



Universidad de Oviedo

Pliego de condiciones del Trabajo Fin de Máster realizado por

DAVID MANUEL MANTILLA LÓPEZ

para la obtención del título de

Máster en Ingeniería de Automatización e Informática Industrial

**AUTOMATIZACIÓN DE LA PLANTA PILOTO DE
UHT Y PASTEURIZACIÓN PARA CAPSA FOOD.**

MAYO 2017

Índice

1. Introducción	6
1.1. Identificación del proyecto	6
1.2. Visión general del proyecto	6
1.3. Visión general del documento	6
1.4. Ámbito del documento	6
1.5. Documentos referenciados	6
1.5.1. Documentos del proyecto	7
1.5.2. Documentos externos.....	7
2. Descripción del sistema.....	8
2.1. Elementos automatizados	8
2.1.1. Válvulas	8
2.1.2. Bombas	14
2.1.3. Homogenizador.....	16
2.1.4. Sondas de temperatura	16
2.1.5. Caudalímetro o rotámetro	17
2.1.6. Transductor de presión diferencial	17
2.2. Elementos no automatizados	18
2.2.1. Tanque de alimentación	18
2.2.2. Filtro.....	18
2.2.3. Cámara de expansión o flash – cooler	18
2.2.4. Campana de flujo laminar	19
2.2.5. Multivías	19
2.2.6. Intercambiadores de calor de placas	20
2.2.7. Rosca general de vapor	20
2.2.8. Rosca de agua general.....	20
2.2.9. Llave amarilla encima del homogenizador	21
2.2.10. Roscas zona flashcooler.....	21
2.2.11. Rosca de control de caudal	21
2.2.12. Rosca azul salida de producto.....	22
2.2.13. Llave azul de vapor.....	22
2.2.14. Rosca de control de presión	22
2.2.15. Llaves enfriadores.....	22
2.2.16. Llave “roja” de vapor.....	23
2.2.17. Inyector de vapor	23
3. Diagramas de tuberías e instrumentación P&ID	24
3.1. Microsoft Visio 2013.....	24
3.2. Descripción general del diagrama P&ID.....	24
4. Instalación, planos eléctricos y armario eléctricos.....	26
5. Configuración de señales de E/S.....	27
6. Algoritmos y modos de funcionamiento	28
6.1. Tratamiento directo.....	28
6.1.1. Limpieza inicial	28
6.1.2. Esterilización	29
6.1.3. Producción	30
6.1.4. Limpieza final	30
6.2. Tratamiento indirecto	31
6.2.1. Limpieza inicial	31

6.2.2.	Esterilización	32
6.2.3.	Producción	33
6.2.4.	Limpieza final	33
6.3.	Tratamiento pasteurización.....	34
6.3.1.	Limpieza inicial	34
6.3.2.	Esterilización	35
6.3.3.	Producción	35
6.3.4.	Limpieza final	36
7.	Documentos técnicos generados	37

Índice de ilustraciones

Ilustración 2.1.1-1 Válvula 1: purgador de circuito de condensados	10
Ilustración 2.1.1-2 Válvula 2: vaciado circuito de condensados	10
Ilustración 2.1.1-3 Válvula 3: vapor	11
Ilustración 2.1.1-4 Válvula 4: salida producto/recirculación del producto.	11
Ilustración 2.1.1-5 Válvula 5: purgador esterilización directo	11
Ilustración 2.1.1-6 Válvula 6: producción/circuito de condensados	12
Ilustración 2.1.1-7 Válvula 7: vacío	12
Ilustración 2.1.1-8 Válvula 8: contrapresión	12
Ilustración 2.1.1-9 Válvula 10: entrada a planta/esterilización directo	13
Ilustración 2.1.1-10 válvula 11: válvula de inyección de vapor	13
Ilustración 2.1.1-11 Válvula 12: válvula de inyección de vapor de agua caliente	13
Ilustración 2.1.2-1 Bomba de alimentación N°1 y N°2	14
Ilustración 2.1.2-2 Bomba de agua caliente	15
Ilustración 2.1.2-3 Bomba de vacío	15
Ilustración 2.1.2-4 Bomba de extracción	15
Ilustración 2.1.3-1 Homogenizador	16
Ilustración 2.1.5-1 Caudalímetro	17
Ilustración 2.1.6-1 Transductor de presión diferencial	17
Ilustración 2.2.1-1 Tanque de alimentación	18
Ilustración 2.2.2-1 Filtro	18
Ilustración 2.2.3-1 Cámara de expansión o flash-cooler	19
Ilustración 2.2.4-1 Campana de flujo laminar	19
Ilustración 2.2.5-1 Multivías	20
Ilustración 2.2.7-1 Rosca general de vapor	20
Ilustración 2.2.8-1 Rosca de agua general	21
Ilustración 2.2.9-1 Llave amarilla encima del homogenizador	21
Ilustración 2.2.10-1 Roscas zona flash-cooler	21
Ilustración 2.2.11-1 Rosca de control de caudal	22
Ilustración 2.2.12-1 Rosca azul de salida de producto	22
Ilustración 2.2.13-1 Llave azul de vapor	22
Ilustración 2.2.16-1 Llave roja de vapor	23
Ilustración 2.2.17-1 Inyector de vapor	23

Índice de tablas

Tabla 2.1.1-1 Válvulas.....	10
Tabla 2.1.2-1 Bombas.....	14
Tabla 2.1.4-1 Sondass de temperatura	17
Tabla 3.2-1 Elementos diagrama P&ID	25

1. Introducción

1.1. Identificación del proyecto

Título: Automatización de la planta piloto de UHT y pasteurización para CAPSA FOOD.

Tutor Académico: Ricardo Mayo Bayón.

Autor: David Manuel Mantilla López.

Fecha: mayo 2017.

