

ÍNDICE

ÍNDICE	1
4 MANUAL DE SOFTWARE E INTERFAZ/CONSOLA DE CONTROL	2
4.1. PUESTA EN MARCHA	6
4.1.1. Pantalla principal	6
4.1.2. Control manual de los actuadores (analógicos y digitales).....	11
4.1.3. Sensores.....	12
4.1.4. Configuración de las gráficas y muestra de las gráficas	13
4.2. ANEXO 1: PROPIEDADES DEL CONTROL ON/OFF	17
4.3. ANEXO 2: PROPIEDADES DEL CONTROL P.I.D.	19
4.4. ANEXO 3: PROBLEMAS FRECUENTES	25
4.4.1. Problemas frecuentes con la tarjeta de adquisición	25
4.4.2. Problemas al ejecutar la aplicación con la tarjeta de adquisición	27
4.4.3. Convertidor RS233-USB	31
4.4.4. Otros problemas.....	32

4 MANUAL DE SOFTWARE E INTERFAZ/CONSOLA DE CONTROL

Si ha adquirido como producto un equipo o unidad debe prestar especial atención a los siguientes puntos que se describen en este manual. En caso que de que el producto adquirido sea únicamente de tipo SOFTWARE diríjase directamente al manual M7 haciendo caso omiso al resto.

Distinguiremos entre los equipos de EDIBON dos grandes grupos: los controlados desde el ordenador, que forman el grupo de equipos computerizados, o bien desde una consola electrónica, los equipos manuales. En el primer caso el control y visualización se realiza desde el ordenador, mediante el ratón y el teclado.



En el segundo, estas acciones se realizarán desde una consola de control. En este último caso, la medida de los sensores se mostrará también en el panel de la propia consola.



En ambos casos, los sensores se encuentran conectados a la interfaz electrónica (o la consola, en el caso de equipos no computerizados), siendo necesaria una buena conexión de éstos con la interfaz. Para ello hay que asegurarse que los conectores han sido roscados al panel frontal de la interfaz/consola.

Antes de encender la consola/interfaz, asegúrese de que la conexión eléctrica es la adecuada: en algunos casos 220V monofásica, en otros 380V trifásica.

Una vez se haya asegurado de estos detalles, y la interfaz/consola se encuentre conectada, puede encenderla pulsando el interruptor *ON/OFF*.

En el caso del equipo no computerizado, los sensores deben estar mostrando el valor medido en sus correspondientes indicadores del panel frontal. En algunos equipos, en los que sólo se dispone de un indicador para varios sensores, el indicador en cuestión está gobernado mediante un selector, que permite seleccionar el sensor a mostrar.

En el caso de los equipos computerizados, es necesario ejecutar el software correspondiente para empezar a trabajar.

Todo equipo controlado desde ordenador dispone de una interfaz electrónica,

que sirve como paso intermedio en la comunicación entre los sensores/actuadores y el PC. La comunicación de dicha interfaz con el equipo se realiza a través de los cables de los sensores/actuadores, mientras que con el ordenador la comunicación se lleva a cabo a través de un único cable, denominado cable SCSI. Existen equipos donde la comunicación se realiza a través de cable USB y otros a través de un convertidor RS232-USB. Refiérase a los anexos del manual M3 para más detalle.

Para garantizar la comunicación entre el equipo y el ordenador es necesario asegurar una buena conexión tanto del cable SCSI como de los cables de los sensores a la interfaz. En el caso de los sensores, asegurarse de que conectamos cada cable en su correspondiente conector, prestando atención a las etiquetas que acompañan a los sensores. Es conveniente fijar dichas conexiones roscando el conector al panel. Evitar tirones en dichos cables que podrían producir un mal funcionamiento en los sensores. En el caso del cable SCSI, fijar mediante los tornillos a los conectores de la interfaz y del ordenador. **Nunca forzar mientras lo conectamos a alguno de los dos terminales, pues podríamos dañar algún pin del cable.**



La interfaz dispone en su panel trasero de un grupo de fusibles, para proteger el equipo de riesgos eléctricos. Seguir el diagrama situado en la parte trasera para saber el amperaje de cada fusible del panel. Es importante, en caso de ser

reemplazados dichos fusibles, asegurarse que realizan un buen contacto eléctrico. Sin embargo, **NUNCA USAR DESTORNILLADORES** para apretar el fusible, pues podría dañarlo.



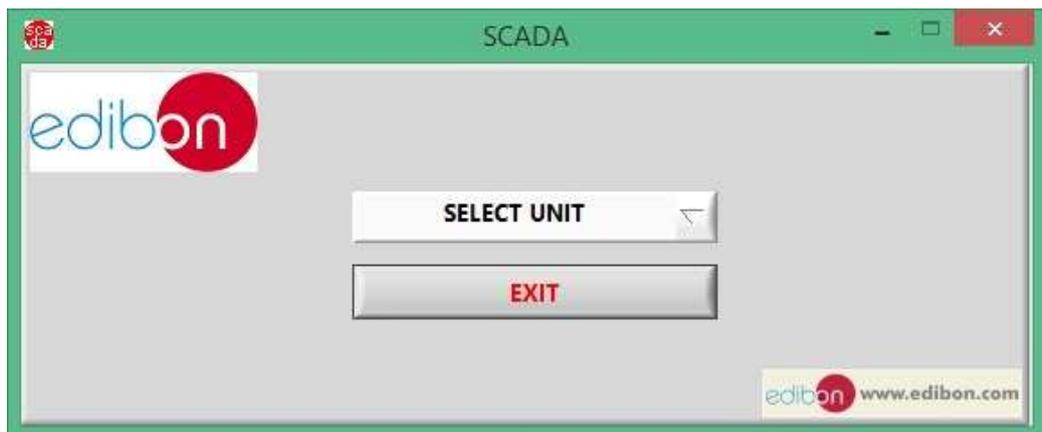
En caso de equipos que contengan agua es conveniente, por precaución, tener la interfaz lejos del equipo, para evitar salpicaduras que pudieran mojarla.

NOTA: En caso de que el equipo sea diferente a los vistos previamente, o el software sea diferente al descrito a continuación, consulte el anexo de software e interfaz/consola recogido en el manual de prácticas (M7).

