

MANUAL DE  
INSTRUCCIONES DEL  
SIMULADOR  
HTST 1.0

---



# **Manual de instrucciones del Simulador HTST**

## **1.0**

### ***Panel de control***

En esta sección se explica la instalación, la operación, y algunas aplicaciones del Simulador Dinámico de Tiempo Real del proceso de pasteurización de leche HTST.

Para correr adecuadamente el sistema HTST se necesita:

- Microsoft MS-DOS 3.1 o superior.
- Windows 3.1 o superior.
- Una PC tipo IBM o compatible con procesador de 20 MHz 80386 SX o superior.
- Mínimo 4 Mb de memoria RAM, siendo recomendable 8 Mb o superior.
- Drive para diskette de tamaño 3.5”.
- Plaqueta gráfica VGA, Super VGA o compatibles.
- Mouse.

Para ejecutar el programa no es necesario realizar una instalación, el mismo puede ejecutarse directamente desde el disco 3.5” que acompaña al presente libro. Para ello, utilizando el comando ejecutar de Windows, escribir:

A : \>HTST.EXE

En la pantalla aparecerá la ventana principal del simulador que reproduce los elementos que se encuentran en la sala de control del proceso. En esta ventana se puede observar partes bien diferenciadas:

1. **Barra de Menú y Barra de Botones:** Permiten controlar la operación del simulador.
2. **Flow Sheet** cualitativo del proceso de pasteurización tal como el que se puede encontrar en la pared de una sala de control.
3. **Mesa de Control:** En esta mesa se dispone todos los elementos con los que cuenta el operador para supervisar y controlar el proceso. Se tienen Indicadores que reportan los valores que proveen los sensores instalados en los equipos para medir caudales, presiones y

temperaturas. Cuando la importancia de las variables medidas lo justifica, se utilizan Registradores que permiten visualizar la evolución de cada una de ellas. Estos son dispositivos con un rollo de papel, que se mueve de derecha a izquierda a velocidad constante, sobre el que se grafican las lecturas correspondientes. También se pueden encontrar Alarmas, éstas son utilizadas para llamar la atención del operador sobre alguna variable importante que está fuera de los valores normales. Finalmente, se cuenta con botones y cursores que permiten el encendido/apagado de algún equipo y el ajuste de sus parámetros respectivamente. Los componentes de la Figura 4 son:

1. Barra de Menú.
2. Barra de Botones.
3. Mesa de Control.
4. *Flow Sheet*.
5. Registrador.
6. Barra de Scroll.
7. Botón de Apagado/Encendido.
8. Cronómetro.
9. Zoom.
10. Indicadores.

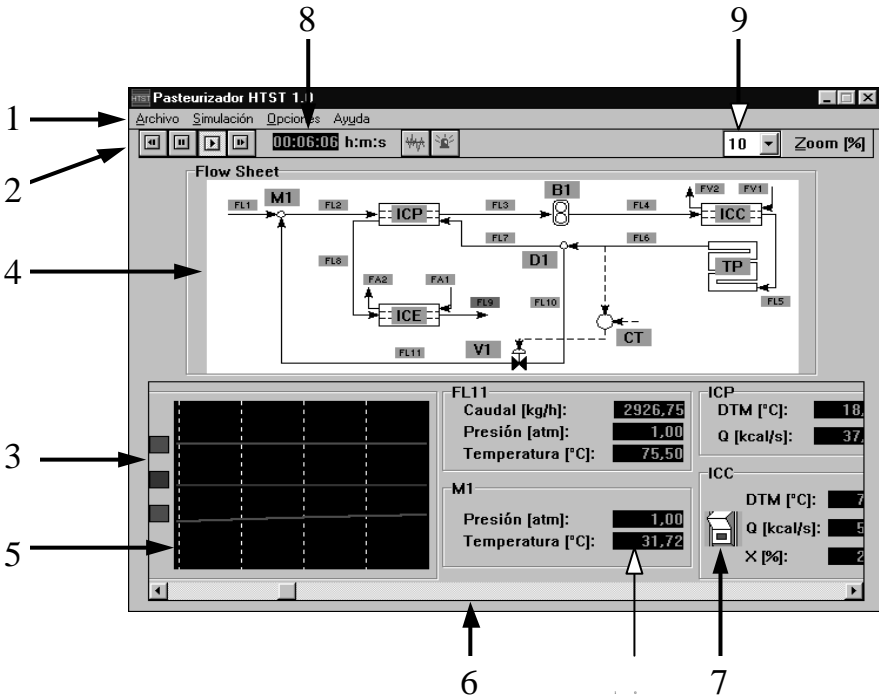


Figura 4: Simulador funcionando.

