



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACSISTEL**

**ELECTRÓNICA Y AUTOMATIZACIÓN**

**COMPONENTE PRÁCTICO DEL EXAMEN  
COMPLEXIVO**

*Desarrollo del sistema automatizado de una planta de  
fabricación de papel higiénico a partir de papel reciclado*

**ROSALES PINCAY ANTHONY MIGUEL**

**Dirigido por  
Ing. Carlos Saldaña, MSc.**

**La Libertad – 2024**

## DEDICATORIA

Dedico este logro a mis padres, en especial a mi madre, Alexandra Pincay quien ha sido la persona que más ha creído en mí en toda esta etapa universitaria, ella es la razón de esforzarme tanto cada día, con el gran objetivo de hacerla sentir orgullosa.

A mi padre, Julio Rosales, por formarme con carácter para poder afrontar cualquier situación que se me presente, a mi mami Esme, hermanos, tíos, primos y demás familiares por siempre brindarme su apoyo incondicional. En especial a mi abuelito que no alcanzó a verme llegar al final de esta meta, pero que seguramente estaría muy orgulloso del gran hombre y profesional que me he convertido.

# AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme dado salud y sabiduría para poder culminar con mis estudios universitarios, además mi eterno agradecimiento a mis padres, tíos y abuelitos por haberme dado fuerzas durante todo este tiempo, por inculcarme buenos valores y levantarme cada vez que estaba a punto de rendirme.

Mi profundo agradecimiento a mi tutor Carlos Saldaña que fue y es el docente que más creyó en mis capacidades, gracias por todas las enseñanzas y orientación brindada a lo largo de todo el periodo académico.


A mis amigos y compañeros leales que hice en la universidad, este título también es gracias a ellos, por la perseverancia que siempre mostramos con las tareas, lecciones y proyectos. También gracias a mis amigos de Zapotal que varias veces me vieron a punto de rendirme y me dieron ánimos para que continúe esforzándome.

**Anthony Miguel Rosales Pincay**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo examen complejo denominado: “Diseño de un sistema automatizado para el proceso de producción de papel higiénico a base de papel reciclado”, elaborado por el estudiante Anthony Miguel Rosales Pincay, 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, 21 de noviembre de 2024**



---

Ing. Carlos Saldaña Enderica, MSc.  
Docente Tutor

## FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

<b>Firma de responsabilidad del estudiante.</b>
<b>Nombre:</b> Anthony Miguel Rosales Pincay
<b>Cédula:</b> 2400287260
 <b>Firma</b>

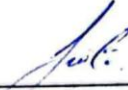
<b>Firma de Responsabilidad del Profesor o Tutor Propuesto (opcional).</b>
<b>Nombre:</b> Ing. Carlos Saldaña M.Sc.
<b>Cédula:</b> 0914840947
 <b>Firma</b>

<b>Firma de Responsabilidad del Docente de Unidad de Integración Curricular II.</b>
<b>Nombre:</b> Ing. Luis Enrique Chuquimarca Jiménez, Mgt.
<b>Cédula:</b> 1104610132
 <b>Firma</b>

# 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

Este proyecto aborda tanto el diseño como la simulación de un sistema automatizado para el proceso de fabricación de papel higiénico a partir de papel reciclado, enfocándose en las etapas de blanqueamiento y refinado de consistencia. El objetivo principal del proyecto es controlar de manera eficiente estas etapas mediante la implementación de un sistema de control basado en un Controlador Lógico Programable (PLC) S7-1200 de Siemens y una Interfaz Humano-Máquina (HMI).

En mi fase subsiguiente de blanqueamiento, este sistema supervisará factores cruciales como la combinación de sustancias químicas y la temperatura, garantizando un blanqueamiento uniforme y minimizando el efecto en el medio ambiente. En cambio, durante la fase de refinado de consistencia, el sistema controlará factores como la temperatura y la velocidad del motor de refinado, lo que facilitará la obtención de las características más destacadas en el producto final.

El diseño del sistema contemplará la selección de sensores y actuadores adecuados, la programación del PLC en lenguaje de escalera y la configuración de la HMI para una monitorización y control eficientes.

Este proyecto tiene como objetivo contribuir a la mejora del proceso de producción de papel higiénico utilizando materiales reciclados, disminuyendo los gastos operativos, incrementando la calidad del producto y fomentando técnicas sustentables en el sector del papel.

**Palabras claves:** automatizado, dosificación, homogéneo, refinado, pulpa

# ABSTRACT

This project addresses the design and simulation of an automated system for the manufacturing process of toilet paper from recycled paper, focusing on the bleaching and consistency refining stages. The main objective of the project is to efficiently control these stages by implementing a control system based on a Siemens S7-1200 Programmable Logic Controller (PLC) and a Human Machine Interface (HMI).

In my subsequent whitening phase, this system will monitor crucial factors such as chemical mix and temperature, ensuring uniform whitening and minimizing the effect on the environment. Instead, during the consistency refining phase, the system will control factors such as the temperature and speed of the refining motor, which will facilitate obtaining the most outstanding characteristics in the final product.

The system design will contemplate the selection of appropriate sensors and actuators, the programming of the PLC in ladder language and the configuration of the HMI for efficient monitoring and control.

This project aims to contribute to the improvement of the toilet paper production process using recycled materials, reducing operating expenses, increasing product quality and promoting sustainable techniques in the paper sector.

**Key words:** automated, dosing, homogeneous, refining, pulp, pulping



# Tabla de contenido

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
<b>APROBACIÓN DEL TUTOR.....</b>	<b>4</b>
<b>FIRMAS DE RESPONSABILIDAD.....</b>	<b>5</b>
<b>TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....</b>	<b>6</b>
RESUMEN.....	7
ABSTRACT .....	8
INTRODUCCIÓN.....	11
<b>Capítulo 1: Fundamentos Teóricos .....</b>	<b>18</b>
<b>1.1. Marco contextual.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2. Marco conceptual .....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.1. Automatización industrial .....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.2. Planta automatizada de elaboración de papel higiénico.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2.3. Papel a base de papel reciclado .....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.4. Proceso de elaboración del papel higiénico a base de papel reciclado .....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.5. Proceso de Blanqueamiento de la pasta de celulosa.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.6. Proceso de Refinado de Consistencia.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.7. Componentes físicos .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2.7.1. Sensores .....</b>	<b>20</b>
<b>1.2.7.2. Actuadores eléctricos.....</b>	<b>21</b>
<b>1.2.7.3. Dispositivos de control y monitoreo .....</b>	<b>22</b>
<b>1.2.7.4. Componentes Lógicos .....</b>	<b>25</b>
<b>1.3. Marco teórico .....</b>	<b>27</b>
<b>Capítulo 2: Desarrollo experimental .....</b>	<b>28</b>
<b>2.1. Plan de implementación.....</b>	<b>28</b>
<b>2.1.1 Estudio de factibilidad.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2. Descripción de la solución del proyecto .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2.1 Descripción del proyecto.....</b>	<b>30</b>
<b>2.2.2 Diseño del sistema .....</b>	<b>30</b>
<b>2.2.3 Diagramas P&amp;ID del proceso de blanqueamiento y refinado de consistencia.....</b>	<b>32</b>
<b>2.2.4 Diseño de la topología de comunicación.....</b>	<b>32</b>
<b>2.2.5 Programación Ladder .....</b>	<b>33</b>
<b>2.2.6 Desarrollo de la interfaz gráfica (HMI) .....</b>	<b>35</b>

<b>2.3. Prueba del HMI</b> .....	37
<b>2.3.1 Primera pantalla - Inicio</b> .....	37
<b>2.3.2 Iniciar sesión</b> .....	38
<b>2.3.3 Menú de opciones</b> .....	38
<b>2.3.5 Pantalla del subproceso de blanqueamiento</b> .....	39
<b>2.3.6 Pantalla del subproceso de blanqueamiento modo Manual</b> .....	40
<b>2.4. Resultados</b> .....	42
<b>2.5. Conclusiones</b> .....	42
<b>2.6. Recomendaciones</b> .....	42
Anexo 1.....	47
Anexo 2.....	48
Anexo 3.....	49
Anexo 4.....	53
Anexo 5.....	57
Anexo 6.....	58
Anexo 7.....	58
Anexo 8.....	58
Anexo 9.....	58
Anexo 10.....	59
Anexo 11.....	59
Anexo 12.....	60
Anexo 13.....	61
Anexo 14.....	62
Anexo 15.....	62
Anexo 16.....	62
Anexo 17.....	63
Anexo 18.....	64
Anexo 19.....	65

# INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la creciente preocupación por el cuidado del medio ambiente ha impulsado a las industrias a adoptar prácticas más sostenibles y amigables con el ecosistema. Una de las áreas donde se puede lograr un impacto significativo es en la fabricación de papel higiénico a partir de material reciclado. Este enfoque no solo contribuye a reducir la tala de árboles, sino que también disminuye la generación de residuos sólidos y el consumo de agua [1].

Este procedimiento consta de diversas fases subsiguientes, entre las que sobresalen el blanqueamiento y el mejoramiento de la consistencia. Estas fases establecen significativamente las propiedades finales del papel de higiene, tales como su blancura, suavidad y resistencia [2].

En la sub etapa de blanqueamiento, se aplica un tratamiento químico y mecánico para eliminar la coloración amarillenta y las impurezas presentes en la pulpa de papel reciclado. Este proceso requiere un control de factores como el correcto mezclado de los agentes blanqueadores, la temperatura y el tiempo de trabajo [2].

Por otro lado, la sub etapa de refinado de consistencia también contiene un tratamiento mecánico de la pulpa para modificar las propiedades físicas de las fibras de la pasta de celulosa para así obtener las características deseadas en el papel higiénico. Variables como la velocidad de refinado, temperatura y la consistencia de la pulpa deben ser cuidadosamente controladas para lograr el equilibrio adecuado entre resistencia, suavidad y absorción que son las características propias del papel higiénico [3].

Para validar los resultados del sistema, se utilizará el controlador DTB 4848 manteniendo una temperatura óptima en la etapa de blanqueamiento, la cual, se regulará por un PID en tiempo real mostrando su aplicación en procesos industriales. Estos datos se toman por la comunicación del módulo CM1241 y el PLC S7-1200 al utilizar estándares RS422/485 operando en roles de maestro o esclavo.

Al desarrollar el diseño y simulación del blanqueado y refinado del papel higiénico reciclado, se obtienen datos de forma simulada, donde, el único proceso real, se da por el controlador DTB 4848, por lo que, a futuro podría implementarse maquinarias de blanqueamiento y refinado para verificar y validar cada etapa programada.

## **Objetivos del proyecto**

### **Objetivo general**

Desarrollar y simular un sistema automatizado sobre las etapas de blanqueamiento y refinado en la producción de papel higiénico a partir de papel reciclado utilizando un PLC S7 1200 y una interfaz humano - máquina.

### **Objetivos específicos**

- Diseñar un sistema industrial simulado para la automatización de los subprocesos de blanqueamiento y refinado de consistencia en la producción de papel higiénico a base de papel reciclado.
- Diseñar la interfaz gráfica en el software TIA Portal, para monitorizar y controlar las etapas de blanqueamiento y refinado en la producción de papel higiénico.
- Verificar los resultados obtenidos del sistema automatizado en las etapas de blanqueamiento y refinado de consistencia utilizando PLC S7- 1200 y HMI.

## **Antecedentes**

Las empresas de papel higiénico han comenzado a utilizar el papel reciclado como una iniciativa de economía circular, donde, el Grupo Familia en el 2020 se convirtió en unos de los principales consumidores de papel reciclado en el país del Ecuador, alcanzando el 96% de aprovechamiento de residuos, donde, el 77% es material proveniente de oficinas, hogares e imprentas [5].

La elaboración de este producto es un proceso diferente respecto al material utilizado, por lo que, el GADIC CAÑAR diseñó un proceso para la elaboración del papel higiénico en el 2022, donde, utilizan pulpa celulósica para desfibrarla, depurarla, destintarla, blanquearla con hipoclorito de sodio y peróxido de hidrógeno, cuales se adicionaron en 2 etapas de blanqueo con condiciones distintas. Para después, obtener una mezcla con una consistencia por debajo de 1% y aplicar el prensado, secado y cortado de la hoja [6].

En el 2023, el EAN desarrolló un prototipo para el papel higiénico por residuos de césped cortado, donde, comenzaron limpiando y moliendo la biomasa para obtener el gramaje del papel. Posteriormente se prensa a una presión de (200 a 500) psi, de esto depende la humedad que contenga las láminas de papel, por último, se seca a condiciones ambientales [7].

Actualmente, el grupo Familia produce el papel higiénico Green, el cual, se elabora con 100 % de fibras recicladas, este proceso comienza seleccionando y clasificando el papel reciclado. Al eliminar la materia no deseada se desfibra y limpia con productos químicos el papel, para obtener el rollo de papel las fibras limpias se mezclan para formar laminas, estas pasan por un prensado y secado [8].

La producción del papel higiénico reciclado conlleva procesos que al automatizarse aumentaría la eficiencia de cualquier empresa, por lo que, este proyecto se enfoca en automatizar los procesos del blanqueamiento y refinado mediante un PLC S7-1200 y HMI. Donde el diseño y programación se da en el software Tia Portal, para controlar variables como la temperatura, nivel del tanque, pH y la velocidad de refinado, lo que permitirá obtener las características deseadas en el producto final.

## **Justificación**

La industria papelera enfrenta varios desafíos en cuanto a la eficiencia y sostenibilidad de sus procesos. La automatización y optimización de las etapas de blanqueamiento y refinado de consistencia pueden ofrecer algunos beneficios en términos de calidad del producto, reducción de costos y sobre todo la contaminación del ambiente.

La propuesta y resolución del sistema automatizado para el proceso de producción de papel higiénico a partir de papel reciclado se centra en dos aspectos fundamentales que afectan directamente en la calidad del producto final: en el blanqueamiento de la pasta de celulosa si no se llega a la temperatura y pH necesarias no se harán las reacciones químicas necesarias para que el papel salga con la blancura característica de este producto, el cual nos da a notar la pureza del producto. Por otro lado, en el refinado de consistencia se tiene que llevar una velocidad constante optima del refinado para que las fibras de celulosa no se rompan, haciendo que el papel higiénico tenga esa suavidad y resistencia que lo caracteriza.

La creación y simulación del sistema de automatización a través del uso del PLC S7 1200 y una interfaz humano-maquina asegura un control exacto y una vigilancia constante de las variables esenciales que intervienen en estos procesos. La aplicación de sistemas automatizados durante el proceso de blanqueamiento y refinado puede asegurar un funcionamiento uniforme y eficaz, disminuyendo la variabilidad y los fallos vinculados a los controles manuales.

Además, la integración de medidas de optimización de recursos, como la minimización del consumo de energía y reactivos químicos, puede contribuir significativamente a la sostenibilidad del proceso de producción. Esto no solo reduce los costos operativos, sino también disminuye el impacto ambiental al reducir el uso de productos químicos y la demanda de energía

## **Alcance del proyecto**

Este proyecto desarrollará un sistema automatizado para la fabricación de papel higiénico a partir de papel reciclado, centrándose en las etapas críticas de blanqueamiento y refinado de consistencia. Se seleccionarán sensores apropiados para monitorear y controlar de manera precisa cada etapa del proceso. Los recursos y tecnologías utilizados se limitarán a los disponibles en el laboratorio de automatización de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Se desarrollará la programación en Ladder tanto para el control automatizado como para el control manual del sistema, lo que nos dejará tener una operación más amigable con el usuario. Además, se creará una interfaz HMI (Interfaz Humano-Máquina) que facilitarán el monitoreo y funcionamiento eficiente del sistema automatizado.

El cumplimiento de todos los objetivos establecidos será muy importante a lo largo del proyecto, y se culminará con la ejecución de la simulación que verificará el correcto funcionamiento del sistema y así darnos información valiosa para posibles futuras implementaciones en plantas de producción reales.

Se hará la programación del PLC S7 1200 utilizando el software TIA Portal de Siemens y la programación Ladder. Se utilizará un PLC virtual con el software PLC SIM para realizar pruebas de funcionamiento sin la necesidad de conectarme físicamente al PLC de los laboratorios mientras estoy en casa, lo que será fundamental en la etapa final de simulación del proyecto descriptiva.

## Metodología del proyecto

Este proyecto empleará una metodología descriptiva, centrada en adquirir, analizar y describir los datos más importantes para el diseño y simulación del sistema automatizado para la fabricación de papel higiénico a partir de material reciclado.

### 1. Recopilación de datos:

- Se recopilará información sobre los diferentes procesos de blanqueamiento y refinado de consistencia dentro de la industria papelera.
- Se recopilarán datos cuantitativos sobre los rangos óptimos de variables críticas como temperatura, presión, tiempos de reacción, dosificación de químicos, etc.
- Se obtendrán datos cualitativos sobre las características deseadas del producto final, como blancura, suavidad, resistencia y absorción.

### 2. Análisis descriptivo de los datos:

- Se va a organizar los datos recopilados utilizando técnicas estadísticas descriptivas.
- Se calcularán medidas de tendencia central (media, mediana, moda) para identificar los valores típicos de las variables críticas.
- Se determinarán medidas de dispersión (desviación estándar, rango, varianza) para conocer la variabilidad de los datos.
- Se generarán gráficos y tablas para representar visualmente los datos y facilitar su interpretación.

### 3. Descripción del proceso y selección de componentes:

- Teniendo los datos adquiridos, se describirá detalladamente el proceso de fabricación de papel higiénico, haciendo hincapie en las etapas de blanqueamiento y refinado de consistencia.
- Se seleccionarán los sensores, actuadores y dispositivos adecuados para monitorear y controlar las variables críticas identificadas, en función de los rangos y características descritos.

### 4. Diseño y simulación del sistema de control:

- Se diseñará la arquitectura del sistema automatizado utilizando un PLC S7-1200 y una HMI.
- Se programará el PLC y se configurará la HMI considerando los datos descriptivos obtenidos.



- Se realizarán simulaciones del sistema, variando los parámetros de entrada dentro de los rangos descritos, y se evaluará el desempeño del sistema.
5. Análisis descriptivo de los resultados de simulación:
- Se recopilarán y organizarán los datos obtenidos de las simulaciones realizadas.
  - Se calcularán medidas estadísticas descriptivas (media, desviación estándar, etc.) para analizar el comportamiento del sistema bajo diferentes condiciones.
  - Se generarán gráficos y tablas que describan visualmente el desempeño del sistema en términos de eficiencia, calidad del producto y sostenibilidad.
6. Presentación y discusión de los resultados:
- Se presentarán los resultados obtenidos, utilizando tablas, gráficos y descripciones detalladas de los mismos.
  - Se discutirán las implicaciones de los resultados y su relación con los objetivos planteados inicialmente.
  - Se brindarán recomendaciones y sugerencias para futuras implementaciones físicas del sistema, basadas en los datos descriptivos obtenidos.

Esta metodología nos sirve a la perfección para el diseño y simulación del sistema automatizado, proporcionando una mejor comprensión sobre de los procesos involucrados y dándome las bases para una futura implementación práctica.

## **Capítulo 1: Fundamentos Teóricos**

### **1.1. Marco contextual**

En los últimos años, la empresa "Familia" ha conseguido exceder la meta de aprovechamiento de residuos, alcanzando un 96%, y convirtiéndose en uno de los principales consumidores de papel reciclado en el país. Aplicamos el 77% de este material que se extrae de oficinas, imprentas y hogares, con el objetivo de reintegrarlo en la fabricación de papel higiénico. Esto nos impulsa a investigar un método mucho más eficaz para optimizar el proceso de fabricación de papel higiénico[10].

Después de una larga búsqueda se llegó a la conclusión que se puede mejorar y optimizar aún más el proceso de fabricación de papel higiénico a como actualmente está funcionando, además que al hacer esto en las etapas de blanqueamiento y refinado de consistencia se reduciría considerablemente el tiempo de fabricación y el uso de compuestos químicos dañinos para el ecosistema[10].