4.1. PUESTA EN MARCHA

4.1.1. Pantalla principal

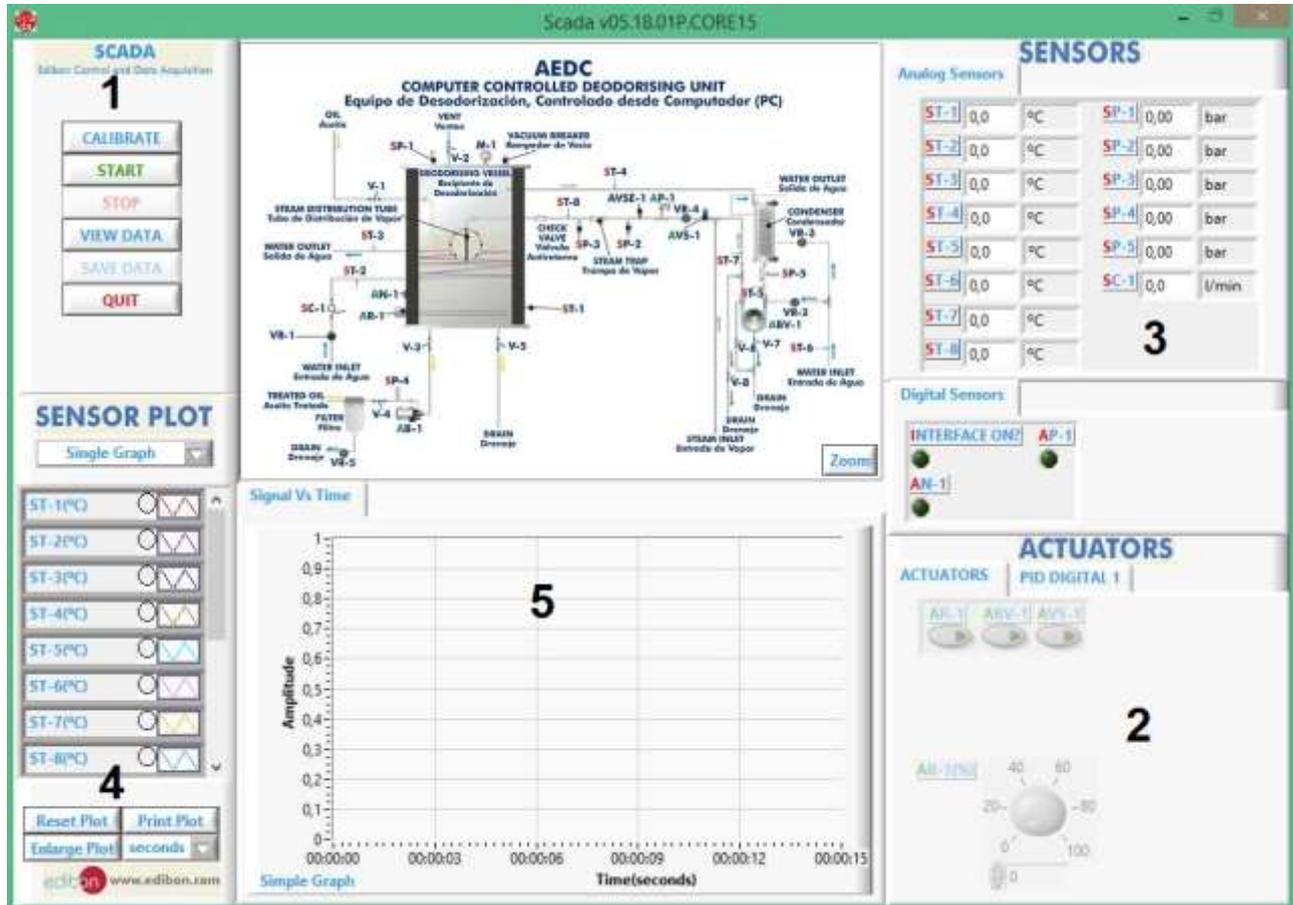
Al ejecutar el programa, aparecerá una pantalla en la que podremos seleccionar el módulo con el que vamos a trabajar. Existe otro conjunto de aplicaciones en las que se omite la pantalla siguiente al estar compuestas de un sólo módulo.



Una vez seleccionado, podremos ver la pantalla principal del software, en la que se muestran todos los controles e indicadores que permiten trabajar con el equipo divididos en secciones. Dichas secciones las podemos dividir en:

Identificación	Descripción
1	Controles principales (Calibration, Start, Stop, View Data, Saving data, Quit)
2	Control manual de los actuadores (analógicos y digitales)
3	Sensores y parámetros de salida
4	Configuración de las gráficas
5	Muestra gráfica (o de tabla dependiendo del equipo)
6	Esquema o diagrama del sistema

PARA CUALQUIER OTRA PECULIARIDAD DIRÍJASE AL MANUAL M7.



4.1.1.1 Controles principales

- **CALIBRATE:** Permite leer y modificar el fichero de calibración del equipo. Se necesita contraseña para entrar en función del nivel de acceso: instructor o soporte técnico. El alumno nunca deberá tener acceso a esta sección, pues podría descalibrar el equipo. Para más información refiérase al **manual M8**.
- **START:** Comienza la ejecución pidiendo el nombre del fichero para almacenar los datos (ver figura más abajo). Tras introducir un nombre

válido, comienza la adquisición. Los indicadores y displays muestran la evolución en tiempo real de las señales adquiridas.

- **STOP:** Para la adquisición actual, por lo que este botón sólo está disponible si existe alguna adquisición en curso.
- **START SAVING... / STOP SAVING:** Comienza/termina de grabar datos en el fichero de almacén. El tiempo entre muestras guardadas será configurable por el usuario.

Los datos durante el proceso se guardarán en un fichero de texto **seleccionado al arrancar el programa**. Es necesario conocer dónde lo hemos guardado para luego abrir dicho fichero o usar la herramienta de representación “view data” del software del equipo.



El software no guarda los datos por defecto, es decir, es necesario pulsar el botón “**Start Saving**” para que el proceso de guardado comience. En ese momento, se habilita un pequeño marco en el que podemos seleccionar el tiempo entre muestras guardadas, o sea, el período de guardado. En algunas aplicaciones se da la opción en este marco de guardar manualmente con sólo pulsar un botón, independientemente del período seleccionado. Además, si en un momento determinado se desea guardar porque el periodo de guardado es muy grande, basta con pulsar el botón *take data*.



Se recomienda elegir un período acorde con el proceso estudiado: elegir períodos grandes para procesos lentos y períodos pequeños en procesos más rápidos, con la finalidad de evitar el exceso de datos sin información. El número de datos guardado dependerá del período elegido y de la duración del proceso estudiado.

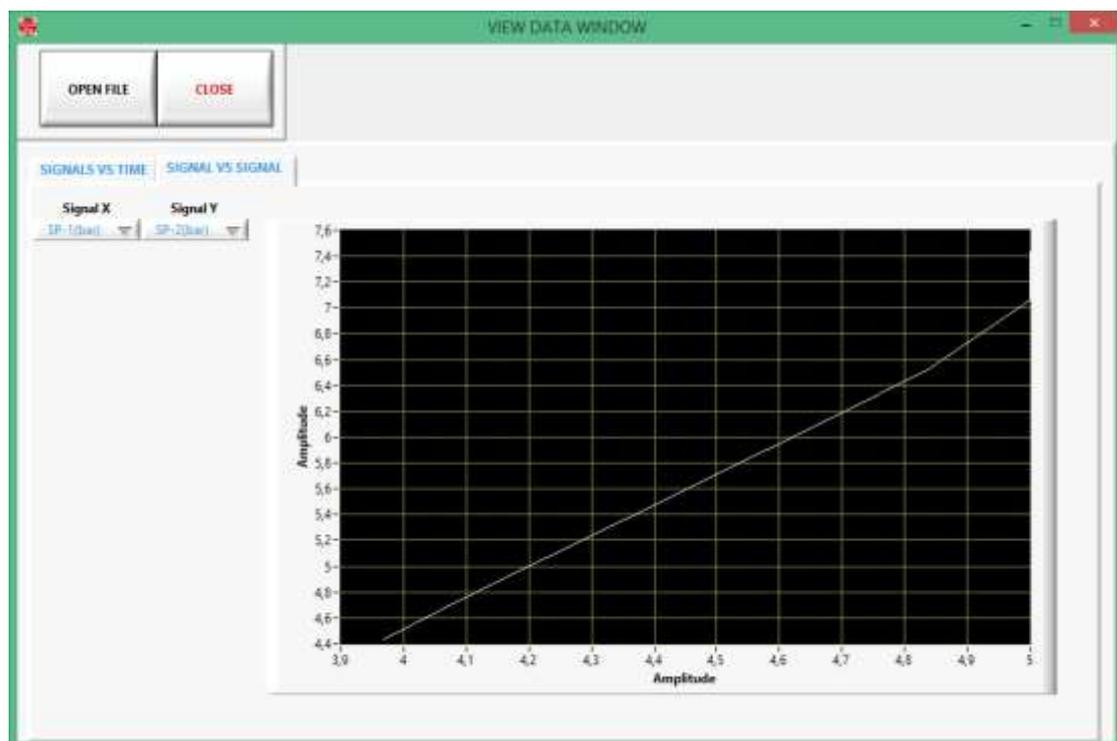
- **VIEW DATA:** Proporciona una nueva ventana de representación gráfica en la que los valores anteriormente adquiridos y almacenados se pueden analizar. Los datos tardan en cargarse un tiempo, dependiendo del tamaño del fichero. Para finalizar, pulse en *DONE*.

Una vez finalizado el experimento podremos representar los resultados

en la opción “View Data” de la pantalla principal. Esta opción sólo estará activa cuando el software esté detenido.

En ella, después de seleccionar el archivo a cargar, podremos observar los datos almacenados y representarlos frente al tiempo. Esto nos permitirá realizar comparaciones entre unos sensores y otros y extraer posibles conclusiones. El usuario puede usar controles de zoom y autoescalado, si lo desea, sobre la gráfica. Si la diferencia de valores entre sensores es muy grande será necesario pulsar el botón *Autoscale*, de lo contrario no podrá visualizarlos.

