

Simulación de un proceso de enfriamiento de leche con un Intercambiador de placas, con el software UniSim Design R443 y UniSim PHE R440

Montesano, Juan*, Dipietro, Ángel

Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina (UCA). Avenida Alicia Moreau de Justo 1500, CP 1107, C.A.B.A., Argentina

juanmontesano45@gmail.com

RESUMEN.

La simulación es la utilización de un modelo de sistemas, que trata de acercarse más a las características de la realidad, a fin de reproducir la esencia de las operaciones reales. Asimismo, es la una representación de un proceso real, mediante el empleo de un modelo o sistema que reaccione de la manera similar a la que reaccionaría uno real, en un conjunto de condiciones dadas. Una de las áreas en donde tradicionalmente se ha aplicado intensivamente la simulación es en el campo de los procesos industriales y en los sistemas de manipulación de materiales.

En el presente trabajo se propuso como objetivo simular con el UniSim un intercambiador de placas en el proceso estacionario de pasteurización general de leche fluida, con la finalidad de destruir los microorganismos patógenos tomando en cuenta la combinación mínima tiempo/temperatura de 15 segundos a 75°C. Para ello el alumno debió analizar diversas alternativas con el fin de elegir y adoptar la mejor, para el desarrollo del sistema real, procurando que sea la óptima o que por lo menos sea lo suficientemente aproximada. Para ello debió involucrar conocimientos de balances de materia y energía, termodinámica, mecánica de los fluidos, control de procesos y procesos industriales de alimentos. En las asignaturas Procesos Industriales I y II del cuarto año de Ingeniería Industrial se puso en funcionamiento esta metodología de la enseñanza acorde al avance de la informática y de las tecnologías. Como resultado los alumnos demostraron muy buena adaptación y se estima que los progresos han sido interesantes.

Palabras Claves: Simulación, UniSim R443-R440, Pasteurización, Intercambiador de placas, Alumnos

ABSTRACT

The simulation is the use of a systems model, which tries to get closer to the characteristics of reality, in order to reproduce the essence of real operations. It is also a representation of a real process, through the use of a model or system that reacts in a manner similar to that which would react a real one, in a given set of conditions. One of the areas where the simulation has traditionally been applied intensively is in the field of industrial processes and material handling systems.

In the present work, it was proposed to simulate with the UniSim a plate exchanger in the stationary process of general pasteurization of fluid milk, in order to destroy the pathogenic microorganisms taking into account the minimum time / temperature combination of 15 seconds at 75°C. For this, the student had to analyze several alternatives in order to choose and adopt the best, for the development of the real system, trying to be the best or at least approximate enough. To do this, it should have involved knowledge of matter and energy balances, thermodynamics, fluid mechanics, process control and industrial food processes. In the subjects Industrial Processes I and II of the fourth year of Industrial Engineering, this teaching methodology was put into operation according to the progress of information technology and technologies. As a result the students showed very good adaptation and it is estimated that the progress has been interesting

1. INTRODUCCIÓN

Los intercambiadores de calor funcionan sobre la base de la segunda ley de la termodinámica [5], que establece que entre dos cuerpos en contacto a distinta temperatura se produce una transferencia de energía, siempre desde el caliente hacia el frío hasta alcanzar el equilibrio térmico.

Los intercambiadores de placas son los más utilizados en la industria alimentaria ofreciendo las siguientes ventajas:

Proporcionan grandes áreas de transferencia en pequeños espacios

Soportan presiones y temperaturas moderadas y buenas prestaciones de operación y facilidad de mantenimiento (limpieza).

La exactitud de la información que se usó en el modelo fue de gran importancia con el propósito de obtener resultados confiables. El principal punto para la realización del modelo fueron los datos y condiciones más relevantes que podían fundamentar el objetivo del estudio. Lo más importante era tener en claro la relación entre el modelo y el propósito por el cual fue hecho.

