

# Proceso de Alpha Laval

## 22.88 Sensores y Actuadores

**Año 2023**

### Trabajo Práctico Final

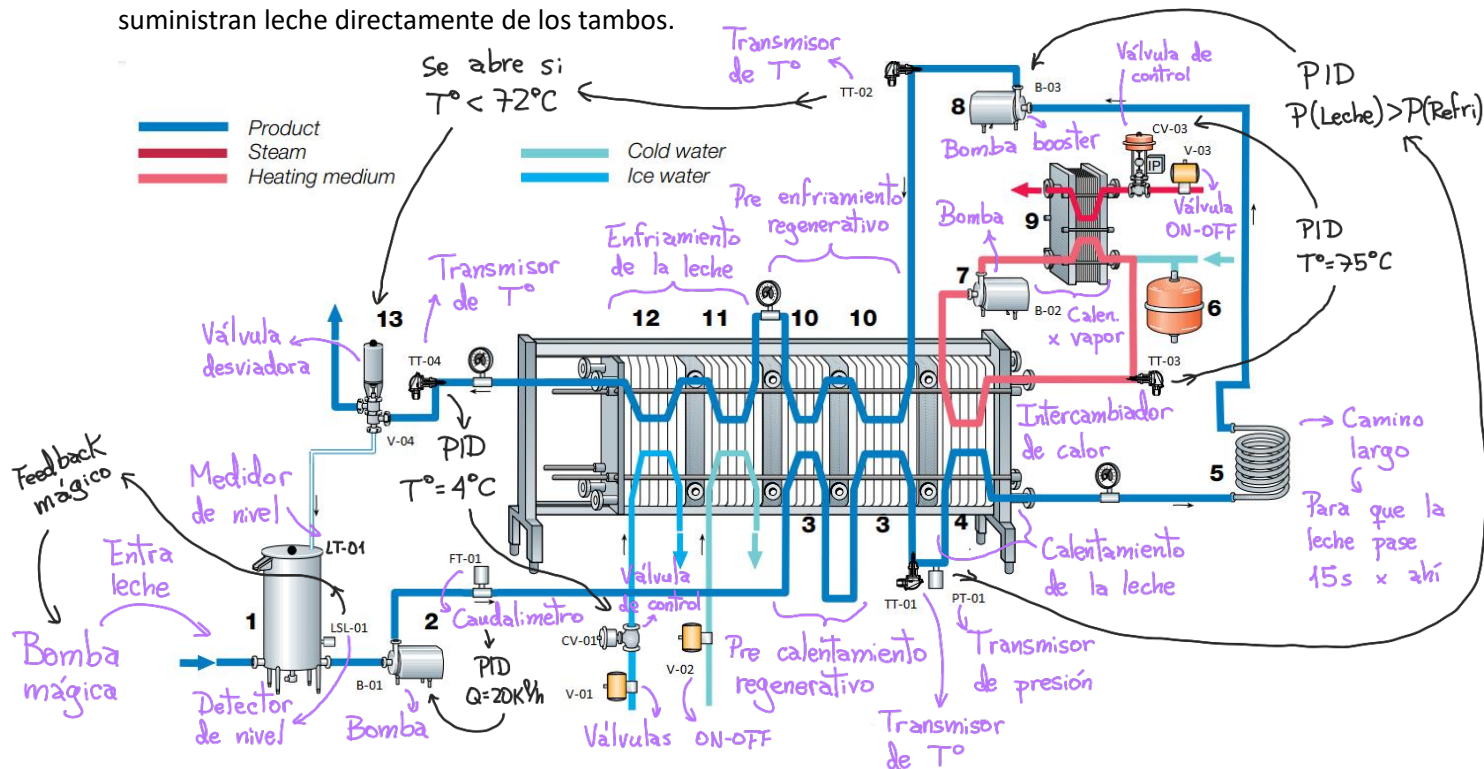
#### Introducción

El presente trabajo práctico consiste en la selección de sensores y actuadores, junto con el desarrollo de un programa de PLC para controlar una línea de pasteurización de leche entera.

El propósito de pasteurizar la leche es destruir todo microorganismo presente en la misma. Para lograr esto, la leche es normalmente calentada a una temperatura no menor a  $72^{\circ}\text{C}$  por 15 segundos y después enfriada rápidamente. Estos parámetros son regulados por la ley y deben cumplirse a rajatabla para asegurar una correcta pasteurización.