1.2. Visión general del proyecto

Este proyecto nace de la necesidad de la empresa CAPSA FOOD en renovar y mejorar el control y supervisión de la planta piloto UHT y pasteurización, la cual, es utilizada para realizar pruebas y tratamientos a diferentes productos lácteos y en función de los resultados tomar unas medidas adecuadas para modificarlos, mejorarlos e introducirlos en producción con el fin de situarlos en el mercado.

Con este proyecto, la empresa pretende obtener un desarrollo que permita la integración tecnológica en los tres primeros niveles de la pirámide de automatización. Esta tarea supone inicialmente una evaluación y análisis del funcionamiento, equipamiento y tecnología presentes en la planta piloto, para así definir y realizar una serie de acciones que permitan alcanzar los objetivos propuestos.

1.3. Visión general del documento

En el siguiente documento, se describe la instalación y maquinaria existente correspondiente al contexto de nuestro proyecto, explicando las funciones y características de los equipos que intervienen en este proyecto.

Además, se menciona cada uno de los aspectos técnicos involucrados en el desarrollo del proyecto en donde se describen e incluyen diagramas de proceso P&ID, planos eléctricos y hojas técnicas de equipos hardware seleccionados.

También se reflejan las direcciones de entrada y salida utilizadas en el desarrollo de la programación del PLC, así como los algoritmos de funcionamiento diseñados para el desarrollo del programa de control ejecutando por el PLC.

1.4. Ámbito del documento

Este documento “Pliego de condiciones”, pertenece al trabajo fin de master “Automatización de la planta piloto de UHT y pasteurización para CAPSA FOOD” cuyo autor es David Manuel Mantilla López, alumno del Master en Automatización e informática industrial de la Universidad de Oviedo – Campus Gijón.

1.5. Documentos referenciados

A continuación, se detallan los documentos relacionados con la planificación y el presupuesto de este proyecto.

1.5.1. Documentos del proyecto

No se hace referencia a ningún documento del proyecto.

1.5.2. Documentos externos

No se hace referencia a otro documento externo del proyecto

2. Descripción del sistema

2.1. Elementos automatizados

En este punto del documento se realiza una descripción de los diferentes elementos automatizados en la planta piloto. A todos estos elementos se les ha asignado una dirección de entrada o salida en el PLC.

2.1.1. Válvulas

En la siguiente tabla, se muestra a modo de resumen las diferentes válvulas presentes en la planta, también se indica su nombre, función y tratamiento o tratamientos en las que se utiliza. Cabe destacar que todas las válvulas son de accionamiento eléctrico a excepción de las válvulas de vacío, de contrapresión y de la inyección de vapor de agua caliente. Todas las válvulas, a excepción de las reguladoras (V11 y V12) y de las válvulas V7 y V8 son de tres vías, lo que implica, que dependiendo de su posición se selecciona un circuito u otro.

Válvula	Nombre	Función	Directo	Indirecto	Pasteurización
V1	Purgador de circuito de condensados	Purgar el circuito de condensado de la planta piloto. En caso de que se generen condensados en el circuito de vacío, se purgan y de este modo no baja la temperatura de esterilización.	x	-	-
V2	Vaciado circuito de condensados	Vacía el circuito de condensados presente en la planta piloto.	x	-	-
V3	Vapor	Permite introducir vapor en la planta piloto para inyectar vapor y esterilizar la leche	x	-	-
V4	Salida producto/recirculación del producto.	Dependiendo de su posición el producto se extraerá por cabina o se recirculará al tanque de alimentación	x	x	x

Válvula	Nombre	Función	Directo	Indirecto	Pasteurización
V5	Purgador esterilización directo	Purgar el circuito de la planta piloto. En caso de que se generen condensados en el circuito, se purgan y de este modo no baja la temperatura de esterilización.	x	x	x
V6	Producción/ circuito de condensados	Permite seleccionar el circuito que se utiliza en el tratamiento.	x	x	x
V7	Vacío	Situada antes de la bomba de vacío. Una vez abierta y activada la bomba mencionada permite extraer el vapor de la cámara de expansión.	x	-	-
V8	Contrapresión	Permite mantener una sobrepresión para alcanzar la temperatura deseada en el circuito.	x	x	x
V10	Entrada a planta/ esterilización directo	Permite la entrada de producto a la planta. Se cierra para evitar que se pierda el vapor cuando se esteriliza la planta	x	x	x
V11	Válvula de inyección de vapor	Con esta válvula de aguja se puede regular la cantidad de vapor que se inyecta en la planta piloto con el fin de obtener la temperatura deseada	x	-	-

Válvula	Nombre	Función	Directo	Indirecto	Pasteurización
V12	Válvula de inyección de vapor de agua caliente	Con esta válvula se puede regular la cantidad de vapor que se inyecta al calentador 1 para alcanzar la temperatura deseada del agua caliente	x	x	x

Tabla 2.1.1-1 Válvulas

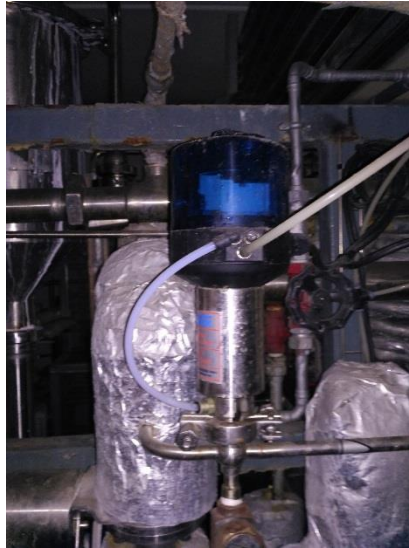


Ilustración 2.1.1-1 Válvula 1: purgador de circuito de condensados



Ilustración 2.1.1-2 Válvula 2: vaciado circuito de condensados



Ilustración 2.1.1-3 Válvula 3: vapor



Ilustración 2.1.1-4 Válvula 4: salida producto/recirculación del producto.