Al no tener físicamente en nuestro laboratorio todos los sensores y actuadores que se necesitaría para esta propuesta, limita a realizar una simulación de dichas etapas del proceso en PLC's y HMI disponibles. A pesar de no aplicarse en un entorno industrial real, el proyecto conserva su valor educativo y de investigación. Al permitir la experimentación con conceptos, el desarrollo de algoritmos de control y la comprensión de los principios fundamentales de la automatización del etiquetado, sienta las bases para futuras implementaciones en escenarios industriales reales.

### **1.2. Marco conceptual**

#### **1.2.1. Automatización industrial**

Se define como la aplicación de la ingeniería automática a un proceso o dispositivo industrial con el objetivo de optimizar su funcionamiento. El elemento que se desea automatizar se conoce como planta. Esta tecnología abarca tanto procesos de fabricación continua, como los presentes en las industrias papelera, química, petroquímica y del cemento, como aquellos que involucran piezas discretas, característicos de la fabricación de automóviles, electrodomésticos y muebles. Cabe destacar que, en muchos casos, ambos tipos de procesos coexisten dentro de una misma planta industrial [11].

#### **1.2.2. Planta automatizada de elaboración de papel higiénico**

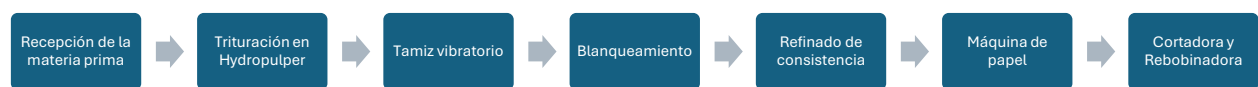
Este proceso consta de una secuencia de procesos progresivos con el propósito de reutilizar el papel inservible y transformarlo para un nuevo uso. Incluye las etapas de recepción de la materia

prima, trituración en hydropulper, tamiz vibratorio, blanqueamiento, refinado de consistencia, máquina de papel, cortadora y rebobinadora, almacenamiento[12].

### 1.2.3. Papel a base de papel reciclado

El papel reciclado se origina a partir de materiales reciclados, en vez de pulpa de madera orgánica. Este posibilita darle un nuevo uso a este material formado por celulosa en forma de fibra, originada principalmente de la madera de los árboles. Después de un procedimiento, vuelve a ser beneficioso de diversas maneras, al mismo tiempo que aporta al preservación del medio ambiente[11].

### 1.2.4. Proceso de elaboración del papel higiénico a base de papel reciclado



*Ilustración 1 Proceso de elaboración del papel higiénico a base de papel reciclado*

### 1.2.5. Proceso de Blanqueamiento de la pasta de celulosa

En este proceso, cuyo objetivo es eliminar la lignina residual y otros componentes que oscurecen la fibra para obtener un material más blanco y puro, depende del agente blanqueador utilizado y de si se trata de pasta virgen o reciclada. Para este caso que es papel reciclado se opta por utilizar Peróxido de Hidrógeno como una opción más sostenible con el medio ambiente.

La pasta se deja reaccionar con el peróxido durante un tiempo determinado, generalmente entre **1 y 3 horas**, dependiendo del nivel de blancura que se desea alcanzar y las características de la pasta. Durante este tiempo, el oxígeno liberado por el peróxido va oxidando y eliminando los contaminantes que generan color en la celulosa [12].

### 1.2.6. Proceso de Refinado de Consistencia

La refinación es un tratamiento mecánico de las fibras de pulpa, mediante el cual éstas logran características óptimas para ser utilizadas en papeles y cartones. Básicamente con la refinación se producen dos tipos de efectos sobre las fibras: Los efectos primarios, que corresponden a la fibrilación externa, fibrilación interna, formación de finos y acortamiento de fibras[13].

## 1.2.7. Componentes físicos

### 1.2.7.1. Sensores

- **Sensores de nivel**

Los sensores de nivel o también denominados como "interruptor de nivel" o " ", son instrumentos que trabajan con un interruptor de contacto (y un flotador magnético. El movimiento del flotador abre o cierra el contacto eléctrico. Con ellos, se consiguen soluciones versátiles y de bajo coste para su automatización. El sensor detecta el nivel del líquido en tanques y depósitos en el punto donde esté instalado, indicando mediante una señal ON/OFF cuando se ha alcanzado el nivel de llenado, vaciado u otro definido en proyecto [14].

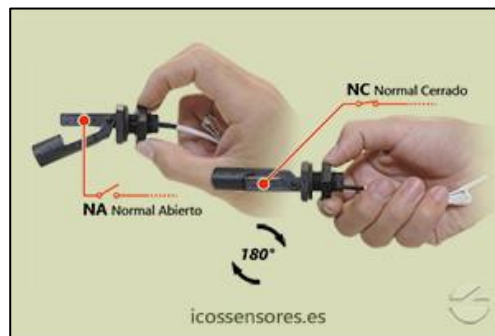


Ilustración 2 Sensor de nivel [14]

- **Sensor de Temperatura analógico**

Estos sensores son capaces de transformar la temperatura captada en una señal eléctrica que posteriormente puede ser supervisada. Los termistores son el sensor analógico común que se clasifica en diversos tipos dependiendo de su aplicación particular. El sensor analógico de temperatura opera identificando las variaciones de temperatura tal y como son, en realidad, una resistencia que reacciona al calor. La resistencia eléctrica de un termistor se incrementa con el incremento de la temperatura y se reduce con el descenso de esta. Se emplea en diversas funciones de los sensores de temperatura[15].



Ilustración 3 Termocupla - Sensor Analógico [15]

- **Sensor de pH**

El sensor de pH industrial Hamilton Polilyte Plus tienen un diseño libre de mantenimiento para soportar aplicaciones industriales exigentes en aplicaciones químicas, petroquímicas, de agua de proceso y de tratamiento de aguas residuales. Este sensor permite determinar el grado de alcalinidad o acidez utilizados [16].



*Ilustración 4 Sensor de pH industrial Hamilton Polilyte Plus [16]*

- **Sensor capacitivo**

El papel principal de un sensor de capacitancia es identificar variaciones en la capacitancia provocadas por la interacción de un objeto o compuesto con los electrodos del sensor. Cuando un objeto se aproxima o interactúa con los electrodos del sensor capacitivo, la capacitancia se altera debido al impacto dieléctrico que este objeto ejerce sobre los electrodos[17].

#### **1.2.7.2. Actuadores eléctricos**

- **Válvula solenoide**

Una válvula solenoide, o también válvula de operación eléctrica, es una válvula que emplea la fuerza electromagnética para operar. Cuando una corriente eléctrica fluye por la bobina del solenoide, se produce un campo magnético que provoca el movimiento de una barra de metal de ferroso. Este es el procedimiento fundamental que activa la válvula y opera directa o indirectamente en el aire [18].

- **Bomba centrífuga**

Las bombas centrífugas representan una categoría de bomba hidráulica que convierte energía mecánica en energía cinética de presión para un fluido. Las bombas centrífugas incrementan la rapidez de los fluidos para que sean capaces de moverse largas distancias. Debido a sus características, la bomba centrífuga es una de las clases de bombas hidráulicas más empleadas en

la industria, dado que son las más empleadas para bombear líquidos en general y facilitan el movimiento de grandes volúmenes de agua [19].

- **Motor agitador**

Un mezclador, es un aparato mecánico responsable de ejecutar operaciones de agitación y mezcla con la finalidad de producir movimiento en un fluido para conseguir determinadas características[20].

- **Calentador de inmersión**

Estos calentadores se emplean en diversas sustancias líquidas como el agua, el aceite, los compuestos químicos e incluso para la estabilización de los gases en los depósitos. Se emplean en diversas industrias en distintos depósitos de almacenamiento de líquidos, durante el proceso de tuberías y en la presurización de recipientes de almacenaje. Este artículo se produce de forma que pueda resistir prácticamente cualquier entorno y usted puede emplearlo en un depósito de agua pura o en cualquier medio ácido[21].

### 1.2.7.3. Dispositivos de control y monitoreo

- **PLC S7 1200**

El PLC S7-1200 es un controlador lógico programable producido por Siemens AG, una compañía de Alemania. Este PLC es uno de los productos de SIMATIC S7 y se emplea en aplicaciones de automatización industrial para gestionar y monitorear procesos [22].



Ilustración 5 PLC S7 1200 [22]

Algunas de las características de este dispositivo se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 1 Especificaciones del PLC S7 1200 [23]

Característica	Descripción
Memoria	25 KB
Alimentación	24 V DC
Entradas/Salidas Digitales	8 entradas/6 salidas
Entradas/Salidas Analógicas	2 entradas
Puerto de comunicación	Ethernet, Profinet

- **HMI TP1200**

El panel SIMATIC TP1200 Comfort - 6AV2124-0MC01-0AX0 tiene una pantalla TFT color de 12" con 16 millones de colores y se puede manejar gracias a su pantalla táctil. La comunicación con el PLC se realiza mediante la interfaz PROFINET o MPI/PROFIBUS-DP. La configuración del panel TP1200 Comfort - 6AV2124-0MC01-0AX0 es posible mediante WinCC Comfort V11 [23].

Tabla 2 Características técnicas [25]

Atributo	Valor
Serie del Fabricante	SIMATIC
Gama del Producto	TP 1200 Comfort
Tipo de Display	TFT
Resolución de Display	1280 x 800 pixeles
Número de Puertos	4
Tipo de Puerto	3 x USB, RS485
Tipo de Procesador	x86
Tamaño de Display	12,1"
Dimensiones	241 x 330 x 70.5 mm
Interfaz	PROFINET, MPI, PROFIBUS DP
Tensión de Alimentación	24 V DC

- **Módulo de comunicación Modbus**

El módulo de comunicación CM 1241 - 6ES7241-1CH32-0XB0 SIMATIC S7-1200 de Siemens permite la comunicación del controlador S7-1200 a través de RS422/485. La conexión

se realiza mediante un conector SUB D de 9 pines. El módulo de comunicación CM 1241 - 6ES7241-1CH32-0XB0 soporta Freeport [24].



Ilustración 6 Módulo Siemens CM 1241[26]

Las características técnicas de este módulo de comunicación se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3 Características del módulo [27]

Atributo	Valor
Marca	SIEMENS
Modelo	S7-1200 CM1241
Protocolos de comunicación	Freeport/Modbus RTU
Tipos de bus	RS232, RS422/485

- **Control de temperatura DTB4848**

Este controlador es el encargado de controlar las medidas obtenidas por algún sensor de temperatura, el cual procesará esa señal convirtiéndola en un dato de temperatura, la misma que es enviada por comunicación Modbus, cabe resaltar que este controlador tiene un PID integrado [25].



Figura 1. Controlador de temperatura DTB4848



Tabla 4 Características técnicas de controlador DTB4848 [29]

Atributo	Valor
Alimentación	100 – 240 V AC
Transmisión	2400 – 28400
Tipos de control	PID, control ON/OFF, sintonía manual
Consumo de energía	5 VA max
Tipos de sensores	Termopares: K, J, T, E, N, R, S, B, U, L, RTD de platino de 3 hilos
Comunicación	MODBUS, ASCII, RTU

#### 1.2.7.4. Componentes Lógicos

- **TIA Portal**

TIA Portal es un software de automatización industrial desarrollado por Siemens, una empresa líder en el sector de la automatización y la tecnología. Esta plataforma ha ganado una prominencia significativa en la industria moderna debido a su capacidad para simplificar y optimizar una amplia gama de procesos industriales [26].

- **WinCC**

WinCC es un sistema HMI potente para el uso con Microsoft Windows o Microsoft Windows Server. HMI son las siglas de "Human Machine Interface"; es decir, la interfaz entre el hombre y la máquina. WinCC permite manejar y visualizar los procesos que se ejecutan en una máquina. La comunicación entre WinCC y la máquina se efectúa a través de un sistema de automatización[27].

- **Redes de comunicación industrial**

Una red de comunicación industrial se compone de una serie de aparatos interconectados. Este sistema facilita la comunicación de datos e información entre diferentes dispositivos y sistemas en un ambiente industrial. Estos sistemas de comunicación resultan fundamentales para gestionar, supervisar y armonizar una diversidad de sistemas y procesos industriales, que abarcan maquinaria y aparatos de automatización [28].

- **Protocolo de comunicación Modbus RTU**

Este protocolo de comunicación se fundamenta en una arquitectura maestro-esclavo, en la que un aparato maestro (como un PLC o un sistema SCADA) tiene la capacidad de interactuar con varios dispositivos esclavos (como sensores, actuadores, variadores de frecuencia, etc.) mediante una conexión en serie [29].

- **Normas ISA**

Es una organización con sus normas buscan establecer códigos y símbolos aplicables a las industrias químicas, petroquímica y de aire acondicionado, entre otros. Las normas para el diseño y simbología destacan:

- ANSI/ISA-S5.1 (Identificación y símbolos de instrumentación)
- ANSI/ISA-S5.2 (Diagramas lógicos binarios para operaciones de procesos)
- ISA-S5.3 (Símbolos gráficos para control distribuido, sistemas lógicos y computarizados)
- ANSI/ISA-S5.4 (Diagramas de lazo de instrumentación)
- ANSI/ISA-S5.5 (Símbolos gráficos para visualización de procesos)

- **Norma ISA101**

La Norma ISA 101, es un estándar creado para orientar el diseño, ejecución y valoración de interfaces entre humanos y máquinas en sistemas de automatización de procesos en la industria. Su meta principal es incrementar la eficacia operacional, la protección y la usabilidad, fomentando interfaces más intuitivas y sencillas de utilizar [30].

- **Norma IEC 61131-3**

El estándar internacional IEC 61131 es un conjunto integral de normas que se refieren a PLC y sus periféricos relacionados [31].

Consiste en las siguientes partes:

- Información General
- Equipo requerimientos y pruebas
- Lenguajes de Programación
- Guías de Usuario
- Especificación del servicio de Mensajería
- Programación en lógica difusa

- Guías para aplicación e implementación de lenguajes de programación [32]

### **1.3. Marco teórico**

A continuación, se detallan varios trabajos de titulación realizados y estudiados por diferentes autores en las cuales muestra un enfoque similar al problema planteado[33].

El trabajo del Diseño del sistema automatizado para la fabricación del papel en la etapa de preparación de la pulpa. En la industria papelera, la automatización de la etapa de preparación de pulpa mediante controladores lógicos programables (PLC) y simulación computacional emerge como una estrategia fundamental para optimizar la eficiencia, calidad y control del proceso. Este enfoque innovador permite transformar la tradicional preparación de pulpa en un proceso inteligente y adaptable, donde los parámetros críticos se gestionan con precisión y flexibilidad.

La implementación de PLC aporta ventajas concretas, tales como la disminución de los tiempos de trabajo, el incremento en el rendimiento, la mejora de la uniformidad del producto final y la optimización del uso de recursos. La simulación tiene una importancia vital al posibilitar la evaluación del comportamiento del proceso en un ambiente virtual, detectando y rectificando posibles fallos previo a la puesta en marcha física.

[34] Diseño del proceso de producción de papel mediante PLC y HMI. Este proyecto nace de la aspiración de ampliar los conocimientos prácticos, particularmente en campos no contemplados durante el programa de estudio. Se aplica una metodología experimental a través de simulaciones, evaluaciones y modificaciones iterativas, incorporando técnicas de diseño en una interfaz HMI que sea accesible y entendible. La configuración del PLC se lleva a cabo de forma secuencial y minuciosa. Cuando se pone en marcha este sistema, se consigue mejorar la producción de papel y reducir la diferencia entre la teoría y la realidad.

[35] Automatización e Implementación de un Sistema HMI/SCADA para el MONITOREO DE VARIABLES DEL PROCESO DEL MOLINO DE PAPEL 5 de la Planta de Productos Familia Sancela del Ecuador S.A. La interfase hombre máquina se ha hecho indispensable dentro de los procesos industriales. Integrando los sistemas mecánicos y eléctricos con los controladores lógicos programables, esto parece una caja negra para el personal de producción y gerencia, por esto se genera una pregunta, ¿Cómo ver el proceso?, la solución será es una interfase hombre máquina. En los actuales momentos, el mundo está muy competitivo, por lo que es necesario estar actualizado con la tecnología de punta.

## Capítulo 2: Desarrollo experimental

### 2.1. Plan de implementación

El objetivo es desarrollar un HMI a nivel local para administrar las tareas secuenciales y establecer comunicación con los sensores y actuadores de las etapas de blanqueamiento y refinado de consistencia, que son parte del proceso de la elaboración del papel higiénico a base de papel reciclado. Este sistema se centrará en el control y monitoreo de las etapas mencionadas, empezando con la creación de una interfaz de inicio de usuarios por niveles de acceso. Se podrá observar claramente el funcionamiento de sensores y actuadores en tiempo real. La interfaz HMI se diseñará siguiendo las normas ISA.

#### 2.1.1 Estudio de factibilidad

A continuación, se presenta el análisis técnico y económico de la propuesta:

- **Factibilidad técnica**

Este proyecto se propone con el objetivo de mejorar la eficiencia y pureza del producto en ambas etapas, además de minimizar la contaminación ambiental por medio de un proceso algo más mecánico. Este sistema de automatización implicará la integración de tecnologías industriales como PLC y HMI lo cual facilitará la supervisión y control del proceso.

Las etapas pueden ser automatizadas. Por ejemplo, en la etapa de blanqueamiento, se utilizará sensores de nivel, temperatura y pH para mantener los niveles óptimos para que se den las reacciones químicas que harán que nuestra pasta de celulosa tenga un blanco homogéneo y puro, por otro lado, en el refinado de consistencia se mantendrá una temperatura óptima y velocidad constante de las cuchillas refinadoras, dando como resultado un papel suave y resistente.

Para validar el funcionamiento del sistema, se utilizará el software Tia Portal-WinCC que simulará los procesos de blanqueamiento y refinado de consistencia, permitiéndonos verificar si tenemos posibles problemas, además, se adquirirá datos del controlador DTB 4848, para validar el funcionamiento en tiempo real del sistema.

- **Factibilidad económica**

En este apartado se realiza un estimado de los costos a partir de varios factores como los equipos (Tabla 5) y la mano de obra (Tabla 6) para después calcular la inversión total del proyecto.

## Costos de los equipos

Tabla 5 Costos de equipos

EQUIPOS		
Equipo	Descripción	Valor
PLC	SIMATIC S7 1200 AC/DC/Rly	\$845,00
HMI	SIMATIC TP 1200 Comfort	\$3905,71
Computador	Procesador Intel Core i7, 16 GB	\$1200,00
Licencia SIMATIC	STEP 7 Profesional V16	\$1200,00
Tablero eléctrico	Estructura, señalización, pulsadores, protecciones eléctricas	\$1125,00
Módulo de comunicación	SIMATIC CM 1241	\$500,00
Total		\$8775,00

## Gastos del desarrollador

Tabla 6 Costos de mano de obra

GASTOS DEL DESARROLLADOR		
Personal	Detalle	Precio
Ingeniero en Electrónica y Automatización	Diseño y desarrollo de la programación automática y manual	\$900,00
	Gastos adicionales	\$525,00
Total		\$1425,00

## Costo total

Tabla 7 Costo total del proyecto

COSTO TOTAL	
Costo de equipos	\$8775,00
Costo de mano de obra	\$1425,00
<b>Total</b>	<b>\$10200,00</b>

## 2.2. Descripción de la solución del proyecto

Esta sección cubre las funciones básicas que conforman la estructura de solución de la propuesta.

### 2.2.1 Descripción del proyecto

El proceso de fabricación de papel higiénico a partir de papel reciclado consta de los siguientes subprocesos: Trituración de papel, Tamiz Vibratorio, Blanqueamiento, Refinado de consistencia, Máquina de papel y la cortadora y rebobinadora, para este proyecto nos centraremos específicamente en los 2 siguientes subprocesos.

