

# Sistema de monitoreo en tiempo real para la medición de temperatura

## Monitoring system real time measurement of temperature

Jorge González Coneo<sup>1</sup>, Bernardo Nuñez Pérez<sup>2</sup>, Pablo Viloría Molinares<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Mecánico. Esp, Corporación Universitaria de la Costa, Barranquilla, Colombia

<sup>2</sup>Licenciado Matemática y Física, MsC, Corporación Universitaria de la Costa, Barranquilla, Colombia

<sup>3</sup>Licenciado Matemática y Física, MsC, Corporación Universitaria de la Costa, Barranquilla, Colombia

jgonzalez@cuc.edu.co

bnunez@cuc.edu.co

pviloria@cuc.edu.co

**Resumen**— Este trabajo muestra la implementación de un sistema de adquisición de datos para el monitoreo de la temperatura utilizando el sensor LM35. Que consta de varias etapas; acondicionamiento de la señal, conversión de la señal de analógica a digital, adquisición de la señal por el puerto paralelo del computador e implementación de una interfaz gráfica en C++ para visualizar el comportamiento del sensor. Para la calibración de este sistema se empleó un sistema constituido por las soluciones de NaCl e H<sub>2</sub>O en estado sólido y una termocupla utilizada como patrón. Se somete al sensor al ambiente de estas dos soluciones y se toman las lecturas del sensor y de una termocupla patrón y se comparan los resultados obtenidos con los reportados por el fabricante.

**Palabras clave**— calibración, sistema de adquisición, sensor, temperatura,

**Abstract**— This work shows the implementation of a data acquisition system for monitoring the temperature sensor using LM35. Consisting of several stages, signal conditioning, signal conversion from analog to digital signal, acquisition by the computer's parallel port and implementation of a graphical interface in C++ to display the behavior of the sensor. For the calibration of this system used a system consisting of NaCl solutions and H<sub>2</sub>O in the solid state and a thermocouple is used as a standard. Sensor is subjected to the environment of these two solutions and take readings from a thermocouple sensor and pattern and compared the results with those reported by the manufacturer.

**Key Word** — Temperature, acquisition systems, calibration, sensor

estas herramientas son los sistemas de adquisición de datos, porque permiten tener la oportunidad de adquirir, almacenar y procesar información de algún parámetro que se esté monitoreando o midiendo. Con ellos se pueden realizar un número considerable de tareas en tiempo real y dar instrucciones desde un computador personal a cualquier proceso que se esté realizando o se estén realizando al mismo tiempo.

Con todas estas ventajas los sistemas de adquisición de datos permiten ahorrar dinero, tiempo y disminuir los errores sistemáticos. Otra ventaja que tienen los sistemas de adquisición de datos es que se pueden programar interfaces gráficas que simulen algún instrumento físico donde se muestre el comportamiento de las variables medidas.

En la actualidad, es común encontrar que se han implementado diferentes sistemas de adquisición de datos (SAD), para la medición y monitoreo de diferentes magnitudes físicas. De estas magnitudes físicas podemos destacar las medidas de la temperatura, humedad relativa, dilatación y otras de gran importancia en muchos procesos de investigación y en la industria. De igual manera existen diversos métodos para calibrar los diferentes instrumentos empleados para dichas mediciones.

Una de los métodos más utilizados para calibrar sistemas de adquisición de datos que involucran la temperatura es utilizar el sistema de hielo-seco, el cual consiste en una solución salina y hielo. Este sistema sirve para generar un ambiente térmico apropiado para la calibración.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los laboratorios de investigación y la industria necesitan herramientas que sean capaces de cumplir con las exigencia competitivas del mundo, una de

## II. CONTENIDO

En este trabajo se presenta la construcción de un sistema de adquisición de datos para el monitoreo de la temperatura



- **Adquisición de la señal por el computador:** Como se dijo anteriormente el sistema de conversión análogo-digital es de 8bit y las entradas del puerto paralelo son de 4. para solucionar este inconveniente se tuvo que multiplexar la señal, esto quiere decir que se dividió la señal en dos partes, los bits más significativos pasaban primero y los menos significativos después, esperando la señal de la compuerta.