Ilustración 2.1.1-5 Válvula 5: purgador esterilización directo



Ilustración 2.1.1-6 Válvula 6: producción/circuito de condensados



Ilustración 2.1.1-7 Válvula 7: vacío



Ilustración 2.1.1-8 Válvula 8: contrapresión



Ilustración 2.1.1-9 Válvula 10: entrada a planta/esterilización directo



Ilustración 2.1.1-10 válvula 11: válvula de inyección de vapor



Ilustración 2.1.1-11 Válvula 12: válvula de inyección de vapor de agua caliente

2.1.2. Bombas

En la siguiente tabla, se muestra a modo de resumen las diferentes bombas presentes en la planta piloto, también se indica su nombre, función y tratamiento o tratamientos en las que se utiliza. Las características técnicas de estas bombas como son la potencia y la intensidad se muestran en el documento “Esquemas eléctricos” presente en este mismo proyecto.

Bombas	Nombre	Función	T.Directo	T.Indirecto	Pasteurización
B1	Bomba de alimentación nº1	Mueve el producto a través de los diferentes circuitos de la planta piloto	x	x	x
B2	Bomba de alimentación nº2	Mueve el producto a través de los diferentes circuitos de la planta piloto	-	x	x
B3	Bomba de agua caliente	Se utiliza para que el calentador 1 obtenga la temperatura deseada	x	x	x
B4	Bomba de vacío	Permite realizar la extracción de vapor del flashcooler	x	-	-
B5	Bomba de extracción	Permite extraer producto del flashcooler	x	-	-

Tabla 2.1.2-1 Bombas



Ilustración 2.1.2-1 Bomba de alimentación N°1 y N°2



Ilustración 2.1.2-2 Bomba de agua caliente

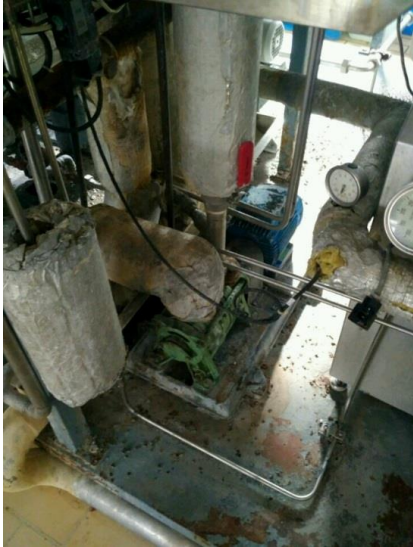


Ilustración 2.1.2-3 Bomba de vacío



Ilustración 2.1.2-4 Bomba de extracción

2.1.3. Homogenizador

Permite homogeneizar el producto sometándolo a una presión determinada. Posee un variador de frecuencia y dos cuerpos. En el primer cuerpo se regula la presión y en el segundo se aportan los bares restantes que no se pudieron añadir en el primero. En modo automático, controla la presión diferencial establecida en la tubería de salida del flash-cooler y dependiendo del valor de la presión diferencial en esta, el homogeneizador actuará más o menos rápido. Si el diferencial de presión aumenta, la velocidad del homo aumenta. En caso contrario, esta velocidad disminuye.



Ilustración 2.1.3-1 Homogenizador

2.1.4. Sondas de temperatura

A continuación, se muestra una tabla a modo de resumen de las sondas presentes en la planta piloto. Todas ellas son termo resistencias PT100, de 4 hilos, con un rango de medición de -50 a 200 °C.

Sonda	Nombre	Función
TT1	Vapor	Permite obtener la temperatura que posee el vapor antes de inyectarlo en el producto
TT2	Salida calentador 1	Permite obtener la temperatura que posee el producto después de atravesar el calentador 1
TT3	Salida bomba de extracción	Permite obtener la temperatura que posee el producto a la salida de la bomba de extracción
TT4	Salida enfriador 2	Permite obtener la temperatura que posee el producto a la salida del enfriador 2
TT5	Agua caliente	Permite obtener la temperatura que posee el agua caliente
TT6	Entrada enfriador 1	Permite obtener la temperatura que posee el producto en la entrada al enfriador 1
TT7	Entrada homogenizador	Permite obtener la temperatura que posee el producto en la entrada al homogenizador
TT8	Bomba de alimentación	Permite obtener la temperatura que posee el producto a la salida del tanque de alimentación
TT9	Recirculación	Permite obtener la temperatura que posee el producto cuando se recircula
TT10	Llenado de producto	Permite obtener la temperatura que posee el producto cuando se envasa

Sonda	Nombre	Función
TT11	Inyección de vapor	Permite obtener la temperatura que posee el producto cuando se le inyecta vapor

Tabla 2.1.4-1 Sondas de temperatura

2.1.5. Caudalímetro o rotámetro

Este elemento permite la medida de flujos volumétricos hasta 1000 L/h. Está situado después de la bomba de la alimentación con el fin de controlar el caudal que esta nos proporciona. A continuación, se muestra su ubicación en la planta piloto.



Ilustración 2.1.5-1 Caudalímetro

2.1.6. Transductor de presión diferencial

En la planta piloto, existe un transductor de presión diferencial. Con este se controla el nivel en la tubería de extracción de la cámara de expansión y en función del nivel proporcionado por el transductor el homogeneizador trabajará más o menos rápido.



Ilustración 2.1.6-1 Transductor de presión diferencial

2.2. Elementos no automatizados

En este punto del documento se realiza una descripción de los diferentes elementos no automatizados en la planta piloto. El operario que esté trabajando con la planta piloto interactúa de forma manual con ellos.

2.2.1. Tanque de alimentación

Tanque de acero inoxidable para la recepción de producto. Posee una capacidad máxima de 200L.



Ilustración 2.2.1-1 Tanque de alimentación

2.2.2. Filtro

Permite filtrar el producto antes de realizar el bombeo de producto a la planta piloto.