- **Blanqueamiento:** Para el proceso de blanqueamiento de la pasta de celulosa se dará abertura a una válvula la cual permitirá el ingreso de la pasta hacia la maquina blanqueadora, una vez el sensor del tanque detecte que tiene al menos un 60% del tanque lleno, procederá activar un calentador y un motor que servirá para el mezclado del agente blanqueador. Este proceso se llevaría a cabo mientras la temperatura sea menor a 110° y su pH sea menor a 6, cuando éstas dos condiciones sobrepasen levemente los valores de 110 y 6 se apagará el sistema y se activará un compresor que se encargará de refrigerar la pasta, hasta llegar a una temperatura de 70 °C, luego de tener la pasta a la temperatura deseada se abre una válvula que permitirá el pasó al siguiente subproceso.
- **Refinado de consistencia:** Para el proceso de refinado de consistencia como en el anterior proceso se enviará mediante una bomba el producto de la maquina blanqueadora a la de refinado, así mismo se dará abertura a una válvula que dejará ingresar el producto, una vez lleno se enciende el motor de las cuchillas refinadoras y el calentador. Se deberá aumentar a velocidad del motor para que haya un mejor refinado y que la temperatura llegue hasta cierta cantidad que me indique que el refinado está listo.

Una vez investigado lo que hace el proceso se utilizará la tecnología de controladores lógicos programables (PLC) de Siemens con el software TIA Portal y WinCC para el diseño y simulación de la lógica Ladder de control del proceso.

### 2.2.2 Diseño del sistema

La elaboración de papel higiénico a base de papel reciclado consta con distintos procesos, de los cuales, el blanqueamiento y el refinado de consistencia son las etapas por automatizar.

- **Blanqueamiento**

Para el proceso de blanqueamiento de la pasta de celulosa, comenzaremos por detectar la presencia de la pasta al querer ingresar al tanque de blanqueamiento, en donde se abrirá una válvula que permitirá el paso del producto hasta que tenga un mínimo del 60% del tanque lleno, entonces en ese momento se activará el calentador y el motor agitador hasta llegar a una temperatura de 100 °C y un pH de 6, entonces se harán las reacciones químicas y se apagará el

proceso, la pasta de celulosa quedará en reposo hasta bajar a una temperatura de 65 °C para continuar con el siguiente proceso.

Tabla 8 Elementos para la etapa de blanqueamiento

<b>ELEMENTOS PARA BLANQUEAMIENTO DE PASTA DE CELULOSA</b>		
<b>Etapa</b>	<b>Elemento</b>	<b>Tipo</b>
Transporte de pasta de celulosa	Tubos de acero inoxidable	Sistema de transporte
	Bomba centrífuga	Actuador eléctrico
Blanqueamiento	Sensor de nivel	Analógico
	Sensor de temperatura	Digital
	Sensor de pH	Digital
	Motor agitador	Actuador eléctrico
	Válvulas solenoides	Control de flujo
	Calentador	Actuador eléctrico

- **Refinado de consistencia**

En el proceso de refinado de consistencia es un poco más simple, puesto que solo espereamos que envíe la misma cantidad de pasta que sale de la etapa de blanqueamiento para activar el motorreductor que hará que el refinador vaya a una velocidad constante de 1500 RPM, que es la velocidad óptima para que las fibras de la pasta no se rompan, además de llegar a una temperatura de entre 70° y 100 °C, este proceso estará funcionando hasta que se cumplan estas dos condiciones, una vez alcanzados los valores la pasta está lista.

Tabla 9 Elementos para la etapa de refinado

<b>ELEMENTOS PARA REFINADO DE PASTA DE CELULOSA</b>		
<b>Etapa</b>	<b>Elemento</b>	<b>Tipo</b>
Transporte de pasta de celulosa	Tubos de acero inoxidable	Sistema de transporte
	Bomba centrífuga	Actuador eléctrico
Refinado	Sensor de temperatura	Digital
	Motorreductor	Actuador eléctrico
	Válvulas solenoides	Control de flujo
	Calentador	Actuador eléctrico

### 2.2.3 Diagramas P&ID del proceso de blanqueamiento y refinado de consistencia.

El primer diagrama representa un sistema automatizado para el tanque de mezclado en el proceso de blanqueamiento, diseñado para el llenado del tanque, control de temperatura y acción de un motor. Utiliza sensores para monitorear el nivel máximo y mínimo del tanque (LSH y LSL), así como la temperatura (TIC) y el flujo (FIC y FS). Un controlador lógico programable (PLC) recibe las señales de estos sensores y toma decisiones para abrir o cerrar las válvulas, asegurando que el sistema opere de forma segura (véase en anexo 17)

El segundo diagrama regula la temperatura y velocidad de un motor, que refina la pasta de celulosa proveniente el proceso anterior. Incluye sensores que miden el nivel del tanque, un control de temperatura que se encarga de monitorear y regular la temperatura del fluido, mientras que un motor hace girar el refinador a una velocidad constante para garantizar uniformidad (véase en anexo 18)

### 2.2.4 Diseño de la topología de comunicación

Para desarrollar este proyecto, es necesario:

Establecer conexión entre el HMI y el PLC a través de Ethernet IP/TCP, conectándolos al puerto de comunicaciones.

En el diagrama topológico el PLC es el modelo S7 1200, que envía instrucciones secuenciales a los demás dispositivos para supervisar los subprocesos de blanqueamiento y refinado de consistencia. Por lo que es fundamental configurar adecuadamente tanto el PLC utilizando el software TIA PORTAL, como se muestra a continuación.

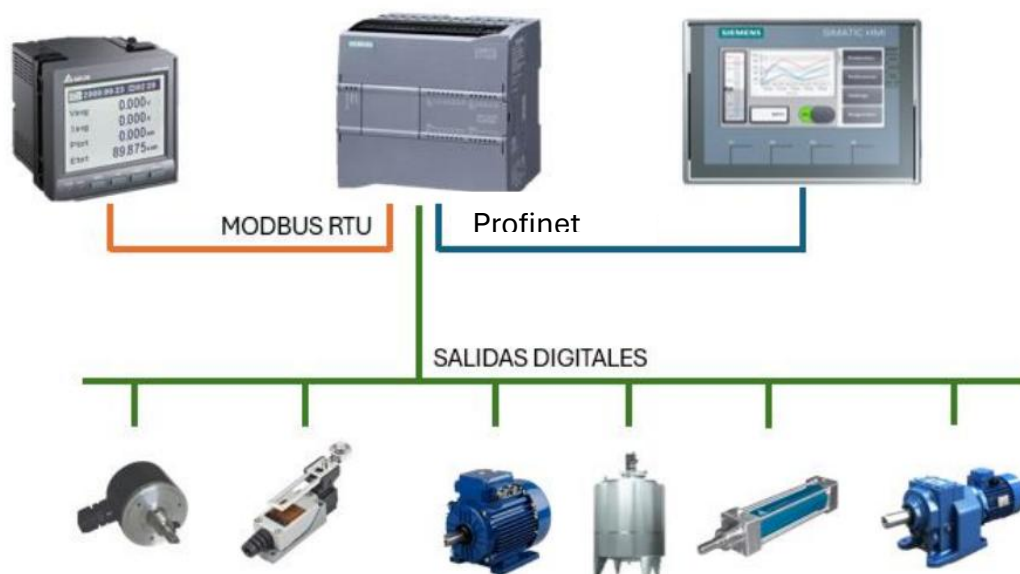


Ilustración 7 Diagrama Topológico Físico

Fuente: Autor



### 2.2.5 Programación Ladder

La lógica de programación para los subprocesos de blanqueamiento y refinado de consistencia de la pasta de celulosa implica diseñar y estructurar algoritmos que automaticen ambos subprocesos.

- **Segmentos de programación para PLC**

#### **Bloque principal (OB)**

En este bloque tiene dentro los 4 segmentos principales de mi programa, en el que están separados el control general, blanqueamiento, el refinado de consistencia y el mantenimiento de las maquinarias. Véase en anexo 1.

- **Bloque Control General (FC1)**

En este segmento tengo los mandos principales de Marcha, Paro y Paro de Emergencia, además las condiciones para tener en modo automático o modo manual. Véase en anexo 2.

- **Proceso Blanqueamiento (FC2)**

En este proceso también se ve por subetapas y condiciones específicas para que se dé un blanqueamiento óptimo, las cuales son:

- Apertura de la válvula cuando detecta la presencia de la pasta de celulosa
- Llenado del tanque hasta un mínimo del 60% de su capacidad
- Encendido de motor y calentador de la máquina
- Para que sucedan las reacciones químicas del blanqueamiento debe cumplir las 3 condiciones: tanque 60% de nivel, temperatura igual a 100° y un pH de 6.
- Luego se espera un tiempo para que la temperatura baje hasta 70° y se apertura una válvula de vaciado, para que la pasta ya blanqueada pase al siguiente subproceso. Véase en Anexo 3.

- **Refinado de Consistencia (FC3)**

En este proceso también se tiene en cuenta diferentes condiciones para que la pasta tenga un buen refinado y tenga esa suavidad y elasticidad que caracteriza un papel higiénico, las cuales son:

- Se llena también el tanque de refinado mediante el cargador, una vez lleno con la pasta del proceso anterior se enciende el motor del refinado y un calentador.

- Debe llegar a una velocidad constante de 1500 RPM para que el refinado sea el adecuado, si está muy despacio o muy rápido podría romper las fibras de la pasta.
- Deberá subir su temperatura de 70° a un máximo de 99° y permanecer ahí para que el refinado sea perfecto.
- El refinado se hará por un tiempo de 20 segundos y luego se detendrá todo el proceso que ya está terminado. Véase en Anexo 4.
- **Mantenimiento (FC4)**  
En este bloque lo que se hace es darle un mantenimiento preventivo a cada máquina de manera manual, al desactivar y activar cada máquina individualmente, simulando que se hace el respectivo mantenimiento. Véase en Anexo 5.
- **Datos Blanqueadora (DB1)**  
En este bloque de datos se pone las condiciones de funcionamiento para el proceso de blanqueamiento de la pasta. Véase en Anexo 6.
- **Datos Refinador (DB2)**  
En este bloque de datos se pone las condiciones de funcionamiento para el proceso de refinado de consistencia. Véase en Anexo 7.
- **Alarmas General (DB3)**  
Para la configuración de estos avisos se crea un bloque de datos y la conexión con las variables de la ventana de avisos del HMI. Véase en Anexo 8.
- **Alarmas Blanqueamiento (DB4)**  
En este bloque estamos separando las alarmas del proceso de blanqueamiento del resto de alarmas, para una mejor organización. Véase en Anexo 9.
- **Alarmas Refinado (DB5)**  
En este bloque también separamos las alarmas del refinado del resto, para una mejor organización. Véase en Anexo 10.
- **Tablas de variables**  
Para las variables, tengo separado cada tabla por cada subproceso para mantener una mejor organización de los datos y así facilitar al momento de programar o editar algo del algoritmo. Véase en Anexos 11, 12, 13, 14, 15, 16

## 2.2.6 Desarrollo de la interfaz gráfica (HMI)

- **Pantalla principal**

Se observará una visualización general de todos los subprocesos, además de la opción de monitorear alarmas, operar de forma manual o automática, y encender o apagar cualquier proceso, siempre que se inicie sesión con el usuario correspondiente, tal como se muestra en la ilustración 1.

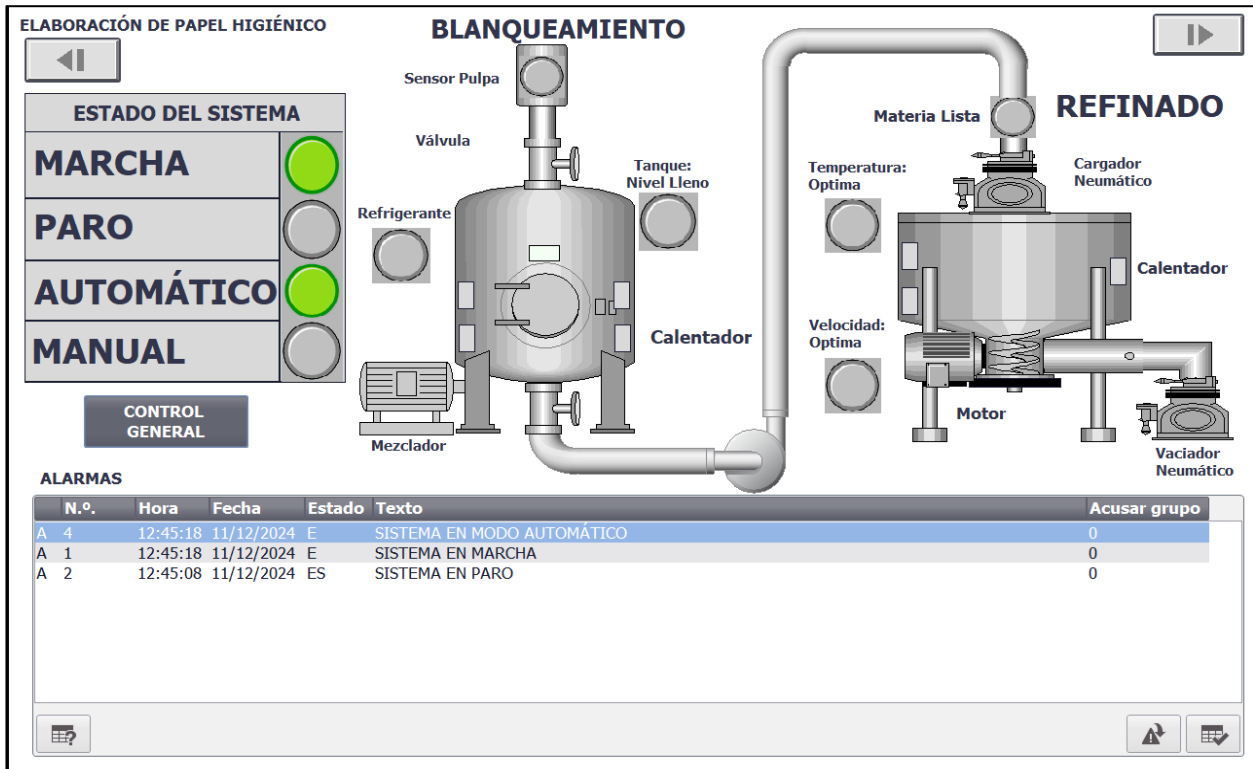


Ilustración 8. Pantalla Principal proceso de Blanqueado y Refinado de consistencia.

Fuente: Autor

- **Alarmas**

En la sección de alarmas, es posible ver cada acción realizada en los subprocesos de triturado y mezclado. Además, si algún motor presenta una falla, la pantalla de alarmas enviará una notificación, como se muestra en la ilustración 2.

N.º	Hora	Fecha	Estado	Texto	Acusar grupo
A 12	17:05:35	09/11/2024	E	REACCIONES QUÍMICAS	0
A 11	17:05:35	09/11/2024	E	TEMPERATURA ALCANZADA EN BLANQUEAMIENTO	0
A 10	17:05:35	09/11/2024	E	REFRIGERANTE EN FUNCIONAMIENTO	0
A 13	17:05:32	09/11/2024	E	PH CORRECTO	0
A 9	17:05:28	09/11/2024	ES	MEZCLADORA ENCENDIDA	0
A 8	17:05:28	09/11/2024	E	TANQUE LLENO	0
A 7	17:05:25	09/11/2024	ES	VÁLVULA DE CELULOSA APERTURADA	0
A 4	17:05:16	09/11/2024	E	SISTEMA EN MODO AUTOMÁTICO	0
A 3	17:05:14	09/11/2024	ES	SISTEMA EN MODO MANUAL	0

Ilustración 9. Alarmas

Fuente: Autor

- **Históricos**

Los históricos permiten ver los valores de los sensores que estamos simulando, para de forma gráfica se pueda observar mejor el comportamiento de los motores, bombas, sensores, etc. tal como se observa en la ilustración 3.

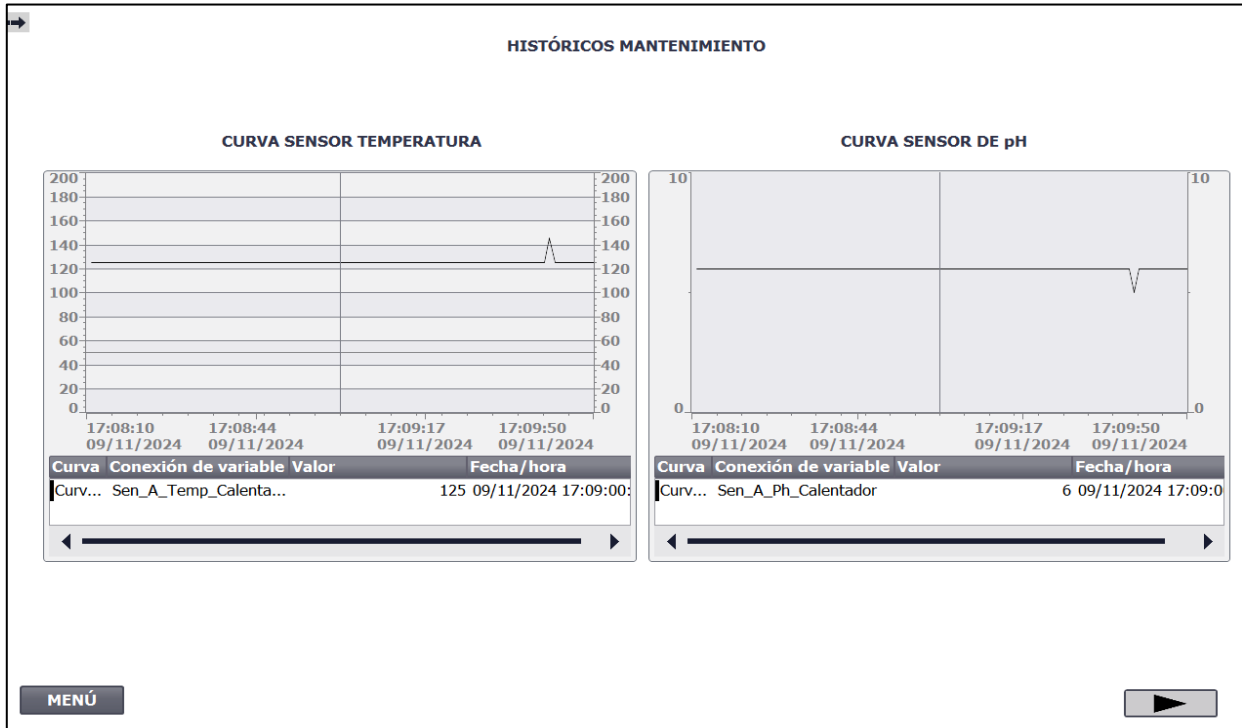


Ilustración 10. Históricos

Fuente: Autor

- **Mantenimiento**

Esta pantalla me muestra varios botones de marcha y paro, como también indicadores de encendido y apagado. Es importante señalar que, si algún proceso está en ejecución cuando se presionan estos botones, el proceso se detendrá automáticamente, como se muestra en la ilustración 4.

