

# Interfaz: Motor de corriente continua

## 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 motor de corriente continua. En la parte de la derecha (que se denominará **ventana de evolución**) se muestra la evolución de las principales variables del proceso.

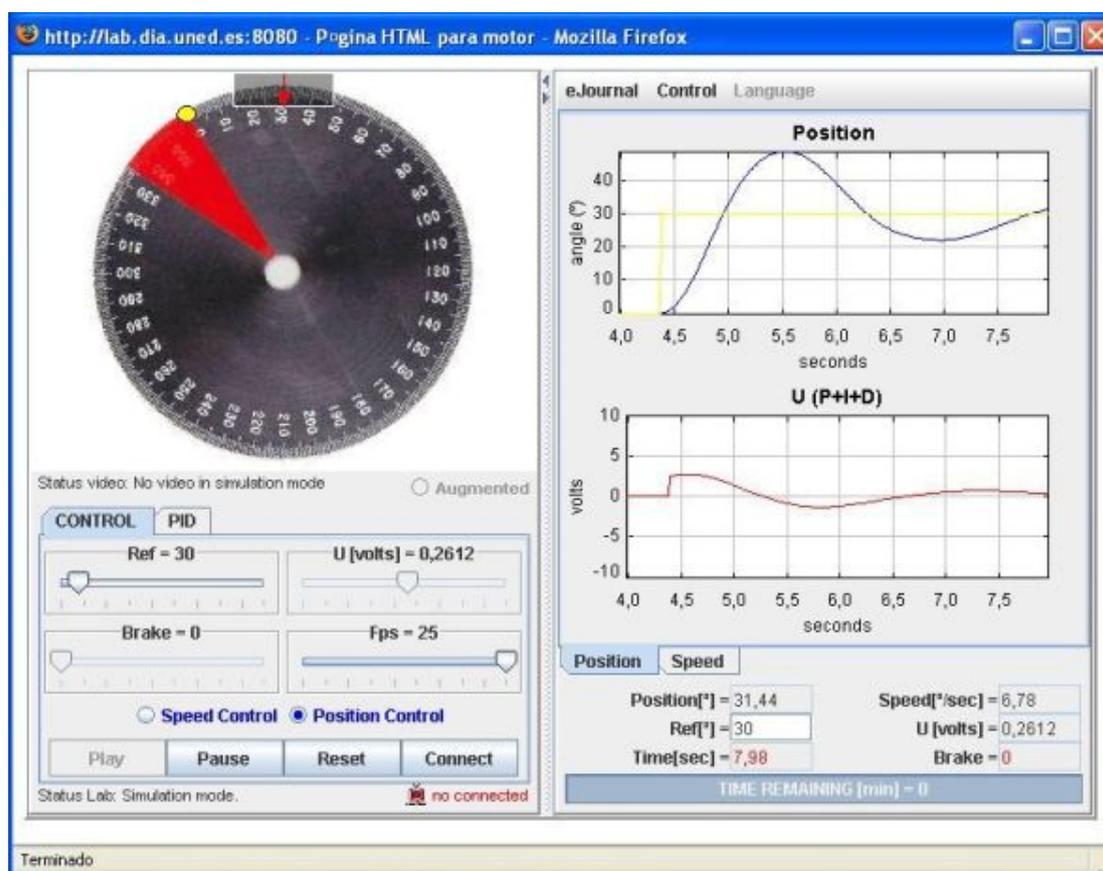


Fig. 1. Interfaz de la aplicación para el motor de corriente continua.

## 1. VENTANA DE REPRESENTACIÓN DEL SISTEMA

En la parte de la superior de la ventana de representación se puede observar un esquema del motor de corriente continua cuyo ángulo de rotación en torno a su eje central cambiará en función del tipo de control (velocidad o posición) y 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 motor de corriente continua

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 una representación simulada del indicador de posición del motor (indicador triangular en rojo de 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.