Ilustración 2.2.2-1 Filtro

2.2.3. Cámara de expansión o flash – cooler

Permite enfriar el producto a una temperatura determinada. El vapor se extrae de la cámara de expansión mediante una bomba de vacío y el producto se extrae con una bomba centrífuga. A continuación, se muestra su ubicación en la planta piloto.



Ilustración 2.2.3-1 Cámara de expansión o flash-cooler

2.2.4. Campana de flujo laminar

Permite realizar el envasado aséptico del producto. A continuación, se muestra su ubicación en la planta piloto.



Ilustración 2.2.4-1 Campana de flujo laminar

2.2.5. Multivías

Permite la conexión entre diferentes elementos de la planta piloto para realizar distintos tratamientos en esta. A continuación, se muestra su ubicación en la planta piloto.



Ilustración 2.2.5-1 Multivías

2.2.6. Intercambiadores de calor de placas

En la planta piloto existen dos cambiadores de calor de placas, uno utilizado para calentar y otro para enfriar. Estos dos cambiadores de calor poseen dos cuerpos para lograr un ajuste más preciso de la temperatura.

Para el calentador 1 (primer cuerpo del cambiador de placas de calor caliente) se calienta el producto con agua caliente, mientras que en el segundo se realiza con vapor. Por lo tanto, el precalentamiento se puede realizar con vapor y/o con agua caliente. El vapor viene de red y el agua caliente se obtiene mezclando vapor y agua en un calderín. El agua caliente es así obtenida y una vez que ha pasado por el cambiador de calor es recirculada al principio para ser mezclada de nuevo con vapor. Para el enfriador, el enfriamiento se puede realizar con agua de red o con agua fría.

2.2.7. Rosca general de vapor

Permite introducir vapor de forma general a la planta piloto. Si esta rosca no está abierta no se conseguirá calentar la planta piloto, lo que implica, que no se podrá trabajar con esta.



Ilustración 2.2.7-1 Rosca general de vapor

2.2.8. Rosca de agua general

Permite introducir agua de forma general a la planta piloto. Si esta rosca no está abierta no se conseguirá realizar la fase de precalentamiento en la planta piloto, lo que implica, que no se podrá trabajar con esta.

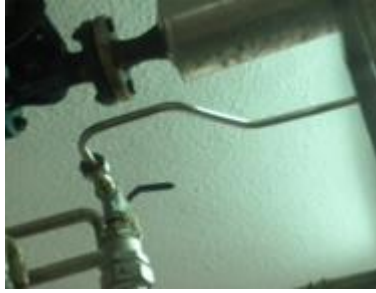


Ilustración 2.2.8-1 Rosca de agua general

2.2.9. Llave amarilla encima del homogenizador

Permite introducir agua al homogenizador para refrigerar sus pistones.



Ilustración 2.2.9-1 Llave amarilla encima del homogenizador

2.2.10. Roscas zona flashcooler

Estas roscas, dependiendo de su posición, sirven para meter agua al circuito de vacío y condensar el vapor que se está extrayendo en producción UHT directo.

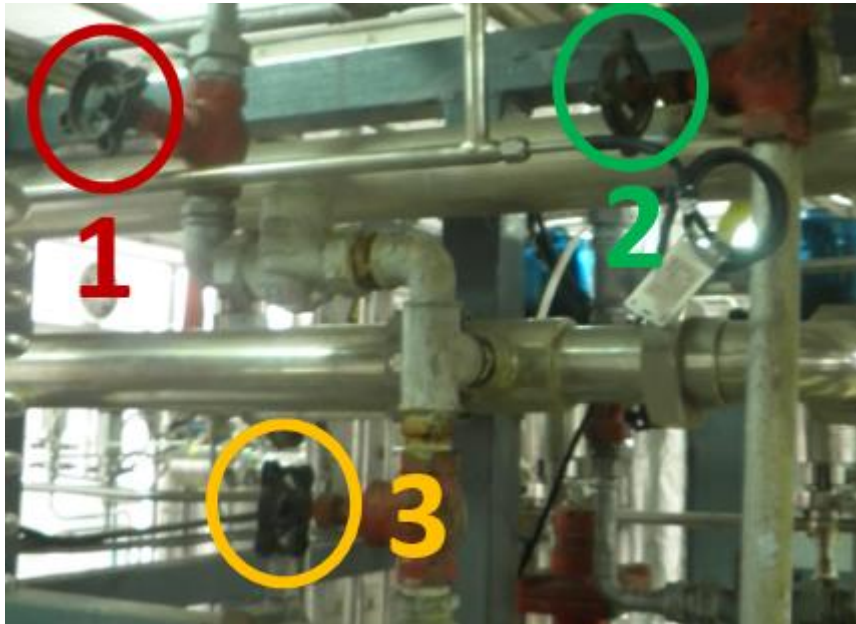


Ilustración 2.2.10-1 Roscas zona flash-cooler

2.2.11. Rosca de control de caudal

Permite controlar el caudal que proporcionan las bombas de alimentación. Para ello se ha realizado un empalme en T de tal modo que cuando la rosca está completamente cerrada llega todo el producto a la planta, mientras que, si esta está parcialmente o totalmente abierta, el producto se desvía mediante otra tubería a desagüe o al tanque de alimentación.



Ilustración 2.2.11-1 Rosca de control de caudal

2.2.12. Rosca azul salida de producto

Con esta rosca se controla la extracción de producto de la planta piloto. Si esta está completamente abierta no llegará producto agua abajo, mientras que, si está parcialmente o totalmente cerrada, llegará el producto o parte de este al tanque de alimentación en caso de estar V4 en recirculación o a desagüe en caso de estar V4 en salida de producto.



Ilustración 2.2.12-1 Rosca azul de salida de producto

2.2.13. Llave azul de vapor

Permite vaciar y llenar botellas hacia la campana de flujo laminar.