En algunas unidades específicas esta aplicación nos permite representar unos sensores frente a otros, no frente al tiempo. Unidades como los bancos de bombas o las turbinas son ejemplos de ello.

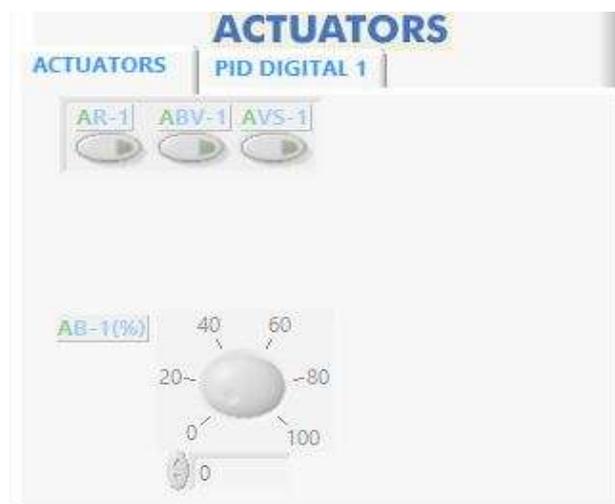


Tensión en Voltios	Valor Medida Física (°C)
0.297	14
0.867	42

QUIT: Apaga y sale del programa. No se puede utilizar cuando una adquisición esté en proceso o cuando se estén visualizando datos.

4.1.2 Control manual de los actuadores (analógicos y digitales)

Este panel contiene todos los actuadores (digitales o analógicos) para controlar los diferentes componentes del sistema. La mayoría de los actuadores suelen ser interruptores digitales (*ON/OFF*), que mandan señales digitales a la interfaz. Pulsando sobre ellos sus valores cambian de ON a OFF o viceversa. También puede haber salidas analógicas para controlar la velocidad del motor y del ventilador, la apertura y cierre de llaves variables, etc. Su funcionamiento es sencillo, basta con mover las ruletas o bien escribir el valor en el recuadro digital.



Este panel varía dependiendo del equipo suministrado y puede tener controles específicos. Por ello, refiérase al **manual M7** o los **anexos de este manual en el caso de equipos con control PID**.

4.1.3 Sensores

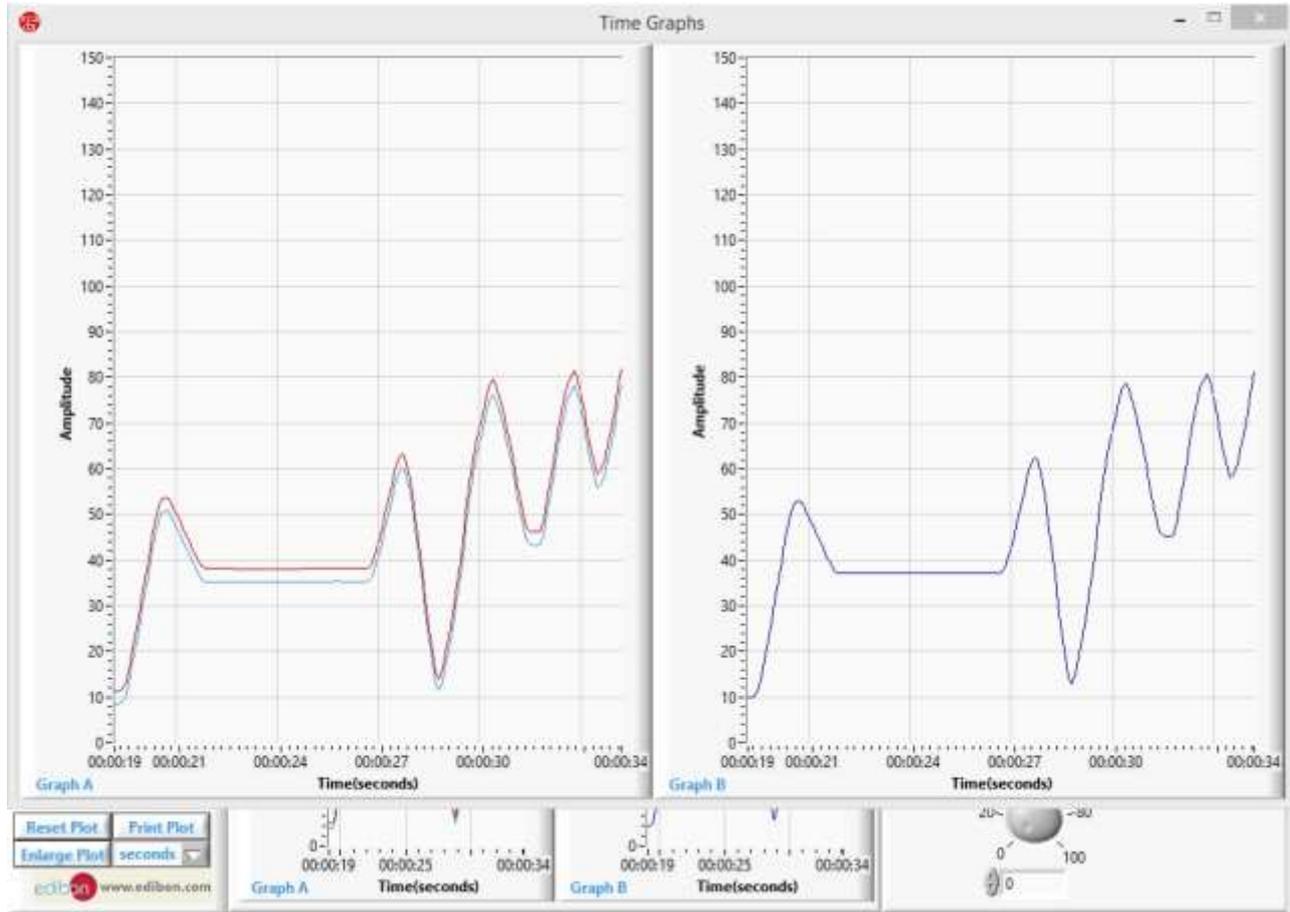


Este panel muestra los indicadores gráficos o numéricos de los datos adquiridos por los sensores. Los indicadores están etiquetados con los nombres de los sensores. La figura muestra un panel típico para una aplicación. En este ejemplo se han leído y se muestran 6 sensores. Algunos de los indicadores gráficos de los sensores puede que se muestren en el panel del centro superior, con el esquema del sistema. Este panel varía dependiendo del equipo

que se suministre. Para ello refiérase al **Manual M7**.

En algunos equipos se añaden en este panel otros indicadores en los que se muestran algunos cálculos dependientes de los sensores, así como los mismos sensores expresados en unidades diferentes.

4.1.4 Configuración de las gráficas y muestra de las gráficas

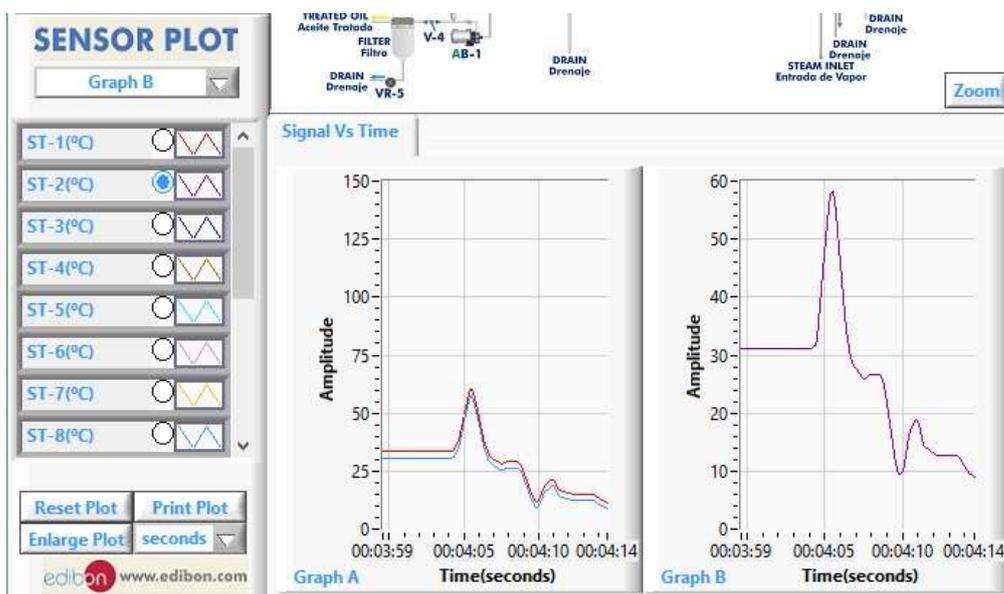


Este panel puede representar gráficamente en tiempo real los valores tomados por los sensores y visualizar la evolución de las medidas en el tiempo. Podremos mostrar los sensores en gráficas diferentes o bien diferentes sensores en la misma gráfica, para facilitar la comparación entre ellos.

