



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE GUAYAQUIL**  
**CARRERA DE ELECTRÓNICA Y**  
**AUTOMATIZACIÓN**

**DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE JUGOS Y  
NÉCTARES UTILIZANDO PLC Y SCADA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA**

**AUTORES:**

**JULIO ENRIQUE CHAFLA PINDUISACA**  
**WASHINGTON KEVIN ÁVILA ESPINOZA**

**TUTOR:**

**ING. LARCO TORRES VÍCTOR DAVID, MGTR**

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

**2024**

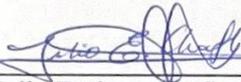
## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Julio Enrique Chafla Pinduisaca y Washington Kevin Ávila Espinoza con documento de identificación N° 0922022629 Y N° 0928320944 respectivamente, manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, julio del año 2024

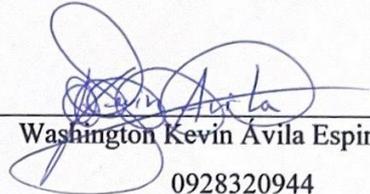
Atentamente,



---

Julio Enrique Chafla Pinduisaca

0922022629



---

Washington Kevin Ávila Espinoza

0928320944

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE  
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Julio Enrique Chafla Pinduisaca y Washington Kevin Ávila Espinoza con documento de identificación N° 0922022629 Y N° 0928320944 respectivamente, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: "Diseño y simulación del proceso de elaboración de jugos y néctares utilizando PLC y SCADA", el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Electrónico, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

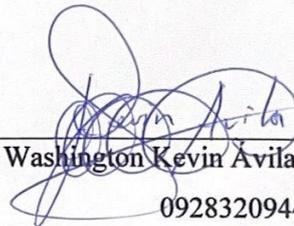
Guayaquil, julio del año 2024

Atentamente,



Julio Enrique Chafla Pinduisaca

0922022629



Washington Kevin Ávila Espinoza

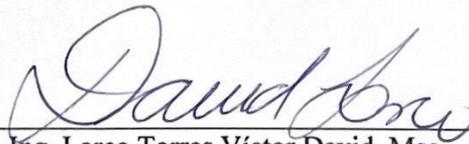
0928320944

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Larco Torres Víctor David con documento de identificación N° 0923270136, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE JUGOS Y NÉCTARES UTILIZANDO PLC Y SCADA realizado por Julio Enrique Chafra Pinduisaca y Washington Kevin Ávila Espinoza con documento de identificación N° 0922022629 Y N° 0928320944 respectivamente, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, julio del año 2024

Atentamente,



---

Ing. Larco Torres Víctor David, Msc.

C.I. 0923270136

## **DEDICADO A**

*A mi hijos y sobrinos, para que sigan adelante en la vida y logren sus objetivos culminando sus estudios.*

*A las personas cercanas en mi vida las cuales siempre dieron un buen consejo dando fuerzas para seguir en la lucha y lograr este paso grande en mi vida.*

**Julio Enrique Chafla Pinduisaca**

*Este logro refleja el inmenso amor y dedicación que tengo hacia mi familia. Valoro mucho las lecciones que la vida que me han dado ya que me ayudaron a ser la persona que soy ahora. Mi gratitud hacia mis padres es imposible de expresar completamente. Esta tesis demuestra su legado y la admiración que siento por ellos*

**Washington Kevin Ávila Espinoza**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente, a Dios que por su gracia estoy en este punto de mi vida, así mismo a mi padre Julio Chafra que me vio iniciar y desde el cielo me vera terminar está etapa de mi vida, a mí madre María Pinduisaca que siempre estuvo junto a mí, y supo llevarme por el camino del bien, a mi hermana Sandra Chafra que con su apoyo pude lograr este objetivo y finalmente a toda mi familia que siempre me dieron palabras de inspiración

**Julio Enrique Chafra Pinduisaca**

A Dios por permitirme llegar a cumplir esta meta, a mis padres Washington Ávila y María Espinoza, que ha sido mi inspiración de mi superación.

A mí porque, aunque no vivía en guayaquil tuve toda la fuerza para poder superarme, largas noches de viaje y peligro para poder llegar ahora que es el final y de darme cuenta de que es posible.

**Washington Kevin Ávila Espinoza**

## **Resumen**

En esta memoria técnica se muestra el desarrollo, simulación y pruebas en laboratorio de un proceso de elaboración de jugos y néctares utilizando un controlador lógico programable y una interfaz de tipo humano-máquina basado en PC (SCADA).

Se ha considerado este tipo de procesos debido a la gran demanda actual de la automatización en procesos alimenticios y con la finalidad de analizar la forma de combinar los controles electrónicos programables con procesos industriales.

El PLC utilizado es el s7-1500 en conjunto con el software TIA PORTAL v15.1 y se ha realizado la aplicación de tipo HMI con WinCC RT mediante comunicación Ethernet. Mediante la animación de elementos como válvulas, mezcladores, tuberías, niveles de tanques y luces pilotos, se ilustra el funcionamiento del proceso planteado.

### **Palabras claves:**

Autómata programable, sistema SCADA, Interfaz humano-máquina, proceso de dosificación, procesador de jugos, WinCC.

## **Abstract**

This technical report shows the development, simulation and laboratory testing of a juice and nectar production process using a programmable logic controller and a PC-based human-machine interface (SCADA).

This type of process has been considered due to the current high demand for automation in food processes and with the purpose of analyzing how to combine programmable electronic controls with industrial processes.

The PLC used is the s7-1500 in conjunction with the TIA PORTAL v15.1 software and the HMI type application has been carried out with WinCC RT through Ethernet communication. By animating elements such as valves, mixers, pipes, tank levels and pilot lights, the operation of the proposed process is illustrated.

### **Keywords:**

Programmable controller, SCADA system, Human-machine interface, dosing process, juice processor, WinCC.

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>PROBLEMA</b> .....	<b>1</b>
<b>3.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
<b>3.1.</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	<b>2</b>
<b>3.2.</b>	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b> .....	<b>2</b>
<b>4.</b>	<b>FUNDAMENTOS TEÓRICOS</b> .....	<b>3</b>
<b>4.1.</b>	<b>PROCESO DE ELABORACIÓN DE JUGOS Y NÉCTAR</b> .....	<b>4</b>
<b>4.1.1.</b>	<b>OBTENCIÓN DE JUGO</b> .....	<b>4</b>
<b>4.1.2.</b>	<b>CLARIFICACIÓN Y FILTRACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>4.1.3.</b>	<b>MEZA Y HOMOGENIZACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>4.1.4.</b>	<b>CONCENTRACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>4.1.5.</b>	<b>PASTEURIZACIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>4.1.6.</b>	<b>ENVASADO</b> .....	<b>5</b>
<b>4.1.7.</b>	<b>ETIQUETADO Y ALMACENAMIENTO</b> .....	<b>5</b>
<b>4.2.</b>	<b>SOFTWARE TIA PORTAL (TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION PORTAL)</b> ...	<b>6</b>
<b>4.3.</b>	<b>PROFINET</b> .....	<b>6</b>
<b>4.4.</b>	<b>SIMATIC WINCC RT</b> .....	<b>7</b>
<b>4.5.</b>	<b>CONTROLADOR LÓGICO S7-1500</b> .....	<b>8</b>
<b>5.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>9</b>
<b>5.1.</b>	<b>ESQUEMA DE RED IMPLEMENTADO</b> .....	<b>9</b>

<b>5.1.1. CONFIGURACIÓN DE PLC_1</b> .....	10
<b>5.1.2. CONFIGURACIÓN DE PC-System_1</b> .....	11
<b>5.2. SISTEMA SCADA REALIZADO EN WINCC</b> .....	12
<b>5.3. PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATA S7-1500</b> .....	17
<b>6. RESULTADOS</b> .....	28
<b>7. CRONOGRAMA</b> .....	29
<b>8. PRESUPUESTO</b> .....	30
<b>9. CONCLUSIONES</b> .....	30
<b>10. RECOMENDACIONES</b> .....	30
<b>11. REFERENCIA BRIBLIOGRÀFICA</b> .....	31
<b>12. ANEXOS</b> .....	32
<b>12.1. PROGRAMACIÓN PLC</b> .....	32

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1 Proceso general para producción de zumo de frutas.....	2
Figura 2 Recolección de frutas. ....	3
Figura 3 Proceso de elaboración.....	5
Figura 4 Software TIA PORTAL. ....	6
Figura 5 Ejemplo de comunicación PROFINET .....	7
Figura 6 Tasa de aprendizaje en la preparación del modelo. ....	8
Figura 7 Modelo 3D de la CPU 1516-3PN/DP del laboratorio.....	8
Figura 8 Esquema de Red Implementado. ....	9
Figura 9 Vista topológica del sistema.....	10

Figura 10 Configuración de Hardware. ....	10
Figura 11 Entradas y salidas del módulo de salidas digitales. ....	11
Figura 12 Simatic PC Station. ....	12
Figura 13 Diagrama de navegación entre pantallas .....	13
Figura 14 Plantilla de pantallas HMI.....	13
Figura 15 Pantalla Principal. ....	14
Figura 16 Pantalla Fase1. ....	14
Figura 17 Pantalla Fase2. ....	15
Figura 18 Pantalla de Alarmas. ....	16
Figura 19 Alarmas discretas. ....	17
Figura 20 Alarmas analógicas. ....	17
Figura 21 Memoria utilizada en el PLC. ....	17
Figura 22 Tabla de variables en el PLC – parte1.....	18
Figura 23 Tabla de variables en el PLC – parte2.....	19
Figura 24 Tabla de variables en el PLC – parte3.....	20
Figura 25 Permisivo de inicio y detección de niveles concentrado.....	21
Figura 26 Control de encendido del sistema.....	21
Figura 27 Control de encendido del sistema.....	22
Figura 28 Control de niveles de tanques.....	23
Figura 29 Control de secuencia Fase 1. ....	23
Figura 30 Control de secuencia Fase 1 - 2.....	24
Figura 31 Animación mezclador HMI.....	24
Figura 32 Control de secuencia Fase2. ....	25
Figura 33 Simulación y control de temperatura.....	26
Figura 34 Secuencia de descarga de sustancia residual. ....	26
Figura 35 Bloque OB100. ....	27
Figura 36 Cableado paralelo y red Ethernet en laboratorio .....	28

Figura 37 Ejecución de simulación en laboratorio.....28

## **ÍNDICE TABLAS**

Tabla 1 Cronograma de actividades .....29

Tabla 2 Tabla de presupuesto .....30

## **1. INTRODUCCIÓN**

En el presente trabajo se realiza el diseño y simulación de un proceso para la elaboración de jugos y néctares basado en la investigación, selección y análisis de procesos que actualmente se utilizan en la industria para aportar con el conocimiento y técnica del uso de equipos de automatización para controlar, regular y monitorizar las diferentes variables dependientes e independientes presentes para lograr el objetivo.

En el desarrollo se incluye definir el entorno de análisis, así como variables, tipos de datos asociados a variables, definición de algoritmos de control asociados al tipo de proceso, y a su vez el desarrollo de pantallas que sean amigables a un usuario común y que puedan servir como base para desarrollos a futuro en el campo de la ingeniería de procesos alimentario con desarrollo tecnológico.

Como resultado final se tendrá una simulación de proceso desde el computador que podría beneficiar a los docentes de la carrera para tener un caso de estudio para incluir en el currículum, así como a los estudiantes de la UPS para tener más ejemplos de aplicación de controladores lógicos programables.

## **2. PROBLEMA**

La industria de procesamiento de jugos y néctares enfrenta desafíos en términos de eficiencia energética, costos operativos y sostenibilidad centrándose en como optimizar el consumo de energía en la línea de producción utilizando tecnologías como PLC y SCADA.

Teniendo en cuenta tres aspectos como el control de temperatura y tiempo de procesamiento, optimización de cargas y descargas de materia prima, y gestión eficiente de bombas y motores. (TETRAPAK, 2020)

Los estudiantes universitarios que tengan la oportunidad de estar inmersos en este tipo de procesos podrían tener inconvenientes para un rápida comprensión y adaptación al funcionamiento.

Este problema de estudio no solo tiene implicaciones técnicas, sino también económicas y medioambientales. El Laboratorio de Automatización 2, proporciona un espacio idóneo para validar la hipótesis.

La implementación de tecnología como PLC y SCADA permite supervisar y controlar de manera más precisa los equipos y los parámetros, ajustándolos automáticamente para lograr un consumo energético óptimo. En la figura 1 se puede observar de manera general el proceso para producción de zumo de frutas.

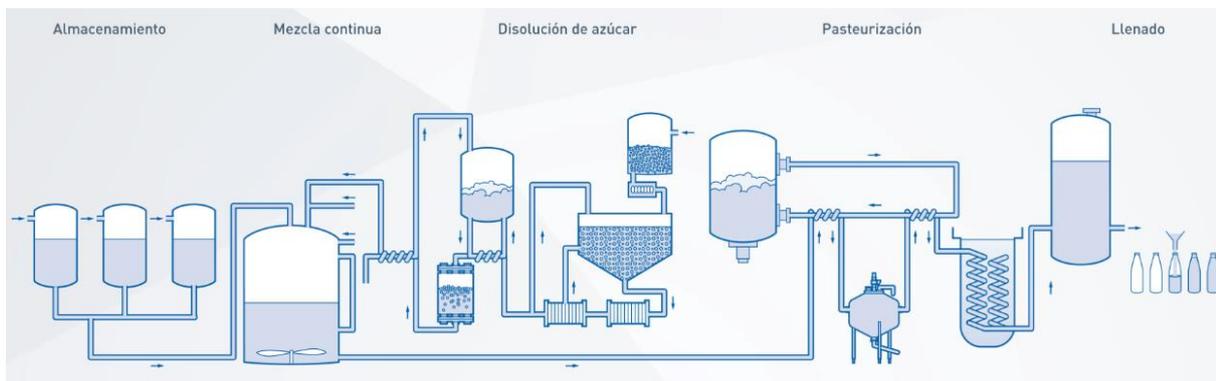


Figura 1 Proceso general para producción de zumo de frutas. (TETRPAK, 2020)

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y simular un sistema integrado de automatización para el proceso de elaboración de jugos y néctar mediante PLC y SCADA.

#### 3.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

- Diseñar la programación del proceso de elaboración de jugos y néctar en el software de programación TIA PORTAL.
- Ajustar los parámetros del proceso en la programación dentro del TIA PORTAL.
- Realizar pruebas y simulaciones en el Laboratorio de Automatización.

#### 4. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Los zumos y néctares comerciales han evolucionado para satisfacer las necesidades de los consumidores. Desde sus orígenes previos a la revolución industrial y la urbanización, los alimentos procesados han ganado protagonismo debido a la concentración de la población en grandes ciudades, donde el acceso directo a ciertos productos es limitado.

Un hito crucial en el desarrollo de los zumos comerciales fue la introducción de la pasteurización. Este proceso térmico permite conservar, almacenar y distribuir alimentos a largas distancias. La pasteurización destruye microorganismos que podrían alterar los alimentos, preservando al máximo sus propiedades nutricionales. En la actualidad, sigue siendo un elemento clave en el envasado de zumos y otros productos comercializados. A continuación, se muestra la recolección de naranjas como se describe en la figura 2. (Migueláñez, 2015).



*Figura 2 Recolección de frutas. (Migueláñez, 2015)*

Hace cuatro siglos la única forma de guardar o transportar alimentos era con procesos de conservación tradicionales antiguos. La aplicación de calor y el uso de envases sellados fue el inicio de la industria para conservar alimentos. Culminando el siglo XVII se realizó experimentos de conservación de alimentos usando el azúcar hervido y se usó en la alimentación de tropas en las guerras. El escorbuto sucede con la deficiencia de vitamina C, y se presentaba por ejemplo en personas que permanecían mucho tiempo en barcos. La vitamina C que tenemos en el cuerpo bajan después de dos a tres meses sin ingerir y la falta de esta causa problemas al colágeno de las células y capilares ocasionando hemorragias en la cavidad bucal y puede ocasionar la muerte (Migueláñez, 2015).

Al ingerir zumo de limón se elimina este problema. Culminando el siglo XVIII ingerir dosis de zumo de limón se obligó al personal de la marina británica, dándole a la vez una dosis de Ginebra (Migueláñez, 2015).

#### **4.1. PROCESO DE ELABORACIÓN DE JUGOS Y NÉCTAR**

Aquí se muestra un análisis completo de cada paso:

##### **4.1.1. OBTENCIÓN DE JUGO**

- Se inicia con la selección y lavado de las frutas.
- Luego, se extrae el jugo mediante prensado o procesos similares.

##### **4.1.2. CLARIFICACIÓN Y FILTRACIÓN**

- El jugo se somete a procesos de clarificación y filtración para eliminar impurezas y partículas sólidas. (Porrás Salazar, 2023)

##### **4.1.3. MEZA Y HOMOGENIZACIÓN**

- Se mezclan diferentes tipos de jugos o pulpas para obtener la composición deseada.
- La homogeneización garantiza una distribución uniforme de los componentes.

##### **4.1.4. CONCENTRACIÓN**

- El jugo se concentra para reducir su volumen y facilitar el transporte y el almacenamiento.
- Esto se logra mediante evaporación al vacío o procesos similares.

##### **4.1.5. PASTEURIZACIÓN**

- La pasteurización es crucial para la conservación del producto.
- El jugo se somete a un tratamiento térmico a temperaturas moderadas para eliminar microorganismos y prolongar su vida útil. (ARCSA, 2024)

#### 4.1.6. ENVASADO

- El jugo pasteurizado se envasa en botellas, tetra packs o envases similares.
- Se sella herméticamente para evitar la contaminación.