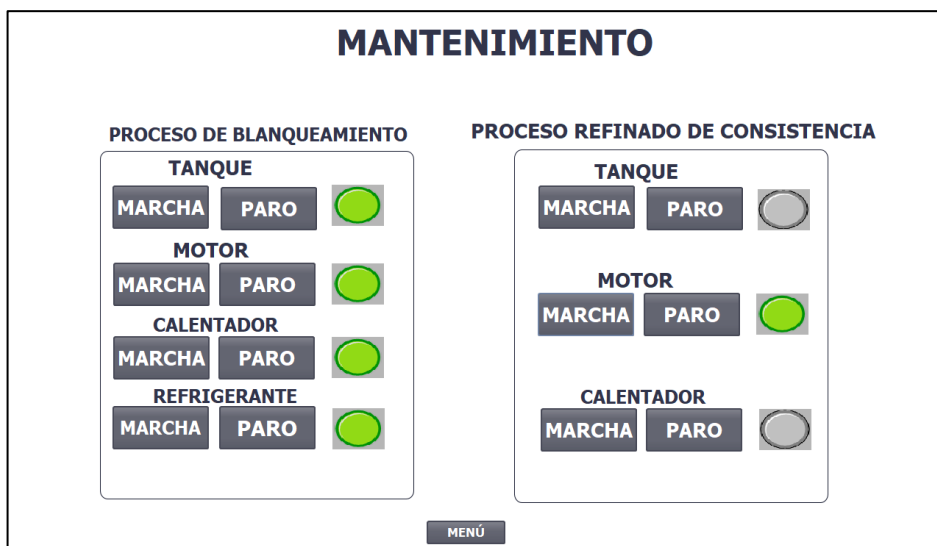


Ilustración 11. Mantenimiento

Fuente: Autor

- **Parámetros eléctricos**

La pantalla de los parámetros eléctricos nos muestra los voltajes A-B, B-C, C-A y LL-AVG, que son los voltajes con los que contamos en nuestro laboratorio, tal como se observa en la ilustración 5.

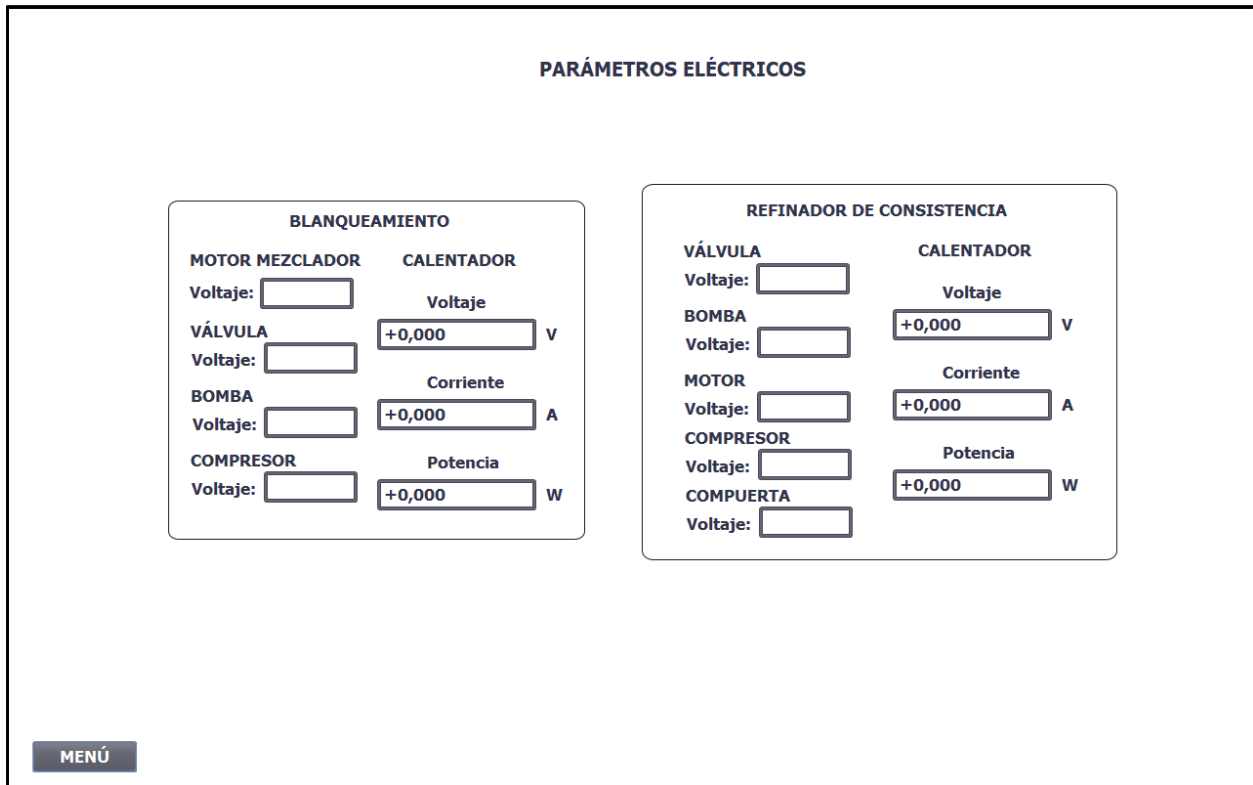


Ilustración 12. Parámetros eléctricos

Fuente: Autor

## 2.3. Prueba del HMI

### 2.3.1 Primera pantalla - Inicio

Esta pantalla del sistema se visualiza mediante la simulación en WinCC, mostrando la primera ventana inicial con un identificador de usuario para iniciar sesión, como se observa en la ilustración 6.



Ilustración 13. Inicio del sistema

Fuente: Autor

### 2.3.2 Iniciar sesión

Para iniciar sesión, es necesario ingresar el usuario y la contraseña correspondientes, de acuerdo con lo que se desea visualizar en la interfaz gráfica, como se muestra en la ilustración 7.



Ilustración 14. Iniciar sesión

Fuente: Autor

### 2.3.3 Menú de opciones

Una vez que se haya iniciado sesión como administrador, se podrá visualizar una pantalla del menú de opciones, tal y como se observa en la ilustración 8. }

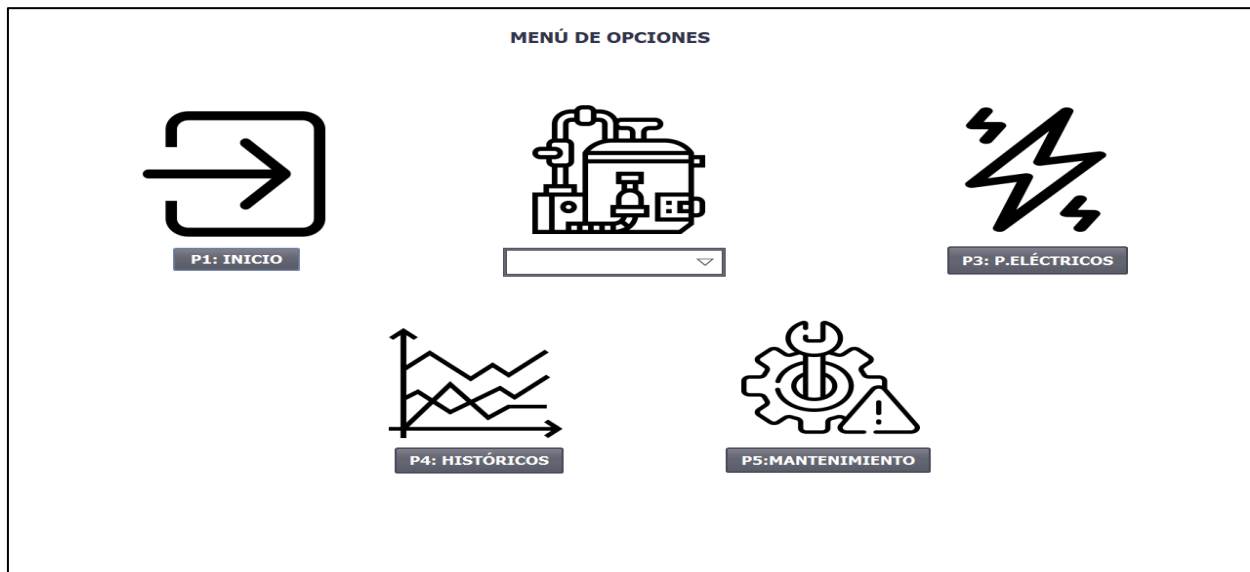


Ilustración 15. Menú de opciones

Fuente: Autor

### 2.3.4 Pantalla Principal

La pantalla principal nos muestra los dos subprocesos juntos, nos muestra una sola ventana en la que se puede observar en general nuestra planta, tal como se observa en la ilustración 9.

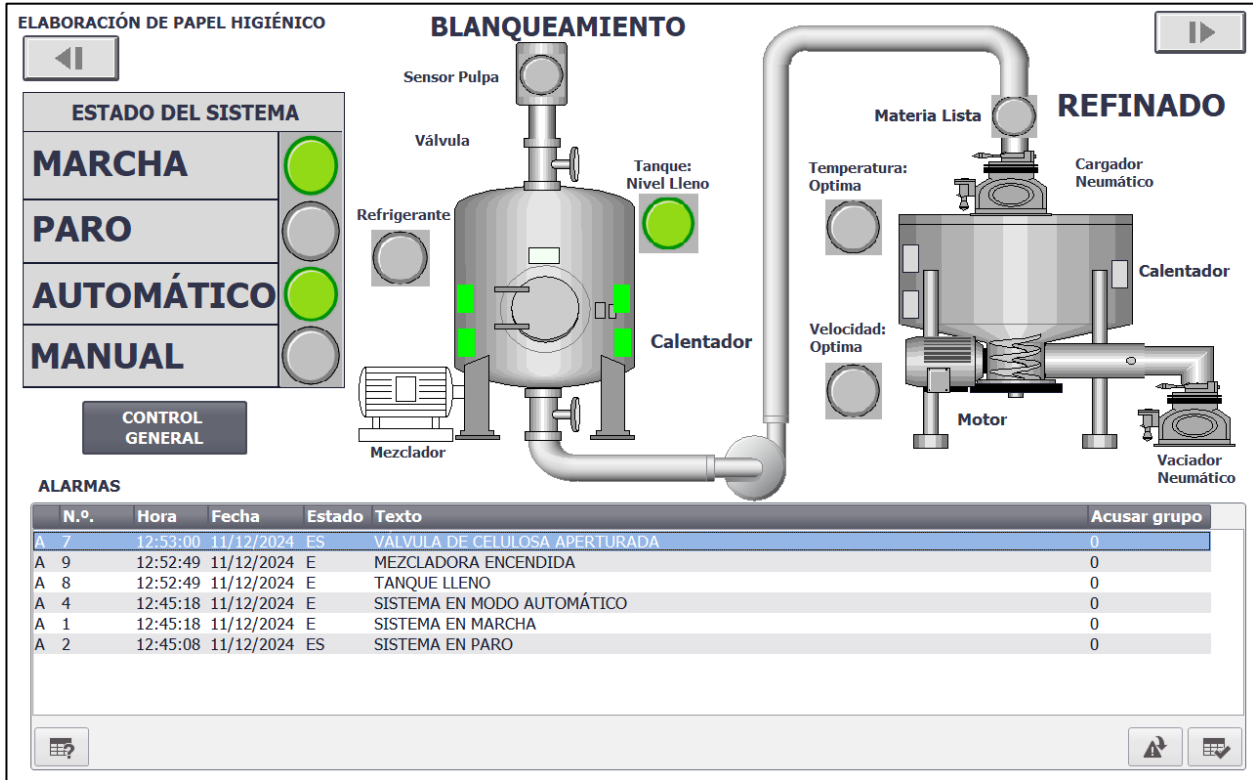


Ilustración 16. Pantalla Principal

Fuente: Autor

### 2.3.5 Pantalla del subproceso de blanqueamiento

Para poder ver los subprocesos de manera individual nos dirigimos a la barra desplegable que sale en el menú de opciones y de esta manera acceder al primer subproceso tal y como se observa en la ilustración 10.

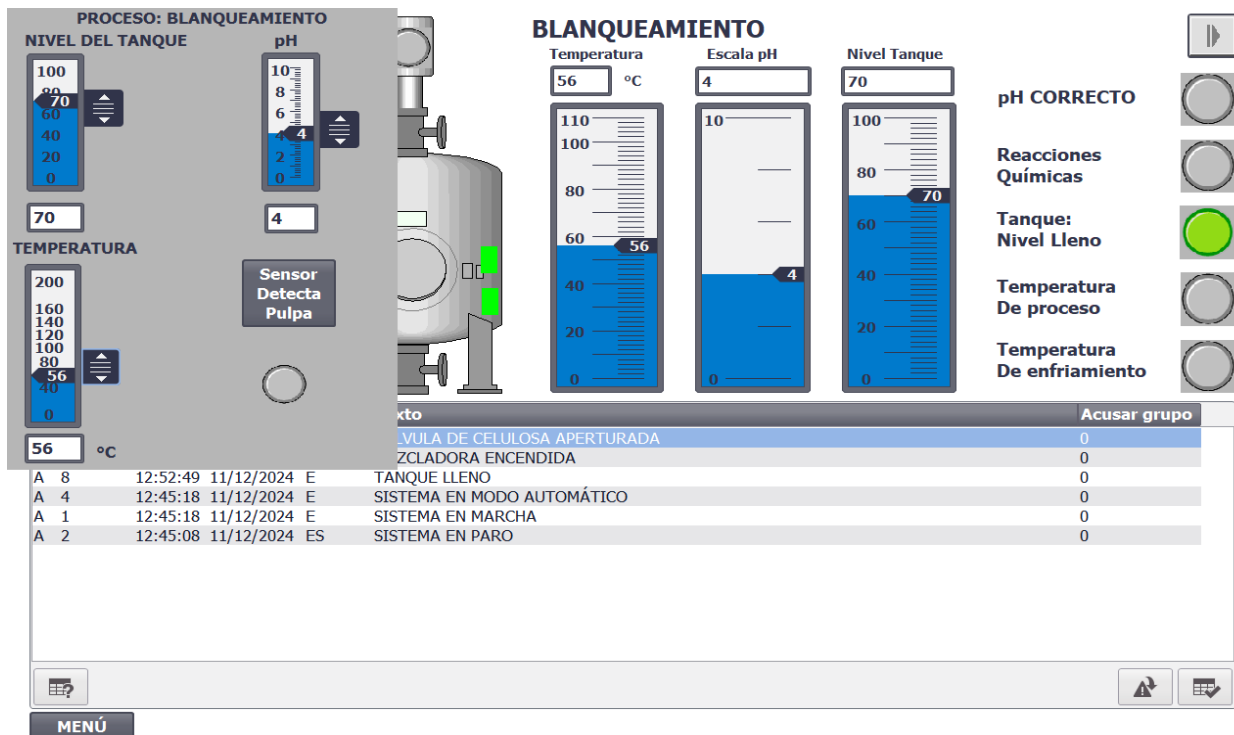


Ilustración 17. Pantalla de blanqueamiento (Automático)

Fuente: Autor

### 2.3.6 Pantalla del subproceso de blanqueamiento modo Manual

En este apartado se puede observar cómo se controla este subproceso de manera manual, al encender y apagar por separado, tal y como se observa en la ilustración 11.

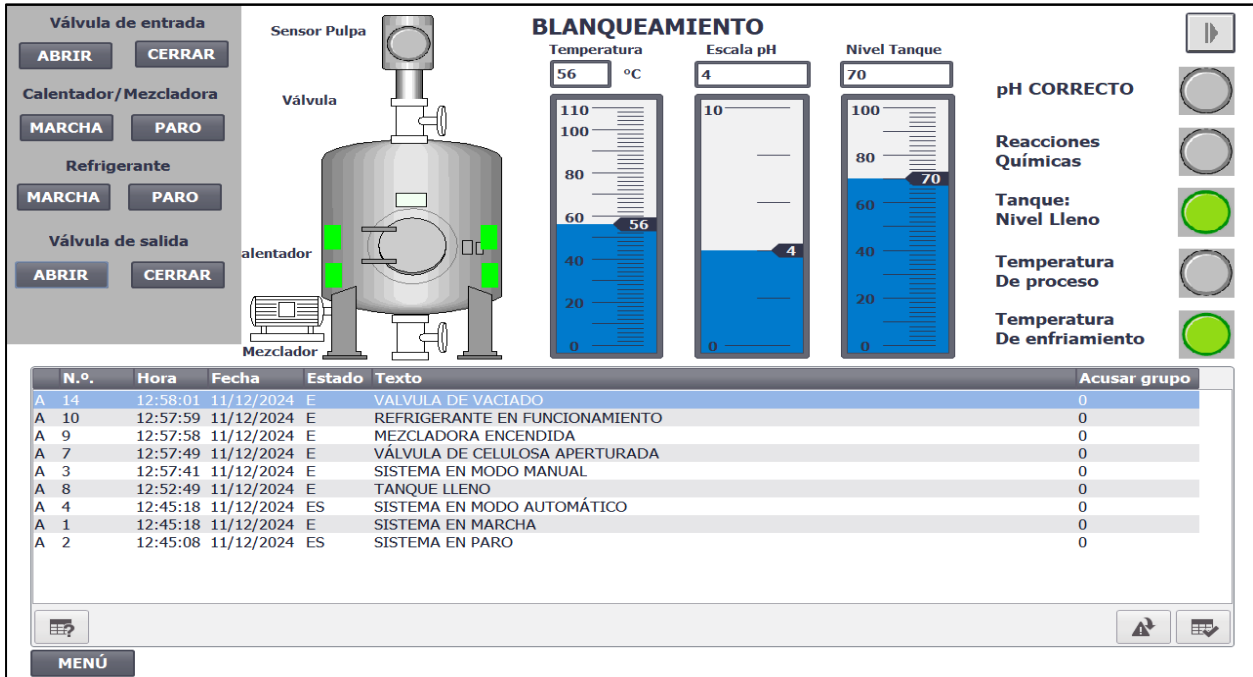


Ilustración 18. Pantalla de blanqueamiento (Manual)

Fuente: Autor

### 2.3.7 Pantalla del subproceso de Refinado de consistencia (Automático)

Ahora en la barra desplegable escogemos “Refinado de consistencia” y se abrirá la siguiente etapa, Véase en ilustración 12.

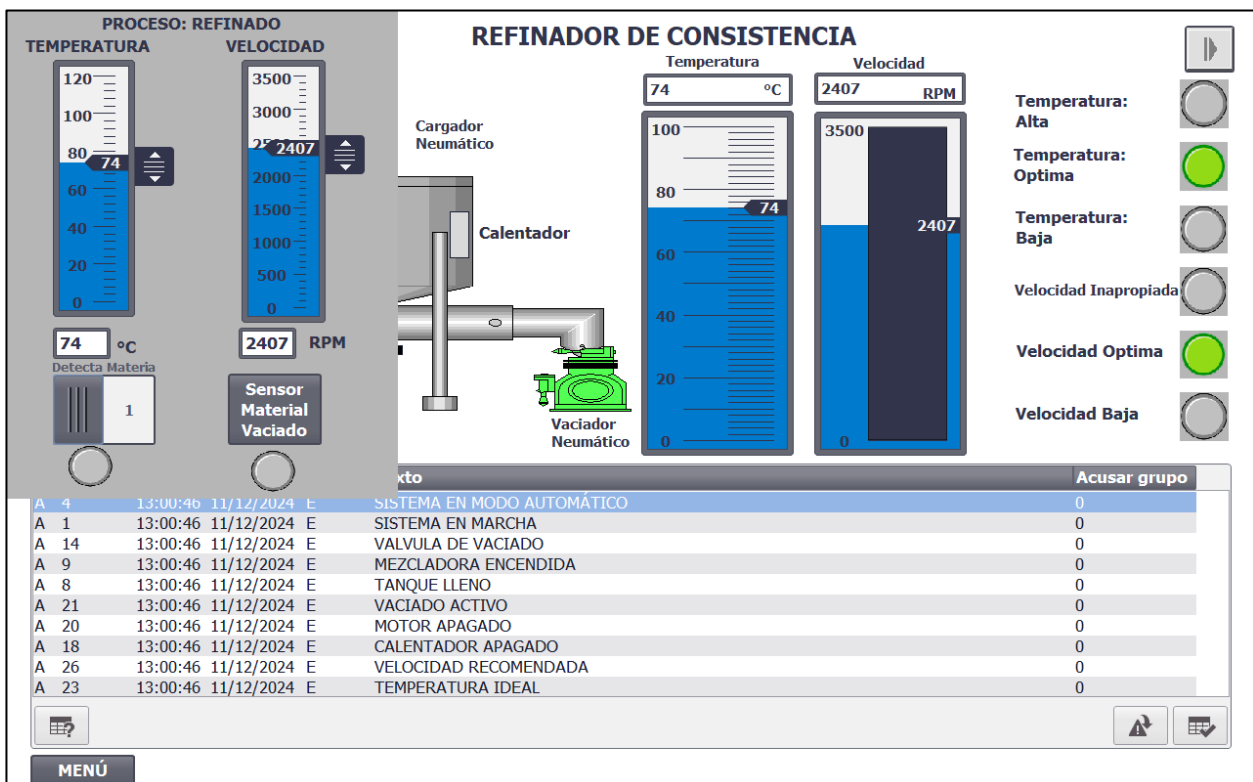


Ilustración 19. Refinado de consistencia (Automático)

Fuente: Autor



### 2.3.8 Pantalla del subproceso de Refinado de consistencia (Manual)

En este apartado se puede observar cómo se controla el subproceso anterior de manera manual, al encender y apagar por separado, tal y como se observa en la ilustración 13.