El presente trabajo contempló las siguientes especificaciones: simulación en modo rating y estado estacionario del equipo, corrientes mono-componentes en fase líquida, sentido de corrientes contracorriente, constancia de las propiedades de las corrientes a lo largo del intercambiador, y proceso adiabático. Para ello se utilizó los simuladores con licencia de la firma Honeywell con fines académicos y de investigación, no comerciales, que aunque no tiene todas las prestaciones de los simuladores profesionales, permite adentrarse a los estudiantes en este campo aprovechando las posibilidades de personalización e interoperabilidad que ofrece.

Definitivamente se mostró la viabilidad, a nivel académico, de la implementación de una operación unitaria compatible, cubriendo todas las fases y aspectos implicados – epistemológicos, teóricos y práctico – en la elaboración de la misma.

2. PARTE ANALÍTICA

2.1 Modelo Intercambiador, parte estacionaria [1],[2]

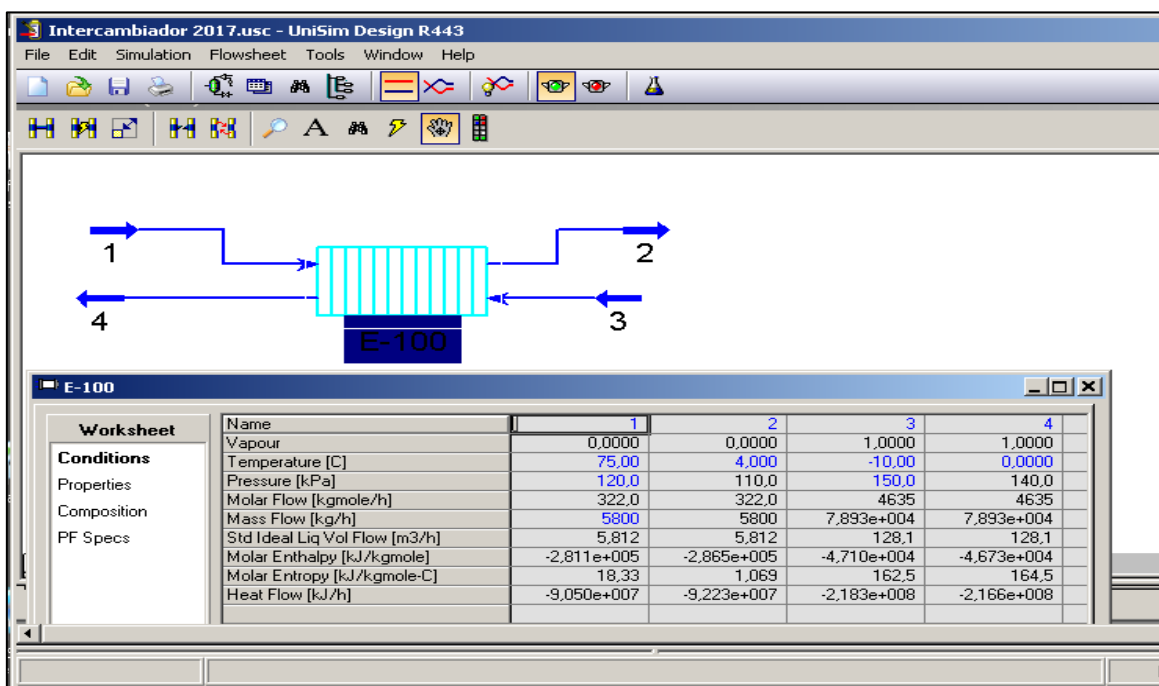


Figura 1. Captura de pantalla con flow ship del intercambiador. Tabla con datos y resultados

Se simuló, un intercambiador (E-100) con una corriente 1 del fluido caliente (leche pasteurizada a a 75°C) y una corriente 3 del fluido frío (amoníaco -10°C y 1,5 bar), que intercambian su calor a través de las placas corrugadas. Las placas de alto intercambio de transferencia de calor ultra delgadas, garantizaron el máximo rendimiento en el mínimo espacio. Dado que el simulador no posee una base de datos de los alimentos, se asumió a la leche como si fuera agua. La misma se procesó a razón de 5800 kg/h y 75°C, en forma continua y se mantuvo a una presión de 1,2 bar, de forma tal, si se produjera una fuga en el intercambiador, la leche fluiría hacia el flujo del fluido refrigerante. El amoníaco sale en la corriente 4 a 0°C y la leche en la corriente 2 a 4°C. Ver Figura 1.

