula21.com/profinet-que-es-y-como-funciona/#:~:text=PROFINET%20(Process%20Field%20Network)%20es,datos%20entr e%20controladores%20y%20dispositivos..) [Último acceso: 22 06 2024].
- [33] T. Zanin, «Semillas de girasol,» 06 2024. [En línea]. Available: <https://www.tuasaude.com/es/semillas-de-girasol/>.
- [34] «IndiaMart,» [En línea]. Available: <https://m.indiamart.com/proddetail/siemens-s7-1200-22226159962.html>. [Último acceso: 15 04 2024].
- [35] «tecnoPLC,» [En línea]. Available: <https://www.tecnoplac.com/conexion-plc-y-hmi-tia-portal/>. [Último acceso: 15 04 2024].
- [36] «INDUSTRY MALL,» [En línea]. Available: <https://mall.industry.siemens.com/mall/es/WW/Catalog/Product/6ES7231-5ND32-OXB0>. [Último acceso: 15 04 2024].
- [37] «TIA Portal: ¿Qué es y para qué sirve?,» [En línea]. Available: <https://www.cursosaula21.com/tia-portal/>. [Último acceso: 19 04 2024].
- [38] «ENFOLD,» [En línea]. Available: <https://ripipsacobots.com/automatizacion/>. [Último acceso: 22 06 2024].
- [39] «NOOBITAR,» [En línea]. Available: <https://noobitar.com/cinco-elementos-clave-en-la-automatizacion-de-procesos/>. [Último acceso: 22 06 2024].
- [40] «Alquileres del SaJa,» [En línea]. Available: <https://alquileresdelsaja.es/blog/actuadores>.
- [41] J. L. Marín, 23 03 2022. [En línea]. Available: <https://elordenmundial.com/mapas-y-graficos/la-industria-del-aceite-de-girasol-en-el-mundo/>. [Último acceso: 06 07 2024].
- [42] «Sensor de nivel,» [En línea]. Available: <https://es.omega.com/prodinfo/sondas-de-nivel-medicion.html>. [Último acceso: 06 07 2024].
- [43] «¿Qué es la banda transportadora y cuáles son sus ventajas?,» [En línea]. Available: <https://meprosa.mx/que-es-la-banda-transportadora-y-cuales-son-sus-ventajas/>. [Último acceso: 07 2024].

## Anexos

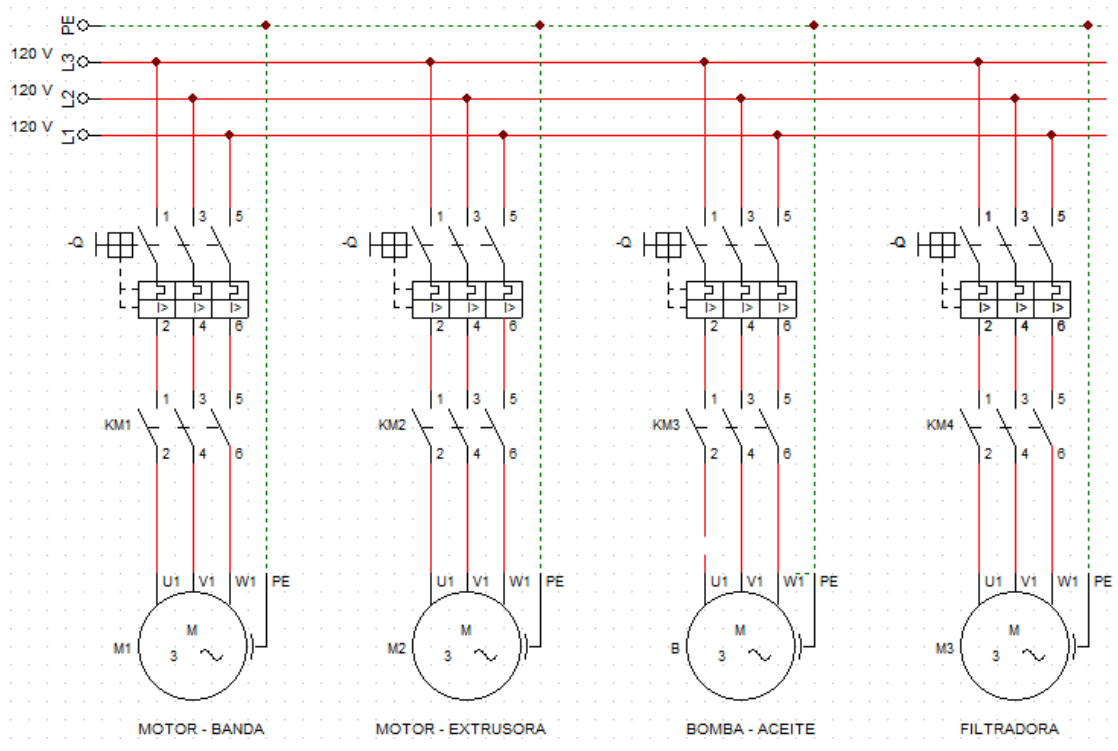
**Anexo 1:** Diagrama P&ID del proceso de elaboración del aceite de girasol



