

Caracterización del sensor LM35

Diana C. Camargo, Diego A. Campos, Carlos A. Cruz

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias. Departamento de física.

13 de octubre de 2022

Resumen

Se caracterizó un sensor LM35 con rango de medición de -550mV a 1500mV y se hizo el cálculo teórico y experimental de la temperatura de ebullición del agua, encontrando un error asociado del 2%, en donde se evidencia un tiempo de respuesta corto respecto a la temperatura. Adicionalmente se corroboró el carácter lineal de la medida de temperatura de ebullición.

1. Introducción

1.1. Sensor LM35

En la actualidad existen múltiples formas de medir la temperatura a través de sensores. Un sensor de temperatura es un componente eléctrico que, permiten medir la temperatura mediante una señal eléctrica determinada. Dicha señal puede enviarse directamente o mediante el cambio de la resistencia. El sensor LM35 es un dispositivo de temperatura de precisión integrado es un integrado con su propio circuito de control, que proporciona una salida de voltaje proporcional a la temperatura. Así, la salida del sensor es lineal con la temperatura, incrementando el valor a razón de 10mV por cada grado centígrado. El rango de medición es de -55°C (-550mV) a 150°C (1500mV). Su precisión a temperatura ambiente es de $0,5^{\circ}\text{C}$. [1]

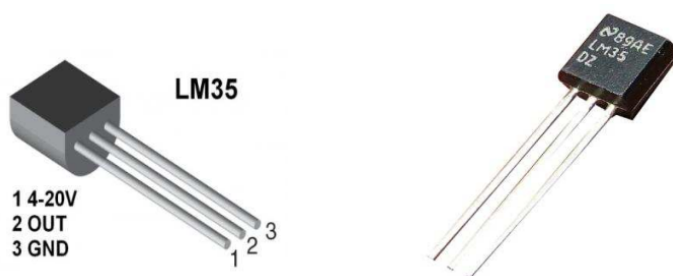


Figura 1: Representación sensor LM35

1.2. Caracterización del sensor LM35

Para dar una correcta caracterización al sensor, será necesario tener en cuenta los siguientes tres aspectos: calibración, tiempo de reacción y linealización. La calibración se hace de forma experimental, midiendo dos temperaturas conocidas y verificando si estas concuerdan con valores ya aceptados. El tiempo de reacción se estima al llegar al 90 % de respuesta de la temperatura de referencia designada en la calibración. Finalmente, la linealización se verifica al evidenciar un comportamiento lineal en la medición de una temperatura en el punto medio y compararlo con los puntos de calibración.

1.3. Cálculo de temperatura de ebullición:

Para calcular la temperatura de ebullición del agua en Bogotá se usó la ley de Antoine^[1]:

$$\log(P) = A - \frac{B}{C + T} \quad (1)$$

Donde las unidades de la presión y de la temperatura son respectivamente $mmHg$ y $^{\circ}C$. Los parámetros empíricos A , B y C en las anteriores unidades para el agua son:

$$\begin{cases} A = 8,07 \\ B = 1730,63 \\ C = 233,43 \end{cases} \quad (2)$$

Despejando la temperatura $T(^{\circ}C)$ de la ecuación 1 y reemplazando los valores para los parámetros A , B y C obtenemos:

$$T = \frac{B}{A - \log(P)} - C = \frac{1730,63}{8,07 - \log(P)} - 233,43 \quad (3)$$

Conocemos que Bogotá se encuentra a 2640 m s.n.m. y por tanto su presión es de 0,74 atm o 560 mmHg. Reemplazando este hecho en la ecuación 3 obtenemos el punto de ebullición del agua en Bogotá:

$$T_b = 91,69^{\circ}C \quad (4)$$

2. Dispositivo experimental y Procedimiento

2.1. Dispositivos

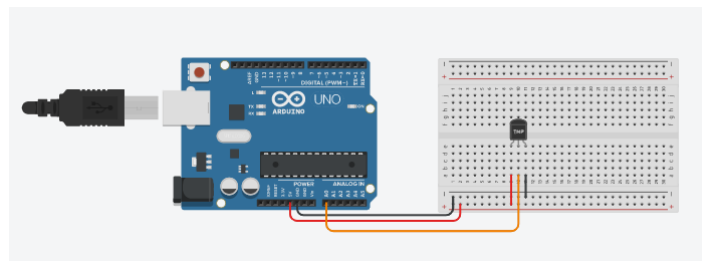


Figura 2: Montaje experimental

Los dispositivos que se utilizaron fueron:

- Multímetro
- Termocupla

- LM35
- Arduino uno
- Estufa eléctrica
- Olla
- Agua

2.2. Código

Para leer los datos se hace uso del software ARDUINO IDE 1.8.16 con el siguiente programa:

```
// C++ code
//

/*
La proporcion del lm35 es de 500/1023 v/c, ya que en la
simulacion se usa un lm36, no es la misma proporcion.
*/
float proporcion = 500.0/1023.0;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}

float t(int v)
{
  return (proporcion * v);
}

float time()
{
  return (millis() / 1000.0);
}

void loop()
{
  Serial.print(time());
  Serial.print(" ");
  Serial.println(t(analogRead(A0)));
  delay(100); // Delay a little bit to improve simulation performance
}
```

2.3. Procedimiento

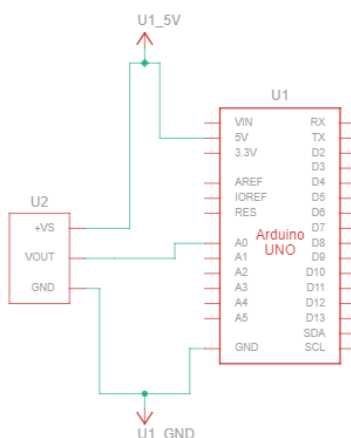


Figura 3: Circuito empleado en el experimento

Se calentó una olla con agua en una estufa eléctrica y al momento que empezó a hervir se introdujo la termocupla y se tomó la medida con el multímetro para ser usada como valor de referencia.