### Barra de Menú y Barra de Botones

**Archivo:** contiene la orden SALIR para abandonar el simulador, como así también la tecla rápida que realizan la misma acción, CTRL+X.

**Simulación:** contiene las órdenes referentes a la operación básica del simulador. Las mismas tareas se pueden ejecutar utilizando la Barra de Botones o las teclas de funciones F5 a F8.



**Iniciar:** se accede a esta opción en forma rápida con el botón Iniciar o la tecla de función F5, y también desde el menú simulación del menú principal seleccionando Iniciar. Lleva al proceso a su estado inicial que implica que la bomba B1 está funcionando inundando todo el sistema, mientras los intercambiadores de calor ICE e ICC están apagados, el controlador CT está en modo manual y la apertura X de la válvula al 50 %. El cronómetro marca el estado inicial con tiempo cero.



**Esperar:** se activa esta opción directamente presionando el botón Esperar o la tecla de función F6, o a través del menú principal igual que en las otras opciones del menú simulación. Este detiene en forma temporal la simulación en cualquier momento, se detiene el cronómetro pero no vuelve a cero. Se puede utilizar para analizar en detalle el estado del proceso en un momento dado. Luego, es posible continuar con la simulación en forma normal. Este solamente está activo cuando se está realizando la simulación.



**Simular:** se inicia la simulación presionando el botón Simular o la tecla de función F7. Se toma como estado inicial el estado que presenta el proceso en ese momento. Esto significa que si se detuvo la simulación utilizando la opción Esperar, el botón Simular reanudará la simulación y el cronómetro continuará su cuenta sin retroceder a cero. El tiempo de simulación es mostrado por el cronómetro en horas, minutos y segundos:

00:00:00 h:m:s



**Estabilizar:** se activa al presionar el botón Estabilizar, la tecla rápida F8, o el comando correspondiente utilizando el menú principal. Lleva al proceso de un estado cualquiera al régimen estacionario correspondiente a la operación normal. Los equipos ICC e ICE se encienden, mientras el controlador CT pasa a modo automático y sus parámetros se ajustan adecuadamente. El cronómetro se coloca en cero y marca el tiempo a partir de esta acción.



**Zoom:** se activa con ALT+Z. Representa la relación  $(\text{tiempo PC}/\text{tiempo equipo}) \times 100$ . Cuando es 100 %, un segundo de cálculo se corresponde exactamente con un segundo en el proceso real. El cronómetro muestra el tiempo del equipo. Los posibles valores que se



pueden seleccionar son: 10, 50, 100, 200 y 500. Los valores de 10 y 50 representan un tiempo de PC de 10 % y 50 % del tiempo del proceso real respectivamente; en cambio los valores de 200 y 500 corresponden a un 200 y 500 % del Tiempo Real del proceso. La velocidad real del cálculo al 10 % depende de la potencia de la PC.

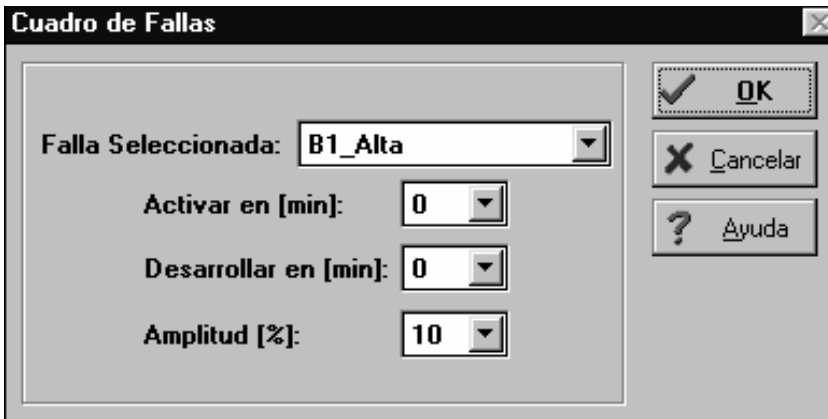
**Opciones:** contiene funciones extras que incorpora este simulador para dotarlo de mayor realismo y utilidad. Nuevamente, estas funciones pueden activarse desde el menú, la Barra de Botones o con teclas rápidas.



