



## Laboratorio 6

### Termómetro digital

Josué Meneses Díaz

14 de agosto de 2024

## Objetivos

- Identificar si un termistor es del tipo NTC o PTC.
- Utilizar los pines analógicos del MCU para la lectura de datos.
- Utilizar los pines digitales del MCU como entradas y salidas digitales.
- Realizar operaciones matemáticas con el MCU.

## 1 Materiales

- 1 x Arduino UNO.
- 2 x Display de 7 segmentos de cátodo común.
- 2x 2N2222 [1]
- 7 x resistencia 330 $\Omega$  (referencial).
- 2 x 4k7 $\Omega$ .
- 2 x 10k $\Omega$ .
- 1 x Termistor NTC o PTC.
- 1 x multítester.
- 1 x Termómetro

## 2 Indicaciones

En este laboratorio ampliaremos el circuito realizado previamente. Modificaremos su uso para que los displays muestren un valor de temperatura. La temperatura será medida utilizando un termistor conectado a una de las entradas analógicas del MCU. Además, utilizaremos un pulsador para *mantener* el valor de temperatura mostrada por los displays hasta que el pulsador sea nuevamente accionado. En la Figura 1 se muestra el circuito esquemático del nuevo circuito.

Una vez terminadas las actividades de esta guía **no desarme su circuito**. Este será utilizado en los próximos laboratorios.

## 3 Procedimiento

- Modifique el programa desarrollado en el laboratorio anterior para mostrar los valores medidos en la entrada analógica A0 de su placa de desarrollo Arduino.
- Utilice las siguientes conexiones para el circuito (ver Figura 1):



- Pin D2: Circuito Pulsador.
  - Pin D5: Transistor Q1.
  - Pin D6: Transistor Q2.
  - Pin D7: segmento a.
  - Pin D8: segmento b.
  - Pin D9: segmento c.
  - Pin D10: segmento d.
  - Pin D11: segmento e.
  - Pin D12: segmento f.
  - Pin D13: segmento g.
  - Pin A0: Circuito termistor.
- Tanto la alimentación de +5V, como la de referencia *GND* serán suministradas mediante los pin 5V y *GND* de la placa arduino.
  - Note que las conexiones del circuito son iguales a las del laboratorio anterior, solo hemos agregado un pulsador y un termistor.

Para medir valores lógicos con los pines digitales de la placa utilizamos la función `digitalRead()`. El siguiente código es un ejemplo de como configurar y leer valores con el pin digital D2:

```
2 int val = 0;      // variable de almacenamiento del valor medido
3
4 void setup() {
5     pinMode( 2, INPUT);    // Establece el pin D2 como entrada.
6 }
7
8 void loop() {
9     ...
10    val = digitalRead(7);    // Almacena en val el valor del pin D2
11    ...
12 }
```

- Finalmente, para medir los valores del termistor, leemos el voltaje del *divisor de tensión* mediante la entrada analógica A0 utilizando la función `analogRead()`:

```
2 int val = 0;  // variable de almacenamiento para el termistor
3
4 void setup() {
5 }
6
7 void loop() {
8     ...
9     val = analogRead(A0); // Almacena en val la lectura de la entrada analógica A0
10    ...
11 }
```

### 3.1 Calibración de termistor

Los valores medidos por el conversor análogo-digital (ADC) del MCU abarcan el rango de números enteros (`int`) entre 0 a 1023 ( $2^{10}$ ), donde 1023 corresponde al voltaje de referencia de +5V y 0 al *GND*. Por lo tanto, es necesario calibrar la resistencia del termistor con respecto a la temperatura y relacionar el voltaje medido sobre el divisor de tensión, donde se encuentra el termistor (ver Figura 1).

La calibración del termistor será realizada mediante el método de comparación:





## 4 Preguntas reporte

1. En una tabla y gráfico presente los datos obtenidos para la resistencia y temperatura del termistor, junto con la línea de tendencia encontrada. Agregue los cálculos realizados para convertir el voltaje medido en temperatura. **(1 punto)**
2. En base a sus mediciones, ¿Qué tipo de termistor se ha utilizado? ¿Cómo ha llegado a esa conclusión? **(1 punto)**
3. Agregue un diagrama de flujo del nuevo programa. Explique la filosofía de su programa. Adjunte el programa .ino (Arduino [3]) y la simulación .sim1 (Simulide [4]) desarrollada. **(1 punto)**
4. ¿Qué problemas detecta en el uso del pulsador conectado en el pin digital D2? **(1 punto)**
5. Calcule la **resolución** del ADC de Arduino y su **paso de voltaje**. **(1 punto)**
6. Para 25°C, ¿Cuánto cambia la lectura de la temperatura si aumenta/disminuye la medición de MCU en un **paso de voltaje**? Explique la diferencia. **(0.5 puntos)**
7. ¿En qué rango de temperatura posee una mejor **resolución** el termistor para la configuración ensayada? Justifique su respuesta estimando la resolución para dos temperaturas extremas. ¿Modificaría en algo el circuito utilizado? **(0.5 puntos)**

## Referencias

- [1] O. Semiconductor, «P2N2222A - Amplifier Transistors NPN Silicon». [En línea]. Disponible en: <https://www.onsemi.com/pdf/datasheet/p2n2222a-d.pdf>
- [2] A. Libc, «Avr-Libc: <math.H>: Mathematics». Accedido: 26 de junio de 2022. [En línea]. Disponible en: [https://www.nongnu.org/avr-libc/user-manual/group\\_\\_avr\\_\\_math.html#ga9bf5d952c5c93c70f9e66c9794d406c9](https://www.nongnu.org/avr-libc/user-manual/group__avr__math.html#ga9bf5d952c5c93c70f9e66c9794d406c9)
- [3] Arduino, «Arduino IDE». Accedido: 21 de junio de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.arduino.cc/en/software>
- [4] SimulIDE, «Home Page SimulIDE». Accedido: 21 de junio de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.simulide.com/p/home.html>