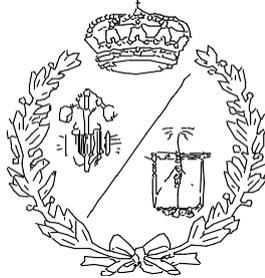


ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Proyecto Fin de Grado

**AUTOMATIZACIÓN Y MONITORIZACIÓN DE
UNA BODEGA**

AUTOMATION AND MONITORING OF A WINERY

Para acceder al Título de

**GRADUADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA**

Autor: Alberto Sevillano San Martín

Julio – 2022

RESUMEN

En el presente proyecto se realiza la automatización del proceso de elaboración de vino de una bodega.

El proceso se desarrolla de forma secuencial en distintas fases. Comienza con la llegada de la uva que será despalillada para limpiarla de todo residuo. Posteriormente pasará a la estrujadora obteniendo así el mosto. Éste será trasladado al depósito donde quedará almacenado. En él se comprobará la temperatura. Se realizará el remonte del vino dos veces al día. Cuando se haya producido la fermentación y maceración, saldrá hacia una máquina que prensará el conjunto del vino con los hollejos. Posteriormente se optimizará el pH. Tras esto, se filtrará de posibles impurezas y finalmente se llenarán las barricas.

La automatización y monitorización del proceso anteriormente descrito se realizará con un PLC y una pantalla SIEMENS. La programación se llevará a cabo con el programa TIA PORTAL y la simulación gráfica con el programa FACTORY I/O. Finalmente se incluirá un servidor Web cuya programación se realizará en HTML.

ABSTRACT

This project involves the automation of the winemaking process of a winery.

The process is carried out sequentially in different phases. It begins with the arrival of the grapes, which will be destemmed to clean them of any residue. Then it goes through the crusher to obtain the must. This is then transferred to the tank where it is stored. The temperature is checked there. The wine is pumped over twice a day. Once fermentation and maceration have taken place, it will be sent to a machine that will press the wine together with the skins. Subsequently, the pH will be optimised. After this, it will be filtered for possible impurities and finally the barrels will be filled.

The automation and monitoring of the process described above will be carried out with a PLC and a SIEMENS screen. The programming will be carried out with the TIA PORTAL program and the graphic simulation with the FACTORY I/O program. Finally, a web server will be included, which will be programmed in HTML.

ÍNDICE GLOBAL

1. DOCUMENTO 1. MEMORIA

2. DOCUMENTO 2. PLIEGO DE CONDICIONES

3. DOCUMENTO 3. PRESUPUESTO

4. DOCUMENTO 4. ANEXOS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Interfaz gráfica Tia Portal.....	18
Ilustración 2: Primeros pasos Tia Portal.....	19
Ilustración 3: Elección de CPU	19
Ilustración 4: Módulos del PLC	20
Ilustración 5: Sensor capacitivo... ..	24
Ilustración 6: Sensor PT100.....	25
Ilustración 7: Electrodo medidor de pH	25
Ilustración 8: Actuador de una válvula.....	28
Ilustración 9: Variables función “Entradas Analógicas”	30
Ilustración 10: Función “Entradas Analógicas”	30
Ilustración 11: Segmento sensor de nivel del depósito	31
Ilustración 12: Variables función “Salidas Analógicas”	32
Ilustración 13: Función “Salidas Analógicas”	32
Ilustración 14: Segmento sensor de temperatura del depósito.....	33
Ilustración 15: Introducción manual de la temperatura de referencia	34
Ilustración 16: Convertidores de formato Time a Time of Day	34
Ilustración 17: Variables función “Porcentaje apertura”	35
Ilustración 18: Función “Porcentaje apertura”	36
Ilustración 19: Segmento sensor pH	37
Ilustración 20: Programación de la optimización del pH	37
Ilustración 21: Segmento sensor litros barricas.....	38
Ilustración 22: Dispositivo HMI KTP1200 Basic.....	39
Ilustración 23: Conexión del HMI con el PLC	39

Ilustración 24: Conexión realizada del PLC con el HMI	40
Ilustración 25: Plantilla HMI	41
Ilustración 26: Pantalla principal.....	42
Ilustración 27: Pantalla de primera etapa	42
Ilustración 28: Pantalla de la despalilladora.....	43
Ilustración 29: Pantalla de la estrujadora	44
Ilustración 30: Pantalla de la válvula a depósito.....	45
Ilustración 31: Pantalla del control del nivel.....	45
Ilustración 32: Pantalla del remonte	46
Ilustración 33: Pantalla del control de la temperatura.....	47
Ilustración 34: Pantalla de la segunda etapa.....	48
Ilustración 35: Pantalla de la válvula a prensado.....	49
Ilustración 36: Pantalla del prensado.....	49
Ilustración 37: Pantalla de la válvula a pH	50
Ilustración 38: Pantalla máquina pH con un pH erróneo.....	50
Ilustración 39: Pantalla máquina pH con un pH óptimo.....	51
Ilustración 40: Pantalla válvula a filtrado.....	51
Ilustración 41: Pantalla máquina de filtrado.....	52
Ilustración 42: Pantalla válvula a barricas.....	52
Ilustración 43: Pantalla llenado de barricas.....	53
Ilustración 44: Vista general del depósito en Factory I/O	54
Ilustración 45: Función para conectar el PLC con el Factory I/O	54
Ilustración 46: Selección de driver en Factory I/O	55
Ilustración 47: Configuración de las señales en Factory I/O	55
Ilustración 48: Señales implementadas para la simulación	56

Ilustración 49: Correcta conexión del PLC con el Factory I/O	56
Ilustración 50: Simulación del llenado del depósito en Factory I/O y la pantalla HMI... ..	57
Ilustración 51: Simulación con el depósito lleno.....	57
Ilustración 52: Simulación del depósito vaciándose.....	58
Ilustración 53: Simulación del depósito vaciándose con menos de 70.000 litros.....	58
Ilustración 54: Web server.....	59
Ilustración 55: Función para la conexión del PLC con el servidor.....	60
Ilustración 56: Página web de Siemens.....	60
Ilustración 57: Simulación observada desde la Web server.....	61

DOCUMENTO 1.

MEMORIA.

ÍNDICE

1. DOCUMENTO 1. MEMORIA.....	7
1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. MOTIVACIÓN	11
1.2. OBJETIVOS.....	11
1.3. ANTECEDENTES.....	11
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	12
2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	12
2.2. VENDIMIA.....	12
2.3. DESPALILLADO	13
2.4. ESTRUJADO.....	13
2.5. MACERACIÓN Y FERMENTACIÓN.....	14
2.6. PRENSADO.....	14
2.7. OPTIMIZACIÓN DEL PH.....	15
2.8. FILTRADO.....	15
2.9. LLENADO DE BARRICAS.....	15
3. CONOCIMIENTOS PRECEDENTES	16
3.1. AUTÓMATAS PROGRAMABLES.....	16
3.1.1. Historia de los autómatas programables... ..	16
3.1.2. Componentes de un autómata programable.....	16
3.1.3. Tipos de autómatas programables.....	17
3.2. TIA PORTAL.....	18
3.2.1. Interfaz gráfica.....	18
4. CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE.....	19

4.1. CPU.....	19
4.2. SEÑALES DE ENTRADA.....	20
4.2.1. Sensores.....	23
4.2.2. Módulos del PLC.....	25
4.3. SEÑALES DE SALIDA.....	26
4.3.1. Actuadores.....	28
4.3.2. Módulos del PLC.....	28
5. PROGRAMACIÓN DEL PLC.....	29
6. SUPERVISIÓN DEL SISTEMA.....	39
6.1. PANTALLA HMI.....	39
6.2. PLANTILLA.....	41
6.3. PANTALLA PRINCIPAL.....	41
6.4. PRIMERA ETAPA.....	42
6.5. DESPALILLADORA.....	43
6.6. ESTRUJADORA.....	44
6.7. VÁLVULA A DEPÓSITO.....	44
6.8. CONTROL DEL NIVEL.....	45
6.9. REMONTE.....	46
6.10. CONTROL DE LA TEMPERATURA.....	47
6.11. SEGUNDA ETAPA.....	48
6.12. VÁLVULA A PRENSADO.....	48
6.13. PRENSADO.....	49
6.14. VÁLVULA A PH.....	50
6.15. MÁQUINA DE PH.....	50
6.16. VÁLVULA A FILTRADO.....	51

6.17. MÁQUINA DE FILTRADO.....	52
6.18. VÁLVULA A BARRICAS.....	52
6.19. LLENADO DE BARRICAS.....	53
7. FACTORY I/O.....	53
8. WEB SERVER.....	59
8.1. PROGRAMACIÓN DEL SERVIDOR.....	59
8.2. SIMULACIÓN.....	60
9. LÍNEAS FUTURAS.....	61
10. CONCLUSIONES.....	62
11. BIBLIOGRAFÍA.....	64

1. INTRODUCCIÓN

1.1. MOTIVACIÓN

En la actualidad la automatización de procesos es un factor imprescindible para la optimización del trabajo. Debido a esto, su evolución y mejora es patente en los diferentes procesos industriales. Sin embargo, en otros procesos no ha tenido tanto alcance, como por ejemplo el propósito de este proyecto.

La mayoría de las bodegas han implementado sistemas de embotellado y etiquetado, de tal manera que se agilice la producción. Sin embargo, no se han observado grandes avances a la hora de automatizar todo el proceso previo; la elaboración del vino.

Es cierto que las diferentes máquinas y depósitos implementados en este proceso han mejorado. Aun así, no ha habido sistemas automáticos que cohesionen toda la maquinaria en un solo programa y lo muestren a través de una pantalla, siendo posible el manejo de todo el equipamiento a través de ésta.

1.2. OBJETIVOS

Los principales objetivos de este proyecto son:

- Automatizar el proceso de elaboración de vino en una bodega programando en Tia Portal.
- Implementar un SCADA que monitorice un PLC para posterior manejo del operario
- Simulación gráfica del llenado y vaciado del depósito mediante Factory I/O.
- Programar una página web en html para que el PLC actúe como servidor web.

1.3. ANTECEDENTES

En la antigüedad la vendimia, proceso en el que se recoge la uva, se hacía de forma improvisada coincidiendo con alguna festividad o tradición familiar, pero sin tener en cuenta criterios como las fechas en que se hacía, aspecto primordial para la obtención de una uva madurada en condiciones.

La técnica más utilizada para la elaboración del vino era el pisado de las uvas en lagares de piedra, que son los recipientes donde las uvas son colocadas para posteriormente pisarla y obtener el jugo de la uva, también denominado mosto.

Una vez obtenido el mosto, se guardaba en tinajas, tinos o barricas de madera vieja donde se producía la fermentación incluyendo los hollejos, que son las pieles de las uvas, y hasta restos de hojas.

Terminada la fermentación, se almacenaba el vino ya elaborado en diferentes recipientes. [1]

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

2.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

En la actualidad se han implementado diferentes máquinas que, tras muchos años de estudio y evolución, son capaces de producir un vino de la mayor calidad posible.

El funcionamiento de todas las bodegas es muy similar, encontrando en la mayoría de ellas máquinas y procedimientos muy parecidos. Si bien es cierto que dependiendo del vino e incluso de la institución de la bodega el proceso puede variar.

Las etapas primordiales que siguen las bodegas en la actualidad son: [2]

- Despalillado
- Estrujado
- Maceración y fermentación alcohólica
- Prensado
- Comprobación del pH
- Filtrado
- Crianza en barricas

2.2. VENDIMIA

El primer paso para la elaboración del vino es obtener las materias primas, es decir, la vendimia o cosecha de las uvas. Consiste en la recogida de las uvas del viñedo y su posterior transporte en los remolques hasta la bodega.

Es una actividad que lleva realizándose durante miles de años considerándose ya una tradición. Con el paso del tiempo se han ido introduciendo avances tecnológicos, conocimientos y cuidados con el objetivo de aumentar la calidad del vino producido.

La fecha de la vendimia es uno de los aspectos más importantes. Se realizará cuando la uva tenga un grado de maduración idóneo, de tal manera que los frutos estén sanos y con concentraciones óptimas tanto de azúcares y de ácidos. Esto determinará en un futuro las características del vino producido, siendo éstas los matices aromáticos, el color, la frescura, etc. En España la vendimia suele llevarse a cabo los meses de agosto, septiembre y octubre.

La vendimia puede hacerse de forma manual o de forma mecánica. En la manual, los racimos de uvas son recogidos uno a uno con la mano por los vendimiadores. Es la forma más empleada en el caso de que se quiera obtener vinos de alta calidad por el cuidado que se tiene con la uva lo que conlleva también mayor inversión económica. Respecto a la automática, se realiza mediante cosechadoras que recogen las uvas que se cultivan en viñedos con una mayor separación entre sí para que las máquinas puedan pasar. Conlleva una menor inversión, pero el cuidado y el trato de las uvas es peor. [3]

2.3. DESPALILLADO

Una vez terminada la vendimia, se lleva la cosecha a la bodega para descargarla. El contenido del remolque se vuelca en la tolva de recepción que da paso a una máquina llamada despalladora. Ésta se encarga de separar el grano de uva del raspón, también llamado escobajo o esqueleto del racimo. Además, se eliminan otros restos como por ejemplo las hojas o los sarmientos, que es la rama de la cepa.

Es un proceso imprescindible si se quiere obtener un vino suave de buena calidad debido a que, si no se efectúa de manera adecuada, pueden aparecer sabores herbáceos o sustancias astringentes. El vino pierde acidez si se fermenta con raspones, ya que contienen una gran cantidad de potasio. [4] Los raspones también dificultan la controlabilidad de la temperatura, debido a que aspiran mucho calor, y, además, absorben colorantes de las uvas, por lo que cuanto más ausencia de raspones haya, más color tendrá la uva.

2.4. ESTRUJADO

Hoy en día se llama estrujado a lo que, en la antigüedad, como se ha explicado anteriormente, se le llamaba pisar las uvas. Este proceso es la continuación del despallado. Consiste en extraer la mayor cantidad posible de mosto de las uvas, pero sin dañar el hollejo, que son las pieles de las uvas. La estrujadora debe romper los granos de uva, pero sin llegar a molerlos, de tal manera que no se rompan las pepitas. Con el estrujado logramos además

dispersar las levaduras naturales que existen en la piel, logrando así que se aireen y se activen además de acelerar la fermentación. [5]

2.5. MACERACIÓN Y FERMENTACIÓN

Una vez terminado el estrujado, se almacena el mosto con los hollejos en un depósito. A este proceso se le denomina maceración. En este proyecto se utilizará un depósito de 125.000 litros de capacidad, llegando a llenarse hasta los 100.000 litros por el aumento que sufre el vino durante la fermentación y para facilitar posteriores operaciones. Los aromas, la textura o el color se encuentran en la parte de la piel, por lo que es en este proceso donde el vino resultante obtiene estas características. Allí permanecerá durante catorce días, es decir, el vino que se va a producir en este proyecto será un vino joven.

La fermentación alcohólica del vino se produce por los azúcares que contiene el mosto obtenido de las levaduras de los hollejos, transformándose en alcohol etílico, calor, CO₂ y otras sustancias. Es debido al CO₂ que los hollejos, que son las partes sólidas del interior del depósito, ascienden a la superficie, generándose así lo que se denomina sombrero. Con el objetivo de remover y homogeneizar el contenido, se utiliza la técnica del remontado; consiste en extraer la mezcla por la parte baja del depósito e introducirla por la superior mediante una bomba, logrando así remojar el sombrero y remover la mezcla. Este procedimiento se realizará dos veces al día durante veinte minutos. [6]

En esta etapa también es importante tener controlada la temperatura del depósito. Es por ello por lo que se utilizará un refrigerador para que en caso de que la temperatura ascienda por encima de la temperatura de referencia introducida por el operario, se active el refrigerador hasta disminuirla. En este proyecto, al realizar un vino joven, la temperatura será baja y no podrá sobrepasar los 26 °C. [7]

2.6. PRENSADO

Dependiendo del vino a realizar, el prensado se realiza de diferente forma, en diferente orden y con diferente intensidad. En este proyecto se realizará una vez terminada la maceración y fermentación al producir un vino tinto.

El prensado consiste en la separación del vino fermentado y macerado de los hollejos mediante una prensa neumática horizontal. Será mucho más intenso al tratarse de un vino tinto. [8]

2.7. OPTIMIZACIÓN DEL PH

El pH es el grado de acidez o alcalinidad de una sustancia o una solución. Se mide en una escala de 0 a 14. [9]

Los vinos suelen tener un pH entre 3.0 y 4.0. [10] En este proyecto se comprobará que el vino obtenido tiene un pH entre 3.3 y 3.5 de tal manera que sea de la mayor calidad posible. Si no, la máquina encargada de medir el pH lo optimizará hasta llegar a ese rango.

2.8. FILTRADO

El penúltimo paso, antes de llenar las barricas, es hacer pasar el vino por un recipiente en el que se encuentran unas tierras filtrantes (tierras de diatomeas o perlitas), de tal forma que las impurezas se sedimenten en unos soportes que hay en el interior de éste.

Este proceso es realizado al final de toda la elaboración para garantizar el estabilizado y esterilización del producto resultante. [11]

Esta filtración no debe afectar ni al sabor ni a las características del vino.

2.9. LLENADO DE BARRICAS

El último paso del proceso es el llenado de las barricas. Éstas tienen una capacidad de 225 litros cada una.

Las barricas dotan al vino de características y aromas diversos. Algunos de estos matices son:

- Incrementa la tonalidad del color por la reacción de los taninos de la barrica con el vino. Los taninos son sustancias químico vegetales naturales que se encuentran en el vino. [12]
- La madera aporta matices al vino de tostados y especias.
- La barrica aporta dulzura y diferentes aromas al vino

Las barricas pueden estar fabricadas de maderas de cerezos, castaños o pinos. Sin embargo, las más habituales son maderas de roble, debido a que es con la que se obtienen mejores resultados. En este proyecto se utilizarán barricas de roble americano.

El roble francés necesita la característica de que el corte de la madera sea en sentido de la fibra, otorgando así la capacidad de que la barrica sea completamente impermeable.

Sin embargo, esto no ocurre con el roble americano, ya que es completamente impermeable sin importar el sentido del corte. [13]

Las barricas se almacenarán en la bodega el tiempo que se considere oportuno hasta su posterior venta.

3. CONOCIMIENTOS PRECEDENTES

3.1. AUTÓMATAS PROGRAMABLES

Los autómatas programables son controladores que, tras una previa programación, permiten que máquinas realicen determinados procesos sin ayuda humana. Estos procesos se realizan mediante funciones de control desde cables y aplicación. Debido a que la programación se realiza de forma interna, no son necesarios una gran cantidad de cables conectados entre sí. Esto supone que el manejo sea más fácil al no tener un gran tamaño. Las correcciones en el sistema de control también son mucho más sencillas gracias a estos dispositivos. [14]

3.1.1. Historia de los autómatas programables

Los PLCs aparecieron en los Estados Unidos alrededor de 1969. Respondieron al deseo de la industria del motor de desarrollar líneas de producción automatizadas que pudieran mantenerse al día con las tecnologías y modelos cambiantes.

A mediados de la década de 1960, General Motors, ante la falta de flexibilidad y confiabilidad de los sistemas basados en relés, comenzó a investigar nuevos sistemas de control con las siguientes características: sistemas totalmente electrónicos, adaptados al ambiente industrial, programables en lenguajes accesibles al personal de operaciones y mantenimiento existente, con posibilidades de ampliación y modificación...

Los primeros autómatas utilizaban circuitos integrados. En la actualidad, se utilizan microprocesadores, consiguiendo reducir así el tamaño y su precio. [15]

3.1.2. Componentes de un autómata programable

A pesar de la amplia gama de autómatas programables que puede haber, todos ellos están formados por cinco componentes imprescindibles:

- Unidad central de proceso o CPU: el procesador es el que maneja todo del autómata programable. Dependiendo del tamaño y del tipo de unidad central de proceso, el autómata tendrá diferentes funciones de programación, así como diferentes tamaños para la lógica de la aplicación. De ello dependerá también la memoria disponible y la velocidad de procesamiento.
- Ensamblaje de entrada y salida E/S: mediante las entradas se transportan las señales del proceso industrial al controlador. Las salidas son los actuadores que el PLC utiliza para ajustar o controlar un determinado proceso. Las entradas y las salidas pueden ser digitales o analógicas. Las entradas y salidas digitales son las que dependen de un valor discreto o binario (encendido/apagado, si/no, etc.). Las entradas y salidas analógicas son las que dependen de un rango variable (temperatura, volumen, presión, etc.)
- Fuente de alimentación: es de corriente continua interna. Alimenta al autómata para su posterior funcionamiento. Los niveles de energía más utilizados son 24 VDC o 120 VAC.
- Rack o ensamblaje del bastidor: la mayoría de los autómatas programables, especialmente los medianos y grandes, están montados en un rack para que los componentes individuales, ya sean CPU, E/S y fuentes de alimentación, se mantengan unidos dentro de la carcasa o bastidor. [16]

3.1.3. Tipos de autómatas programables

Los autómatas programables se pueden clasificar en dos grupos: miniautómatas, previamente conocidos como relés programables, y los autómatas industriales.

- Miniautómatas: son los autómatas más pequeños que se fabrican. Tienen todos los componentes en la misma envolvente, a excepción de la fuente de alimentación que, en algunos modelos con entradas a 24V en corriente continua la pueden llevar aparte. Son muy compactos. En el pasado se les conocía como relés programables. Sin embargo, ese término ya no es correcto debido al amplio desarrollo que han tenido, llegando a tener la opción de ampliación de módulos de entradas y de salidas, ya sean analógicas o digitales. Todo esto ha supuesto una gran ampliación del volumen del autómata. Sus principales aplicaciones son domóticas, por ejemplo, en el caso de viviendas, ascensores, museos, cruces de semáforos... llegando a poder ejecutar aplicaciones industriales, pero sin llegar a ser muy complejas.

- Autómatas industriales: se dividen en dos grupos, los autómatas industriales compactos y los autómatas industriales modulares. Los compactos albergan todo en la misma envolvente pudiendo ampliarse mediante módulos de entradas y salidas, como por ejemplo la serie S7-200 y S7-1200 de Siemens. Los modulares están formados por diferentes módulos acoplados (CPU, F.A, módulos de entradas y salidas, etc.). Debido a que se pueden adaptar mejor en función de las necesidades y que tienen una mayor expansión que los compactos, estos autómatas se utilizan para solucionar automatismos de gran volumen y complejidad. Al tratarse de módulos, permiten el funcionamiento parcial del autómata en el caso de averías que han sido localizadas pudiendo además realizar una sustitución rápida del módulo o módulos que estén averiados. Varios ejemplos son la serie S7-300 y S7-400 de Siemens. [17]

3.2. TIA PORTAL

Tia Portal es un software que integra los diferentes componentes de las máquinas con el objetivo de controlar procesos y operaciones. Se utiliza para hardware que usan el S2-1200 y S7-1500. [18]

En este proyecto se utilizará un PLC SIMATIC S7 (PLC S7-1200). A este PLC se le podrán añadir diferentes módulos tanto de entrada como de salida, analógicos o digitales, en función de las necesidades.

3.2.1. Interfaz gráfica

La primera pantalla que se encuentra al abrir el programa da la opción de abrir un proyecto existente, crear un proyecto o la de migrar un proyecto.

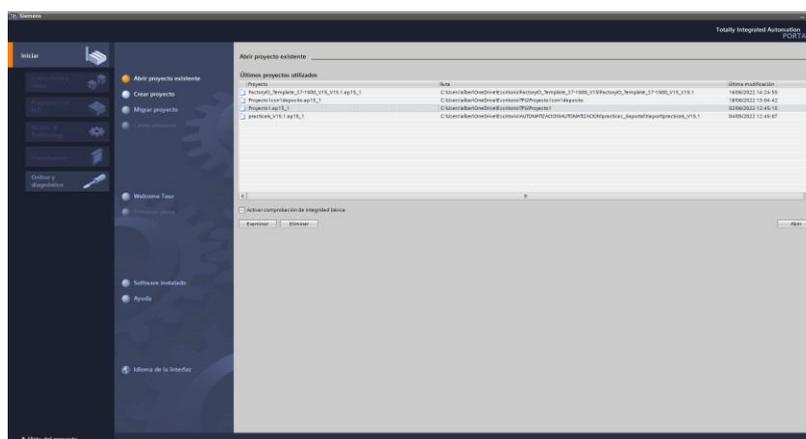


Ilustración 1: Interfaz gráfica Tia Portal

Una vez abierto el proyecto, se muestra la pantalla de a continuación. En ella se puede configurar un dispositivo, escribir un programa PLC, configurar objetos tecnológicos, configurar una imagen HMI o la de abrir la vista del proyecto.

