



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

INFORME FINAL

**AYUDAS DE LA USAL PARA PROYECTOS DE
INNOVACIÓN DOCENTE**

PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE:

***DISEÑO DE PRÁCTICAS DE
INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL PARA LA
ASIGNATURA DE INSTRUMENTACIÓN
ELECTRÓNICA***

Código del proyecto: ID10/137

Ed./Rev.: 1/0
27-Junio-2011

Responsable del proyecto:
Dr. Yahya M. Meziani

<p>DIRIGIDO AL SR. VICERRECTOR DE DE DOCENCIA DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA</p>



VNiVERSiDAD
D SALAMANCA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN: ESTADO PREVIO Y ANALISIS DE LA SITUACION	1
2. TRABAJO REALIZADO. RESULTADOS ALCANZADOS	4
3. CONCLUSIONES Y LINEAS DE TRABAJO FUTURO.....	14



VNiVERSiDAD
D SALAMANCA

1. INTRODUCCIÓN: ESTADO PREVIO Y ANALISIS DE LA SITUACION

El presente documento presenta la memoria justificativa del trabajo realizado y de los resultados alcanzados con el proyecto de innovación docente titulado ***DISEÑO DE PRÁCTICAS DE INSTRUMENTACIÓN VIRTUAL PARA LA ASIGNATURA DE INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA***, concedido dentro de las Ayudas de la Universidad de Salamanca (USAL) para Proyectos de Innovación Docente en el curso académico 2010/2011 con código **ID10/137**.

El proyecto se ha desarrollado dentro del área de Electrónica del Departamento de Física Aplicada y dirigido por el Dr. Y. M. Meziani, especialista en Instrumentación Electrónica (IE). El equipo que presenta este Proyecto de Innovación Docente (PID) tiene amplia experiencia en labores docentes de tipo práctico en el campo de la Electrónica para el que dispone de un laboratorio equipado con instrumentos *standard* (multímetros, osciloscopios y generadores de señales de hasta 20MHz y entrenadores para el montaje de circuitos integrados y componentes discretos) que se ha utilizado durante más de 20 años.

En la última década la constante reducción del coste de los ordenadores de altas prestaciones, el desarrollo de software y la disponibilidad de tarjetas de adquisición de datos (DAQs) de altas prestaciones internas y externas compatibles ha permitido la extensión del paradigma de la Instrumentación Electrónica Virtual, en la que los sistemas fijos, analógicos y de propósito específico de medida (y costosos) se reemplazan ventajosamente por una cadena “sensor-DAQ-software” que permite una reducción de costes extrema y una generalización y extensión de la Instrumentación Electrónica (IE) a cualquier campo experimental: Biología, Química, Física, etc.

Un breve análisis de la enseñanza actual de Instrumentación Electrónica muestra que, si bien las bases prácticas pueden seguir abordándose mediante el equipamiento tradicionalmente usado en la USAL con buenos resultados científico-pedagógicos, este tipo de enseñanza diverge de manera paulatina y sistemática de la práctica en laboratorios actuales (no sólo los especializados en Micro/Nano-electrónica, si no los mencionados en el párrafo anterior). Adicionalmente, un análisis del coste del enfoque tradicional muestra claramente que es muy superior al de instrumentación basada en la cadena “sensor-DAQ-software” si se pretende mantener la paridad en frecuencia. El



coste de renovación de 10 puestos en la aproximación tradicional para llegar a 100 MHz sería superior a 100.000 euros, mientras que una solución equivalente basada en PCs, DAQs y LabView no superaría los 20.000 euros. Adicionalmente, dado que se pueden definir instrumentos en LabView, la funcionalidad de la solución basada en el paradigma “sensor-DAQ-software” es incontestablemente superior, por lo que el coste real de la enseñanza basada en él es al menos un orden de magnitud inferior¹.

El Dr. Meziani, recientemente incorporado a la USAL, tiene experiencia práctica docente e investigadora en IE Virtual. El equipo de investigación de este PID se propuso despertar sinergias entre los diferentes perfiles de experiencia práctica y docente en el diseño de la asignatura de IE que se imparte como obligatoria en segundo curso en el Grado en Física de la Facultad de Ciencias de la USAL. El aspecto novedoso de la citada asignatura con respecto a la enseñanza tradicional radica en la introducción de los elementos de IE Virtual por primera vez en la enseñanza reglada de la USAL. La idea subyacente en estos elementos es que el estudiante adquiera destrezas que en su futuro desempeño como profesional no exijan el uso de un costoso laboratorio de electrónica sino sólo de la cadena “sensor-DAQ-software” y el estudiante pueda realizar medidas diferentes simplemente cambiando el sensor y reprogramando el software.

Finalmente, indiquemos que en el curso 2009-10 estos nuevos conceptos fueron introducidos a modo de experiencia piloto en la asignatura de libre elección de creación específica “Instrumentación Electrónica” impartida a alumnos de las Facultades de Ciencias y Ciencias Químicas; los resultados preliminares fueron hechos públicos dentro del PID con referencia ID9/028. En el presente curso académico los contenidos fueron incrementados y rediseñados para el segundo curso del Grado en Física como mencionamos más arriba.

Los objetivos concretos en este Proyecto han sido:

1. Introducción de enseñanza de Instrumentación Electrónica Virtual basadas en herramientas de última generación.
2. Generación de contenidos.
3. Generación de material de aprendizaje y autoayuda virtual que se ha hecho disponible en Studium.