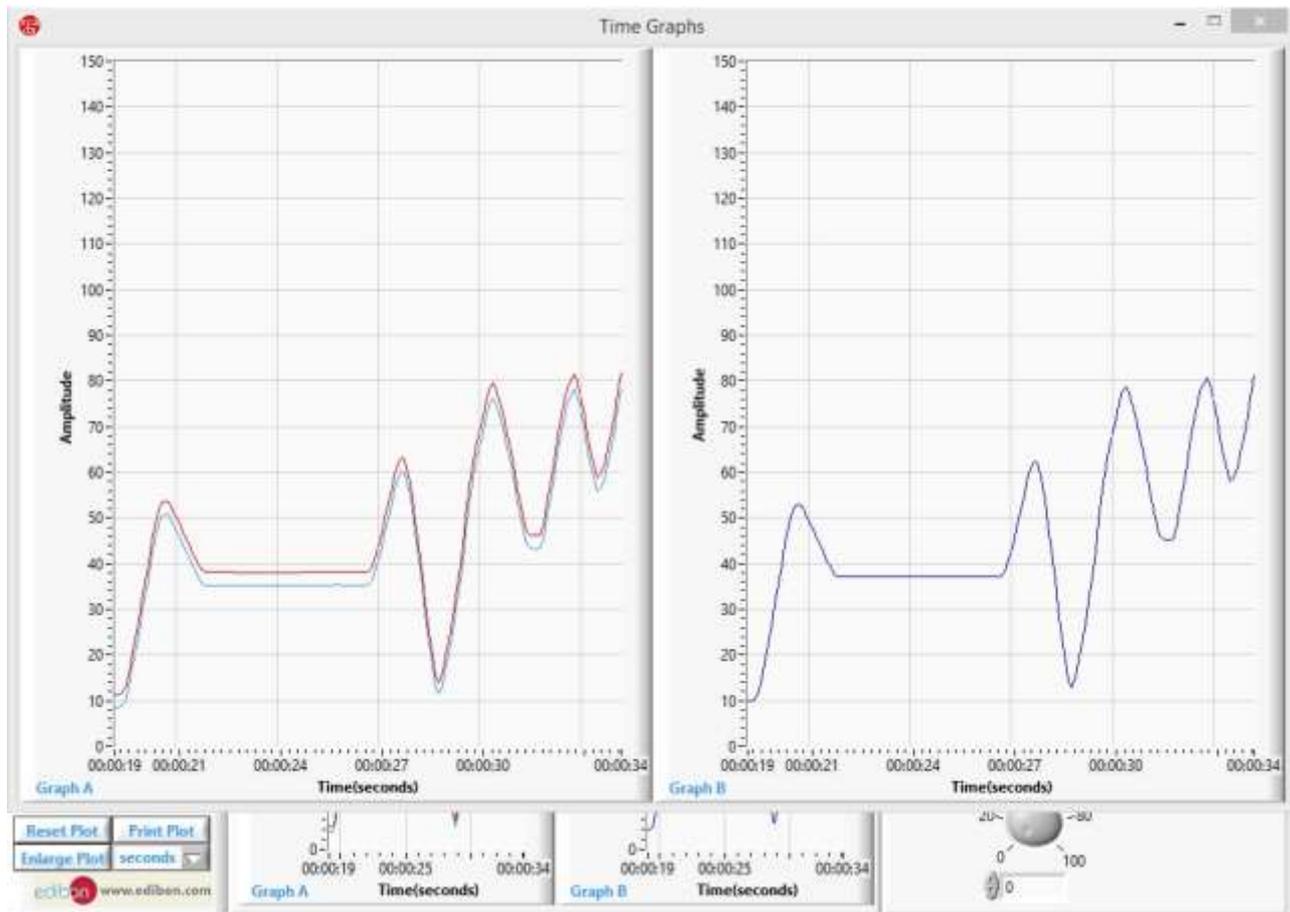
Se pueden ir añadiendo diferentes sensores a la gráfica para poder visualizar en cada instante qué le ocurre a cada sensor.



Por otra parte, existe la opción de poder dividir dicha gráfica en dos, para que en cada una de ellas se sitúen sensores de la misma naturaleza, como por ejemplo, en una se pueden visualizar los sensores de temperatura y en la otra los sensores de presión. Para hacer esto sólo debemos usar el control deslizante (“2graphs/1graph”).

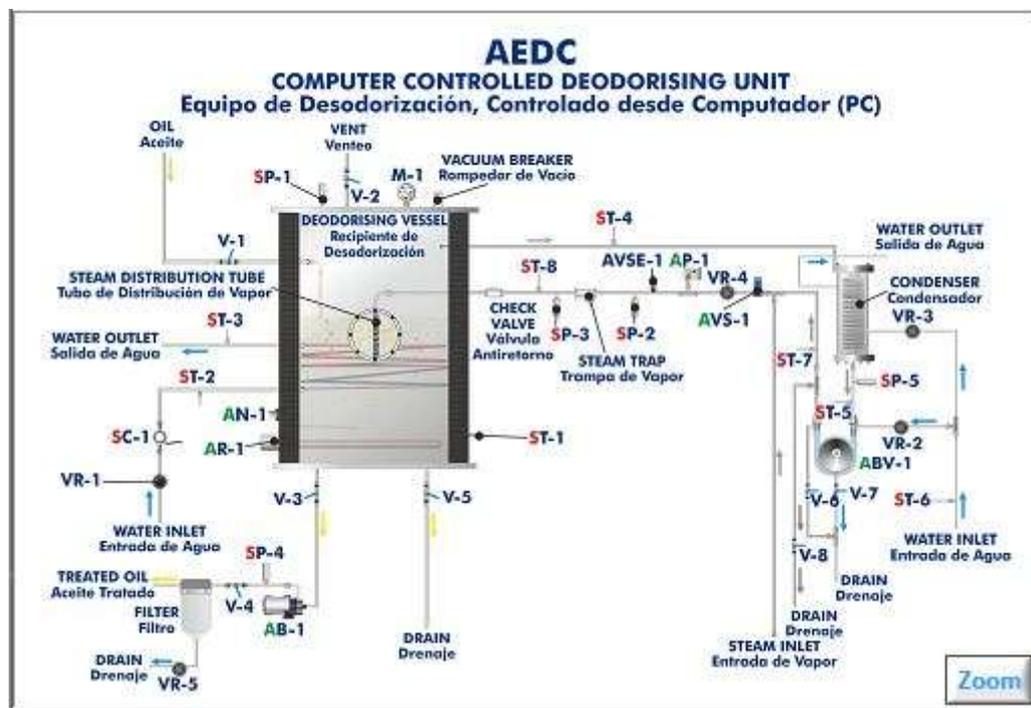


Para representar los sensores seleccionados en una u otra gráfica debemos usar el otro control deslizante (*GraphA/GraphB*). También existe la posibilidad de ampliar la representación. Para ello, pulse en “Enlarge Plot” y se abrirá una ventana con una representación gráfica similar, pero más grande, en la que se mostrará la misma información que en el panel pequeño. El botón de “Enlarge Plot” cambiará a un botón de cierre “Close” que cerrará la ventana de la representación gráfica mayor cuando sea pulsado. Esto deberá hacerse antes de cambiar los canales o detener la adquisición.



