

SISTEMA DE ADQUISICIÓN Y ALMACENAMIENTO DE DATOS DE TEMPERATURA EN TIEMPO REAL, BASADO EN TECNOLOGIA ARDUINO

Devece Eugenio^{1,2}, Torroba Patricia¹, Czerwien Juan Carlos¹, Bottcher Carlos Axel¹

¹IMApEC, Dpto. de Ciencias Básicas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, 1 y 47, La Plata, Argentina. eugdvc@gmail.com

²IEC-EMIPACIVA-FRLP-UTN.

Resumen

En este trabajo se presenta el desarrollo de un *Sistema de Adquisición de datos de Temperatura*, basado en tecnología Arduino; tanto la interfaz como el sensor. Este dispositivo permite a través de una PC de escritorio, adquirir los datos, ser leídos y graficados en tiempo real, en el mismo instante en que se está realizando la medición in-situ. Esta herramienta está pensada para ser utilizada en experiencias de termodinámica como: calorimetría, validación de la ley de enfriamiento de Newton, principio cero de la termodinámica, etc. Se muestran los resultados de una experiencia medidos con este dispositivo y con un sensor Vernier. A partir de la comparación entre ambos surge el buen desempeño del instrumento desarrollado. En el transcurso del desarrollo de esta herramienta se utilizaron los contenidos propios de las carreras de ingeniería electrónica e ingeniería en computación dadas en nuestra facultad. El resultado obtenido es un sistema de adquisición de datos que es utilizado como material didáctico en la cátedra de Física I.

Palabras clave: sensores, interfaz, tecnología Arduino, termodinámica.

INTRODUCCIÓN

En la cátedra de Física I, del Departamento de Ciencias Básicas, se realizan una serie actividades que incluyen el diseño y desarrollo de dispositivos didácticos para la enseñanza de Física. A partir de la década del 80, dentro de las propuestas didácticas, se comenzó a incorporar en el aula el uso de la tecnología. Las investigaciones sobre el uso de estas tecnologías han demostrado que el empleo de estos instrumentos es motivadora y favorece la participación activa de los estudiantes, permite el planteo de hipótesis y la elaboración de conclusiones y los ayuda en el entendimiento conceptual de las ciencias (Raviolo, Álvarez, y Aguilar 2011; Salinas, 2004). En nuestra Facultad desde 1995, contamos con equipos que permiten adquirir datos en tiempo real, estos equipos constan de hardware y software, que por el uso o por obsolescencia programada, van quedando fuera de servicio. El empleo de las nuevas tecnologías en el ámbito de la enseñanza de las ciencias, hace que las actividades como los laboratorios y las prácticas que realizan los alumnos estén constantemente en proceso de revisión y actualización.

La reposición de los sensores Pasco y Vernier con que cuenta la cátedra presentan la dificultad de los altos costos y del proceso de importación. Surge entonces, la opción de diseñar y construir este tipo de elementos, tanto hardware, como software, con elementos que pueden ser adquiridos en el mercado local y a muy bajo costo (Christiansen, Hanna, Agüero, Pereyra (2016), Souza et al 2011, Galeriu, 2013, Galeriu, C. 2014). En particular, se desarrolló un *Sistema de Adquisición de datos de Temperatura*, basado en tecnología

Arduino; tanto la interfaz como el sensor. Esta herramienta está pensada para medir temperatura en tiempo real y ser utilizada en experiencias de termodinámica como: calorimetría, validación de la ley de enfriamiento de Newton, principio cero de la termodinámica, etc.

En este trabajo, a modo de ejemplo, se emplea este dispositivo para el tratamiento de la ley de enfriamiento de Newton (Resnik, 2008). Los datos de la temperatura se miden con el instrumento desarrollado con tecnología Arduino y con un sensor Vernier. A partir de los gráficos se valida el buen desempeño de la nueva herramienta.

Sistema de adquisición de datos de Temperatura.