Con estos parámetros el software UniSim Design R 443 presentó un diagrama de flujo del proceso solicitado, con el cálculo de una serie de valores externos, como ser caudal de amoníaco necesario de $7,893 \cdot 10^4$ kg/h.[4]

Estos datos se exportaron al UniSim PHE (Plate Heat Exchangers) R 440 completando la simulación específicamente sobre un intercambiador de placas. Como resultado un sumario de resultados (Results Summary). Ver Figura 2

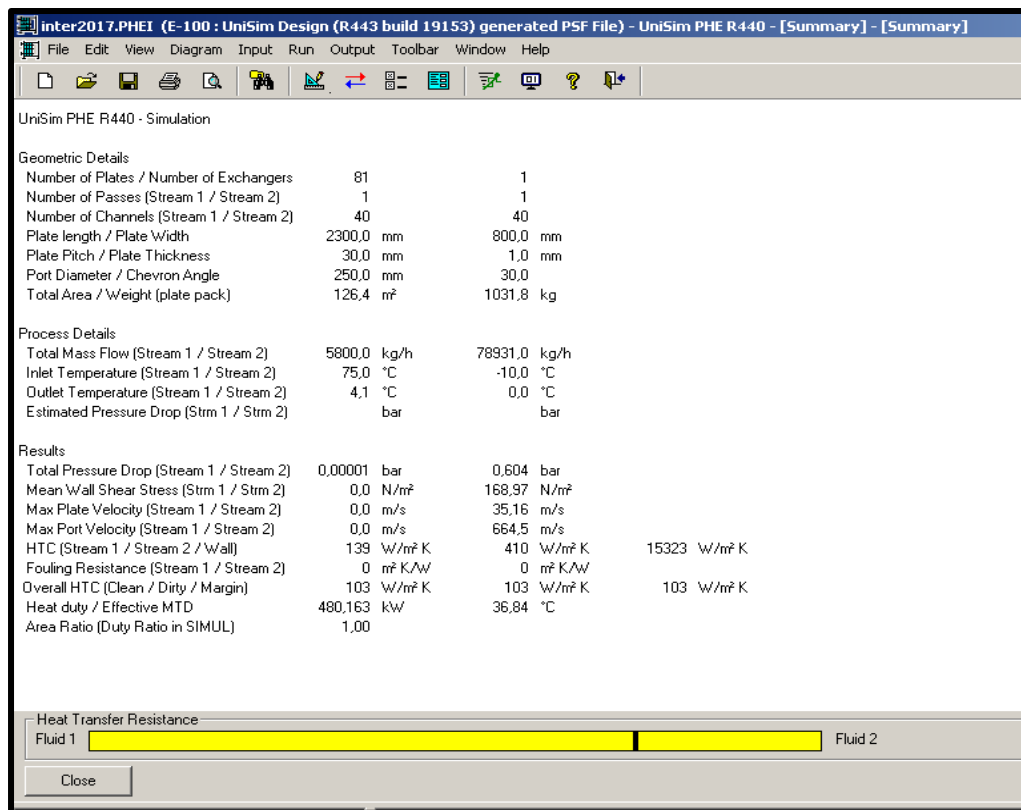


Figura 2. Captura de pantalla. Sumario del intercambiador de placas

Aparecen tres secciones

Detalles geométricos: (Geometric Details) con número de placas(81),número de pasos (1) número de canales en las placas(40)separación entre placas (30mm) espesor de las placas (1mm) diámetro de los conductos de entrada (250mm)área total de las placas y peso(126,4m², 1031,8 kg)

Detalles de proceso: (Process Details) valores de caudal, temperaturas y presiones de las corrientes 1-2 (leche) 3-4(amoníaco).