- **Calibración del sistema**

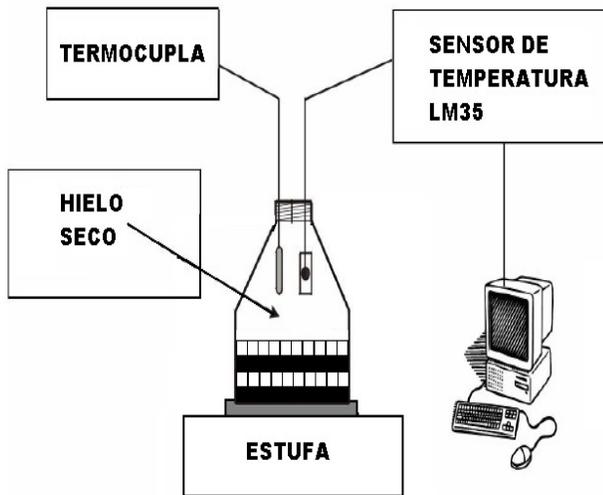


Figura 3. Esquema del montaje de la calibración del sistema de adquisición de datos.

Para generar el ambiente apropiado para realizar la calibración del sistema de monitoreo se preparó el sistema de hielo-seco, el cual consta de hielo común y NaCl (sal de cocina). Se colocaron los dos elementos en un recipiente metálico de forma cilíndrica, introduciendo alrededor de las paredes interiores el hielo, de tal manera que quedo una cavidad en el centro del recipiente. Al terminar cada nivel de hielo se le cubre con NaCl así sucesivamente hasta llegar a la parte superior del recipiente. Con este sistema se pudo llegar hasta una temperatura de  $-8^{\circ}\text{C}$ , valor que registraba la termocupla cuando se introdujo en el centro del sistema.

Posteriormente, se empleo una termo-resistencia (mufla) para ir variando el ambiente gradualmente desde el valor inicial hasta  $105^{\circ}\text{C}$  aproximadamente. Inmediatamente se colocaron el sensor de temperatura Lm35 y la termocupla muy próximos entre sí y en el mismo punto de referencia como muestra la figura 3. Al tener el sistema listo se procedió a la calibración.

Al obtener los datos obtenidos por la termocupla y los datos obtenidos por el sistema registrados en la interfaz

grafica en C++ se pudo también realizar la escalimetrización o calibración del software utilizado realizando una relación entre el dato digital de salida del sistema, la temperatura registrada por la termocupla y el voltaje en la salida del sensor.

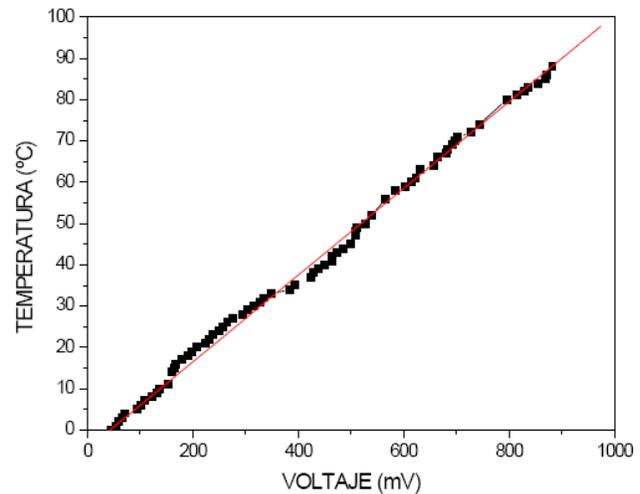


Figura 4. Linealidad de la respuesta del sensor bajo el ambiente de hielo-seco.

El sensor de temperatura LM35 es un sensor monolítico que tiene un rango de sensado de la temperatura de  $-55^{\circ}\text{C}$  hasta  $150^{\circ}\text{C}$  esto traduce en valores de voltaje de  $550\text{mV}$  hasta  $1500\text{mV}$ , como se puede ver en la hoja de datos del fabricante. La configuración que se realizó del sistema permitió medir voltajes positivos, los cuales comprenden un rango de  $0^{\circ}\text{C}$  hasta  $150^{\circ}\text{C}$ . En la figura 4 se muestra la relación entre la temperatura y el voltaje de salida. Se observa la linealidad del sensor con pendiente de  $9.99^{\circ}\text{C}/\text{mV}$ .

La respuesta del sensor es  $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$  y la confiabilidad del sistema de adquisición de datos para la temperatura es de  $99.6\%$ . Al dejar el sistema con una temperatura constante de  $25^{\circ}\text{C}$  el valor digital reflejado en la interfaz grafica es de  $250\text{mV}$ (figura 5), lo cual indica la estabilidad del sistema cuando se le somete a una sola temperatura y permite verificar que el sistema se encuentra calibrado. Esto quiere decir que si se observa el valor de  $250\text{mV}$  en la interfaz este valor corresponde a la temperatura de  $25^{\circ}\text{C}$  como se muestra marcó la termocupla.