Este dispositivo se muestra en la Figura 1 y permite a través de una PC de escritorio, adquirir los datos, ser leídos y graficados en tiempo real. Luego de realizar la medición in-situ, los valores de temperatura se almacenan automáticamente en un documento de Excel, para su posterior análisis y estudio por parte del alumno.

Todo el control del sistema de adquisición se realizó a través de un software libre, desarrollado y adaptado específicamente al hardware, en lenguaje *Visual Basic 6.0*



Figura 1
Sistema de Adquisición de datos de Temperatura

Las características relevantes del sistema de adquisición son:

- Conexión automática en cualquier puerto USB.
- Selección del tiempo de ejecución del experimento (rango desde 0.1 a 15 minutos).
- Exportación de Datos a documento de Excel (archivos .xlsx).
- Durante la ejecución del experimento, mediante una interface gráfica se pueden seleccionar dos opciones: Pausar o Detener las mediciones.
- Ventanas interactivas para el ingreso de valores (por parte del usuario).

Se puede observar en la Figura 1 que el instrumento está constituido por tres partes fundamentales:

- ✓ **Dispositivo (1).** Sistema de adquisición, lectura y muestra de datos en tiempo real.
- ✓ **Dispositivo (2).** Sondas de temperatura de alta precisión.

- ✓ **Dispositivo (3).** Línea de transmisión de datos con conexión hacia una PC de escritorio.

Dispositivo (1): Consiste en un sistema electrónico complejo, encargado de adquirir los valores de temperatura, procesarlos, visualizarlos y posteriormente transmitirlos a través de un canal de comunicación hacia una PC de escritorio.

Dispositivo (2): Termómetros digitales con las siguientes características:

- Tipo Sonda.
- Modelo sumergible para usar en exterior o en contacto con líquidos.
- Alta velocidad de respuesta, menor a 100 mseg.
- Alta precisión.
- Lectura de temperatura en grados Celsius, Fahrenheit o Kelvin Kelvin (el usuario puede escoger diferentes precisiones, 0.5 °C, 0.25 °C, 0.125 °C y 0.0625 °C con salidas digitales de 9, 10, 11 y 12 bits).
- Su temperatura operativa se encuentra entre -55 °C y 125 °C. La precisión, en el rango comprendido entre -10 y 85 grados es de 0.5 grados (precisión ajustable por el usuario).

Dispositivo (3): Cable USB de alta velocidad, que permite la transferencia de datos desde el sistema electrónico hacia la PC de escritorio, permitiendo de esta manera el almacenamiento de los mismos para ser procesados y analizados.

En las Figuras 2 y 3 se ilustran la vista Frontal y Lateral Derecha del Sistema de Adquisición de datos de Temperatura.



Figura 2
Vista frontal del sistema electrónico de adquisición de datos de Temperatura.



Figura 3
Vista Lateral Derecha del sistema electrónico de adquisición de Temperatura.

En la Figura 4 se muestra el interior del sistema de adquisición de datos, indicando cada una de las partes que lo componen.



Figura 4
Vista interior del Sistema de Adquisición de datos, identificando cada bloque funcional

Características del Software de la Interface Gráfica

- Auto-escala automática del eje de Tiempos.
- Selección de repetición del experimento.
- Selección del tiempo de ejecución del experimento.
- Exportación de Datos (independiente para cada experimento realizado) a documento de Excel (archivos xlsx).
- Cada vez que finaliza un experimento, mediante un cuadro de diálogo se pueden seleccionar dos opciones: Continuar o Finalizar la Aplicación.
- Ventanas interactivas para el ingreso de valores (por parte del usuario) y Ventanas de Bloqueo por Valores fuera de rangos.

En la Figura 5 se muestra el sistema de adquisición en el modo de PAUSA, luego de realizar la toma de datos de Temperatura.

