



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA



Fernández Pons  
Ecológicos Premium

# **DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PRETRATAMIENTO DEL AGUA PARA LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA EN UNA CERVECERÍA**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**AUTOR:** Ulises Verdejo Villalón

**TUTOR:** Oscar Trull Domínguez

**COTUTOR:** Angel Peiró Signes

Curso académico: **2018-19**

Fecha de edición: 30/06/19





## RESUMEN

La empresa cervecera Fernández Pons S.L.L. solicita la automatización del proceso de preparación para producción, y la automatización de procesos de la producción como el llenado y vaciado de los depósitos, control de temperatura y la limpieza de los depósitos.

Este proyecto se realiza de forma colaborativa con Alexandre López Fuster, siendo necesaria la coordinación entre los dos proyectos para poder completar el proceso de producción de cerveza y la fermentación.

La instalación se controla con un autómatas programable SIMATIC S7-1200 y un panel táctil KTP700 Basic PN, que también permite monitorizar el estado del sistema.

La programación se realiza en el entorno TIA Portal V15 con WINCC Pro.

**Palabras clave:** Autómatas programable, PLC, SIMATIC, HMI, automatización, cerveza, cervecería.

## ABSTRACT

The beer company Fernández Pons S.L.L. requests the automation of the process of preparation for production and the automation of production processes such as tank filling and emptying, temperature control and tanks cleaning.

This project has been developed collaboratively with Alexandre López Fuster, been necessary the coordination of both projects to complete the process of beer production and fermentation.

The installation is controlled by a programmable logic controller SIMATIC S7-1200 and a KTP700 Basic PN touch screen, which also allows monitoring of system status.

The programming is done in TIA Portal V15 environment with WINCC Pro.

**Key words:** Programmable logic controller, PLC, SIMATIC, HMI, automation, beer, brewery, brew.



## RESUM

L'empresa cervesera Fernández Pons S.L.L. sol·licita l'automatització del procés de preparació per a producció, i l'automatització de processos de la producció com l'ompliment i buidatge dels depòsits, control de temperatura i la neteja dels depòsits.

Aquest projecte es realitza de forma col·laborativa amb Alexandre López Fuster, sent necessària la coordinació entre els dos projectes per a poder completar el procés de producció de cervesa i la fermentació.

La instal·lació es controla amb un autòmat programable SIMATIC S7-1200 i un panell tàctil KTP700 Basic PN, que també permet monitoritzar l'estat del sistema.

La programació es realitza en l'entorn TIA Portal V15 amb WINCC Pro.

**Paraules clau:** Autòmat programable, PLC, SIMATIC, HMI, automatització, cervesa, cerveseria.



## ÍNDICE DE DOCUMENTOS

<b>MEMORIA DESCRIPTIVA.....</b>	<b>DOCUMENTO N° 1</b>
<b>PLANOS.....</b>	<b>DOCUMENTO N° 2</b>
<b>PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>DOCUMENTO N° 3</b>
<b>PRESUPUESTO.....</b>	<b>DOCUMENTO N° 4</b>

## Tabla de contenidos

	<u>Página</u>
<b>MEMORIA</b>	
<b>1. Objeto del proyecto .....</b>	<b>11</b>
1.1. Antecedentes. Promotor .....	11
1.2. Alcance.....	11
<b>2. Especificaciones del cliente .....</b>	<b>12</b>
2.1. Situación previa.....	12
2.2. Necesidades del cliente .....	13
<b>3. Factores a considerar .....</b>	<b>13</b>
3.1. Limitaciones y condicionamientos .....	13
3.2. Normativa.....	13
<b>4. Justificación de la solución adoptada .....</b>	<b>14</b>
4.1. Guía GEMMA.....	14
4.2. Diagramas de control GRAFCET .....	16
4.3. Simulación.....	21
<b>ANEXOS</b>	
ANEXO I .....	23
ANEXO II .....	25
<b>PLANOS</b>	
<b>Plano Circuito hidráulico actual.....</b>	<b>Nº 1</b>
<b>Plano Circuito hidráulico propuesta .....</b>	<b>Nº 2</b>
<b>Esquemas eléctricos .....</b>	<b>Nº 3</b>
<b>Acometida y potencia .....</b>	<b>Nº 3.1</b>
<b>Maniobra electroválvulas .....</b>	<b>Nº 3.2</b>
<b>Entradas digitales.....</b>	<b>Nº 3.3</b>
<b>Salidas digitales .....</b>	<b>Nº 3.4</b>
<b>Conexión PLC y HMI .....</b>	<b>Nº 3.5</b>
<b>Plano Armario eléctrico exterior .....</b>	<b>Nº 4</b>
<b>Plano Armario eléctrico interior.....</b>	<b>Nº 5</b>
<b>Diagrama de contactos <i>LADDER</i>.....</b>	<b>Nº 6</b>



## **PLIEGO DE CONDICIONES**

<b>1. Definición y alcance del pliego .....</b>	<b>45</b>
<b>2. Condiciones y normas de carácter general .....</b>	<b>45</b>
<b>3. Condiciones y normas particulares .....</b>	<b>45</b>
3.1. Especificación técnica .....	45
3.1.1. Objeto .....	45
3.1.2. Condiciones de los Materiales .....	45
3.1.3. Condiciones de la Ejecución .....	49
3.1.4. Pruebas de servicio .....	49
3.1.4.1. Pruebas particulares .....	49
3.1.4.2. Pruebas generales .....	49
<b>4. Operación.....</b>	<b>49</b>
<b>5. Mantenimiento.....</b>	<b>50</b>

## **PRESUPUESTO**

<b>1. Introducción.....</b>	<b>55</b>
<b>2. Coste materiales.....</b>	<b>55</b>
<b>3. Coste ingeniería .....</b>	<b>55</b>
<b>4. Coste mano de obra.....</b>	<b>56</b>
<b>5. Coste total .....</b>	<b>56</b>







# **DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PRETRATAMIENTO DEL AGUA PARA LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA EN UNA CERVECERÍA**

## **DOCUMENTO Nº 1 MEMORIA DESCRIPTIVA**

**AUTOR:** Ulises Verdejo Villalón  
**TUTOR:** Oscar Trull Domínguez  
**COTUTOR:** Angel Peiró Signes

Curso académico: **2018-19**





## Tabla de contenidos

	<u>Página</u>
<b>1. Objeto del proyecto .....</b>	<b>11</b>
1.1. Antecedentes. Promotor .....	11
1.2. Alcance.....	11
<b>2. Especificaciones del cliente.....</b>	<b>12</b>
2.1. Situación previa.....	12
2.2. Necesidades del cliente .....	13
<b>3. Factores a considerar .....</b>	<b>13</b>
3.1. Limitaciones y condicionamientos .....	13
3.2. Normativa.....	13
<b>4. Justificación de la solución adoptada .....</b>	<b>14</b>
4.1. Guía GEMMA.....	14
4.2. Diagramas de control GRAFCET .....	16
4.3. Simulación.....	21
<b>ANEXOS</b>	
ANEXO I .....	23
ANEXO II .....	25



## 1. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es el desarrollo de la automatización del pretratamiento de agua, así como el control de llenado de los depósitos como parte del proceso de elaboración de cerveza en la cervecería Fernández Pons.

El desarrollo de este sistema permitirá encontrar el agua osmotizada y a la temperatura correcta en el depósito donde se realizará el proceso de infusión, de forma que el depósito esté preparado en el momento que se inicie la producción.

Durante la producción se realiza el control del llenado de los depósitos y, una vez se ha terminado de producir, se envía el conocido como mosto cervecero a los depósitos donde se realizará la fermentación.

También permitirá obtener agua no tratada que será empleada en el proceso de enjuague de los depósitos de producción, y realizar la limpieza de los depósitos de producción y de fermentación cuando sea necesario.

### 1.1. Antecedentes. Promotor

La empresa Fernández Pons S.L.L. se dedica a la fabricación de cerveza artesanal empleando productos procedentes de la agricultura ecológica. A parte de producir hasta seis tipos de cerveza bajo el sello Fernández Pons, también vende su producción para otras marcas de cerveza artesanal. En cuanto a la distribución de su cerveza, una parte está destinada a clientes a clientes especializados, como hoteles, y otra parte se vende a grandes cadenas de supermercados.

La empresa cervecera Fernández Pons actualmente situada en la Avenida del Escultor Andreu Alfaro, 46110 Godella, Valencia; inició su fabricación en Casas del Rey, que es una aldea del Parque natural de las Hoces del Cabriel donde podían emplear agua de manantial para la elaboración de cerveza. Al trasladarse a Godella para aumentar la producción y facilitar la distribución al situarse más cerca de Valencia, tuvieron que hacer frente a la pérdida de una fuente de agua con unas características semejantes a la de origen manantial.

Para conseguir un agua de la misma calidad que la de Casas del Rey, en la fábrica de Godella cuentan con un circuito hidráulico compuesto por el filtro descalcificador, el declorador, la ósmosis y un entramado de tuberías y válvulas de accionamiento manual para dirigir el flujo del agua. Al agua tratada se le añaden sales para darle un perfil mineral similar al del agua de manantial. Teniendo en cuenta que el agua es el ingrediente fundamental de la cerveza, es importante conseguir que tenga un perfil mineral y nivel de pH idóneos.

La automatización del proceso de preparación de la producción se plantea por parte de la empresa Fernández Pons S.L.L. para minimizar la pérdida energética de temperatura durante la noche y simplificar el proceso de accionamiento de válvulas al realizarlo de forma centralizada y automatizada.

### 1.2. Alcance

Este proyecto se ha realizado de forma coordinada con Alexandre López Fuster, estudiante de Ingeniería en Tecnologías Industriales. El proyecto de Alexandre automatiza el llenado, vaciado y la limpieza de los tanques empleados en la fermentación, siendo necesaria la coordinación en el diseño de la automatización ya que este proyecto gobierna las válvulas y la bomba necesarias para hacer el trasvase del producto a fermentación o la limpieza de los tanques. Mientras que el proyecto de Alexandre incluye el control de las válvulas de los tanques donde se encuentran los productos químicos empleados en la limpieza de la instalación.

El alcance del proyecto incluye el diseño y la programación del sistema automatizado de tratamiento del agua, control de temperatura y control de llenado y vaciado de los depósitos empleados en la producción de cerveza. Este sistema estará compuesto por un autómata programable (PLC), electroválvulas, pantalla HMI (*Human-Machine Interface*), sensores de nivel y de temperatura y accionamiento de la camisa calefactora del tanque de cocción.

Todo lo que no esté explícitamente mencionado anteriormente, queda excluido del alcance del proyecto. La realización de trabajos vinculados con la instalación de la solución de diseño expuesta en estos documentos será responsabilidad de la empresa instaladora.

## 2. Especificaciones del cliente

La empresa consta de una instalación hidráulica con control completamente manual para realizar los procesos que componen el tratamiento del agua y la producción, la instalación cuenta con válvulas y canalizaciones. Para el llenado de los tanques, la empresa cuenta con una bomba que deberá ser accionada de forma automática, al igual que la calefacción del tanque.

### 2.1. Situación previa

Actualmente los trabajadores controlan todo el proceso de preparación y producción de cerveza de forma manual, siguiendo cada una de las partes del proceso que se incluyen en la *Hoja de brew* de la cerveza correspondiente. Seguir las instrucciones de este documento asegura que la cerveza producida tenga las mismas características que la última vez.

La jornada anterior al día de producción de cerveza, para la preparación de la instalación el empleado posiciona las válvulas que canalizan el agua de red de tal forma que esta pase por la ósmosis. El agua completamente filtrada pasa al depósito A hasta alcanzar su capacidad máxima de 2000L. En este depósito se producirá la infusión, y antes de iniciar el proceso es necesario calentar el agua hasta los 74°C.

A las 6 horas de la mañana del día siguiente se comprueba que la temperatura del tanque oscile entre 64-68°C y, si es necesario a causa de la pérdida de temperatura a lo largo de la noche, se calienta el agua de nuevo. Una vez alcanzada la temperatura correcta, se añaden al agua del depósito A las sales minerales que le aportan un perfil mineral adecuado. Tras encender el agitador se vuelcan los cereales previamente molidos en unas determinadas proporciones que varían según el tipo de cerveza que se esté produciendo y que aportan al producto final un sabor único y diferenciador. Se remueve para conseguir una mezcla homogénea.

Se deja macerar la mezcla por una hora y posteriormente se trasvasa del mosto cervecero del depósito A al B, activando también el agitador de este último. Unos 20 minutos después de parar el agitador, se consigue que la sedimentación de las partículas en suspensión en el depósito B. Una vez ha clarificado el fluido se inicia el filtrado por gravedad.

La cocción se inicia en el depósito A poniendo en marcha la calefacción y el agitador. Cuando rompe a hervir se añade el lúpulo y se cuece la mezcla por un tiempo determinado. Cuando ha terminado el proceso y se ha dejado reposar el producto, se hace pasar por un intercambiador de calor que enfría la mezcla antes de enviarla a los depósitos donde tendrá lugar la primera fermentación.

Con la futura cerveza ya a unos 20°C, temperatura a la que se realiza todo el proceso de fermentación, se vierten las levaduras y se deja fermentar hasta que se estabiliza la densidad de la cerveza, este es el indicador de que ha terminado la primera fermentación y se basa en que las levaduras procesan la glucosa para convertirla en alcohol, lo cual disminuye la densidad del

líquido. Este descenso de la densidad se detiene a medida que la levadura va transformando toda la glucosa en alcohol.

Finalmente, la cerveza se embotella y se almacena a 20°C para que termine de fermentar, quedando el CO<sub>2</sub> atrapado en la cerveza.

Tras terminar la producción, en todos los depósitos empleados se realiza una limpieza CIP (*Cleaning In Place*). Se consigue limpiar y desinfectar los depósitos empleando disoluciones de sosa caustica, ácido paracético y ácido nítrico.

## 2.2. Necesidades del cliente

Para cubrir sus necesidades, el cliente demanda incluir los siguientes puntos como requisitos de la solución propuesta:

- Medición de cloro y pH previa
- Automatización de los procesos de eliminación de la cal, del cloro y de las sales para conseguir un agua sin solutos.
- Automatización del llenado de los tanques para infusión y para enfriar.
- Control de la temperatura del tanque donde se realizará la infusión.
- Control del flujo entre depósitos durante la producción.
- Control de flujo de productos de limpieza cuando se haya finalizado la producción

## 3. Factores a considerar

El tamaño de la empresa limita el presupuesto disponible, por lo tanto se intentará mantener intacta cualquier parte de la instalación que no sea necesario modificar para ofrecer una solución de automatización que cumpla las necesidades planteadas en el apartado anterior.

La empresa ha de poder mantener o mejorar la capacidad de producción, actualmente se produce 2 o 3 veces por semana en tandas de 2000L. El sistema propuesto ha de permitir mantener una producción de hasta 25000L mensuales.

### 3.1. Limitaciones y condicionamientos

La empresa Fernández Pons S.L.L. en base a su experiencia, transmite su preferencia por los autómatas de la marca Siemens. Esta preferencia también se aplica a componentes asociados al PLC, como puede ser la pantalla HMI.

Por otro lado, la empresa ha adquirido previamente las electroválvulas que desea que se instalen para la automatización. Las electroválvulas y los elementos que se encuentran en la instalación actual no serán presupuestados.

### 3.2. Normativa

En este apartado se contemplará toda la normativa relacionada con el proyecto que, a pesar de no ser de obligado cumplimiento, es más que recomendable seguir para realizar un trabajo que pueda ser reconocido internacionalmente:

**IEC 61131** es el estándar internacional para Autómatas programables (PLC) publicado por la Comisión Electrotécnica Internacional. En la tercera parte, norma española **UNE-EN 61131-3:2013**, se trata los lenguajes de programación, estableciendo los estándares tanto para lenguajes gráficos como textuales.

**UNE-EN 60848:2013**, de julio de 2013, es la ratificación española de la normativa internacional sobre *Lenguaje de especificación GRAFCET para diagramas funcionales secuenciales*

**UNE EN-ISO 12100**, de mayo de 2012, es la versión española de la normativa internacional **ISO 12100:2010** en la cual se recoge todo lo referente a *Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo*.

**UNE-EN ISO 13849-1:2016** es la versión española de la normativa internacional sobre *Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño*.

**UNE-EN ISO 13849-2:2013** es la versión española de la normativa internacional sobre *Seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Parte 1: Principios generales para el diseño. Parte 2: Validación*.

**UNE-EN 60204-1**, de mayo de 2007, corregida en septiembre de 2016, es la versión española de la normativa sobre *Seguridad de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales*, publicado por la Comisión Electrotécnica Internacional.

## 4. Justificación de la solución adoptada

Para el diseño de un sistema automatizado que cumpla las condiciones requeridas por la aplicación, es necesario emplear un dispositivo como controlador que tenga la capacidad de controlar los actuadores necesarios en función de las entradas digitales, la lectura de los sensores, la programación del dispositivo y las maniobras de mando. De entre las opciones que encontramos en el mercado, destacan los controladores lógicos programables o PLC, por sus siglas en inglés.

Para cumplir con la normativa de la Comisión Electrotécnica Internacional, el PLC se programará en lenguaje *Ladder* a partir de los diagramas de control en forma de GRAFCET siguiendo la metodología de diseño estructurado conocida por sus siglas GEMMA (Guía de Estudio de los Modos de Marcha y Paro de los sistemas Automatizados).

Para cumplir con la normativa de la Comisión Electrotécnica Internacional, el desarrollo conceptual de la aplicación se realizará en GRAFCET siguiendo la metodología de diseño estructurado conocida por sus siglas GEMMA (Guía de Estudio de los Modos de Marcha y Paro de los sistemas Automatizados). Una vez diseñada la aplicación, el PLC se programará en el lenguaje gráfico conocido como *Ladder* (Diagrama de contactos).

### 4.1. Guía GEMMA

Entendemos la guía GEMMA como un procedimiento que permite estandarizar los modos de funcionamiento y estados que contemplar en el diseño de cualquier sistema automatizado. Es un procedimiento genérico que se puede aplicar parcialmente para adecuarlo a las condiciones del sistema automatizado que se somete a estudio.



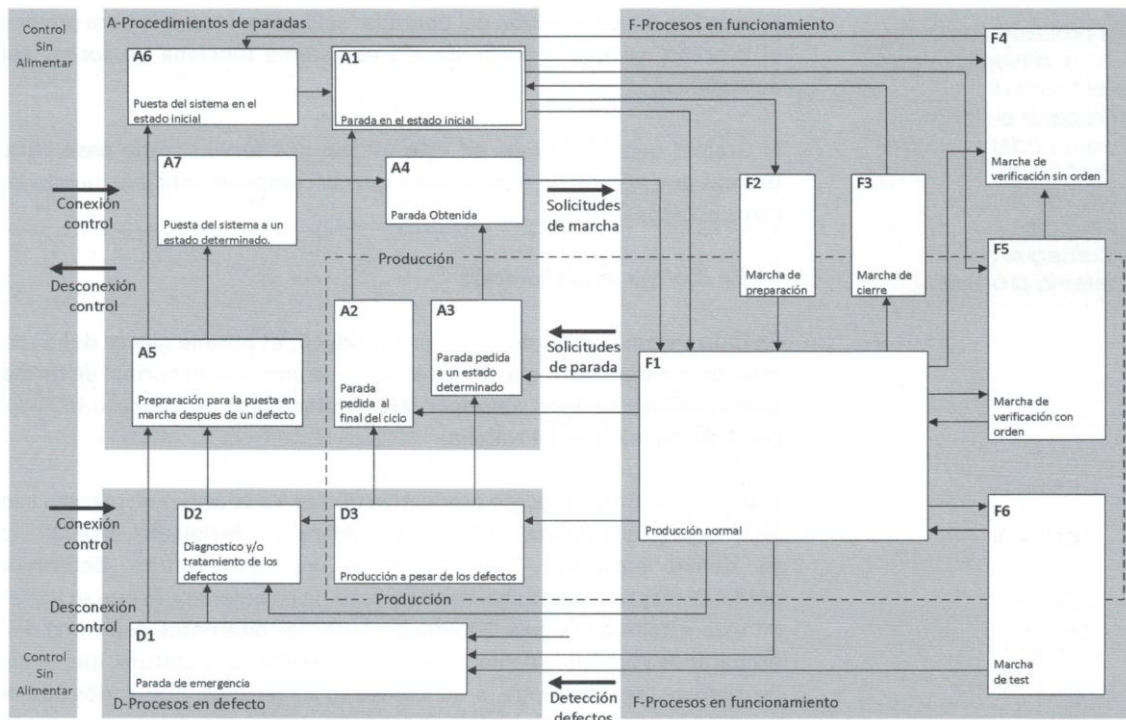


Figura 1. Estados previstos en la guía GEMMA

Fuente: *Autómatas programables SIEMENS. Grafcet y Guía Gemma con TIA Portal*

Los estados del grupo A, hacen referencia a todos los posibles procedimientos de parada de la máquina. Destaca el estado A1 Parada en el estado inicial por ser el punto de arranque del funcionamiento del proceso, es el encargado de dar inicio al resto de procesos.

En el grupo D tenemos los procesos en defecto, estos estados tienen lugar cuando el sistema no está trabajando con normalidad. El estado D1 Parada de emergencia se considera indispensable por su función de seguridad, es alcanzable desde cualquier otro estado y se activa para evitar cualquier peligro para la máquina o las personas que la operan.

En el grupo F encontramos todos los estados relacionados con la producción, desde la producción normal hasta los estados que comprueban el correcto funcionamiento de la producción. Los estados F2 y F3, llamados marcha de preparación y marcha de cierre respectivamente cubren las necesidades de preparación del sistema para iniciar la producción y los procedimientos que se tienen que realizar una vez terminada la producción.

La cervecería artesanal plantea la posibilidad de automatizar solo algunas partes del proceso productivo, por lo que para el diseño del sistema se tendrán en cuenta los siguientes estados por ser los procedentes teniendo en cuenta el tipo de instalación que se demanda:

A1. Parada en el estado inicial

D1. Parada de emergencia

F1. Producción normal (incluirá controles manuales independientes)

F2. Marcha de preparación

F3. Marcha de cierre

## 4.2. Diagramas de control GRAFCET

El diseño de los graficets de control se ha realizado de forma que tenemos 3 niveles de control diferenciados, la jerarquía se establece del nivel 0 que controla el resto, al nivel 2 donde encontramos graficets que son usados recurrentemente por otros de niveles superiores.

