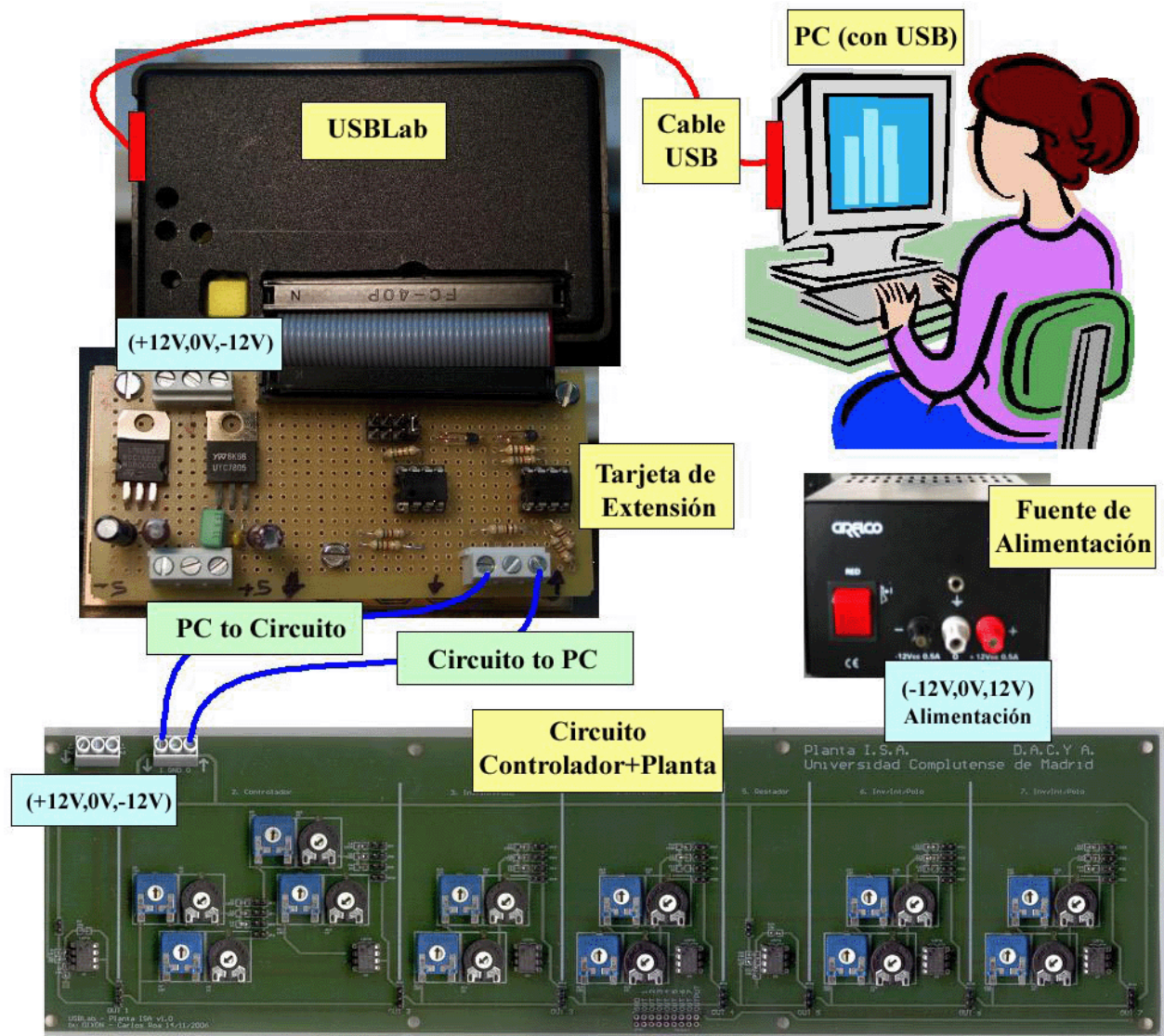


## Herramientas A

### Practicas reales con el Circuito Analógico y la USBLab

Las prácticas con el Circuito Analógico y la USBLab se realizarán utilizando un conjunto de elementos hardware y software descritos a continuación, y cuyas relaciones se esquematizan en la siguiente figura:



### Descripción hardware:

El Circuito (Controlador + Planta) con el que se trabajará durante las prácticas 2, 3 y 4 del laboratorio Control de Sistemas es el que se muestra en la parte inferior de la figura anterior. Es un circuito configurable, que está formado por un conjunto de amplificadores operacionales, resistencias variables, condensadores, y jumpers, que permiten excluir diferentes elementos del circuito y fijar los valores de los mismos, de forma que se puedan realizar diferentes experimentos a lo largo de las prácticas. Una descripción detallada del mismo se encuentra en el apartado B de este documento.