Resultados y una banda amarilla que representa la resistencia a la transferencia de calor de los fluidos (Heat Transfer Resistance).

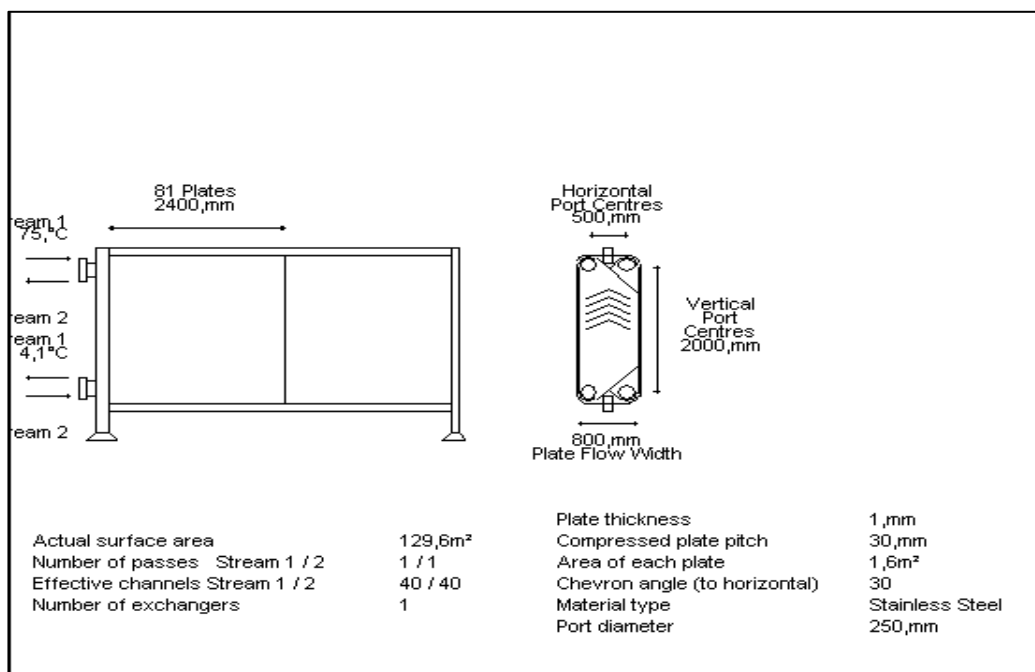


Figura 3. Captura de pantalla diagrama del intercambiador (Exchanger Diagram)

La Figura 3 proporciona un diagrama con el detalle del intercambiador de placas y las dimensiones de cada placa.