<u>Nivel 0</u>	<u>Nivel 1</u>	<u>Nivel 2</u>
10 Parada de emergencia	20 Preparación Producción	50 Bomba
	30 Limpieza Producción	60 Calefacción
	40 Modo Manual	

A continuación, se realizada una explicación del funcionamiento de cada uno de los graficets:

### 10 Parada de emergencia

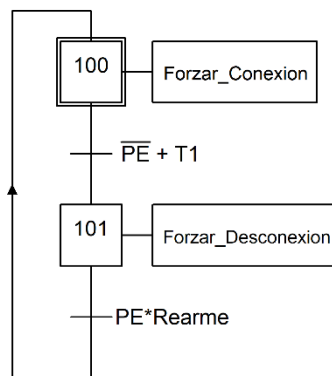


Figura 2. GRAFCET - 10 Parada de emergencia

Este graficet controla la conexión y la desconexión o congelación del resto de graficets cuando tiene lugar una parada de emergencia. Se contemplan dos posibles causas que deben llevar al sistema al estado de parada de emergencia, una es cuando alguien pulsa la seta de emergencia y la segunda se da cuando se ha excedido el tiempo normal de llenado o vaciado de los tanques. Como la máxima capacidad de los tanques es de 2000L, si el tiempo que lleva la bomba en marcha es superior al que tarda en mover esta cantidad de fluido, quiere decir que ha habido un fallo en algún punto de la instalación.

## 20 Preparación Producción

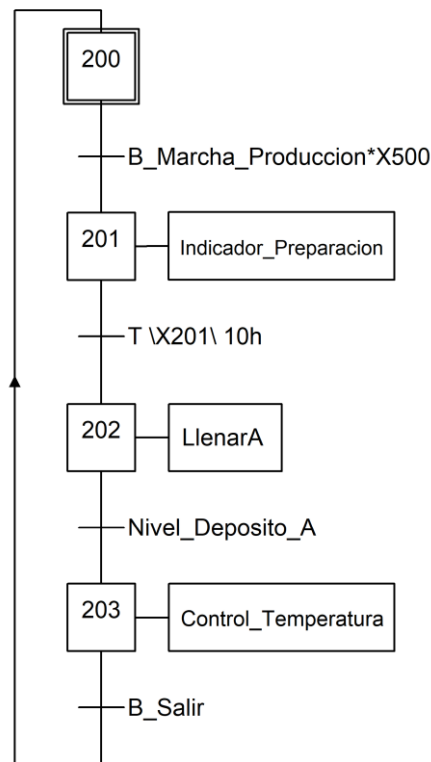


Figura 3. GRAFCET - 20 Preparación Producción

La función de este grafcet es la de realizar los procesos de preparación durante la noche, para poder iniciar la producción de cerveza directamente al día siguiente.

El indicador B\_ hace referencia a un botón ubicado en la pantalla HMI, según sea necesario este botón puede ser de tipo pulsador o mantenido.

El grafcet pasa de la etapa inicial una vez se haya pulsado el botón “Marcha\_Producción” y siempre y cuando el grafcet de la bomba se encuentre en reposo en la etapa inicial. Entonces se activa el temporizador de espera para producción, cuya duración está calculada para encontrar el depósito A lleno de agua osmotizada a la temperatura correcta cuando se va inicia la producción.

Para evitar posibles errores de lectura debidos a las fluctuaciones del agua durante el llenado del depósito, las señales de nivel tendrán que estar activas durante 3 segundos para que el programa entienda que realmente hay nivel.

Una vez ha llegado el operario y va a iniciar la producción, pulsa el botón “Salir” para indicar el fin de la preparación. Ahora puede pasar a modo manual si lo desea.

### 30 Limpieza Producción

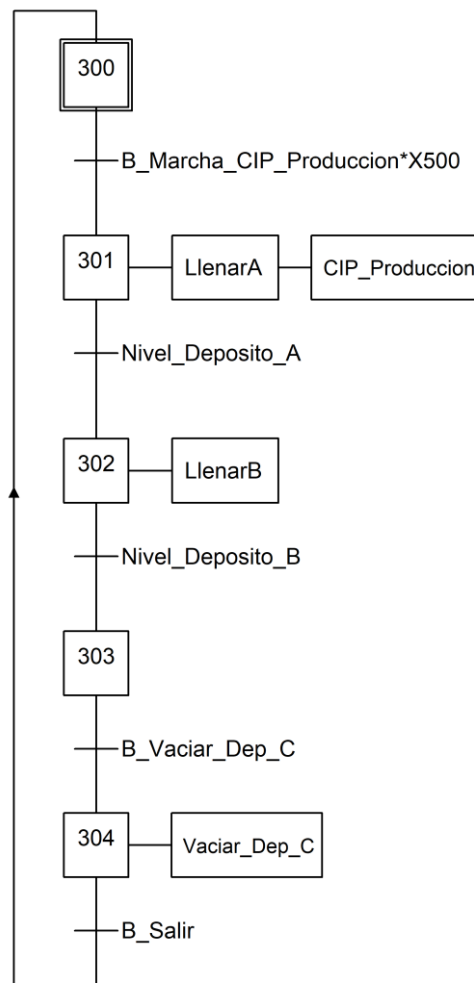


Figura 4. GRAFCET - 30 Limpieza Producción

Este grafcet realiza el llenado y vaciado consecutivo de los tres depósitos que intervienen en la producción.

Como el control de las válvulas de los depósitos de productos químicos para limpieza se encuentra en la parte de la instalación que controla Alexandre López, la salida “CIP\_Producción” le envía la señal que indica cuando es necesario el accionamiento de dichas electroválvulas por que se va a realizar la limpieza de los depósitos de producción.

Como los depósitos B y C se encuentran en un único tanque compartimentado (depósito B encima de C) y la válvula que los separa debe activarse manualmente, una vez se ha llenado el depósito B, el grafcet espera en la etapa X303 hasta que el operario indique que ya se puede vaciar el depósito C.

Cuando se termina el vaciado del depósito C, el operario debe pulsar “Salir” para devolver al sistema al estado de reposo.

### 40 Modo Manual

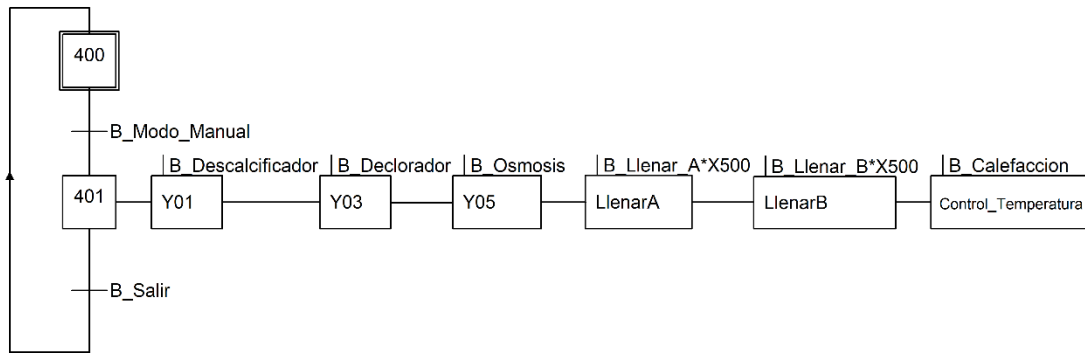


Figura 5. GRAFCET - 40 Modo Manual

Este modo permite, mediante el control de las válvulas a la salida de los filtros, elegir a qué tratamientos se somete el agua de red en función del uso que se le vaya a dar. También se ha incluido la automatización de algunos de los procesos de la producción.

Este modo permite la activación de la camisa de calefactora del depósito A.

En la pantalla de control del Modo Manual, todos los botones que condicionan la activación de determinadas válvulas o procesos serán de tipo mantenido, esto quiere decir que funcionarán de la misma forma que un interruptor o botón con enclavamiento, manteniendo su posición hasta que vuelvan a ser pulsados.

Una vez se han terminado de realizar acciones en Modo Manual, se pulsa “Salir” para volver al estado de reposo.

### 50 Bomba

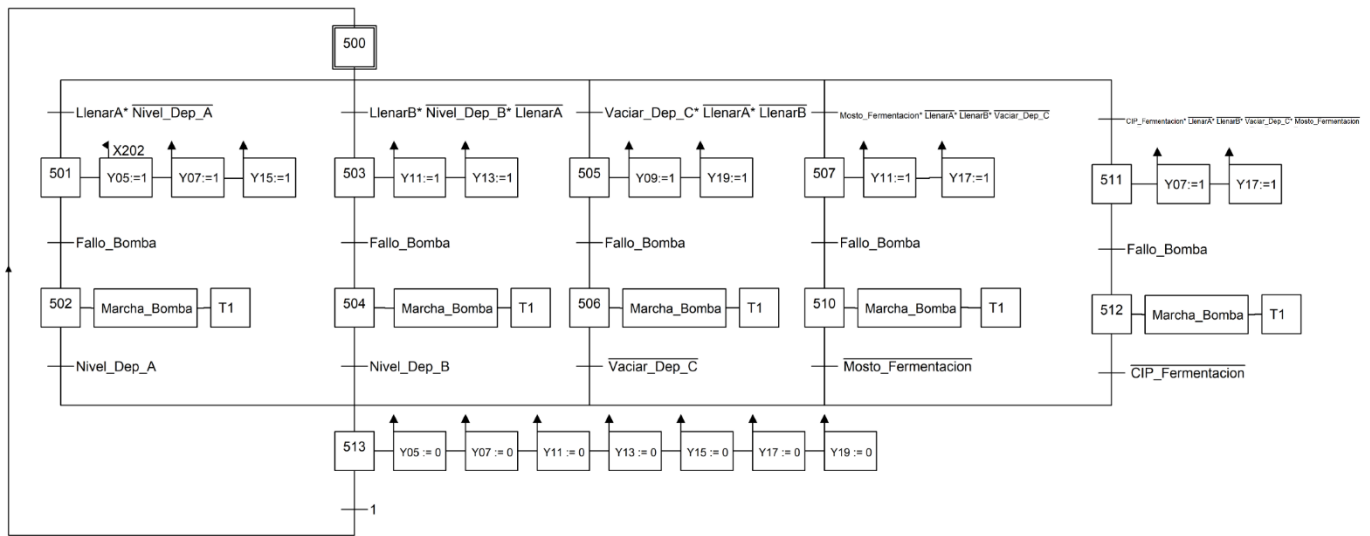


Figura 6. GRAFCET - 50 Bomba

En el Anexo I se encuentra la figura 6 ampliada a tamaño folio.

Este grafcet se encarga de accionar las electroválvulas y la bomba según el proceso que se vaya a realizar. Las variables “Mosto\_Fermentación” y “CIP\_Fermentación” corresponden a entradas conectadas a los contactos de relés controlados por el PLC de Alexandre López. Estas variables permiten que Alexandre indique cuando su parte de la instalación está preparada, ya sea para llevar el mosto a los depósitos de fermentación o para limpiar los mismos mediante un CIP. Cuando se deja de recibir alguna de estas señales se para la bomba. Para que Alexandre sepa cuando puede solicitar el uso de la bomba, se pone la bobina de un relé en paralelo a la salida que activa la bomba, así tiene información de cuando la bomba está en uso o en reposo.

Las transiciones que permiten al grafcet avanzar de la etapa X500 están puestas de tal forma que evitan simultaneidades.

Las etapas que activan la bomba también ponen en marcha el temporizador de tiempo excesivo de bomba en marcha. Este temporizador ha de ser de tipo acumulativo, por si tiene lugar un paro de emergencia producido por pulsar la seta de emergencia, y no es necesario reiniciar la instalación para rearmar.

Las electroválvulas se accionan con un *Set* y se desactivan con un *Reset* en la etapa X513 cuando se ha terminado el proceso, y el grafcet vuelve al estado de reposo.

## 60 Calefacción

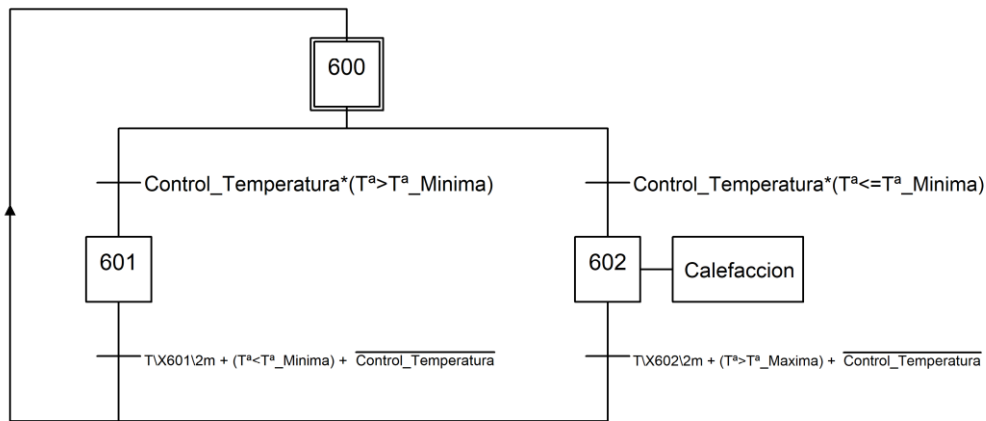


Figura 7. GRAFCET - 60 Calefacción

En este grafcet se realiza un control de la temperatura del depósito A mediante histéresis de un grado.

Una vez activado el “Control\_Temperatura”, si la temperatura es mayor que la mínima el sistema permanece en reposo permitiendo que la temperatura descienda. En caso de que la temperatura sea menor o igual a la mínima, se activa la camisa del depósito aumentando la temperatura de este. Independientemente de qué etapa no inicial se active, se pone en marcha un temporizador que obliga al sistema a comprobar la temperatura cada 2 minutos.

### 4.3. Simulación

Antes de pasar a la programación se realiza la simulación del sistema en FluidSIM Hidráulica 4.5.

Para simular se ha seguido el siguiente proceso:

- 1) Se monta el esquema hidráulico al completo
- 2) Se dibujan los grafkets de control
- 3) Se completan los bloques de variables GRAFCET con las conexiones eléctricas tanto de entradas como de salidas.
- 4) Se simula para comprobar el correcto funcionamiento del sistema de automatización propuesto.

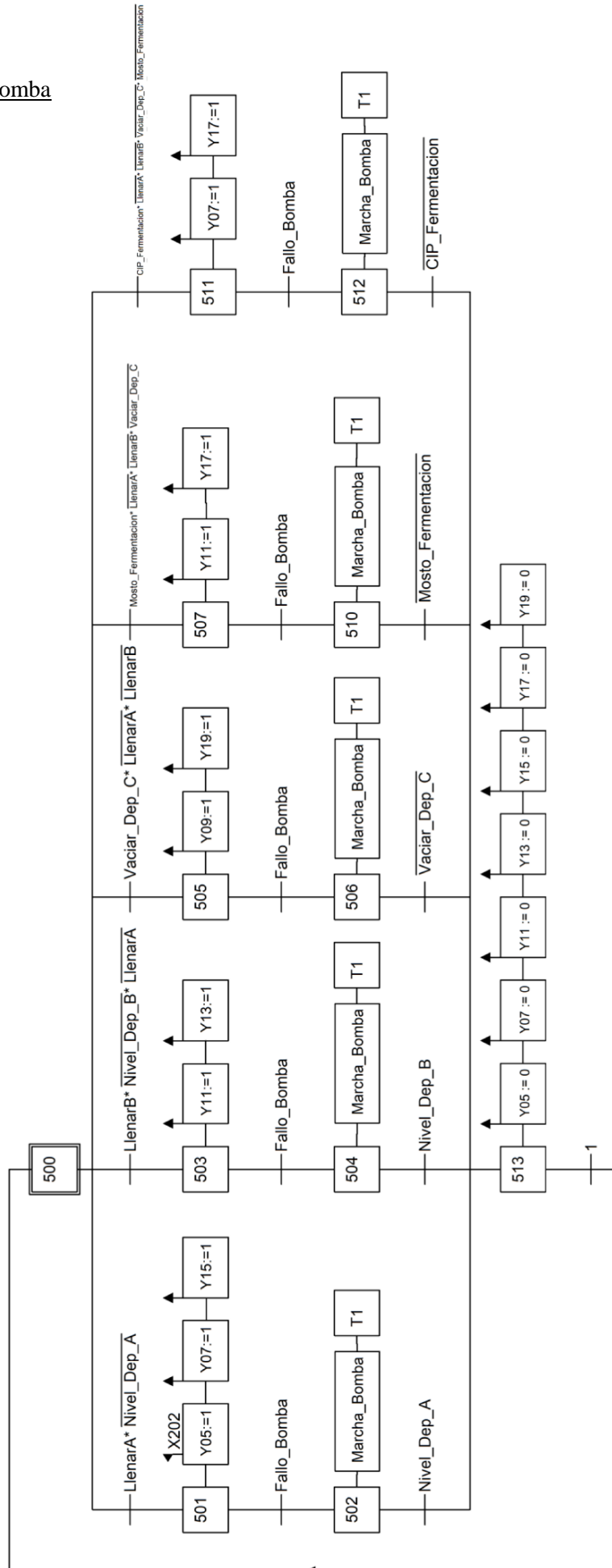
En caso de encontrar algún problema o fallo se puede volver a ese paso y modificar lo que se considere oportuno. Gracias a la simulación se pueden corregir y mejorar los grafkets.





# ANEXO I

## GRAFSET 50 Bomba






















## **ANEXO II**

### Variables PLC




















## Variables PLC / Default tag table [44]

### Variables PLC

Variables PLC				
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia
	System_Byte	Byte	%MB1	False
	FirstScan	Bool	%M1.0	False
	DiagStatusUpdate	Bool	%M1.1	False
	AlwaysTRUE	Bool	%M1.2	False
	AlwaysFALSE	Bool	%M1.3	False
	Clock_Byte	Byte	%MB0	False
	Clock_10Hz	Bool	%M0.0	False
	Clock_5Hz	Bool	%M0.1	False
	Clock_2.5Hz	Bool	%M0.2	False
	Clock_2Hz	Bool	%M0.3	False
	Clock_1.25Hz	Bool	%M0.4	False
	Clock_1Hz	Bool	%M0.5	False
	Clock_0.625Hz	Bool	%M0.6	False
	Clock_0.5Hz	Bool	%M0.7	False
	Aux_Flanco_P	Bool	%M3.0	False














## Variables PLC / 1 Entradas [19]

### Variables PLC

Variables PLC				
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia
	PE	Bool	%I0.0	False
	Rearme	Bool	%I0.1	False
	Nivel_Dep_A	Bool	%I0.2	False
	Nivel_Dep_B	Bool	%I0.3	False
	Fallo_Bomba	Bool	%I0.4	False
	Mosto_Fermentacion	Bool	%I0.5	False
	CIP_Fermentacion	Bool	%I0.6	False
	B_Marcha_Produccion	Bool	%M100.0	False
	B_CIP_Produccion	Bool	%M100.1	False
	B_Modo_Manual	Bool	%M100.2	False
	B_Salir	Bool	%M100.3	False
	B_Descalcificador	Bool	%M100.4	False
	B_Declorador	Bool	%M100.5	False
	B_Osmosis	Bool	%M100.6	False
	B_Llenar_Dep_A	Bool	%M100.7	False
	B_Llenar_Dep_B	Bool	%M101.0	False
	B_Calefaccion	Bool	%M101.1	False
	Temperatura	Word	%IW64	False
	B_Vaciar_Dep_C	Bool	%M101.2	False





























## Variables PLC / 2 Salidas [13]

### Variables PLC

Variables PLC				
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia
	Bomba	Bool	%Q0.0	False
	Calefaccion	Bool	%Q0.1	False
	Y01	Bool	%Q0.2	False
	Y03	Bool	%Q0.3	False
	Y05	Bool	%Q0.4	False
	Y07	Bool	%Q0.5	False
	Y09	Bool	%Q8.0	False
	Y11	Bool	%Q8.1	False
	Y13	Bool	%Q8.2	False
	Y15	Bool	%Q8.3	False
	Y17	Bool	%Q8.4	False
	Y19	Bool	%Q8.5	False
	CIP_Produccion	Bool	%Q8.6	False

## Variables PLC / 3 Etapas [28]

### Variables PLC

Variables PLC				
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia
	X100	Bool	%M10.0	False
	X101	Bool	%M10.1	False
	X200	Bool	%M20.0	False
	X201	Bool	%M20.1	False
	X202	Bool	%M20.2	False
	X300	Bool	%M30.0	False
	X301	Bool	%M30.1	False
	X302	Bool	%M30.2	False
	X400	Bool	%M40.0	False
	X401	Bool	%M40.1	False
	X500	Bool	%M50.0	False
	X501	Bool	%M50.1	False
	X502	Bool	%M50.2	False
	X503	Bool	%M50.3	False
	X600	Bool	%M60.0	False
	X601	Bool	%M60.1	False
	X602	Bool	%M60.2	False
	X203	Bool	%M20.3	False
	X303	Bool	%M30.3	False
	X304	Bool	%M30.4	False
	X504	Bool	%M50.4	False
	X505	Bool	%M50.5	False
	X506	Bool	%M50.6	False
	X507	Bool	%M50.7	False
	X510	Bool	%M51.0	False
	X511	Bool	%M51.1	False
	X512	Bool	%M51.2	False
	X513	Bool	%M51.3	False

## Variables PLC / 4 Variables [6]

### Variables PLC

Variables PLC				
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia
	Temperatura_Normalizada	Real	%MD120	False
	Temperatura_Escalda	Real	%MD4	False
	Temperatura_Consigna	Real	%MD12	False
	Temperatura_Min	Real	%MD16	False
	Temperatura_Max	Real	%MD22	False
	Tiempo_Espera_Produccion	Time	%MD26	False



## Variables PLC / 5 Estados/Forzados [10]

### Variables PLC

Variables PLC				
	Nombre	Tipo de datos	Dirección	Remanencia
	Llenar_A	Bool	%M2.0	False
	Llenar_B	Bool	%M2.1	False
	Vaciar_Dep_C	Bool	%M2.2	False
	Grafcet_10	Byte	%MB10	False
	Grafcet_20	Byte	%MB20	False
	Grafcet_30	Byte	%MB30	False
	Grafcet_40	Byte	%MB40	False
	Grafcet_50	Byte	%MB50	False
	Grafcet_60	Byte	%MB60	False
	Control_Temperatura	Bool	%M2.3	False





# **DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PRETRATAMIENTO DEL AGUA PARA LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA EN UNA CERVECERÍA**

