

Interfaz: El sistema heatflow

INTRODUCCIÓN

En este documento se describe el entorno desarrollado con Ejs. La aplicación tiene dos partes bien diferenciadas (ver Figura 1). En la parte de la izquierda (que se denominará a partir de ahora **ventana de representación**) se puede observar un esquema del sistema de HeatFlow. En la parte de la derecha (que se denominará **ventana de evolución**) se muestra la evolución de las principales variables del proceso.

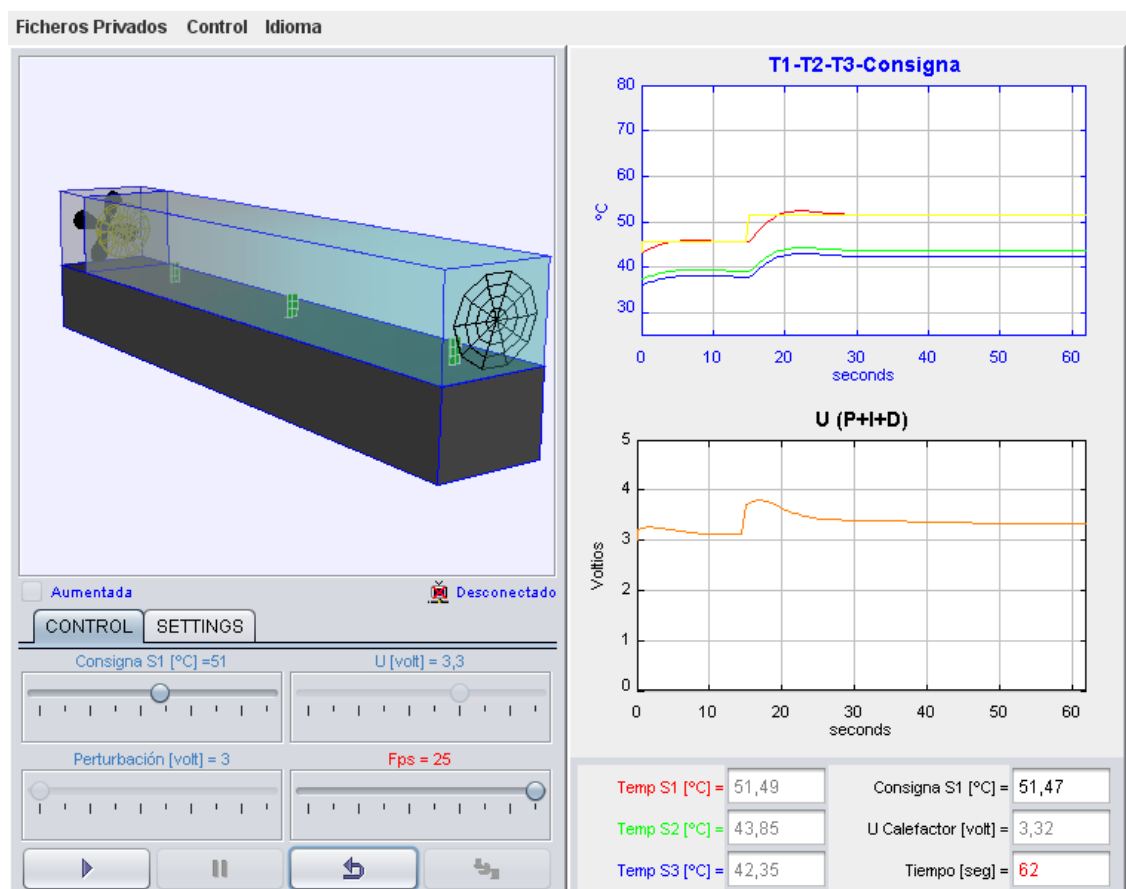


Fig. 1. El sistema heatflow.

1. VENTANA DE REPRESENTACIÓN DEL SISTEMA

En la parte de la superior de la ventana de representación se puede observar un esquema del sistema de HeatFlow, cuyo color varía en función del estado del proceso.

En la parte inferior hay un panel con una serie de botones que se van a utilizar para actuar sobre el sistema, y que serán descritos con más detalle a continuación.