Ilustración 2.2.13-1 Llave azul de vapor

2.2.14. Rosca de control de presión

Permite controlar la presión con la que se realiza la regulación de la válvula de inyección de vapor de agua caliente. Conviene dejarla siempre en torno a 2.9 bar y no modificar su valor.

2.2.15. Llaves enfriadores

Permite introducir agua de red o agua helada a los enfriadores (para enfriar la leche después del enfriamiento). Se escoge agua helada cuando se quiere bajar la temperatura de llenado a menos de 20 °C (por ejemplo, con natas)

2.2.16. Llave “roja” de vapor

Permite inyectar vapor al segundo cuerpo del intercambiador de calor (calentador 2).



Ilustración 2.2.16-1 Llave roja de vapor

2.2.17. Inyector de vapor

Permite inyectar vapor a la leche.



Ilustración 2.2.17-1 Inyector de vapor

3. Diagramas de tuberías e instrumentación P&ID

En este apartado se muestra una descripción en detalle del diagrama P&ID desarrollado, explicando minuciosamente el esquema de conexión y equipos instalados para realizar el o los diferentes procesos.

3.1. Microsoft Visio 2013

Para realizar la descripción del circuito de tuberías y equipos utilizados la planta piloto, se optó por utilizar el software Microsoft Visio, ya que permite crear de forma rápida los diagramas P&ID arrastrando las diferentes formas de equipos de ingeniería de proceso hasta la página de dibujo, conectarlos entre sí.

3.2. Descripción general del diagrama P&ID

La planta piloto cuenta con los diferentes elementos expuestos anteriormente. La conexión de estos elementos mediante el multivias permite llevar a cabo diferentes tratamientos.

En el P&ID desarrollado se muestra la conexión de los diferentes elementos presentes en la planta piloto. En esta, únicamente tendremos sondas de temperatura, válvulas, bombas, intercambiadores de calor, caudalímetros y tanques representados. En la siguiente tabla se muestra a modo de resumen en que tratamiento se utiliza cada elemento.

Designación	Elemento	Tratamiento directo	Tratamiento indirecto	Pasteurización
B1	Bomba de alimentación 1	SI	SI	SI
B2	Bomba de alimentación 2	NO	SI	SI
B3	Bomba de agua caliente	SI	NO	NO
B4	Bomba de extracción	SI	NO	NO
B5	Bomba de vacío	SI	NO	NO
H1	Homogenizador	SI	SI	SI
T1	Tanque de alimentación	SI	SI	SI
T2	Calderín	SI	SI	SI
T3	Flash-cooler	SI	NO	NO
P1	Calentador 1	SI	SI	SI
P2	Calentador 2	NO	SI	SI
P3	Enfriador 1	SI	SI	SI
P4	Enfriador 2	SI	SI	SI
P5	Enfriador 3	SI	SI	SI
V1	Purgador circuito de condensados	SI	NO	NO
V2	Vaciado del circuito de condensados	SI	NO	NO
V3	Vapor	SI	NO	NO
V4	Salida producto/recirculación producto	SI	SI	SI

Designación	Elemento	Tratamiento directo	Tratamiento indirecto	Pasteurización
V5	Purgador esterilización directo	SI	SI	SI
V6	Producción/Cirucito de condensados	SI	SI	SI
V7	Vacio	SI	NO	NO
V8	Contrapresión	SI	SI	SI
V10	Entrada a planta/Esterilización directo	SI	SI	SI
V11	Válvula de inyección de vapor de agua caliente	SI	SI	SI
V12	Válvula de inyección de vapor	SI	NO	NO
TT1	Vapor	SI	NO	NO
TT2	Salida calentador 1	SI	SI	SI
TT3	Salida bomba de extracción	SI	NO	NO
TT4	Salida enfriador 2	SI	SI	SI
TT5	Agua caliente	SI	SI	SI
TT6	Entrada enfriador 1	SI	SI	SI
TT7	Entrada homogenizador	SI	SI	SI
TT8	Bomba de alimentación	SI	SI	SI
TT9	Recirculación	SI	SI	SI
TT10	Llenado de producto	SI	SI	SI
TT11	Inyección de vapor	SI	NO	NO
FIT1	Caudalímetro	SI	SI	SI
PT1	Transductor de presión diferencial	SI	SI	SI

Tabla 3.2-1 Elementos diagrama P&ID

Para más información consultar la sección “Diagramas &ID” de esta documentación para identificar que señales se han implementado en este proyecto.

4. Instalación, planos eléctricos y armario eléctricos

Para esta parte del proyecto se llevó a cabo la subcontratación de la empresa ELECTROASTUR SL. El primero paso para la realización de la obra fue conocer los elementos de la planta piloto, su conexión y características con el fin de realizar los planos eléctricos y actualizar el armario eléctrico.

Una vez elaborados y depurados los errores presentes en los planos eléctricos se llevó a cabo la obra que consistía en cambiar el armario eléctrico antiguo a uno actual que incorpora un PLC para poder llevar a cabo la automatización de la planta piloto. Después de su actualización se llevó a cabo la puesta en marcha, donde se comprobaba el correcto giro de bombas y apertura de las válvulas.

Para más información consultar la sección “Planos Eléctricos” de esta documentación para identificar que señales se han implementado en este proyecto.

5. Configuración de señales de E/S

Al llevar la actualización del cuadro eléctrico e incorporar un PLC surgen unas señales de E/S a este. Para más información consultar la sección “Señales de Entrada/Salida” de esta documentación para identificar que señales se han implementado en este proyecto.

6. Algoritmos y modos de funcionamiento

El desarrollo de algoritmos para describir los distintos modos de funcionamiento en cada uno de los procesos nos brinda diversos beneficios.

En primer lugar, permitió elaborar una base de referencia para la programación de control realizado por el PLC y el HMI desarrollados en este proyecto.