Una vez hecha esta medida de referencia se introdujo al agua hirviendo el LM35, comenzando la grabación de datos desde el arduino. Se esperó hasta que alcance una temperatura máxima estable, marcando este punto en la línea de tiempo como final del calentamiento y posteriormente se retiró el LM35 a temperatura ambiente y se espera hasta que se estabilizara en su valor inicial.

3. Resultados y Análisis

Al realizar las mediciones, tenemos los siguientes datos, donde $\Delta t = \pm 0,5$ y $\Delta T = \pm 0,3$

t (s)	T (°C)	t (s)	T (°C)	t (s)	T (°C)	t (s)	T (°C)	t (s)	T (°C)
0	24.4	20	88.4	40	51.8	60	30.8	80	24.9
1	24.9	21	88.4	41	49.8	61	30.3	81	23.9
2	29.3	22	88.4	42	48.3	62	29.8	82	24.4
3	56.2	23	88.4	43	46.4	63	28.8	83	23.9
4	68.9	24	88.4	44	45.4	64	28.8	84	23.9
5	75.7	25	88.9	45	44.0	65	28.3	85	23.4
6	80.1	26	88.4	46	42.5	66	27.8	86	23.4
7	82.5	27	88.9	47	41.5	67	27.8	87	23.0
8	84.5	28	87.9	48	40.5	68	27.3	88	23.0
9	85.5	29	88.4	49	39.1	69	27.3	89	22.5
10	85.9	30	87.9	50	37.6	70	26.9	90	23.0
11	86.4	31	88.4	51	36.6	71	26.9	91	22.5
12	86.9	32	88.9	52	35.6	72	26.4	92	22.5
13	86.9	33	85.9	53	35.2	73	25.9		
14	87.4	34	77.6	54	34.2	74	25.4		
15	87.4	35	70.8	55	33.7	75	25.4		
16	87.9	36	66.4	56	33.2	76	25.4		
17	87.9	37	61.5	57	32.2	77	24.9		
18	87.9	38	57.6	58	31.7	78	24.9		
19	87.9	39	54.2	59	31.3	79	24.9		

Cuadro 1: Tabla de datos temperatura (T) vs tiempo (t). **Nota:** la incertidumbre de t es de 0.5 y de T es 0.3

Si graficamos los datos de la tabla 1, obtenemos:

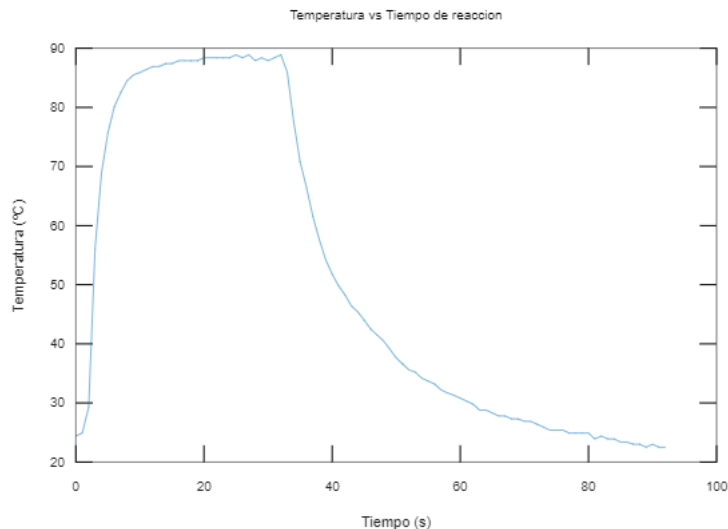


Figura 4: Grafica temperatura (T) vs tiempo (t) de la tabla 1

Cuando utilizamos la termocupla para medir la temperatura del agua, obtenemos que el multímetro nos da una temperatura de:

$$T_{ref} = 90,2 \pm 0,1 \quad (5)$$

Que comparando con el valor teórico de la ecuación 4 se obtiene un error del 2 %

4. Conclusiones

- El sensor LM35 presenta una señal estable, aunque con un pequeño error de 2 a 3 grados Celsius, lo cuál permite afirmar que funcionamiento del circuito es adecuado.
- El sensor presenta un tiempo de respuesta corto, pero considerable ante el cambio abrupto de bajas a altas temperaturas, y además se corrobora el carácter lineal de la medida de temperatura de ebullición.
- El comportamiento de la termocupla se asemeja a un capacitor de un circuito RC.

Referencias

- [1] [1]. *MEDIR TEMPERATURA CON ARDUINO Y SENSOR LM35*. (2015). Luis Llamas. <https://www.luisllamas.es/medir-temperatura-con-arduino-y-sensor-lm35>
- [2] [2]. Antoine, C. (1888), «Tensions des vapeurs; nouvelle relation entre les tensions et les températures», Comptes Rendus des Séances de l'Académie des Sciences 107: 681-684, 778-780, 836-837.