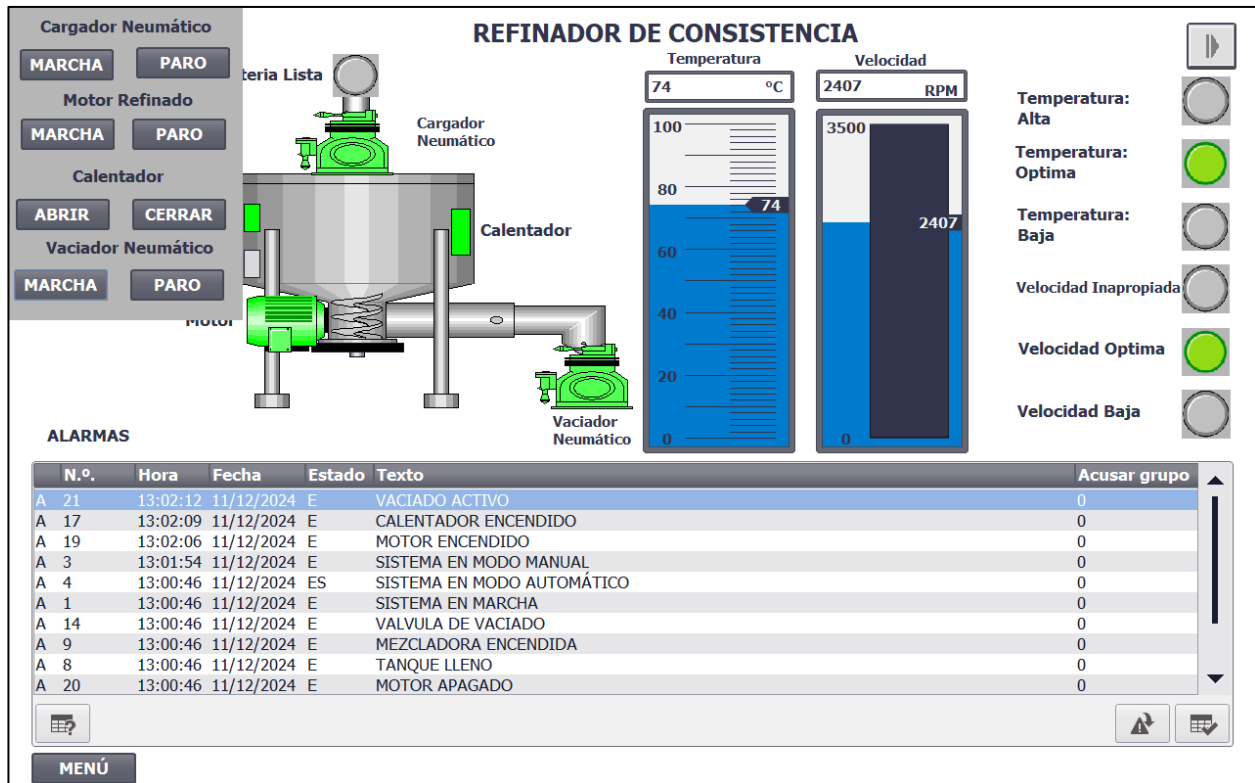


Ilustración 20. Refinado de consistencia (Manual)

Fuente: Autor

### 2.3.9 Parámetros eléctricos

Lo que se puede visualizar en esta pantalla son los voltajes antes mencionados, tal como se observa en la ilustración 14.

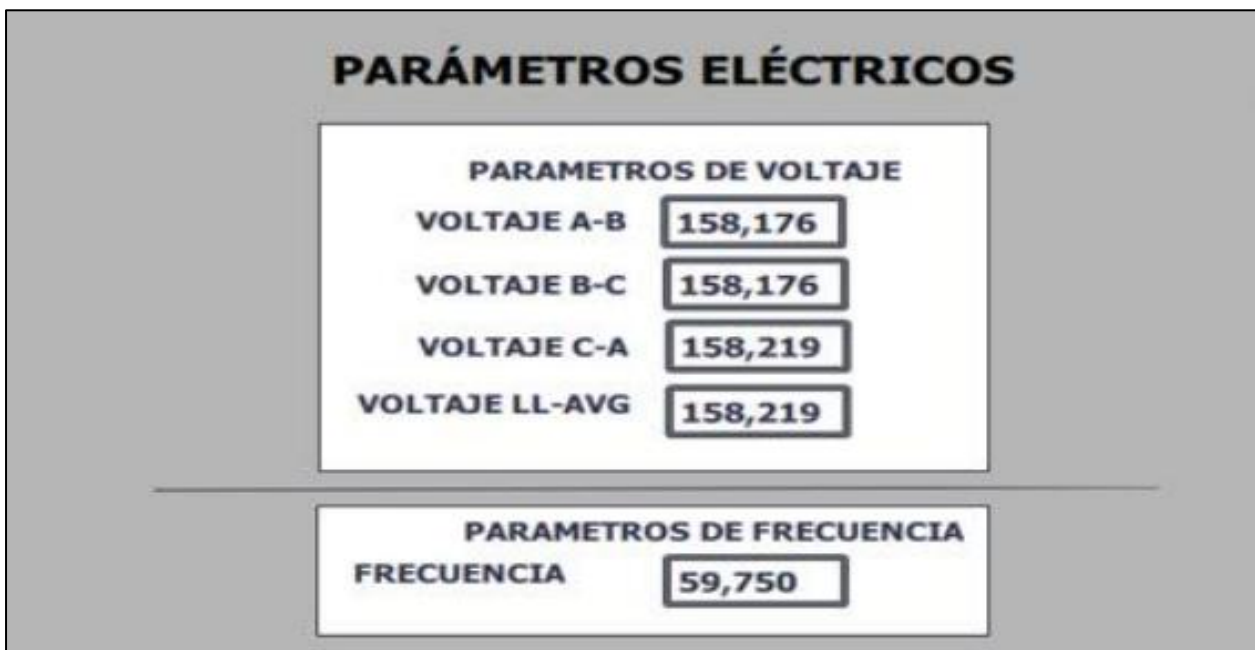


Ilustración 21. Parámetros eléctricos del sistema

## **2.4. Resultados**

La elaboración del diseño destinado a automatizar los subprocesos de blanqueamiento y mejora de consistencia en el proceso de producción de papel higiénico hecho de papel reciclado, se efectuó exitosamente, en donde se incorporaron todos los elementos mecánicos mencionados y sistemas de control.

La programación Ladder para automatizar los subprocesos de blanqueado y mejora de consistencia a través del uso del PLC S7-1200. se realizó de manera acorde a la descripción de la fabricación de papel higiénico Green (Familia) y a su vez verificar que cada proceso cumpla las normas.

El desarrollo e implementación de la HMI simulado para el monitorizar en tiempo real los subprocesos de blanqueamiento y refinado de consistencia, si permitió poder visualizar todos procesos, cabe resaltar que se cumplió con la reducción de riesgos laborales.

Las pruebas realizadas en el laboratorio de automatización nos permitieron verificar que nuestro proceso funciona a la perfección además de ayudarnos a conocer si tenemos alguna falla para su posterior solución.

## **2.5. Conclusiones**

- El proyecto nos facilita la supervisión del proceso, ya que el sistema industrial como esta simulado nos permite controlar sus parámetros. Esta simulación ayuda a comprender de manera más detallada los subprocesos de blanqueamiento y refinado de consistencia, lo que permite realizar optimizaciones que se reflejarán en un mejor desempeño al implementarse en una producción real.
- La automatización reduce la intervención manual en el proceso de blanqueamiento y refinado de consistencia para la elaboración del papel higiénico, lo que minimiza el riesgo de errores humanos y accidentes laborales.
- Los PLCs son dispositivos que son de mucha ayuda en esta clase de procesos industriales, al ser muy eficaces y precisos, permitiéndonos el correcto funcionamiento de este.
- Automatizar los procedimientos puede incrementar la producción, lo cual será muy beneficioso para las siguientes etapas del proceso en el futuro.

## **2.6. Recomendaciones**

- Resulta crucial inicialmente examinar minuciosamente cada proceso y entender las regulaciones y condiciones de operación, pues esto otorga al programador un

entendimiento nítido y exacto del enfoque de la compañía, simplificando la detección de los sectores que pueden ser automatizados.

- Es importante recordar configurar la correcta dirección IP al cargar la programación Ladder en los PLCs, ya que esto evita posibles errores de subida o funcionamiento de la simulación.
- Investigar la posibilidad de optimizar el sistema automatizado y aplicarlo a otros subprocesos en la fabricación de papel higiénico a partir de papel reciclado, mejoraría la seguridad de los operarios al realizar cada proceso.
- Recomendaría tratar de visitar una planta real para tener muchos mas detalles de como es un proceso, para así tener una mejor idea al momento de realizar la simulación.

## **Bibliografía**

- [1] «Descubra cómo al eliminar el uso papel puede reducir la huella de carbono de su empresa». Accedido: 7 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://start.docuware.com/es/blog/elimine-el-papel-y-reduzca-la-huella-de-carbono>
- [2] «Celulose e Papel», Peroxidos. Accedido: 7 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.peroxidos.com.br/es/aplicaciones/pulpa-y-papel>
- [3] «1 Refinación y caracterización de pulpa - 1 Refinación y Caracterización de pulpa 1 Introducción a - Studocu». Accedido: 7 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.studocu.com/co/document/instituto-tecnologico-metropolitano/bioquimica/1-refinacion-y-caracterizacion-de-pulpa/6697947>
- [4] «En Ecuador, aprovechamos el 77% del material reciclado de papel para nuevos productos». Accedido: 25 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.grupofamilia.com/noticias/en-ecuador-aprovechamos-el-77-del-material-reciclado-de-papel-para-nuevos-productos/>
- [5] O. A. M. Pillaga, «Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.».
- [6] A. S. E. Melo, V. T. Huertas, y K. Y. F. Nova, «PROTOTIPO SOSTENIBLE PARA LA FABRICACIÓN DE PAPEL HIGIÉNICO A PARTIR DE RESIDUOS DE CÉSPED CORTADO».

- [7] Comunicación, «Papel higiénico fabricado con papel reciclado, ejemplo de economía circular en Ecuador | PROCOSMÉTICOS ECUADOR». Accedido: 25 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://procosmeticos.ec/2021/03/10/papel-higienico-fabricado-con-papel-reciclado-ejemplo-de-economia-circular-en-ecuador/>
- [8] «Waarom zou je Eco Toiletpapier kopen?», Bamboi. Accedido: 6 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://bamboi.eu/es-es/blogs/blog/por-que-eco-toiletpaper>
- [9] A. B. Herrero Pablo San Segundo y Rebeca, *1.3 Automatización industrial | Introducción a la Automatización Industrial*. Accedido: 1 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://bookdown.org/alberto\\_brunete/intro\\_automatica/automatizacionindustrial.html#ef-AntonioBarrientos2014](https://bookdown.org/alberto_brunete/intro_automatica/automatizacionindustrial.html#ef-AntonioBarrientos2014)
- [10] «UPSE-TEA-2024-0005.pdf». Accedido: 6 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10629/1/UPSE-TEA-2024-0005.pdf>
- [11] BBVA, «¿Qué es el papel reciclado y cuál es el proceso para reciclarlo?», BBVA NOTICIAS. Accedido: 6 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-papel-reciclado-y-cual-es-el-proceso-para-reciclarlo/>
- [12] J. A. G. Hortal, M. B. Roncero, y T. Vidal, «CAPÍTULO III BLANQUEO DE PASTAS».
- [13] «ESTUDIO DE REFINACIÓN DE MEZCLAS DE CELULOSA FIBRA CORTA-FIBRA LARGA EN REFINADOR PILOTO ESCHER WYSS».
- [14] «Sensores de nivel». Accedido: 1 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.omega.com/prodinfo/sondas-de-nivel-medicion.html>
- [15] «Sensor analógico frente a sensores digitales, What's the Difference?» Accedido: 7 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://cfsensor.com/es/difference-between-analog-sensor-and-digital-sensor/>
- [16] «Polilyte Plus pH-Sensor | Process Analytics | Hamilton Company». Accedido: 7 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.hamiltoncompany.com/process-analytics/sensors/ph-and-orp-probes/polymer-filled-ph-and-orp-sensors/polilyte-plus-ph-sensor>
- [17] «Sensor capacitivo: Qué es, Para qué sirve y Ventajas | SDI». Accedido: 7 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://sdindustrial.com.mx/blog/sensor-capacitivo-que-es/>
- [18] «¿Qué es una válvula solenoide?¿Cómo funciona? 【2024】 ». Accedido: 7 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://hntools.es/ayuda-y-consejos/valvula-solenoide/>
- [19] «Bombas centrífugas y su uso en instalaciones hidráulicas». Accedido: 7 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.seguas.com/bombas-centrifugas-instalaciones-hidraulicas/>

- [20] «¿Qué es un agitador industrial? Identifica sus componentes». Accedido: 7 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://autmix.com/blog/que-es-agitador-industrial>
- [21] «qué es un calentador de inmersión?», Wattco. Accedido: 7 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.wattco.com/es/que-es-un-calentador-de-inmersion/>
- [22] I. Gútiez, «PLC S7-1200 de Siemens: características generales». Accedido: 7 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://programacionsiemens.com/s7-1200/>
- [23] humans.txt, «Panel HMI SIMATIC Comfort Siemens TP1200 Comfort - 6AV2124-0MC01-0AX0». Accedido: 7 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.automation24.es/panel-hmi-simatic-comfort-siemens-tp1200-comfort-6av2124-0mc01-0ax0>
- [24] humans.txt, «Siemens CM 1241 RS422/485 - 6ES7241-1CH32-0XB0». Accedido: 8 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.automation24.es/siemens-cm-1241-rs422-485-6es7241-1ch32-0xb0>
- [25] «DTB4848RR Delta Electronics | Mouser», Mouser Electronics. Accedido: 8 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.mouser.ec/ProductDetail/Delta-Electronics/DTB4848RR?qs=HoCaDK9Nz5edPB53m6j8eg%3D%3D>
- [26] «¿Qué es Tía Portal y porque es tan importante en la industria?», Impulso06. Accedido: 7 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://impulso06.com/que-es-tia-portal-y-porque-es-tan-importante-en-la-industria/>
- [27] «Getting Started de SIMATIC HMI WinCC V7.5».
- [28] «¿Qué son las redes industriales y porqué son importantes en la automatización industrial? | IMEPI México». Accedido: 8 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://imepi.com.mx/que-son-las-redes-industriales-y-porque-son-importantes-en-la-automatizacion-industrial/>
- [29] Marketing, «Modbus RTU: El protocolo industrial de comunicación por excelencia», Ditel Diseños y Tecnología S.A. Accedido: 8 de octubre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.ditel.es/modbus-rtu-el-protocolo-industrial-de-comunicacion-por-excelencia/>
- [30] «Entendiendo la Norma ISA 101». Accedido: 6 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.linkedin.com/pulse/entendiendo-la-isa-101-itaka-ingenieria-srl-hyf9f>
- [31] «lyCnet\_Intro\_estandar\_IEC\_61131-3.pdf». Accedido: 20 de noviembre de 2024. [En línea]. Disponible en: [https://instrumentacionycontrol.net/wp-content/uploads/2017/11/lyCnet\\_Intro\\_estandar\\_IEC\\_61131-3.pdf](https://instrumentacionycontrol.net/wp-content/uploads/2017/11/lyCnet_Intro_estandar_IEC_61131-3.pdf)
- [32] D. García, «IEC 61131-3 Introducción al estándar». Accedido: 6 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.infopl.net/documentacion/67-estandares-programacion/594-introduccion-al-estandar-iec-61131-3>

- [33] G. A. Borbor Suárez, «Diseño y simulación de la automatización del proceso de la fabricación del papel mediante PLC en la etapa de preparación de la pulpa.», bachelorThesis, La Libertad: Universidad Estatal Península de Santa Elena. 2024, 2024. Accedido: 6 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10629>
- [34] F. J. Carriel Eras, «Diseño y simulación del proceso de fabricación de papel mediante PLC y HMI», bachelorThesis, 2024. Accedido: 6 de julio de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27752>
- [35] E. G. H. Osorio, «PROYECTO DE GRADO PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERO ELECTRONICO EN INSTRUMENTACION».