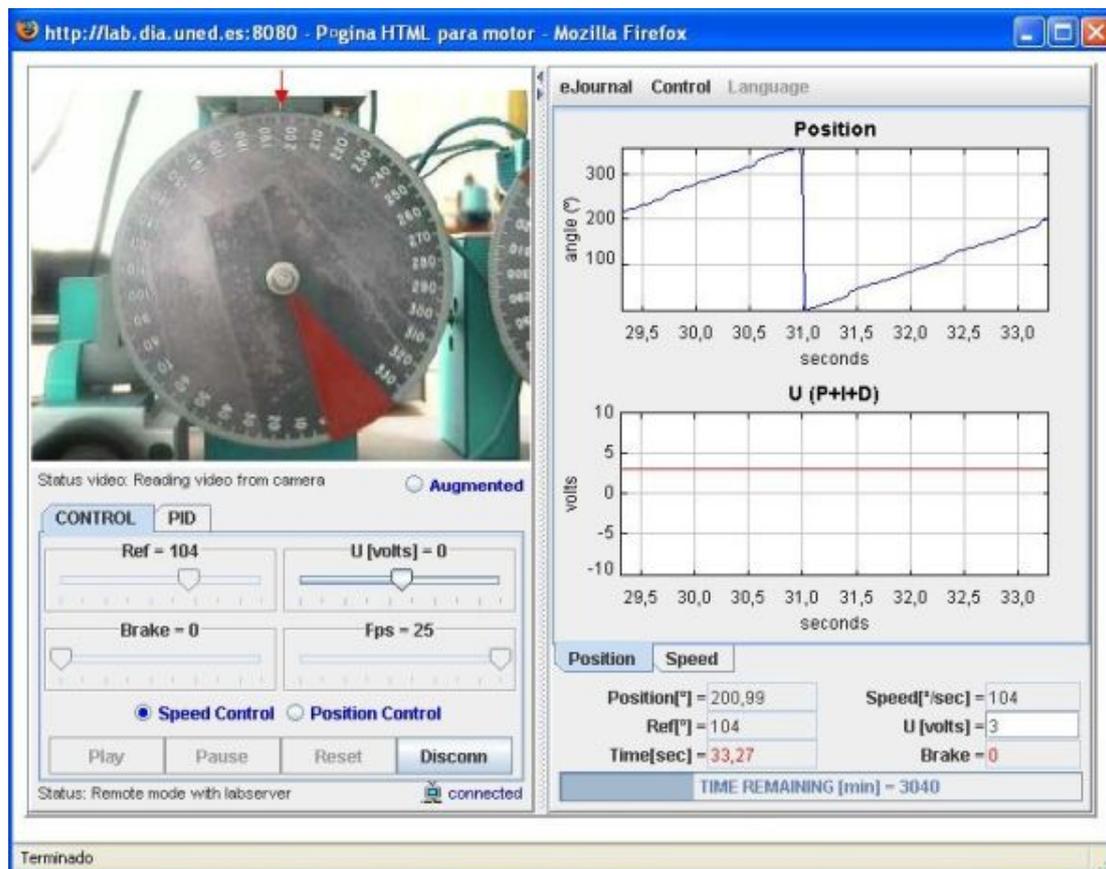


Fig. 2. Vista general de la planta real utilizando la conexión por vídeo.