#### 4.1.7. ETIQUETADO Y ALMACENAMIENTO

- Se etiqueta el envase con información relevante (fecha de producción, ingredientes, etc.).
- El producto final se almacena en condiciones adecuadas hasta su distribución. (Cedeño, 2020)

El proceso de elaboración de jugos y néctar se muestra en la figura adjunta. Cabe mencionar que este tipo de procesos podrían variar el porcentaje de intervención humana dependiendo de las capacidades tecnológicas de la planta, para una mayor tecnificación se debe tener una mayor inversión inicial. En la figura 3 se muestra el proceso completo de elaboración.

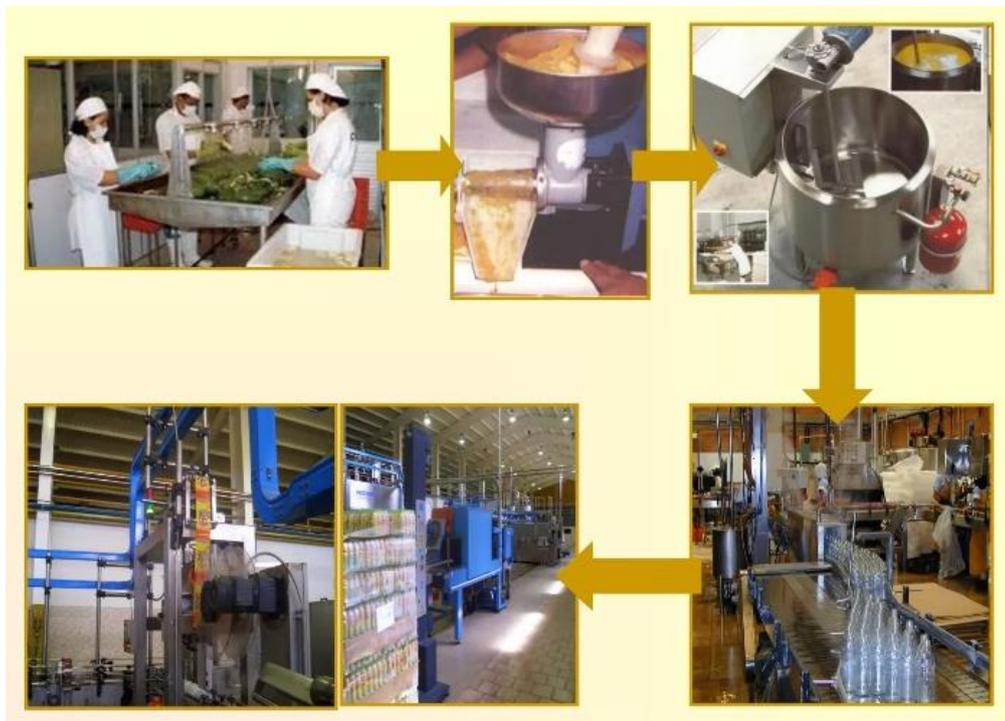


Figura 3 Proceso de elaboración (LLUVIA, 2008).

## 4.2. SOFTWARE TIA PORTAL (TOTALLY INTEGRATED AUTOMATION PORTAL)

El software de ingeniería integrada TIA Portal permite a los usuarios trabajar de manera más eficiente con una amplia gama de productos de automatización de Siemens, como los PLC SIMATIC, las interfaces hombre-máquina (HMI) y los variadores (drives). A través de las herramientas proporcionadas por TIA Portal, es posible configurar hardware, crear programas lógicos, simular procesos y gestionar proyectos. Además, facilita la integración de datos en toda la organización, mejorando la transparencia y la eficiencia en los procesos industriales como se muestra en la figura 4 (SIEMENS, 2023).



*Figura 4 Software TIA PORTAL (SIEMENS, 2023).*

## 4.3. PROFINET

PROFINET se desarrolla en base al estándar Ethernet IEEE 802.3. Los puntos de acceso inalámbricos se están utilizando en la mayoría de los procesos, en su gran parte de las conexiones de red son de cobre y requieren un cableado exacto. Estos los cables que se están usando son de cobre y fibras ópticas. (PI Norte América, s.f.). En la figura 5 se muestra como el cable se puede conectar con todos los componentes.

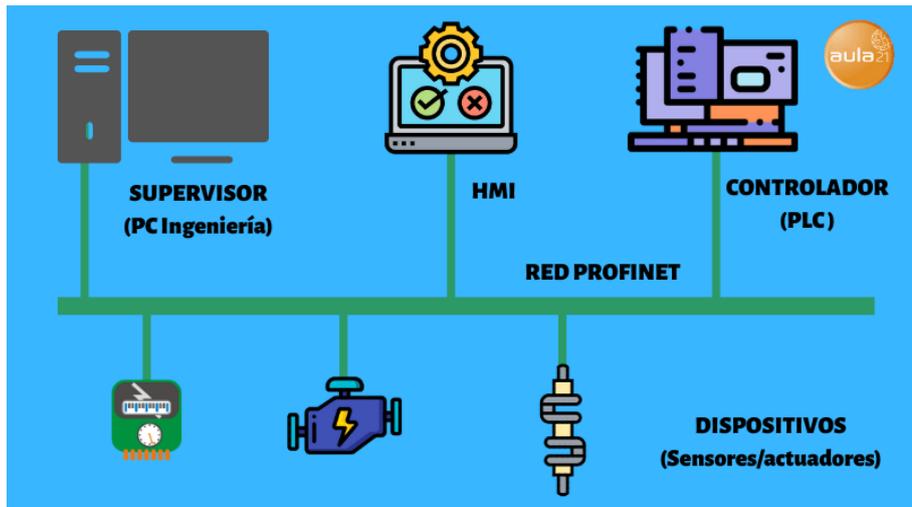


Figura 5 Ejemplo de comunicación PROFINET (Aula21, s.f.)

#### 4.4. SIMATIC WINCC RT

Las aplicaciones que se pueden desarrollar en SCADA se acoplan perfectamente en el TIA Portal. El sistema de control y visualización basado en PC para la visualización y el control de procesos, manejo de producción, máquinas e instalaciones en todos los sectores, desde el sector de la construcción hasta el de la automoción. (SIEMENS AG, 2020)

- SIMATIC WinCC (TIA Portal): Creación de aplicaciones en el área de nivel de máquina y de visualización de procesos o sistemas SCADA
- Sistema SCADA SIMATIC WinCC V7/V8: Creación de sistemas de visualización de procesos o SCADA
- Sistema SCADA de arquitectura abierta SIMATIC WinCC: Creación de aplicaciones con grandes exigencias de adaptaciones específicas para el cliente, aplicaciones grandes y/o complejas, así como proyectos que exigen funciones y requisitos del sistema especiales. (SIEMENS, 2022)

En la figura 6 se puede apreciar la relación entre distintos tipos de dispositivos (hardware) y el tipo de software que se debe utilizar relativo a las características y funcionalidad. Es importante conocer este tema para tener bien dimensionados los recursos computacionales del sistema y tener un buen rendimiento en equilibrio con el costo invertido. (SIEMENS, 2022)

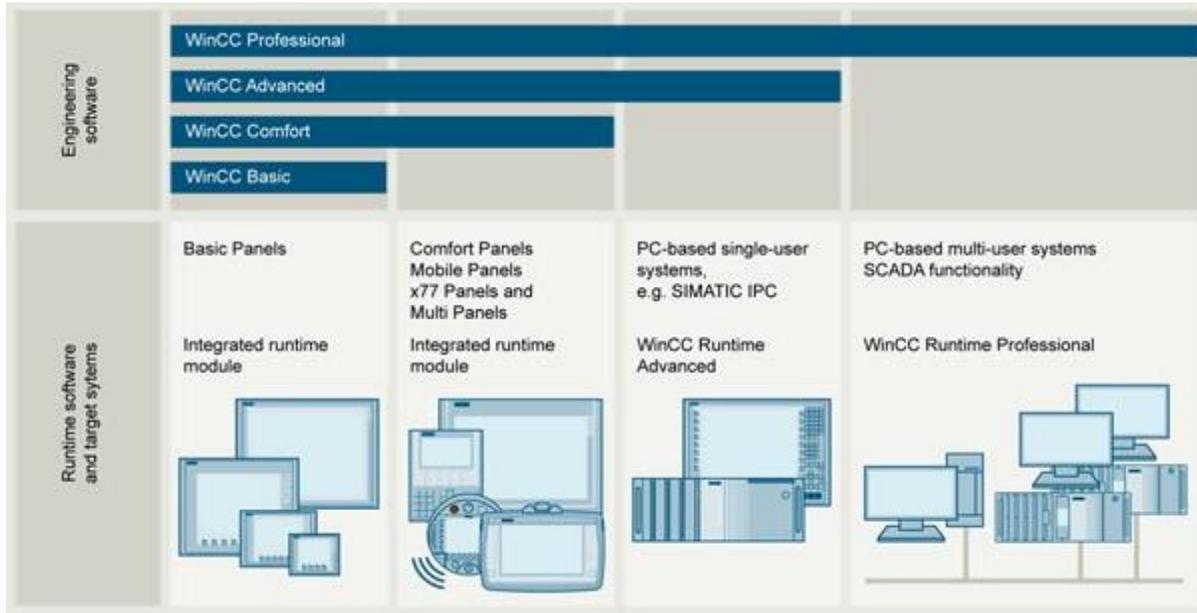


Figura 6 Tasa de aprendizaje en la preparación del modelo (SIEMENS, 2022).

#### 4.5. CONTROLADOR LÓGICO S7-1500

El controlador contiene un sistema operativo y da marcha al programa de usuario. La programación del usuario está en la Memory Card y su trabajo lo hace en la memoria de la CPU.

Las interfaces PROFINET que se encuentra en la CPU y da paso a la comunicación entre elementos PROFINET, sistemas de control PROFINET, elementos HMI, programadoras, otros controladores y más sistemas. La CPU 1516-3 PN/DP soporta el funcionamiento como controlador IO e I-Device. De igual manera a PROFINET, la interfaz PROFIBUS que está en la CPU da la comunicación con más elementos. (SIEMENS, 2014). En la imagen 7 se muestra el componente en físico.



Figura 7 Modelo 3D de la CPU 1516-3PN/DP del laboratorio (SIEMENS, 2014).

## 5. MARCO METODOLÓGICO

La metodología empleada en el desarrollo de este proyecto consistió en definir un proceso en base a alguna referencia empleada en la actualidad por alguna planta o empresa que se trabaje con ello, así tener un caso práctico para análisis y considerar diversas situaciones. Luego de ello se procedió a implementar un diseño de SCADA en el software TIA PORTAL, así como la programación del PLC S7-1500 considerando la implementación de este en los equipos del laboratorio de automatización 2. A continuación se describen las pantallas realizadas en WINCC RT ADVANCED, así como la programación realizada en el controlador lógico programable.

### 5.1. ESQUEMA DE RED IMPLEMENTADO

Se considera la comunicación PROFINET entre la CPU S7-1500 y la aplicación de tipo HMI basada en PC debido a que el medio físico es uno de los más utilizados en la actualidad por diversas marcas en la industrial. Al referirse al medio físico se considera el cable par trenzado de cobre y conectores RJ-45, que dependiendo del capital disponible podrían ser de tipo plástico o metálicos, en ambos casos se tiene una buena funcionalidad.

En la figura 8 se puede apreciar la red implementada entre los equipos disponibles en laboratorio considerando diferentes direcciones IPs para cada dispositivo. Cabe mencionar que el controlador utilizado permite la implantación de diferentes topologías de red tales como estrella, bus y anillo debido a los dos puertos RJ-45 con los que ha sido diseñado.

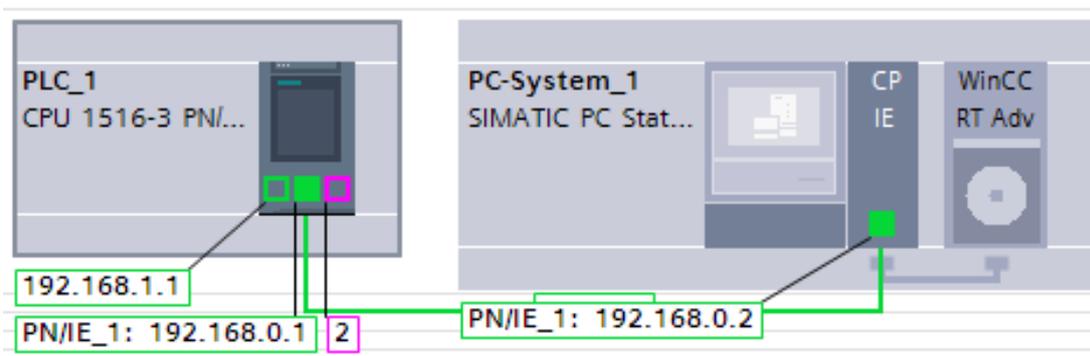


Figura 8 Esquema de Red Implementado.

En la figura 9 se puede observar la topología estrella empleada en este proyecto en la

cual el centro corresponde a un switch industrial ETHERNET de 5 puertos SCALANCE XB005; adicionalmente se muestra la conexión topología del sistema.

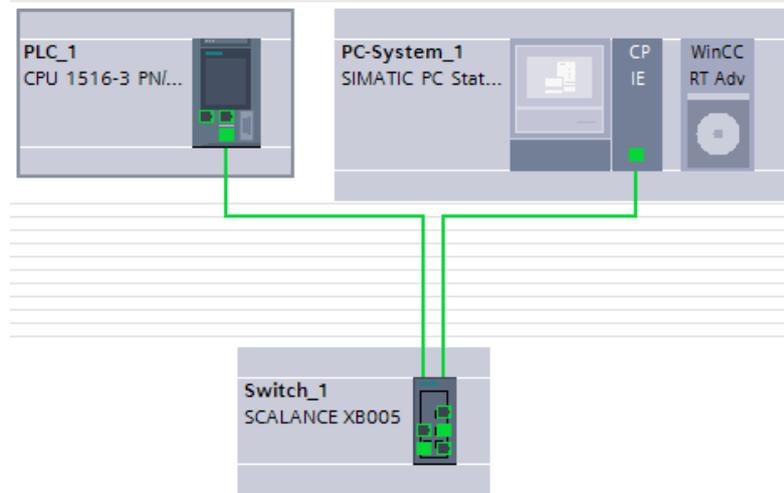


Figura 9 Vista topológica del sistema.

### 5.1.1. CONFIGURACIÓN DE PLC\_1

A continuación, se describe la configuración de hardware utilizada para el controlador lógico programable que se encuentra presente en el laboratorio bajo una estructura modular. En la figura 10 se puede observar los equipos entradas y salidas que se tiene disponible y que están adjuntos a la unidad central de proceso (CPU).



Figura 10 Configuración de Hardware.

Como se puede apreciar se cuenta con un módulo de 32 entradas de 24VDC, un

módulo de 32 salidas transistorizadas de 24VDC, un módulo de 8 entradas analógicas configurables de voltaje, corriente, RTD, TC, así como un módulo de 4 salidas analógicas seleccionable entre voltaje y corriente.

Dado que en la simulación propuesta se hace uso de las salidas digitales, en la figura 11 se muestran las variables que se conectarían con los diversos actuadores en conjunto a las direcciones asignadas para la programación respectiva.

DQ 32x24VDC/0.5A HF_1 [DQ 32x24VDC/0.5A HF]							
General		IO tags		System constants		Texts	
	Name	Type	Address	Tag table	Comment		
	Encendido	Bool	%Q0.0	Default tag table			
	Valvula_Tanque1	Bool	%Q0.1	Default tag table	Tanque de concentrado de frutas 1		
	Valvula_Tanque2	Bool	%Q0.2	Default tag table	Tanque de concentrado de frutas 2		
	Valvula_Tanque3	Bool	%Q0.3	Default tag table	Tanque de concentrado de frutas 3		
	Bomba1	Bool	%Q0.4	Default tag table			
	Motor_Mezclador	Bool	%Q0.5	Default tag table			
	Valvula4	Bool	%Q0.6	Default tag table	Saborizantes		
	Valvula5	Bool	%Q0.7	Default tag table	Aromatizantes		
	Valvula6	Bool	%Q1.0	Default tag table	Agua_Azucar		
	Valvula7	Bool	%Q1.1	Default tag table	Agua		
	Valvula8	Bool	%Q1.2	Default tag table	Llenado		
	Calentador	Bool	%Q1.3	Default tag table			
	Valvula9	Bool	%Q1.4	Default tag table			
	Valvula10	Bool	%Q1.5	Default tag table			
	Valvula11	Bool	%Q1.6	Default tag table			
	Descarga_Mezclador	Bool	%Q1.7	Default tag table			
	Descarga_Llenado	Bool	%Q2.0	Default tag table			

Figura 11 Entradas y salidas del módulo de salidas digitales.

### 5.1.2. CONFIGURACIÓN DE PC-System\_1

Para el computador que se utiliza como aplicación de tipo HMI (interfaz hombre – máquina) se debe considerar la instalación de la versión 15.1 de TIA PORTAL, así como tener un procesador CORE i5 o superior, una memoria RAM de al menos 16GB, puerto de comunicación ETHERNET, disco duro de estado sólido (SSD) y una tarjeta gráfica para tener buen rendimiento para el SCADA.

Cabe mencionar que al momento de programar se debe agregar un módulo

INDUSTRIAL ETHERNET general para poder realizar la comunicación con los dispositivos de automatización, así como se muestra en la figura 12.

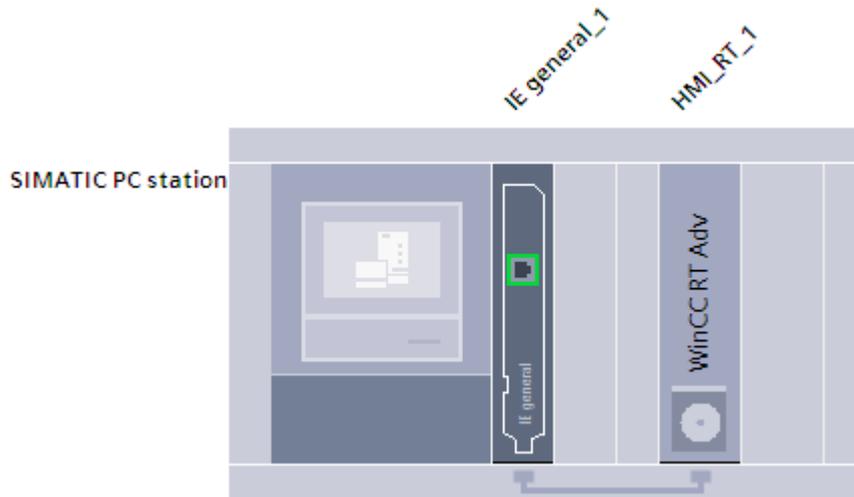


Figura 12 Simatic PC Station.