Debido al uso de los operacionales hay que alimentar el circuito de forma externa, por lo que es necesario conectar las señales de la fuente de alimentación (parte central derecha de la figura) a los conectores de alimentación del Circuito.

Tanto para la toma de datos como para la implementación de las acciones de control se utilizarán:

- los PC del laboratorio, que disponen de puertos USB.
- una USBLab (parte superior izquierda la figura) que es una tarjeta de adquisición de datos especialmente diseñada para los laboratorios de Control del grupo ISCAR que se comunica con el PC a través de un puerto USB.

- una tarjeta de extensión de la USBLab (situada debajo de la USBLab en la la figura) que sirve como interfase entre la USBLab y el Circuito y que ha sido desarrollada con el fin de proteger a la USBLab y modificar sus señales de entrada y salida para que se encuentren en el rango de funcionamiento apropiado. Es necesario conectar una alimentación externa a esta tarjeta, utilizándose para este fin la misma fuente de alimentación que para el Circuito.
- la librería Simulink USBLab que ha sido especialmente diseñada para utilizar la tarjeta de adquisición de datos USBLab desde el entorno Simulink de Matlab.

**El conjunto USBLab+Tarjeta de extensión es utilizado como interfase entre el ordenador (sistema discreto) y el circuito (sistema continuo) para convertir las señales analógicas procedentes del sistema en digitales (Circuito => PC) y las señales procedentes del PC en analógicas (PC => Circuito).**

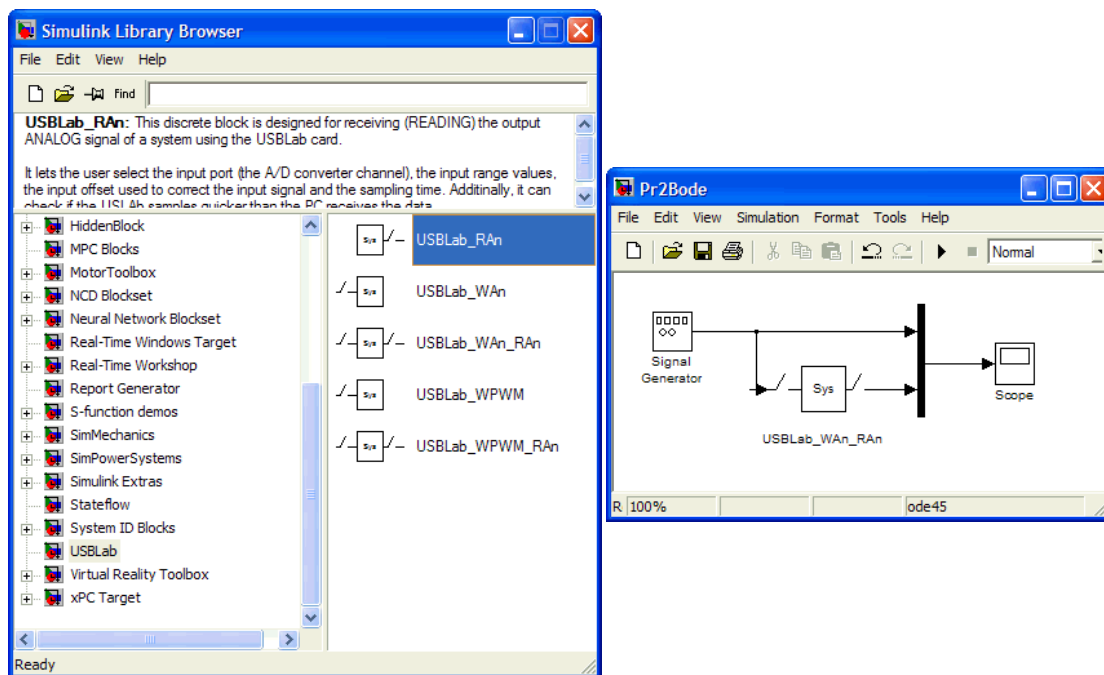
### Descripción software:

Con el fin de facilitar la labor de los usuarios a la hora de comunicar el PC y el Circuito se ha desarrollado la librería **Simulink USBLab**, que esta formada por un conjunto de bloques que permiten a cualquier usuario controlar las operaciones de entrada y salida de la tarjeta **USBLab** desde Simulink. En los PC del laboratorio ya se encuentra instalada esta librería, por lo que aparecerá en la parte inferior del Navegador de Simulink tal y como se muestra en la parte izquierda de la siguiente figura.