- Capacidad de la planta: 20.000 l/h
- Temperaturas objetivo:  $4-72-4^{\circ}\text{C}$
- Temperatura del agua caliente:  $75^{\circ}\text{C}$
- Temperatura del agua fría:  $2^{\circ}\text{C}$

La leche es recibida desde los silos de leche cruda, los cuales son cargados por camiones cisterna que suministran leche directamente de los tambos.



- 1- Tanque balanceador
- 2- Bomba de alimentación
- 3- Sección de precalentamiento regenerativo
- 4- Sección calentamiento con agua caliente
- 5- Tubo de mantenimiento de temperatura
- 6- Tanque de expansión
- 7- Bomba de agua caliente
- 8- Bomba booster

Cañería leche  
↳ Sanitaria y limpiable

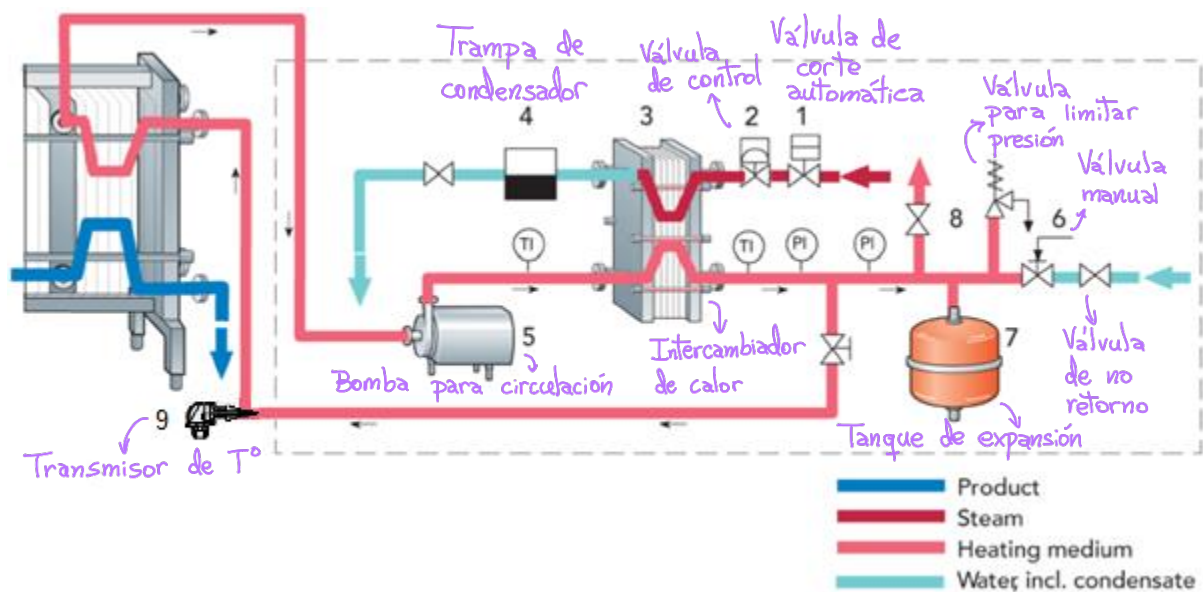
Todo está hecho de  
acero inoxidable

- 9- Intercambiador de calor vapor-agua
- 10- Sección de preenfriamiento regenerativo
- 11- Enfriamiento con agua fría
- 12- Sección de enfriamiento con agua helada
- 13- Válvula desviadora

El largo del tubo de mantenimiento de temperatura es diseñado de manera tal que, al caudal nominal de la planta, la leche permanezca al menos 15 segundos a los 72°C requeridos.

Si por algún motivo la temperatura no alcanzase los 72°C, se deberá abrir la válvula desviadora de manera de no enviar leche no pasteurizada hacia el tanque destino.

El agua caliente necesaria para pasteurizar la leche proviene del siguiente sistema de calentamiento de agua:



Componentes del sistema de calentamiento conectado al pasteurizador:

- 1- Válvula de corte de vapor
- 2- Válvula reguladora de vapor
- 3- Intercambiador de calor
- 4- Trampa de vapor
- 5- Bomba centrífuga
- 6- Válvula manual para llenado del sistema con agua
- 7- Tanque de expansión
- 8- Válvula de seguridad
- 9- Transmisor de temperatura

Una temperatura de agua constante en 75°C deberá ser controlada por el sistema mediante un lazo PID. Como se ha mencionado anteriormente, esta agua será utilizada para calentar la leche hasta 72°C.

Luego del calentamiento, la leche ya pasteurizada se enfría hasta los 4° C y se transfiere a un tanque de maduración. Este enfriamiento consta de 3 etapas:

- Un pre-enfriamiento regenerativo que pre-calienta la leche que ingresa al equipo.