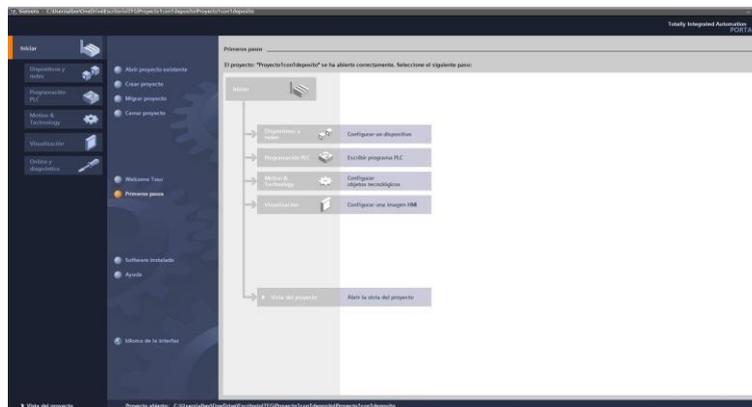


Ilustración 2: Primeros pasos Tia Portal

4. CONFIGURACIÓN DEL HARDWARE

4.1. CPU

En este proyecto se trabajará con una CPU 1214C AC/DC/Relay con referencia 6ES7 214-1BG40-0XB0. Este modelo consta de dos entradas analógicas, catorce entradas digitales y diez salidas digitales.

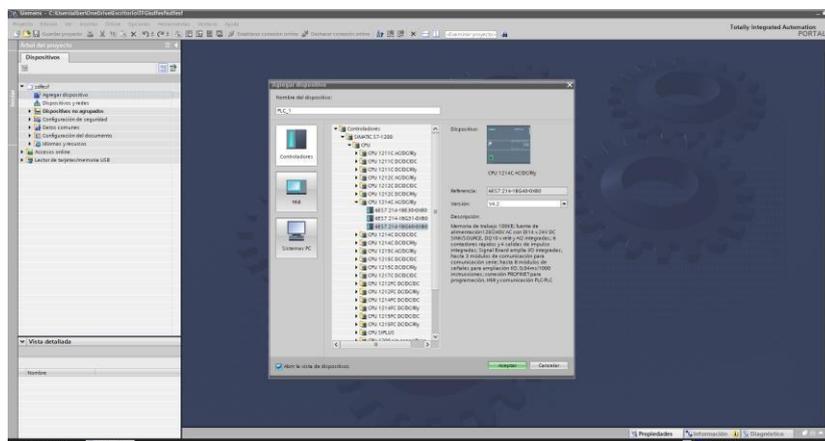


Ilustración 3: Elección de CPU

A continuación, se observa una imagen con el PLC utilizado y los diferentes módulos, tanto de entrada como de salida, que se han añadido.

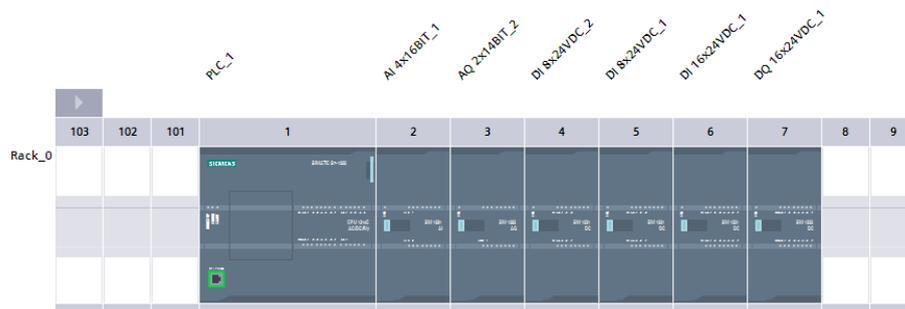


Ilustración 4: Módulos del PLC

Esta CPU tiene una memoria de programación/datos integrada de 100 kbytes, además de una memoria de carga de 2 Mbytes.

Tiene una alimentación alterna de rango amplio de 85 hasta 264 V AC.

4.2. SEÑALES DE ENTRADA

Las señales de entrada digitales serán todas aquellas que tengan que ver con los sensores, los botones de activación manual de las máquinas o la parada de éstas, los botones de apertura o cierre manuales de las válvulas, o el botón de paro de emergencia. En este caso, al tratarse de señales digitales, solamente podrán estar activadas o desactivadas.

Los sensores capacitivos, cuya descripción se explicará a continuación, detectarán el paso del fluido y activarán la señal.

En el caso los botones manuales, las señales se activarán una vez hayan sido pulsados por el usuario.

Las señales de entrada digitales son las siguientes:

Nombre	Tipo de datos	Dirección
Paro Emergencia	Bool	%I0.1

Sensor despalilladora	Bool	%I0.4
Sensor estrujadora	Bool	%I0.5
Sensor válvula a depósito	Bool	%I0.6
Sensor válvula a pH	Bool	%I0.7
Sensor válvula a filtrado	Bool	%I1.0
Sensor filtrado	Bool	%I1.1
Sensor válvula a barricas	Bool	%I1.2
Manual despalilladora	Bool	%I1.3
Stop despalilladora	Bool	%I1.4
Manual estrujadora	Bool	%I1.5
Manual válvula a depósito	Bool	%I1.7
Stop válvula a depósito	Bool	%I20.0
Manual remonte 1	Bool	%I20.1
Stop remonte 1	Bool	%I20.2
Manual salida depósito 1	Bool	%I20.3
Manual válvula a pH	Bool	%I20.7

Stop válvula a pH	Bool	%I24.0
Manual maquina pH	Bool	%24.1
Stop maquina pH	Bool	%I24.2
Manual válvula a filtrado	Bool	%I24.3
Stop válvula a filtrado	Bool	%I24.4
Manual maquina filtrado	Bool	%I24.5
Stop maquina filtrado	Bool	%I24.6
Manual válvula a barricas	Bool	%I24.7
Stop válvula a barricas	Bool	%I28.0
Manual llenado barricas	Bool	%I28.1
Stop llenado barricas	Bool	%I28.2
Manual refrigeración 1	Bool	%I28.3
Stop refrigeración 1	Bool	%I28.5
Stop Maceracion 1	Bool	%I29.0
Stop válvula a prensado	Bool	%I29.2
Manual válvula a prensado	Bool	%I29.3

Sensor prensado	Bool	%I29.4
Stop prensado	Bool	%I29.5
Manual prensado	Bool	%I29.6
Sensor maquina pH	Bool	%I29.7
Sensor barricas	Bool	%I0.2

Las señales analógicas son aquellas que pueden encontrarse en cualquier rango de un intervalo de una variable continua. En este proyecto se implementarán cuatro señales analógicas que corresponderán al nivel de los litros del depósito, la temperatura del depósito, la medición del pH y al nivel de los litros en las barricas.

Nombre	Tipo de datos	Dirección
Sensor nivel 1	Int	%IW30
Sensor temperatura 1	Int	%IW96
Sensor PH	Int	%IW100
Sensor litros barricas	Int	%IW98

4.2.1. Sensores

En este apartado se describirán los diferentes sensores que se implementarán para llevar a cabo el proyecto. Se utilizarán once sensores capacitivos, un sensor PT100 y un electrodo de pH.

El sensor PT100 corresponderá con la variable Sensor temperatura 1, el electrodo de pH con la variable Sensor PH, y el resto de los sensores del programa corresponderán con los sensores capacitivos.

Tanto el sensor PT100 como el electrodo de pH corresponderán con variables analógicas, ya que su función será la de medir entre un intervalo de valores. Sucederá lo mismo con los sensores capacitivos que midan la cantidad de líquido existente tanto en el depósito como en las barricas. Sin embargo, los demás sensores capacitivos corresponderán con variables digitales debido a que su función será la de determinar el paso de la uva o del fluido.

A continuación, se explicarán los diferentes sensores que se utilizarán con sus respectivas características.

- Sensores capacitivos: son los indicados para controles de presencia y mediciones de distancia en espacios reducidos. Los valores que determina son muy exactos. Su funcionamiento se basa en el cambio de capacitancia de un condensador. La pared del depósito y el sensor forman un condensador. La capacitancia de dicho condensador dependerá de la cantidad de líquido existente en el depósito. Si el nivel es bajo, la capacitancia será menor; si el nivel es alto, la capacitancia será mayor. Se implementarán once sensores capacitivos del fabricante Telemecanique Sensors. [19]



Ilustración 5: Sensor capacitivo

- Sensor PT100: se incluirá un sensor tipo PT100 para determinar la temperatura del vino en el depósito. Su funcionamiento se basa en la variación de su resistencia eléctrica, que depende de la temperatura a la que está siendo sometida. [20] Se escogerá uno con cabezal con conexión eléctrica sencilla y vástago en acero inoxidable AISI 316. El rango de medición será desde -50°C hasta 150°C .



Ilustración 6: Sensor PT100

- Electrodo medidor de pH: el funcionamiento de los electrodos medidores de pH es muy similar al de las baterías. Cuando el electrodo es introducido en el líquido, éste ofrece una tensión que será detectada por un medidor o regulador de pH. [21]
Se utilizará un electrodo con cuerpo de vidrio, diafragma cerámico y membrana esférica que tendrá un rango de medición del nivel de pH que irá desde 0 hasta 14.



Ilustración 7: Electrodo medidor de pH

4.2.2. Módulos del PLC

El PLC incluye diferentes entradas y salidas tanto digitales como analógicas como se ha observado en el apartado 4.1. Sin embargo, no serán suficientes a la hora de realizar este

proyecto. Para ampliar el número de entradas digitales y de entradas analógicas, se han introducido diferentes módulos en el PLC. Éstos son:

- Módulo entradas analógicas S7-1200 SM 1231, 4AI, 16BIT con referencia 6ES7 231-5ND32-0XB0. Consta de un total de cuatro entradas analógicas.
- Dos módulos de entradas digitales S7-1200, SM1221, 8DI, 24V DC con referencia 6ES7 221-1BF32-0XB0. Cada uno de ellos cuenta con ocho entradas digitales.
- Módulo entradas digitales S7-1200, SM1221, 16DI, 24V DC. Incluye dieciséis entradas digitales.

4.3. SEÑALES DE SALIDA

Las salidas digitales corresponderán al funcionamiento de las máquinas o a las aperturas o cierres de las válvulas. También se han introducido algunas salidas que se utilizarán como pilotos de señalización como por ejemplo “Mosto en depósito” que indicará la existencia de mosto en el depósito o “PH óptimo” que indicará que se ha conseguido optimizar el pH.

Nombre	Tipo de datos	Dirección
Mosto en depósito	Bool	%Q0.2
Refrigeración 1	Bool	%Q0.3
DESPALILLADORA	Bool	%Q0.5
ESTRUJADORA	Bool	%Q0.6
Válvula a deposito	Bool	%Q0.7
Válvula a pH	Bool	%Q1.0

Máquina PH	Bool	%Q1.1
Válvula a filtrado	Bool	%Q1.2
Máquina filtrado	Bool	%Q1.3
Válvula filtrado a barricas	Bool	%Q1.4
Llenado de barricas	Bool	%Q1.5
PH óptimo	Bool	%Q1.6
Bombeo sombrero 1	Bool	%Q1.7
Válvula a prensado	Bool	%Q36.0
PRENSADO	Bool	%Q36.1

En cuanto a las salidas analógicas, se introducirán tres. Estarán relacionadas con las válvulas relativas al llenado y vaciado del depósito. La válvula de entrada se abrirá del todo hasta llenar el depósito hasta los 100.000 litros. Tras esto, se cerrará. Sin embargo, la válvula de salida será de apertura lineal hasta los 70.000 litros. A partir de dicha cantidad estará completamente abierta.

Por último, la señal del porcentaje de la válvula indicará el porcentaje de apertura de la válvula de salida. Empezará en 0% e irá ascendiendo hasta alcanzar el 100%, porcentaje equivalente a 70.000 litros.

Nombre	Tipo de datos	Dirección
Salida analógica 1	Int	%QW32

Porcentaje válvula 1	Int	%QW192
Válvula Entrada deposito	Int	%QW30

4.3.1. Actuadores

Para la apertura y cierre de las válvulas se utilizarán actuadores neumáticos. Éstos utilizan aire comprimido como fuente de energía. Serán además de simple efecto, es decir, solo dejarán pasar el fluido por un sentido.

En este proyecto se introducirán en total seis válvulas con sus respectivos actuadores. Cabe destacar que se programará la válvula de salida de vino del depósito para que se abra de forma lineal.



Ilustración 8: Actuador de una válvula

4.3.2. Módulos del PLC

Al igual que ocurría con las señales de entrada, pese a que el PLC incorpora ciertas salidas, se han añadido diferentes módulos con el objetivo de ampliar el número de salidas digitales y analógicas. Son los siguientes:

- Módulo salidas analógicas S7-1200 SM 1232, 2AO con referencia 6ES7 232-4HB30-0XB0. Consta de dos salidas analógicas.
- Módulo salidas digitales S7-1200, SM1222, 16DO, 24V DC. Está formado por dieciséis salidas digitales.

5. PROGRAMACIÓN DEL PLC

En todas las máquinas y válvulas se han incorporado las opciones de modo de funcionamiento manual, paro de funcionamiento de cada máquina o cierre de válvula y parada de emergencia de todo el proceso. Además, cada segmento consta de sus respectivas marcas para la posterior implementación en las pantallas HMI.

El programa comienza con la detección de la llegada de la uva a la despalladora. Se incorporará un sensor capacitivo para detectar la uva. Cuando se active, la despalladora comenzará a funcionar. Dejará de funcionar cuando no detecte más uva.

La uva despallada caerá en la estrujadora. La programación del funcionamiento de ésta es el mismo que el de la despalladora. Mediante un sensor capacitivo se detectará la uva despallada y la estrujadora comenzará a funcionar. Se detendrá cuando no detectemos más uva.

Conforme la uva se estruja, el mosto con los hollejos resultantes se detectará mediante un sensor capacitivo que abrirá la válvula que lo lleva a los depósitos. Esta válvula permanecerá cerrada cuando no detecte más mosto o cuando el depósito en el que se almacena esté lleno, es decir, haya alcanzado los 100.000 litros de mosto en su interior.

Cuando la válvula se abra se activará una señal que indicará que el mosto ha llegado al depósito. Esta señal dejará de estar activa cuando el depósito se haya vaciado.

De igual modo, una vez se detecte la apertura de la válvula hacia el depósito, se abrirá completamente la válvula que permitirá la entrada del mosto en el depósito. Para ello se le aplicará el valor de 27648 (válvula completamente abierta) a dicha señal mediante un bloque move.

Para calcular el nivel de mosto existente en el depósito, se han utilizado señales analógicas. Se implementará una función llamada "Entradas analógicas" que normalizará y escalará la señal. Al ser una entrada analógica unipolar, el rango de valores irá desde 0 hasta

27648. Posteriormente se escalará entre los valores mínimos y máximos en litros que se quieren medir. Para ello se han introducido en la función una entrada analógica tipo Int y dos entradas tipo Real que equivalen al valor mínimo y máximo de litros que quieren medirse que se introducirán en la función main. La salida normalizada es la que se escalará en el rango de esos valores. Como salida se obtendrá el valor del sensor.

Entradas analógicas				
	Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
1	Input			
2	Entrada analogica	Int		
3	minimo	Real		
4	maximo	Real		
5	Output			
6	Valor sensor	Real		
7	InOut			
8	<Agregar>			
9	Temp			
10	norm	Real		
11	Constant			
12	<Agregar>			
13	Return			
14	Entradas analógicas	Void		

Ilustración 9: Variables función "Entradas Analógicas"

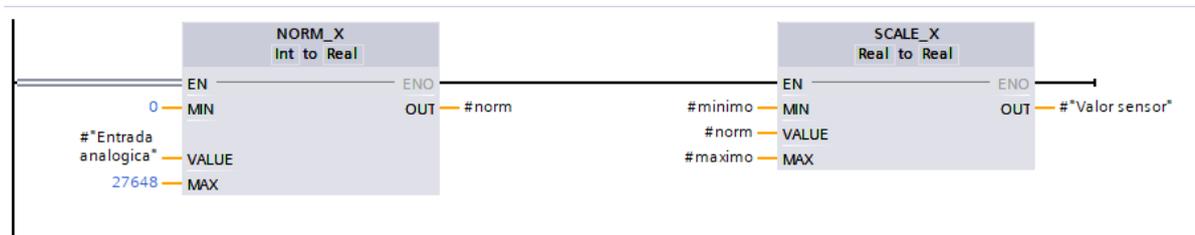


Ilustración 10: Función "Entradas Analógicas"

Se introducirá la función previamente descrita en el código principal, introduciendo los valores mínimo y máximo. Éstos serán 0 y 125.000 litros. Se obtendrá el valor en litros del sensor en la marca %MD2.

Para la medición del volumen de mosto en el depósito se utilizará un sensor capacitivo.

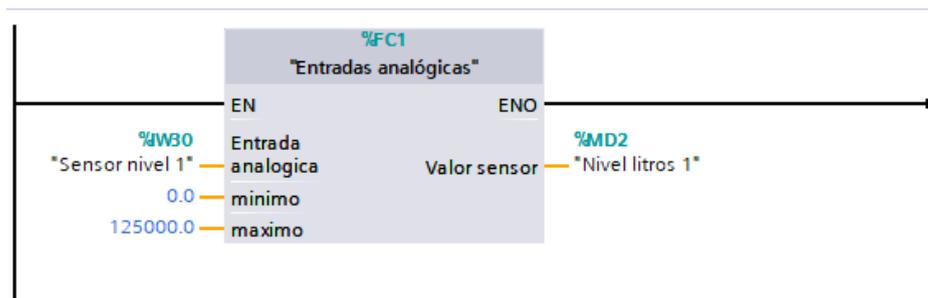


Ilustración 11: Segmento sensor de nivel del depósito

Cuando el sensor detecte un volumen superior a 100.000 litros, se dará la orden para que la válvula de llenado del depósito se cierre. Para ello, mediante un bloque move se le aplica el valor de cero a la señal.

Cuando haya llegado el mosto con el hollejo al depósito y el volumen sea superior a 60.000 litros, comenzará un temporizador acumulador de tiempo (TONR) de catorce días que será el periodo que macerará el vino. Este temporizador se reseteará cuando hayan terminado los catorce días y no quede vino en el depósito, cuando se pulse la función de salida manual o cuando se pulse el botón de paro de emergencia. En el caso de que se pulse el botón de paro de la maceración, el temporizador se detendrá hasta que se pulse el botón de reanudar la marcha, que continuará trabajando desde donde se había detenido.

Una vez terminada la maceración, se dará paso a la apertura de la válvula que llevará el vino macerado con el hollejo hacia la prensa. La apertura de esta válvula será lineal hasta que se llegue a los 70.000 litros de vino, que estará completamente abierta y permanecerá así hasta la completa salida del vino. Para la apertura lineal de la válvula se ha utilizado una función llamada "Salidas analógicas" en la que se normalizará un valor de entre 100.000 litros, que equivaldría al valor mínimo de apertura, es decir, cero; y 70.000 litros, que sería el valor máximo de apertura, es decir, 27648. Cuando se normaliza un valor, este pasa a estar comprendido entre 0 y 1. Se ha introducido una resta de 1 menos ese valor normalizado para así obtener que el valor mínimo, que serían los 70.000 litros, sea el máximo escalado obteniendo el valor de 27648 en la salida y viceversa con el valor máximo, que serían los 100.000 litros, obteniendo un valor escalado de 0.

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
▼ Input			
Valor sensor	Real		
minimo	Real		
maximo	Real		
▼ Output			
salida analógica	Int		
▼ InOut			
<Agregar>			
▼ Temp			
norm2	Real		
norm	Real		
▼ Constant			
<Agregar>			
▼ Return			
Salidas analogicas	Void		

Ilustración 12: Variables función "Salidas Analógicas"

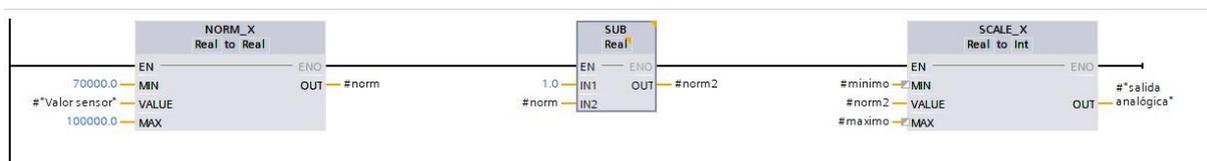


Ilustración 13: Función "Salidas Analógicas"

Se aplicará esta apertura lineal cuando se haya terminado la maceración del vino o cuando se haya pulsado el botón de salida manual y el volumen de litros de vino se encuentre entre 100.000 y 70.000 litros. Una vez el nivel de vino sea igual o inferior a 70.000 litros, la válvula estará completamente abierta.

Cuando haya salido todo el vino del depósito se indicará con el sensor para cerrar la válvula. Ésta también se cerrará en el caso de que se pulse el botón de stop manualmente.

Durante la maceración, se realizarán varias funciones en los depósitos, como son el remonte del sombrero o el control de la temperatura.

El remonte se realizará dos veces al día durante veinte minutos. Para ello se inicializará un temporizador acumulador de tiempo (TONR) de doce horas, para que lo haga dos veces al día, cuando el nivel de litros de vino del depósito sea superior a 90.000 litros. Cuando se haya cumplido este periodo de tiempo, se dará paso al bombeo del sombrero. Este temporizador se reseteará cuando se haya terminado el bombeo, cuando se haya terminado la maceración del vino, cuando se utilicen los botones de bombeo manual o de salida de vino del depósito manual o cuando se pulse el botón de parada de emergencia. En

el caso de que se pulse el botón de paro del remonte, el temporizador se detendrá, y, cuando se pulse el botón de marcha volverá a funcionar desde el tiempo en el que se había detenido.

El bombeo del sombrero se mantendrá activo durante veinte minutos. Este tiempo será controlado por otro temporizador acumulador de tiempo (TONR) que se colocará en el reset de esta salida y se inicializará cuando termine el temporizador previamente descrito de doce horas. Al igual que éste, se reseteará cuando haya terminado, cuando haya terminado la maceración del vino, se utilicen los botones de bombeo manual o salida de vino del depósito manual o cuando se pulse el paro de emergencia. Le ocurre también lo mismo al pulsar el paro del remonte, que el temporizador se detendrá y continuará por donde estaba una vez se haya pulsado el botón de marcha.

Finalmente se introducirán las condiciones para el funcionamiento manual tanto en el set como en el reset.

La otra función que se realizará en los depósitos será la del control de la temperatura. Será mediante refrigeración en el caso de que ésta haya aumentado más de la temperatura de referencia introducida por el usuario. Para ello se utilizará la función de "Entradas analógicas" que también se ha utilizado para medir el nivel del tanque.

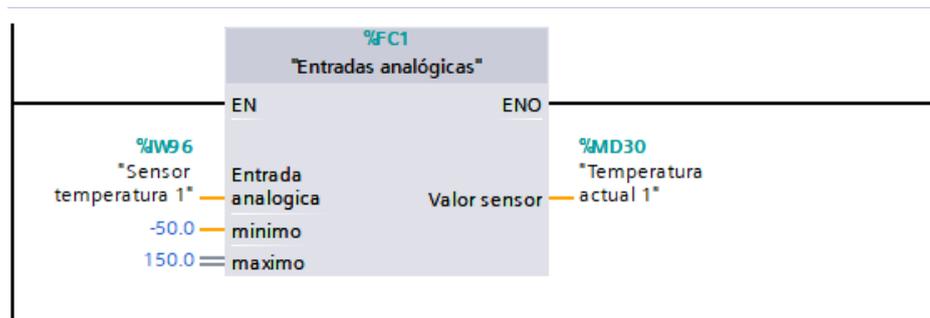


Ilustración 14: Segmento sensor de temperatura del depósito

Se utilizará un sensor tipo PT100 cuyo rango de medición va desde -50°C hasta 150°C . La temperatura leída por el sensor se guardará en la variable Temperatura actual 1 (%MD30).

El usuario introducirá la temperatura de referencia la cual marcará el límite, es decir, si se supera esa temperatura el refrigerador comenzará a trabajar hasta que ésta descienda por debajo de la introducida por el usuario. Una vez logrado esto, el refrigerador se apagará.