En segundo lugar, nos permitió verificar el comportamiento real de la planta piloto durante el proceso de puesta en marcha y durante las pruebas de depuración de errores de programación.

6.1. Tratamiento directo

6.1.1. Limpieza inicial

- a) Para iniciar la limpieza inicial en modo directo debe de estar activo el modo automático, no debe de estar iniciado ninguno de los otros tratamientos y el operario debe de pulsar el botón de inicio de producción directo.
- b) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de comprobar las conexiones del multivias.
- c) Realizado el paso anterior, Mostrar un mensaje que indique al operador que debe de montar el filtro debajo del tanque de llenado.
- d) Realizado el paso anterior, Mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir aire (rosca debo del armario eléctrico).
- e) Realizado el paso anterior, Mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir vapor y agua general.
- f) Realizado el paso anterior, Mostrar un mensaje que indique al operador que debe de llenar tanque de alimentación con agua de la manguera.
- g) Realizado el paso anterior, realizar un arranque progresivo de las bombas de alimentación, de agua caliente y de extracción.
- h) Realizado el paso anterior, arrancar el homogenizador en modo manual al 100% de su velocidad para que arrastre bien el producto y pasado un minuto se cambia a automático.
- i) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir vapor (llave amarilla encima del homo).
- j) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de colocar las llaves zona flash-cooler de la siguiente manera: 1 y 2 cerradas; 3 un poco abierta.
- k) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de encender campana de flujo laminar y abrir la rosca azul al máximo.
- l) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir el caudal de la bomba de alimentación al máximo.
- m) Realizado el paso anterior, se abre V8 y se procede a aclarar los dos circuitos de producción y condensados alternando la posición de V6.
- n) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de añadir SOSA al 2%

- o) Realizado el paso anterior, dejar pasar unos pocos minutos en ese estado y recircular. Para recircular cerrar V4 y mostrar un mensaje que indique al operador que debe cerrar la rosca azul de la campana
- p) Realizado el paso anterior, cerrar V4 y mostrar un mensaje que indique al operador que debe de comprobar que sale producto por la recirculación del tanque.
- q) Realizado el paso anterior, dejar aproximadamente 15-20 minutos por cada circuito (producción y condensados) alternando la posición de V6.
- r) Realizado el paso anterior, vaciar por cabina. Para ello abrir V4 y mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir rosca azul de la campana.
- s) Realizado el paso anterior, aclarar bien con agua los dos circuitos alternando la posición de V6.
- t) Realizado el paso anterior, apagar la bomba de agua caliente para enfriar la planta y mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar vapor (llave amarilla encima del homogenizador).
- u) Pasar abundante agua fría por los circuitos y cuando la temperatura del agua caliente esté por debajo de los 40°C, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de añadir ácido nítrico.
- v) Realizado el paso anterior, proceder igual que se hizo con la SOSA (dejar pasar unos minutos, recircular y pasar por ambos circuitos durante 15 minutos).
- w) Vaciar por cabina y aclarar muy bien con agua fría ambos circuitos alternando la posición de V6.
- x) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir de nuevo el vapor (llave amarilla encima del homogenizador)
- y) Encender bomba de agua caliente.

6.1.2. Esterilización

- a) Una vez finalizada la limpieza inicial se da paso a la esterilización, en la cual se sitúa la válvula V6 en producción.
- b) Realizado el paso anterior cerrar V8.
- c) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar rosca de salida de producto de la campana (llave azul: caudal).
- d) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir llave azul del vapor.
- e) Realizado el paso anterior, abrir V1.
- f) Realizado el paso anterior, abrir V7 un minuto y volver a cerrar para purgar los condensados.
- g) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir inyector de vapor.
- h) Realizado el paso anterior, abrir V3 para que el vapor llegue al producto.
- i) Realizado el paso anterior, cambiar el setpoint de la temperatura de inyección de vapor a 152°C.
- j) Si no se alcanza la temperatura jugar con el estado de V8, V10, V5 y de la bomba de alimentación.
- k) Esperar a que la temperatura de salida del enfriador y temperatura de extracción sean superiores a 90°C y pulsar inicio de esterilización y esperar 30 minutos aproximadamente en este estado.

6.1.3. Producción

- a) Una vez finalizada la esterilización se da paso a la producción, en la cual inicialmente hay que mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir los enfriadores.
- b) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar el vapor (llave amarilla encima del homo).
- c) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cambiar válvulas 1, 2 y 3 del flash cooler: 1 y 2 un poco abiertas; 3 cerrada.
- d) Realizado el paso anterior, cerrar V1 y abrir V7.
- e) Realizado el paso anterior, encender bomba de vacío.
- f) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de ajustar el caudal entre 1,5 L/h y 3L/h tanteando con la temperatura de inyección de vapor.
- g) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de esperar a que establezca el caudal a temperaturas $> 150^{\circ}\text{C}$ (jugar con el caudal para conseguir la temperatura). Es preferible dejarlo un poco alto, porque luego al pasar producto siempre tiende a bajar por la viscosidad.
- h) Realizado el paso anterior, encender el homo, a una velocidad del 50%, y ponerle la presión que se quiera para la prueba: (ponerle menos de la que se quiere porque al cambiar a automático puede aumentar)
- i) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir rosca azul de la campana de salida del producto y cerrar la llave azul del vapor.
- j) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de pasar las pruebas por la planta en un orden establecido de llenado (preferiblemente se dejará para el final las aromatizadas y las más grasas para evitar arrastres o interfases entre unas muestras y otras).
- k) Realizado el paso anterior, cambiar el homogenizador a automático (ajustar a la presión deseada una vez que ya hemos cambiado a automático)
- l) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de envasar el producto en condiciones asépticas y mostrar el botón de fin de producción en directo para poder dar paso a la limpieza final.