1.1. Funcionamiento del sistema heatflow

La planta se puede visualizar de tres formas:

- *En modo simulación.* La planta se muestra tal y como aparece en la figura 1. Cuando se trabaja en este modo, el sistema opera localmente y evoluciona en base a un modelo matemático del proceso.
- *En modo remoto (usando la conexión por Video).* Se muestra la planta real que está en el laboratorio remoto (ver la figura 2). Este modo de funcionamiento se muestra la imagen tomada por vídeo de la planta real que se encuentra en el laboratorio.
- *En modo remoto (usando la realidad aumentada -> Augmented).* Se muestra la planta real que está en el laboratorio remoto y superpuesta a ella la planta simulada (ver la figura 3). Estas dos últimas formas de visualización sólo se podrán seleccionar si se está trabajando en modo remoto.

En la parte central de la ventana de representación, aparece una descripción que indica el estado del vídeo. El paso de una a otra forma de visualización se explicará en breve.

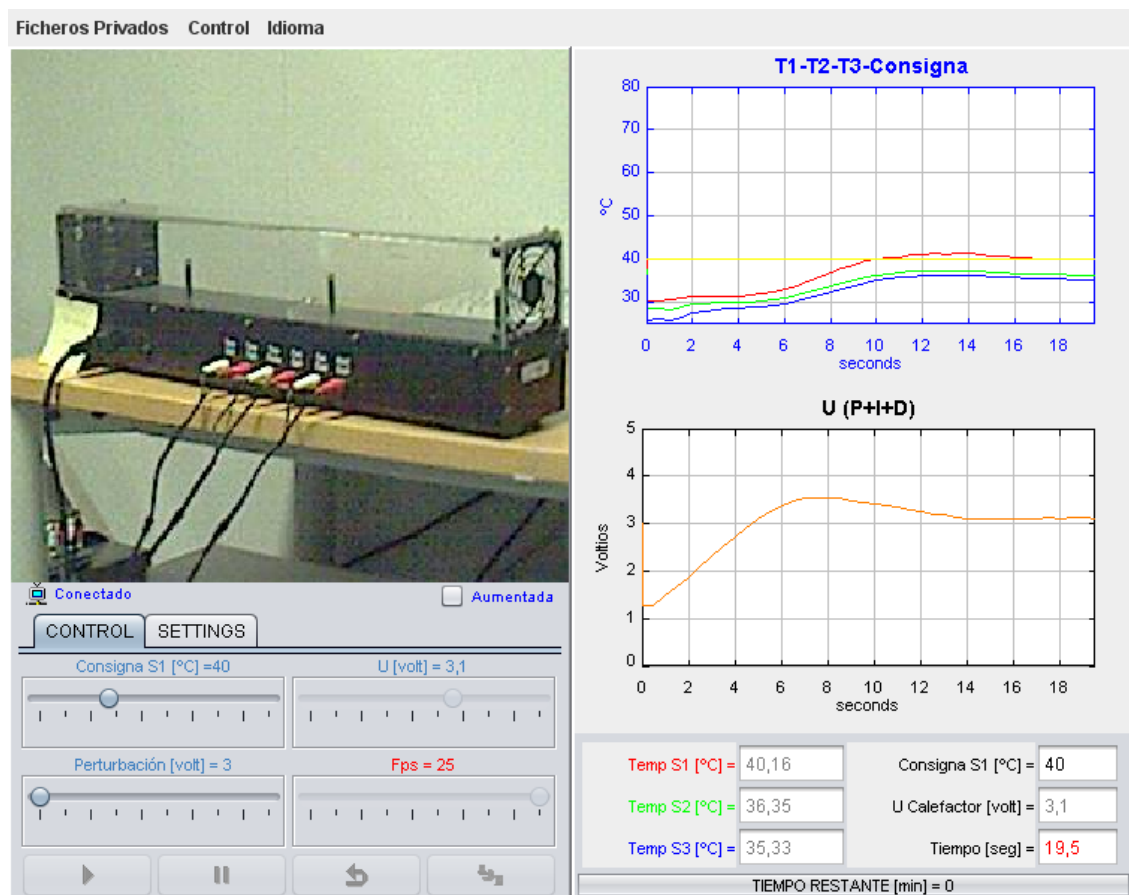


Fig. 2. Vista general de la planta real utilizando la conexión por vídeo.