## 5.2. SISTEMA SCADA REALIZADO EN WINCC

Para el proyecto se han considerado 4 pantallas: "0\_Principal", "1\_Fase1", "2\_Fase2" y "3\_Alarmas". La estructura de pantallas se muestra en la figura 13 evidencian el flujo y navegación configurado a través de botones.

Como se muestra en la figura 13 existen 4 botones para navegación entre pantallas. Esta configuración se puede realizar debido a que todas las pantallas usan una plantilla que faculta el movimiento entre todas las pantallas y permite la optimización de elementos en pantalla sin necesidad de repetición, por ejemplo, la reutilización de el visor de hora y fecha.

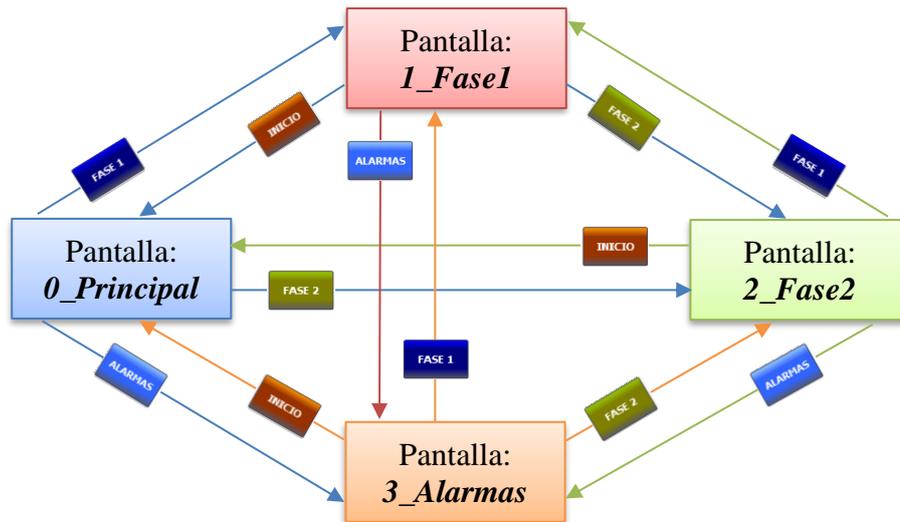


Figura 13 Diagrama de navegación entre pantallas

En la figura 14 se puede ver la plantilla de información general.

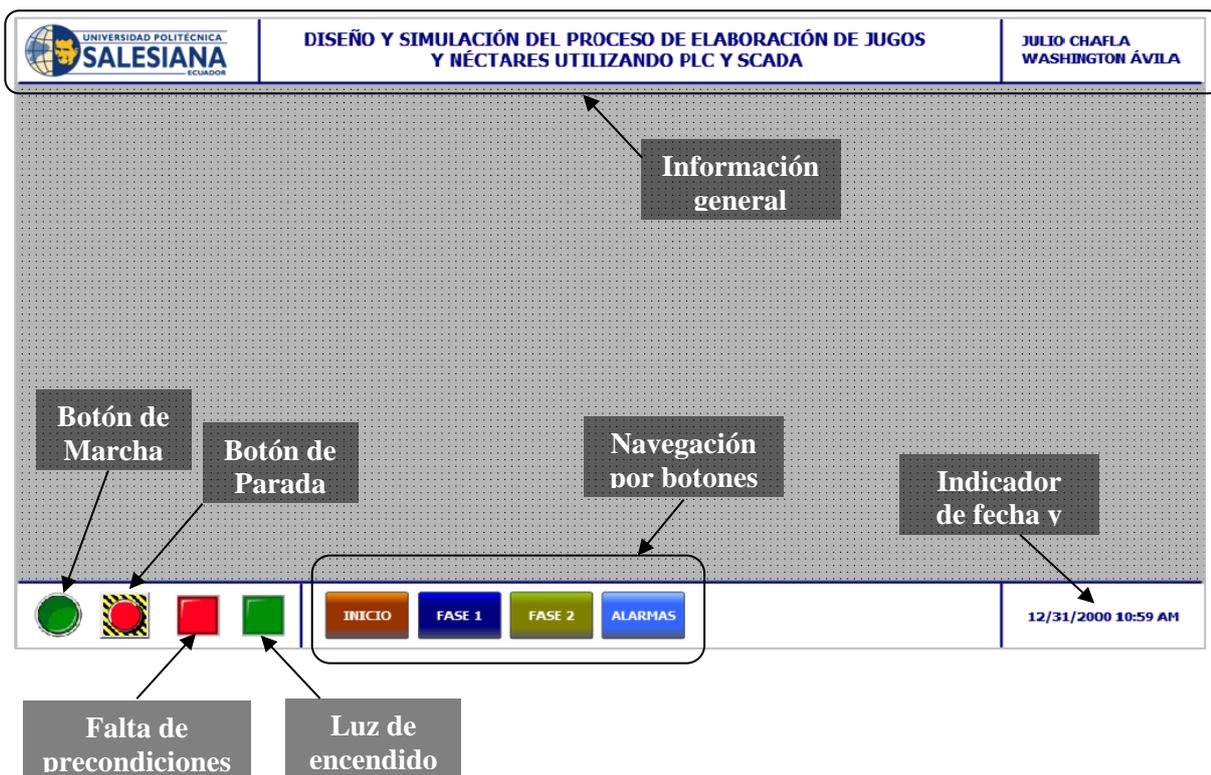
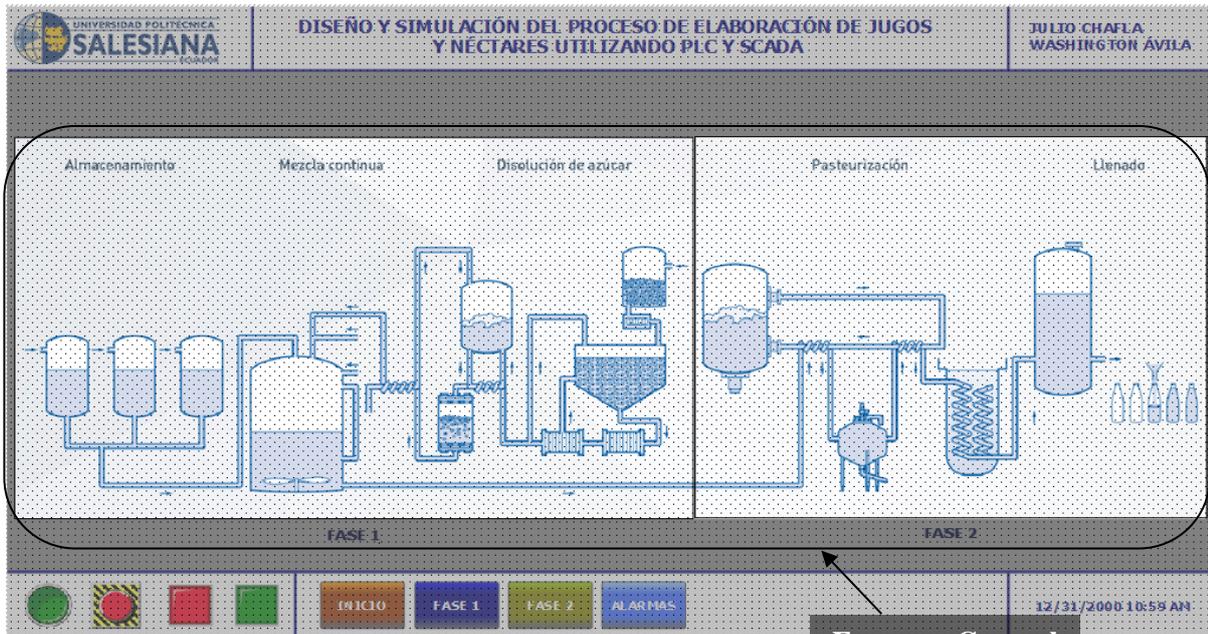


Figura 14 Plantilla de pantallas HMI.

En la figura 15 se muestra el esquema general del proceso.



Esquema General del Proceso

Figura 15 Pantalla Principal.

En la figura 16 se puede observar el funcionamiento de la fase1 del proceso en donde se evidencian tres tanques que contienen el concentrado de frutas que se mezclará con saborizantes, aromatizantes y agua azucarada; para surtir el tanque mezclador de todos estos componentes se cuentan con seis electroválvulas desde V1 hasta V6 respectivamente las cuales se activan de forma temporizada según los valores que se configuren en el panel de parámetros de control.

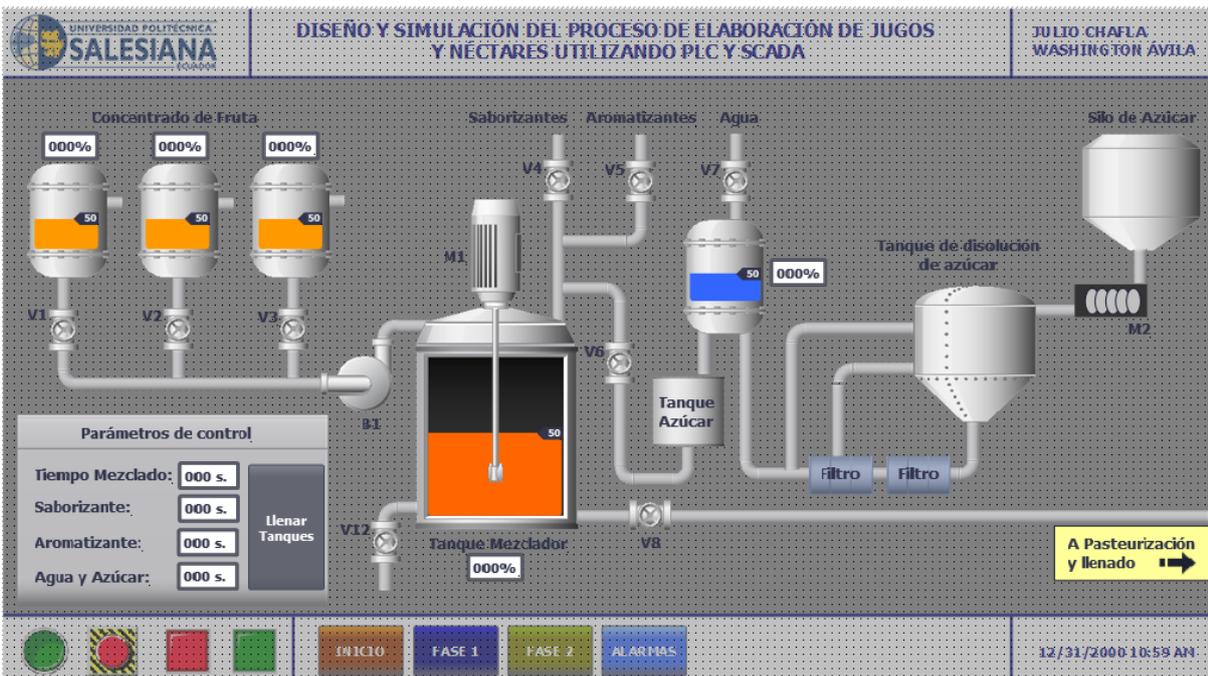


Figura 16 Pantalla Fase1.

Luego de llenar el tanque de mezclado se activa el motor para combinar de manera uniforme los insumos vertidos por el tiempo configurado por el operador el cual se encuentra configurador por defecto en 30 segundos, pero el mismo es cambiabile.

Cabe mencionar que el proceso es controlado por los botones de marcha y parada que se mostraron en la descripción de la plantilla y si al pulsar el botón de parada mientras exista líquido en alguno de los tanques, se activará una secuencia de descarga al momento de iniciar el sistema nuevamente. Esto se realiza para tener la certeza que la mezcla a obtener será aquella que realmente se desea y también evitar el rebose de los tanques por exceso de líquido.

Una vez que se ha concluido el proceso de mezclado, se procede a enviar el fluido hacia la fase2 a través de la activación de la válvula V8. Es importante indicar que esta válvula se apagará siempre y cuando el nivel del tanque mezclador llegue a cero, es decir completamente vacío.

En caso de tener un fluido bajo en los tanques de concentrado de fruta, se cuenta con un botón denominado “llenar tanques”, lo cual activará la secuencia para completar el nivel de los tanques al 100%. En todos los tanques se aprecia el nivel de tanques en porcentaje, lo cual da una ventaja para el escalamiento volumétrico de los tanques para diferentes procesos.

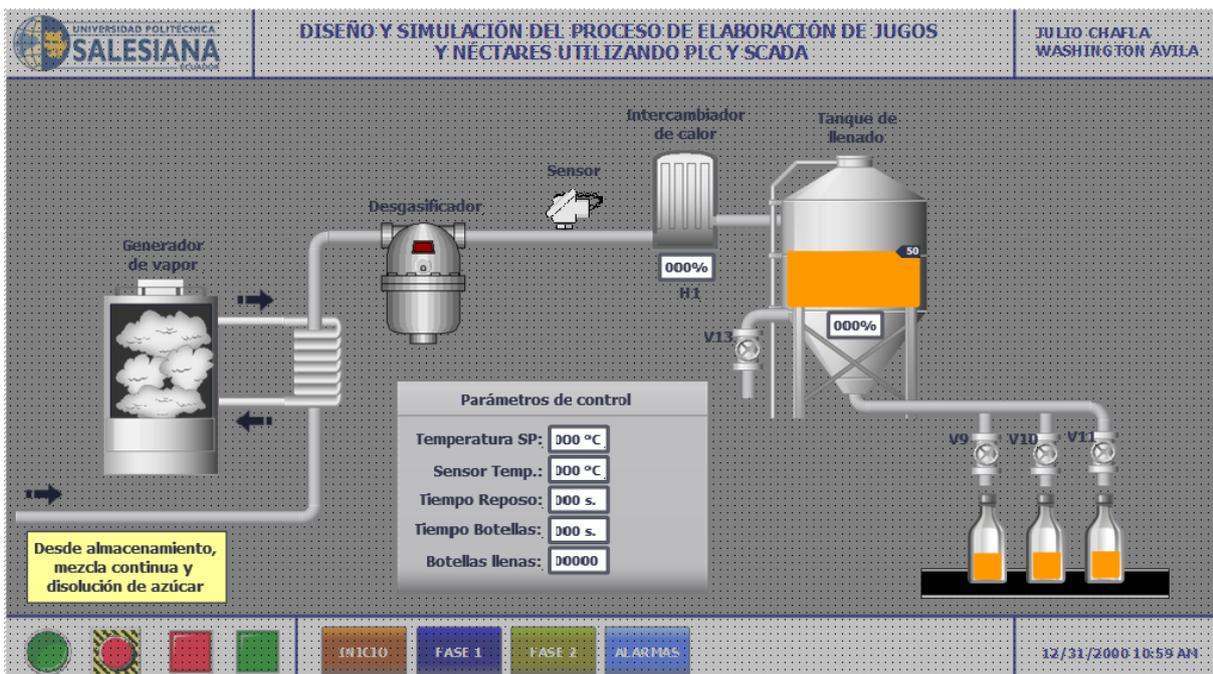


Figura 17 Pantalla Fase2.

En la figura 17 se puede observar los elementos que interactúan en la fase 2 entre los cuales se tiene el sistema calefactor compuesto principalmente por el sensor de temperatura instalado en la tubería y el intercambiador de temperatura para calentar el fluido mezclado y así pasteurizar eliminando bacterias y microorganismos.

El control del intercambiador se encuentra configurado en función del Set Point o punto de referencia deseado por el usuario y la medida de temperatura, parámetros que se encuentran disponibles en pantalla para escritura y lectura respectivamente. Se programó un control todo o nada con histéresis considerando el criterio del +/-20% para el encendido y apagado del intercambiador; el valor predeterminado es de 90°C.

Una vez que el fluido pasa por el intercambiador y llega al tanque de llenado se da paso a la secuencia de llenado de botellas a través de la activación de las válvulas V9, V10 y V11 respectivamente; se llenan tres botellas a la vez y esto genera un decremento en el nivel del tanque de llenado dependiendo de lo configurado en los parámetros “Tiempo Botellas” y “Tiempo de Reposo”. Adicionalmente se puede apreciar el número de botellas llenas hasta el momento que los tanques de concentrado no tengan el nivel suficiente; este parámetro quedará con los valores contados hasta que el sistema vuelva a iniciar después del término del ciclo. En la figura 18 se muestra el cuadro de alarmas.