Dentro de esta librería aparecen cinco bloques diferentes:

- **USBLab\_RAn:** Bloque para recibir/leer (R) una señal analógica (An) externa.
- **USBLab\_WAn:** Bloque para enviar/escribir (W) una señal analógica (An) a un sistema.
- **USBLab\_WPWM:** Bloque para enviar/escribir (W) una señal PWM (PWM) a un sistema.
- **USBLab\_WAn\_RAn:** Bloque para enviar/escribir (W) una señal analógica (An) a un sistema y leer (R) su respuesta analógica (An).
- **USBLab\_WPWM\_RAn:** Bloque para enviar/escribir (W) una señal PWM (PWM) a un sistema y leer (R) su respuesta analógica (An).

**Es importante tener en cuenta que en los parámetros de cada bloque, los campos de entrada se refieren a entradas a la tarjeta y los campos de salida a salidas de la tarjeta. Además, la señal de entrada a un bloque de la librería Simulink USBLab se envía al Circuito a través de las salidas de la USBLab, y la señal de salida del bloque será la salida del Circuito capturada por la entrada de la USBLab.**



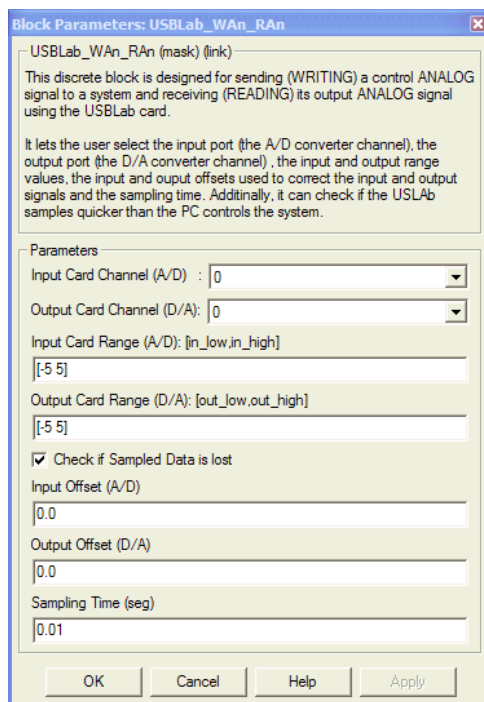
Debido a que el circuito es un sistema con una entrada analógica y salida analógica, para observar la respuesta del sistema a una entrada generada por el ordenador se llevará el bloque **USBLab\_WAn\_RAn** a un proyecto Simulink, y se conectará a su entrada un bloque Simulink que genere la señal de entrada elegida y a la salida un Scope donde se visualizará la respuesta del Sistema (y opcionalmente si se desea la señal de entrada). A continuación se realizará el control del Circuito desde Simulink, dándole al botón de Start/Stop Simulation. En la parte derecha de la figura anterior se puede observar un ejemplo de proyecto cuya función de entrada se elige por medio del generador de funciones. Además se puede realimentar el Sistema como si se tratase de cualquier otro bloque Simulink, integrar la señal a la salida, etc. Es decir, se puede hacer uso de todas las facilidades del entorno Simulink para controlar el Circuito.

Todos los bloques de la librería **USBLab** tienen un conjunto de parámetros, que permiten sintonizar el funcionamiento del mismo.

En este guión únicamente se presentan los parámetros de los bloques **USBLab\_WAn\_RAn**, ya que es el bloque que se utilizará para realizar los experimentos del laboratorio.