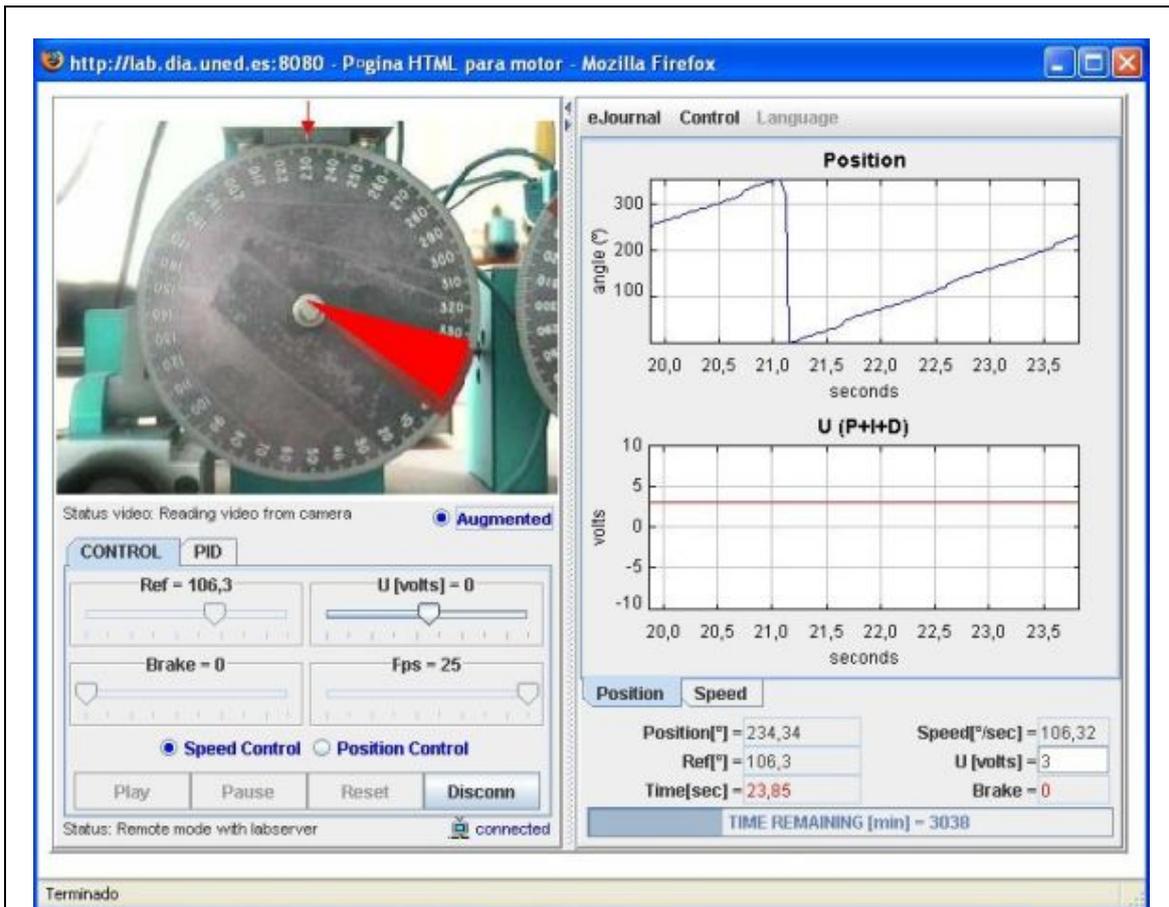


Fig. 3. Vista general de la planta real utilizando la realidad aumentada.

En la parte inferior de la ventana de representación existen dos pestañas que permiten variar el funcionamiento del sistema. Estas tres pestañas son: CONTROL 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 modificar directamente el voltaje aplicado al motor en modo manual).

Hay cuatro sliders que permiten realizar las acciones siguientes:

- **Ref:** Este slider representa los valores de las consignas para el motor de corriente continua. Cuando el sistema trabaja en control de velocidad (Speed Control), este elemento representa la consigna de velocidad (grados/segundo) de giro que se desea alcanzar. Por el contrario, si el sistema trabaja en control de posición (Position Control), el slider representa la consigna de posición (grados) que se desea alcanzar como objetivo de control.
- **U [volt]:** es el voltaje aplicado al motor y puede variar entre -10V y +10V.
- **Brake [volt]:** Representa el voltaje aplicado al freno magnético asociado al disco metálico de rotación (Carga). Este slider no se encuentra activo para estas prácticas.
- **Fps:** se utiliza para retardar la simulación y poder con ello observar mejor los resultados obtenidos.

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.
- **Pause.** Sirve para establecer una pausa en la simulación.
- **Reset.** Sirve para resetear la simulación o conexión remota que se esté llevando a cabo e iniciar de nuevo el trabajo desde cero.
- **Connect.** Si no se presiona este botón, al pulsar el Play la aplicación funciona en modo simulación, por lo tanto, se está ejecutando la aplicación como laboratorio virtual. Si se presiona, permite la conexión con la planta en modo remoto (utilizando el sistema real que se encuentra en el laboratorio) una vez superado el control de acceso (véase la figura 4). Las claves de acceso se facilitarán cuando se permita el acceso a la planta a un determinado estudiante. 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). Es importante notar también que cuando se está trabajando en modo remoto los botones de Play, Pause y Reset no están activos.



