

Sensor de Temperatura Infrarrojo ADN-101 IR

Núñez Ana^{1,2}, Lugano Damián¹, Fiasche Nahuel¹

¹Estudiantes 4to Nivel de Ing. Electrónica Universidad Tecnológica Nacional(UTN), Argentina

²Grupo de Investigación y Desarrollo en Bioingeniería (GIBIO), Universidad Tecnológica Nacional(UTN), Argentina

annunez@frba.utn.edu.ar

dlugano@frba.utn.edu.ar

nfiasche@frba.utn.edu.ar

CABA - Argentina

Resumen— El propósito del presente artículo es describir el equipo de medición de Temperatura Infrarrojo, desarrollado en el marco de la asignatura Medidas Electrónicas I de la carrera de Ingeniería Electrónica de la UTN FRBA, en colaboración con el GIBIO. El instrumento está diseñado para mantener una incertidumbre de 0.2 °C, utilizando el sensor MLX 90601 DCA, y mostrando el valor de la temperatura al usuario a través de un display LCD. Para llevar a cabo la calibración del instrumento, se empleó un termómetro digital TMP BTA del fabricante Vernier.

Palabras Claves— GIBIO, Covid-19, Temperatura, Sensor Infrarrojo, Fiebre

I. INTRODUCCIÓN

Durante la pandemia del COVID-19 surgió la necesidad de reducir el contacto físico al mínimo para evitar la transmisión del virus, especialmente en el ámbito de la medicina donde se estipularon protocolos para evitar contagios durante el contacto entre médico y paciente. Si bien la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha declarado el fin de la pandemia COVID-19, muchos de los protocolos adoptados se han mantenido debido a su gran eficacia, no sólo para reducir contagios de COVID-19 sino de muchas otras enfermedades.

En el marco de investigación del GIBIO (Grupo de Investigación de Bioingeniería de la UTN FRBA), se propuso hacer un termómetro digital infrarrojo para medir temperatura corporal a pacientes humanos en el canal auditivo. Con este propósito, será necesario que la pieza en forma de pico del instrumento sea intercambiable por piezas desechables, de forma tal de evitar el contacto del termómetro convencional con la piel.

II. ESPECIFICACIONES DEL INSTRUMENTO

Para que el termómetro sea funcional, el sensor IR debe medir con precisión en el rango de temperatura del cuerpo humano, que puede oscilar entre 35°C y 41°C en casos extremos, siendo la temperatura corporal normal de un adulto entre 35.5°C y 37°C.

El sensor IR deberá presentar una incertidumbre menor a 0.5°C ya que, de lo contrario, una medición que dé como resultado 37.5°C±0.5°C no podría aportar información significativa para determinar si el paciente tiene fiebre, debido a que se considera fiebre moderada partir de los 38°C.

III. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO

Para cumplir con las especificaciones mencionadas anteriormente, se utilizó un sensor de Temperatura Infrarrojo MLX90601 DCA, del fabricante Melexis. De acuerdo a la hoja de datos, dicho sensor presenta una incertidumbre de 0.2 °C, con una resolución de 0.01°C. El usuario puede acceder a la medición efectuada por el sensor utilizando el protocolo I2C. El fabricante indica que el sensor se encuentra calibrado de fábrica. Además, indica que la medición realizada por el sensor es dependiente de la tensión de alimentación del integrado, y provee una ecuación que permite corregir dicha variación. A raíz de ello, se implementa un circuito capaz de medir el valor de la tensión al momento de realizar cada medición, permitiendo corregir el error previamente mencionado.

El equipo es alimentado utilizando un regulador de tensión LM 2596, a partir de una batería de 9V, con el objetivo de suministrar un valor de tensión lo más constante posible.

Con el objetivo de informar al usuario la medición efectuada por el equipo, se utilizó un display LCD 5110, del fabricante Nokia. Dicho display posee un controlador integrado, y es controlado utilizando el protocolo SPI.

El equipo fue ensamblado en un gabinete de plástico, diseñado como prototipo e impreso en 3D, específicamente para el proyecto. Cuenta también con un interruptor para encender el equipo y un pulsador para que el usuario realice una medición.

Finalmente, el componente encargado de relevar el valor de temperatura obtenido por el sensor, procesarlo y enviarlo al display para la visualización del usuario, es un microcontrolador LPC 845 BRK, del fabricante NXP. Dicho integrado está basado en un Cortex M0.