**Ruidos:** al seleccionar esta opción con el botón de Ruido o mediante el menú opciones, se activa la simulación de los ruidos del proceso. Se puede observar la imposibilidad de obtener una lectura clara, no se puede obtener un valor definido para las variables del proceso. Estos se observan directamente en los distintos registradores y en la variación de cada uno de los valores de las variables que son afectadas por el ruido. Otra forma de activar el ruido es utilizando las teclas rápidas F9. Cuando se desea correr la simulación sin ruido, si este esta activo se desactiva presionando nuevamente el botón de Ruido.



**Fallas:** Cuando se presiona este botón o se selecciona la opción falla del menú o presiona la tecla rápida F10, aparece el Cuadro de Fallas como se muestra abajo.



**Figura 5.**

Este cuadro permite programar la falla de un equipo. Si se desea cancelar la falla programada se debe desactivar el botón. Si se cancela antes de la ocurrencia de la falla, el funcionamiento del proceso no será afectado. En cambio, si la cancelación se realiza durante el desarrollo de la misma, que equivale a reparar el equipo fallado, el proceso tenderá a normalizarse.

## Selección de Fallas y parámetros:

El Cuadro de Fallas permite seleccionar una falla, el tiempo en que se activará en el proceso, el tiempo de desarrollo y la amplitud. Los campos que contiene el cuadro de fallas son:

- **Falla Seleccionada:** Permite seleccionar la falla que se desea provocar a partir de una Lista de Fallas posibles que han sido modeladas en el simulador y que son las siguientes:

**B1\_Alta y B1\_Baja:** La bomba B1 suministra un caudal mayor o menor al normal respectivamente debido a fallas en el motor.

**CT\_Entrada\_Alta y CT\_Entrada\_Baja:** El sensor de temperatura del controlador CT indica una temperatura mayor o menor que la normal respectivamente.

**CT\_Entrada\_Débil y CT\_Entrada\_Fuerte:** El sensor de temperatura del controlador CT tiene un error por defecto o por exceso respectivamente.

**CT\_Salida\_Alta y CT\_Salida\_Baja:** El controlador CT abre o cierra la válvula V1 más de lo normal respectivamente.

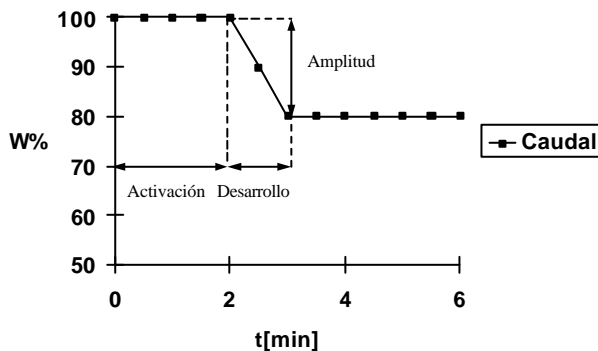
**CT\_Salida\_Débil y CT\_Salida\_Fuerte:** El controlador CT abre la válvula V1 con un error por defecto o por exceso respectivamente.

**V1\_Abierta y V1\_Cerrada:** La válvula V1 se abre o se cierra más de lo normal respectivamente.

- **Activar en [min]:** Fija la cantidad de minutos que deben transcurrir para que se active la falla seleccionada. El tiempo se cuenta a partir del momento en que se confirma la selección al pulsar el botón OK.
- **Desarrollar en [min]:** Determina la cantidad de minutos que demorará la falla para desarrollarse por completo. Se mide desde que la falla se activa. Un tiempo corto de desarrollo hará que la perturbación tienda a una señal escalón, un tiempo largo hará que se asemeje a una rampa.