¹ A modo de ejemplo, un analizador de espectros de hasta 10MHz (realizable por software sin coste adicional en LabView) tiene un coste en hardware tradicional superior a los 10.000 euros, la dotación de un analizador de espectros (indispensable para analizar sistemas y circuitos de Telecomunicaciones) elevaría el coste del equipamiento de 10 puestos a 200.000 euros, pero la misma funcionalidad se consigue sin coste adicional en la solución basada en LabView.



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

4. Organización de prácticas en las que los estudiantes han organizado su aprendizaje basado en casos prácticos que incluye el desarrollo de un Instrumento Virtual (un voltímetro) por parte del propio estudiante en todas sus fases: concepción, implementación, test y optimización.



2. TRABAJO REALIZADO. RESULTADOS ALCANZADOS

Los miembros del PID han desarrollado las siguientes acciones que estructuran el presente PID:

- Generación de contenidos para el programa LabView de National Instruments.
- Montaje de DAQs en PCs que sirvan de interfaz a los sensores.
- Generación de material de aprendizaje y autoayuda virtual que se ha puesto a disposición de los estudiantes en Studium.
- Organización de prácticas en laboratorio en las que los alumnos utilicen el software de National Instruments para adquirir y tratar datos.

En el trabajo han participado con diferentes intensidades los miembros del Área de Electrónica (Dpto. de Física Aplicada): Y. M. Meziani, J.E: Velázquez Pérez, T. González Sánchez y D. Pardo Collantes, habiendo recaído el principal esfuerzo en los dos primeros que han llevado la carga docente de la asignatura en el curso 2010-11.

A continuación vamos a describir con ejemplos prácticos parte del trabajo realizado.

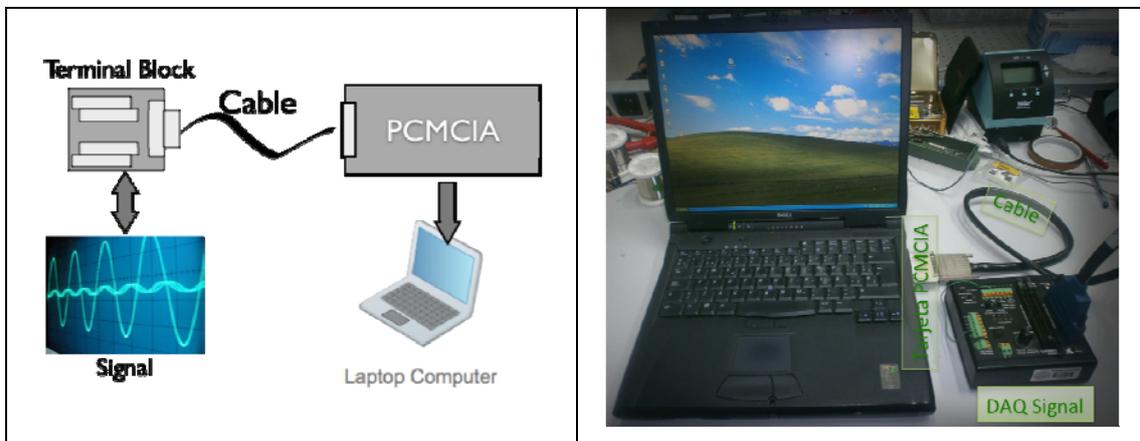
LabVIEW es un entorno gráfico de programación usado por millones de ingenieros y científicos en todo el mundo² para desarrollar medidas, pruebas y sistemas de control sofisticados que usan iconos gráficos intuitivos y elementos de conexión que permiten construir una interfaz semejante a un organigrama o, más correctamente, un diagrama de flujo. Esto ofrece una capacidad de integración sin rival reforzada por una biblioteca constituida por miles de dispositivos de hardware y por cientos de interfaces prefabricadas para análisis avanzado y visualización de datos que sirven de base y ayuda para crear desde elementos a sistemas muy complejos de instrumentación virtual. La plataforma LabVIEW es escalable a través de múltiples objetivos y sistemas operativos y, desde su introducción en 1986, es, de facto, el líder industrial en instrumentación virtual a nivel mundial. En este proyecto, se montaron varios sistemas automatizados de adquisición de datos (DataAcquisition, DAQ) para realizar medidas

² Aunque, obviamente, LabView no es Open Source es de facto el estándar mundial en control e instrumentación virtual y normalmente instrumento o sistema de medida de media o alta gama dispone de un interfaz en LabView.



dentro del paradigma “sensor-DAQ-software”; los sistemas fueron montados en el Laboratorio de Electrónica y usados desde la interfaz de LabView. Los estudiantes recibieron entrenamiento para usar el software y controlar cada sistema DAQ mediante ejemplos, ejercicios y casos prácticos.

La figura inferior muestra la descripción esquemática (izquierda) así como la imagen del Sistema DAQ que se une mediante un cable blindado a una tarjeta PCMCIA insertada en un PC portátil.