## **DOCUMENTO Nº 2 PLANOS**

**AUTOR:** Ulises Verdejo Villalón

**TUTOR:** Oscar Trull Domínguez

**COTUTOR:** Angel Peiró Signes

Curso académico: **2018-19**

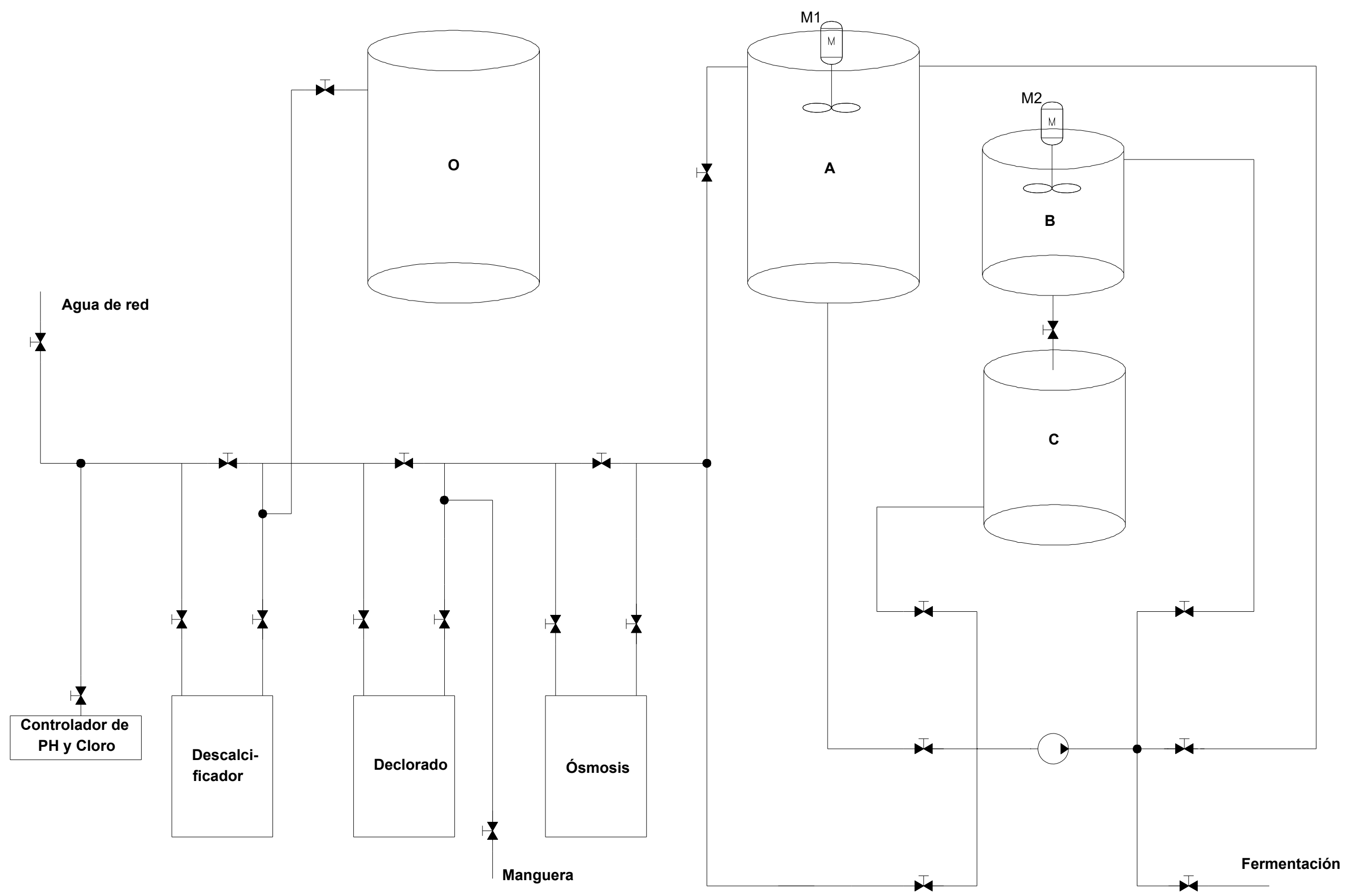


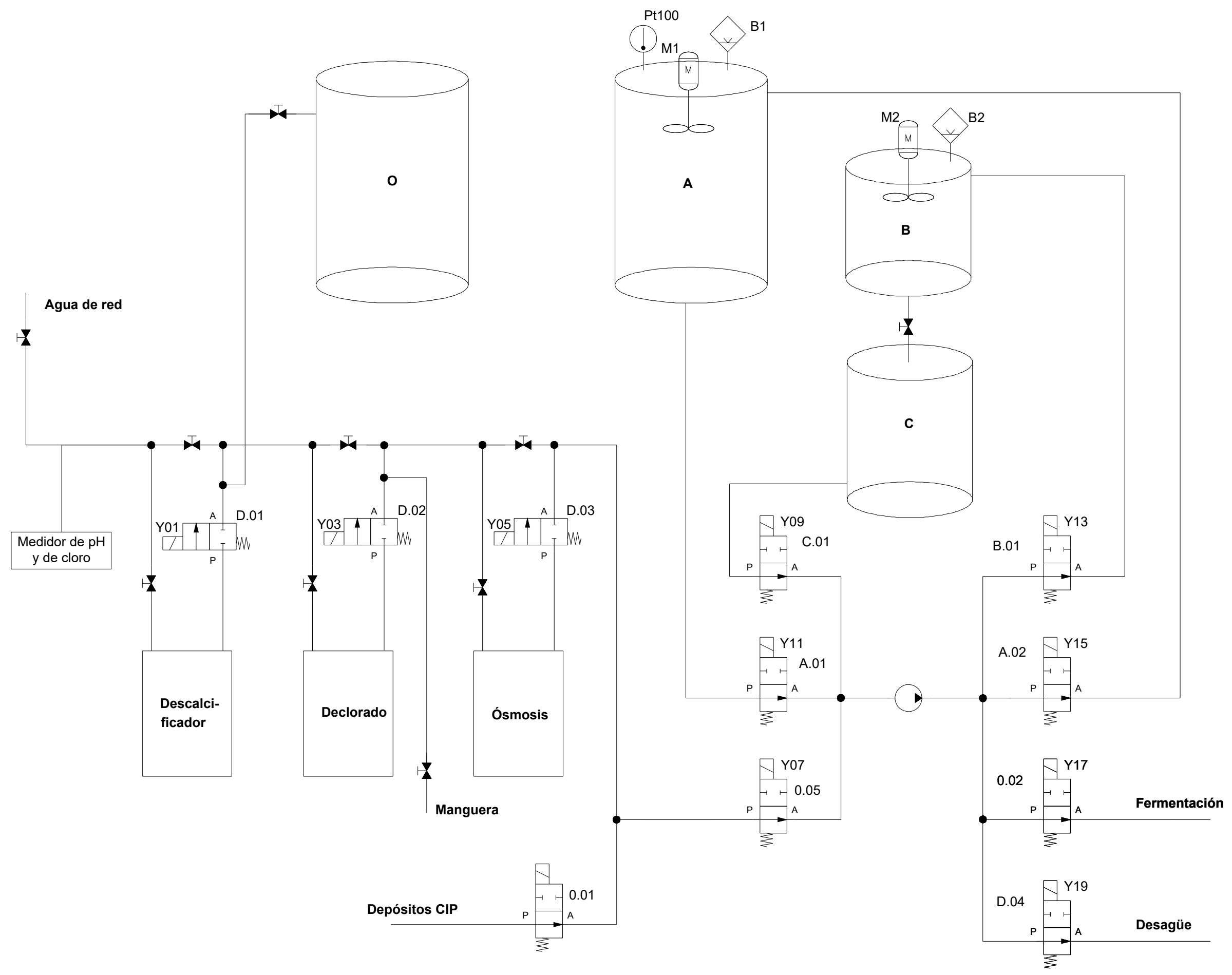


## Índice de planos

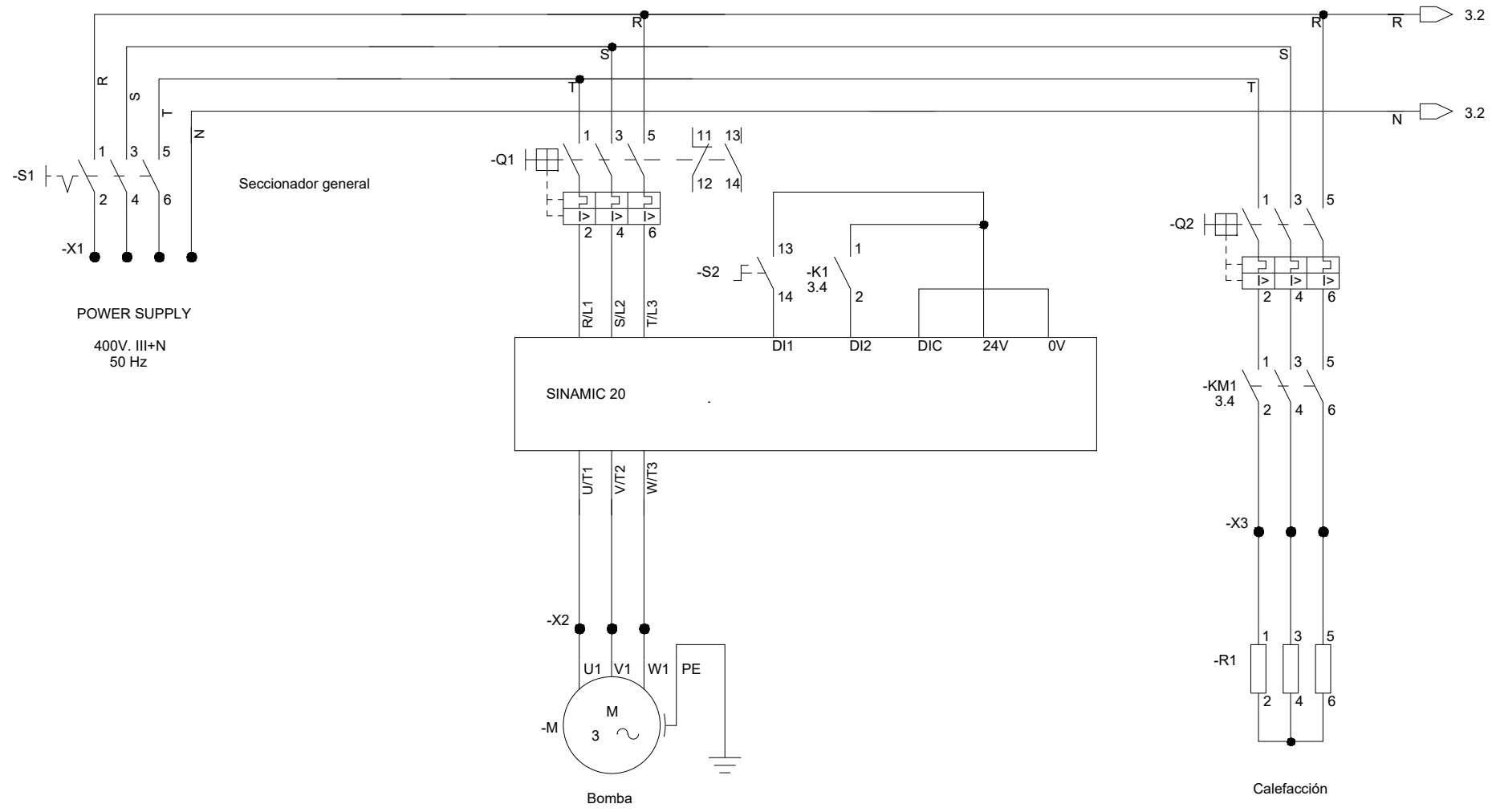
<b>Plano Circuito hidráulico actual</b> .....	<b>Nº 1</b>
<b>Plano Circuito hidráulico propuesta</b> .....	<b>Nº 2</b>
<b>Esquemas eléctricos</b> .....	<b>Nº 3</b>
<b>Acometida y potencia</b> .....	<b>Nº 3.1</b>
<b>Maniobra electroválvulas</b> .....	<b>Nº 3.2</b>
<b>Entradas digitales</b> .....	<b>Nº 3.3</b>
<b>Salidas digitales</b> .....	<b>Nº 3.4</b>
<b>Conexión PLC y HMI</b> .....	<b>Nº 3.5</b>
<b>Plano Armario eléctrico exterior</b> .....	<b>Nº 4</b>
<b>Plano Armario eléctrico interior</b> .....	<b>Nº 5</b>
<b>Diagrama de contactos <i>LADDER</i></b> .....	<b>Nº 6</b>











TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

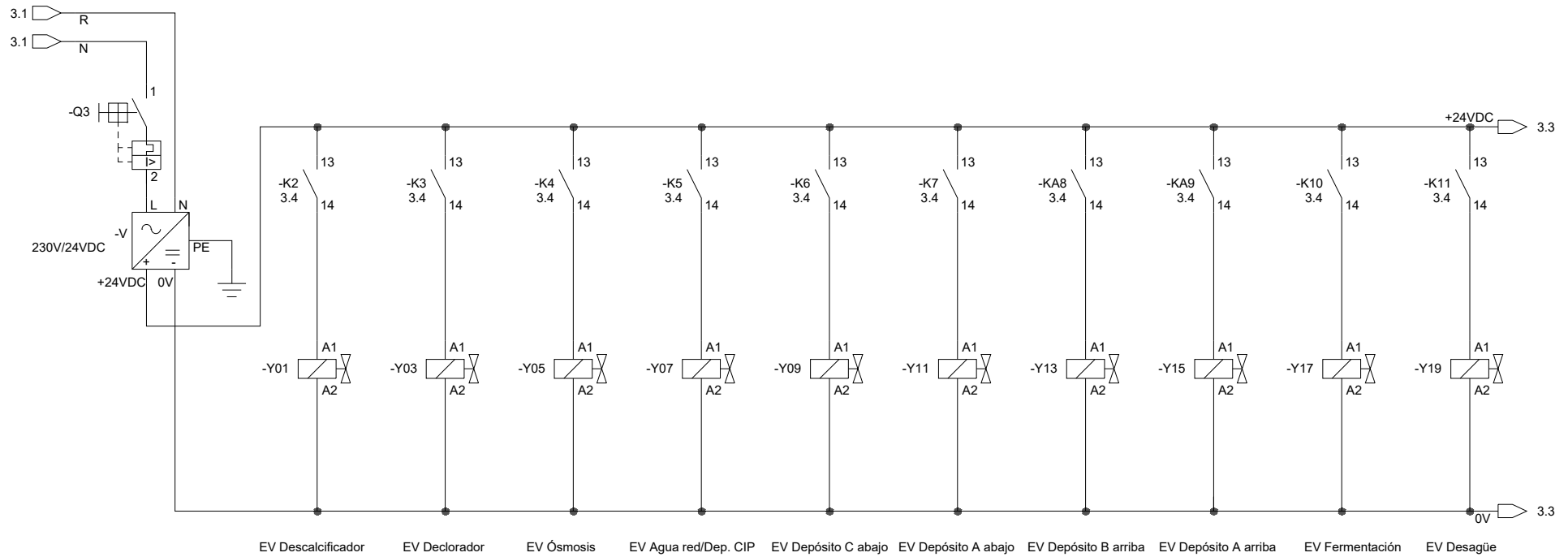
Escola Tècnica Superior de Ingenieria del Disseny

Proyecto: DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PRETRATAMIENTO DEL AGUA PARA LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA EN UNA CERVECERÍA

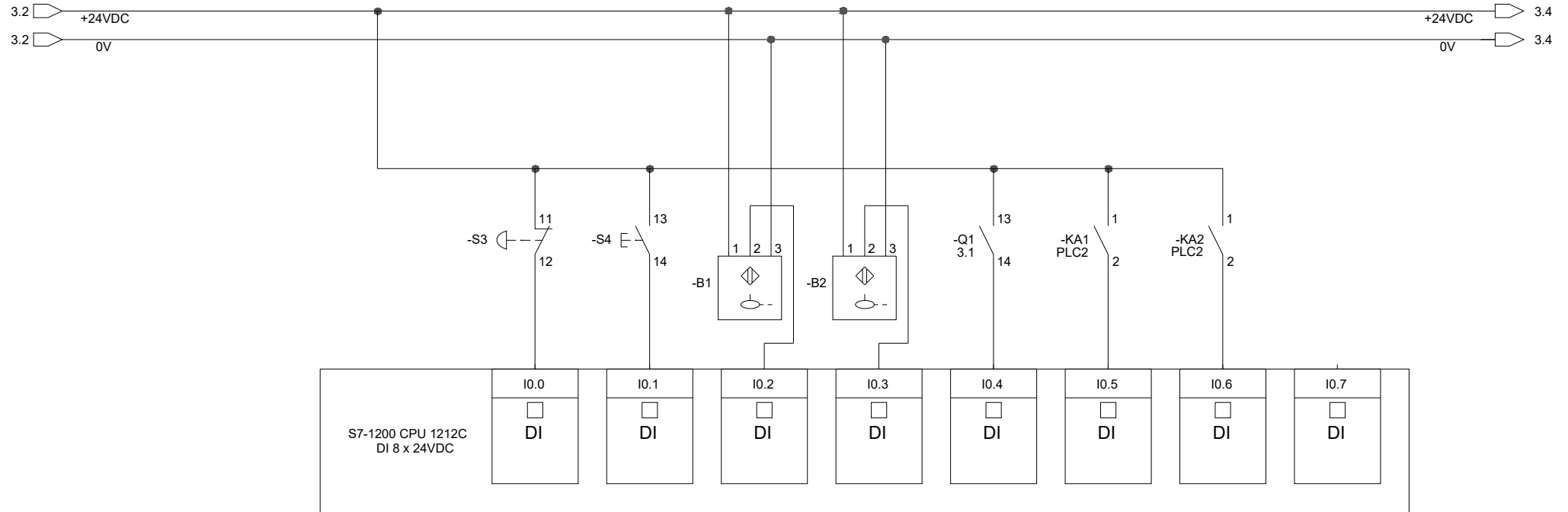
Plano: <b>Acometida y potencia</b>	Autor: <b>Ulises Verdejo Villalón</b>
---------------------------------------	--

Fecha: <b>Junio 2019</b>
Escala:

Nº Plano: <b>3.1</b>
-------------------------



<p>TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA</p> <p><b>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</b></p> <p><b>Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño</b></p>		<p>Proyecto: DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PRETRATAMIENTO DEL AGUA PARA LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA EN UNA CERVECERÍA</p>	
<p>Plano: <b>Maniobra electroválvulas</b></p>		<p>Fecha: <b>Junio 2019</b></p>	<p>Nº Plano: <b>3.2</b></p>
<p>Autor: <b>Ulises Verdejo Villalón</b></p>		<p>Escala:</p>	



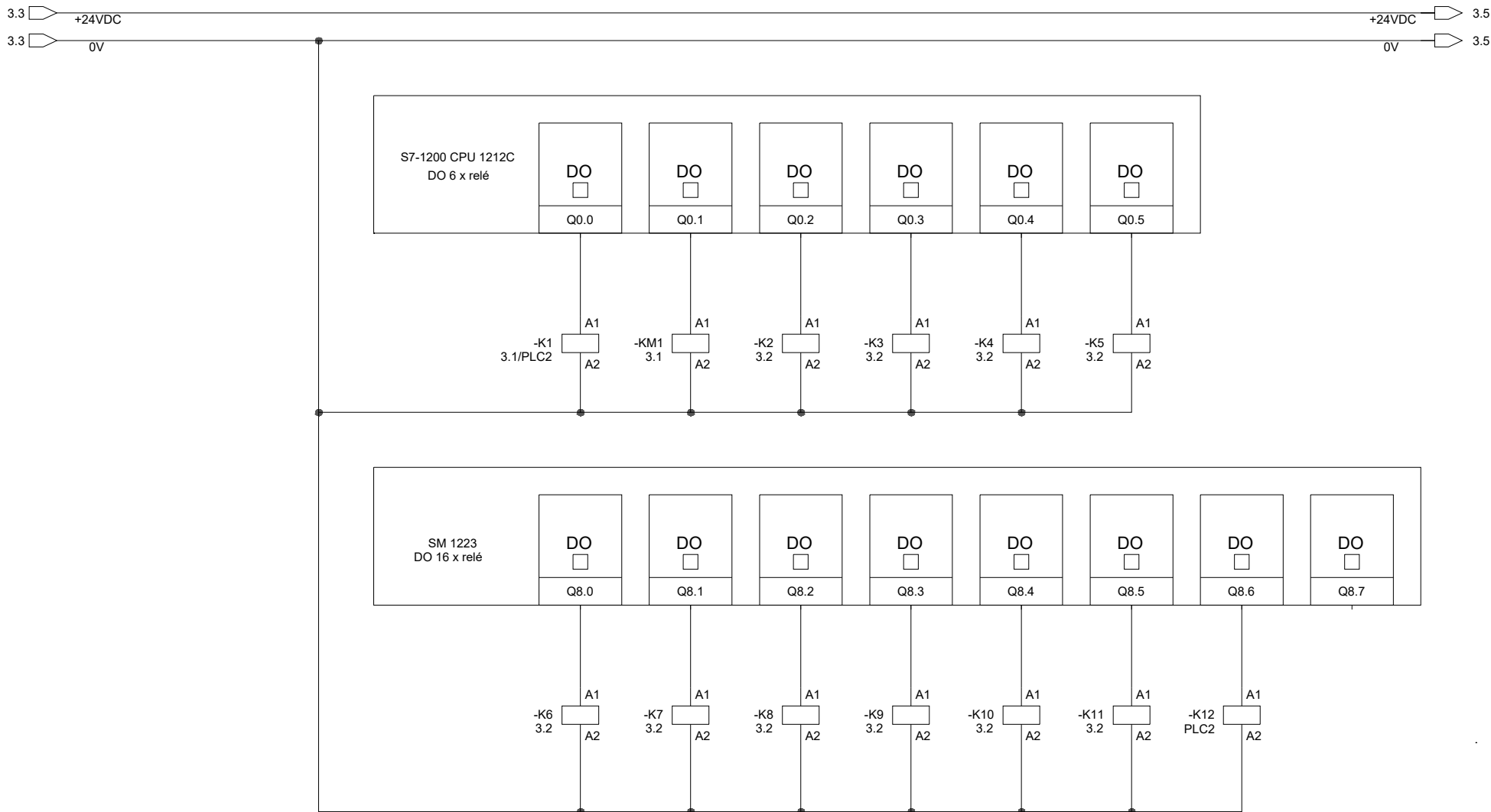
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA

 UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

 Escola Tècnica Superior de Ingeniería del Diseño

Proyecto: DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL  
PROCESO DE PRETRATAMIENTO DEL AGUA  
PARA LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA  
EN UNA CERVECERÍA

Plano: <b>Entradas digitales</b>	Fecha: <b>Junio 2019</b>	Nº Plano: <b>3.3</b>
Autor: <b>Ulises Verdejo Villalón</b>	Escala:	



CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA



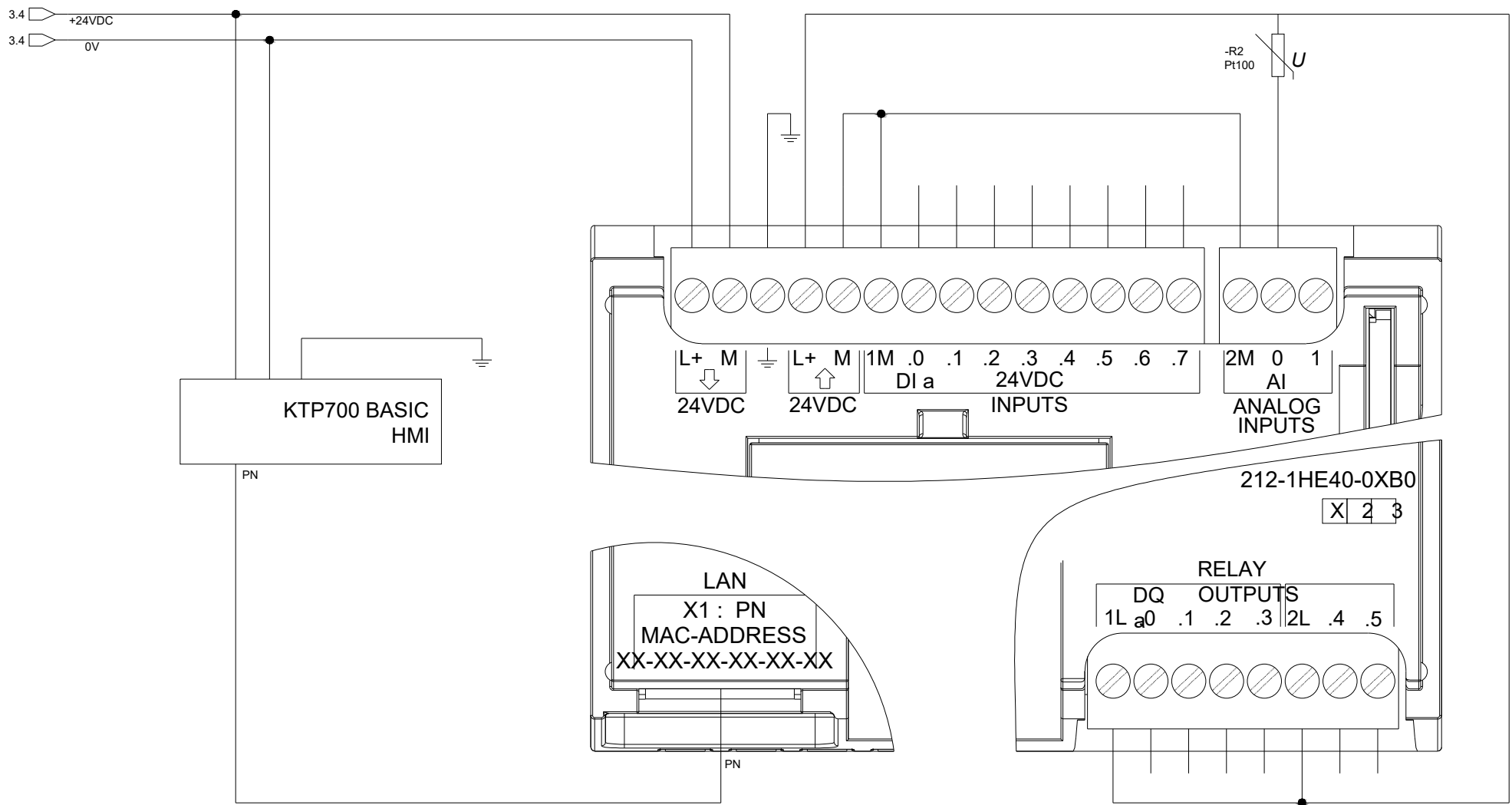
UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica Superior de Ingeniería del Diseño

Proyecto: DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PRETRATAMIENTO DEL AGUA PARA LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA EN UNA CERVECERÍA

Plano: <b>Salidas digitales</b>	Fecha: <b>Junio 2019</b>	Nº Plano: <b>3.4</b>
Autor: <b>Ulises Verdejo Villalón</b>	Escala:	



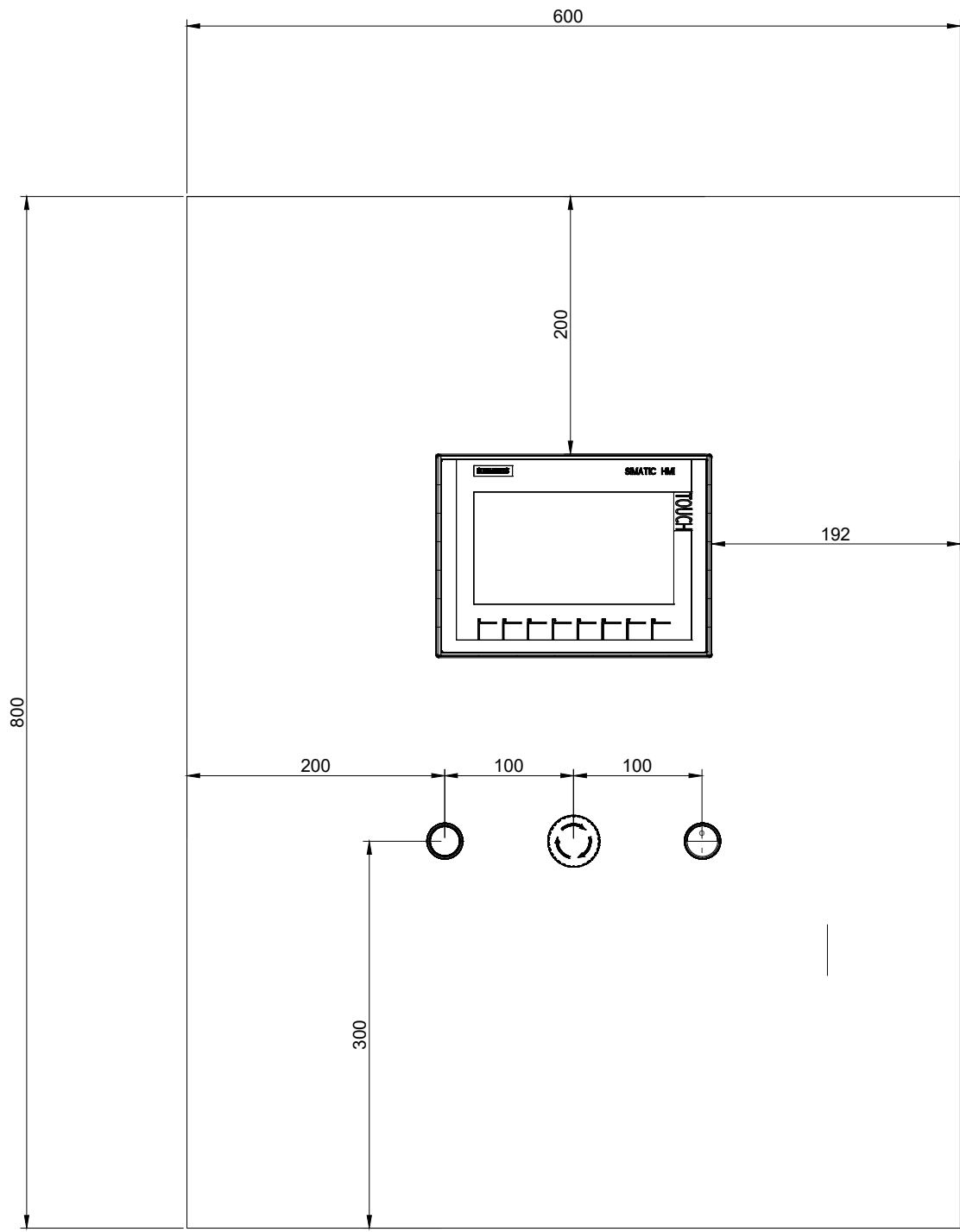
TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

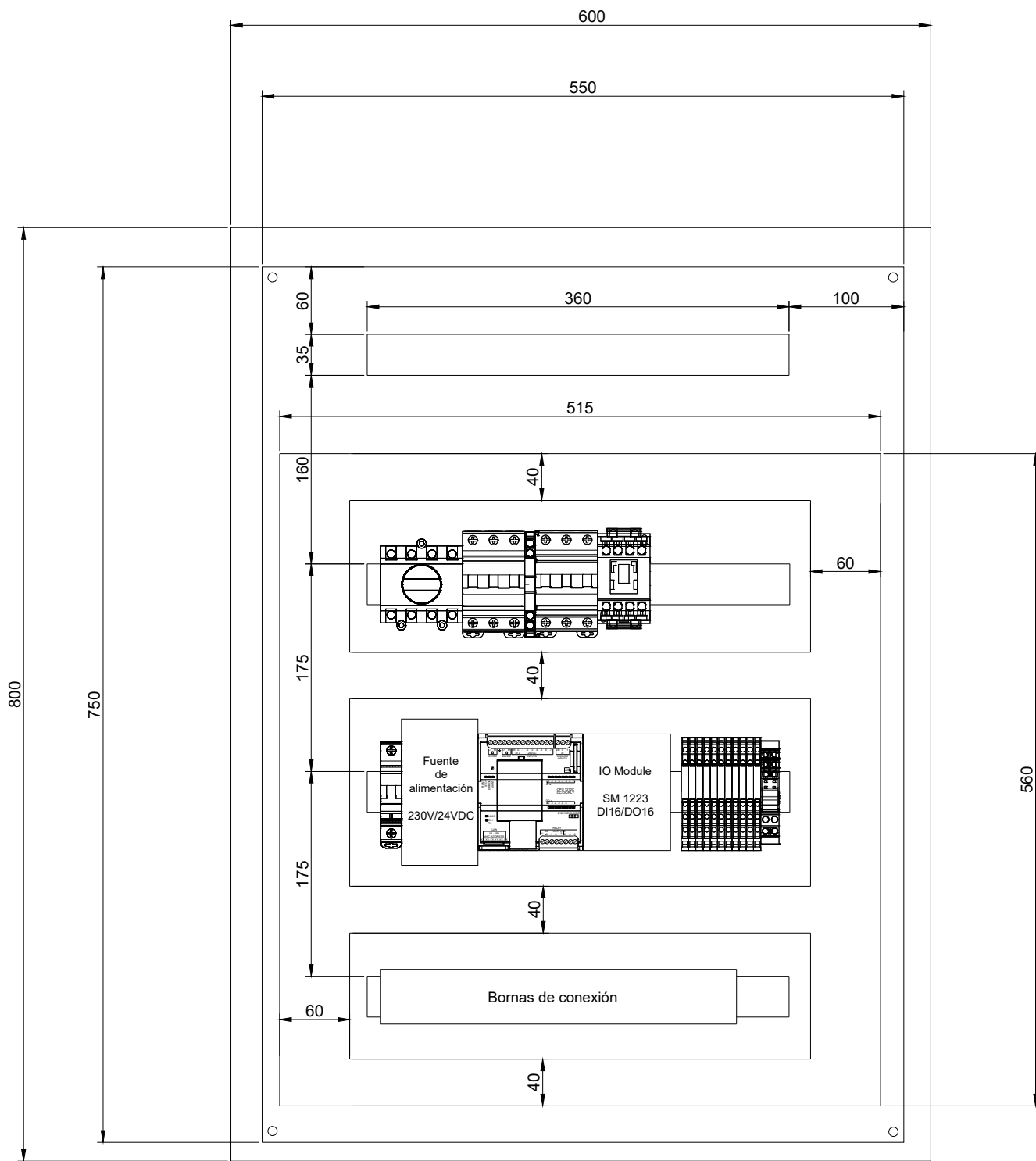
Escola Tècnica Superior de Ingeniería del Diseño

Proyecto: DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL  
PROCESO DE PRETRATAMIENTO DEL AGUA  
PARA LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA  
EN UNA CERVECERÍA

Plano: <b>Conexión PLC y HMI</b>	Fecha: Junio 2019	Nº Plano: <b>3.5</b>
Autor: Ulises Verdejo Villalón	Escala:	



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA  UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA  Escola Tècnica Superior de Ingenieria del Disseny		Proyecto: DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PRETRATAMIENTO DEL AGUA PARA LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA EN UNA CERVECERÍA	
Plano: Armario eléctrico exterior		Fecha: Junio 2019	Nº Plano: <b>4</b>
Autor: Ulises Verdejo Villalón		Escala: 1:5	



TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA  
ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Proyecto: DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL  
PROCESO DE PRETRATAMIENTO DEL AGUA  
PARA LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA  
EN UNA CERVECERÍA

Plano:  
Armario eléctrico interior

Fecha:  
Junio 2019

Nº Plano:

Autor:  
Ulises Verdejo Villalón

Escala:  
1:5

5

Diagrama de contactos - LADDER N° 6



## Bloques de programa

### Main [OB1]

#### Main Propiedades

##### General

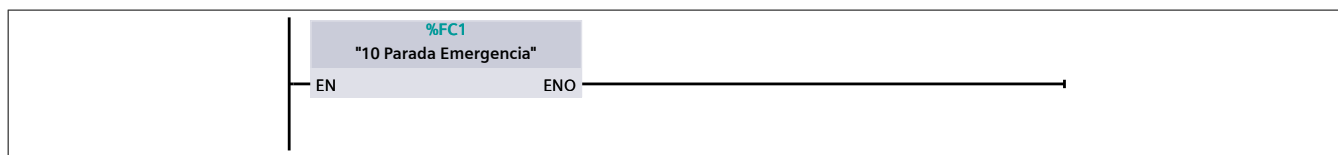
Nombre	Main	Número	1	Tipo	OB
Idioma	KOP	Numeración	Automático		

##### Información

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

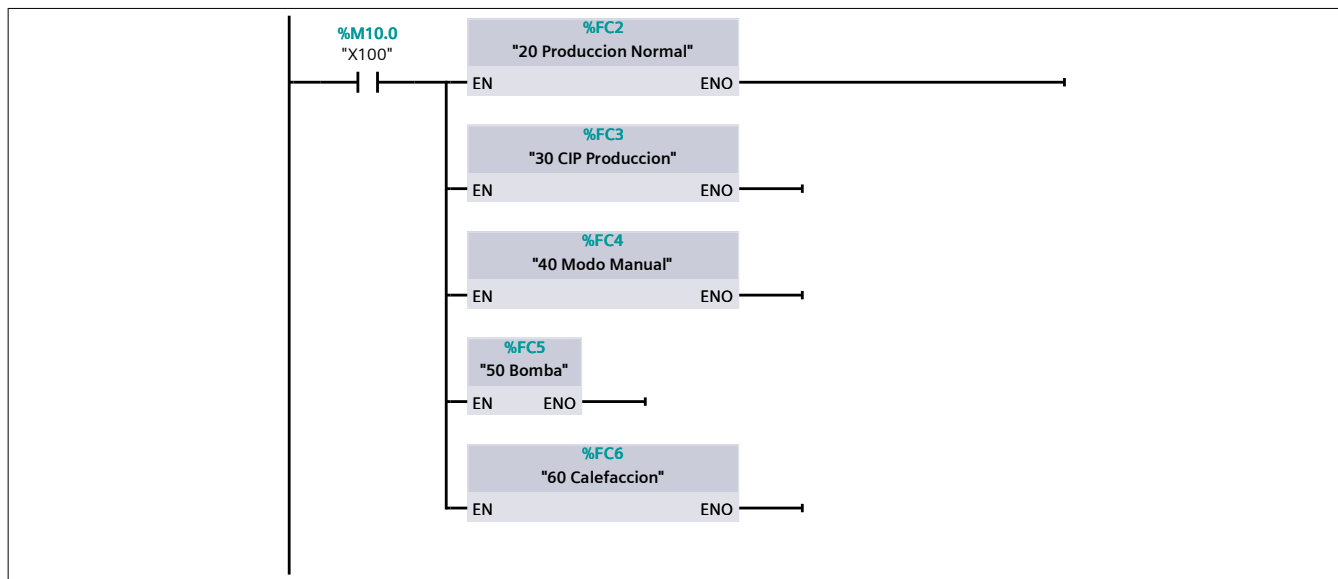
Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
▼ Input		
Initial_Call	Bool	
Remanence	Bool	
Temp		
Constant		

#### Segmento 1: Llamada a función 10 Parada Emergencia (Grafcet de Seguridad )

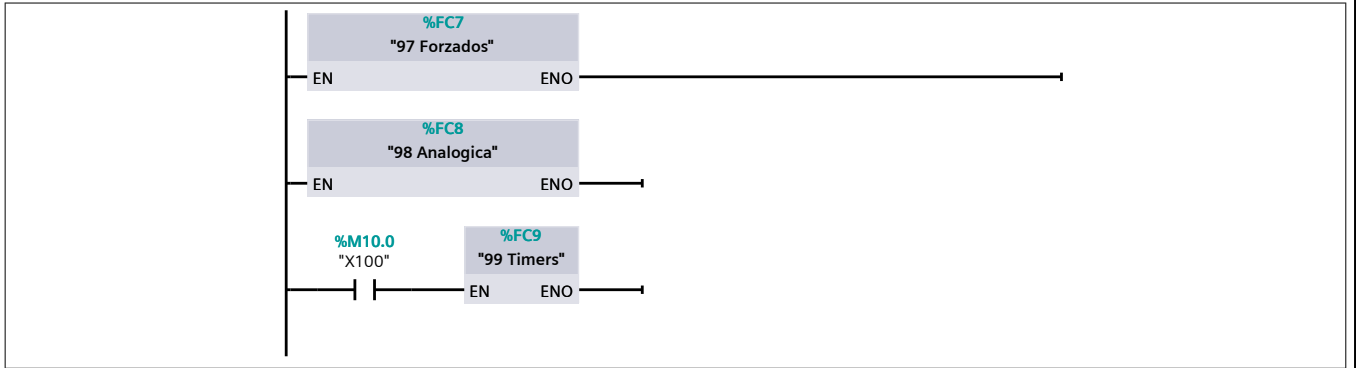


#### Segmento 2: Llamada a funciones Grafcets

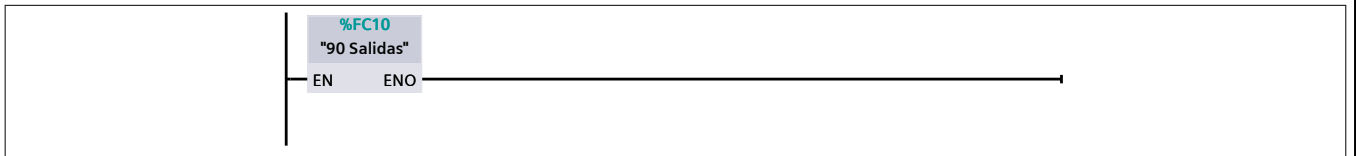
Congelación de Grafcets en caso de Parada de emergencia



#### Segmento 3: Llamada a funciones auxiliares



**Segmento 4:**



## Bloques de programa

### DB\_Timers [DB1]

#### DB\_Timers Propiedades

##### General

<b>Nombre</b>	DB_Timers	<b>Número</b>	1	<b>Tipo</b>	DB
<b>Idioma</b>	DB	<b>Numeración</b>	Automático		

##### Información

<b>Título</b>		<b>Autor</b>		<b>Comentario</b>	
<b>Familia</b>		<b>Versión</b>	0.1	<b>ID personalizada</b>	

Nombre	Tipo de datos	Valor de arranque	Remanencia
▼ Static			
Timer_Produccion_Programada	IEC_TIMER		False
Timer_Lectura_Temperatura	IEC_TIMER		False
Timer_Bomba	IEC_TIMER		False
Timer_Nivel_Dep_A	IEC_TIMER		False
Timer_Nivel_Dep_B	IEC_TIMER		False

## Bloques de programa

### 10 Parada Emergencia [FC1]

#### 10 Parada Emergencia Propiedades

##### General

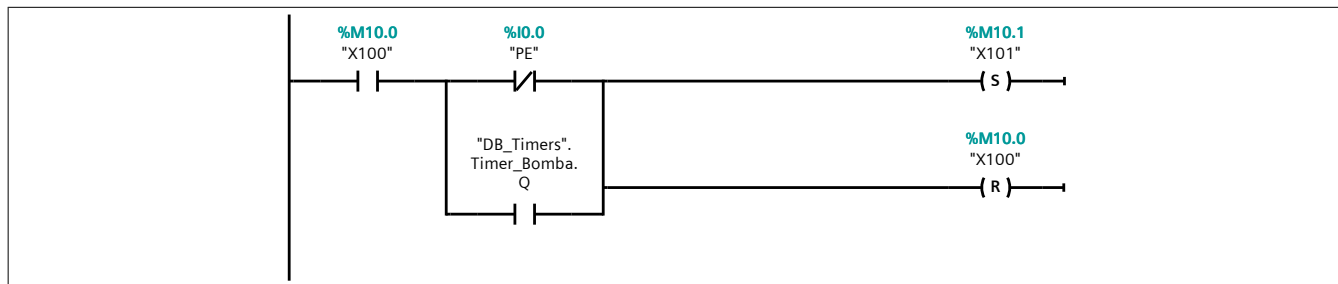
<b>Nombre</b>	10 Parada Emergencia	<b>Número</b>	1	<b>Tipo</b>	FC
<b>Idioma</b>	KOP	<b>Numeración</b>	Automático		

##### Información

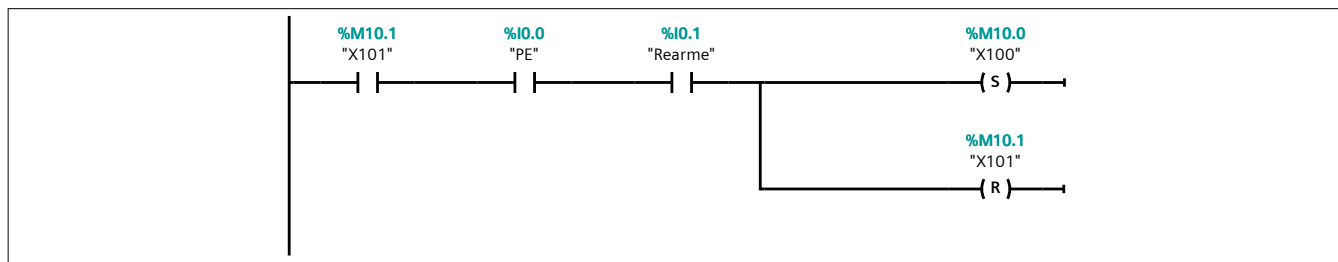
<b>Título</b>		<b>Autor</b>		<b>Comentario</b>	
<b>Familia</b>		<b>Versión</b>	0.1	<b>ID personalizada</b>	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
▼ Return		
10 Parada Emergencia	Void	

#### Segmento 1:



#### Segmento 2:



## Bloques de programa

### 20 Pepraracion Produccion [FC2]

#### 20 Pepraracion Produccion Propiedades

##### General

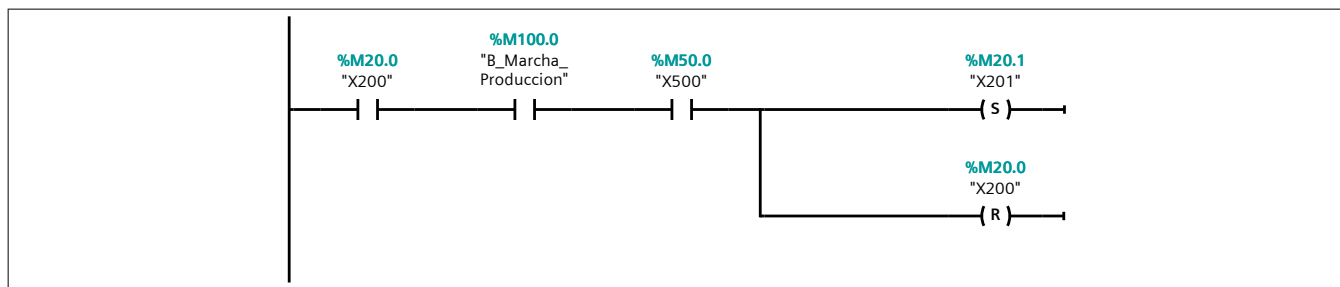
<b>Nombre</b>	20 Pepraracion Produccion	<b>Número</b>	2	<b>Tipo</b>	FC
<b>Idioma</b>	KOP	<b>Numeración</b>	Automático		