- **Amplitud [%]:** Establece la magnitud de la perturbación que será alcanzada cuando la falla se desarrolle completamente. Se mide en porcentaje del valor normal del parámetro o variable que será directamente afectado por la falla.

Por ejemplo, si se desea simular una falla que afectará el caudal de la bomba B1 dentro de 2 min (tiempo de activación) y que disminuirá el caudal gradualmente hasta estabilizarse luego de 1 min (tiempo de desarrollo) en un 20 % (amplitud) menos del valor normal, entonces el caudal presentará la evolución que se indica en la Figura 6.



**Figura 6:** Activación de una Falla.

**Ayuda**: es la última alternativa en el menú principal, puede activarse en cualquier momento y en forma simultánea con la simulación. Contiene las siguientes opciones:

- **Contenido**: al activar esta opción se abre una ventana donde se puede seleccionar entre varias alternativas que son :

¿Qué hay de nuevo?.

Descripción del Proceso.

Menú y Botones.

Aplicaciones.

Autores.

Estas opciones permiten conocer las características del simulador, la descripción del proceso simulado, las acciones principales del menú y de los botones, y los autores.

- **Búsqueda**: esta opción, al ser activada lleva a una ventana que permite la búsqueda de temas de ayuda por medio de palabras claves.
- **Uso de ayuda**: describe la forma de utilizar la Ayuda.

- **Información:** muestra una ventana que contiene información acerca del simulador.

### ***Flow Sheet del proceso***

Entre la barra de botones y hasta la parte central del formulario se presenta un diagrama de flujo cualitativo del proceso de pasteurización. En éste se muestran los equipos que componen el proceso y las corrientes que los conectan. Cada corriente y cada equipo poseen un rótulo de color verde con el nombre que los identifica. Este *flow sheet* está visible permanentemente cumpliendo la misión que desempeña un diagrama real en la sala de control y es un componente con el que cuenta toda sala de control. Es importante para que el operador tenga siempre presente la topología del sistema. Esta información es útil para realizar análisis de causa-efecto necesarios para la supervisión y control del proceso.

En la parte inferior del *flow sheet* se encuentra la mesa de control. La misma se puede recorrer utilizando la barra de scroll que posee para ese fin. De esta manera, se pueden visualizar las distintas secciones de instrumentos que están asignadas a las corrientes y los equipos. El mismo

efecto se puede lograr más rápidamente mediante una pulsación con el mouse sobre el rótulo del equipo o corriente cuyo Panel de Instrumentos se desea visualizar. Al hacer esto, el rótulo cambia de color indicando que fue seleccionado, la mesa de control se desplaza para mostrar el Panel de Instrumentos correspondiente, y se destaca el panel activo cambiando el color de las letras. Al iniciar el programa, se activa automáticamente el Panel de Instrumentos correspondiente al equipo CT.

En resumen, el Panel de Instrumentos de cada equipo o corriente se puede visualizar de dos formas diferentes:

- Pulsando con el mouse el rótulo correspondiente en el *flow sheet*.
- Desplazando la mesa de control mediante la barra de desplazamiento horizontal.

Finalmente, el *flow sheet* también es utilizado para mostrar alarmas. Las temperaturas de las corrientes FL5 y FL9 están dotadas con alarmas que se activan cuando estas variables se alejan de los valores normales. Si esta situación se presenta, los rótulos correspondientes cambian de color en forma intermitente.



## **Mesa de Control**

Entre la parte central e inferior del formulario se encuentra la Mesa de Control. La misma está compuesta por Paneles de Instrumentos asignados a cada equipo y a cada corriente. Dentro de cada Panel de Instrumentos se pueden observar: medidores, Registradores, indicadores, alarmas, botones, cursores, mensajes, etc.. Es decir, que los Paneles de Instrumentos cuentan con todos los elementos necesarios para que el operador pueda supervisar y controlar el proceso.