## Anexo 2: Esquema eléctrico de Mando

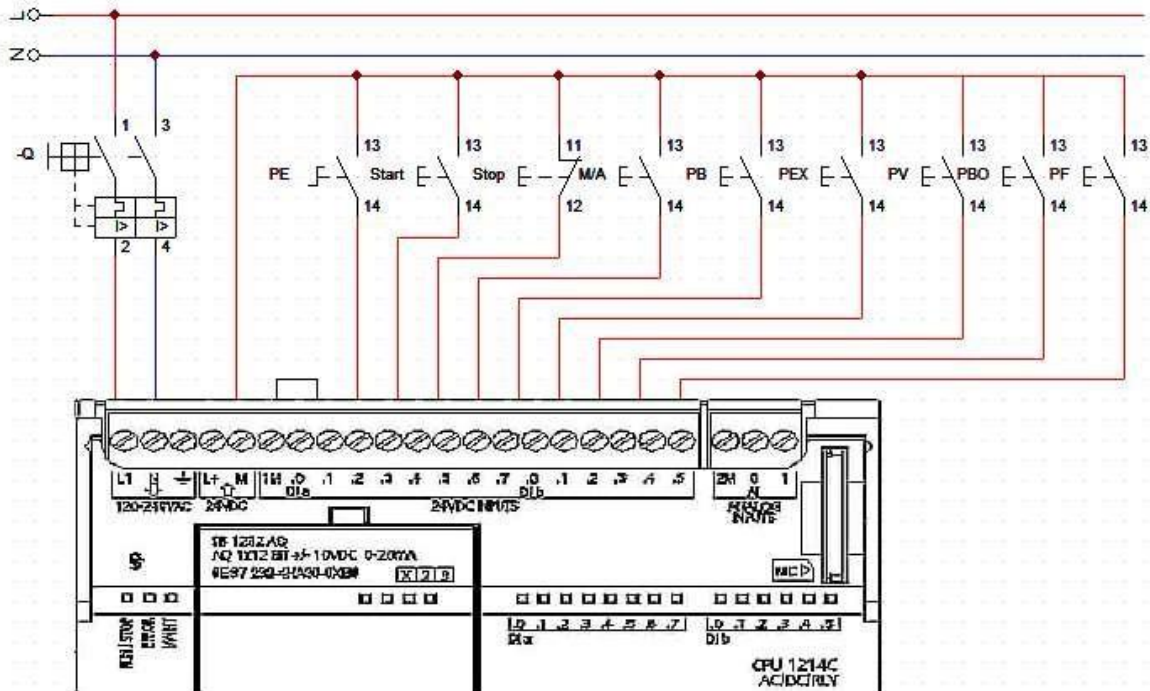


## Anexo 3: Esquema eléctrico de fuerza

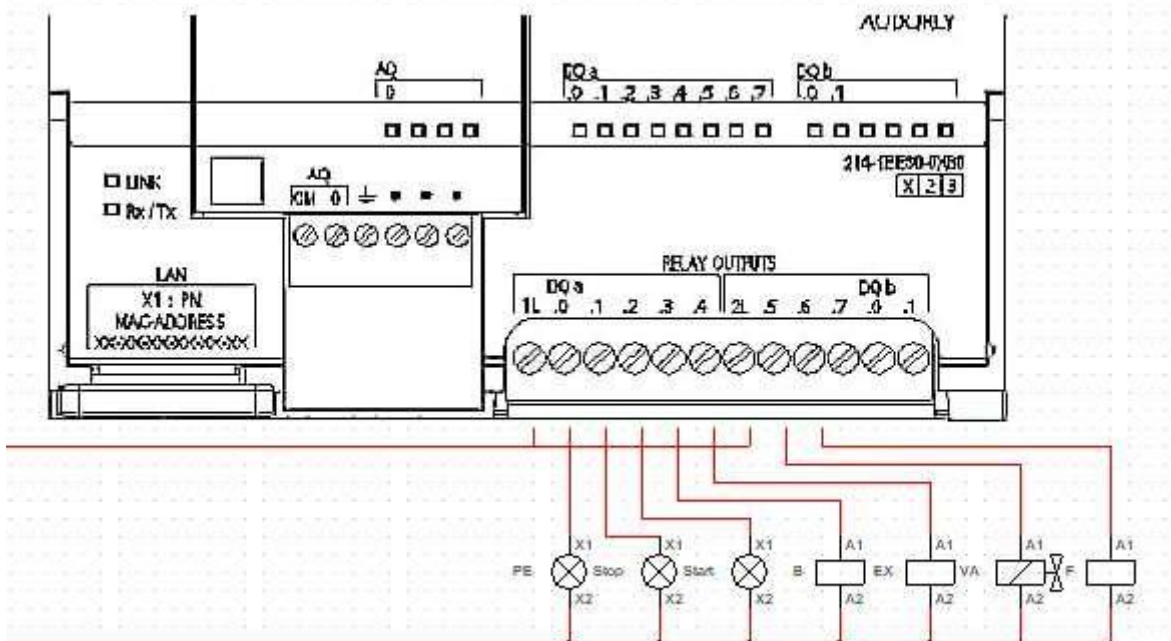


## Anexo 4

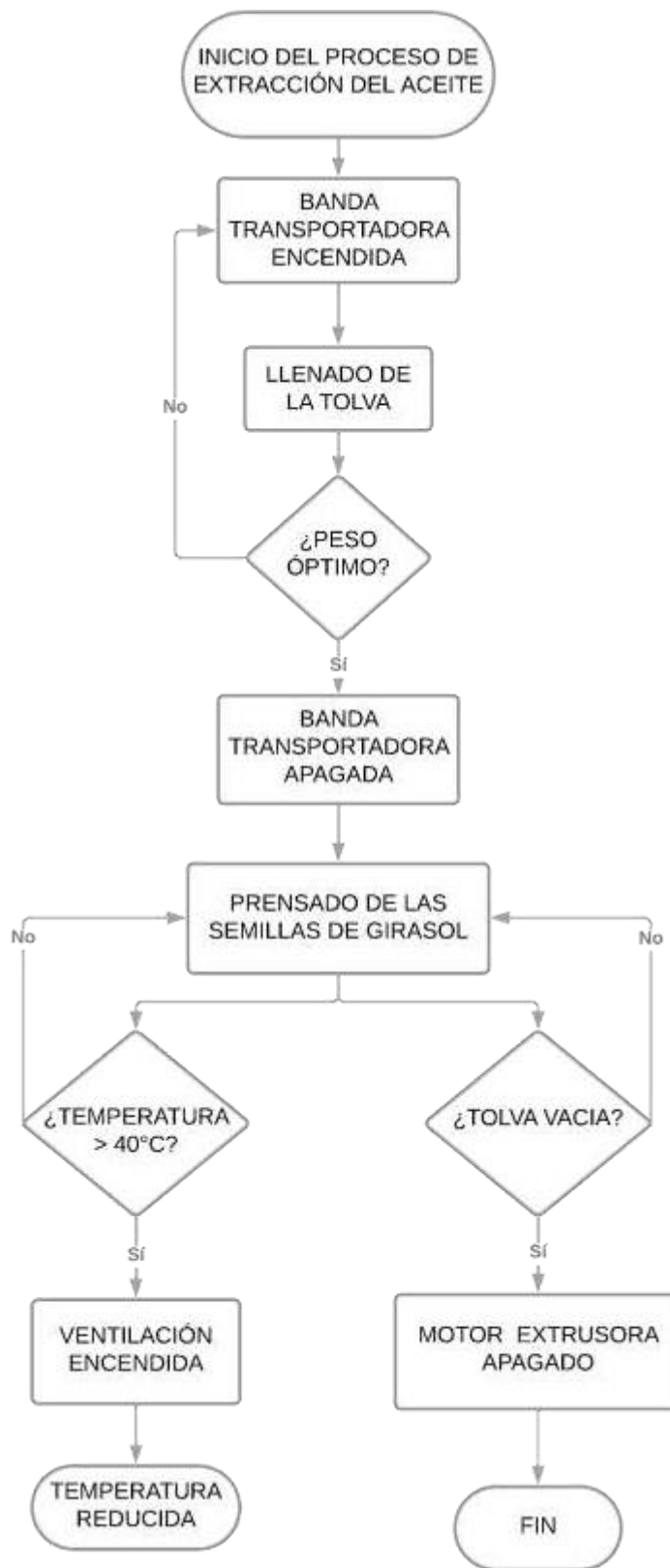
**Segmento 1:** Esquema de las entradas digitales del PLC S7 – 1200



**Segmento 2:** Esquema de las salidas digitales del PLC S7 -12



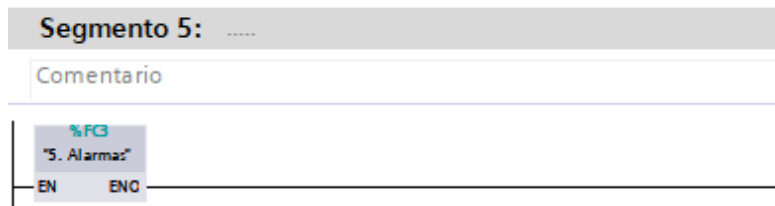
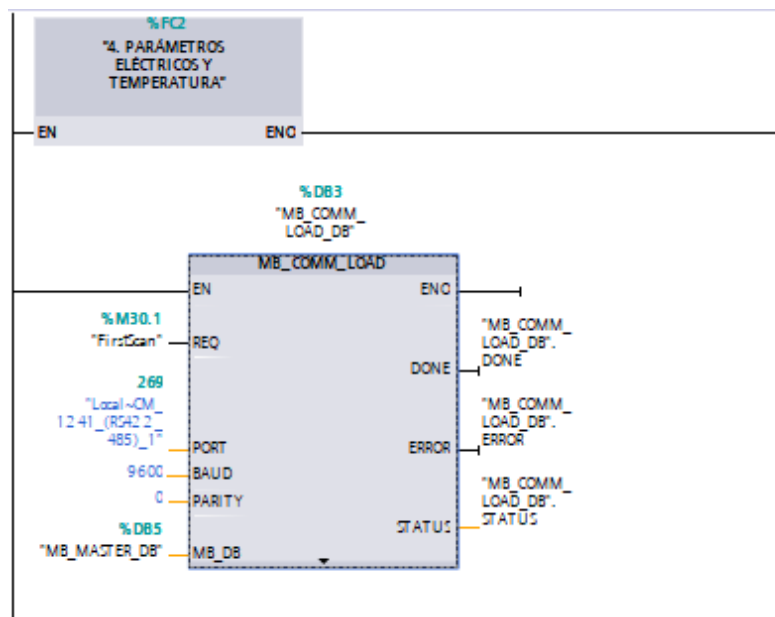
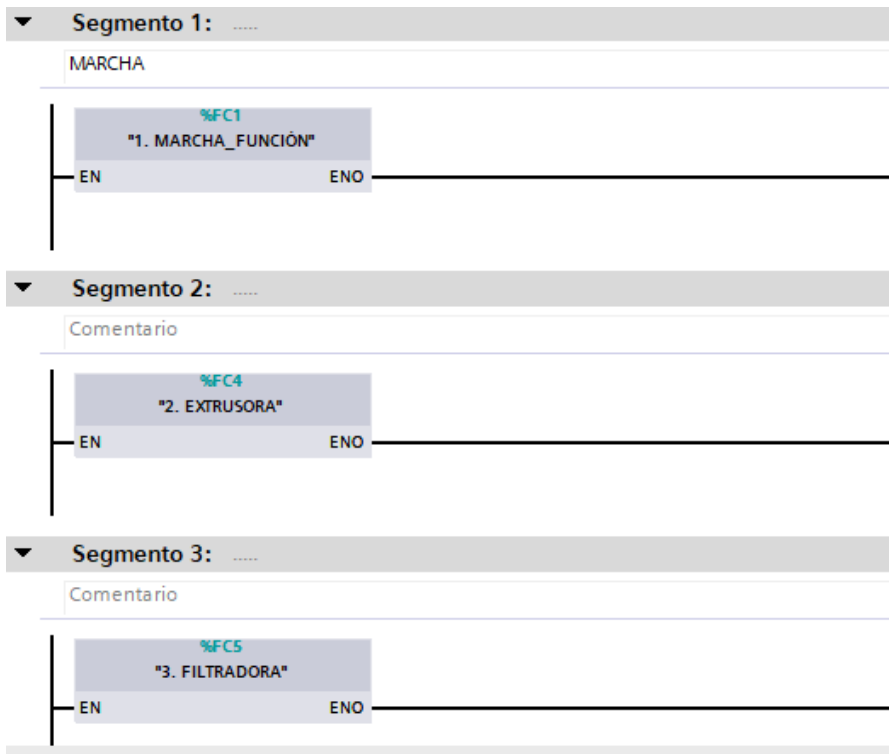
**Anexo 5:** Diagrama de flujo del proceso de prensado