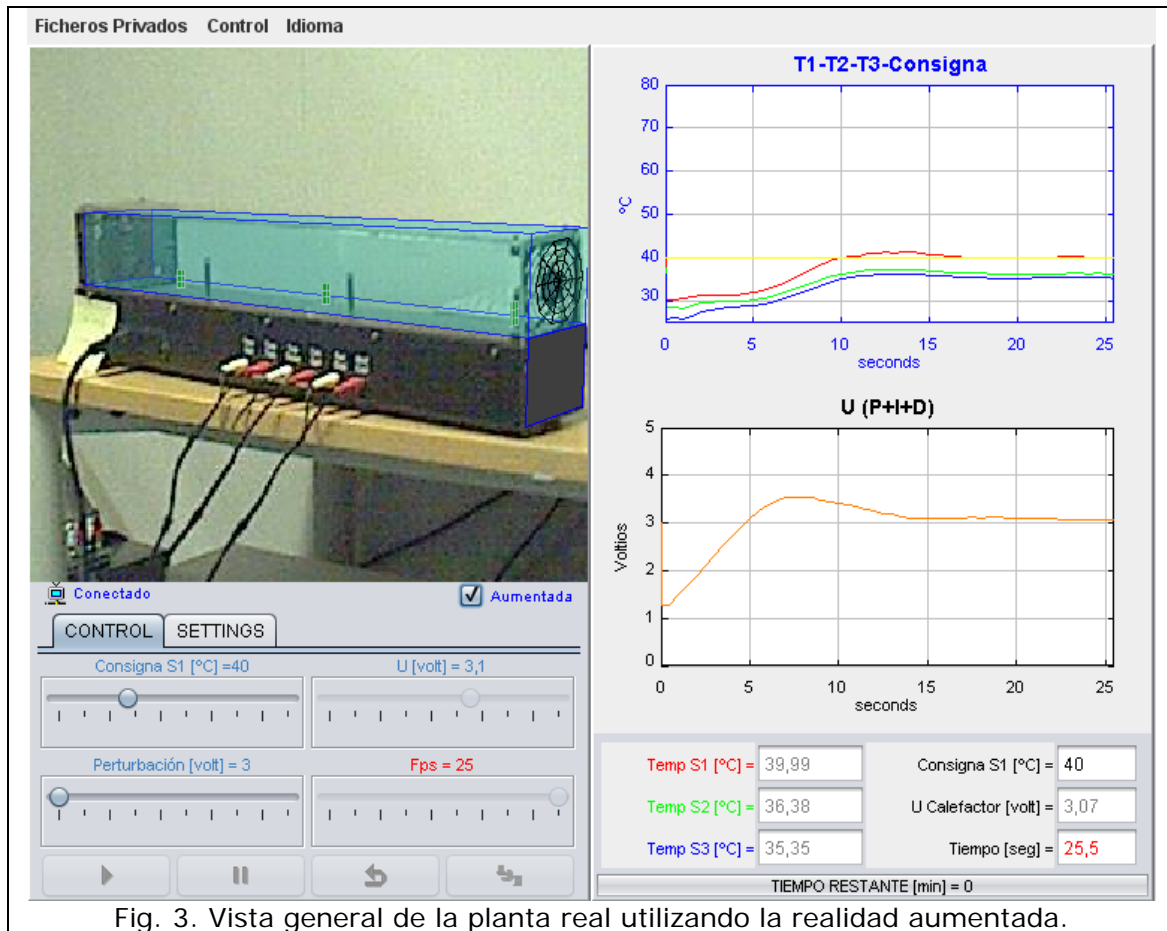


Fig. 3. Vista general de la planta real utilizando la realidad aumentada.

En la parte inferior de la ventana de representación hay en tres pestañas que permiten variar el funcionamiento del sistema. Estas tres pestañas son: CONTROL, SENSOR y PID.

1.1.1. Pestaña CONTROL

En la pestaña CONTROL se proporciona un conjunto de sliders, o barras de desplazamiento, así como una serie de botones que permiten definir diversas situaciones en la dinámica del proceso (por ejemplo, realizar un cambio en la consigna o introducir alguna perturbación variando el voltaje en el ventilador).

Hay cuatro sliders que permiten realizar las acciones siguientes:

- Setpoint S1 [°C]: Este slider aparece cuando se está controlando la temperatura en el sensor 1. Representa los valores de las consignas para el sensor de temperatura. Puede variar entre 25° y 75°. Cuando el control se realiza en la posición del sensor 2, este slider se renombra a **Setpoint S2 [°C]**. Si el control se lleva a cabo en la posición del sensor 3 la etiqueta que aparece en el slider es **Setpoint S3 [°C]**.
- U [volt]: es el voltaje suministrado al calefactor y puede variar entre 0V y 5V.
- Disturbance [volt]: representa el voltaje aplicado al ventilador. Puede variar entre 3V y 5V. Este slider estará activo si el sistema está funcionando en modo remoto.
- Fps: se utiliza para retardar la simulación y poder con ello observar mejor los resultados obtenidos (el valor por defecto es 25).