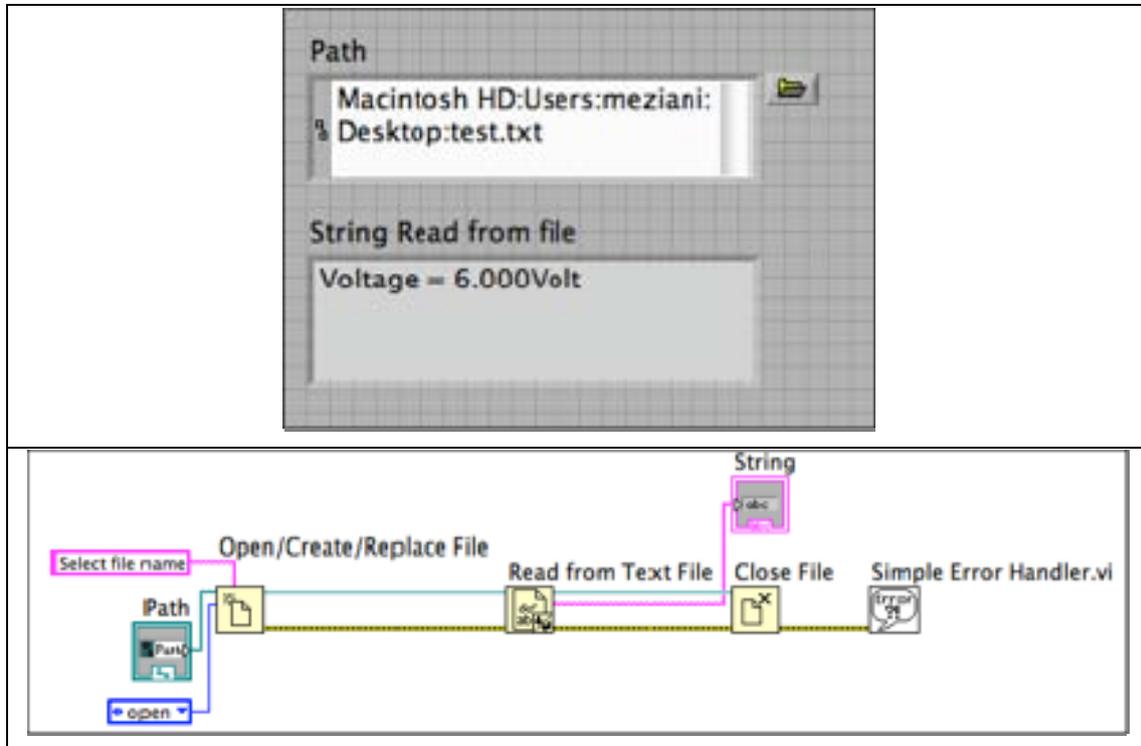


A) Introducción a Labview. Como señalamos más arriba, la enseñanza de los estudiantes es del tipo basado en casos. A continuación mostramos alguno de estos casos.

Ejemplo 1:

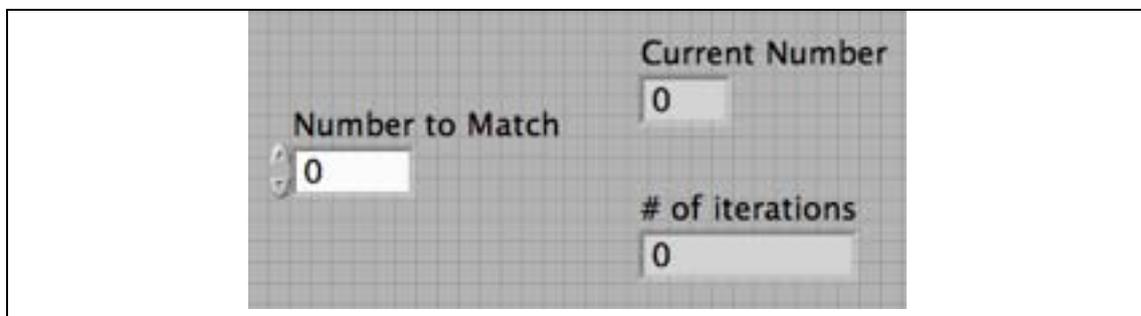
Objetivo: “File Reader” (“El lector de Archivo”). El objetivo es construir una VI (Visual Interface, Interfaz Virtual³) que lea datos de un archivo. Los estudiantes tienen que seguir los pasos necesarios para construir un VI que lea un archivo creado previamente y muestra la información en un indicador de tipo cadena (*string*). Ver figuras inferiores para la interfaz y el esquema LabView, respectivamente.

³ La VI se guarda en un fichero con extensión .vi que puede ejecutarse, normalmente, fuera del entorno LabView.



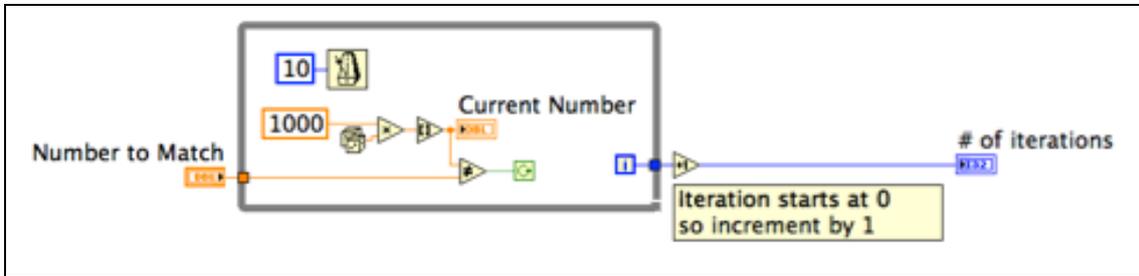
Ejemplo 2:

Objetivo: Crear un VI que continuamente genere un número aleatorio entre 0 y 1000 hasta que se obtenga un número preseleccionado por el usuario. El estudiante debe determinar cuantos números aleatorios se han generado antes del número que se ajusta al preseleccionado. Ver figuras siguientes para la interfaz y el esquema LabView, respectivamente.