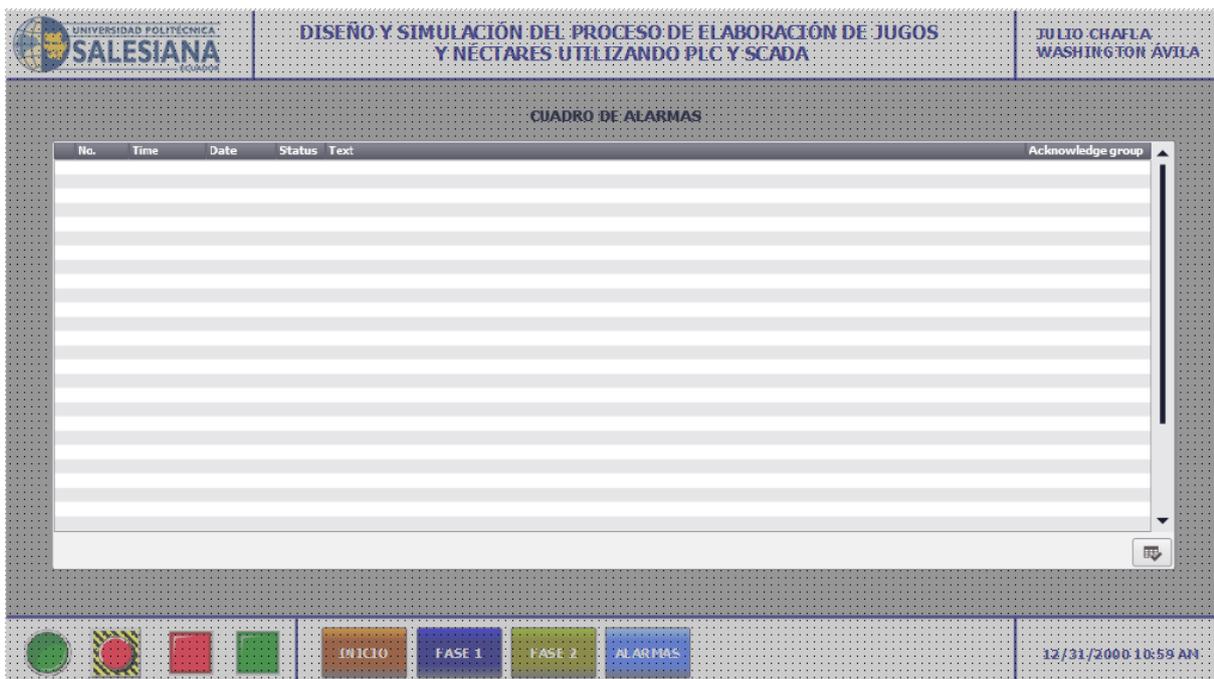


Figura 18 Pantalla de Alarmas.

En el cuadro de alarmas en donde se puede visualizar las diferentes advertencias que podrían presentarse durante la ejecución y que se tengan configurados previamente en WinCC. En la siguiente figura 19 se muestra las alarmas digitales.

Discrete alarms									
ID	Name	Alarm text	Alarm class	Trigger tag	Trigger address	Trigger address	HMI acknowledgment	HMI acknowledgment	
1	da_1	El llenado de concentrado de frutas ha iniciado	Warnings	Actuadores	12	Actuadores.x12	<No tag>	0	
2	da_2	Precaución! El motor mezclador está activado	Warnings	Actuadores	13	Actuadores.x13	<No tag>	0	
3	da_3	El calentador está activado!	Warnings	Actuadores	3	Actuadores.x3	<No tag>	0	
4	da_4	El sistema está encendido.	Warnings	Actuadores	8	Actuadores.x8	<No tag>	0	

Figura 19 Alarmas discretas.

En la siguiente figura 20 se muestra las alarmas analógicas.

Analog alarms							
ID	Name	Alarm text	Alarm class	Trigger tag	Limit	Limit mode	
1	aa_1	El tanque mezclador contiene líquido	Warnings	Nivel_Mezcla...	0	Higher	
2	aa_2	El tanque de llenado contiene líquido	Warnings	Nivel_Llenado	0	Higher	
3	aa_3	Tanque de concentrado de fruta1 se llena por bajo nivel	Warnings	Nivel_Concen...	51	Lower	
4	aa_4	Tanque de concentrado de fruta2 se llena por bajo nivel	Warnings	Nivel_Concen...	51	Lower	
5	aa_5	Tanque de concentrado de fruta3 se llena por bajo nivel	Warnings	Nivel_Concen...	51	Lower	

Figura 20 Alarmas analógicas.

### 5.3. PROGRAMACIÓN DE AUTÓMATA S7-1500

El controlador programable consta de 14 segmentos en lenguaje de bobinas y contactos (Ladder) para el control lógico de las dos fases planteadas en el proceso. En la figura 21 se puede apreciar la memoria utilizada del autómata, en la cual se puede apreciar que con el código realizado no se llega ni al 1% combinando la memoria de trabajo, memoria de datos y memoria con retentiva. En la imagen 21 se muestra la memoria utilizada en el PLC.

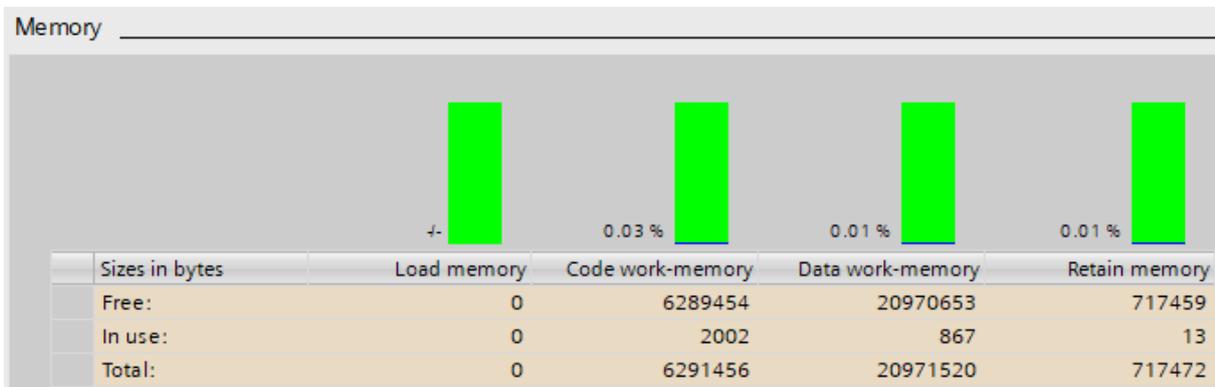


Figura 21 Memoria utilizada en el PLC.

A continuación, en la imagen 22, 23 y 24, se describe brevemente partes del programa implementado ya que la versión completa se encontrará en los anexos de esta memoria técnica. En primer lugar, se debe de indicar que se han utilizado un total de 105 variables entre salidas, entradas y marcas. Obviamente se debe considerar también los diferentes bloques de datos que se generar a través del uso de temporizadores y contadores los cuales también generan ocupación en la memoria. A continuación, se muestran las variables con sus respectivos tipos de datos:

Default tag table							
	Name	Data type	Addr...	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...
1	Actuadores	Word	%QW0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Encendido	Bool	%Q0.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Valvula_Tanque1	Bool	%Q0.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Valvula_Tanque2	Bool	%Q0.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Valvula_Tanque3	Bool	%Q0.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Bomba1	Bool	%Q0.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Motor_Mezclador	Bool	%Q0.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Valvula4	Bool	%Q0.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Valvula5	Bool	%Q0.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Valvula6	Bool	%Q1.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Valvula7	Bool	%Q1.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
12	Valvula8	Bool	%Q1.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
13	Calentador	Bool	%Q1.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
14	Valvula9	Bool	%Q1.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
15	Valvula10	Bool	%Q1.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
16	Valvula11	Bool	%Q1.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
17	Descarga_Mezclador	Bool	%Q1.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
18	Descarga_Llenado	Bool	%Q2.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
19	Nivel_Concentrado_1	USInt	%MB0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
20	Nivel_Concentrado_2	USInt	%MB1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
21	Nivel_Concentrado_3	USInt	%MB2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
22	Nivel_Mezclador	USInt	%MB3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
23	Nivel_Agua	USInt	%MB4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
24	Temperatura_Actual	USInt	%MB5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
25	Temperatura_SP	USInt	%MB6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
26	Potencia	USInt	%MB9	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
27	Temp_Max	UDInt	%MD10	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
28	Temp_Min	UDInt	%MD14	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
29	Tiempo_Mezclado	DWord	%MD18	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
30	Tiempo_Saborizantes	DWord	%MD22	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
31	Tiempo_Aromatizan...	DWord	%MD26	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
32	Tiempo_Agua_Azucar	DWord	%MD30	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
33	Animacion_Mezclad...	USInt	%MB34	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
34	Nivel_Llenado	USInt	%MB35	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 22 Tabla de variables en el PLC – parte1.

	Name	Data type	Adresse... ▲	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...
35	←[M] Tiempo_Reposo	DWord	%MD36	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
36	←[M] Tiempo_Llenado_Bot	DWord	%MD40	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
37	←[M] Nivel_Botellas	DWord	%MD44	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
38	←[M] Marcha_HMI	Bool	%M50.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
39	←[M] Paro_HMI	Bool	%M50.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
40	←[M] Precondicional	Bool	%M50.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
41	←[M] Llenar_Tanque1	Bool	%M50.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
42	←[M] Llenar_Tanque2	Bool	%M50.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
43	←[M] Llenar_Tanque3	Bool	%M50.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
44	←[M] Llenar_Tanque_Agua	Bool	%M50.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
45	←[M] Llenado_2	Bool	%M50.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
46	←[M] Tmayor	Bool	%M51.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
47	←[M] Fase2	Bool	%M51.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
48	←[M] Botellas_Visibles	Bool	%M51.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
49	←[M] Tanque_Llenado_Va...	Bool	%M51.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
50	←[M] Decrementar	Bool	%M51.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
51	←[M] Decrementar2	Bool	%M51.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
52	←[M] Llenar_tanques	Bool	%M51.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
53	←[M] Nivel_Concentrado	Bool	%M51.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
54	←[M] Temp1	Real	%MD52	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
55	←[M] Cantidad_Botellas	UInt	%MW56	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
56	←[M] Fase1	Bool	%M58.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
57	←[M] Mezclador_Vacio	Bool	%M58.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
58	←[M] Llenado_Vacio	Bool	%M58.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
59	←[M] Aux1	Bool	%M70.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
60	←[M] Aux2	Bool	%M70.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
61	←[M] Aux3	Bool	%M70.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
62	←[M] Aux4	Bool	%M70.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
63	←[M] Aux5	Bool	%M70.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
64	←[M] Aux6	Bool	%M70.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
65	←[M] Aux7	Bool	%M70.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
66	←[M] Aux8	Bool	%M70.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
67	←[M] Aux9	Bool	%M71.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
68	←[M] Aux10	Bool	%M71.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
69	←[M] Aux11	Bool	%M71.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
70	←[M] Aux12	Bool	%M71.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
71	←[M] Aux13	Bool	%M71.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
72	←[M] Aux14	Bool	%M71.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
73	←[M] Aux15	Bool	%M71.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
74	←[M] Aux16	Bool	%M71.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
75	←[M] Aux17	Bool	%M72.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 23 Tabla de variables en el PLC – parte2.

	Name	Data type	Adresse... ▲	Retain	Acces...	Writa...	Visibl...
76	Aux18	Bool	%M72.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
77	Aux19	Bool	%M72.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
78	Aux20	Bool	%M72.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
79	Aux21	Bool	%M72.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
80	Aux22	Bool	%M72.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
81	Aux23	Bool	%M72.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
82	Aux24	Bool	%M72.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
83	Aux25	Bool	%M73.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
84	Aux26	Bool	%M73.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
85	Aux27	Bool	%M73.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
86	Aux28	Bool	%M73.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
87	Aux29	Bool	%M73.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
88	Aux30	Bool	%M73.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
89	Aux31	Bool	%M73.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
90	Aux32	Bool	%M73.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
91	Aux33	Bool	%M74.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
92	Clock_Byte	Byte	%MB100	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
93	Clock_10Hz	Bool	%M100.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
94	Clock_5Hz	Bool	%M100.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
95	Clock_2.5Hz	Bool	%M100.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
96	Clock_2Hz	Bool	%M100.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
97	Clock_1.25Hz	Bool	%M100.4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
98	Clock_1Hz	Bool	%M100.5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
99	Clock_0.625Hz	Bool	%M100.6	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
100	Clock_0.5Hz	Bool	%M100.7	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
101	System_Byte	Byte	%MB101	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
102	FirstScan	Bool	%M101.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
103	DiagStatusUpdate	Bool	%M101.1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
104	AlwaysTRUE	Bool	%M101.2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
105	AlwaysFALSE	Bool	%M101.3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 24 Tabla de variables en el PLC – parte3.

En la figura 25 se puede apreciar la configuración del segmento uno, en donde se considera como precondition que los tanques de concentrado de frutas tengan al menos el 20% de su capacidad para iniciar la secuencia. Adicional a ello se cuenta con un comparador de niveles mayor a 0 para saber que los tres tanques cuentan con algo de nivel para continuar con el proceso, caso contrario se detiene el mismo y no paso a la fase1.

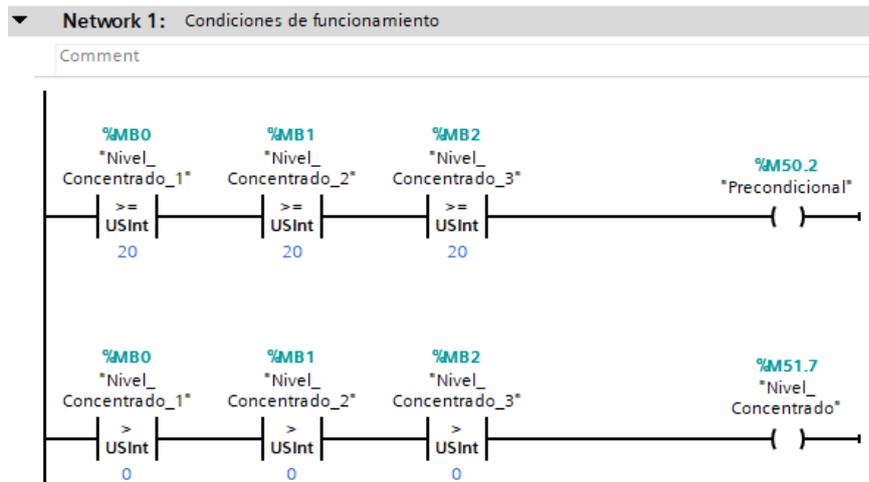


Figura 25 Permiso de inicio y detección de niveles concentrado.

Como se aprecia en la figura 26, el control se hace a través de los botones ubicados en el HMI para marcha y paro, y se considera monitorea el nivel de los tanques que sea mayor a cero para continuar. Adicionalmente se observa el reinicio del contador de cantidad de botellas llenas a la hora del arranque.

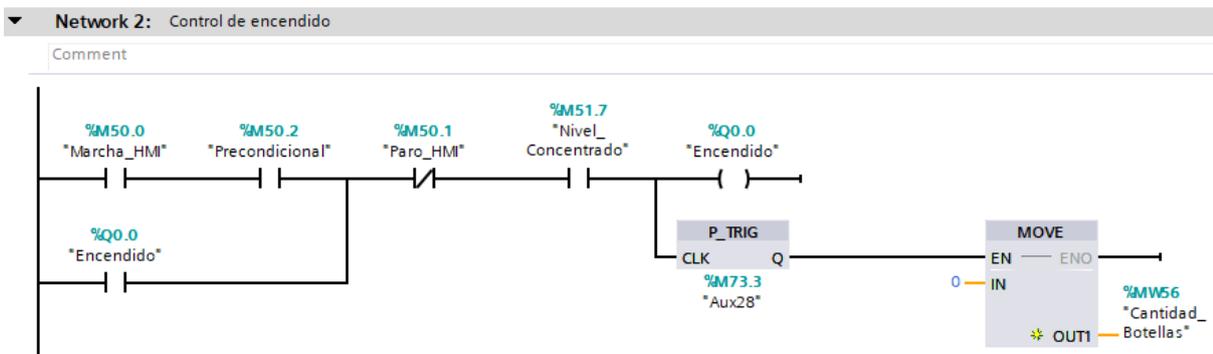


Figura 26 Control de encendido del sistema.

En la imagen 27 se observa una sección del segmento 3 que se encarga del llenado de los tres tanques de concentrado de frutas al 100% cuando se presiona el botón que tiene esta función en la aplicación de tipo HMI en el computador. Adicional a ello se puede notar que la velocidad de llenado de los tanques dependerá de una marca de ciclo que en este caso tiene una frecuencia de 2Hz, es decir, que cada 0.5 segundos habrá un incremento en el nivel de los tanques. En caso de querer ralentizar el llenado se podría cambiar la marca de ciclo (clock) a una que tenga una menor frecuencia hasta donde permitan las frecuencias de reloj predeterminadas en la CPU.

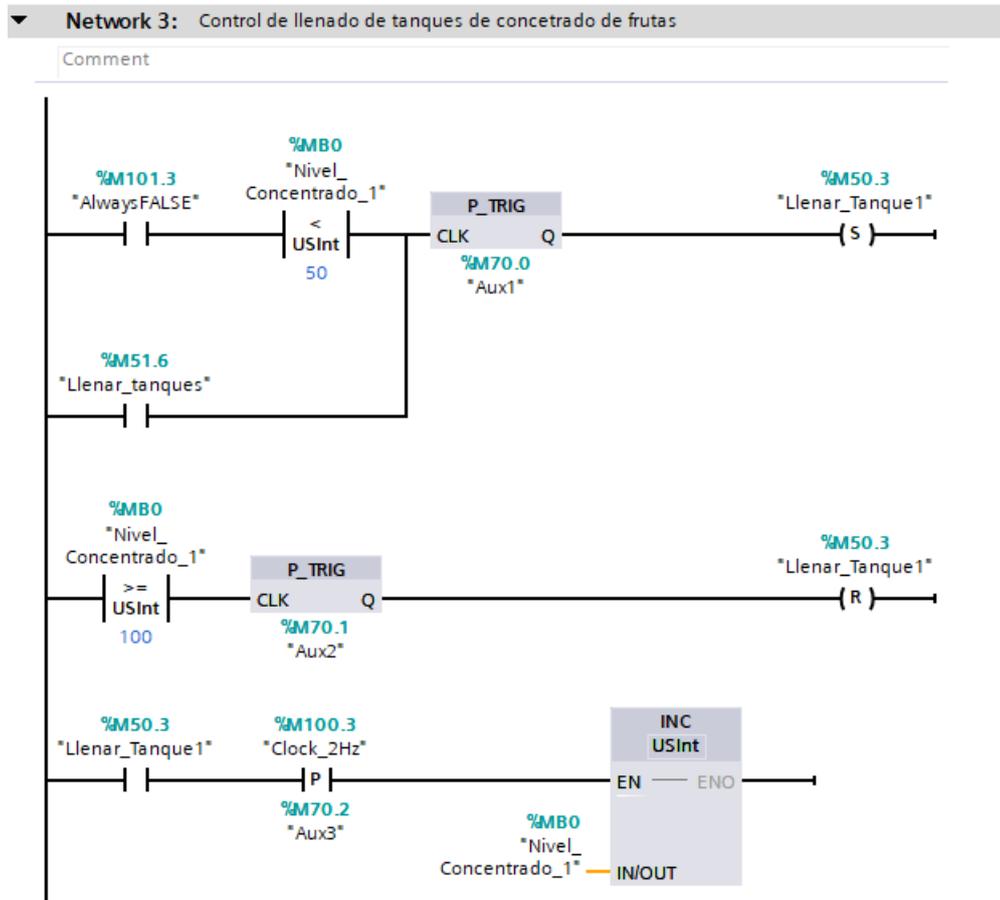


Figura 27 Control de encendido del sistema.