Con los botones situados en la fila inferior, el usuario puede controlar las operaciones principales sobre la evolución del sistema. En concreto puede realizar las acciones siguientes:

- **Play.** Sirve para iniciar la simulación. Nótese que este botón sólo estará activo cuando se trabaja en modo virtual.
- **Pause.** Sirve para establecer una pausa en la simulación. Nótese que este botón sólo estará activo cuando se trabaja en modo virtual.
- **Reset.** Sirve para resetear la simulación que se esté mostrando e iniciar de nuevo la simulación desde 0. Nótese que este botón sólo estará activo cuando se trabaja en modo virtual.
- **Connect.** Si se presiona, permite la conexión con la planta en modo remoto (utilizando el sistema real que se encuentra en el laboratorio). Se puede observar que cuando se trabaja en modo remoto se activa el botón *Augmented*, que permite visualizar la planta utilizando realidad aumentada (ver la figura 3). Nótese que este botón sólo podrá ser pulsado cuando se trabaja con el laboratorio remoto. Es importante notar también que cuando se está trabajando en modo remoto los botones de Play, Pause y Reset no están activos.

1.1.2. Pestaña SENSOR

En la pestaña SENSOR se permite escoger qué sensor se desea para cerrar el lazo de control de temperatura (ver Figura 5).

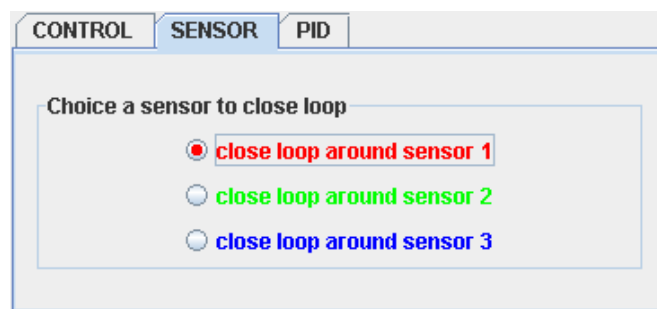


Fig. 5. Pestaña SENSOR.

1.1.3. Pestaña PID

En la pestaña PID se proporcionan tres campos numéricos que permiten variar los parámetros de los controladores asociados al sensor (ver la figura 6). Se puede por lo tanto variar la ganancia proporcional (K_p), el tiempo integral (T_i) y el tiempo derivativo (T_d). Inicialmente tendrán asignados unos valores que permiten operar con el sistema de una forma razonable.

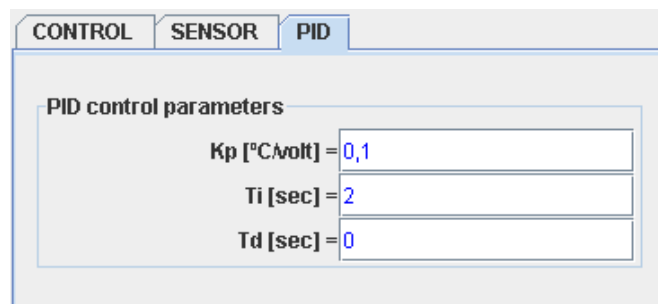


Fig. 6. Pestaña PID.

Por debajo de las pestañas de operación del sistema, aparece una línea

informativa donde se explicita el modo de operación del sistema en todo momento. Si se encuentra en modo simulación, tal y como ocurre en la figura 1, aparecerá la frase: Status Lab: Simulation Mode. No obstante, en caso de operar en forma remota (ver la figura 2) será éste el estado que se muestre (Status Lab: Remote Mode with labserver).

2. VENTANA DE EVOLUCIÓN DEL SISTEMA

A la derecha de la ventana de representación está la ventana de evolución del sistema, en la que se muestra, como su propio nombre indica la evolución de las variables más importantes del proceso (ver la figura 1).