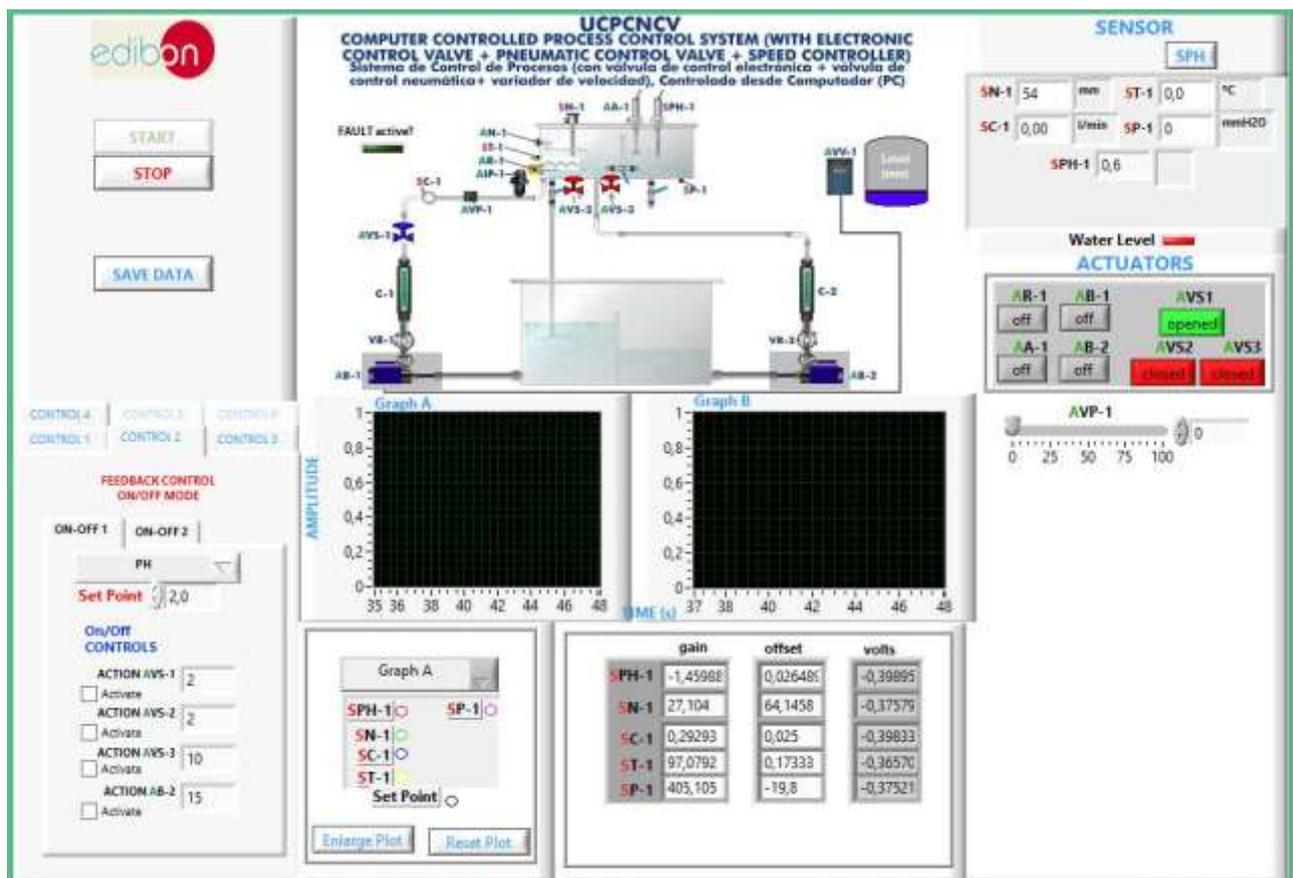
4.1.3.1 Esquema o diagrama del sistema

La sección superior central mostrará esquemáticamente el sistema, mostrando la localización de los sensores y actuadores, indicados con una S roja o una A verde. En algunos casos esta sección contendrá botones o indicadores para facilitar el uso del sistema o para una interpretación gráfica de los datos.



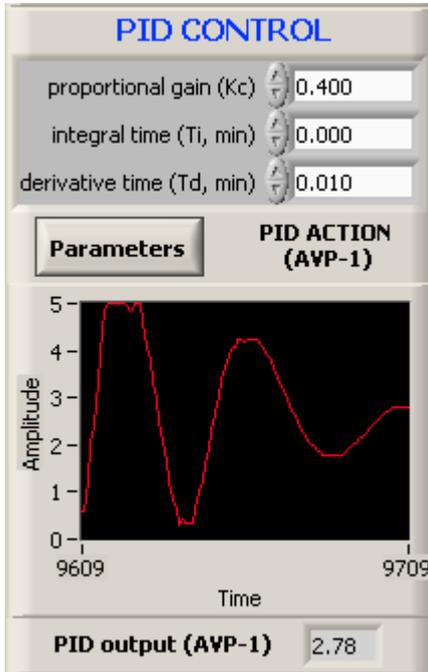
4.2. ANEXO 1: PROPIEDADES DEL CONTROL ON/OFF

El control *On/Off* es un control proporcional al control simple. Este control automático consiste en la selección de un “set point”, por ejemplo el nivel en el caso del control de nivel UCP_L. Por otro lado, se asignan valores para AVS-1 (cuando el nivel excede los valores asignados, la válvula AVS-1 se cierra), AVS-2 y AVS-3 (cuando el nivel excede los valores asignados, las válvulas AVS-2 y AVS-3 se abren para drenar la disolución) y AB-2 (cuando el nivel no alcanza el valor asignado, AB-2 se enciende y si el nivel excede AB-2 se apaga).



Para el resto de proyectos: el Control de flujo UCP (UCP_F), el control pH UCP (UCP_pH), el Control de temperatura UCP (UCP_T), el proceso es similar, pero en cada caso el punto de referencia será el flujo, el pH y la temperatura respectivamente, y el número de parámetros del control es diferente.

4.3. ANEXO 2: PROPIEDADES DEL CONTROL P.I.D.



Un controlador P.I.D. permite fijar el valor de consigna con una mayor exactitud, corrigiendo con el tiempo los errores estacionarios y evitando las perturbaciones en el sistema con respuestas instantáneas.

En la ventana adjunta se muestran todas las propiedades disponibles en los controladores P.I.D. dispuestos en el programa SCADA.

Si apretamos el botón “Parameters” aparecen las diferentes acciones que puede llevar a cabo el controlador PID. Para cerrar esta ventana se debe acudir al mismo botón (en este caso aparece sombreado y la palabra “close” está resaltada).

PID parameters
(proportional, integral and derivative Actions)

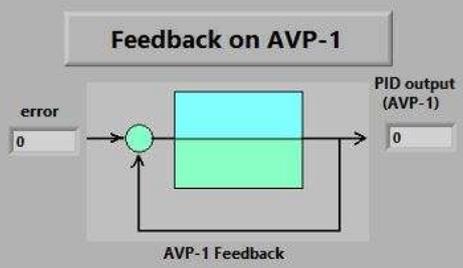
$$u(t) = K_c \left(e + \frac{1}{T_i} \int_0^t edt + T_d \frac{de}{dt} \right) = 0$$

$u_p = K_c \times e = 0$ $K_p = K_c = 0$

$u_i(t) = K_c \left(\frac{1}{T_i} \int_0^t edt \right) = 0$ $K_i = \frac{K_c}{T_i} \text{ (if } T_i \neq 0) = 0$

$u_D(t) = K_c \left(T_d \frac{de}{dt} \right) = 0$ $K_d = K_c \times T_d = 0$

Feedback on AVP-1



PID process

PID output (AVP-1) = u(t) + AVP-1 (before)

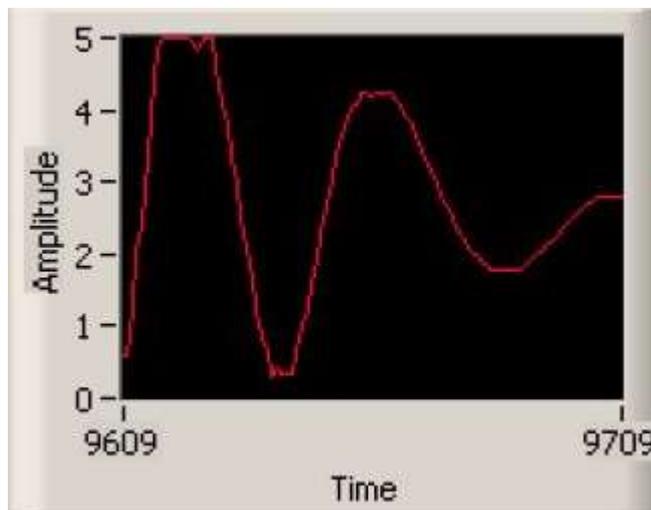
CLOSE

Kp. “Constante proporcional”. Su valor está comprendido entre 0 y 1.