6.1.4. Limpieza final

- a) Para iniciar la limpieza final el operario debe de pulsar el botón de fin de producción.
- b) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de quitar presión al homo.
- c) Realizado el paso anterior apagar bomba de vacío, cerrar V7 y V3.
- d) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar el inyector de vapor.
- e) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cambiar las válvulas del flash-cooler al estado indicado en la limpieza inicial.
- f) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar los enfriadores.
- g) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir caudal al máximo.
- h) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir vapor (llave a amarilla encima del homo).

- i) Realizado el paso anterior, abrir V8.
- j) Realizado el paso anterior, aclarar bien con agua los dos circuitos alternando la posición de V6.
- k) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de añadir sosa al 2% y limpiar los dos circuitos alternando la posición de V6.
- l) Realizado el paso anterior, aclarar bien con agua los dos circuitos alternando la posición de V6.
- m) Realizado el paso anterior, apagar bomba de agua caliente.
- n) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar llave de vapor (amarilla encima del homo).
- o) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar vapor general (encima de la escalera)
- p) Realizado el paso anterior, esperar a que la temperatura del agua caliente sea inferior a 30°C.
- q) Realizado el paso anterior, apagar el homo.
- r) Realizado el paso anterior, apagar bomba de extracción.
- s) Realizado el paso anterior, apagar bomba de alimentación.
- t) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar agua.
- u) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar aire.
- v) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar llave general.
- w) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de desmontar y limpiar filtro.
- x) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar rosca de la campana.
- y) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de apagar campana.
- z) Realizado el paso anterior, mostrar los distintos botones para iniciar de nuevo los tratamientos.

6.2. Tratamiento indirecto

6.2.1. Limpieza inicial

- a) Para iniciar la limpieza inicial en modo directo debe de estar activo el modo automático, no debe de estar iniciado ninguno de los otros tratamientos y el operario debe de pulsar el botón de inicio de producción indirecto con homogenizar estéril o no estéril.
- b) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de montar el filtro.
- c) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir llave general.
- d) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir aire.
- e) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir vapor y agua general.
- f) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de llenar tanque con agua.

- g) Realizado el paso anterior, encender las bombas de alimentación y la bomb de agua caliente de forma progresiva.
- h) Realizado el paso anterior, encender homo en manual al 100% de velocidad para que empuje bien el producto. Pasado un minuto pasar a automático.
- i) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir vapor (llave amarilla encima del homo).
- j) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de encender la campana.
- k) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir la rosca azul de salida del producto.
- l) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir el caudal de la bomba de alimentación al máximo.
- m) Realizado el paso anterior, abrir V8.
- n) Realizad el paso anterior, situar V6 en producción y aclarar con agua el circuito de producción.
- o) Realizado el paso anterior y una vez que la temperatura de agua caliente es superior a 80°C, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de añadir sosa al 2%, dejar pasar unos pocos minutos y recircular. Para recircular la sosa mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar la rosca azul de la campana, cerrar V4, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de comprobar que sale producto por la recirculación del tanque.
- p) Realizado el paso anterior abrir V4 y mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir la rosca azul de la campana.
- q) Realizado el paso anterior, aclarar bien con agua el circuito de producción.
- r) Realizado el paso anterior, apagar bomba de agua caliente para enfriar la planta.
- s) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar vapor (llave amarilla encima del homo)
- t) Realizado el paso anterior y cuando las temperaturas del agua caliente esté por debajo de 40°C, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de añadir ácido nítrico (600mL).
- u) Proceder igual que se hizo con la sosa (dejar pasar unos minutos, recircular durante 15 minutos). Finalizados los 15 minutos vaciar por cabina y aclarar muy bien con agua.
- v) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir de nuevo el vapor (llave amarilla del homo).
- w) Realizado el paso anterior, encender bomba de agua caliente.

6.2.2. Esterilización

- a) Una vez finalizada la limpieza inicial se da paso a la esterilización, en la cual se sitúa la válvula V6 en producción.
- b) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar rosca azul de la campana y abrir llave azul del vapor.
- c) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar el vapor (llave amarilla encimad el homo).
- d) Realizado el paso anterior, cerrar V8.
- e) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir la llave roja (vapor) (más o menos a la mitad, ir abriendo si las temperaturas no llegan a 130°C).
- f) Abrir y cerrar V8 si no se alcanza la temperatura.
- g) Mantener esterilizando 30 minutos a 130°C.

6.2.3. Producción

- a) Una vez finalizada la esterilización se da paso a la producción, en la cual inicialmente hay que mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir la rosca de la campana y cerrar la llave azul del vapor.
- b) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de fijar el caudal de alimentación aproximadamente en 2,5 L/h.
- c) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de controlar llave roja del vapor para que el producto pase a una temperatura cercana a los 142°C. Esta temperatura se controla en la temperatura de entrada al enfriador 1.
- d) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir enfriador.
- e) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de pasar el producto.
- f) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de envasar en aséptico. Mostrar el botón fin de producción para poder pasar a la limpieza final.

6.2.4. Limpieza final

- a) Una vez pulsado el botón de fin de producción, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de quitar la presión al homo.
- b) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar la llave roja de vapor.
- c) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar el o los enfriadores.
- d) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir vapor (llave amarilla encimad el homo).
- e) Realizado el paso anterior, abrir V8.
- f) Realizado el paso anterior, aclarar el circuito con agua teniendo V6 en producción.
- g) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de añadir SOSA al 2%, dejar pasar unos minutos y recircular durante 15 minutos.
- h) Realizado el paso anterior, aclarar bien con agua.
- i) Realizado el paso anterior, apagar bomba de agua caliente.
- j) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar vapor (llave amarilla encima del homo).
- k) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar vapor general (encima de la escalera)
- l) Realizado el paso anterior, esperar a que la planta enfríe controlando la temperatura de agua caliente. ($T < 30^{\circ}\text{C}$).
- m) Realizado el paso anterior, apagar el homo.
- n) Realizado el paso anterior, apagar bomba de alimentación.
- o) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar agua.
- p) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar aire.
- q) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar llave general.