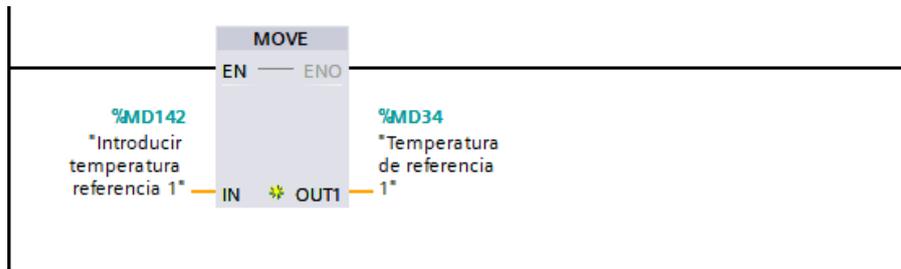


Ilustración 15: Introducción manual de la temperatura de referencia

Cuando se detecte el mosto en el depósito y la temperatura detectada por el sensor sea superior a la temperatura de referencia introducida por el usuario, el refrigerador comenzará a trabajar. Permanecerá sin trabajar en el caso de que la temperatura actual sea menor o igual que la introducida. Dispondrá también del modo manual de trabajo, así como de paro de trabajar y el paro de emergencia.

Para mostrar en la pantalla HMI el tiempo que queda hasta que se reanude el remonte y el tiempo que dura el remonte, se implementarán dos segmentos que convertirán los segundos en horas, minutos y segundos.

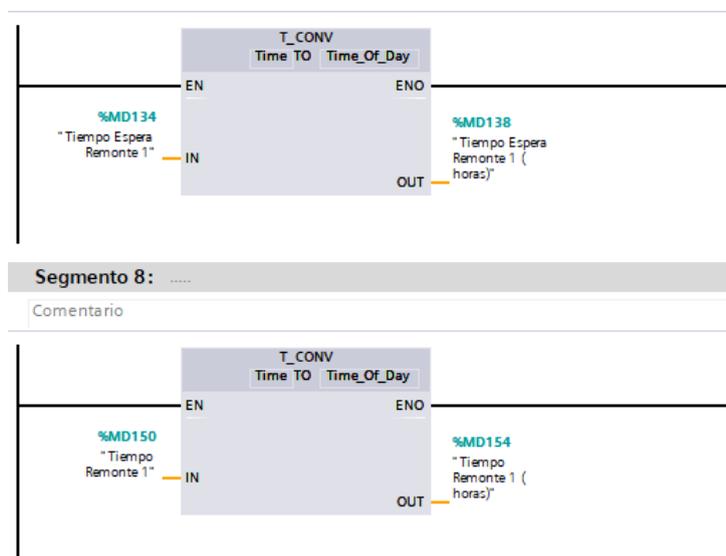


Ilustración 16: Convertidores de formato Time a Time of Day

Para la maceración del mosto se realizará algo similar. Sin embargo, al tratarse de días, se ha tenido que implementar otro procedimiento para obtener un contador de días, horas, minutos y segundos.

Primero se obtendrá el tiempo de maceración que permanezca el mosto macerando en el formato horas, minutos y segundos.

Cuando se llene el depósito y haya alcanzado una cantidad de 60.000 litros, comenzará a trabajar un temporizador (TONR) que se reseteará cada vez que se cumpla un día en formato horas, minutos y segundos. También cuando haya terminado la maceración, se pulse el botón de manual o de paro de emergencia, o cuando el depósito esté vacío. De esta manera se logrará posteriormente obtener la cantidad de días que lleva macerando el vino.

Para que se resetee el temporizador anterior cada vez que se cumpla un día, se ha convertido la señal de salida en formato horas minutos y segundos.

Se utilizará esta variable para realizar un contador de días. Para ello, cada vez que se cumpla un día, el contador sumará una unidad. Se reseteará en el caso de que se pulse la salida manual, no haya contenido dentro del depósito o cuando se pulse el paro de emergencia.

Para conocer el porcentaje de apertura de la válvula de descarga del depósito, se ha implementado otra función denominada "Porcentaje apertura". Ésta será igual que la función "Salidas analógicas" pero se utilizará para mostrar en la pantalla HMI el porcentaje de apertura de la válvula.

Porcentaje apertura				
	Nombre	Tipo de datos	Valor predet.	Comentario
1	<DI> ▼ Input			
2	<DI> ■ Valor sensor	Real		
3	<DI> ■ min	Real		
4	<DI> ■ max	Real		
5	<DI> ▼ Output			
6	<DI> ■ Porcentaje apertura	Int		
7	<DI> ▼ InOut			
8	■ <Agregar>			
9	<DI> ▼ Temp			
10	<DI> ■ norm	Real		
11	<DI> ■ norm2	Real		
12	<DI> ▼ Constant			
13	■ <Agregar>			
14	<DI> ▼ Return			
15	<DI> ■ Ret_Val	Void		

Ilustración 17: Variables función "Porcentaje apertura"

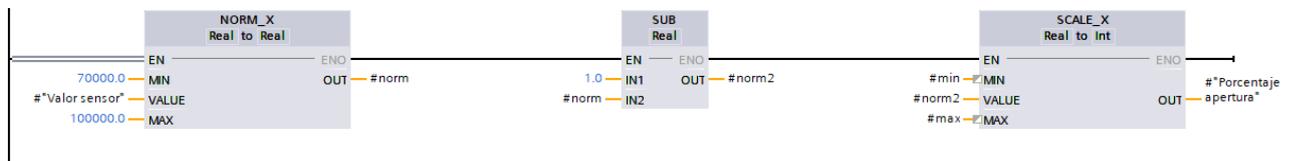


Ilustración 18: Función "Porcentaje apertura"

Mientras el depósito se esté llenando el depósito, la apertura será del 0%. Una vez se haya llenado y termine la maceración o se active la salida manual, la válvula comenzará a abrirse de linealmente, de tal manera que cuando haya 100.000 litros la apertura sea de 0% y cuando baje a los 70.000 litros sea del 100%. Tras esto, la válvula permanecerá abierta al 100% hasta vaciar el depósito, que se indicará con la marca cierre de válvula.

Tras la apertura de la válvula, se transportará el vino hacia la prensa. La válvula permanecerá abierta hasta que no quede nada en el depósito, se cierre manualmente o se pulse el paro de emergencia.

Un sensor capacitivo en la prensa detectará la llegada del vino con los hollejos, de tal manera que la prensa comenzará a funcionar para terminar de separar por completo la mezcla. Dejará de funcionar una vez no se detecte más vino, se pulse el botón del paro de la prensa o el de paro de emergencia. Al igual que en las máquinas anteriores, se ha incorporado el modo manual de funcionamiento.

Tras el prensado, se abrirá una válvula mediante un sensor capacitivo que llevará el vino prensado hacia la comprobación y optimización del pH. Esta válvula tendrá el mismo funcionamiento que las anteriores. Se cerrará cuando no se detecte más vino.

Para la medición del pH se utilizará un electrodo que indicará el pH del vino. Si no es el pH adecuado, la máquina comenzará a trabajar hasta lograr el óptimo. El rango del electrodo irá desde 0 hasta 14. Para ello se ha utilizado la función "Entradas analógicas" que se explicó anteriormente. El valor medido resultará el guardado en la marca %MD74.

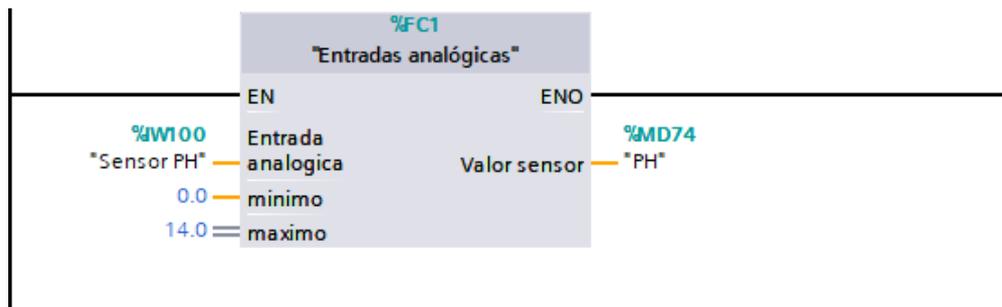


Ilustración 19: Segmento sensor pH

El pH que se quiere obtener se encuentra entre 3.3 y 3.6. En el caso de que el vino tenga ese pH, la máquina dejará de trabajar y dará paso a la apertura de la siguiente válvula. Si el pH se encuentra fuera del rango anterior, la máquina trabajará hasta optimizarlo. También se ha implementado el modo manual de funcionamiento.

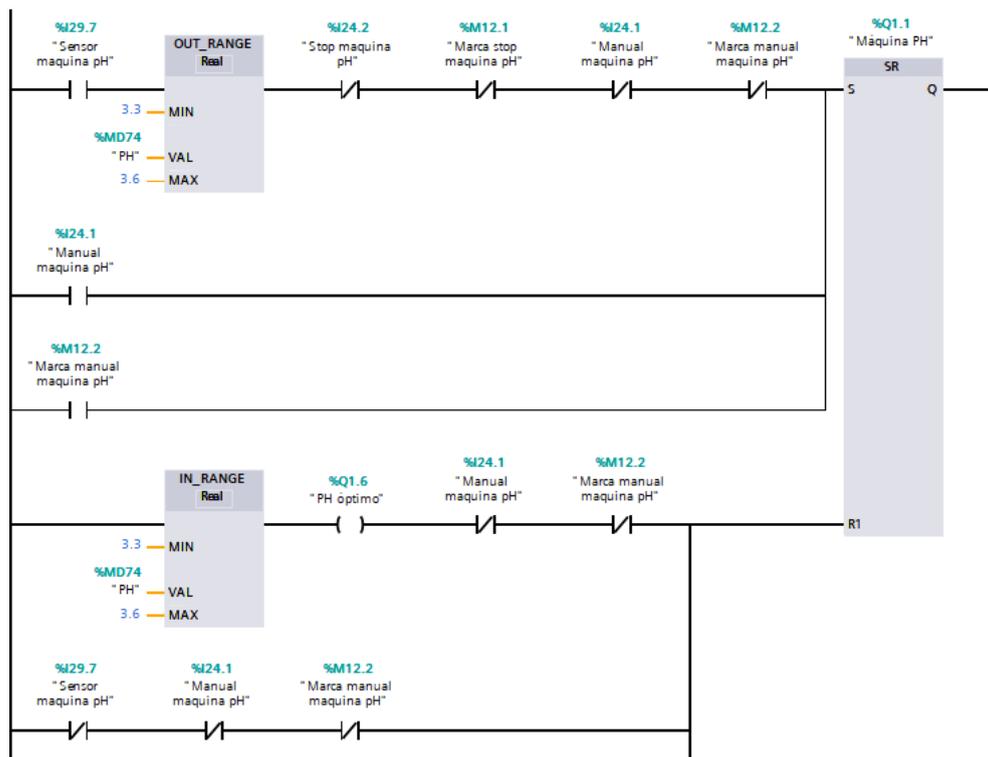


Ilustración 20: Programación de la optimización del Ph

Una vez optimizado el pH, se abrirá la válvula que lleva el vino a la máquina de filtrado. Un sensor capacitivo detectará el paso del vino y cerrará la válvula cuando deje de detectarlo.

Para la apertura de ésta se necesita la comprobación de que el pH del vino es el óptimo. También se podrá abrir y cerrar de forma manual.

La máquina de filtrado se pondrá en funcionamiento una vez lo detecte un sensor capacitivo. Dispondrá de modo manual y del paro de la máquina. Una vez el sensor deje de detectar la entrada de vino, la máquina dejará de funcionar.

Conforme vaya pasando el vino por la máquina de filtrado, lo detectará un sensor capacitivo que abrirá la válvula que llevará el vino hacia las barricas. Esta válvula es de igual funcionamiento que las anteriores. Se cerrará una vez no detecte más vino filtrado. Dispone además del modo de apertura y cierre manual.

Las barricas tienen una capacidad de 225 litros. Se medirá con un sensor capacitivo para que, al alcanzar esta cantidad, deje de llenar la barrica. Se implementará la función "Entradas analógicas". Los litros que mida el sensor se guardarán en la variable %MD106.

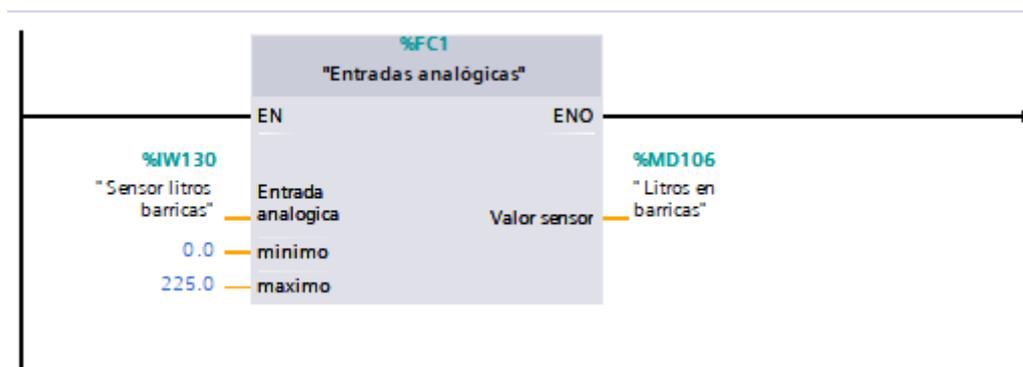


Ilustración 21: Segmento sensor litros barricas

Se introducirá un sensor capacitivo que detectará la llegada del vino filtrado tras abrir la válvula. Cuando detecte el vino comenzará a llenar las barricas, hasta que éstas alcancen la cantidad de 225 litros. También se ha implementado el modo de funcionamiento manual.

Una vez se hayan alcanzado los 225 litros, se detendrá el llenado de la barrica.

6. SUPERVISIÓN DEL SISTEMA

6.1. PANTALLA HMI

De igual modo que se ha hecho con el controlador, se añadirá el dispositivo HMI. El dispositivo utilizado será el KTP1200 Basic con referencia 6AV2 123-2MB03-0AX0.

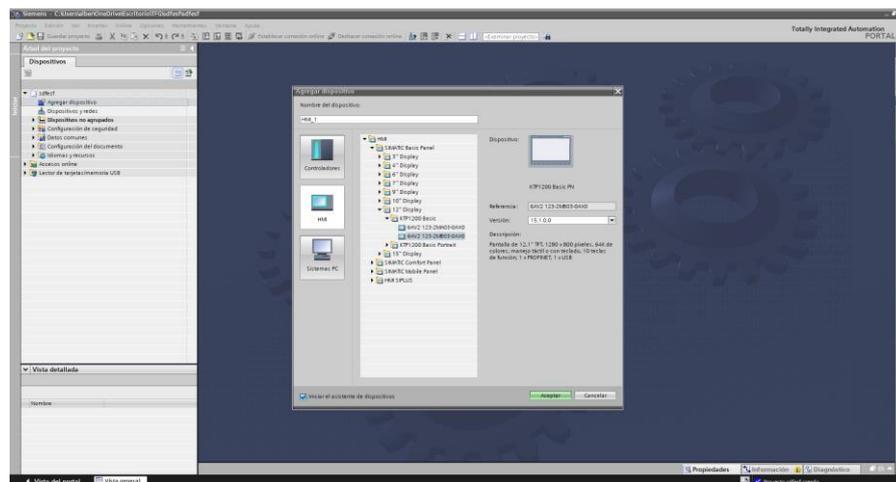


Ilustración 22: Dispositivo HMI KTP1200 Basic

Mediante el asistente de dispositivos se configurará el panel de operador. Se seleccionará el PLC y el driver de comunicación. Posteriormente se pulsará el botón de finalizar incluyendo así el panel en el dispositivo.

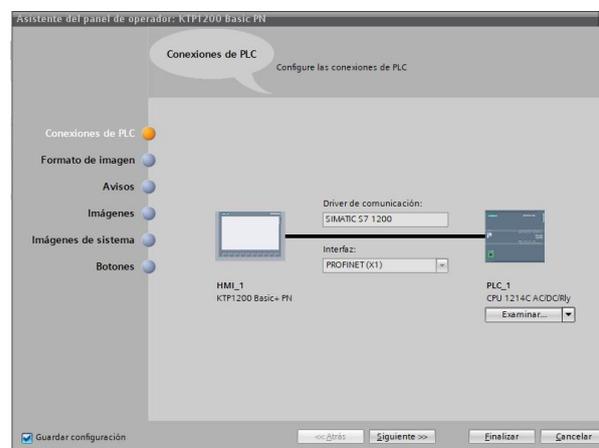


Ilustración 23: Conexión del HMI con el PLC

La conexión con el PLC se realizará mediante PN/IE de Siemens.

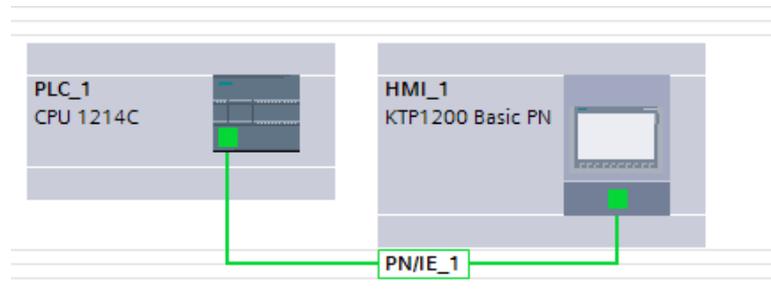


Ilustración 24: Conexión realizada del PLC con el HMI

Mediante las imágenes HMI diseñadas, el usuario interactuará con el PLC programado pudiendo así obtener información visual rápida de todas las estaciones del proyecto además de poder manejarlo en función de la necesidad. Para ello, se han diseñado un total de diecisiete imágenes y una plantilla común para todas.

Las imágenes diseñadas son:

- Pantalla principal
- Primera etapa
- Despalilladora
- Estrujadora
- Válvula a depósito
- Control de nivel
- Control de temperatura
- Remonte
- Segunda etapa
- Válvula a prensado
- Prensado
- Válvula a pH
- Máquina pH
- Válvula a filtrado
- Máquina de filtrado
- Válvula a barricas
- Llenado de barricas

6.2. PLANTILLA

Tras establecer la conexión, se comenzará a diseñar la plantilla. Ésta será la misma para todas las imágenes.

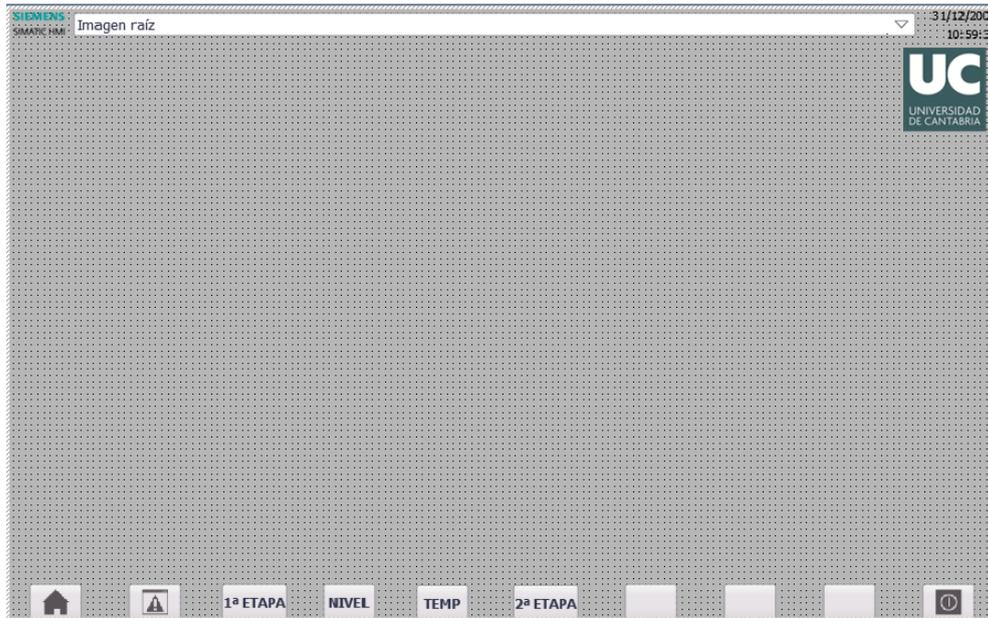


Ilustración 25: Plantilla HMI

Se implementarán cinco botones en la parte inferior que han sido configurados para que al pulsarlos se lleve al usuario a la imagen de inicio, a la ventana de avisos, a la imagen de la primera etapa, a la imagen del control de nivel, a la imagen del control de temperatura y a la imagen de la segunda etapa.

6.3. PANTALLA PRINCIPAL

La pantalla principal será lo que el usuario vea nada más entrar en el sistema. Es por ello por lo que requiere tener información importante como es el nivel de litros del depósito, los días, horas, minutos y segundos que lleva macerando el vino, el tiempo que lleva esperando para hacerse el remonte o el tiempo que lleva haciendo el remonte en el caso de que esté activado, la temperatura actual del depósito y la opción para introducir manualmente la temperatura de referencia.

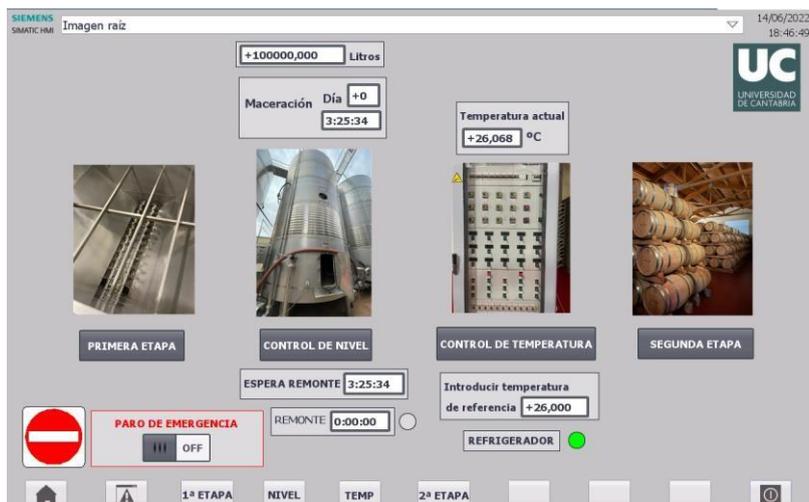


Ilustración 26: Pantalla principal

Además de esto, hay cuatro botones con diferentes imágenes que llevarán cada uno a su respectiva pantalla. Éstos son la primera etapa, el control de nivel, el control de la temperatura y la segunda etapa. Se dispondrá de dos indicadores que se activarán cuando esté trabajando el refrigerador o se esté ejecutando el remonte. Cabe destacar que en todas las imágenes se ha introducido un interruptor de paro de emergencia.

6.4. PRIMERA ETAPA

El botón de la primera etapa llevará al usuario hacia una especie de menú que tendrá los procesos que involucra la primera etapa, en este caso la estrujadora, la despalladora y la válvula que lleva el mosto hacia el depósito.

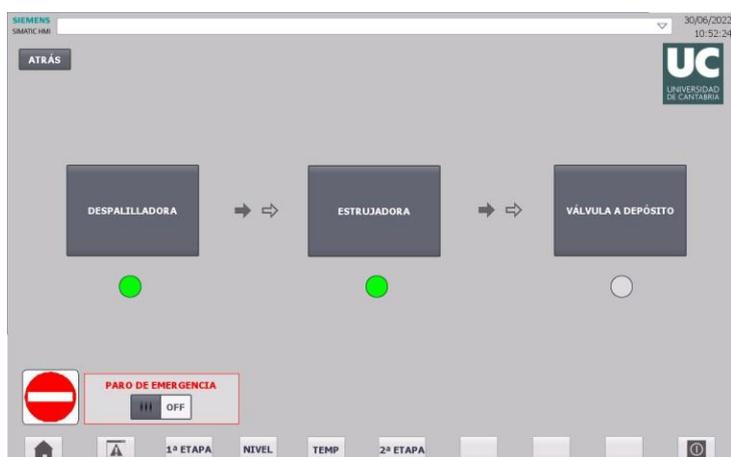


Ilustración 27: Pantalla de primera etapa

Se ha incluido un indicador en cada uno de ellos en el casco de que estén funcionando. Una vez se pulse un botón, se activará su respectiva imagen. Se ha introducido un botón complementario de “atrás” que, al pulsarlo, llevará al usuario hacia la pantalla previa, en este caso la de inicio. Se han incluido unas flechas para indicar al usuario el orden del proceso.