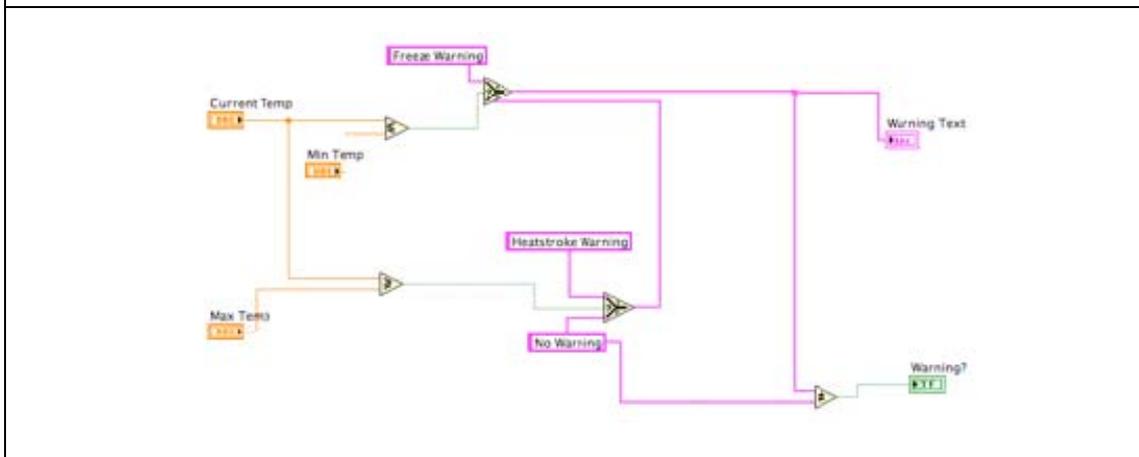
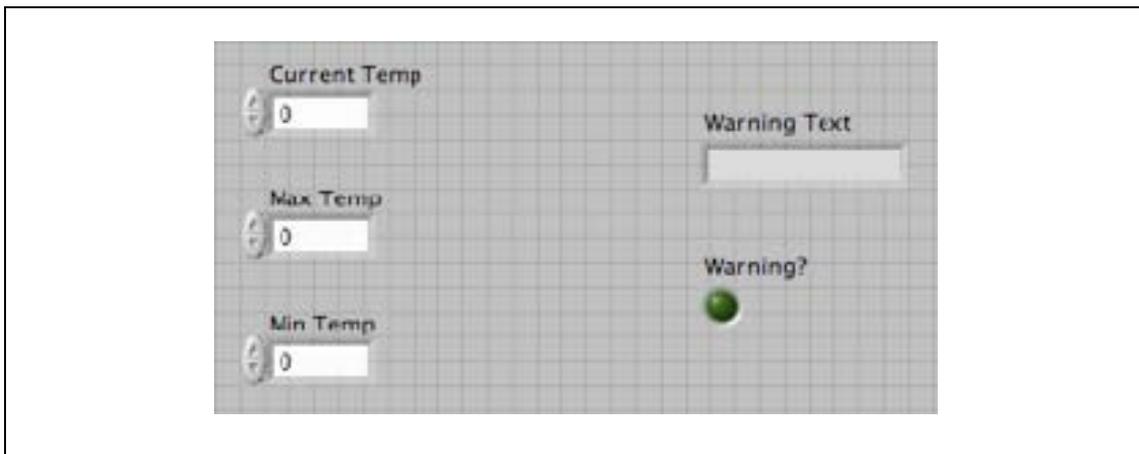




VNiVERSIDAD
D SALAMANCA



Objetivo: Crear y documentar una VI simple. El estudiante debe crear una VI que muestre un mensaje de alarma para una medida de temperatura cuando se sobrepasen los valores máximo o mínimo de un rango. Ver figuras siguientes para la interfaz y el esquema LabView, respectivamente.



Tras este ejercicio, a los estudiantes se les solicitó que realizaran las



modificaciones necesarias para obtener los siguientes objetivos:

Objetivo 1:

Modificar una VI para usar una estructura de tipo Case para tomar una decisión por software. Situación: Se creó un VI en la que el usuario introduce una temperatura, una temperatura máxima y una mínima. Se genera un mensaje (*string*) de advertencia dependiendo de la relación de las entradas dadas. Sin embargo, podría aparecer una situación que hiciera que las VI funcionasen incorrectamente. El usuario podría introducir una temperatura máxima que fuera menor que la mínima. Se debe modificar la VI para generar una cadena (*string*) diferente para alertar al usuario del error: "Límite Superior menor que (<) el Límite Inferior". Se pone el "Warning" a valor VERDADERO para indicar el error.

Objetivo 2: Se modifica el *warning* de la VI para usar sólo estructuras de tipo *Case* en todas las comparaciones. El estudiante debe añadir un nuevo parámetro: el viento (*wind*) e implementar la función lógica siguiente:

If Current Wind Speed >Max Wind speed ----> High Wind warning

B)- Ejemplos de tratamiento de señal con la DAQ

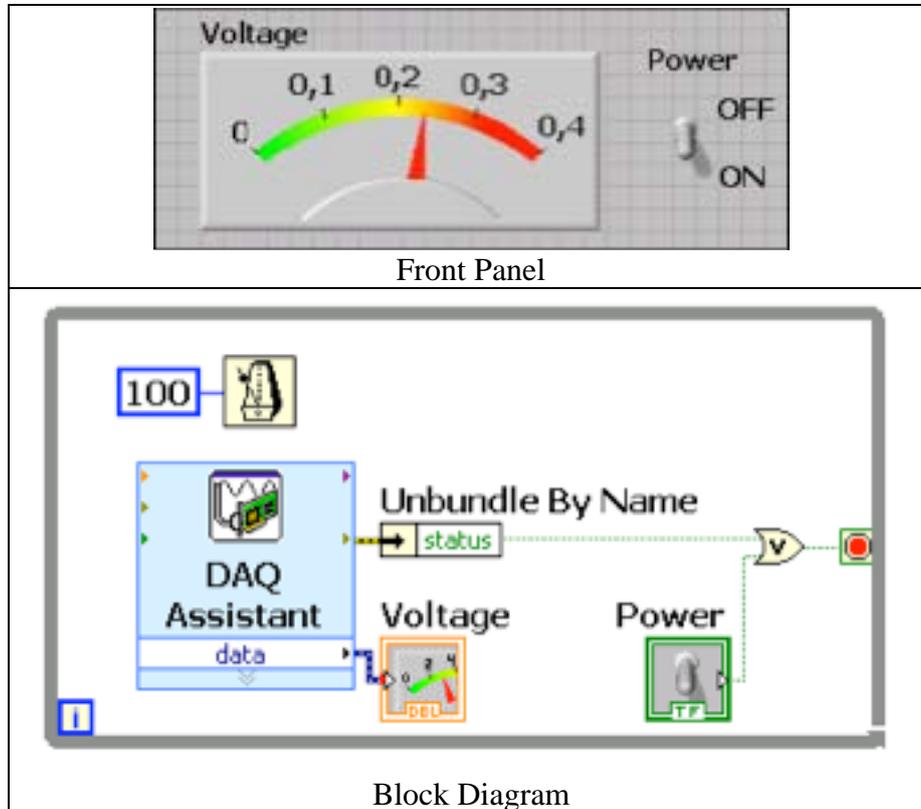
El accesorio DAQ prueba y demuestra el uso de la multifunción I/O (MIO) de National Instruments y su serie Lab/1200 de dispositivos de adquisición de datos. La tarjeta contiene adicionalmente un generador de funciones, una conexión de entrada para un micrófono, cuatro LEDs, un *relay* de estado sólido, una entrada para un termopar, un sensor de temperatura integrado, un disparador (*trigger*) digital, un generador de ruido, acceso a dos contadores y un codificador de cuadratura de 24 pulsos por vuelta.

Ejemplo 3:

Objetivo: "Voltmeter.vi" (Fichero vi de voltímetro). En este ejercicio, el objetivo es adquirir una señal analógica usando un dispositivo DAQ. Construya una VI que mida el voltaje de salida del sensor de temperatura integrado en el DAQ. El sensor de temperatura produce un voltaje proporcional a la temperatura. El sensor está enganchado al canal 0 del DAQ. Véanse las figuras siguientes.



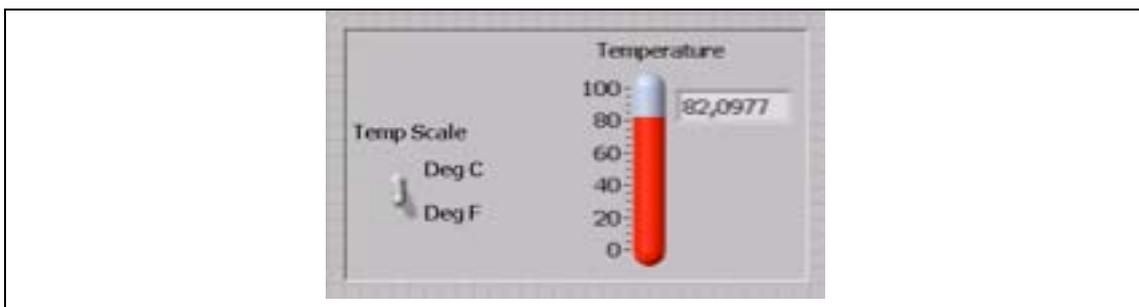
VNIVERSIDAD
D SALAMANCA



Ejemplo 4:

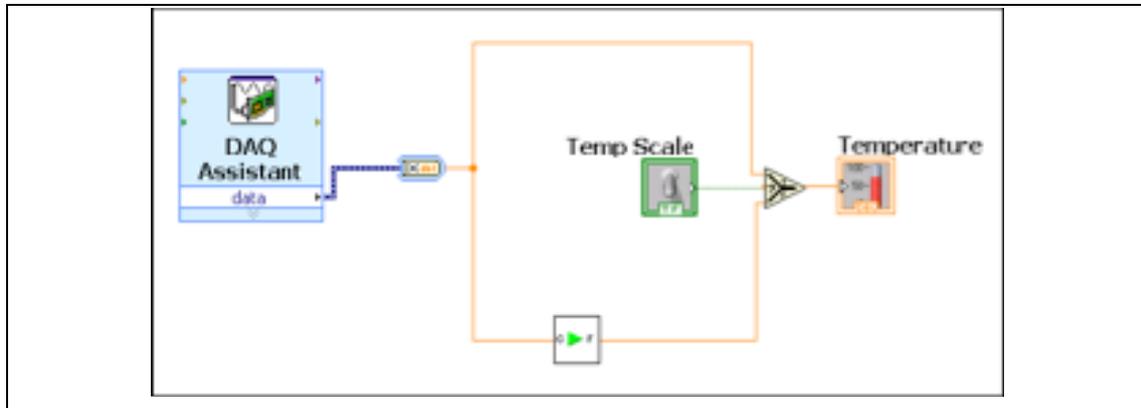
Objetivo 1: Se crea una VI que lee una medida en el sensor de temperatura del accesorio de señal del DAQ y muestra la temperatura en Celsius o Fahrenheit.

El sensor devuelve un voltaje proporcional a la temperatura. Por ejemplo, si la temperatura es 23 °C, el voltaje de salida del sensor es 0.23 V. El sensor está unido (conectado) al canal 0 del Dispositivo 1. El dispositivo 1 es el dispositivo DAQ. En algunos sistemas, el dispositivo DAQ puede tener otro número de dispositivo. Véanse las figuras siguientes.