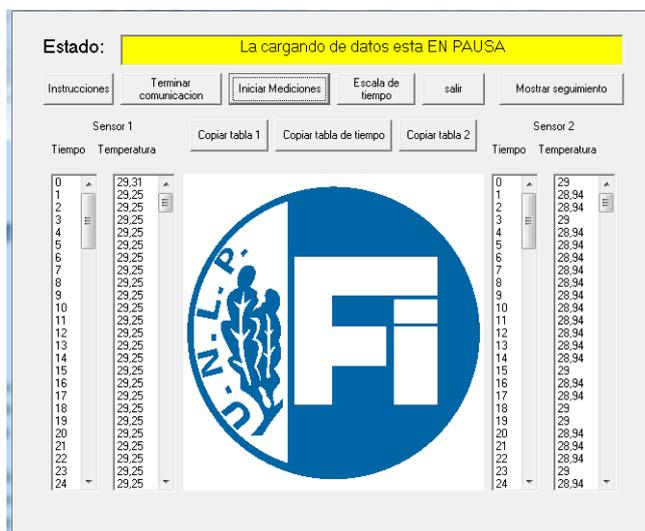


Figura 5.

Sistema de adquisición de datos de Temperatura en el modo *pausa* luego operar

Resultados del uso de tecnología Arduino en el estudio de la Ley de enfriamiento de Newton

Con el objetivo de poner en práctica el dispositivo desarrollado, se lo empleó para estudiar la ley empírica de enfriamiento de Newton. La experiencia consistió en introducir un sensor de temperatura Vernier y el desarrollado con tecnología Arduino, en un recipiente con agua inicialmente a 74°C. Luego se agregó agua fría y el sistema llegó al equilibrio térmico, luego de 35 segundos aproximadamente y la temperatura final fue 38°C. En la Figura 6 se observa el comportamiento del sensor Vernier, en color verde, en la parte superior del gráfico y el sensor con tecnología Arduino, en azul, en la parte inferior. A partir de estos gráficos y de las estadísticas indicadas en ellos se puede afirmar que el *Sistema de Adquisición de datos de Temperatura Arduino* tiene muy buena precisión.

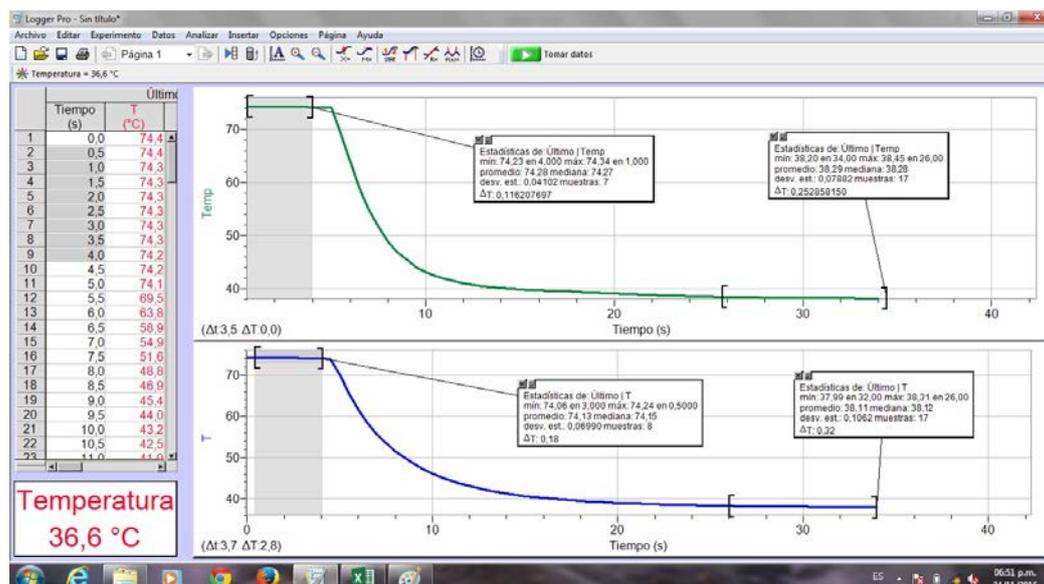


Figura 6

En la parte superior del gráfico con color verde se muestran los datos de temperatura tomados con un sensor Vernier. En la inferior, con color azul, los datos con el sistema Arduino.