A fin de poder cumplir con el comportamiento descrito anteriormente, se desarrolla un programa en el lenguaje C, que implementa una máquina de estados.

IV. CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE

Como se mencionó anteriormente, la medición tomada por el sensor es compensada en el software por el error introducido por la variación de VDD. Para ello, se midió VDD con el ADC mediante un divisor resistivo que adecúa el nivel de tensión a

la mitad del rango del conversor. Por lo tanto, es necesario calcular la incertidumbre inherente de medir VDD con el ADC y su repercusión en el resultado final de la temperatura.

Para calcular la incertidumbre se partió de la ecuación que provee el fabricante:

$$T_{o_{comp}} = T_o - (V_{DD} - 3V) \times 0.6$$

Por un lado, para T_o se utilizó la incertidumbre propia del sensor para distintos rangos de temperatura, ya que se descartó su incertidumbre tipo A por ser poco significativa. Por otro lado, en cuanto a VDD, se desarrolló su error aleatorio compuesto por la incertidumbre de las cuentas del ADC y la tensión Vref.

V. PROCESO DE CALIBRACIÓN

Para calibrar el equipo, idealmente se requiere un instrumento patrón del mismo principio de funcionamiento, con una incertidumbre al menos 10 veces menor. Sin embargo, en el caso del presente proyecto no fue posible conseguir un instrumento con tales características.

El instrumento patrón utilizado es un termómetro digital TMP BTA del fabricante Vernier, con una incertidumbre de 0.2 °C y 0.03 °C de resolución. Dicho instrumento fue provisto por el laboratorio de la Universidad de Favaloro.

Idealmente, el proceso de calibración consiste en realizar varias mediciones con el instrumento a calibrar y el patrón, para luego analizar si la medición indicada por el patrón y su incertidumbre se encuentra contenido en el intervalo constituido por la medición indicada por el instrumento a calibrar y la incertidumbre que lo caracteriza. En caso de que se encuentre contenida, se deduce que el instrumento se encuentra calibrado.

En este caso, el proceso no puede desarrollarse en su totalidad, debido a que el instrumento patrón presenta una incertidumbre comparable a la del equipo a calibrar. Por eso, se considera al equipo calibrado si el valor indicado por el instrumento patrón se encuentra contenido en el intervalo compuesto por la medición indicada por el instrumento a calibrar y su incertidumbre.

Antes de realizar la calibración con el termómetro digital, se realiza una primera calibración general con un termómetro de Galio con una incertidumbre de 0.1 °C, con el objetivo de

verificar el correcto funcionamiento del dispositivo en términos generales.

VI. RESULTADOS DEL PROCESO DE CALIBRACIÓN

Aplicando el procedimiento descrito anteriormente, se llevó a cabo la calibración del instrumento. A raíz de los resultados obtenidos, se verifica que el equipo se encuentra correctamente calibrado.

VII. CONCLUSIONES

Analizando los resultados obtenidos por la calibración, se puede determinar que el instrumento se encuentra correctamente calibrado y presenta una precisión de 0.20 °C para mediciones de temperatura entre 36 °C y 38 °C. Se concluye entonces que el instrumento diseñado cumple satisfactoriamente los requerimientos planteados inicialmente, y es apto para estimar la presencia de fiebre de una persona.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la colaboración del GIBIO, con una mención especial al Dr. Leandro Cymberknop, coordinador del grupo de investigación, por proporcionar orientación y asesoramiento valioso a la hora de desarrollar el proyecto

Agradecemos además al Dr. Damián Craiem, docente de Análisis de Señales y Sistemas de la UTN FRBA, que facilitó el contacto con la Universidad de Favaloro.

Finalmente, agradecemos al Carlos Perazzo, Jefe de Laboratorio de la Universidad de Favaloro, quien nos permitió utilizar el termómetro de su laboratorio para realizar las calibraciones necesarias.

REFERENCIAS

- [1] [Hoja de datos del MLX 90614 DCA](#)
- [2] [Hoja de Datos del LPC 845-BRK](#)
- [3] [Plano Esquemático del LPC 845-BRK](#)
- [4] [Hoja de Datos del LCD Nokia 5110](#)
- [5] [Hoja de Datos del PCD 8544](#)
- [6] [Hoja de Datos del Termómetro Digital de Favaloro](#)