Como se puede apreciar en la figura 28 el segmento 4 muestra el decremento de nivel en los tanques de concentrado de frutas y a la vez el incremento de nivel en el tanque mezclador lo cual se realiza cada 1 segundo ya que la frecuencia de la marca de ciclo utilizada es de 1 Hz. Adicionalmente se observa que al activarse las válvulas de concentrado se activa la bomba1 para el vaciado y llenado respectivo. En el caso de los otros ingredientes la filosofía es la misma para el incremento del nivel del tanque de mezclado.

En la figura 29 se puede apreciar una parte del segmento 6 en donde se debe tener encendido el sistema y no deben estar activadas las secuencias de descarga de tanques en caso de que al inicio alguno de ellos hayan tenido fluido alguno. Cabe mencionar que en su lógica se encuentra un tiempo de espera de 1 segundo y un reinicio automático a través de la marca “Tanque\_llenado\_vacio” lo cual hace que el sistema vuelva de fase 2 a fase 1 de manera autónoma hasta que ya no haya concentrado de frutas disponible para el proceso.

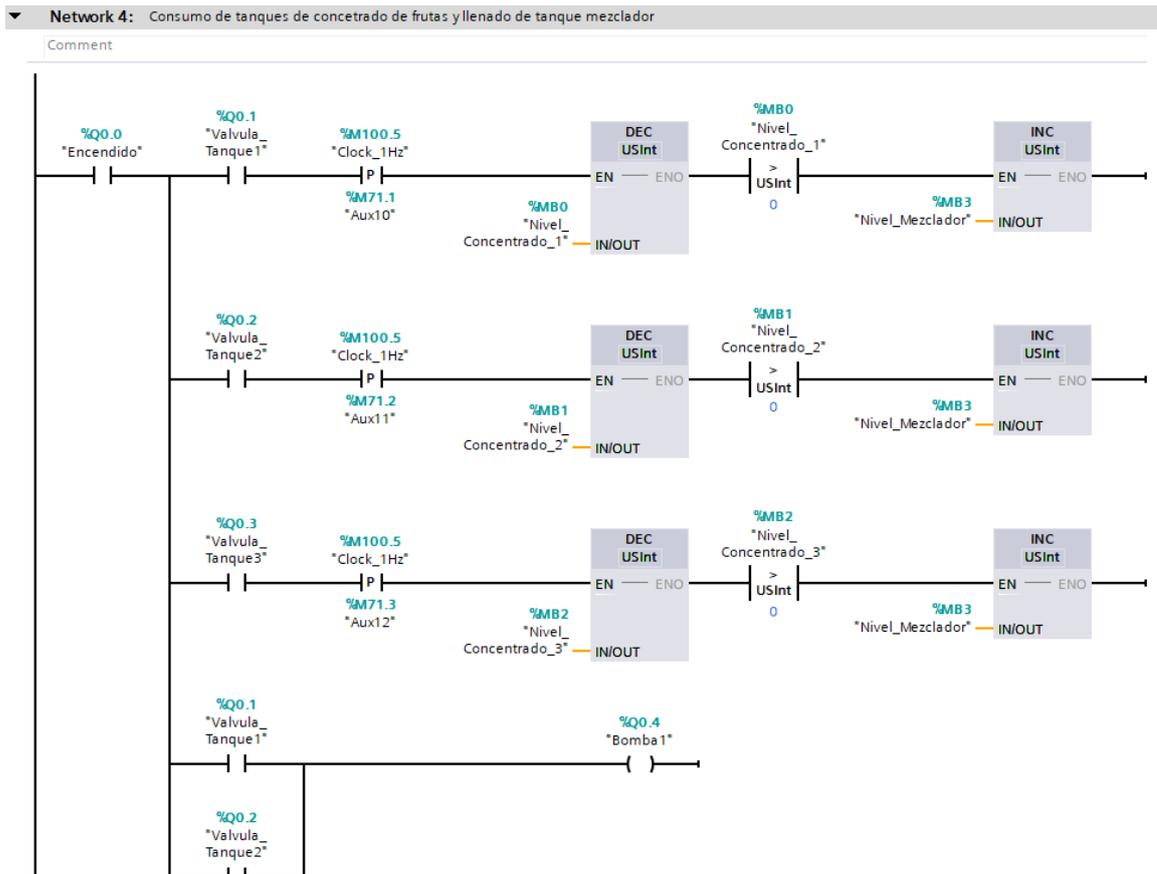


Figura 28 Control de niveles de tanques.

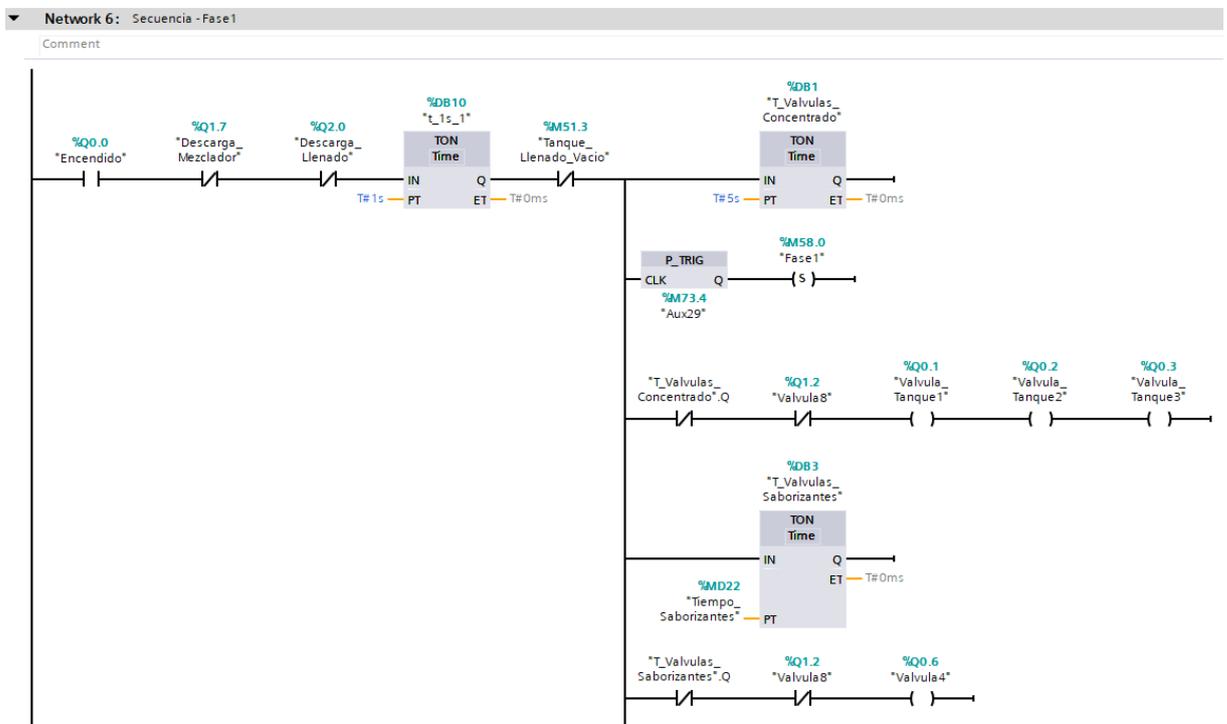


Figura 29 Control de secuencia Fase 1.

Cuando se hayan cumplido los tiempos de trabajo de las válvulas para la llenar el tanque de mezclado, se procede con el tiempo de mezclado, así como se aprecia en la figura 30, así como la acción de la válvula 8 para la descarga del tanque una vez mezclados los ingredientes. Este vaciado será hasta está completamente vacío, es decir que su nivel sea del 0%. Adicionalmente, al momento de activar la V8 se activa en paralelo el calentador para que el fluido se caliente antes de llegar al tanque de llenado y así eliminar impurezas en el camino.

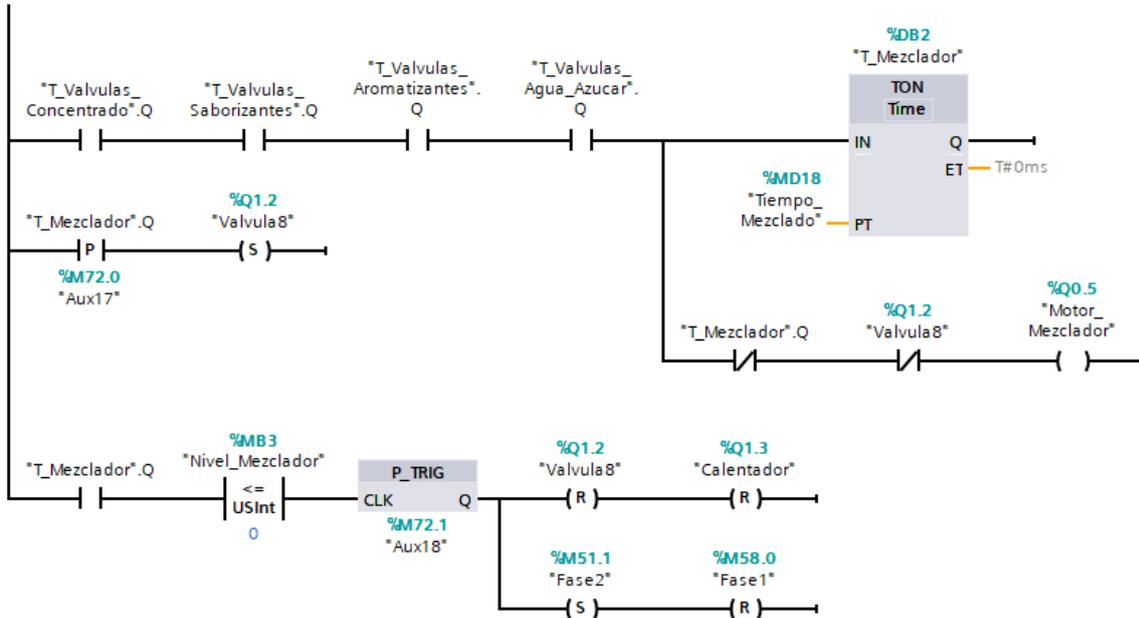


Figura 30 Control de secuencia Fase 1 - 2.

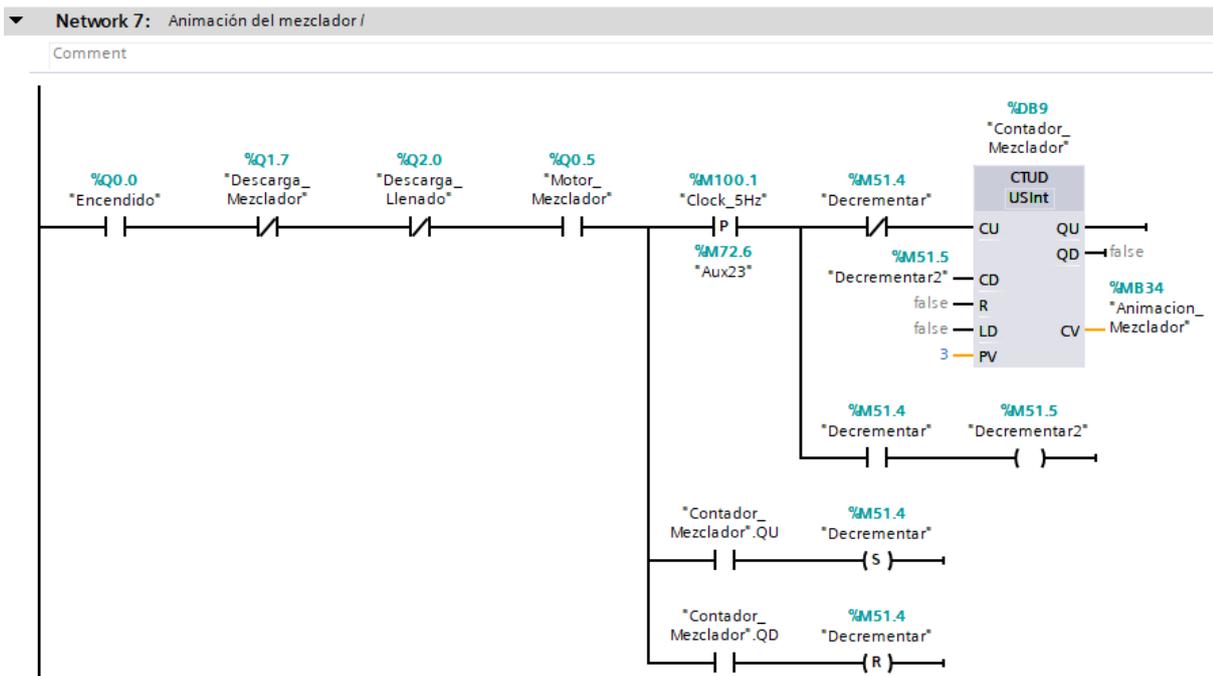


Figura 31 Animación mezclador HMI.

En el caso del mezclador en el HMI se ha incluido una breve animación para generar el movimiento, lo cual se detalla en la figura 31. Se puede notar la inclusión de un contador con cambio de dirección automática para que cambie sus valores en un rango determinado y hacer cambio de imágenes en la PC.

Para la fase 2 se cuenta con una rutina muy similar a la fase 1 en relación al trasvasije de fluido del tanque de mezclado al tanque de llenado. Cabe mencionar que en el mismo segmento 8, que se observa en la figura 32, se ha programado la secuencia de llenado de botellas a través de dos temporizadores de retardo a la conexión con los tiempos indicados en la aplicación HMI; obviamente se incluye el conteo de botellas llenas.

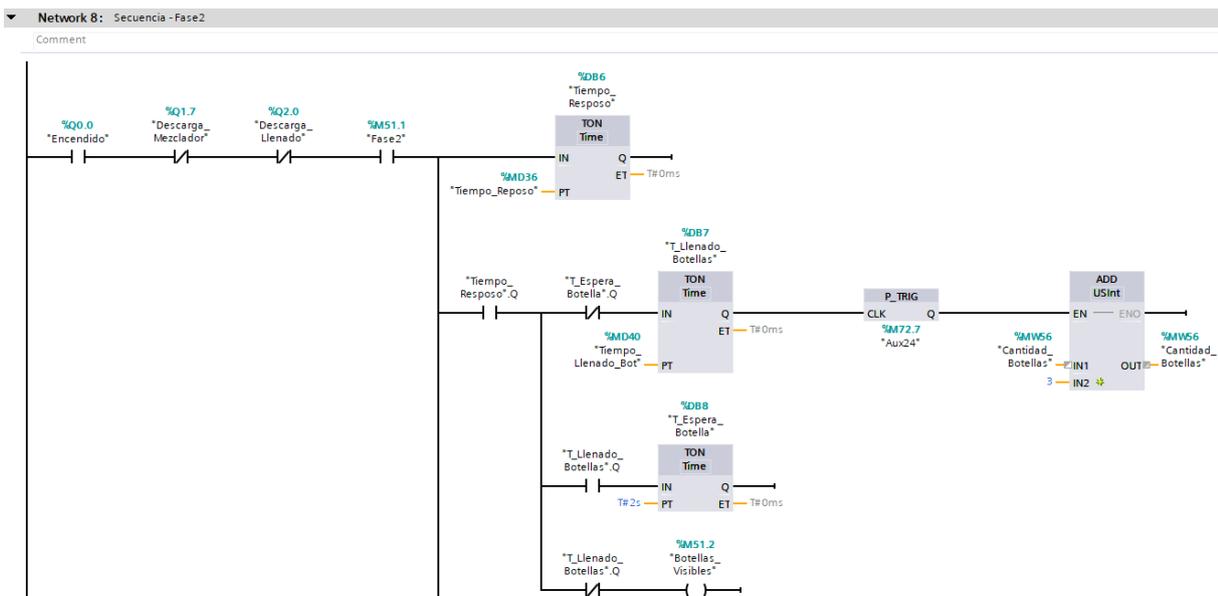


Figura 32 Control de secuencia Fase2.

Para simular el cambio de temperatura se ha utilizado una marca de ciclo de 5Hz en conjunto con bloques de suma y resta respectivamente, y en función de ello se activa el intercambiador de calor con respecto al 20% más o menos del valor de referencia deseado, así como se muestra en la figura 33.



Tanto en el segmento 13 como en el segmento 14 se realiza la secuencia de descarga de tanques en caso de que luego de una parada de emergencia o luego de una falta de concentrado se considere un nuevo arranque. En tal caso se genera una descarga previa al inicio de la fase1, tal como se muestra en la figura 34.

Finalmente se indica que se ha agregado un bloque de arranque inicial OB100 para cargar los valores predeterminados para los tiempos de activación de actuadores, válvulas y bomba, tal como se muestra en la figura 35.