2.1. Menú superior

2.1.1. Opciones de guardado de ficheros

En la parte superior de la ventana de representación del sistema hay una opción denominada Ficheros Privados. Si se pulsa aparece un menú desplegable con diferentes opciones:

- *Save Graph*. Permite guardar una imagen de la evolución de las variables controladas en formato .gif., es decir, guarda una imagen de las dos gráficas que se encuentran bajo el menú y del valor de los parámetros que están registrado, cuya información se encuentra debajo de las gráficas en la ventana de evolución.
- *Save Data*. Grabar en un fichero .m los parámetros de los controladores y los valores de la evolución temporal de las variables controladas y manipuladas. De esta forma, exportando a MATLAB esta información se pueden representar las gráficas que se deseen relativas a los experimentos que se están realizando.

Cada vez que se va a guardar una información, tanto si es una figura como si es un fichero MATLAB, se pregunta al usuario si desea realizar esta acción, indicándole el nombre con el que se va a guardar y permitiéndole la opción de cambiarlo si lo desea.

2.1.2. Control del sistema

En el mismo menú de archivos en el que se encuentra la opción de e-journal (parte superior de la ventana de evolución) pero a la derecha de ésta, se encuentra la opción Control, cuyo menú desplegable permite realizar dos posibles acciones sobre el sistema. Dichas acciones son las siguientes:

- **MANUAL**. Permite que el sistema trabaje en modo manual, es decir, el usuario debe ajustar el voltaje suministrado al calefactor U para obtener el valor de temperatura deseado.
- **PID**. Permite que el sistema pase a estar controlado por un controlador PID.

2.1.3. Selección de idioma

En el mismo menú superior donde se encontraban las opciones de guardado de ficheros y control, pero a la derecha de esta última opción se encuentra la opción Language, cuyo menú desplegable permite cambiar el idioma de la simulación. Por defecto se encuentra en Inglés (seleccionando English) pero es posible pasarla a

Español (seleccionando Spanish).

2.2. Gráficas de la ventana de evolución

Debajo del menú de archivos de la ventana se encuentran dos gráficas en las que se recoge la evolución de las variables más importantes del proceso.

En la gráfica superior se representan las medidas de los sensores de temperatura T1, T2 y T3 en rojo, verde y azul respectivamente, junto con la consigna deseada (en color amarillo).

En la gráfica inferior se representa la evolución de la variable manipulada, es decir, la acción de control U sobre el calefactor.

Debajo de ambas gráficas se muestran un conjunto de campos numéricos que indican el valor de las distintas variables de interés del proceso. En concreto están disponibles los siguientes campos:

- Temp S1, Temp S2 y Temp S3: muestran los valores de las variables controladas en cada momento expresadas en °C.
- SetPoint S1 ó SetPoint S2 ó SetPoint S3: muestra el valor de la consigna deseada, por tanto está también expresado en °C. Estos campos se convierten en campos editables si se selecciona control PID.
- U Heater: muestra el valor del voltaje aplicado al calefactor, expresado en voltios. Este campo se convierte en campo editable cuando el control es manual.
- Time: muestra el instante de tiempo en el que se encuentra la simulación en cada momento, expresada en segundos.

Debajo de estos campos numéricos aparece un display que indica el tiempo restante en minutos que nos queda para operar con la planta si estamos trabajando en modo remoto (ver figura 2). Este tiempo irá decreciendo mientras dure el transcurso de la práctica, para que el alumno conozca en todo momento el tiempo de conexión a planta del que dispone. No obstante, en caso de trabajar en modo simulación este valor aparecerá a 0 (ver figura 1).

3. RECOMENDACIONES IMPORTANTES

Recuerde que cuando esté trabajando en modo remoto estará operando con las plantas reales ubicadas en el laboratorio de nuestra Universidad, y por lo tanto, existirán ciertas cuestiones relacionadas con la seguridad de las mismas durante su manipulación. En este sentido, a continuación se describen un conjunto de recomendaciones o sugerencias a tener en consideración:

- **Planificación del experimento.** Una correcta planificación del experimento a realizar antes de conectarse a la planta real (modo remoto) optimizará su ejecución y el tiempo ocupado para dicha tarea.
- **Como actuar ante un bloqueo de la aplicación.** Si durante la ejecución de algún experimento (modo virtual o remoto) la aplicación sufriera algún tipo de bloqueo, utilizar el botón Reset para iniciar nuevamente el trabajo.
- **Seguridad del equipamiento en el laboratorio.** Procure trabajar en los niveles nominales de actuación (voltaje aplicado a los actuadores) mencionados en la sección de experimentos del guión de prácticas. La aplicación prolongada de un voltaje próximo a los niveles de saturación del actuador podría dañar el equipamiento electrónico ubicado en el laboratorio de la Universidad.