- r) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de desmontar y limpiar filtro.
- s) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar rosca de la campana.
- t) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de apagar campana.
- u) Realizado el paso anterior, mostrar los distintos botones para iniciar de nuevo los tratamientos.

6.3. Tratamiento pasteurización

6.3.1. Limpieza inicial

- a) Para iniciar la limpieza inicial en modo directo debe de estar activo el modo automático, no debe de estar iniciado ninguno de los otros tratamientos y el operario debe de pulsar el botón de inicio de producción indirecto con homogenizar estéril o no estéril.
- b) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de montar el filtro.
- c) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir llave general.
- d) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir aire.
- e) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir vapor y agua general.
- f) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de llenar tanque con agua.
- g) Realizado el paso anterior, encender las bombas de alimentación y la bomb de agua caliente de forma progresiva.
- h) Realizado el paso anterior, encender homo en manual al 100% de velocidad para que empuje bien el producto. Pasado un minuto pasar a automático.
- i) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir vapor (llave amarilla encima del homo).
- j) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de encender la campana.
- k) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir la rosca azul de salida del producto.
- l) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir el caudal de la bomba de alimentación al máximo.
- m) Realizado el paso anterior, abrir V8.
- n) Realizad el paso anterior, situar V6 en producción y aclarar con agua el circuito de producción.
- o) Realizado el paso anterior y una vez que la temperatura de agua caliente es superior a 80°C, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de añadir sosa al 2%, dejar pasar unos pocos minutos y recircular. Para recircular la sosa mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar la rosca azul de la campana, cerrar V4, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de comprobar que sale producto por la recirculación del tanque.
- p) Realizado el paso anterior abrir V4 y mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir la rosca azul de la campana.

- q) Realizado el paso anterior, aclarar bien con agua el circuito de producción.
- r) Realizado el paso anterior, apagar bomba de agua caliente para enfriar la planta.
- s) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar vapor (llave amarilla encima del homo)
- t) Realizado el paso anterior y cuando las temperaturas del agua caliente esté por debajo de 40°C, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de añadir ácido nítrico (600mL).
- u) Proceder igual que se hizo con la sosa (dejar pasar unos minutos, recircular durante 15 minutos). Finalizados los 15 minutos vaciar por cabina y aclarar muy bien con agua.
- v) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir de nuevo el vapor (llave amarilla del homo).
- w) Realizado el paso anterior, encender bomba de agua caliente.

6.3.2. Esterilización

- a) Una vez finalizada la limpieza inicial se da paso a la esterilización, en la cual se sitúa la válvula V6 en producción.
- b) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar rosca azul de la campana y abrir llave azul del vapor.
- c) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar el vapor (llave amarilla encima del homo).
- d) Realizado el paso anterior, cerrar V8.
- e) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir la llave roja (vapor) (más o menos a la mitad, ir abriendo si las temperaturas no llegan a 130°C).
- f) Abrir y cerrar V8 si no se alcanza la temperatura.
- g) Mantener esterilizando 30 minutos a 130°C.

6.3.3. Producción

- a) Una vez finalizada la esterilización, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir la rosca de la campana y cerrar la llave azul del vapor.
- b) Realizado el paso anterior, situar el setpoint de la temperatura del agua caliente a 65°C
- c) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de tantear con llave roja de vapor para ajustar temperatura.
- d) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de fijar el caudal de aproximadamente 2,5 L/h.
- e) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir el o los enfriadores.
- f) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de ponerle presión al homo.
- g) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de pasar el producto.
- h) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de envasar en aséptico y mostrar el botón de fin de producción para poder dar paso a la limpieza final.

6.3.4. Limpieza final

- a) Una vez finalizada la producción, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de quitar la presión al homo.
- b) Realizado el paso anterior, fijar el setpoint de la temperatura del agua caliente en 85°C.
- c) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar enfriador o enfriadores.
- d) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de abrir el vapor (llave amarilla encima del homo).
- e) Realizado el paso anterior, abrir V8.
- f) Realizado el paso anterior aclarar el circuito con agua, siempre con V6 en producción.
- g) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de añadir SOSA al 2%, dejar pasar unos minutos y recircular cerrando V4 durante 15 minutos.
- h) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de aclarar bien con agua.
- i) Realizado el paso anterior apagar bomba de agua caliente.
- j) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar vapor (llave amarilla encima del homo).
- k) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar vapor general (encima de la escalera)
- l) Realizado el paso anterior, esperar a que la temperatura del agua caliente sea inferior a 30°C.
- m) Realizado el paso anterior, apagar el homo.
- n) Realizado el paso anterior, apagar bomba de alimentación.
- o) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar agua.
- p) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar aire.
- q) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar llave general.
- r) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de desmontar y limpiar filtro.
- s) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de cerrar rosca de la campana.
- t) Realizado el paso anterior, mostrar un mensaje que indique al operador que debe de apagar campana.
- u) Realizado el paso anterior, mostrar los distintos botones para iniciar de nuevo los tratamientos.

7. Documentos técnicos generados

A continuación, se enumeran los documentos técnicos finales generados y obtenidos a partir del proyecto desarrollado:

- Diagrama P&ID del proceso desarrollado con la herramienta software VISIO 2016.
- Planos eléctricos desarrollados por la empresa ELECTROASTUR con la herramienta software Eplan Electric.
- Identificación de señales de E/S desarrollado con la herramienta software Office Excel.
- Diagramas de flujo de modos de funcionamiento principales desarrollado con la herramienta software VISIO 2016.
- Hojas técnicas de equipos de control seleccionados descargados de la página web de Siemens.
- Documento generado por la herramienta TIA PORTAL V13.