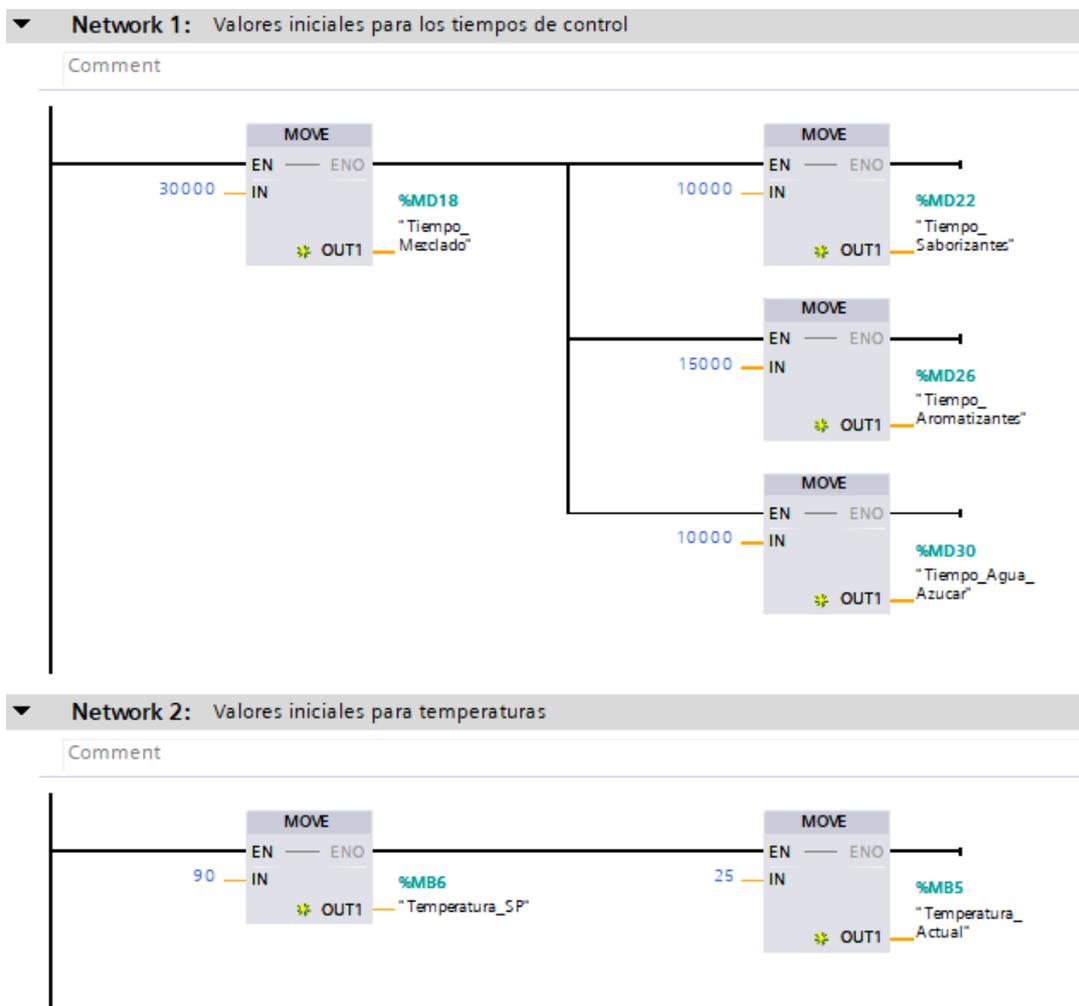


Figura 35 Bloque OB100.

## 6. RESULTADOS

Se realizó la implementación y pruebas en el laboratorio de Automatización 2 con los módulos de PLC S7-1500. Como se muestra en la figura 36, se ubicó luces pilotos para representar las válvulas de llenado y descarga, así como los motores de la bomba y mezclador.

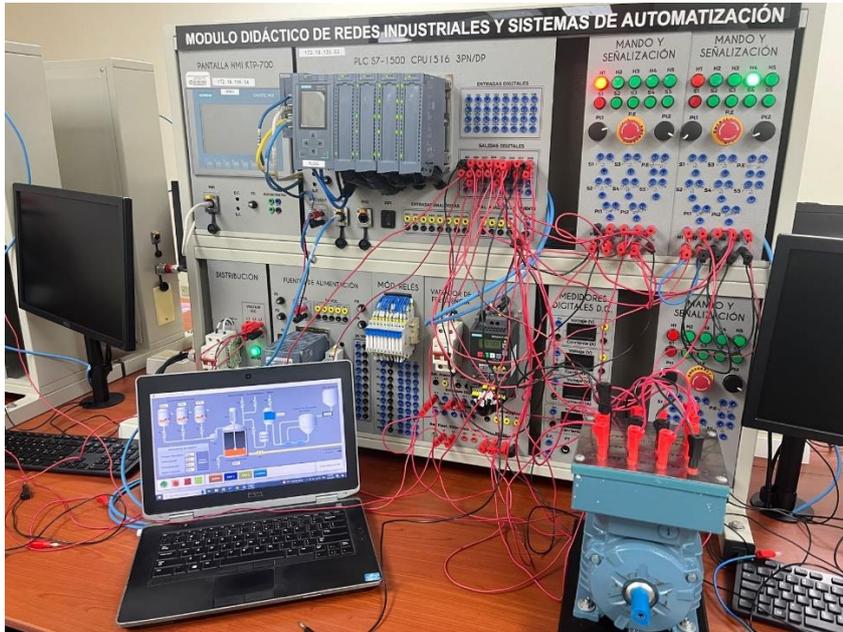


Figura 36 Cableado paralelo y red Ethernet en laboratorio

Previo a la implementación de la simulación se hizo una verificación de la red mediante el símbolo del sistema (terminal) y el comando PING a las direcciones IPs respectivas. Posterior a ello se verificó la configuración correcta de la interfaz PG/PC en panel de control en donde debe ubicarse la tarjeta de red que se encuentre instalada o que venga integrada en el computador. Una vez superados los temas de red, se verifica los parámetros de control en cada fase para así dar paso al inicio de la simulación, así como se muestra en la figura 37.

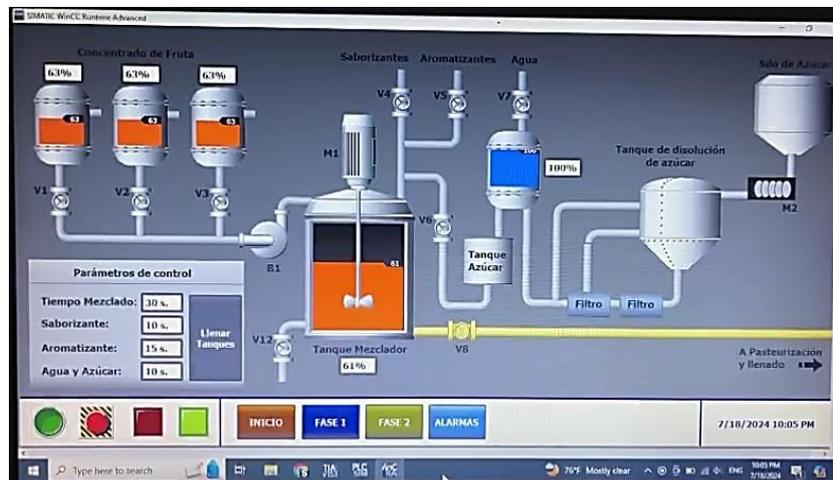


Figura 37 Ejecución de simulación en laboratorio.

## 7. CRONOGRAMA

El plan de ejecución del proyecto se lo realizó en un lapso de dos meses que comprenden desde el mes de junio del 2024 hasta el mes de julio del 2024, las actividades realizadas se muestran en la tabla 1 de la siguiente manera:

**Tabla 1 Cronograma de actividades**

Nº	ACTIVIDADES	Jun1-17 2024	Jun 18-29 2024	Jun30-Jul8 2024	Jul9-15 2024	Jul16-30 2024
1	Seleccionar el tema	■				
2	Desarrollar el Anteproyecto	■				
3	Revisión bibliográfica sobre el proceso de elaboración de jugos y néctares utilizando PLC y SCADA		■			
4	Diseñar la programación de bloques en TIA PORTAL		■			
5	Diseñar la imagen del sistema HMI		■			
6	Desarrollar la programación del sistema de control			■		
7	Enlazar la programación de bloques y la imagen del HMI			■		
8	Desarrollar el sistema SCADA				■	
9	Integrar la plataforma al sistema de control				■	
10	Implementar el proceso en el laboratorio de Automatización 2				■	
11	Validar errores y realizar correcciones (Prueba y error)					■
12	Documentar el proyecto en el libro.					■
13	Documentación y presentación del trabajo					■

## 8. PRESUPUESTO

Para el desarrollo e implementación del proyecto se ha considerado el tiempo de inversión del trabajo de ingeniería en el desarrollo investigativo, así como para culminar el proyecto.

Para el desarrollo se consideró varios elementos para ver el funcionamiento en tiempo real, por lo que se elaboró un presupuesto, cuya información se detalla en la tabla 2.

CANTIDAD	MATERIALES	PRECIO UNITARIO	TOTAL
2	Sensores de temperatura	\$ 23,00	\$ 46,00
2	Servo motor	\$ 8,00	\$ 16,00
40	Hora de ingeniería	\$ 2,81	\$ 112,4
<b>TOTAL:</b>			<b>\$ 174,4</b>

*Tabla 2 Tabla de presupuesto*

## 9. CONCLUSIONES

Mediante la programación en el PLC y la aplicación SCADA en el software TIA PORTAL para el proceso de elaboración de jugos y néctar, se ha logrado simular con éxito la secuencia que se realiza para obtener el embotellado del néctar de fruta.

El ajuste de parámetros para lograr un buen funcionamiento del proceso fue posible con la adición de controles numéricos para fijar valores de referencia como tiempos, teniendo así control combinado entre operador y autómatas.

Se realizaron las pruebas y simulaciones en el laboratorio de Automatización 2 con un resultado exitoso y con la utilización de los diversos elementos disponibles como CPU, módulos de entradas / salidas y elementos de red.

## 10. RECOMENDACIONES

Se recomienda verificar que al momento de comunicar el PLC con la aplicación en WinCC se revise la correcta asignación de direcciones IP, ya que de no estar en la misma subred el sistema no funcionará correctamente.

Para ejecutar la aplicación en tiempo real en el PC se recomienda tener en cuenta los requerimientos computacionales del software TIA PORTAL y en caso de ser factible sobredimensionar los mismos.

A la hora de configurar los tiempos de activación de las válvulas para dosificar fluido hay que tener precaución para evitar el rebose de los tanques.

Como trabajo futuro se puede implementar de una red industrial para tener un control distribuido de las diversas secciones del proceso, a su vez poder automatizar una mayor parte de la planta con otros tipos de controladores como PID.

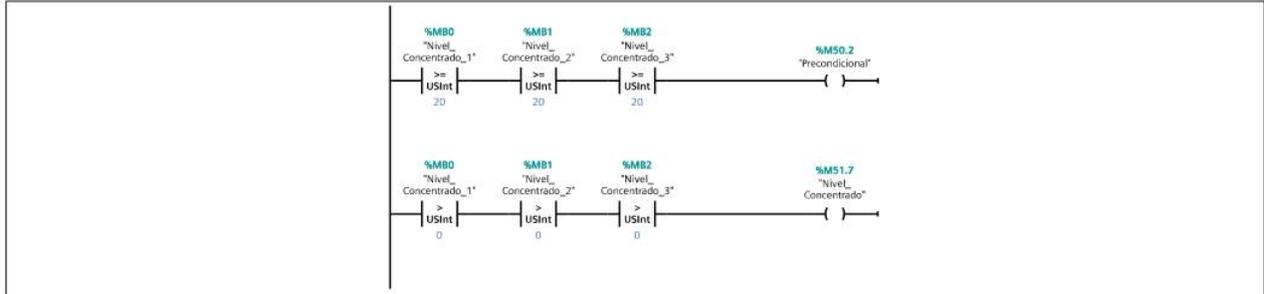
## 11. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ARCOSA. (2024). Obtenido de Normativa Técnica Sanitaria para Alimentos Procesados: <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-11/ARCOSA-DE-067-2015-GGG.pdf>
- Aula21. (s.f.). *PROFINET: Qué es y cómo funciona*. Obtenido de <https://www.cursosaula21.com/profinet-que-es-y-como-funciona/>
- Cedeño, J. P. (2020). NORMA GENERAL PARA ZUMOS (JUGOS) Y NÉCTARES DE FRUTAS.
- Migueláñez, R. (29 de 1 de 2015). El zumo a través de la historia. *El zumo a través de la historia*, págs. [https://www.zumosygazpachos.com/zumo/2015/el-zumo-a-traves-de-la-historia\\_6176\\_177\\_11232\\_0\\_1\\_in.html](https://www.zumosygazpachos.com/zumo/2015/el-zumo-a-traves-de-la-historia_6176_177_11232_0_1_in.html).
- PI Norte América. (s.f.). *CABLEADO PROFINET: VISIÓN GENERAL Y CONSIDERACIONES PARA IMPLEMENTACIÓN*. Obtenido de <https://us.profinet.com/white-papers/cableado-profinet-vision-general-y-consideraciones-para-implementacion/>
- Porras Salazar, P. d. (2023). Evaluación del incremento de la temperatura de calentamiento sobre la concentración del jugo claro antes del ingreso a los evaporadores.
- SIEMENS. (12 de 2014). *SIMATIC S7-1500*. Obtenido de Manual del producto: [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/914/59191914/att\\_86490/v1/s71500\\_cpu1516\\_3\\_pn\\_dp\\_manual\\_es-ES\\_es-ES.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/914/59191914/att_86490/v1/s71500_cpu1516_3_pn_dp_manual_es-ES_es-ES.pdf)
- SIEMENS. (2022). *Software de interfaz hombre-máquina (HMI)*. Obtenido de <https://mall.industry.siemens.com/mall/en/b1/Catalog/Products/10007458>
- SIEMENS. (01 de 1 de 2023). Obtenido de <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal.html>
- SIEMENS AG. (2020). *SIMATIC WinCC RT Profesional*. Obtenido de <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/scada/simatic-wince-professional-rt.html>
- TETRAPAK. (01 de 01 de 2020). El gran apretón: la industria del jugo, néctar y bebidas sin gas enfrenta un mundo cambiante. *El gran apretón: la industria del jugo, néctar y bebidas sin gas enfrenta un mundo cambiante*, págs. <https://www.tetrapak.com/es-ec/insights/cases-articles/juice-nectar-still-drinks-challenges>.

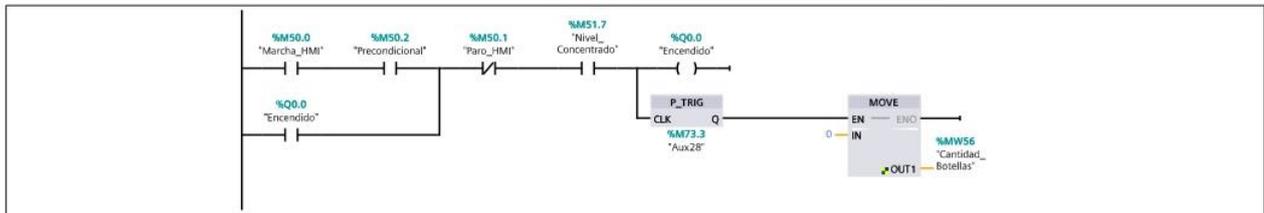
## 12. ANEXOS

### 12.1. PROGRAMACIÓN DE PLC

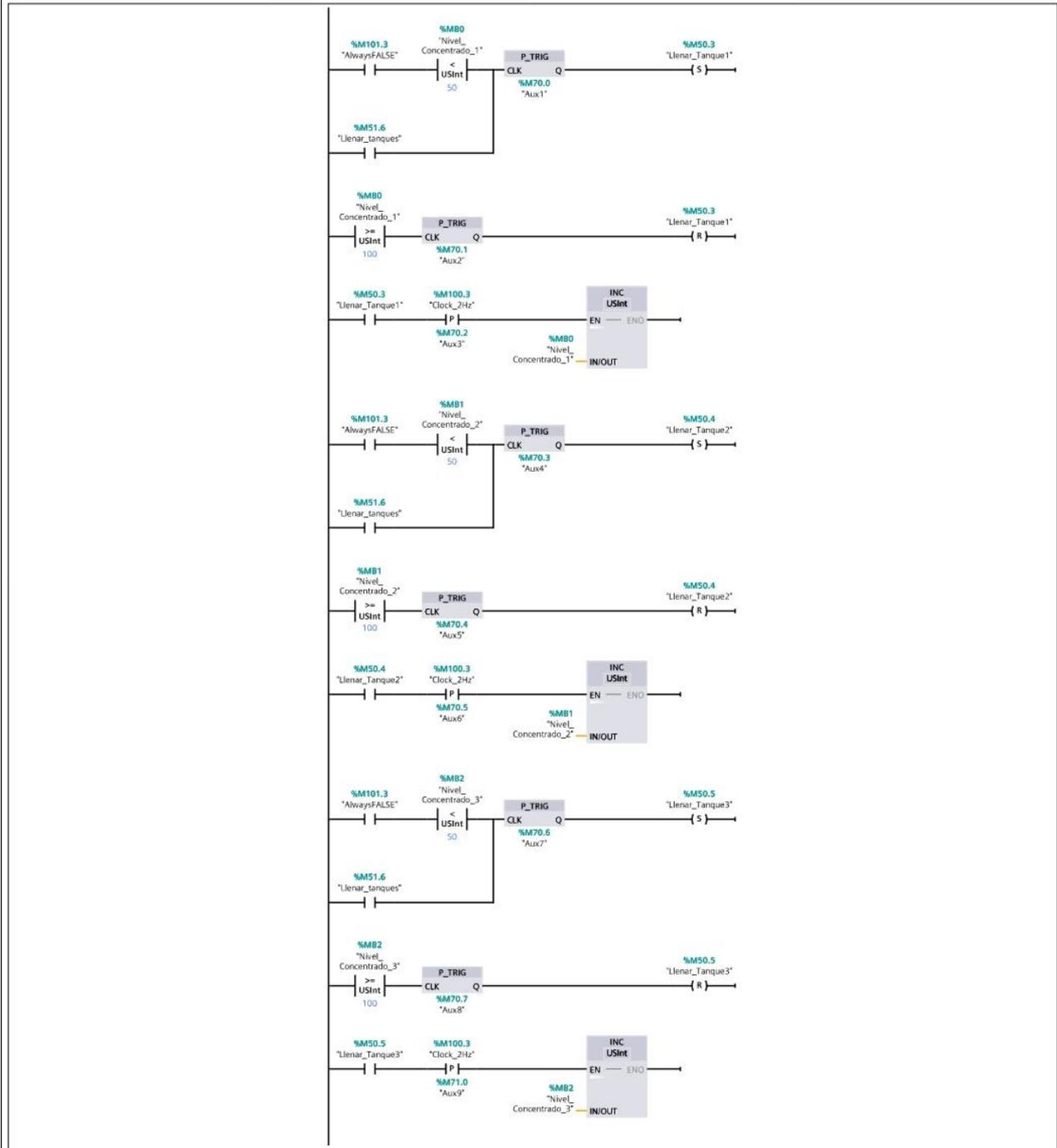
Network 1: Condiciones de funcionamiento