- Un enfriamiento con agua fría.
- Un enfriamiento con agua helada o solución refrigerante a 2°C.

Las cañerías de proceso (en contacto con la leche) y las de agua helada, fría y caliente son todas de acero inoxidable con diámetro DN50, mientras que las cañerías de vapor son de acero al carbono DN75. La instalación es sanitaria solo en aquellas cañerías donde hay contacto con el producto (leche).

El tanque balanceador tiene una altura de 2 metros. El mismo es llenado por un sistema previo (recepción y almacenamiento de leche) que intenta mantener un nivel constante en el mismo de 1,5m. Dicho tanque cuenta con un sensor de nivel bajo que protege a la bomba B-01 y detiene el sistema en caso de indicar vacío.

Al caudal nominal de 20.000 litros/hora, la caída de presión en todo el intercambiador de calor (circuito completo de leche) se estima en 3 bar, mientras que la caída de temperatura en el tubo de mantenimiento de temperatura se estima en 1 bar.

La función de la bomba B-01 es la de regular el caudal, de manera que el mismo sea estable en 20.00 litros/hora.

La función de la bomba B-03 es la de regular la presión medida por PT-01 en una presión constante e igual a 3 bar, de manera tal de evitar posibles contaminaciones de los refrigerantes hacia la leche. En caso de una rotura en el intercambiador, será la leche la que pase al circuito de los refrigerantes y no a la inversa.

La función de la bomba B-02 es la de recircular el agua que circula en el intercambiador de calor. La caída de presión del lado agua caliente del intercambiador de calor es de 2 bar y el caudal requerido para lograr una buena transferencia térmica es de 30 m<sup>3</sup>/h.

## **Desarrollo del Trabajo Práctico**

### **1) Selección de sensores**

Seleccione los siguientes sensores:

- FT-01
- LT-01
- LSL-01
- TT-01, TT-02, TT-03 y TT-04
- PT-01

NOTAS:

- Se deberá indicar el código completo del sensor elegido (no basta con indicar la familia).
- Todos los sensores sanitarios deberán contar con una conexión a proceso del tipo DIN11851, la cual es la más comúnmente utilizada en la industria láctea.
- Los sensores no sanitarios tendrán una conexión a proceso del tipo G1/2"
- Todo el instrumental analógico deberá ser 4-20mA.
- Justifique la elección de cada uno de los instrumentos. Releve atentamente los datos necesarios del enunciado e indique TODAS las características de los sensores elegidos.

Marcas sugeridas: Endress Hauser, Vega e IFM.

## 2) Selección de bombas

Seleccione la bomba B-02 de acuerdo a los datos proporcionados. Si requiere más datos consulte a la catedra.

## 3) Calcular el KV requerido para la válvula CV-03

Calcular el KV considerando un caudal máximo de vapor de 1500kg/h, con una presión de entrada de vapor de 3 bar y una presión de salida de condensado de 0,5 bar.

Seleccionar una válvula del catálogo de Valtol Samson utilizado en clase.

## 4) Selección actuadores

Realice un esquema eléctrico completo del arranque trifásico del variador de velocidad de la bomba B-03. Suponga un variador Danfoss FC-302 de 5kW de potencia y señales convencionales (24VDC digitales y 4-20mA analógicas) para su comando desde el PLC.

## 5) Desarrollo del sistema de control

Se pretende que todo el sistema sea controlado por un PLC Siemens S7-1500 y que su funcionamiento responda a los lineamientos descritos anteriormente.

También se pretende desarrollar una interfaz gráfica en un panel Siemens TP900 Comfort.

Deberán utilizarse los objetos de la librería Basic Process Library v2.4 o superior.

Para el desarrollo del programa se deberá utilizar el software TIA Portal v16 de Siemens.

## 6) Probar el sistema en detalle

Finalizadas las pruebas, realizar una presentación ante la cátedra en la fecha de final donde se expongan los criterios de selección de los equipos junto con el programa desarrollado.

**Link de descarga Instaladores:**

<https://drive.google.com/drive/folders/1cFVTIWDluePpe4szuZXcqgj6S1O3f8Mq?usp=sharing>

## Forma de entrega

- **Puntos 1 a 4:** Se deberá hacer una presentación oral en PowerPoint indicando todos los cálculos y los criterios de selección de sensores y actuadores. **Última fecha de exposición oral y entrega de TP: 30/06/23.**
- **Punto 5 y 6:** Para la fecha de final. Se deberá hacer una presentación y una simulación del programa.