### Parámetros del Bloque USBLab\_WAn\_RAn:

Los parámetros propios de este bloque, representados en la siguiente figura, son los siguientes:



- **Input Card Channel (A/D):** Menú donde se selecciona el canal de la tarjeta que se utilizará para la entrada de los datos. La USBLab dispone de un conjunto de canales de entrada, siendo utilizables desde la tarjeta de extensión los canales del 0 al 3. Por lo tanto, es necesario elegir el canal al que se encuentra conectada la salida del Sistema para que a la salida de este bloque Simulink se encuentre la entrada a la tarjeta.
- **Output Card Channel (D/A):** Menú donde se selecciona el canal de la tarjeta que se utilizará para la salida de datos. La USBLab únicamente tiene un canal de salida, el 0.
- **Input Card Range (A/D) [in\_low,in\_high]:** Rango válido de las señales de entrada de la tarjeta. En este campo hay que poner un vector de dos elementos, con el valor mínimo y máximo de entrada, que serán utilizados por el bloque Simulink para convertir la señal binaria devuelta por la tarjeta al rango real correspondiente. Este rango depende de la tarjeta de extensión. **Para los experimentos de este laboratorio debe ser de [-5,5].**
- **Output Card Range (D/A) [out\_low,out\_high]:** Rango válido de las señales de salida de la tarjeta. En este campo hay que poner un vector de dos elementos, con el valor mínimo y máximo de salida, que serán utilizados por el bloque Simulink para convertir la señal real que se quiere enviar a la tarjeta a su señal binaria correspondiente. Este rango depende de la configuración de la tarjeta de adquisición de datos. **Para los experimentos de este laboratorio debe ser de [-5,5].**
- **Check if Sampled data is lost:** Comprueba si se producen errores en la lectura y escritura de datos, y en el caso en que ocurran, muestra un mensaje en la línea de comandos de Matlab.
- **Input Offset (A/D) :** Valor corrector de la señal de entrada a la tarjeta, para poder desplazarla en el eje de las Y.
- **Output Offset (D/A):** Valor corrector de la señal de entrada a la tarjeta, para poder desplazarla en el eje de las Y.
- **Sampling Time:** periodo de muestreo del bloque, en segundos. El valor mínimo permitido es de 1 milisegundo.

### Observaciones generales:

1. La alimentación elegida para los operacionales de la planta recortará las señales de entrada a los mismos superiores a +12V e inferiores a -12V. La posibilidad de que la señal se sature al pasar por los operacionales, tiene que ser tenida en cuenta a la hora de elegir los valores de las resistencias y de la señal de entrada al circuito, ya que puede ser la causa de que el circuito deje de comportarse como un sistema lineal.
2. El rango de entrada y salida válido para la USBLab y tarjeta de extensión es de  $\pm 5V$ . Valores de salida fuera de ese rango se ven recortados al valor válido más próximo. Por lo tanto, es conveniente elegir cuidadosamente el valor de la señal de entrada a la planta de forma que no sólo dicha señal se encuentre en el rango apropiado, si no que la respuesta del Circuito también esté entre ambos valores.
3. Mientras se este ejecutando un proyecto Simulink que incluya cualquier bloque de la librería Simulink USBLab no se debe interferir con su funcionamiento (mover la ventana, intentar abrir el Scope). Simulink es un entorno diseñado para la simulación, por lo que cuando se interfiere con su funcionamiento Simulink únicamente retarda los resultados finales, pero estos no se ven modificados. Sin embargo, en

este laboratorio lo estamos utilizando para controlar en tiempo real un sistema real, por lo que hay que evitar en la medida de lo posible que Simulink posponga el envío de señales al Circuito y la recepción de señales procedentes del mismo. Por esta misma razón tampoco es conveniente ejecutar otras aplicaciones Windows al mismo tiempo que se este ejecutando un proyecto con bloques de esta librería.

4. **Ante cualquier duda sobre las conexiones finales de los circuitos, el alumno debe siempre consultar al profesor.**

### **Cuando el sistema no funciona o la respuesta del mismo no es la esperada:**

- a. **Comprobar** que todos los elementos hardware están conectados correctamente y que la alimentación está encendida.
  - b. **Comprobar** que los datos del bloque Simulink son correctos, especialmente que:
    - La entrada de la tarjeta de adquisición auxiliar (salida del sistema) se corresponda con la entrada especificada en los parámetros del bloque.
    - El periodo de muestreo sea superior a 2 milisegundos, e inferior a aquel que pueda producir fenómenos de aliasing y/o inestabilizar el sistema.
  - c. **Disminuir el valor de la señal de entrada**, ya que puede que se esté saturando alguna de las etapas de la planta o que las señales de salida se encuentre fuera del rango de funcionamiento de la tarjeta de adquisición de datos.
  - d. **Llamar al profesor.**
-