Td. “Constante derivativa” es el tiempo derivativo en minutos, también llamado *time*. Mediante esta constante se puede corregir dentro de la banda de actuación las posibles perturbaciones que se produzcan en el sistema, actuando de inmediato. Su valor también está comprendido entre 0 y 1.

Ti. “Constante Integral”, es el tiempo integral en minutos, también llamado *reset time*. La acción integral en un controlador permite corregir el error estacionario que se produce en un control Todo/Nada. Su valor debe ser mayor o igual a 0.

Plot PID Action. Indica la acción que se está llevando a cabo en la válvula proporcional.



El controlador PID compara los puntos de referencia (SP) con los procesos variables (PV) para obtener el error (e).

$$e = SP - PV$$

Luego el controlador PID calcula la acción de controlador, $u(t)$, donde K_c es ganancia de controlador.

$$u(t) = K_c \left(e + \frac{1}{T_i} \int_0^t e dt + T_d \frac{de}{dt} \right)$$

Si el error y la salida del controlador tienen el mismo rango, de -100% a 100% , la ganancia de controlador es recíproca.

La siguiente fórmula representa la acción proporcional. K_c determina la oscilación ambiental al punto de referencia.

$$u_p(t) = K_c \cdot e$$

La siguiente fórmula representa la acción integral. Esta acción lo que hace es corregir el error estacionario en el tiempo.

$$u_i(t) = K_c \left(\frac{1}{T_i} \int_0^t e dt \right)$$

La siguiente fórmula representa la acción derivativa. La acción derivativa suaviza la acción proporcional evitando que los cambios de acción sean abruptos.

$$u_D(t) = K_c \left(T_d \frac{de}{dt} \right)$$

La acción total $u(t)$ actúa en la válvula proporcional siguiendo este patrón:

$$AVP-1 \text{ output } (t) = u(t) + AVP-1 \text{ output } (t-1)$$

Acto seguido, depende de si el sistema se acerca o se aleja del punto de referencia (el error está cerca de cero). La acción total se aleja cancelando el error progresivamente.

Para ilustrar el concepto de PID, vamos a presentar un caso práctico para poder mostrar la sencilla forma de influencia del PID dependiendo de sus parámetros. Nos centraremos en el Control de flujo (UCP-P). El proceso es el mismo con pequeñas diferencias en el caso del Control de temperatura que veremos más adelante.

Puede seleccionar un punto de referencia para el flujo en 1.5 litros/minuto (ya se habrá dado cuenta de que los valores por debajo de 1 litro/minuto son difíciles de obtener porque la válvula proporcional regula peor en ese rango).

Primero, seleccione $K_c = 2$ o 3 y verá la oscilación de FLOW (Sensor de flujo). Al reducir el valor de K_c incluso hasta 0.25 , la oscilación decrece.

Por otro lado, T_d puede tomar valores de 0 a 0.01 . Puede ver que la oscilación se suaviza. Si los valores de T_d son mayores que 0.01 el sistema puede ser inestable.

Cuando el error es inferior a 0.1 litro/minuto, la acción proporcional y la acción derivativa dejan de actuar. En este momento, se ha obtenido un error estacionario y se puede observar la acción integral. Puede seleccionar $T_i = 2$ para ver la evolución del sistema.

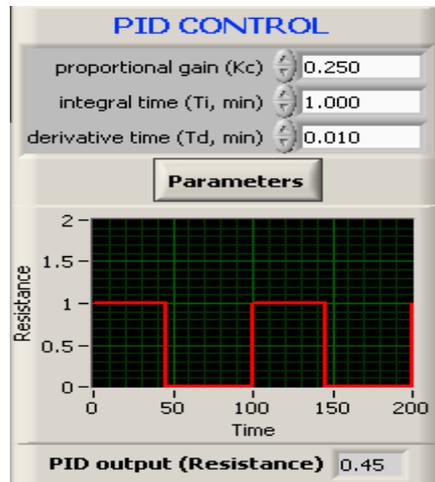
A continuación, mostraremos ejemplos de dos tipos de PID, con parámetros que puede introducir en el software de control.

Tipo de PID	Punto de referencia	Kc	Ti	Td
Presión	0.5 Bar	1	1	0.01
Presión	1.25	0.5	1	0.01
Flujo	60 l/min	0.2	1	0.01
Flujo	45 l/min	0.1	0.1	0.01

Nota: Estos ejemplos guían la dirección del proceso, pero no son únicos.

En el caso de Nivel PID (UCP_L) el punto de referencia es el nivel, mientras que en el pH PID (UCP_pH) es el pH. Estos procesos son más lentos y la acción total también actúa en la válvula proporcional (AVP-1).

Por otro lado, la filosofía de Temperatura PID (UCP_T) es diferente, porque para obtener el punto de referencia de temperatura, la acción PID actúa en la resistencia enviando un onda cuadrada a la frecuencia proporcionada (ver la figura a continuación). En la onda cuadrada, el nivel superior (cuyo valor es 1) es el tiempo durante el cual la resistencia está calentando y el nivel inferior (de valor 0) el tiempo durante el cual la resistencia está apagada. En este proceso, la acción de PID regula el porcentaje del nivel superior en la onda cuadrada para un ciclo. Acto seguido, si la temperatura está muy lejos del punto de referencia, la acción estará al máximo y, por lo tanto, el 100% de la onda está en su nivel superior. De acuerdo con el punto de referencia obtenido, el porcentaje se reducirá incluso cuando se obtenga el punto de referencia y la acción del PID es nula y la onda cuadrada es nula en todos los ciclos.



4.4. ANEXO 3: PROBLEMAS FRECUENTES

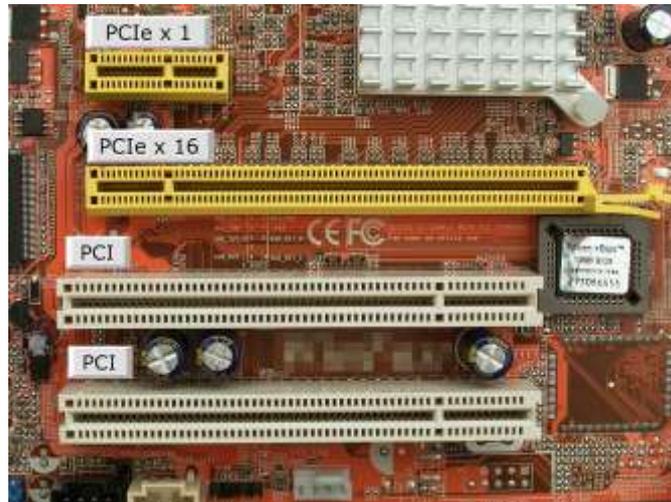
En el siguiente apartado del manual se muestran los problemas más comunes cuando intentamos trabajar con el equipo por primera vez. Ante estos problemas, se proponen las soluciones más adecuadas para cada uno de ellos.

4.4.1. Problemas frecuentes con la tarjeta de adquisición

- Comprobar que la tarjeta PCIe no presenta circuitos integrados quemados ni daños físicos que no permita su instalación en el PC.



- Comprobar que existe espacio suficiente para instalar la tarjeta en el PC. Las dimensiones son: 10.5 x 15.5 cm (4 x 6.1 pulgadas).
- Comprobar que el PC posee un puerto **PCIe**.