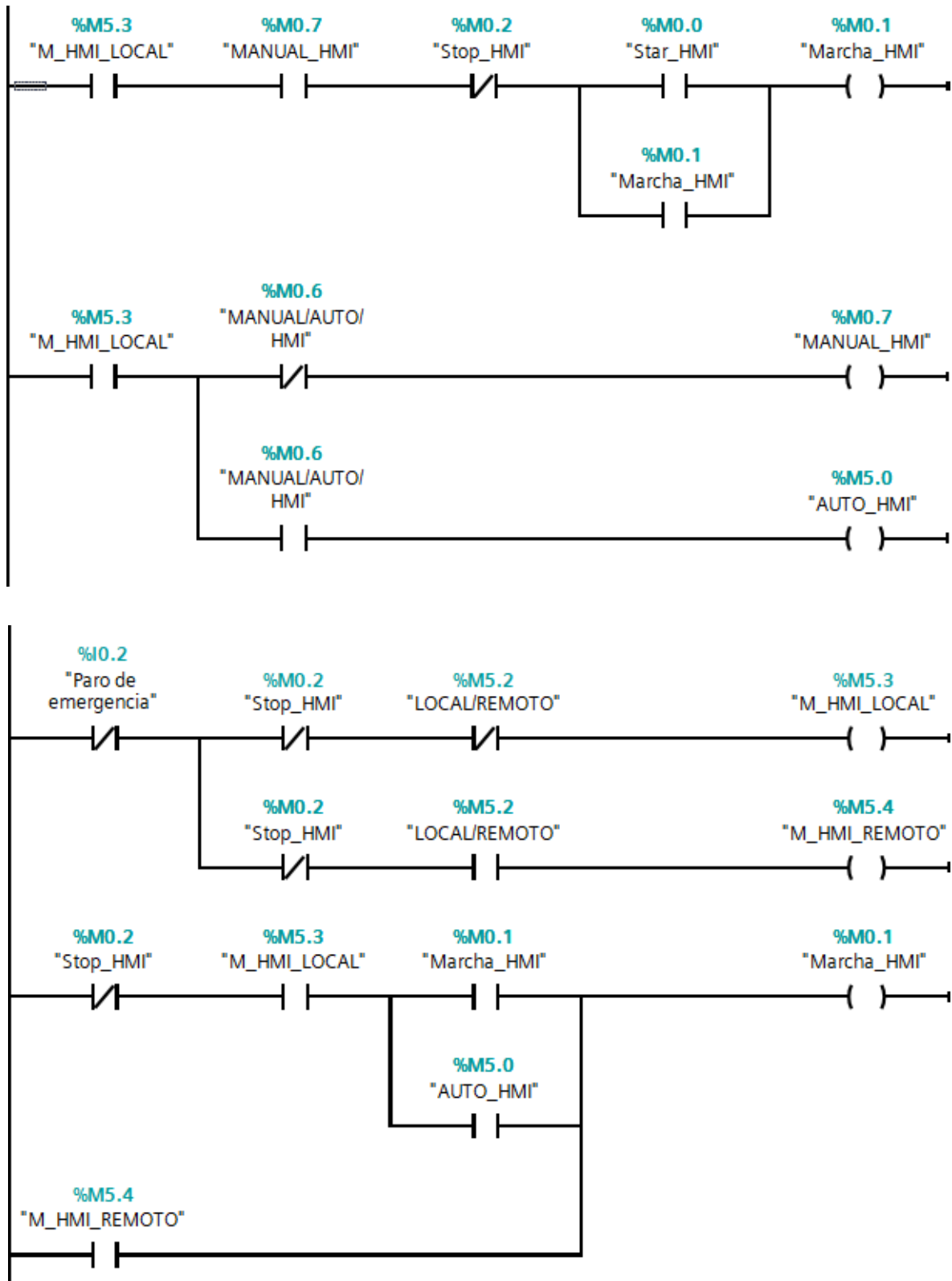
**Anexo 6:** Diagrama de flujo del proceso de filtrado



## Anexo 7: Bloque Main - Segmentos de programación



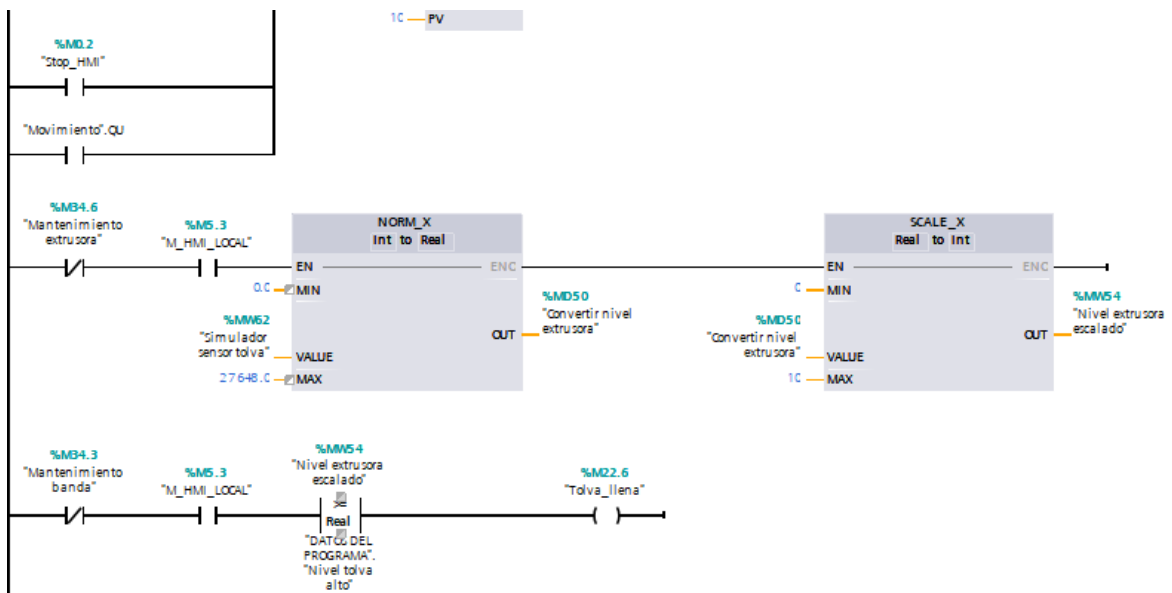
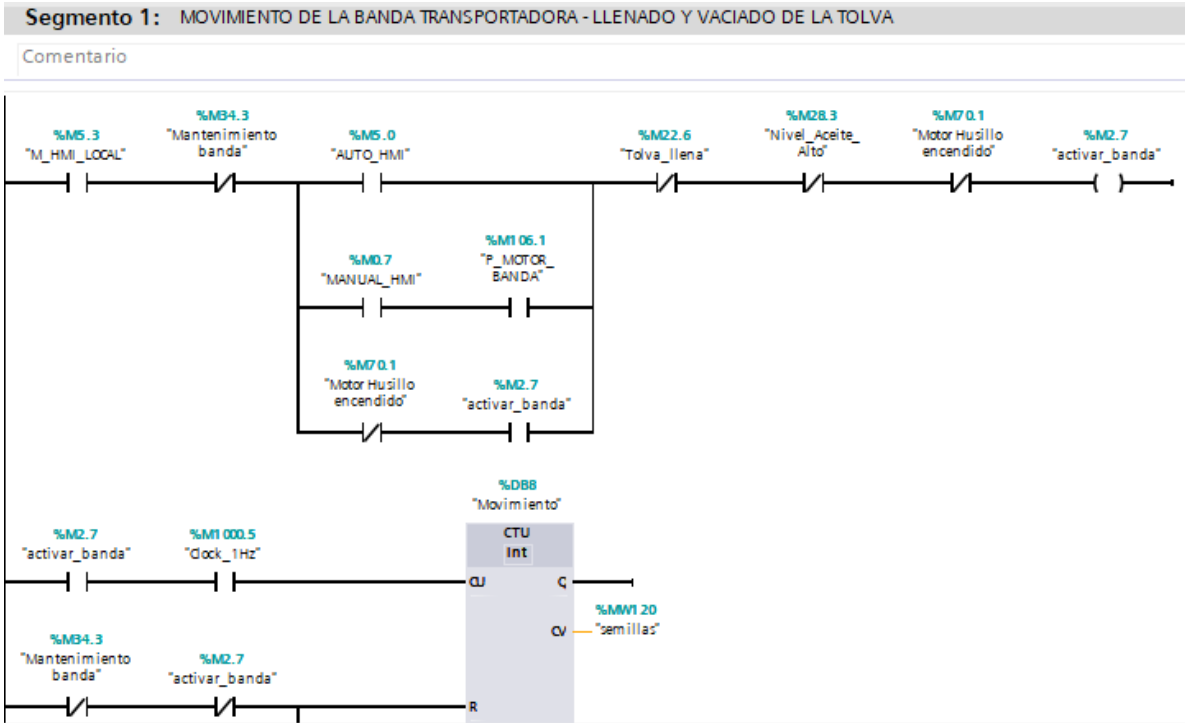
### Anexo 8: Bloque de función – Marcha