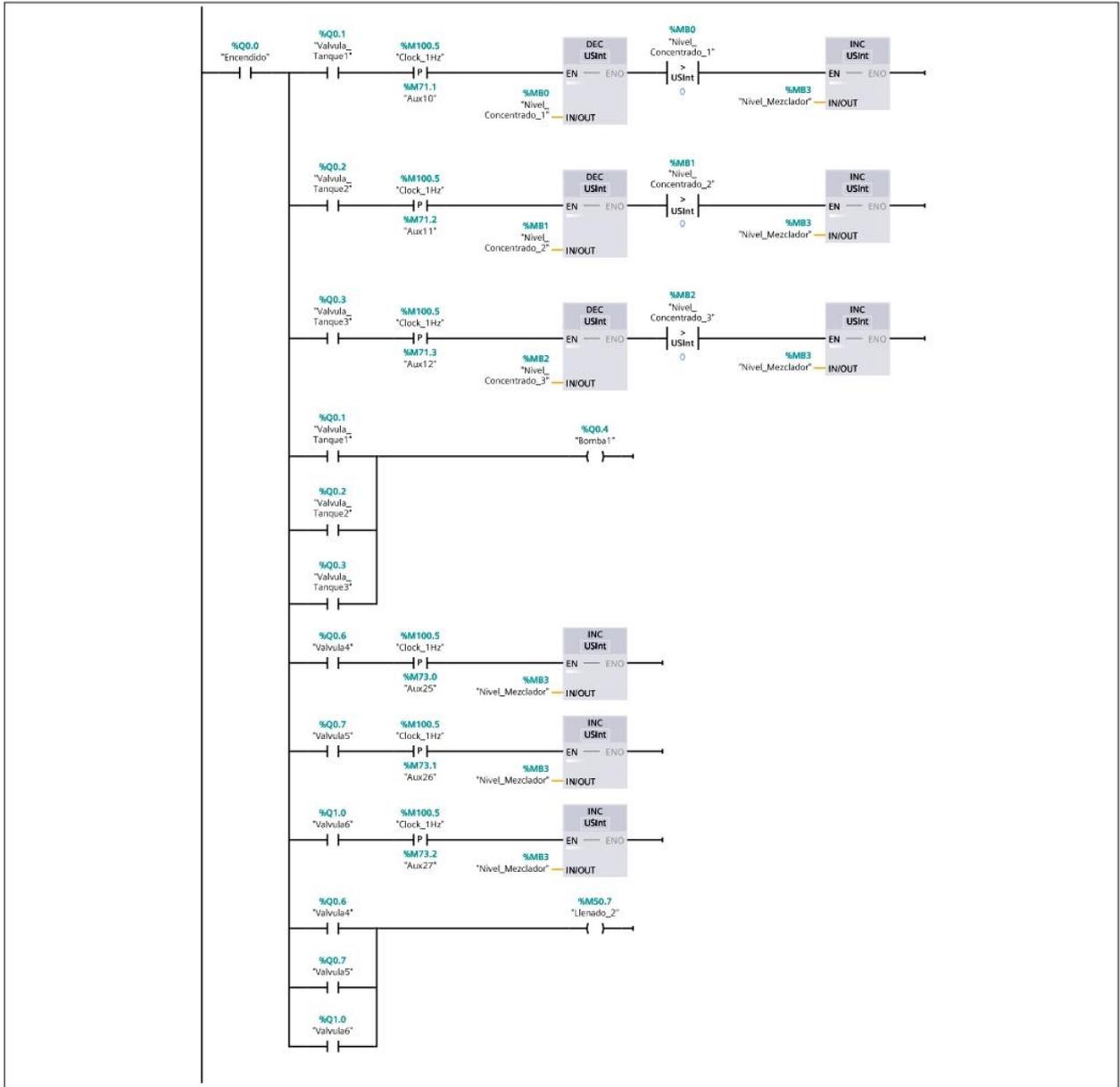
Network 2: Control de encendido



Network 3: Control de llenado de tanques de concentrado de frutas

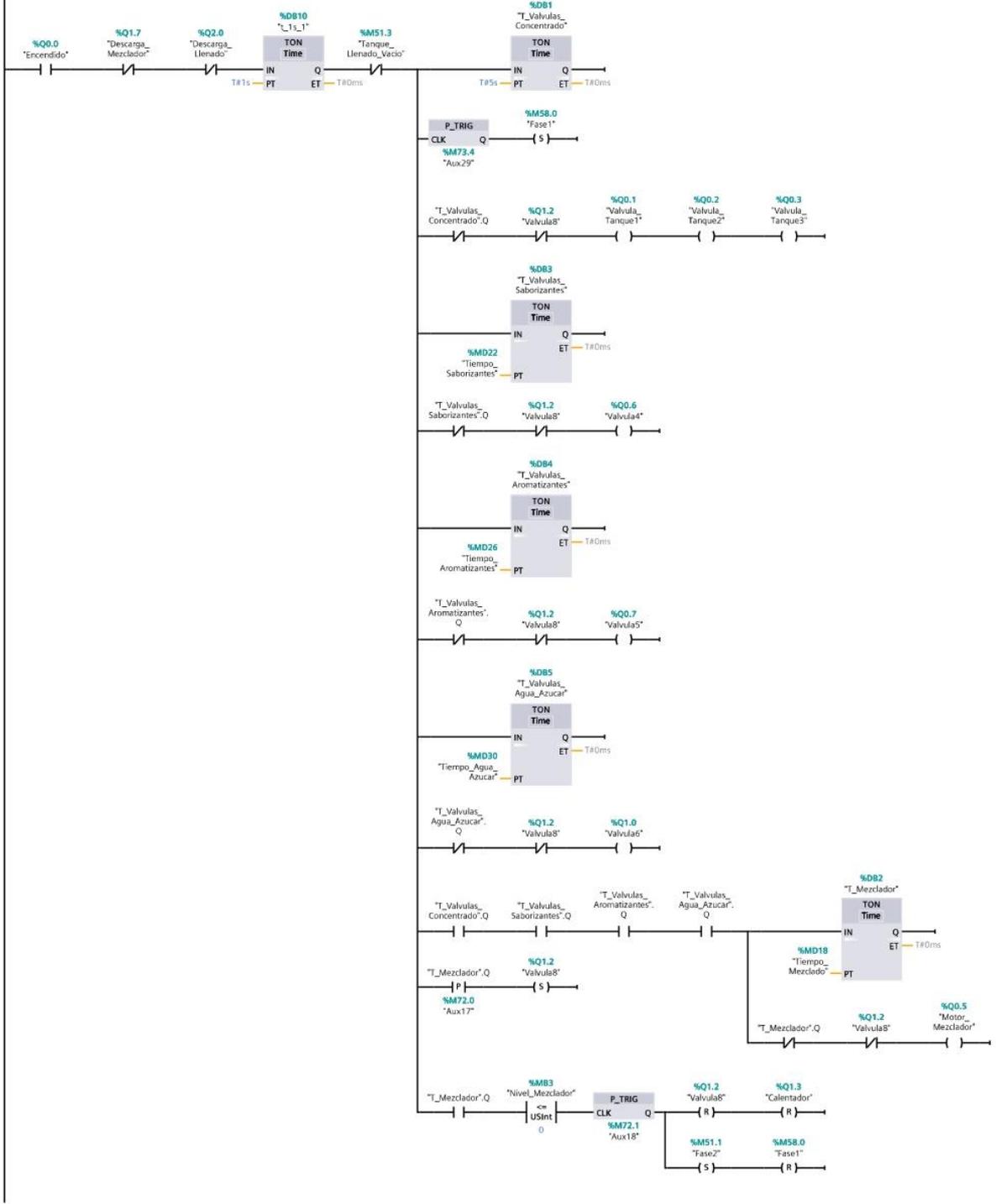


Network 4: Consumo de tanques de concentrado de frutas y llenado de tanque mezclador

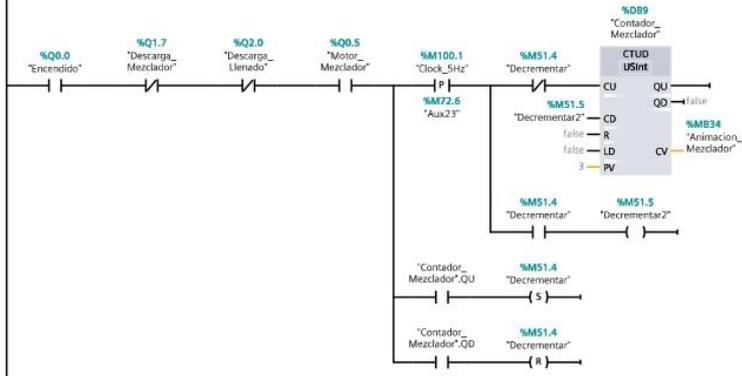


Network 5: Control de llenado de tanque con agua

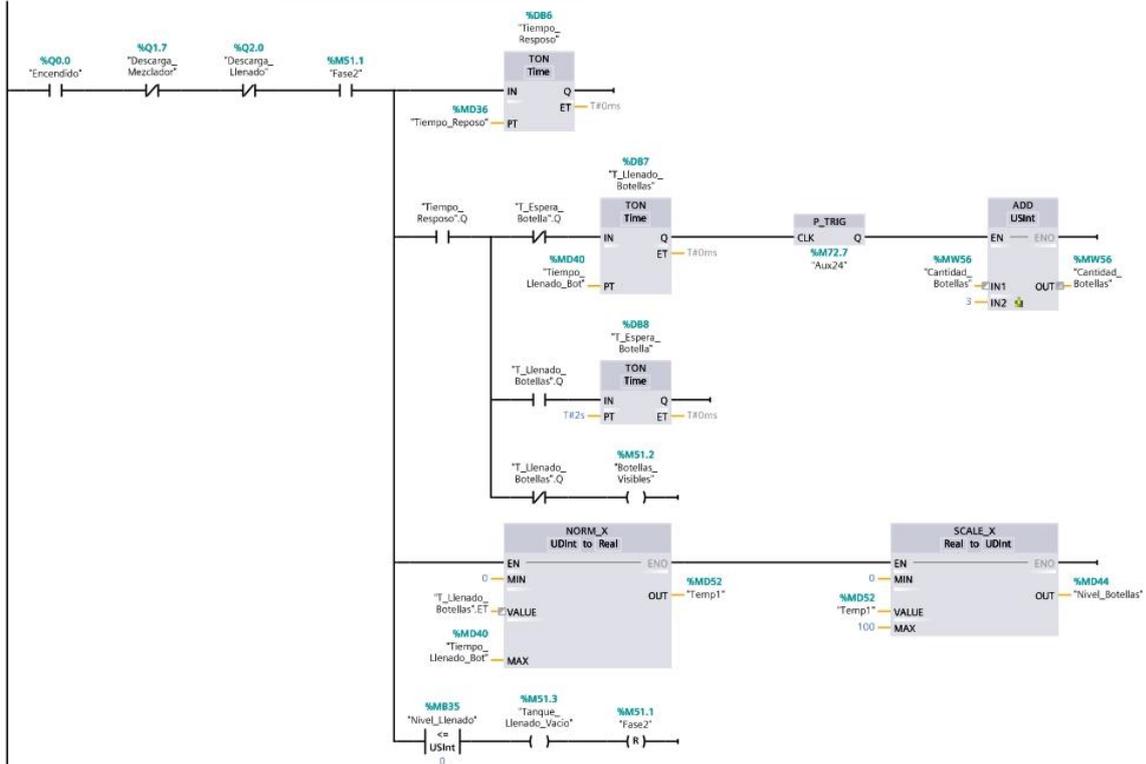




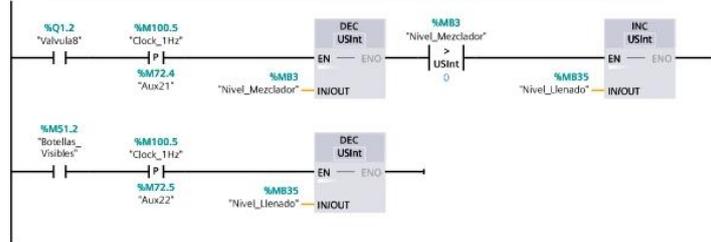
Network 7: Animación del mezclador /



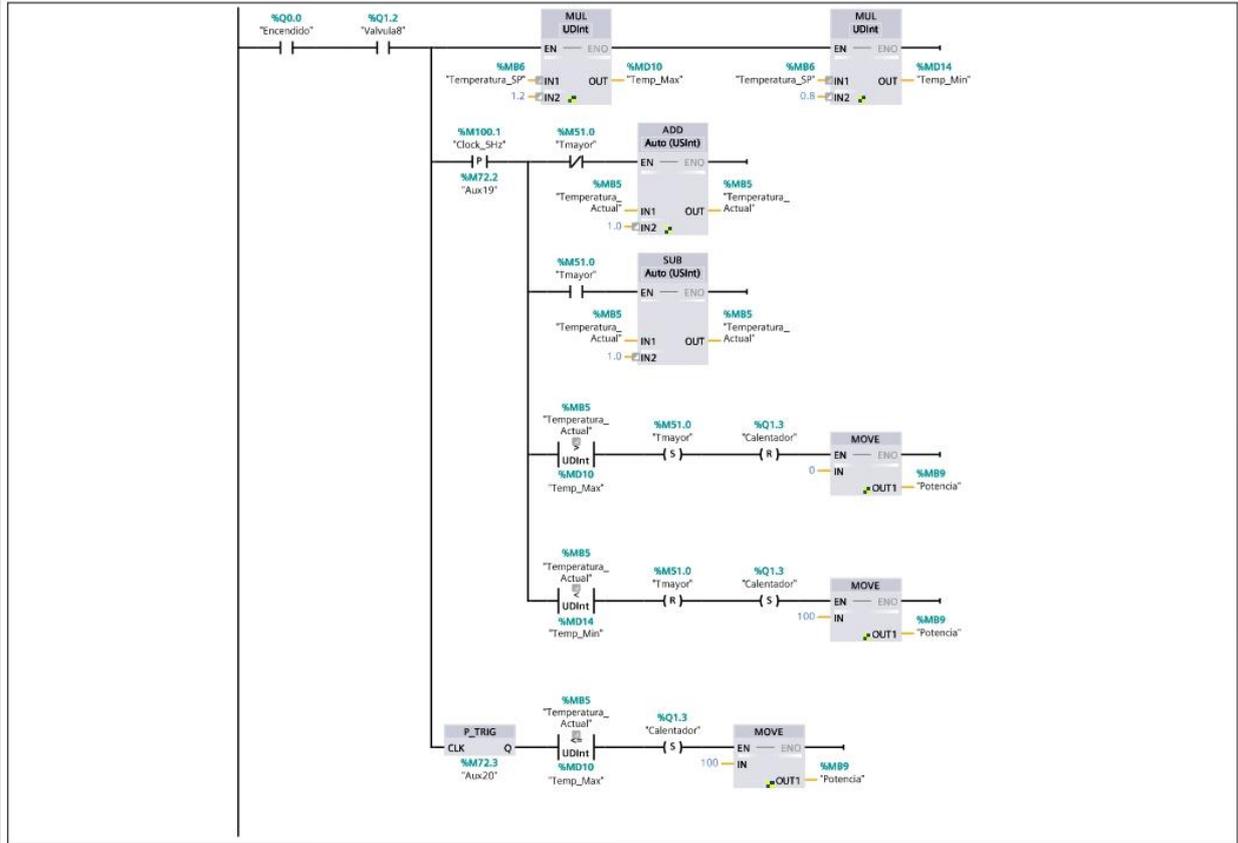
Network 8: Secuencia - Fase2



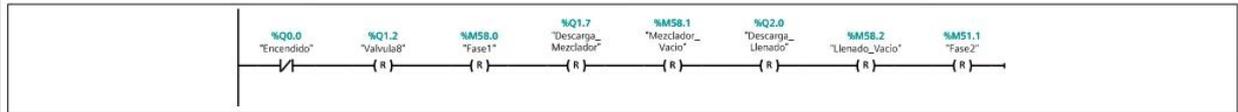
Network 9: Control de nivel de tanque de Llenado



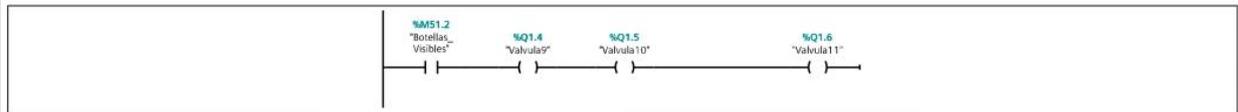
Network 10: Simulación de controlador on/off de temperatura