# Anexo 1

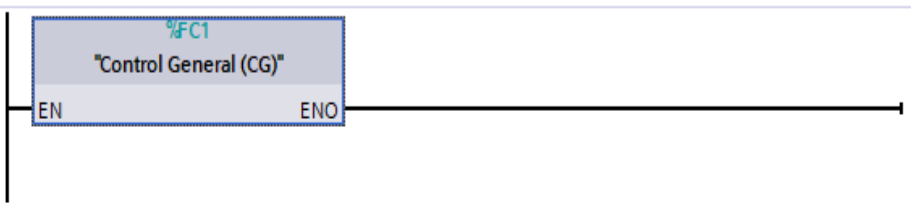
## Bloque principal (OB1)

Proyecto\_Papel\_Higienico ▶ PLC\_1 [CPU 1212C AC/DC/Rly] ▶ Bloques de programa ▶ Main [OB1]

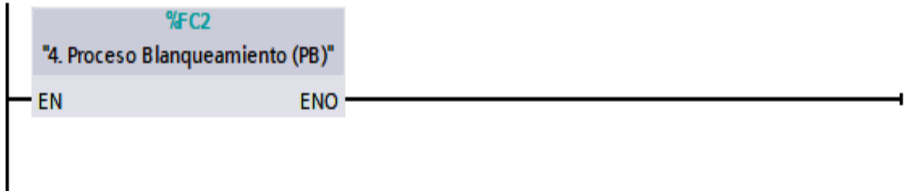
Interfaz de bloque

▼ Título del bloque: BLOQUE PRINCIPAL  
Comentario

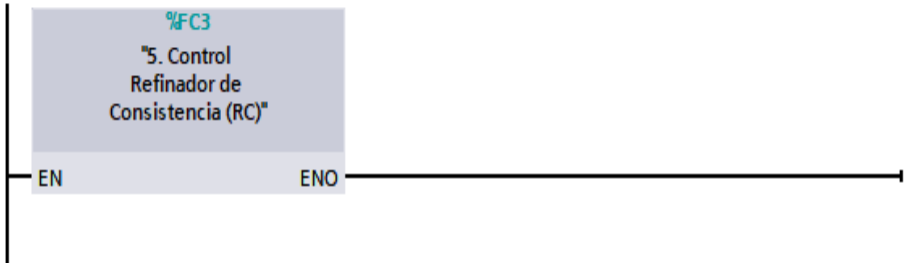
▼ Segmento 1: MARCHA CON ENCLAVAMIENTO GENERAL  
Comentario



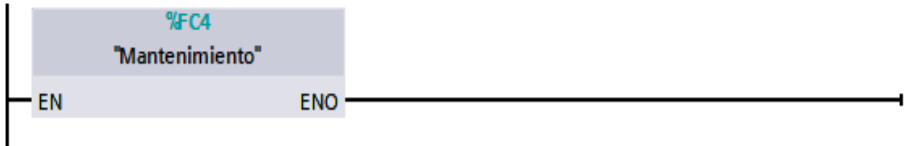
▼ Segmento 2: PROCESO DE BLANQUEAMIENTO DE LA PASTA  
Comentario



▼ Segmento 3: REFINADO DE CONSISTENCIA  
Comentario



▼ Segmento 4: MANTENIMIENTO DE MÁQUINARIAS  
Comentario

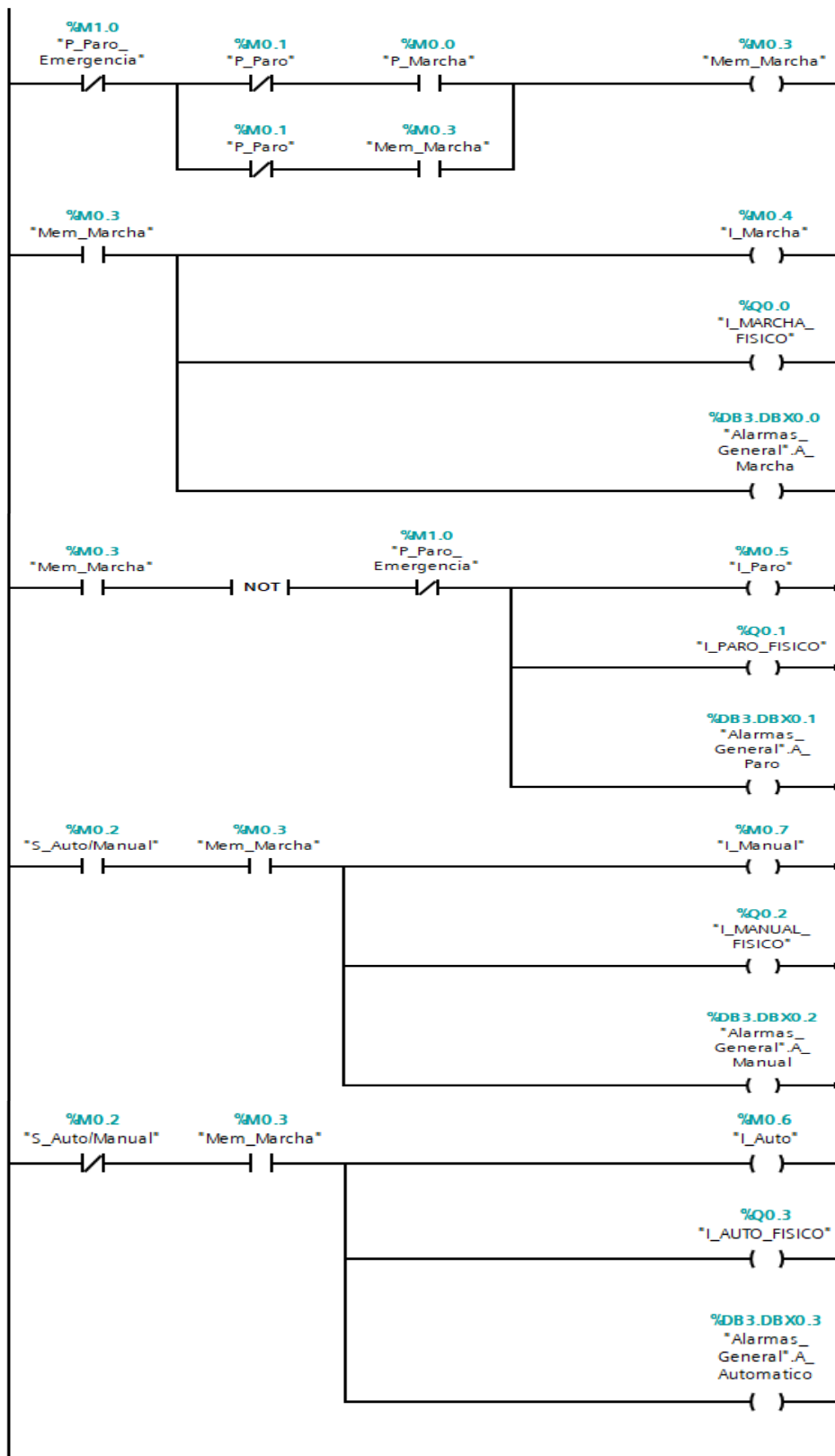


## Anexo 2

### Bloque Control General (FC1)

Segmento 1: .....