##### Información

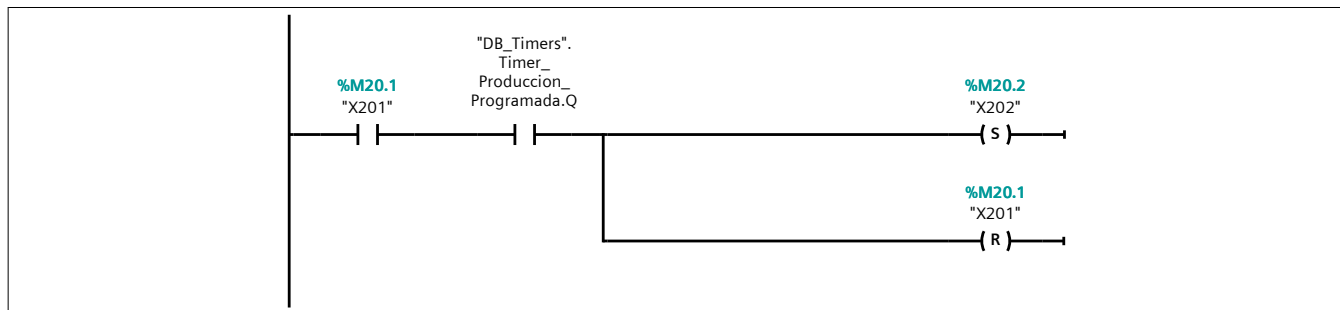
<b>Título</b>		<b>Autor</b>		<b>Comentario</b>	
<b>Familia</b>		<b>Versión</b>	0.1	<b>ID personalizada</b>	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
▼ Return		
20 Pepraracion Produccion	Void	

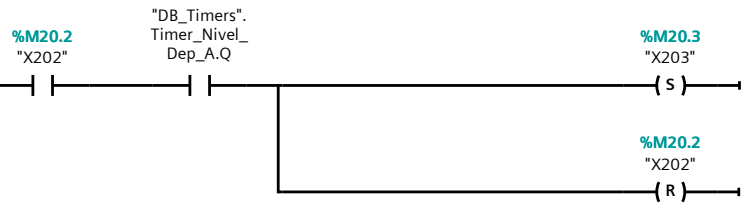
#### Segmento 1:



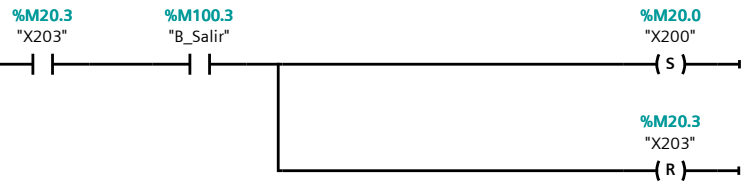
#### Segmento 2:



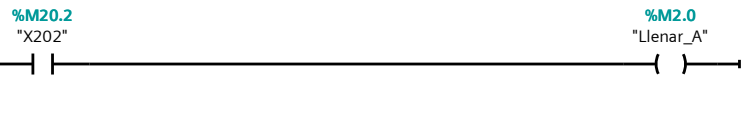
#### Segmento 3:



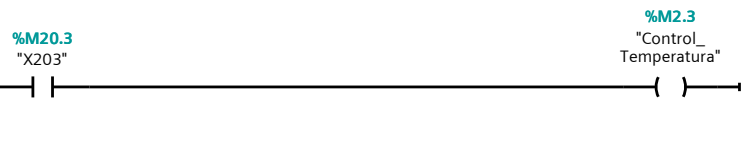
Segmento 4:



Segmento 5:



Segmento 6:



## Bloques de programa

### 30 Limpieza Produccion [FC3]

#### 30 Limpieza Produccion Propiedades

##### General

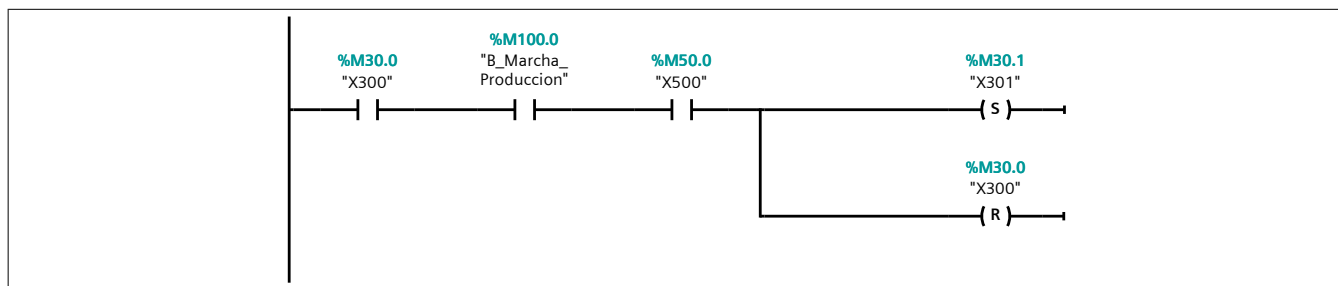
<b>Nombre</b>	30 Limpieza Produccion	<b>Número</b>	3	<b>Tipo</b>	FC
<b>Idioma</b>	KOP	<b>Numeración</b>	Automático		

##### Información

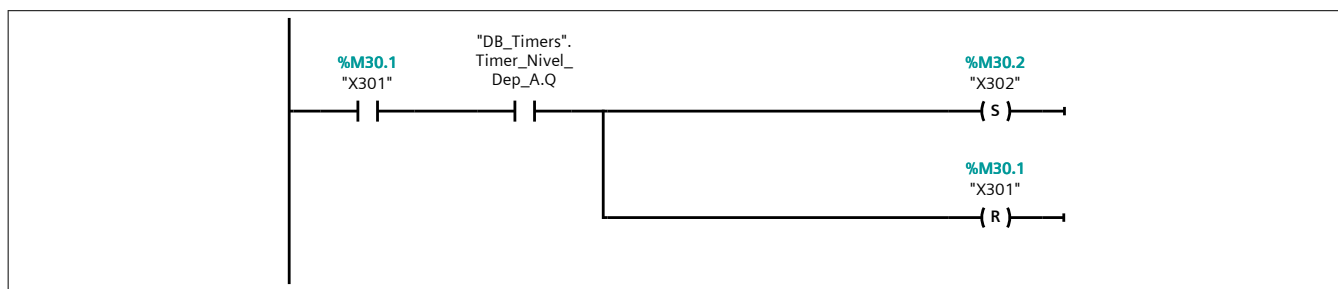
<b>Título</b>		<b>Autor</b>		<b>Comentario</b>	
<b>Familia</b>		<b>Versión</b>	0.1	<b>ID personalizada</b>	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
▼ Return		
30 Limpieza Produccion	Void	

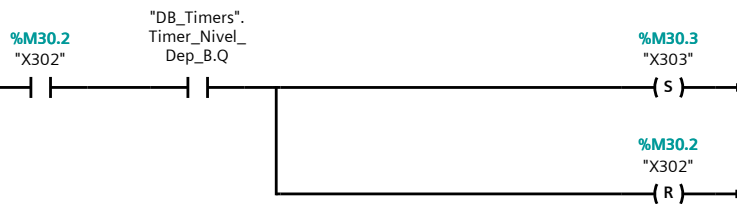
#### Segmento 1:



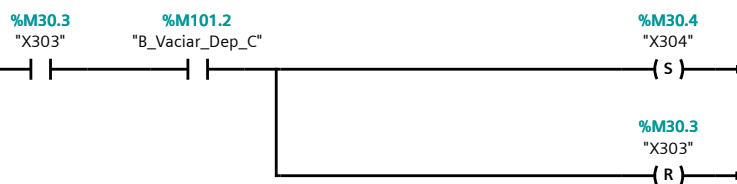
#### Segmento 2:



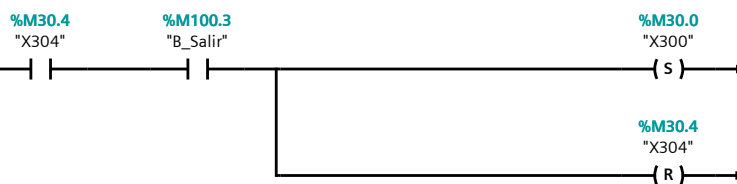
#### Segmento 3:



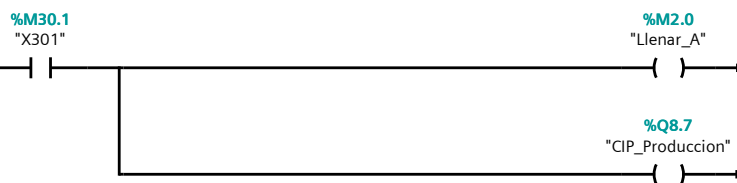
Segmento 4:



Segmento 5:



Segmento 6:



Segmento 7:



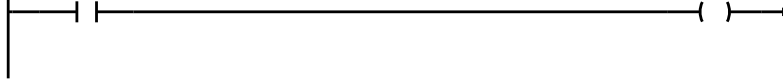
Segmento 8:



Totally Integrated  
Automation Portal

%M30.4  
"X304"

%M2.2  
"Vaciar\_Dep\_C"



## Bloques de programa

### 40 Modo Manual [FC4]

#### 40 Modo Manual Propiedades

##### General

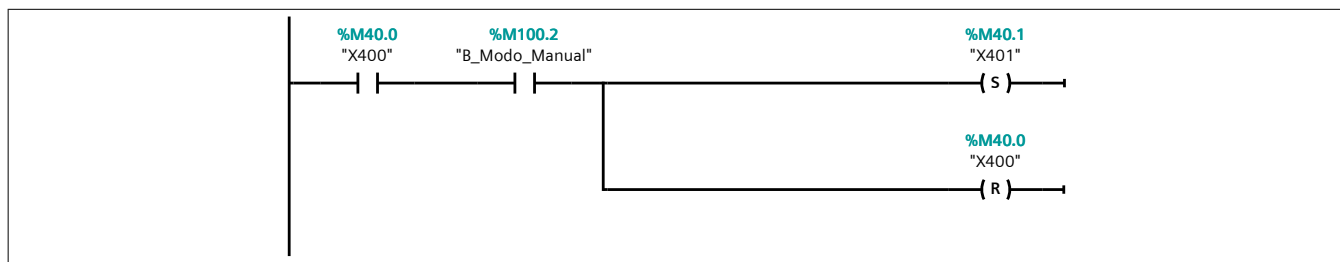
<b>Nombre</b>	40 Modo Manual	<b>Número</b>	4	<b>Tipo</b>	FC
<b>Idioma</b>	KOP	<b>Numeración</b>	Automático		

##### Información

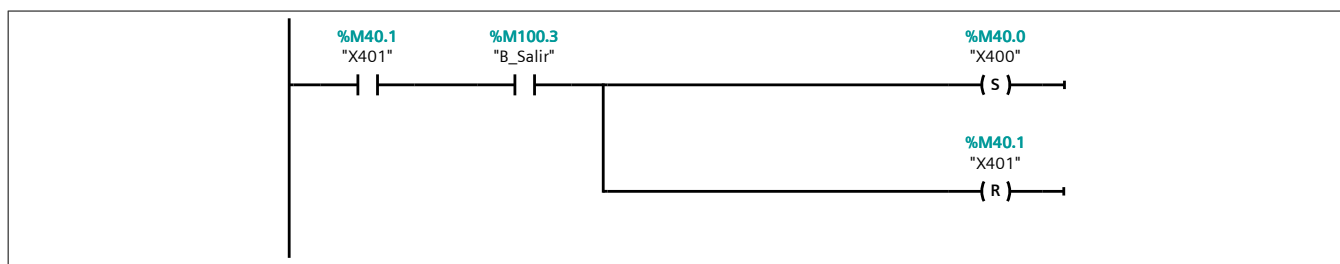
<b>Título</b>		<b>Autor</b>		<b>Comentario</b>	
<b>Familia</b>		<b>Versión</b>	0.1	<b>ID personalizada</b>	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
▼ Return		
40 Modo Manual	Void	

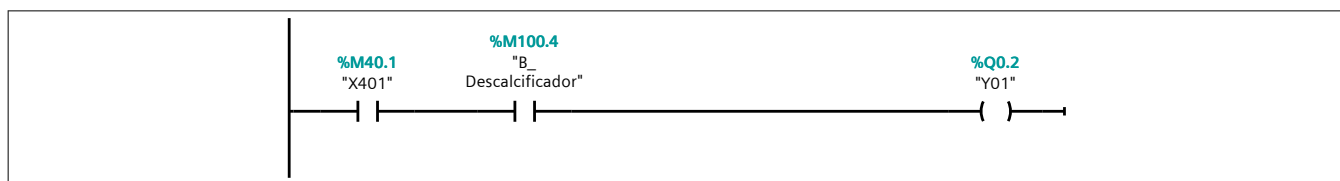
#### Segmento 1:



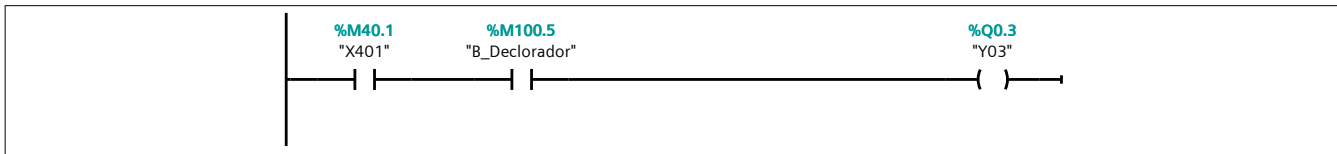
#### Segmento 2:



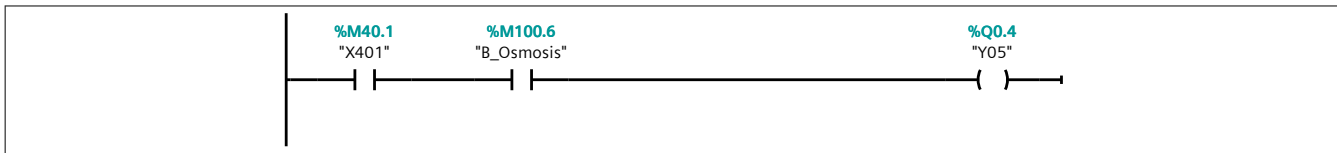
#### Segmento 3:



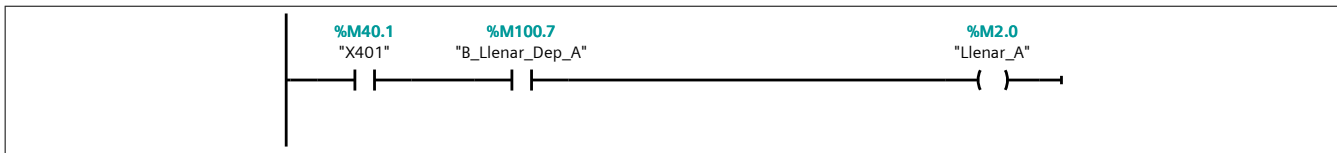
### Segmento 4:



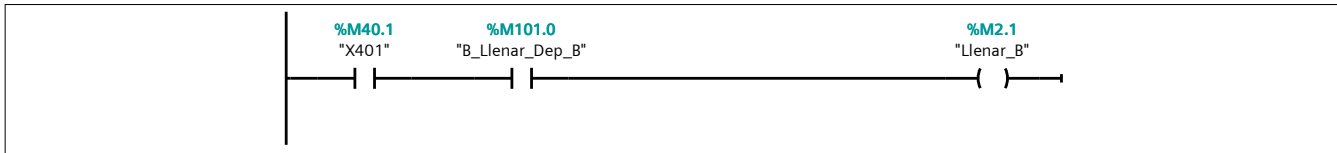
### Segmento 5:



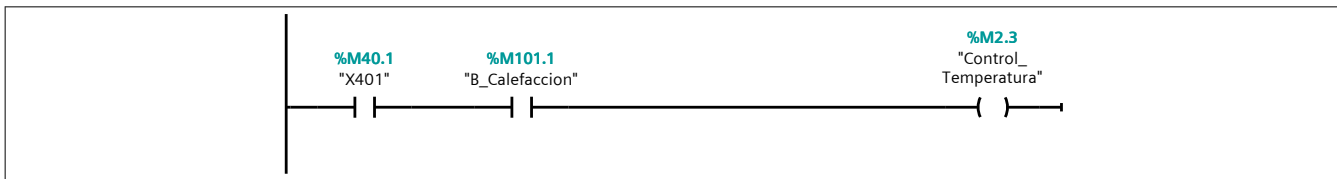
### Segmento 6:



### Segmento 7:



### Segmento 8:



## Bloques de programa

### 50 Bomba [FC5]

#### 50 Bomba Propiedades

##### General

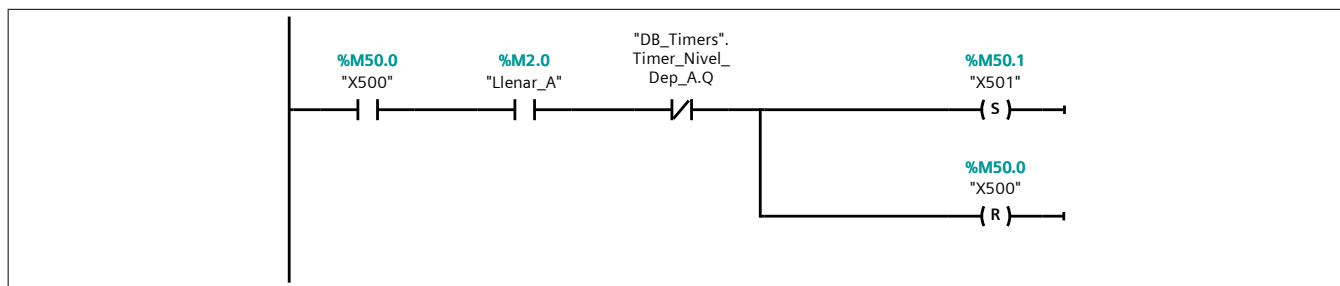
<b>Nombre</b>	50 Bomba	<b>Número</b>	5	<b>Tipo</b>	FC
<b>Idioma</b>	KOP	<b>Numeración</b>	Automático		

##### Información

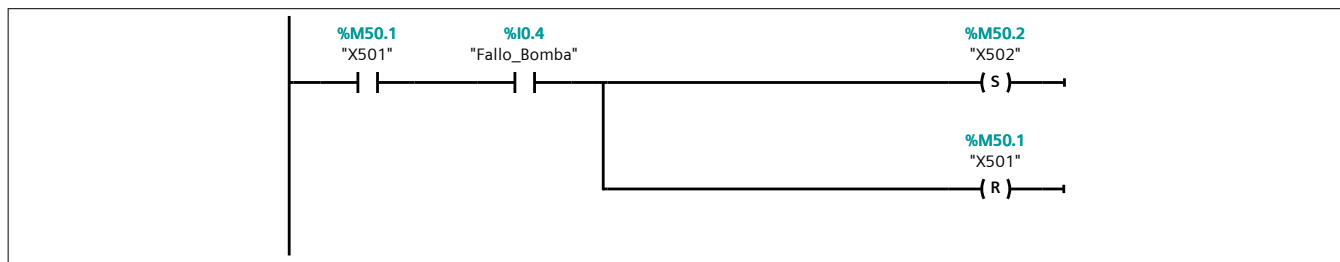
<b>Título</b>		<b>Autor</b>		<b>Comentario</b>	
<b>Familia</b>		<b>Versión</b>	0.1	<b>ID personalizada</b>	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
▼ Return		
50 Bomba	Void	

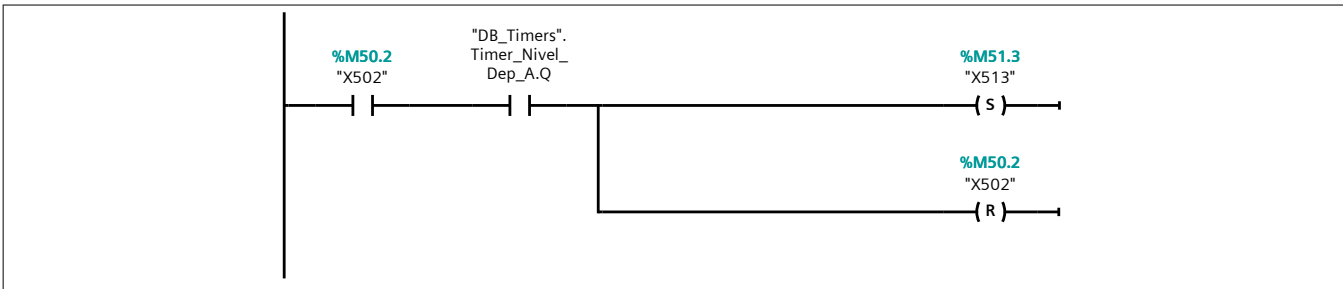
#### Segmento 1:



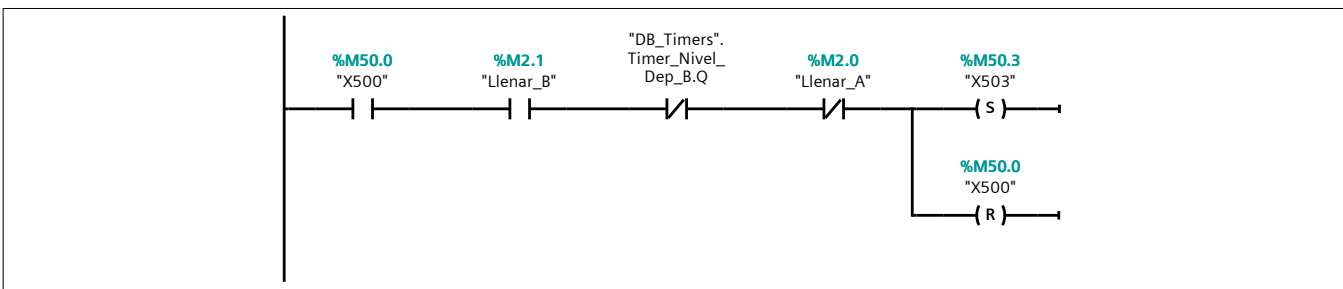
#### Segmento 2:



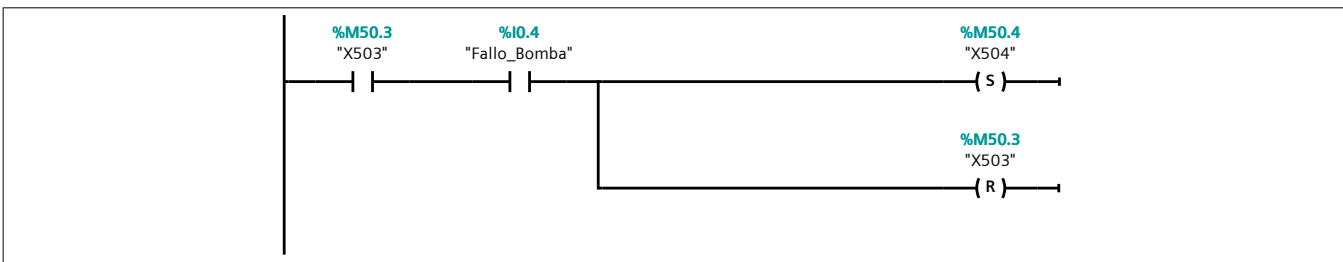
#### Segmento 3:



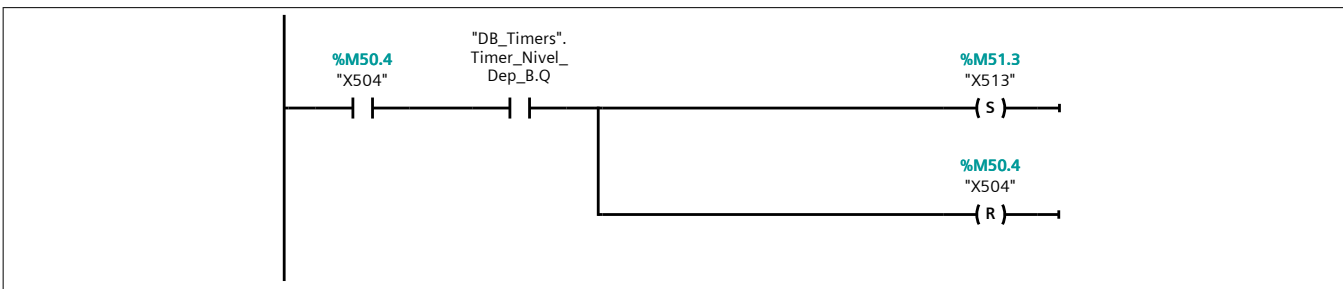
**Segmento 4:**



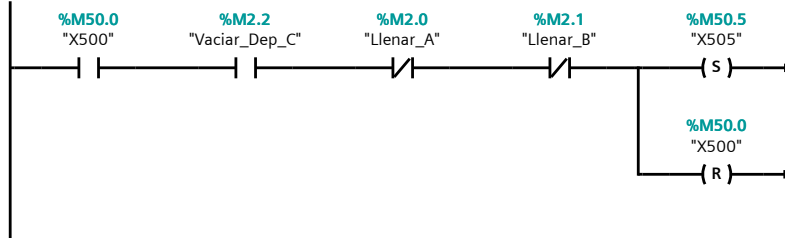
**Segmento 5:**



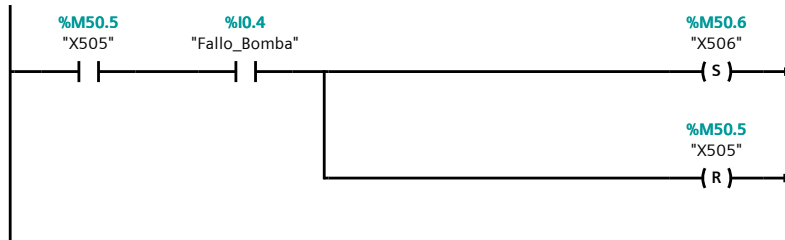
**Segmento 6:**



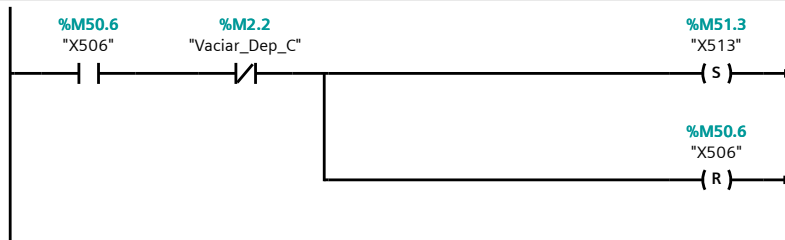
**Segmento 7:**



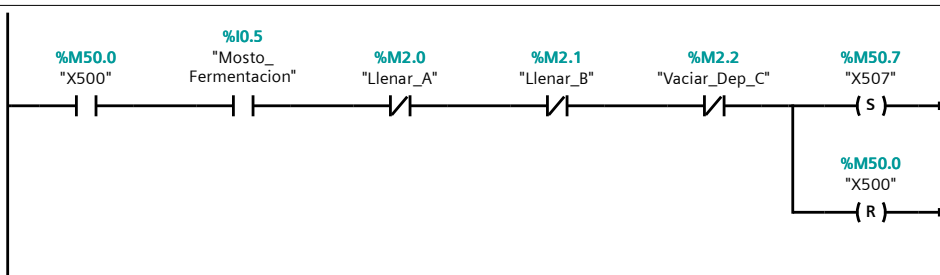
Segmento 8:



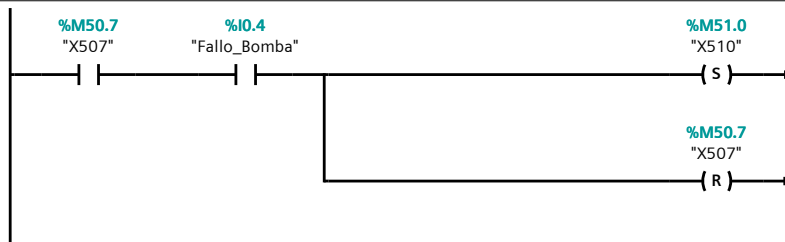
Segmento 9:



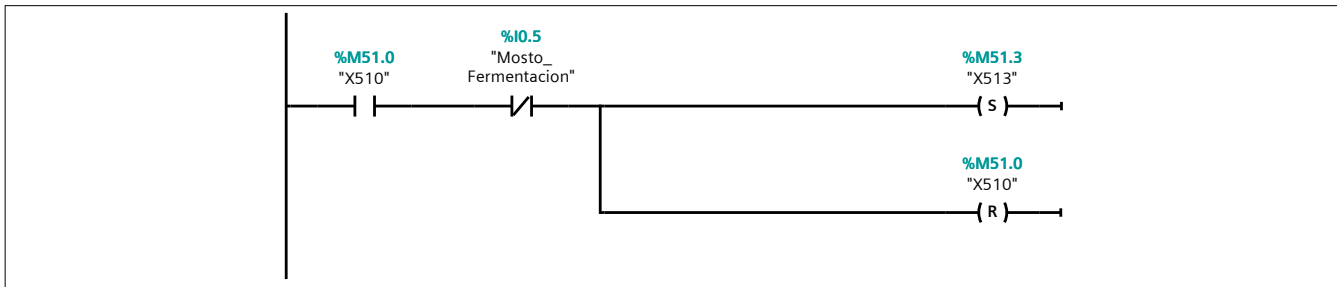
Segmento 10:



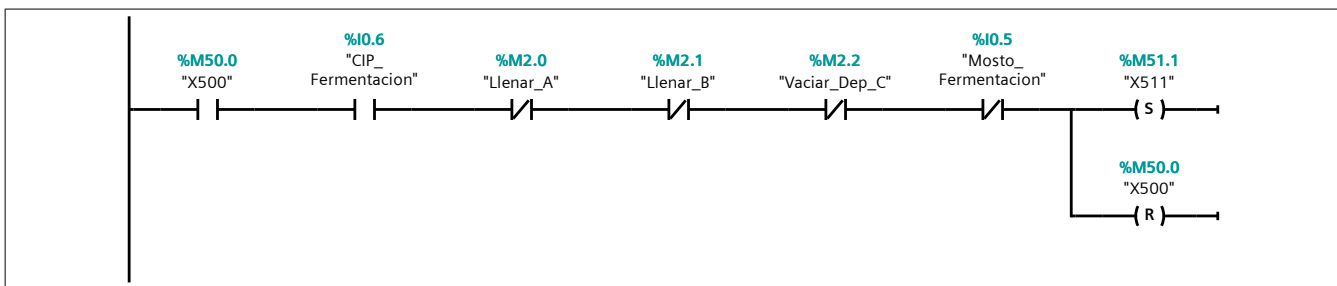
Segmento 11:



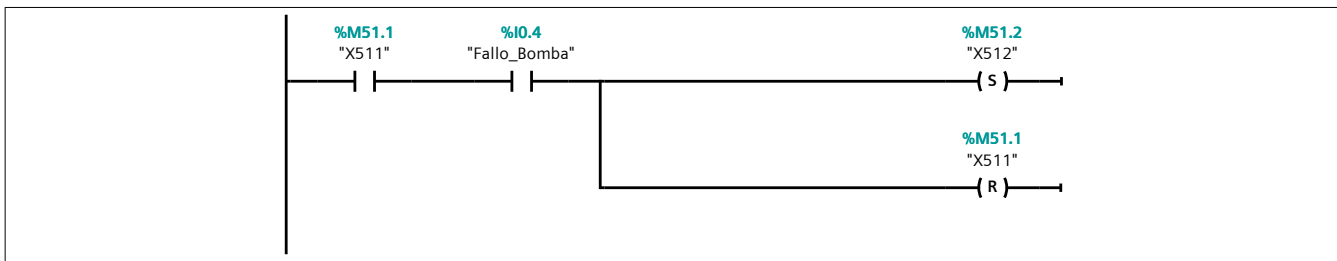
Segmento 12:



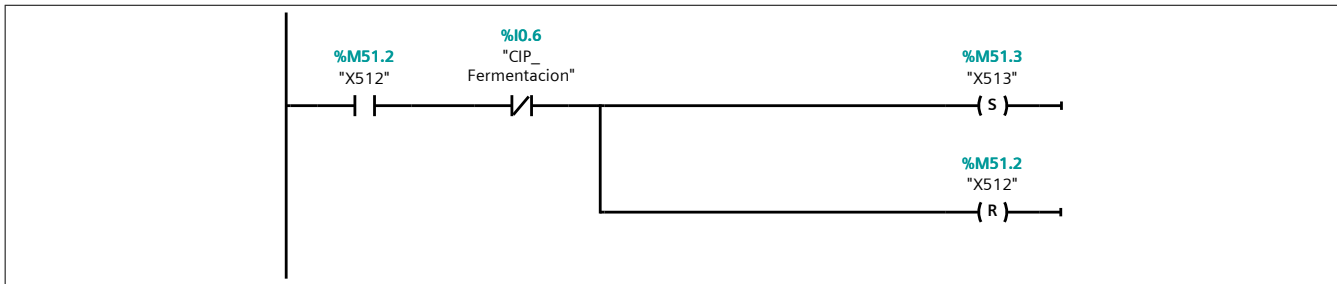
Segmento 13:



Segmento 14:



Segmento 15:



Segmento 16:

%M51.3  
"X513"

%M1.2  
"AlwaysTRUE"

%M50.0  
"X500"



%M51.3  
"X513"





## Bloques de programa

### 60 Calefaccion [FC6]

#### 60 Calefaccion Propiedades

##### General

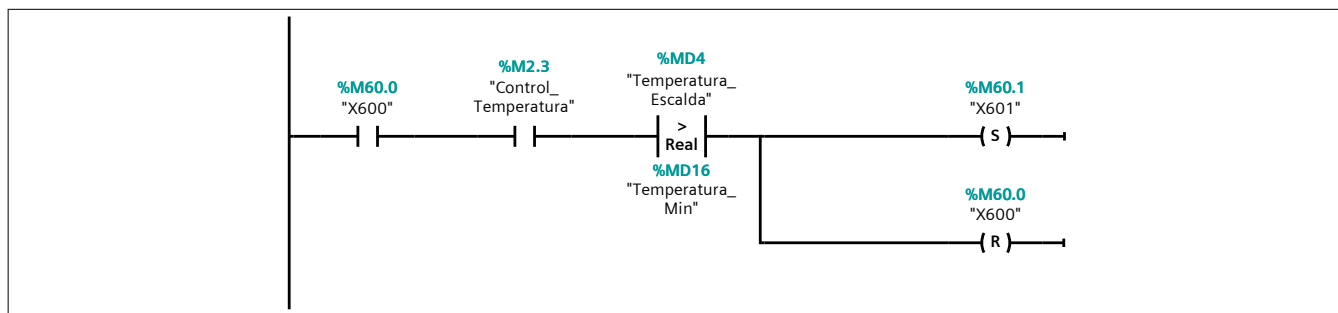
<b>Nombre</b>	60 Calefaccion	<b>Número</b>	6	<b>Tipo</b>	FC
<b>Idioma</b>	KOP	<b>Numeración</b>	Automático		

##### Información

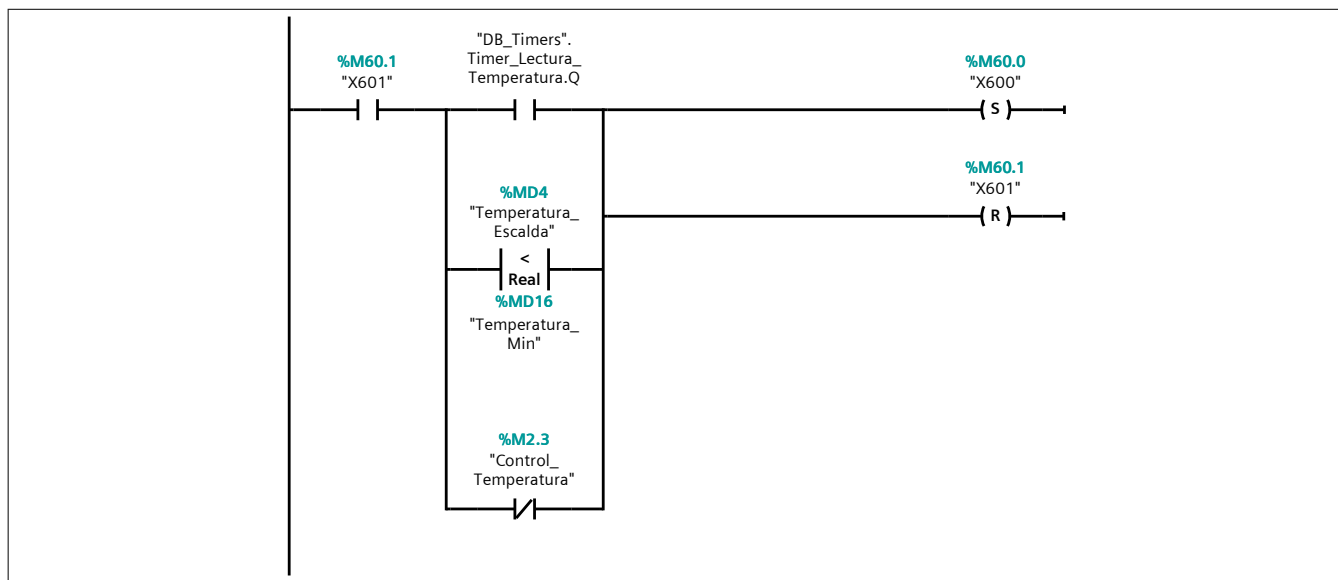
<b>Título</b>		<b>Autor</b>		<b>Comentario</b>	
<b>Familia</b>		<b>Versión</b>	0.1	<b>ID personalizada</b>	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
▼ Return		
60 Calefaccion	Void	

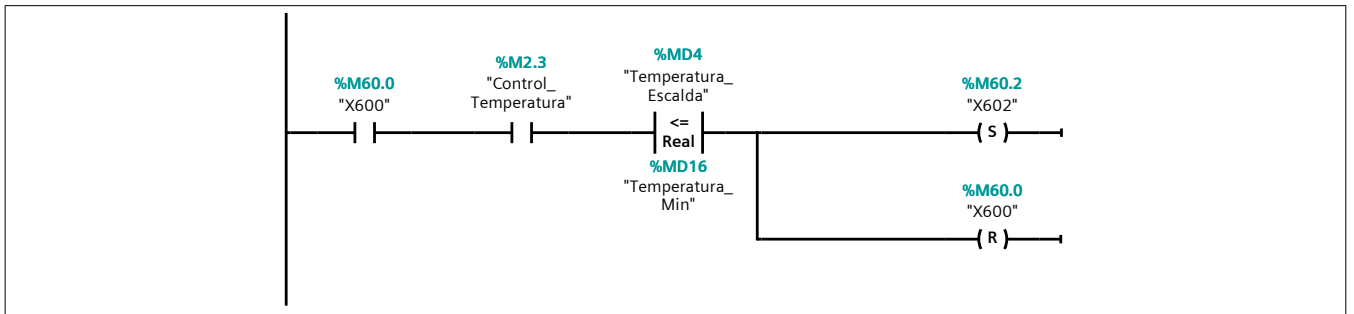
#### Segmento 1:



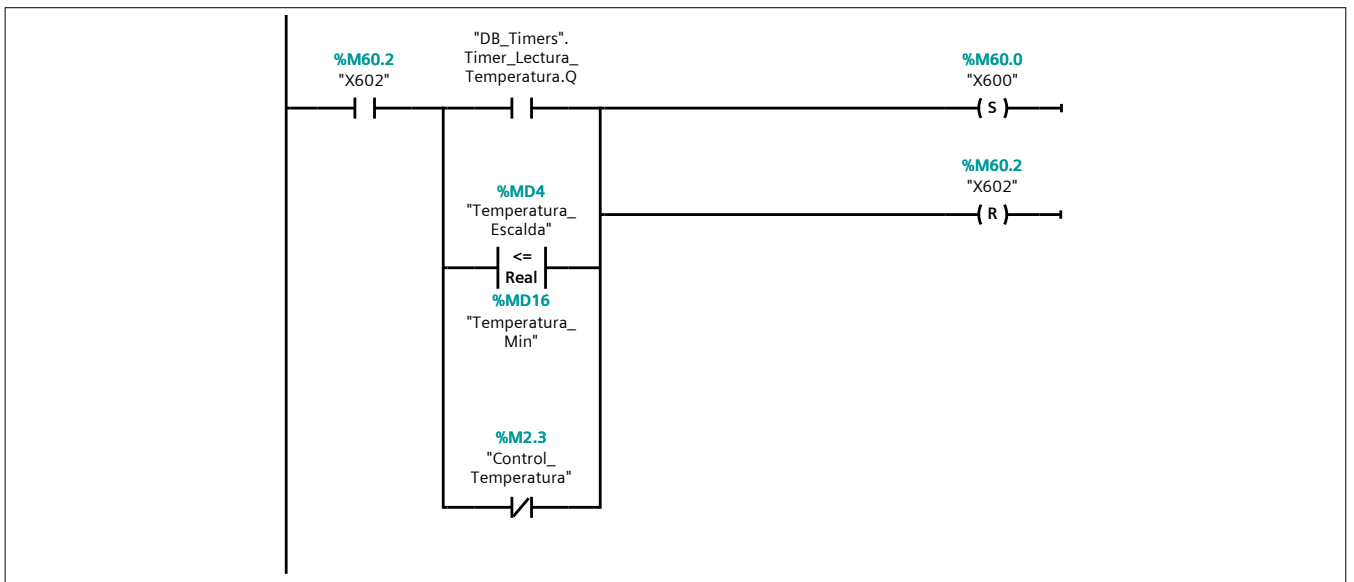
#### Segmento 2:



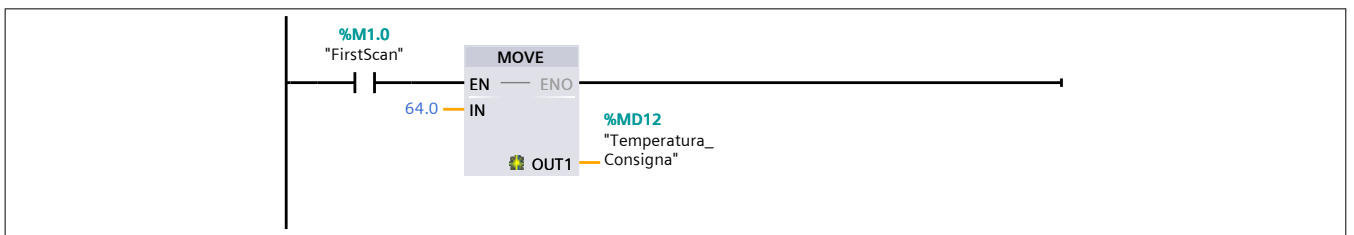
### Segmento 3:



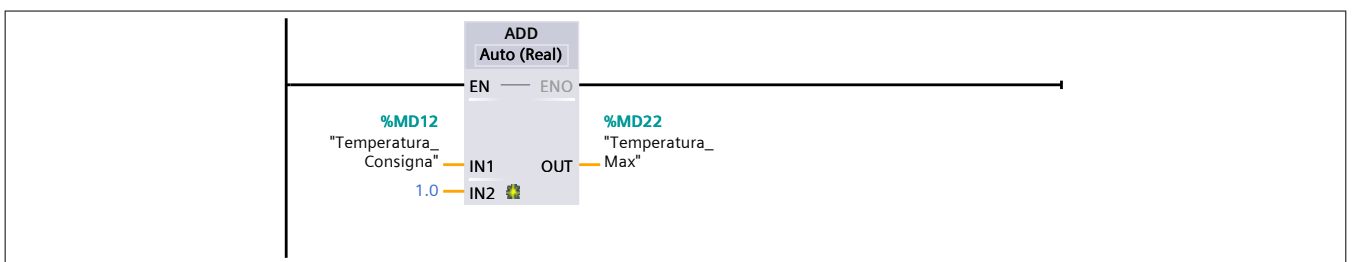
### Segmento 4:



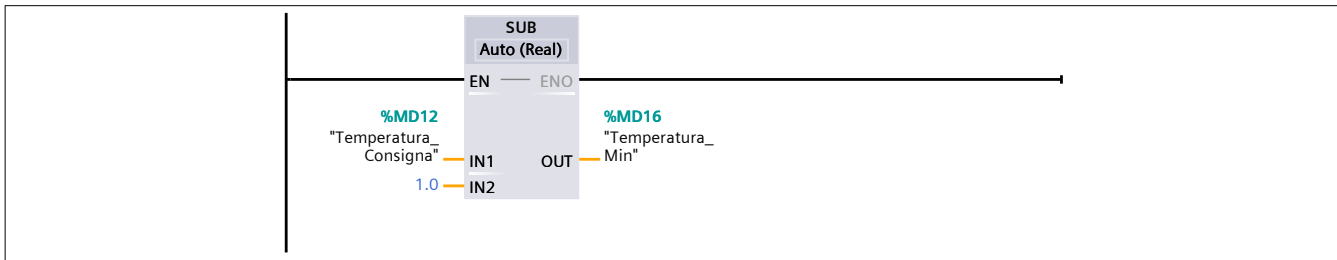
### Segmento 5: Valor inicial Temperatura de Consigna