## Anexo 9: Bloque de función – Extrusora

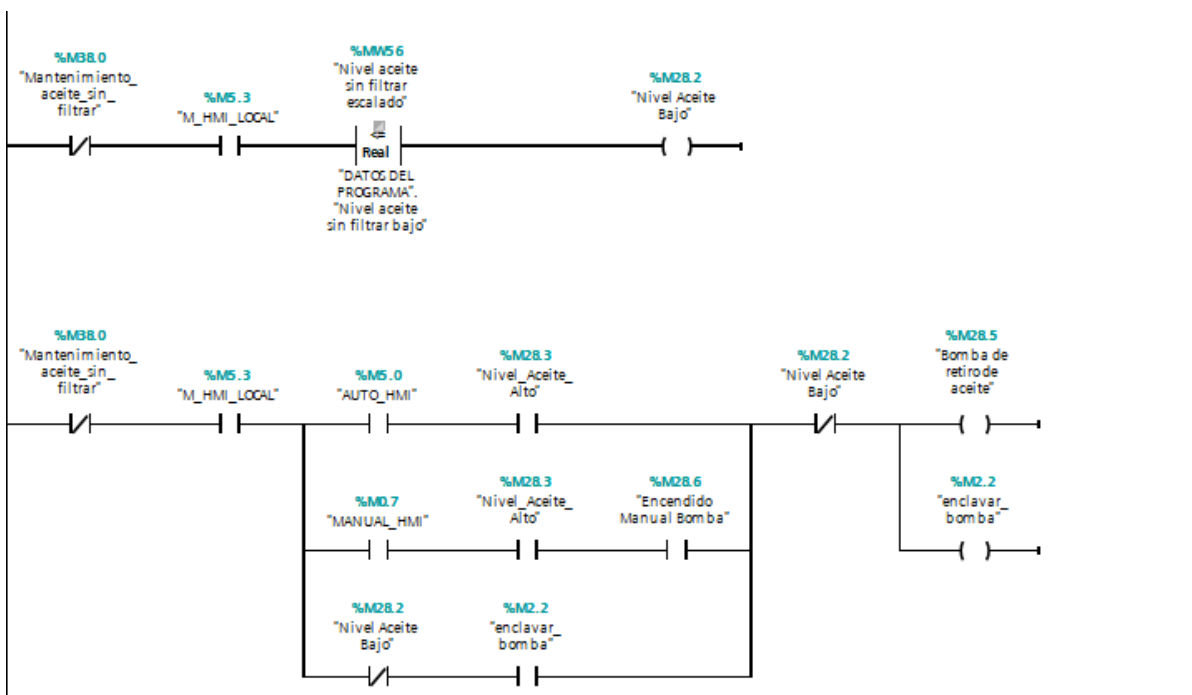
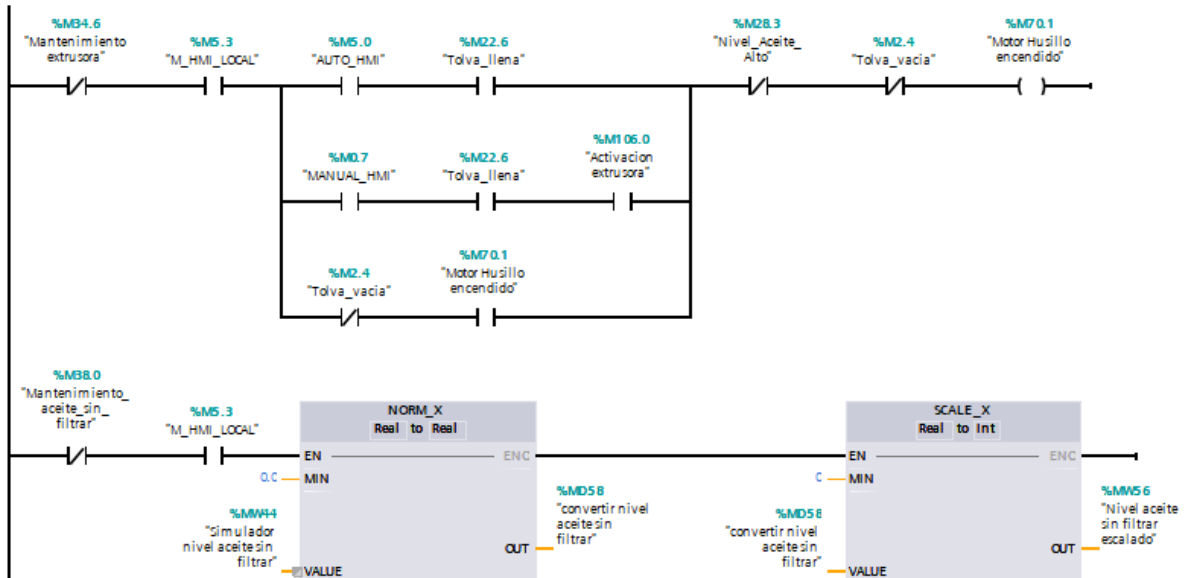
### Segmento 1: Movimiento de la banda transportadora – Llenado y vaciado de la tolva