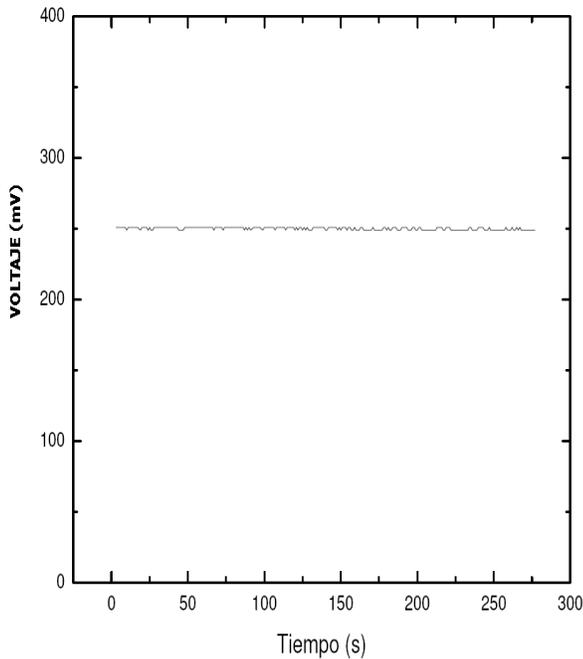


Figura 5 Evolución temporal de la salida del sensor LM35 a temperatura de 25°C.

Con el sistema calibrado se realizó otro barrido de la temperatura sometiendo al sensor LM35 cerca a un caudín caliente alejando y acercándolo a cierta distancia como se puede observar en la figura 6 la evolución temporal de la temperatura cuando se colocó el sensor LM35 cerca del caudín y se alejó, repitiendo esta condición varias veces. Las unidades de la temperatura ya no son arbitrarias, son en grados Celsius.

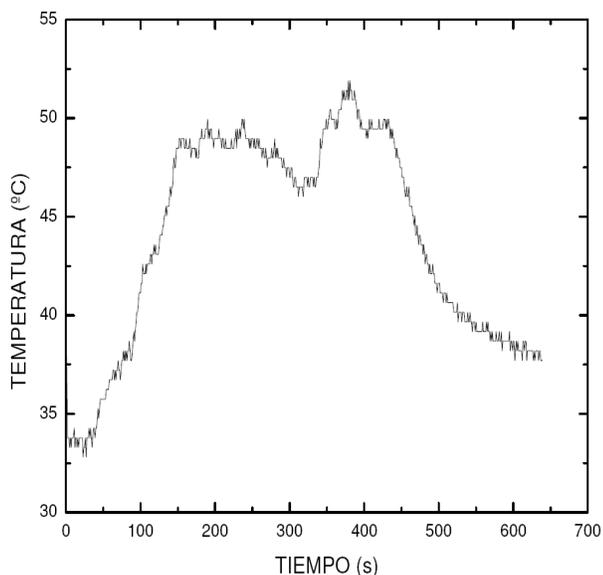


Figura 6. Evolución temporal de la temperatura con el sistema ya calibrado.

### III. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se implementó el sistema de adquisición de datos por el puerto paralelo de bajo costo utilizando un sensor de temperatura LM35. El sistema contó con una etapa de amplificación donde se utilizó el amplificador de instrumentación INA128. Para la conversión de datos provenientes del sensor se utilizó el convertor ADC0809 con la compuerta NAND y los switches para multiflexar la señal digital para enviarla al puerto paralelo. Se realizó una interfaz de visualización en el programa C++ en la cual se pudo observar el comportamiento de la salida del sensor a través del tiempo.

Se pudo calibrar el sistema de adquisición de datos para la temperatura utilizando solamente de 0°C hasta 95°C, que es un buen rango de medida para los laboratorios de física tanto para la investigación, la docencia y la industria. Se pudo demostrar la linealidad del voltaje de salida del sensor LM35 la cual fue de 99.6mV/°C con una confiabilidad del 99,6%, esto muestra que el sistema de adquisición tuvo buena respuesta. Además se pudo realizar monitoreo de la temperatura con el sistema ya calibrado con un caudín como fuente de calor.

### REFERENCIA

- [1] F. Racedo, A. Rodríguez y S. Valbuena. Desarrollo de un sistema de monitoreo en tiempo real para la temperatura. Dugandía, Vol 2, No1, 2006
- [2] F. Racedo, A. Rodríguez, R. Sarmiento, M. Estrada. Desarrollo de un sistema de monitoreo en tiempo real para la humedad relativa. Revista Colombiana de Física, vol 40, No 2, Julio 2008, Vol 2, No1, junio 2006
- [3] National semiconductor, LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors; Noviembre 2000.
- [4] C. Gil, A. Utría, A. R. Díazgranado. Medidor de temperatura de 8 entradas con PIC aplicado a un motor trifásico jaula de ardilla. Revista Ingeniería CUC. Vol 5. No 1, pp 84-99. 2009