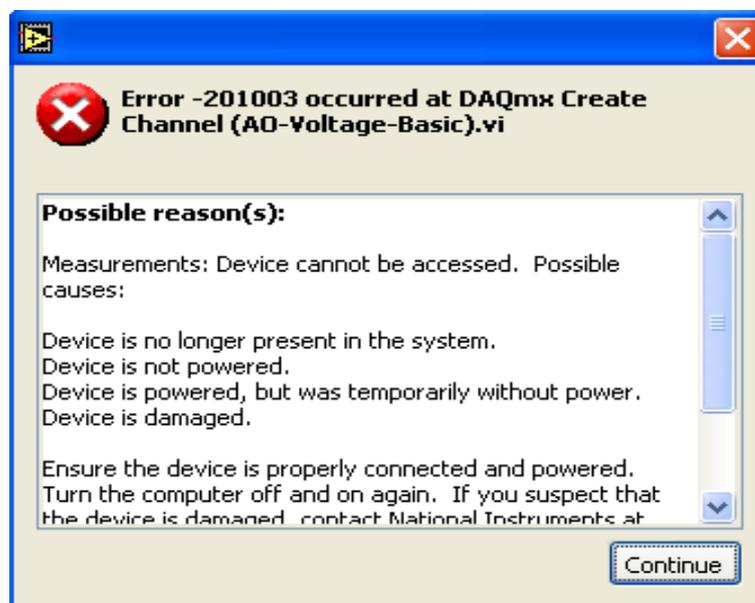


- Comprobar que, junto con la tarjeta, se mandó el DVD de drivers de la misma. La versión de los drivers debe ser igual o superior a 9.1.7, que es compatible con los S.O. Windows 7, Vista y XP.
- Comprobar que los conectores del cable SCSI no han sido dañados, no faltan pines ni han sido torcidos.
- Comprobar que el conector hembra del cable SCSI encaja con la tarjeta una vez ésta haya sido instalada en el PC.
- Comprobar que el conector macho del cable SCSI encaja en la interfaz.

Si no se cumpliera alguno de estos puntos el sistema de adquisición no se podría llevar a cabo.

4.4.2. Problemas al ejecutar la aplicación con la tarjeta de adquisición

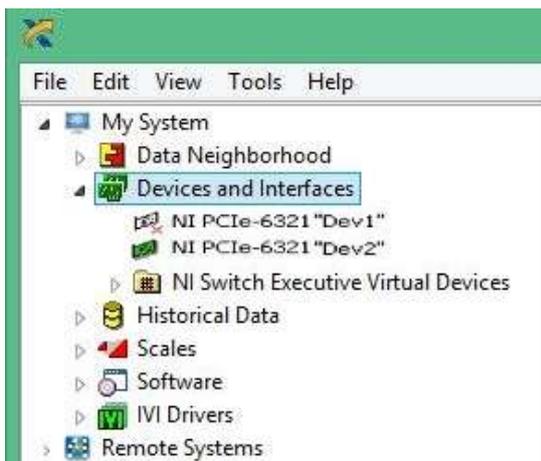
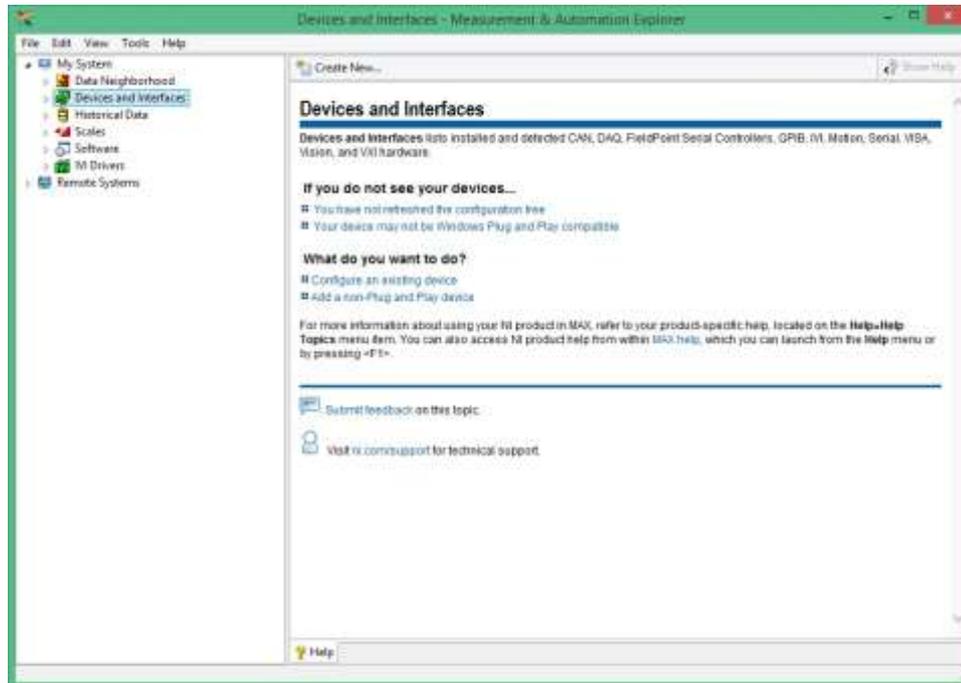
En ocasiones, al iniciar el software nos encontramos con este mensaje de error. Si pulsamos *continuar* volverá a aparecer de nuevo y si pulsamos *continuar* hasta que no vuelva a aparecer veremos cómo las medidas de los sensores muestran un “0” o “NaN”.



Este problema está referido en cualquier caso a la tarjeta de adquisición de datos, a una incorrecta instalación de ésta. Para solucionarlo debemos cerrar el programa, ir a nuestro escritorio y buscar el icono mostrado a continuación, correspondiente al *Measurement & Automation Explorer*, programa que nos permite gestionar la tarjeta de adquisición.

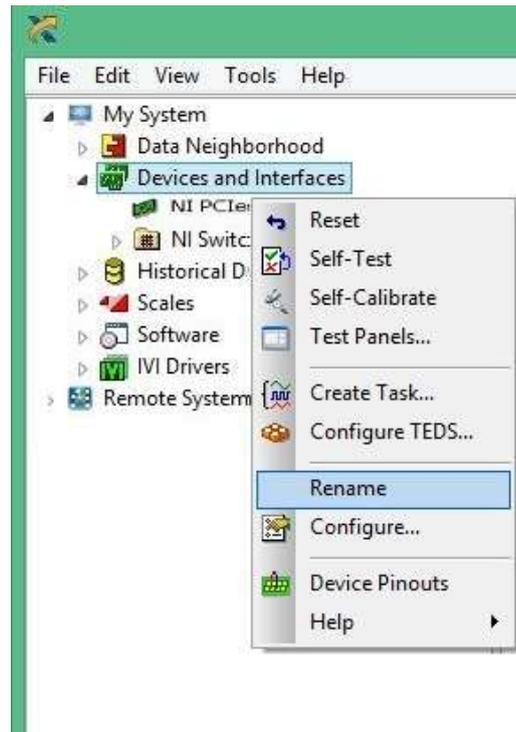


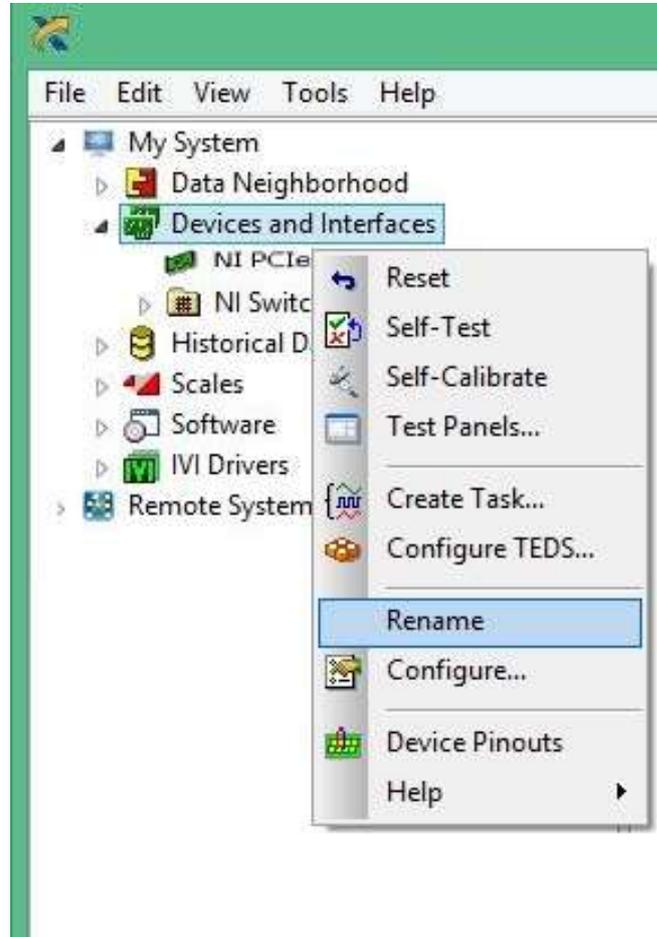
Una vez abierto, haga clic en “devices & Interfazs/NIDAQmx Devices” y observe el desplegable que aparece.