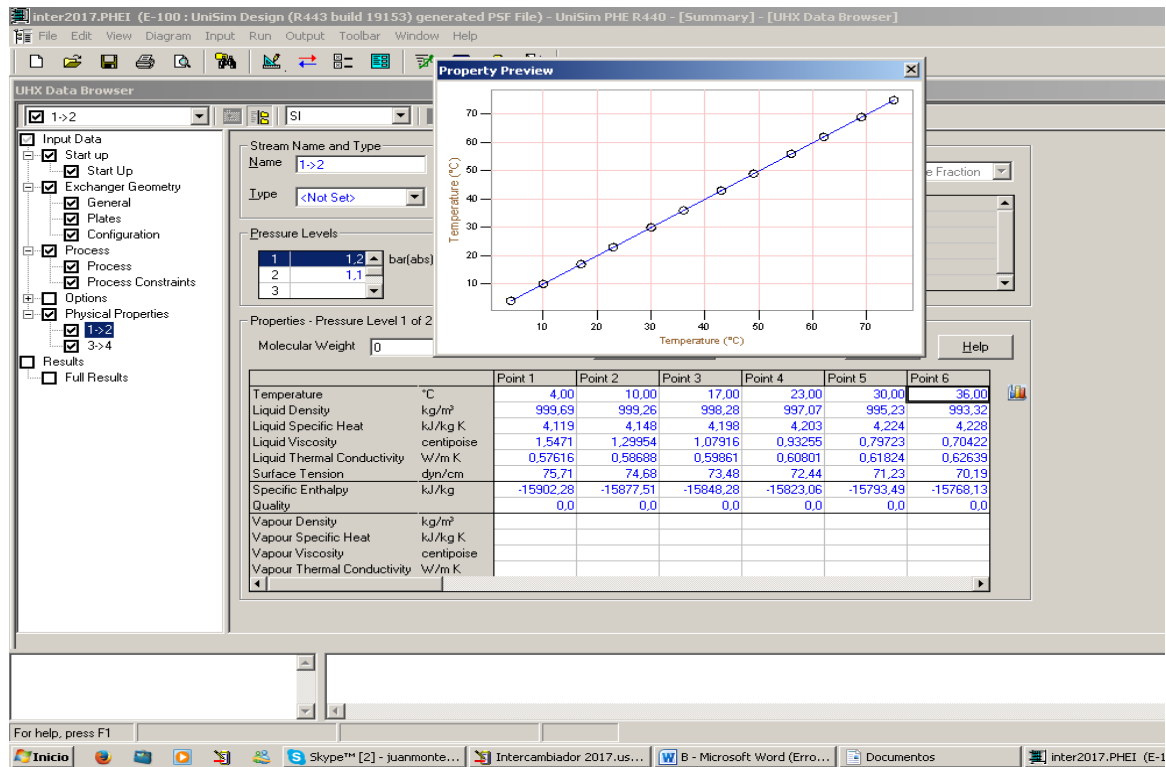


Figura 4. Captura de pantalla donde se presentan las propiedades de las corrientes punto a punto

En la Figura 4 se presentan las propiedades físicas de ambas corrientes desarrolladas en 13 puntos que puede ser representadas gráficamente (como muestra, se desarrolló la primera propiedad).

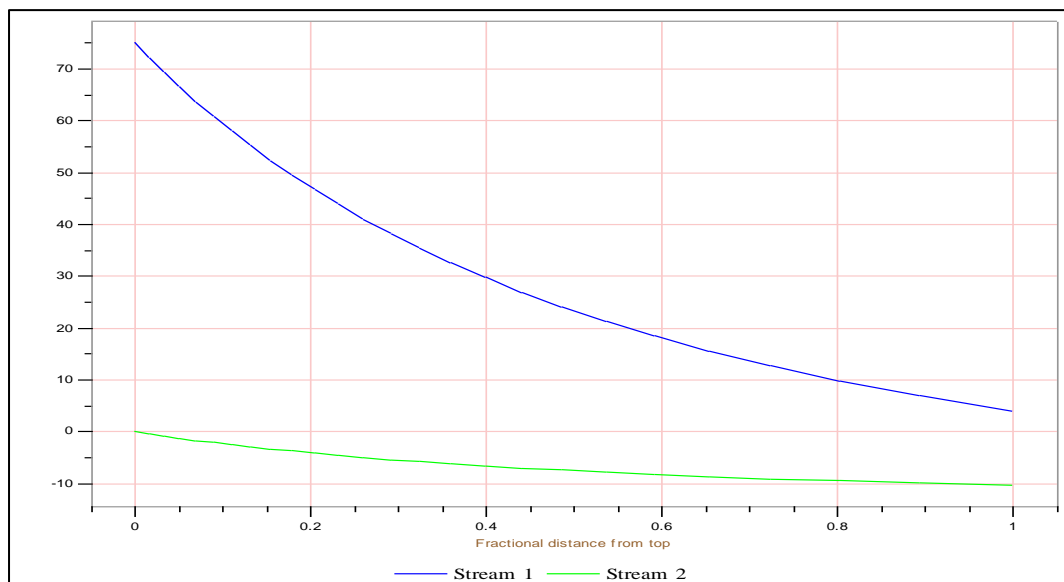


Figura 5. Gráfico del perfil de temperaturas de los dos fluidos en función de la distancia fraccional del intercambiador

En la Figura 5 se muestra los perfiles en contracorriente de las temperaturas, de la leche (superior) y del amoníaco (inferior) en función de la distancia fraccional del intercambiador con intervalos de 0,2

2.2. Modelo intercambiador, parte dinámica [4],[3]

En la Figura 6 se observa flow ship modificado (Figura 1) con una válvula (VLV-100) en la donde se realizó la corrida dinámica agregando un lazo de control TIC-100, que controla la temperatura de salida de la leche, actuando sobre el caudal de alimentación del amoníaco mediante la válvula.