## Segmento 2: Prensado y bombeado del aceite

### Segmento 2: PRENSADO Y BOMBEO DEL ACEITE SIN FILTRAR

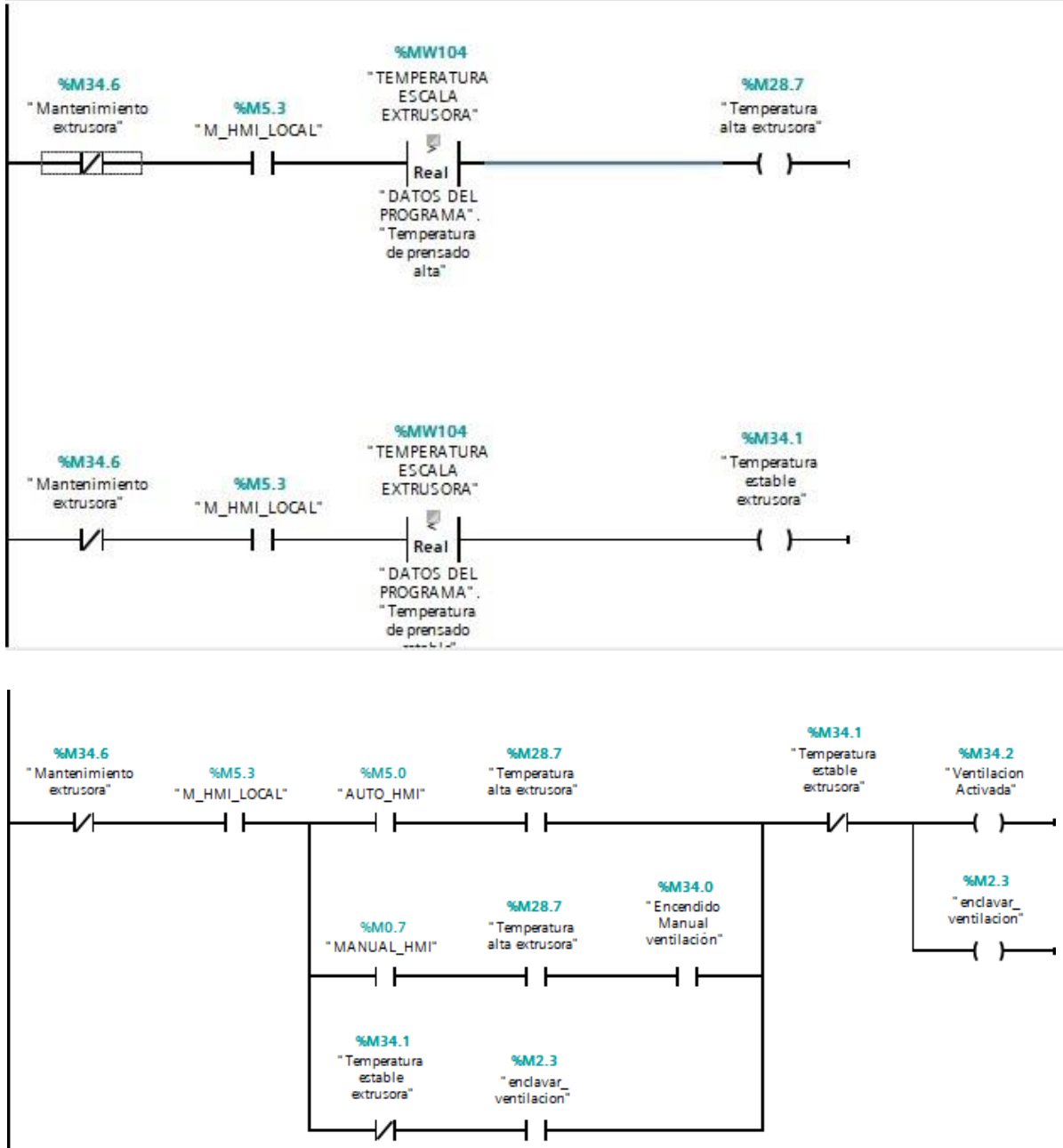
Comentario



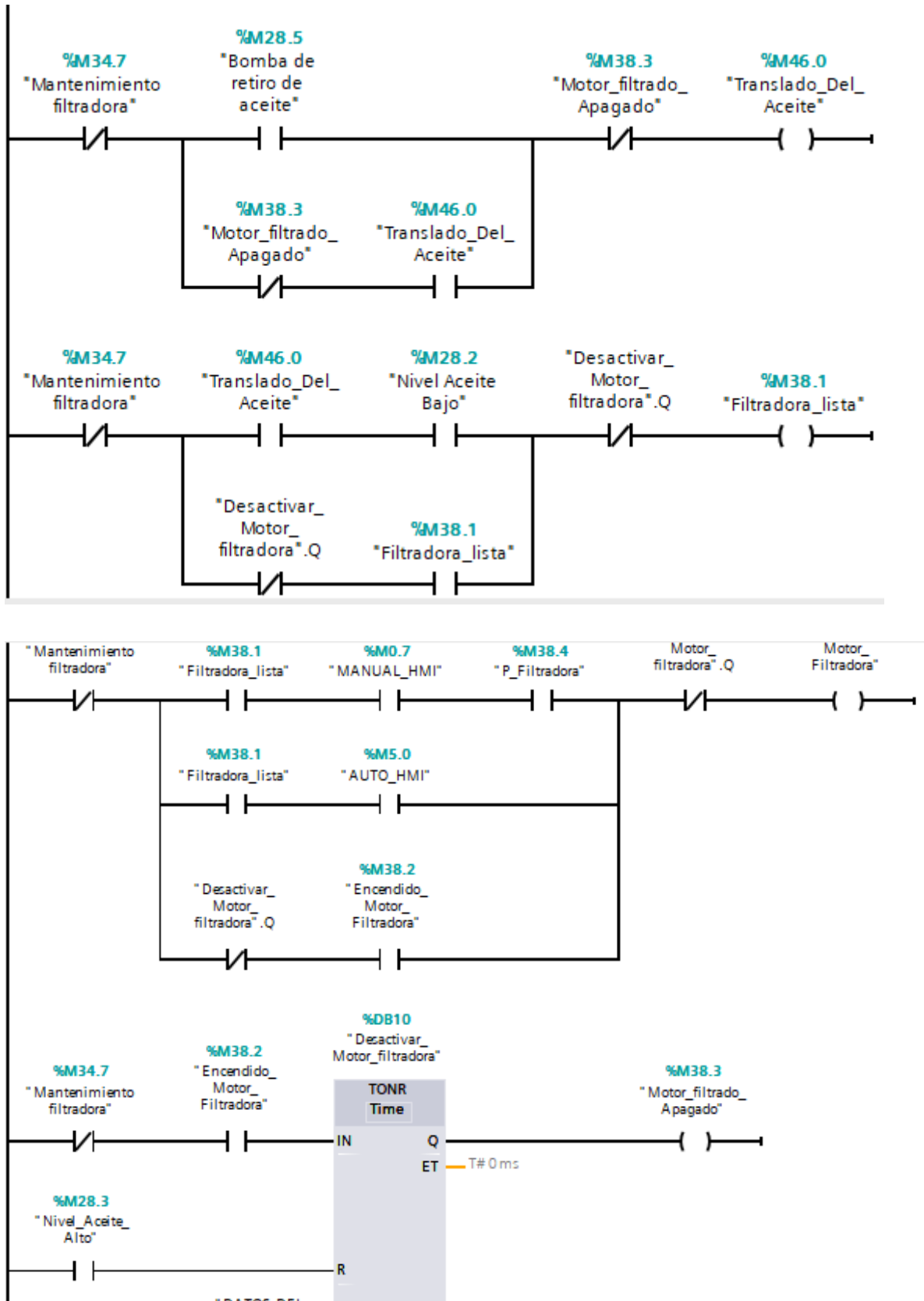
### Segmento 3: Encendido y apagado de la ventilación de la extrusora

#### Segmento 3: VENTILADOR/EXTRUSORA

Comentario

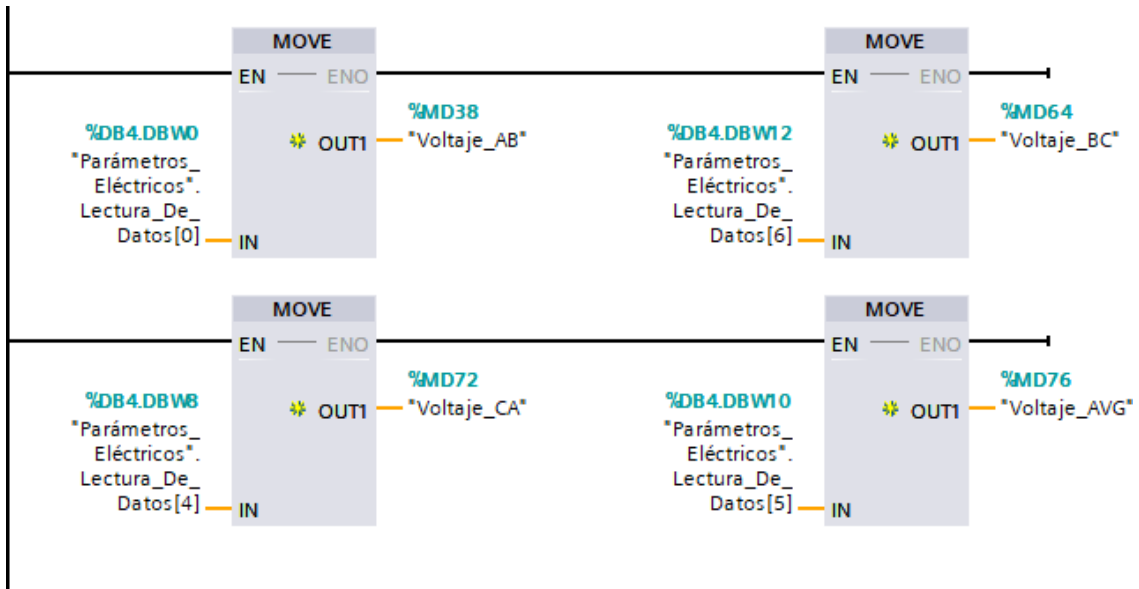


### Anexo 10: Bloque de función – Filtradora



## Anexo 11: Bloque de función – Parámetros eléctricos y temperatura

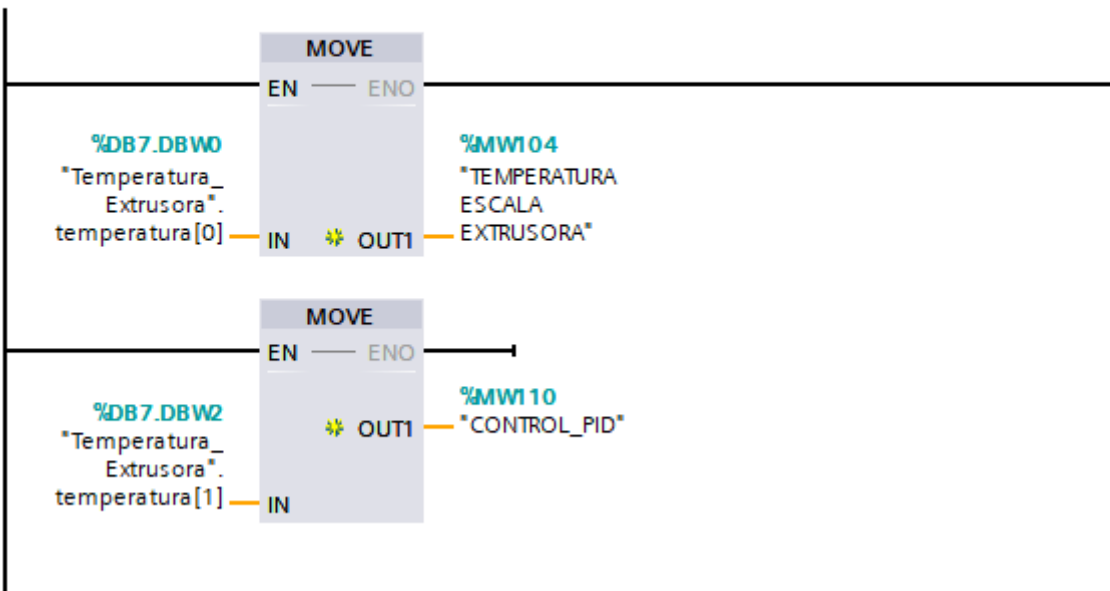
### Segmento 1: Lectura de los parámetros eléctricos