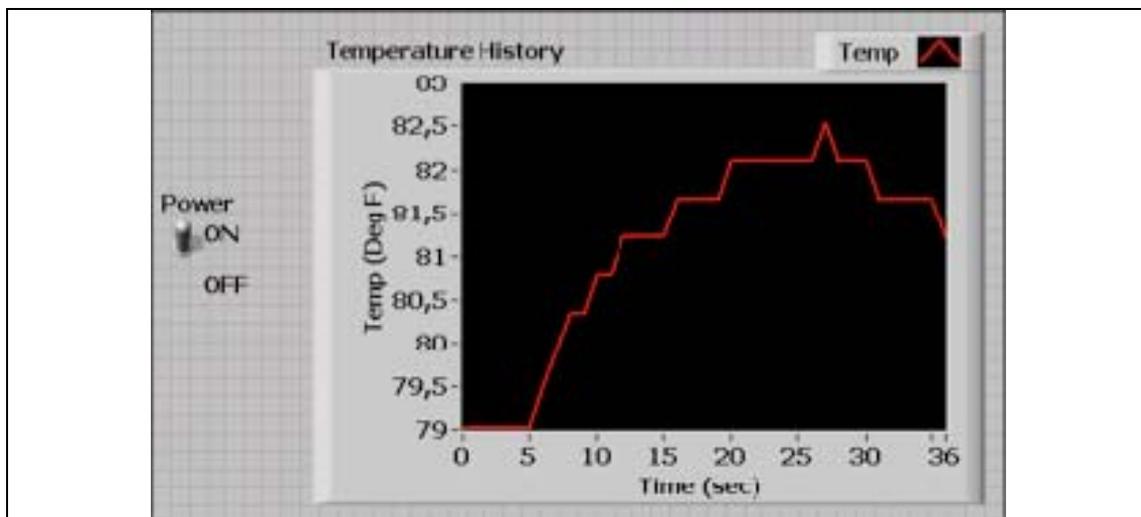


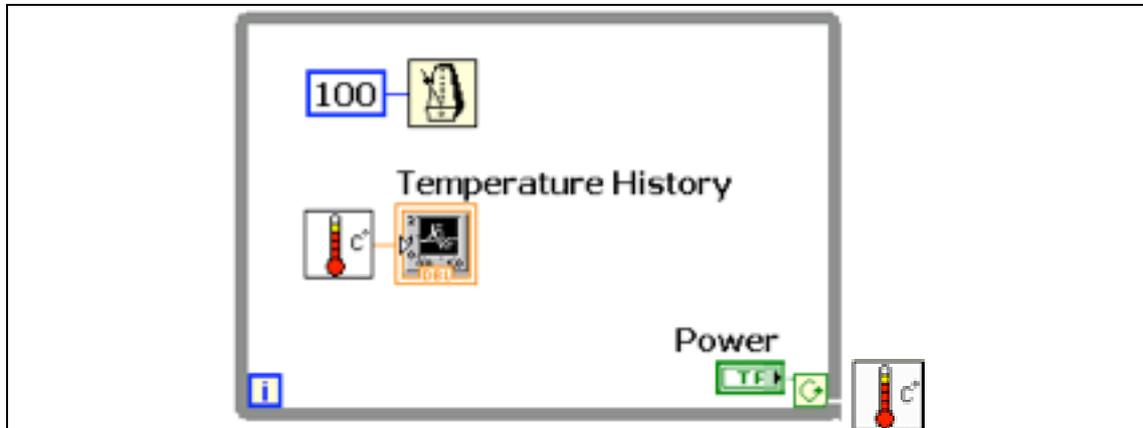


VNIVERSIDAD
D SALAMANCA

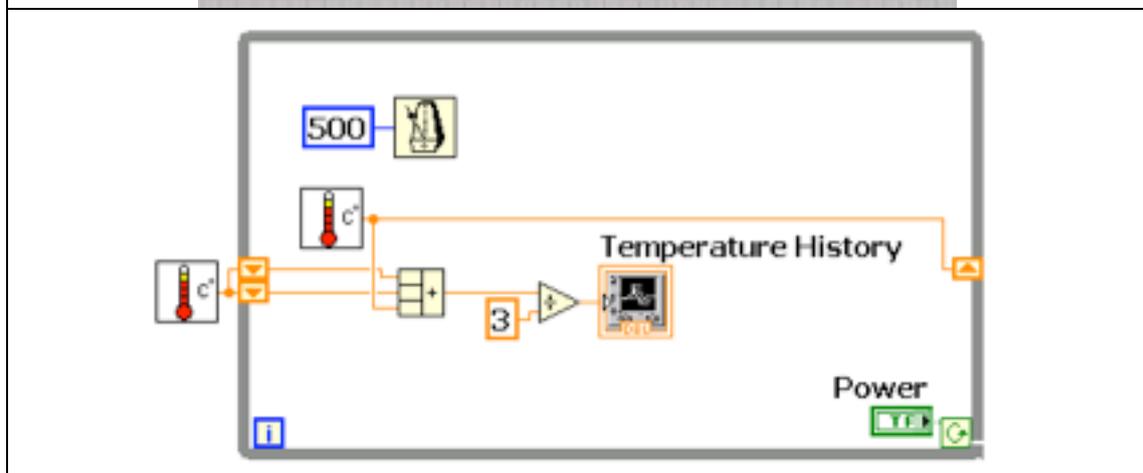
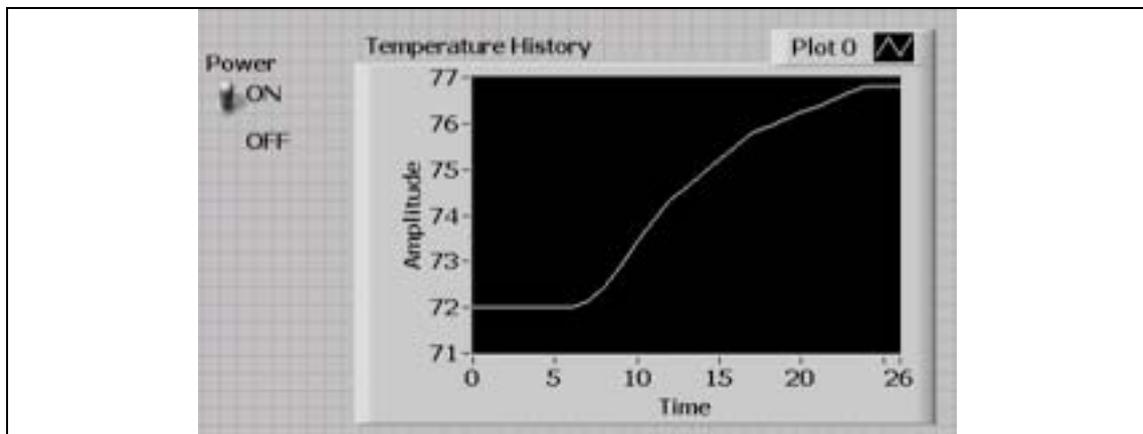