6.5. DESPALILLADORA

Una vez se pulse el botón de la despalladora en la imagen de “primera etapa”, al usuario accederá hacia la pantalla donde recibirá toda la información con respecto a ésta.



Ilustración 28: Pantalla de la despalladora

Se podrá alternar entre el modo de funcionamiento automático o manual. Además, se han introducido dos botones para producir el paro de la máquina y su posterior marcha. Se dispondrá de un indicador que se activará cuando el sensor detecte la caída de la uva en la despalladora. En la imagen se aprecia que, al estar pulsado el botón de marcha, se le indica al usuario a través de un tick verde. En el caso de haber pulsado el botón de paro, se indicaría mediante una señal de STOP. El botón de “atrás” llevará al usuario hacia la pantalla de primera etapa en este caso.

6.6. ESTRUJADORA

La pantalla de la estrujadora se activará una vez pulsemos el botón de estrujadora en la pantalla de “inicio”.

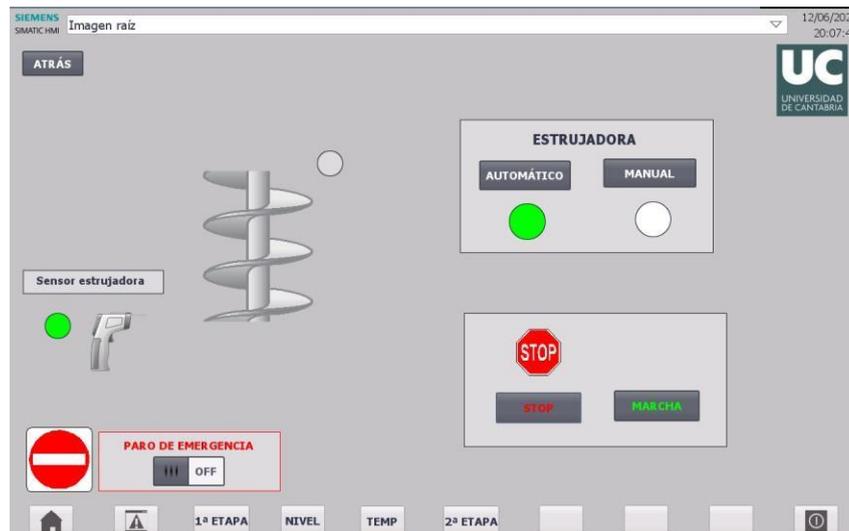


Ilustración 29: Pantalla de la estrujadora

Al igual que la pantalla de la despalilladora, dispone de dos botones que alternarán el modo manual y el automático con un respectivo indicador avisando de cuál es el que está activado. También tendrá dos botones para intercalar la marcha y el paro de la máquina. En este caso en la imagen se observa que la máquina está detenida porque ha sido pulsado el botón de paro. La pantalla lo informa mediante una señal de STOP. Dispone además del indicador que se activará cuando detecte el paso de la uva despalillada. El botón de “atrás” llevará al usuario hacia la pantalla de primera etapa.

6.7. VÁLVULA A DEPÓSITO

Al pulsar el botón de “válvula a depósito” se llevará al usuario a dicha pantalla.

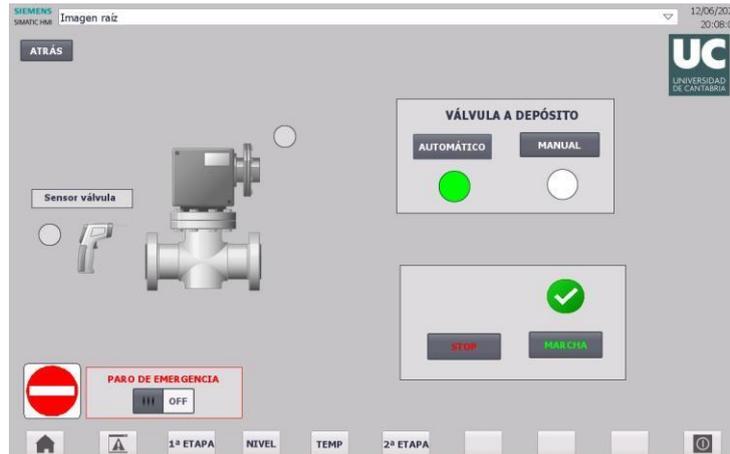


Ilustración 30: Pantalla de la válvula a depósito

La disposición es la misma que las anteriores máquinas, teniendo las opciones de funcionamiento manual o automático y las de marcha o paro que, en este caso al tratarse de una válvula, el botón de stop corresponderá al cierre de dicha válvula y el de marcha a la reapertura y continuación del funcionamiento de ésta. Se dispone además del indicador del sensor y del botón de “atrás” para ir a la pantalla anterior, en este caso la de “primera etapa”.

6.8. CONTROL DEL NIVEL

Se accederá a la pantalla de “control del nivel” tras haber pulsado dicho botón en la pantalla de “inicio”. En ella se aprecia bastante información. No solo informa del nivel actual del volumen del tanque numéricamente, sino también gráficamente.



Ilustración 31: Pantalla del control del nivel

Se tiene la posibilidad de la salida automática del vino del depósito, que sería tras terminar la maceración, o la salida manual, que abriría la válvula del depósito y pondría todos los temporizadores a cero. Informa además de los días, horas, minutos y segundos que lleva macerando el vino. En ese mismo recuadro se ha introducido un botón para parar de forma manual el temporizador de la maceración y otro para reanudar dicho temporizador y continuar la maceración. Indicará el porcentaje de apertura de la válvula. Como se explicó anteriormente, será una apertura lineal hasta llegar a los 70.000 litros, donde permanecerá abierta al 100%. Por último, se ha introducido un botón que, al presionarlo, llevará al usuario hacia la pantalla de “remonte”. El botón de “atrás” en este caso llevará al usuario a la pantalla de “inicio”.

6.9. REMONTE

En la pantalla de “remonte” se conoce el tiempo que falta para que se produzca mediante un temporizador. Cuando se produzca el remonte, se señalará con un indicador verde y comenzará a contar el tiempo un temporizador hasta que llegue a los veinte minutos. Como se explicó anteriormente, este proceso se realizará durante dos veces al día.

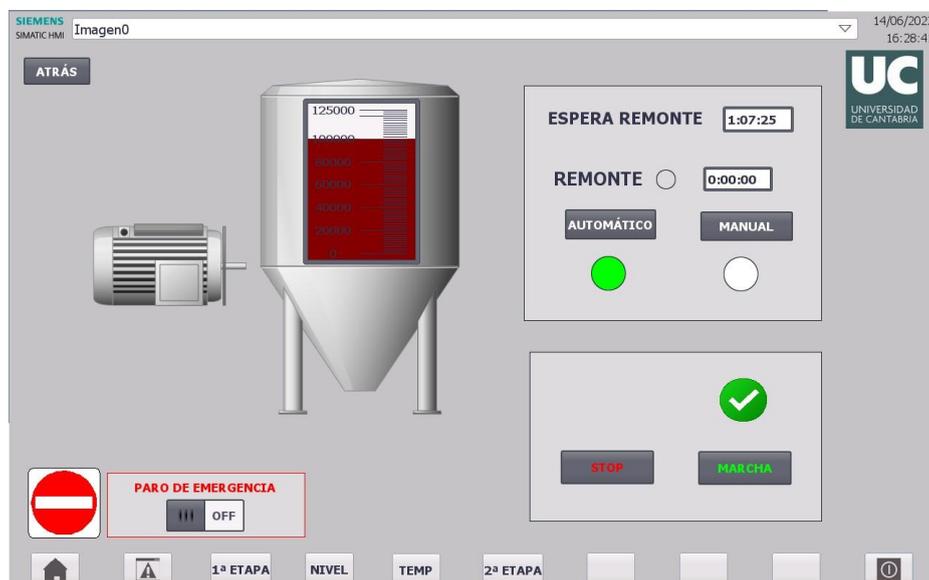


Ilustración 32: Pantalla del remonte

Se tienen además dos botones para el funcionamiento automático o manual. En el caso de pulsar el manual, los temporizadores se pondrán a cero hasta que se termine de realizar el remonte y se vuelva a pulsar el botón de automático. Será en ese momento cuando el temporizador de “espera remonte” vuelva a funcionar. Por último, en el caso de querer parar el remonte y su respectivo temporizador, se tiene un botón de paro y otro de marcha para reanudarlo. En el caso de pulsar el botón de “atrás”, llevaría al usuario hacia la pantalla de “control del nivel”.

6.10. CONTROL DE LA TEMPERATURA

La pantalla se activará tras pulsar el botón de control de temperatura de la pantalla “inicio”. En ella el usuario podrá introducir la temperatura de referencia que no quiere que se sobrepase. Como se explicó anteriormente, ésta será de 26°C. Se podrá observar la temperatura actual a la que se encuentra el vino dentro del depósito.

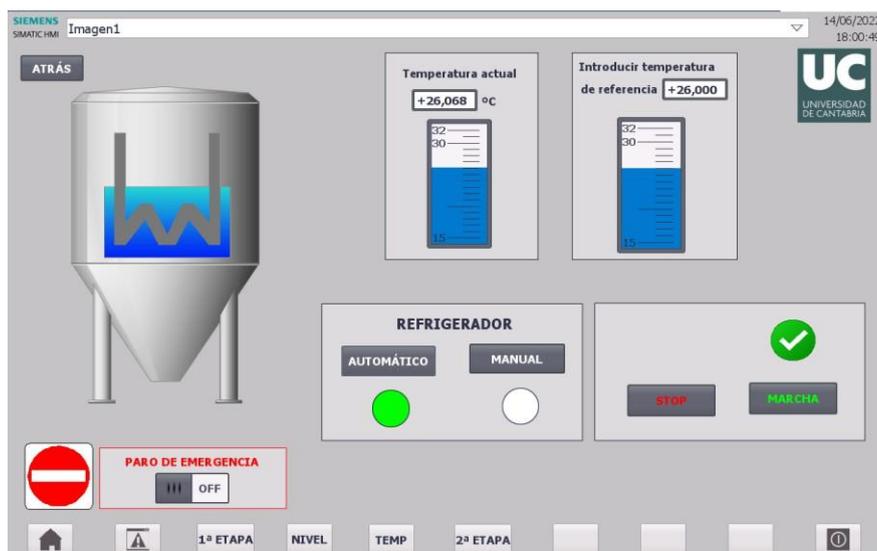


Ilustración 33: Pantalla del control de la temperatura

Se han introducido dos botones para el modo de funcionamiento manual o automático, además de dos botones para parar el refrigerador y otro para reanudarlo. En el caso de la imagen, se observa que la temperatura actual es ligeramente superior a la de referencia, por lo que el refrigerador está trabajando para lograr bajarla. Cuando el refrigerador esté trabajando se indicará mediante una animación de un gráfico. Al pulsar el botón de “atrás”, se llevará al usuario a la pantalla de “inicio”.

6.11. SEGUNDA ETAPA

Al pulsar el botón de “segunda etapa”, se abrirá un menú con todos los pasos que conlleva. Se han introducido unas flechas a modo de guía para el usuario con el orden del proceso.



Ilustración 34: Pantalla de la segunda etapa

En el caso de que esté alguna válvula abierta o alguna máquina funcionando, se podrá observar desde esta pantalla mediante un indicador. El botón de “atrás” llevará al usuario hacia la pantalla de “inicio”.

6.12. VÁLVULA A PRENSADO

Una vez terminada la maceración o pulsado el botón de salida manual del depósito, se abrirá la válvula que llevará el vino hacia la prensa. Como se ha comentado, esta apertura será lineal. En la pantalla se observará el porcentaje de apertura. En el caso de la imagen, se puede observar que la válvula se ha abierto y que está al 44% de apertura, lo que quiere decir que el depósito se está vaciando y va por los 86.805,55 litros. Seguirá abriéndose linealmente hasta llegar a los 70.000 litros, donde estará abierta al 100%.



Ilustración 35: Pantalla de la válvula a prensado

Dispondrá además del modo de apertura automático o manual. En el caso de que se quiera cerrar la válvula y posteriormente abrirla, se han introducido los botones de marcha y paro. Se informará si el sensor detecta el paso del vino mediante un indicador.

6.13. PRENSADO

Se detectará la llegada del vino para ser prensado y un indicador lo informará. Se dispondrá además del modo de funcionamiento manual y automático, así como del paro de la marcha y su posterior reanudación.

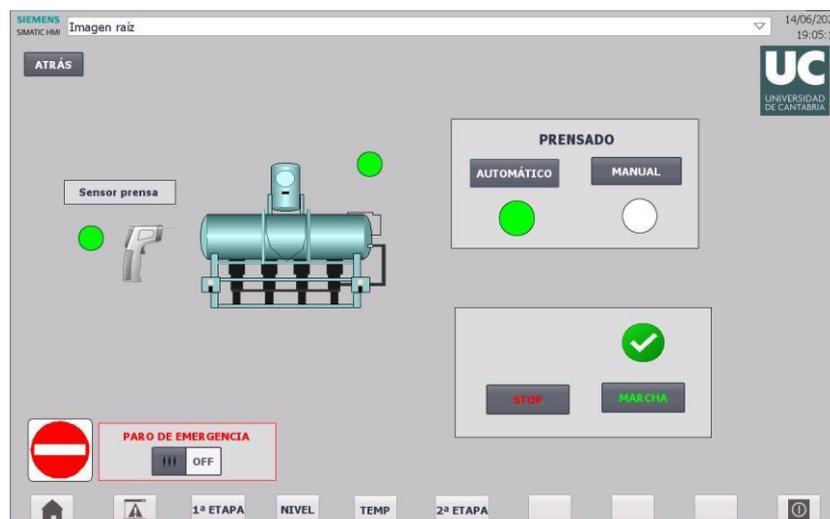


Ilustración 36: Pantalla del prensado

6.14. VÁLVULA A PH

La pantalla de la válvula que lleva el vino hacia la optimización del pH es de igual funcionamiento que las válvulas anteriores. Es decir, se tendrán dos botones para elegir el modo de funcionamiento, manual o automático, y dos botones para el cierre y reapertura de la válvula. También se observará si el sensor detecta el vino y si la válvula está abierta.



Ilustración 37: Pantalla válvula a pH

6.15. MÁQUINA DE PH

La máquina de optimización del pH comenzará a trabajar cuando el sensor detecte el paso del vino y el pH no esté dentro de los rangos establecidos. Cuando sucede esto, se le indicará al usuario mediante una cruz roja.

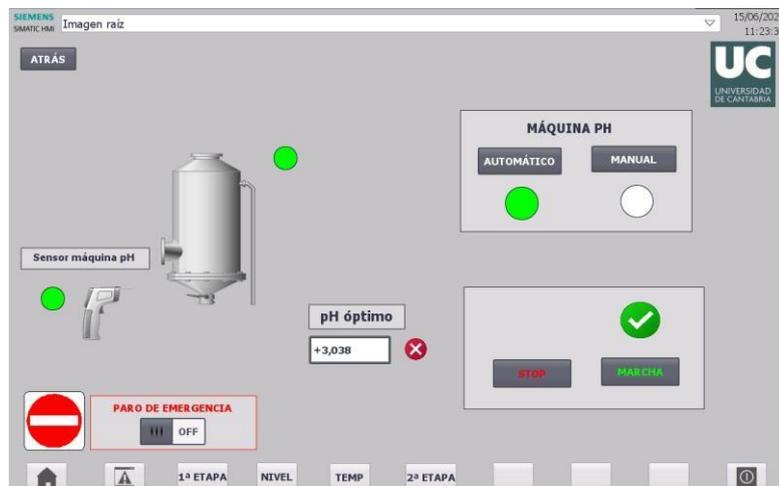


Ilustración 38: Pantalla máquina pH con un pH erróneo

Una vez corregido el pH, se indicará mediante un tick verde y la máquina dejará de trabajar dando paso a la apertura de la consecuente válvula.

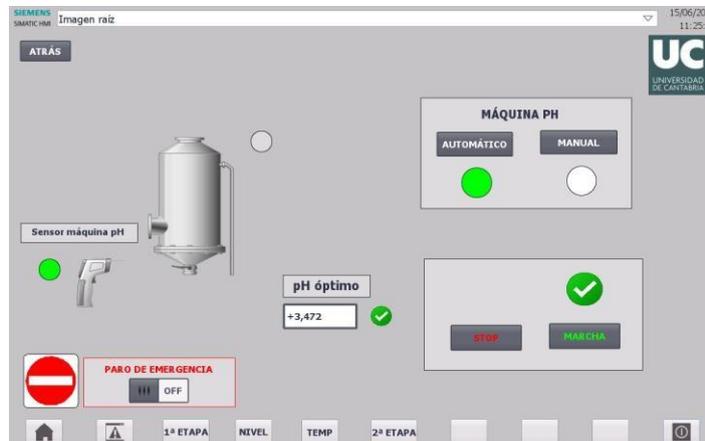


Ilustración 39: Pantalla máquina pH con un pH óptimo

Como en todas las máquinas, se ha introducido tanto el modo de funcionamiento, automático o manual, como el paro y reanudación de la máquina.

6.16. VÁLVULA A FILTRADO

El funcionamiento de esta pantalla es análogo al de la pantalla de válvula a pH. Se trata de otra válvula que llevará el vino a la máquina de filtrado. Cuenta con los mismos botones para alternar el modo de funcionamiento y los botones para el cierre y reapertura.

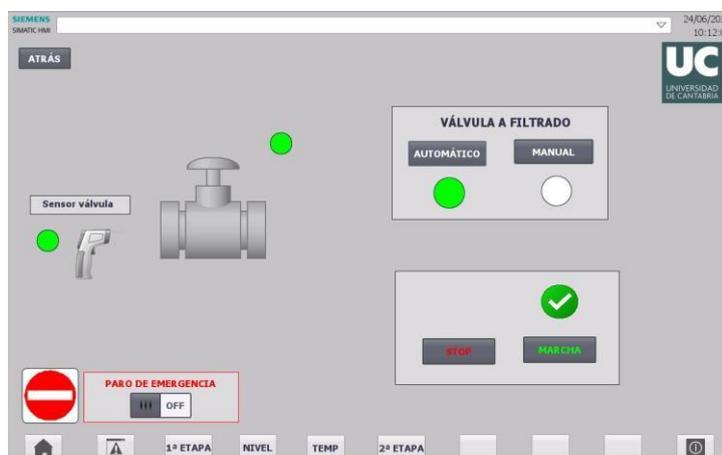


Ilustración 40: Pantalla válvula a filtrado

6.17. MÁQUINA DE FILTRADO

La pantalla máquina de filtrado cuenta también con los botones de modo de funcionamiento manual o automático. Al igual que en las anteriores máquinas, se podrá parar y posteriormente reanudar gracias a los dos botones que se han introducido.



Ilustración 41: Pantalla máquina de filtrado

6.18. VÁLVULA A BARRICAS

La pantalla de la última válvula del sistema, es decir, la válvula que da el paso al vino para que llegue a las barricas, posee las mismas características que las pantallas de las válvulas a pH y a filtrado. De igual modo que las anteriores, se podrá alternar entre el modo manual o automático y entre el cierre y reapertura de ésta.



Ilustración 42: Pantalla válvula a barricas

6.19. LLENADO DE BARRICAS

La pantalla del llenado de barricas informará al usuario de los litros de vino que llevan las barricas, tanto de forma numérica, como gráfica. Cuando el sensor detecte el paso del vino lo informará mediante un indicador. Una vez se hayan los 225 litros, se detendrá el llenado de la barrica.



Ilustración 43: Pantalla llenado de barricas

Se dispone también del modo automático y manual de funcionamiento, así como del paro de la máquina y su posterior reanudación.

7. FACTORY I/O

Factory I/O es un software de simulación 3D. Su creador fue Real Games. Este software es capaz de construir y manejar procesos industriales en tiempo real. Proporciona un entorno realista industrial de forma totalmente interactiva con el usuario, permitiéndole hacer simulaciones a gran escala de diferentes procesos de sistemas de transporte, distribución y almacenaje de paquetería en fábrica. Implementa una tecnología muy innovadora, pudiendo además manejar las simulaciones desde el propio Factory I/O o desde equipos externos, ya sean PLCs o microprocesadores. Este programa trae definidas unas escenas a partir de las cuales se puede trabajar. También tiene la opción de empezar un proyecto desde cero. [22]

En este proyecto se implementará el software Factory I/O para realizar una representación del llenado y vaciado del depósito. Para ello se requerirán tres señales, que son la válvula de llenado del depósito, la válvula de vaciado del depósito y el sensor de nivel del depósito.



Ilustración 44: Vista general del depósito en Factory I/O

Para realizar la conexión del Factory I/O con el PLC se deberá implementar una función en el diagrama de bloques del Tia Portal.

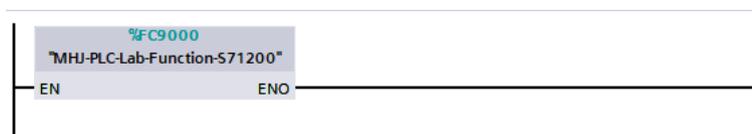


Ilustración 45: Función para conectar el PLC con el Factory I/O

Posteriormente se acudirá a los drivers del Factory I/O. Se seleccionará la opción de Siemens S7-PLCSIM.

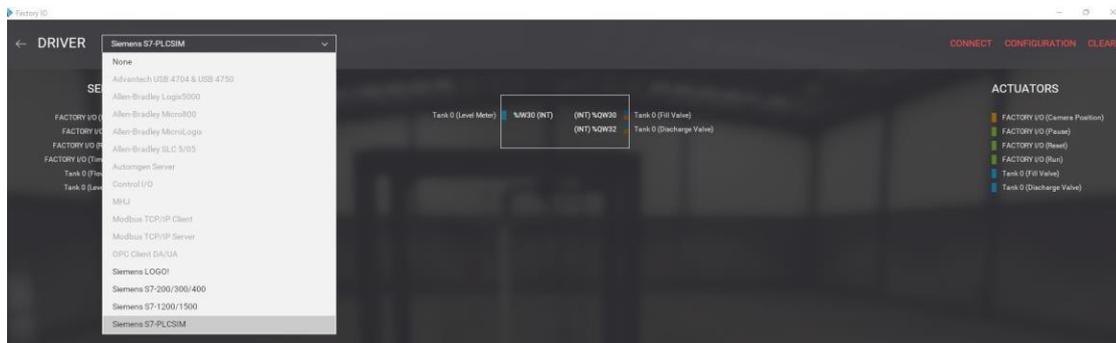


Ilustración 46: Selección de driver en Factory I/O

Se configurarán tanto las entradas como las salidas en la opción configuration. Cabe destacar que éstas deberán coincidir con las señales introducidas en el programa del Tia Portal.

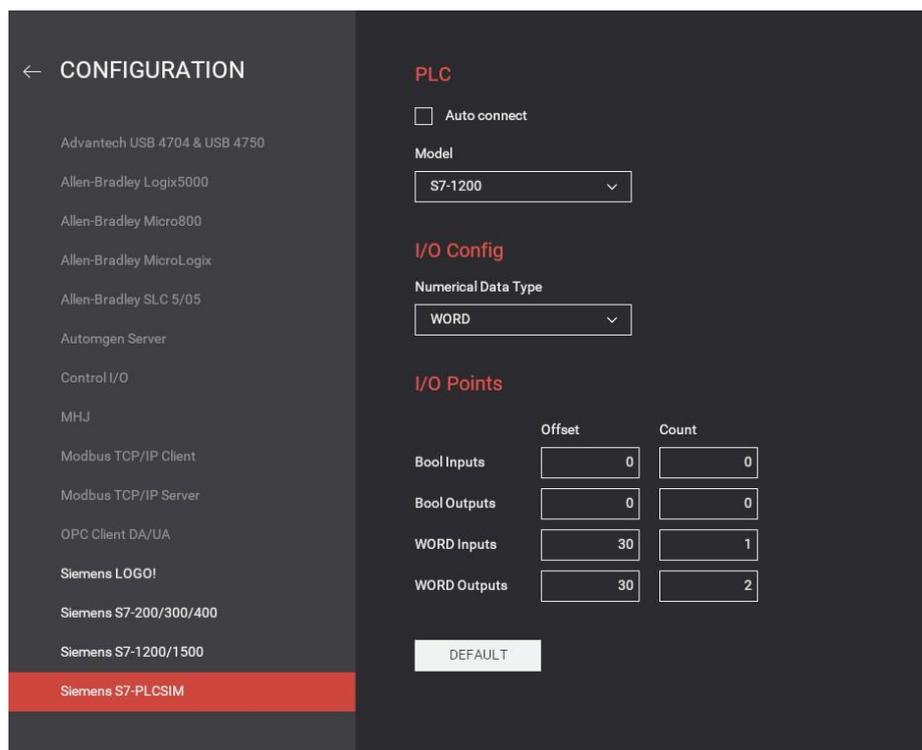


Ilustración 47: Configuración de las señales en Factory I/O

La entrada será la señal %IW30 que corresponde con el sensor que medirá los litros que hay en el depósito. Las salidas %QW30 y %QW32 corresponden a la apertura de la

válvula para que comience a llenarse el depósito, y a la apertura de la válvula para que comience a vaciarse el depósito.