Fig. 4. Control de acceso al modo remoto.

- **Disconnect.** Durante el tiempo que la planta está trabajando en modo remoto, el botón *Connect* se sustituye por el de *Disconnect* que sirve para parar el funcionamiento del laboratorio y regresar a modo simulación.

### 1.1.2. Pestaña PID

En la pestaña PID se proporcionan tres campos numéricos que permiten variar los parámetros de los controladores asociados al control automático de velocidad o posición (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.

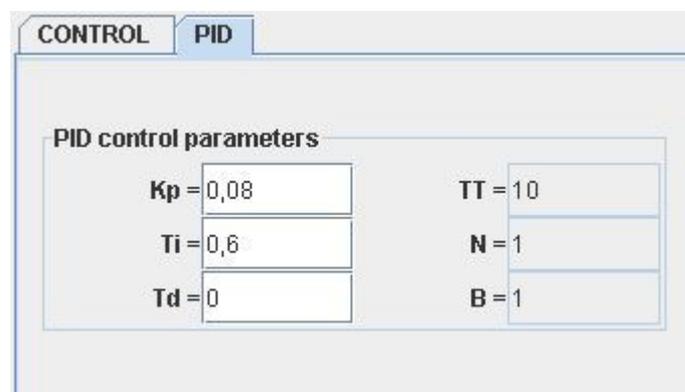


Fig. 5. Pestaña PID.

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 de archivos de la ventana de evolución

#### 2.1.1. Manejando el eJournal

En la parte superior de la ventana de representación del sistema hay una opción denominada e-Journal. 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 (indicadores numéricos). Una vez guardada esta información en el e-journal se puede visualizar en el mismo o exportarla a un directorio.
- *Start Record*. Comienza a grabar en un fichero de texto (con extensión \*.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.
- *Stop Record*. Se activa una vez que la grabación ha comenzado, hasta entonces está deshabilitado. Y cuando se selecciona esta opción se detiene la grabación de datos, finalizando la generación del fichero.

**Nota:** Se recomienda planificar la utilización de la opción de grabación (Start Record y Stop Record) para guardar sólo la ventana de datos de interés. De esta forma, se evita la carga de ficheros excesivamente grandes que puedan bloquear momentáneamente la aplicación.

Cada vez que se va a guardar una información en el e-journal, tanto si es una figura (Save Graph) como si es un fichero MATLAB (Start Record y Stop Record), 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 de archivos donde se encontraban las opciones de e-journal y control (parte superior de la ventana de evolución) 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).

**Nota:** Esta opción se encuentra actualmente deshabilitada y el lenguaje predeterminado de la aplicación es el inglés.

### 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. La pestaña Position muestra, en la gráfica superior, la evolución la variable controlada asociada a la posición angular del disco y debajo de ésta, la evolución de variable manipulada asociada al voltaje aplicado al motor de corriente continua (acción de control U). De la misma manera, La pestaña Speed muestra, en la gráfica superior, la evolución de la velocidad de rotación del disco y, en la gráfica inferior, el voltaje aplicado al motor (acción de control U) para alcanzar dicha velocidad.

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:

- Position [°] y Speed[°/sec]: Muestran los valores de las variables controladas en cada momento expresadas en grados o grados por segundo, respectivamente.
- Ref: Muestra el valor de la consigna deseada. Está expresada en grados [°] si se trabaja en control de posición o en grados por segundo [°/sec] si se trabaja en control de velocidad. Este campo se convierte en campo editable si se selecciona control PID.
- U [volts]: Muestra el valor del voltaje aplicado al motor, expresado en voltios. Este campo se convierte en campo editable cuando el control es manual.
- Time [segundos]: Muestra el instante de tiempo en el que se encuentra la simulación en cada momento, expresada en segundos.
- Brake: Muestra el valor en voltios asociado al freno magnético. **Este campo no se encuentra activo para estas prácticas.**

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.