Objetivo 2: “Temperature Monitor.vi” (Monitor de temperatura) Se debe crear una VI que mida la temperatura y muestre la evolución del valor de la medida en la forma de de una figura con el valor del tiempo en el eje de abscisas. Ver figuras siguientes.



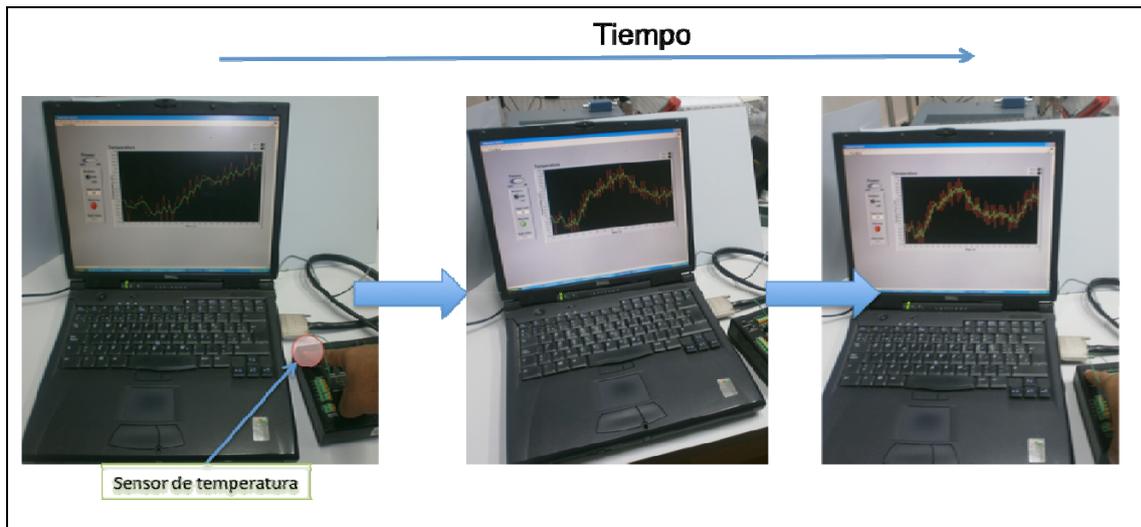


Objetivo 3: “Temperatura promedio”. Debe modificarse el fichero .vi anterior (Monitor de temperatura) para realizar el promedio de las últimas tres temperaturas medidas y mostrar la evolución del valor del promedio en la forma de de una figura con el valor del tiempo en el eje de abscisas. Ver figuras siguientes.