### Segmento 2: Lectura de temperatura y valor PID

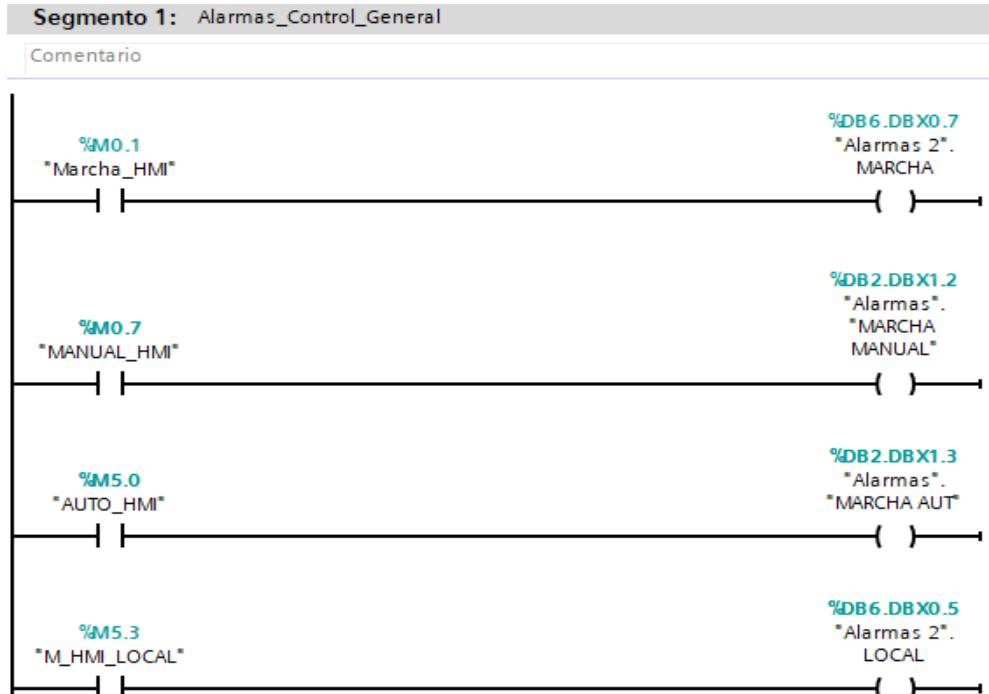
#### Segmento 2: LECTURA\_PARÁMETROS\_TEMPERATURA\_Y\_PID

Comentario

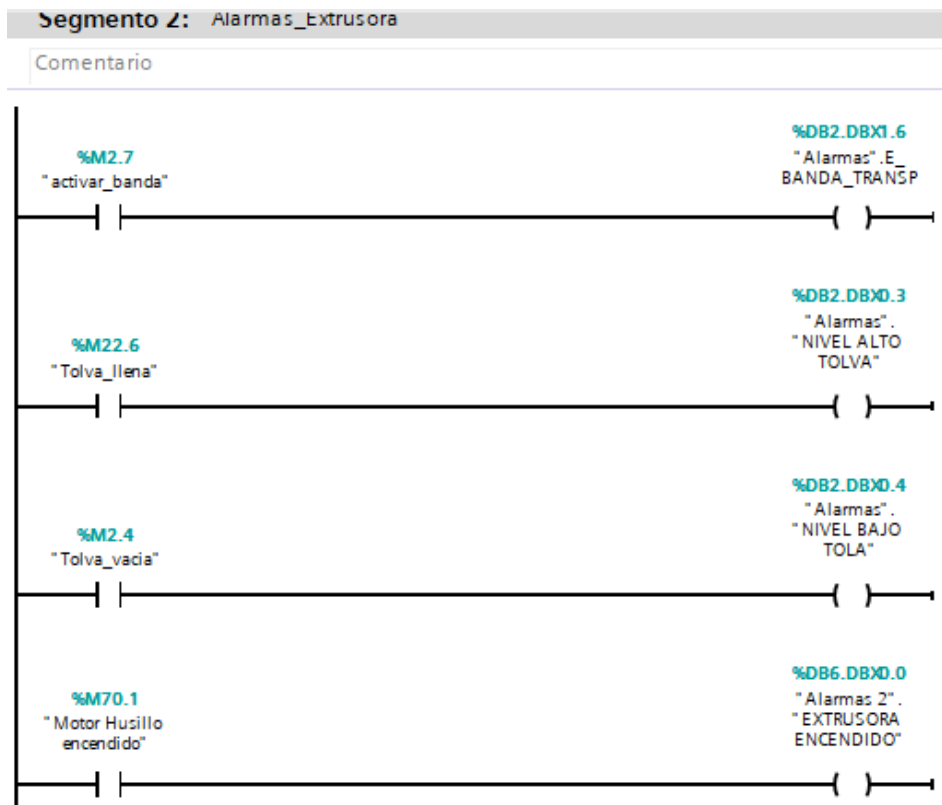


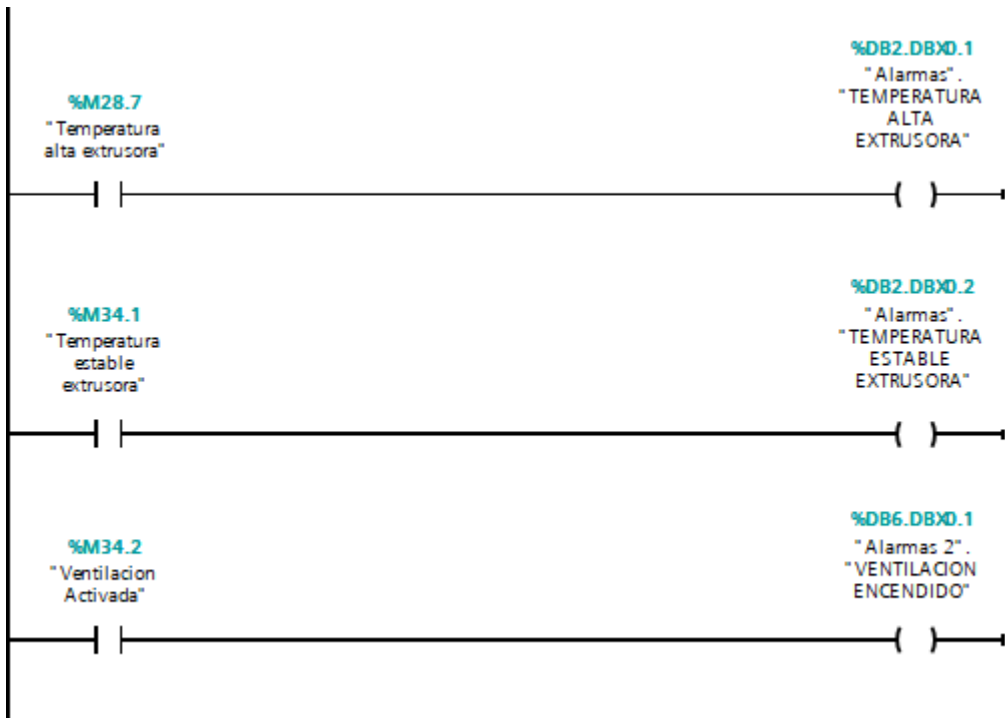
## Anexo 12: Bloque de función – Alarmas