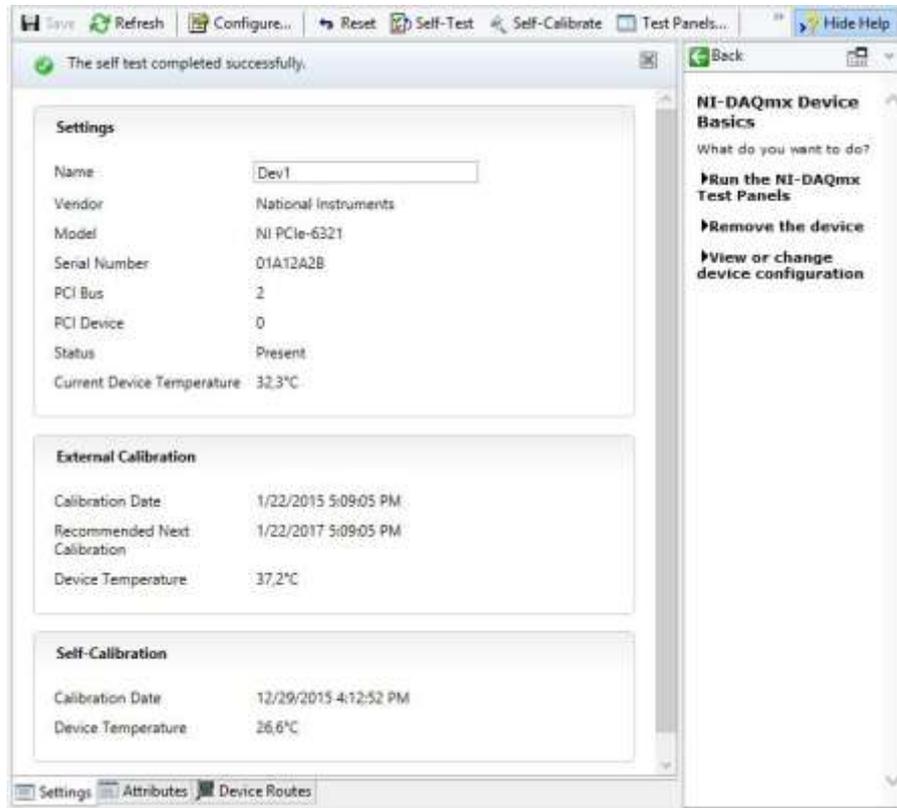
Nos podemos enfrentar a dos situaciones distintas: la que se muestra en la figura (doble tarjeta instalada) o sólo una tarjeta instalada en la que la tarjeta, con el nombre Dev1, apareciera con un aspa roja (tarjeta de adquisición no reconocida).

En el primero de los casos, siga los pasos marcados en las fotos. Haga clic con el botón derecho sobre Dev1 y seleccione “delete”. Después, renombre la “dev2” como “dev1”. Una vez modificado el nombre, realice el “Self Test” a la tarjeta.



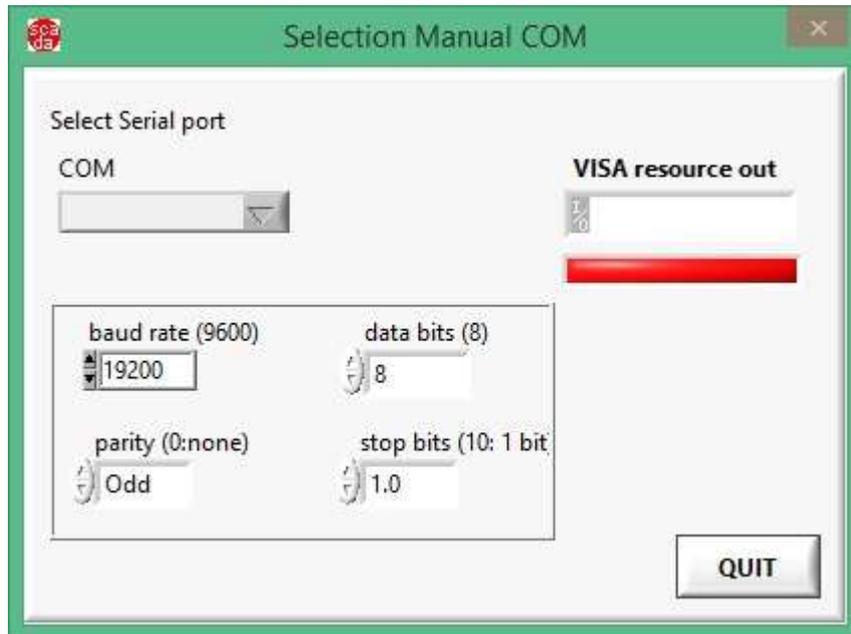


En el segundo caso, deberíamos apagar el ordenador, quitar la tarjeta y volver a pincharla para que el ordenador la identifique como nuevo hardware y nos pida los *drivers*. Si ya los hemos instalado, simplemente debemos ordenar buscarlos automáticamente. Una vez ahí, la tarjeta deberá ser reconocida y estar lista para trabajar.



4.4.3. Convertidor RS233-USB

Si su equipo utiliza un convertidor RS232-USB conectado a su PC y no ha instalado previamente los *drivers* del mismo, la imagen de abajo le aparecerá siempre que arranque el software y no obtendrá medidas de algunos sensores. Para un mayor detalle de cómo instalarlos refiérase al anexo 3.12 del MANUAL DE INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA



4.4.4. Otros problemas

- 1) Para evitar medidas erróneas en los sensores asegúrese de que éstos son conectados correctamente a la interfaz. Para ello, siga las etiquetas de cada sensor, de forma que esté conectado en su correspondiente conector de la interfaz. Fijar dicha conexión girando el conector en su rosca hasta asegurarse de que el contacto es bueno.
- 2) Todos los sensores miden de forma errónea: comprobar la conexión del cable SCSI. Si sólo es un sensor el que mide de forma incorrecta, comprobar el estado de los pines del cable. En ocasiones, por una mala conexión, alguno de estos pines se dobla y provoca un mal contacto eléctrico. Si éste no fuera el problema, comprobar el estado del fusible de 2 ó 3A de la interfaz. En caso de estar fundido, sustituirlo por uno nuevo del mismo amperaje.

- 3) Todos los sensores muestran “NaN”. La tarjeta no ha sido reconocida o hay conflicto entre tarjetas. Recurrir al error “tarjeta de adquisición”.
- 4) Las señales digitales (actuadores *ON/OFF*) no funcionan. En este caso, reiniciar el software, pues las salidas digitales no han sido cargadas.
- 5) Alguna señal digital no funciona. En este caso, comprobar el estado del fusible correspondiente. En caso de estar fundido, reemplazarlo.
- 6) Si ha instalado tanto la tarjeta como los *drivers* de la misma pero el *Measurement&Automation* no la reconoce, debe descargar los últimos *drivers* para su sistema operativo en *www.ni.com* o bien ponerse en contacto con EDIBON para proporcionárselos.