Ilustración 48: Señales implementadas para la simulación

Para conseguir la conexión entre ambos, se cargará el PLC y posteriormente se dará al botón connect del Factory I/O.

Una vez se haya conectado, se indicará mediante un tick verde.

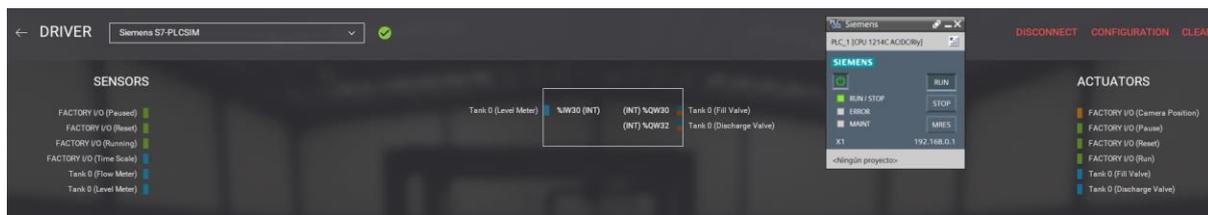


Ilustración 49: Correcta conexión del PLC con el Factory I/O

Cuando se detecte la llegada del vino desde la estrujadora, se abrirá la válvula que llena el depósito. Se observa que, al haber sobrepasado los 60.000 litros, comienza el temporizador de maceración del vino.

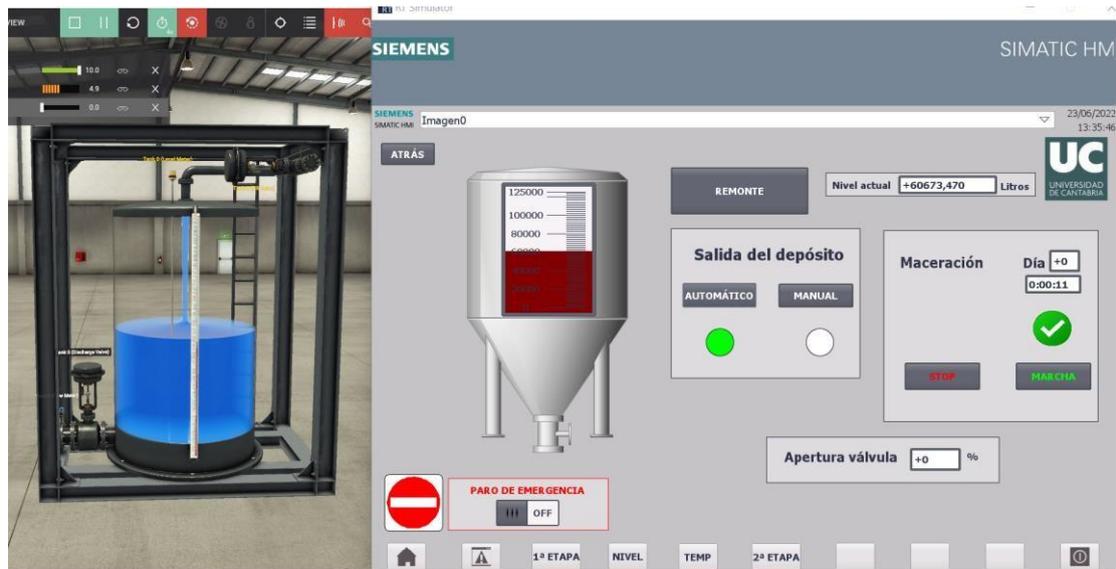


Ilustración 50: Simulación del llenado del depósito en Factory I/O y la pantalla HMI

Cuando se hayan alcanzado los 100.000 litros, la válvula de llenado se cerrará.



Ilustración 51: Simulación con el depósito lleno

Cuando salga el vino del depósito, que en este caso se ha producido pulsando al botón de salida del depósito manual, se abrirá la válvula de descarga, pero de forma lineal hasta llegar a los 70.000 litros, donde estará completamente abierta. En las siguientes imágenes se observará el proceso de apertura.

Con 92.845,77 litros el porcentaje de apertura es del 24%.

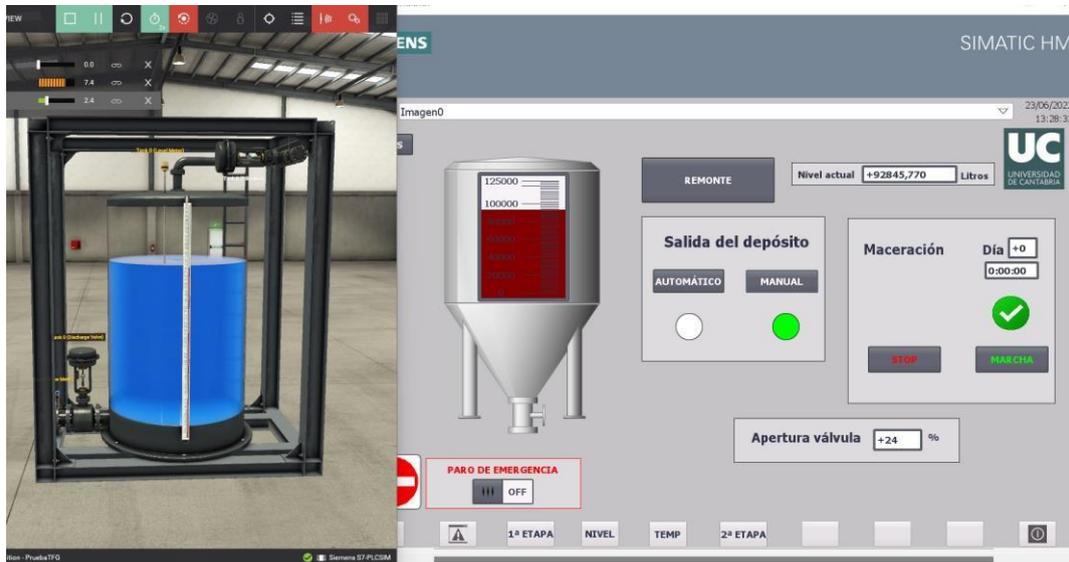


Ilustración 52: Simulación del depósito vaciándose

Una vez bajados los 70.000 litros, la válvula está completamente abierta y en la pantalla se mostrará que el porcentaje de apertura es del 100%.

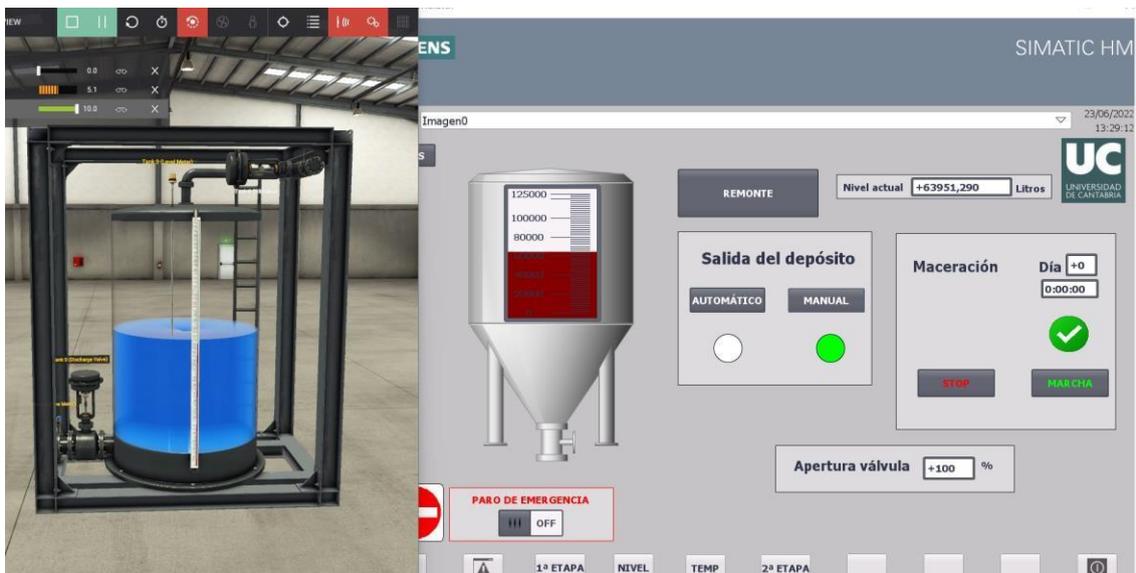


Ilustración 53: Simulación del depósito vaciándose con menos de 70.000 litros

8. WEB SERVER

Se incluirá la opción de que el PLC actúe como un servidor web en el que el usuario podrá informarse del estado del proceso sin necesidad de estar presente en la bodega o de acudir a ver las pantallas HMI. Es decir, se tendrá la posibilidad de observar el PLC a través de una red a una gran distancia. En dicho servidor, se encontrará una disposición similar a la página de inicio de las pantallas HMI en la que habrá cuatro leds verdes, uno por cada imagen que se ha dispuesto.

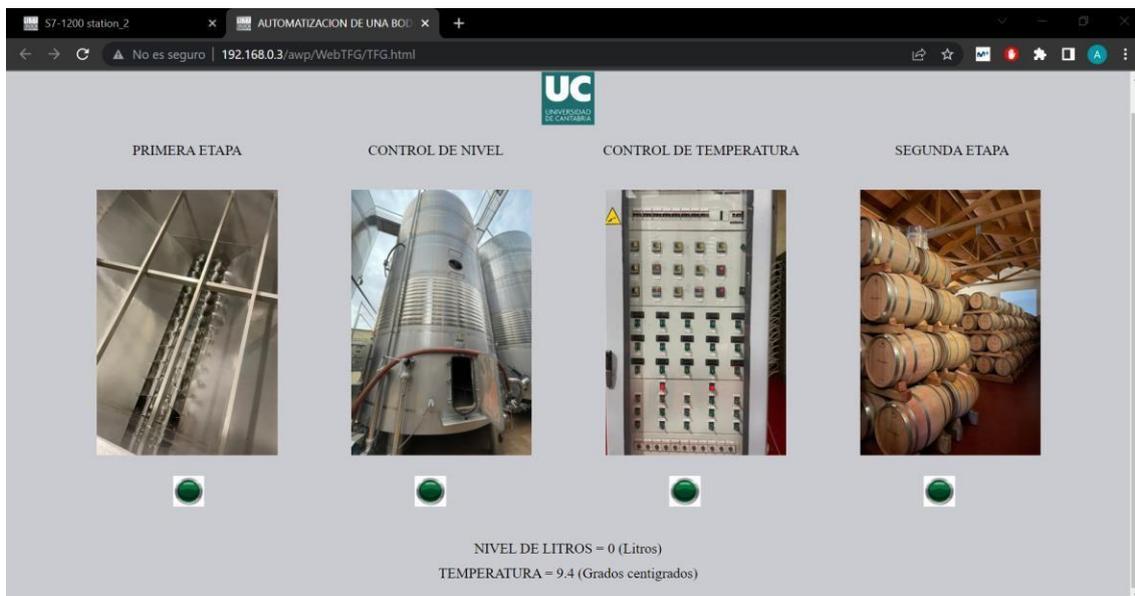


Ilustración 54: Web server

En el caso de que esté funcionando alguna máquina de la primera etapa, se encenderá su led correspondiente. Sucederá lo mismo con los diferentes leds en el caso de que haya mosto en el depósito, se haya activado el refrigerador, o, por último, esté funcionando alguna máquina o válvula de la segunda etapa.

Más allá de esto, el servidor web informará de los litros de vino que hay en el depósito y la temperatura a la que se encuentra.

8.1. PROGRAMACIÓN DEL SERVIDOR

Se realizará un programa en HTML que posteriormente se introducirá en el Tia Portal. Para la realización de dicho programa se ha utilizado el programa Notepad++.

Se introducirá una función WWW que se obtendrá en la carpeta de Servidor WEB. Con esto se logrará la comunicación del PLC con el servidor.

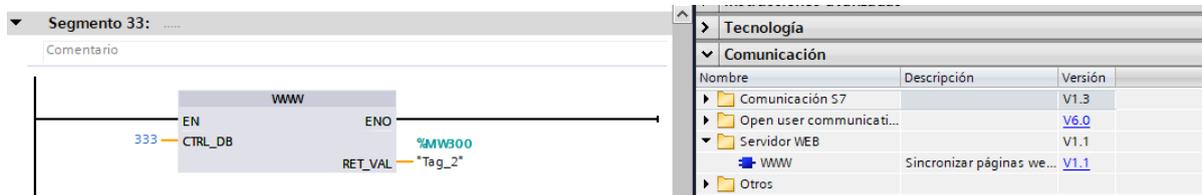


Ilustración 55: Función para la conexión del PLC con el servidor

Se activará el servidor web y posteriormente se introducirá la página creada con el objetivo de que se generen los correspondientes bloques DB.

En el programa del Tia Portal se han añadido cuatro segmentos para determinar los leds que deberán estar activados.

8.2. SIMULACIÓN

Se cargará en el PLC y se introducirá en el navegador la dirección IP que se ha configurado. Tras esto, se abrirá la página web de Siemens.

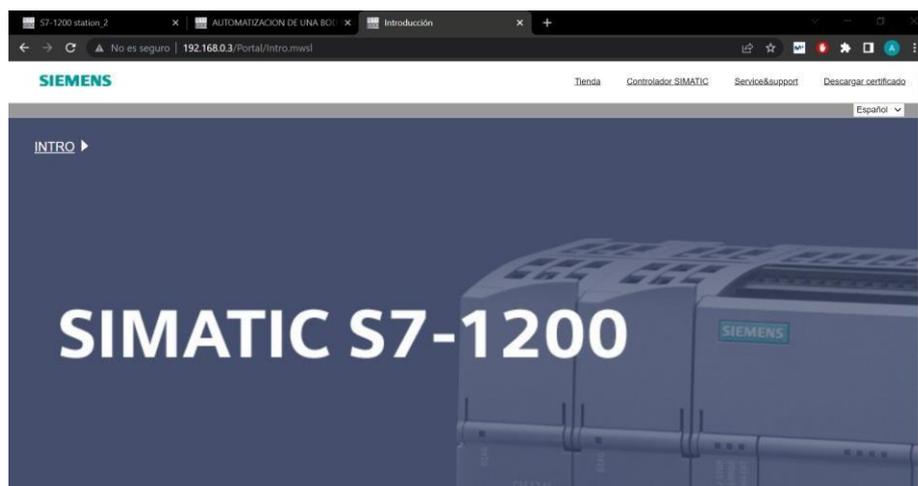


Ilustración 56: Página web de Siemens

Se acudirá a las páginas creadas por el usuario y finalmente se observará la página web creada.

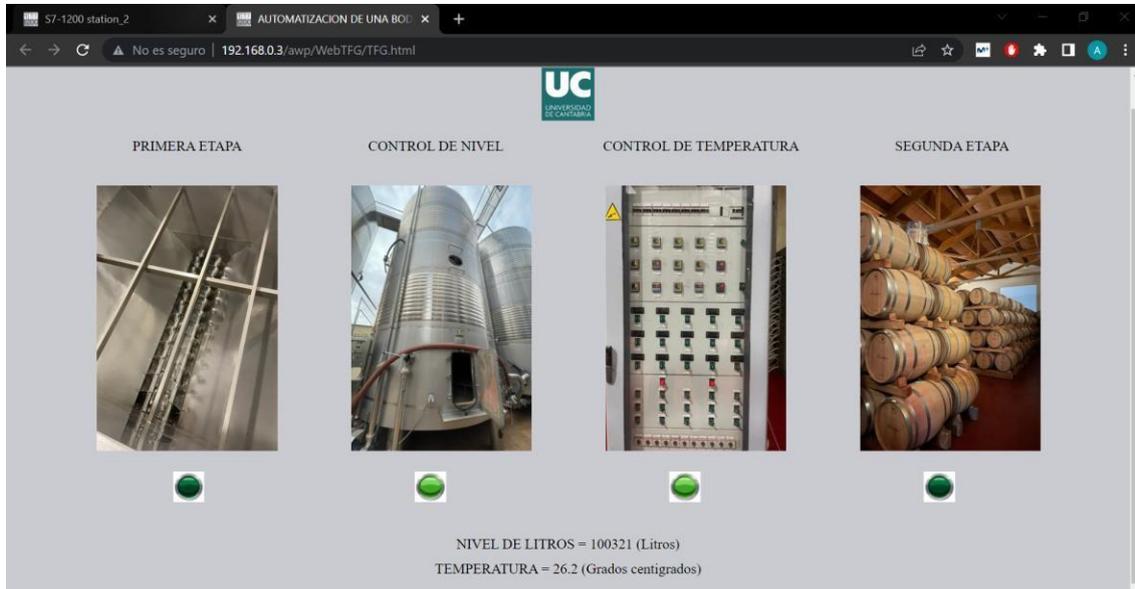


Ilustración 57: Simulación observada desde la Web server

En la imagen anterior se observa que los leds del control de nivel y control de temperatura están activados. Esto es debido a que hay presencia de vino en el depósito, 100.321 litros como se indica, y porque el refrigerador está activado, ya que la temperatura es superior a 26°C, en este caso es de 26,2°C.

9. LÍNEAS FUTURAS

Respecto a las posibles mejoras que podrían llevarse a cabo, destacaría la conexión del PLC y las diferentes máquinas. Las máquinas que se utilizan hoy en día en las bodegas son máquinas independientes. En ellas es el usuario el que decide cuando deben funcionar y apagarse. Es por ello por lo que este proyecto es una simulación ficticia en el que para la conexión de las máquinas con el PLC se necesitaría una interfaz de comunicación. Un aspecto para mejorar sería la adaptación de estas máquinas a este tipo de dispositivos, logrando así una mayor eficiencia.

Una bodega es un sitio complicado de gestionar sobre todo en épocas de vendimia. Requiere la presencia de gran personal. Es por ello por lo que la automatización de ésta supondría una gran evolución.

En este proyecto se ha programado para el llenado y vaciado de un depósito. Otra mejora para implementar sería la de incluir varios depósitos.

Tras el llenado de las barricas, éstas quedan almacenadas en la bodega el tiempo que considere oportuno el enólogo. Se podría implementar diferentes temporizadores que determinen el tiempo que deban estar en la bodega una línea de barricas.

Una parte importante de una bodega, que ya está automatizada, es la de la línea de embotellado. Una posible mejora sería la relación de la programación que se ha implementado en este proyecto con la programación de la línea de embotellado, intentando conseguir así una bodega completamente automatizada mediante un PLC y sus respectivos módulos añadidos.

De igual manera, la sala donde se almacenan las barricas está fijada a una temperatura y humedad determinadas. Esto podría implementarse en la programación.

En cuanto a la Web server, se realizarían algunas mejoras con el objetivo de monitorizar el sistema y poder así controlarlo sin la necesidad de estar presente en la bodega.

10. CONCLUSIONES

Este proyecto consistía en demostrar la viabilidad de poder automatizar una bodega mediante un PLC. Es una oportunidad que todavía, en la actualidad, no se ha llegado a tener en cuenta del todo y supondría grandes avances tanto tecnológicos como económicos.

Es cierto que algunas bodegas están todavía arraigadas a las formas más tradicionales de la elaboración de vino, lo que implica un menor avance tecnológico. Sin embargo, está demostrado que conforme más se introduce la tecnología en estos mundos, mejores son los resultados finales.

Para la realización de este proyecto, se han utilizado una gran variedad de programas, habiéndose estudiado así el funcionamiento de cada uno de los diferentes softwares. Se podría dividir el proyecto en cuatro partes: programación en Tia Portal, la realización de las pantallas HMI, la simulación con el Factory I/O y finalmente la realización de una página web mediante un programa html.

Este proyecto se ha adaptado de la mejor forma posible a estos programas.

La programación en el Tia Portal se ha realizado de una forma muy completa y lo más didáctica posible.

Un punto fuerte del proyecto son las pantallas HMI que se han diseñado, muy intuitivas y de fácil manejo para el usuario. Han sido un total de diecisiete imágenes.

En el caso del Factory I/O, tras varias pruebas de posible simulación, se decidió que lo mejor era simular el llenado y vaciado del depósito, ya que se observa de forma completamente exacta lo que sucedería en la realidad. Por el contrario, no se ha encontrado una forma viable de poder realizar una simulación visual del resto del proceso.

En cuanto a la Web server, se ha estudiado el lenguaje de programación en html, pudiendo así realizar una página web de gran utilidad para el usuario además de muy visual y de sencillo entendimiento.

Por último, destacar las posibles mejoras y evoluciones que podrían implementarse en el proyecto que se han descrito en el apartado de líneas futuras.

11. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Historia del vino y la vendimia
<https://www.vinetur.com/201010161255/el-antes-y-el-despues-en-el-mundo-del-vino.html>
- [2] Etapas de trabajo en las bodegas
<https://vivancoculturadevino.es/blog/2016/06/14/proceso-de-elaboracion-del-vino-tinto/>
- [3] Información sobre la vendimia
<https://www.francoespanolas.com/blog/que-es-vendimia/>
- [4] Información sobre el despalillado
<https://www.interempresas.net/Vitivinicola/Articulos/210083-Recepcion-de-la-uva-en-bodega-durante-la-vendimia.html>
- [5] Información sobre el estrujado
<https://www.metalurgicadelpenedes.com/blog/estrujado-y-despalillado/#:~:text=Al%20estrujado%20de%20las%20uvas,decidamos%20realizar%20el%20despalillado%20despu%C3%A9s>
- [6] Información sobre el remontado de vino
<https://www.inoxpa.es/productos/procesos/procesos/remontado-del-vino-tinto>
- [7] Información sobre la temperatura de los vinos
<https://www.catadelvino.com/blog-cata-vino/que-operaciones-son-necesarias-tras-el-encubado-del-vino>
- [8] Información sobre el prensado
<https://sinatech.info/es/recepcion-prensado-y-maceracion/>
- [9] Qué es el pH
<https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/ph>
-

- [10] Información sobre el pH de los vinos
<https://www.hannainst.es/blog/1513/pH-en-la-elaboracion-del-vino#:~:text=La%20mayor%C3%ADa%20de%20los%20vinos,m%C3%A1s%20comunes%20para%20los%20tintos>
- [11] Información sobre el filtrado
<https://www.agrovin.com/como-hacer-una-correcta-filtracion-del-vino-pasos-a-seguir/>
- [12] Información sobre las barricas
<https://unbuenvino.com/2016/11/los-taninos-del-vino/#:~:text=Los%20taninos%20son%20una%20sustancia,rosados%20que%20en%20los%20blancos>
- [13] Información sobre las barricas de roble
<https://bernardoharapa.com/la-importancia-de-la-barrica-en-el-vino/>
- [14] Qué son los autómatas programables
<https://www.euroinnova.edu.es/blog/que-son-automatas-programables>
- [15] Información sobre la historia de los autómatas programables
<https://areatecnologia.com/electricidad/automata-programable.html#%C2%BFQu%C3%A9 es un Aut%C3%B3mata Programable>
- [16] Componentes de un autómata programable
<https://www.eenergie-shop.es/blog/automata-programable-plc-que-es-como-funciona/>
- [17] Clasificación de autómatas programables
<https://artchist.blogspot.com/2021/06/clasificacion-tipos-de-automatas.html>
- [18] Información sobre el Tia Portal
<https://www.autycom.com/tia-portal-vs-simatic-manager/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20Totally%20Integrated%20Automation,las%20necesidades%20de%20la%20aplicaci%C3%B3n>

- [19] Información sobre el funcionamiento de los sensores capacitivos
<https://www.es.endress.com/es/instrumentacion-campo/medicion-nivel/medicion-deteccion-nivel-capacitiva#:~:text=La%20medici%C3%B3n%20de%20nivel%20capacitiva%20se%20basa%20en%20el%20cambio,un%20dep%C3%B3sito%20lleno%2C%20una%20mayor.>
- [20] Información sobre el funcionamiento de una PT100
<https://srcsl.com/que-es-un-sensor-pt100/#:~:text=Construcci%C3%B3n%20y%20funcionamiento,-Dependiendo%20de%20la&text=El%20principio%20activo%20de%20las,existente%20a%20toda%20su%20longitud.>
- [21] Información sobre el funcionamiento de un electrodo medidor de pH
<https://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/sistemas/electrodos-ph.htm#:~:text=Los%20electrodos%20de%20pH%20llevar,son%20introducidos%20en%20un%20I%C3%ADguido.>
- [22] Información sobre el Factory I/O
<https://www.anahuac.mx/mexico/noticias/Factory-IO-Simulacion-3D-de-fabrica#:~:text=Factory%20I%20es%20un%20software,proporcionando%20un%20entorno%20realista%20industrial>

DOCUMENTO 2.