Para ello se fijó el valor deseado de la variable a controlar en 4°C, se colocó el lazo en automático y se dejó correr el integrador durante unos minutos para estabilizar el proceso. Durante esta corrida se activó el sintonizador automático de parámetros de control del simulador. Los valores calculados para los parámetros del controlador, $K_c=1,72$; $T_i=0,733$ minutos y $T_d =0,163$ minutos fueron aceptados.

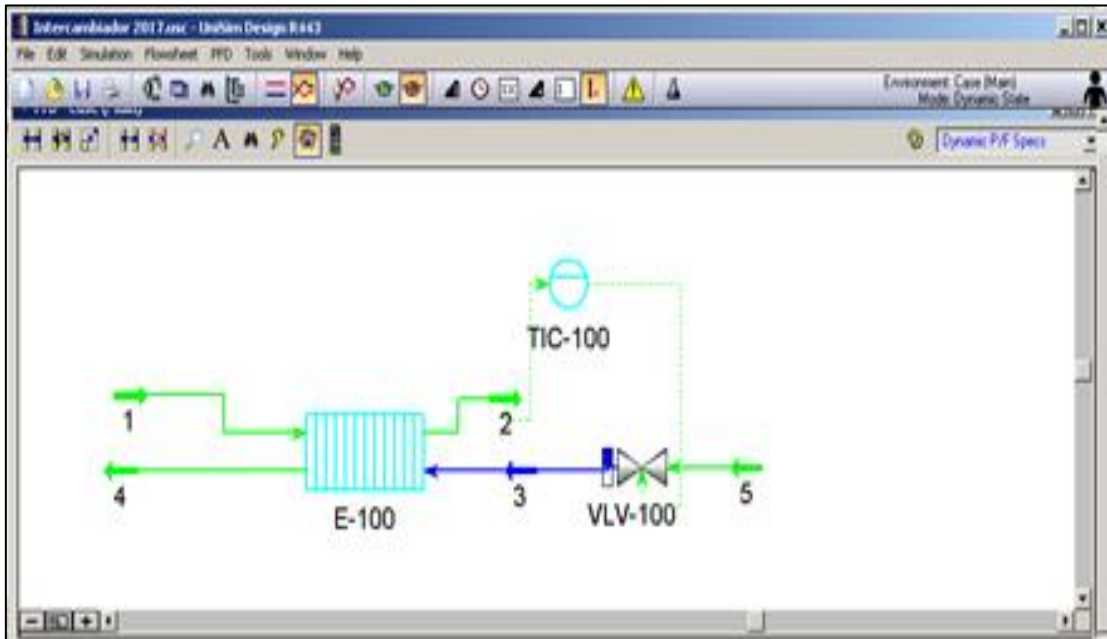


Figura 6. Captura de pantalla en R443 con modo dinámico. Controlador TIC-100

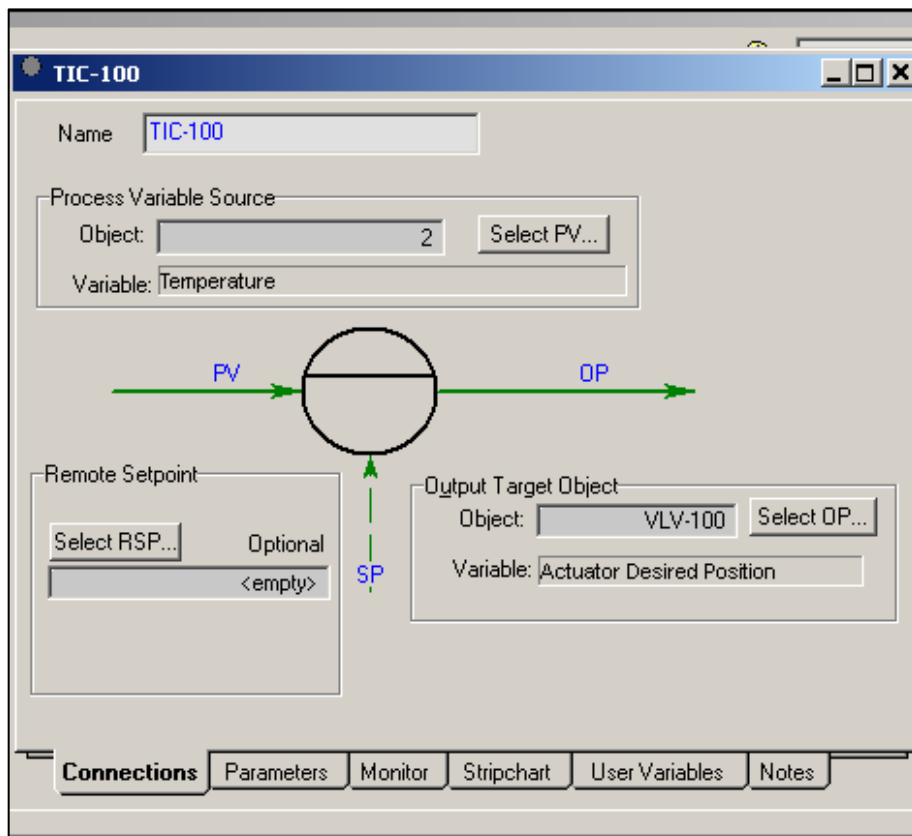


Figura 7 Captura de pantalla de variable controlada y manipulada del controlador TIC-100

En la Figura 7 se observa la variable controlada (temperatura de la leche pasteurizada) y la variable manipulada (actuador de la válvula VLV-100) por el controlador TIC-100

3. CONCLUSIONES

Como se puede apreciar, el propósito de esta investigación fue difundir la simulación de modelos simples de procesos con el fin de enriquecer el conocimiento de los alumnos en esta herramienta

y mostrarles la importancia que representa para el desarrollo económico de una industria, ya que es aquí donde la capacidad de ésta rama de la ingeniería en sistemas debe intervenir a fondo para lograr competitividad productiva en los mercados interno y mundial, puesto que únicamente las innovaciones son capaces de transformar las prácticas de la vida cotidiana.