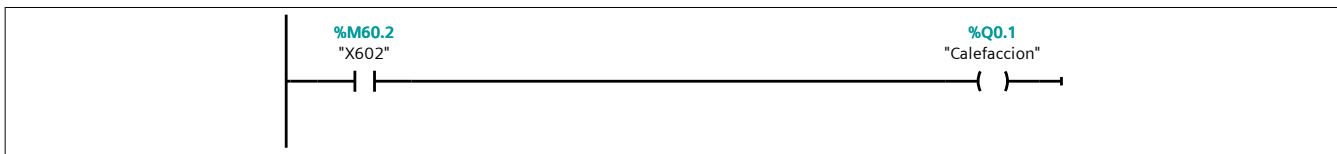
### Segmento 6: Cálculo temperatura límite superior (Máxima)



### Segmento 7: Cálculo temperatura límite inferior (Mínima)



### Segmento 8: Acciones Grafcet 60 Calefacción



## Bloques de programa

### 97 Forzados [FC7]

#### 97 Forzados Propiedades

##### General

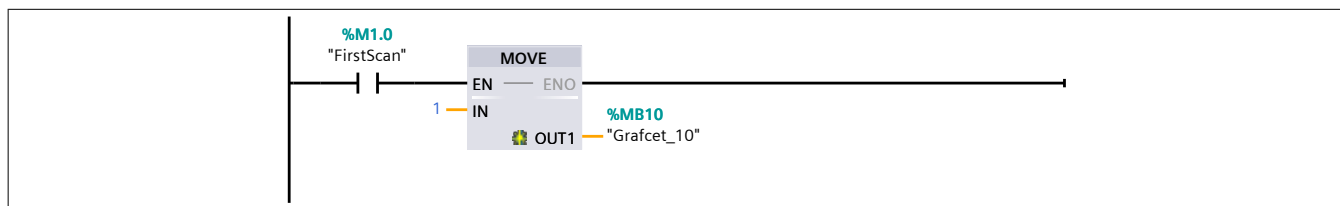
<b>Nombre</b>	97 Forzados	<b>Número</b>	7	<b>Tipo</b>	FC
<b>Idioma</b>	KOP	<b>Numeración</b>	Automático		

##### Información

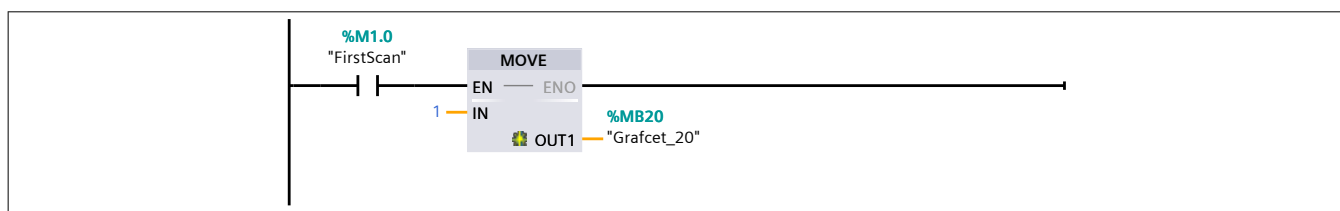
<b>Título</b>		<b>Autor</b>		<b>Comentario</b>	
<b>Familia</b>		<b>Versión</b>	0.1	<b>ID personalizada</b>	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
▼ Return		
97 Forzados	Void	

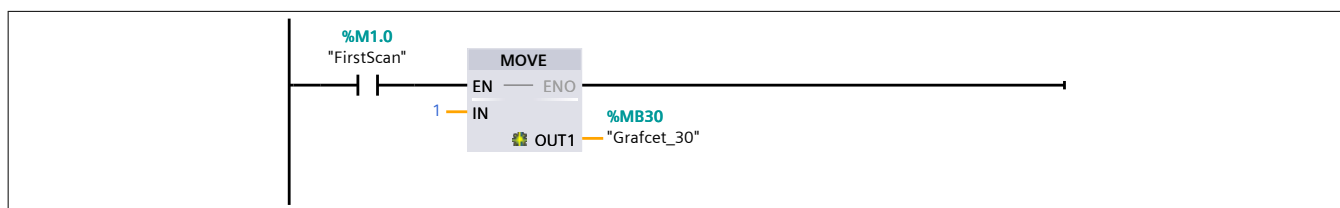
#### Segmento 1: Forzado a conexión Grafcet 10 Parada de Emergencia



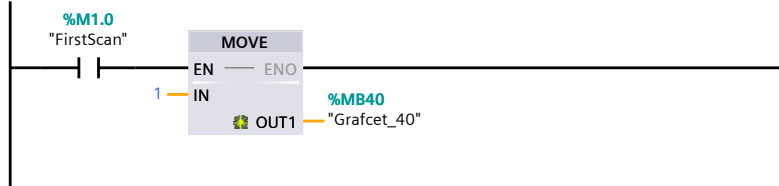
#### Segmento 2: Forzado a conexión Grafcet 20 Producción Normal



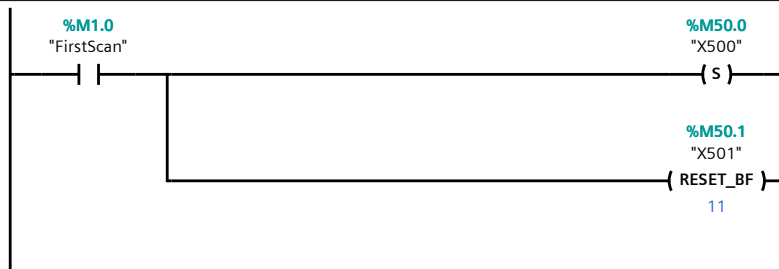
#### Segmento 3: Forzado a conexión Grafcet 30 CIP Producción



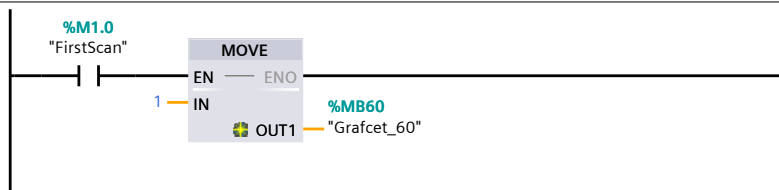
#### Segmento 4: Forzado a conexión Grafcet 40 Modo Manual



### Segmento 5: Forzado a conexión Grafcet 50 Bomba



### Segmento 6: Forzado a conexión Grafcet 60 Calefaccion



## Bloques de programa

### 98 Analógica [FC8]

#### 98 Analógica Propiedades

##### General

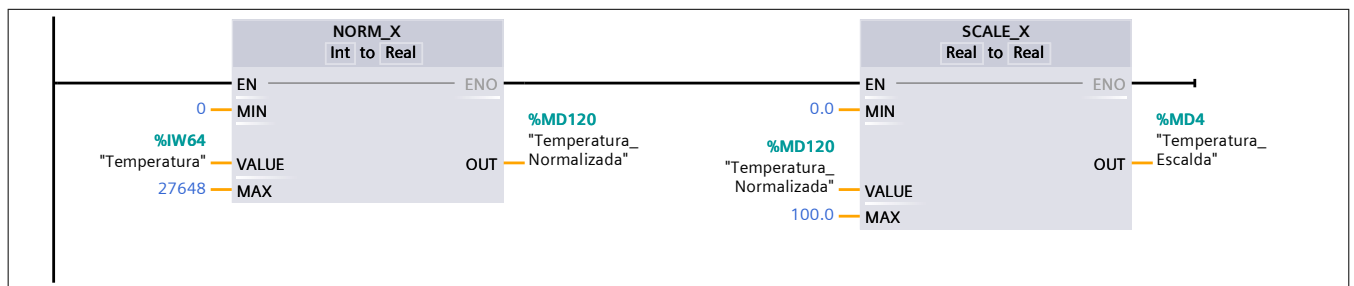
<b>Nombre</b>	98 Analógica	<b>Número</b>	8	<b>Tipo</b>	FC
<b>Idioma</b>	KOP	<b>Numeración</b>	Automático		

##### Información

<b>Título</b>		<b>Autor</b>		<b>Comentario</b>	
<b>Familia</b>		<b>Versión</b>	0.1	<b>ID personalizada</b>	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
▼ Return		
98 Analógica	Void	

#### Segmento 1:



## Bloques de programa

### 99 Timers [FC9]

#### 99 Timers Propiedades

##### General

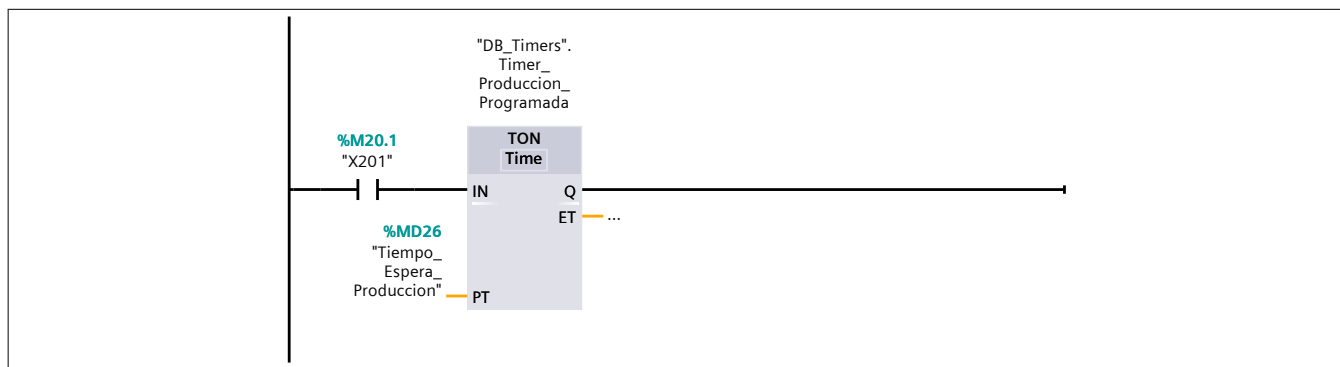
<b>Nombre</b>	99 Timers	<b>Número</b>	9	<b>Tipo</b>	FC
<b>Idioma</b>	KOP	<b>Numeración</b>	Automático		

##### Información

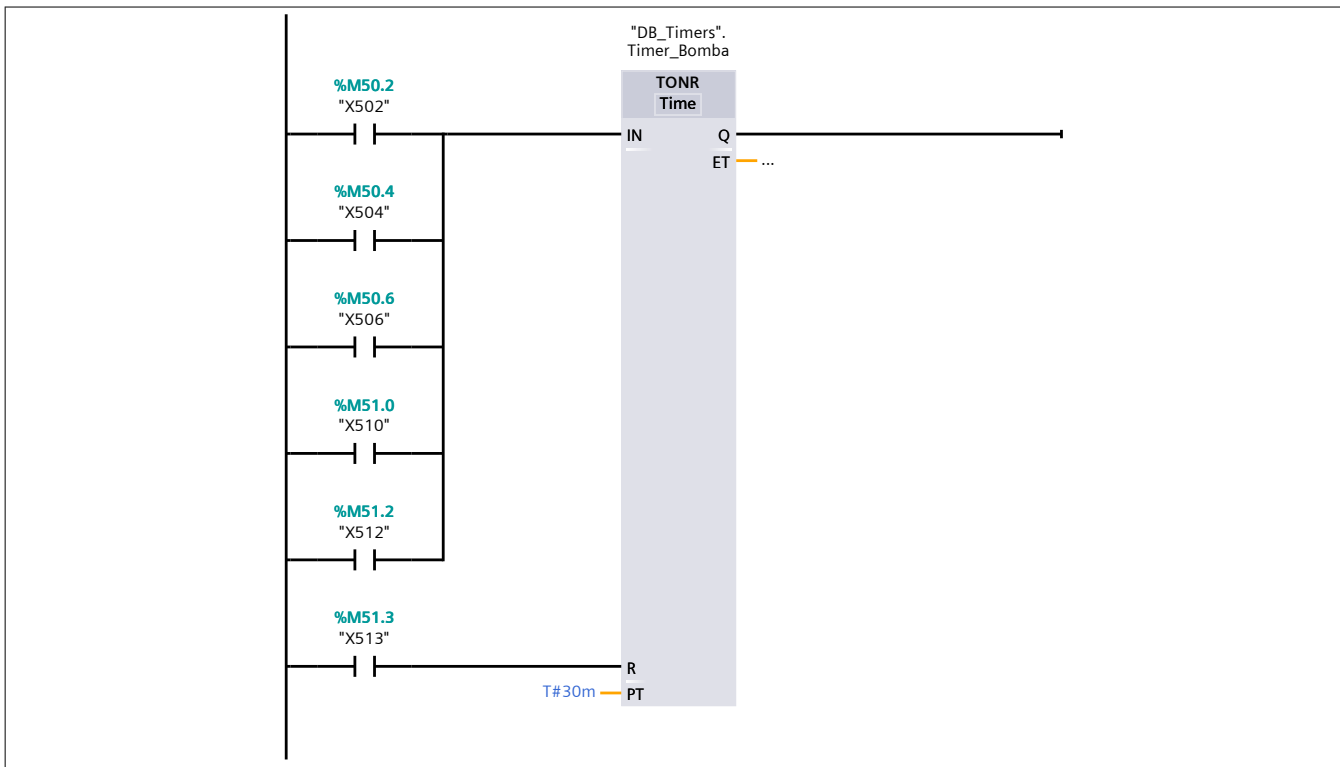
<b>Título</b>		<b>Autor</b>		<b>Comentario</b>	
<b>Familia</b>		<b>Versión</b>	0.1	<b>ID personalizada</b>	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
▼ Return		
99 Timers	Void	

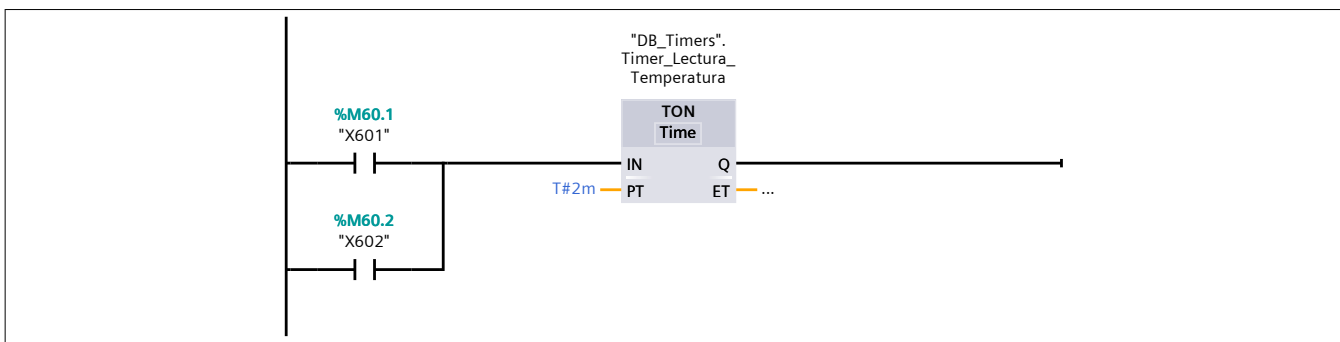
#### Segmento 1:



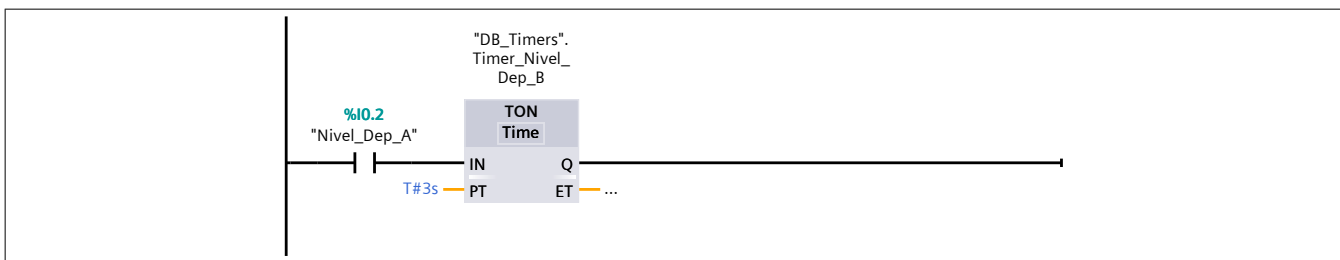
#### Segmento 2:



**Segmento 3:**



**Segmento 4: Temporizador de nivel 3s Depósito A**



**Segmento 5: Temporizador de nivel 3s Depósito B**





## Bloques de programa

### 90 Salidas [FC10]

#### 90 Salidas Propiedades

##### General

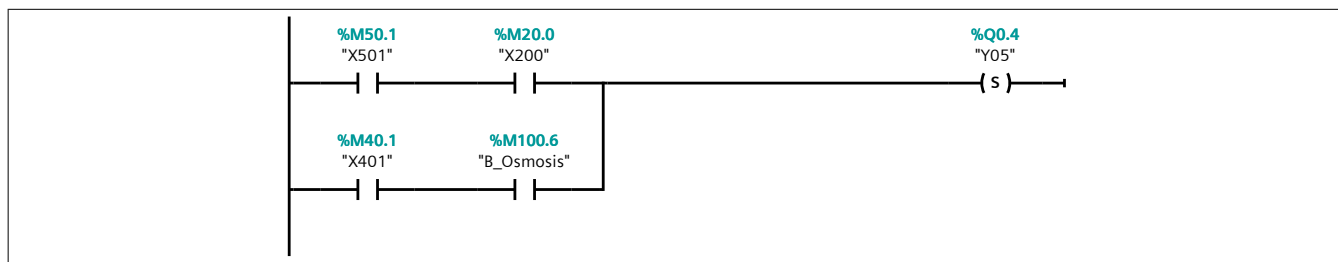
<b>Nombre</b>	90 Salidas	<b>Número</b>	10	<b>Tipo</b>	FC
<b>Idioma</b>	KOP	<b>Numeración</b>	Automático		

##### Información

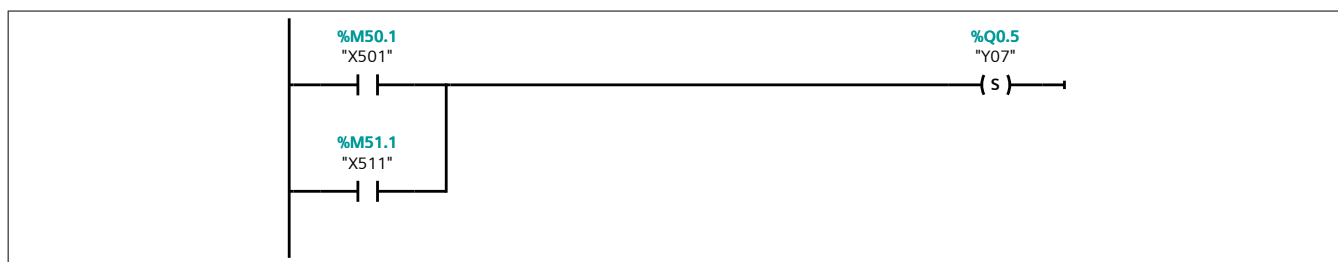
<b>Título</b>		<b>Autor</b>		<b>Comentario</b>	
<b>Familia</b>		<b>Versión</b>	0.1	<b>ID personalizada</b>	

Nombre	Tipo de datos	Valor predet.
Input		
Output		
InOut		
Temp		
Constant		
▼ Return		
90 Salidas	Void	

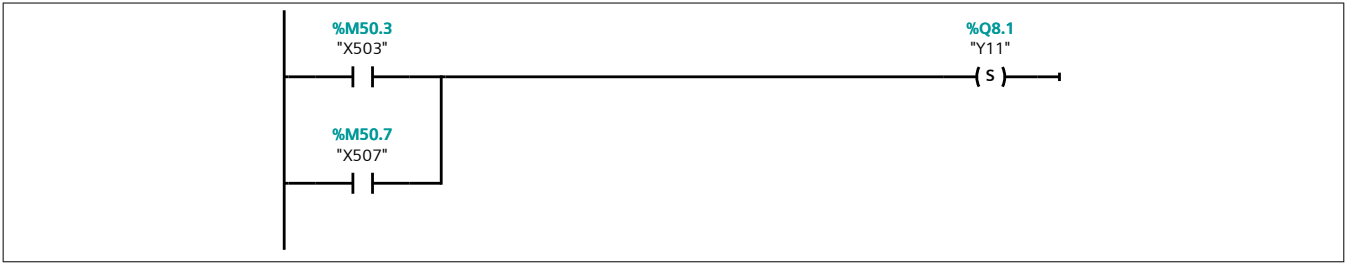
#### Segmento 1:



#### Segmento 2:



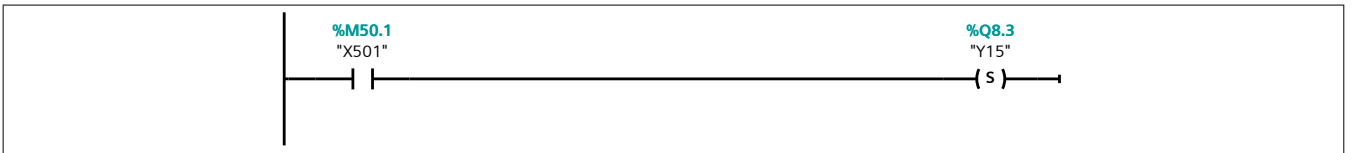
#### Segmento 3:



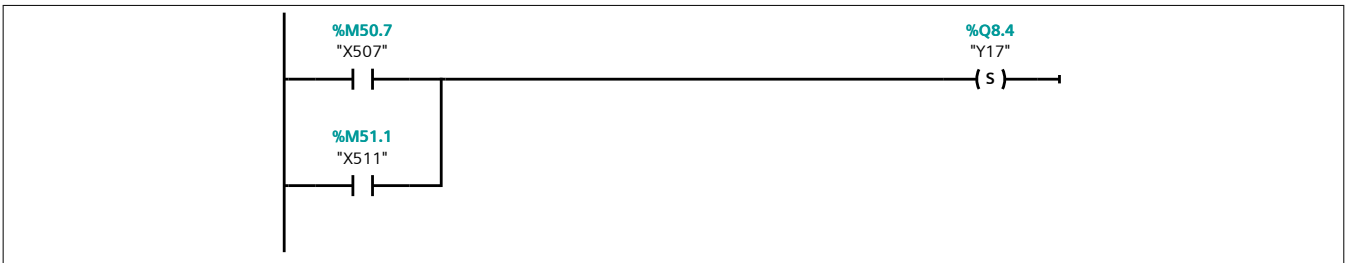
**Segmento 4:**



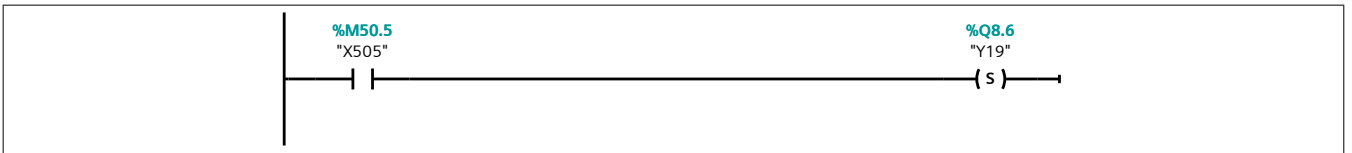
**Segmento 5:**



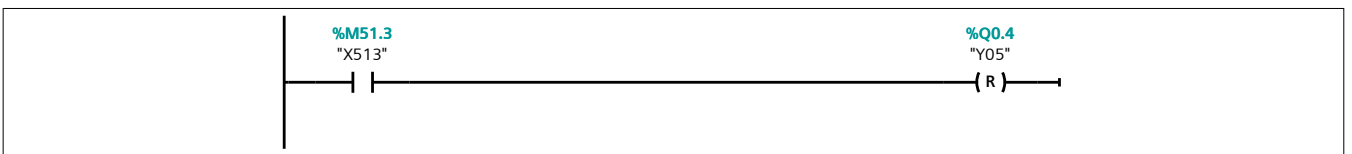
**Segmento 6:**



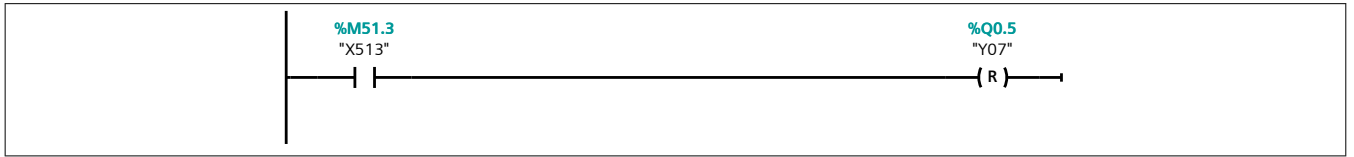
**Segmento 7:**



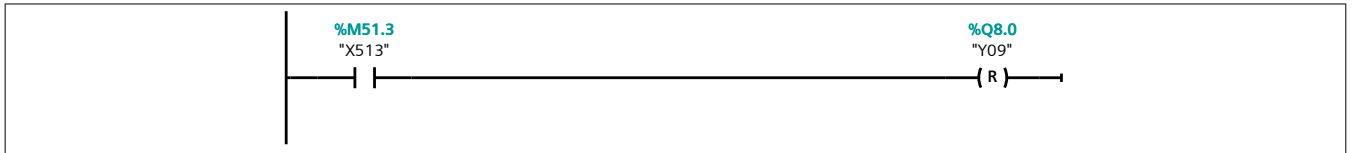
**Segmento 8:**



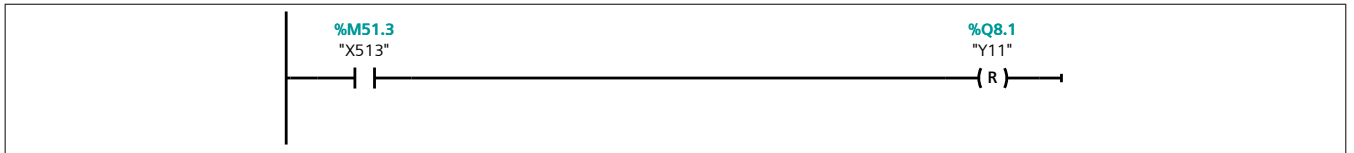
**Segmento 9:**



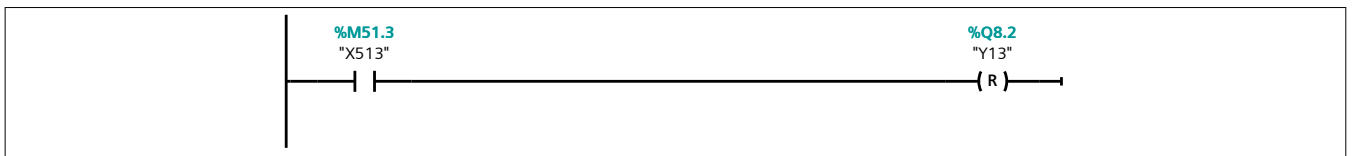
**Segmento 10:**



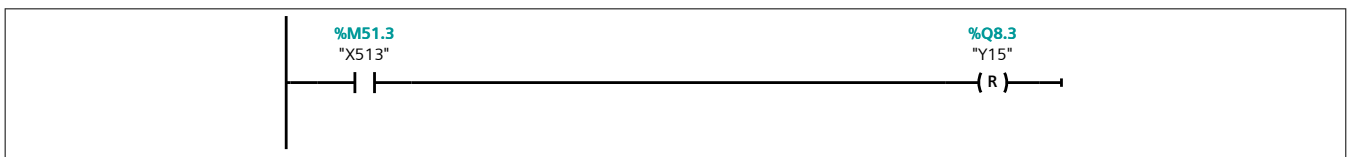
**Segmento 11:**



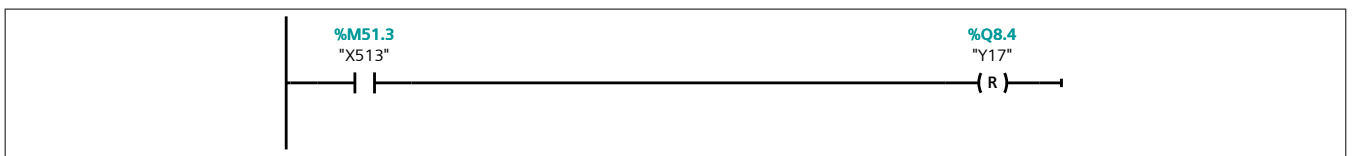
**Segmento 12:**



**Segmento 13:**



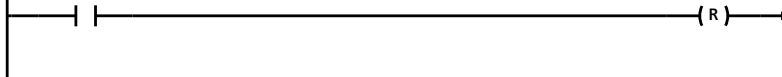
**Segmento 14:**



**Segmento 15:**

%M51.3  
"X513"

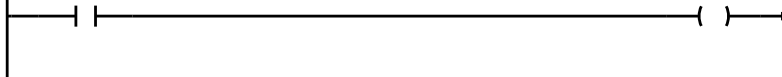
%Q8.6  
"Y19"



**Segmento 16:**

%M50.2  
"X502"

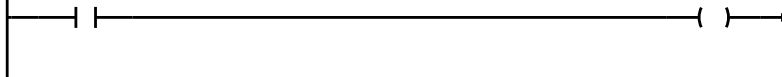
%Q0.0  
"Bomba"



**Segmento 17:**

%M50.4  
"X504"

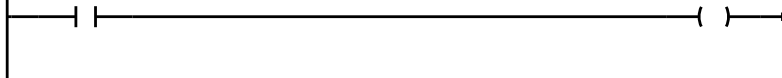
%Q0.0  
"Bomba"



**Segmento 18:**

%M50.6  
"X506"

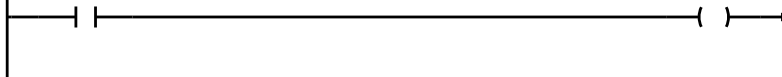
%Q0.0  
"Bomba"



**Segmento 19:**

%M51.0  
"X510"

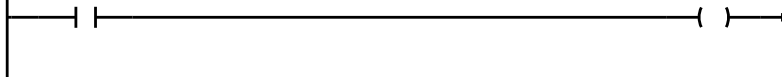
%Q0.0  
"Bomba"



**Segmento 20:**

%M51.2  
"X512"

%Q0.0  
"Bomba"





# **DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PRETRATAMIENTO DEL AGUA PARA LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA EN UNA CERVECERÍA**

## **DOCUMENTO Nº 3 PLIEGO DE CONDICIONES**

**AUTOR:** Ulises Verdejo Villalón  
**TUTOR:** Oscar Trull Domínguez  
**COTUTOR:** Angel Peiró Signes

Curso académico: **2018-19**



## Tabla de contenidos

<b>1. Definición y alcance del pliego .....</b>	<b>45</b>
<b>2. Condiciones y normas de carácter general .....</b>	<b>45</b>
<b>3. Condiciones y normas particulares .....</b>	<b>45</b>
3.1. Especificación técnica .....	45
3.1.1. Objeto .....	45
3.1.2. Condiciones de los Materiales.....	45
3.1.3. Condiciones de la Ejecución .....	49
3.1.4. Pruebas de servicio.....	49
3.1.4.1. Pruebas particulares.....	49
3.1.4.2. Pruebas generales .....	49
<b>4. Operación.....</b>	<b>49</b>
<b>5. Mantenimiento.....</b>	<b>50</b>





## 1. Definición y alcance del pliego

El objeto de este pliego es indicar las condiciones mínimas, tanto a nivel general como a nivel particular, que debe cumplir la instalación del sistema automatizado de tratamiento de agua y control de llenado y temperatura de los tanques para la fábrica de cerveza de la empresa Fernández Pons, ubicada en la Avenida del Escultor Andreu Alfaro, 46110 Godella, Valencia.

Queda en manos de la empresa promotora la contratación de una empresa instaladora que ejecute el proyecto.

## 2. Condiciones y normas de carácter general

En cuanto a la normativa vigente que afecta al desarrollo del proyecto, hay que tener en cuenta las siguientes normas de carácter general:

**Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto, publicado el 18 septiembre 2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

**Real Decreto 1215/1997**, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

**UNE 21031:2017**, de julio de 2017, es la norma española sobre *Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Cables de utilización general. Cables flexibles con aislamiento termoplástico (PVC) de más de 5 conductores.*

## 3. Condiciones y normas particulares

Una vez vistos los aspectos de carácter general que intervienen en la realización del proyecto, pasamos a concretar las normas aplicables referentes a la elaboración de cerveza:

**Ley 17/2011**, de 5 de julio, de seguridad alimentaria y nutrición.

**Real Decreto 678/2016**, de 16 de diciembre, por el que se aprueba la norma de calidad de la cerveza y de las bebidas de malta.

### 3.1. Especificación técnica

#### 3.1.1. Objeto

La presente especificación técnica se refiere a la instalación del sistema automatizado de ...

Quedan excluidos de este pliego de condiciones por no formar parte del proyecto todos los trabajos de albañilería necesarios para la ejecución de las canalizaciones e instalación de la estructura eléctrica, que deberán ser objeto de especificación aparte y responsabilidad de la empresa que realice la instalación.

#### 3.1.2. Condiciones de los Materiales

En caso de que se indiquen marcas y modelos concretos, esto se hace a modo de ejemplos referenciales y, por lo tanto, no impedirá que se empleen productos diferentes con especificaciones iguales o superiores, previa autorización de la dirección del proyecto o de un representante autorizado de la propiedad.

Se pedirán las fichas técnicas de los equipos para comprobar que los materiales cumplen los estándares exigidos a nivel europeo y los productos deberán cumplir la correspondiente normativa, de ser posible europea. Se exigirá una garantía de 3 años para los productos y de 5 años para los materiales.

La instalación estará compuesta por los siguientes elementos y componentes:

### **Autómata programable (PLC)**



*Figura 8. Siemens SIMATIC S7-1200 CPU 1212C DC/DC/Rly*

*Fuente: [www.automation24.es](http://www.automation24.es)*

Teniendo en cuenta la preferencia de la empresa por dispositivos de la marca Siemens, la mejor opción será un autómata familia SIMATIC S7-1200. Esta familia cumple con los requisitos necesarios de potencia y flexibilidad teniendo en cuenta la complejidad de la aplicación, su velocidad y la posibilidad de añadir hasta 3 módulos de comunicación y otros 2 para ampliación de entradas y salidas. Esto nos asegura poder utilizar el mismo autómata en caso de tener que hacer futuras ampliaciones o mejoras.

En cuanto a la CPU, el programa se ha diseñado empleando una CPU 1212C en su configuración DC/DC/Rly. Esta cuenta con una memoria de trabajo de 75kB y 8 entradas y 6 salidas digitales integradas.

## Módulo de entradas y salidas

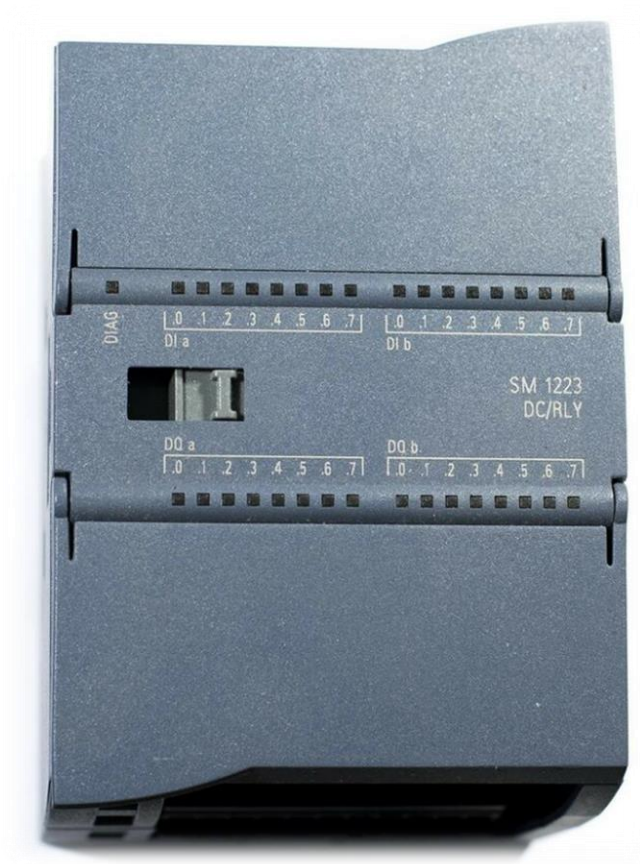


Figura 9. Siemens SM 1223 DI16/DQ16 x relé

Fuente: [www.ebay.com](http://www.ebay.com)

Son necesarias un total de 7 entradas digitales, 1 entrada analógica para la temperatura y 14 salidas digitales. Aunque el PLC es capaz de cubrir todas las entradas necesarias, pero son necesarias 8 salidas más. Para que el módulo de entradas y salidas pueda ser usado en caso de ampliación de la instalación, se escoge uno con 16 entradas y salidas digitales.

El programa se ha diseñado configurando un módulo Siemens SM 1223 DI16/DQ16 x relé

## Pantalla táctil HMI



Figura 10. KTP700 Basic PN

Fuente: [www.automation24.es](http://www.automation24.es)

Para controlar la instalación y poder monitorizar tanto la temperatura como el llenado de los depósitos se emplea un panel táctil Siemens KTP700 Basic PN. El panel cuenta con una pantalla táctil de 800 x 480 píxeles TFT de 7", 8 teclas de función, comunicación PROFINET y se puede configurar con Win CC.

## Dispositivos de mando y protección

Todos los materiales eléctricos deberán cumplir la normativa vigente y llegar a los estándares de calidad europeos. Se comprobará en las fichas técnicas que cumplen con las normativas indicadas en la tabla.

Producto	Norma de aplicación
Envoltorio cuadro general (uso doméstico o análogo) <sup>(1)</sup>	UNE 20451
Envoltorio cuadro general y conjuntos de apartamentada (uso industrial) <sup>(2)</sup>	UNE-EN 50298
Conjunto de apartamentada <sup>(2)</sup>	UNE-EN 60439-3
Interruptor de control de potencia	UNE 20317
Interruptores automáticos (uso doméstico o análogo)	UNE-EN 60898
Interruptores automáticos con capacidad de seccionamiento (uso industrial)	UNE-EN 60947-2
Interruptores diferenciales (uso doméstico o análogo)	UNE-EN 61008
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobrecorrientes incorporado (uso doméstico o análogo)	UNE-EN 61009
Interruptores diferenciales (uso industrial)	UNE-EN 60947-2
Fusibles	UNE-EN 60269-3
Interruptor horario	UNE-EN 61038
Bornes de conexión	UNE-EN 60998

Figura 11. Normativa dispositivos de mando y protección

Fuente: [www.f2i2.net](http://www.f2i2.net)

### 3.1.3. Condiciones de la Ejecución

Referente a todas las partes y elementos de los sistemas, su instalación se realizará cumpliendo con las indicaciones de los planos y siguiendo las bases de funcionamiento establecidas en la memoria. En caso de que no se especifique cómo debe realizarse una instalación y el instalador no disponga de la experiencia o conocimientos suficientes, se seguirán las indicaciones del fabricante tras la aprobación por parte de la dirección del proyecto. En caso de que tampoco se dispongan de indicaciones por parte del fabricante y sea necesario, se podrá consultar a un experto en instalaciones de automatización hidráulica.

### 3.1.4. Pruebas de servicio

A parte de comprobar el correcto funcionamiento de la instalación, el fin de las pruebas es verificar que la obra terminada tiene las características de calidad especificadas en el proyecto y contenidas en estas especificaciones técnicas.

#### 3.1.4.1. Pruebas particulares

- Prueba de funcionamiento de cada dispositivo de forma individual.
- Pruebas de realización de los procesos automatizados por separado.

#### 3.1.4.2. Pruebas generales

- Prueba de la instalación en carga. Comprobación del correcto funcionamiento de todas las partes.
- Comprobación en general de que la instalación cumpla con todos los apartados de este pliego y la reglamentación vigente.

## 4. Operación

Para un correcto uso de la instalación diseñada en este proyecto, se explicará en este punto un resumen de los pasos a seguir, desde que se quiere iniciar un ciclo de producción.

Primero se inicia la preparación para la producción antes de abandonar la fábrica el día previo a la producción.

A la mañana siguiente, con el depósito listo se pulsa “Salir” y desde el Modo Manual se realizan los procesos automatizados de la producción, utilizar según *Hoja de brew*.

Una vez finalizada la producción y llevado el mosto a fermentación, se puede iniciar la limpieza de los depósitos.

Hay que tener en cuenta que para solicitar enviar el mosto a fermentación o realizar un CIP en los depósitos de fermentación, el sistema debe estar en reposo, es decir, no tener ningún modo activo. Esto es necesario porque la bomba tiene que estar disponible para poder ser solicitada desde el PLC de fermentación.

## 5. Mantenimiento

Con el propósito de que todos los sistemas sigan funcionando sin problemas el mayor tiempo posible, se seguirán las siguientes pautas, tanto de mantenimiento preventivo como de mantenimiento correctivo.

En caso de que el fabricante dé indicaciones en el mantenimiento del producto, se deberá seguir de forma adecuada y continua con el objetivo de mantener un correcto funcionamiento del sistema.

### 1. Mantenimiento preventivo

Se mantendrán limpios los elementos de la instalación para evitar fallos en su funcionamiento.

Se comprobará el correcto funcionamiento de la instalación al menos cada tres meses, pueden seguirse los protocolos de pruebas particulares o generales.

### 2. Mantenimiento correctivo

En caso de avería en cualquiera de los elementos que componen los sistemas se informará al fabricante y a un especialista en caso de ser necesario para realizar las reparaciones oportunas.



# **DISEÑO DE LA AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE PRETRATAMIENTO DEL AGUA PARA LA PRODUCCIÓN DE CERVEZA EN UNA CERVECERÍA**

## **DOCUMENTO Nº 4 PRESUPUESTO**

AUTOR: Ulises Verdejo Villalón  
TUTOR: Oscar Trull Domínguez  
COTUTOR: Angel Peiró Signes

Curso académico: **2018-19**







## Tabla de contenidos

<b>1. Introducción.....</b>	<b>55</b>
<b>2. Coste materiales.....</b>	<b>55</b>
<b>3. Coste ingeniería .....</b>	<b>55</b>
<b>4. Coste mano de obra.....</b>	<b>56</b>
<b>5. Coste total .....</b>	<b>56</b>



## 1. Introducción

En este documento se exponen todos los costes de elaboración del proyecto y los costes previsibles para la ejecución del mismo. Se exponen separados según el tipo de coste.

Cabe destacar que adquirir los componentes junto con los necesarios para instalar la parte de Alejandro, permitirá reducir costes al comprar una mayor cantidad.

## 2. Coste materiales

Coste de adquisición de todo los componentes necesarios para la instalación.

DESCRIPCIÓN	REFERENCIA	PRECIO UD.	UDS.	COSTE
PLC	CPU 1212C AC/DC/Rly	277.09 €	1	277.09 €
Módulo IO	SM 1223 DI16/DQ16	279.15 €	1	279.15 €
Panel táctil	KTP700 Basic PN	515.00 €	1	515.00 €
Cable Ethernet		2.00 €	1	2.00 €
Fuente de alimentación	MeanWell DR-120W-24V	60.00 €	1	60.00 €
Seccionador 3P 16A		8.98 €	1	8.98 €
Interruptor magnetotérmico 3P 6A		14.43 €	2	28.86 €
Interruptor magnetotérmico 1P 3A		2.56 €	1	2.56 €
Interruptor		1.89 €	1	1.89 €
Pulsador		3.08 €	1	3.08 €
Seta emergencia		3.11 €	1	3.11 €
Sensor Nivel		120.88 €	2	241.76 €
Sonda temperatura	Pt100	18.22 €	1	18.22 €
Relé simple		7.50 €	11	82.50 €
Relé doble		16.82 €	1	16.82 €
Contactador		26.49 €	1	26.49 €
			<b>TOTAL</b>	<b>1,567.51 €</b>

Tabla 1. Coste materiales

## 3. Coste ingeniería

Desglose del coste de los honorarios de ingeniería por horas. Incluye redacción del proyecto.

DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	TIEMPO (h)	COSTE
Visita a fábrica	60.00 €	4	240.00 €
Análisis	60.00 €	40	2,400.00 €
Diseño	60.00 €	75	4,500.00 €
Programación	60.00 €	30	1,800.00 €
		<b>TOTAL</b>	<b>8,940.00 €</b>

Tabla 2. Coste ingeniería

#### 4. Coste mano de obra

Estimación del coste de la mano de obra, considerando que se contrata un técnico instalador.

DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	TIEMPO (h)	COSTE
Instalación	30.00 €	50	1,500.00 €
Pruebas y puesta en marcha	30.00 €	10	300.00 €
		<b>TOTAL</b>	<b>1,800.00 €</b>

Tabla 3. Coste mano de obra

#### 5. Coste total

Coste total de diseño y ejecución del proyecto.

COSTES	TOTALES
Coste materiales	1,567.51 €
Coste ingeniería	8,940.00 €
Coste mano de obra	1,800.00 €
<b>TOTAL</b>	<b>10,740.00 €</b>

Tabla 4. Coste total