### Segmento 1: Alarmas del control general.

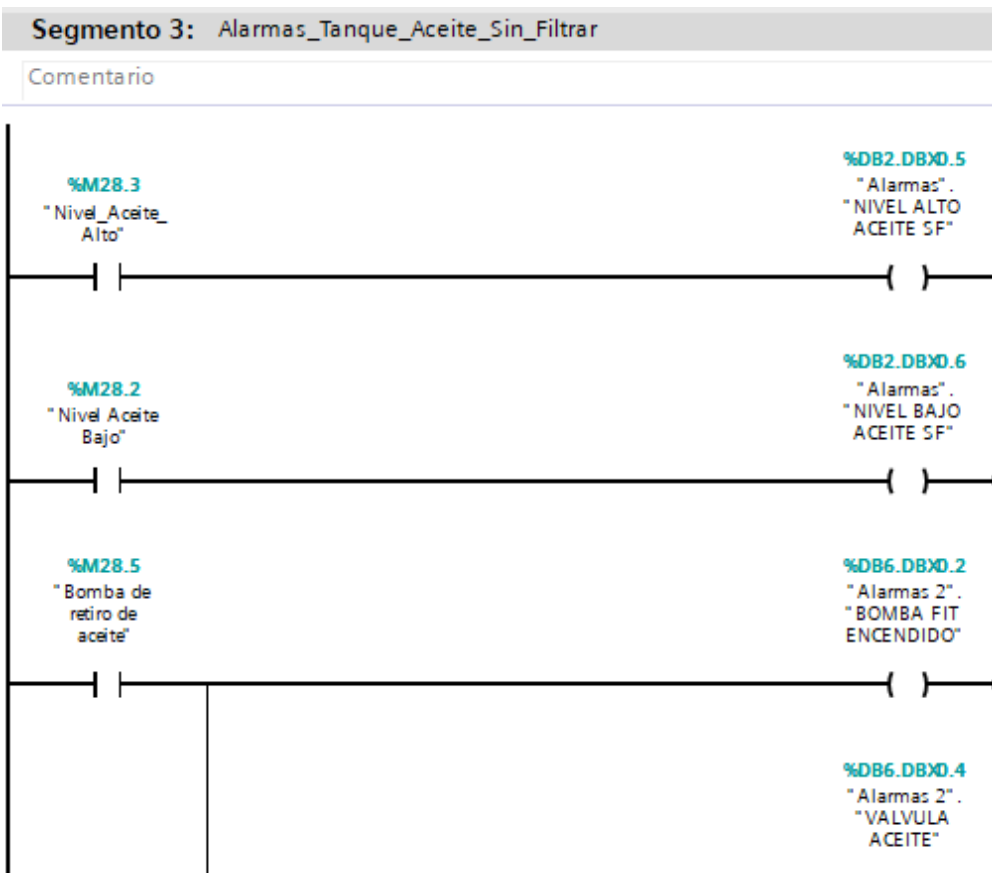


### Segmento 2: Alarmas del prensado de las semillas de girasol

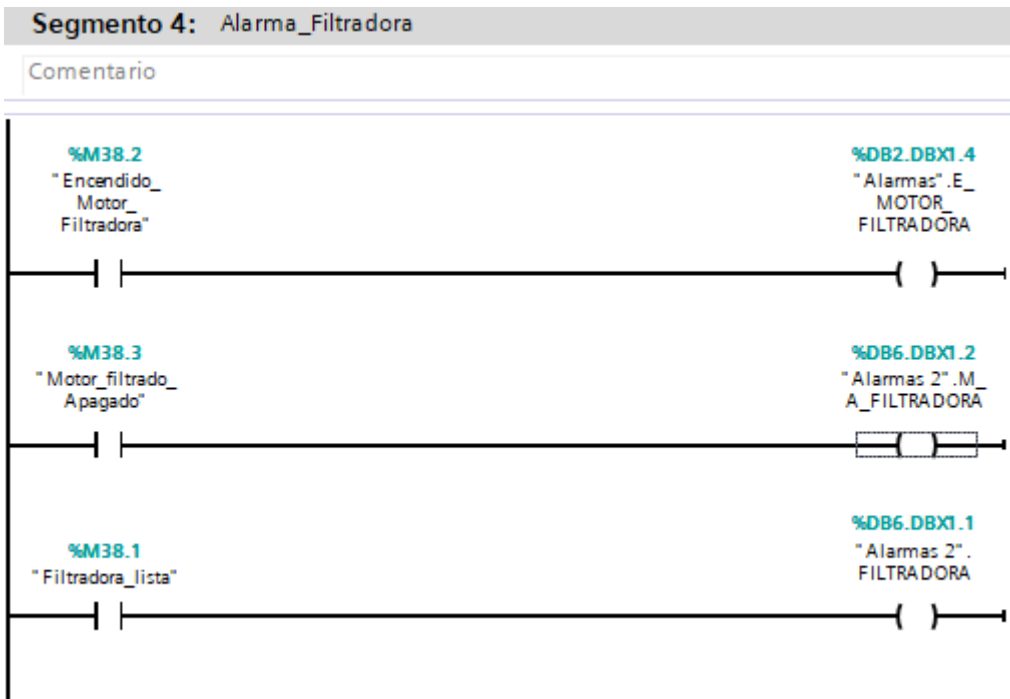




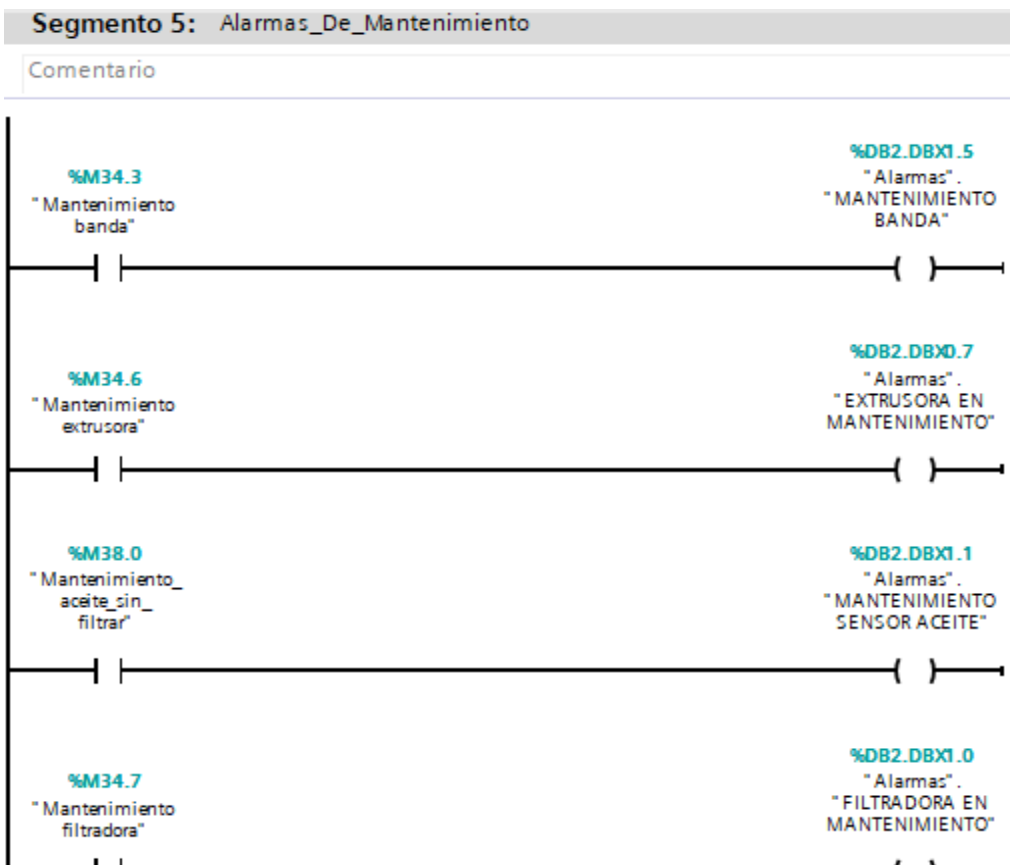
**Segmento 3:** Alarmas en el tanque del aceite sin filtrar.