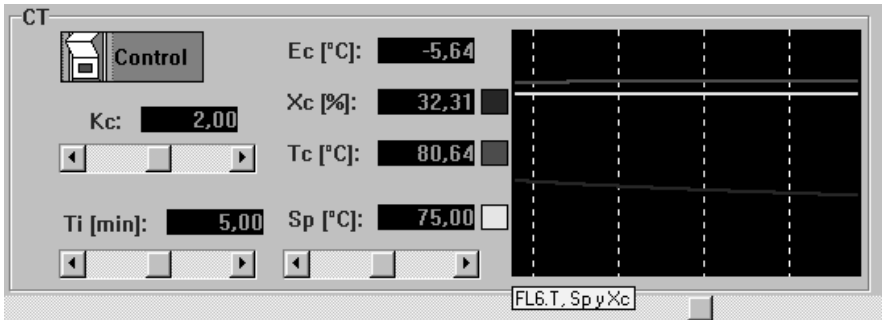
Los Registradores de la Mesa de Control representan al papel enrollado que son utilizados en los distintos procesos para que queden marcados los valores de las variables medidas, y en este caso se puede observar las gráficas para un tiempo correspondiente a 2 minutos.

En la Figura 4 se observa el *flow sheet* en la parte superior (4) y la Mesa de Control en la parte inferior (3). Por ejemplo, para la corriente FL11 se reportan los valores para un momento determinado del caudal, la presión y la temperatura; mientras que para un equipo como un mezclador se reportan sólo los valores de presión y temperatura. También en este caso

se muestra un Registrador de tres variables, una de las cuales es la presión.

Con la Barra de Desplazamiento horizontal se puede pasar por distintos Paneles de Instrumentos y ver como cambian los valores de todas las variables, al tiempo que también se puede actuar directamente sobre el proceso cambiando la forma de control manual/automático, los parámetros del controlador y de la válvula, encendiendo o apagando el calentador (ICC) o el enfriador (ICE).

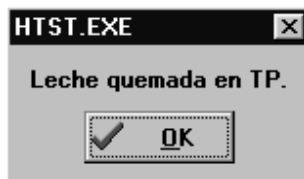
El Instrumento que más parámetros tiene es el controlador P+I. El Panel de Instrumento correspondiente permite actuar cambiando los parámetros  $K_c$ ,  $T_i$ , y el *set point* de controlador con sólo actuar sobre los cursores correspondientes que pueden verse en la Figura 7.



**Figura 7.**

Observe la presencia del botón Control en el panel. Cuando está apagado, se opera en modo manual; aquí puede manipularse la apertura de la válvula X de cualquier forma, permitiendo variar los caudales FL10 para el reciclo y FL7 para el precalentador. Mientras que, cuando se enciende el controlador y se pasa al modo automático, la apertura de la válvula pasa desde el valor en que se encuentra al 100 %, siempre que no supere o iguale el valor de *set point*. Cuando esto sucede reporta un valor de X calculado por el programa y será un valor menor del 100 %.

Además el simulador puede reportar hasta cuatro tipos de mensajes, a saber : leche quemada, leche congelada, falta NH<sub>3</sub> y falta vapor. Ejemplo:



**Figura 8.**

El mensaje “*Leche quemada en TP*” aparece cuando sobrepasa la temperatura de 85 °C, el de “*Leche congelada en ICE*”, aparece cuando la temperatura alcanza un valor inferior a -0.5 °C, el mensaje de “*Falta de NH<sub>3</sub>*” aparece cuando todo el amoníaco en estado líquido se

transforma en vapor debido al exceso de calor. Por último, el mensaje “**Falta vapor**”, informa que todo el vapor condensó en el ICC, debido a la alta demanda de calor.

Estos mensajes pueden aparecer en cualquier momento de la simulación, cada vez que se presenten situaciones anormales ellos son reportados. Para que esto suceda, existen muchas formas. Se deja al interesado lector para que practique. Luego del mensaje presione OK e intente nuevamente desde el inicio, o bien solucione el problema que causó el mensaje; por ejemplo: si se quemó la leche, apague el ICC y presione varias veces los botones Simular y OK del mensaje.