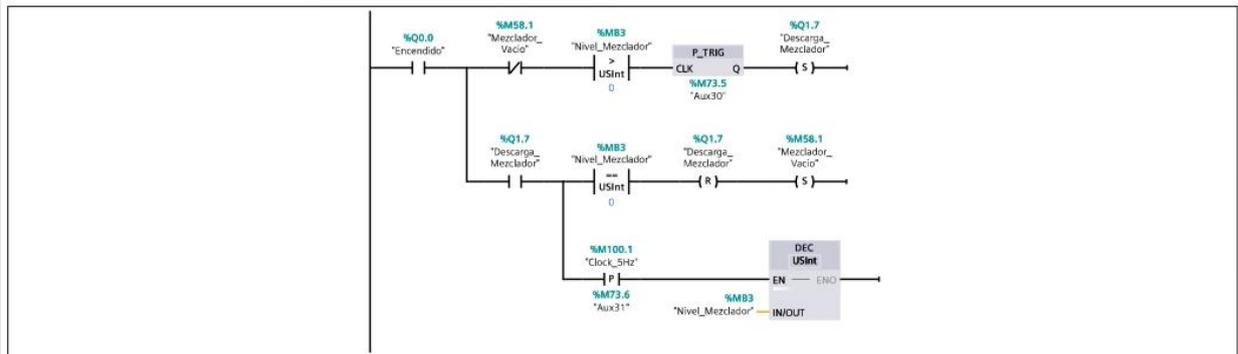
Network 11: Acciones de apagado



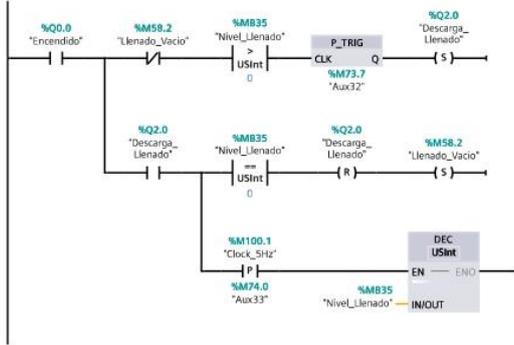
Network 12: Válvulas de dosificación



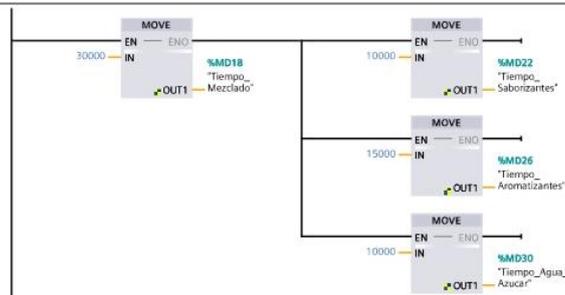
Network 13: Descarga de material residual



Network 14:



Network 1: Valores iniciales para los tiempos de control



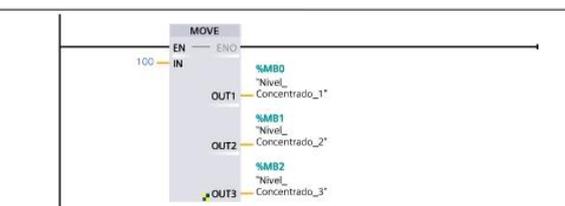
Network 2: Valores iniciales para temperaturas



Network 3: Valores iniciales para tiempos de llenado



Network 4: Valores iniciales para tanques de concentrado

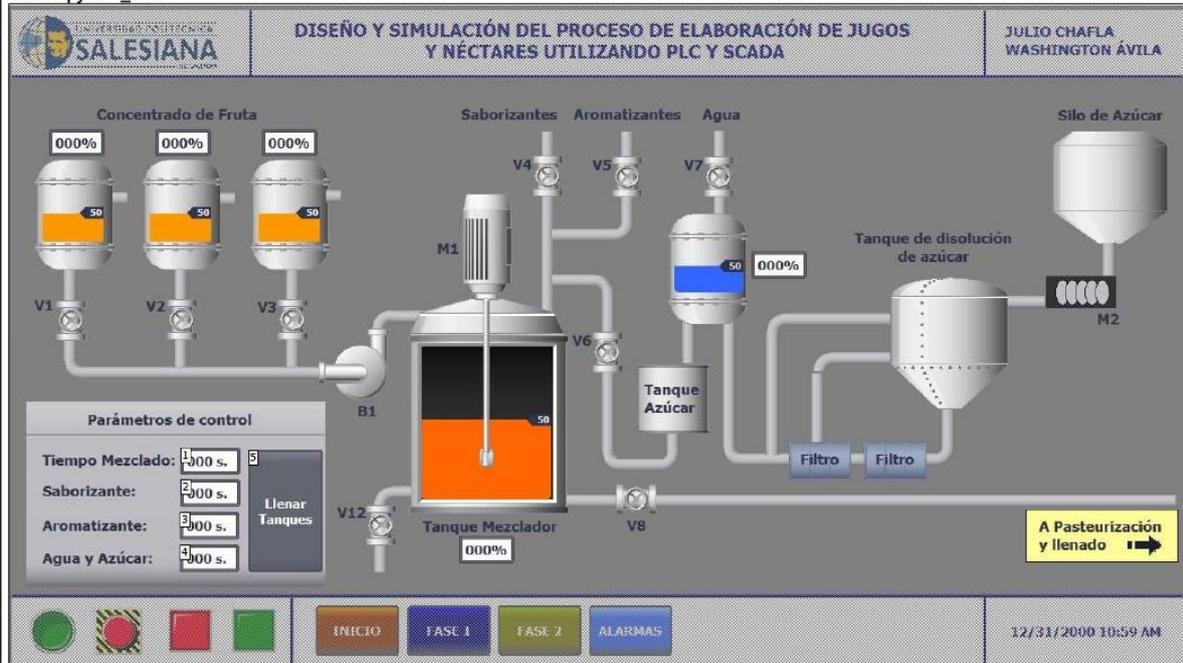




PC-System\_1 [SIMATIC PC station] / HMI\_RT\_1 [WinCC RT Advanced] / Screens

1\_Fase1

Hardcopy of 1\_Fase1



General					
Name	1_Fase1	Background color	128, 128, 128	Grid color	0, 0, 0
Number	3	Template	Template_1	Tooltip	
Release button					

Layers	
Active layer	0

Layer_0	Enabled
Layer_1	Enabled
Layer_2	Enabled
Layer_3	Enabled
Layer_4	Enabled
Layer_5	Enabled
Layer_6	Enabled
Layer_7	Enabled
Layer_8	Enabled
Layer_9	Enabled
Layer_10	Enabled
Layer_11	Enabled
Layer_12	Enabled
Layer_13	Enabled
Layer_14	Enabled
Layer_15	Enabled
Layer_16	Enabled
Layer_17	Enabled
Layer_18	Enabled
Layer_19	Enabled
Layer_20	Enabled
Layer_21	Enabled
Layer_22	Enabled
Layer_23	Enabled
Layer_24	Enabled
Layer_25	Enabled
Layer_26	Enabled
Layer_27	Enabled
Layer_28	Enabled
Layer_29	Enabled
Layer_30	Enabled
Layer_31	Enabled

Graphic view_1	
Type	Graphic view
General	
Graphic	Graphic_3

PC-System\_1 [SIMATIC PC station] / HMI\_RT\_1 [WinCC RT Advanced] / Screens

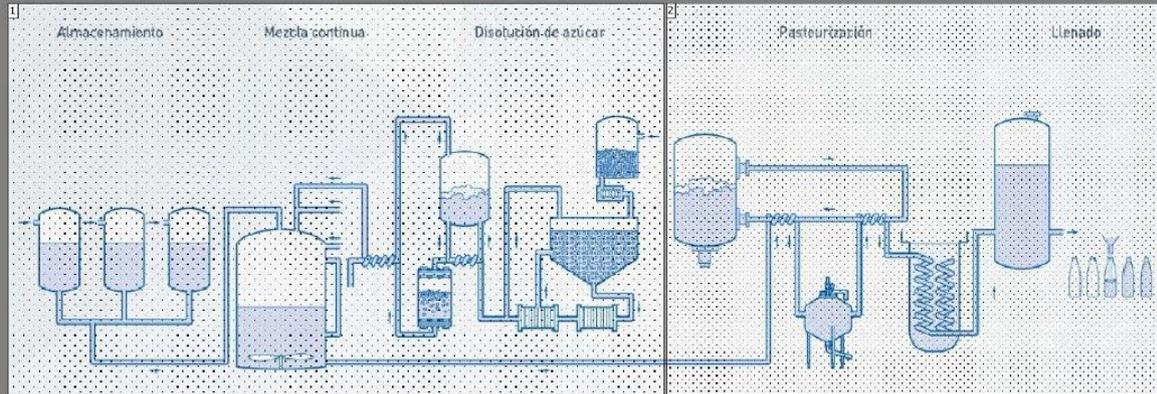
0\_Principal

Hardcopy of 0\_Principal



DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE JUGOS Y NECTARES UTILIZANDO PLC Y SCADA

JULIO CHAFLA WASHINGTON ÁVILA



Control panel area with buttons: INICIO, FASE 1, FASE 2, ALARMAS. Includes status indicators (green, red, yellow) and a timestamp: 12/31/2000 10:59 AM.

General					
Name	0_Principal	Background color	128, 128, 128	Grid color	0, 0, 0
Number	1	Template	Template_1	Tooltip	
Release button					

Layers	
Active layer	0

Layer_0	Enabled
Layer_1	Enabled
Layer_2	Enabled
Layer_3	Enabled
Layer_4	Enabled
Layer_5	Enabled
Layer_6	Enabled
Layer_7	Enabled
Layer_8	Enabled
Layer_9	Enabled
Layer_10	Enabled
Layer_11	Enabled
Layer_12	Enabled
Layer_13	Enabled
Layer_14	Enabled
Layer_15	Enabled
Layer_16	Enabled
Layer_17	Enabled
Layer_18	Enabled
Layer_19	Enabled
Layer_20	Enabled
Layer_21	Enabled
Layer_22	Enabled
Layer_23	Enabled
Layer_24	Enabled
Layer_25	Enabled
Layer_26	Enabled
Layer_27	Enabled
Layer_28	Enabled
Layer_29	Enabled
Layer_30	Enabled
Layer_31	Enabled

Template_Graphic view_1	
Type	Graphic view
General	
Graphic	Graphic_1

PC-System\_1 [SIMATIC PC station] / HMI\_RT\_1 [WinCC RT Advanced] / Screen management / Templates

Template\_1

Hardcopy of Template\_1



DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE JUGOS Y NÉCTARES UTILIZANDO PLC Y SCADA

JULIO CHAFLA WASHINGTON ÁVILA



								12/31/2000 10:59 AM
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------------

General					
Name	Template_1	Background color	182, 182, 182	Grid color	0, 0, 0
Tab sequence in foreground	Enabled	Release button			

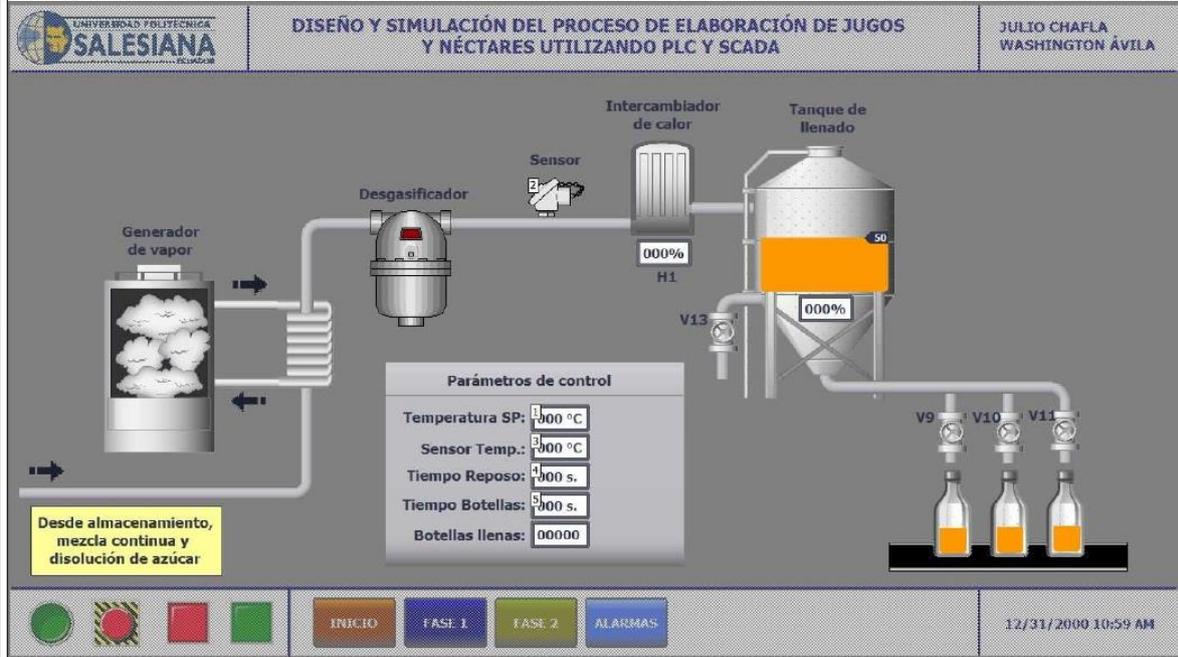
Layers	
Active layer	0

Layer_0	Enabled
Layer_1	Enabled
Layer_2	Enabled
Layer_3	Enabled
Layer_4	Enabled
Layer_5	Enabled
Layer_6	Enabled
Layer_7	Enabled
Layer_8	Enabled
Layer_9	Enabled
Layer_10	Enabled
Layer_11	Enabled
Layer_12	Enabled
Layer_13	Enabled
Layer_14	Enabled
Layer_15	Enabled
Layer_16	Enabled
Layer_17	Enabled
Layer_18	Enabled
Layer_19	Enabled
Layer_20	Enabled
Layer_21	Enabled
Layer_22	Enabled
Layer_23	Enabled
Layer_24	Enabled
Layer_25	Enabled
Layer_26	Enabled
Layer_27	Enabled
Layer_28	Enabled
Layer_29	Enabled
Layer_30	Enabled
Layer_31	Enabled

Rectangle_1	
Type	Rectangle

2\_Fase2

Hardcopy of 2\_Fase2



<b>General</b>	
Name	2_Fase2
Number	4
Release button	
Background color	128, 128, 128
Template	Template_1
Grid color	0, 0, 0
Tooltip	

<b>Layers</b>	
Active layer	0

Layer_0	Enabled
Layer_1	Enabled
Layer_2	Enabled
Layer_3	Enabled
Layer_4	Enabled
Layer_5	Enabled
Layer_6	Enabled
Layer_7	Enabled
Layer_8	Enabled
Layer_9	Enabled
Layer_10	Enabled
Layer_11	Enabled
Layer_12	Enabled
Layer_13	Enabled
Layer_14	Enabled
Layer_15	Enabled
Layer_16	Enabled
Layer_17	Enabled
Layer_18	Enabled
Layer_19	Enabled
Layer_20	Enabled
Layer_21	Enabled
Layer_22	Enabled
Layer_23	Enabled
Layer_24	Enabled
Layer_25	Enabled
Layer_26	Enabled
Layer_27	Enabled
Layer_28	Enabled
Layer_29	Enabled
Layer_30	Enabled
Layer_31	Enabled

<b>Pipe_T1_6</b>	
Type	Graphic I/O field
<b>General</b>	
Process value	0
Bit number	0
Mode	Two states

Guayaquil, 24 de julio del 2024

Ing. Orlando Barcia, Msc.

Director de Carrera de Electrónica y Automatización.

De mis consideraciones:

Yo, Víctor Larco Torres, portador de la cédula de ciudadanía No. 0923270136, como Tutor de las estudiantes de la malla Rediseño WASHINGTON KEVIN AVILA ESPINOZA y JULIO ENRIQUE CHAFLA PINDUISACA doy a conocer la Rúbrica de Evaluación del Trabajo de Titulación **“Diseño y simulación del proceso de elaboración de jugos y néctares utilizando PLC y SCADA”**

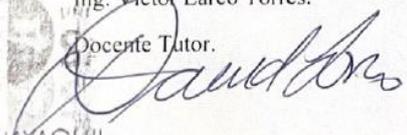
Criterio	Descripción del criterio	Puntaje	Observaciones
Planteamiento e identificación del problema	Se muestra la importancia del problema y la contribución que se quiere alcanzar con el Proyecto técnico.	15	
Revisión del marco teórico y fuentes de información	Este criterio establece la relación entre la revisión literaria y el problema a abordar en el Proyecto técnico, así como el adecuado nivel de exhaustividad en la revisión de las fuentes de información.	15	
Contenido Metodológico	Se establecen con claridad y de manera estructurada las distintas fases, uso de métodos, herramientas, diseños, recursos, materiales, etc., para el desarrollo del Proyecto técnico y la propuesta de solución.	20	
Funcionalidad	Permite evaluar el nivel de funcionalidad del trabajo desarrollado, tomando en cuenta los objetivos del mismo.	30	
Presentación de Resultados	Se expresan o presentan los resultados alcanzados en el desarrollo del proyecto técnico y cómo se relacionan con el cumplimiento de los objetivos, el impacto y la innovación.	15	
Conclusiones y Recomendaciones	Este criterio establece la claridad con que el autor expone su posición y sus ideas respecto a las conclusiones y recomendaciones expresadas.	5	
<b>PUNTAJE FINAL:</b>		<b>100</b>	

Por la atención que se sirva dar a la presente, quedo de usted muy agradecido.

Atentamente,

Ing. Víctor Larco Torres.

Docente Tutor.



SEDE GUAYAQUIL

Chambers # 227 v 5 de Junio • Campus Centenario • Casilla 09-01-47-52 • Teléfono: | 5931 4 2590-630 Ext.: 4401