Comentario

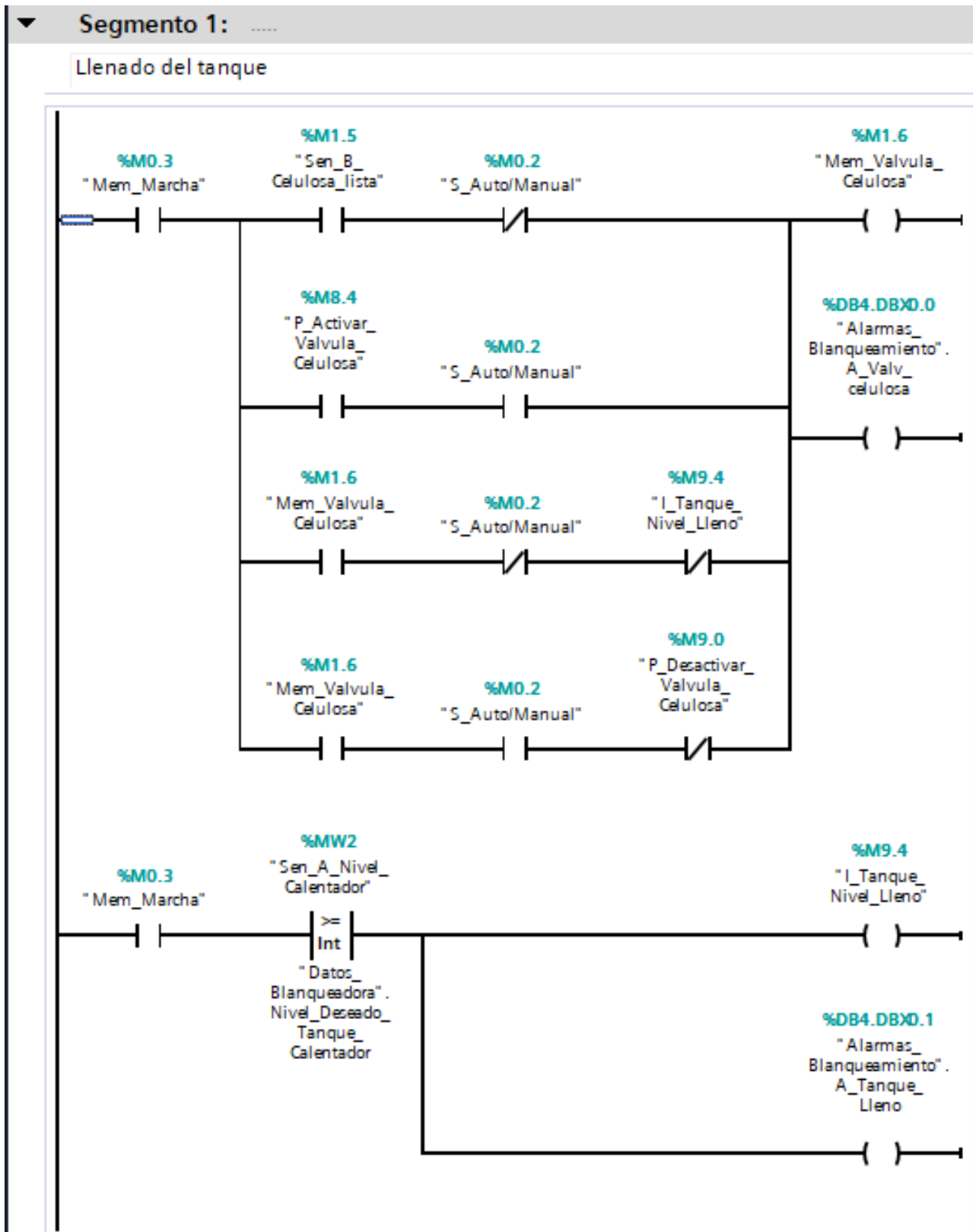




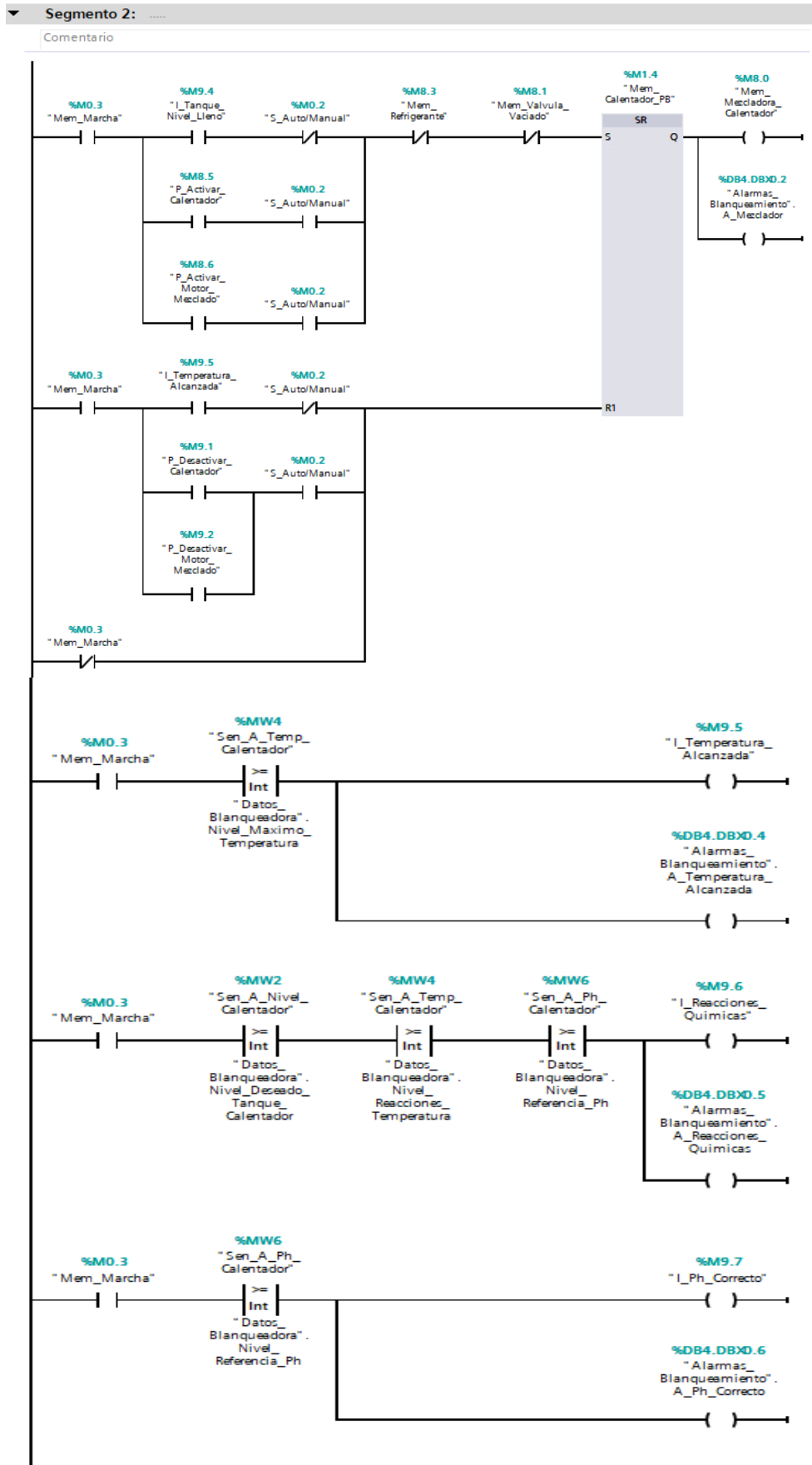
## Anexo 3

### Proceso Blanqueamiento (FC2)

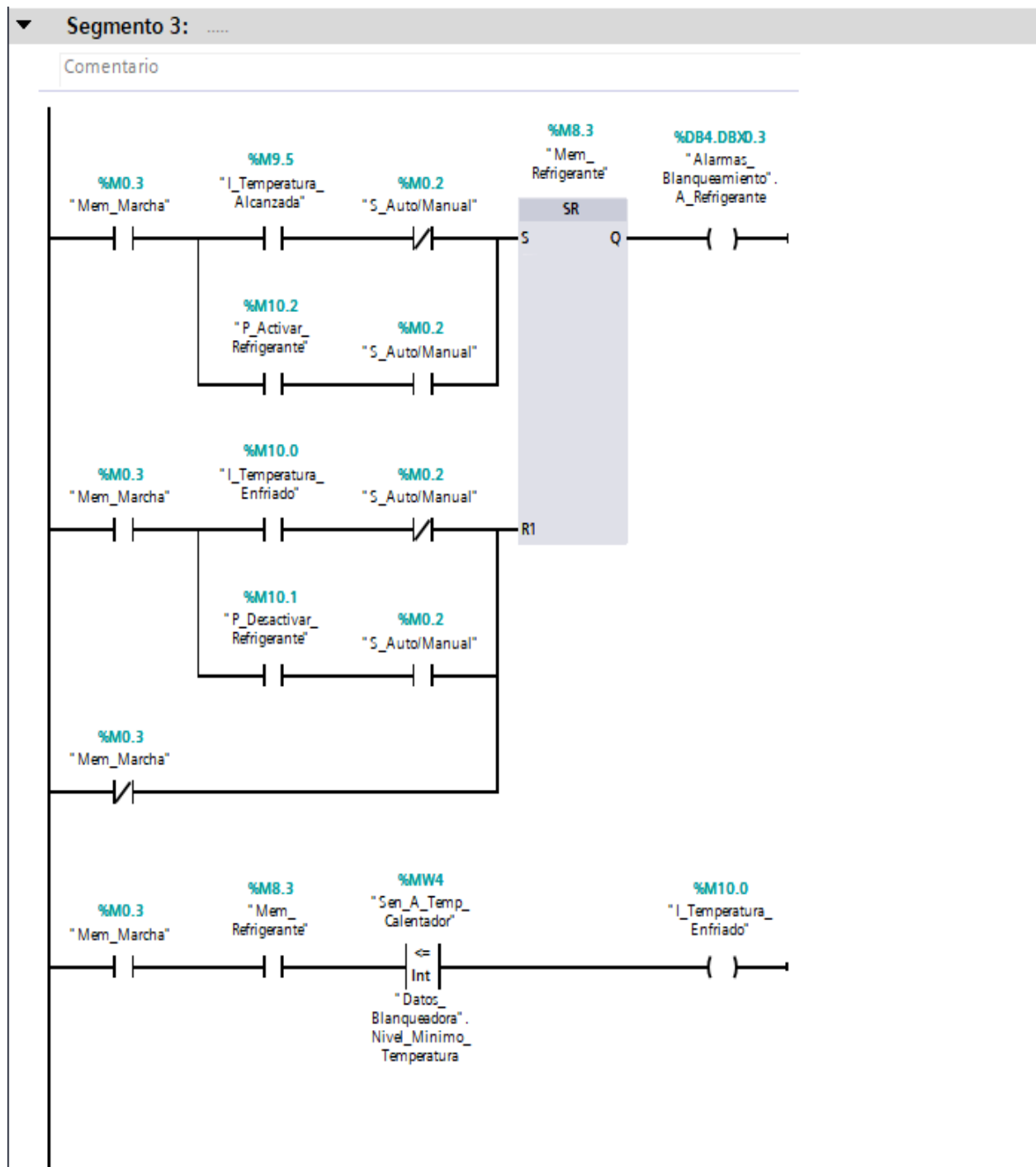
#### Segmento1



## Segmento 2



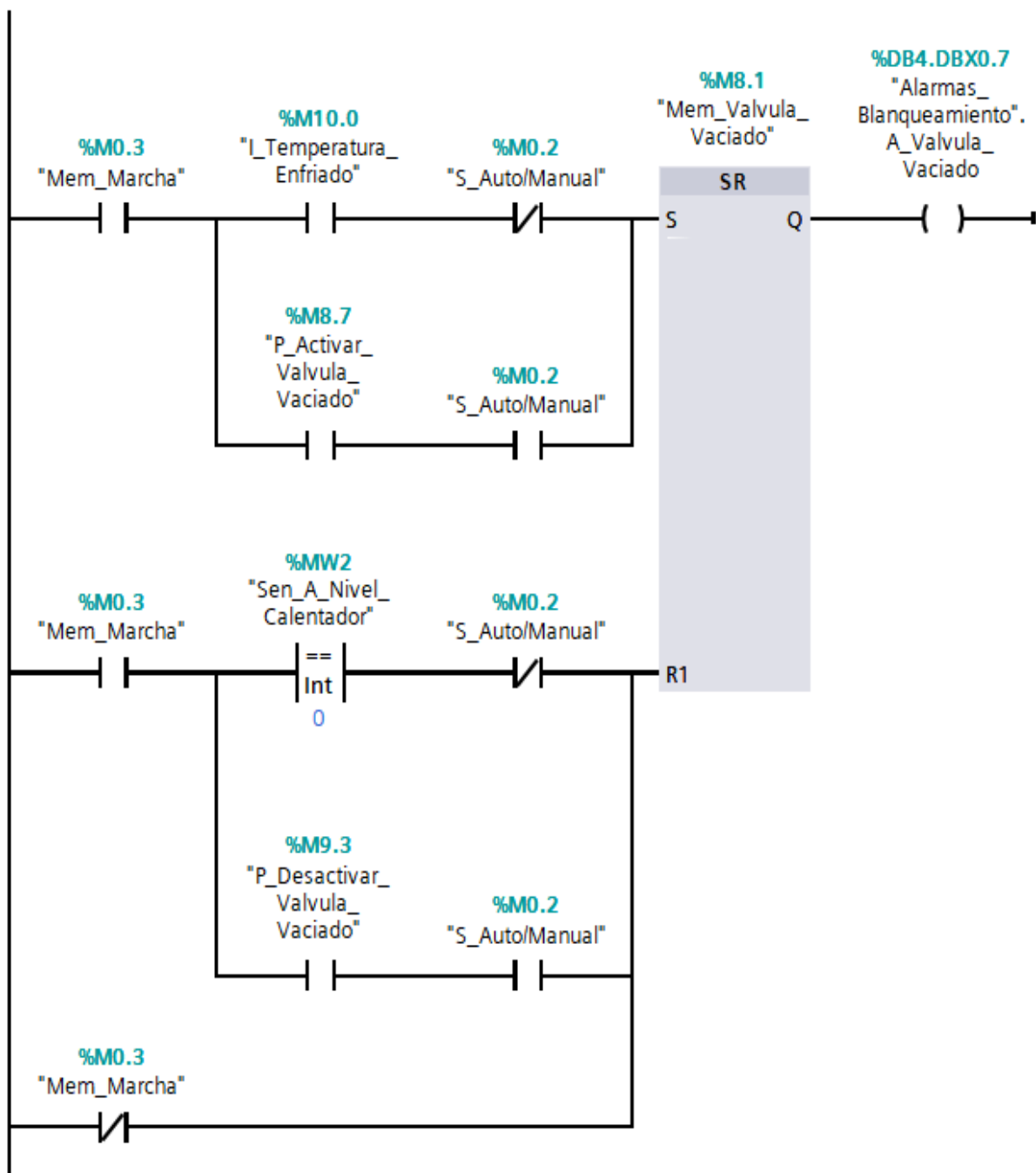
### Segmento 3



## Segmento 4

### Segmento 4: .....

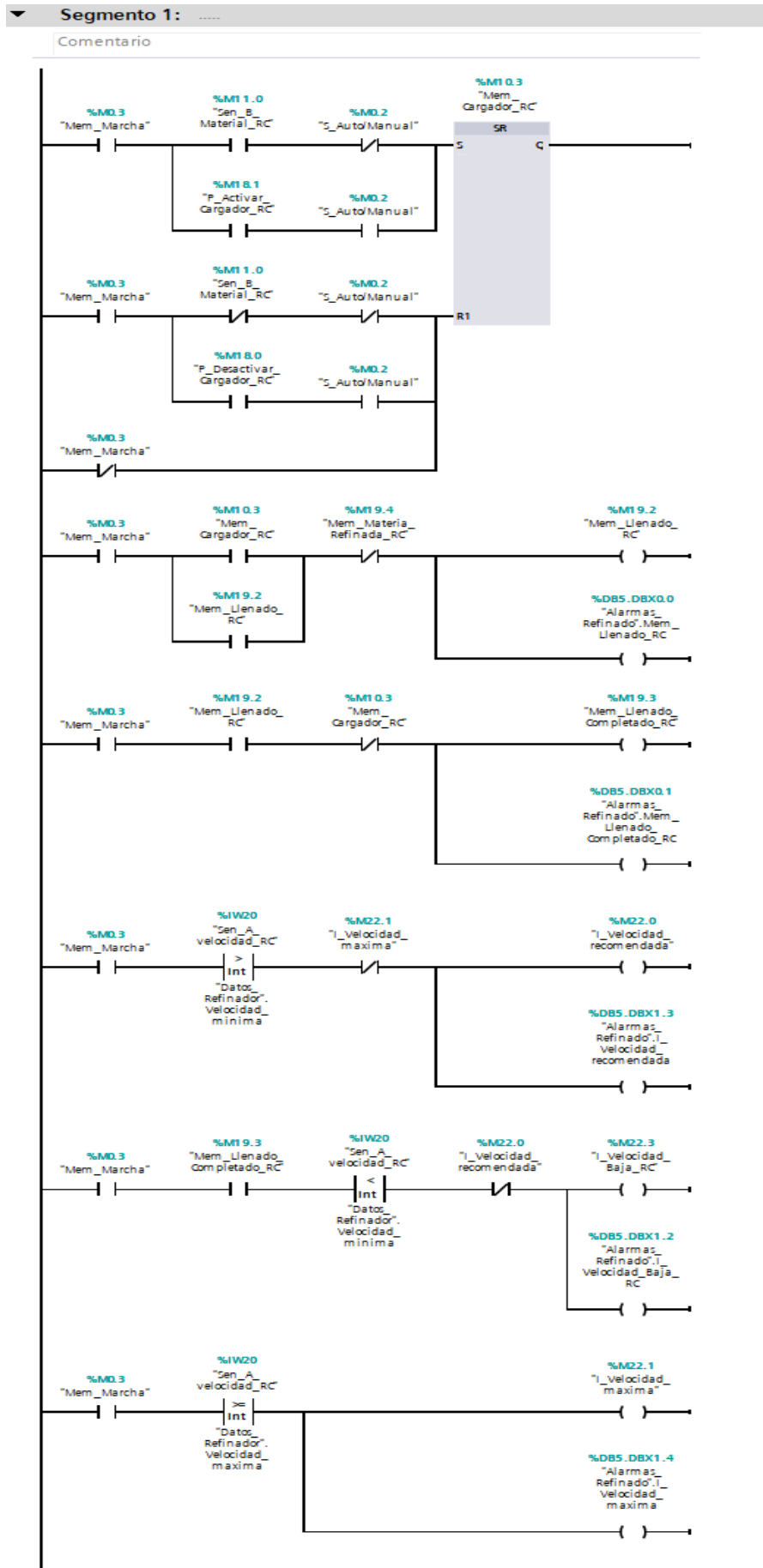
Comentario



# Anexo 4

## Refinado de Consistencia (FC3)

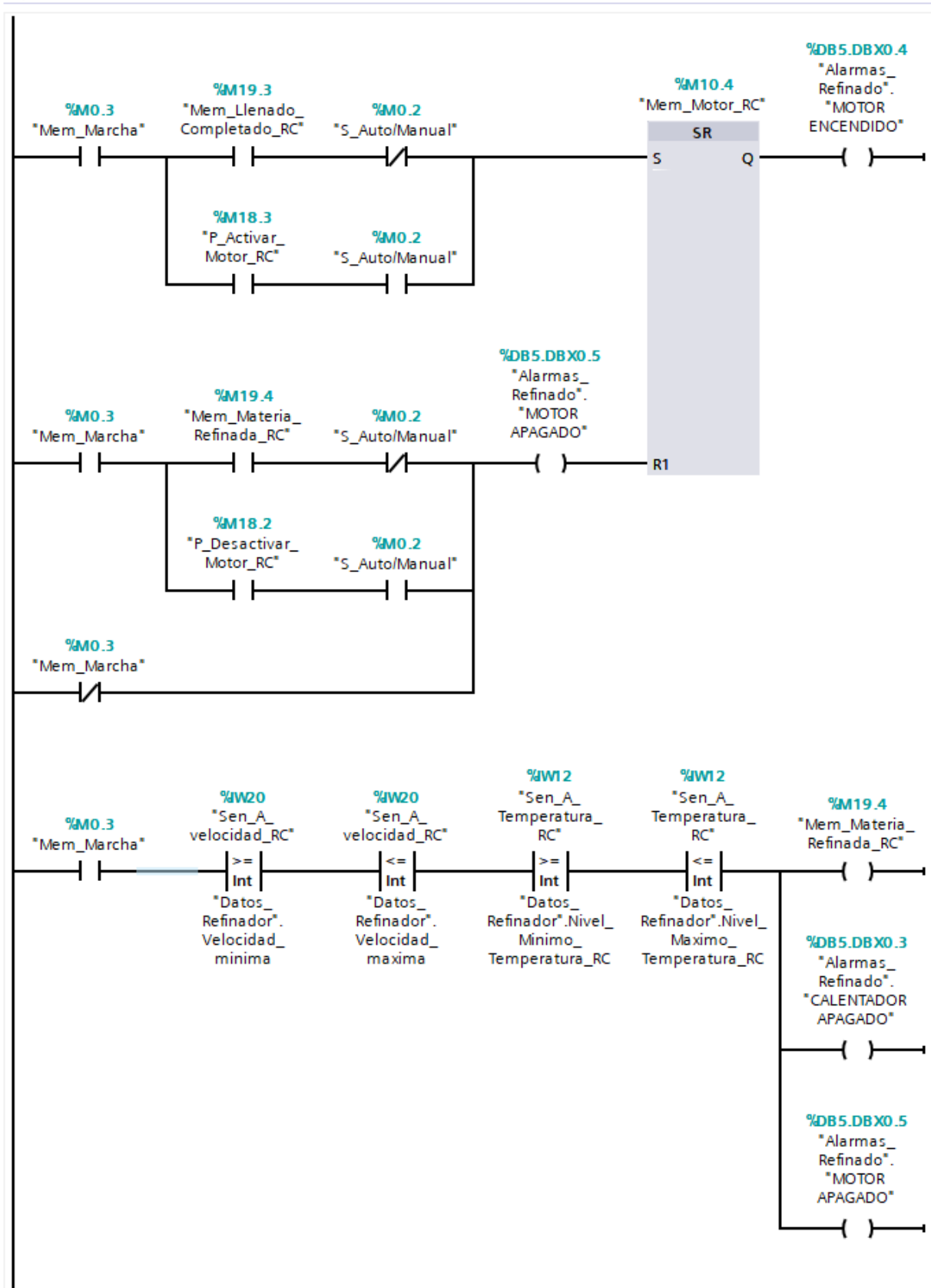
### Segmento 1



## Segmento 2

Segmento 2: .....

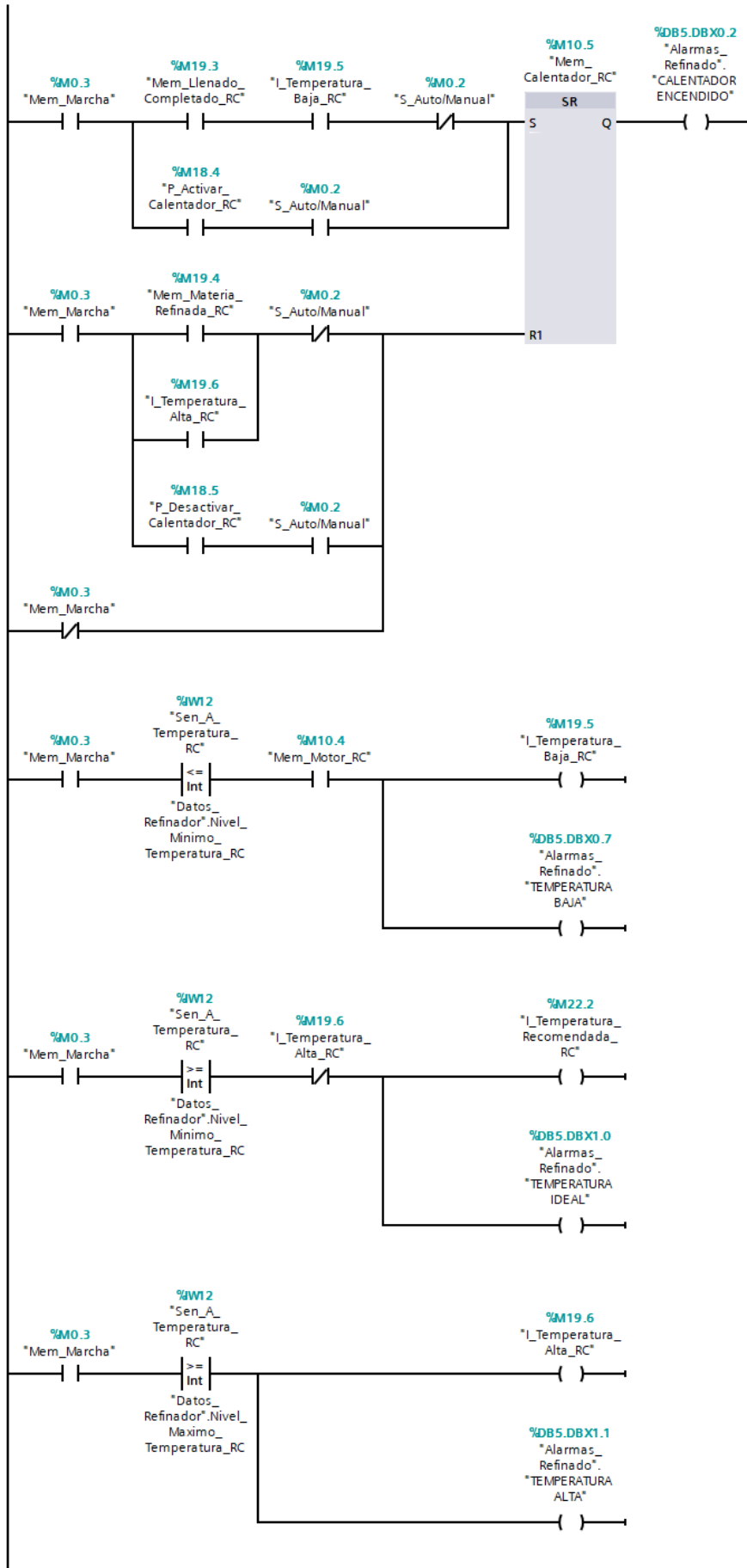
Comentario



### Segmento 3

Segmento 3: .....

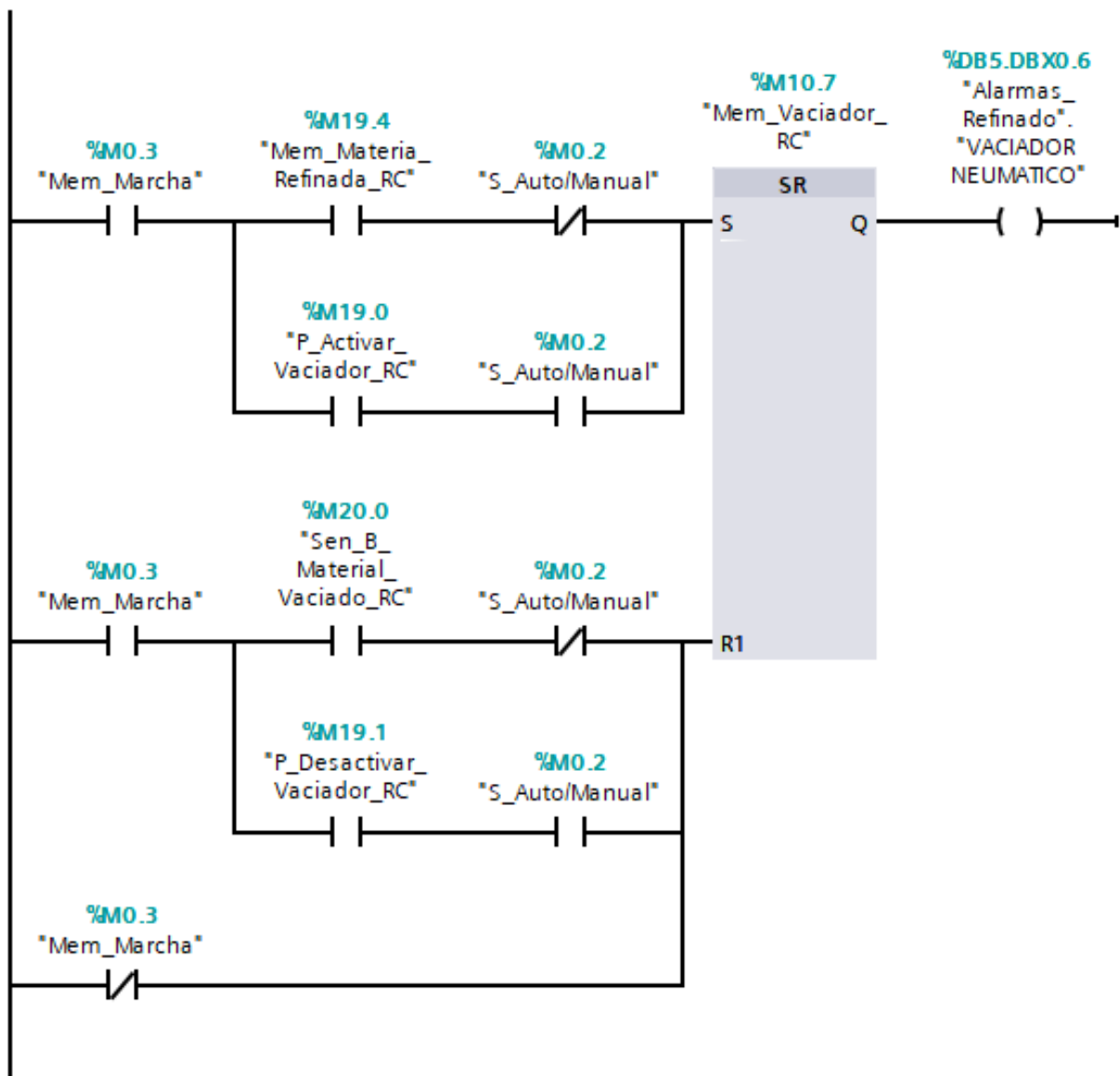
Comentario



## Segmento 4

### ▼ Segmento 4: .....

Comentario

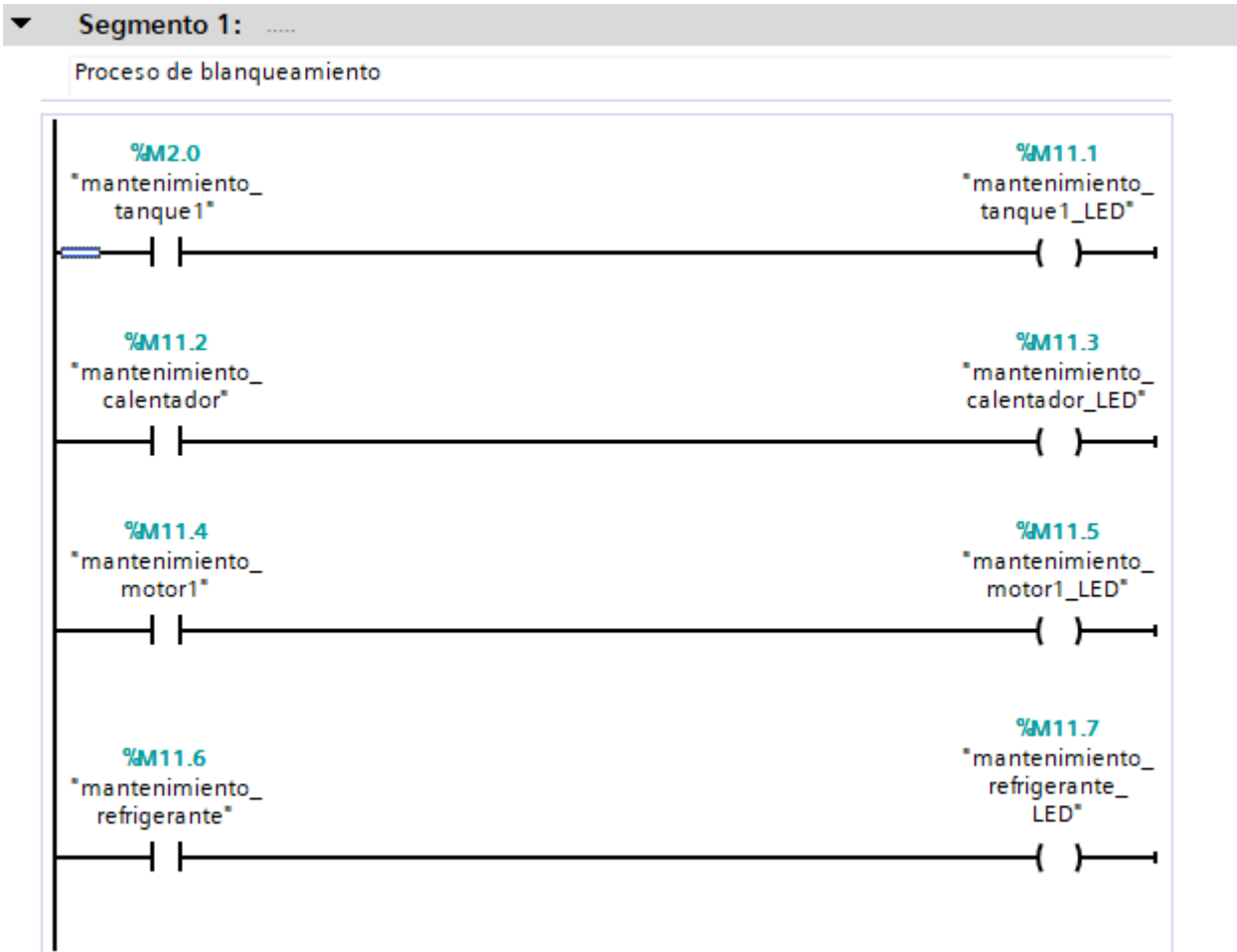




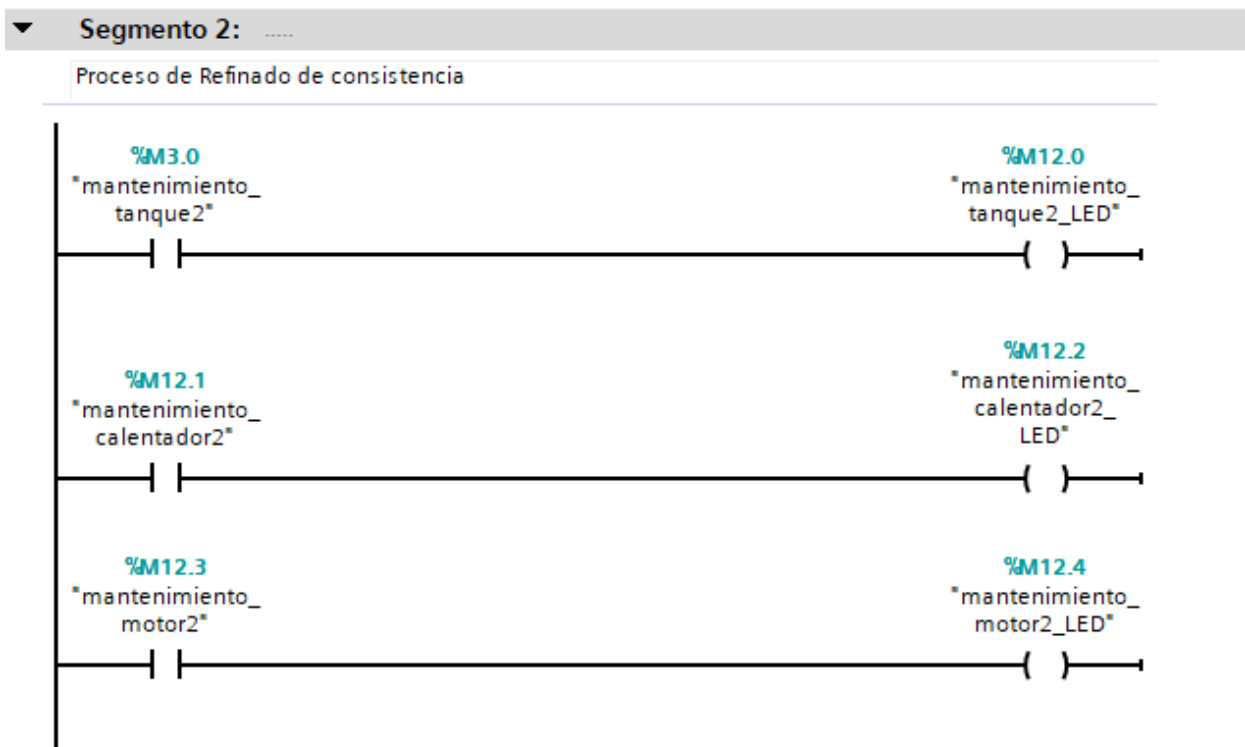
## Anexo 5

### Mantenimiento

#### Segmento 1



#### Segmento 2



## Anexo 6

### Datos Blanqueadora (DB1)

Proyecto\_Papel\_Higienico > PLC\_1 [CPU 1212C AC/DC/Rly] > Bloques de programa > Datos\_Blanqueadora [DB1]