PLIEGO DE CONDICIONES.

ÍNDICE

2. DOCUMENTO 2. PLIEGO DE CONDICIONES...	67
1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO.....	69
2. CONDICIONES Y NORMAS DE CARÁCTER GENERAL... ..	69
3. CONDICIONES PARTICULARES.....	69
3.1. TÉCNICAS.....	69
3.1.1. Mantenimiento del controlador AC/DC/Relay.....	69
3.1.2. Mantenimiento de las conexiones... ..	70
3.1.3. Mantenimiento general de la bodega.....	70
3.2. FACULTATIVAS	71
3.2.1. El proyectista	71
3.2.2. El contrato	71
3.2.3. El contratista	71
3.3. ECONÓMICAS	71
3.4. LEGALES.....	72
3.4.1 Máquinas.....	72
3.4.2. Material eléctrico.....	72
3.4.3. Energías y fuentes renovables.....	73
3.4.4. Prevención de riesgos laborales.....	73

1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO

El objeto de este documento es fijar las condiciones mínimas que debe cumplir la automatización de una bodega de vino, especificando los requisitos de durabilidad, fiabilidad y seguridad.

El dominio de aplicación de este documento abarca todos los sistemas electrónicos, eléctricos, mecánicos e hidráulicos que forman la instalación.

2. CONDICIONES Y NORMAS DE CARÁCTER GENERAL

La finalidad es la regulación de la programación teniendo en cuenta los niveles teóricos y de calidad que se exigen.

De igual modo se precisan las actuaciones correspondientes al contrato y según la legislación aplicable tanto al promotor, al contratista, al proyectista, a los técnicos y encargados, como a las relaciones y obligaciones que les conciernen con el fin del cumplimiento del contrato.

3. CONDICIONES PARTICULARES

3.1. TÉCNICAS

3.1.1. Mantenimiento del controlador AC/DC/Relay

El autómata programable está en continuo funcionamiento. Para evitar cualquier tipo de fallo es imprescindible un mantenimiento óptimo y adecuado de tal manera que se consiga un mayor rendimiento y durabilidad.

Para lograr un mantenimiento preventivo adecuado, hay que tener en cuenta el entorno donde se va a emplazar el PLC por diversas razones:

- Grandes acumulaciones de polvo pueden dañar los elementos del PLC. Es imprescindible una limpieza exhaustiva periódica con el objetivo de eliminar dichas partículas.
- La temperatura, la humedad y otros factores del entorno deberán ser también comprobados con el fin de que no repercutan de manera negativa en el funcionamiento del PLC.

- En el caso de la instalación en un armario del PLC, éste deberá de tener una adecuada ventilación, así como filtros para evitar el polvo. Estos filtros deberán limpiarse periódicamente para no acumular polvo ni sobrecalentamientos.
- Se evitará la instalación del PLC en ambientes húmedos o corrosivos.
- Se comprobará la línea de alimentación con el objetivo de afianzar que en el suministro eléctrico no haya picos de corriente ni sobretensiones.
- Se evitará la instalación del PLC en sitios con vibraciones. De igual modo se revisará que todos los tornillos están adecuadamente colocados, sujetos y apretados.
- Se comprobará que las conexiones a los módulos se han realizado correctamente. Las conexiones flojas podrían provocar fallos en el controlador, así como daños en los diferentes componentes del sistema.
- Se asegurará que el estado de la batería soporta la memoria RAM en la CPU.

3.1.2. Mantenimiento de las conexiones

Las válvulas, las tuberías y los sinfines son probablemente los puntos más débiles de la bodega. A la hora de realizar el mantenimiento es imprescindible que se les tenga en cuenta debido a que una utilización incorrecta de dichos componentes supondría deterioros e incluso daños irreparables.

Para su mantenimiento, se realizarán revisiones periódicas. En ellas se abrirán las válvulas para posteriormente realizar un trasiego de aceite.

Generalmente, estas válvulas soportan mayores fuerzas y temperaturas, por lo que se pueden tener más incidencias.

3.1.3. Mantenimiento general de la bodega

Se realizará un mantenimiento preventivo de todas las máquinas de la bodega periódicamente, sobre todo antes de la época de las vendimias.

Esto incluye la limpieza, lubricación y calibración de las diferentes máquinas y piezas que las componen.

Los datos obtenidos de las diferentes revisiones de mantenimiento deberán ser apuntados en un registro.

3.2. FACULTATIVAS

3.2.1. El proyectista

- Redactará las correcciones o complementos que sean requeridos.
- Estará presente en la programación cuando se requiera, con el objetivo de otorgar las correspondientes instrucciones para adoptar la solución adecuada a los diferentes problemas que pudieran plantearse.
- Será el encargado de aprobar las certificaciones parciales del programa y la liquidación final.
- Realizará la documentación final del programa obteniendo así dicho certificado.
- Los materiales que se utilizarán deberán de ser aprobados por él.
- Se encargará de que la programación e instalación del autómata sea realizado por un grupo de personas cualificadas para ello.

3.2.2. El contrato

Será un documento público debido a que forma parte de la Administración Pública. En él se especificarán los diferentes medios que se emplearán, ya sean materiales, de transporte, de mano de obra...

Los documentos técnicos serán incorporados en el contrato y deberán ser firmados por el contratista y por la propiedad.

3.2.3. El contratista

El contratista se encargará de que antes del inicio de la instalación, la documentación aportada sea suficiente para el entendimiento del programa. De no ser así, se necesitarán las explicaciones pertinentes.

3.3. ECONÓMICAS

Se realizará un determinado seguimiento de los diferentes medios que se vayan a utilizar en el proyecto, tanto materiales como de mano de obra y transporte. Será una suma de los costes directos, indirectos, gastos generales y el beneficio industrial.

Cabe destacar que los precios que se determinarán en este proyecto podrían variar por circunstancias ajenas.

Todos los participantes en el proyecto tendrán el derecho de recaudar las cantidades que han sido acreditadas debido a su adecuado trabajo según las condiciones que han sido establecidas.

3.4. LEGALES

Se cumplirán todas las normativas de la reglamentación para autómatas programables:

- DIN 19239 Técnica de maniobras, conceptos.
- DIN 19239 Técnica de maniobras, autómatas programables, programación.
- DIN/VDE 0160 Equipado de instalaciones de potencia con equipos electrónicos.
- VDE 0660 T2 Disposiciones para la paramenta de baja tensión.
- VDE 0106 Disposiciones contra la protección contra choque eléctrico.

Se cumplirá además con la normativa de programación HMI:

- ISA 101.
- IEC 60447 Actuadores principales.
- IEC 61310-1 Seguridad en máquinas.
- ISO 3864 Colores y símbolos de seguridad.
- ISO 8201 Audios para señales de emergencia y evacuación.

A continuación, se explicará más en detalle la normativa IEC 61131-3 que incluye las normas principales de la industria para los controladores lógicos programables.

3.4.1. Máquinas

Mediante el Real Decreto 1544/2008 el Parlamento Europeo aprueba la directiva 2006/42/CE en relación con las máquinas y por la que se modificó la directiva 95/16/CE.

3.4.2. Material eléctrico

Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

3.4.3. Energías y fuentes renovables

Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

3.4.4. Prevención de riesgos laborales

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

DOCUMENTO 3.

PRESUPUESTO.

ÍNDICE

3. DOCUMENTO 3. PRESUPUESTO.....	74
1. PRESUPUESTO.....	76

1. PRESUPUESTO

Aspectos para destacar dentro del presupuesto serán el análisis y decisión de la solución del proyecto, la programación de la solución obtenida y la documentación del proyecto.

Además, se tendrá en cuenta tanto las licencias de los softwares de los programas que se han implementado como los módulos que se le han añadido al PLC.

Inventario	Cantidad	Precio/Unidad	Total
Análisis y decisión de la solución del proyecto	24 h	25 €/hora	600,00 €
Programación de la solución obtenida	85 h	25 €/hora	2125,00 €
Documentación del proyecto	80 h	25 €/hora	2000,00 €
Licencia Tia Portal (SIMATIC STEP 7 V15)	1	140,00 €	140,00 €
Licencia SIMATIC WinCC	1	391,50 €	391,50 €

Licencia Factory I/O anual	1	144,00 €	18,00 €
Controlador S7-1200 CPU 1214C AC/DC/Relay	1	444,91 € + 21% IVA	538,34 €
Módulo entradas analógicas S7-1200 SM 1231, 4AI, 16BIT	1	336,16 € + 21% IVA	406,75 €
Módulo salidas analógicas S7-1200 SM 1232, 2AO	1	222,31 € + 21% IVA	269,00 €
Módulo entradas digitales S7-1200, SM1221, 8DI, 24V DC	2	106,97 € +21% IVA	258,86 €
Módulo entradas digitales S7-1200, SM1221, 16DI, 24V DC	1	165,07 € +21% IVA	199,73 €
Módulo salidas digitales S7-1200, SM1222, 16DO, 24V DC	1	165,07 € + 21% IVA	199,73 €

Presupuesto total: 7.146,91 €

DOCUMENTO 4.

ANEXOS.

ÍNDICE

4. DOCUMENTO 4. ANEXOS...	78
1. PROGRAMA TIA PORTAL.....	80
2. PROGRAMA HTML	100

1. PROGRAMA TIA PORTAL

Proyecto1con1deposito / PLC_1 [CPU 1214C AC/DC/Rly] / Bloques de programa

Main [OB1]

Main Propiedades

General

Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB	Idioma	KOP
Numeración	Automático						

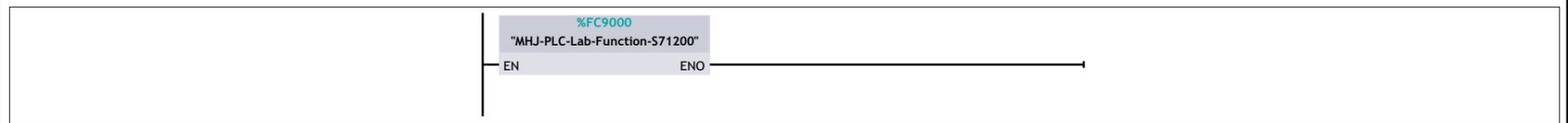
Información

Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		Comentario		Familia	
Versión	0.1	ID personalizado					

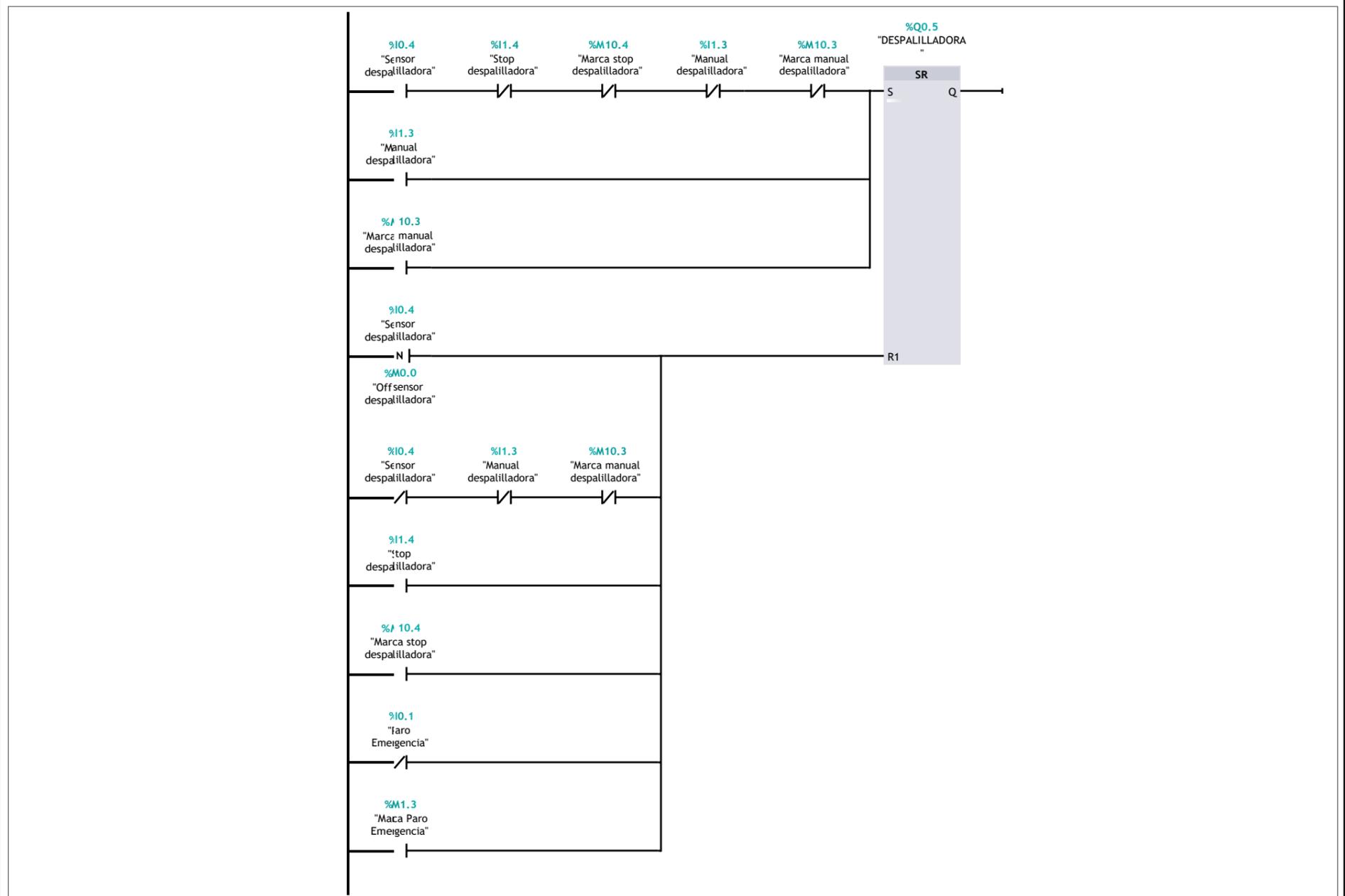
Main

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

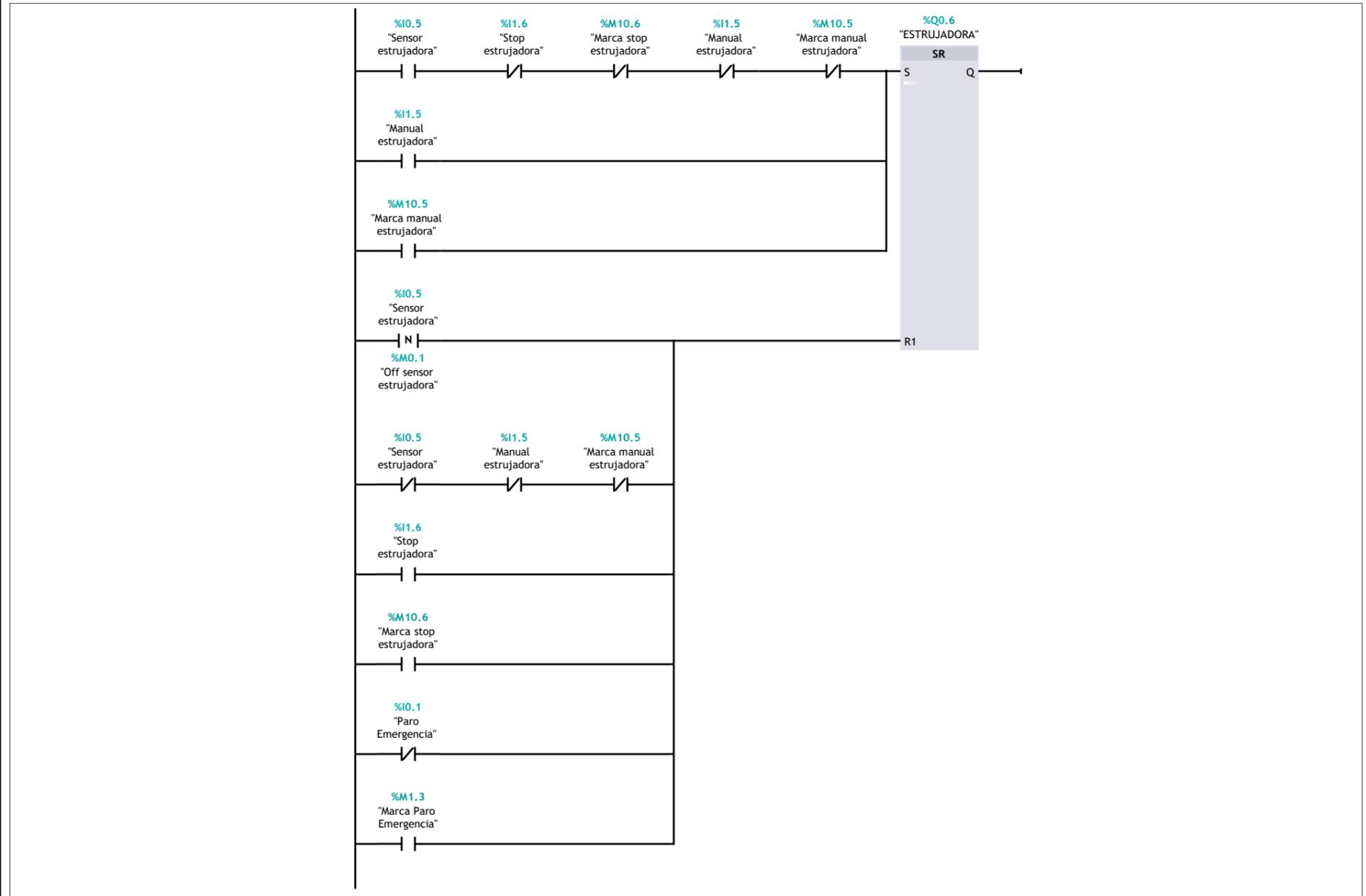
Segmento 1:



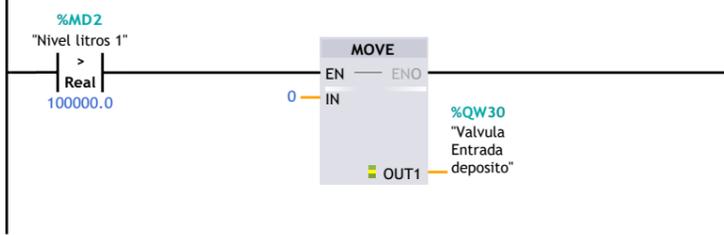
Segmento 2: DESPALILLADORA



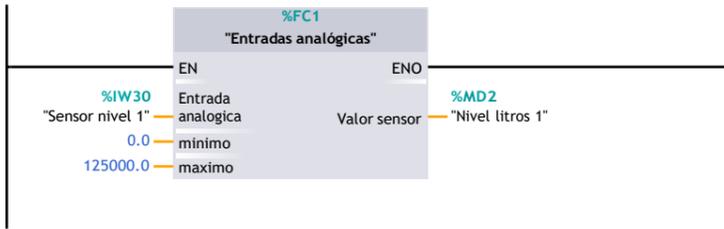
Segmento 3: ESTRUJADORA



Segmento 4: Válvula que lleva el mosto hasta el depósito

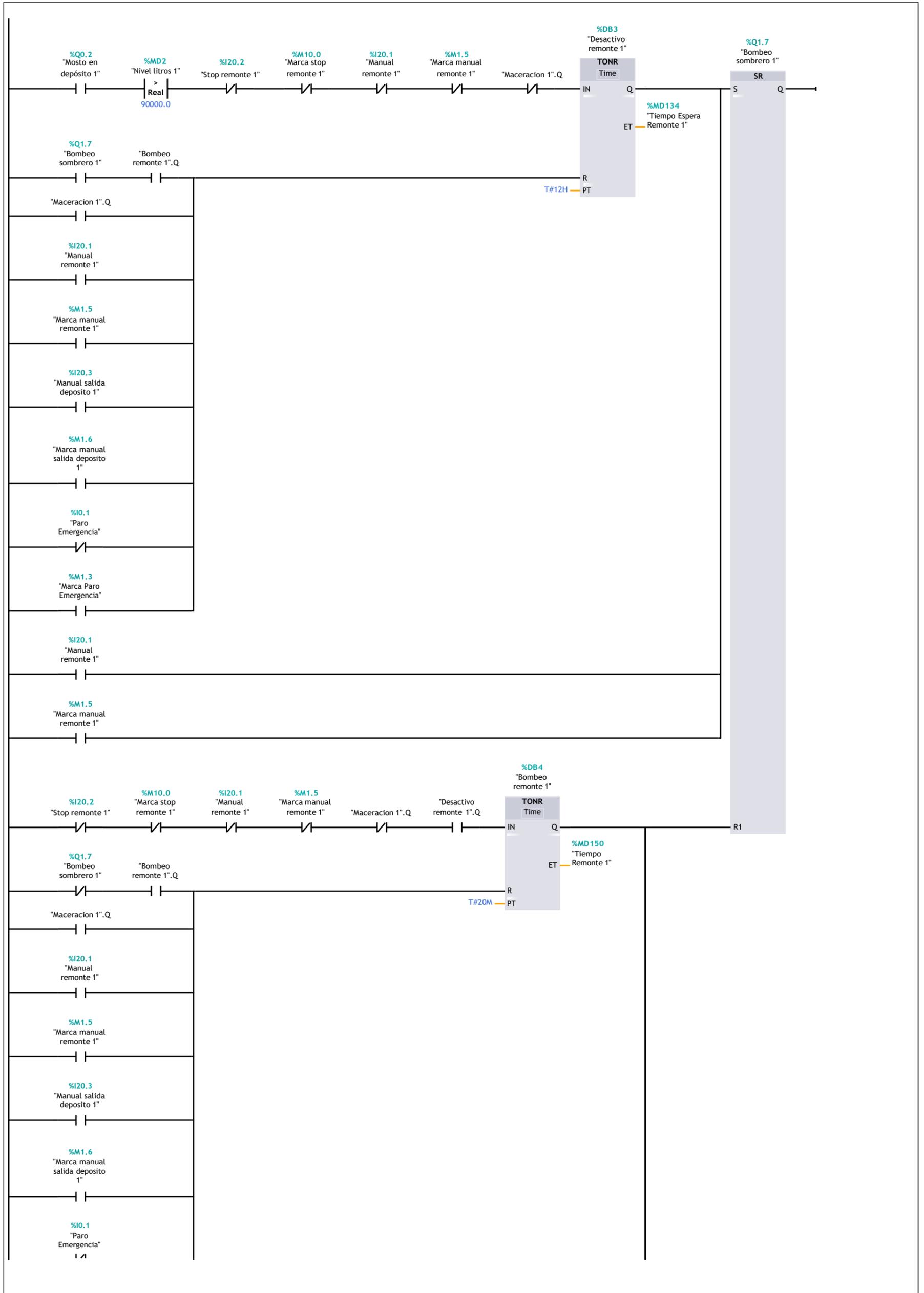


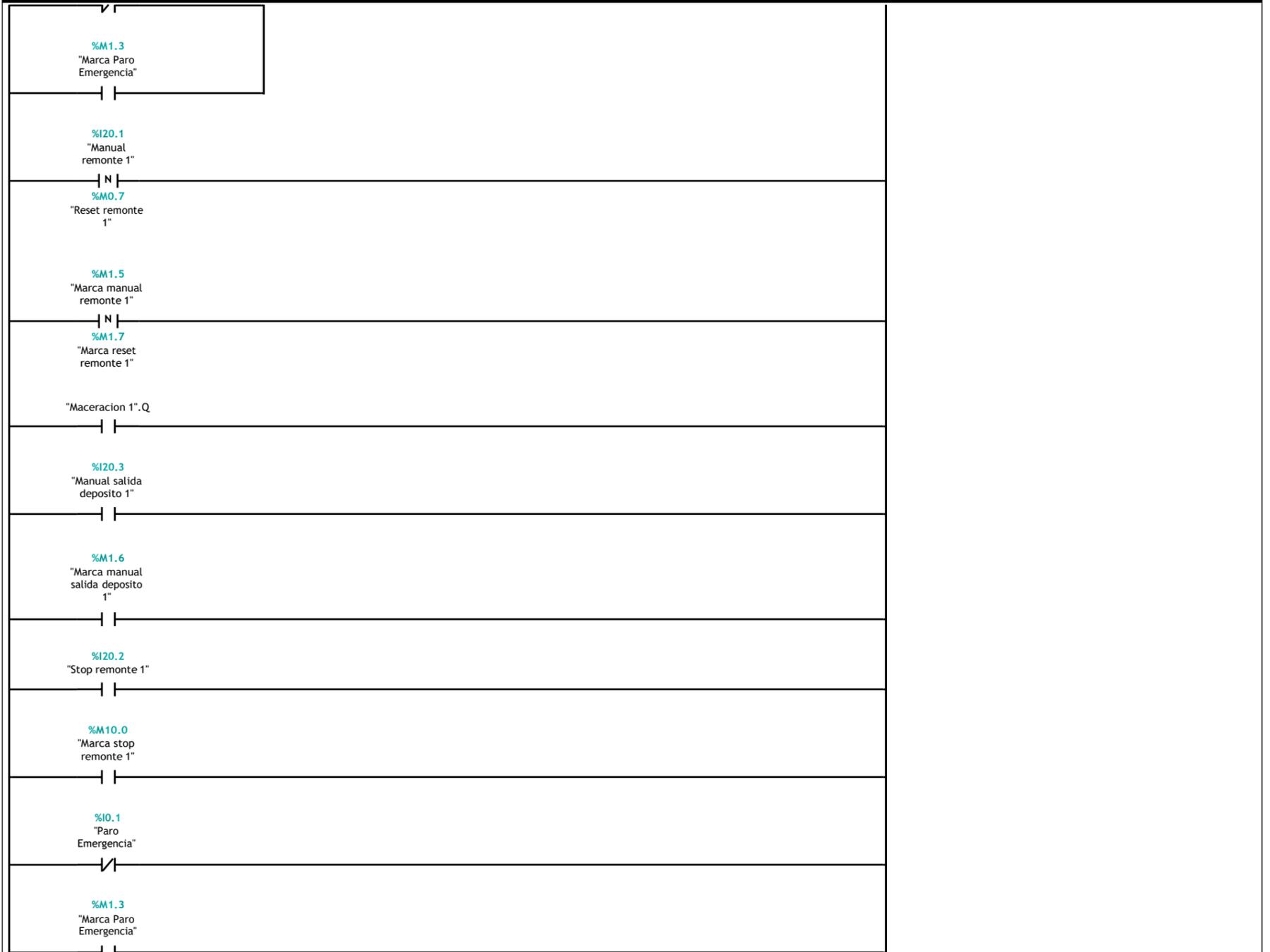
Segmento 8: NIVEL DEPÓSITO 1

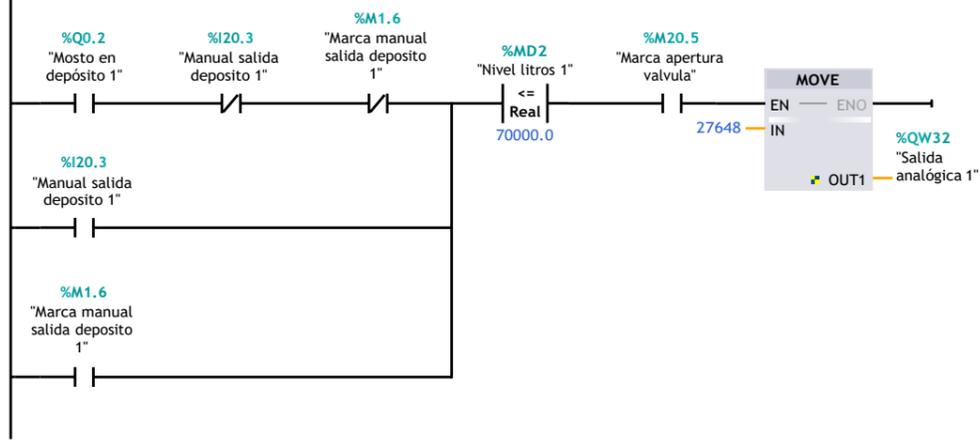


Segmento 9:

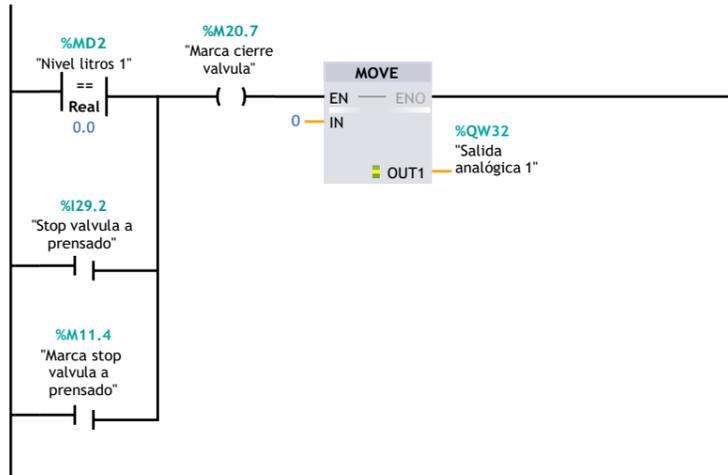
Segmento 9: (1.1 / 2.1)



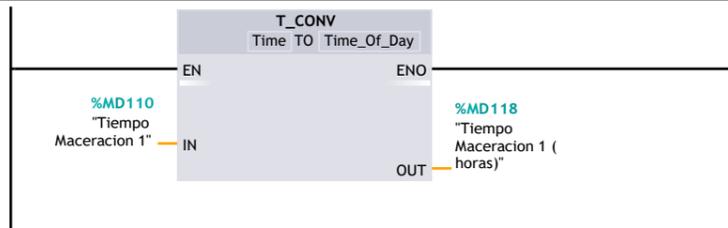




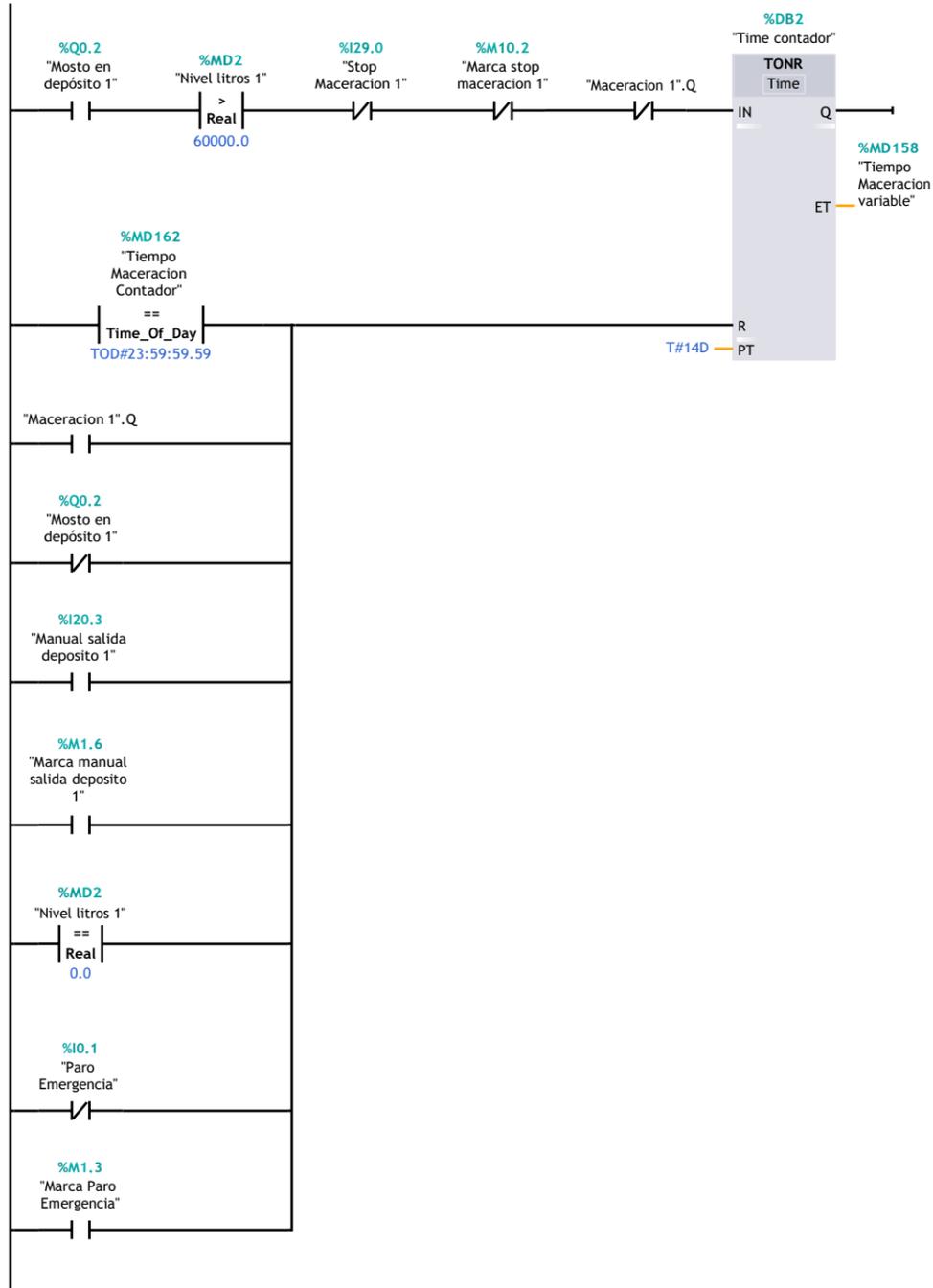
Segmento 14:



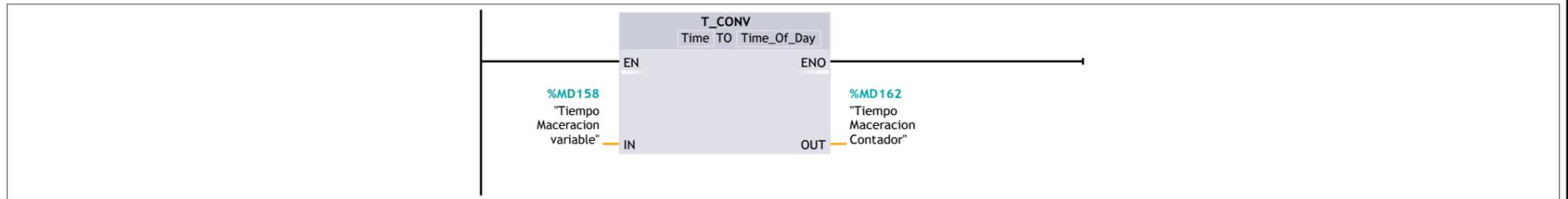
Segmento 15:



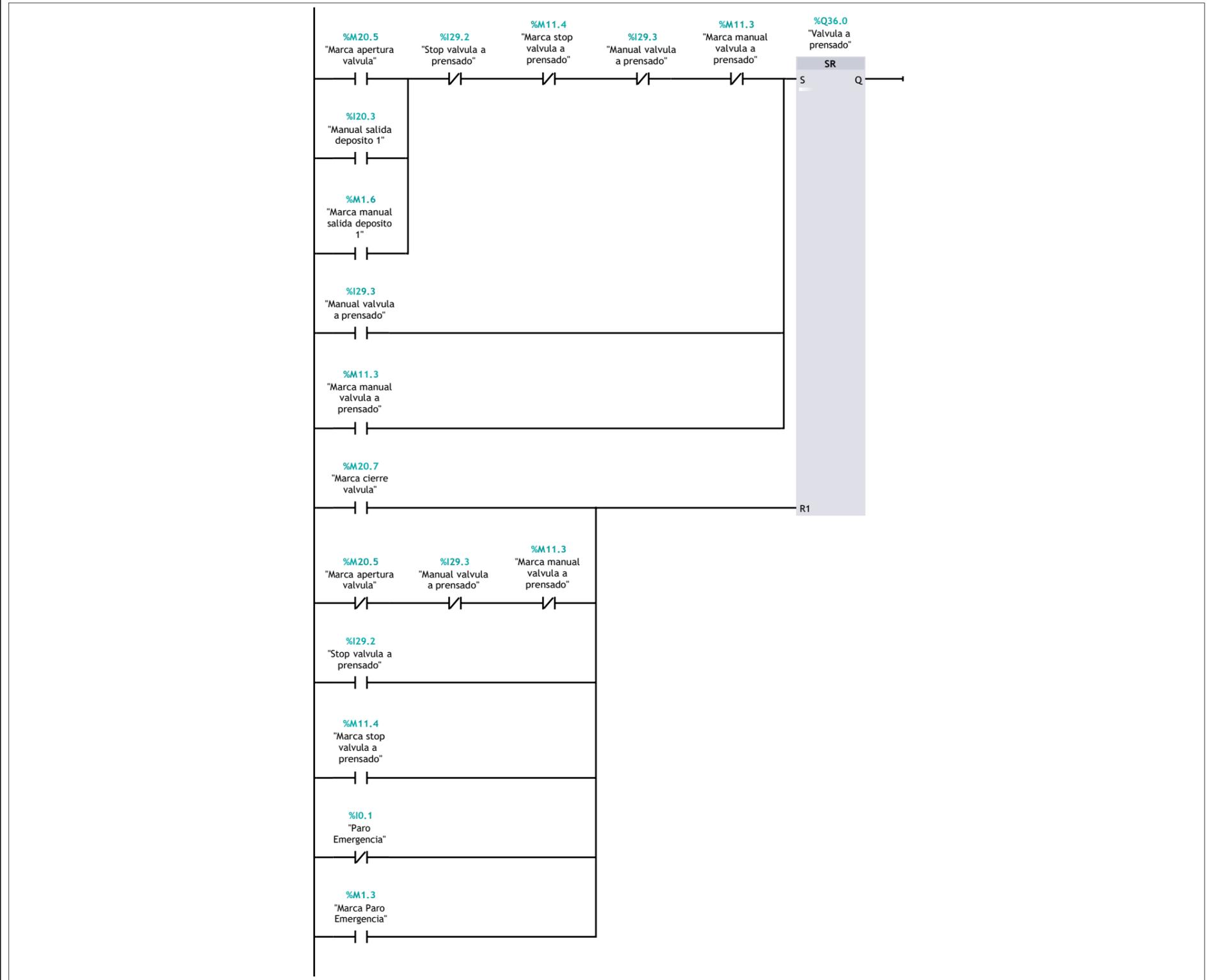
Segmento 16:



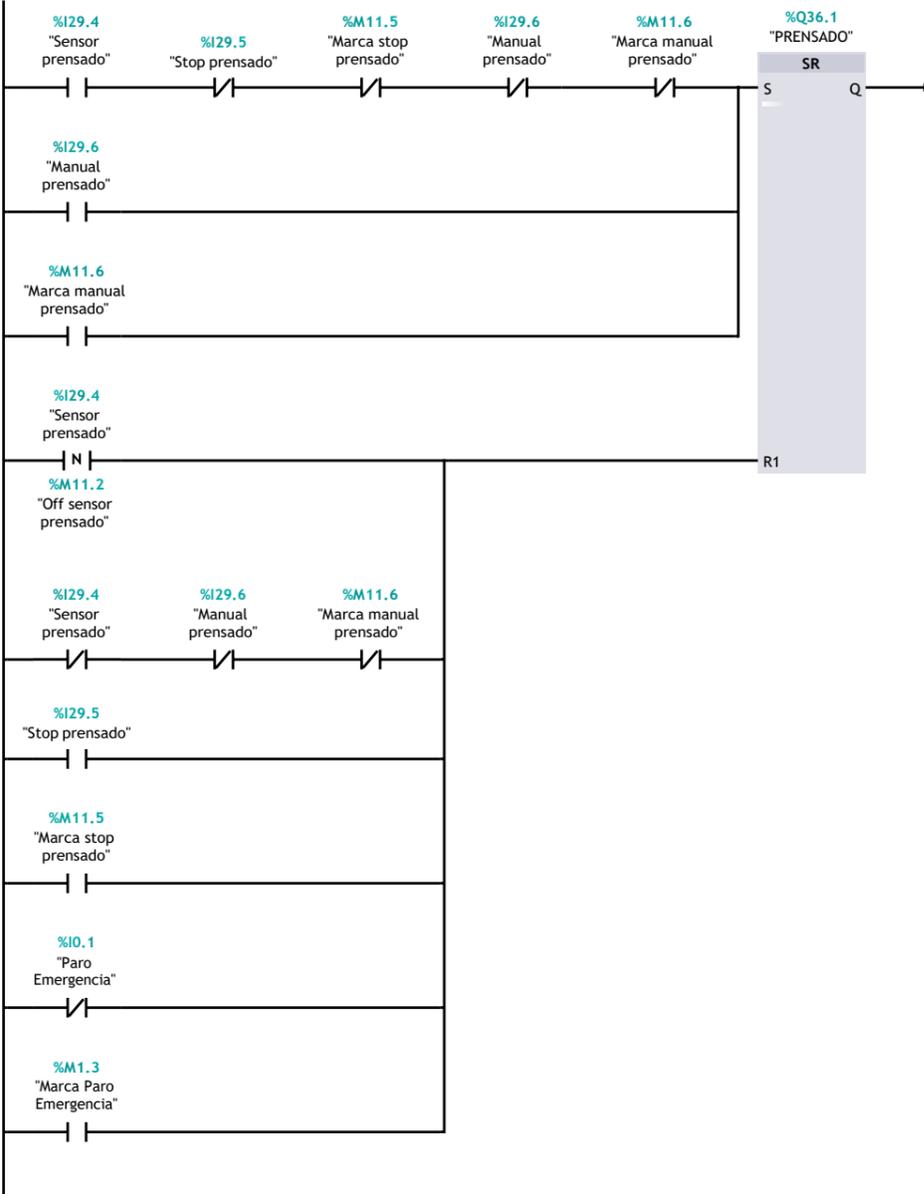
Segmento 17:



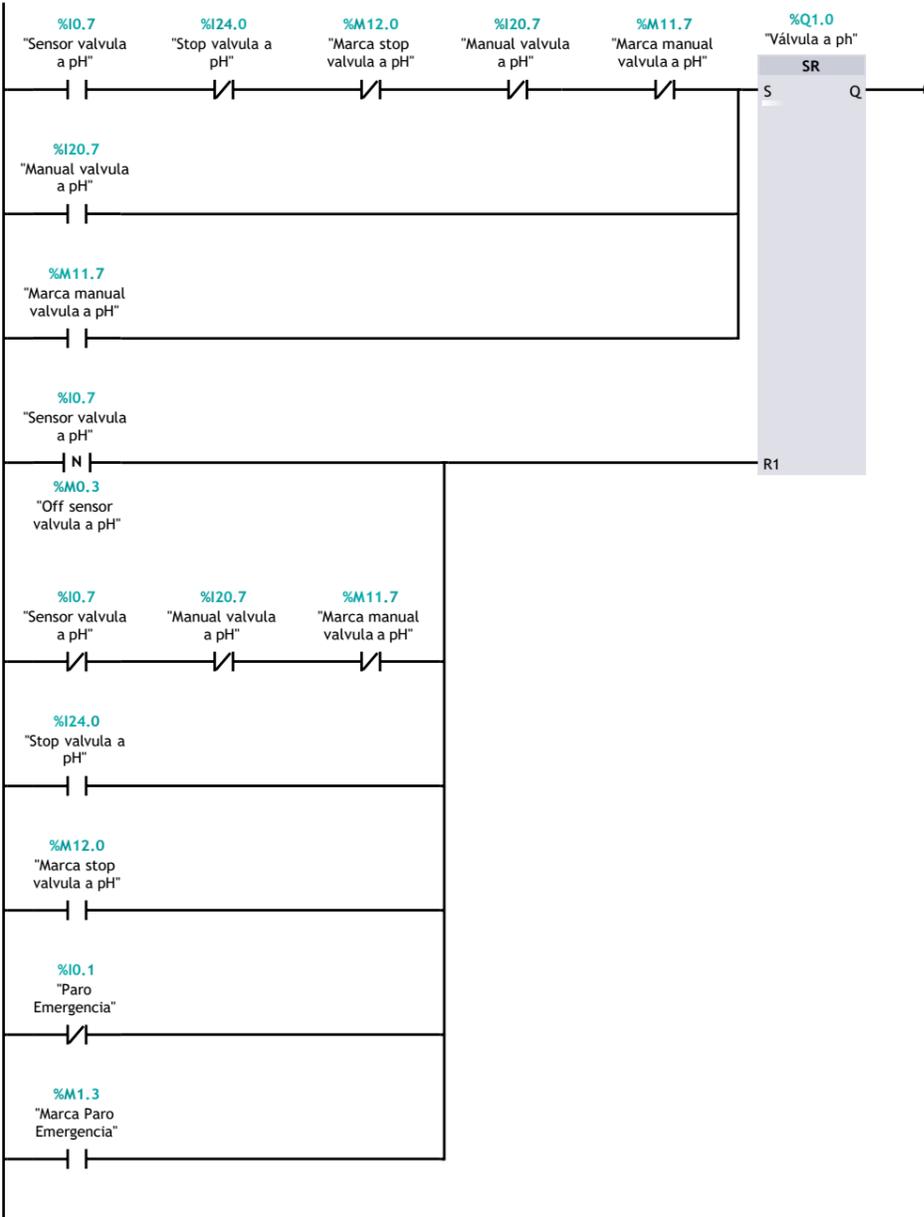
Segmento 18:



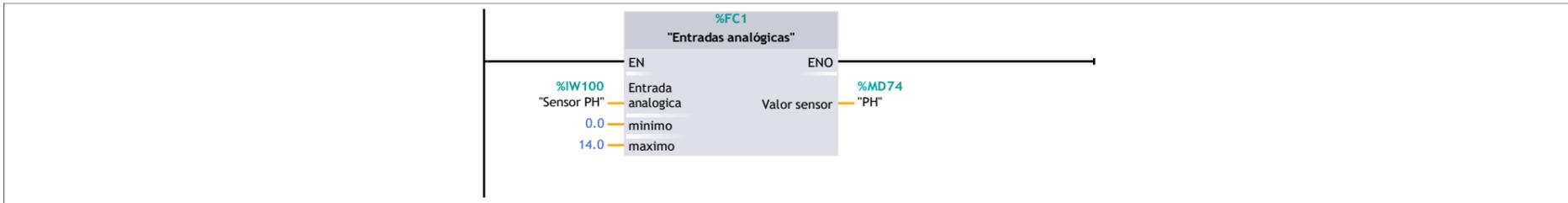
Segmento 24:



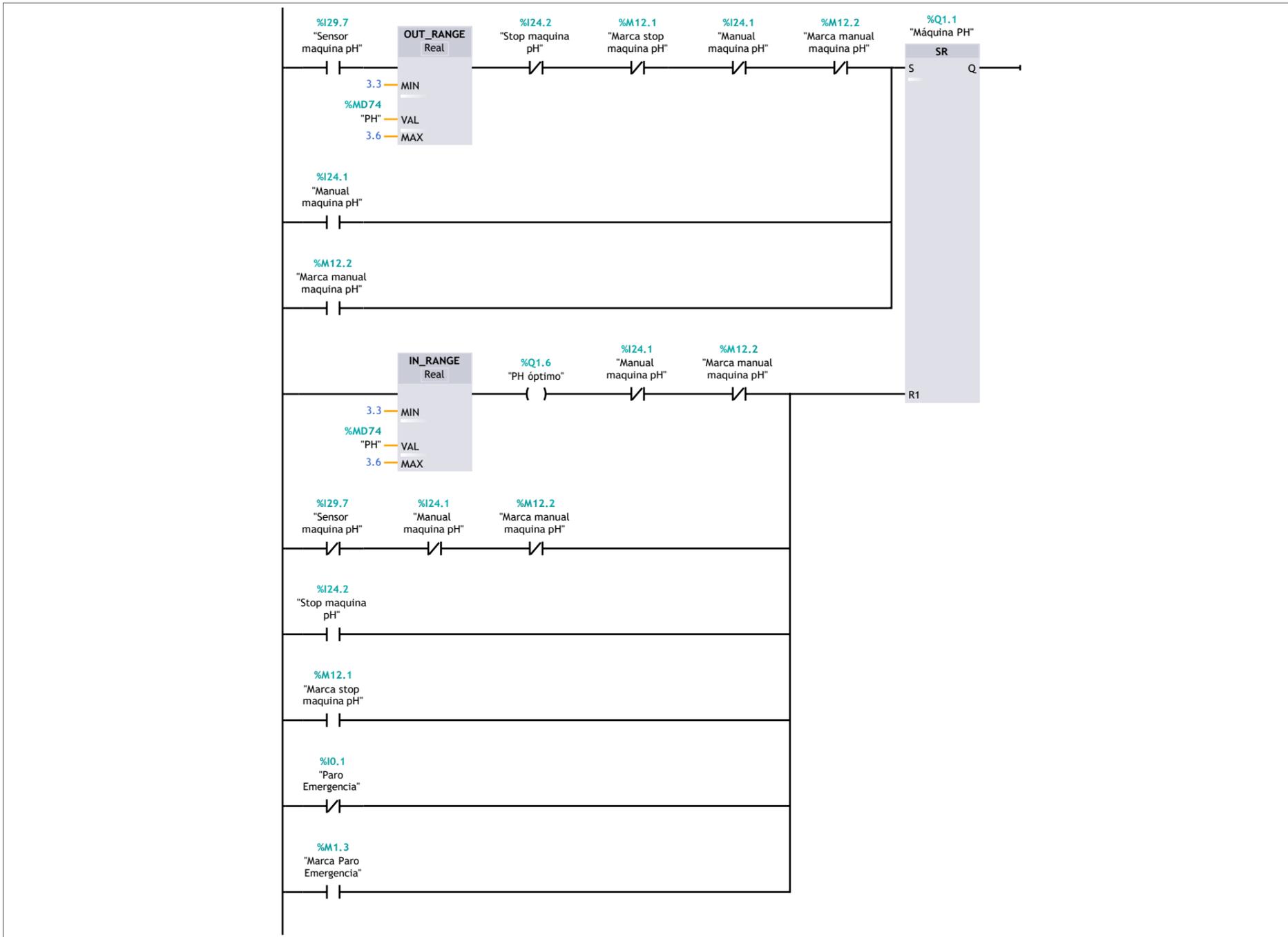
Segmento 25: VÁLVULA DEPÓSITO A PH



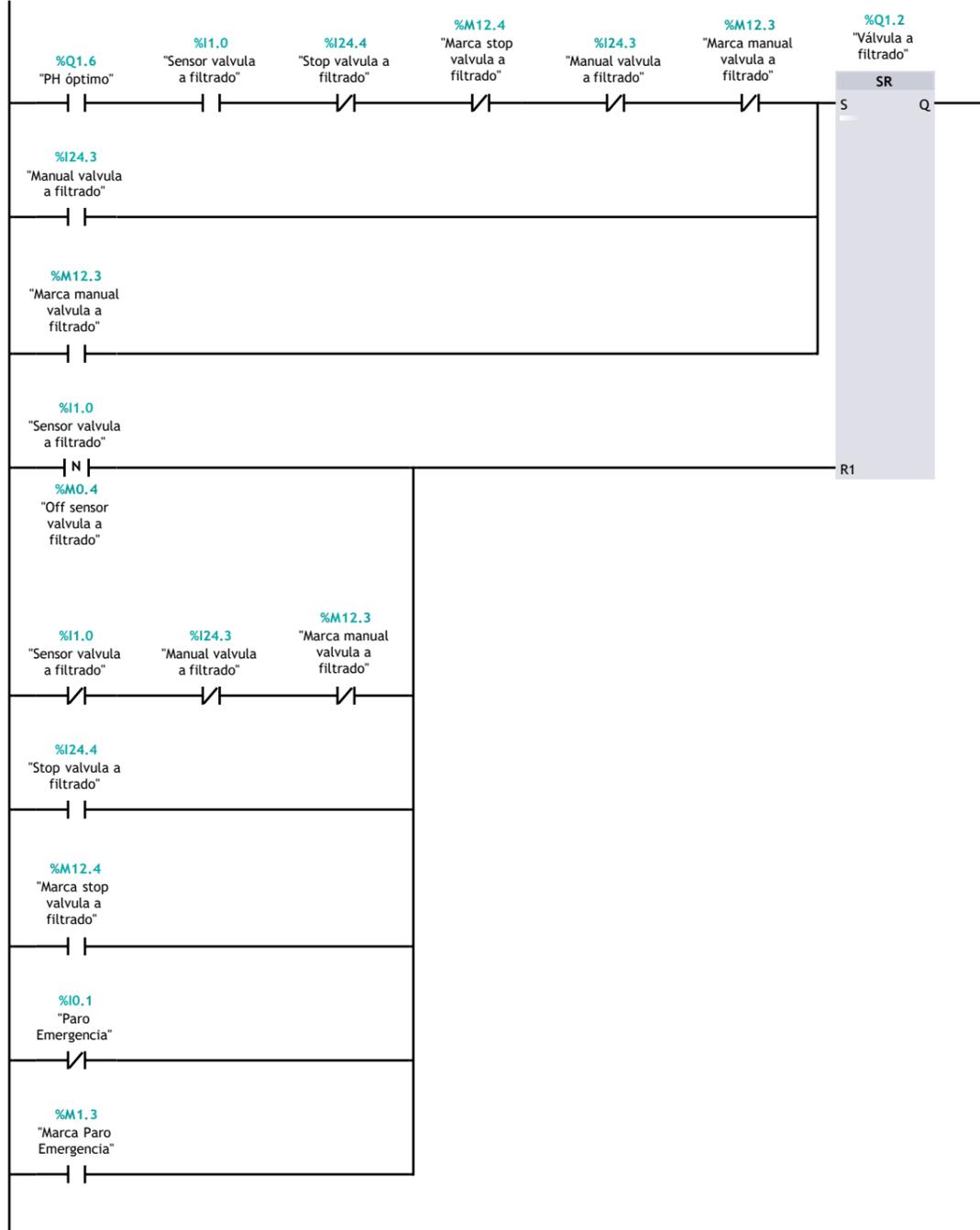
Segmento 26: SENSOR PH



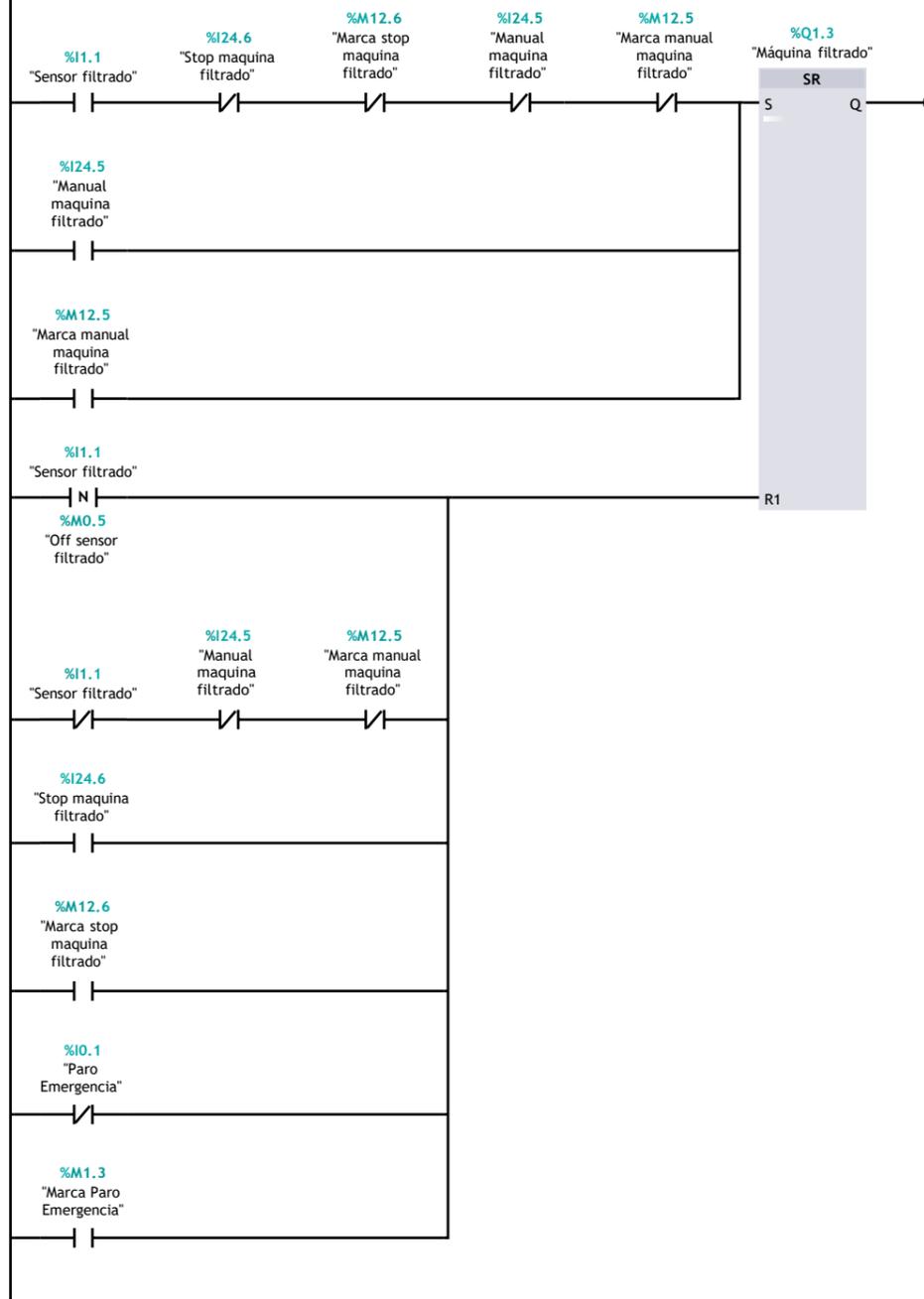
Segmento 27: MÁQUINA PH



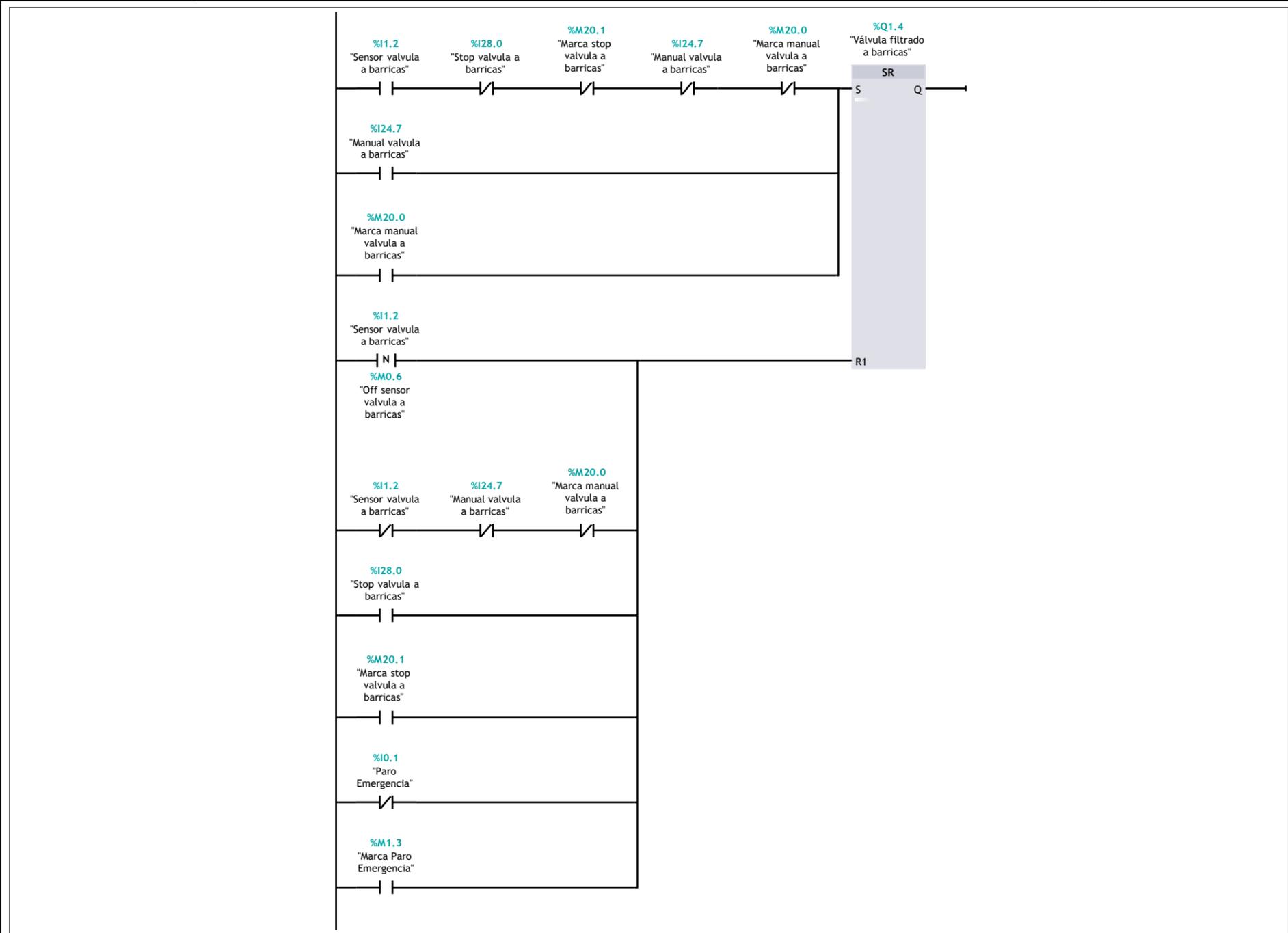
Segmento 28: VÁLVULA A FILTRADO



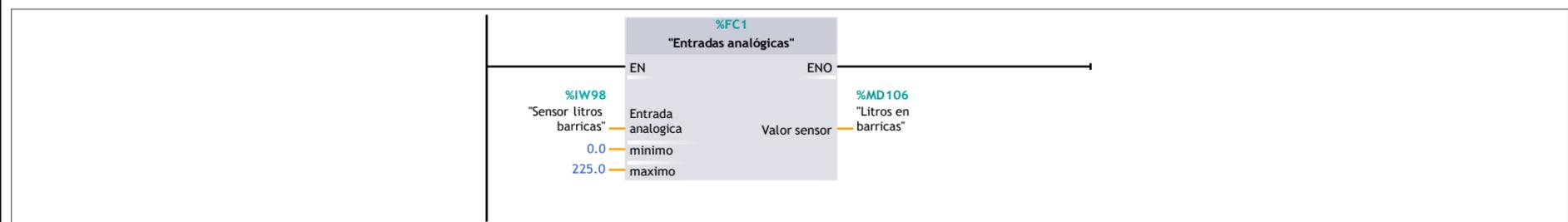
Segmento 29: MÁQUINA FILTRADO



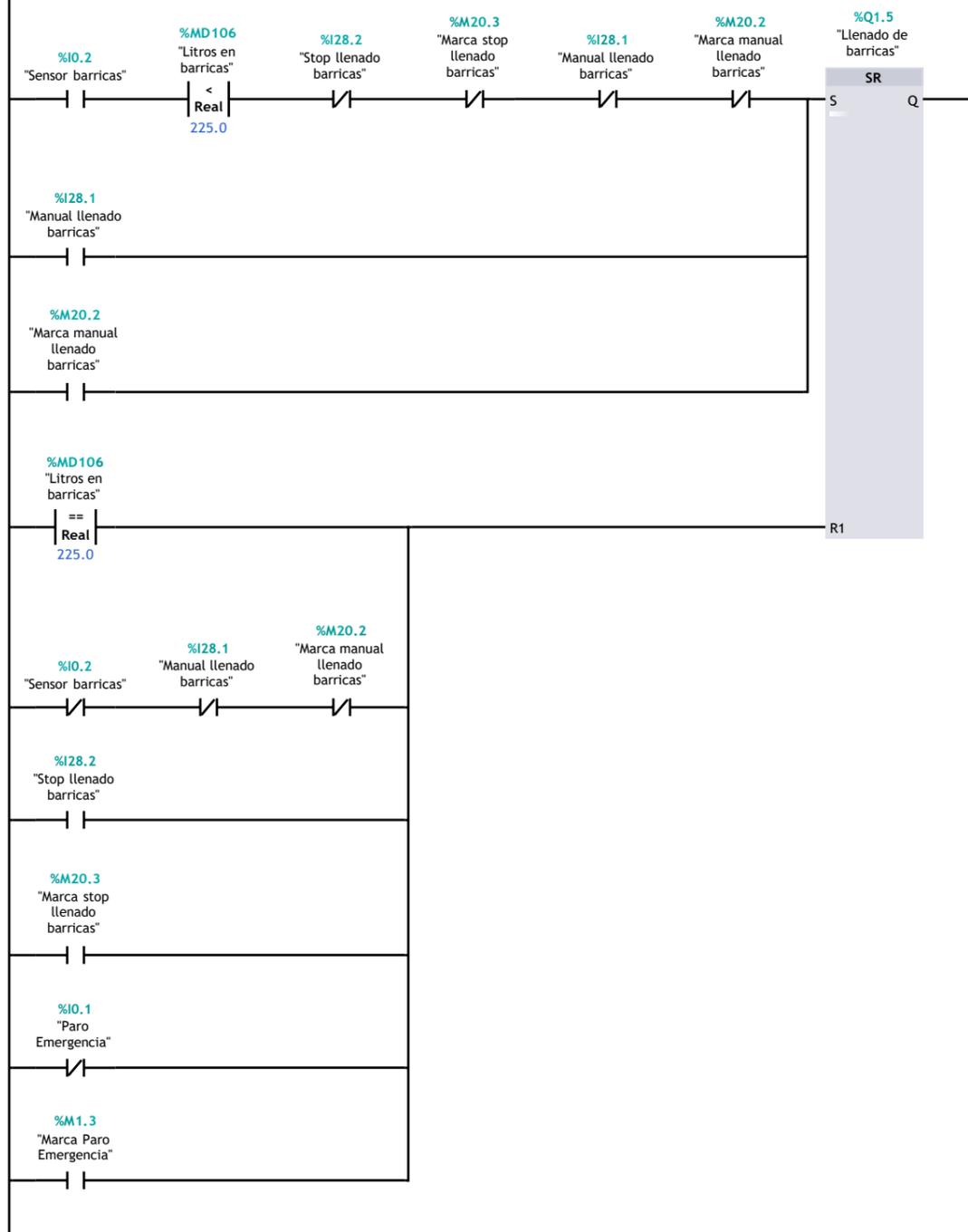
Segmento 30: VÁLVULA FILTRADO A BARRICAS



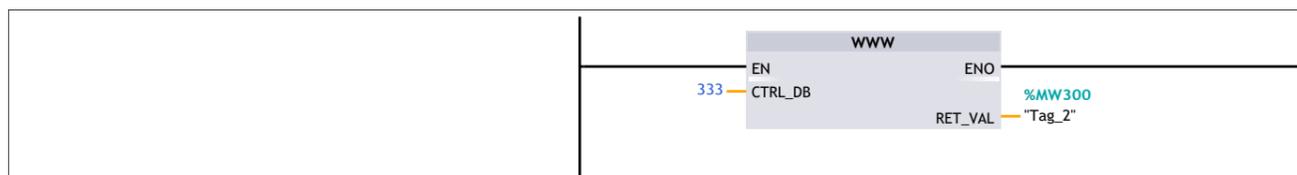
Segmento 31: SENSOR BARRICAS



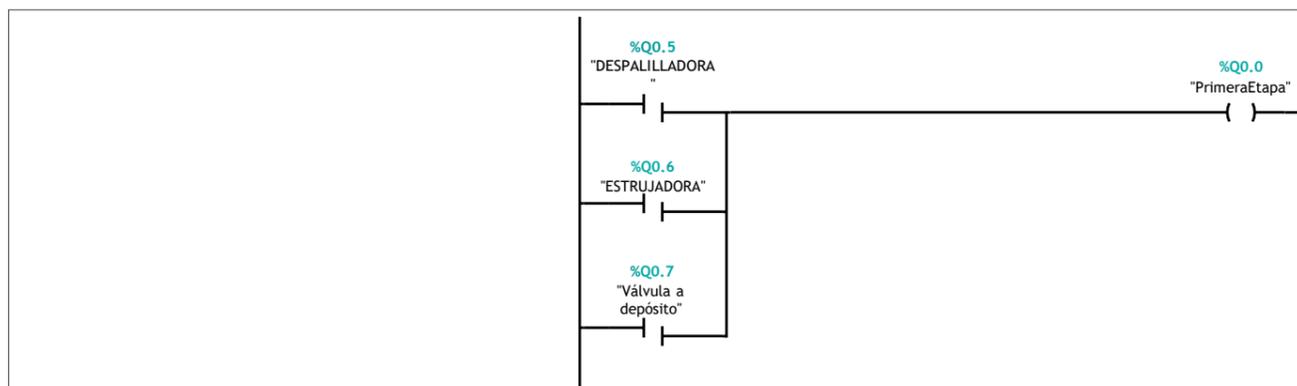
Segmento 32: LLENADO DE BARRICAS



Segmento 33:



Segmento 34:



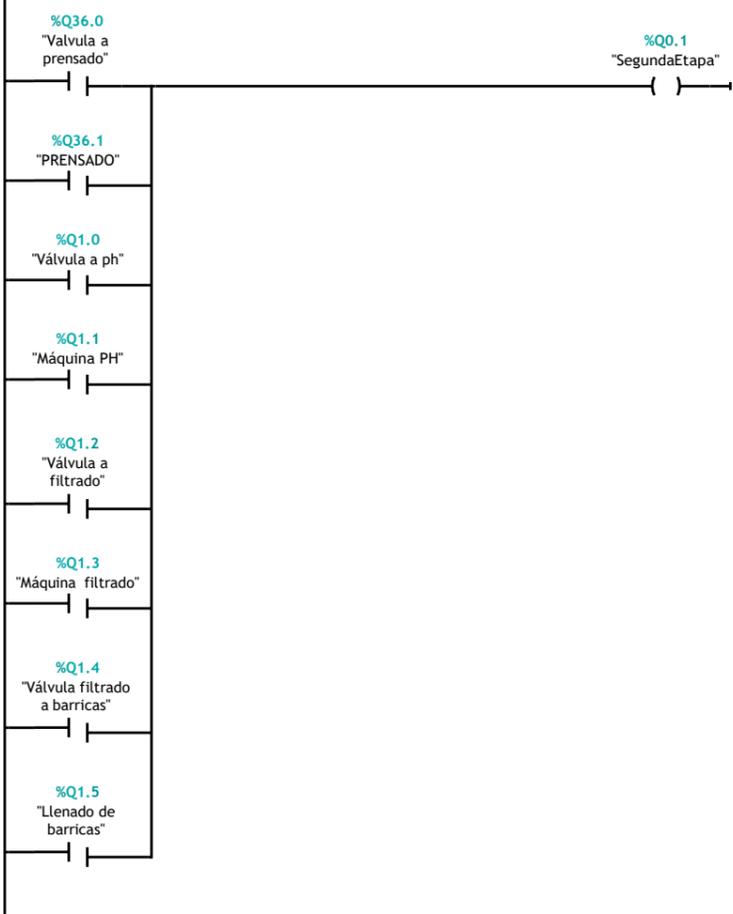
Segmento 35:



Segmento 36:



Segmento 37:



2. PROGRAMA HTML

```
1 <html>
2 <head>
3   <link rel="stylesheet" href="style.css">
4   <title>
5     AUTOMATIZACION DE UNA BODEGA
6   </title>
7 </head>
8
9 <body>
10  <div align="center">
11    
12  </div>
13  <pre>
14  <FONT FACE="small fonts">          PRIMERA ETAPA CONTROL DE NIVEL
                                     CONTROL DE
                                     SEGUNDA ETAPA </FONT>
15  TEMPERATURA
16 </pre>
17 <pre>
18  
                       
   
                       
19 </pre>
20 <div align="center">
21   <tr> NIVEL DE LITROS = :="Nivel litros 1": (Litros)</tr>
22 </div>
23 <div align="center">
24   <tr> TEMPERATURA = :="Temperatura actual 1": (Grados centigrados)</tr>
25 </div>
26 </body>
27 </html>
```