## Segmento 4: Alarmas en el filtrado del aceite



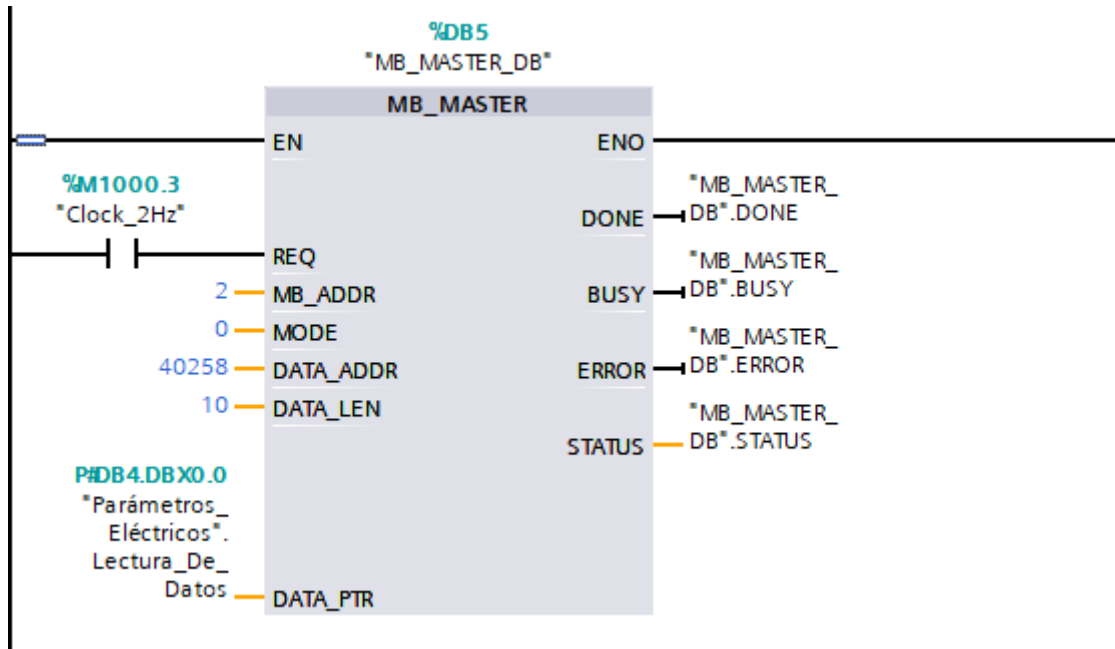
## Segmento 5: Alarmas de mantenimiento



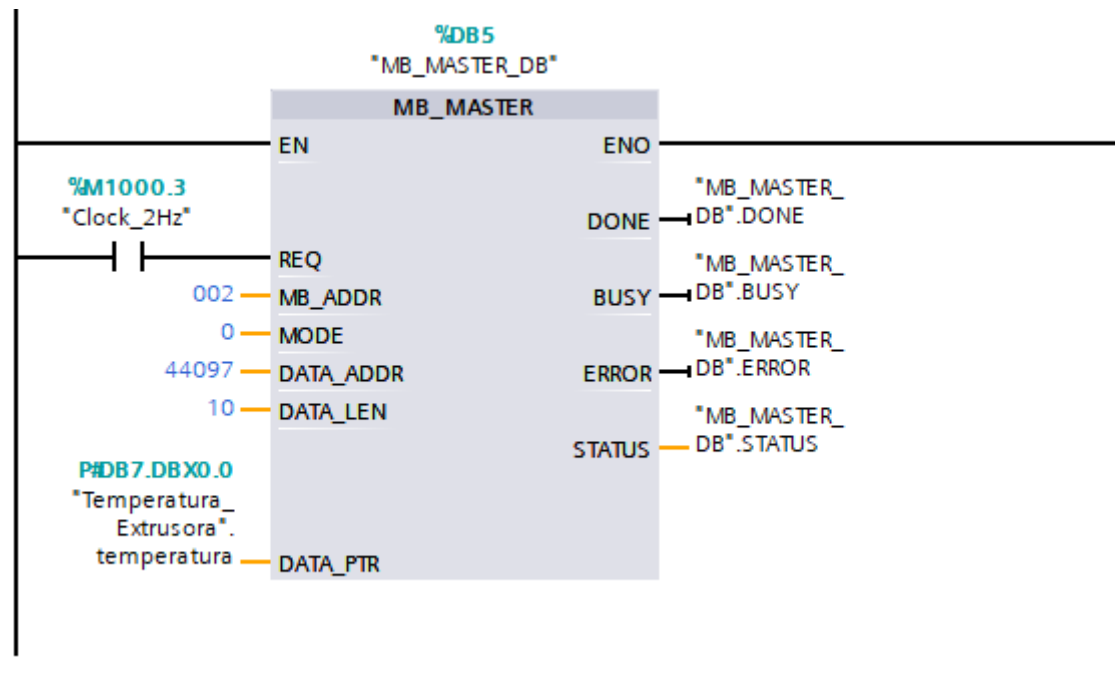


## Anexo 12: Bloque – Cyclic interrupt

### Segmento 1: MB\_MASTER – Parámetros eléctrico



### Segmento 2: MB\_MASTER – Datos de temperatura



## Anexo 12: Variables TIA PORTAL

### Segmento 1: Variables de control general.

Variable_Control_General							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	Paro de emergencia	Bool	%IO.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Marcha_HMI	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Led_Marcha	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Led_Paro_de_emergencia	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Marcha	Bool	%IO.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Paro	Bool	%IO.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Auto/manual	Bool	%IO.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Paro_HMI	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	AUTO/MANUAL/HMI	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	START_HMI	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Led_paro	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	Stop_proceso	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	I_Banda	Bool	%IO.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	I_Extrusora	Bool	%IO.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	I_Bombeo	Bool	%IO.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	I_Filtradora	Bool	%IO.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	Led_banda	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	Led_extrusora	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	Led_bombeo	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	Led_filtradora	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

### Segmento 2: Variables para los parámetros eléctricos.

Parámetros_eléctricos							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	FirstScan	Bool	%M30.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Voltaje_AB	DWord	%MD38	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Voltaje_BC	DWord	%MD64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Voltaje_CA	DWord	%MD72	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Voltaje_AVG	DWord	%MD76	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Temperatura_real	DWord	%MD80	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	PID_Real	DWord	%MD84	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

### Segmento 3: Variables para mantenimiento

Matenimiento							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	Mantenimiento banda	Bool	%M34.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Mantenimiento extrusora	Bool	%M34.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Mantenimiento filtradora	Bool	%M34.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Mantenimiento aceite_sin_filtra	Bool	%M38.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

#### Segmento 4: Variables para el proceso de prensado.

Variable_Extrusora							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	Tolva_llena	Bool	%M22.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Motor Husillo encendido	Bool	%M70.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Nivel Aceite Bajo	Bool	%M28.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Nivel_Aceite_Alto	Bool	%M28.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Bomba de retiro de aceite	Bool	%M28.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Encendido Manual Bomba	Bool	%M28.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Conversion dato sensor temp	Real	%MD18	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Temperatura alta extrusora	Bool	%M28.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Encendido Manual ventilación	Bool	%M34.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Temperatura estable extrusora	Bool	%M34.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Ventilacion Activada	Bool	%M34.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	Convertir nivel extrusora	Real	%MD50	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	Nivel extrusora escalado	Int	%MW54	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	convertir nivel aceite sin filtrar	Real	%MD58	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	Nivel aceite sin filtrar escalado	Int	%MW56	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	TEMPERATURA ESCALA EXTRUSORA	Int	%MW104	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	Activacion extrusora	Bool	%M106.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	P_MOTOR_BANDA	Bool	%M106.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	CONTROL_PID	Int	%MW110	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	semillas	Word	%MW120	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	Simu_pot	Bool	%M36.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	MANUAL/AUTO	Bool	%M46.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	Sensor_analog_tolva	Int	%IW64	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	Sensor_analog_tanque	Int	%IW66	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

#### Segmento 5: Variables para el proceso de filtrado

Variable_Filtradora							
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	Conversion temperatura filt	Real	%MD30	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Escalado temperatura filt	Int	%MW36	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Temperatura filtrado estable	Bool	%M35.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Filtradora_lista	Bool	%M50.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Encendido_Motor_Filtradora	Bool	%M130.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Motor_filtrado_Apagado	Bool	%M50.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	P_Filtradora	Bool	%M120.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Traslado_Del_Aceite	Bool	%M46.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	PUL_FIL	Bool	%M50.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	fil	Bool	%M68.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



# Tesina\_Ariel\_Calixto\_Final 1

4%  
Textos sospechosos



2% Similitudes  
< 1% similitudes entre comillas  
0% entre las fuentes mencionadas  
0% Idiomas no reconocidos  
2% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: Tesina\_Ariel\_Calixto\_Final 1.pdf  
ID del documento: 6cb92407a67b5a33220096f6de63b88f34d5198a  
Tamaño del documento original: 1,91 MB  
Autores: []

Depositante: CARLOS ALBERTO SALDAÑA ENDERICA  
Fecha de depósito: 21/11/2024  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 21/11/2024

Número de palabras: 10.730  
Número de caracteres: 79.339

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/12012/1/UPSE-TEA-2024-0018.pdf">repositorio.upse.edu.ec</a> https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/12012/1/UPSE-TEA-2024-0018.pdf 6 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (141 palabras)
2	<a href="#">Tesina_Marly_Asencio - corregido.pdf</a>   <a href="#">Tesina_Marly_Asencio - corregido</a> #f5c3bb El documento proviene de mi biblioteca de referencias 4 fuentes similares	1%		Palabras idénticas: 1% (116 palabras)

## Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<a href="#">TESINA_corrección_Rosales.pdf</a>   <a href="#">TESINA_corrección_Rosales</a> #6bf104 El documento proviene de mi biblioteca de referencias	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)
2	<a href="https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4056/1/UPSE-TET-2017-0007.pdf">repositorio.upse.edu.ec</a> https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4056/1/UPSE-TET-2017-0007.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (10 palabras)

**Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)** Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

1	<a href="https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10365/3/CD">https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10365/3/CD</a>
2	<a href="https://coosol.es/el-aceite-de-girasol">https://coosol.es/el-aceite-de-girasol</a>
3	<a href="https://cap.davinsony.com/2021-1/informe/girasol.pdf">https://cap.davinsony.com/2021-1/informe/girasol.pdf</a>
4	<a href="https://es.statista.com/estadisticas/1009911/produccion-mundial-de-aceite-de">https://es.statista.com/estadisticas/1009911/produccion-mundial-de-aceite-de</a>
5	<a href="https://www.lafabril.com.ec/grasas-para-frituras/">https://www.lafabril.com.ec/grasas-para-frituras/</a>