Conservar valores actuales Instantánea Copiar instantáneas a valores de arranque Cargar valores de arranque como valores actuales

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Nivel_Deseado_Tanque_Calentador	Int	60	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Nivel_Reacciones_Temperatura	Int	100	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Nivel_Maximo_Temperatura	Int	110	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Nivel_Referencia_Ph	Int	6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Nivel_Minimo_Temperatura	Int	91	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

## Anexo 7

### Datos Refinadora de consistencia (DB2)

Proyecto\_Papel\_Higienico > PLC\_1 [CPU 1212C AC/DC/Rly] > Bloques de programa > Datos\_Refinador [DB2]

Conservar valores actuales Instantánea Copiar instantáneas a valores de arranque Cargar valores de arranque como valores actuales

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
Static			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Nivel_Minimo_Temperatura_RC	Int	70	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Nivel_Maximo_Temperatura_RC	Int	99	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Velocidad_minima	Int	1500	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Velocidad_maxima	Int	3000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

## Anexo 8

### Alarmas General (DB3)

Proyecto\_Papel\_Higienico > PLC\_1 [CPU 1212C AC/DC/Rly] > Bloques de programa > Alarmas\_General [DB3]

Conservar valores actuales Instantánea Copiar instantáneas a valores de arranque Cargar valores de arranque como valores actuales

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A_Marcha	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A_Paro	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A_Manual	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A_Automático	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A_Local	Bool	0.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A_Remoto	Bool	0.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

## Anexo 9

### Alarmas Blanqueamiento (DB4)

Proyecto\_Papel\_Higienico > PLC\_1 [CPU 1212C AC/DC/Rly] > Bloques de programa > Alarmas\_Blanqueamiento [DB4]

Conservar valores actuales Instantánea Copiar instantáneas a valores de arranque Cargar valores de arranque como valores actuales

Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
Static				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A_Valv_celulosa	Bool	0.0	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A_Tanque_Lleno	Bool	0.1	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A_Mezclador	Bool	0.2	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A_Refrigerante	Bool	0.3	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A_Temperatura_Alcanzada	Bool	0.4	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A_Reacciones_Quimicas	Bool	0.5	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A_Ph_Correcto	Bool	0.6	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A_Valvula_Vaciado	Bool	0.7	false	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

## Anexo 10

### Alarmas Refinado (DB5)

Proyecto\_Papel\_Higienico ▶ PLC\_1 [CPU 1212C AC/DC/Rly] ▶ Bloques de programa ▶ Alarmas\_Refinado [DB5]

Conservar valores actuales Instantánea Copiar instantáneas a valores de arranque Cargar valores de arranque como valores actuales

**Alarmas\_Refinado**

	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor de arranq...	Remanen...	Accesible d...	Escrib...	Visible en ..	Valor de a..	Comentario
1	Static									
2	Mem_Llenado_RC	Bool	0.0	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
3	Mem_Llenado_Completado_RC	Bool	0.1	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
4	CALENTADOR ENCENDIDO	Bool	0.2	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
5	CALENTADOR APAGADO	Bool	0.3	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
6	MOTOR ENCENDIDO	Bool	0.4	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
7	MOTOR APAGADO	Bool	0.5	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
8	VACIADOR NEUMATICO	Bool	0.6	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
9	TEMPERATURA BAJA	Bool	0.7	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
10	TEMPERATURA IDEAL	Bool	1.0	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
11	TEMPERATURA ALTA	Bool	1.1	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
12	L_Velocidad_Baja_RC	Bool	1.2	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
13	L_Velocidad_recomendada	Bool	1.3	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
14	L_Velocidad_maxima	Bool	1.4	false		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

## Anexo 11

### Tabla de variables – Control general

Proyecto\_Papel\_Higienico ▶ PLC\_1 [CPU 1212C AC/DC/Rly] ▶ Variables PLC ▶ V CG [13]

V CG

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	P_Marcha	Bool	%M0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	P_Paro	Bool	%M0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	S_Auto/Manual	Bool	%M0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Mem_Marcha	Bool	%M0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	I_Marcha	Bool	%M0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	I_Paro	Bool	%M0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	I_Auto	Bool	%M0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	I_Manual	Bool	%M0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	P_Paro_Emergencia	Bool	%M1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	I_MARCHA_FISICO	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	I_PARO_FISICO	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	I_MANUAL_FISICO	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	I_AUTO_FISICO	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

## Anexo 12

Tabla de variables – Proceso Blanqueamiento

Proyecto\_Papel\_Higienico ▶ PLC\_1 [CPU 1212C AC/DC/Rly] ▶ Variables PLC ▶ V PB [25]

V PB

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	Mem_Calentador_PB	Bool	%M1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Sen_B_Celulosa_lista	Bool	%M1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Mem_Valvula_Celulosa	Bool	%M1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Sen_A_Nivel_Calentador	Int	%MW2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Sen_A_Temp_Calentador	Int	%MW4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Sen_A_Ph_Calentador	Int	%MW6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Mem_Mezcladora_Calentador	Bool	%M8.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Mem_Valvula_Vaciado	Bool	%M8.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Sen_B_Blanqueamiento	Bool	%M8.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Mem_Refrigerante	Bool	%M8.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	P_Activar_Valvula_Celulosa	Bool	%M8.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	P_Activar_Calentador	Bool	%M8.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	P_Activar_Motor_Mezclado	Bool	%M8.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	P_Activar_Valvula_Vaciado	Bool	%M8.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	P_Desactivar_Valvula_Celulosa	Bool	%M9.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	P_Desactivar_Calentador	Bool	%M9.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	P_Desactivar_Motor_Mezclado	Bool	%M9.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	P_Desactivar_Valvula_Vaciado	Bool	%M9.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	I_Tanque_Nivel_Lleno	Bool	%M9.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	I_Temperatura_Alcanzada	Bool	%M9.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	I_Reacciones_Quimicas	Bool	%M9.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	I_Ph_Correcto	Bool	%M9.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	I_Temperatura_Enfriado	Bool	%M10.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	P_Desactivar_Refrigerante	Bool	%M10.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	P_Activar_Refrigerante	Bool	%M10.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

## Anexo 13

Tabla de variables – Proceso Refinado de consistencia

Proyecto\_Papel\_Higienico ▶ PLC\_1 [CPU 1212C AC/DC/Rly] ▶ Variables PLC ▶ V RC [28]

V RC

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	Mem_Cargador_RC	Bool	%M10.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Mem_Motor_RC	Bool	%M10.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Mem_Calentador_RC	Bool	%M10.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Mem_Enfriador_RC	Bool	%M10.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Mem_Vaciador_RC	Bool	%M10.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Sen_B_Material_RC	Bool	%M11.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Sen_A_Temperatura_RC	Int	%IW12	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	P_Desactivar_Cargador_RC	Bool	%M18.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	P_Activar_Cargador_RC	Bool	%M18.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	P_Desactivar_Motor_RC	Bool	%M18.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	P_Activar_Motor_RC	Bool	%M18.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	P_Activar_Calentador_RC	Bool	%M18.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	P_Desactivar_Calentador_RC	Bool	%M18.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	P_Activar_Enfriador_RC	Bool	%M18.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	P_Desactivar_Enfriador_RC	Bool	%M18.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	P_Activar_Vaciador_RC	Bool	%M19.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	P_Desactivar_Vaciador_RC	Bool	%M19.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	Mem_Llenado_RC	Bool	%M19.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	Mem_Llenado_Completado_RC	Bool	%M19.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	Mem_Materia_Refinada_RC	Bool	%M19.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	I_Temperatura_Baja_RC	Bool	%M19.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	I_Temperatura_Alta_RC	Bool	%M19.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	Sen_B_Material_Vaciado_RC	Bool	%M20.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	Sen_A_velocidad_RC	Int	%IW20	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	I_Velocidad_recomendada	Bool	%M22.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
26	I_Velocidad_maxima	Bool	%M22.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
27	I_Temperatura_Recomendada_...	Bool	%M22.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
28	I_Velocidad_Baja_RC	Bool	%M22.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

## Anexo 14

Tabla de variables – Mantenimiento proceso de blanqueamiento

Proyecto\_Papel\_Higienico > PLC\_1 [CPU 1212C AC/DC/Rly] > Variables PLC > Mantenimiento PB [8]

Mantenimiento PB

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	mantenimiento_tanque1	Bool	%M2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	mantenimiento_tanque1_LED	Bool	%M11.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	mantenimiento_calentador	Bool	%M11.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	mantenimiento_calentador_LED	Bool	%M11.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	mantenimiento_motor1	Bool	%M11.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	mantenimiento_motor1_LED	Bool	%M11.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	mantenimiento_refrigerante	Bool	%M11.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	mantenimiento_refrigerante_LED	Bool	%M11.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

## Anexo 15

Tabla de variables – Mantenimiento proceso refinado de consistencia

Proyecto\_Papel\_Higienico > PLC\_1 [CPU 1212C AC/DC/Rly] > Variables PLC > Mantenimiento RC [6]

Mantenimiento RC

	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	mantenimiento_tanque2	Bool	%M3.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	mantenimiento_tanque2_LED	Bool	%M12.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	mantenimiento_calentador2	Bool	%M12.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	mantenimiento_calentador2_L...	Bool	%M12.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	mantenimiento_motor2	Bool	%M12.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	mantenimiento_motor2_LED	Bool	%M12.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

## Anexo 16

Tabla de variables estándar

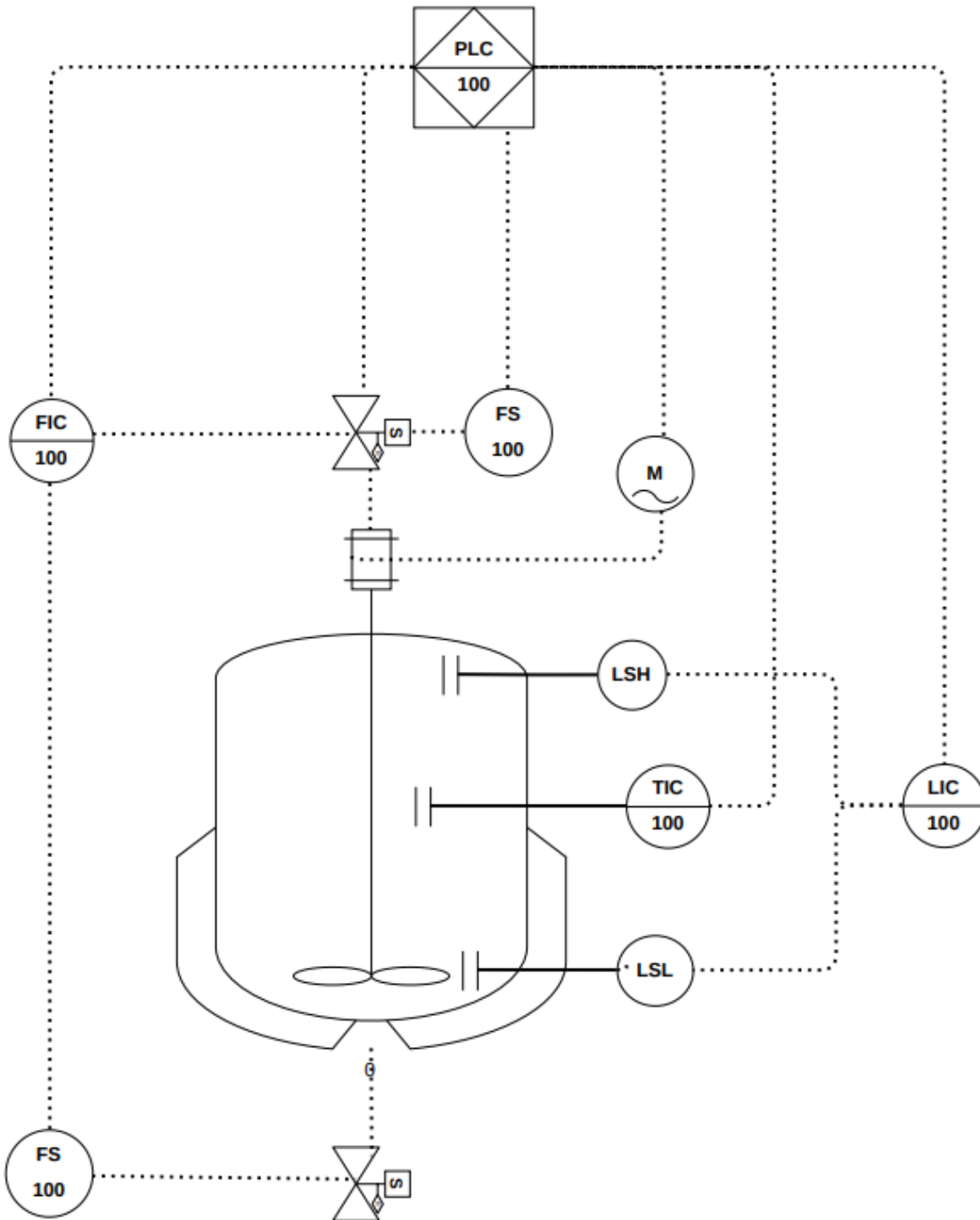
Proyecto\_Papel\_Higienico > PLC\_1 [CPU 1212C AC/DC/Rly] > Variables PLC > Tabla de variables e

Tabla de variables estándar

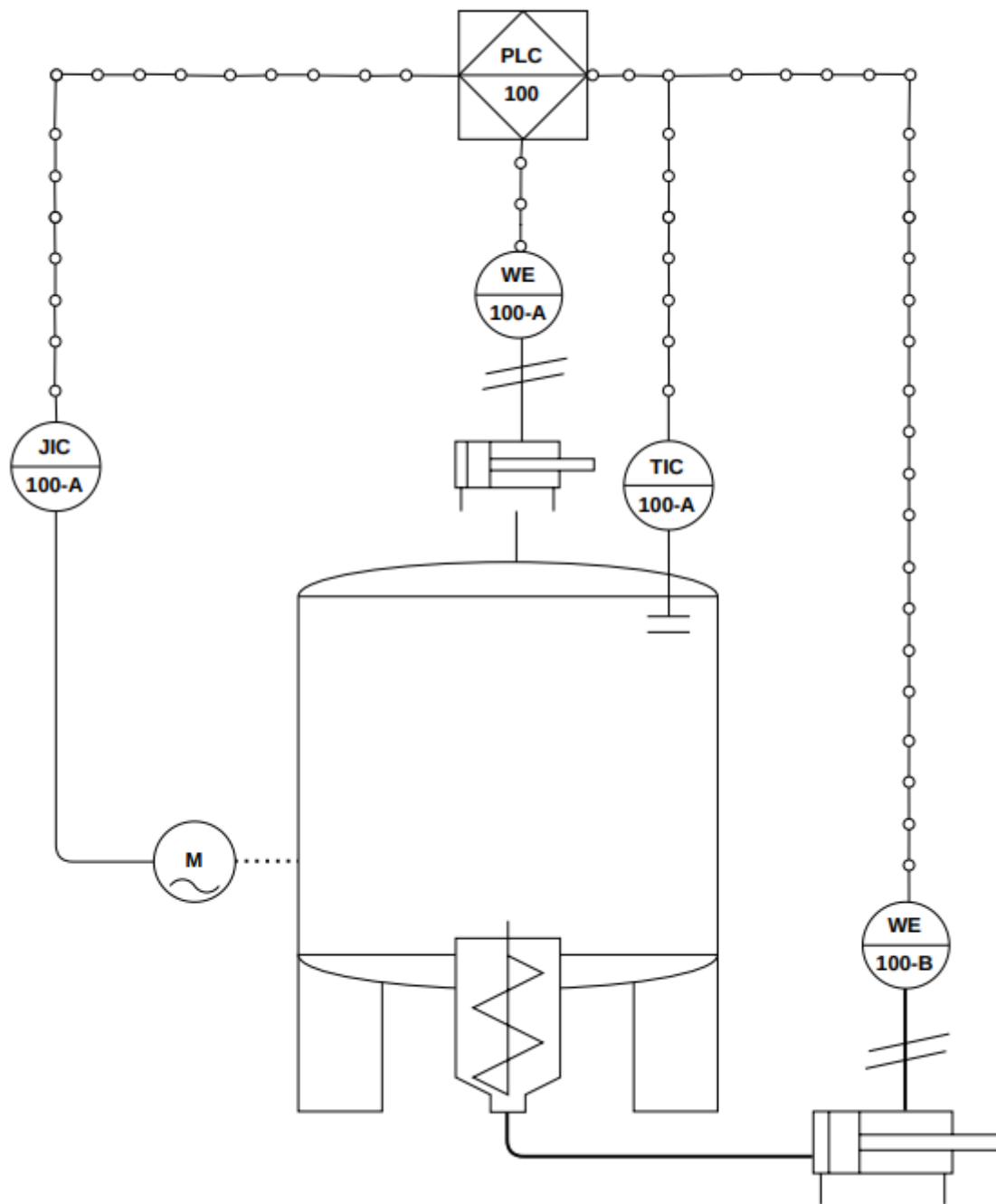
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Rema...	Acces...	Escrib...	Visibl...
1	Clock_Byte	Byte	%MB1000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Clock_10Hz	Bool	%M1000.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Clock_5Hz	Bool	%M1000.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Clock_2.5Hz	Bool	%M1000.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Clock_2Hz	Bool	%M1000.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Clock_1.25Hz	Bool	%M1000.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Clock_1Hz	Bool	%M1000.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Clock_0.625Hz	Bool	%M1000.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Clock_0.5Hz	Bool	%M1000.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

# Anexo 17

## Diagramas P&ID



# Anexo 18





# Anexo 19

## Esquema eléctrico de los actuadores