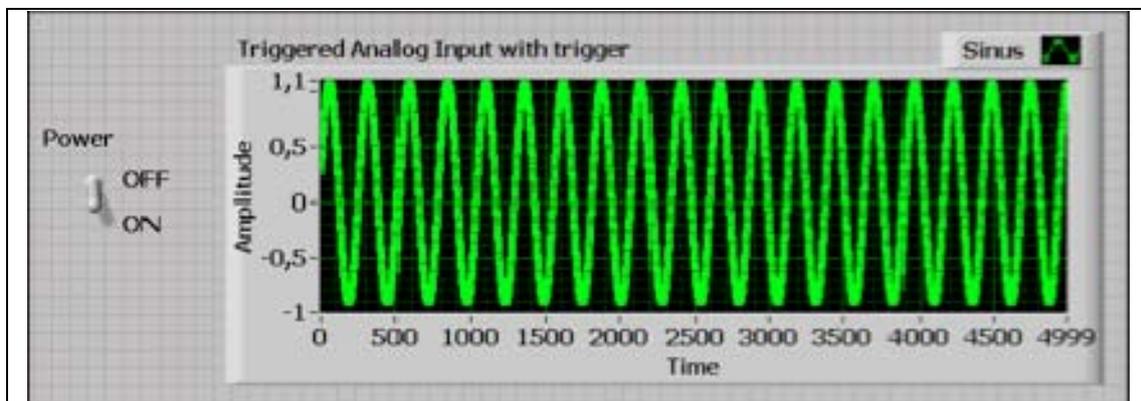


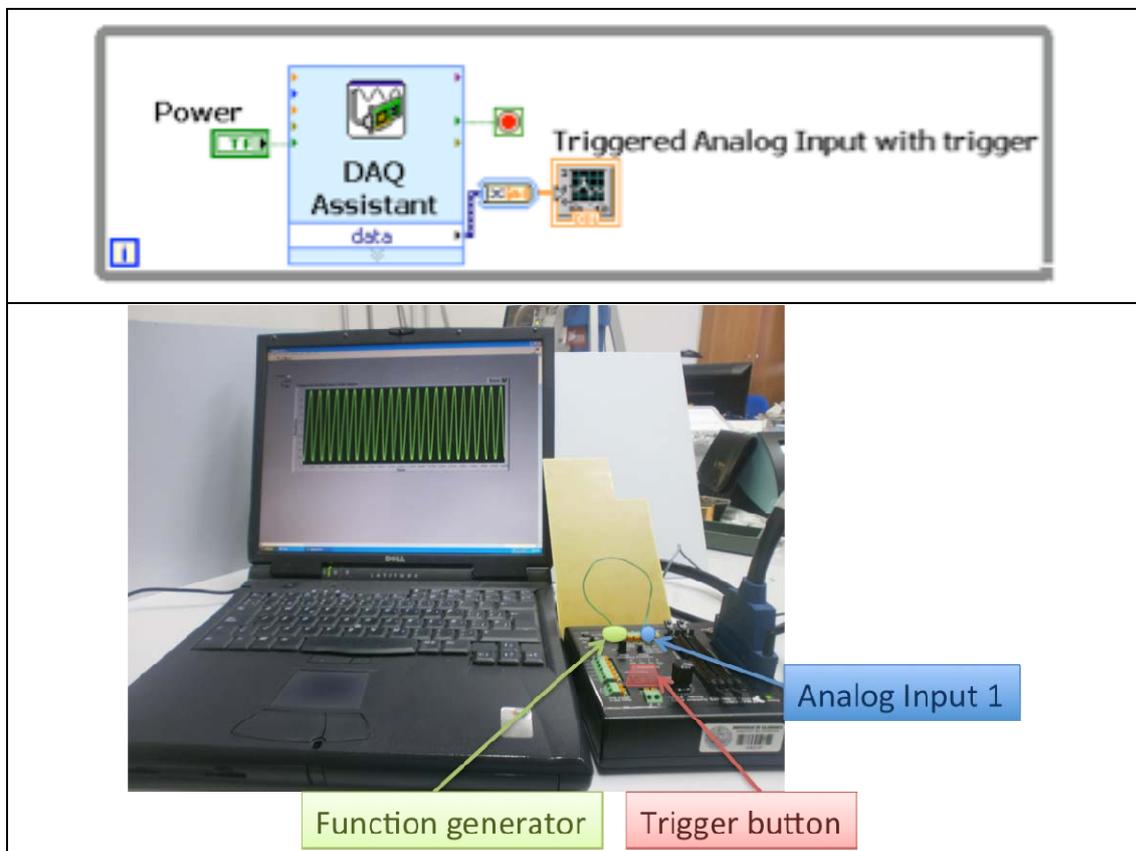
Los estudiantes deben definir una gráfica en LabView que muestre tanto la temperatura instantánea como su promedio; también se definió una opción para definir una alarma (simulación de LED) cuando la temperatura excede un valor máximo. La figura inferior muestra diferentes estados de temperatura en el equipo de prácticas.



Ejemplo 5:

Objetivo: “Entrada Analógica Disparada”. Créese una VI que mida la señal en voltaje en el canal AI1 del DAQ. La VI debe comenzar cuando un disparador (*trigger*) digital se presione y se disponga el interruptor “Power” en estado “On”. La VI debe detenerse cuando el interruptor “Power” se disponga en estado “Off”. Ver figuras siguientes.





A modo de conclusión parcial, los estudiantes han recibido una completa formación en LabView dentro de un entorno profesional que emplea un PC y una DAQ. Se dispuso en el curso 2010/11 de una conjunto de 6 puestos. Los ejemplos se pusieron a disposición de los estudiantes de Instrumentación Electrónica (2º curso del Grado en Física) en Moodle como punto de partida inicial sobre el que los estudiantes desarrollaron su trabajo. El 100% de los estudiantes recibió una valoración positiva (superior o igual a 2,5 puntos sobre 5) en la evaluación de esta parte de la signatura y los estudiantes mostraron en las encuestas de calidad su satisfacción con el contenido y nivel del conocimiento adquirido.



VNiVERSiDAD
D SALAMANCA

3. CONCLUSIONES Y LINEAS DE TRABAJO FUTURO

Los objetivos planteados inicialmente en el proyecto de innovación educativa se han cumplido con éxito. Se han desarrollado más de 10 ejemplos basados en LabView que han sido utilizados en la enseñanza de Instrumentación Virtual dentro de la Asignatura Instrumentación Electrónica que se imparte en el Grado de Física. Se ha seguido una metodología de enseñanza adaptada al EEES basada en casos: tras dos sesiones introductorias a la plataforma LabView, fueron puestos a disposición de los estudiantes ficheros *vi* en la plataforma Moodle como punto de partida para su posterior modificación por el estudiante. El 100% de los estudiantes recibió una valoración positiva (superior o igual a 2,5 puntos sobre 5) en la evaluación de esta parte de la signatura y los estudiantes mostraron en las encuestas de calidad su satisfacción con el contenido y nivel del conocimiento adquirido.

El grupo seguirá trabajando en el futuro dentro de la línea de trabajo de Instrumentación Virtual para docencia y se plantea su inclusión en una forma más avanzada e integrada en aplicaciones reales tanto en la docencia actual como el la de futuros estudios de Máster que se diseñen en la Facultad de Ciencias.