En los cursos de cuarto año de la asignatura Procesos Industriales I en la carrera de Ingeniería Industrial se les pregunto si le interesó la clase de simulación de un total de 59 alumnos el 95% contestó en forma afirmativa y el 88% consideró como útil para su futura profesión.

A la luz de los resultados obtenidos se puede afirmar que la simulación ayudó a entender mejor la operación de los procesos, a detectar las variables más importantes que interactúan en el mismo y a entender mejor las interrelaciones entre estas variables.

3. REFERENCIAS

- [1] Iglesias, Omar; Paniagua, Carmen N. (2013) *Conceptos Básicos de Simulación de Procesos en Simuladores Modulares*. La Plata. 1a Edición. Editorial de la Universidad de La Plata. La Plata.
- [2] *UniSim Design. Operations* (Abril 2009). Guide. Honeywell. Canadá
- [3] Himmelblau, David M.; Bischoff, Kenneth B. (2004) *Análisis y simulación de procesos*. 2da Edición. Editorial Reverté. Barcelona
- [4] Montesano, Juan; Menéndez, Alfredo. (2012) *Simulación en Ciencia y Tecnología de los Alimentos con Unisim Design Uso Académico*. Lanús. 1ra. Edición. Ediciones UNLa Universidad nacional de Lanús.
- [5] Cengel, Yunus ; Boles, Michael A. (2006) *Termodinámica*. México. 5ª. Edición. Editorial Mc Graw Hill, México